

ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ

**Α.Ε.Ι ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ.**  
**ΣΧΟΛΗ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ: ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.**

**Πτυχιακή Εργασία:**

**«Κατασκευή μετεωρολογικού σταθμού»**

**«Meteorological station manufacturing»**

**Λούκος Γεώργιος**  
**Α.Μ.: 41131**

*Επιβλέπων Καθηγητής: Μανουσάκης Νικόλαος*

**ΑΙΓΑΛΕΩ**  
**ΜΑΙΟΣ 2017**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ .....	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	5
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	6
1.1 Οι πρώτοι αισθητήρες.....	6
1.2 Κατηγορίες Αισθητήρων.....	7
1.2.1 Παθητικοί και ενεργητικοί αισθητήρες.....	8
1.2.2 Απόλυτοι και σχετικοί αισθητήρες.....	8
1.2.3 Αισθητήρες γραμμικής και γωνιακής μετατόπισης .....	8
1.2.4 Μαγνητικά αισθητήρια .....	11
1.2.5 Αισθητήρια ταχύτητας .....	11
1.2.6 Αισθητήρες επιτάχυνσης.....	12
1.2.7 Αισθητήρες δύναμης – παραμόρφωσης.....	12
1.2.8 Αισθητήρες θερμοκρασίας.....	13
1.2.9 Αισθητήρια πιέσεως.....	15
2. ΚΑΙΡΟΣ - ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ.....	16
2.1 Θερμοκρασία.....	16
2.2 Ατμοσφαιρική πίεση .....	17
2.3 Βαρομετρική τάση.....	17
2.4 Υγρασία .....	18
2.5 Σημείο δρόσου ή Σημείο υγροποίησης ή σημείο κόρου ατμόσφαιρας .....	19
2.6 Δείκτης Δυσφορίας ή Δείκτης Θερμότητας .....	19
2.7 Άνεμος .....	21
3. ΚΛΙΜΑ – ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ.....	21
3.1 Το κλίμα της Ελλάδας.....	22
4. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ .....	23
4.1 Υλικά Σύνδεσης.....	25
4.1.1 Esp 8266 Wifi Module .....	25
4.1.2 BH-1750FVI Module (Αισθητήρας φωτεινότητας).....	26
4.1.3 BMP180 Module (Αισθητήριο ατμοσφαιρικής πίεσης – θερμοκρασίας).....	26
4.1.4 HTU21D Module (Θερμοκρασίας – Υγρασίας).....	27
4.1.5 LCD Module Display.....	28
4.1.6 Ανεμόμετρο πειραματισμού .....	28

4.2	Τροφοδοσία.....	29
4.3	Esp Easy Firmware.....	32
5.	ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΣΥΣΚΕΥΩΝ .....	36
5.1	Πρωτόκολλο επικοινωνίας I2C Bus .....	36
6.	ΑΠΟΙΚΟΝΙΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	37
6.1	Internet of Things (IoT).....	38
6.2	ThingSpeak .....	39
7.	ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	40

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

1 Σχήμα 1.1: Θερμοσκόπιο 1585.....	7
2: Σχήμα: 1.2 Γραμικό Ποτενσιόμετρο .....	9
3: Σχήμα 1.3: Μέτρηση στάθμης με γραμμικό ποτενσιόμετρο .....	10
4: Σχήμα 1.4: Γραμμικός μεταβλητός διαφορικός μετασχηματιστής .....	10
5: Σχήμα 2.1: Τρόπος Υπολογισμού Βαρομετρικής τάσης .....	18
6: Σχήμα 2.2: Τιμές Θερμοκρασίας / Υγρασίας για τον υπολογισμό του δείκτη δυσφορίας. 21	
7: Σχήμα 4.1: Σταθμός Συλλογής Μετεωρολογικών Δεδομένων .....	23
8: Σχήμα 4.2: ESP8266 Wifi Module .....	25
9: Σχήμα 4.3: BH-1750FVI Module (Αισθητήρας φωτεινότητας) .....	26
10: Σχήμα 4.4: BMP180 Module (Αισθητήριο ατμοσφαιρικής πίεσης – Θερμοκρασίας) .....	26
11: Σχήμα 4.5: HTU21D Module (Θερμοκρασίας – Υγρασίας).....	27
12: Σχήμα 4.6: LCD Οθόνη .....	28
13: Σχήμα 4.7: Ανεμόμετρο Πειραματισμού .....	28
14: Σχήμα 4.8: PIC 16F88 Μικροελεγκτής .....	29
15: Σχήμα 4.9: Voltage Level Shifter.....	31
16: Σχήμα 4.11: Ps2 Μεταγωγικό τροφοδοτικό υποβιβασμού .....	32
17: Σχήμα 4.12: Comand Window, Cmd.exe .....	33
18: Σχήμα 4.13: Σελίδα Wifi Setup .....	34
19: Σχήμα 4.14: Esp Page Configuration .....	35
20: Σχήμα 6.1: Απεικόνιση δεδομένων μέσω οθόνης Lcd .....	37
21: Σχήμα 6.2: Απεικόνιση Δεδομένων μέσω Διαδικτύου.....	38
22: Σχήμα 6.3: Κανάλι Loukos Thingspeak .....	40

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της συγκεκριμένης κατασκευής είναι να μετράει και να καταγράφει τα καιρικά φαινόμενα του μικροκλίματος. Με την βοήθεια των αισθητήριων μετράει την θερμοκρασία, υγρασία, ατμοσφαιρική πίεση, φωτεινότητα και ταχύτητα του ανέμου. Τα μετρούμενα μεγέθη αποστέλλονται μέσω του πρωτοκόλλου επικοινωνίας I2C Bus σε μια Lcd οθόνη που μπορεί ο χρήστης να τα διαβάσει. Η ιδιαιτερότητα και το πλεονέκτημα της κατασκευής αυτής είναι ότι ο χρήστης μπορεί από οποιοδήποτε σημείο βρίσκεται να βλέπει τις αλλαγές του μικροκλίματος μέσω διαδικτύου ώστε να προλάβει να προβεί σε οποιαδήποτε ενέργεια κρίνεται απαραίτητη.

**Λέξεις Κλειδιά:** Μετεωρολογικός σταθμός, Μέτρηση μικροκλίματος, Απομακρυσμένος έλεγχος δεδομένων, Μέτρηση θερμοκρασίας, Internet of things

## Abstract

The purpose of this construction is to measure and record the weather phenomena of the microclimate. With the help of sensors it measures temperature, humidity, atmospheric pressure, brightness and wind speed. The measured sizes are sent via the I2C Bus communication protocol to an LCD display that the user can read them from. The peculiarity and the advantage of this construction is that the user can also find the microclimate changes available from anywhere over the internet so as to proceed to any action deemed necessary.

**Key Words:** Meteorological station, Microclimate measurement, Remote data collection, Temperature measurement, Internet of things

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κάνοντας μια αναδρομή στην ιστορία παρατηρούμε ότι τα καιρικά φαινόμενα επηρέαζαν σημαντικά την ζωή των ανθρώπων και των ζώων. Ο άνθρωπος έψαχνε λύσεις από τότε για να διευκολύνει τις συνθήκες διαβίωσης του. Αρχικά έμπαινε σε σπηλιές και αργότερα έφτιαχνε καταφύγια και για να μπορεί να κρυφτεί από τα τσουχτερά κρύα και τις καταιγίδες. Με την πρόοδο της εξέλιξης ο άνθρωπος άρχισε να μελετάει και να αλλάζει το περιβάλλον του ώστε αυτό να έρχεται πιο κοντά στις ανάγκες του και αυτό τον διαφοροποίησε από τα ζώα τα οποία απλά ζουν ή πεθαίνουν ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν σε οποίο μέρος τύχει να βρίσκονται.

Έτσι ο Άνθρωπος δημιούργησε σπίτια, ρουχισμό ο οποίος τον καλύπτει ανάλογα τις συνθήκες του καιρού, παραγωγή και μεταποίηση αγαθών, κτηνοτροφία, καλλιέργεια του εδάφους με σκοπό να διευκολύνει τον τρόπο εξεύρεσης τροφής και να βελτιώσει της συνθήκες διαβίωσης του.

Το κλίμα, ο καιρός και τα μετεωρολογικά φαινόμενα παίζουν σημαντικό ρόλο στη ζωή του ανθρώπου από τα αρχαία χρόνια έως και σήμερα. Για να μπορέσει ο άνθρωπος να προσδιορίσει και να προστατευτεί ή να χρησιμοποιήσει προς όφελος του, τις καιρικές συνθήκες απαραίτητη ήταν η χρήση κατάλληλου είδους «αισθητήρων» που ο άνθρωπος από τη φύση του δεν διαθέτει.

### 1.1 Οι πρώτοι αισθητήρες

Οι πρώτοι αισθητήρες εμφανίζονται μαζί με τα έμβια όντα και αποτελούν όργανα τους. Το μάτι και το αυτί είναι χαρακτηριστικά παραδείγματα: το πρώτο ανιχνεύει ένα μικρό τμήμα του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και το δεύτερο ένα μικρό τμήμα του ηχητικού φάσματος, τις «ακουστικές συχνότητες».

Άρα μπορούμε να πούμε ότι Αισθητήρας ονομάζεται η συσκευή ή το όργανο εκείνο που παράγει ένα μετρήσιμο και κατανοητό από τον άνθρωπο, σήμα σε κάθε αλλαγή της τιμής ενός φυσικού μεγέθους. Τέτοια μεγέθη είναι η φωτεινότητα, η θερμοκρασία, η υγρασία και η πίεση του αέρα.

Πολύ αργότερα ο άνθρωπος συνειδητοποιεί ότι χρειάζεται όργανα μέτρησης για να λύσει καθημερινά πρακτικά προβλήματα όπως αυτό της μέτρησης του ανέμου, της θερμοκρασίας ή της υγρασίας. Στη συνέχεια η επιθυμία του ανθρώπου να γνωρίσει τη φύση αλλά και διάφοροι πρακτικοί λόγοι δημιουργούν την ανάγκη μέτρησης περισσότερων φυσικών μεγεθών. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι το πρώτο θερμόμετρο

με την τότε ονομασία <<θερμοσκόπιο>> εμφανίζεται το 1585.



1 Σχήμα 1.1: Θερμοσκόπιο 1585

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας κατασκευάστηκαν σιγά σιγά μετεωρολογικοί σταθμοί. Οι σταθμοί αυτοί στην αρχή κατέγραφαν τις μετεωρολογικές συνθήκες μέσω οργάνων και στη συνέχεια με τη μελέτη στατιστικών δεδομένων και την παρατήρηση μετεωρολογικών δεδομένων σε πραγματικό χρόνο σε όλον τον πλανήτη μπορούν να έχουν πρόγνωση των καιρικών συνθηκών για τις επόμενες αρκετές μέρες. Παρακάτω θα δούμε ποια είναι τα μετεωρολογικά φαινόμενα που παίζουν τόσο σημαντικό ρόλο στη ζωή μας.

## 1.2 Κατηγορίες Αισθητήρων

Οι αισθητήρες διακρίνονται βασικά σε δύο κατηγορίες αναλόγως το είδος του ηλεκτρικού σήματος που παρέχουν στην έξοδο τους :

- Αισθητήρια αναλογικής εξόδου: Το σήμα στην έξοδο είναι αναλογικό (analog) με την έννοια του συνεχούς . Το μέγεθος της μετρούμενης μεταβλητής είναι ανάλογο του πλάτους της τάσης που δίδει το αισθητήριο. Βασικό τους μειονέκτημα είναι το γεγονός ότι η το ηλεκτρικό σήμα που δίδουν μπορεί να αλλοιωθεί από τον (ηλεκτρικό) θόρυβο (παράσιτα). Έτσι θα έχουμε σφάλμα στη μέτρηση. Σε ένα βιομηχανικό περιβάλλον τέτοιοι ηλεκτρικοί θόρυβοι είναι αναπόφευκτοι.
- Αισθητήρια ψηφιακής εξόδου: Το σήμα στην έξοδο είναι ψηφιακό δηλαδή

παίρνει διακριτές τιμές . Η πληροφορία για το μέγεθος του μετρομένου μεγέθους είναι υπό μορφή δυαδικού αριθμού ή σειράς παλμών. Στη περίπτωση αυτή η μέτρηση δεν αλλοιώνεται τόσο εύκολα. Η πληροφορία εδώ δεν είναι στο πλάτος της τάσης άρα ακόμη κι αν αυτό αλλοιωθεί λίγο η πληροφορία μπορεί να διατηρείται όπως θα δούμε κατά τη ανάλυση σχετικών οργάνων.

Στη συνέχεια του κεφαλαίου θα αναφερθούμε συνοπτικά σε διάφορες κατηγορίες αισθητηρίων. Θα συζητηθούν μόνο μερικοί αντιπροσωπευτικοί τύποι από κάθε κατηγορία.

### 1.2.1 Παθητικοί και ενεργητικοί αισθητήρες

Οι αισθητήρες κατηγοριοποιούνται σε παθητικούς (passive) και ενεργούς (active). Οι παθητικοί αισθητήρες παράγουν ένα ηλεκτρικό σήμα ως απόκριση σε κάποιο ερέθισμα χωρίς να απαιτούν ηλεκτρική ισχύ, μετατρέποντας την ενέργεια του εισερχόμενου ερεθίσματος στην μορφή του εξερχόμενου σήματος. Τέτοιου είδους αισθητήρες είναι ο πιεζοηλεκτρικός αισθητήρας και η φωτοδίοδος.

Σε αντίθεση με τους παθητικούς, οι ενεργοί αισθητήρες προκειμένου να παράγουν το σήμα εξόδου απαιτούν κατανάλωση ενέργειας η οποία προέρχεται από εξωτερική πηγή. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο αισθητήρας θερμοκρασίας LM135 ο οποίος απαιτεί τάση τροφοδοσίας για τη λειτουργία του.

### 1.2.2 Απόλυτοι και σχετικοί αισθητήρες

Οι αισθητήρες διαχωρίζονται επίσης σε απόλυτους και σχετικούς. Το κριτήριο αποτελεί την αναφορά της μέτρησης του αισθητήρα σε κάποια κλίμακα, δηλαδή, απόλυτος χαρακτηρίζεται ο αισθητήρας του οποίου το σήμα παραγωγής αναφέρετε σε μια απόλυτη φυσική κλίμακα που είναι ανεξάρτητη από τις συνθήκες μέτρησης όπως στην περίπτωση ενός μέτρησης της πίεσης με αναφορά το κενό. Σχετικός αισθητήρας χαρακτηρίζεται εκείνος ο οποίος παράγει σήμα που αναφέρεται σε μια ειδική κλίμακα τιμών όπως στην περίπτωση του μανομέτρου.

### 1.2.3 Αισθητήρες γραμμικής και γωνιακής μετατόπισης

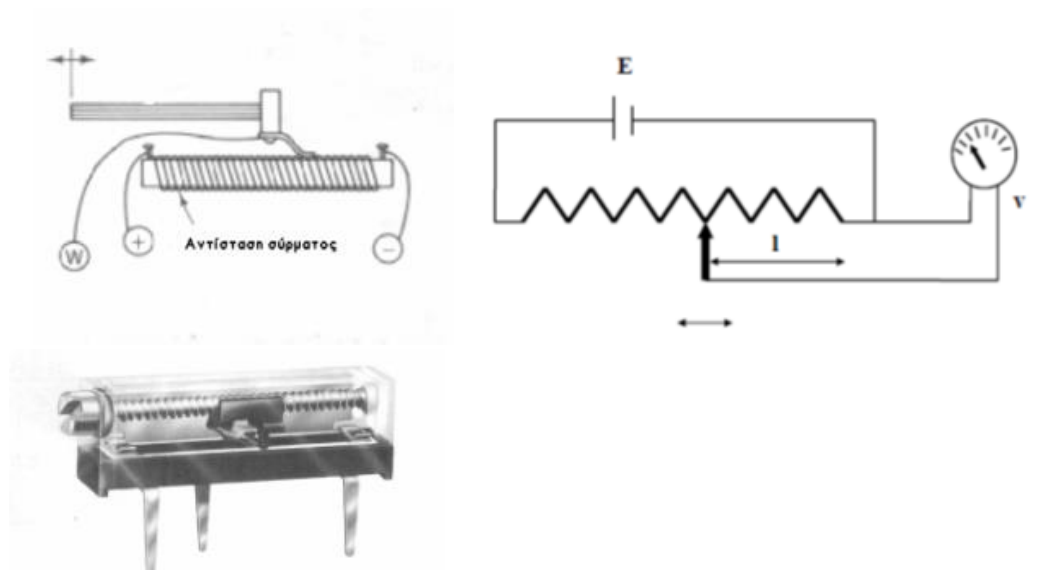
Γραμμική μετατόπιση είναι η μετατόπιση ενός σημείου ως προς άλλο κατά μήκος κάποιας ευθείας. Γωνιακή μετατόπιση είναι η γωνία που διαγράφει μια ευθεία όταν περιστρέφεται γύρω από κάποιον άξονα περιστροφής.

- **Το γραμμικό ποτενσιόμετρο**

Είναι ίσως το απλούστερο αισθητήριο θέσης . Αποτελείται από μια αντίσταση κατά



μήκος της οποίας κινείται μια επαφή - η μεσαία λήψη όπως ονομάζεται .



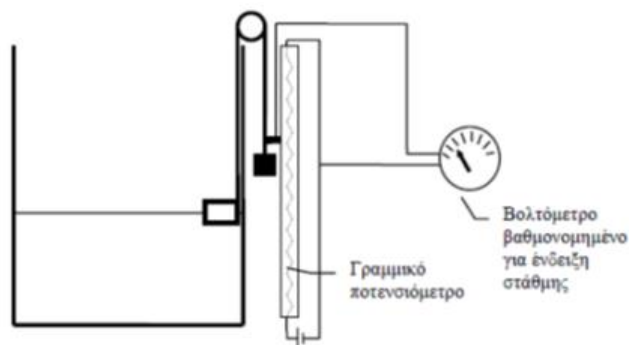
2: Σχήμα: 1.2 Γραμικό Ποτενσιόμετρο

Η αντίσταση που είναι συνήθως 10 ΚΩ τροφοδοτείται με συνεχή τάση. Η τάση τότε στη μεσαία λήψη είναι ανάλογη της απόστασής  $l$  από το άκρο της αντίστασης που έχει μηδενική τάση.

$$V = E \cdot l / L = K \cdot l$$

Όπου  $L$  το συνολικό μήκος της αντίστασης. Είναι φανερό λοιπόν ότι το όργανο μετρά την μετατόπιση  $l$  με την βοήθεια του πλάτους της τάσης  $V$ . Η μέτρηση δε όπως φαίνεται είναι γραμμική. Πρόκειται δηλαδή για ένα αναλογικό όργανο μέτρησης της μετατόπισης.

Συνήθως η αντίσταση είναι προσαρμοσμένη σε μια ακίνητη επιφάνεια η δε επαφή σε ένα κινούμενο στέλεχος. Τότε η τάση στη μεσαία λήψη (κινούμενη επαφή) του ποτενσιόμετρου είναι ανάλογη της μετατόπισης του στελέχους . Το στοιχείο αντίστασης μπορεί να είναι είτε κυλινδρικό είτε επίπεδο (τύπου φιλμ) . Η διακριτική ικανότητα (resolution) του οργάνου εξαρτάται από την πυκνότητα των τυλιγμάτων της αντίστασης . Στα ποτενσιόμετρα τύπου φιλμ, αυτή είναι σχεδόν άπειρη . Μπορεί κανείς να βρει στο εμπόριο γραμμικά ποτενσιόμετρα μήκους από μερικά εκατοστά μέχρι και μερικά μέτρα.

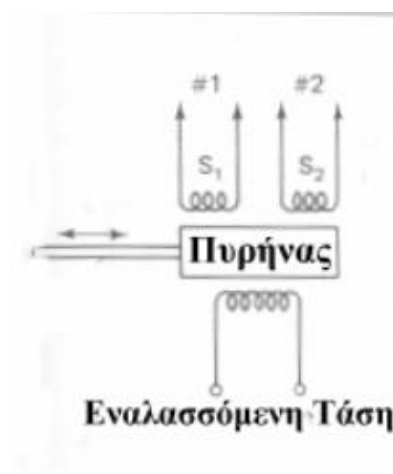


3: Σχήμα 1.3: Μέτρηση στάθμης με γραμμικό ποτενσιόμετρο

Στο Σχήμα 1.3 φαίνεται πως μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα γραμμικό ποτενσιόμετρο για την μέτρηση της στάθμης υγρού σε δοχείο. Η μεσαία λήψη παρακολουθεί τη στάθμη με τη βοήθεια του πλωτήρα και του αντίβαρου. Τη τάση της μεσαίας λήψης παρακολουθούμε με τη βοήθεια βολτομέτρου, το οποίο έχουμε βαθμονομήσει κατάλληλα.

- **Ο γραμμικός μεταβλητός διαφορικός μετασχηματιστής**

Ανθεκτικοί και απλοί αισθητήρες διαδρομής κατασκευάζονται με διαφορικούς Μ/Σ. Το πρωτεύον τυλίγμα συνδέεται με εναλλασσόμενη τάση. Η τάση αυτή επάγει στο δευτερεύον, που είναι τυλιγμένο σε δύο τμήματα ίδιες τάσεις, εφόσον ο εσωτερικός κινούμενος πυρήνας βρίσκεται στη μέση και διαφορετικές τάσεις αν ο πυρήνας δεν βρίσκεται εκεί. Η συχνότητα λειτουργίας των LVDT είναι 60HZ έως 20 KHZ και η τάση εισόδου είναι 3V έως 15V συνήθως. Οι συνηθισμένες τιμές της διαδρομής του πυρήνα είναι μεταξύ  $\pm 0,1$  έως  $\pm 75\text{mm}$ .



4: Σχήμα 1.4: Γραμμικός μεταβλητός διαφορικός μετασχηματιστής

#### 1.2.4 Μαγνητικά αισθητήρια

Η λειτουργία των αισθητηρίων αυτών βασίζεται στην αλλαγή ενός μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ένας μαγνήτης, προσαρμοσμένος στο κινούμενο αντικείμενο. Η μεταβολή αυτή καταγράφεται από το αισθητήριο και μετατρέπεται σε τάση. Το απλούστερο μαγνητικό αισθητήριο είναι ένας μαγνητικός διακόπτης. Αποτελείται από ένα ζευγάρι κλειστών επαφών, που αλλάζουν κατάσταση όταν το αισθητήριο αλληλεπιδράσει με ένα μαγνητικό πεδίο. Κυριότερη εφαρμογή τους είναι στα συστήματα ασφαλείας. Ένας τέτοιος διακόπτης ενεργοποιείται όταν ένας μαγνήτης τον πλησιάσει περίπου 5mm και απενεργοποιείται όταν ο μαγνήτης απομακρυνθεί στα 10-15mm.

#### 1.2.5 Αισθητήρια ταχύτητας

Η μέτρηση πραγματοποιείται με την ανίχνευση της μετατόπισης ενός αντικειμένου μέσα σε ένα χρονικό διάστημα. Η ανίχνευση αυτή μπορεί να γίνει οπτικά ή με ανιχνευτή αντικειμένου. Οπτικά η ανίχνευση γίνεται με τη διακοπή ή την ανάκλαση μιας φωτεινής δέσμης επάνω στο αντικείμενο. Οι ανιχνευτές αντικειμένου λειτουργούν ανιχνεύοντας τη μεταβολή που δημιουργείται, σε κάποιο μέγεθος όταν ένα αντικείμενο βρεθεί μέσα στην ενεργό περιοχή του ανιχνευτή. Σ' αυτή τη μέθοδο υπάρχουν και οι κάθε μορφής μηχανικοί καταμετρητές οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την καταμέτρηση οπτικών ή μαγνητικών παλμών.

- **Οπτικοί δότες παλμών**

Ένας οπτικός δότης παλμών αποτελείται από τις εξής βαθμίδες

- Την πηγή φωτός (δίοδος Led)
- Το δέκτη φωτός (φωτοτρανζίστορ)
- Το δίσκο, ο οποίος φέρει εγκοπές ή οπές στην επιφάνεια του
- Το ηλεκτρονικό κύκλωμα επεξεργασίας του σήματος του δέκτη

Καθώς περιστρέφεται ο δίσκος, το εκπεμπόμενο από τη φωτοδίοδο φως άλλοτε διακόπτεται και άλλοτε περνά δια μέσου των εγκοπών και διεγείρει τη βάση του φωτοτρανζίστορ. Το σήμα από το συλλέκτη του τρανζίστορ οδηγείται σ' ένα κύκλωμα σκανδαλισμού, από την έξοδο του οποίου λαμβάνουμε παλμούς. Η συχνότητα των παλμών είναι ανάλογη των στροφών.

- **Ταχογεννήτριες**

Η μετατροπή των στροφών σε ηλεκτρικό σήμα γίνεται και με μικρές γεννήτριες, γνωστές ως ταχογεννήτριες οι οποίες συνδέονται και ευθυγραμμίζονται με τον άξονα της μηχανής και οι οποίες παράγουν μια τάση ανάλογη με τις στροφές του άξονα.

Οι ταχογεννήτριες διακρίνονται σε:

- Ταχογεννήτριες συνεχούς ρεύματος
- Ταχογεννήτριες εναλλασσομένου ρεύματος

### 1.2.6 Αισθητήρες επιτάχυνσης

Στην απλούστερη περίπτωση, ένας αισθητήρας επιτάχυνσης αποτελείται από μία μάζα που συναρμολογείται πάνω σε σπειροειδή ελατήρια με τέτοιο τρόπο ώστε η μάζα να μπορεί να μετακινηθεί σε μία διεύθυνση. Αν υπάρξει επιτάχυνση  $a$  σε αυτή την διεύθυνση, η μάζα  $m$  μετακινείται κατά απόσταση  $x$ . Αυτή η αλλαγή στη θέση μπορεί να μετρηθεί μέσω διαφόρων μεθόδων και έτσι μπορούμε να έχουμε την τιμή της τρέχουσας επιτάχυνσης.

- **Επιταχυνσιόμετρα πίεσης**

Ως αισθητήριο στοιχείο, τα επιταχυνσιόμετρα αυτού του τύπου, ενσωματώνουν μετρητές τάσεως οι οποίοι μετρούν την τάση που αναπτύσσεται από μια μάζα η οποία είναι προσαρτημένη σε μια ελαστική άρθρωση.

- **Πιεζοηλεκτρικά Επιταχυνσιόμετρα**

Το πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο έχει άμεση εφαρμογή στους αισθητήρες επιτάχυνσης. Μέσω αυτού του φαινομένου υπάρχει μια άμεση μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση ενός κρυσταλλικού υλικού, όπως κρυστάλλους χαλαζία οι οποίοι χρησιμοποιούνται περιστασιακά ως αισθητήρια στοιχεία, ή πιεζοηλεκτρικά κεραμικά υλικά, όπως το τιτανικό βάριο τα οποία είναι πιο δημοφιλή

### 1.2.7 Αισθητήρες δύναμης - παραμόρφωσης

Σε όλες τις πρακτικές εφαρμογές η μέτρηση της δύναμης γίνεται έμμεσα - μετρώντας δηλαδή την παραμόρφωση την οποία αυτή προκαλεί όταν επενεργεί σε κατάλληλα διαλεγμένα μηχανικά στοιχεία (μια ράβδος ή ένα διάφραγμα ή ένα ελατήριο). Η παραμόρφωση - που όταν είναι μικρή είναι σύμφωνα με τον νόμο του Hook ανάλογη της δύναμης - μετριέται στη συνέχεια με κάποιο αισθητήριο θέσης ή παραμόρφωσης. Συνήθως χρησιμοποιείται το μηκυνσιόμετρο ή μετρητής παραμόρφωσης (strain gauge) σπανιότερα δε το LVDT.

Το πρόβλημα που αντιμετωπίζουμε όταν πρόκειται να μετρήσουμε δύναμη με τον παραπάνω τρόπο, είναι ότι το μέγεθος των παραμορφώσεων είναι απειροελάχιστο - της τάξης μεγέθους μερικών μικρών πολύ συχνά. Γι' αυτόν ακριβώς τον λόγο έχουν αναπτυχθεί ειδικές διατάξεις μέτρησης των παραμορφώσεων. Ας σημειωθεί εδώ ότι παραμορφώσεις χρειάζεται να μετρά κανείς και σε άλλες περιπτώσεις ανεξάρτητα από μέτρηση δύναμης: Για μετρήσεις παραμορφώσεων σε φέρουσες κατασκευές

προκειμένου να διαπιστώσει την αντοχή τους (γέφυρες, μεγάλους γεραμούς ..)

Ο πιο γνωστός αισθητήρας παραμόρφωσης είναι το μηκυνσίόμετρο ενσωματωμένου συρματίδιου (bonded wire strain gauge) . Η λειτουργία του στηρίζεται στο γεγονός ότι η ηλεκτρική αντίσταση ενός συρματίδιου εξαρτάται εκτός των άλλων και από το μήκος και από τη διατομή του . Όταν το συρματίδιο παραμορφώνεται υπό την επίδραση κάποιας δύναμης, τότε μεταβάλλεται και το μήκος και η διατομή του, άρα και η ηλεκτρική του αντίσταση.

### 1.2.8 Αισθητήρες θερμοκρασίας

Δεν υπάρχει ίσως άλλη κατηγορία αισθητηρίων που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία, για την οποία να υπάρχει τόση ποικιλία οργάνων σε σχετικά χαμηλές τιμές, όσο αυτή των αισθητηρίων θερμοκρασίας . Ο έλεγχος της θερμοκρασίας είναι επιθυμητός σε πλείστες όσες εφαρμογές και γι' αυτό θα προσπαθήσουμε να δώσουμε μια εικόνα του φάσματος των οργάνων που χρησιμοποιούνται για την μέτρηση της .

- **Θερμόμετρα υγρού**

Είναι τα αρχαιότερα θερμόμετρα που όμως και σήμερα χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές λόγω κυρίως του χαμηλού κόστους τους . Δεν κρίνεται σκόπιμο να αναλυθεί η λειτουργία τους μιας και αυτή είναι απλή αλλά και αρκετά γνωστή .

Το πρόβλημα με τα θερμόμετρα υγρού είναι ότι δεν μπορούν εύκολα να χρησιμοποιηθούν σαν αισθητήρια σε ένα σύστημα αυτομάτου ελέγχου ούτε να δώσουν τη μέτρηση σε Η/Υ, παρά το ότι έχουν γίνει προσπάθειες και υπάρχουν κάποιοι τύποι κατάλληλοι γι' αυτό το σκοπό.

- **Αισθητήρια θερμοκρασίας διμεταλλικού τύπου**

Η δεύτερη αυτή κατηγορία αισθητηρίων θερμοκρασίας, στηρίζουν την λειτουργία τους στο φυσικό φαινόμενο της διαστολής των μετάλλων . Πιο συγκεκριμένα στην ιδιότητα ενός διμεταλλικού ελάσματος - έλασμα αποτελούμενο από δύο συγκολλημένα μεταξύ τους ελάσματα - να κάμπτεται με την αύξηση της θερμοκρασίας .

Τα ελάσματα πρέπει να είναι από υλικά με διαφορετικούς συντελεστές θερμικής διαστολής και η κάμψη οφείλεται ακριβώς σ' αυτή την ανισορροπία του διμεταλλικού ελάσματος όσον αφορά την διαστολή του .

Όταν το ένα άκρο του ελάσματος είναι σταθερά τοποθετημένο, τότε το άλλο μετακινείται, και η θέση του είναι ένδειξη της θερμοκρασίας. Είναι δυνατόν να χρησιμοποιήσουμε κάποιο αισθητήριο θέσης στη συνέχεια και να πάρουμε ένα ηλεκτρικό σήμα ανάλογο (υπό συνθήκες) της θερμοκρασίας. Τέτοια αισθητήρια κυκλοφορούν ευρέως λόγω κυρίως του μικρού τους κόστους και της απλότητας τους.

Υπάρχουν διάφορες παραλλαγές στη βασική χρήση του διμεταλλικού ελάσματος. Στην πιο ενδιαφέρουσα απ' αυτές, το διμεταλλικό έλασμα χρησιμοποιείται σαν επαφή

που ανοίγει ή κλείνει κάποιο ηλεκτρικό κύκλωμα. Η συσκευή τότε είναι ο γνωστός μας από την πλατιά χρήση του θερμοστάτης. Θερμοστάτες χρησιμοποιούνται σε οικιακές συσκευές (σίδηρο, τοστιέρα), για τον έλεγχο της κεντρικής θέρμανσης, αλλά και σε πολλές βιομηχανικές εφαρμογές όταν είναι επιθυμητός έλεγχος θερμοκρασίας δύο θέσεων (ON-OFF).

- **Θερμόμετρα ηλεκτρικής αντίστασης**

Η κατηγορία αυτή των αισθητηρίων θερμότητας βασίζεται στο φαινόμενο της μεταβολής της ηλεκτρικής αντίστασης των μετάλλων και των ημιαγωγών όταν μεταβάλλεται η θερμοκρασία.

Το απλούστερο από τα παραπάνω αισθητήρια αποτελείται από ένα λεπτό σύρμα από χαλκό ή νικέλιο ή πλατίνα που αφού πάρει κατάλληλο σχήμα - συνήθως μαιάνδρου - κλείνεται σε ένα προστατευτικό περίβλημα.

Το παραπάνω αισθητήριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε για την μέτρηση της θερμοκρασίας ενός υγρού ή αερίου - οπότε απλώς εμβαπτίζεται στο ρευστό - είτε για την μέτρηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας των στερεών - οπότε το αισθητήριο έχει τη μορφή λεπτού φιλμ και επικολλάται στην επιφάνεια της οποίας επιθυμούμε να μετρήσουμε την θερμοκρασία .

Η μέτρηση συνεπώς της θερμοκρασίας ανάγεται και πάλι σε μέτρηση μικρών μεταβολών ηλεκτρικής αντίστασης - όπως και στη περίπτωση της παραμόρφωσης. Μια άλλη κατηγορία θερμομέτρων αντίστασης είναι τα θερμίστορς (thermistors) . Αυτά σε αντίθεση με τα προηγούμενα που χρησιμοποιούν μεταλλικό στοιχείο αντίστασης, διαθέτουν ημιαγωγό τέτοιο στοιχείο . Το πλεονέκτημα τους είναι η μεγάλη ευαισθησία σε μεταβολές της θερμοκρασίας .Σε αντίθεση με τους μεταλλικούς αγωγούς, παρουσιάζουν μείωση της αντίστασης με την αύξηση της θερμοκρασίας . Συνηθισμένα θερμίστορς έχουν αντίσταση της τάξης των 100 Ω σε υψηλές θερμοκρασίες και εκατοντάδες megaohms σε χαμηλές θερμοκρασίες .

Τα θερμίστορς χρησιμοποιούνται σε όλο και περισσότερες εφαρμογές καθώς το κόστος τους πέφτει και η αξιοπιστία τους ανεβαίνει.

- **Θερμοστοιχεία**

Ένα άλλο αισθητήριο θερμοκρασίας είναι το θερμοστοιχείο του οποίου η αρχή λειτουργίας είναι γνωστή από παλιά και είναι το θερμοηλεκτρικό φαινόμενο : Όταν δύο συρματίδια από διαφορετικά υλικά ενώνονται σε δύο διαφορετικά σημεία (επαφές) έτσι που να σχηματίζεται βρόχος μεταξύ των επαφών αυτές δε έχουν διαφορετική θερμοκρασία, αναπτύσσεται τάση μεταξύ τους που είναι ευθέως

ανάλογη της διαφοράς θερμοκρασίας τους .

Οι αναπτυσσόμενες τάσεις είναι της τάξης των μιλιβόλτς (mV) και συνεπώς απαιτούνται ευαίσθητα ηλεκτρονικά για τη σωστή μέτρηση τους . Ακόμη για να είναι δυνατή η μέτρηση της θερμοκρασίας πρέπει να υπάρχει μια άλλη θερμοκρασία αναφοράς - αφού το θερμοστοιχείο μόνο διαφορές θερμοκρασίας αντιλαμβάνεται . Η θερμοκρασία αυτή - που συνήθως είναι το 0ο - προσομοιώνεται ηλεκτρονικά . Αυτό σημαίνει ότι το ηλεκτρονικό κύκλωμα του αισθητηρίου παράγει την τάση που θα παρήγαγε η κρύα επαφή.

### 1.2.9 Αισθητήρια πίεσεως

Επειδή η πίεση ορίζεται σαν η εξασκούμενη σε μια επιφάνεια δύναμη δια της επιφάνειας αυτής, καταλαβαίνει κανείς ότι είναι δυνατόν να μετρηθεί η πίεση αν μετρηθεί η δύναμη που εξασκεί αυτή πάνω σε μια γνωστή επιφάνεια . Έτσι τα περισσότερα αισθητήρια πίεσης χρησιμοποιούνται κατά βάση κάποιο αισθητήριο δύναμης .

- **Αισθητήρια στάθμης υγρού**

Σε πάρα πολλές εφαρμογές στην βιομηχανία είναι επιθυμητό να παρακολουθούμε την στάθμη σε δοχεία υγρών. Για το σκοπό αυτό υπάρχουν διαφόρων ειδών αισθητήρια στάθμης . Τα περισσότερα απ' αυτά χρησιμοποιούν κάποιο πλωτήρα σε συνδυασμό με ένα αισθητήριο γραμμικής ή γωνιακής θέσης . Ακόμη υπάρχει η δυνατότητα μέτρησης της στάθμης, μετρώντας την πίεση στον πυθμένα του δοχείου - η τελευταία πάντως μέτρηση δεν έχει καλή ακρίβεια.

- **Αισθητήρια ροής**

Το απλούστερο από τα αισθητήρια της κατηγορίας αυτής είναι το κοινό όργανο μέτρησης της κατανάλωσης νερού που χρησιμοποιείται στα σπίτια μας . Μετράει ποσότητα υγρού και όχι ροή (ποσότητα ανά μονάδα χρόνου) και χρησιμοποιεί για τον σκοπό αυτό περιστρεφόμενο δίσκο που εγκλωβίζει στο περίβλημα του οργάνου ποσότητα υγρού και την οδηγεί στην έξοδο . Έτσι οι περιστροφές του δίσκου αντιστοιχούν σε καθορισμένη ποσότητα υγρού .

Μια άλλη ομάδα αισθητηρίων ροής χρησιμοποιούν στην ουσία ένα σωλήνα Ventouri για την μέτρηση . Όπως είναι γνωστό όταν ο σωλήνας ροής στενεύει η πίεση πέφτει και η πτώση πίεσης είναι ανάλογη (υπό συνθήκες) της παροχής .

Μια τρίτη ομάδα τέτοιων αισθητηρίων χρησιμοποιεί ένα μικροσκοπικό στρόβιλο . Όταν η ροή περάσει μέσα από το αισθητήριο, ο στρόβιλος περιστρέφεται με ταχύτητα που (υπό συνθήκες) είναι ανάλογη της παροχής . Στη συνέχεια βέβαια απαιτείται αισθητήριο ταχύτητας .

Τα αισθητήρια ροής που περιγράψαμε έχουν το κοινό χαρακτηριστικό ότι πρέπει να

παρεμβληθούν εν σειρά στο κύκλωμα του οποίου μετριέται η παροχή .

Πρόσφατα αναπτύχθηκαν αισθητήρια τα οποία δεν απαιτούν κάτι τέτοιο . Αυτά χρησιμοποιούν ένα πομπό και ένα δέκτη υπερήχων και η λειτουργία τους βασίζεται στο ότι η ταχύτητα διάδοσης του υπερήχου σε ένα υγρό εξαρτάται εκτός των άλλων και από την ταχύτητα του υγρού .

## 2. ΚΑΙΡΟΣ - ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

Καιρός ονομάζεται το σύνολο των μετεωρολογικών φαινομένων που παρατηρούνται στην ατμόσφαιρα της Γης σε καθορισμένο τόπο και χρόνο. Τέτοια φαινόμενα είναι η θερμοκρασία, η ατμοσφαιρική πίεση, οι κινήσεις των ανέμων, η παρουσία νεφών κλπ. Ο καιρός προσδιορίζεται για μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή και η πρόγνωση του βασίζεται στα αποτελέσματα των παρατηρήσεων του. Στην πραγματικότητα είναι μια συνάρτηση στην οποία εισάγονται μετεωρολογικά δεδομένα, ο τόπος, ο χρόνος κλπ. και με βάση τις καταγραφές και παρατηρήσεις που έχουν γίνει, εξάγεται ένα αποτέλεσμα. Το αποτέλεσμα αυτό αποτελεί την πρόγνωση του καιρού και η ακρίβεια του εξαρτάται από το μετεωρολογικό μοντέλο που θα χρησιμοποιηθεί. Με την εξέλιξη των υπολογιστικών συστημάτων τα οποία πλέον εκτελούν τρισεκατομμύρια πράξεις ανά δευτερόλεπτο και τους δορυφόρους από τους οποίους μπορούμε να παρατηρούμε τα μετεωρολογικά φαινόμενα με μεγαλύτερη ακρίβεια και για μεγαλύτερο γεωγραφικό εύρος, τα μοντέλα αυτά έχουν εξελιχθεί και εξάγουν ασφαλέστερα και πιο μακροπρόθεσμα αποτελέσματα.

### 2.1 Θερμοκρασία

Θερμοκρασία ατμόσφαιρας ονομάζεται η θερμοκρασία την οποία έχει ο ατμοσφαιρικός αέρας πάνω από μια περιοχή. Η πρόγνωση του καιρού σε μια περιοχή βασίζεται κυρίως στη γνώση της εκάστοτε ατμοσφαιρικής πίεσης και της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας της υπ' όψιν περιοχής και των γύρω αυτής εκτάσεων. Συνεπώς η αναφορά της θερμοκρασίας σχετίζεται πάντα με κάποια περιοχή, είτε μικρή, είτε μεγάλη, στην περίπτωση μας δε στην περιοχή εμβέλειας του σταθμού. Η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας μετριέται με τα θερμόμετρα και υπάρχουν διάφορες κλίμακες μέτρησης, με συνηθισμένες κλίμακες τις Κελσίου (Celsius, σύμβολο C°) , Κέλβιν (Kelvin, σύμβολο K°) και Φαρενάιτ (Fahrenheit, σύμβολο F°). Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται η κλίμακα Κελσίου και ορίζεται ως « Το σημείο βρασμού του νερού είναι στους 100 C° και το σημείο παγιοποίησης του, στους 0 C°». Η σχέση μεταξύ βαθμών Κελσίου και Φαρενάιτ δίνεται από τον εξής τύπο:  $[^{\circ}\text{C}] \times 1,8 + 32 = [^{\circ}\text{F}]$



## 2.2 Ατμοσφαιρική πίεση

Η ατμοσφαιρική πίεση είναι ένα από τα πιο σημαντικά μετεωρολογικά στοιχεία, γιατί οι καιρικές καταστάσεις και οι μεταβολές τους συνδέονται άμεσα μαζί της. Ατμοσφαιρική πίεση ή «Βαρομετρική πίεση» ονομάζεται η πίεση που ασκεί η ατμόσφαιρα, με το βάρος της, στην επιφάνεια της Γης. Στην επιφάνεια της Γης η ατμοσφαιρική πίεση ισούται κατά μέσον όρο με το βάρος στήλης ύδατος ύψους 11 μ.(m) περίπου, ή 1 εκατομμύριοδύνες ανά cm. Στην μετεωρολογία 1000 δύνες/cm<sup>2</sup> αντιστοιχούν σε ένα χιλιοστόμετρο (milibar). Κατά μέσο όρο στην επιφάνεια της γης η ατμοσφαιρική πίεση είναι 1000 milibar. Με απόφαση του Διεθνούς Μετεωρολογικού Οργανισμού (WMO) καθιερώθηκε ως μονάδα μέτρησης της ατμοσφαιρικής πίεσης το Εκτοπασκάλ (1 hPa) το οποίο η αντιστοιχία είναι 1 hPa=1 milibar. Η πίεση μειώνεται ανάλογα με το υψόμετρο. Για τον λόγο αυτό οι μετρήσεις που γίνονται σε ύψος μεγαλύτερο από αυτό της επιφάνειας της θάλασσας, πρέπει να τροποποιηθούν ώστε να αντιστοιχούν σε μηδενικό ύψος. Η ενέργεια αυτή ονομάζεται ως αναγωγή στην επιφάνεια της θάλασσας. Η σχέση με την οποία εκφράζεται η αναγωγή στην επιφάνεια της θάλασσας ορίζεται ως:

$$P = P_0 \left( 1 - \frac{0,0065h}{^{\circ}\text{C} + 0,0065h + 213,75} \right)^{-5,257}$$

Όπου:

P<sub>0</sub>= Η τρέχουσα τιμή της ατμοσφαιρικής πίεσης σε hPa.

h = Το υψόμετρο του σταθμού από την επιφάνεια της θάλασσας σε μέτρα (m).

°C = η τρέχουσα θερμοκρασία σε βαθμούς Κελσίου.

## 2.3 Βαρομετρική τάση

Βαρομετρική τάση ονομάζεται η μεταβολή της τιμής της ατμοσφαιρικής πίεσης μέσα στην χρονική περίοδο παρατήρησης των 3 ωρών. Στο σχήμα 2.1 παρατηρούμε τον τρόπο υπολογισμού της βαρομετρικής τάσης με συμβολισμούς:

- $p_0=t-3$  ώρες (όπου  $t$  η τρέχουσα ώρα),
- $p_1=t-2$  ώρες,
- $p_2=t-1$  ώρα και
- $p_3=t$ .

Code digit	Descriptions	Graphical representation	$p_0-p_3$	$p_0+p_3-p_1-p_2$	$p_0-p_1$
0	air pressure is the same as or higher than three hours earlier	rising, then falling		+ 0	- - +, 0, -
1	air pressure is higher than three hours earlier	rising, then steady		+ -	+ 0
2	air pressure is higher than three hours earlier	rising (steadily or irregularly)		+ 0	+ 0, -
3	air pressure is higher than three hours earlier	falling or steady, then rising; or rising, then rising more rapidly		+ +	+ 0, -
4	air pressure is the same as three hours earlier	steady		0 0	+ 0, -
5	air pressure is the same as or lower than three hours earlier	falling, then rising		0 +	+ 0, -
6	air pressure is lower than three hours earlier	falling, then steady; or falling, then falling more slowly		- +	0, -
7	air pressure is lower than three hours earlier	falling (steadily or irregularly)		- 0	+ 0, -
8	air pressure is lower than three hours earlier	rising or steady, then falling		- -	+ 0, -

+: result > 0, -: result < 0.

5: Σχήμα 2.1: Τρόπος Υπολογισμού Βαρομετρικής τάσης

## 2.4 Υγρασία

Ο ατμοσφαιρικός αέρας περιέχει υδρατμούς με διαφορετική ποσότητα από τόπο σε τόπο και από ώρα σε ώρα. Ο αέρας όμως δεν είναι δυνατόν να περιέχει απεριόριστη ποσότητα υδρατμών, αλλά για κάθε θερμοκρασία υπάρχει μια μέγιστη δυνατή περιεκτικότητα υδρατμών. Όταν ο αέρας περιέχει τη μέγιστη τέτοια ποσότητα ονομάζεται κορεσμένος.

Όσο ψυχρότερος είναι ο αέρας τόσο μικρότερη ποσότητα υδρατμών μπορεί να συγκρατήσει. Αν λοιπόν μια μάζα υγρού και θερμού αέρα ψυχθεί θα φτάσει σε μια θερμοκρασία όπου δεν είναι δυνατόν πλέον να συγκρατήσει περισσότερους υδρατμούς. Οι υδρατμοί που περισσεύουν θα συμπυκνωθούν ως σταγονίδια πάνω στα

αιωρούμενα μικροσωματίδια και θα δημιουργήσουν το νέφος. Αν δε, συμπυκνωθούν πάνω σε ψύχρα αντικείμενα θα δημιουργήσουν τη δρόσο. Η θερμοκρασία στην οποία ο ακόρεστος αέρας καθώς ψύχεται φτάνει στο κορεσμό, ονομάζεται σημείο δρόσου.

Η υγρασία παίζει σημαντικό ρόλο στην μορφή του κλίματος, τη βλάστηση και τη ζωή ενός τόπου. Μετράμε την υγρασία με τα υγρόμετρα, τα οποία δείχνουν πόσους υδρατμούς περιέχει η ατμόσφαιρα επί της εκατό (%) (όπου 100 θεωρούνται οι υδρατμοί οι οποίοι θα περιέχονταν για την ίδια θερμοκρασία αν είχαμε κορεσμό).

## 2.5 Σημείο δρόσου ή Σημείο υγροποίησης ή σημείο κόρου ατμόσφαιρας

Σημείο δρόσου χαρακτηρίζεται το σημείο εκείνο της θερμοκρασίας που όταν οι υδρατμοί ψυχθούν δημιουργούν το φαινόμενο της δρόσου, δηλαδή τις σταγόνες δρόσου. Στη θερμοκρασία αυτή εξυπακούεται πως όταν ο αέρας είναι κορεσμένος και δεν μπορεί να συγκρατήσει άλλους υδρατμούς η σχετική υγρασία να είναι 100%.

Σημειώνεται όμως ότι η θερμοκρασία κορεσμού της ατμόσφαιρας ή του "σημείου δρόσου" μπορεί να είναι οποιαδήποτε θερμοκρασία, πάνω από τους 0°C.

Η θερμοκρασία αυτή εξαρτάται μόνο από την ποσότητα των υδρατμών που περιέχει 1 κυβικό μέτρο αέρος, συνεπώς εξαρτάται από την απόλυτη υγρασία.

Η θερμοκρασία του σημείου δρόσου αποτελεί σπουδαίο μετεωρολογικό στοιχείο για ένα τόπο και γι' αυτό πάντοτε αναφέρεται στους μετεωρολογικούς χάρτες με τα σύμβολα D.P. από τα αρχικά του αγγλικού όρου Dew Point (Δρόσου Σημείο).

## 2.6 Δείκτης Δυσφορίας ή Δείκτης Θερμότητας

Ο δείκτης δυσφορίας δεν αφορά ένα αμιγές μετεωρολογικό φαινόμενο, αλλά παρουσιάζει «πόσο ζέστη αισθανόμαστε πραγματικά» με το συνδυασμό της τρέχουσας θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας. Εκφράζει δηλαδή το βαθμό δυσφορίας του ανθρώπου λόγω των επιδράσεων των θερμοϋγρομετρικών συνθηκών.

Σε συνθήκες αυξημένης θερμοκρασίας το ανθρώπινο σώμα ρυθμίζει τη θερμοκρασία του μέσω της εφίδρωσης του σώματος. Αποβάλλει θερμότητα με την εξάτμιση του ιδρώτα. Σε συνθήκες αυξημένης σχετικής υγρασίας, η εξάτμιση του ιδρώτα περιορίζεται, με αποτέλεσμα να αισθανόμαστε τη θερμοκρασία υψηλότερη από ότι πραγματικά είναι.

Ο υπολογισμός των τιμών του δείκτη δυσφορίας μετριέται σε βαθμούς Κελσίου (°C) και προκύπτει από την παρακάτω σχέση:

$$HI = c1 + c2T + c3R + c4TR + c5T^2 + c6R^2 + c7T^2R + c8TR^2 + c9T^2R^2$$

Όπου:

- HI= δείκτης δυσφορίας
- T= θερμοκρασία σε βαθμούς Farenait
- R= Η σχετική υγρασία σε ποσοστό %
- και οι σταθερές :
- $c1=-42,379$
- $c2=2,04901523$
- $c3=10,14333127$
- $c4=-0,22475541$
- $c5=-6,83783 \times 10^{-3}$
- $c6=-5,481717 \times 10^{-2}$
- $c7=1,22847 \times 10^{-3}$
- $c8=8,5282 \times 10^{-4}$
- $c9=-1,99 \times 10^{-6}$

Ο δείκτης δυσφορίας χωρίζεται σε πέντε ζώνες:

- έως 29 C° Ιδανικές Συνθήκες.
- από 30 έως 34 C° Αίσθηση ελαφριάς δυσφορίας.
- από 35 έως 39 C° Αίσθηση έντονης δυσφορία.
- από 40 έως 45 C° Αίσθηση υψηλής δυσφορίας.
- από 46 έως 53 C° Σοβαρός κίνδυνος: σταματήστε κάθε δραστηριότητα.
- από 54 C° και άνω Κίνδυνος θανάτου: πιθανή ανακοπή καρδίας.

	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
42°	48	50	52	55	57	59	62	64	66	68	71	73	75	77	80	82
41°	46	48	51	53	55	57	59	61	64	66	68	70	72	74	76	79
40°	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75
39°	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	66	68	70	72
38°	42	44	45	47	49	51	53	55	56	58	60	62	64	66	67	69
37°	40	42	44	45	47	49	51	52	54	56	58	59	61	63	65	66
36°	39	40	42	44	45	47	49	50	52	54	56	57	59	60	62	63
35°	37	39	40	42	44	45	47	48	50	51	53	54	56	58	59	61
34°	36	37	39	40	42	43	45	46	48	49	51	52	54	55	57	58
33°	34	36	37	39	40	41	43	44	46	47	48	50	51	53	54	55
32°	33	34	36	37	38	40	41	42	44	45	46	48	49	50	52	53
31°	32	33	34	35	37	38	39	40	42	43	44	45	47	48	49	50
30°	30	32	33	34	35	36	37	39	40	41	42	43	45	46	47	48
29°	29	30	31	32	33	35	36	37	38	39	40	41	42	43	45	46
28°	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
27°	27	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
26°	26	26	27	28	29	30	31	32	33	34	34	35	36	37	38	39
25°	25	25	26	27	27	28	29	30	31	32	33	34	34	35	36	37
24°	24	24	24	25	26	27	28	28	29	30	31	32	33	33	34	35
23°	23	23	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	31	32	32	33
22°	22	22	22	22	23	24	25	25	26	27	27	28	29	30	30	31

6: Σχήμα 2.2: Τιμές Θερμοκρασίας / Υγρασίας για τον υπολογισμό του δείκτη δυσφορίας

## 2.7 Άνεμος

Άνεμος ονομάζεται η ροή του αέρα πάνω από την επιφάνεια της Γης και οφείλεται στη μετακίνηση του, ανάμεσα σε δυο περιοχές διαφορετικής πίεσης. Η ροή του αέρα γίνεται από τις περιοχές με υψηλότερη πίεση σε αυτή με την χαμηλότερη. Ο όρος άνεμος αναφέρεται πάντοτε σε οριζόντιες μετακινήσεις του ατμοσφαιρικού αέρα.

Η διεύθυνση ανέμου είναι το σημείο του ορίζοντα από όπου πνέει ο άνεμος. Η ένταση του ανέμου εκφράζεται από την ταχύτητα του. Η διεύθυνση μετριέται με τον ανεμοδείκτη. Η διαίρεση του ορίζοντα σε 16 διευθύνσεις (ανά 22,5 μοίρες) λέγεται ανεμολόγιο. Οι κύριοι άνεμοι είναι οι Βορράς, Ανατολικός, Νότιος, Δυτικός στις 00, 90, 180, 270 μοίρες αντίστοιχα. Δευτερεύοντες άνεμοι είναι ο Βορειοανατολικός, Νοτιοανατολικός, Νοτιοδυτικός, Βορειοδυτικός με μοίρες 45, 135, 225, 315 αντίστοιχα.

## 3. ΚΛΙΜΑ – ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ

Ο όρος «αστικό μικροκλίμα» αναφέρεται στις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες που

επικρατούν σε έναν αστικό χώρο, οι οποίες μπορούν να παρουσιάζουν σημαντικές διαφοροποιήσεις σε σχέση με τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες στην ευρύτερη περιοχή. Μικροκλίμα επίσης είναι το χαρακτηριστικό κλίμα μιας περιοχής περιορισμένης κλίμακας, όπως για παράδειγμα ενός πάρκου, μιας γειτονιάς, μιας οδού, κτλ.

Ο όρος μικρόκλιμα χρησιμοποιείται για την περιγραφή κλιματολογικών συνθηκών σε τοπικές περιοχές μικρής έκτασης ανεξάρτητα από το κλίμα του περιβάλλοντος αλλά και για εργασιακούς είτε εκθεσιακούς χώρους. Επιπλέον μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κήπους, βιοκλιματικό σχεδιασμό ενός σπιτιού και για την θέρμανση κτιρίων. Ασχολείται με τα θέματα που σχετίζονται με την ποιότητα του αέρα (θερμοκρασία, υγρασία, ρύποι) αλλά και με την κίνηση της αέριας μάζας (διαστρωμάτωση, ρεύματα αέρα, αεροστεγανότητα και απώλειες) αλλά και στις επιπτώσεις από τις ενέργειες του ανθρώπου όπως η αναδάσωση, αποδάσωση, πρακτικές καλλιέργειας ή κατασκευής φραγμάτων.

Συνεπώς μπορούμε να πούμε ότι μικροκλίμα είναι το κλίμα που επικρατεί σε μικρότερες γεωγραφικά εκτάσεις.

### 3.1 Το κλίμα της Ελλάδας

Η Ελλάδα χαρακτηρίζεται από το μεσογειακό τύπο του εύκρατου κλίματος και έχει ήπιους υγρούς χειμώνες και ζεστά ξηρά καλοκαίρια. Το κλίμα της χώρας μπορεί να διαιρεθεί σε τέσσερις βασικές κατηγορίες:

- υγρό μεσογειακό (δυτική Ελλάδα, δυτική Πελοπόννησος, πεδινά και ημιορεινά της Ηπείρου)
- ξηρό μεσογειακό (Κυκλάδες, παραλιακή Κρήτη, Δωδεκάνησα, ανατολική Πελοπόννησος, Αττική, πεδινές περιοχές Ανατολικής Στερεάς)
- ηπειρωτικό (δυτική Μακεδονία, εσωτερικά υψίπεδα ηπειρωτικής Ελλάδας, βόρειος Έβρος)- ορεινό (ορεινές περιοχές με υψόμετρο περίπου >1500 m στη Βόρεια Ελλάδα, >1800m στην Κεντρική Ελλάδα και >2000m στην Κρήτη).

Οι θερμοκρασίες είναι σπάνια υπερβολικές στις παραθαλάσσιες περιοχές. Στις κλειστές εσωτερικές πεδιάδες και στα υψίπεδα της χώρας παρατηρούνται τα μεγαλύτερα θερμοκρασιακά εύρη -τόσο ετήσια όσο και ημερήσια. Οι χιονοπτώσεις είναι κοινές στα ορεινά από τα τέλη Σεπτεμβρίου (στη βόρεια Ελλάδα, τέλη Οκτωβρίου κατά μέσο όρο στην υπόλοιπη χώρα), ενώ στις πεδινές περιοχές χιονίζει κυρίως από το Δεκέμβριο μέχρι τα μέσα Μαρτίου.

Στις παραθαλάσσιες περιοχές των νησιωτικών περιοχών οι χιονοπτώσεις συμβαίνουν σπανιότερα και δεν αποτελούν βασικό χαρακτηριστικό του κλίματος. Οι καύσωνες επηρεάζουν κυρίως τις πεδινές περιοχές και είναι συχνότεροι τον Ιούλιο και τον Αύγουστο. Σπάνια, πάντως, διαρκούν περισσότερες από 3 ημέρες.

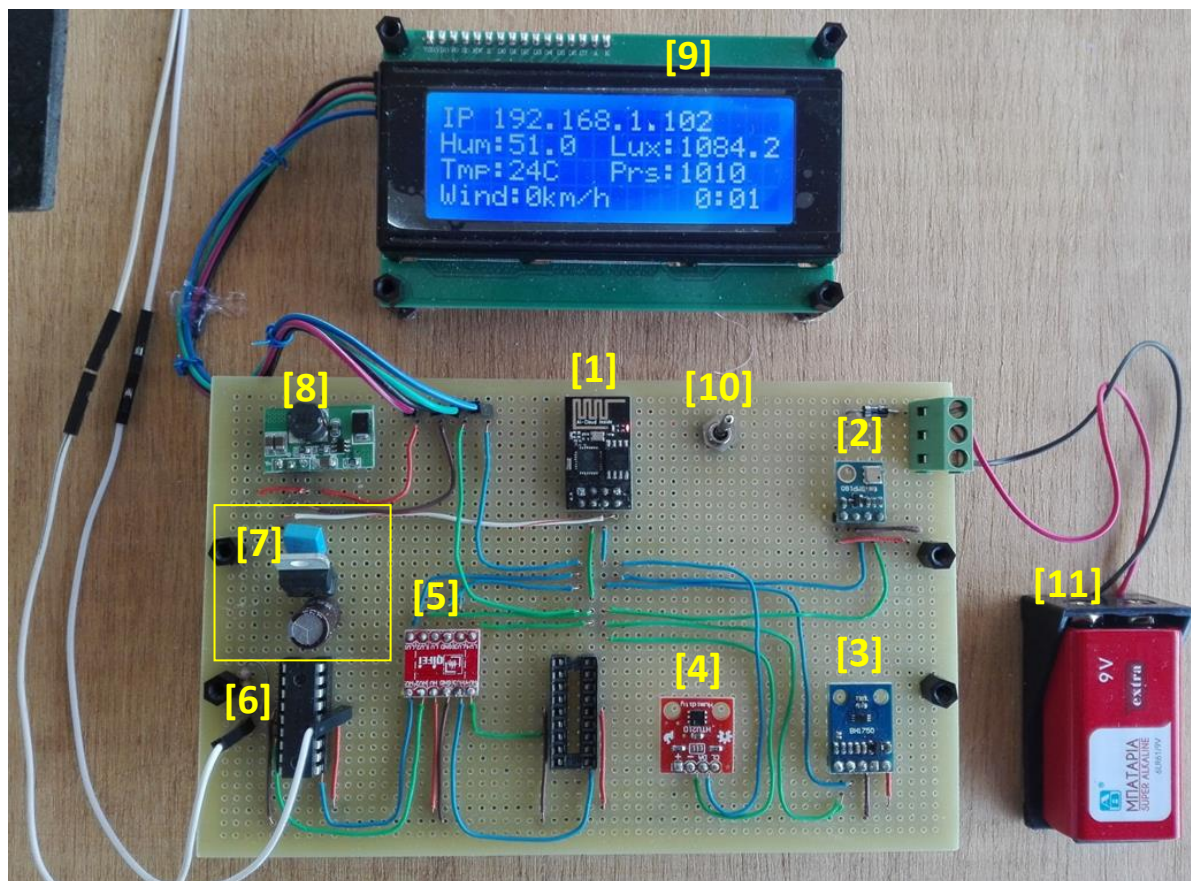
## 4. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Η κατασκευή σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε γύρω από τον Esp8266 ο οποίος αποτελεί το «μυαλό» της κατασκευής. Ο Esp8266 διαβάζει τα δεδομένα από τέσσερις αισθητήρες μέσω I2C bus. Τα τέσσερα αυτά αισθητήρια παρέχουν δεδομένα :

- διαφορετικών μετρήσεων θερμοκρασίας σε βαθμούς κελσίου ή Φαρενάιτ
- Σχετική υγρασία
- Βαρομετρική πίεση
- Ταχύτητα ανέμου

Τα δεδομένα εμφανίζονται σε ένα συριακό Display Lcd 20x4 (τέσσερις γραμμές των 20 χαρακτήρων) και σε ιστοσελίδα του διαδικτύου.

Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε τον τρόπο που είναι όλα τα εξαρτήματα συνδεδεμένα μεταξύ τους πάνω στην πλακέτα.



7: Σχήμα 4.1: Σταθμός Συλλογής Μετεωρολογικών Δεδομένων



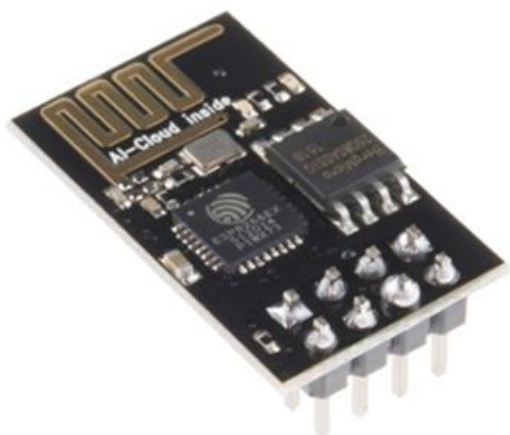
- [1] Esp8266 Wifi Module
- [2] Bmp180 Αισθητήρας ατμοσφαιρικής πίεσης
- [3] BH1750 Αισθητήρας εντάσεως φωτισμού
- [4] HTU21D Αισθητήρας θερμοκρασίας – Υγρασίας
- [5] Level Shifter
- [6] PIC 16F88 Μικροκοντρόλερ
- [7] Τροφοδοτικό (L7805 , 2 πυκνωτές)
- [8] Switching power supply Μεταγωγικό τροφοδοτικό
- [9] LCD Module Οθόνη
- [10] On/Off Διακόπτης
- [11] Μπαταρία τροφοδοσίας 9Volt
- [12] Ανεμόμετρο



## 4.1 Υλικά Σύνδεσης

### 4.1.1 Esp 8266 Wifi Module

Το Esp8266 επιλέχτηκε διότι είναι ένα αυτόνομο σύστημα μικροελεγκτή (MCU) μνήμης 1024 Mbit με ενσωματωμένο wifi module. Είναι συμβατό με I2C Bus. Παρέχει δυνατότητα αναβάθμισης του firmware μέσω συριακής θύρας. Το firmware που μεταφορτώθηκε για την κατασκευή είναι το Esp Easy R120. Η τάση τροφοδοσίας του είναι 3,3Volt.



8: Σχήμα 4.2: ESP8266 Wifi Module

#### **Τεχνικά Χαρακτηριστικά από τη σελίδα του κατασκευαστή:**

802.11 b/g/n

Wi-Fi Direct (P2P), soft-AP

Integrated TCP/IP protocol stack

Integrated TR switch, balun, LNA, power amplifier and matching network

Integrated PLLs, regulators, DCXO and power management units

+19.5dBm output power in 802.11b mode

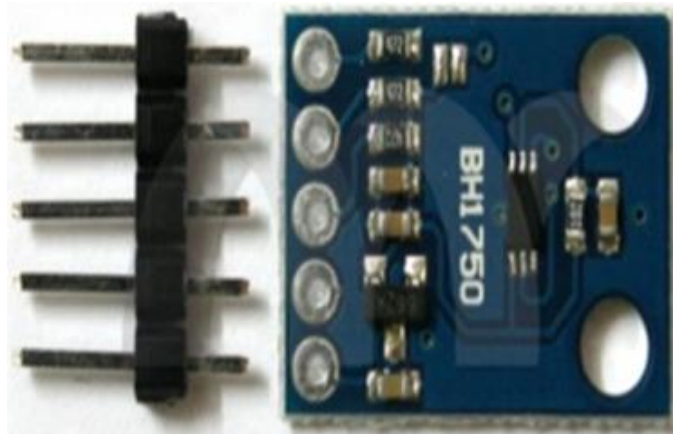
Power down leakage current of <10uA

Integrated low power 32-bit CPU could be used as application processor

SDIO 1.1/2.0, SPI, UART,I2C

#### 4.1.2 BH-1750FVI Module (Αισθητήρας φωτεινότητας)

Ο συγκεκριμένος αισθητήρας μετρά την ένταση φωτός του περιβάλλοντος. Όσο πιο έντονο είναι το φως της ημέρας (όταν ο ήλιος είναι στο υψηλότερο σημείο) τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η τιμή που θα σταλεί. Έτσι είναι εύκολο να αναγνωρίσουμε αν έχουμε ηλιοφάνεια, συννεφιά ή νύχτα. Η μέτρηση που μας δίνει είναι σε Lux που είναι η μονάδα μέτρησης της έντασης φωτισμού. Τα δεδομένα αποστέλλονται μέσω I2C στον Esp περίπου ανά 2 sec, όπως έχει καθοριστεί στις ρυθμίσεις του Esp. Έχει πέντε pins. Δύο για την τροφοδοσία του που είναι 3,3V, δύο για επικοινωνία I2C και ένα pin επιλογής εναλλακτικής διεύθυνσης I2C. Η διεύθυνση στο I2C Bus είναι η 23H που είναι και η εξορισμού διεύθυνση.



9: Σχήμα 4.3: BH-1750FVI Module (Αισθητήρας φωτεινότητας)

#### Τεχνικά Χαρακτηριστικά:

Τάση: 3 – 4,5 (V)

Εύρος: 1 - 65535 (Ix)

Θερμοκρασία Λειτουργίας: -400C / +850C



10: Σχήμα 4.4: BMP180 Module (Αισθητήριο ατμοσφαιρικής πίεσης – Θερμοκρασίας)

#### 4.1.3 BMP180 Module (Αισθητήριο ατμοσφαιρικής πίεσης – θερμοκρασίας)

Ο αισθητήρας BMP180 έχει σχεδιαστεί για την μέτρηση ειδικά της ατμοσφαιρικής πίεσης αλλά και της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας. Είναι ένα αισθητήριο οικονομικό και μικρό σε μέγεθος. Λόγω της μεγάλης ακρίβειας του προσφέρει υψηλές επιδόσεις σε όλες τις εφαρμογές που απαιτούν ακριβή μέτρηση της πίεσης. Η μέτρηση της θερμοκρασίας έχει σχετικά καλή ακρίβεια .

Έχει 4 pins δύο για τροφοδοσία και δύο για επικοινωνία μέσω I2C Bus. Η διεύθυνση στο I2C Bus είναι 0x77.

### **Τεχνικά Χαρακτηριστικά:**

Τάση: 3 – 5 (V)

Εύρος Λειτουργίας: 300 – 1100 (pHa)

Ακρίβεια:  $\pm 1$  (pHa)

Θερμοκρασία Λειτουργίας: -40C / +85C

Ευαισθησία: 0.03 HPa / 0.25m

#### **4.1.4 HTU21D Module (Θερμοκρασίας – Υγρασίας)**

Ο αισθητήρας HTU21D είναι ένας φθηνός και αξιόπιστος αισθητήρας. Έχει καλή ακρίβεια στην μέτρηση θερμοκρασίας και υγρασίας. Έχει μικρό μέγεθος, μικρή κατανάλωση ρεύματος και μπορεί να μεταδίδει δεδομένα στον Esp κάθε 2 sec όπως ορίζουμε από τον Esp. Τα δεδομένα αποστέλλονται μέσω I2C. Η διεύθυνσή του στο I2C Bus είναι 0x40. Έχει τέσσερα pin, δύο για την τροφοδοσία που είναι 3,3V και δύο για την επικοινωνία I2C.



11: Σχήμα 4.5: HTU21D Module (Θερμοκρασίας – Υγρασίας)

### **Τεχνικά χαρακτηριστικά:**

Τάση 3,3 Volt

Εύρος Λειτουργίας:

Υγρασία: 0% - 100%

Θερμοκρασία: -40 - +125 0C

Ακρίβεια:

Υγρασία: 5%

Θερμοκρασία:  $\pm 2^{\circ}\text{C}$

#### 4.1.5 LCD Module Display



12: Σχήμα 4.6: LCD Οθόνη

Είναι ένα σειριακό Display module με μπλε φωτισμό. Είναι συμβατό με τα πρωτόκολλα :I2C, TWI, SPI.

Έχει τέσσερις γραμμές που στην καθεμία χωράνε 20 χαρακτήρες για την εμφάνιση του κειμένου και η φωτεινότητα της οθόνης είναι ρυθμιζόμενη από ένα ποτενσιόμετρο στο πίσω μέρος. Η τάση τροφοδοσίας του είναι 5Volt Dc και μέσω I2C επικοινωνεί με τον Esp8266. Η διεύθυνση στο I2C είναι 0X27.

#### 4.1.6 Ανεμόμετρο πειραματισμού



13: Σχήμα 4.7: Ανεμόμετρο Πειραματισμού

Το ανεμόμετρο είναι μια ιδιοκατασκευή για λόγους επίδειξης. Η αρχή λειτουργίας του είναι η ακόλουθη. Ο αέρας στρέφει το ανεμόμετρο. Σε κάθε ολόκληρη περιστροφή παράγεται ένας παλμός τάσεως 5V από ένα μαγνητικό διακόπτη που καταλήγει στο pin 6 ενός μικροκοντρόλερ Pic16f88.



14: Σχήμα 4.8: PIC 16F88 Μικροελεγκτής

Αυτός ο μικροελεγκτής είναι προγραμματισμένος να ανιχνεύει και να «μετράει» τους παλμούς περιστροφής του ανεμομέτρου για κάθε δευτερόλεπτο. Ο ίδιος μικροκοντρόλερ μεταφράζει αυτούς τους παλμούς περιστροφής ανά δευτερόλεπτο, σε km/h, χρησιμοποιώντας τον απλοποιημένο τύπο του ανεμομέτρου και αποστέλλει αυτό το νούμερο μέσω του I2C Bus στον Esp.

Ο υπολογισμός γίνεται ως εξής: Γνωρίζουμε την περίμετρο του ανεμομέτρου και την πολλαπλασιάζουμε με τις στροφές ανά δευτερόλεπτο. Αυτό μας δίνει απόσταση σε εκατοστά ανά δευτερόλεπτο. Κατόπιν μετατρέπουμε τα εκατοστά ανά δευτερόλεπτο σε χιλιόμετρα ανά ώρα.

Η διεύθυνση του στο I2C Bus είναι η 0x47. Σημειώστε ότι ο Esp αναγνωρίζει τον Pic ως ένα περιφερειακό module μέτρησης τάσεως. Τα συνολικά pin του Pic είναι 18 αλλά για τους σκοπούς της κατασκευής μας χρησιμοποιούνται 5, εκ των οποίων τα 2 είναι για την τροφοδοσία, τα άλλα 2 για την επικοινωνία I2C και ένα για την μέτρηση των παλμών περιστροφής του ανεμομέτρου.

## 4.2 Τροφοδοσία

Η κατασκευή απαιτεί μια τάση 5V και μια 3,3V για να λειτουργήσει.

Η αρχική τροφοδοσία εισόδου όλης της κατασκευής μπορεί να γίνει από ένα σχετικά μεγάλο εύρος συνεχούς τάσης, από 7v έως 35v.

Έτσι μας δίνεται ευελιξία χρήσης από μια απλή μπαταρία των 9V, συστοιχία

μπαταριών, φωτοβολταικά, τροφοδοτικά πρίζας, ανεμογεννήτριες, γεννήτριες 12V κλπ.

Αυτή η αρχική τροφοδοσία από 7 - 35v παρέχεται στο Ps1 (L7805) που είναι γραμμικός σταθεροποιητής τάσης 5V και τα χαρακτηριστικά του οποίου είναι ουσιαστικά εκείνα που καθορίζουν το μέγιστο εύρος της τάσης εισόδου.

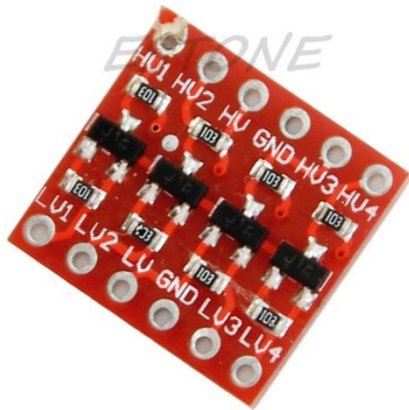
Τα τμήματα που χρησιμοποιούν 5V είναι τα εξής

- Pic16f88
- Lcd display – Οθόνη Lcd
- Step down power supply
- Voltage Level Shifter

Τα τμήματα που χρησιμοποιούν 3,3V είναι τα εξής

- Esp8266 Wifi module
- Bmp180
- BH-1750FVI
- HTU21D

Εξαιτίας της ύπαρξης 2 τάσεων ήταν αναγκαία η παρεμβολή ενός voltage level shifter στην επικοινωνία του Pic με τον Esp. Αυτός αναλαμβάνει να «μεταφράσει» τη ροή δεδομένων I2C από τον Pic που είναι στα 5V , σε 3V προς τον ESP και το αντίστροφο.

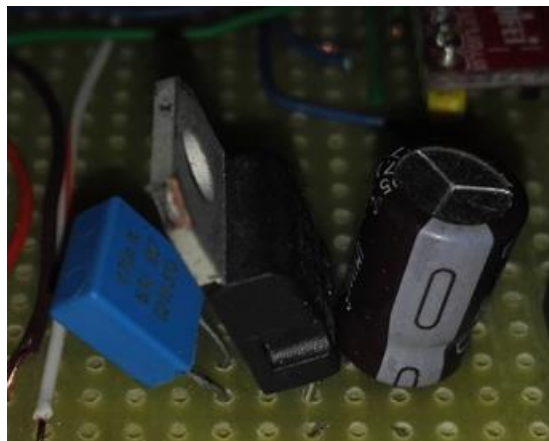


15: Σχήμα 4.9: Voltage Level Shifter

### Περιγραφή Τροφοδοσίας:

Τροφοδοτικό ps1 - 5v (L7805).

Το ps1 , βασίζεται σε 3 διακριτά εξαρτήματα.



Σχήμα 4.10: Ps1 Τροφοδοτικό 5V

Στο L7805, γραμμικό σταθεροποιητή τάσης 5V και σε 2 πυκνωτές. Ένας στην είσοδο του για καταστολή παρασίτων της αρχικής τάσης τροφοδοσίας και ένας στην έξοδο του για εξομάλυνση διακυμάνσεων της τάσης σε περίπτωση απότομων μεταβολών της ζήτησης ρεύματος από την κατασκευή. Το ps1 όταν δεχτεί ως είσοδο από 7V μέχρι 35V θα δώσει σταθεροποιημένη έξοδο 5V με μέγιστο ρεύμα 1,5A.

Έχει εσωτερική προστασία από υπερθέρμανση και από περίπτωση βραχυκυκλώματος στην έξοδο. Η έξοδος του (5V) τροφοδοτεί τα μέρη της κατασκευής που λειτουργούν σε αυτήν την Τάση.

Τροφοδοτικό ps2 (3,3V μεταγωγικό τροφοδοτικό υποβιβασμού ).



16: Σχήμα 4.11: Ps2 Μεταγωγικό τροφοδοτικό υποβιβασμού

Αυτό είναι ένα ολοκληρωμένο μεταγωγικό τροφοδοτικό module (switching power supply). Μπορεί να δεχτεί ως είσοδο από 5v έως 23v και παράγει σταθεροποιημένα 3,3V μέχρι 2A. Αυτό το dc to dc converter δέχεται 5V από το ps1 και τα κάνει 3,3V ώστε να τροφοδοτήσει τα μέρη του κυκλώματος που λειτουργούν με 3,3V.

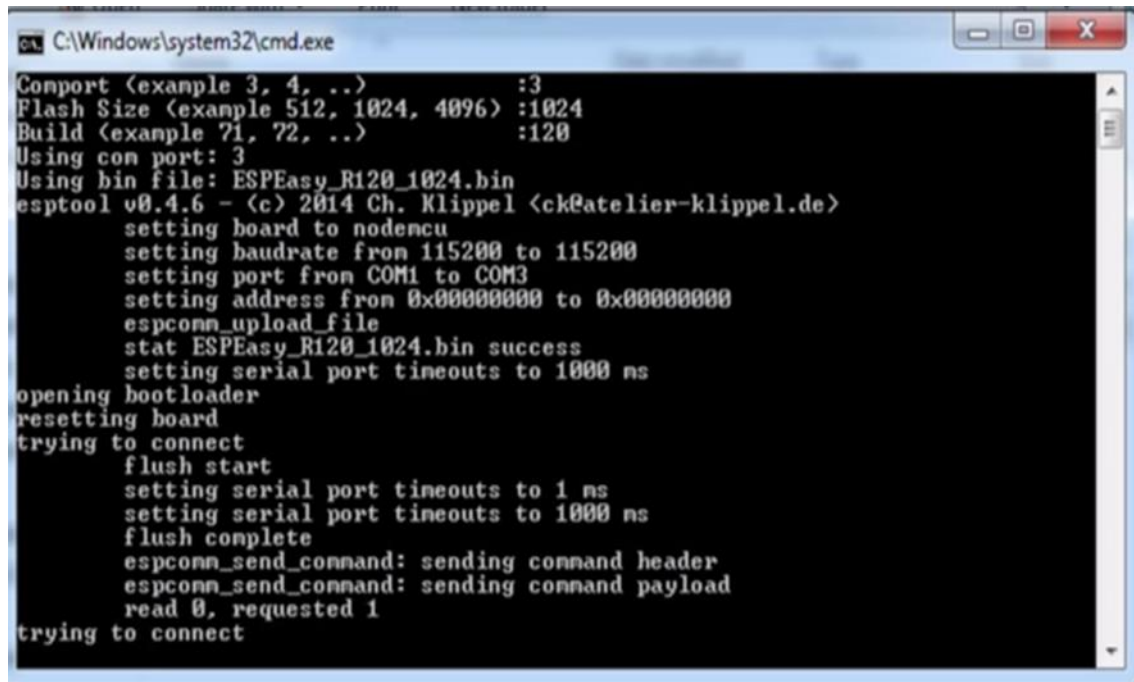
### 4.3 Esp Easy Firmware

Η συσκευή που είναι υπεύθυνη για την συλλογή και την εξαγωγή των δεδομένων όπως προαναφέραμε είναι ο Esp8266. Λειτουργεί σαν Master στέλνοντας τον χρονισμό στις υπόλοιπες συσκευές. Το λειτουργικό που φορτώθηκε στον Esp είναι το Esp Easy έκδοση R120. Επιλέχθηκε το συγκεκριμένο λογισμικό διότι μετατρέπει το Esp module σε μια εύκολη συσκευή διαχείρισης πολλών αισθητήρων. Το λειτουργικό πρόγραμμα Esp Easy έχει τον περιορισμό ότι μπορεί να διαβάσει μέχρι 8 συσκευές, το οποίο δεν μας δημιουργεί πρόβλημα στην συγκεκριμένη κατασκευή διότι εμείς χρειαστήκαμε τέσσερις μόνο.

Η εγκατάσταση του firmware έγινε μέσω ενός προγράμματος που παρέχετε μαζί με το firmware. Αφού συνδέθηκε ο Esp8266 μέσω συριακής θύρας Usb με τον Η/Υ έγινε αναγνώριση από τον πίνακα έλεγχου σε ποια θύρα (Com) έχει συνδεθεί. Στη συνέχεια ακολούθησαν τα εξής βήματα:

- Άνοιγμα του προγράμματος “flash.cmd”
- Καταχώρηση συριακής θύρας (com3 port)
- Καταχώρηση flash μνήμης 1024mb
- Καταχώρηση της έκδοσης του λογισμικού R120





```
C:\Windows\system32\cmd.exe
Comport (example 3, 4, ..) :3
Flash Size (example 512, 1024, 4096) :1024
Build (example 71, 72, ..) :120
Using con port: 3
Using bin file: ESPEasy_R120_1024.bin
esptool v0.4.6 - (c) 2014 Ch. Klippel <ck@atelier-klippel.de>
  setting board to nodencu
  setting baudrate from 115200 to 115200
  setting port from COM1 to COM3
  setting address from 0x00000000 to 0x00000000
  espsconn_upload_file
  stat ESPEasy_R120_1024.bin success
  setting serial port timeouts to 1000 ms
opening bootloader
resetting board
trying to connect
  flush start
  setting serial port timeouts to 1 ms
  setting serial port timeouts to 1000 ms
  flush complete
  espsconn_send_command: sending command header
  espsconn_send_command: sending command payload
  read 0, requested 1
trying to connect
```

17: Σχήμα 4.12: Comand Window, Cmd.exe

Κατά την διαδικασία της φόρτωσης του firmware το ποδαράκι 5 (GPIO0) του Esp8266 ήταν συνδεδεμένο στη γείωση. Μετά το πέρας της εγκατάστασης έγινε reset στο Esp module και εμφανίστηκε στα διαθέσιμα δίκτυα wifi του υπολογιστή με ονομασία ESP\_0 στο οποίο κάναμε σύνδεση του Η/Υ με εργοστασιακό κωδικό “configesp”.

Μπαίνοντας στο διαδίκτυο μέσω ενός browser άνοιξε μια σελίδα όπως φαίνεται στο σχήμα 4.13 με τα διαθέσιμα τοπικά Wifi δίκτυα. Εκεί κάναμε σύνδεση στο δικό μας τοπικό δίκτυο ( στην προκειμένη περίπτωση στο Router του TEI) και μας δόθηκε μία διεύθυνση ip η οποία παραπέμπει στη σελίδα διαμόρφωσης του Esp8266.

## Welcome to ESP Easy: newdevice

### Wifi Setup wizard

TP-LINK  
 DEMO\_EXT  
 DEMO  
 Linksys3000  
 Ziggo\_EXT  
 Ziggo  
 UPC123456  
 Ziggo\_EX2  
 GUEST  
 Ziggo  
 Hotspot  
 other SSID:

Password:

18: Σχήμα 4.13: Σελίδα Wifi Setup

Ανοίγοντας την σελίδα διαμόρφωσης εμφανίζονται τέσσερις καρτέλες όπως φαίνονται στο σχήμα 4.14. Στην καρτέλα Devices εμφανίζονται όλες οι συνδεδεμένες συσκευές που είναι συνδεδεμένες μέσω I2C.

Το firmware έχει στην μνήμη του μια λίστα από πολλές συσκευές που αναγνωρίζει και μπορεί να επικοινωνήσει μαζί τους. Μέσα από την λίστα των συσκευών στην καρτέλα Config επιλέγουμε και προθέτουμε την πρώτη συσκευή που είναι η οθόνη LCD. Κατά τον ίδιο τρόπο προστέθηκαν και οι υπόλοιπες συσκευές.

## Welcome to ESP Easy: Meterkast

[Main](#) [Config](#) [Hardware](#) [Devices](#) [Tools](#)

System Info		
System Time:	14:33	
Uptime:	8785 minutes	
IP:	192.168.0.110	
GW:	192.168.0.1	
Build:	78	
Unit:	10	
STA MAC:	18:fe:34:dc:da:dc	
AP MAC:	1a:fe:34:dc:da:dc	
ESP Chip ID:	14473948	
Flash Chip ID:	1327328	
Flash Size:	1048576	
Free Mem:	26080	
Boot cause:	Cold boot	

19: Σχήμα 4.14: Esp Page Configuration

Η κάθε συσκευή έχει κάποια πεδία ρυθμίσεων:

- Name: καταχωρούμε το όνομα της συσκευής
- Delay: είναι ο χρόνος που θα έχουμε νέα μέτρηση
- Formula: Αφού γίνει βαθμονόμηση του οργάνου συμπληρώνετε στην συγκεκριμένη θέση ο τύπος που θα μας εμφανίζει την σωστή μέτρηση.
- Value Name: σε αυτό το πεδίο συμπληρώνουμε τη μέγεθος που μετάει η συγκεκριμένη συσκευή. Για παράδειγμα υγρασία (Hum).

Στις ρυθμίσεις τις οθόνης υπάρχουν τα εξής πεδία που καταχωρούμε τι θα εμφανίζετε στην οθόνη:

- Line 1: καταχωρήσαμε την ip της σελίδας - %ip%
- Line 2: ένδειξη υγρασίας και φωτεινότητας – Hum [Htu#hum]% , Lux [Bh1750#lux] lux
- Line 3: ένδειξη θερμοκρασίας και πίεσης – Temp [Htu#temp] Dec C, Press[Bmp180#Press] mb
- Line 4: ταχύτητα ανέμου και ώρα – Wind [#wind] m/s, systemtime %systemtime%

## 5. ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΣΥΣΚΕΥΩΝ

Όλα τα αισθητήρια της κατασκευής στέλνουν τα δεδομένα τους στον ESP8266 και αυτός μετά την επεξεργασία τα στέλνει στην οθόνη που μπορούμε να τα δούμε. Αυτή η επικοινωνία μεταξύ τους γίνεται μέσω του πρωτοκόλλου 2 γραμμών I2C.

### 5.1 Πρωτόκολλο επικοινωνίας I2C Bus

Ο δίαυλος I2C είναι ένας σειριακός δίαυλος που δημιουργήθηκε από τη Philips και χρησιμοποιείται για την σύνδεση περιφερειακών μικρής ταχύτητας σε motherboard, embedded systems, κινητά τηλέφωνα ή άλλες ηλεκτρονικές συσκευές. Ο δίαυλος I2C δεν χρησιμοποιείται μόνο για την επικοινωνία συσκευών που βρίσκονται πάνω σε ένα τυπωμένο κύκλωμα, αλλά και για την επικοινωνία συσκευών που συνδέονται με καλώδια.

Για τη μεταφορά των δεδομένων χρησιμοποιούμε μόνο δύο καλώδια τα SCL και SDA. Η επικοινωνία είναι ημιαμφίδρομη κατεύθυνσης. Η γραμμή SCL είναι η γραμμή ρολογιού, ενώ η SDA είναι η γραμμή δεδομένων. Οι γραμμές αυτές συνδέονται σε όλες τις συσκευές, που υπάρχουν πάνω στο δίαυλο I2C.

Τυπικές τάσεις που χρησιμοποιούνται στο δίαυλο είναι τα +5V ή +3,3V. Ο μέγιστος αριθμός κόμβων (συσκευών), που μπορούν να συνδεθούν στον δίαυλο, περιορίζεται από τον αριθμό των διαθέσιμων διευθύνσεων, αλλά και από τη συνολική χωρητικότητα του διαύλου. Η απαίτηση αυτή περιορίζει τις πρακτικές αποστάσεις επικοινωνίας.

Οι συσκευές στον δίαυλο I2C είναι είτε Κύριοι (Masters) είτε Υποτελείς (Slave). Η Master συσκευή που στην κατασκευή είναι ο Esp8266 είναι αυτή που ελέγχει και οδηγεί τη γραμμή ρολογιού SCL (παράγει τους παλμούς ρολογιού). Οι Slave συσκευές είναι αυτές που ανταποκρίνονται στις συσκευές Master. Μία συσκευή Slave δεν μπορεί να ξεκινήσει μία μεταφορά πάνω στο δίαυλο, μόνο μία συσκευή Master μπορεί. Σε έναν δίαυλο μπορεί να είναι συνδεδεμένες πολλές Master και πολλές Slaves συσκευές. Και οι Master και οι Slave συσκευές μπορούν να μεταφέρουν δεδομένα στον δίαυλο, αλλά μόνο οι Master συσκευές ελέγχουν την μεταφορά. Σε όλες τις slave συσκευές που συνδέονται στον δίαυλο, έχει αποδοθεί ένας αριθμός σαν διεύθυνση. Για να ξεκινήσει μία επικοινωνία, το πρώτο πράγμα που θα κάνει η master συσκευή είναι να εκπέμψει την ακολουθία έναρξης. Αυτό ειδοποιεί όλες τις slave συσκευές στο δίαυλο, ότι πρόκειται να ξεκινήσει μία εκπομπή και να ακούσουν για την περίπτωση που είναι γι' αυτές. Στη συνέχεια η master συσκευή θα εκπέμψει την διεύθυνση της slave συσκευής με την οποία θέλει να επικοινωνήσει. Η slave συσκευή, που η διεύθυνσή της ταιριάζει με αυτήν που στάλθηκε θα συνεχίσει, ενώ όλες οι άλλες θα περάσουν σε αναμονή περιμένοντας την επόμενη επικοινωνία.

Μετά την αποστολή της διεύθυνσης της slave συσκευής, η master στέλνει τη διεύθυνση του καταχωρητή της slave στον οποίο θέλει να γράψει. Τώρα η master μπορεί να στείλει το Byte ή τα Bytes δεδομένων. Η master μπορεί να συνεχίσει να στέλνει δεδομένα, τα οποία θα τοποθετηθούν στις επόμενες θέσεις, επειδή η slave συσκευή θα αυξάνει αυτόματα την διεύθυνση του εσωτερικού καταχωρητή (καταχωρητή δείκτη-pointer register) μετά την λήψη κάθε byte. Όταν η master συσκευή στείλει όλα τα δεδομένα, σταματάει την εκπομπή εκπέμποντας μια ακολουθία λήξης.

## 6. ΑΠΟΙΚΟΝΙΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Κατά την ενεργοποίηση της κατασκευής ο Esp8266 συλλέγει τα δεδομένα των μετρήσεων από τις συσκευές. Στη συνέχεια γίνεται η εξαγωγή τους για να μπορέσει να τις δει ο χρήστης. Η εξαγωγή των δεδομένων γίνεται με 3 τρόπους:

- μέσω συριακής θύρας RS232
- μέσω οθόνης Lcd
- μέσω ιστοσελίδας διαδικτύου

Στην κατασκευή η εξαγωγή των δεδομένων γίνεται μέσω οθόνης Lcd και διαδικτύου.

1. Η οθόνη Lcd επικοινωνεί μέσω I2C με τον Esp8266. Έτσι τα δεδομένα μεταφέρονται από τον Master στον Slave, δηλαδή από τον Esp στην οθόνη μέσω των καλωδίων του Bus. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η σειρά με την οποία απεικονίζονται τα δεδομένα.



20: Σχήμα 6.1: Απεικόνιση δεδομένων μέσω οθόνης Lcd

2. Ο δεύτερος τρόπος είναι πιο πρακτικός καθώς μπορεί ο χρήστης να δει τα δεδομένα μέσω διαδικτύου από όποιο σημείο κι αν βρίσκετε. Τα δεδομένα

εμφανίζονται σε διαγράμματα όπως φαίνεται παρακάτω. Αυτό επιτυγχάνεται χάρη στην νέα τεχνολογία του Internet of Things.



21: Σχήμα 6.2: Απεικόνιση Δεδομένων μέσω Διαδικτύου

## 6.1 Internet of Things (IoT)

Το Internet των πραγμάτων είναι ένα δίκτυο που αποτελείται από συνδεδεμένες συσκευές, δηλαδή ενσωματωμένες συσκευές που αποτελούνται από μικροεπεξεργαστές, διάφορους αισθητήρες, τρέχουν λογισμικό και συνδέονται στο ιντερνέτ. Με αυτόν τον τρόπο όλες οι συνδεδεμένες συσκευές αποτελούν ένα σύνολο το οποίο ανταλλάσσει πληροφορίες είτε με το διαχειριστή είτε μεταξύ τους. Η κάθε μια συσκευή είναι σχεδιασμένη και προγραμματισμένη να εκτελεί συγκεκριμένες λειτουργίες, όπως να ανταλλάσσει δεδομένα με άλλες συσκευές στο τοπικό δίκτυο ή ακόμα και στο ιντερνέτ και να εκτελεί τις προγραμματισμένες εντολές ή να δέχεται καινούργιες από κάποιο συγκεκριμένο εξυπηρετητή ή άλλη συσκευή.

Το Internet of Things (IOT) (διαδίκτυο των πραγμάτων) αναμένετε να προσφέρει εξελιγμένη συνδεσιμότητα συσκευών, συστημάτων και υπηρεσιών η οποία ξεπερνά την απλή επικοινωνία μηχανής προς μηχανή, και καλύπτει μια ποικιλία

πρωτοκόλλων, τομέων και εφαρμογών. Η διασύνδεση αυτών των ενσωματωμένων συσκευών, συμπεριλαμβανομένων και των έξυπνων αντικειμένων, αναμένετε να εισαχθεί αυτόνομα σε σχεδόν όλα τα πεδία, καθώς επίσης και να εφαρμόσει εξελιγμένες εφαρμογές.

Κάνοντας αναφορά στα πράγματα (Things) εννοούμε μια ευρεία κατηγορία συσκευών όπως εμφυτεύματα παρακολούθησης καρδιάς, biochip μετάδοσης σε οικόσιτα ζώα, ηλεκτρικές συσκευές σε παράκτια ύδατα, αυτοκίνητα με build-in αισθητήρες ή συσκευές λειτουργίας πεδίου που βοηθούν τους πυροσβέστες κατά την έρευνα και την διάσωση. Τα υπάρχοντα παραδείγματα από την αγορά περιλαμβάνουν έξυπνα θερμοστατικά συστήματα και πλυντήρια-στεγνωτήρια που χρησιμοποιούν ασύρματο δίκτυο wifi για παρακολούθηση εξ' αποστάσεως.

Πέρα από το μεγάλο αριθμό νέων περιοχών εφαρμογών της αυτόματης σύνδεσης του Ιντερνέτ στις οποίες μπορεί να επεκταθεί, το IoT αναμένετε να παράγει μεγάλα ποσά δεδομένων από διαφορετικές τοποθεσίες, συγκεντρωτικά και με μεγάλη ταχύτητα. Επομένως δημιουργείται η ανάγκη ενός καλύτερου τρόπου ή μέσου εισαγωγής, αποθήκευσης και επεξεργασίας αυτών των δεδομένων.

Το Esp Easy firmware έχει συγκεκριμένες επιλογές που μπορεί να στείλει τα δεδομένα μέσω διαδικτύου. Εμείς επιλέξαμε την σελίδα Thingspeak.

## 6.2 ThingSpeak

Το Thingspeak είναι μια πλατφόρμα που παρέχει διάφορες υπηρεσίες που απευθύνονται αποκλειστικά στη δημιουργία εφαρμογών IoT. Η πλατφόρμα αυτή προσφέρεται δωρεά για τον χρήστη και απαιτείται μόνο η χρήση ενός απλού λογαριασμού ηλεκτρονικού ταχυδρομείου -email για την εγγραφή του σε αυτήν. Προσφέρει τη δυνατότητα συλλογής δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, οπτικοποίηση των δεδομένων που συλλέγονται με τη μορφή διαγραμμάτων, την δυνατότητα να δημιουργηθούν προσθήκες (plugins) και εφαρμογές για τη συνεργασία με διαδικτυακές υπηρεσίες, κοινωνικά δίκτυα και άλλα APIs. Τα δεδομένα αυτά τα λαμβάνει από τον Esp8266.

Το βασικό στοιχείο του ThingSpeak είναι το κανάλι Thingspeak (Thingspeak Channel).

Το κανάλι αυτό αποθηκεύει τα δεδομένα που στέλνουμε στο ThingSpeak και αποτελείται από τα παρακάτω στοιχεία:

- 8 πεδία για την αποθήκευση δεδομένων οποιουδήποτε τύπου: Αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αποθήκευση των δεδομένων από έναν αισθητήρα ή από μια ενσωματωμένη συσκευή.
- πεδία τοποθεσίας (location fields): Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αποθηκεύσουν το γεωγραφικό πλάτος, μήκος και το υψόμετρο. Αυτά είναι

πολύ χρήσιμα για την παρακολούθηση μιας κινητής συσκευής.

- 1 πεδίο κατάστασης (status field): Ένα σύντομο μήνυμα για να περιγράψει τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στο κανάλι.

Το κανάλι που δημιουργήσαμε ονομάζεται Loukos και η διεύθυνση του είναι η 171242 (<https://thingspeak.com/channels/171242>).



22: Σχήμα 6.3: Κανάλι Loukos Thingspeak

Μέσα στο κανάλι εμφανίζονται σε πραγματικό χρόνο οι μετρήσεις των οργάνων μέσα από διαγράμματα. Τα διαγράμματα κρατάνε στο ιστορικό τους τις τελευταίες 60 μετρήσεις με την συγκεκριμένη ώρα τους.

Το πλεονέκτημα την εξαγωγής των δεδομένων μέσω του Thingspeak είναι ότι από οποιοδήποτε μέρος και ακόμα από μια συσκευή κινητού που συνδέεται στο διαδίκτυο μπορεί ο χρήστης να επιβλέπει το μικροκλίμα.

## 7. ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Η κατασκευή μου μπορεί μέσω των αισθητήρων της να ανιχνεύσει και να καταγράψει όλα τα προαναφερθέντα μεγέθη που αποτελούν το μικροκλίμα. Δηλαδή την θερμοκρασία, υγρασία, την βαρομετρική πίεση, την φωτεινότητα και την ταχύτητα του ανέμου.



Οι μετρήσεις είναι διαθέσιμες στον χρήστη μέσω της οθόνης Lcd 20X4 της κατασκευής. Ταυτόχρονα τα ίδια δεδομένα αποστέλλονται σε απομακρυσμένο σημείο μέσω του διαδικτύου. Έτσι πολλοί χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση στα ίδια δεδομένα ενώ βρίσκονται σε διαφορετικά σημεία.

Η κατασκευή αυτή μπορεί να φανεί χρήσιμη σε πολλές εφαρμογές. Ενδεικτικά αναφέρω μερικές. Για παράδειγμα θα μπορούσε να τοποθετηθεί σε ένα θερμοκήπιο για να γνωρίζουμε τις γενικές καιρικές συνθήκες και το μικροκλίμα του, ώστε να προβούμε σε αντίστοιχες ενέργειες.

Μια άλλη εφαρμογή θα μπορούσε να είναι η τοποθέτησή του σε έναν κλειστό χώρο ως πύμπε σε ένα θέατρο ως τμήμα «έξυπνου» μηχανισμού, διαμόρφωσης μικροκλίματος (δηλαδή ενεργοποίηση/απενεργοποίηση αφυγραντήρων, κλιματιστικών, αυξομείωση φωτεινότητας).

Επίσης ένα δίκτυο αποτελούμενο από πολλές τέτοιες κατασκευές μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την απομακρυσμένη μελέτη μικροκλίματος ευρύτερων περιοχών, σε ένα μικρό χωριό για παράδειγμα.

Μερικές τέτοιες κατασκευές έξυπνα τοποθετημένες κοντά σε δάση θα μπορούσαν να βοηθήσουν στην πρόληψη πυρκαγιών, καθώς είναι γνωστό ότι οι υψηλές θερμοκρασίες σε συνδυασμό με υψηλές ταχύτητες άνεμου και χαμηλή υγρασία αποτελούν ευνοϊκές συνθήκες ξεσπάσματος πυρκαγιών.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Ν. Κατέβας «Αισθητήρες Μέτρησης και Ελέγχου» εκδόσεις Τζιόλα
- [2] [http://www.megakastro.gr/tempe/bft\\_gr.htm](http://www.megakastro.gr/tempe/bft_gr.htm)
- [3] <https://www.scientificamerican.com/article/bring-science-home-wind-speed/>
- [4] <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CE%BB%CE%BB%CE%AC%CE%B4%CE%B1#.CE.9A.CE.BB.CE.AF.CE.BC.CE.B1>
- [5] <https://www.letscontrolit.com/wiki/index.php/ESPEasy>
- [6] Λισγάρας Βασίλειος Πτυχιακή εργασία «Ασύρματο σύστημα περιβαλλοντολογικού ελέγχου κτηρίων»
- [7] Γ. Τριανταφύλλου «Ανάπτυξη αυτόνομου σταθμού καταγραφής και πρόβλεψης μετεωρολογικών φαινομένων»
- [8] [https://www.letscontrolit.com/wiki/index.php/Tutorial\\_ESPEasy\\_Firmware\\_Upload](https://www.letscontrolit.com/wiki/index.php/Tutorial_ESPEasy_Firmware_Upload)