



```
bashίστες_
```



## Αναφορά υλοποίησης Project preΣΦΗΜΜΥ 3 Position Defined Controller (PDC)

Ομάδα εργασίας: Βαϊλάκης Απόστολος, Κριθαράκης Εμμανουήλ, Σπυριδάκης Χρήστος, Φωτάκης Τζανής, Χαλκιαδάκης Εμμανουήλ

# Κεφάλαιο Πρώτο

## Ιδέα

Τι είναι για εσάς ένα smart house;

Πρόκειται για ένα πλήρες αυτοματοποιημένο σπίτι το οποίο ελαχιστοποιεί την ανθρώπινη δραστηριότητα διευκολύνοντας την διαβίωση σε αυτό, επιτρέποντας έτσι στον άνθρωπο να δαπανά τον πολύτιμο χρόνο του σε δραστηριότητες που από την φύση του είναι καλός, δηλαδή, στο να σκέφτεται.

Πώς το project σας συνδέεται με το smart house;

Το project αποτελεί ένα τρόπο χειρισμού των "έξυπνων" συσκευών του σπιτιού.

Σε ποιον/ποιους από τους 6 θεματικούς άξονες εντάσσεται το project σας;

- Έλεγχος - επικοινωνία συσκευών- IoT
- Γενικότερα projects γύρω από οικιακές συσκευές καθημερινής χρήσης

Πείτε μας λίγα λόγια για την ιδέα σας (περιγράψτε μας την ιδέα σας).

Το PDC πρόκειται για ένα ενσωματωμένο σύστημα, το οποίο αποτελεί ένα φυσικό χειριστήριο IoT συσκευών. Με τα τωρινά δεδομένα, ένα πολύ μεγάλο ποσοστό των IoT και smart house συσκευών προσφέρουν στον χρήστη πολλές δυνατότητες όπως τον χειρισμό τους μέσω κάποιου site ή κάποιας εφαρμογής αλλά παρ' όλα αυτά δεν αποδίδουν την αμεσότητα του φυσικού χειρισμού. Αυτό το κενό έρχεται να καλύψει το PDC. Σαν χειριστήριο προσφέρει στον χρήστη για των χειρισμό των συσκευών ενός δωματίου 3 κουμπιά, ένα Rotary Encoder και ένα 6-axis sensor τα οποία μπορούν να καλύψουν κάθε ανάγκη του για χειρισμό ακολουθώντας, πάντα, ένα μινιμαλιστικό design.

Αυτό που το διαφοροποιεί από όλα τα υπόλοιπα χειριστήρια είναι η δυνατότητα του να εντοπίζει το δωμάτιο του σπιτιού στο οποίο βρίσκεται και με βάση αυτή την πληροφορία να επιλέγει ποια συσκευή και ποια συγκεκριμένη παράμετρο της θα ελέγχει το κάθε input του. Ακόμα, μπορούν να τεθούν αυτοματισμοί οι οποίοι ενεργοποιούνται μόλις το χειριστήριο βρεθεί σε κάποιο δωμάτιο ή φύγει από αυτό.

Γιατί επιλέξατε αυτή την ιδέα;

Η επιλογή της ιδέας αυτής ήταν προφανής διότι είναι κάτι που κάθε μέλος της ομάδας θα ήθελε να έχει στο ιδανικό του σπίτι. Επίσης, η δυναμικότητα που μπορεί να προσφέρει σαν προϊόν είναι πολύ ενδιαφέρουσα, αφού μπορεί να ρυθμιστεί ακριβώς στις ανάγκες του κάθε χρήστη.

Πού μπορεί να χρησιμοποιηθεί;

Σε οποιοδήποτε σπίτι ή χώρο το οποίο περιλαμβάνει τουλάχιστον μία ή παραπάνω έξυπνες συσκευές.

## Προετοιμασία από πριν

Ποια υλικά χρησιμοποιήθηκαν;

Για την υλοποίηση του χειριστηρίου χρησιμοποιήθηκαν

- 1 x ESP8266-12F AVR Microcontroller + WiFi module
- 1 x Mechanical Rotary Encoder with Push Button
- 2 x IR Receivers
- 1 x MPU6050 6-Axis Sensor
- 2 x Push Buttons
- 1 x Voltage Regulator
- 1 x Li-Ion USB Charger and Boost Converter
- 1 x Li-Ion 4.2V Cell (Type 18650)
- 1 x Power Switch
- 1 x RGB Serial LED (Adafruit Neopixel)
- 1 x 220μF/25Volt Capacitor for Electromagnetic Noise Cancelling
- 2 x Prototype PCBs 50x70mm
- 1 x Μαύρο Κουτί

Για την υλοποίηση του IR-Transmitter χρησιμοποιήθηκαν

- 1 x 4-bit DIP Switch
- 1 x 2-bit DIP Switch
- 1 x NPN Transistor KSP2222
- 1 x Prototype PCB
- 4 x AA Batteries
- 1 x Battery Case
- 2 x IR Transmitter
- 1 x RGB LED
- 1 x 16MHz Crystal
- 2 x 22pf Capacitors
- 14 x Resistors
- 1 x Push Button
- 1 x 10μF/25Volt Capacitor
- 1 x ATMEGA328P Microcontroller

Πώς αυτά συνδυάστηκαν μεταξύ τους;

**Controller :**

Στην καρδιά του PDC βρίσκεται το ESP8266, ένα MCU που τρέχει στα 160mhz χρησιμοποιώντας τον L106 32-bit RISC μικρο-επεξεργαστή. Το πακέτο του ESP8266 έρχεται με ενσωματωμένο WiFi adapter κάνοντάς το ιδανικό για αυτό το project. Γύρω από το κεντρικό MCU βρίσκονται πληθώρα IO για την αλληλεπίδραση του χειριστηρίου με τον χρήστη.

Το πιο προφανές IO είναι ο rotary encoder / push button που βρίσκεται στο πάνω μέρος του χειριστηρίου. Με αυτόν ο χρήστης μπορεί να αυξομειώσει μεταβλητές συσκευές όπως φώτα ή ένταση ενισχυτών, δίνοντάς του μια αμεσότητα στον χειρισμό. Ακόμη η ροδέλα του χειριστηρίου αποτελεί από μόνη της έναν διακόπτη που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως toggle συσκευών ή ως κάτι εντελώς διαφορετικό. Στην δική μας περίπτωση ο διακόπτης αυτός χρησιμοποιείται για την ενεργοποίηση του γυροσκοπίου.

Το γυροσκόπιο (και επιταχυνσιόμετρο) είναι συνδεδεμένο με το MCU της συσκευής χρησιμοποιώντας πρωτόκολλο I<sup>2</sup>C, και μπορεί και αυτό να χρησιμοποιηθεί με πολλούς τρόπους (gestures κλπ). Στο βίντεο του demo χρησιμοποιήθηκε για την ανάθεση των τριών τιμών XYZ ως τιμές RGB σε ένα έγχρωμο φωτιστικό.

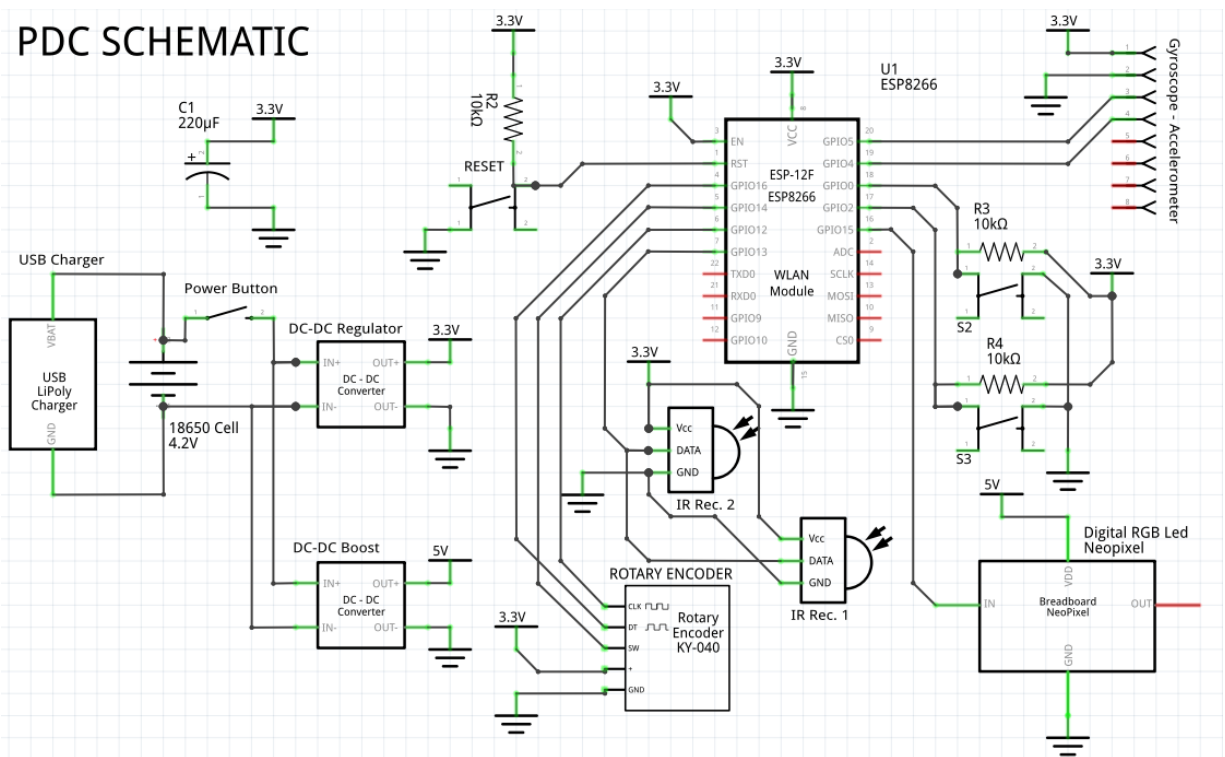
Επόμενα IO στην λίστα είναι και τα δυο pushbuttons που βρίσκονται στην μέση του χειριστηρίου. Αυτά όπως και τα υπόλοιπα IO χειρισμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση διάφορων συσκευών όπως για παράδειγμα φωτιστικά, αυτόματες πόρτες κ.α. Αυτοί οι διακόπτες μαζί με τον διακόπτη του rotary encoder, όπως και το ίδιο το rotary encoder, χρησιμοποιούν interrupt enabled GPIO εισόδους του MCU.

Στο μπροστινό μέρος του χειριστηρίου είναι εμφανή δυο IR Receivers, των οποίων και δουλειά είναι να αναχαιτίζουν τυχόν κωδικούς από τα IR Beacons, και να ενημερώνουν έτσι το χειριστήριο (και αυτό με την σειρά του το OpenHab) για το δωμάτιο στο οποίο βρίσκεται. Τα IR Receivers αυτά βρίσκονται σε γωνία 90° μεταξύ τους για αύξηση του οπτικού τους πεδίου.

Τελευταίο IO στο κάτω μέρος του χειριστηρίου είναι ένα RGB Indicator το οποίο χρησιμοποιείται ως feedback προς τον χρήστη. Ο χρήστης έτσι ενημερώνεται για το δωμάτιο στο οποίο βρίσκεται, για την κατάσταση της σύνδεσης WiFi, και για τα inputs που δέχεται το χειριστήριο.

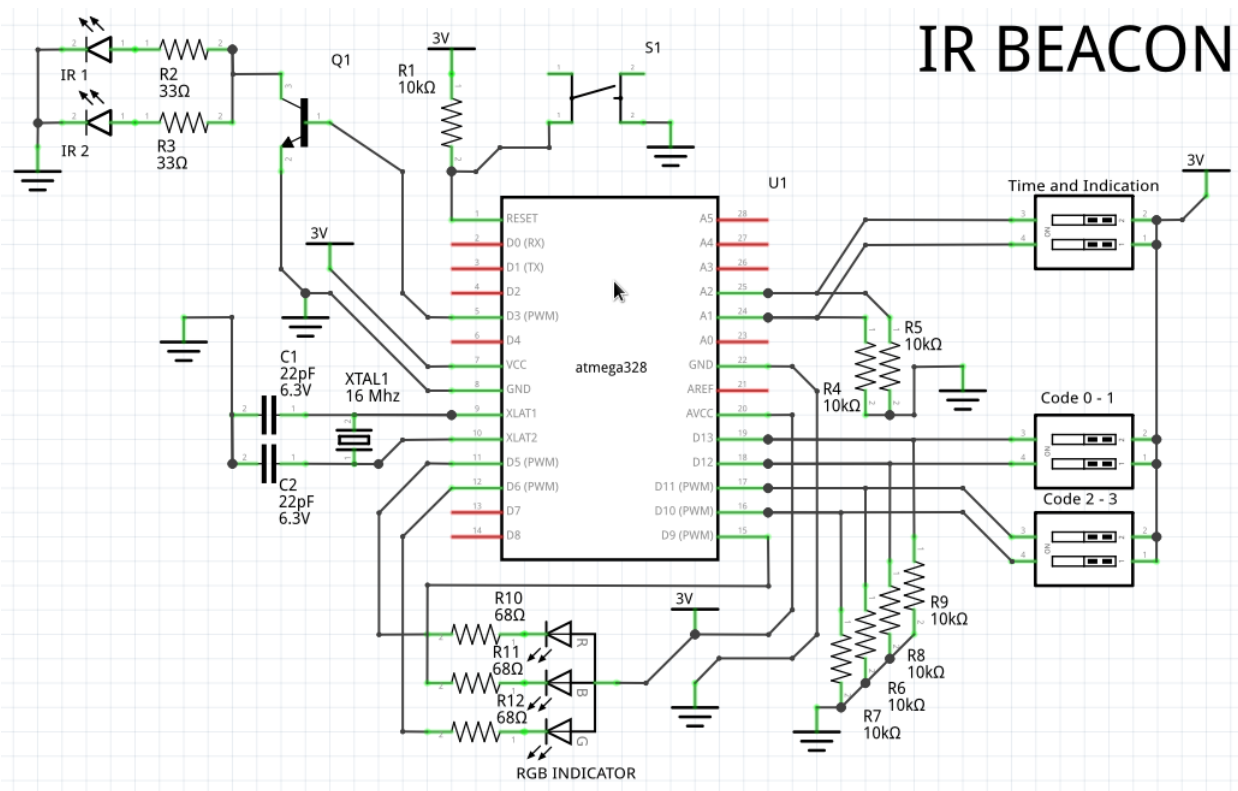
Ενέργεια στο σύστημα τροφοδοτεί μια Li-Ion μπαταρία τύπου 18650 χωρητικότητας 2000mAh στα 4.2 - 3.6 volt. Γι αυτόν το λόγο χρησιμοποιούνται ένα usb module φόρτισης, ένα module ανόρθωσης της τάσης σε 5v για το RGB Led, και ένα module ρύθμισης τάσης στα 3.3 volt για το υπόλοιπο σύστημα. Στο παρακάτω σχηματικό φαίνονται λεπτομερώς όλες οι συνδέσεις.

Τέλος το σύστημα στεγάζεται σε ένα πλαστικό μαύρο hobby box διαστάσεων 55x45x100 mm, χρησιμοποιώντας plexy glass για την ένδειξη του LED, και έναν διακόπτη στο κάτω μέρος του για την ενεργοποίηση/απενεργοποίηση του χειριστηρίου.



## IR Beacons:

Όσον αφορά τους πομπούς υπερύθρων, αυτό που βρισκόταν πάνω τους ήταν ένας AVR microcontroller, συγκεκριμένα ο ATMEGA328P. Σε αυτούς συνδέθηκαν διάφορα dip-switches με τα οποία ο χρήστης θα μπορούσε να επιλέξει ένα από τους διαφορετικούς συνδυασμούς, εξαρτώμενος από την προσωπική "κωδικοποίηση" του χώρου στον οποίο επιθυμεί να το τοποθετήσει. Έτσι πλέον ο κάθε χώρος αποκτά ένα μοναδικό id και για λόγους ευκολίας του χρήστη ένα μοναδικό χρώμα το οποίο εμφανίζεται στο RGB LED το οποίο υπάρχει πάνω στο beacon. Η μοναδική λειτουργία του beacon είναι απλά να στέλνει σήματα χωρίς να λαμβάνει ποτέ feedback, όμως είναι σημαντικό να βρίσκεται σε επιλεγμένα σημεία μέσα στον χώρο ώστε να διασφαλίζεται όσο το δυνατόν περισσότερο ότι τα σήματα αυτά θα τα εκλάβει ο δέκτης ο οποίος θα κάνει έπειτα όλες τις απαραίτητες ενέργειες. Πάνω στον δέκτη υπάρχουν επίσης άλλα δύο dip-switches τα οποία έχουν συγκεκριμένες λειτουργίες. Στο ένα από αυτά καθορίζεται η συχνότητα με την οποία θα στέλνονται τα σήματα από το πομπό, ενώ το άλλο υπάρχει για να επιλέξει ο χρήστης την απενεργοποίηση του LED μετά από μερικά δευτερόλεπτα ώστε να υπάρξει περισσότερη αυτονομία στην μπαταρία.



## Οργάνωση ομάδας - Καταμερισμός εργασιών

Υπήρξε καταμερισμός των εργασιών;

Ο καταμερισμός των εργασιών ήταν πλέον απαραίτητος για την εκπόνηση ενός project τέτοιας κλίμακας.

## Πώς έγινε ο καταμερισμός και τι ανέλαβε το κάθε μέλος της ομάδας να υλοποιήσει;

Η ομάδα μας χωρίστηκε σε 4 τμήματα. Δύο μέλη ανέλαβαν την κατασκευή του PCB καθώς και την κόλληση σε αυτό των διαφόρων εξαρτημάτων, όπως επίσης και την κατασκευή του κουτιού του χειριστηρίου. Ένα μέλος ανέλαβε την εγκατάσταση και τον προγραμματισμό των configuration files του OpenHab στο Raspberry Pi Zero W. Ένα μέλος ανέλαβε τον προγραμματισμό του ESP8266 SOC και την επικοινωνία του χειριστηρίου με το OpenHab. Τέλος, ένα μέλος ανέλαβε την κατασκευή και τον προγραμματισμό του IR-Transmitter.

## Αρχικό χρονοδιάγραμμα - Περιγράψτε με λίγα λόγια ποιο ήταν το χρονοδιάγραμμα που θέσατε σε εφαρμογή.

Η πρώτη μέρα είχε στόχο την ολοκλήρωση της κατασκευής του PCB του χειριστηρίου και του IR-Transmitter, την ολοκληρωτική διαχείριση όλων των εξαρτημάτων του χειριστηρίου συνδεδεμένα σε breadboards, την αρχική υλοποίηση των rules και items απαραίτητων για την επικοινωνία με το OpenHab. Έτσι, το πλάνο της δεύτερης ημέρας ήταν η κατασκευή του κουτιού του χειριστηρίου όπως επίσης και ο προγραμματισμός του IR-Transmitter, καθώς και ο τελικός προγραμματισμός του ESP με βελτιώσεις σε performance και power consumption και η επικοινωνία του με το OpenHab με την διαχείριση των εντολών προς αυτό.

## Αναφέρετε εν συντομία την χρηστικότητα και τη λειτουργικότητα του project σας

Λόγω των μεθόδων εισόδου οι οποίες έχουν επιλεγεί να υπάρχουν στο κεντρικό χειριστήριο η χρηστικότητα του είναι αρκετά υψηλή καθώς υπάρχει η δυνατότητα με διαφορετικό τρόπο να ελεγχθούν συσκευές οι οποίες είναι μίας διάστασης (άνοιγμα/σβήσιμο μίας ηλεκτρικής συσκευής π.χ. θερμοσίφωνα), δύο διαστάσεων (π.χ. έναρξη λειτουργίας μαζί με επιλογή έντασης λειτουργίας της συσκευής, όπως ρύθμιση θερμοκρασίας για ένα σύστημα θέρμανσης) ή ακόμα και περισσότερων διαστάσεων (όπως η επιλογή χρώματος μίας RGB Ledstrip). Όλες αυτές οι λειτουργίες είναι εφικτές για το PDC με ένα ακόμα πλεονέκτημα, την ικανότητα του χωρίς την εξωτερική συμβολή από το χρήστη, αυτό να προσαρμόζεται ανάλογα με τον χώρο στον οποίο βρίσκεται και αν χρειαστεί να αυτοματοποιεί ενέργειες. Τα παραπάνω σημαίνουν ότι ο χρήστης θα μπορεί να έχει μία συσκευή μέσω της οποίας θα μπορεί να ελεγχθεί με την απαραίτητη αμεσότητα όλες τις "έξυπνες" συσκευές του.

## Ποιο είναι το επίπεδο δυσκολίας χρήσης του από έναν τυπικό χρήστη;

Υπό την προϋπόθεση ότι το OpenHab και το ESP είναι ρυθμισμένα καταλλήλως, το χειριστήριο είναι όσο εύχρηστο όσο οποιοδήποτε άλλο χειριστήριο της αγοράς. Για την ρύθμισή του, με την τωρινή έκδοση του OpenHab είναι απαραίτητες βασικές γνώσεις προγραμματισμού, πολύ φιλικές, παρ' όλα αυτά, προς τους αρχάριους χρήστες. Βέβαια, μέσω του OpenHab, υπάρχει και η δυνατότητα δημιουργίας ενός εύχρηστου User Interface για την ρύθμιση του χειριστηρίου, πράγμα που όμως ξεφεύγει από τα χρονικά πλαίσια αυτού του διαγωνισμού.

## Ποιοι είναι οι στόχοι του project σας;

Βασικός στόχος του project ήταν η απόκτηση εμπειρίας και γνώσεων μετά από την εκτεταμένη τριβή με τις προαναφερθείσες τεχνολογίες, καθώς και η υλοποίηση μιας καινούργιας και ενδιαφέρουσας ιδέας.

## Κεφάλαιο Δεύτερο

### Τηρήθηκαν τα χρονοδιαγράμματα που θέσατε;

Το χρονοδιάγραμμα που τέθηκε προέβλεπε την εμφάνιση προβλημάτων κατά την διάρκεια του διαγωνισμού. Με αυτόν τον τρόπο, και ενώ υπήρξαν αρκετά προβλήματα και bugs στο project, ολοκληρώθηκε λίγο πριν την λήξη της δεύτερης μέρας. Αναφορικά με τον κορμό του project, ο σωστός καταμερισμός εργασιών σήμαινε ότι τα περισσότερα προβλήματα (αν και όχι όλα) καθυστερούσαν μόνο ένα άτομο και όχι όλη την ομάδα.

### Αν υπήρξε καταμερισμός εργασιών, ήταν αποδοτικός;

Ο καταμερισμός εργασιών συνέβαλε στην παραλληλία της εκπόνησης του project και είναι ο κύριος λόγος που ολοκληρώθηκε μέσα σε δύο ημέρες.

### Ήταν καλή η πρόβλεψη για το υλικό που χρησιμοποιήσατε;

Εν γένει, δεν υπήρξε κάποια έλλειψη υλικού, και αυτό γιατί πέραν από τα υλικά που αποκτήθηκαν συγκεκριμένα για το project, υπήρχε αρκετά μεγάλο ποσό υλικών γενικής φύσης, όπως και ανταλλακτικά για σχεδόν όλα τα κομμάτια του project, σε περίπτωση που κάποιο από αυτά καταστραφεί.

### Επιτεύχθηκαν οι στόχοι και οι προσδοκίες σας; Αν όχι, μέχρι ποιο βαθμό;

Ο κύριος στόχος του project ήταν η δημιουργία ενός δυναμικού χειριστηρίου, ικανό να αλλάξει την συμπεριφορά του ανάλογα με την τοποθεσία του στο σπίτι. Ο στόχος αυτός επιτεύχθηκε, αφού το τέλος της δεύτερης ημέρας, το χειριστήριο κάλυπτε όλες τις απαιτήσεις που είχαν τεθεί. Λόγω της δυναμικής, όμως, φύσης του project, θα μπορούσε το τελικό demo να είχε περισσότερες λειτουργίες (και συσκευές), για να αναδειχθούν όλες οι δυνατότητες του.

## Κεφάλαιο Τρίτο

### Ποια προβλήματα προέκυψαν κατά τη διάρκεια του διημέρου; Πώς τα αντιμετωπίσατε;

Κατά την διάρκεια του διαγωνισμού προέκυψαν διάφορα προβλήματα με τα πιο σημαντικά να είναι τα παρακάτω.

- Interrupt Handling παράλληλα με WiFi Client Setup: Το ESP δεν μπορεί να διαχειριστεί interrupts ενώ παράλληλα καλείται η συνάρτηση `delay()`. Το πρόβλημα ήταν ότι ολόκληρη η official βιβλιοθήκη του ESP για την διαχείριση του WiFi ήταν γραμμένη βασισμένη σε `delays()` ενώ όλες οι λειτουργίες του χειριστηρίου ήταν interrupt driven πράγμα που οδηγούσε σε ανεξήγητα exceptions. Το πρόβλημα λύθηκε απλά κάνοντας το setup του WiFi πριν την ενεργοποίηση των interrupts κατά την αρχικοποίηση του.
- Rotary Encoder Garbage: Το πρόβλημα υπόκειται σε component και πιο συγκεκριμένα στον τύπο του component αυτού. Λόγω του ότι το Rotary Encoder που χρησιμοποιήθηκε ήταν μηχανικό, έδινε πολλές φορές λανθασμένη έξοδο εξαιτίας της αστάθειας των εσωτερικών pins. Το πρόβλημα μειώθηκε χρησιμοποιώντας software defined debounce.
- Πρωτόκολλο επικοινωνίας μεταξύ ESP3266 και OpenHab: Για την αποστολή πληροφοριών μεταξύ του ESP και του OpenHab χρησιμοποιήθηκε το HTTP πρωτόκολλο και, πιο συγκεκριμένα, GET request μέσω των οποίων δίνεται η δυνατότητα να ανανεώσει κανείς



μεταβλητές/items του OpenHab απλά στέλνοντας μία εντολή προς το OpenHab. Παρόλαυτα, υπήρξαν δυσλειτουργίες κατά την διαχείριση των εντολών αυτών οι οποίες όμως ξεπεράστηκαν αλλάζοντας την λογική των εντολών αυτών

- ATTINY85 Programming: Αρχική ιδέα υλοποίησης του beacon ήταν μέσω της χρήσης ενός ATTINY85. Παρόλαυτά, μετά από πολλές και αποτυχημένες προσπάθειες προγραμματισμού του συγκεκριμένου chip, η υλοποίηση του beacon έγινε κάνοντας χρήση ενός ATMEGA328P.

## Ποια από τα προβλήματα που υπήρξαν δε επιλύθηκαν;

Η αρχική ιδέα του project, χρησιμοποιούσε μικροελεγκτές τύπου ATTINY85 για την κατασκευή των IR beacons. Ο κύριος λόγος για την επιλογή τέτοιου τύπου AVR είναι η μικρή κατανάλωση του, μεγαλώνοντας την ζωή των μπαταριών των beacons. Το πρόβλημα που εμφανίστηκε ήταν καθαρά λογισμικού, αφού δεν βρέθηκε έτοιμη library για αποστολή IR κωδικών χρησιμοποιώντας αυτό το μικροτσίπ (για την ακρίβεια βρέθηκε αλλά δεν δούλευε). Φυσικά κώδικας για την αποστολή τέτοιων IR σημάτων θα μπορούσε να αναπτυχθεί, αλλά θα χρειαζόταν παραπάνω χρόνο από όσο μας δόθηκε στα πλαίσια του διαγωνισμού. Γι αυτόν τον λόγο προτιμήθηκε η χρήση ενός ATMEGA328P, για το οποίο και υπήρχαν κατάλληλες libraries, αφού είναι ο μικροελεγκτής που χρησιμοποιούν πολλές αναπτυξιακές πλακέτες τύπου “Arduino”.

## Κεφάλαιο Τέταρτο

### Ποιες πιστεύετε είναι οι δυνατότητες βελτίωσης του project σας;

Πρώτη και κύρια δυνατότητα βελτίωσης του project είναι η χωρική διαχείριση των ηλεκτρονικών καθώς και το design της συσκευής. Ακόμα, η βελτίωση της δυνατής απόστασης επικοινωνίας μεταξύ του beacon και του χειριστηρίου, όπως επίσης η βελτίωση του debounce που διαχειρίζεται το Rotary Encoder.

### Ποιες είναι οι προοπτικές εμπορικής εκμετάλλευσης του (αν υπάρχουν), ώστε να αποτελέσει μια εμπορική εφαρμογή στην αγορά;

Αξιοποιώντας τις παραπάνω δυνατότητες βελτίωσης θα μπορούσε να αποτελέσει αρκετά εύκολα ένα εμπορικό προϊόν το οποίο θα έχει εφαρμογή σε καταναλωτικό επίπεδο. Λόγω της σχεδίασης της οποίας έχει γίνει και του δεδομένου ότι υπάρχει μία μεγάλη κοινότητα (αυτή του Openhab) η οποία βοηθάει σε πολύ σημαντικό βαθμό στην δυναμική εφαρμογή του PDC σε οποιοδήποτε χώρο, αποτελεί μία φυσική και κυρίως άμεση διεπαφή ακόμα και του πιο “απαιτητικού” καταναλωτή ώστε να ελέγξει τις “έξυπνες” συσκευές του.



## Κεφάλαιο Πέμπτο

Αν γυρίζατε πίσω το χρόνο στην αρχή του διήμερου, τι θα κάνατε διαφορετικό; Θα άλλαζε κάτι από αυτά που αναφέρατε στο πρώτο κεφάλαιο;

Αυτό που θα άλλαζε θα ήταν το Rotary Encoder από το μηχανικού τύπου που χρησιμοποιήθηκε σε οπτικού, θα γίνονταν εξ αρχής η χρήση του ATMEGA328P έναντι του ATTINY85 και θα γίνονταν ένα κυκλωματικό σχέδιο για την σωστή διαρρύθμιση των components επάνω στα PCBs του χειριστηρίου αλλά και των beacon καθώς η έλλειψή του οδήγησε σε κόλλημα και ξεκόλλημα των ηλεκτρονικών πολλαπλές φορές. Τέλος θα σχεδιάζονταν ένα αποδοτικότερο πρωτόκολλο επικοινωνίας μεταξύ του OpenHab και του ESP8266.

Είστε ικανοποιημένοι από το τελικό αποτέλεσμα που προέκυψε;

Τα περιθώρια βελτίωσης είναι πάντα υπαρκτά, παρ' όλα αυτά, για τα χρονικά πλαίσια του διαγωνισμού καθώς και για τους διαθέσιμους πόρους που υπήρχαν είμαστε αρκετά ικανοποιημένοι με το αποτέλεσμα.

Εκπρώσωπος ομάδας: Φωτάκης Τζανής