**Τ. Ε. Ι. ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

**Τμήμα Πληροφορικής και Τεχνολογίας Υπολογιστών**

**ΑΝΑΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΥΤΩΝ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ lINUX**

**ΔΡΟΥΜΠΑΛΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Επιβλέπων**

**ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΠΑΠΑΖΟΓΛΟΥ**

Αναπληρωτής Καθηγητής

Λαμία 2018

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η ολοκλήρωση αυτής της πτυχιακής υλοποιήθηκε με την υποστήριξη ενός αριθμού ανθρώπων στους οποίους θα ήθελα να εκφράσω τις θερμότερες ευχαριστίες μου. Πρώτα από όλους θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου Παναγιώτη Παπάζογλου για την πολύτιμη βοήθεια του και στήριξη που μου παρείχε σε όλη την διάρκεια της πτυχιακής εργασίας , και για τις πολύτιμες γνώσεις που μου μεταβίβασε σε όλο αυτό το διάστημα που εργαστήκαμε μαζί. Τέλος , θα ήθελα να ευχαριστήσω όλη την οικογένειά μου και τους κοντινούς μου ανθρώπους που με στήριξαν στην διάρκεια των σπουδών μου.

Γεώργιος Δρούμπαλης

Οκτώβριος 2018

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής είναι η δημιουργία ενός ενσωματωμένου συστήματος (Embedded system) για την μέτρηση αναλογικών μετρήσεων μέσω αισθητήρων και την απεικόνιση και επεξεργασία αυτών σε λειτουργικό σύστημα Linux με χρήση της προγραμματιστικής γλώσσας Python.

Θα μελετηθεί η ζωντανή και άμεση απεικόνιση των μετρήσεων από τον αισθητήρα και τον μικροελεγκτή στον ηλεκτρονικό υπολογιστή (Live plotting) , η δειγματοληψία αναλογικών μετρήσεων (Sampling) καθώς και η ζωντανή παρακολούθηση και η εκτέλεση συγκεκριμένων λειτουργιών όταν η μέτρηση φτάσει σε οριζόμενα από τον χρήστη όρια (Handlers).

Θα γίνει αναλυτική εξήγηση του υλικού που θα χρησιμοποιηθεί , ο προγραμματισμός του αλλά και ο προγραμματισμός του απαραίτητου λογισμικού για την απεικόνιση των δεδομένων και η επεξεργασία αυτών.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:ATMEGA16A,PYTHON35 , PYQT5,PYQTGRAPH,LM35Z,FEDORA,RASPBERRY PI 3,NUMPY,PYSERIAL,QTDESIGNER,PYCHARM,AVRDUDE

περιεχομενα

[1.1 Εισαγωγή 5](#_Toc531123484)

[1.2 Ενσωματωμένα Συστήματα ( Embedded systems) 6](#_Toc531123485)

[1.3 Raspberry Pi 8](#_Toc531123489)

[1.4 Python 10](#_Toc531123490)

[1.4.1 Ιστορία της Python 11](#_Toc531123491)

[2.1 Εισαγωγή 13](#_Toc531123492)

[2.2 Μικροελεγκτής AVR 13](#_Toc531123493)

[2.2.1 Ιστορία AVR μικροελεγκτών 14](#_Toc531123494)

[2.2.2 ATMega16a 14](#_Toc531123495)

[3.1 Εισαγωγή 17](#_Toc531123496)

[3.2[Πατήστε και γράψτε την επικεφαλίδα] 17](#_Toc531123497)

[3.3 Συμπεράσματα 17](#_Toc531123498)

[4.1 Εισαγωγή 18](#_Toc531123499)

[4.2[Πατήστε και γράψτε την επικεφαλίδα] 18](#_Toc531123500)

1. ο κεφαλαιο

Εισαγωγη στα Ενσωματωμενα συστηματα και στο raspberry pi

# Εισαγωγή

Όπως αναφέρθηκε η συγκεκριμένη εργασία θα εκπονήσει την χρήση ενός ενσωματωμένου συστήματος (embedded system) για την λήψη αναλογικών μετρήσεων και την άμεση απεικόνισή τους και επεξεργασίας τους από έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Θα εξεταστούν μεθοδικά τα δύο δομικά υποσυστήματα (MegaMan, Electro) του συστήματος που έχει δημιουργηθεί για την λήψη και απεικόνιση των αναλογικών μετρήσεων.

Θα παρουσιαστεί το υλικό που θα χρειαστεί , ο τρόπος σύνδεσης που απαιτείται καθώς και ο προγραμματισμός του υποσυστήματος MegaMan που αποτελεί το low level κομμάτι του συστήματος και συμπεριλαμβάνει τον μικροελεγκτή , τον αισθητήρα καθώς και το firmware που είναι απαραίτητα για την λήψη των αναλογικών μετρήσεων.

Τέλος θα παρουσιαστεί ο προγραμματισμός και όλες οι τεχνολογίες που απαιτούνται για την δημιουργία του λογισμικού (Electro) που εκμεταλλεύεται το συγκεκριμένο υλικό καθώς όλες οι λειτουργίες του που δείχνουν πόσο χρήσιμα μπορούν να γίνουν τα ενσωματωμένα συστήματα και πως μπορούν να βελτιώσουν όλους τους τομείς μια σύγχρονης κοινωνίας.

## Ενσωματωμένα Συστήματα ( Embedded systems)

Ένα ενσωματωμένο σύστημα αποτελεί μέρος ενός μεγαλύτερου συστήματος που συνήθως είναι ένας υπολογιστής με ειδική λειτουργία που αναλαμβάνει να λύσει συγκεκριμένα προβλήματα.

Ένα ενσωματωμένο σύστημα αποτελεί συνδυασμό υλικού και λογισμικού. Χρησιμοποιεί ,όπως όλα τα υπολογιστικά συστήματα, κάποιον επεξεργαστή ή μικροελεγκτή ,μνήμη ram και rom , και μέσω σειριακών θυρών συνδέεται με αισθητήρες όπου μπορεί να παρακολουθεί διάφορες μετρήσεις, να δώσει αναφορά στον χρήστη μέσω ηχητικών μηνυμάτων ή οθονών και να δεχθεί οδηγίες από κάποιο πληκτρολόγιο ή οθόνη αφής.

Εικόνα 1.1‑1 Δομή Μικροελεγκτή

Τέτοια συστήματα χρησιμοποιούνται κατά κόρων σε πολλούς τομείς όπως:

1. Αυτοκινητοβιομηχανία. (Συστήματα ABS,ESP, Cruise Controls)
2. IoT – Internet of Things (Home automations, Smart devices, Smart Homes)
3. Επιστημονικές μελέτες (Ζωντανές μετρήσεις , Μετρήσεις φαινομένων)
4. Ιατρική (Αυτοματοποιημένα χειρουργικά ρομπότ, Αισθητήρες παρακολούθησης, Συσκευές πρόσληψης φαρμακευτικών ουσιών)
5. Ρομποτική
6. Ψυχαγωγία

Εικόνα 1.1‑2 Χρήσεις ενσωματωμένων συστημάτων

Κάνοντας χρήση αυτών των συστημάτων πολλοί επιστημονικοί και εμπορικοί τομείς λύνουν προβλήματα ασφαλείας , ιατρικά προβλήματα , παραγωγικά προβλήματα και προσφέρουν ανέσεις κάνοντας την ζωή των ανθρώπων πιο εύκολη.

Προσπαθώντας να γίνει όλη αυτή η τεχνολογία προσβάσιμη από μεγαλύτερο εύρος ανθρώπων δημιουργήθηκε το Raspberry Pi. Ένας μικρός υπολογιστής αρχιτεκτονικής ARM με πάρα πολύ μικρό κόστος, που μπορεί να γίνει βάση για πολλές από τις παραπάνω χρήσεις που αναφέρθηκαν ενσωματώνοντας ένα τεράστιο εύρος δυνατοτήτων, που δίνουν εύκολη πρόσβαση σε τεχνολογίες που απαιτούνται ,για την ανάπτυξη λύσεων σε πολλά από τα παραπάνω προβλήματα.



# Raspberry Pi

To Raspberry Pi αποτελεί μια σειρά μικρών υπολογιστών που έχουν αναπτυχθεί στο Ηνωμένο βασίλειο από το Raspberry Pi Foundation και πρώτη ημερομηνία κυκλοφορίας στις 29 Φεβρουαρίου 2012 με εισαγωγική τιμή πώλησης τα 35 δολάρια.

Εικόνα 1.3‑1Raspberry PI

Το κόστος των συγκεκριμένων υπολογιστών παραμένει αρκετά μικρό καθώς αποτελούν ιδανικό εκπαιδευτικό εργαλείο για όλες τις αναπτυσσόμενες χώρες.

Έκτοτε το Raspberry Pi έχει εξελιχθεί και έχει ένα τεράστιο αριθμό καινούριων μοντέλων με πολύ μεγάλες βελτιώσεις που το καθιστούν κατάλληλο εργαλείο για την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας. Το μοντέλου που χρησιμοποιούμε είναι το Raspberry Pi 3 Model B με τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά.

1. Αρχιτεκτονική ARMv8-A (64/32-bit)
2. Επεξεργαστή 4× Cortex-A53 1.2 GHz
3. 1GB Ram μοιραζόμενη με την GPU
4. 4 θύρες usb
5. Θύρα HDMI
6. Θύρα ethernet για σύνδεση σε δίκτυο.
7. GPIO Θύρα για διασύνδεση με εξωτερικούς αισθητήρες.

A close up of a device

Description automatically generatedΤο παραπάνω υπολογιστικό σύστημα αποτελεί μια ιδανική πλατφόρμα για πληθώρα χρήσεων. Το raspberry Pi θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στον έλεγχο ενός έξυπνου σπιτιού με χρήση διαφόρων αισθητήρων όπως θερμικοί αισθητήρες για έλεγχο θερμοκρασίας του κλίματος και του νερού ώστε να γίνει αυτοματοποίηση των κλιματιστικών μονάδων ενός κτιρίου και της θέρμανσης του νερού , αισθητήρες φωτός για την αυτοματοποίηση των φωτιστικών σωμάτων για μείωση του ενεργειακού κόστους, αισθητήρες κίνησης για αυτοματοποίηση εισόδων και εξόδων ενός κτιρίου.

Εικόνα 1.3‑2Raspberry Pi με LCD απεικονίζοντας καιρικές συνθήκες

Με την χρήση των ίδιων αισθητήρων θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για επιστημονικές έρευνες όπως στην δημιουργία ενός μετεωρολογικού σταθμού για συλλογή πληροφοριών και παρατήρηση φυσικών φαινομένων μέχρι και την ζωντανή παρακολούθηση ασθενών με μικρό κόστος.

Το Raspberry Pi καθίσταται ιδανικό εκπαιδευτικό εργαλείο και τέλος πληθώρα ανθρώπων το χρησιμοποιούν σαν μονάδα ψυχαγωγίας είτε για κατανάλωση ψυχαγωγικού περιεχόμενου είτε ως παιχνιδοκονσόλα με χρήση του RetroPie.

Στην συγκεκριμένη εργασία θα χρησιμοποιηθεί ως ο υπολογιστής που θα λαμβάνει το αναλογικό σήμα αφού μετατραπεί από το ADC (analog to digital converter) του μικροελεγκτή και μέσω του ειδικού λογισμικού θα μπορεί να το απεικονίζει ζωντανά , να αποθηκεύει τις μετρήσεις και να εκτελεί κάποιες ενέργειες βάση συγκεκριμένων ορίων που θέτει ο χρήστης.

# Python

Για την δημιουργία του απαραίτητου λογισμικού που τρέχει στο Raspberry Pi και εκμεταλλεύεται το υποσύστημα MegaMan θα χρειαστούμε μια γλώσσα προγραμματισμού που έχει πληθώρα βιβλιοθηκών για την επικοινωνία αλλά και την ζωντανή απεικόνιση των αναλογικών μετρήσεων. Επίσης απαιτείται η συγκεκριμένη γλώσσα να έχει ένα σταθερό και ευέλικτο ui framework που θα μας επιτρέψει εύκολα και γρήγορα να δημιουργήσουμε το δεύτερο υποσύστημα , το Electro , που ουσιαστικά αποτελεί το UI του συστήματος δίνοντας εύκολη πρόσβαση των λειτουργιών του στον χρήστη. Τέλος θα ήταν πολύ χρήσιμο η γλώσσα αυτή να έχει την δυνατότητα να τρέξει σε όλα τα μεγάλα λειτουργικά συστήματα ( Windows , Linux , Mac OS).

Μια από τις γλώσσες που τηρεί όλες αυτές τις προϋποθέσεις είναι η Python , και αυτή η γλώσσα επιλέχθηκε για την υλοποίηση του απαραίτητου κώδικα.

## Ιστορία της Python

H Python είναι μια interpreted γλώσσα υψηλού επιπέδου που μπαίνει κάτω από την κατηγορία τον Γλωσσών προγραμματισμού γενικού σκοπού. Για να χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να γίνει εγκατάσταση ,στο λειτουργικό σύστημα , ο απαραίτητος διερμηνέας της γλώσσας (interpreter) ώστε να μπορέσει να μεταφραστεί ο κώδικας της Python σε κώδικα μηχανής.

Εικόνα 1.4‑1Το λογότυπο της Python

Δημιουργός της γλώσσας είναι ο Guido van Rossum και η πρώτη έκδοση της γλώσσας κυκλοφόρησε το 1991.

Κύρια φιλοσοφία της γλώσσας είναι ο καλά δομημένος κώδικας που επιτρέποντας την εύκολη ανάγνωσή του. Το dynamic type σύστημα της Python δίνει την δυνατότητα στον προγραμματιστή να εστιάσει στα πιο σημαντικά κομμάτια του προγραμματισμού αφήνοντας την διαχείριση των τύπων των μεταβλητών στην ίδια την γλώσσα. Η διαχείριση της μνήμης του προγράμματος γίνεται επίσης από την ίδια την γλώσσα προσφέροντας ακόμα μεγαλύτερη ευκολία και ασφάλεια στων προγραμματισμό αφού η μνήμη του προγράμματος δεν είναι ποτέ εκτεθειμένη στον προγραμματιστή. Αυτό αποτρέπει τα σφάλματα μνήμης.

Η Python υποστηρίζει πολλών ειδών τύπους προγραμματισμού όπως ο αντικειμενοστραφής και διαδικαστικός προγραμματισμός. Στην υλοποίηση που θα παρουσιαστεί έχει ακολουθηθεί ο αντικειμενοστραφής προγραμματισμός.

Κύριο πλεονέκτημα της γλώσσας είναι ότι χτίστηκε με στόχο να είναι εύκολα επεκτάσιμη. Αυτό είναι απόρροια της επιλογής των δημιουργών της να μην συμπεριλάβουν στον πυρήνα της γλώσσας όλα τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά αλλά δίνοντας τα ως βιβλιοθήκες. Αυτή η επιλογή δίνει την δυνατότητα στην κοινότητα της Python να γράψουν πολλές μικρές βιβλιοθήκες που ο τελικός χρήστης μπορεί πολύ εύκολα να χρησιμοποιήσει στον κώδικα του. Στις τελευταίες εκδόσεις της python με την χρήση του PIP , που αποτελεί το πρόγραμμα διαχείρισης των πακέτων της Python, ο χρήστης μπορεί πολύ εύκολα να κατεβάσει τα απαιτούμενα πακέτα και να τα χρησιμοποιήσει άμεσα.

1. ο κεφαλαιο

τεχνολογίες διασυνδεσησ

# Εισαγωγή

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα αναλυθεί το πρώτο υποσύστημα της πτυχιακής , τον Megaman. Επίσης θα αναλυθούν όλα τα δομικά του κομμάτια και ο προγραμματισμός του.

Το συγκεκριμένο υποσύστημα αποτελεί το low level του συστήματος που είναι υπεύθυνο για την διασύνδεση του μικροελεγκτή με τον αισθητήρα θερμότητας , το firmware για την επικοινωνία και την λειτουργία των παραπάνω, την μετατροπή του αναλογικού σήματος σε ψηφιακό καθώς και την διασύνδεση και την αποστολή των μετρήσεων στο υπολογιστικό σύστημα.

# Μικροελεγκτής AVR

Ο μικροελεγτής όπως αναφέρθηκε αποτελεί την καρδιά τους ενσωματωμένου συστήματος. Αν δούμε τα δομικά στοιχεία ενός μικροελεγκτή θα δούμε ότι αποτελείται από:

1. Έναν επεξεργαστή
2. Ένα ρολόι συστήματος
3. Μνήμη
4. Καθώς και κάποιες άλλα περιφερειακά

Πολύ εύκολα λοιπόν μπορεί να ειπωθεί ότι ένας μικροελεγκτής είναι ουσιαστικά ένας υπολογιστής.

Εδώ χρησιμοποιείται ένας μικροελεγκτής τύπου AVR , πιο συγκεκριμένα τον ATMega16A.

## Ιστορία AVR μικροελεγκτών

Οι AVR αποτελούν μια οικογένεια μικροελεγκτών που αναπτύσονται από το 1996 από την εταιρεία Atmel. Μετέπειτα η τεχνολογία αγοράστηκε από την Microchip Technology το 2016.

Πρόκειται για παραμετροποιημένα τσιπ των 8bit της Harvard αρχιτεκτονικής RISC.

Η αρχιτεκτονική AVR πρωτοήλθε σε σύλληψη από δύο φοιτήτες του Νορβηγικού ινστιτούτου τεχνολογίας , τον Vegard Wollan και τον Alf-Egil Bogen. Αν και δεν είναι επιβεβαιωμένο είναι κοινώς αποδεκτό ότι το AVR σημαίνει Alf and Vegard's RISC processor από τα ονόματα των φοιτητών που είχαν την αρχική ιδέα.

## ATMega16a

Ο συγκεκριμένος μικροελεγκτής αποτελεί ένα χαμηλής κατανάλωσης τσιπ 8/16 bit. Παρακάτω φαίνονται τα χαρακτηριστικά του σύμφωνα με την Microchip.

Ο συγκεκριμένος μικροελεγκτής έχει 40 pins χωρισμένα σε 4 βασικές τράπεζες ονοματισμένες Α,Β,C,D. Από τις τέσσερις τράπεζες αυτή που χρήζει ιδιαίτερης προσοχής είναι η A. Στην συγκεκριμένη τράπεζα του μικροελεγκτή είναι υλοποιημένο το ADC σύστημα που επιτρέπει μετατροπή των αναλογικών σημάτων σε ψηφιακών. Αναλυτικότερα τα pin 33-40 αφορούν την τράπεζα A και χρησιμοποιούνται μεταξύ άλλων στην είσοδο του αναλογικού συστήματος και στην μετατροπή του σε ψηφιακό. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να συνδεθεί οποιοσδήποτε αισθητήρας ώστε να μπορέσει να ψηφιοποιηθεί το σήμα του και να αποσταλεί εκεί που είναι επιθυμητό.

Εικόνα 2.2‑1 Χαρακτηριστικά ATMega16a

Στην εικόνα 2.2-2 φαίνονται αναλυτικά τα pins του μικροελεγκτή καθώς και η τράπεζα Α με τα pins που θα χρησιμοποιηθούν για την λήψη και την μετατροπή του αναλογικού σήματος.



Εικόνα 2.2‑2 Δομή του ATMega16a

Πιο αναλυτικά ο αισθητήρας θερμότητας που θα χρησιμοποιηθεί θα συνδεθεί στο pin PA0 (ADC0) και αυτό παίζει σημαντικό ρόλο στην υλοποίηση του λογισμικού του μικροελεγκτή.

## ATMega16a

1. ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

[πατήστε & γράψτε τον τίτλο]

# Εισαγωγή

[Πατήστε και γράψτε το κείμενο σας]

# [Πατήστε και γράψτε την επικεφαλίδα]

[Πατήστε και γράψτε το κείμενο σας]

# Συμπεράσματα

[Πατήστε και γράψτε το κείμενο σας]

1. ο κεφαλαιο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# Εισαγωγή

[Πατήστε και γράψτε το κείμενο σας]

# [Πατήστε και γράψτε την επικεφαλίδα]

[Πατήστε και γράψτε το κείμενο σας]

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

* 1. ……………
  2. ……………
  3. ……………
  4. ……………
  5. ……………
  6. ……………
  7. ……………
  8. ……………
  9. ……………
  10. ……………

**Μορφή βιβλιογραφικών αναφορών**

**Συνέδριο**

Nasser, N., & Hassanein, H.S. (2004). Bandwidth Reservation Policy for Multimedia Wireless Networks and its Analysis. *IEEE Internernational Conference on Communications* (pp. 3030-3034). Paris, France.

**Περιοδικό**

Oliveria, C., Kim, J.B., & Suda, T. (1998). An adaptive bandwidth reservation scheme for high-speed multimedia wireless networks. *IEEE J Select Areas Comm*, *16*(6), 858-874.

**Βιβλίο**

Lee, W.C.Y. (2006). *Wireless and Cellular Telecommunications*. New York: McGraw-Hill.

**Παράδειγμα αναφοράς πηγής στο κείμενο**

(Oliveria et al. 1998; Lee 2006)

(1) Επίσης, θα πρέπει να υπάρχει και μία λίστα αναφορών στο τέλος κάθε κεφαλαίου

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ