

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΕΞΥΠΝΟ ΣΠΙΤΙ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ESP8266 ΣΕ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ARDUINO IDE»



Του φοιτητή
Τεζαψίδη Πέτρου
Αρ. Μητρώου: 516129

Επιβλέπων
Γιακουμής Άγγελος
Βαθμίδα: Επίκουρος καθηγητής

Αύγουστος 2023

Τίτλος Δ.Ε.

ΕΞΥΠΝΟ ΣΠΙΤΙ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ESP8266 ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ARDUINO IDE

Κωδικός Δ.Ε. 23226

Όνοματεπώνυμο φοιτητή ΤΕΖΑΨΙΔΗΣ ΠΕΤΡΟΣ

Όνοματεπώνυμο εισηγητή ΓΙΑΚΟΥΜΗΣ ΑΓΓΕΛΟΣ

Ημερομηνία ανάληψης Δ.Ε. 09/06/2023

Ημερομηνία περάτωσης Δ.Ε. 09/09/2023

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 ΤΕΖΑΨΙΔΗ ΠΕΤΡΟΥ 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 οποιοδήποτε 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.

Αυτή η εργασία είναι αφιερωμένη στην οικογένεια μου.

Πρόλογος

Το γενικότερο πλαίσιο της πτυχιακής εργασίας είναι η προσομοίωση μιας εφαρμογής στο περιβάλλον ενός έξυπνου σπιτιού. Με το ραγδαίο ρυθμό ανάπτυξης της τεχνολογίας τις τελευταίες δεκαετίες ο άνθρωπος πληροφορείται όλο και περισσότερο για τις έννοιες “Έξυπνο σπίτι” και “Έξυπνες πόλεις”. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things) συγκεκριμένα, που αποτελεί ένα δίκτυο επικοινωνίας χάρη στο οποίο συνδέονται μεταξύ τους πολλές ηλεκτρονικές συσκευές, αισθητήρες και το λογισμικό αυτών, έχει συμβάλει στην αμεσότερη επικοινωνία και συνδεσιμότητα κάθε είδους τοπικού δικτύου με τον παγκόσμιο ιστό. Μετά την παρακολούθηση των μαθημάτων Μικροελεγκτές 1 και 2 κατά τη διάρκεια των πρώτων χρόνων των σπουδών μου και την συμμετοχή μου σε κάποια εκπαιδευτικά σεμινάρια με κύριο θέμα τις “Νέες τεχνολογίες”, αποφάσισα να ασχοληθώ με την συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία. Με τη χρήση του μικροελεγκτή ESP8266 και του προγράμματος προσομοίωσης Arduino IDE θα πραγματοποιηθεί η σύνδεση μιας σειράς αισθητήρων καθώς και η καταγραφή των επιμέρους ενδείξεων τους στην εφαρμογή Blynk του υπολογιστή και του κινητού τηλεφώνου.

Περίληψη

Παρόλο που η έννοια του έξυπνου σπιτιού είναι γνωστή σε πολλούς ανθρώπους ανά τον κόσμο, οι απόψεις υιοθέτησης της συνύπαρξης με “έξυπνες συσκευές” και υψηλής τεχνολογίας αυτοματισμούς δίστανται. Οι νέες τεχνολογίες έχουν κατακλύσει τη ζωή των ανθρώπων στις ανεπτυγμένες κοινωνίες και έχουν σκοπό να προσφέρουν στον άνθρωπο μια πιο άνετη και ασφαλή ζωή και καθημερινότητα. Εκεί αποσκοπεί και η έννοια των έξυπνου σπιτιού που αποτελείται από συσκευές που επικοινωνούν μεταξύ τους και δίνουν τη δυνατότητα στον κάτοχό τους να τις χειρίζεται με την ελάχιστη δυνατή προσπάθεια αλλά ακόμα και εξ αποστάσεως. Η τεχνολογία αυτού του είδους των συσκευών δεν παύει να κρύβει κινδύνους όπως επιθέσεις από hackers και υποκλοπή προσωπικών δεδομένων του χρήστη. Η επικοινωνία των έξυπνων συσκευών γίνεται χάρη σε ασύρματα πρωτόκολλα επικοινωνίας μέσω των οποίων γίνεται η ανταλλαγή δεδομένων και πληροφοριών. Η κατασκευή τους βασίζεται στην ύπαρξη των ενσωματωμένων συστημάτων και μικροελεγκτών που αποτελούν ουσιαστικά έναν μικρό υπολογιστή-εγκέφαλο για την κάθε συσκευή. Ένα είδος μικροελεγκτή είναι και ο Arduino ο οποίος αρχικά σχεδιάστηκε με σκοπό την υλοποίηση ηλεκτρονικών συστημάτων ώστε να μπορούν να επικοινωνούν και αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους μέσω αισθητήρων. Το κάθε Arduino Board αποτελείται από έναν αριθμό pins, που είναι τα σημεία σύνδεσης του με το υπόλοιπο ηλεκτρονικό κύκλωμα και το καθένα επιτελεί κάποια λειτουργία. Για την παρούσα πτυχιακή εργασία και την υλοποίηση της εφαρμογής ενός smart home επιλέχθηκε ο μικροελεγκτής NodeMCU ESP8266. Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε είναι το Arduino IDE και η εφαρμογή Blynk. Ο συνδυασμός των δύο αποσκοπεί στη διαμόρφωση ενός διαδραστικού περιβάλλοντος προσομοίωσης όπου ο χρήστης θα μπορεί να λαμβάνει καθώς και να επηρεάζει δεδομένα και μετρήσεις από τους αισθητήρες/συσκευές που διαθέτει. Έτσι θα δείξουμε πως μπορεί να υλοποιηθεί μια καινοτόμα ιδέα εφαρμογής έξυπνου σπιτιού με λίγα μόλις υλικά και μικρό κόστος.

«Smart home application using ESP8266 Arduino board and Arduino IDE software»

«TEZAPSIDIS PETROS»

Abstract

Although the definition of smart home is familiar to many people all over the world, the viewpoints of living with them are differing. New and innovative technologies are overloading people's lives in developed societies and their intention is to provide a more easygoing and secure daily life. Smart homes, which consist of devices communicating with each other, give the opportunity to their owners to handle them even from a long distance. Despite that, this type of automated technologies cannot always be safe due to hackers cyber attacks and interception of personal data. Interaction among smart devices is being done via wireless communication protocols which exchange data and information. The structure of them devices is based on integrated systems and microcontrollers that are a brain type control system for each appliance. A microcontroller type named "Arduino" was originally designed to build electronic circuits so they can interact with their environment through sensors. Each Arduino board includes a number of pins, which are the connection spots to the rest of the electrical system. Each group of pins has its own functionality. The type of Arduino microcontroller selected for this thesis is the NodeMCU ESP8266 board and the software that being used is a combination of Arduino IDE and Blynk application. The project's aim is to form an interactive environment where the user can receive and affect data and measurements gathered by the sensors/devices. This is the way of showing how a pioneering idea of smart home application can take place with few materials and little cost.

Ευχαριστίες

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα ένθερμα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους κοντινούς μου ανθρώπους που με τη στήριξη τους όλα αυτά τα χρόνια με βοήθησαν ο καθένας με τον τρόπο του να φτάσω αισίως στο τέλος των προπτυχιακών μου σπουδών.

Περιεχόμενα

| | |
|---|----|
| Πρόλογος..... | 4 |
| Περίληψη..... | 5 |
| Abstract | 6 |
| Ευχαριστίες | 7 |
| Περιεχόμενα | 8 |
| Κατάλογος Σχημάτων | 10 |
| Κατάλογος Πινάκων..... | 13 |
| Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή..... | 14 |
| 1.1. Εισαγωγή..... | 14 |
| 1.2. Σύντομη περιγραφή της εργασίας | 14 |
| Κεφάλαιο 2. Smart home | 15 |
| 2.1. Τι είναι το smart home | 15 |
| 2.2. Η ιστορία του smart home..... | 15 |
| 2.3. Λειτουργίες και αυτοματισμοί στο smart home | 15 |
| 2.4. Πλεονεκτήματα | 18 |
| 2.5. Κίνδυνοι και μειονεκτήματα | 19 |
| 2.5.1. Είδη παραβίασης των προσωπικών δεδομένων | 21 |
| 2.5.2. Λύσεις αντιμετώπισης των απειλών..... | 22 |
| 2.6. Πρωτόκολλα επικοινωνίας στο έξυπνο σπίτι | 22 |
| 2.6.1. Είδη πρωτοκόλλων | 23 |
| 2.7. Τοπολογία ασύρματων δικτύων | 24 |
| 2.7.1. Τοπολογία πλέγματος (mesh)..... | 25 |
| 2.7.2. Τοπολογία αστέρα (star)..... | 26 |
| 2.7.3. Τοπολογία δακτυλίου (ring)..... | 27 |
| 2.7.4. Τοπολογία δέντρου (tree)..... | 28 |
| Κεφάλαιο 3. Ενσωματωμένα συστήματα, μικροελεγκτές και Arduino | 29 |
| 3.1. Ενσωματωμένα συστήματα..... | 29 |
| 3.1.1. Χαρακτηριστικά των ενσωματωμένων συστημάτων | 29 |
| 3.1.2. Βασική δομή..... | 30 |
| 3.1.3. Χρήσεις και παραδείγματα..... | 30 |
| 3.2. Μικροελεγκτές | 32 |

| | | |
|---|--|----|
| 3.2.1. | Τμήματα ενός μικροελεγκτή | 32 |
| 3.2.2. | Τύποι μικροελεγκτών | 33 |
| 3.2.3. | Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των μικροελεγκτών | 34 |
| 3.3. | Ο μικροελεγκτής Arduino | 35 |
| 3.3.1. | Τα βασικά μέρη του μικροελεγκτή Arduino | 35 |
| 3.3.2. | Παραδείγματα τύπων Arduino | 37 |
| 3.3.3. | Εφαρμογές/Χρήσεις του Arduino στην καθημερινότητα | 38 |
| 3.4. | NodeMCU ESP8266 | 39 |
| 3.4.1. | ESP8266 Pinout..... | 39 |
| 3.5. | ESP-NOW | 40 |
| 3.5.1. | Είδη επικοινωνίας μέσω ESP-NOW | 40 |
| Κεφάλαιο 4. Εφαρμογή Smart Home/Πειραματική διαδικασία..... | | 42 |
| 4.1. | Αρχιτεκτονική της εφαρμογής Smart Home | 42 |
| 4.2. | Hardware της Εφαρμογής..... | 43 |
| 4.2.1. | Ανάλυση χαρακτηριστικών των υλικών της εφαρμογής..... | 44 |
| 4.2.2. | Συνδεσμολογία των υλικών..... | 46 |
| 4.3. | Software της Εφαρμογής Smart Home..... | 52 |
| 4.3.1. | Λογισμικό Arduino IDE | 52 |
| 4.3.2. | Λογισμικό Blynk | 53 |
| 4.3.3. | Υλοποίηση του κώδικα της εφαρμογής Smart Home με χρήση Arduino IDE..... | 54 |
| 4.3.4. | Υλοποίηση του Πρότυπου Συσκευής (Device Template) της εφαρμογής Smart Home με χρήση λογισμικού Blynk | 67 |
| Επίλογος..... | | 77 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | | 78 |

Κατάλογος Σχημάτων

| | |
|---|----|
| Εικόνα 2.1 1: Το έξυπνο σπίτι..... | 15 |
| Εικόνα 2.3 1: Εξωτερική κάμερα παρακολούθησης | 16 |
| Εικόνα 2.3 2: Παραδείγματα έξυπνων θερμοστατών..... | 16 |
| Εικόνα 2.3 3: Παραδείγματα εφαρμογών μιας έξυπνης τηλεόρασης..... | 17 |
| Εικόνα 2.3 4: Έξυπνη ταϊστρα κατοικίδιου..... | 17 |
| Εικόνα 2.4 1: Κάμερα παρακολούθησης εσωτερικού του σπιτιού..... | 18 |
| Εικόνα 2.4 2: Κάμερα παρακολούθησης βρέφους | 19 |
| Εικόνα 2.5.2 1: Τείχος προστασίας από ιούς και hackers..... | 22 |
| Εικόνα 2.6.1 1: Λογότυπα πρωτοκόλλων Z-Wave, WiFi, Zigbee..... | 24 |
| Εικόνα 2.6.1 2: Λογότυπο Bluetooth | 24 |
| Εικόνα 2.7.1 1: Απεικόνιση δικτύου υπολογιστών σε τοπολογία πλέγματος..... | 25 |
| Εικόνα 2.7.2 1: Απεικόνιση συσκευών συνδεδεμένων σε ένα κεντρικό hub σε τοπολογία αστέρα..... | 26 |
| Εικόνα 2.7.3 1: Απεικόνιση συσκευών σε τοπολογία δακτυλίου..... | 27 |
| Εικόνα 2.7.4 1: Απεικόνιση δικτύου υπολογιστών σε τοπολογία δέντρου..... | 28 |
| Εικόνα 3.1 1: Ένα ενσωματωμένο σύστημα..... | 29 |
| Εικόνα 3.1.3 1: Παραδείγματα χρήσης ενσωματωμένων συστημάτων..... | 32 |
| Εικόνα 3.2.2 1: Μικροελεγκτής ARM σε ενσωματωμένο σύστημα..... | 34 |
| Εικόνα 3.3.1 1: Τα επιμέρους τμήματα ενός τύπου Arduino..... | 36 |
| Εικόνα 3.3.2 1: Ο μικροελεγκτής Arduino UNO..... | 37 |
| Εικόνα 3.3.2 2: Ο μικροελεγκτής Arduino Mega..... | 37 |
| Εικόνα 3.3.2 3: Ο μικροελεγκτής Arduino Nano | 38 |

| | | | | | | | | |
|------------------|-------|----|----------------|---------------|--------------|---------|-------|-------|
| Εικόνα | 3.4.1 | 1: | Η | ανάλυση | των | Pinout | του | |
| ESP8266..... | | | | | | | | 39 |
| Εικόνα | 3.5.1 | 1: | Αμφίδρομη | επικοινωνία | μεταξύ | ESP | | |
| boards..... | | | | | | | | 41 |
| Εικόνα | 4.1 | 1: | Η | αρχιτεκτονική | | της | | |
| εφαρμογής..... | | | | | | | | 42 |
| Εικόνα | 4.2 | 1: | Τα | υλικά | | της | | |
| εφαρμογής..... | | | | | | | | 43 |
| Εικόνα | 4.2.2 | 1: | Σύνδεση | του | μικροελεγκτή | με | την | οθόνη |
| LCD..... | | | | | | | | 47 |
| Εικόνα 4.2.2 2: | | | | | | | | 47 |
| Εικόνα 4.2.2 3: | | | | | | | | 48 |
| Εικόνα 4.2.2 4: | | | | | | | | 49 |
| Εικόνα 4.2.2 5: | | | | | | | | 49 |
| Εικόνα 4.2.2 6: | | | | | | | | 51 |
| Εικόνα 4.2.2 7: | | | | | | | | 51 |
| Εικόνα | 4.3.1 | 1: | Ιστοσελίδα | περιβάλλοντος | | Arduino | | |
| IDE..... | | | | | | | | 52 |
| Εικόνα 4.3.2 1: | | | | | | | | 53 |
| Εικόνα | 4.3.3 | 1: | Διαπιστευτήρια | του | Device | | | |
| Info..... | | | | | | | | 55 |
| Εικόνα | 4.3.4 | 1: | Δημιουργία | New | Template | στο | Blynk | |
| web..... | | | | | | | | 67 |
| Εικόνα 4.3.4 2: | | | | | | | | 68 |
| Εικόνα 4.3.4 3: | | | | | | | | 68 |
| Εικόνα 4.3.4 4: | | | | | | | | 69 |
| Εικόνα 4.3.4 5: | | | | | | | | 69 |
| Εικόνα 4.3.4 6: | | | | | | | | 70 |
| Εικόνα 4.3.4 7: | | | | | | | | 70 |
| Εικόνα 4.3.4 8: | | | | | | | | 71 |
| Εικόνα 4.3.4 9: | | | | | | | | 71 |
| Εικόνα 4.3.4 10: | | | | | | | | 72 |

Κατάλογος Σχημάτων

| | |
|--|----|
| Εικόνα 4.3.4 11: Ο ολοκληρωμένος πίνακας του Dashboard | 72 |
| Εικόνα 4.3.4 12: Δήλωση Event και δημιουργία προειδοποιητικού μηνύματος..... | 73 |
| Εικόνα 4.4 1: Τα αναλυτικά αποτελέσματα της εφαρμογής smart home..... | 76 |

Κατάλογος Πινάκων

| | |
|--|----|
| Πίνακας 3.2.3 1: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μικροελεγκτών | 34 |
| Πίνακας 4.2 1: Τα υλικά της εφαρμογής..... | 43 |

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

1.1. Εισαγωγή

Smart home ή αλλιώς “Έξυπνο σπίτι”: μια έννοια τόσο διαδεδομένη αλλά πρακτικά άγνωστη σε πολλούς. Η αστραπιαία ανάπτυξη της τεχνολογίας έχει φέρει στην καθημερινότητα μας πολλές καινοτομίες όσον αφορά τον τρόπο ζωής. Οι έξυπνες συσκευές και κατ’ επέκταση ο όρος “έξυπνο σπίτι” έχει κατακλύσει όλες τις εταιρείες κολοσσούς στον κατασκευαστικό και αρχιτεκτονικό τομέα που προσπαθούν να διαμορφώσουν έναν πιο προσιτό και φιλικό προς το περιβάλλον χώρο κατοικίας για τους ανθρώπους. Όλα τα αντικείμενα μέσα σε ένα σπίτι τείνουν να ελέγχονται απομακρυσμένα απλά με την κατοχή ενός smartphone και των κατάλληλων εφαρμογών. Από την μία φαντάζει απλό και εύκολο να μπορεί ο κάτοικος του σπιτιού να ρυθμίσει την θερμοκρασία του πριν καν φτάσει σε αυτό ή να λαμβάνει ειδοποιήσεις από το σύστημα παρακολούθησης μέσω καμερών αν συμβεί κάποια ύποπτη επιχείρηση εισβολής στο χώρο του. Αντιθέτως όμως για ανθρώπους που δεν είναι τόσο εξοικειωμένοι με την τεχνολογία ή για άτομα τρίτης ηλικίας μπορεί να φαίνεται τρομακτικά δύσκολη η χρήση των κατάλληλων εφαρμογών που απαιτείται να γνωρίζει κάποιος για να μένει σε ένα έξυπνο σπίτι. Παρακάτω θα αναλυθούν τα οφέλη και οι παροχές που μπορεί να προσφέρει ένα έξυπνο σπίτι καθώς επίσης και τα μειονεκτήματα και οι δυσκολίες που μπορεί να προκύψουν σε κάποιους ανθρώπους.

1.2. Σύντομη περιγραφή της εργασίας

Η εργασία πραγματεύεται την καταγραφή και αποστολή δεδομένων, που προκύπτουν από τις ενδείξεις κάποιων αισθητήρων (π.χ. θερμοκρασίας) που συνδέονται με τον μικροελεγκτή ESP8266. Η δυνατότητα σύνδεσης των αισθητήρων με τον μικροελεγκτή μέσω WiFi και η απεικόνιση των αποτελεσμάτων στον υπολογιστή και το κινητό τηλέφωνο καθιστά τον συγκεκριμένο τύπο πλακέτας Arduino έναν από τους πιο διαδεδομένους στην αγορά. Με την κατάλληλη σύνταξη κώδικα γλώσσας wiring σε πρόγραμμα Arduino IDE, που θα αναλυθεί στο τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας, θα προγραμματίσουμε τους αισθητήρες που χρησιμοποιούμε να καταγράφουν κάποιες τιμές ανάλογα με την ατμόσφαιρα που επικρατεί στο περιβάλλον που θα βρισκόμαστε. Στα κεφάλαια που ακολουθούν θα παρουσιαστούν μεταξύ άλλων, οι κατηγορίες αισθητήρων σε ένα έξυπνο σπίτι, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα τους, η σχέση σύνδεσης Arduino-Smart home, τα πρωτόκολλα επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται καθώς και ο αναλυτικός κώδικας προγραμματισμού του ESP8266.

Κεφάλαιο 2. Smart home

2.1. Τι είναι το smart home



Εικόνα 2.1 1: Το έξυπνο σπίτι

Με τον όρο smart home υποδηλώνεται η σύζευξη πολλών ηλεκτρονικών συσκευών μέσα σε ένα σπίτι δημιουργώντας ένα σύστημα λειτουργιών και αλληλεπίδρασης με τον κάτοχο του. Ο χρήστης με μία εφαρμογή από το κινητό του μπορεί ακόμα και απομακρυσμένα να έχει πρόσβαση στις ηλεκτρονικές συσκευές του σπιτιού του και να τις θέσει σε όποια λειτουργία θέλει ανά πάσα στιγμή. Αρκεί μόνο μια σύνδεση στο τοπικό δίκτυο Wifi ή σύνδεση μέσω Bluetooth για να ξεκινήσει η ασύρματη επικοινωνία μεταξύ των συσκευών. Ένα έξυπνο σπίτι διαφέρει από ένα “κοινό” σπίτι επειδή είναι εξοπλισμένο με τέτοια τεχνολογία για να προσφέρει μεγαλύτερη άνεση στον ιδιοκτήτη του. [1-2]

2.2. Η ιστορία του smart home

Παρόλο που πολλοί άνθρωποι πιστεύουν ότι ο όρος “έξυπνο σπίτι” είναι μια νέα έννοια, η προσπάθεια υλοποίησης του ξεκίνησε το 1975 με την τεχνολογία X10. Η συγκεκριμένη τεχνολογία χρησιμοποιούσε ραδιοσυχνότητες ώστε να στέλνει ψηφιακή πληροφορία μέσω των καλωδίων που ήδη υπήρχαν σε ένα σπίτι βοηθώντας έτσι στον ασύρματο έλεγχο των συσκευών. Το 1999 κυκλοφόρησε μια διορατική, όπως αποδείχθηκε αργότερα, ταινία της Disney με τίτλο “Smart House” όπου οι καθημερινές οικιακές ηλεκτρικές συσκευές “παίρνουν ζωή”. Το 2010 δημιουργήθηκε το Nest Learning Thermostat, μια εφαρμογή ελέγχου και ρύθμισης της θερμοκρασίας που αποτέλεσε την επανάσταση στις ασύρματες διαδικτυακές συνδέσεις σε έξυπνα σπίτια. Αυτή ήταν η αρχή της καταγραφής και αποστολής δεδομένων αυτοματοποιημένα μέσω των διαφόρων συσκευών. [1-2]

2.3. Λειτουργίες και αυτοματισμοί στο smart home

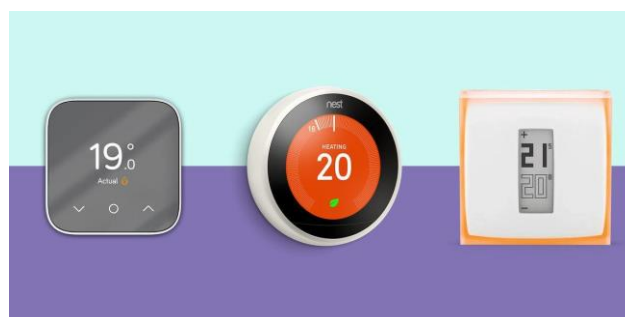
Η ποικιλία των αισθητήρων και η εφαρμογή τους σε ένα έξυπνο σπίτι μπορεί να παίξει ένα μεγάλο ρόλο στους πολύ γρήγορους ρυθμούς ζωής της σημερινής εποχής. Το σύστημα smart home μπορεί να προσδώσει οποιαδήποτε ρύθμιση επιθυμεί ο χρήστης στο χώρο του χωρίς χρονικούς περιορισμούς. [3] Κάποια παραδείγματα έξυπνων εφαρμογών είναι τα παρακάτω:

- **Φωτισμός:** Ο χρήστης μπορεί να επηρεάσει το άνοιγμα και κλείσιμο των διακοπών φωτός, την αυτόματη ενεργοποίηση τους κάποια χρονική στιγμή μέσα στην ημέρα, τη ρύθμιση της έντασης του φωτός που εκπέμπουν οι έξυπνες λάμπες καθώς και να επιλέξει και συγκεκριμένη χρωματική απόχρωση. Επίσης θα μπορεί να επηρεάσει τους αισθητήρες για τα φώτα νυκτός ώστε να διευκολύνεται η κίνηση μέσα στο χώρο του και τις βραδινές ώρες.
- **Σύστημα ασφαλείας:** Με την τοποθέτηση καμερών και αισθητήρων κίνησης στις πόρτες και τις εισόδους της οικείας μπορεί να επιτευχθεί ένα ασφαλέστερο περιβάλλον διαβίωσης στο σπίτι. Ο χρήστης μπορεί από το κινητό του τηλέφωνο να ελέγξει αν όλες οι πόρτες είναι κλειδωμένες καθώς και να ενημερωθεί για οποιαδήποτε ύποπτη κίνηση γίνει προς το σπίτι του. Ένας πιθανός εισβολέας μπορεί να αποθαρρυνθεί με την ενεργοποίηση του συναγερμού που θα γίνει απομακρυσμένα από τον ιδιοκτήτη του σπιτιού που πρόκειται να παραβιάσει.



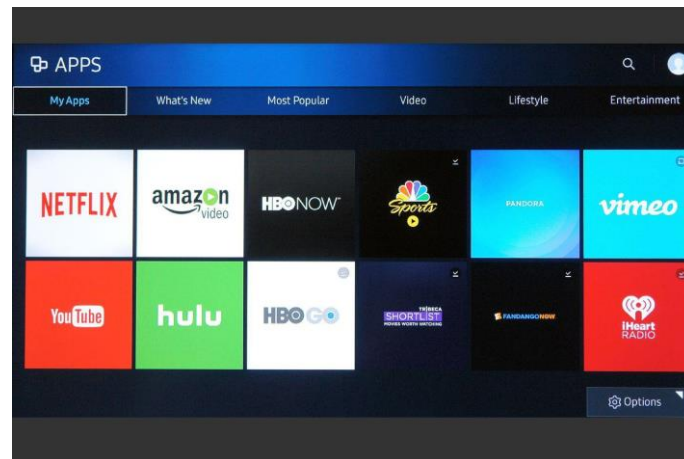
Εικόνα 2.3 1: Εξωτερική κάμερα παρακολούθησης

- **Θέρμανση:** Ο χρήστης μπορεί να ρυθμίσει τη θερμοκρασία του σπιτιού του είτε είναι εντός ή εκτός αυτού. Αυτό προσφέρει τη δυνατότητα της προθέρμανσης του χώρου πριν ο ιδιοκτήτης γυρίσει σε αυτόν και επίσης η σταδιακή ρύθμιση της μείωσης της θερμοκρασίας κατά τις βραδινές ώρες συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας και τη μείωση κόστους των λογαριασμών.



Εικόνα 2.3 2: Παραδείγματα έξυπνων θερμοστατών

➤ **Ψυχαγωγία:** Με την κατάλληλη σύνδεση σε ασύρματο ηχοσύστημα ο χρήστης μπορεί να επιλέγει τη μουσική που θα ακούει στο χώρο του και να ρυθμίζει την ένταση της από το κινητό του. Όσον αφορά τη χρήση της τηλεόρασης, μπορεί να θέσει μια συγκεκριμένη ώρα το βράδυ που θα κλείνει αυτόματα, αλλά ακόμα και να καταγράψει ένα πρόγραμμα που προβάλλεται τις ώρες που λείπει από το σπίτι με σκοπό να το παρακολουθήσει αργότερα. Η πιο συνηθισμένη χρήση μια έξυπνης τηλεόρασης είναι η σύνδεσή της με το διαδίκτυο. Έτσι ο χρήστης μπορεί να παρακολουθεί ταινίες και σειρές online καθώς και ψυχαγωγικά βίντεο και ομιλίες μέσα από τις ηλεκτρονικές πλατφόρμες Youtube και Spotify.



Εικόνα 2.3 3: Παραδείγματα εφαρμογών μιας έξυπνης τηλεόρασης

➤ Κάποιες επιπρόσθετες λειτουργίες εφαρμογών είναι το αυτόματο “σερβίρισμα” τροφής σε ένα κατοικίδιο τις ώρες που λείπει από το σπίτι ο ιδιοκτήτης του, το αυτόματο πότισμα λουλουδιών ανά συγκεκριμένες ώρες και μέρες της εβδομάδας, η αυτόματη κάλυψη κάποιων εξωτερικών χώρων όπως μπαλκόνι ή βεράντα με ρυθμιζόμενη τέντα σε περίπτωση βροχής και πολλές ακόμη. [4]



Εικόνα 2.3 4: Έξυπνη ταϊστρα κατοικίδιου

2.4. Πλεονεκτήματα

Παράλληλα με την συνεχή ανάπτυξη της τεχνολογίας, των αυτοματισμών και τη δημιουργία όλο και περισσότερων έξυπνων συσκευών, η ανάγκη του ανθρώπου να ζει μια πιο άνετη και αυτοματοποιημένη ζωή γίνεται ολοένα και μεγαλύτερη. Η “συνύπαρξη” με τις έξυπνες συσκευές προσφέρει πολλά οφέλη στον άνθρωπο και οι εταιρείες που τις παράγουν έχουν ως πρωταρχικό στόχο να πάψει να θεωρείται πολυτέλεια η κατοχή τους και να επωφελούνται από τα αποτελέσματα της χρήσης τους η πλειοψηφία των ανθρώπων σε όλο τον κόσμο. Κάποια από τα βασικά οφέλη είναι:

☐ **Άνεση και ευκολία:** Ο χειρισμός αυτών των συσκευών γίνεται από απόσταση και με το πάτημα ενός κουμπιού από το κινητό τηλέφωνο μπορεί να ενεργοποιηθεί οποιαδήποτε έξυπνη λειτουργία μέσα στο σπίτι είτε ο χρήστης είναι εκτός αυτού είτε βρίσκεται σε κάποιον άλλο χώρο του σπιτιού. Ακόμα, οι έξυπνες συσκευές λειτουργούν και με φωνητικές εντολές κάτι που καθιστά τη χρήση τους ακόμη πιο εύκολη και προσιτή σε όλους.

☐ **Ασφάλεια:** Ίσως από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά των έξυπνων συσκευών είναι ότι παρέχουν μεγαλύτερη ασφάλεια στον ιδιοκτήτη του σπιτιού που έχουν εγκατασταθεί. Δημιουργώντας ένα υποθετικό σενάριο εισβολής ενός διαρρήκτη σε ένα έξυπνο σπίτι αν υπάρχει το κατάλληλο σύστημα καμερών παρακολούθησης ο ιδιοκτήτης λαμβάνει αμέσως προειδοποιητικό μήνυμα ότι κάποιος άγνωστος προσπαθεί να εισβάλει στο χώρο του και μπορεί άμεσα να καλέσει την αστυνομία. Εκτός αυτού με την ενεργοποίηση του συναγερμού ο δράστης αυτόματα αποτρέπεται να κάνει την ενέργεια που ήθελε. Επίσης, σημαντικό να αναφερθεί είναι ότι ο χρήστης μπορεί να ελέγξει κάθε ώρα και στιγμή αφότου βγίκε από το σπίτι του αν όλες οι πόρτες και τα παράθυρα είναι κλειδωμένα.



Εικόνα 2.4 1: Κάμερα παρακολούθησης εσωτερικού του σπιτιού

☐ **Αποδοτικότητα και εξοικονόμηση ενέργειας:** Εκτός από το πόσο γρήγορα και αποδοτικά μπορεί να γίνει ο χειρισμός των διάφορων συσκευών, η συμβολή στην εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας είναι εξίσου πολύτιμη. Ο χρήστης ενώ μπορεί να έχει ξεχάσει κάποια φώτα ανοιχτά ή το θερμοστάτη αναμμένο αφού φύγει από το σπίτι, με το πάτημα ενός κουμπιού μπορεί άμεσα να

χαμηλώσει τη θερμοκρασία ή να κλείσει τα φώτα σε μερικά μόλις δευτερόλεπτα. Φυσικά αυτές οι διαφορές με τις παραδοσιακές οικιακές συσκευές αποτυπώνονται στους λογαριασμούς του ρεύματος που συνεπάγεται σημαντική εξοικονόμηση χρημάτων από το χρήστη.

☒ **Πνευματική ηρεμία:** Πολλοί άνθρωποι επενδύουν τα χρήματά τους στην εγκατάσταση έξυπνων συσκευών ώστε να είναι ήσυχοι ότι τίποτα σχετικό με την ασφάλεια και την ισορροπία στο σπίτι τους δεν αφήνεται στην τύχη. Με τους γρήγορους ρυθμούς ζωής και τις υποχρεώσεις εκτός σπιτιού να πληθαίνουν, ο χρήστης μπορεί να είναι σίγουρος ότι έχει κλειδώσει το γκαράζ του ή έχει θέσει τη λειτουργία αυτόματης ενεργοποίησης του συναγερμού σε περίπτωση ανάγκης απλά και μόνο με το άνοιγμα της κατάλληλης εφαρμογής στο κινητό του. Αξιοσημείωτο επίσης είναι ότι οι χρήστες έχουν το αίσθημα της ασφάλειας αν χρειαστεί να αφήσουν τα παιδιά τους μόνα στο σπίτι για μερικές ώρες χωρίς να ανησυχούν καθώς μπορούν να έχουν ορισμένο έλεγχο του χώρου από τη συσκευή τους. [5-6]



Εικόνα 2.4 2: Κάμερα παρακολούθησης βρέφους

Συμπεραίνοντας, τα smart homes έχουν πολλά πλεονεκτήματα που διευκολύνουν τη ζωή του κάθε ανθρώπου εφόσον κατέχει τα κατάλληλα εργαλεία (π.χ. smartphone, εφαρμογές που συνδέονται στο διαδίκτυο, smart devices). Συνεχώς όλες αυτές οι εφαρμογές που υπάρχουν στο διαδίκτυο κυκλοφορούν σε νέες εκδόσεις και παρέχουν πιο σύγχρονες αναβαθμίσεις που αποσκοπούν στη βελτίωση της ποιότητας ζωής του χρήστη. [7]

2.5. Κίνδυνοι και μειονεκτήματα

Παρ' όλη την τεράστια προσφορά των έξυπνων συσκευών στον κάθε χρήστη και την οικογένειά του, είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη και οι κίνδυνοι που κρύβουν τέτοιου είδους συσκευές καθώς δεν παύουν να είναι συνδεδεμένες στο διαδίκτυο οπότε κάλλιστα μπορεί να προκύψουν διάφορα προβλήματα όπως ακριβώς και με όλους τους ιστότοπους.

➤ **Ασφάλεια:** Ο πρωταρχικός στόχος όλων των εταιρειών παραγωγής έξυπνων συσκευών είναι να διασφαλίσουν την ασφάλεια που θα προσφέρει η συσκευή κατά τη χρήση της καθώς όλο και

περισσότεροι άνθρωποι εξοικειώνονται με αυτές. Καθώς οι συσκευές είναι συνδεδεμένες με κάποιες εφαρμογές και τα λογισμικά τους πρώτα πρέπει να είναι εξασφαλισμένη η ακεραιότητα των εφαρμογών αυτών γιατί από εκεί δέχονται οι συσκευές όλες τις πληροφορίες και τις εντολές λειτουργίας τους. Μια σίγουρα απαραίτητη προϋπόθεση ορθής λειτουργίας είναι η έγκαιρη και συνεχής ενημέρωση των απαραίτητων εφαρμογών. Αυτό προσφέρει ιδανικότερες συνθήκες λειτουργίας της συσκευής καθώς και την πλήρη εκμετάλλευση των υπηρεσιών που προσφέρει στο χρήστη. Το χειρίστο σενάριο όσον αφορά την ασφάλεια μιας συσκευής είναι να πέσουν θύμα κυβερνοεπίθεσης από χάκερς οι εφαρμογές που την πλαισιώνουν. Σε μια τέτοια περίπτωση οι επιτήδριοι μπορούν να αποκτήσουν πρόσβαση στα δεδομένα και το ιστορικό της συσκευής, αλλά ακόμα και να πάρουν τον έλεγχο από τον υπολογιστή τους. Ο καλύτερος τρόπος αποφυγής τέτοιων συμβάντων είναι η ενημέρωση των εκάστοτε εφαρμογών με κατάλληλο “τείχος προστασίας” με σκοπό τη διασφάλιση πολύτιμων προσωπικών στοιχείων.

➤ **Διασφάλιση ασύρματης σύνδεσης στο internet:** Οποιαδήποτε έξυπνη οικιακή συσκευή χρειάζεται μια σαφώς καλή σύνδεση στο διαδίκτυο για να λειτουργήσει και να προσφέρει το μέγιστο στον χρήστη της. Διακοπές της ιντερνετικής σύζευξης ή χαμηλή ταχύτητα ίντερνετ έχει ως αποτέλεσμα τη μέτρια έως κακή απόδοση της συσκευής που πρακτικά αποτυπώνεται σε σύγχυση του χρήστη. Η διακοπή στη σύνδεση του ίντερνετ σε ένα σπίτι μπορεί πάλι να προέρχεται από κάποια κακόβουλη ενέργεια από hackers που μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα ακόμα και τον έλεγχο της συσκευής από τους ίδιους, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως. [8-9]

➤ **Κόστος και απομιμήσεις:** Ένας από τους μεγαλύτερους αποτρεπτικούς παράγοντες για τους καταναλωτές όσον αφορά τη χρήση έξυπνων συσκευών είναι το κόστος, όχι μόνο αγοράς αλλά και εγκατάστασης. Παρ’ όλη την απόσβεση που θα κάνουν οι συσκευές σε βάθος χρόνου ο καταναλωτής είναι διστακτικός στην αγορά τους καθώς οι τιμές των περισσότερων είναι αρκετά υψηλές για μια μέση οικογένεια. Για αυτό το λόγο αναφέρεται συχνά ότι η κατοχή τους αποτελεί πολυτέλεια ή ότι είναι μέσο ικανοποίησης των αναγκών των πιο ευκατάστατων ανθρώπων. Άμεσα γεννιέται και η ανάγκη του μέσου καταναλωτή να καταφύγει σε οικονομικότερες λύσεις συσκευών που είναι απομιμήσεις των πρωτότυπων. Αυτό όμως έχει ως αποτέλεσμα την μέτρια απόδοση της συσκευής που μπορεί πολλές φορές να προέρχεται από ένα όριο ενημερώσεων που διαθέτει το λογισμικό της, ή όταν από κατασκευή της έχει περιορισμό σε λειτουργίες που δεν θα είχε μια εγκεκριμένη, από διεθνείς οργανισμούς πιστοποίησης, συσκευή που κυκλοφορεί στο εμπόριο. [8]

➤ **Εθισμός της νέας γενιάς:** Είναι ευρέως γνωστό πόσο διαδεδομένη είναι η χρήση smartphone καθώς και άλλων έξυπνων συσκευών ανάμεσα στους νέους τη σημερινή εποχή. Σύμφωνα με μια έρευνα που έγινε σε περίπου 300 φοιτητές ενός πανεπιστημίου στη Μαλαισία, βρέθηκε πόσο πολύ επηρεάζει η χρήση των gadgets, όπως συνήθως αναφέρονται, στα ποσοστά κατάθλιψης, άγχους και στην κακή ποιότητα του ύπνου. Η επιρροή τέτοιων συσκευών στην ψυχική υγεία των νέων είναι μεγάλη και μπορεί να βγει εκτός ελέγχου δημιουργώντας ψυχολογικά προβλήματα από μικρή ηλικία. Έχοντας τον πλήρη έλεγχο των συσκευών του σπιτιού μπορεί να δημιουργείται συνεχώς η ανασφάλεια ότι κάτι παραμένει “ενεργό” στο σπίτι ενώ ο χρήστης λείπει από αυτό και αυτό οδηγεί σε πλήρη απόσπαση προσοχής. Η υπερβολική ενασχόληση με το κινητό από το οποίο ελέγχονται και οι

συσκευές αυτές, ιδιαίτερα τις βραδινές ώρες προκαλεί προβλήματα στον ύπνο και την όραση του χρήστη από την ακτινοβολία. [10]

➤ **Κίνδυνοι για τα παιδιά:** Τα παιδιά έχοντας την τάση και την περιέργεια να ανακαλύπτουν συνεχώς νέα πράγματα, βλέποντας τον γονιό τους να έχει στην κατοχή του ένα τόσο πρωτότυπο για αυτά αντικείμενο θα επιθυμούν να το περιεργαστούν. Οι γονείς από τη μεριά τους είναι υπεύθυνοι για να έχουν τα παιδιά τους περιορισμένο χρόνο ενασχόλησης με έξυπνες συσκευές και κυρίως smartphones, γιατί η κάθε λανθασμένη και παρορμητική κίνηση ενός παιδιού μπορεί να έχει πολύ αρνητικές συνέπειες για το ίδιο και τους γύρω του. Έλλειψη ύπνου και ξεκούρασης, κακή στάση σώματος που προκαλεί αργότερα σημαντικά μυοσκελετικά προβλήματα, παχυσαρκία και έλλειψη άσκησης είναι μερικές καταστροφικές συνέπειες για τα παιδιά που προέρχονται από την υπερβολική “τριβή” τους με τις έξυπνες συσκευές. [11]

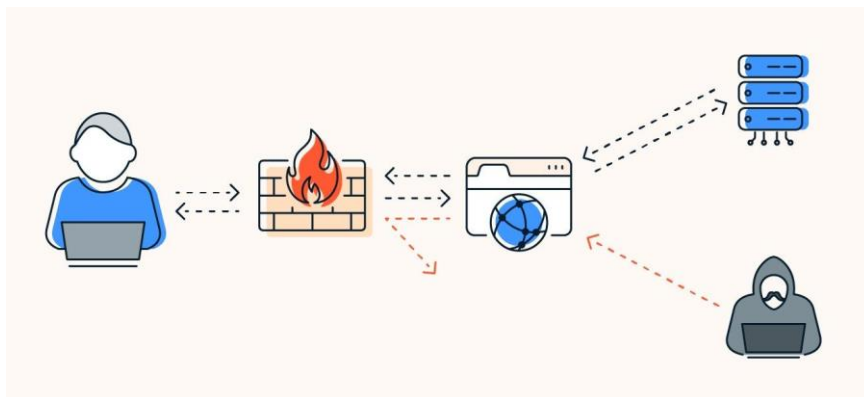
2.5.1. Είδη παραβίασης των προσωπικών δεδομένων

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα ένα μεγάλο πλήγμα για το χρήστη μιας έξυπνης συσκευής είναι να υποκλαπούν τα προσωπικά του δεδομένα. Έτσι όχι μόνο χάνει τον πλήρη έλεγχο της συσκευής του αλλά διαρρέουν πιθανώς πολύ προσωπικές πληροφορίες που αφορούν την τοποθεσία του σπιτιού του, τις ώρες που λείπει από αυτό αλλά ακόμα και την παρακολούθηση του ίδιου του χώρου μέσω των έξυπνων καμερών. Κάποια είδη επιθέσεων από hackers είναι τα παρακάτω:

- **Παρεμβολές στη λειτουργία της συσκευής:** Ένας hacker παραβιάζει ή διακόπτει τη σύνδεση του χρήστη με τη συσκευή του και έτσι κάπως αυτοματοποιημένα αλλάζουν κάποιες ενδείξεις στη συσκευή που μπορεί όμως να έχουν σοβαρές συνέπειες στην ακεραιότητα του σπιτιού (π.χ. αν ανέβει υπερβολικά η θερμοκρασία).
- **Κλοπή των δεδομένων και του προφίλ του χρήστη:** Με αυτόν τον τρόπο ο επιτήδειος αποκτά πρόσβαση στα δεδομένα που έχει αποθηκεύσει ο χρήστης στην εφαρμογή του με αποτέλεσμα να διαρρεύσουν στοιχεία και κωδικοί που αντικατοπτρίζουν το προφίλ του χρήστη.
- **Ολοκληρωτική κατοχή δικτύου:** Σε αυτήν την περίπτωση ένας hacker έχει ως στόχο να αποκτήσει πρόσβαση σε μία κεντρική συσκευή με την οποία επικοινωνούν και όλες οι υπόλοιπες. Έτσι επιτυγχάνεται η πρόσβαση του και σε ολόκληρο το δίκτυο εφαρμογών και ουσιαστικά παίρνει τη θέση του χρήστη έχοντας στην κατοχή του ότι ακριβώς χρειάζεται για να ελέγξει όλες τις έξυπνες λειτουργίες ενός σπιτιού.
- **Μόνιμη ζημιά της συσκευής:** Κάποιες επιθέσεις είναι τόσο ισχυρές που προκαλούν ολική ζημιά στην συσκευή οπότε μετά χρειάζεται διαγραφή όλου του ιστορικού και επανεγκατάσταση των απαραίτητων εφαρμογών ή ακόμα και αντικατάσταση ολόκληρης της συσκευής. [12]

2.5.2. Λύσεις αντιμετώπισης των απειλών

Για να μπορούν οι έξυπνες συσκευές να λειτουργούν με τις ιδανικές συνθήκες προστασίας που επιθυμούν και οι χρήστες τους, προτείνεται να ληφθούν κάποια μέτρα προστασίας πριν ξεκινήσει να τίθεται σε λειτουργία η εκάστοτε συσκευή. Αυτό γίνεται για να αποφευχθούν κάθε είδους κίνδυνοι, κάποιοι από τους οποίους αναφέρθηκαν και προηγουμένως. Η πρώτη σύσταση και από τους κατασκευαστές των συσκευών είναι η σύνταξη περίπλοκων και ασυνήθιστων κωδικών πρόσβασης στο προφίλ του χρήστη. Προτείνεται να αποτελείται από συνδυασμό κεφαλαίων και πεζών γραμμάτων, αριθμών, συμβόλων και σε σύνολο να ξεπερνά τους 8 με 10 χαρακτήρες. Μία άλλη λύση αποφυγής κυβερνοεπίθεσης από hackers είναι να υπάρχει συνδυαστικός τρόπος εισόδου στο προφίλ του χρήστη. Συνήθως εκτός από την συμπλήρωση του κωδικού, υπάρχει η δυνατότητα κάποιου δακτυλικού αποτυπώματος ώστε να μπορεί μόνο ένα άτομο να συνδεθεί στο προφίλ. Επιπρόσθετα, ένας πολύ εύκολος τρόπος να διατηρείται ακάθεκτο το εικονικό περιβάλλον του χρήστη είναι να γίνεται συχνή ενημέρωση του λογισμικού που υποστηρίζει η κάθε εφαρμογή. Αυτό βέβαια γίνεται παράλληλα και με την εγκατάσταση κάποιου είδους τείχους προστασίας (Firewall) που αποτελεί μια επιπλέον “ασπίδα” για την εφαρμογή με την οποία επικοινωνεί η κάθε συσκευή. Με ένα τείχος προστασίας δεν μπορεί ποτέ ένας χρήστης να είναι 100% σίγουρος ότι δεν θα προσβληθεί από οποιονδήποτε ιό του διαδικτύου. Το μόνο σίγουρο είναι ότι οι πιθανότητες να είναι ασφαλή τα δεδομένα που έχει συμπληρώσει στη συσκευή του είναι σαφώς περισσότερες και ο οποιοσδήποτε “εισβολέας” επιχειρήσει να “προσβάλλει” το λογισμικό του θα συναντήσει ένα σημαντικό εμπόδιο. [13]



Εικόνα 2.5.2 1: Τείχος προστασίας από ιούς και hackers

2.6. Πρωτόκολλα επικοινωνίας στο έξυπνο σπίτι

Οι έξυπνες συσκευές σε ένα σπίτι χρειάζεται να επικοινωνούν μεταξύ τους για να μπορούν να συγχρονίζονται και όποτε τους ζητηθεί. Πολύ συχνά απαιτείται να παραμένουν συνδεδεμένες με μία κεντρική μονάδα επικοινωνίας ή με μια άλλη συσκευή όπως συνηθέστερα είναι ένα smartphone. Συσκευές που έχουν κατασκευαστεί από διαφορετικές εταιρείες έχουν κάποιες διαφορές στο λογισμικό και στον τρόπο επικοινωνίας μεταξύ τους. Καταλαβαίνουν διαφορετικές “γλώσσες” για αυτό και είναι δύσκολο να επικοινωνήσουν. Αυτό δημιουργεί την ανάγκη ανάπτυξης ενός μέσου επικοινωνίας με σκοπό την συνύπαρξη των διαφορετικών συσκευών σε ένα κοινό δίκτυο. Έτσι δημιουργείται η έννοια του πρωτοκόλλου επικοινωνίας, που αποτελεί τη “γλώσσα” μέσω της οποίας θα μεταδίδονται πληροφορίες και εντολές από τη μία συσκευή στην άλλη καθώς και θα εκτελούνται

συνδυαστικά οι εκάστοτε λειτουργίες τους. Βασική προϋπόθεση για να λειτουργούν ορθά οι έξυπνες συσκευές ενός σπιτιού είναι να είναι συνδεδεμένες στο ίδιο δίκτυο και να δέχονται εντολές από ένα κεντρικό μέσο ελέγχου όπως κινητό ή υπολογιστή. Απλές συσκευές όπως λάμπες ή πρίζες δεν χρειάζονται κάποιο πρωτόκολλο για να λειτουργήσουν, παρ' όλα αυτά ένας θερμοστάτης για παράδειγμα που εκτελεί πιο σύνθετες και συνδυαστικές λειτουργίες είναι απαραίτητο να υποστηρίζεται από ένα πρωτόκολλο που θα είναι συμβατό με τις λειτουργίες αυτές. [14]

2.6.1. Είδη πρωτοκόλλων

Κάθε πρωτόκολλο που υπάρχει διαθέτει μοναδικά χαρακτηριστικά και εξυπηρετεί συγκεκριμένες λειτουργίες.

➤ **Z Wave:** Ένα ευρέως διαδεδομένο πρωτόκολλο για συστήματα οικιακών αυτοματισμών. Χρησιμοποιεί τοπολογία πλέγματος, η οποία θα αναλυθεί σε επόμενο κεφάλαιο, για να διαμοιράζει τα μηνύματα ανάμεσα στις συσκευές του δικτύου. Αναπτύχθηκε από τη Δανέζικη εταιρεία Zensys το 1999 στην Κοπεγχάγη, λειτουργεί σε χαμηλές συχνότητες των 800-900 MHz, κάτι που το βοηθάει να διαπερνά εύκολα τους τοίχους ενός σπιτιού και να εξαλείφει τις παρεμβολές με το WiFi πρωτόκολλο. [14-15]

➤ **WiFi:** Το πλέον απαραίτητο “εργαλείο” ασύρματης σύνδεσης στο ίντερνετ που επιτρέπει σε συσκευές που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση να ανταλλάσσουν πληροφορίες μέσω ραδιοκυμάτων. Λειτουργεί σε δύο επίπεδα συχνότητας, 2,4 GHz και 5 GHz, ανάλογα με την ποσότητα των δεδομένων που αποστέλλονται από τη μία συσκευή στην άλλη. Εκτός από τοπικά δίκτυα και επιχειρήσεις, το WiFi προσφέρεται και σε πολυσύχναστους δημόσιους χώρους για να προσελκύσει και να διευκολύνει τους χρήστες του, είτε δωρεάν είτε με κάποιο χρηματικό αντίτιμο. Τα περισσότερα smartphones ακόμα έχουν τη δυνατότητα της λειτουργίας hotspot, τη δημιουργία δηλαδή “αυτόνομου” δικτύου WiFi που προσφέρεται σε άλλους χρήστες με το διαμοιρασμό των δεδομένων ίντερνετ από τις ρυθμίσεις του τηλεφώνου. [14]

➤ **Zigbee:** Αναπτύχθηκε από την Zigbee Alliances με αρχικό σκοπό τη χρήση του στο βιομηχανικό τομέα. Ο ρυθμός μετάδοσης των δεδομένων είναι μικρός (20-250 kbps), έχει χαμηλή κατανάλωση μπαταρίας και πολύ γρήγορη συνδεσιμότητα με τις συσκευές (περίπου 30 ms). Ένα σημαντικό του γνώρισμα είναι η ευελιξία του όσον αφορά τη συνύπαρξη του με άλλα ασύρματα δίκτυα όπως το WiFi και το Bluetooth. Τα τρία βασικά συστατικά ενός δικτύου Zigbee είναι:

- Ο συντονιστής ο οποίος είναι υπεύθυνος να διαμορφώσει εξ αρχής το network, να επιλέξει ένα έγκυρο κανάλι μεταφοράς των δεδομένων και να εκχωρήσει μια μοναδική διεύθυνση IP για το δίκτυο
- Ο ρούτερ που λειτουργεί σαν διαμεσολαβητής και ελέγχει τη διαδρομή των δεδομένων και την εγκατάσταση στην τελική συσκευή,

- Η τελική συσκευή (τέλος της διαδρομής) που μπορεί πιθανόν να είναι ένα κινητό τηλέφωνο, περιέχει τις πληροφορίες που χρειάζεται για να γίνεται η ομαλή επικοινωνία με το συντονιστή ή το ρούτερ. [16]



Εικόνα 2.6.1 1: Λογότυπα πρωτοκόλλων Z-Wave, WiFi, Zigbee

➤ **Bluetooth Low Energy:** Το BLE πρωτοεμφανίστηκε το 2011 σαν μια καινοτόμα έκδοση του κλασικού πρωτοκόλλου Bluetooth αλλά με ρυθμό χαμηλότερης κατανάλωσης ενέργειας. Λειτουργεί και αυτό στη ζώνη συχνοτήτων των 2,4 GHz και το χαρακτηριστικό του γνώρισμα είναι ότι παραμένει σε ανενεργή κατάσταση μέχρι να ξεκινήσει η σύνδεση με μια συσκευή. Χρειάζεται μόλις μερικά milliseconds για να συνδεθεί και το κύριο πλεονέκτημα του απέναντι στο Bluetooth είναι η χαμηλή κατανάλωση μπαταρίας της συσκευής. Χρησιμοποιείται ευρέως σε συσκευές όπως ακουστικά και φορητά ηχεία όπως επίσης και για τη μεταφορά οπτικοακουστικών αρχείων και εγγράφων από κινητό σε κινητό. Μία πολύ χρήσιμη ιδιότητα του είναι ότι χάρη σε αυτό ο χρήστης μπορεί να ελέγχει και να καταγράφει στο κινητό ή το έξυπνο ρολόι του τα επίπεδα οξυγόνου στο αίμα του, την πίεση και την ποιότητα του ύπνου ώστε να έχει μια ολοκληρωμένη εικόνα της υγείας του. [17]



Εικόνα 2.6.1 2: Λογότυπο Bluetooth

2.7. Τοπολογία ασύρματων δικτύων

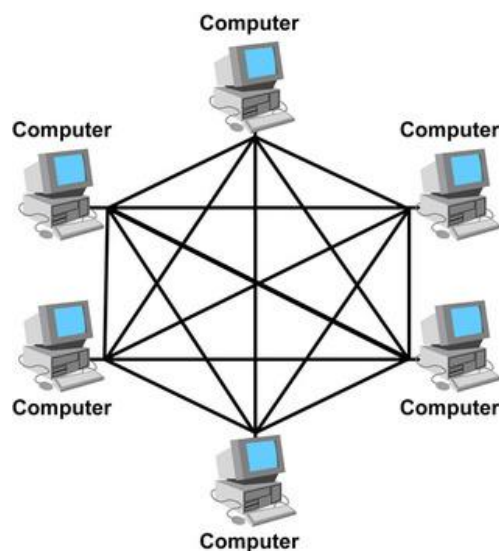
Η τοπολογία δικτύου αποτελεί την οργάνωση και τον καταμερισμό των κόμβων και των συνδέσεων σε ένα δίκτυο. Οι κόμβοι συνήθως αναπαριστούν συσκευές και ρούτερς που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Μέσω ενός είδους γραφήματος περιγράφεται η σύνδεση μεταξύ των κόμβων αλλά και η διαδρομή που θα ακολουθήσει μια “πληροφορία” ώστε να φτάσει όσο το δυνατόν πιο αναλλοίωτη και στο μικρότερο δυνατό χρονικό διάστημα στον προορισμό της. Η τοπολογία κάθε δικτύου παίζει τεράστιο ρόλο στην λειτουργία του. Η επιλογή του κατάλληλου τύπου τοπολογίας

μπορεί να εξασφαλίσει έως ένα σημείο την αποφυγή λαθών και προβλημάτων στο δίκτυο. Κάποια είδη τοπολογιών είναι η τοπολογία [18]:

- Πλέγματος (mesh)
- Αστέρα (star)
- Δακτυλίου (ring)
- Δέντρου (tree)

2.7.1. Τοπολογία πλέγματος (mesh)

Η τοπολογία πλέγματος, αναφέροντας για ένα δίκτυο υπολογιστών για παράδειγμα, είναι το είδος της δικτύωσης όπου όλοι οι υπολογιστές είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους. Σε αυτό το είδος της τοπολογίας οι συνδέσεις των συσκευών γίνονται τυχαία. Ακόμα και αν σε μία σύνδεση μεταξύ δύο συσκευών δημιουργηθεί πρόβλημα, το υπόλοιπο δίκτυο δεν θα επηρεαστεί. Αυτού του είδους η τοπολογία είναι πολύ κοστοβόρα και δεν έχει ιεραρχία και αλληλεξάρτηση. Οι υπολογιστές σε αυτού του είδους την τοπολογία όχι μόνο μεταδίδουν αυτόνομα ο καθένας τις εντολές του, αλλά μπορούν να αναμεταδίδουν ένα σήμα από έναν κόμβο σε έναν άλλον.



Εικόνα 2.7.1 1: Απεικόνιση δικτύου υπολογιστών σε τοπολογία πλέγματος

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό της τοπολογίας πλέγματος είναι ότι όλες οι συσκευές του δικτύου “αποφασίζουν” για τη διαδρομή που θα διανύσουν τα δεδομένα που μεταδίδονται και μπορούν να λειτουργήσουν και σαν ρούτερ. Επιπλέον αν συμβεί μια διακοπή στο δίκτυο επαναφέρεται άμεσα η προγραμματισμένη ροή της πληροφορίας και έτσι το δίκτυο συνεχίζει την ομαλή του λειτουργία. Υπάρχουν δύο είδη τοπολογίας πλέγματος, η ολική και η μερική.

- **Ολική τοπολογία πλέγματος:** Σε αυτό το είδος όλες οι συσκευές συνδέονται με όλες τις άλλες. Αν υπάρχουν n κόμβοι διαθέσιμοι στο δίκτυο τότε κάθε ένας από αυτούς έχει $n-1$ συνδέσεις. Για το λόγο του ότι είναι αρκετά δαπανηρό να εφαρμοστεί, η ολική τοπολογία πλέγματος

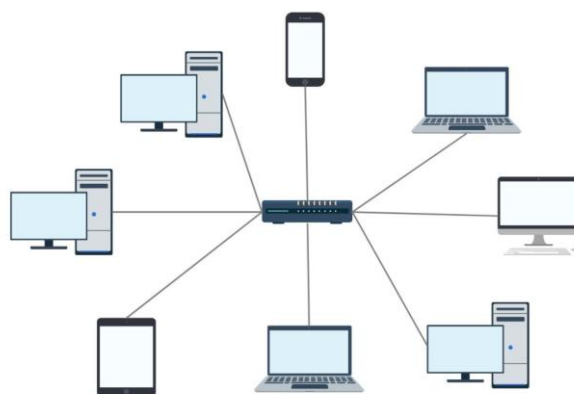
χρησιμοποιείται κυρίως σε μεγάλα δίκτυα (π.χ. εταιρειών). Ένα σημαντικό πλεονέκτημα αυτής της τοπολογίας είναι ότι αν ένας κόμβος καταστραφεί γίνεται αναδιανομή της πληροφορίας σε κάποιον άλλον.

➤ **Μερική τοπολογία πλέγματος:** Σε αυτήν την περίπτωση μόνο μερικοί κόμβοι είναι συνδεδεμένοι με όλους τους άλλους. Επειδή δεν χρειάζεται να γίνουν τόσες πολλές συνδέσεις μέσα στο δίκτυο είναι και οικονομικότερη η εφαρμογή του και υπάρχει καλύτερος έλεγχος των δεδομένων όταν προκαλείται πρόβλημα σε έναν κόμβο.

Μερικά θετικά χαρακτηριστικά της mesh topology είναι ότι υπάρχει ευελιξία και κάθε κόμβος μπορεί να λειτουργήσει και σαν ρούτερ όπως επίσης και αν χρειαστεί να προστεθεί ένας νέος κόμβος στο δίκτυο δεν θα επηρεαστεί η αρχική πορεία των δεδομένων μέσα σε αυτό. Ακόμα προσφέρονται διάφορα “μονοπάτια” για να φτάσει η πληροφορία στον προορισμό της και παρέχεται υψηλή ιδιωτικότητα και ασφάλεια των δεδομένων που ανταλλάσσονται. Σε αντίθεση με τα παραπάνω, η υποδομή της τοπολογίας αυτής είναι αρκετά πολύπλοκη λόγω του πλήθους των συνδέσεων όπως και η εγκατάσταση και εφαρμογή της είναι πιο δύσκολη και ακριβή σε σχέση με άλλα είδη τοπολογιών. Ένα σημαντικό μειονέκτημα της τοπολογίας πλέγματος είναι ότι για να παραμείνουν ενεργές όλες οι συνδέσεις μεταξύ των κόμβων χρειάζεται να γίνει αρκετά μεγάλη η κατανάλωση ενέργειας. [19-20]

2.7.2. Τοπολογία αστέρα (star)

Η τοπολογία αστέρα αποτελεί ένα είδος διάταξης δικτύου όπου όλες οι συσκευές είναι συνδεδεμένες με ένα κέντρο ελέγχου (hub) ή ένα διακόπτη. Αυτό το κεντρικό hub λειτουργεί σαν σημείο εκκίνησης της επικοινωνίας και ελέγχει τη ροή διάδοσης των πληροφοριών μεταξύ των συσκευών του δικτύου. Τέτοιου είδους τοπολογία χρησιμοποιείται κυρίως σε μικρά ή μεσαίου μεγέθους δίκτυα όπως για παράδειγμα σε ένα έξυπνο σπίτι ή σε μια μικρή επιχείρηση.



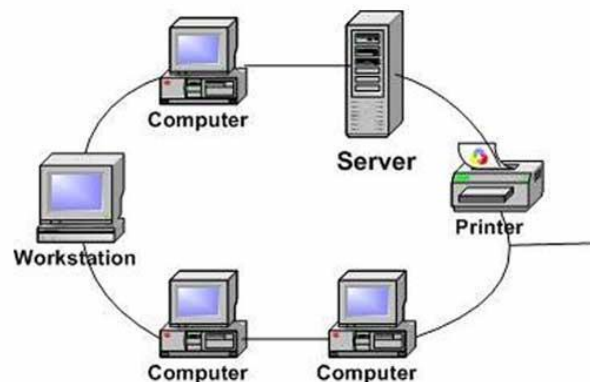
Εικόνα 2.7.2 1: Απεικόνιση συσκευών συνδεδεμένων σε ένα κεντρικό hub σε τοπολογία αστέρα

Ίσως το πιο σημαντικό προσόν για ένα δίκτυο τοπολογίας αστέρα είναι η εύκολη εγκατάσταση και διαμόρφωση του σύμφωνα με τις προτιμήσεις του χρήστη, ο οποίος μπορεί να προσθέτει και να αφαιρεί συσκευές μέσω του κέντρου ελέγχου χωρίς να επηρεάζει το υπόλοιπο δίκτυο. Στην

τοπολογία αστέρα ακόμα, είναι απλή και η αντιμετώπιση προβλημάτων που προκύπτουν καθώς μπορεί να απομονωθεί και να απεγκατασταθεί η συσκευή που έχει το πρόβλημα και το υπόλοιπο δίκτυο θα συνεχίσει τη φυσιολογική λειτουργία του. Το κεντρικό hub εκτός από τον έλεγχο των πληροφοριών, μπορεί να επιβεβαιώσει και σε ποια χρονικά περιθώρια μπορεί μια συσκευή να συλλάβει μια πληροφορία. Η αποδοτικότητα και η ασφάλεια του δικτύου μεγιστοποιούνται καθώς μόνο εγκεκριμένες από το κέντρο ελέγχου συσκευές μπορούν να έχουν πρόσβαση στο δίκτυο. Όλα τα παραπάνω καθιστούν την τοπολογία αστέρα την πιο διαδεδομένη ανάμεσα στους χρήστες και κατόχους έξυπνων σπιτιών. Εκτός του κόστους που συχνότερα αποτελεί αρνητικό παράγοντα όπως έχει ήδη αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο, ένας περιορισμός αυτού του είδους τοπολογίας είναι το μικρό μήκος καλωδίων για να καλύψουν την απόσταση που υπάρχει ανάμεσα στις συσκευές και το κεντρικό hub. [21]

2.7.3. Τοπολογία δακτυλίου (ring)

Η διαμόρφωση ενός δικτύου με τοπολογία δακτυλίου απεικονίζεται αν οι συνδέσεις των συσκευών σχηματίσουν μια κυκλική πορεία. Η κάθε συσκευή του δικτύου είναι συνδεδεμένη με άλλες δύο, όπως ακριβώς δύο νοητά σημεία του κύκλου. Τα πακέτα των πληροφοριών “ταξιδεύουν” από τη μία συσκευή στην επόμενη μέχρι να φτάσουν στον προορισμό τους. Στις περισσότερες περιπτώσεις τοπολογίας δακτυλίου η πορεία των δεδομένων είναι μονόδρομη οδηγώντας την πληροφορία προς μία μόνο κατεύθυνση.

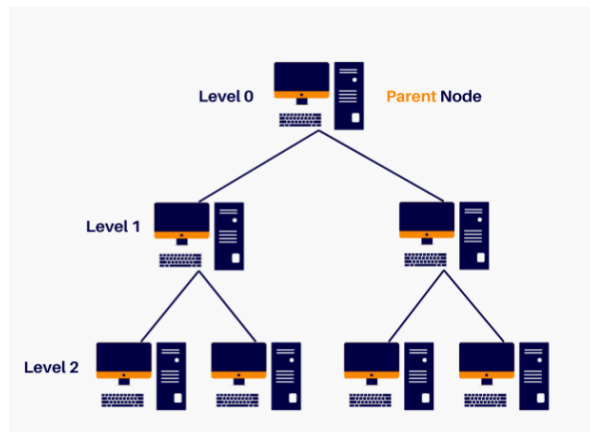


Εικόνα 2.7.3 1: Απεικόνιση συσκευών σε τοπολογία δακτυλίου

Το βασικό αρνητικό με αυτή την τοπολογία είναι ότι αν δημιουργηθεί πρόβλημα σε οποιαδήποτε σύνδεση μέσα στο δίκτυο, επηρεάζεται άμεσα η ομαλή λειτουργία ολόκληρου του δικτύου. Πλέον χρησιμοποιείται σπάνια καθώς υστερεί στην απόδοση, σταθερότητα και αξιοπιστία που προσφέρει στον χρήστη. [22]

2.7.4. Τοπολογία δέντρου (tree)

Η σχηματική απεικόνιση της συγκεκριμένης τοπολογίας θυμίζει γεωμετρικά τη δομή ενός δέντρου. Υπάρχουν συσκευές διαφορετικών επιπέδων και επικοινωνούν μεταξύ τους χάρις στα “κλαδιά” του δικτύου. Το πλήθος των κόμβων ή συσκευών αυξάνεται κατεβαίνοντας στην ιεραρχία των επιπέδων. Είναι ιδανικό για μεγάλα σε πλήθος συσκευών δίκτυα όπου μπορεί να υπάρχει και η επιθυμία από τον χρήστη να προσθέτει συνεχώς καινούργιους κόμβους. Προσφέρει επίσης ασφάλεια στα κατώτερα επίπεδα του καθώς υπεύθυνα για αυτά είναι τα υψηλότερα που αποτελούν τον κορμό του δικτύου. [23]

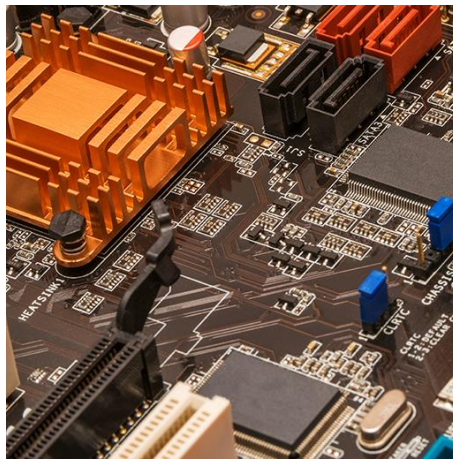


Εικόνα 2.7.4 1: Απεικόνιση δικτύου υπολογιστών σε τοπολογία δέντρου

Κεφάλαιο 3. Ενσωματωμένα συστήματα, μικροελεγκτές και Arduino

3.1. Ενσωματωμένα συστήματα

Ένα ενσωματωμένο σύστημα (embedded system) είναι ένας μικροεπεξεργαστής με δικό του λογισμικό και hardware κατάλληλα σχεδιασμένο για να εκτελεί συγκεκριμένες λειτουργίες, είτε σαν ανεξάρτητο σύστημα είτε σαν μέρος ενός μεγαλύτερου μηχανικού ή ηλεκτρικού συστήματος. Στην ουσία είναι ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα, όπως ένας υπολογιστής, που σχεδιάστηκε για να κάνει υπολογισμούς σε πραγματικό χρόνο. Συνήθως στην όψη δεν μοιάζει με ηλεκτρονικό υπολογιστή, δεν έχει δηλαδή ποντίκι, πληκτρολόγιο και οθόνη, αλλά όπως κάθε υπολογιστής αποτελείται από επεξεργαστή, λογισμικό, θύρες εισόδου και εξόδου. Η πολυπλοκότητα στην κατασκευή ενός ενσωματωμένου συστήματος ποικίλει ανάλογα με τη λειτουργία που είναι σχεδιασμένο να εκτελεί. [24-25]



Εικόνα 3.1 1: Ένα ενσωματωμένο σύστημα

3.1.1. Χαρακτηριστικά των ενσωματωμένων συστημάτων

- Σε αντίθεση με έναν υπολογιστή γενικής χρήσης, τα ενσωματωμένα συστήματα είναι σχεδιασμένα για να εκτελούν με το βέλτιστο τρόπο μια συγκεκριμένη λειτουργία. Για αυτό και προσφέρουν αξιοπιστία στον χρήστη ενώ είναι πολύ δύσκολο έως και αδύνατο να μετασχηματιστεί το εσωτερικό του ώστε να προορίζεται για την εκτέλεση μιας διαφορετικής λειτουργίας.
- Ο χρόνος απόκρισης τους είναι πολύ άμεσος καθώς ο χρήστης περιμένει να ενεργοποιηθεί η λειτουργία του αμέσως μόλις δώσει την εντολή εκκίνησης.
- Δεν είναι πάντα αυτοτελή εξαρτήματα. Μπορεί να είναι ένα μέρος ενός ευρύτερου συνόλου και η λειτουργία του ενός να επηρεάζει τη λειτουργία κάποιου άλλου.

- Μερικές φορές μπορεί να επικοινωνούν με το διαδίκτυο ή ακόμα και να διαθέτουν θύρα υποδοχής για σύνδεση μέσω καλωδίου USB. [25]

3.1.2. Βασική δομή

Η βασική δομή ενός ενσωματωμένου συστήματος περιλαμβάνει τα παρακάτω:

- **Αισθητήρας:** Ο αισθητήρας μετράει και μετατρέπει μια φυσική ποσότητα/ένδειξη σε ηλεκτρικό σήμα το οποίο μετά μπορεί να διαβαστεί και να αναλυθεί από ένα ηλεκτρονικό σύστημα ή έναν μηχανικό.
- **Μετατροπέας σήματος από αναλογικό σε ψηφιακό:** Μέσω αυτού μετατρέπεται το αναλογικό σήμα που στέλνει ο αισθητήρας σε ψηφιακό.
- **Επεξεργαστής:** Ο επεξεργαστής αξιολογεί τα δεδομένα ώστε να υπολογίσει την έξοδο και να την τοποθετήσει στη μνήμη.
- **Μετατροπέας ψηφιακού σήματος σε αναλογικό:** Μέσω αυτού μετατρέπονται τα ψηφιακά δεδομένα που τροφοδοτεί ο επεξεργαστής σε αναλογικά.
- **Ενεργοποιητής:** Ο ενεργοποιητής συγκρίνει το σήμα εξόδου από τον μετατροπέα ψηφιακού σήματος σε αναλογικό με τα αποθηκευμένα δεδομένα εξόδου και επανατοποθετείται μέσω αυτού η εγκεκριμένη έξοδος. [24]

3.1.3. Χρήσεις και παραδείγματα

Τα ενσωματωμένα συστήματα αποτελούν βασικό μέρος πολλών προϊόντων τεχνολογίας, μηχανών και έξυπνων λειτουργιών. Εμφανίζονται σε κάθε βιομηχανικό τομέα και παίζουν πολυσήμαντο ρόλο στην κατασκευή σύγχρονων αυτοκινήτων, οικιακών συσκευών, ιατρικού εξοπλισμού και πολλών καθημερινών αντικειμένων. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι μηχανισμοί τους είναι έτσι διαμορφωμένοι ώστε να λειτουργούν με ελάχιστη έως μηδαμινή ανθρώπινη παρέμβαση. Χαρακτηριστικά όπως το συμπαγές μέγεθος, ο απλός σχεδιασμός και το χαμηλό κόστος πώλησης τους κάνει την τεχνολογία τους απαραίτητο εργαλείο ανάπτυξης του τομέα της υγείας, της αυτοκινητοβιομηχανίας, της αεροπορίας και των έξυπνων πόλεων.

- Το κεντρικό σύστημα θέρμανσης ενός έξυπνου σπιτιού μετατρέπει τη χημική ενέργεια σε θερμική και κατόπιν τη διοχετεύει σε όλους τους χώρους του. Ο θερμοστάτης που υπάρχει σε ένα σύστημα θέρμανσης και είναι υπεύθυνος για την προσαρμογή της θερμοκρασίας στον χώρο, είναι ένα είδος ενσωματωμένου συστήματος. Εάν δεν υπήρχε ο έλεγχος των επιπέδων της θερμοκρασίας αυτόματα θα μπορούσε κάποιος χώρος να υπερθερμανθεί. Φυσικά και με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται και εξοικονόμηση ενέργειας.

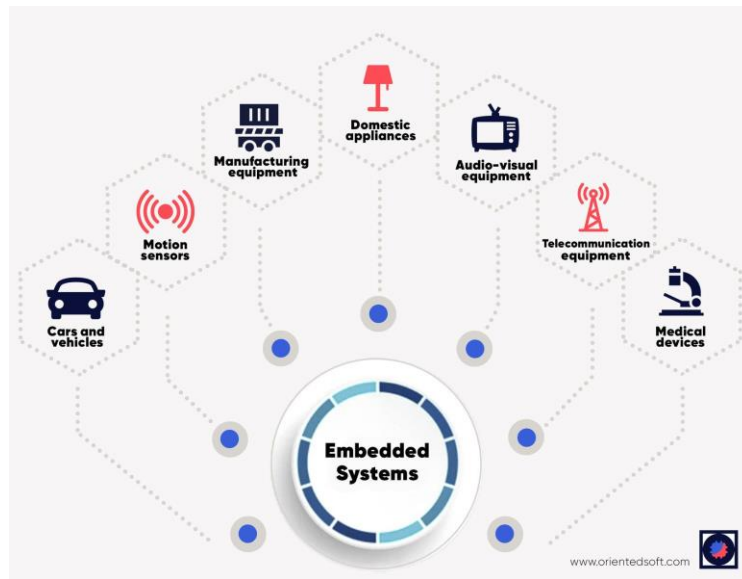
- Το Global Positioning System (GPS) είναι ένα μέσο πλοήγησης, που μέσω δορυφορικών συστημάτων στο διάστημα και επίγειων αποδεκτών, συγχρονίζουν δεδομένα και πληροφορίες σχετικά την τοποθεσία, την ώρα και την ταχύτητα με την οποία κινείται ένας χρήστης. Ο αποδέκτης ή η συσκευή που συλλέγει τα δεδομένα έχει ενσωματωμένο ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα προσαρμοσμένο στο σύστημα πλοήγησης ώστε να διευκολύνει τους χρήστες στην ακριβή εύρεση της τοποθεσίας και του προορισμού τους.

- Ο καταμετρητής άσκησης είναι μια φορητή συσκευή που επιτρέπει στον χρήστη να παρακολουθεί την υγεία του, όσον αφορά για παράδειγμα τα επίπεδα οξυγόνου στο αίμα και την πίεσή του, και να καταγράφει επιδόσεις κατά τη διάρκεια σωματικής άσκησης όπως επίσης και την ποιότητα του ύπνου του. Τα ενσωματωμένα συστήματα που υπάρχουν στις συσκευές αυτές συγκεντρώνουν δεδομένα σχετικά με τους παλμούς της καρδιάς, τη θερμοκρασία του σώματος και τον αριθμό των βημάτων που κάνει ο χρήστης.

- Εξελιγμένα ενσωματωμένα συστήματα είναι αναπόσπαστο κομμάτι ιατρικών μηχανημάτων που υπάρχουν σε εγκαταστάσεις υγείας ή ακόμα και στο σπίτι ενός ασθενή που αναρρώνει. Μέσω των κατάλληλων αισθητήρων σημειώνονται μετρήσεις και ενδείξεις που αποστέλλονται στο αρχείο του αρμόδιου ιατρού ώστε να παρακολουθεί την εξέλιξη του ασθενή του ακόμα και εξ αποστάσεως.

- Όλες οι αυτοκινητοβιομηχανίες παγκοσμίως βασίζονται στην προσθήκη καινοτόμων ενσωματωμένων συστημάτων με σκοπό να παρέχουν στον καταναλωτή/οδηγό και τους γύρω του την μέγιστη ασφάλεια και αξιοπιστία. Και σε αυτήν την περίπτωση τοποθετούνται αισθητήρες ώστε να γίνει η οδήγηση μια πιο ευχάριστη και ασφαλής διαδικασία. Κάποια παραδείγματα αισθητήρων είναι η προειδοποίηση του οδηγού για υπερβολική ταχύτητα, η ενημέρωση του ότι το όχημά του χρειάζεται κάποιο μηχανικό έλεγχο, η ενεργοποίηση των αερόσακων και η οπτικοακουστική βοήθεια κατά την οπίσθια κίνηση του οχήματός του μέσω ενσωματωμένης κάμερας.

- Οι μηχανές-ρομπότ στα διάφορα μεγάλα εργοστάσια παραγωγής χάρη στα ενσωματωμένα συστήματα που διαθέτουν, πραγματοποιούν ενέργειες υψηλής ακρίβειας είτε λειτουργούν αυτόματα είτε με τη βοήθεια κάποιου χειριστή. Είναι προγραμματισμένες με κατάλληλο λογισμικό και εξοπλισμένες με αισθητήρες ώστε να υπολογίζουν σωστά και να αντιδρούν άμεσα με ενέργειες που είναι προορισμένες να εκτελούν. Έτσι, η παραγωγή οποιονδήποτε βιομηχανικών προϊόντων γίνεται πιο ασφαλής, αποτελεσματική και με μικρότερο αριθμό ελαττωμάτων. [26]



Εικόνα 3.1.3 1: Παραδείγματα χρήσης ενσωματωμένων συστημάτων

3.2. Μικροελεγκτές

Μικροελεγκτής (MCU) ονομάζεται ένα είδος υπολογιστή ενσωματωμένο σε ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα που είναι σχεδιασμένο να εκτελεί συγκεκριμένες ενέργειες μέσω ηλεκτρονικών συστημάτων. Είναι στην ουσία ένα αυτόνομο chip που συνδυάζει λειτουργίες από τα επιμέρους τμήματά του όπως η κεντρική μονάδα επεξεργασίας, η μνήμη και οι διεπαφές εισόδου/εξόδου. Οι μικροελεγκτές χρησιμοποιούνται ευρέως στα ενσωματωμένα συστήματα, στους διάφορους τομείς βιομηχανιών που αναλύθηκαν παραπάνω, όπως και σε πολλά προϊόντα τεχνολογίας. Είναι προγραμματιζόμενα κυκλώματα και αυτό τους επιτρέπει να εκτελούν προσαρμοσμένα κάποια καθήκοντα. Οι γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιούνται στους μικροελεγκτές για να συνταχθεί ο κώδικας τους διαφέρουν ανάλογα τον κατασκευαστή και τον τύπο του μικροελεγκτή. Οι πιο συνηθισμένες είναι οι C, C++ και η Assembly. [27]

3.2.1. Τμήματα ενός μικροελεγκτή

Τα βασικά στοιχεία ενός μικροελεγκτή είναι τα παρακάτω:

➤ **Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (CPU):** Περιλαμβάνει μια Αριθμητική Λογική Μονάδα, μια Μονάδα Ελέγχου και κάποια άλλα μέρη που είναι σημαντικά για τη λειτουργία της. Αποτελεί το κύριο μέρος του μικροελεγκτή και συντονίζει την επικοινωνία των περιφερειακών “συσκευών” του όπως η μνήμη και η είσοδος/έξοδος του. Όλες οι αριθμητικές και λογικές πράξεις γίνονται στην Αριθμητική Λογική Μονάδα. Η Μονάδα Ελέγχου διατηρεί και ελέγχει το χρονικό διάστημα της επικοινωνίας που απαιτείται μεταξύ της CPU και των υπόλοιπων στοιχείων.

- **Μνήμη Προγράμματος:** Είναι ευρέως γνωστή και σαν “Μνήμη μόνο για ανάγνωση” (Read Only Memory). Ακόμα και στην περίπτωση ολικής επανεκκίνησης της συσκευής δεν θα υπάρξει καμία αλλαγή στα δεδομένα που είχαν αποθηκευτεί σε αυτήν.

- **Μνήμη Δεδομένων:** Υπάρχει στο εσωτερικό του μικροελεγκτή και είναι υπεύθυνη για την αποθήκευση τιμών των προσωρινών δεδομένων και μεταβλητών. Συγκεντρώνει ακόμα κάποια ενδιάμεσα αποτελέσματα που συμβάλλουν και αυτά στην ομαλή λειτουργία της συσκευής.

- **Θύρες εισόδου/εξόδου:** Μέσω αυτών των θυρών παρέχεται η φυσική σύνδεση του μικροελεγκτή με τον έξω κόσμο. Μερικοί τύποι αισθητήρων είναι υπεύθυνοι για να γίνεται η μεταφορά δεδομένων από εξωτερικές “επαφές” στον μικροελεγκτή. Οι περισσότερες θύρες έχουν διπλό ρόλο, μπορούν δηλαδή να λειτουργήσουν είτε σαν θύρες εισόδου είτε σαν θύρες εξόδου, ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε μικροελεγκτή και της λειτουργίας που εκτελεί.

- **Ταλαντωτής (Clock Generator):** Το σήμα του ταλαντωτή συμβάλλει στον συγχρονισμό των δεδομένων και της ροής των εντολών που πρέπει να έχουν μια ακριβή σειρά. Καθορίζει την ομαλή λειτουργία του μικροελεγκτή και είναι ένα από τα κυριότερα κομμάτια της αρχιτεκτονικής του.

- **Μετατροπείας αναλογικού σήματος σε ψηφιακό και ψηφιακού σε αναλογικό:** Αυτοί οι μετατροπείς είναι απαραίτητοι για να τροποποιούν το σήμα στην μορφή που χρειάζεται κάθε φορά.
[28]

3.2.2. Τύποι μικροελεγκτών

Σε αυτό το σημείο θα αναφερθούν κάποιοι κοινοί τύποι μικροελεγκτών.

- **Μικροελεγκτής των 8 bit:** Αποτελεί την πιο βασική κατηγορία και χρησιμοποιείται συνήθως σε μικρές συσκευές όπως απλά παιχνίδια ή τηλεχειριστήρια. Έχουν περιορισμένη ισχύ και μνήμη αλλά είναι εύκολοι στη χρήση και προσιτοί σε τιμή.

- **Μικροελεγκτής των 16 bit:** Είναι πιο εξελιγμένοι από εκείνους των 8 bit και ικανοί να πραγματοποιήσουν πιο πολύπλοκες λειτουργίες. Συναντώνται συνήθως σε ιατρικά μηχανήματα, συστήματα αυτοκινήτων και βιομηχανικά συστήματα ελέγχου.

- **Μικροελεγκτής των 32 bit:** Αυτοί είναι οι πιο ισχυροί και με πλούσια χαρακτηριστικά μικροελεγκτές ικανοί να επεξεργαστούν δεδομένα σε υψηλές ταχύτητες. Χρησιμοποιούνται σε τελευταίας τεχνολογίας αυτοματοποιημένα συστήματα, ηλεκτρονικά παιχνίδια και συσκευές πολυμέσων.

- **Μικροελεγκτής PIC (Peripheral Interface Controller):** Είναι ένα είδος μικροελεγκτή που χρησιμοποιείται στην ανάπτυξη των ηλεκτρονικών συστημάτων και της ρομποτικής. Ο κώδικας και τα δεδομένα σε αυτήν την περίπτωση είναι αποθηκευμένα σε διαφορετικούς καταχωρητές ώστε να υπάρχουν περισσότερες διαθέσιμες θύρες εισόδων και εξόδων.
- **Μικροελεγκτής ARM:** Είναι ο πιο διαδεδομένος τύπος μικροελεγκτή στον κόσμο των ενσωματωμένων συστημάτων. Οι περισσότερες βιομηχανίες τους προτιμούν καθώς διαθέτουν σημαντικά χαρακτηριστικά για να τα εφαρμόσουν στα προϊόντα τους ώστε να προσφέρουν αξιοπιστία και αποδοτικότητα. [27],[29]



Εικόνα 3.2.2 1: Μικροελεγκτής ARM σε ενσωματωμένο σύστημα

3.2.3. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των μικροελεγκτών

Πίνακας 3.2.3 1: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μικροελεγκτών

| Πλεονεκτήματα | Μειονεκτήματα |
|--|---|
| Απλός σχεδιασμός και εύκολοι στη χρήση | Πολύπλοκη αρχιτεκτονική |
| Χαμηλό κόστος | Ακατάλληλοι για συσκευές μεγάλης ισχύος |
| Άμεση εκτέλεση των εργασιών | Εκτέλεση περιορισμένων εργασιών στο ίδιο χρονικό διάστημα |
| Μπορεί να γίνει γρήγορη και εύκολη ανίχνευση σφαλμάτων | Υπάρχει περιορισμός στην χωρητικότητα των δεδομένων |
| Χωρίς ψηφιακά μέρη μπορεί να γίνει η χρήση του όπως ενός μικροϋπολογιστή | Μπορεί να υπερθερμανθεί μετά από πολύωρη χρήση και να προσβληθεί το εσωτερικό του |

[28],[30]

3.3. Ο μικροελεγκτής Arduino

Ο μικροελεγκτής Arduino είναι μια ανοιχτού τύπου πλατφόρμα με εύκολο σε χρήση υλικό και λογισμικό. Εκτός από το κομμάτι του προγραμματιζόμενου κυκλώματος, υπάρχει και ο γραπτός κώδικας που συντάσσεται σε ένα πρόγραμμα του ηλεκτρονικού υπολογιστή (Arduino IDE) και μεταφορτώνεται στον μικροελεγκτή. Η ιδέα υλοποίησης του Arduino ξεκίνησε στην Ιβρέα, ένα δήμο της πόλης του Τορίνο της Ιταλίας, από μια παρέα φοιτητών που αποσκοπούσε στην εύρεση ενός οικονομικού και εύκολου τρόπου κατασκευής μιας συσκευής που να αλληλοεπιδρά με το περιβάλλον μέσω αισθητήρων. Απευθυνόταν τόσο σε επαγγελματίες όσο και σε αρχάριους του είδους. Ο τρόπος σύνδεσης του υπολογιστή με την πλακέτα γίνεται απλά με ένα καλώδιο USB και για την σύνταξη του κώδικα χρησιμοποιείται μια απλοποιημένη έκδοση της γλώσσας προγραμματισμού C++ (γλώσσα wiring) που κάνει την εκμάθηση του προγράμματος σύνταξης μια πιο εύκολη υπόθεση. Οι μικροελεγκτές Arduino είναι ικανοί να “διαβάσουν” σαν εισόδους ένα λαμπτήρα, έναν αισθητήρα ή ένα πάτημα ενός κουμπιού και να το “μεταφράσουν” στην έξοδο σαν άναμμα του λαμπτήρα ή ενεργοποίηση του αισθητήρα. Η χρήση τους μπορεί να πλαισιώσει κάποια διαδραστικά και πρωτότυπα project με περιεχόμενο την κατασκευή ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, όπως επίσης και την προσομοίωση νέων τεχνολογιών που έχουν εφαρμογή στην καθημερινότητα. Αισθητήρες αφής και κίνησης, διακόπτες, αντιστάτες, θερμίστορ, αισθητήρες μέτρησης ήχου και ανίχνευσης καπνού είναι μερικά από τα υλικά που μπορούν να συνδεθούν με ένα Arduino board για να λάβει ο χρήστης κάποια δεδομένα εισόδου. Ενεργοποιητές όπως λαμπτήρες, κινητήρες, ηχεία και οθόνες συμβάλλουν στην απεικόνιση της εξόδου του κυκλώματος. [31-32]

3.3.1. Τα βασικά μέρη του μικροελεγκτή Arduino

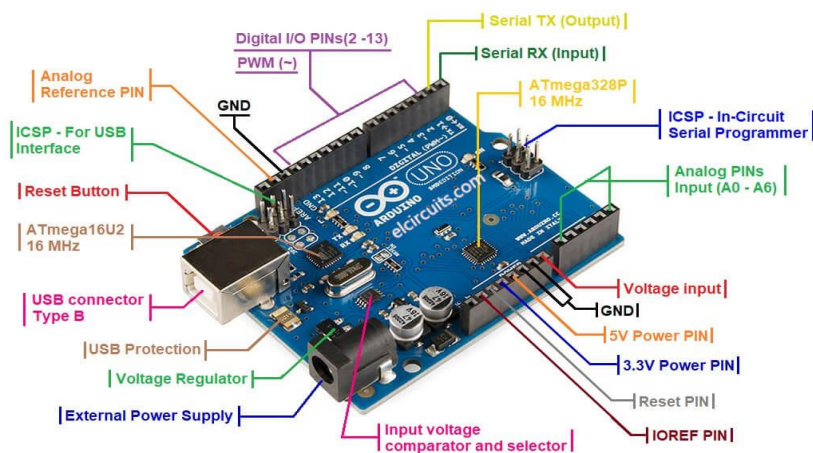
Στην αγορά υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία πλακετών Arduino, η καθεμία για διαφορετική χρήση. Οι περισσότερες βέβαια έχουν κάποια κοινά στοιχεία τα οποία θα αναλυθούν παρακάτω:

➤ **Θύρα σύνδεσης:** Κάθε τύπος Arduino χρειάζεται να είναι συνδεδεμένος σε μια πηγή ρεύματος για να λειτουργήσει. Αυτό επιτυγχάνεται με ένα καλώδιο USB (π.χ. τύπου B, micro USB) που το ένα άκρο του συνδέεται σε έναν υπολογιστή. Μέσω αυτής της σύνδεσης πραγματοποιείται και η μεταφόρτωση του κώδικα από το πρόγραμμα Arduino IDE του υπολογιστή στον μικροελεγκτή. Η προτεινόμενη τάση που μπορεί να δέχεται ένα μοντέλο Arduino για να λειτουργήσει σωστά είναι από 6 έως 12 Volt.

➤ **Pins:** Είναι τα σημεία σύνδεσης μέσω καλωδίων του κυκλώματος. Όλα έχουν μια διαφορετική ονομασία που αναγράφεται με έναν δείκτη δίπλα στο κάθε ένα από αυτά, αλλά στο σύνολο τους συντελούν όλα στην ομαλή λειτουργία του κυκλώματος. Κάποια από αυτά είναι:

- **Σημείο γείωσης (GND):** Υπάρχουν πάνω από ένα τέτοια σημεία σε κάθε μοντέλο και χρησιμοποιούνται για να συνδεθεί το κύκλωμα στη γείωση (τάση 0 Volt).
- **Σημεία τροφοδοσίας των 5V και 3,3V:** Είναι οι προτεινόμενες τάσεις ώστε τα επιμέρους στοιχεία του κυκλώματος να λειτουργούν χωρίς προβλήματα.
- **Αναλογικά Pins:** Αυτή η περιοχή των pins προορίζεται για την ανάγνωση σήματος που εκπέμπει ένας αισθητήρας, με σκοπό την μετέπειτα μετατροπή του σε ψηφιακή μορφή για να μπορεί ο χρήστης να λάβει τα δεδομένα που επιθυμεί.

- **Ψηφιακά Pins:** Αυτή η ομάδα των pins χρησιμοποιείται και ως είσοδος (π.χ. για να τσεκάρει ο χρήστης αν ένα κουμπί είναι πατημένο) αλλά και ως έξοδος (π.χ. για να γίνει το άναμμα ενός LED).
 - **PWM Pins:** Το σύνολο αυτό των pins έχουν την ιδιότητα να λειτουργούν είτε σαν ψηφιακά είτε σύμφωνα με τη μέθοδο της Διαμόρφωσης Πλάτους Παλμών. Η Pulse-width Modulation (PWM) είναι μια μέθοδος ελέγχου της μέσης ισχύος ενός ηλεκτρικού σήματος.
- **Reset Button (Κουμπί επαναφοράς):** Πιέζοντάς το συνδέεται προσωρινά το κύκλωμα στη γείωση και επανεκκινείται όποιος κώδικας είχε φορτωθεί στο μικροελεγκτή. Αυτό χρησιμεύει όταν ο αρχικός κώδικας δεν ανταποκρίνεται ή όταν ο χρήστης θέλει να κάνει πολλαπλές δοκιμές και αλλαγές στον κώδικα του.
- **Ενδείκτης ισχύος LED:** Πάνω σε κάθε μοντέλο Arduino υπάρχει ένα μικρό LED που ανάβει κάθε φορά που ο μικροελεγκτής συνδέεται με μια πηγή τροφοδοσίας (υπολογιστής).
- **TX και RX LEDs:** Τα LEDs που υπάρχουν στον μικροελεγκτή με αυτές τις δύο ενδείξεις ανάβουν υποδεικνύοντας πότε ο Arduino δέχεται (RX LED) και πότε διαβιβάζει (TX LED) δεδομένα.
- **Το κυρίως ενσωματωμένο κύκλωμα (IC):** Αποτελεί τον “εγκέφαλο” του Arduino, ο οποίος μπορεί να διαφέρει ελαφρώς από ένα μοντέλο σε ένα άλλο. Είναι απαραίτητο για τον χρήστη να γνωρίζει το ακριβές μοντέλο του IC (Integrated Circuit) πριν μεταφορτώσει ένα νέο κώδικα μέσω του λογισμικού του.
- **Ρυθμιστής τάσης (Voltage Regulator):** Ρυθμίζει πόση τάση θα περάσει στον μικροελεγκτή και θέτει ένα όριο στα επίπεδα τάσης που θα απορρίψει εάν κρίνει ότι θα φθείρουν το κύκλωμα. [31]



Εικόνα 3.3.1 1: Τα επιμέρους τμήματα ενός τύπου Arduino

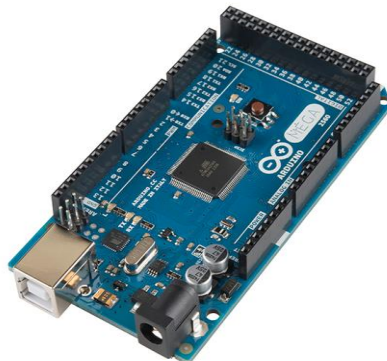
3.3.2. Παραδείγματα τύπων Arduino

- **Arduino UNO:** Είναι ένας τύπος μικροελεγκτή βασισμένος στον επεξεργαστή ATmega328. Περιλαμβάνει 14 ψηφιακά pins εισόδου/εξόδου, από τα οποία τα 6 μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σαν έξοδοι PWM. Διαθέτει ακόμα 6 αναλογικές εισόδους, ένα κεραμικό αντηχείο των 16 MHz, 2 Kb SRAM, μνήμη 32 Kb και όλα τα βασικά στοιχεία που αναφέρθηκαν παραπάνω. Είναι το πιο συχνό σε χρήση μοντέλο Arduino και το πιο κατάλληλο για αρχάριους χρήστες σε σχέση με τους μικροελεγκτές και τα ενσωματωμένα συστήματα. [33]



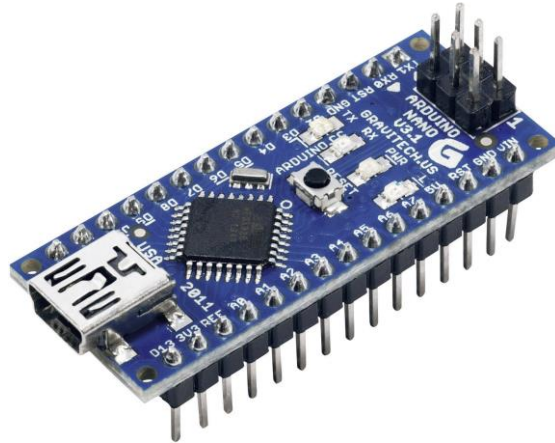
Εικόνα 3.3.2 1: Ο μικροελεγκτής Arduino UNO

- **Arduino Mega:** Διαθέτει 54 ψηφιακά pins εισόδου/εξόδου (14 από τα οποία λειτουργούν και σαν PWM έξοδοι) και 16 αναλογικά pins εισόδου. Ο μεγάλος αριθμός των διαθέσιμων pin προσφέρει ευκολία στην υλοποίηση ενός μεγάλου κυκλώματος που απαιτεί σύνδεση πολλών στοιχείων (π.χ. λαμπτήρων, αισθητήρων). Έχει 8Kb SRAM και 26 Kb μνήμη, ενώ λειτουργεί με τον επεξεργαστή ATmega2560. [34]



Εικόνα 3.3.2 2: Ο μικροελεγκτής Arduino Mega

➤ **Arduino Nano:** Βασίζεται στον επεξεργαστή ATmega328 όπως και ο UNO, είναι αρκετά μικρός σε μέγεθος, βιώσιμος και αξιόπιστος στη λειτουργία του. Περιλαμβάνει 22 pins εισόδου/εξόδου στο σύνολο, από τα οποία τα 14 είναι ψηφιακά και τα 8 αναλογικά. Διαθέτει έναν κρυσταλλικό ταλαντωτή των 16 MHz και η τάση λειτουργίας κυμαίνεται στα 5V με 12V, όπως δηλαδή και των δύο παραπάνω μοντέλων Arduino. Η υποδοχή καλωδίου σύνδεσης με τον υπολογιστή είναι USB mini. [35]



Εικόνα 3.3.2 3: Ο μικροελεγκτής Arduino Nano

3.3.3. Εφαρμογές/Χρήσεις του Arduino στην καθημερινότητα

Εφόσον τα διάφορα μοντέλα του μικροελεγκτή Arduino είναι εύκολα διαχειρίσιμα και προσαρμόζονται ανάλογα με τις ανάγκες του χρήστη, η εφαρμογή τους σε ηλεκτρονικά ολοκληρωμένα κυκλώματα στις διάφορες βιομηχανίες μπορούν να προσφέρουν πολλά οφέλη στους χρήστες τους. Κάποια παραδείγματα εφαρμογής των μοντέλων Arduino είναι τα παρακάτω:

➤ **Έξυπνο σπίτι:** Με τη χρήση Arduino και διαφόρων τύπων αισθητήρων που χρησιμοποιούνται σε ένα έξυπνο σπίτι όπως ένας θερμοστάτης ή ένας αισθητήρας κίνησης μπορεί να υλοποιηθεί μια εφαρμογή έξυπνου σπιτιού. Με τη σύνταξη κατάλληλου κώδικα μπορεί ο μικροελεγκτής να λαμβάνει σαν είσοδο κάποια δεδομένα και μέσω των αισθητήρων που είναι συνδεδεμένοι να παίρνει κάποια αποτελέσματα/ενδείξεις στην έξοδο του.

➤ **Κρατικοί μηχανισμοί άμυνας:** Με ένα σύστημα RADAR (Radio Detection and Ranging) βασισμένο σε έναν συνδυασμό Arduino και αισθητήρων παρακολούθησης και καταγραφής ραδιοσυχνότητας μπορεί να υλοποιηθεί ένα ολοκληρωμένο βιώσιμο σύστημα αεράμυνας. Θα μπορούν έτσι να εντοπιστούν οι θέσεις, κατευθύνσεις, ταχύτητες και μεγέθη των οποιονδήποτε αεροσκαφών ή πυραύλων (είσοδος) και να καταγραφούν κάποια αποτελέσματα των ενδείξεων αυτών (έξοδος).

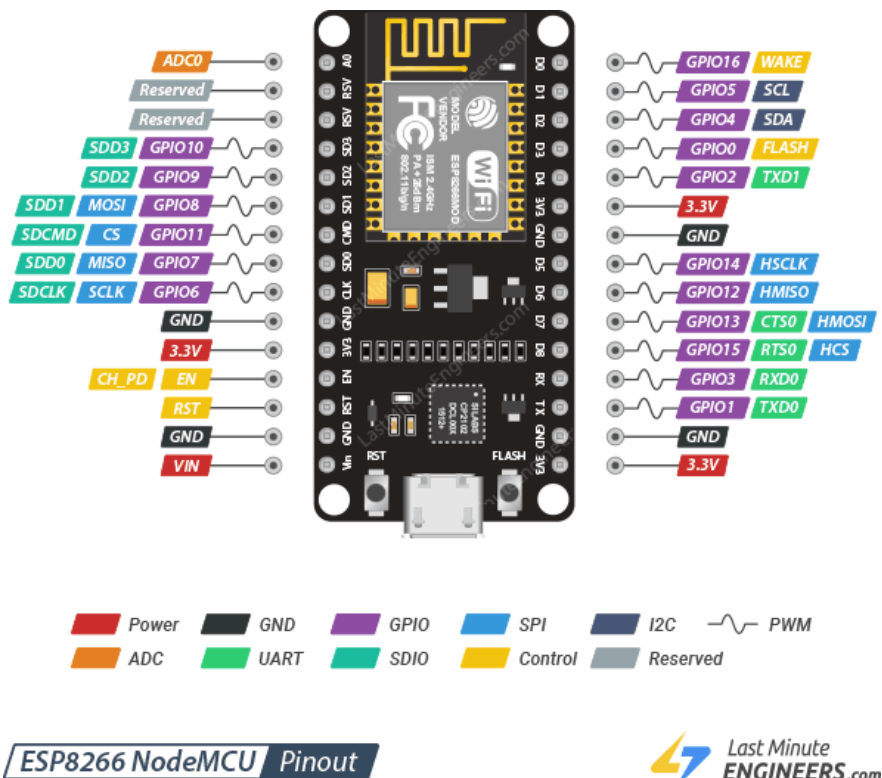
➤ **Βιομηχανική χρήση:** Οι μικροελεγκτές Arduino λόγω του εύκολου προγραμματισμού τους και της εφαρμογής τους μπορούν να εισαχθούν σε πολλά αυτοματοποιημένα συστήματα σε διάφορες κατηγορίες βιομηχανιών όπως κατασκευής ηλεκτρικών οικιακών συσκευών ή παραγωγής συσκευασιών τροφίμων.

- **Ιατρική:** Η ιατρική είναι ένας τομέας που χρειάζεται συνεχώς καινοτομίες και ευελιξία στα αυτοματοποιημένα συστήματα που χρησιμοποιεί. Εξαιτίας της προσαρμοστικότητας τους τα μοντέλα Arduino μπορούν να είναι αναπόσπαστο κομμάτι των πολύπλοκων ιατρικών μηχανημάτων. [36]

3.4. NodeMCU ESP8266

Το Node Microcontroller Unit (NodeMCU) είναι ένα ανοιχτού τύπου περιβάλλον ανάπτυξης λογισμικού και υλικού σχεδιασμένο πάνω σε ένα σύστημα chip που λέγεται ESP8266. Το ESP8266, κατασκευασμένο από την Espressif Systems, περιέχει όλα τα ζωτικά στοιχεία ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή όπως Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας, μνήμη RAM, αυτόνομο λογισμικό, λειτουργικό σύστημα και δυνατότητα σύνδεσης σε ασύρματο δίκτυο WiFi. Αποτελεί κατάλληλο μέσο για υλοποίηση κάποιου διαδραστικού project που βασίζεται στο Internet of Things. Έχει τη δυνατότητα να συνδεθεί με αισθητήρες, εξαρτήματα και καλώδια ώστε προγραμματίζοντας το και με το κατάλληλο λογισμικό να διαμορφωθεί ένα ολοκληρωμένο ηλεκτρονικό σύστημα. Με επεξεργαστή Tensilica LX106 των 32 bit και συχνότητα 80 MHz, μνήμη 4 MB, SRAM 64 KB, λειτουργεί με τάση ισχύος 3,3 Volt που τροφοδοτείται από καλώδιο που συνδέεται στον μικροελεγκτή σε θύρα micro USB. [37]

3.4.1. ESP8266 Pinout



Εικόνα 3.4.1 1: Η ανάλυση των Pinout του ESP8266

- **General-purpose input/output pins:** Αυτά τα pins είναι 16 στο σύνολο (GPIO1-GPIO16) και μπορούν με την κατάλληλη σύνδεση τους με άλλες επαφές όπως LED, buttons ή αισθητήρες να

εκτελέσουν διαφορετικές λειτουργίες. Χρησιμοποιούνται τόσο σαν είσοδος όσο και σαν έξοδος του μικροελεγκτή.

- **ADC pins:** Στον ESP8266 είναι ενσωματωμένος ένας υψηλής ακρίβειας μετατροπέας αναλογικού σήματος σε ψηφιακό (Successive Approximation Register Analog to Digital Converter) των 10 bit. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να μετατρέψει τάσεις εισόδου που κυμαίνονται από 0 έως 3,3 Volt (τάση λειτουργίας) σε ακέραιες τιμές, που με τη σειρά τους κυμαίνονται από 0 έως 1024 (2^{10}). (Pin ADC0)
- **SPI pins:** Αυτού του είδους τα pins είναι υπεύθυνα για τη σειριακή επικοινωνία του μικροελεγκτή με τους αισθητήρες του και την ανταλλαγή δεδομένων (1 bit κάθε φορά). Τα 4 pin που εξυπηρετούν αυτό το σκοπό είναι τα SD0 (GPIO7), SD1 (GPIO8), CMD (GPIO11) και CLK (GPIO6).
- **I2C pins:** Τα pins SDA (serial data, GPIO4) και SCL (serial clock, GPIO5) χρησιμοποιούνται για την άμεση επικοινωνία του μικροελεγκτή μέσω απλού καλωδίου με μία συσκευή (π.χ. μια οθόνη OLED) και επιτρέπουν στο χρήστη να θέσει ορισμένες τιμές/μεταβλητές για αυτή τη συσκευή μέσα από τον κώδικα που θα συντάξει (π.χ. τις διαστάσεις της οθόνης). [38-39]

3.5. ESP-NOW

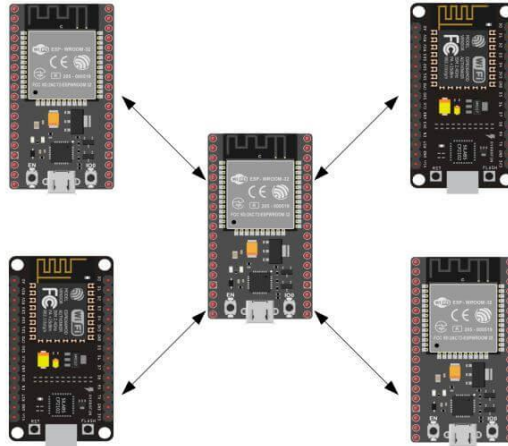
Το ESP-NOW είναι ένα πρωτόκολλο ασύρματης επικοινωνίας που επιτρέπει τον άμεσο, γρήγορο και χαμηλής κατανάλωσης ισχύος, έλεγχο έξυπνων συσκευών χωρίς την παρουσία router. Ανεπτυγμένο από την Espressif, χρησιμοποιείται για τη μεταφορά μικρών μηνυμάτων μέχρι και 250 kilobytes. Η σύζευξη ανάμεσα στις συσκευές είναι απαραίτητη να γίνει πριν την επικοινωνία τους. Μετά το “ζευγάρωμα” η σύνδεση γίνεται ασφαλής και peer-to-peer, που σημαίνει ότι όλες οι συσκευές λειτουργούν σαν κόμβοι ενός δικτύου και δεν χρειάζεται κανένας server για να μοιραστούν τα δεδομένα. Στην περίπτωση που μια συσκευή ή ένα board ξαφνικά χάσει την ισχύ του ή κάνει επαναφορά, τη στιγμή της επανεκκίνησης θα συνδεθεί αυτόματα στη σύζευξη και θα συνεχιστεί η επικοινωνία. Το ESP-NOW πρωτόκολλο μειώνει τα 5 επίπεδα του μοντέλου OSI σε μόλις ένα. Το μοντέλο OSI περιγράφει τη δομή λειτουργίας ενός δικτυακού συστήματος και περιέχει τα επίπεδα δικτύου, μεταφοράς, συνεδρίας, παρουσίασης και εφαρμογής. Τα δεδομένα στο ESP-NOW δεν χρειάζεται να περάσουν από όλα αυτά τα επίπεδα.

3.5.1. Είδη επικοινωνίας μέσω ESP-NOW

- **Επικοινωνία μονής διαδρομής:** Η απλούστερη μορφή είναι να στέλνει ένας ESP8266 σε έναν άλλον. Δεύτερη περίπτωση είναι να υπάρχει ένας κύριος και να στέλνει τις ίδιες ή και διαφορετικές εντολές παράλληλα σε άλλους. Υπάρχει δηλαδή ένα κέντρο ελέγχου που μοιράζει δεδομένα σε πολλούς αποδέκτες. Αυτή η λειτουργία θα μπορούσε να προσομοιωθεί σε ένα έξυπνο σπίτι που διαχειρίζεται από το χρήστη (κέντρο ελέγχου) και το κινητό του τηλέφωνο και θέτει τις διάφορες έξυπνες οικιακές συσκευές του (αποδέκτες) σε λειτουργία. Η τρίτη περίπτωση αυτής της

κατηγορίας είναι όταν ένας μόνο δέκτης (slave) συλλέγει δεδομένα από πολλούς πομπούς (masters) που θα μπορούσαν να είναι οι αισθητήρες ενός smart home που στέλνουν μετρήσεις και τιμές στο χρήστη μέσω της εφαρμογής του κινητού του τηλεφώνου.

➤ **Αμφίδρομη επικοινωνία (διπλής διαδρομής):** Σε αυτήν την περίπτωση κάθε board μπορεί να έχει παράλληλα τη λειτουργία του αποστολέα αλλά και του αποδέκτη. Η αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ των ESP boards είναι ο κατάλληλος τρόπος δημιουργίας ενός δικτύου τοπολογίας πλέγματος όπου ο καθένας θα μπορεί να στέλνει δεδομένα σε όποιον άλλον επιθυμεί. [40-42]



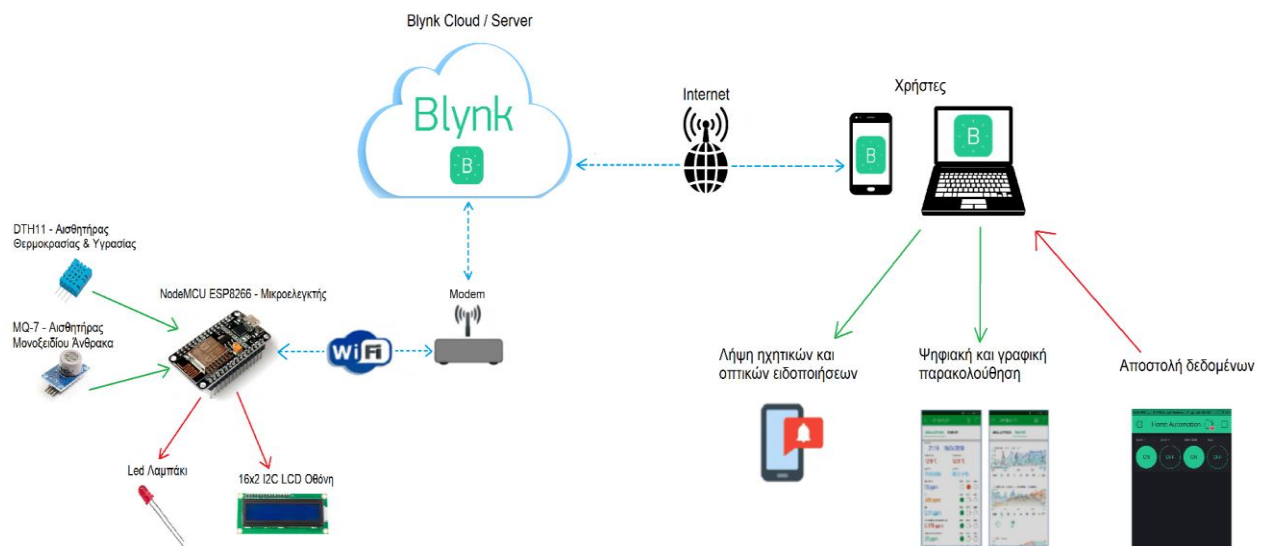
Εικόνα 3.5.1 1: Αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ ESP boards

Κεφάλαιο 4. Εφαρμογή Smart Home/Πειραματική διαδικασία

Ο σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας είναι η καταγραφή/οπτικοποίηση και αποστολή δεδομένων μέσω της χρήσης του μικροελεγκτή NodeMCU ESP8266, του λογισμικού Arduino IDE και της εφαρμογής Blynk.

4.1. Αρχιτεκτονική της εφαρμογής Smart Home

Με τη χρήση των αισθητήρων θερμοκρασίας, υγρασίας και μονοξειδίου του άνθρακα, οι οποίοι συνδέονται στον μικροελεγκτή NodeMCU ESP8266, ο χρήστης θα μπορεί να λάβει δεδομένα θερμοκρασίας, υγρασίας και επιπέδων CO από τη συσκευή του (ηλεκτρονικό υπολογιστή ή smartphone) μέσω της εφαρμογής Blynk. Η καταγραφή των αποτελεσμάτων και των τιμών που προέκυψαν από τις μετρήσεις των συνδεδεμένων αισθητήρων απεικονίζεται και στην οθόνη LCD του κυκλώματος που προσομοιάζει την οθόνη του Η/Υ ή του κινητού τηλεφώνου ενός χρήστη. Επίσης ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να στέλνει δεδομένα στους αισθητήρες και να επηρεάζει και ο ίδιος τιμές κάνοντας χρήση της Blynk app. Πιο συγκεκριμένα, μπορεί να ενεργοποιεί και να απενεργοποιεί έναν διακόπτη για να ανάβει ή να σβήνει αντίστοιχα έναν λαμπτήρα LED, ο οποίος είναι και αυτός συνδεδεμένος στον μικροελεγκτή NodeMCU ESP8266. Η επικοινωνία του μικροελεγκτή με τον Blynk server γίνεται μέσω ασύρματου δικτύου WiFi, ενώ ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει τα δεδομένα κινητής του (εκτός από WiFi) για σύνδεση μέσω smartphone ή ένα καλώδιο Ethernet για σύνδεση στην εφαρμογή μέσω Η/Υ. Η εφαρμογή Blynk εξυπηρετεί τον χρήστη παρέχοντας του πληροφορίες/ειδοποιήσεις για τα αποτελέσματα μετρήσεων των αισθητήρων και επιτρέποντάς του τη συνεχή παρακολούθηση της κατάστασης των έξυπνων συσκευών στο σπίτι του.



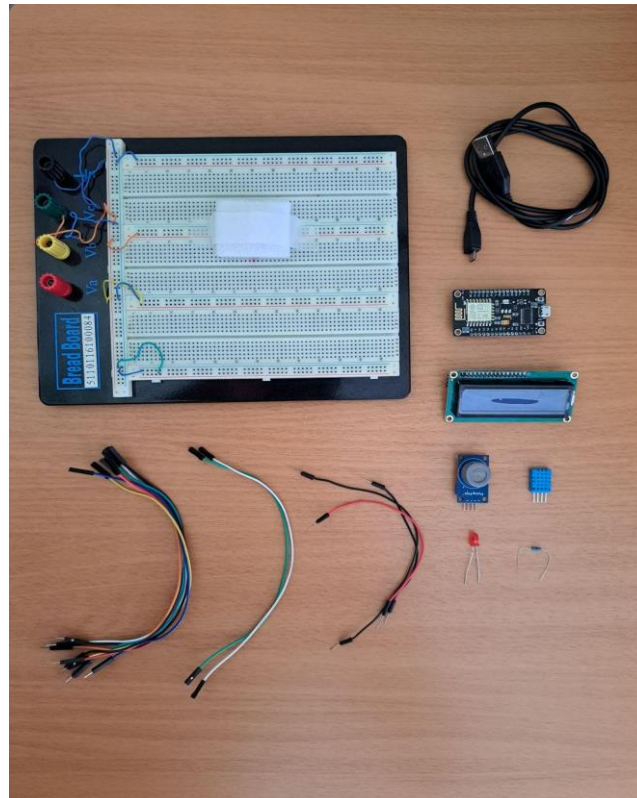
Εικόνα 4.1 1: Η αρχιτεκτονική της εφαρμογής

4.2. Hardware της Εφαρμογής

Στον παρακάτω πίνακα αναγράφονται όλα τα απαραίτητα υλικά που χρειάστηκαν για την υλοποίηση της εφαρμογής του έξυπνου σπιτιού.

Πίνακας 4.2 1: Τα υλικά της εφαρμογής

| A/A | Υλικό |
|-----|--|
| 1 | Breadboard (ράστερ) |
| 2 | Καλώδιο σύνδεσης USB A σε micro USB |
| 3 | Μικροελεγκτής NodeMCU ESP8266 |
| 4 | I2C LCD οθόνη διαστάσεων 16*2 |
| 5 | Αισθητήρας θερμοκρασίας και υγρασίας DHT11 |
| 6 | Αισθητήρας μονοξειδίου του άνθρακα MQ7 |
| 7 | Λαμπτήρας LED |
| 8 | Αντιστάτης 330Ω |
| 9 | Βραχυκυκλωτήρες (jumper wires): male to male, male to female, female to female |

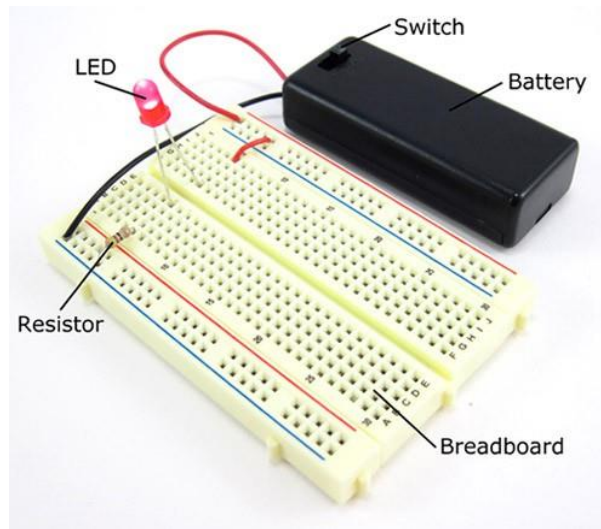


Εικόνα 4.2 1: Τα υλικά της εφαρμογής

4.2.1. Ανάλυση χαρακτηριστικών των υλικών της εφαρμογής

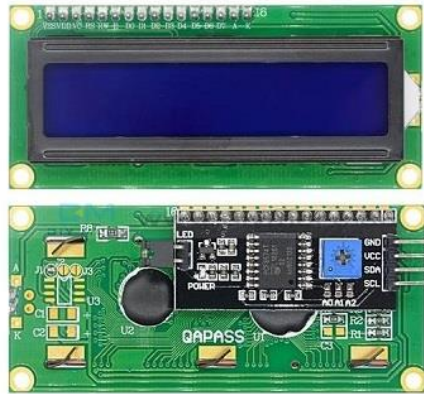
Ακολουθεί η ανάλυση των παραπάνω στοιχείων και η σειρά αρίθμησης τους αντιστοιχεί σε αυτήν του πίνακα 4.2.1.

1. Το breadboard (ή ραστερ) είναι ένα ορθογώνιο, πλαστικό ταμπλό με πολλές τρύπες πάνω στην επιφάνειά του που επιτρέπουν την εισαγωγή ηλεκτρονικών εξαρτημάτων, όπως μπαταρίες, διακόπτες και αισθητήρες, και τη σύνδεση τους με σκοπό την υλοποίηση ενός ηλεκτρονικού κυκλώματος. Οι συνδέσεις των εξαρτημάτων μέσω καλωδίων είναι προσωρινές και έτσι μπορούν να γίνουν πολλές τροποποιήσεις σε ένα κύκλωμα. Κυκλοφορούν στην αγορά σε διαφορετικά μεγέθη αλλά όλα έχουν συγκεκριμένο αριθμό σειρών για συνδέσεις τροφοδοσίας, γείωσης και των στοιχείων/εξαρτημάτων. [43]



Εικόνα 4.2.1 1: Απεικόνιση σύνδεσης υλικών στο breadboard

2. Το καλώδιο USB A σε micro USB χρησιμοποιείται για τη σύνδεση του μικροελεγκτή ESP8266 με τον υπολογιστή και για τη μεταφόρτωση του κώδικα στον μικροελεγκτή.
3. Η ανάλυση των χαρακτηριστικών του μικροελεγκτή NodeMCU ESP8266 έχει γίνει στο υποκεφάλαιο 3.4.
4. Μια I2C LCD οθόνη μπορεί να απεικονίσει χαρακτήρες (κείμενο). Η συγκεκριμένη διαθέτοντας ένα LED στο πίσω μέρος έχει τη δυνατότητα απεικόνισης 32 ASCII χαρακτήρων σε 2 σειρές των 16. Η οθόνη είναι χωρισμένη σε μικρά τετράγωνα και pixels που σχηματίζουν τους χαρακτήρες. Μπορεί να προσομοιώσει την οθόνη ελέγχου ενός έξυπνου σπιτιού από όπου ο χρήστης μπορεί να συλλέγει τις τιμές και ενδείξεις των συσκευών του αλλά και να επηρεάζει ο ίδιος τις ρυθμίσεις και τις τιμές τους. [44]



Εικόνα 4.2.1 2: Η μπροστά και πίσω όψη μιας LCD οθόνης 16*2

5. Ο αισθητήρας θερμοκρασίας και υγρασίας DHT11 έχει ένα μπλε εξωτερικό περίβλημα με μικρές τετράγωνες τρύπες. Οι τρύπες αυτές επιτρέπουν τον αέρα να περνάει στο εσωτερικό του αισθητήρα και με αυτόν τον τρόπο να μετράει την ατμοσφαιρική θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία. Όταν λειτουργεί στη συνήθης τάση των 3,3V-5,5V μπορεί να ανιχνεύσει θερμοκρασίες από 0 έως 50 βαθμούς Κελσίου με μια απόκλιση ± 2 βαθμών, ενώ μετράει επίπεδα υγρασίας από 20% έως και 90% με μια απόκλιση $\pm 5\%$. [45]



Εικόνα 4.2.1 3: Ο αισθητήρας θερμοκρασίας και υγρασίας DHT11

6. Ο αισθητήρας μονοξειδίου του άνθρακα MQ7 μπορεί να εντοπίσει τη συγκέντρωση του CO στον ατμοσφαιρικό αέρα. Μετράει συγκεντρώσεις από 10 έως 10000 ppm (parts per million) και λειτουργεί σε θερμοκρασίες -10 έως 50 βαθμούς Κελσίου. Θα αποτελούσε σωτήριο εργαλείο για χρήστες με αναπνευστικά προβλήματα ή για όσους διαθέτουν εγκατάσταση τζακιού στο σπίτι τους ώστε να μπορεί να ανιχνευθεί μια επικίνδυνη διαρροή του συγκεκριμένου αερίου ύστερα από καύση των ξύλων. [46]



Εικόνα 4.2.1 4: Ο αισθητήρας μονοξειδίου του άνθρακα MQ7

7. Ο λαμπτήρας LED προσομοιάζει μια έξυπνη λάμπα που ο χρήστης έχει προγραμματίσει να ενεργοποιείται όταν παρατηρείται κίνηση μπροστά από έναν αισθητήρα κίνησης ή όταν ρυθμίζει τα φώτα του σπιτιού του να ανάβουν αυτόματα κάποια συγκεκριμένη ώρα της ημέρας.

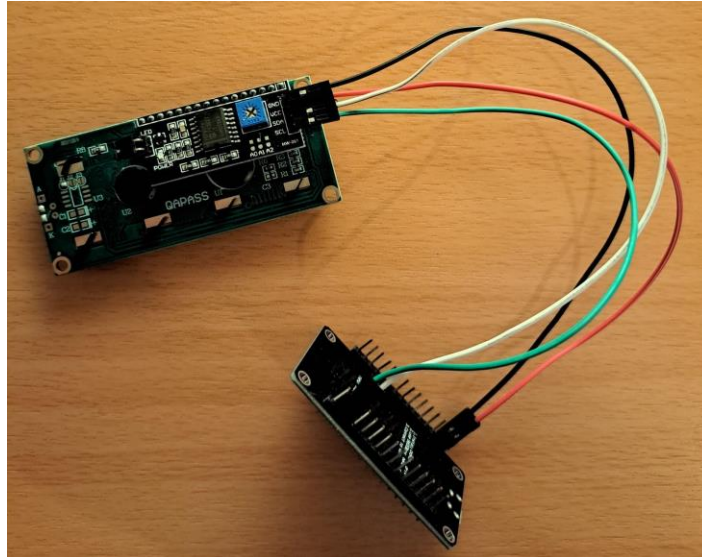


Εικόνα 4.2.1 5: Ένας λαμπτήρας LED

4.2.2. Συνδεσμολογία των υλικών

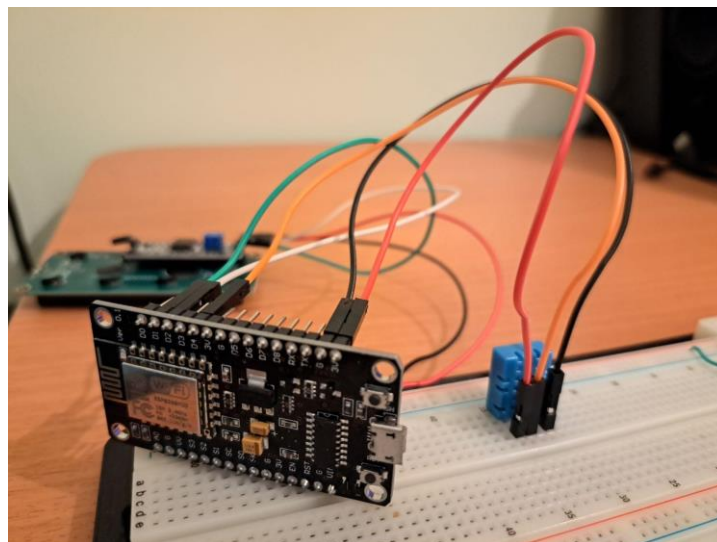
Σε αυτό το υποκεφάλαιο θα περιγραφεί τμηματικά η σύνδεση του κάθε στοιχείου με τον μικροελεγκτή NodeMCU ESP8266, καθώς και η τελική συνδεσμολογία για να υλοποιηθεί η εφαρμογή του έξυπνου σπιτιού που περιγράφεται στην παρούσα εργασία.

- Αρχικά για να γίνει η σύνδεση της lcd οθόνης με τον ESP8266 πρέπει να γίνουν οι τέσσερις ακόλουθες κινήσεις:
 - Το GND pin της οθόνης συνδέεται με το G pin του μικροελεγκτή, ή απευθείας με το σημείο γείωσης (-) του κυκλώματος στην κατάλληλη σειρά του breadboard. (μαύρο καλώδιο στην εικόνα)
 - Το Vcc pin της οθόνης συνδέεται με το Vin pin του μικροελεγκτή, ή αλλιώς με το σημείο τροφοδοσίας (+) του κυκλώματος στην κατάλληλη σειρά του breadboard. (κόκκινο καλώδιο)
 - Το SDA pin (serial data pin) της οθόνης LCD συνδέεται με το D2 pin (GPIO 4) του μικροελεγκτή. (λευκό καλώδιο)
 - Το SCL pin (serial clock pin) της οθόνης συνδέεται με το D1 pin (GPIO 5) του μικροελεγκτή. (πράσινο καλώδιο) [44]



Εικόνα 4.2.2 1: Σύνδεση του μικροελεγκτή με την οθόνη LCD

- Η σύνδεση του αισθητήρα DHT11 με τον μικροελεγκτή γίνεται ως εξής:
 - Το Vcc pin του αισθητήρα συνδέεται με το pin των 3V του Arduino. (κόκκινο καλώδιο)
 - Το Data pin του DHT11, το οποίο ουσιαστικά αποτελεί τη σειριακή έξοδο των δεδομένων θερμοκρασίας και υγρασίας του αισθητήρα, συνδέεται με το D4 pin. (πορτοκαλί καλώδιο)
 - Το NC pin (not connected) του αισθητήρα δεν συνδέεται πουθενά στο κύκλωμα.
 - Το GND pin συνδέεται στη γείωση του μικροελεγκτή ή του breadboard. (μαύρο καλώδιο) [47]

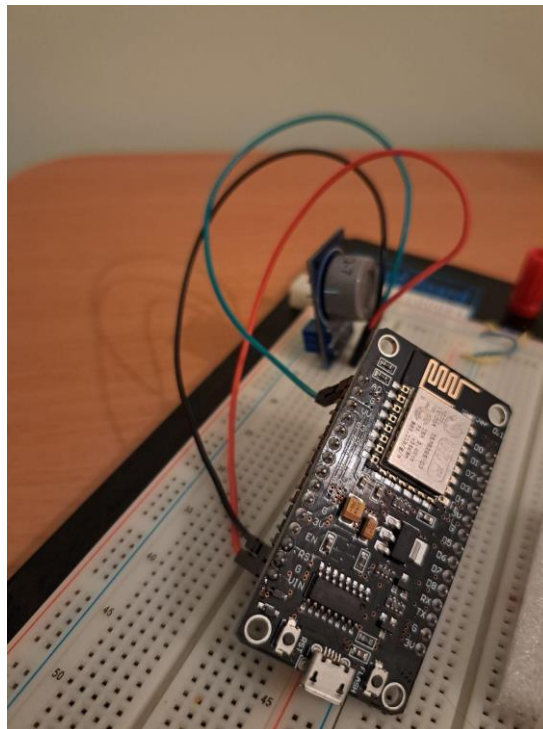
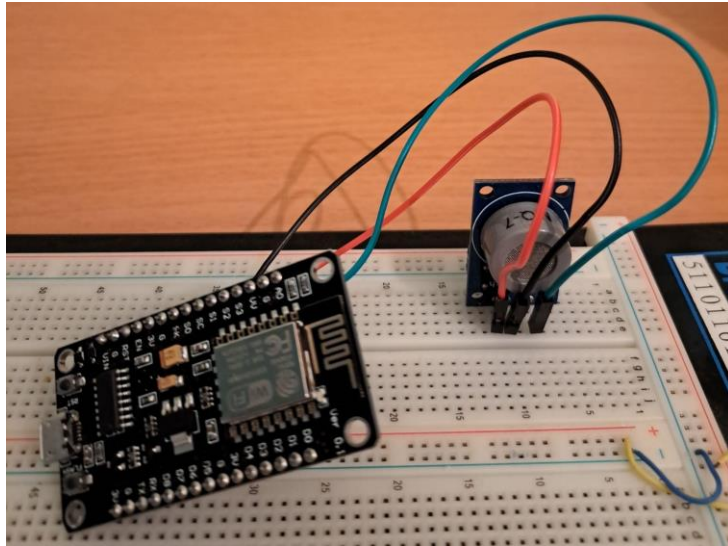


Εικόνα 4.2.2 2: Σύνδεση του μικροελεγκτή με τον αισθητήρα DHT11

- Ο αισθητήρας MQ 7 συνδέεται ως εξής:

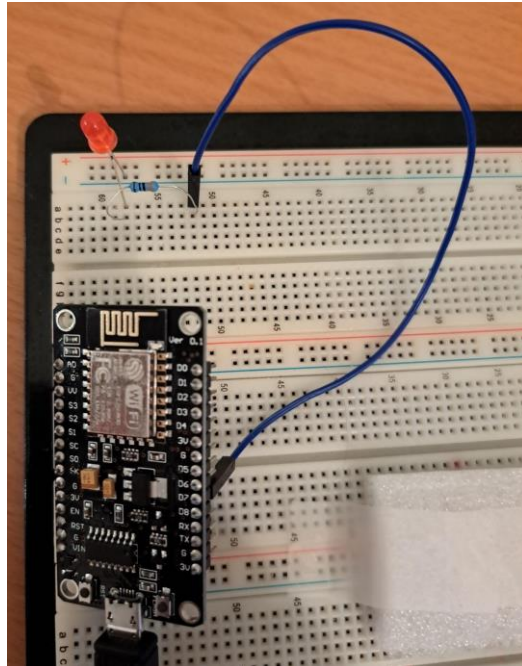
Εφαρμογή Smart Home/Πειραματική διαδικασία

- Το Vcc pin του αισθητήρα συνδέεται στο Vin pin του ESP8266 ή απευθείας στο σημείο τροφοδοσίας του κυκλώματος στο breadboard. (κόκκινο καλώδιο)
- Το GND pin συνδέεται στο pin της γείωσης του μικροελεγκτή ή στο σημείο γείωσης του κυκλώματος στο breadboard. (μαύρο καλώδιο)
- Το DO pin (digital output) δεν συνδέεται πουθενά στο κύκλωμα.
- Το AO pin (analog output), που είναι υπεύθυνο για τη μέτρηση της συγκέντρωσης του μονοξειδίου του άνθρακα, συνδέεται στο AO pin του μικροελεγκτή. (πράσινο καλώδιο) [48]



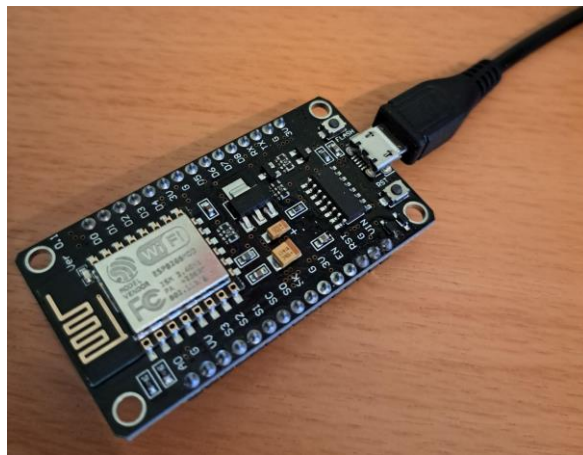
Εικόνα 4.2.2 3: Σύνδεση του μικροελεγκτή με τον αισθητήρα MQ7

- Για τη σύνδεση του λαμπτήρα LED χρειάζεται η κάθοδος του να συνδεθεί απευθείας στη γείωση του breadboard και η άνοδος του στο D7 pin του μικροελεγκτή, μέσω μιας αντίστασης των 330Ω. (μπλε καλώδιο)



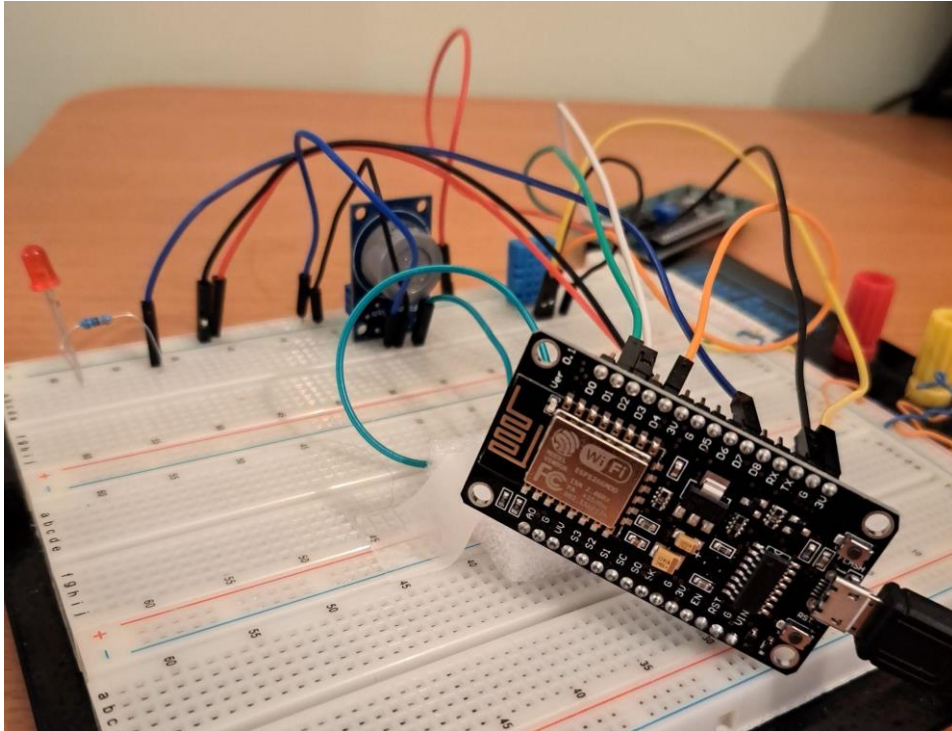
Εικόνα 4.2.2 4: Σύνδεση του μικροελεγκτή με τον λαμπτήρα LED μέσω αντίστασης

- Τελευταίο βήμα είναι να συνδεθεί ο Arduino με τον υπολογιστή μέσω του καλωδίου (USB A σε micro USB) ώστε να μπορεί να φορτωθεί ο κώδικας του κυκλώματος που θα αναλυθεί σε επόμενο υποκεφάλαιο.

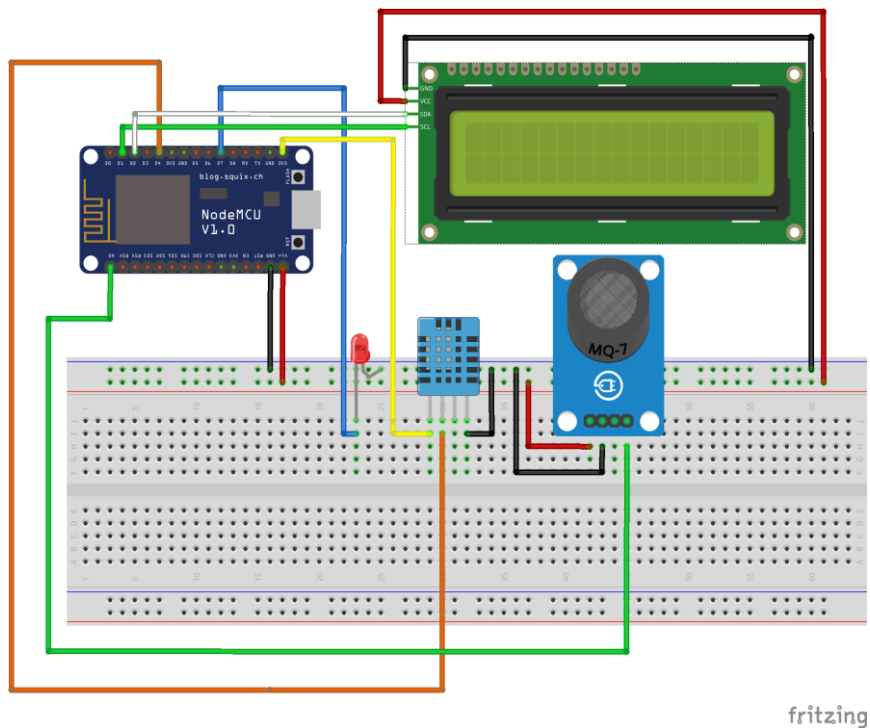


Εικόνα 4.2.2 5: Σύνδεση του μικροελεγκτή με τον υπολογιστή μέσω καλωδίου

Η τελική συνδεσμολογία των υλικών του κυκλώματος απεικονίζεται στις παρακάτω εικόνες.



Εικόνα 4.2.2 6: Η τελική συνδεσμολογία του κυκλώματος






Εικόνα 4.2.2 7: Η τελική συνδεσμολογία του κυκλώματος μέσω του προγράμματος προσομοίωσης fritzing

4.3. Software της Εφαρμογής Smart Home

4.3.1. Λογισμικό Arduino IDE

Το λογισμικό που χρησιμοποιείται για την υλοποίηση της εφαρμογής smart home είναι το Arduino Integrated Development Environment (IDE) το οποίο περιέχει έναν επεξεργαστή κειμένου όπου γράφεται ο κώδικας που θα καθορίσει τη λειτουργία του κυκλώματος. Ο κώδικας συντάσσεται σε γλώσσα προγραμματισμού wiring, η οποία είναι κατά βάση μια απλούστερη μορφή της γλώσσας C++. Κάθε πρόγραμμα που γράφεται στο Arduino IDE ονομάζεται sketch και μπορεί να τροποποιηθεί όσες φορές χρειαστεί. Στην οθόνη του χρήστη υπάρχει μια περιοχή μηνυμάτων (status window) που τον ενημερώνουν για την κατάσταση του sketch όταν για παράδειγμα εκτελούνται κάποιες ενέργειες σε αυτό ή όταν προκύπτει ένα σφάλμα. Κάποια πολύ βασικά εικονίδια που εμφανίζονται στην αρχική οθόνη που συντάσσεται κάθε sketch είναι τα παρακάτω:

- **Verify** : Επιλέγοντας αυτό το εικονίδιο ο κώδικας επαληθεύεται για τυχόν λάθη που έχουν συνταχθεί κατά το γράψιμο του.
- **Upload** : Με την επιλογή αυτού του εικονιδίου γίνεται η μεταφόρτωση του κώδικα στο board που έχει συνδεθεί στον ηλεκτρονικό υπολογιστή του χρήστη. (Στην παρούσα περίπτωση συνδέεται με τον NodeMCU ESP8266)
- **Serial monitor** : Επιλέγοντας αυτό το εικονίδιο εμφανίζεται στην οθόνη του χρήστη ένα νέο παράθυρο με τις τιμές και τις ενδείξεις στην έξοδο του board (π.χ. μετρήσεις αισθητήρων), καθώς και κείμενο/μήνυμα που μπορεί να συνοδεύει τις τιμές αυτές. [49]

Στην επίσημη ιστοσελίδα του Arduino Software υπάρχουν διαθέσιμες διαφορετικές εκδόσεις του Arduino IDE ώστε να μπορεί να λειτουργήσει σωστά σε κάθε είδους λογισμικού ηλεκτρονικού υπολογιστή (Windows, Linux, macOS).



Εικόνα 4.3.1 1: Ιστοσελίδα περιβάλλοντος Arduino IDE

4.3.2. Λογισμικό Blynk

Το Blynk είναι μια περιεκτική σύνθεση λογισμικού που επιτρέπει τη δημιουργία, ανάπτυξη και απομακρυσμένη διαχείριση συνδεδεμένων ηλεκτρονικών συσκευών. Είτε πρόκειται για προσωπικά project είτε για ανάπτυξη κάποιου εμπορικού προϊόντος, το Blynk δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να συνδέουν το υλικό τους στο Blynk cloud και να δημιουργούν εφαρμογές iOS, Android καθώς και διαδικτυακές εφαρμογές. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να αναλύουν δεδομένα που αντλούν από τις συσκευές σε πραγματικό χρόνο, να τα χειρίζονται εξ αποστάσεως καθώς και να λαμβάνουν σημαντικές ειδοποιήσεις.



Εικόνα 4.3.2 1: Σύνδεση του χρήστη με συσκευές μέσω περιβάλλοντος Blynk

→ Στοιχεία της πλατφόρμας Blynk IoT

Το **Blynk.Console** είναι μια διαδικτυακή εφαρμογή (μέσω Η/Υ) που προσφέρει σε διαφόρων ειδών χρήστες πολλές δυνατότητες. Οι βασικές λειτουργίες της είναι οι παρακάτω:

- Διαμόρφωση των συνδεδεμένων συσκευών στην πλατφόρμα, συμπεριλαμβανομένων των ρυθμίσεων τους.
- Διαχείριση συσκευής, δεδομένων, χρήστη, οργανισμού και τοποθεσίας.
- Απομακρυσμένη παρακολούθηση και έλεγχος των συσκευών.

Απαραίτητη προϋπόθεση για να γίνει η σύνδεση του χρήστη στην εφαρμογή Blynk είναι η εγγραφή του στην ιστοσελίδα του Blynk.Console στον ακόλουθο σύνδεσμο.
<https://blynk.cloud/dashboard/global>

Το **Blynk.Apps** είναι μια ευέλικτη εφαρμογή για κινητά iOS και Android που εξυπηρετεί τις ακόλουθες λειτουργίες:

- Απομακρυσμένη παρακολούθηση και έλεγχος συνδεδεμένων συσκευών που λειτουργούν με την πλατφόρμα Blynk.
- Διαμόρφωση του προφίλ και της αρχικής σελίδας του χρήστη.
- Αυτοματοποίηση των λειτουργιών της συνδεδεμένης συσκευής. [51]

Για να γίνει χρήση του Blynk.Apps, ο χρήστης εγκαθιστά την εφαρμογή Blynk στη συσκευή του είτε αυτή είναι iOS είτε Android.

4.3.3. Υλοποίηση του κώδικα της εφαρμογής Smart Home με χρήση Arduino IDE

Σκοπός του προγράμματος που αναπτύχθηκε στο περιβάλλον Arduino IDE είναι η προσομοίωση ενός πραγματικού έξυπνου σπιτιού όπου ο χρήστης θα λαμβάνει δεδομένα από τους αισθητήρες/συσκευές που έχει τοποθετήσει στο χώρο του (αντίστοιχοι με τους αισθητήρες DHT11 και MQ7) και θα βλέπει τα αποτελέσματα των μετρήσεων σε μια οθόνη αφής τοποθετημένη σε ένα χώρο του σπιτιού ή ακόμα και στην οθόνη του κινητού του τηλεφώνου (αντίστοιχη της οθόνης LCD). Ακόμα, ο ίδιος θα μπορεί να επηρεάσει τις τιμές των αισθητήρων ή εξαρτημάτων που έχει προσθέσει στον χώρο του (όπως ακριβώς γίνεται με τον χειρισμό του λαμπτήρα LED).

Πριν την ανάλυση του κώδικα κάνουμε εγκατάσταση τις απαραίτητες βιβλιοθήκες που περιέχουν τις εντολές που χρειαζόμαστε για να συντάξουμε ολοκληρωμένα τον κώδικα μας κάνοντας κλικ με τη σειρά στα παρακάτω:

1. Sketch
2. Include Library
3. Manage libraries

Στη συνέχεια για να επιλέξουμε τον τύπο του board που θα χρησιμοποιήσουμε επιλέγουμε με τη σειρά:

1. Tools
2. Board
3. Boards manager
4. Αναζητούμε το board “ESP8266 by ESP8266 Community” και επιλέγουμε “Install”

Αφού έχει ολοκληρωθεί το sketch, για να το κάνουμε upload ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα:

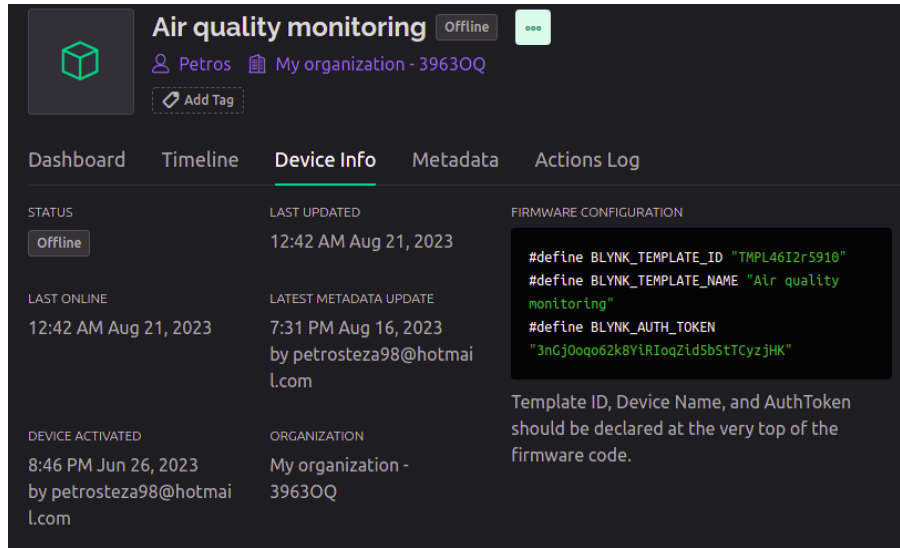
1. Tools
2. Board
3. Επιλέγουμε “NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module)” από την λίστα με τα διαθέσιμα boards

Ακολούθως για να επιλέξουμε το output port κάνουμε τα εξής:

1. Tools
2. Port
3. COM3 [50]

→ Βηματική επεξήγηση του κώδικα

1. Αρχικά συμπληρώνουμε στο Sketch που δημιουργήσαμε τις πληροφορίες/διαπιστευτήρια του 'Device Info' από το 'Template' Blynk.



Εικόνα 4.3.3 1: Διαπιστευτήρια του Device Info

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL46I2r5910"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Air quality monitoring"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "3nGj0oqo62k8YiRIoqZid5bStTCyzjHK"
```

2. Εισάγουμε τις παρακάτω απαραίτητες βιβλιοθήκες ακολουθώντας τα βήματα που επισημάνθηκαν παραπάνω:

Βιβλιοθήκη του ESP8266.

```
#include <ESP8266WiFi.h>
```

Βιβλιοθήκη της σύνδεσης του ESP8266 με το Blynk.

```
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
```

Βιβλιοθήκη για τον αισθητήρα DHT.

```
#include <DHT.h>
```

Βιβλιοθήκη που επιτρέπει την επικοινωνία με τις συσκευές I2C.

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

Βιβλιοθήκη για την οθόνη LCD.

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

3. Ορίζουμε τις παρακάτω μεταβλητές:

Ορίζουμε ότι το **Digital pin D4** συνδέεται με τον αισθητήρα DHT.

```
#define dhtPin 2
```

Επιλέγουμε τον τύπο του αισθητήρα DHT. Στην περίπτωση αυτή ορίζουμε τον **DHT11** ως τον τύπο του αισθητήρα που χρησιμοποιούμε.

```
#define dhtType DHT11
```

Εκκίνηση του αισθητήρα DHT11.

```
DHT dht(dhtPin, dhtType);
```

Ορίζουμε τα διαπιστευτήρια του WiFi και του Authorization Token.

```
char auth[] = BLYNK_AUTH_TOKEN;  
char ssid[] = "*****"; //Enter your WIFI name  
char pass[] = "*****"; //Enter your WIFI password
```

4. Η παρακάτω εντολή λέει στον μεταγλωττιστή ότι θέλουμε να δημιουργήσουμε ένα αντικείμενο **Blynk Timer** που ονομάζεται **timer**. Αυτό είναι το όνομα που θα αναφέρεται στο αντικείμενο του χρονοδιακόπτη μέσα στον υπόλοιπο κώδικα.

```
BlynkTimer timer;
```

5. Ρυθμίζουμε την διεύθυνση LCD σε 0x27 για την εμφάνιση **16 στηλών** ή χαρακτήρων και **2 γραμμών**.

```
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
```

6. Ορίζουμε τις μεταβλητές θερμοκρασίας (σε βαθμούς Κελσίου), την υγρασία (σε %) και την τιμή μονοξειδίου του άνθρακα (σε ppm). Οι τιμές της θερμοκρασίας και της υγρασίας μπορούν να έχουν τη μορφή δεκαδικού αριθμού ενώ η τιμή του μονοξειδίου του άνθρακα ακεραίου.

```
float humidity;  
float temperature;  
int co_value;
```

7. Ορίζουμε ότι το **AOUT pin** του αισθητήρα MQ-7 συνδέεται στο Analog pin του ESP8266.

```
const int AOUTpin=0;
```

8. Δημιουργούμε το σύμβολο των βαθμών Κελσίου (°C)

```
byte degree_symbol[8] =  
{  
    0b00111,  
    0b00101,  
    0b00111,  
    0b00000,  
    0b00000,  
    0b00000,  
    0b00000,  
    0b00000,  
    0b00000  
};
```

9. Λαμβάνοντας δεδομένα από την εφαρμογή Blynk τα στέλνουμε στο **D7 pin** του ESP8266 με σκοπό την ενεργοποίηση/απενεργοποίηση του λαμπτήρα LED.

```
BLYNK_WRITE(V3) {
  digitalWrite(D7, param.asInt());
}
```

10. Ξεκινάει η αποστολή δεδομένων από τους αισθητήρες.

```
void sendSensor()
```

11. Ο αισθητήρας DHT11 διαβάζει τις τιμές της θερμοκρασίας και της υγρασίας και ο αισθητήρας MQ7 μέσω του AO pin διαβάζει την τιμή του CO.

```
{
  temperature = dht.readTemperature();
  humidity = dht.readHumidity();
  co_value= analogRead(AOUTpin);
}
```

12. Αν οι τιμές της θερμοκρασίας και της υγρασίας δεν διαβάζονται σωστά από τον αισθητήρα DHT11 εμφανίζεται το μήνυμα **“Reading DHT sensor failed”** και επαναλαμβάνεται συνεχώς αυτή η συνθήκη της if μέχρι να πάρουμε σωστό αποτέλεσμα

```
if (isnan(humidity) || isnan(temperature)) {
  Serial.println("Reading DHT sensor failed!");

  return;
}
```

13. Οι τιμές θερμοκρασίας, υγρασίας και μονοξειδίου του άνθρακα από τους αισθητήρες στέλνονται στα ψηφιακά pin **V0, V1 και V2** αντίστοιχα του Blynk dashboard.

```
Blynk.virtualWrite(V0, temperature);
Blynk.virtualWrite(V1, humidity);
Blynk.virtualWrite(V2, co_value);

}
```

14. Αρχικοποιούμε τη σειριακή επικοινωνία με **ρυθμό μετάδοσης 115200 kbaud** και ενεργοποιούμε τον αισθητήρα DHT.

```
void setup() {
  Serial.begin(115200);

  dht.begin();
}
```

15. Προσδιορίζουμε ότι το **D7 pin** του ESP8266 λειτουργεί σαν **έξοδος (output)**.

```
pinMode(D7, OUTPUT);
```

16. Συνδέουμε το Blynk template με τα κατάλληλα διαπιστευτήρια.

```
Blynk.begin(auth, ssid, pass, "blynk.cloud", 80);
```

17. Καλούμε τη συνθήκη `sendSensor()` κάθε 2 δευτερόλεπτα.

```
timer.setInterval(2000L, sendSensor);
```

18. Ενεργοποιούμε την LCD οθόνη και τον ενσωματωμένο σε αυτήν φωτισμό.

```
lcd.init();  
lcd.backlight();
```

19. Για να εμφανίσουμε ένα μήνυμα στην οθόνη LCD ενεργοποιούμε αρχικά τον κέρσορα και δηλώνουμε το σημείο που επιθυμούμε να εκκινήσει η σύνταξη του μηνύματος. Ο πρώτος χαρακτήρας του μηνύματος “Air Quality” αναγράφεται στην 4η στήλη και 1η γραμμή της οθόνης LCD.

```
lcd.setCursor(3,0);  
lcd.print("Air Quality");
```

20. Ο πρώτος χαρακτήρας του μηνύματος “Monitoring” γράφεται στην 4η στήλη και 2η σειρά της οθόνης LCD. Το ολοκληρωμένο μήνυμα “Air Quality Monitoring” παραμένει ενεργό στην οθόνη για 2 δευτερόλεπτα και στη συνέχεια η οθόνη καθαρίζει.

```
lcd.setCursor(3,1);  
lcd.print("Monitoring");  
delay(2000);  
lcd.clear();  
}
```

21. Μέσα στη συνθήκη της `loop` αρχικά γίνεται μια “χειραψία” με τον Blynk server και στη συνέχεια καλείται ο Blynk timer.

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

22. Εκτυπώνεται το μήνυμα “Temperature”, η μέτρηση της θερμοκρασίας από τον αισθητήρα DHT11 και το σύμβολο των βαθμών Κελσίου στο Serial Monitor.

```
Serial.print("Temperature: ");  
Serial.print(temperature);  
Serial.print("°C");  
Serial.println();
```

23. Ο πρώτος χαρακτήρας του μηνύματος “Temperature” γράφεται στην 1η στήλη και 1η σειρά της οθόνης LCD. Η τιμή της θερμοκρασίας γράφεται στην 1η στήλη και 2η σειρά της οθόνης. Στην 7η στήλη και 2η σειρά γράφεται το σύμβολο των βαθμών Κελσίου. Το ολοκληρωμένο μήνυμα παραμένει ενεργό στην οθόνη για 2 δευτερόλεπτα και ύστερα η οθόνη καθαρίζεται.

```
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Temperature ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(temperature);
lcd.setCursor(6,1);
lcd.write(1);
lcd.createChar(1, degree_symbol);
lcd.setCursor(7,1);
lcd.print("C");
delay(2000);
lcd.clear();
```

24. Το μήνυμα “Humidity”, η μέτρηση της υγρασίας από τον αισθητήρα DHT11 και το σύμβολο “%” εκτυπώνονται στο Serial Monitor.

```
Serial.print("Humidity: ");
Serial.print(humidity);
Serial.print("%\t");
```

25. Ο πρώτος χαρακτήρας του μηνύματος “Humidity” τυπώνεται στην 1η στήλη και 1η σειρά της οθόνης LCD. Ακόμα εκτυπώνονται η τιμή της υγρασίας και το σύμβολο “%” όλα στην πρώτη σειρά της οθόνης. Η οθόνη παραμένει ενεργή για 2 δευτερόλεπτα και στη συνέχεια καθαρίζεται.

```
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Humidity ");
lcd.print(humidity);
lcd.print("%");
delay(2000);
lcd.clear();
```

26. Το μήνυμα “CO value” και η μέτρηση από τον αισθητήρα MQ7 εκτυπώνονται στο Serial Monitor.

```
Serial.print("CO value: ");
Serial.println(co_value);
```

27. Σε αυτήν τη συνθήκη `if`, αν η τιμή της μέτρησης του αισθητήρα MQ7 είναι μικρότερη από 800, τότε στο Serial Monitor εμφανίζεται το μήνυμα “Clean Air”. Στην 1η στήλη και 1η γραμμή της οθόνης LCD γράφεται ο πρώτος χαρακτήρας του μηνύματος “CO Value” και στην ίδια σειρά και η τιμή της μέτρησης του μονοξειδίου του άνθρακα. Ο πρώτος χαρακτήρας του μηνύματος “Clean Air” γράφεται στην 1η στήλη και 2η γραμμή της οθόνης. Το μήνυμα παραμένει ενεργό για 2 δευτερόλεπτα και στη συνέχεια η οθόνη καθαρίζει.

```

if(co_value<800)
{
  Serial.println("Clean Air");

  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("CO Value: ");
  lcd.print(co_value);
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Clean Air");
  delay(2000);
  lcd.clear();
}

```

28. Αλλιώς, αν η τιμή της μέτρησης του CO είναι μεγαλύτερη του 800, τότε στο Serial Monitor εκτυπώνεται το μήνυμα “Polluted Air”. Ο πρώτος χαρακτήρας του μηνύματος “CO Value” εκτυπώνεται στην 1η στήλη και 1η σειρά της οθόνης, όπως επίσης και η τιμή της μέτρησης του μονοξειδίου του άνθρακα. Στην 1η στήλη και 2η σειρά της οθόνης LCD εκτυπώνεται ο πρώτος χαρακτήρας του μηνύματος “Polluted Air”. Το μήνυμα παραμένει ενεργό για 2 δευτερόλεπτα και στη συνέχεια η οθόνη καθαρίζει.

```

else if (co_value > 800)
{
  Serial.println("Polluted Air");

  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("CO Value: ");
  lcd.print(co_value);
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Polluted Air");
  delay(2000);
  lcd.clear();
}

```

29. Εάν η τιμή του μονοξειδίου του άνθρακα ξεπεράσει τα 800 ppm στέλνεται προειδοποιητικό μήνυμα στη συσκευή μας με τίτλο “ high co gas value”.

```

  Blynk.logEvent("high_co_gas_value");
}
}

```

→ Ο ολοκληρωμένος κώδικας αναγράφεται παρακάτω:

```
// Fill in information of the 'Device Info' from the Blynk template
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL46I2r5910"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Air quality monitoring"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "3nGjOoqo62k8YiRIoqZid5bStTCyzjHK"

//Include libraries
#include <ESP8266WiFi.h> //Library for the ESP8266
#include <BlynkSimpleEsp8266.h> //Library for the Blynk connection

#include <DHT.h> //Library for DHT sensors
#include <Wire.h> //This library allows you to communicate with I2C devices.
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //Library for the LCD monitor

//Define
#define dhtPin 2 //Digital pin D4 connected to the DHT sensor
#define dhtType DHT11 //Select the type of DHT sensor
DHT dht(dhtPin, dhtType); //Initialize the DHT11 sensor

//Define the WiFi credentials and authorization token
char auth[] = BLYNK_AUTH_TOKEN;
char ssid[] = "*****"; //Enter your WIFI name
char pass[] = "*****"; //Enter your WIFI password

BlynkTimer timer; //This tells the compiler that we want to create a BlynkTimer object called
timer.

//This is that name that will be used to refer to the timer object within the rest of your code.

//Set the LCD address to 0x27 for a 16 columns/chars and line display
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

//Declare the variables
float humidity; //Humidity in %
```

```
float temperature; //Temperature in celsius

int co_value;

const int AOUTpin=0;//the AOUT pin of the MQ-7 sensor goes into analog pin A0 of the ESP

// Create customized char (degrees)
byte degree_symbol[8] =
    {
        0b00111,
        0b00101,
        0b00111,
        0b00000,
        0b00000,
        0b00000,
        0b00000,
        0b00000
    };

//Receive data from Blynk app and send them to D7 pin of ESP8266
//Switch on/off the LED
BLYNK_WRITE(V3) {
    digitalWrite(D7, param.asInt());
}
void sendSensor()
{
    temperature = dht.readTemperature(); //read temperature from the DHT11 sensor
    humidity = dht.readHumidity();      //read humidity from the DHT11 sensor
    co_value= analogRead(AOUTpin);      //reads the analog value from the MQ-7 sensor's AOUT pin

    //Check if all the values are read correctly, if not try again
    if (isnan(humidity) || isnan(temperature)) {
        Serial.println("Reading DHT sensor failed!");
    }
}
```

```

    return; //end the loop function
}

//Send datastream to the Blynk dashboard from the ESP8266
Blynk.virtualWrite(V0, temperature); //send temperature value to the virtual pin V0 Blynk
dashboard
Blynk.virtualWrite(V1, humidity); //send humidity value to the virtual pin V1 Blynk dashboard
Blynk.virtualWrite(V2, co_value); //send co_value value to the virtual pin V2 Blynk dashboard
}
void setup() {
  Serial.begin(115200); //Initialize the Serial communication (baud rate =115200)

  dht.begin(); //Initialize the DHT sensor

  pinMode(D7, OUTPUT); //Specify the D7 pin (Led) to behave as an output
  Blynk.begin(auth, ssid, pass, "blynk.cloud", 80); //Connect to the Blynk template with the correct
credentials

  timer.setInterval(2000L, sendSensor); //call the sendSensor() function every 2 seconds

  lcd.init(); //Initialize the LCD
  lcd.backlight(); //Turn on the backlight

  //To display a message on the screen, first you need to set the cursor
  //to where you want the message to be written.
  lcd.setCursor(3,0); //the message's first character is displayed in the 4th column and 1st line
  lcd.print("Air Quality"); //this message is displayed on the LCD
  lcd.setCursor(3,1);
  lcd.print("Monitoring");
  delay(2000); //the message is displayed for 2 seconds
  lcd.clear(); //it clears the display
}
void loop() {

```

```
Blynk.run(); //Perform a handshake with the Blynk server  
timer.run(); //Call Blynk Timer object
```

```
//Print the temperature value to the Serial monitor
```

```
Serial.print("Temperature: ");  
Serial.print(temperature);  
Serial.print("°C");  
Serial.println();
```

```
//Print the temperature value to the LCD monitor
```

```
lcd.setCursor(0,0);  
lcd.print("Temperature ");  
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.print(temperature);  
lcd.setCursor(6,1);  
lcd.write(1);  
lcd.createChar(1, degree_symbol);  
lcd.setCursor(7,1);  
lcd.print("C");  
delay(2000);  
lcd.clear();
```

```
//Print the humidity value to the Serial monitor
```

```
Serial.print("Humidity: ");  
Serial.print(humidity);  
Serial.print("%\t");
```

```
//Print the humidity value to the LCD monitor
```

```
lcd.setCursor(0, 0);  
lcd.print("Humidity ");  
lcd.print(humidity);  
lcd.print("%");  
delay(2000);
```

```

lcd.clear();

//Print the CO value to the Serial Monitor
Serial.print("CO value: ");
Serial.println(co_value); //prints the CO value

// //Print to the Serial monitor and LCD the message 'Clean Air' or else 'Polluted Air'
if(co_value<800)
{
  Serial.println("Clean Air");
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("CO Value: ");
  lcd.print(co_value);
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Clean Air");
  delay(2000);
  lcd.clear();
}
else if (co_value > 800)
{
  Serial.println("Polluted Air");
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("CO Value: ");
  lcd.print(co_value);
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Polluted Air");
  delay(2000);
  lcd.clear();

  Blynk.logEvent("high_co_gas_value"); //Trigger new event ("high_co_gas_value") when the CO
gas value is greater than 800ppm
}
}

```


4.3.4. Υλοποίηση του Πρότυπου Συσκευής (Device Template) της εφαρμογής Smart Home με χρήση λογισμικού Blynk

Αφού γίνει η εγγραφή και η σύνδεση είτε στο Blynk Console (web) είτε στο Blynk Apps, δηλαδή σύνδεση μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή ή κινητής συσκευής αντίστοιχα, ακολουθούν τα παρακάτω βήματα με σκοπό τη διαμόρφωση ενός προτύπου συσκευής για την υλοποίηση της εφαρμογής του έξυπνου σπιτιού.

Τμηματική ανάλυση του πως στήνουμε το Πρότυπο Συσκευής μέσω Blynk.

1. Αρχικά κάνοντας κλικ στην επιλογή **New Template** ανοίγει το παράθυρο που φαίνεται στην παρακάτω εικόνα όπου συμπληρώνουμε τα απαραίτητα στοιχεία του πρότυπου μας, όπως το όνομα, τον τύπο του Arduino board που θα χρησιμοποιήσουμε καθώς και τον τρόπο σύνδεσης. Πατώντας Done ολοκληρώνουμε την πρώτη αυτή διαδικασία.

Εικόνα 4.3.4 1: Δημιουργία New Template στο Blynk web

2.
 - a. Στη συνέχεια ξεκινάμε τη δημιουργία των datastreams (καρτέλες) ξεχωριστά για κάθε μέγεθος που μετράμε επιλέγοντας στην οθόνη **New Datastream**, με πρώτη καρτέλα αυτή του μεγέθους της θερμοκρασίας (Temperature). Όπως φαίνεται και στην εικόνα συμπληρώνουμε το όνομα της καρτέλας, το χρώμα με το οποίο θα απεικονίζεται, το Virtual pin που θα της αντιστοιχεί, τον τύπο των δεδομένων (στην προκειμένη περίπτωση επιλέξαμε double που σημαίνει ότι ο αριθμός μπορεί να είναι θετικός, αρνητικός, ακέραιος ή δεκαδικός), τη μονάδα μέτρησης (στην προκειμένη περίπτωση είναι οι βαθμοί Κελσίου) και μια προκαθορισμένη, ελάχιστη και μέγιστη τιμή. Πατώντας Save ολοκληρώνεται η επεξεργασία της καρτέλας.

The screenshot shows the 'Virtual Pin Datastream' configuration window. The 'NAME' field is 'Temperature' and the 'ALIAS' field is also 'Temperature'. The 'PIN' is set to 'V0' and the 'DATA TYPE' is 'Double'. The 'UNITS' are set to 'Celsius, °C'. The 'MIN' value is 0, the 'MAX' value is 100, the 'DECIMALS' are set to '###', and the 'DEFAULT VALUE' is 0. There is an 'ADVANCED SETTINGS' button and 'Cancel' and 'Save' buttons at the bottom right.

Εικόνα 4.3.4 2: Δημιουργία καρτέλας για το μέγεθος της θερμοκρασίας

- b. Ίδια διαδικασία ακολουθούμε για την καρτέλα του μεγέθους της υγρασίας (Humidity) με μόνες διαφορές την επιλογή του εικονικού pin V1 και τη μονάδα μέτρησης που θα είναι το ποσοστό %.

The screenshot shows the 'Virtual Pin Datastream' configuration window for Humidity. The 'NAME' field is 'Humidity' and the 'ALIAS' field is also 'Humidity'. The 'PIN' is set to 'V1' and the 'DATA TYPE' is 'Double'. The 'UNITS' are set to 'Percentage, %'. The 'MIN' value is 0, the 'MAX' value is 100, the 'DECIMALS' are set to '###', and the 'DEFAULT VALUE' is 0. There is an 'ADVANCED SETTINGS' button and 'Cancel' and 'Save' buttons at the bottom right.

Εικόνα 4.3.4 3: Δημιουργία καρτέλας για το μέγεθος της υγρασίας

- c. Ακολούθως δημιουργούμε την καρτέλα του μεγέθους του διοξειδίου του άνθρακα (CO Value) όπου χρησιμοποιούμε το εικονικό pin V2, τον ακέραιο τύπο δεδομένων, τη μονάδα μέτρησης parts per million (ppm) και τη μέγιστη τιμή που θέτουμε στα 2000 ppm.

Virtual Pin Datastream

NAME: CO Value ALIAS: CO Value

PIN: V2 DATA TYPE: Integer

UNITS: Parts Per Million, ppm

MIN: 0 MAX: 2000 DEFAULT VALUE: 0

+ ADVANCED SETTINGS

Cancel Save

Εικόνα 4.3.4 4: Δημιουργία καρτέλας για το μέγεθος του μονοξειδίου του άνθρακα

- d. Τελευταίο datastream που δημιουργούμε είναι αυτό για τον λαμπτήρα LED, όπου σαν ψηφιακό pin εξόδου επιλέγουμε το pin 7.

Digital Datastream

NAME: Switch Led ALIAS: Switch Led

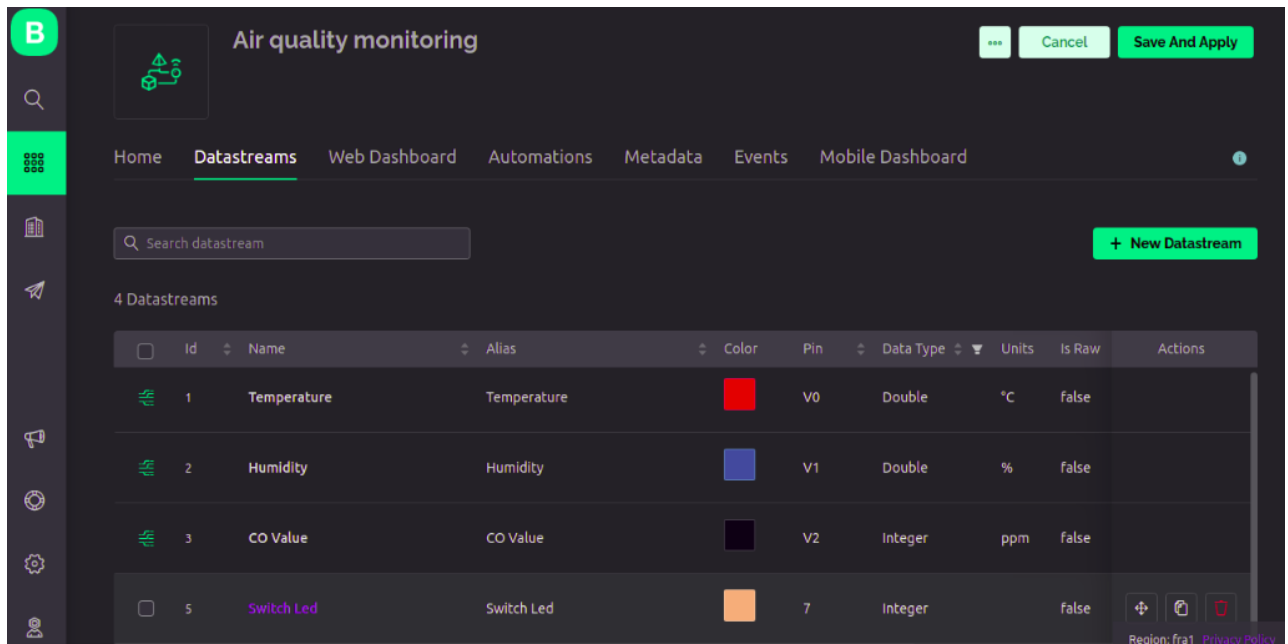
PIN: 7 PIN MODE: Output

+ ADVANCED SETTINGS

Cancel Create

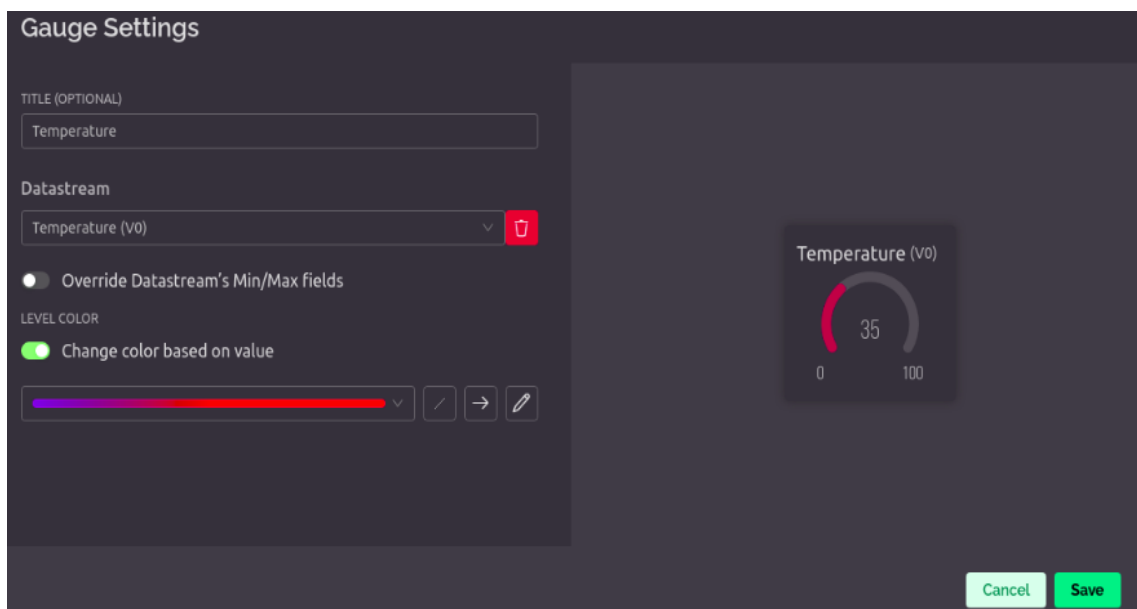
Εικόνα 4.3.4 5: Δημιουργία καρτέλας για τον διακόπτη LED

- e. Η ολοκληρωμένη καρτέλα με τα datastreams και οι βασικές πληροφορίες για το κάθε μέγεθος που χρησιμοποιούμε φαίνονται παρακάτω:

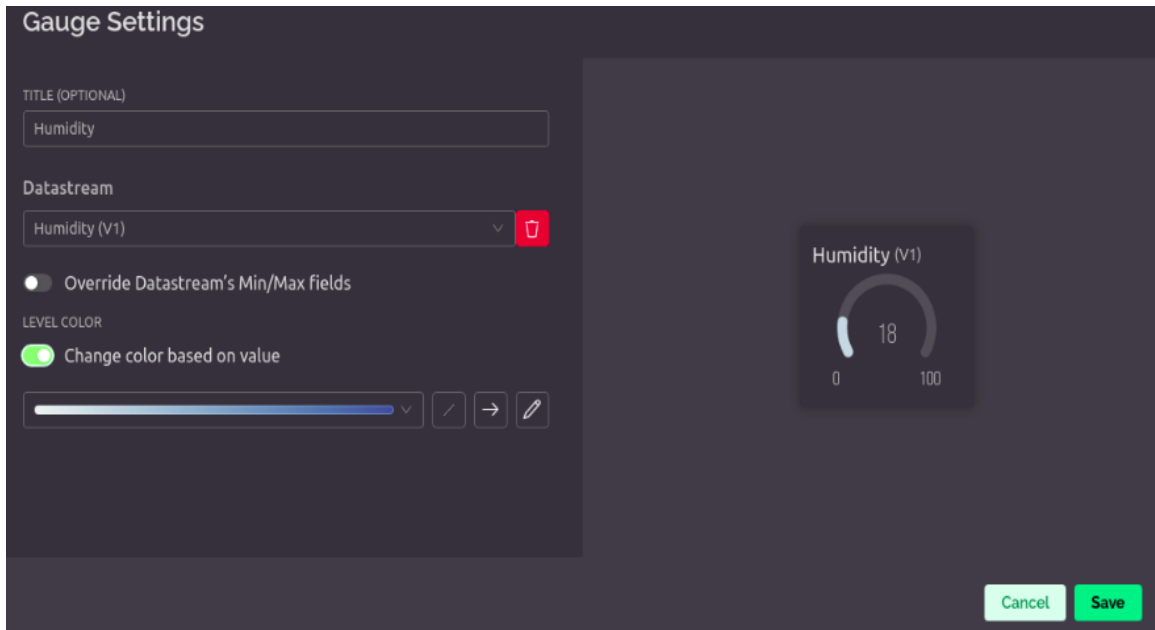


Εικόνα 4.3.4 6: Ο ολοκληρωμένος πίνακας με τα Datastreams

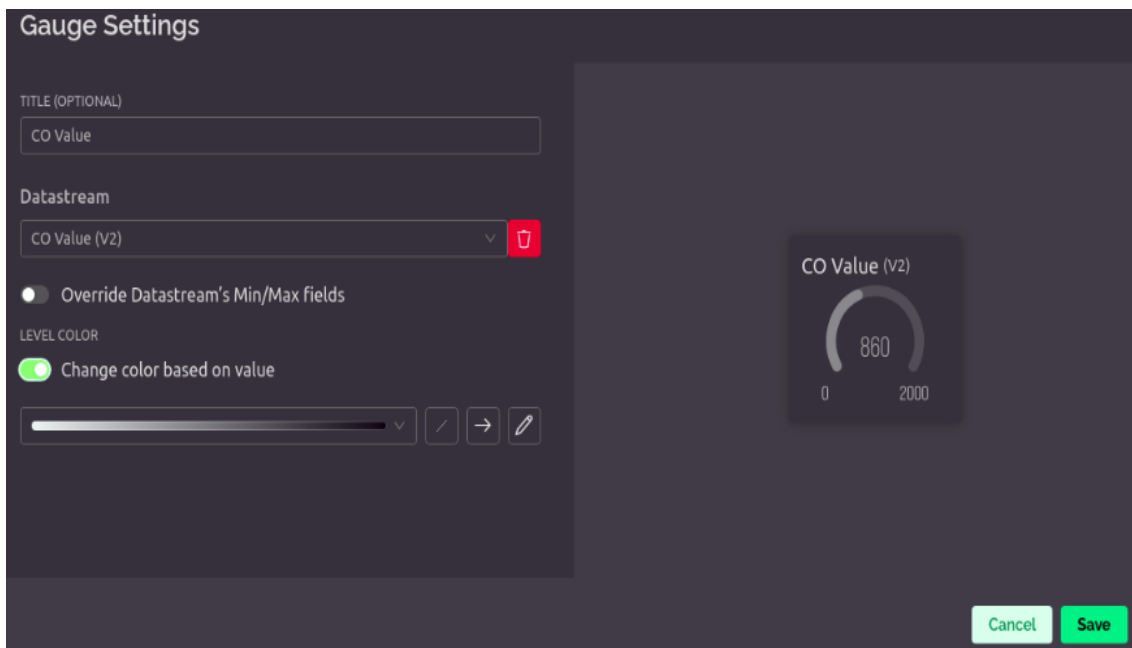
3. Για να σχηματίσουμε το Dashboard (πίνακας ελέγχου) δημιουργούμε μια καρτέλα μετρητή (Gauge) για το κάθε μέγεθος όπου πάνω θα αναγράφεται το όνομα, το χρώμα με το οποίο απεικονίζεται, η ελάχιστη και μέγιστη τιμή, το εικονικό ή ψηφιακό pin που αντιστοιχεί στο καθένα και η μονάδα μέτρησης του μεγέθους.



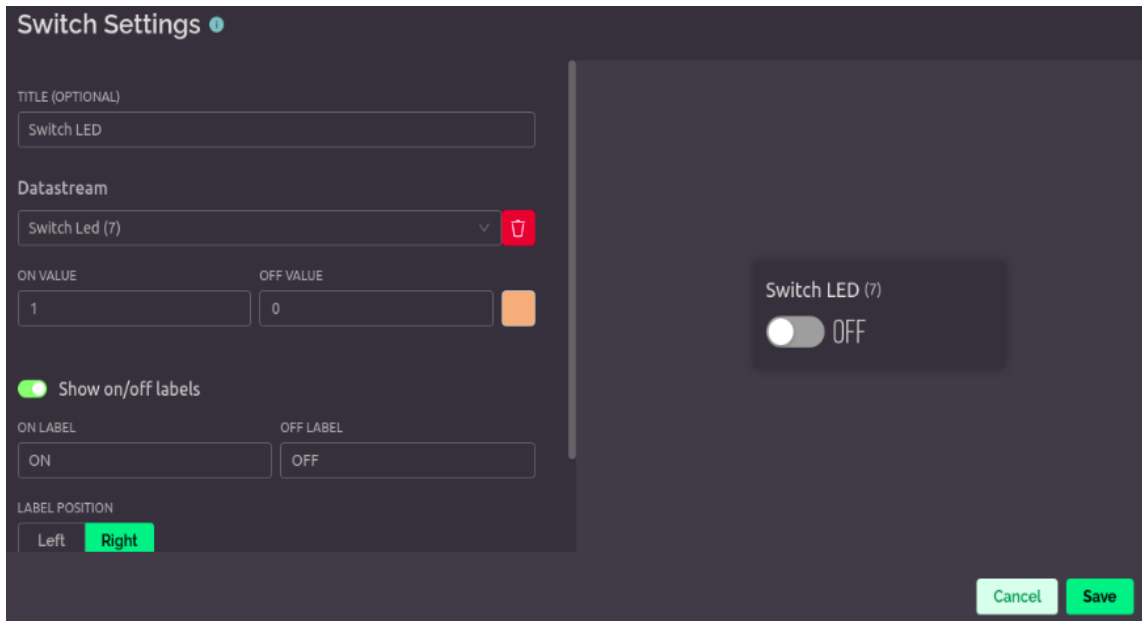
Εικόνα 4.3.4 7: Η καρτέλα μετρητή για το μέγεθος της θερμοκρασίας



Εικόνα 4.3.4 8: Η καρτέλα μετρητή για το μέγεθος της υγρασίας

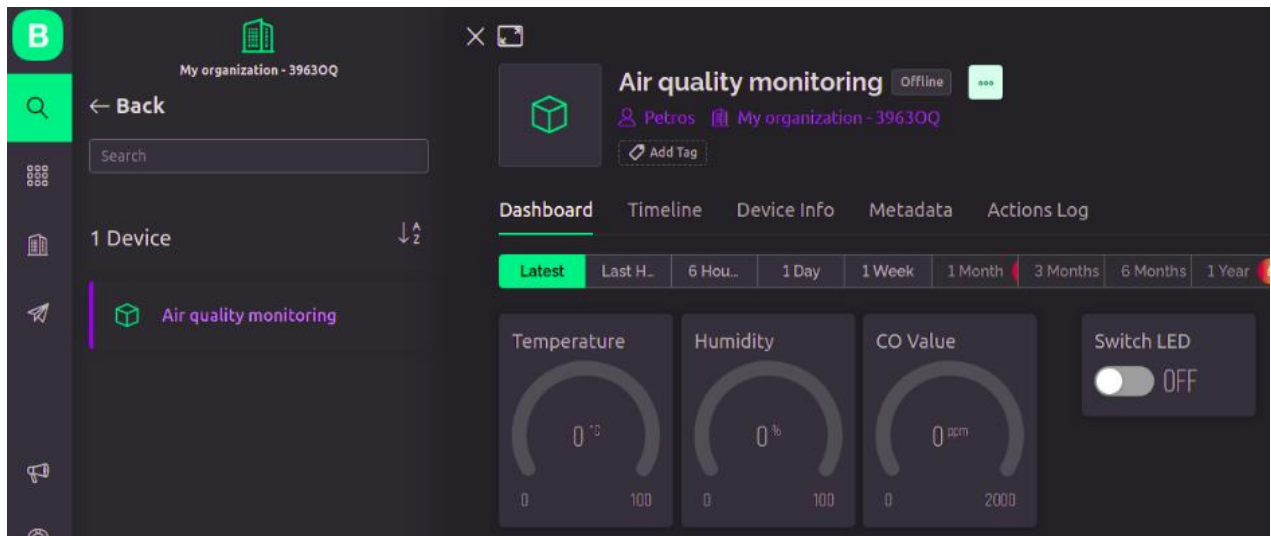


Εικόνα 4.3.4 9: Η καρτέλα μετρητή για το μέγεθος του διοξειδίου του άνθρακα



Εικόνα 4.3.4 10: Η καρτέλα με τις ρυθμίσεις του διακόπτη LED

Το ολοκληρωμένο dashboard φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 4.3.4 11: Ο ολοκληρωμένος πίνακας του Dashboard

4. Το επόμενο βήμα μετά την ολοκλήρωση του Dashboard είναι η Δήλωση Log Event για την περίπτωση που η μέτρηση του διοξειδίου του άνθρακα ξεπεράσει τα επιθυμητά επίπεδα. Έτσι στέλνεται προειδοποιητικό μήνυμα στο email του χρήστη αλλά και σαν ειδοποίηση στο κινητό με τίτλο “Warning: Polluted air! High co gas value!”.

High CO gas value

General **Notifications**

Enable notifications

Default recipients

E-MAIL TO
Device Owner ×

PUSH NOTIFICATIONS TO
Device Owner ×

SMS TO
Select contact

Deliver push notifications as alerts
When turned on, push notifications will use critical alert sounds. End-users will need to turn this setting on in their app settings. They can also change a sound.

Cancel Save

High CO gas value

General **Notifications**

EVENT NAME: High CO gas value

EVENT CODE: high_co_gas_value

TYPE: Info **Warning** Critical Content

DESCRIPTION (OPTIONAL):
Polluted air! High CO gas value!
32 / 300

Limit

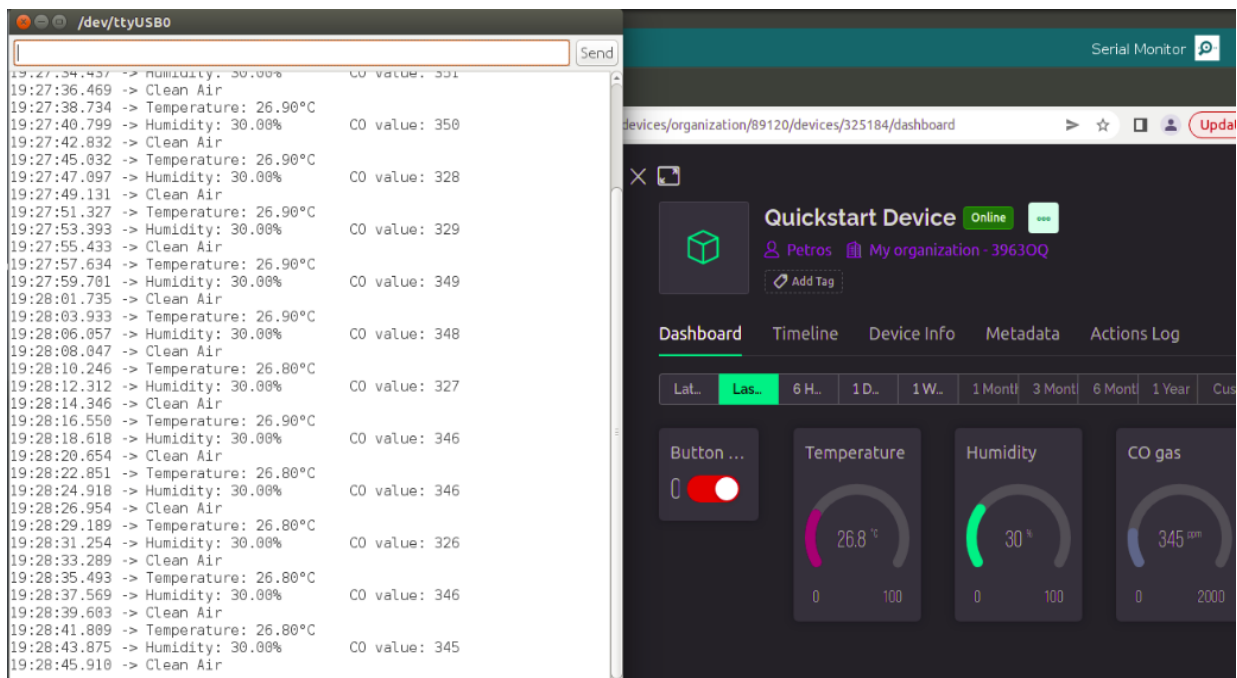
Cancel Save

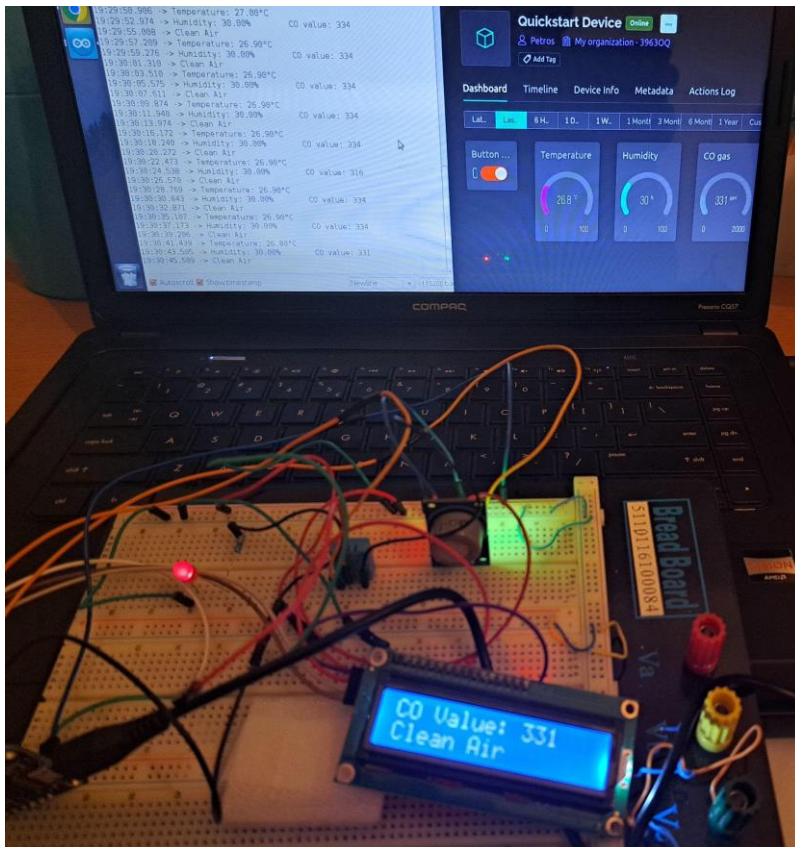
Εικόνα 4.3.4 12: Δήλωση Event και δημιουργία προειδοποιητικού μηνύματος

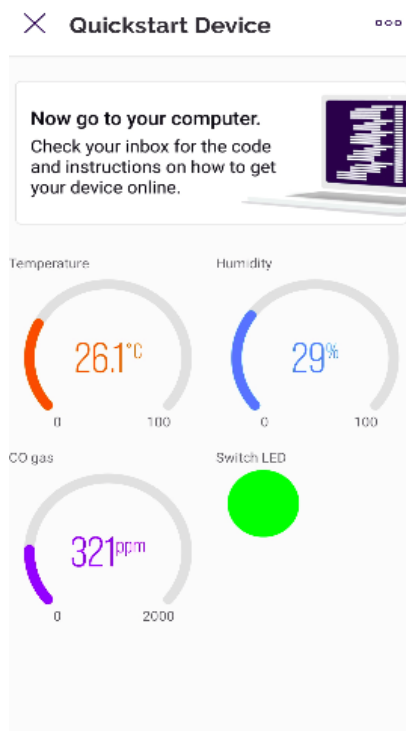
Την ίδια σειρά βημάτων ακολουθούμε και αν συνδεθούμε στην εφαρμογή του Blynk από το κινητό.

4.4. Πειραματική διαδικασία

Αφού ολοκληρώσουμε το Blynk Template με τις απαραίτητες ρυθμίσεις του σειρά έχει να τρέξουμε τον κώδικα που έχουμε συντάξει στο Arduino IDE. Αυτό προϋποθέτει, καθώς βρισκόμαστε στο περιβάλλον του Arduino IDE, αρχικά να μεταγλωττίσουμε τον κώδικα επιλέγοντας το εικονίδιο Verify/Compile για να ανιχνευτούν τυχόν σφάλματα που μπορεί να προέκυψαν από τη σύνταξη του. Ακολούθως, και έχοντας συνδέσει μέσω του καλωδίου USB τον ESP8266 και κατ' επέκταση όλο το κύκλωμα με τον υπολογιστή, επιλέγουμε να κάνουμε Upload με σκοπό να μεταφορτώσουμε τον κώδικα στο μικροελεγκτή. Εφόσον ο κώδικας έχει σωστή σύνταξη και σειρά εντολών οι αισθητήρες παίρνουν σωστά τις μετρήσεις και οι τιμές τους απεικονίζονται με τον τρόπο που περιγράφουν οι εντολές στην οθόνη LCD. Στις παρακάτω εικόνες φαίνονται τα τελικά αποτελέσματα της εφαρμογής που υλοποιήσαμε. Οι μετρήσεις και οι τιμές των μεγεθών απεικονίζονται στο Serial Monitor του Arduino IDE, στο web και mobile dashboard του Blynk και στην οθόνη LCD που συνδέσαμε στο κύκλωμα μας.







Εικόνα 4.4 1: Τα αναλυτικά αποτελέσματα της εφαρμογής smart home

Επίλογος

Συμπεραίνοντας, για την υλοποίηση της εφαρμογής του smart home επιλέξαμε τον Arduino ESP8266 και κάποιους αισθητήρες για να δείξουμε πως ένας μικροελεγκτής μπορεί να δέχεται ερεθίσματα από τους αισθητήρες που μετρούν κάποια μεγέθη και πως μπορούν αυτά να απεικονιστούν σε μια οθόνη που συνδέεται επίσης στο κύκλωμα που δημιουργήσαμε. Οι μετρήσεις της θερμοκρασίας, της υγρασίας και των επιπέδων διοξειδίου του άνθρακα μπορούν να βοηθήσουν εξαιρετικά έναν κάτοχο έξυπνου σπιτιού στον πραγματικό κόσμο καθώς του προσφέρουν τη δυνατότητα να ελέγχει αλλά και να ρυθμίζει ο ίδιος τις συνθήκες διαβίωσης στο χώρο του. Στην οθόνη του κινητού του τηλεφώνου, που αντιστοιχεί στην οθόνη LCD που συνδέσαμε στο κύκλωμα μας, μπορεί ο χρήστης να παρατηρεί εξ αποστάσεως τις ενδείξεις των έξυπνων συσκευών που έχει συνδέσει στο σπίτι του, οι οποίες αντιστοιχούν στους αισθητήρες που χρησιμοποιούμε στην εφαρμογή μας. Η παρούσα εργασία καταλήγοντας, προσομοιάζει μια πραγματική σύνδεση συσκευών που επικοινωνούν μεταξύ τους στο περιβάλλον ενός έξυπνου σπιτιού. Φαίνεται ακόμη πόσο προσιτή είναι μια κατασκευή ενός τέτοιου κυκλώματος που με το συνδυασμό κατάλληλου λογισμικού, κώδικα εντολών και αισθητήρων, από το τεράστιο φάσμα που κυκλοφορεί στην αγορά των ηλεκτρονικών ειδών, μπορεί οποιαδήποτε καινοτόμα ιδέα που βασίζεται σε νέες τεχνολογίες και αυτοματισμούς να γίνει πράξη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] <https://www.thespruce.com/what-is-a-smart-home-5442844>
- [2] <https://www.infineon.com/cms/en/discoveries/smart-home-basics/>
- [3] <https://eta.gr/el/catalog/product/e3ypno-spiti-smart-house/>
- [4] <https://www.whichhomeautomation.com/blog/best-home-automation-ideas/>
- [5] <https://www.safewise.com/faq/home-automation/home-automation-benefits/>
- [6] <https://apothesis.lib.hmu.gr/bitstream/handle/20.500.12688/9580/MaragkakisGeorgios2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [7] <https://latestintech.com/what-are-the-benefits-of-having-a-smart-home/>
- [8] <https://exametc.com/magazine/details.php?id=456>
- [9] https://www.99acres.com/articles/advantages-and-disadvantages-of-a-smart-home.html#Internet_dependency
- [10] <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=110418>
- [11] <https://www.healthxchange.sg/children/parenting-tips/children-tech-devices-dangers>
- [12] <https://www.rambus.com/iot/smart-home/>
- [13] <https://www.wevolver.com/article/smart-home-security-security-and-vulnerabilities>
- [14] <https://www.makeuseof.com/smart-home-protocols/>
- [15] <https://en.wikipedia.org/wiki/Z-Wave>
- [16] <https://iotdesignpro.com/articles/why-zigbee-still-dominating-protocol-for-home-industrial-automation>
- [17] <https://www.link-labs.com/blog/bluetooth-vs-bluetooth-low-energy>
- [18] <https://www.techtarget.com/searchnetworking/definition/network-topology>
- [19] <https://www.javatpoint.com/what-is-mesh-topology>
- [20] <https://www.geeksforgeeks.org/advantage-and-disadvantage-of-mesh-topology/>
- [21] <https://www.tutorialspoint.com/advantages-and-disadvantages-of-star-topology#>
- [22] <https://www.computerhope.com/jargon/r/ringtopo.htm>
- [23] <https://beginnersbook.com/2022/09/what-is-tree-topology/>
- [24] <https://www.heavy.ai/technical-glossary/embedded-systems>
- [25] <https://el.alegsaonline.com/art/31068>
- [26] <https://www.digi.com/blog/post/examples-of-embedded-systems>
- [27] <https://www.geeksforgeeks.org/microcontroller-and-its-types/>
- [28] <https://www.educba.com/microcontroller-architecture/>

- [29] <https://embeddedschool.in/different-types-of-microcontroller-programming-used-in-embedded-systems/>
- [30] <https://www.iceet.com/microcontroller/>
- [31] <https://learn.sparkfun.com/tutorials/what-is-an-arduino/all>
- [32] <https://indico.cern.ch/event/1068475/contributions/4493027/attachments/2296022/3904870/Arduino%20.pdf>
- [33] <https://www.farnell.com/datasheets/1682209.pdf>
- [34] <https://learn.sparkfun.com/tutorials/what-is-an-arduino/all>
- [35] <https://www.rs-online.com/designspark/basics-of-arduino-nano>
- [36] <https://www.ijstr.org/final-print/jan2020/Role-Of-Arduino-In-Real-World-Applications-.pdf>
- [37] <https://www.make-it.ca/nodemcu-details-specifications/>
- [38] <https://lastminuteengineers.com/esp8266-pinout-reference/>
- [39] <https://www.instructables.com/I2C-With-the-ESP8266-01-Exploring-ESP8266Part-1/>
- [40] <https://randomnerdtutorials.com/esp-now-esp8266-nodemcu-arduino-ide/>
- [41] <https://www.espressif.com/en/solutions/low-power-solutions/esp-now>
- [42] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8627223/>
- [43] <https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/references/how-to-use-a-breadboard#what-breadboard>
- [44] https://lastminuteengineers.com/esp8266-i2c-lcd-tutorial/#google_vignette
- [45] <https://startingelectronics.org/beginners/arduino-tutorial-for-beginners/arduino-DHT11-sensor-tutorial/>
- [46] <https://www.pololu.com/product/1482>
- [47] <https://components101.com/sensors/dht11-temperature-sensor>
- [48] <https://www.circuits-diy.com/mq7-carbon-monoxide-co-gas-sensor-module/>
- [49] <https://docs.arduino.cc/software/ide-v1/tutorials/arduino-ide-v1-basics#serial-monitor>
- [50] <https://randomnerdtutorials.com/how-to-install-esp8266-board-arduino-ide/>
- [51] <https://docs.blynk.io/en/>