

Πτυχιακή εργασία

Μετεωρολογικός Σταθμός με χρήση Μικροελεγκτή και RaspberryPi

Επιβλέπων Καθηγητής

Σπουδαστές

Τσακιρίδης Οδυσσέας

Λουκουζάς Παναγιώτης - 06771

Παναγιωτακόπουλος Γεώργιος - 06549



Τμήμα Ηλεκτρονικών και Ηλεκτρολόγων Μηχανικών
Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Αθήνα, Ιούνιος 2020

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία αναλύεται η διαδικασία σχεδιασμού και ανάπτυξης ενός μετεωρολογικού σταθμού για οικιακή χρήση. Ο σταθμός αυτός θα έχει τη δυνατότητα να στηθεί σε οποιοδήποτε απομακρυσμένο σημείο και το κόστος της κατασκευής θα παραμείνει χαμηλό. Η λειτουργία του βασίζεται στην τεχνολογία MQTT broker, όπως αυτή έχει αναπτυχθεί από τον Andy Stanford-Clark που διατηρούσε μία ερευνητική ομάδα στην IBM και το Node RED που είναι ένα εργαλείο προγραμματιστικού περιβάλλοντος ανοιχτού κώδικα, που αρχικά αναπτύχθηκε από την εταιρεία IBM.

Η διάταξη αποτελείται από ένα υποσύστημα που διαθέτει έναν μικροελεγκτή esp8286 Amica από τα οποία τα ηλεκτρικά σήματα διαβιβάζονται ασύρματα στην κύρια μονάδα η οποία βασίζεται στον μικροπολογιστή Raspberry Pi 3. Ο μικροελεγκτής αφού λάβει τα δεδομένα, και τα επεξεργαστεί, προβάλλει τα αποτελέσματα σε json αρχεία τα οποία προβάλλονται σε μια ιστοσελίδα για προβολή από το χρήστη(Graphic User Interface). Παράλληλα, υπάρχει η δυνατότητα για αποστολή των αποτελεσμάτων σε H/Y μέσω σύνδεσης Universal Serial Bus η οποία διατίθεται στην πλειοψηφία των σημερινών H/Y.

Ο σχεδιασμός της διάταξης έχει γίνει με γνώμονα την εύκολη προσαρμογή καθώς οι απαιτήσεις της εφαρμογής αλλάζουν, ανάλογα με τα δεδομένα που θέλουμε να μετρήσουμε. Ως εκ τούτου η συσκευή έχει μικρές διαστάσεις και μάζα, πολλαπλές επιλογές τροφοδοσίας, δυνατότητα εύκολης αναβάθμισης και τροποποίησης του προγράμματος του μικροεπεξεργαστή, μπορεί να λειτουργήσει αυτόνομα για μεγάλο χρονικό διάστημα λόγω της μπαταρίας και του ηλιακού πάνελ, ενώ τέλος η δομή της επιτρέπει την χρήση διαφόρων τύπων ηλεκτροδίων αρκεί να αντικατασταθεί ο αντίστοιχος σένσορας.

Στα επόμενα κεφάλαια παρουσιάζονται οι αισθητήρες που χρησιμοποιήθηκαν, ο τρόπος συνδεσμολογίας τους και οι βιβλιοθήκες που αξιοποιήθηκαν για τη διεπαφή τους με τη πλακέτα του μικροελεγκτή. Γίνεται επεξήγηση της διαδικασίας καταγραφής των μετεωρολογικών δεδομένων του σταθμού, και παρουσιάζονται τα προβλήματα που εντοπίστηκαν κατά την διάρκεια των δοκιμών και αναλύονται οι τρόποι αντιμετώπισης τους. Για να διαπιστωθεί η αξιοπιστία των αισθητήρων καθώς και των μεθόδων καταγραφής που χρησιμοποιήσαμε γίνεται σύγκριση των δεδομένων που συλλέχθηκαν με τα αντίστοιχα από υπάρχον πιστοποιημένο μετεωρολογικό σταθμό της περιοχής, το αποτέλεσμα της οποίας είναι πολύ ικανοποιητικά.

Abstract

In this thesis, the process of designing and developing a meteorological station is analyzed. Its operation is based on MQTT broker technology, as developed by Andy Stanford- Clark, maintained by a research team at IBM and Node RED which is an open source programming environment tool originally developed by IBM.

The device consists of a subsystem having an esp8286 Amica microcontroller from which the electrical signals are transmitted wirelessly to the main unit based on Linux run in the Raspberry Pi 3 microprocessor. The microcontroller digitizes the input signals and after filtering and processing the results are sent wirelessly to the raspberry pi. The microprocessor, after receiving the data, processes it, displays it in json strings that are displayed on a web page for user interaction. At the same time, it is possible to send the results to a PC through a Universal Serial Bus connection available to the majority of current PCs.

The layout of the circuit has been made easy to adapt as application requirements change, depending on the data we want to measure. As a result, the device has relatively small dimensions and mass, multiple power options, the ability to easily upgrade and modify the microprocessor program, it can operate autonomously for a long time due to the battery and the solar panel, and finally its structure allows use of different types of electrodes, provided that the corresponding sensor is replaced.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	3
Abstract.....	4
Κατάλογος Εικόνων.....	8
Κατάλογος Πινάκων.....	9
Πρόλογος.....	10
1. Εισαγωγή.....	11
1.1. Θέμα πτυχιακής εργασίας.....	11
1.2. Σκοπός της πτυχιακής εργασίας.....	12
1.3. Ιστορική αναδρομή - Αρχή Μετεωρολογίας.....	13
1.4. Σύνοψη επόμενων κεφαλαίων.....	15
2. Αντικείμενο της εργασίας.....	16
2.1. Καιρός - Επιστήμη της μετεωρολογίας – Μετεωρολογικά φαινόμενα.....	16
2.1.1. Βασικά όργανα μέτρησης.....	17
2.1.2. Θερμοκρασία.....	21
2.1.3. Υγρασία.....	21
2.1.4. Σημείο Δρόσου.....	22
2.1.5. Δείκτης δυσφορίας.....	22
2.1.6. Ατμοσφαιρική πίεση.....	25
2.1.7. Υπεριώδης ηλιακή ακτινοβολία.....	25
2.2. Περιγραφή ηλεκτρονικών αισθητήρων.....	27
2.2.1. Αισθητήρας βαρομετρικής πίεσης και θερμοκρασίας BMP180.....	27
2.2.2. Αισθητήρας υγρασίας και θερμοκρασίας DHT-11.....	30
2.2.3. Αισθητήρας βροχόπτωσης YL-83.....	32
2.2.4. Αισθητήρας ποιότητας αέρα MQ-9.....	35
2.2.5. Αισθητήρας μέτρησης φωτεινότητας - Φωτο αντίσταση KY-018.....	37
2.3. Περιγραφή υπόλοιπων ηλεκτρονικών στοιχείων.....	39
2.3.1. Relay Switch SRD-05VDC.....	39
2.3.2. Φορτιστής Μπαταρίας Λιθίου 1A - TP4056.....	41
2.3.3. Φωτοβολταϊκό πάνελ.....	43
2.3.4. Μπαταρία ιόντων λιθίου.....	44
2.3.5. Ανορθωτής τάσης συνεχούς ρεύματος MT3608.....	45
2.4. Προγραμματιστική πλατφόρμα Arduino.....	47
2.5. Γενικές πληροφορίες μικροελεγκτών.....	49
2.5.1. Ιστορική αναδρομή μικροελεγκτών.....	49

2.5.2.	Μικροελεγκτής ESP8266.....	51
2.5.3.	Μονάδες ανάπτυξης Amica NodeMCU.....	51
2.5.4.	Πλεονεκτήματα χρήσης ESP8266.....	54
2.6.	Raspberry Pi.....	55
2.6.1.	Ανάγκη χρήσης Raspberry Pi.....	55
2.6.2.	Ιστορική αναδρομή.....	55
2.6.3.	Διανομή ανοιχτού λογισμικού Linux (Raspbian Lite).....	56
2.6.4.	Mosquitto MQTT.....	56
2.6.5.	Γραφικά Εργαλεία Προγραμματισμού.....	58
2.6.6.	Apache HTTP Server.....	60
2.7.	Βασικό σχεδιάγραμμα ενός IoT block.....	62
2.8.	Πρωτόκολλα επικοινωνίας.....	64
2.8.1.	Wifi - IEEE 802.11.....	64
2.8.2.	MQTT.....	65
3.	Ανάλυση απαιτήσεων.....	66
3.1.	Πλάνο έργου.....	66
4.	Ανάλυση και σχεδίαση του μετεωρολογικού σταθμού.....	68
4.1.	Περιγραφή αρχιτεκτονικής μετεωρολογικού σταθμού.....	68
4.1.1.	Δυνατότητες μέτρησης.....	70
4.2.	Σχεδιασμός λογισμικού μετεωρολογικού σταθμού.....	71
4.2.1.	Απαιτήσεις.....	71
4.2.2.	Διάγραμμα ροής ESP.....	73
4.2.3.	Βιβλιοθήκες.....	74
4.2.4.	Δομή δεδομένων.....	74
4.2.5.	Διαχείριση πολλαπλών αναλογικών αισθητήρων.....	74
5.	Υλοποίηση μετεωρολογικού σταθμού.....	76
5.1.	Block diagrams.....	76
5.2.	SystemDesign.....	77
5.3.	Build of materials.....	78
5.4.	3D-Printed Materials.....	79
5.5.	Φωτοβολταϊκό - φορτιστής - μπαταρία.....	81
5.6.	Μετατροπή τάσης (DC-DC).....	82
6.	Επεξεργασία και λήψη δεδομένων.....	83
6.1.	Mosquitto MQTT Broker.....	83
6.2.	NODE-RED.....	84
6.2.1.	Ρύθμιση NODE-RED.....	84

6.2.2. Back End.....	85
6.3. Apache Server - PHP.....	99
6.4. Δικτυακές ρυθμίσεις.....	100
6.4.1. Τοπικό δίκτυο.....	100
6.4.2. Απομακρυσμένη πρόσβαση.....	100
7. Παρουσίαση γραφικού περιβάλλοντος χρήστη.....	101
8. Μετρήσεις - γραφήματα.....	104
9. Αδυναμίες - βελτιώσεις - μελλοντικές επεκτάσεις.....	109
9.1. Ποιοτικότεροι αισθητήρες.....	110
10. Συμπεράσματα.....	112
11. Βιβλιογραφία.....	114
12. Παράρτημα.....	116
12.1. Κώδικας προγράμματος ESP 8266.....	116
12.2. Κώδικας ανάκτησης δεδομένων από βάση δεδομένων.....	122
12.3. Κώδικας Ιστοσελίδας.....	125
12.4. Φωτογραφίες κατασκευής.....	145