



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΟΝΑΔΑΣ
ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙΡΟΥ ΜΕΣΩ
ARDUINO

ΓΚΟΒΑΡΗΣ ΚΟΥΣΚΟΥΛΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

Επιβλέπων καθηγητής: Βασίλειος Ράπτης



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΟΝΑΔΑΣ
ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙΡΟΥ ΜΕΣΩ
ARDUINO**

ΓΚΟΒΑΡΗΣ ΚΟΥΣΚΟΥΛΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

Επιβλέπων καθηγητής: Βασίλειος Ράπτης

DEVELOPMENT AND MANUFACTURING OF A WEATHER MEASURING UNIT DISPLAY THROUGH ARDUINO

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή

Αρτα, 02/07/2019

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπων καθηγητής

Βασίλειος Ράπτης,

Πανεπιστημιακός Υπότροφος

2. Μέλος επιτροπής

Σπυρίδων Χρονόπουλος,

Πανεπιστημιακός Υπότροφος

3. Μέλος επιτροπής

Ελευθέριος Στεργίου,

Αναπληρωτής Καθηγητής

Ο Προϊστάμενος του Τμήματος

Γλαβάς Ευριπίδης, Καθηγητής

Υπογραφή

© Γκόβαρης Κουσκούλης, Ιωάννης, 2019.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Γκόβαρης Κουσκουλής, Ιωάννης

Υπογραφή

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την παρούσα πτυχιακή εργασία, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά, τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Βασίλειο Ράπτη, για την άμεση ανταπόκρισή του όταν του ζήτησα θέμα καθώς και για την καθοδήγηση και τη συνεχή στήριξη που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησής της.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	9
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	10
ABSTRACT.....	11
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Η ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΗΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ.....	13
1.1 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ.....	13
1.2 ΚΑΙΡΟΣ.....	14
1.3 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	14
1.4 ΥΓΡΑΣΙΑ.....	16
1.5 ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ	17
1.6 ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ.....	18
1.7 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ.....	19
1.8 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ARDUINO	24
2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	24
2.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ARDUINO	26
2.3 ΜΟΝΤΕΛΑ ARDUINO	27
2.4 ARDUINO SHIELDS.....	32
2.5 ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ARDUINO IDE.....	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ	36
3.1 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΙΣΤΟΤΟΠΟΣ.....	36
3.2 1η ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ	38
3.2.1 ΥΛΙΚΑ.....	38
3.2.2 ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ	38
3.2.3 ΚΩΔΙΚΑΣ.....	39
3.2.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΩΔΙΚΑ	44
3.2.5 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	46
3.3 2η ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ	49
3.3.1 ΥΛΙΚΑ.....	49
3.3.2 ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ	51
3.3.3 ΚΩΔΙΚΑΣ.....	53
3.3.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΩΔΙΚΑ	59
3.3.5 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	60
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	61
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	62
ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ	63
ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	64

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Διαφορές μονάδων θερμοκρασίας.....	15
Εικόνα 2: Πείραμα Toricelli	17
Εικόνα 3: Περιστροφή Γης γύρω από τον Ήλιο	18
Εικόνα 4: Davis 6153 Vantage Pro 2.....	19
Εικόνα 5: Μοντέλα Davis 6153 Vantage.....	20
Εικόνα 6: Davis Vantage Vue.....	20
Εικόνα 7:La Crosse C83100	21
Εικόνα 8: Ιδρυτές Arduino.....	24
Εικόνα 9: Πρώτη Πλακέτα Arduino	25
Εικόνα 10: Μικροελεγκτής της πλατφόρμας Arduino.....	26
Εικόνα 11: Arduino UNO Rev3.....	27
Εικόνα 12: Arduino Yun Rev 2	28
Εικόνα 13: Arduino Mini 05.....	29
Εικόνα 14:Arduino NANO	30
Εικόνα 15: Arduino Uno WiFi Rev 2	31
Εικόνα 16: Arduino WiFi Shield	32
Εικόνα 17: Arduino Ethernet Shield 2.....	32
Εικόνα 18: Arduino Wireless SD Shield	33
Εικόνα 19: Arduino Motor Shield	33
Εικόνα 20: ARDUINO IDE	34
Εικόνα 21: Εργαλεία Arduino IDE	34
Εικόνα 22: Ιστότοπος penteli.meteo.gr/stations/arta	36
Εικόνα 23: Υλικά 1ης προσέγγισης	38
Εικόνα 24: Συνδεσμολογία 1ης προσέγγισης	38
Εικόνα 25: Θέσεις χαρακτήρων ιστότοπου	45
Εικόνα 26: Περιβάλλον προγραμματισμού Arduino IDE	46
Εικόνα 27: 1η απεικόνιση σειριακής οθόνης.....	47
Εικόνα 28: 2η απεικόνιση σειριακής οθόνης.....	47
Εικόνα 29: Αποτελέσματα 1ης προσέγγισης	48
Εικόνα 30: Arduino UNO Rev 3.....	49
Εικόνα 31: Arduino Ethernet Shield 2.....	49
Εικόνα 32: LCD Display Module (20x4)	50
Εικόνα 33: Σύνδεση Πλακέτας-Επέκτασης	51
Εικόνα 34: Σύνδεση Πλακέτας-LCD οθόνης	52
Εικόνα 35: Συνδεσμολογία 2ης προσέγγισης	52
Εικόνα 36: Αποτελέσματα 2ης προσέγγισης	60

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή υλοποιείται μία μονάδα άμεσης απεικόνισης μετεωρολογικών δεδομένων μέσω της πλατφόρμας Arduino. Με λίγα λόγια πρόκειται για την δημιουργία ενός project με βάση το οποίο μια πλακέτα Arduino προγραμματίζεται έτσι ώστε να εμφανίζει τρία μετεωρολογικά δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, τα οποία αντλούνται από την ιστοσελίδα penteli.meteo.gr/stations/arta και αφορούν την Άρτα. Τα δεδομένα αυτά είναι η Θερμοκρασία (Temperature), η Υγρασία (Humidity) και η Ατμοσφαιρική πίεση (Atmospheric pressure). Η υλοποίηση της εργασίας γίνεται με τον προγραμματισμό δύο διαφορετικών Arduino πλακετών, πρώτα με τη χρήση ασύρματου δικτύου και απεικόνιση σε οθόνη υπολογιστή και έπειτα με τη χρήση ethernet και απεικόνιση σε LCD οθόνη. Παρουσιάζουμε έτσι δύο τρόπους δημιουργίας τέτοιων μονάδων αλλά και συγκρίνουμε τα αποτελέσματά και το κόστος υλοποίησής τους.

Στη μελέτη αυτή αρχικά αναλύουμε τα μετεωρολογικά φαινόμενα. Εξηγούμε πως αυτά επηρεάζουν τη ζωή μας, τότε καταφέραμε να τα παρατηρούμε και με ποιο τρόπο. Στην συνέχεια μπαίνουμε στην λογική της κατασκευής και εξερεύνησης των Arduino κυκλωμάτων, αναλύοντας πολλά βασικά στοιχεία τους, όπως τον τρόπο λειτουργίας τους, τα είδη και τις δυνατότητές τους. Στη συνέχεια βλέπουμε τον τρόπο σύνδεσης των μετεωρολογικών σταθμών με τα υπολογιστικά κυκλώματα και πως μπορούμε να ωφεληθούμε από αυτά. Έπειτα παρουσιάζεται ο τρόπος προγραμματισμού των πλακετών Arduino που χρησιμοποιήθηκαν για την άντληση των μετεωρολογικών δεδομένων. Και τέλος παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα της εργασίας.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:

<<μετεωρολογικά φαινόμενα, πλακέτα, Arduino, ασύρματη επικοινωνία, πραγματικός χρόνος, κύκλωμα, λήψη, αποστολή>>

ABSTRACT

In this assignment, we built an instant meteorological data display unit through an Arduino platform. In a few words, it is about creating a project based on which, an Arduino board is properly programmed to display, real-time, three meteorological physical quantities, drawn from the penteli.meteo.gr/stations/arta website, concerning the city of Arta. These quantities are Temperature, Humidity and Atmospheric Pressure. The implementation of this project is accomplished by programming two different Arduino boards, firstly through wireless network and display on a personal computer screen and then through an Ethernet network and display on an LCD screen. Thus we present two different ways of creating such units and we are also able to compare both their results and their costs.

In this study we initially analyze the meteorological phenomena, explain how they affect our lives, when we were first able to observe them and in which way we did that. Next we get into the logic of manufacturing and exploring Arduino circuits, analyzing their basics, such as the way they function, their different kinds and their potentials and most importantly, the reason for their existence. Next we take a glance at the way that meteorological stations correlates with the computer circuits and how we can benefit from that. Then we program the boards that allow us to draw these meteorological data. Finally, we present the results and conclusions of the assignment.

KEY WORDS:

<< meteorological phenomena, board, Arduino, wireless communication, real time, circuit, receiving, sending>>

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της εργασίας είναι η χρήση μικροελεγκτή μέσω της πλατφόρμας Arduino για την άμεση απεικόνιση μετεωρολογικών δεδομένων από διαδικτυακό μετεωρολογικό σταθμό στον χρήστη. Η καινοτομία αυτής της εργασίας έγκειται στο ότι δεν χρειάζεται ο χρήστης να ελέγχει τα μετεωρολογικά δεδομένα μέσω Η/Υ ή ενός κινητού, αλλά στο ότι θα μπορεί να βλέπει ανά πάσα στιγμή σε μία οθόνη τα επιλεγμένα μετεωρολογικά στοιχεία. Ο σταθμός βρίσκεται στην πόλη της Άρτας και τα δεδομένα του είναι διαθέσιμα στην ιστοσελίδα penteli.meteo.gr/stations/arta

Αρχικά έγινε προσπάθεια προγραμματισμού της πλακέτας UNO με ασύρματη διασύνδεση και προβολή σε LCD οθόνη αλλά υπήρχε ασυνεργασία του υλικού. Για τον λόγο αυτό προγραμματίστηκε η πλακέτα αυτή έτσι ώστε να εμφανίζει τα αποτελέσματά της στην σειριακή οθόνη του προγράμματος Arduino IDE.

Για την διατήρηση της φορητότητας επιλέχθηκε η χρήση ενσύρματης διασύνδεσης και προβολής σε οθόνη με δεύτερη υλοποίηση σε δεύτερη πλακέτα UNO.

Η εργασία σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε σε δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση αναλύθηκαν τα μετεωρολογικά φαινόμενα και ιδίως αυτά που πρόκειται να εμφανίζει το σύστημα μας, έπειτα αναφέρονται οι σημαντικότερες ιστοσελίδες πρόβλεψης μετεωρολογικών δεδομένων για την Ελλάδα, συμπεριλαμβανομένου της ιστοσελίδας που λαμβάνονται τα δεδομένα αυτής της εργασίας και κατόπιν αναφέρονται οι πλακέτες Arduino και τα εξαρτήματα που χρησιμοποιήθηκαν για την απεικόνιση δεδομένων και οι αντίστοιχοι κώδικες προγραμματισμού.

Συγκεκριμένα αποτελείται από τέσσερα κεφάλαια:

- Στο πρώτο κεφάλαιο, αναλύεται η επιστήμη της μετεωρολογίας και κυρίως τα μετεωρολογικά στοιχεία που χρησιμοποιεί αυτή η εργασία. Αναφέρονται, κάποια ιστορικά στοιχεία και στα πειράματα που χρειάστηκαν να γίνουν για να ερμηνευτούν. Επίσης γίνεται αναφορά τους σημαντικότερους μετεωρολογικούς σταθμούς, και στις σημαντικότερες μετεωρολογικές ιστοσελίδες πρόβλεψης καιρού για την Ελλάδα.
- Στο δεύτερο κεφάλαιο, παρουσιάζεται και αναλύεται το Arduino, ότι δηλαδή χρειάζεται να γνωρίζει κάποιος για την ενασχόλησή του με την πλατφόρμα αυτή. Αρχικά αναλύεται η χρησιμότητά και η προέλευσή του. Δίνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πιο χρήσιμων πλακετών και ο τρόπος σύνδεσής τους στον υπολογιστή. Τέλος αναλύεται το λογισμικό προγραμματισμού του.
- Το κεφάλαιο τρία πραγματεύεται το υλοποιήσιμο μέρος της εργασίας και για τους δύο τρόπους υλοποίησης. Αρχικά αναλύεται ο ιστότοπος μέσω του οποίου λαμβάνονται τα δεδομένα. Έπειτα παρουσιάζονται ο τρόπος σύνδεσης των εξαρτημάτων που χρειάζονται για την υλοποίηση της με τους κώδικές τους και τέλος παρουσιάζονται στιγμιότυπα από την λειτουργία τους.
- Το τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο, αφορά τα τελικά συμπεράσματα που εξήχθησαν κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού και της ανάπτυξης αυτής της εργασίας, καθώς και τις διαφορές που εντοπίστηκαν μεταξύ των δύο τρόπων υλοποίησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Η ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΗΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ

1.1 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

Η μετεωρολογία ανήκει στις θετικές επιστήμες, με κύριο αντικείμενο της έρευνα της ατμόσφαιρας, καθώς και των φαινομένων που συμβαίνουν. Ο κλάδος της μετεωρολογίας δημιουργήθηκε διότι τα φαινόμενα αυτά επιδρούν στις ανθρώπινες δραστηριότητες και συνεπώς η μελέτη και η πρόγνωση τους έχει οικονομικό και κοινωνικό ενδιαφέρον. Η μετεωρολογία πήρε το όνομά της από τους αρχαίους Έλληνες, οι οποίοι ονόμαζαν αυτά τα φαινόμενα ‘μετεώρων’ που σημαίνει ‘μελέτη των πραγμάτων στον αέρα. Τα σημαντικότερα φαινόμενα καθώς και κύρια στοιχεία της μετεωρολογίας είναι η θερμοκρασία, η υγρασία και η ατμοσφαιρική πίεση [1]

Ιστορικά η πρώτη συστηματική μελέτη πάνω στα μετεωρολογικά φαινόμενα προέρχεται από τον Αριστοτέλη, το 340 περίπου π.Χ και είναι γνωστή στο έργο με την ονομασία Μετεωρολογικά. Σε αυτό το έργο ερμηνεύει πολλά μετεωρολογικά φαινόμενα, όπως είναι ο σχηματισμός της βροχής, οι άνεμοι κτλ. Αρκεί να σημειωθεί όμως πως μερικές απόψεις του Αριστοτέλη έρχονταν σε σύγκρουση με άλλες ορθές ερμηνείες φαινομένων που είχαν δοθεί από άλλους Αρχαίους Έλληνες φιλόσοφους [2]

Η μετεωρολογία χρησιμοποιεί εξειδικευμένα όργανα φυσικής για την μέτρηση των μετεωρολογικών στοιχείων και εφαρμόζει τους νόμους της φυσικής. Αυτά τα στοιχεία συγκεντρώνονται από τους μετεωρολογικούς σταθμούς και αφορούν την υγρασία, την θερμοκρασία, την ατμοσφαιρική πίεση, τα σύννεφα, τη βροχόπτωση και τον άνεμο. Η μετεωρολογία διακρίνεται σε διάφορους κλάδους. Μερικοί από τους κλάδους είναι η εφαρμοσμένη, η δυναμική, η συνοπτική, η φυσική και η γεωργική μετεωρολογία.[3]

- Εφαρμοσμένη: έχει ως στόχο να εφαρμόζει μετεωρολογικές γνώσεις σε επιστημονικές δραστηριότητες.
- Δυναμική: αποτελεί τον κλάδο της θεωρητικής μελέτης των ατμοσφαιρικών κινήσεων. Σχετίζεται στην δημιουργία μιας λογικής βάσης έτσι ώστε να γίνουν μελλοντικές προβλέψεις πάνω στα ατμοσφαιρικά γεγονότα.
- Συνοπτική: έχει ως στόχο να λύσει διάφορες διαταραχές που συμβαίνουν στην ατμόσφαιρα.
- Φυσική: μελετά τις σχέσεις των ατμοσφαιρικών φαινομένων και της φύσης. Στηρίζεται στις αρχές της φυσικής που σχετίζονται με την ηλιακή ακτινοβολία και τον ατμοσφαιρικό ηλεκτρισμό, δηλαδή τους κεραυνούς.
- Γεωργική: στην οποία άνθρωποι όπως οι μετεωρολόγοι και οι γεωπόνοι ασχολούνται με την μελέτη των επιπτώσεων του καιρού και του κλίματος στα φυτά, την απόδοση της καλλιέργειας και των οικοσυστημάτων [4].

1.2 ΚΑΙΡΟΣ

Γενικά ως καιρός ορίζεται το σύνολο των μετεωρολογικών παραμέτρων σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία για μια ορισμένη χρονική στιγμή. Η μετεωρολογία ασχολείται με την πρόγνωση του καιρού. Πρόγνωση καιρού λέγεται η διαδικασία πρόβλεψης των ατμοσφαιρικών συνθηκών. Στην ουσία εκτίμηση των μετεωρολογικών παραμέτρων που καθορίζουν τον καιρό, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και ο άνεμος[5]

Το ενδιαφέρον των ανθρώπων για την πρόγνωση του καιρού εμφανίζεται εδώ και πάρα πολλά χρόνια. Επί δεκάδες αιώνες οι άνθρωποι προσπαθούσαν να προβλέψουν τον καιρό και την εξέλιξη του. Για παράδειγμα οι αρχαίοι λαοί όπως οι Αιγύπτιοι παρατηρώντας τα διάφορα φαινόμενα, προσπαθούσαν να προβλέψουν τον καιρό. Αυτές οι προβλέψεις ήταν χρήσιμες για τις ασχολίες που είχαν, όπως ήταν η γεωργία.

Πλέον πολύτιμα στοιχεία για την πρόγνωση του καιρού δίνουν οι δορυφόροι. Όμως για μια έγκαιρη και ακριβή πρόγνωση του καιρού παίζουν μεγάλο ρόλο τα όργανα που χρησιμοποιούνται. Αν και είναι δύσκολο ο καιρός να προβλεφθεί με απόλυτη ακρίβεια, οι ταχύτατοι υπολογιστές εφαρμόζοντας διάφορες μαθηματικές μεθόδους μπορούν να κάνουν έγκαιρη πρόγνωση του καιρού.

Όπως αναφέρθηκε, ο καιρός είναι μια κατάσταση της ατμόσφαιρας σε μία συγκεκριμένη τοποθεσία για μια ορισμένη χρονική στιγμή. Ο καιρός συμβαίνει στην τροπόσφαιρα, η οποία είναι η κατώτερη περιοχή της ατμόσφαιρας που εκτείνεται από την επιφάνεια της Γης σε 6-8χλμ προς τους πόλους της και σε περίπου 17χλμ προς τον Ισημερινό. Σε γενικές γραμμές, η μεταβλητότητα των καιρικών συνθηκών ποικίλλει ευρέως σε διάφορα μέρη του κόσμου. Είναι πιο έντονη στις ζώνες μεσαίου γεωγραφικού πλάτους των δυτικών ανέμων. Στις τροπικές περιοχές, αντίθετα, ο καιρός ποικίλλει ελάχιστα απο μήνα σε μήνα.[6]

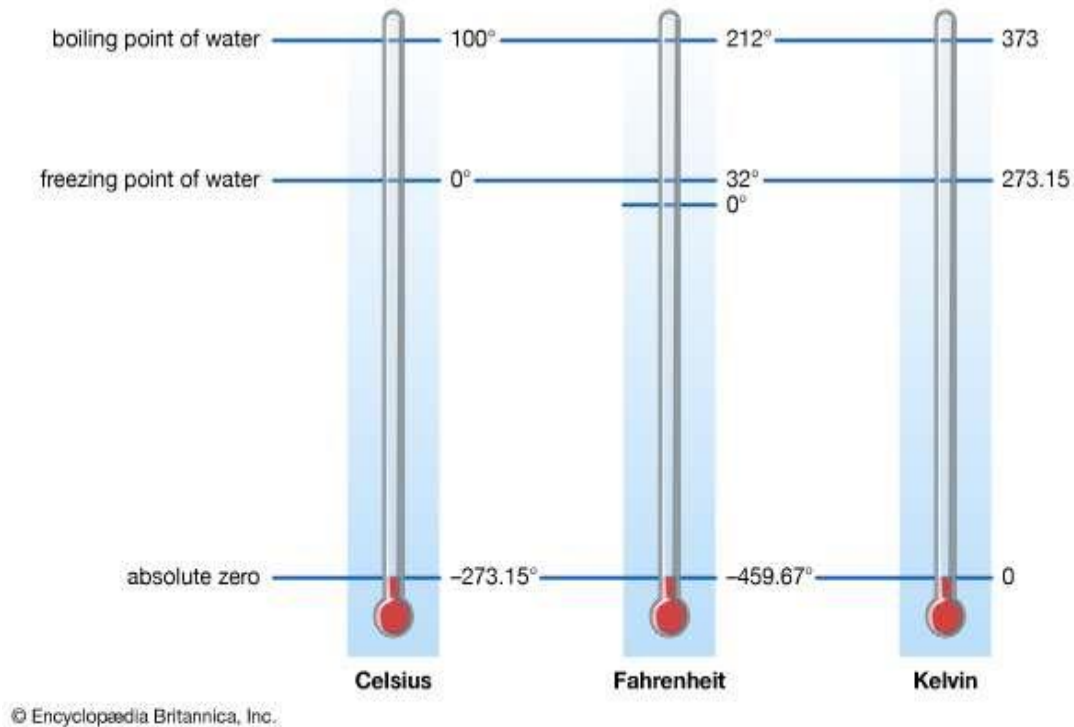
1.3 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Η θερμοκρασία είναι το κύριο χαρακτηριστικό της ατμόσφαιρας. Είναι ο κύριος συντελεστής, ο οποίος καθορίζει την ζωή σε έναν τόπο. Σύμφωνα με την φυσική, η θερμοκρασία είναι ένα φυσικό μέγεθος που προσδιορίζει την 'θερμική κατάσταση' των διαφόρων σωμάτων. Συγκεκριμένα είναι η μέση κινητική ενέργεια των σωματιδίων ενός συστατικού, το οποίο και χαρακτηρίζει πόσο θερμό ή πόσο ψυχρό είναι. Το αίσθημα του θερμού ή του ψυχρού είναι η έλκυση ή απορρόφηση της θερμότητας από ένα σώμα και προκαλεί μεταβολή θερμοκρασίας. Επομένως η θερμοκρασία και η θερμότητα είναι δύο διαφορετικές έννοιες. Η θερμότητα είναι μορφή ενέργειας και η θερμοκρασία είναι ιδιότητα και μέγεθος.

Τρεις κλίμακες θερμοκρασίας χρησιμοποιούνται σήμερα. Είναι η κλίμακα Κελσίου(C) που έχει υιοθετήσει το μετρικό σύστημα μέτρησης και χρησιμοποιείται ευρέως στις επιστήμες. Η κλίμακα Fahrenheit(F) η οποία χρησιμοποιείται στις ΗΠΑ και σε ορισμένες αγγλόφωνες χώρες. Και τέλος η κλίμακα Kelvin(K) που

χαρακτηρίζεται ως κλίμακα απόλυτης θερμοκρασίας και λαμβάνει με μετατόπιση της κλίμακας Κελσίου κατά $-273,15^{\circ}$, έτσι ώστε το απόλυτο μηδέν να συμπίπτει με 0K. Αυτή η κλίμακα(K) αναγνωρίζεται ως διεθνές πρότυπο για επιστημονική μέτρηση θερμοκρασίας.[7]

Standard and absolute temperature scales



Εικόνα 1: Διαφορές μονάδων θερμοκρασίας [8]

Αξίζει να σημειωθεί πως σύμφωνα με την Εικόνα 1 παρατηρούμε:

- Στην κλίμακα Celsius το 0 αντιστοιχεί στη θερμοκρασία τήξεως του πάγου και το 100 στη θερμοκρασία βρασμού.
- Στη κλίμακα Fahrenheit το σημείο τήξεως του πάγου αντιστοιχεί στους 32, ενώ η θερμοκρασία βρασμού στους 212.

Επομένως μπορούμε να διαδώσουμε τις σχέσεις ανάμεσα σε αυτές τις δύο κλίμακες με τους παρακάτω τύπους

$$C = (F - 32)100/180$$

$$F = 180/100C + 32$$

1.4 ΥΓΡΑΣΙΑ

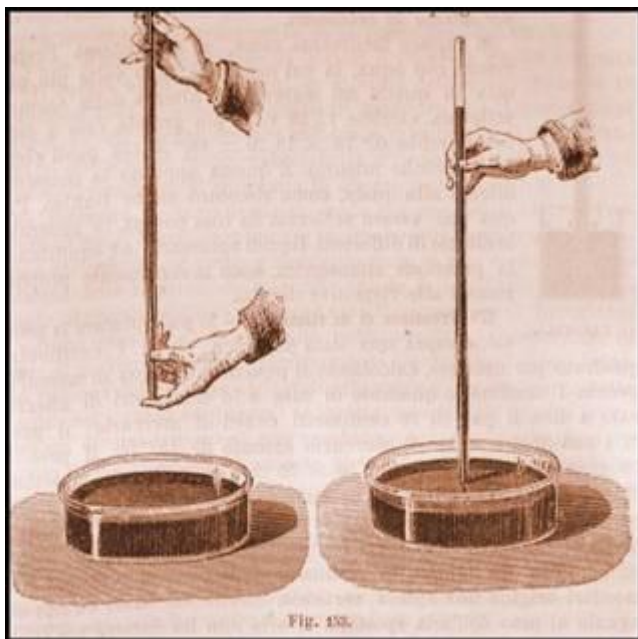
Υγρασία είναι η ποσότητα υδρατμών στον αέρα. Ο υδρατμός, η αέρια κατάσταση του νερού, είναι γενικά αόρατος από το ανθρώπινο μάτι. Η υγρασία υποδηλώνει την πιθανότητα παρουσίας ομίχλης. Εάν υπάρχει πολύ υδρατμός στον αέρα τότε η υγρασία είναι υψηλή. Οι υψηλές υγρασίες σχετίζονται επίσης και με τους τυφώνες. Ο αέρας με υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία μπορεί να αναπτύξει έναν τυφώνα.

Υπάρχουν δύο πρωταρχικές μετρήσεις υγρασίας: απόλυτη και σχετική.

- **Απόλυτη υγρασία:** Περιγράφει την περιεκτικότητα σε νερό του αέρα και εκφράζεται είτε σε γραμμάρια ανά κυβικό μέτρο, είτε σε γραμμάρια ανά χιλιόγραμμο. Αξίζει να σημειωθεί ότι δεν λαμβάνει υπόψη την θερμοκρασία. Η υγρασία αυτή κυμαίνεται στην ατμόσφαιρα από σχεδόν 0 έως περίπου 30 γραμμάρια ανά κυβικό μέτρο, όταν ο αέρας είναι κορεσμένος στους 30C. Η απόλυτη υγρασία αλλάζει καθώς η θερμοκρασία ή η πίεση του αέρα αλλάζει. Αυτό την καθιστά ακατάλληλη για υπολογισμούς χημικής μηχανικής. Λόγω αυτής της πιθανής σύγχυσης, το βρετανικό πρότυπο BS 1339 προτείνει να αποφεύγεται ο όρος 'απόλυτη υγρασία'.
- **Σχετική υγρασία:** Εκφράζεται ως ποσοστό. Υποδεικνύει μια παρούσα κατάσταση απόλυτης υγρασίας σε σχέση με τη μέγιστη υγρασία της ίδιας θερμοκρασίας. Είναι μια σημαντική μέτρηση που χρησιμοποιείται στις προβλέψεις και τις καιρικές συνθήκες, καθώς είναι ένας δείκτης της πιθανότητας βροχόπτωσης, δροσιάς ή ομίχλης. Η σχετική υγρασία εκφράζει την ποσότητα των υδρατμών που υπάρχουν σε ένα συγκεκριμένο όγκο ατμοσφαιρικού αέρα σε σχέση με την μέγιστη ποσότητα των υδρατμών που θα μπορούσαν να υπάρχουν, ή αλλιώς που μπορεί να κρατήσει τη μάζα του ο συγκεκριμένος αέρας. Οι υδρατμοί που μπορούν να κρατηθούν στην μάζα του ατμοσφαιρικού αέρα εξαρτώνται από την θερμοκρασία του. Όσο μικρότερη είναι η θερμοκρασία του αέρα τόσο λιγότερους υδρατμούς μπορεί να κρατήσει. Με λίγα λόγια η σχετική υγρασία εκφράζει τον βαθμό του κορεσμού. Αέρας με σχετική υγρασία 100% είναι κορεσμένος, ειδάλλως είναι ακόρεστος.[9]

1.5 ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ

Η Ατμοσφαιρική πίεση που επίσης ονομάζεται βαρομετρική πίεση είναι η πίεση που ασκεί η ατμόσφαιρα με το βάρος της στην επιφάνεια της Γης. Η απόδειξη του ισχυρισμού της ύπαρξης της έγινε το 1644 από έναν Ιταλό φυσικό με το όνομα Τορικήλι (Torricelli) ο οποίος γέμισε έναν δοκιμαστικό σωλήνα με υδράργυρο και τον αναποδογύρισε μέσα σε μία λεκάνη με υδράργυρο κρατώντας την ανοιχτή πλευρά του με το δάχτυλό του. Εκεί παρατηρήθηκε ότι η στάθμη του σωλήνα έπεσε αφήνοντας ένα μέρος του κενό. Η ατμοσφαιρική πίεση ήταν πλέον γεγονός καθώς η εξήγηση που δόθηκε σε αυτό το αποτέλεσμα είναι ότι η ατμόσφαιρα ασκούσε πίεση στον υδράργυρο που βρισκόταν στην λεκάνη.

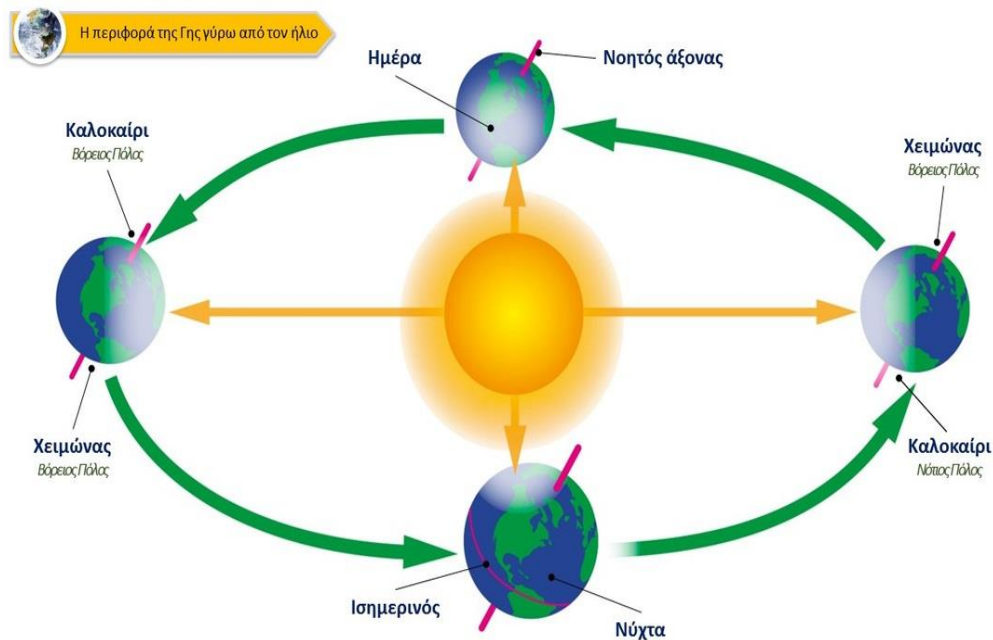


Εικόνα 2: Πείραμα Toricelli [10]

Η μέτρησης της ατμοσφαιρικής πίεσης αναφέρεται σε χιλιοστά στήλης υδραργύρου mmHg ή προς τιμή του Τορικήλι σε torr. Πλέον όμως οι μονάδες αυτές καταργήθηκαν και οι μετρήσεις της αναφέρονται σε hectoPaschal (hPa). Η ατμοσφαιρική πίεση που ασκείται στην επιφάνεια της Γης είναι περίπου ίση με το βάρος στήλης υδραργύρου ύψους 760mm. Στο ανθρώπινο σώμα η ατμοσφαιρική πίεση αντισταθμίζεται από τον αέρα και τα λοιπά ρευστά που κυκλοφορούν εντός του οργανισμού του.[11]

1.6 ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Στη φυσική, η ακτινοβολία είναι η εκπομπή ή η μετάδοση ενέργειας υπό μορφή κυμάτων ή σωματιδίων διαμέσου χώρου ή μέσω υλικού[16] Ο ήλιος εκπέμπει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με δύο μορφές, σωματιδιακή και κυματική. Η γη απορροφά την ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει μέχρι αυτήν και έπειτα την αποστέλλει στο διάστημα σε μεγαλύτερα μήκη κύματος. Η ηλιακή ακτινοβολία μετριέται σε watt ανά τετραγωνικό μέτρο και η έντασή της εξαρτάται από την απόσταση της γης από τον ήλιο και από την κατάσταση της ατμόσφαιρας της Γης.



Εικόνα 3: Περιστροφή Γης γύρω από τον Ήλιο [12]

Η ηλιακή ακτινοβολία εξασθενεί καθώς διέρχεται την ατμόσφαιρα λόγω της διάχυσης, της ανάκλασης προς το διάστημα και της απορρόφησης που υφίσταται σε όλα τα μέρη του φάσματος. Όσο μεγαλύτερη είναι η οπτική μάζα την οποία διασχίζει η ακτινοβολία τόσο μεγαλύτερη είναι η εξασθένιση της λόγω απορρόφησης

- Η διάχυση είναι η αλλαγή διεύθυνσης του φωτός λόγω αλληλεπιδράσεων με τα μόρια του αέρα και των μικρών σωματιδίων που αιωρούνται μέσα στην ατμόσφαιρα.
- Η ανάκλαση οφείλεται στα αιωρήματα και στα νέφη της ατμόσφαιρας καθώς η ηλιακή ακτινοβολία δεν μπορεί να τα διαπεράσει με αποτέλεσμα να ανακλάται.
- Η απορρόφηση γίνεται από τα συστατικά της ατμόσφαιρας τα οποία απορροφούν όσο περισσότερη ηλιακή ενέργεια γίνεται με αποτέλεσμα να επιτρέπουν να τα διαπεράσει ένα πολύ μικρότερο μέρος της.[13]

1.7 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ

Ο μετεωρολογικός σταθμός είναι ένα επίγειο σημείο στο οποίο πραγματοποιούνται τακτικές μετεωρολογικές παρατηρήσεις με πολλά μετεωρολογικά όργανα, είτε μέσα σε μετεωρολογικό κλωβό είτε εκτός αυτού. Επίσης μετεωρολογικοί σταθμοί θεωρούνται και πλοία που φέρουν μετεωρολογικό κλωβό και καταγράφουν τακτές μετεωρολογικές παρατηρήσεις. Στην Ελλάδα Μετεωρολογικοί σταθμοί υπάρχουν στις κυριότερες πόλεις, στους μεγάλους λιμένες και σε όλα τα αεροδρόμια της Χώρας. Από τους Σταθμούς αυτούς μεταβιβάζονται σε τακτά χρονικά διαστήματα οι παρατηρούμενες ενδείξεις των φερομένων οργάνων με ειδικό κωδικοποιημένο τύπο σήματος.

Παρακάτω αναφέρονται κάποιοι από τους πιο γνωστούς μετεωρολογικούς σταθμούς:

1) Davis Instruments 6153 Vantage Pro2 Weather Station



Εικόνα 4: Davis 6153 Vantage Pro 2 [15]

Πρόκειται για έναν ασύρματο μετεωρολογικό σταθμό με ευπροσάρμοστη σουίτα αισθητήρων και ενημέρωση δεδομένων καιρού κάθε 2,5 δευτερόλεπτα. Η απλή έκδοση περιλαμβάνει αισθητήρες μέτρησης θερμοκρασίας, υγρασίας, βροχόπτωσης, ταχύτητας και κατεύθυνσης ανέμου, ηλιακής ακτινοβολίας και διαθέτει επίσης υποδοχές για την προσθήκη περισσότερων αισθητήρων. Το κόστος της είναι 625 δολάρια και αυξάνεται ανάλογα με την έκδοση όπως αναγράφεται και στην εικόνα 5 [14]

Features	Cabled Vantage Pro2	Wireless Vantage Pro2	Wireless Vantage Pro2 with Fan	Cabled Vantage Pro2 Plus	Wireless Vantage Pro2 Plus	Wireless Vantage Pro2 Plus with Fan
Price	\$625	\$685	\$905	\$1,100	\$1,160	\$1,380
Product #	6152C	6152	6153	6162C	6162	6163
Includes console and sensor suite with outside & inside temperature & humidity, barometer, wind, and rain sensors	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Console power source	AC adapter with battery backup	Three C batteries or AC adapter	Three C batteries or AC adapter	AC adapter with battery backup	Three C batteries or AC adapter	Three C batteries or AC adapter
Data transfer	100 ft (30 m) cable	Solar-powered transmitter up to 1,000 ft (300 m)	Solar-powered transmitter up to 1,000 ft (300 m)	100 ft (30 m) cable	Solar-powered transmitter up to 1,000 ft (300 m)	Solar-powered transmitter up to 1,000 ft (300 m)
UV & Solar Radiation Sensors included	○	○	○	✓	✓	✓
Standard Radiation Shield (passive)	✓	✓	(includes 24-hour fan)	✓	✓	(includes 24-hour fan)
Daytime Fan-Aspirated Radiation Shield (#7747)	Optional	Optional	(includes 24-hour fan)	Optional	Optional	(includes 24-hour fan)
24-Hour Fan-Aspirated Radiation Shield	○	○	✓	○	○	✓
Compatible with additional consoles to view data in more than one location	○	✓	✓	○	✓	✓
Compatible with additional stations such as Leaf & Soil Moisture	○	✓	✓	○	✓	✓

Εικόνα 5: Μοντέλα Davis 6153 Vantage

2) Davis Vantage Vue Wireless Weather Station



Εικόνα 6: Davis Vantage Vue [17]

Το συγκεκριμένο μοντέλο έχει σχεδιαστεί για ιδιωτικές μετρήσεις. Η πλήρως ενσωματωμένη, ανθεκτική σουίτα αισθητήρων λαμβάνει τις σημαντικότερες καιρικές συνθήκες που μπορεί να δώσει μία τοποθεσία. Διαθέτει αισθητήρες μέτρησης της θερμοκρασίας, της υγρασίας, της ταχύτητας και κατεύθυνσης του ανέμου και της ατμοσφαιρικής πίεσης. Οι μετρήσεις του αποστέλλονται μέσω WiFi στον χρήστη. Το κόστος του ανέρχεται στα 395 δολάρια.[48]

3) La Crosse C83100 Wi-Fi Weather Station



Εικόνα 7:La Crosse C83100 [47]

Ο σταθμός αυτός αποτελείται από τρία εξαρτήματα που διαθέτουν 4 αισθητήρες. Αισθητήρες θερμοκρασίας, υγρασίας, ταχύτητας και κατεύθυνσης ανέμου και έναν βροχόπτωσης. Η επικοινωνία με τον χρήστη γίνεται μέσω WiFi. Η τιμή του ανέρχεται στα 165,95 δολάρια.[49]

1.8 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

Οι μετεωρολογικές ιστοσελίδες είναι μονάδες απεικόνισης μετρήσεων τις οποίες λαμβάνουν από διάφορους μετεωρολογικούς σταθμούς. Η επίσκεψη τους γίνεται για την γνώση αλλά και την πρόγνωση των μετεωρολογικών συνθηκών που αφορούν τις περισσότερες περιοχές του πλανήτη.

Μερικές από τις πιο έγκυρες ελληνικές μετεωρολογικές ιστοσελίδες είναι:

1) www.Meteo.gr



Το meteo, προσφέρει στο διαδίκτυο το μεγαλύτερο δίκτυο μετεωρολογικών σταθμών πανελλαδικά.

2) www.Poseidon.hcmr.gr



Το poseidon εξειδικεύεται στη θάλασσα. Δίνει δεδομένα από κάποιους σταθμούς που βρίσκονται στη θάλασσα, δεδομένα που έχουν σχέση με την ατμόσφαιρα (θερμοκρασία – άνεμος κλπ) καθώς και θαλάσσια (θερμοκρασία νερού – ύψος κύματος – ρεύματα κλπ). Δυστυχώς πλέον έχουν περιορισθεί οι πλωτοί σταθμοί που λειτουργούν.

3) www.Meteoclub.gr



Το meteoclub, προσφέρει στο διαδίκτυο ένα μεγάλο δίκτυο μετεωρολογικών σταθμών πανελλαδικά.

4) www.Metar.gr



Το metar δείχνει σε ένα χάρτη πανελλαδικά σταθμούς που δίνουν στοιχεία τελευταίας στιγμής. Επιπλέον, παρουσιάζονται σε πραγματικό χρόνο οι καιρικές συνθήκες από πολλούς πιστοποιημένους online μετεωρολογικούς σταθμούς. Διαθέτει επίσης και ιστορικό.

5) www.freemeteo.gr



Το freemeteo, δίνει για πολλά σημεία της Ελλάδας μετεωρολογικά δεδομένα. Το σύστημα αυτό παράγει και προσφέρει προγνώσεις καιρού για όλες τις περιοχές του πλανήτη στεριά και θάλασσα. Ελέγχονται περισσότερες από 11 εκατομμύρια γεωγραφικές τοποθεσίες και παράγονται λεπτομερείς καιρικές προγνώσεις που ενημερώνονται δύο φορές την ημέρα.

6) www.hnms.gr



Η ΕΜΥ είναι μία από τις μεγαλύτερες μετεωρολογικές ιστοσελίδες στην χώρα μας. Για την αρτιότερη κάλυψη του ελλαδικού χώρου η ΕΜΥ συνεργάζεται με τις αντίστοιχες υπηρεσίες άλλων χωρών σε συγκεκριμένους χρόνους του 24ώρου μεταξύ των οποίων και ανταλλάσσονται μετεωρολογικές παρατηρήσεις. Για τις παρατηρήσεις τους οι ανά τον κόσμο μετεωρολογικές υπηρεσίες ή οι επιστήμονες χρησιμοποιούν και ειδικά πλοία μετεωρολογικών παρατηρήσεων τα καλούμενα "o.w.o.s.", καθώς και πλοία μετεωρολογικούς σταθμούς (Weather ships ή ocean station vessels). Επιπρόσθετα σήμερα στο έργο της πρόβλεψης του καιρού εκ μέρους των Μετεωρολογικών Υπηρεσιών σημαντική βοήθεια παρέχουν οι τεχνητοί μετεωρολογικοί δορυφόροι.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Η ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ARDUINO

2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Μετά την ίδρυση των ηλεκτρονικών υπολογιστών, η ανάγκη για την κατασκευή συστημάτων μικρότερου μεγέθους και περισσότερων δυνατοτήτων οδήγησε στην ιδέα της ενσωμάτωσης όλων των λειτουργιών ενός υπολογιστή σε ένα ή περισσότερα ολοκληρωμένα κυκλώματα.



Εικόνα 8: Ιδρυτές Arduino [16]

Το 2005 οι Massimo Banzi και David Cueartuelles έδωσαν λύση σε αυτή την ανάγκη δημιουργώντας το Arduino του οποίου το όνομα εμπνεύστηκαν από τον βασιλιά της Ιταλίας Arduin της Ivrea. Πρόκειται για μια διακλάδωση της πλατφόρμας Wiring για λογισμικό πλακέτας ανοικτού κώδικα παρόμοια με τη C++ με απλοποιημένες βιβλιοθήκες και συντάξεις. Ξεκίνησαν λοιπόν να κατασκευάζουν πλακέτες ανοικτού κώδικα σε ένα εργοστάσιο της βορειοδυτικής Ιταλίας σε συνεργασία με την εταιρία υπολογιστών Olivetti. Οι πλακέτες αυτές ονομάζονταν Arduino BT και είχαν πολύ μεγάλη ζήτηση καθώς ήταν οικονομικότερες από άλλα πρωτότυπα συστήματα διαθέσιμα εκείνη την περίοδο.

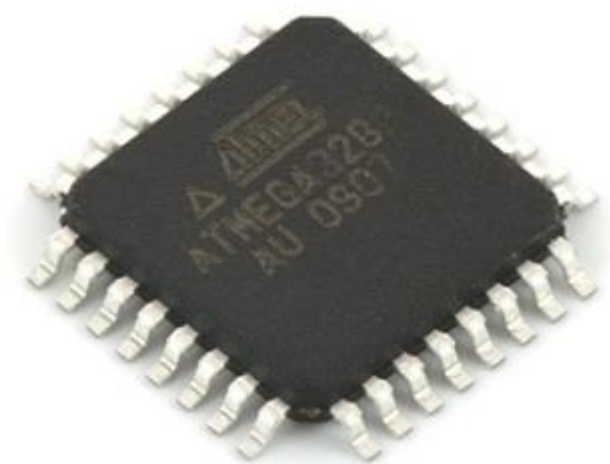


Εικόνα 9: Πρώτη Πλακέτα Arduino [18]

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή των κυκλωμάτων αυτών είχε σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη του Arduino. [17]

2.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ARDUINO

Το arduino είναι μία πλατφόρμα ενός προγραμματιζόμενου μικροελεγκτή προσαρμοσμένο σε μια πλακέτα. Είναι σαν ένα τσιπάκι που περιέχει μέσα του έναν ολόκληρο υπολογιστή. Είναι με λίγα λόγια ένας υπολογιστής μικρού σκοπού του οποίου η χρήση είναι για να ελέγχει άλλες συσκευές εφόσον προγραμματιστεί.



Εικόνα 10: Μικροελεγκτής της πλατφόρμας Arduino [19]

Οι διαφορές της πλατφόρμας με έναν κοινό υπολογιστή είναι:

- Δεν διαθέτει λειτουργικό σύστημα (εκτός από το μοντέλο Yun)
- Τρέχει ένα μοναδικό πρόγραμμα κάνοντας μία συγκεκριμένη λειτουργία.
- Με την έναρξη της αρχίζει να τρέχει το πρόγραμμα, το οποίο αποθηκεύεται μόνιμα μέσα στο κύκλωμα. Οι πλακέτες δεν διαθέτουν σκληρό δίσκο αλλά μνήμη flash και πολύ σπάνια μνήμη RAM.
- Οι πλακέτες Arduino καταναλώνουν ελάχιστη ενέργεια. Οι περισσότερες μπορούν να δουλέψουν για αρκετό διάστημα, σε κατάσταση χαμηλής ενέργειας και παραμένοντας σχεδόν σβηστές αν δεν χρειάζεται να κάνουν κάτι.
- Είναι πολύ φθηνότερη από έναν υπολογιστή
- Διαθέτει ακροδέκτες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν είσοδοι και έξοδοι για να μπορούν να συνδεθούν διάφορες συσκευές όπως αισθητήρες θερμοκρασίας, διακόπτες, οθόνες LED, φωτάκια κλπ.
- Για να προγραμματιστεί ο μικροελεγκτής του Arduino θα πρέπει να αναπτυχθεί κώδικας στον υπολογιστή και να μεταφορτωθεί στην πλακέτα μέσω της θύρας USB. Το πρόγραμμα αναπτύσσεται στον υπολογιστή, ενώ η μεταφόρτωση του εκτελέσιμου κώδικα γίνεται μέσω της θύρας USB. Οι μικροελεγκτές είναι εφοδιασμένοι με ένα ειδικό λογισμικό που ονομάζεται bootloader και δίνει τη δυνατότητα του επαναπρογραμματισμού τους.[20]

2.3 ΜΟΝΤΕΛΑ ARDUINO

Υπάρχουν πολλά μοντέλα πλακετών arduino, το καθένα με τις δικές του ιδιαιτερότητες. Ιδιαιτερότητες που έχουν να κάνουν με τον προγραμματισμό τους, την μνήμη τους, τις εισόδους τους, τις εξόδους και την κατανάλωσή τους. Παρακάτω αναφέρονται και αναλύονται μερικές από τις πιο βασικές και γνωστές πλακέτες Arduino.

Arduino UNO Rev3:

Το πιο διαδεδομένο μοντέλο της οικογένειας Arduino, το οποίο είναι και συμβατό με πλήθος αισθητήρων και επεκτάσεων, είναι το μοντέλο Uno. Η τελευταία του έκδοση που κυκλοφορεί αυτή τη στιγμή, η οποία είναι πλήρως συμβατή τόσο με τις καινούριες, όσο και με τις παλιές πλακέτες επέκτασης, είναι η έκδοση 3 (Rev3). Το μοντέλο Arduino Mega Rev 3, βασίζεται στον μικροελεγκτή ATmega328 της Atmel. Πρόκειται για μια ολοκληρωμένη πλακέτα η οποία περιέχει ότι είναι απαραίτητο, για να μπορεί να προγραμματιστεί και να λειτουργήσει απλά συνδέοντάς την σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή, με ένα καλώδιο USB, ή σε μια μπρίζα με ένα τροφοδοτικό, ακόμα και να λειτουργήσει με μια απλή μπαταρία. Πρόκειται για μία πλακέτα η οποία διαθέτει συνολικά 14 ψηφιακές εισόδους ή εξόδους, 6 από τις οποίες είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν σαν PWM έξοδοι, 6 αναλογικές εισόδους, 1 θύρα USB τύπου B, η οποία χρησιμεύει στον προγραμματισμό και την τροφοδοσία της πλακέτας, 1 είσοδο τροφοδοσίας η οποία είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί τόσο για τροφοδοσία από τροφοδοτικό πρίζας, όσο και από απλή μπαταρία, 1 υποδοχή ICSP και τέλος ένα κουμπί για το reset της πλακέτας. Ο μικροελεγκτής (ATmega328), είναι συγχρονισμένος στους 16 Mhz, Η συγκεκριμένη έκδοση του Arduino Uno, είναι με αποσπώμενο μικροελεγκτή (DIP Version).

Η μνήμη Flash του Arduino Uno στο οποίο μπορεί να αποθηκευτεί το πρόγραμμά μας (sketch), είναι 32KB, είναι ικανή να δεχτεί τα περισσότερα απλά προγράμματα. Στην περίπτωση βέβαια που δεν είναι αρκετή, μπορεί να επιλεγεί η μεγαλύτερη πλακέτα Arduino Mega 2560. Το Arduino Uno λειτουργεί με τροφοδοσία 5V DC από την είσοδο του USB ή με 9V/12V DC από την είσοδο της τροφοδοσίας. Στα Ιταλικά η λέξη UNO σημαίνει ΕΝΑ και καθότι η συγκεκριμένη πλακέτα ήταν η πρώτη που είχε επικοινωνία απευθείας με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, μέσω θύρας USB σε συνεργασία με το πρόγραμμα Arduino 1.0 (IDE 1.0), η εταιρεία επέλεξε να της δώσει αυτό το συμβολικό όνομα. Το κόστος της είναι 20 ευρώ.[22]



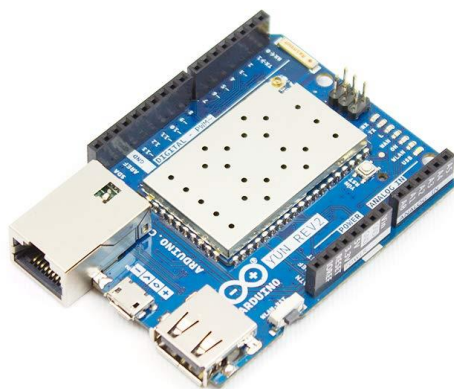
Εικόνα 11: Arduino UNO Rev3 [21]

Arduino Yun Rev 2:

Μία από τις βασικές πλακέτες της τεχνολογίας Arduino, η οποία όμως δεν προτείνεται για τις απλές εφαρμογές, στις οποίες μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο Arduino Uno, είναι το Arduino Yun Rev 2. Το κύριο χαρακτηριστικό της πλακέτας αυτής είναι ότι χρησιμοποιεί Linux με ενσωματωμένο Wi-Fi και ενσύρματο δίκτυο. Η τελευταία έκδοση που κυκλοφορεί και η οποία είναι πλήρως συμβατή τόσο με τις καινούριες όσο και με τις παλιές πλακέτες επέκτασης, είναι η έκδοση 2 (Rev2). Η πλακέτα Yun rev. 2 βασίζεται στον μικροελεγκτή ATmega32U4 της Atmel. Πρόκειται για μία ολοκληρωμένη πλακέτα η οποία περιέχει όλα τα απαραίτητα για να μπορεί να προγραμματιστεί και να λειτουργήσει, απλά συνδέοντάς την στο WiFi, ή με ένα καλώδιο Ethernet ή ακόμη και με ένα απλό καλώδιο microUSB στον ηλεκτρονικό υπολογιστή και με ένα τροφοδοτικό στην πρίζα. Επίσης μπορεί να λειτουργήσει και με απλή μπαταρία.

Αναλυτικά η συγκεκριμένη πλακέτα διαθέτει 20 ψηφιακές εισόδους ή εξόδους, οι 7 από τις οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν PWM έξοδοι και οι 12 σαν αναλογικές εισόδους. Επίσης διαθέτει 1 θύρα microUSB για τον προγραμματισμό και την τροφοδοσία της, , 1 θύρα USB 2.0, 1 θύρα Ethernet, 1 υποδοχή ICSP, 1 υποδοχή για microSD και τέλος ένα κουμπί για reset. Ο μικροελεγκτής είναι συγχρονισμένος στα 16 MHz. Η μνήμη Flash του Arduino Yun Rev 2 είναι 32KB.

Το Arduino Yun Rev 2 λειτουργεί σε χαμηλές τάσεις, με τροφοδοσία 5V DC από την είσοδο του USB. Η πλακέτα Yun rev. 2 βασίζεται στη δύναμη του συστήματος Linux που επιτρέπει προηγμένες συνδέσεις και εφαρμογές δικτύου. Η σύνδεση με Wi-Fi ή με ενσύρματο δίκτυο είναι απλή χάρη στο Yun Web Panel και το "YunFirstConfig" sketch. Το Yun rev 2 χρησιμοποιεί τη βιβλιοθήκη Bridge και έτσι επεκτείνει τις δυνατότητες της πλακέτας χρησιμοποιώντας το λογισμικό Linux. Το κόστος της είναι 49 ευρώ[24]



Εικόνα 12: Arduino Yun Rev 2 [23]

Arduino Mini 05:

Είναι μία μικρη πλακέτα η οποία έχει σχεδόν τα ίδια χαρακτηριστικά με το Arduino Uno. Το μοντέλο Mini 05 της οικογένειας Arduino είναι και αυτό διαδεδομένο και συμβατό με πλήθος αισθητήρων και επεκτάσεων.

Η διαφορά της πλακέτας Arduino Mini 05, από το Arduino Uno ή το Arduino Nano είναι ότι η πλακέτα Arduino Mini 05 δεν έχει ενσωματωμένο USB για τον προγραμματισμό της.

Αναλυτικά η πλακέτα Arduino Mini 05 έχει 14 ψηφιακές εισόδους ή εξόδους, οι 6 από τις οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν PWM έξοδοι, επίσης έχει 8 αναλογικές εισόδους και τέλος το κουμπί για το reset.

Ο μικροελεγκτής είναι συγχρονισμένος στους 16MHz.

Η μνήμη Flash του Arduino Mini 05 είναι 32KB.

Τέλος το Arduino Mini 05 λειτουργεί σε χαμηλή τάση έως και 9Volt.

Το κόστος της είναι 16 ευρώ. [26]



Εικόνα 13: Arduino Mini 05 [25]

Arduino NANO:

Η πιο μικρή πλακέτα της πλατφόρμας Arduino. Το συγκεκριμένο μοντέλο, όπως και τα άλλα της οικογένειας Arduino είναι πολύ διαδεδομένο και συμβατό με πλήθος αισθητήρων και επεκτάσεων.

Η πλακέτα Arduino Nano δεν παρουσιάζει καμία διαφορά στη λειτουργία της με την πλακέτα Arduino Uno, απλά είναι μικρότερη σε μέγεθος και είναι πλήρως συμβατή ώστε να μπορεί να τοποθετηθεί σε πλακέτες δοκιμών (breadboard).

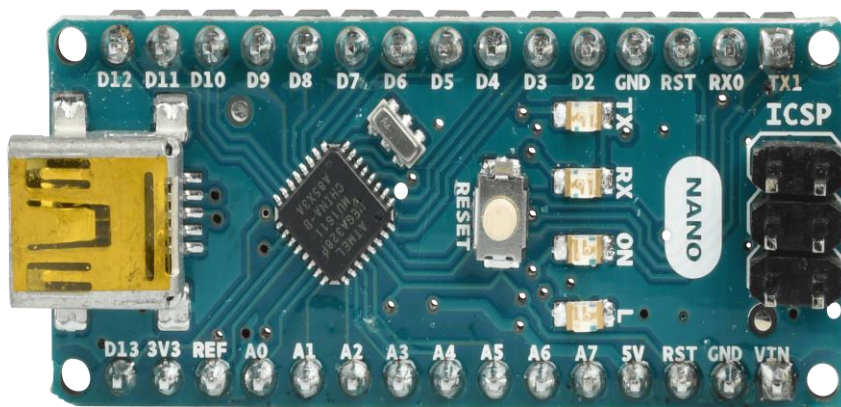
Το Arduino Nano βασίζεται στον μικροελεγκτή ATmega328 της Atmel και πρόκειται για μια ολοκληρωμένη πλακέτα η οποία έχει όλα όσα χρειάζεται για να μπορεί να προγραμματιστεί και να λειτουργήσει μόλις συνδεθεί στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, με ένα απλό καλώδιο Mini-B USB.

Αναλυτικά η πλακέτα Arduino Nano έχει 14 ψηφιακές εισόδους ή εξόδους, οι 6 από τις οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν PWM έξοδοι. Επίσης έχει 6 αναλογικές εισόδους, 1 υποδοχή ICSP, 1 θύρα Mini-B USB για τον προγραμματισμό και την τροφοδοσία της πλακέτας και το κουμπί για το reset της πλακέτας.

Ο μικροελεγκτής είναι συγχρονισμένος στους 16MHz.

Η μνήμη Flash του Arduino Nano είναι 32KB.

Έχει τροφοδοσία χαμηλής τάση, 5V από την είσοδο του USB. Το κόστος της είναι 20 ευρώ [28]



Εικόνα 14:Arduino NANO [27]

Arduino Uno WiFi Rev 2

Το Arduino Uno WiFi Rev2 είναι ιδανικό για εφαρμογές που απαιτούν ασύρματη επικοινωνία WiFi. Το συγκεκριμένο μοντέλο της οικογένειας Arduino καθότι βασίζεται στον Arduino Uno Rev3, είναι συμβατό με πλήθος αισθητήρων και επεκτάσεων. Η έκδοση 2 (Rev2) είναι η τελευταία που έχει κυκλοφορήσει και είναι πλήρως συμβατή με καινούριες και παλιές πλακέτες επέκτασης. Το Arduino Uno WiFi Rev2 βασίζεται στον μικροελεγκτή ATmega4809 της Atmel. Είναι μία πλακέτα ολοκληρωμένη, η οποία διαθέτει όλα όσα χρειάζονται για να είναι δυνατόν να προγραμματιστεί και να λειτουργήσει συνδέοντας την σε ένα δίκτυο WiFi, ή στον ηλεκτρονικό υπολογιστή με ένα απλό καλώδιο USB, ή μέσω ενός τροφοδοτικού. Αναλυτικά η συγκεκριμένη πλακέτα διαθέτει 14 ψηφιακές εισόδους ή εξόδους, 6 από τις οποίες είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν σαν PWM εξοδοι, επίσης διαθέτει 6 αναλογικές εισόδους, 1 υποδοχή ICSP, 1 θύρα USB (τύπου B) για τον προγραμματισμό και την τροφοδοσία της πλακέτας, 1 είσοδο τροφοδοσίας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί εναλλακτικά για τροφοδοσία από τροφοδοτικό πρίζας ή ακόμα και από απλή μπαταρία και τέλος ένα κουμπί για το reset της πλακέτας. Ο μικροελεγκτής είναι συγχρονισμένος στους 16MHz. Δίνεται η δυνατότητα συνδέσής της σε ένα δίκτυο WiFi, μέσω του νέου ασφαλές τσιπ κρυπτογράφησης ECC608. Λειτουργικά το Arduino Uno WiFi, είναι ίδιο με το Arduino Uno Rev3, με κάποιες όμως βελτιώσεις, όπως είναι η προσθήκη WiFi. Επίσης διαθέτει ενσωματωμένο IMU (Inertial Measurement Unit) και ενσωματώνει έναν ολοκαίνουργιο μικροεπεξεργαστή 8 bit από την Microchip. Η μονάδα Wi-Fi είναι ένα αυτόνομο σύστημα SoC (system on a chip), το οποίο διαθέτει ενσωματωμένο πρωτόκολλο TCP/IP, ικανό να λειτουργεί ως σημείο πρόσβασης ή να παρέχει πρόσβαση στο δίκτυο WiFi. Υποστηρίζει προγραμματισμό OTA (over-the-air) είτε για το firmware του Wi-Fi, είτε για μεταφορά κώδικα (sketch) στο Arduino. Η μνήμη Flash του Arduino Uno είναι 48KB. Σε περίπτωση όμως που δεν μας αρκεί, μπορούμε να επιλέξουμε μια μεγαλύτερη πλακέτα Arduino όπως η Arduino Mega 2560. Το Arduino Uno WiFi λειτουργεί με τροφοδοσία 9V/12V

Το κόστος της είναι 38,90 ευρώ.[40]



Εικόνα 15: Arduino Uno WiFi Rev 2 [39]

2.4 ARDUINO SHIELDS

Arduino Shields ονομάζονται οι πλακέτες που συνδέονται στους ακροδέκτες της πλακέτας Arduino δίνοντας της επιπλέον δυνατότητες που αφορούν κυρίως την επικοινωνία του. Πρόκειται δηλαδή για μια αναβάθμιση hardware της <<μητρικής>> του. Με την προσαρμογή τους λοιπόν μπορεί να προστεθεί ακόμα και επικοινωνία WiFi σε πλακέτες οι οποίες δεν μπορούσαν να επικοινωνήσουν ασύρματα πριν. Παρακάτω σας αναλύονται μερικά από τα πιο συνηθισμένα Arduino Shields:

Arduino WiFi Shield:

Η πλακέτα επέκτασης Arduino WiFi Shield δίνει την δυνατότητα συνδεσιμότητας σε ασύρματα δίκτυα. Το κόστος του είναι 15,90 ευρώ.



Εικόνα 16: Arduino WiFi Shield [29]

Arduino Ethernet Shield 2:

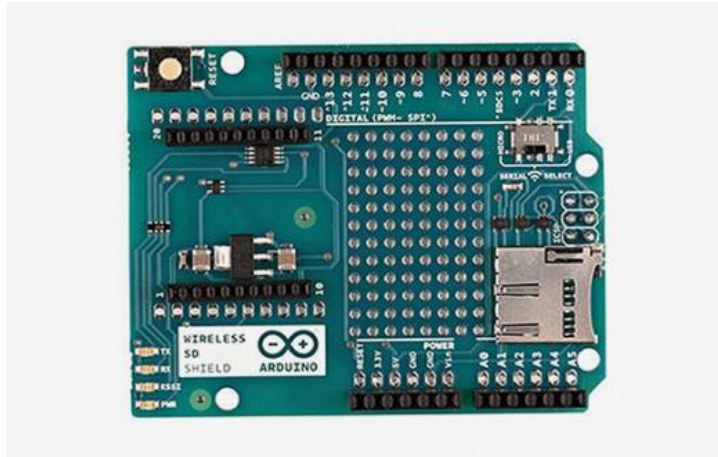
Το Arduino Ethernet Shield έχει την ίδια λειτουργία με το WiFi Shield. Η διαφορά τους είναι ότι με την παρούσα πλακέτα επέκτασης, δεν συνδέεται στα ασύρματα δίκτυα αλλά στα ενσύρματα με την χρήση του καλωδίου RJ45 (Ethernet). Το κόστος του είναι 21,50 ευρώ.



Εικόνα 17: Arduino Ethernet Shield 2 [30]

Arduino Wireless SD Shield:

Το Wireless SD Shield έχει την ίδια λειτουργία με την πλακέτα επέκτασης WiFi αλλά προσφέρει επιπλέον και τη δυνατότητα αποθήκευσης δεδομένων σε κάρτα SD. Το κόστος του είναι 19,90 ευρώ.[32]



Εικόνα 18: Arduino Wireless SD Shield [31]

Arduino Motor Shield:

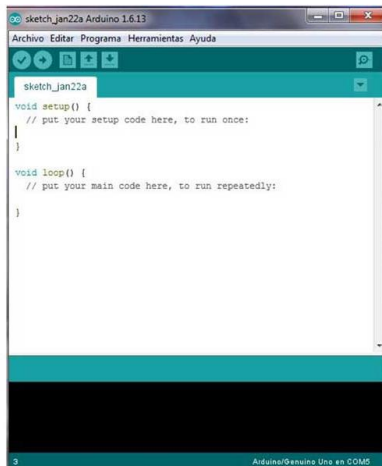
Το Arduino Motor Shield είναι μία πλακέτα επέκτασης για τον έλεγχο και τον χειρισμό επαγωγικών φορτίων όπως ηλεκτρονόμοι, ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες, κινητήρες DC και βηματικοί κινητήρες. Το κόστος του είναι 20 ευρώ.[36]



Εικόνα 19: Arduino Motor Shield [35]

2.5 ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ARDUINO IDE

Για να προγραμματιστεί μία Arduino πλακέτα χρειάζεται να συνδεθεί στον υπολογιστή. Στην συνέχεια θα πρέπει να γραφτεί κώδικας σε μία εφαρμογή, η οποία θα τον κάνει κατανοητό στον μικροελεγκτή και θα τον περάσει στην πλακέτα. Μια τέτοια εφαρμογή είναι το ενσωματωμένο περιβάλλον ανάπτυξης Arduino IDE η οποία είναι γραμμένη στη γλώσσα προγραμματισμού Java και είναι συμβατή με τα λογισμικά Windows, MacOS και Linux. Χρησιμοποιείται για την εγγραφή, τη μετάφραση αλλά και τη μεταφόρτωση προγραμμάτων σε αρχειοθήκες συμβατές με το εκάστοτε μοντέλο Arduino που χρησιμοποιείται.



Εικόνα 20: ARDUINO IDE [37]

Το Arduino IDE υποστηρίζει τις γλώσσες C και C ++ χρησιμοποιώντας ειδικούς κανόνες για τη δομή του κώδικα. Το Arduino IDE παρέχει μια βιβλιοθήκη λογισμικού, η οποία επιτρέπει να γίνουν πολλές διαδικασίες στις εισόδους και τις εξόδους της πλακέτας. Ο κώδικας που έχει γραφτεί από τον χρήστη απαιτεί μόνο δύο βασικές λειτουργίες, για την εκκίνηση του κύριου βρόχου του προγράμματος, οι οποίες συντάσσονται εύκολα ακολουθώντας τις οδηγίες και χρησιμοποιώντας τα εργαλεία της εργαλειοθήκης GNU, η οποία περιλαμβάνεται στο λογισμικό IDE και περιέχει τις παρακάτω επιλογές.

	Verify	Ελέγχει για συντακτικά λάθη στον κώδικα.
	Upload	Μεταγλωττίζει τον κώδικα και τον φορτώνει στο Arduino.
	New	Δημιουργεί ένα νέο sketch.
	Open	Παραθέτει ένα μενού με όλα τα sketch. Κάνοντας κλικ σε ένα από αυτά, θα ανοίξει αυτόματα στο τρέχον παράθυρο.
	Save	Αποθηκεύει ένα sketch.
	Serial Monitor	Ανοίγει την σειριακή οθόνη.

Εικόνα 21: Εργαλεία Arduino IDE

Η εφαρμογή IDE του Arduino χρησιμοποιεί το πρόγραμμα avrdude για την μετατροπή του εκτελέσιμου κώδικα σε αρχείο κειμένου δεκαεξαδικής κωδικοποίησης που εισάγεται στον μικροελεγκτή της.

Με απλά λόγια το Arduino IDE παρέχει:

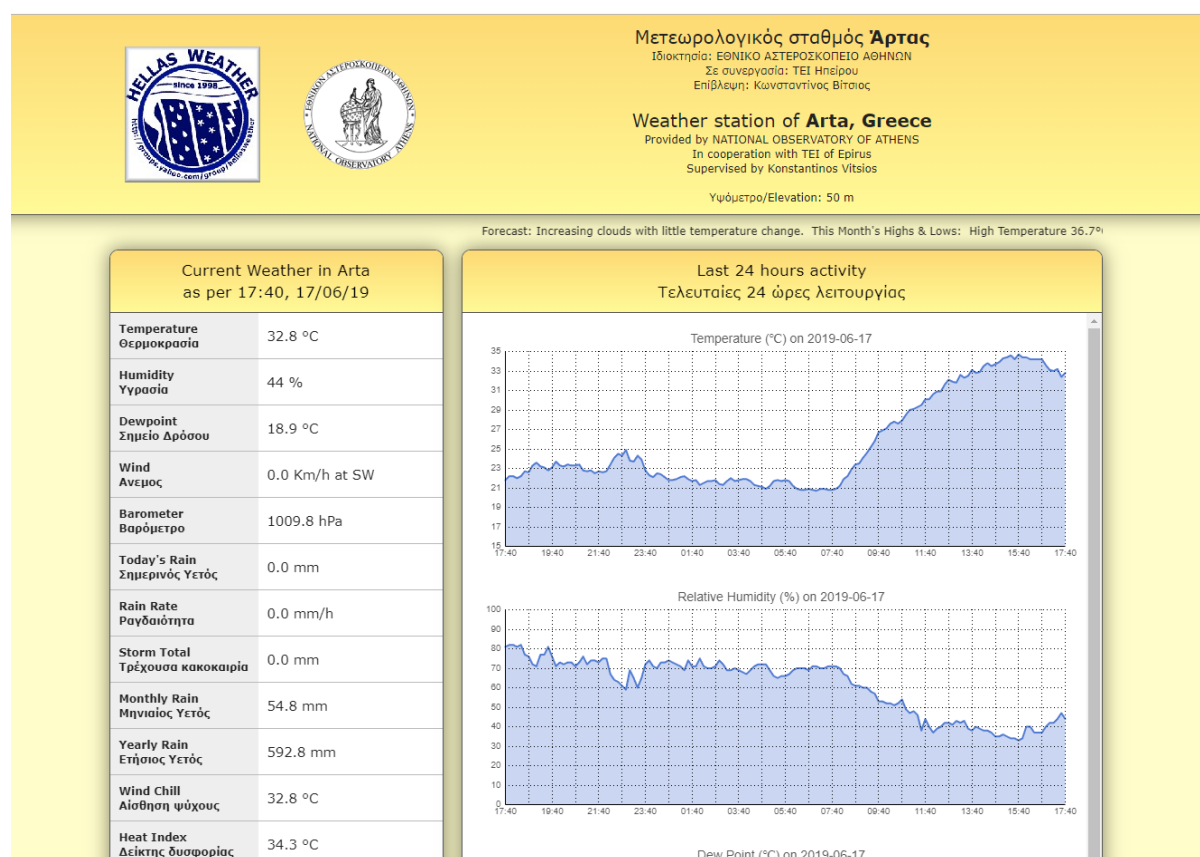
- Ένα πρακτικό περιβάλλον για τη συγγραφή των προγραμμάτων, με συντακτική χρωματική σήμανση.
- Μερικές έτοιμες βιβλιοθήκες για προέκταση της.
- Τον compiler για τη μεταγλώττιση των sketch.
- Μία σειριακή οθόνη (serial monitor) η οποία επικοινωνεί με την πλακέτα δίνοντάς την δυνατότητα αναπαραγωγής του κώδικά και είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για την αποσφαλμάτωση των sketch
- Την επιλογή για εισαγωγή των μεταγλωττισμένων sketch στην πλακέτα Arduino.[38]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ

3.1 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΙΣΤΟΤΟΠΟΣ

Τα δεδομένα που λαμβάνονται για την απεικόνιση των δεδομένων της εργασίας λαμβάνονται από τον ιστότοπο <<penteli.meteo.gr/stations/arta>>. Η γλώσσα με βάση την οποία έχει προγραμματιστεί αυτός ο ιστότοπος είναι η HTML. Η ιστοσελίδα διαθέτει μετεωρολογικά δεδομένα σε πραγματικό χρόνο που αφορούν την Άρτα καθώς και διαγράμματα για την απεικόνιση των καιρικών μεταβολών που υφίσταται αυτή η πόλη με το πέρασμα του χρόνου.



Εικόνα 22: Ιστότοπος penteli.meteo.gr/stations/arta

Ο μετεωρολογικός σταθμός που χρησιμοποιείται για την μέτρηση των δεδομένων αυτών είναι ο Davis Instruments 6153 Vantage Pro2 Wireless Weather Station ο οποίος ανήκει στο Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών.

Για την απεικόνιση των μετρήσεων σε LCD οθόνη έγινε μία πρώτη προσπάθεια με την χρήση της ασύρματης εκδοχής του UNO αλλά δεν πέτυχε λόγω ασυμβατότητας των επιμέρους υλικών. Συγκεκριμένα υπήρξε σφάλμα στην ταυτόχρονη χρήση των βιβλιοθηκών Wire.h και WiFinina.h. Παρόλα αυτά αποτυπώθηκαν τα αποτελέσματα μετρήσεων του σταθμού στο μόνιτορ του υπολογιστή. Για την διατήρηση όμως της ευκολίας φορητότητας και της μικρής κατανάλωσης ενέργειας, μελετήθηκε και σχεδιάστηκε μία δεύτερη προσέγγιση με την χρήση του UNO με ενσύρματη σύνδεση στο διαδίκτυο όπου και έγινε εφικτή η απεικόνιση στην LCD οθόνη.

3.2 1η ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

3.2.1 ΥΛΙΚΑ

Για την προσέγγιση με την ασύρματη διασύνδεση τα υλικά τα οποία χρειάζονται είναι η Arduino WiFi Rev 2 πλακέτα και ένα USB/B-male καλώδιο.



Εικόνα 23: Υλικά 1ης προσέγγισης

3.2.2 ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ

Η συνδεσμολογία γίνεται απλώς συνδέοντας το USB άκρο του καλωδίου σε μία αντίστοιχη θύρα του υπολογιστή και το B-male στην είσοδο της πλακέτας για να επικοινωνούν.



Εικόνα 24: Συνδεσμολογία 1ης προσέγγισης

3.2.3 ΚΩΔΙΚΑΣ

Ο κώδικας για την 1η υλοποίηση είναι:

```
////////////////////////////////////////////////////////////////1ο μέρος
#include <SPI.h>
#include <WiFiNINA.h>
#include "arduino_secrets.h"
////////////////////////////////////////////////////////////////2ο μέρος
char ssid[] = "COSTAS";
char pass[] = "8B8c58CE1#*";
int keyIndex = 0;
int status = WL_IDLE_STATUS;
char server[] = "penteli.meteo.gr";
WiFiClient client;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  while (!Serial) {
    ;
  }
  if (WiFi.status() == WL_NO_MODULE) {
    Serial.println("Communication with WiFi module failed!");
    while (true);
  }
  String fv = WiFi.firmwareVersion();
  if (fv < "1.0.0") {
    Serial.println("Please upgrade the firmware");
  }
  while (status != WL_CONNECTED) {
    Serial.print("Attempting to connect to SSID: ");
    Serial.println(ssid);
    status = WiFi.begin(ssid, pass);
    delay(10000);
  }
```

```

Serial.println("Connected to wifi");
printWifiStatus();

////////////////////////////////////3ο μέρος

Serial.println("\nStarting connection to server...");
if (client.connect(server, 80)) {
  Serial.println("connected to server");
  client.println("GET /stations/arta/ HTTP/1.1");
  client.println("Host: penteli.meteo.gr");
  client.println("Connection: close");
  client.println();
}
}

void loop() {
  while (client.available()) {
    char c = client.read();

    //////////////////////////////////////4ο μέρος

    if(c=='a')
    {
      c = client.read();
      if (c=='s')
      {
        c = client.read();
        if (c==' ')
        {
          c = client.read();
          if (c=='p')
          {
            c = client.read();
            if (c=='e')
            {
              c = client.read();
              if(c=='r')

```



```

{
    String z = "";
    String q = "";
    String w = "";
    String e = "";
    String r = "";
    String a = "Arta";
    Serial.print(a);
    for(i=0;i<800;i++)
    {
        c = client.read();
        if(i==101){Serial.write("\n");}
        if(i==102){a="T: "; Serial.print(a);}
        if(i==137 || i==138 || i==139 || i==140 || i==141 || i==143){Serial.write(c);}
        if(i==144){Serial.write("\n");}
        if(i==145){a="H: "; Serial.print(a);}
        if(i==296 || i==297 || i==298 || i==299){Serial.write(c);}
        if(i==300){Serial.write("\n");}

        ////////////////////////////////////////5ο μέρος
        if(i==779 || i==780 || i==781 || i==782 || i==783 || i==784 || i==785 || i==786 || i==787
        || i==788){

            z += c;

        }

        if(i==780 || i==781 || i==782 || i==783 || i==784 || i==785 || i==786 || i==787 || i==788
        || i==789){

            q += c;

        }

        if(i==781 || i==782 || i==783 || i==784 || i==785 || i==786 || i==787 || i==788 || i==789
        || i==790){

            w += c;

        }

        if(i==782 || i==783 || i==784 || i==785 || i==786 || i==787 || i==788 || i==789 || i==790
        || i==791){

```



```

    client.println("GET /stations/arta/ HTTP/1.1");
    client.println("Host: penteli.meteo.gr");
    client.println("Connection: close");
    client.println();
}
}

void printWifiStatus() {
    Serial.print("SSID: ");
    Serial.println(WiFi.SSID());
    IPAddress ip = WiFi.localIP();
    Serial.print("IP Address: ");
    Serial.println(ip);
    long rssi = WiFi.RSSI();
}
}
}

Serial.print("signal strength (RSSI):");
    Serial.print(rssi);
    Serial.println(" dBm");
}

```

3.2.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΩΔΙΚΑ

Ο κώδικας χωρίζεται σε έξι μέρη:

Στο πρώτο μέρος εισάγονται οι βιβλιοθήκες που είναι απαραίτητες για την λειτουργία του συστήματος.

```
#include <SPI.h>
```

```
#include <WiFinINA.h>
```

```
#include "arduino_secrets.h"
```

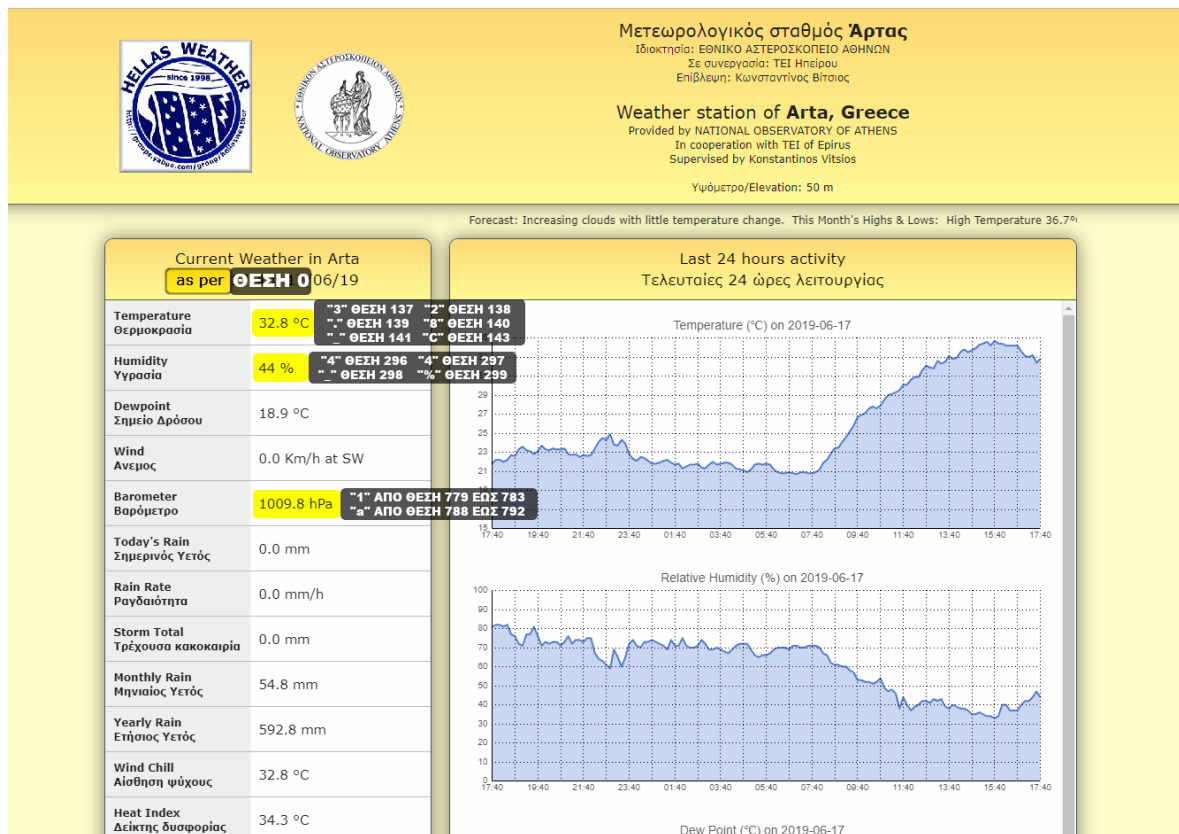
Η SPI επιτρέπει στο Arduino IDE να επικοινωνήσει με την πλακέτα. Η WiFinINA επιτρέπει την σύνδεση της πλακέτα στο δίκτυο και η Arduino_secrets χρησιμεύει στο να αποθηκεύει τα στοιχεία της σύνδεσης στον κώδικα κάθε φορά που ενεργοποιείται.

Το δεύτερο μέρος έχει να κάνει με την σύνδεση της πλακέτας στο διαδίκτυο. Εισάγονται δηλαδή τα στοιχεία του router στον κώδικα (όνομα και κωδικό) και η πλακέτα ελέγχει αν μπορεί να γίνει η σύνδεση εμφανίζοντας το μήνυμα Attempting to connect to SSID.

Το τρίτο μέρος έχει να κάνει με την σύνδεση της πλακέτας στην ιστοσελίδα. Στην συγκεκριμένη περίπτωση η πλακέτα συνδέεται στην ιστοσελίδα penteli.meteo.gr/station/arta. Ο κώδικας ελέγχει εάν υπάρχει δυνατότητα σύνδεσης της πλακέτας στην ιστοσελίδα εμφανίζοντας το μήνυμα <<connected to server>> εάν η σύνδεση επιτευχθεί με επιτυχία.

Στο τέταρτο μέρος βρίσκονται οι εντολές για τον εντοπισμό και την απεικόνιση των μετεωρολογικών δεδομένων (Θερμοκρασίας και Υγρασίας) καθώς και οι χαρακτήρες που εμφανίζονται πριν και μετά από αυτές στη σειριακή οθόνη. Γίνονται κάποια loop τα οποία αναζητούν γράμματα και θέσεις μέσα στην ιστοσελίδα. Αρχικά δίνεται η εντολή εντοπισμού της φράσης <<as per>> που βρίσκεται στην ιστοσελίδα και δηλώνονται οι μεταβλητές. Μόλις αυτό συμβεί εντοπίζονται τα δεδομένα δείχνοντας στην πλακέτα πόσες θέσεις να κοιτάζει μετά από την φράση αυτή στην ιστοσελίδα. Για παράδειγμα το τελευταίο ψηφίο των δεδομένων της υγρασίας βρίσκεται 299 θέσεις μετά από την φράση <<as per>>. Με απλά λόγια ο κώδικας ρυθμίζει την πλακέτα να αναζητεί και να εντοπίζει τα δεδομένα που βρίσκονται στις θέσεις που αναγράφονται.

Στο πέμπτο μέρος γίνεται η διαδικασία εντοπισμού και απεικόνισης της Ατμοσφαιρικής Πίεσης. Σε αυτή την περίπτωση η διαδικασία είναι λίγο διαφορετική λόγω του ότι η ιστοσελίδα φέρεται να εμφανίζει την τιμή αυτή σε διαφορετικές θέσεις με κάθε ανανέωση των δεδομένων της. Παρατηρήθηκε ότι υπάρχουν πέντε πιθανά σύνολα θέσεων, μέσα στα οποία εμφανίζεται η τιμή αυτή. Έτσι ελέγχεται ποιο από αυτά τα σύνολα έχει σαν τελευταίο χαρακτήρα το <<a>> όπου είναι ο τελευταίος χαρακτήρας του δεδομένου και απεικονίζει το ανάλογο σύνολο.

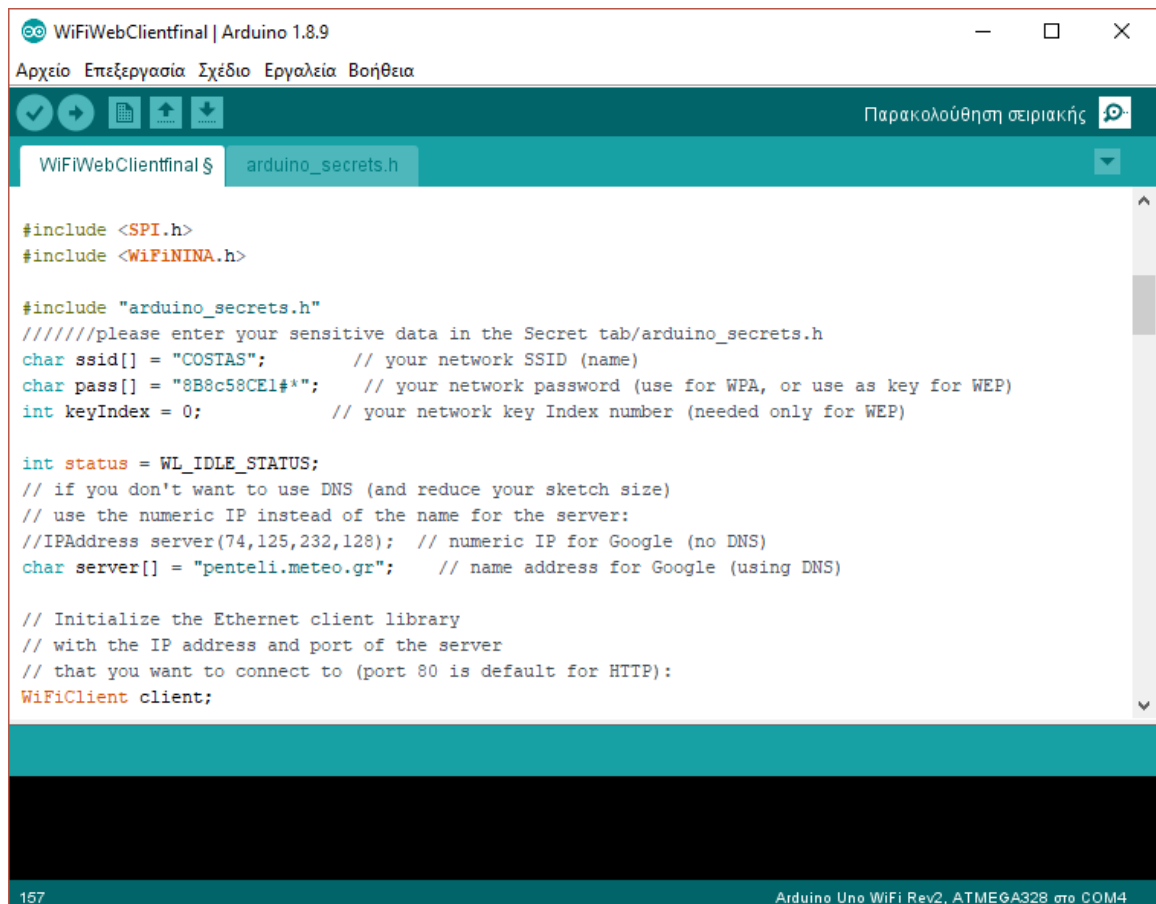


Εικόνα 25: Θέσεις χαρακτηριστικών ιστότοπου

Στο έκτο και τελευταίο μέρος αυτού του κώδικα υπάρχουν οι εντολές για την έναρξη και τον τερματισμό του προγράμματος. Εμφανίζονται δηλαδή με την ενεργοποίηση της πλακέτας κάποια στοιχεία που αφορούν το router και την σύνδεσή. Συγκεκριμένα εμφανίζονται το όνομα και η ip του router καθώς και η ισχύς της σύνδεσης. Ενώ όταν το πρόγραμμα φτάσει στο τέλος του, τερματίζεται ο κώδικας εμφανίζοντας το μήνυμα <<disconnecting from server>> και επανασυνδέετε στον server κάθε 1 λεπτό για να αντλήσει καινούργια δεδομένα. Αυτό φαίνεται στο delay(60000), που σημαίνει ότι τα δεδομένα αντλούνται ξανά μετά από 60 δευτερόλεπτα.

3.2.5 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Αφού προγραμματιστεί η πλακέτα γίνεται η ενεργοποίηση της σειριακής οθόνης για την εκκίνηση του κώδικα. Για να συμβεί αυτό επιλέγεται το κουμπί <<Παρακολούθηση σειριακής>> που βρίσκεται πάνω δεξιά.



```
WiFiWebClientfinal | Arduino 1.8.9
Αρχείο Επεξεργασία Σχέδιο Εργαλεία Βοήθεια

WiFiWebClientfinal $ arduino_secrets.h

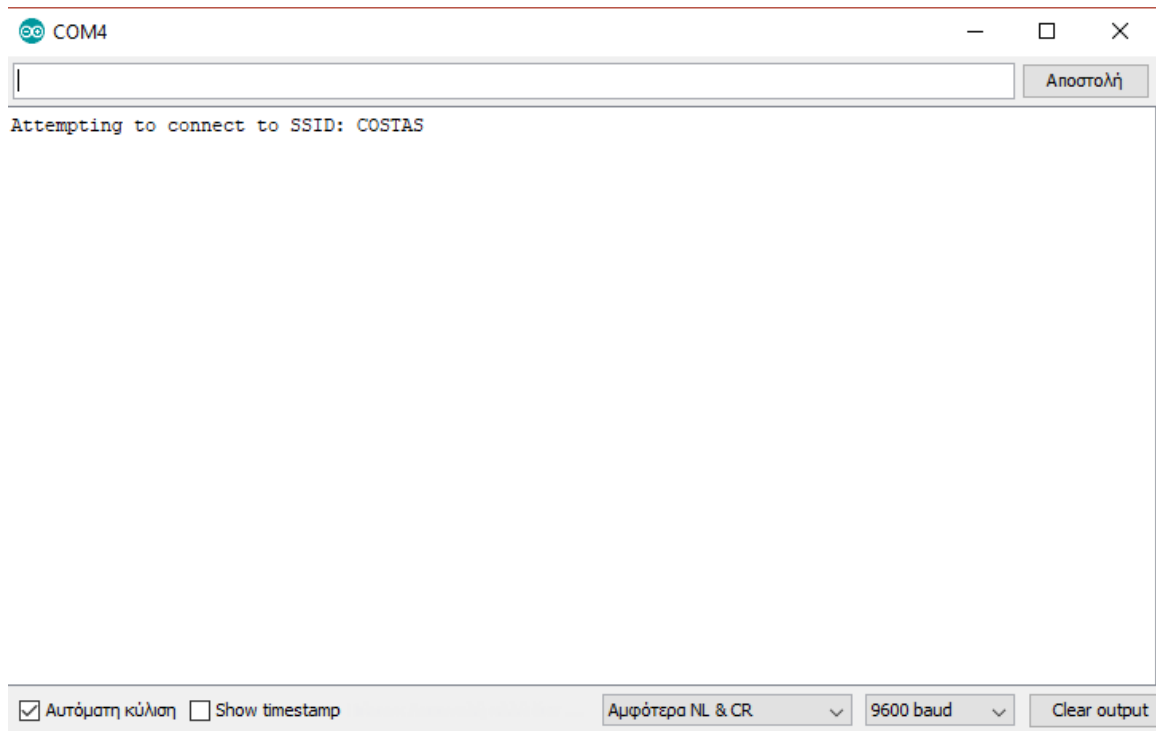
#include <SPI.h>
#include <WiFiNINA.h>

#include "arduino_secrets.h"
/////////please enter your sensitive data in the Secret tab/arduino_secrets.h
char ssid[] = "COSTAS";          // your network SSID (name)
char pass[] = "8B8c58CE1#*";    // your network password (use for WPA, or use as key for WEP)
int keyIndex = 0;                // your network key Index number (needed only for WEP)

int status = WL_IDLE_STATUS;
// if you don't want to use DNS (and reduce your sketch size)
// use the numeric IP instead of the name for the server:
//IPAddress server(74,125,232,128); // numeric IP for Google (no DNS)
char server[] = "penteli.meteo.gr"; // name address for Google (using DNS)

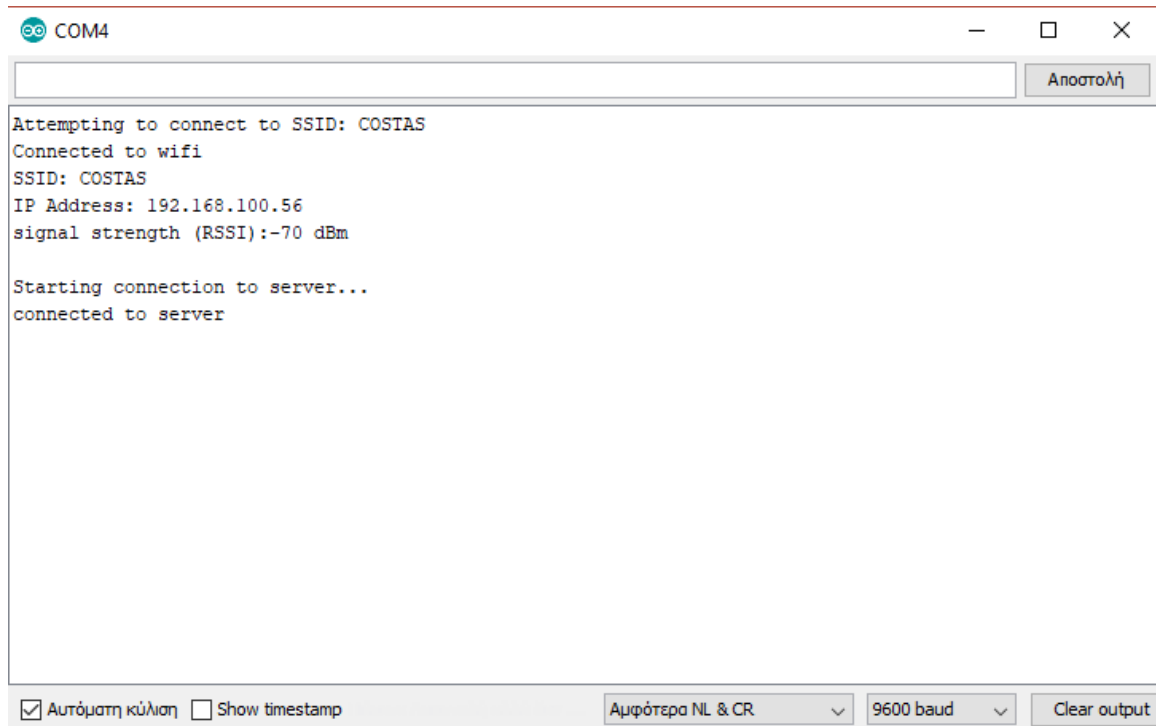
// Initialize the Ethernet client library
// with the IP address and port of the server
// that you want to connect to (port 80 is default for HTTP):
WiFiClient client;
```

Εικόνα 26: Περιβάλλον προγραμματισμού Arduino IDE



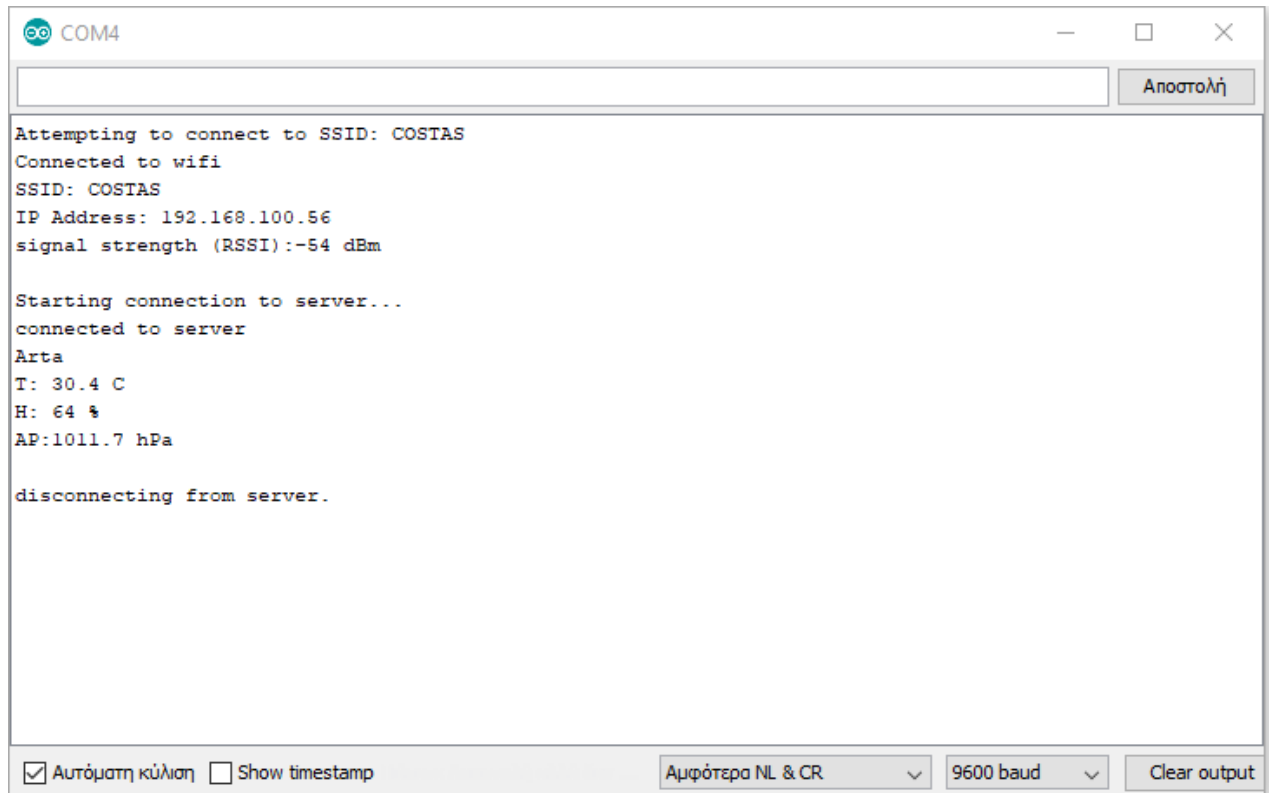
Εικόνα 27: 1η απεικόνιση σειριακής οθόνης

Στη σειριακή οθόνη παρατηρείται ότι αρχικά η πλακέτα επιχειρεί να συνδεθεί μέσω WiFi στο router, εμφανίζοντας το μήνυμα <<Attempting to connect to SSID:>>. Αυτό διαρκεί 10 δευτερόλεπτα και στην συνέχεια εμφανίζει όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα ότι η σύνδεση είναι επιτυχημένη εμφανίζοντας την IP που χρησιμοποιεί το router καθώς και την ισχύς του σήματος στην σύνδεση.



Εικόνα 28: 2η απεικόνιση σειριακής οθόνης

Έπειτα παρατηρείται ότι η πλακέτα ετοιμάζεται να συνδεθεί στον server δηλαδή στο penteli.meteo.gr/station/arta, εμφανίζοντας το μήνυμα <<Starting connection to server>>. Η σύνδεση διαρκεί ελάχιστα δευτερόλεπτα.



Εικόνα 29: Αποτελέσματα 1ης προσέγγισης

Και τέλος εμφανίζονται τρεις τιμές κάτω από την λέξη <<Arta>> οι οποίες αντιστοιχούν στην Θερμοκρασία (T), την Υγρασία (H) και την Ατμοσφαιρική πίεση (AP) αντίστοιχα, που διαθέτει η πόλη της Άρτας την συγκεκριμένη στιγμή. Κλείνοντας, το πρόγραμμα τερματίζεται, εμφανίζοντας το μήνυμα <<disconnecting from server>> και μετά από 1 λεπτό ξεκινάει την διαδικασία από την αρχή για να αντλήσει καινούργια δεδομένα.

3.3 2η ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

3.3.1 ΥΛΙΚΑ

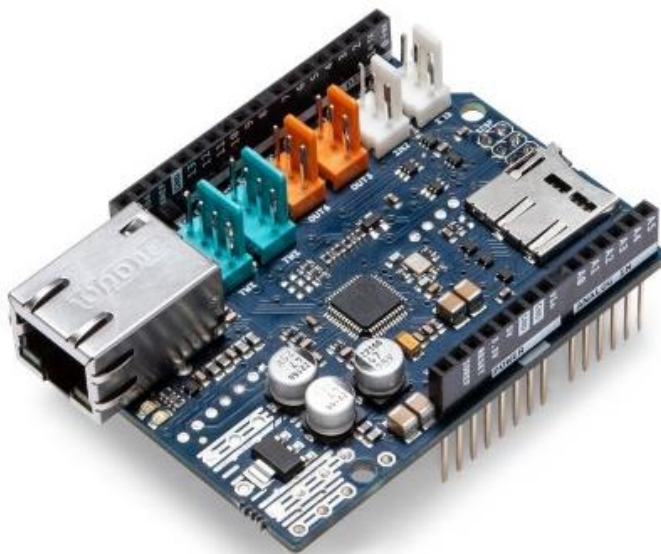
Για την προσέγγιση αυτή χρειαζόμαστε τα παρακάτω εξαρτήματα:

1) Arduino Uno Rev 3



Εικόνα 30: Arduino UNO Rev 3 [43]

2) Arduino Ethernet Shield 2



Εικόνα 31: Arduino Ethernet Shield 2 [45]

3) LCD Display Module (20X4)



Εικόνα 32: LCD Display Module (20x4) [41]

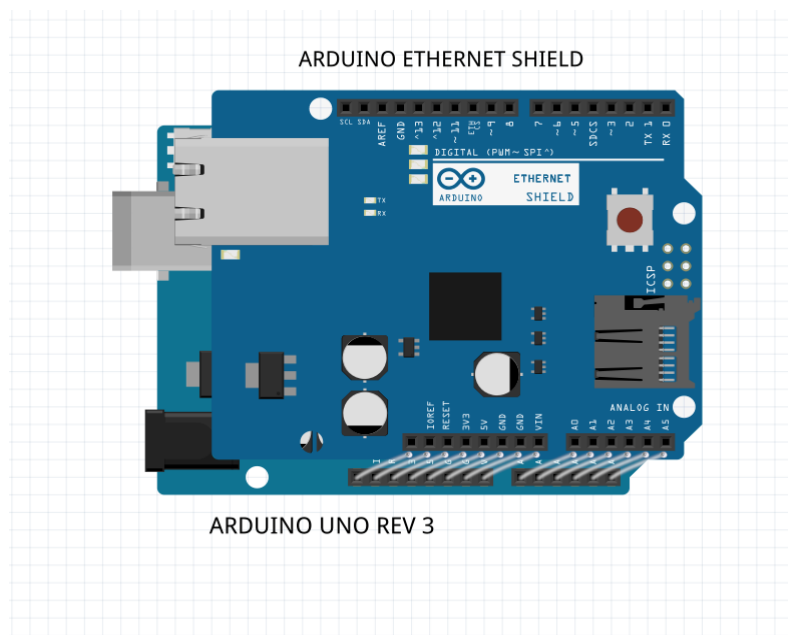
Πρόκειται για μία οθόνη LCD χαμηλής κατανάλωσης χαρακτήρων με ενσωματωμένο ελεγκτή. Η μονάδα μπορεί εύκολα να συνδεθεί με μία Arduino πλακέτα. τροφοδοτείται με 5Volt. Διαθέτει μπλε οπίσθιο φωτισμό και προβάλλει λευκούς χαρακτήρες. Η σύνδεσή της γίνεται αναλογικά. Οι διαστάσεις του προβολέα είναι 105 x 60 mm ενώ το μέγεθός της είναι 115 x 80 x 12 mm. Η οθόνη αυτή διαθέτει 80 θέσεις μοιρασμένες σε τέσσερις σειρές (20 θέσεις ανά σειρά) όπου η αρίθμησή τους ξεκινάει από το 0, δηλαδή η πρώτη θέση της είναι το (0,0) και η τελευταία το (19,3). Το κόστος της είναι 9,90 ευρώ.[42]

Ονομαστικά τα χαρακτηριστικά της οθόνης αυτής είναι:

- Τύπος: Character LCD
- Διαστάσεις: 105 x 60 mm
- Αριθμός Χαρακτήρων: 20x4
- Χρώματα Οθόνης: Μπλε
- Διασύνδεση: Serial
- Supply voltage: 5V

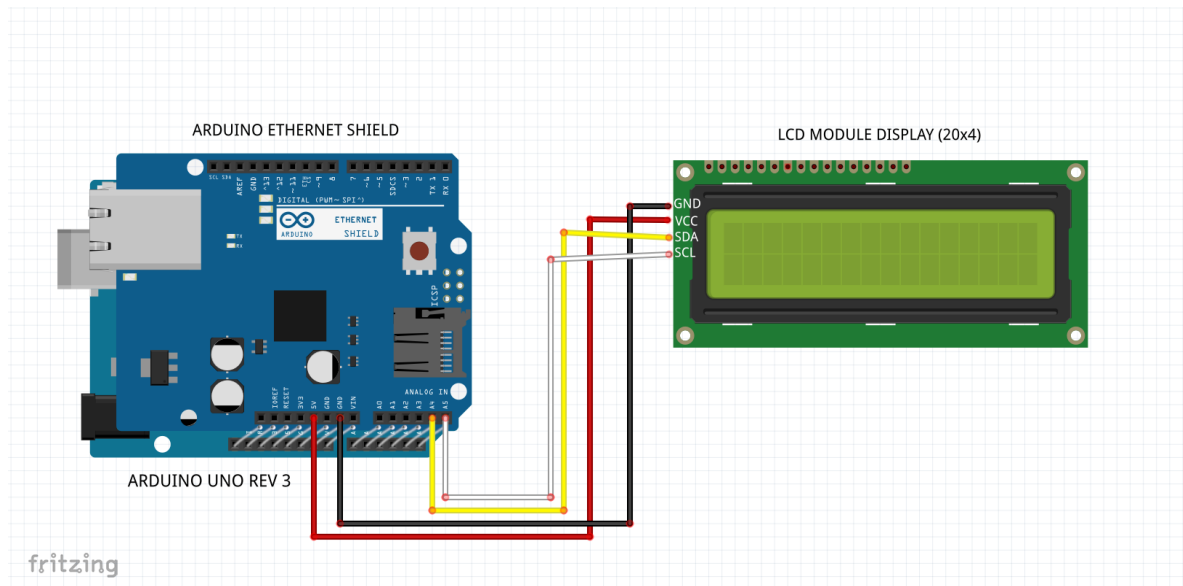
3.3.2 ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ

Για την σύνδεση των εξαρτημάτων αυτής της μονάδας αρχικά γίνεται η σύνδεση του Ethernet shield με την πλακέτα UNO Rev 3. Για να συμβεί αυτό, τοποθετείται το Shield πάνω από την πλακέτα και εισέρχονται οι ακροδέκτες κάθετα στις αντίστοιχες εισόδους της πλακέτας.



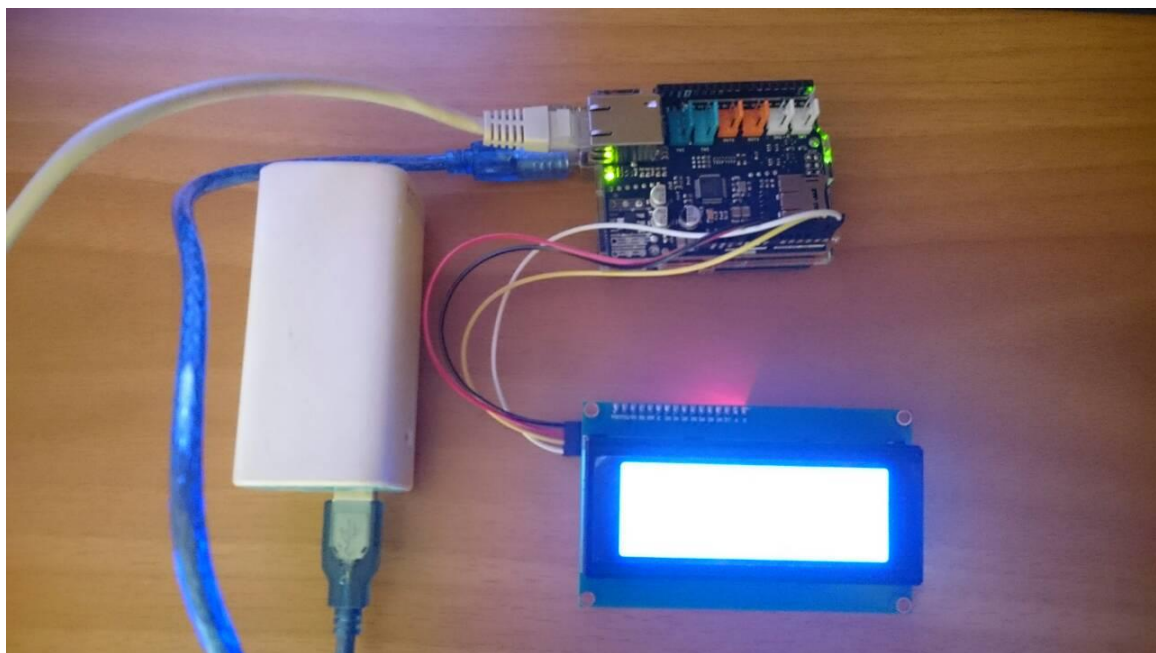
Εικόνα 33: Σύνδεση Πλακέτας-Επέκτασης

Στη συνέχεια εξασφαλίζεται η επικοινωνία του Arduino με την LCD οθόνη. Για να συμβεί αυτό, 4 Arduino καλώδια σύνδεσης ενώνουν τους ακροδέκτες της οθόνης με 2 <<Power>> (5V, GND) και 2 <<Analog>> εισόδους (A4, A5) της επέκτασης. Έτσι η οθόνη τροφοδοτείται αλλά και λαμβάνει πληροφορίες από το Arduino.



Εικόνα 34: Σύνδεση Πλακέτας-LCD οθόνης

Και τέλος συνδέεται στην είσοδο Ethernet του Arduino το RJ45 καλώδιο για την σύνδεσή του στο διαδίκτυο και τροφοδοτείται με ένα powerbank το οποίο το συνδέεται στο κύκλωμά με ένα USB/B-male καλώδιο.



Εικόνα 35: Συνδεσμολογία 2ης προσέγγισης

3.3.3 ΚΩΔΙΚΑΣ

Ο κώδικας για την 2η υλοποίηση είναι:

```
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////1ο μέρος

#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#include <Wire.h>
#include <LCD.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////2ο μέρος
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE);
byte mac[] = { 0xA8, 0x61, 0x0A, 0xAE, 0x14, 0x1F };
char server[] = "penteli.meteo.gr";

IPAddress ip(192, 168, 1, 96);
IPAddress myDns(192, 168, 1, 1);

EthernetClient client;

unsigned long beginMicros, endMicros;
unsigned long byteCount = 0;
bool printWebData = true;

void setup() {
  lcd.begin(20,4); // Initialize LCD
  Serial.begin(9600);
  while (!Serial) {
    ;
  }

  Serial.println("Initialize Ethernet with DHCP:");
  if (Ethernet.begin(mac) == 0) {
    Serial.println("Failed to configure Ethernet using DHCP");
    if (Ethernet.hardwareStatus() == EthernetNoHardware) {
      Serial.println("Ethernet shield was not found.  Sorry, can't run without hardware.
:(");
      while (true) {
        delay(1);
      }
    }
    if (Ethernet.linkStatus() == LinkOFF) {
      Serial.println("Ethernet cable is not connected.");
    }
    Ethernet.begin(mac, ip, myDns);
  } else {
    Serial.print("  DHCP assigned IP ");
```

```

    Serial.println(Ethernet.localIP());
}
delay(1000);
Serial.print("connecting to ");
Serial.print(server);
Serial.println("...");
if (client.connect(server, 80)) {
    Serial.print("connected to ");
    Serial.println(client.remoteIP());
    //////////////////////////////////////////////////3ο μέρος
    client.println("GET /stations/arta/ HTTP/1.1");
    client.println("Host: penteli.meteo.gr");
    client.println("Connection: close");
    client.println();
} else {
    Serial.println("connection failed");
}
beginMicros = micros();
}
////////////////////////////////////////////////4ο μέρος
void loop() {
    while (client.available()) {
        char c = client.read();
        if(c=='a')
        {
            c = client.read();
            if (c=='s')
            {
                c = client.read();
                if (c==' ')
                {
                    c = client.read();
                    if (c=='p')
                    {
                        c = client.read();
                        if (c=='e')
                        {
                            c = client.read();
                            if(c=='r')
                            {
                                int i =0;
                                String z = "";
                                String q = "";
                                String w = "";
                                String e = "";
                                String r = "";
                                lcd.setCursor(3,0);
                                lcd.print('A');
                                lcd.setCursor(4,0);
                                lcd.print('r');

```

```

lcd.setCursor(5,0);
lcd.print('t');
lcd.setCursor(6,0);
lcd.print('a');
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print('T');
lcd.setCursor(1,1);
lcd.print(':');
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print('H');
lcd.setCursor(1,2);
lcd.print(':');
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print('A');
lcd.setCursor(1,3);
lcd.print('P');
lcd.setCursor(2,3);
lcd.print(':');

for(i=0;i<795;i++)
{
  c = client.read();
  if(i==137 || i==138 || i==139 || i==140)
  {
    if(i==137)
    {
      lcd.setCursor(3,1);
      lcd.print(c);
    }
    else if(i==138)
    {
      lcd.setCursor(4,1);
      lcd.print(c);
    }
    else if(i==139)
    {
      lcd.setCursor(5,1);
      lcd.print(c);
    }
    else if(i==140)
    {
      lcd.setCursor(6,1);
      lcd.print(c);
      lcd.setCursor(8,1);
      lcd.print('C');
    }
  }
}

if(i==296 || i==297)
{

```

```

        if(i==296)
        {
            lcd.setCursor(3,2);
            lcd.print(c);
        }
        else if(i==297)
        {
            lcd.setCursor(4,2);
            lcd.print(c);
            lcd.setCursor(5,2);
            lcd.print('%');
        }
    }
}

////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////5ο μέρος

if(i==779 || i==780 || i==781 || i==782 || i==783 || i==784 || i==785 || i==786 || i==787
|| i==788){
    z += c;
}
if(i==780 || i==781 || i==782 || i==783 || i==784 || i==785 || i==786 || i==787 || i==788
|| i==789){
    q += c;
}
if(i==781 || i==782 || i==783 || i==784 || i==785 || i==786 || i==787 || i==788 || i==789
|| i==790){
    w += c;
}
if(i==782 || i==783 || i==784 || i==785 || i==786 || i==787 || i==788 || i==789 || i==790
|| i==791){
    e += c;
}
if(i==783 || i==784 || i==785 || i==786 || i==787 || i==788 || i==789 || i==790 || i==791
|| i==792){
    r += c;
}
}
if(z.charAt(9)=='a'){
    for(int j=0; j<=9; j++){
        lcd.setCursor(j+3,3);
        lcd.print(z.charAt(j));
    }
}
if(q.charAt(9)=='a'){
    for(int j=0; j<=9; j++){
        lcd.setCursor(j+3,3);
        lcd.print(q.charAt(j));
    }
}
if(w.charAt(9)=='a'){
    for(int j=0; j<=9; j++){
        lcd.setCursor(j+3,3);
        lcd.print(w.charAt(j));
    }
}

```



```
client.println("GET /stations/arta/ HTTP/1.1");  
client.println("Host: penteli.meteo.gr");  
client.println("Connection: close");  
client.println();  
}  
}  
}
```

3.3.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΩΔΙΚΑ

Ο κώδικας χωρίζεται σε έξι μέρη:

Στο πρώτο μέρος εισάγονται οι βιβλιοθήκες

```
#include <SPI.h>

#include <Ethernet.h>
#include <Wire.h>
#include <LCD.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

Η SPI επιτρέπει στο Arduino IDE να επικοινωνήσει με την πλακέτα. Η Ethernet χρησιμοποιείται για να επιτρέψει στο Arduino να κάνει χρήση της Ethernet εισόδου του. Η Wire χρησιμοποιείται για την αναγνώριση και την επικοινωνία της πλακέτα με το Ethernet shield που είναι συνδεδεμένο στους ακροδέκτες της. Η LCD χρησιμοποιείται για να επιτραπεί η χρήση της LiquidCrystal_I2C βιβλιοθήκης. Και η LiquidCrystal_I2C χρησιμοποιείται για την επικοινωνία του Arduino με την LCD οθόνη.

Το δεύτερο μέρος έχει να κάνει με την σύνδεση της πλακέτας στο δίκτυο. Αρχικά ο κώδικας ελέγχει αν υπάρχει Ethernet shield συνδεδεμένο στην πλακέτα. Εφόσον εισαχθεί το router IP και το DNS στον κώδικα, το Arduino αποκτά πρόσβαση στο δίκτυο. Και αυτό φαίνεται στο <<Get>> όπου εισάγεται η διαδρομή και στο <<Host>> όπου εισάγεται ο ιστότοπος.

Το τρίτο μέρος έχει να κάνει με την σύνδεση της πλακέτας στην ιστοσελίδα. Ελέγχει αρχικά αν υπάρχει σύνδεση σε δίκτυο και στη συνέχεια εισέρχεται στην ιστοσελίδα penteli.meteo.gr/stations/arta

Στο τέταρτο μέρος βρίσκεται ο κώδικας για την εύρεση και την εμφάνιση των μετεωρολογικών δεδομένων Θερμοκρασίας και Υγρασίας, η δήλωση των μεταβλητών καθώς και η εισαγωγή των χαρακτήρων που εμφανίζονται στην οθόνη. Ο τρόπος εύρεσης των τιμών γίνεται με τον εντοπισμό των θέσεων τους στην ιστοσελίδα, λόγο όμως του ότι η παρουσίαση τους γίνεται σε LCD οθόνη, μετά την εύρεση του κάθε αριθμού δηλώνεται και η θέση εμφάνισής του στην οθόνη. Δηλαδή μετά την εύρεση του πρώτου αριθμού της θερμοκρασίας, δηλώνεται η θέση (3,1) της οθόνης. Αυτό σημαίνει ότι ο αριθμός αυτός εμφανίζεται στην τέταρτη θέση της δεύτερης σειράς. Αντίστοιχα ο δεύτερος στο (4,1), ο τρίτος στο (5,1) και ου το καθεξής.

Στο πέμπτο μέρος γίνεται η διαδικασία εντοπισμού και απεικόνισης της Ατμοσφαιρικής Πίεσης. Σε αυτή την περίπτωση η διαδικασία είναι λίγο διαφορετική λόγο της μεταβολής των θέσεων της τιμής που προαναφέρθηκε. Ελέγχεται ποιο από τα πιθανά σύνολα έχει σαν τελευταίο χαρακτήρα το <<a>> όπου είναι ο τελευταίος χαρακτήρας του δεδομένου και γίνεται μία επανάληψη για την απεικόνιση του συνόλου στις κατάλληλες θέσεις της οθόνης.

Το έκτο μέρος του κώδικά έχει να κάνει με τον τερματισμό λειτουργίας της πλακέτας. Αποσυνδέεται δηλαδή από τον ιστότοπο διατηρώντας όμως τα αποτελέσματα στην οθόνη και επανασυνδέεται σε αυτόν κάθε 1 λεπτό για την άντληση καινούργιων δεδομένων. Αυτό φαίνεται στο `delay(60000)` όπου `delay(1000)=1sec`

3.3.5 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Σε αυτή την περίπτωση, όταν ο κώδικας περαστεί στην πλακέτα το μόνο που χρειάζεται για την λειτουργία της είναι η σύνδεση της με ένα RJ45 (Ethernet) καλώδιο στο router και η τροφοδοσία της με ένα powerbank. Παρατηρείται ότι με την έναρξη της λειτουργίας της, εμφανίζονται τα μετεωρολογικά δεδομένα στην LCD οθόνη σε μερικά δευτερόλεπτα. Τα δεδομένα παραμένουν στην οθόνη για 1 λεπτό όπου μετά το πέρας του επανεκκινείτε η διαδικασία άντλησης των δεδομένων της πλακέτας.



Εικόνα 36: Αποτελέσματα 2ης προσέγγισης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με την υλοποίηση της εργασίας συμπεραίνονται τα εξής. Το βασικό συμπέρασμα αυτής της είναι ότι για την απεικόνιση μετεωρολογικών δεδομένων μίας περιοχής μπορεί κάποιος να χρησιμοποιήσει ένα σύστημα Arduino συνολικού κόστους 38,90 ευρώ με την πρώτη προσέγγιση και 51,4 ευρώ με την δεύτερη προσέγγιση το οποίο είναι πολύ πιο οικονομικό από την αγορά ενός μετεωρολογικού σταθμού όπως για παράδειγμα ο La Crosse C83100 που έχει κόστος 165,95 ευρώ και αποτελεί έναν από τους πιο οικονομικούς σταθμούς. Σαν πρόταση βελτίωσης του συστήματος Arduino συμπεραίνεται ότι για την κατασκευή τέτοιων μονάδων θα ήταν πολύ πιο απλή η διαδικασία προγραμματισμού εάν οι πλακέτες αυτές προγραμματίζονταν με HTML γλώσσα, με την οποία θα γινόταν ανάγνωση των μετεωρολογικών μονάδων ως μεταβλητές και όχι ως θέσεις κειμένου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1)** C. Donald Ahrens (2012) Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate, and the Environment
- 2)** ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ: ΑΠΑΝΤΑ (13ος ΤΟΜΟΣ), ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ 1 (Α΄, Β, ΚΑΚΤΟΣ, 1994)
- 4)** Στάθης, Δ. 2015. ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΔΑΣΙΚΗΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ: ΕΙΣΑΓΩΓΗ. Μαθήματα δασικής μετεωρολογίας και κλιματολογίας. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα:Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. κεφ 1.
- 5)** Glossary of Meteorology. Hydrosphere. Archived 15 March 2012 at the Wayback Machine (2008)
- 6)** ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ ΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΜΕΡΟΣ Α΄: ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ», Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Μακρινίτσας, 2007
- 7)** J V Nicholas and D R White Measurement Science and Technology, Volume 13, Number 10 (2002)
- 9)** Berglund, Larry G. ASHRAE Journal Comfort and humidity (1998)
- 11)** W. E. Knowles Middleton The Place of Torricelli in the History of the Barometer (1963)
- 13)** Weisstein, Eric W. "Radiation". Eric Weisstein's World of Physics. Wolfram Research. Retrieved 11 January (2014)
- 17)** Alan G. Smith Introduction to Arduino September 30, 2011
- 20)** Schmidt, M. ["Arduino: A Quick Start Guide"], Pragmatic Bookshelf, January 22 2011
- 38)** Jack J Purdum Beginning C for Arduino : learn C programming for the Arduino (2015)

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

- 3)** <http://www.geo.auth.gr/courses/gmc/1000/orismoι.html>
- 14)** <https://www.davisinstruments.com/solution/vantage-pro2/>
- 22)** <https://grobotronics.com/arduino-mega-2560-rev3.html>
- 24)** <https://grobotronics.com/arduino-yun-rev-2.html>
- 26)** <https://grobotronics.com/arduino-mini-05-a000088-without-headers.html>
- 28)** <https://grobotronics.com/arduino-nano-a000005.html>
- 32)** <https://store.arduino.cc/arduino-wirelss-sd-shield>
- 34)** <https://store.arduino.cc/arduino-wireless-proto-shield>
- 36)** <https://store.arduino.cc/arduino-motor-shield-rev3>
- 40)** <https://grobotronics.com/arduino-uno-wifi-rev2.html>
- 42)** <https://topelectronics.gr/electronics/displays/20x4-2004-lcd-display-module-with-blue-backlight-for-arduino-ic-i2c-twi-spi-serial-interface/>
- 44)** <https://grobotronics.com/arduino-uno-rev3.html>
- 46)** <https://grobotronics.com/arduino-ethernet-shield-2-a000024.html>
- 48)** <https://www.davisinstruments.com/solution/vantage-vue/>
- 49)** <https://www.lacrossetechnology.com/c83100-connected-weather-station>

ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

- 8) <https://cdn.britannica.com/s:700x450/08/196308-004-EC989E66.jpg>
- 10) http://users.sch.gr/kassetas/educ91Torricelli_files/image005.jpg
- 12) https://anoixtosxoleio.weebly.com/uploads/8/4/5/6/8456554/7604302_orig.jpg
- 15) https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/71rycLk7sFL._SX425_.jpg
- 16) <https://slideplayer.cz/slide/11877286/66/images/4/Historie+I.+Massimo+Banzi+David+Cuartielles+2005+%E2%80%93+Ivrea+%E2%80%93+It%C3%A1lie.jpg>
- 17) https://www.davisinstruments.com/wp-content/uploads/2015/05/06250_11.jpg
- 18) https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQRP6pxm07IT80EO5VNehw57A9_0e_Z4VlzUfH7t_A5cl63zovSgA
- 19) <http://www.hobbytronics.co.uk/image/data/atmel/atmega328-tqfp.jpg>
- 21) <https://grobotronics.com/images/thumbnails/350/350/detailed/0/11061-01b.jpg>
- 23) https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/51iTIFa3QOL._SL1000_.jpg
- 25) https://store-cdn.arduino.cc/usa/catalog/product/cache/1/image/500x375/f8876a31b63532bbba4e781c30024a0a/A/0/A000087_top_2.jpg
- 27) https://cdn-reichelt.de/bilder/web/xxl_ws/B300/ARDUINO_NANO_03.png
- 29) https://store-cdn.arduino.cc/usa/catalog/product/cache/1/image/500x375/f8876a31b63532bbba4e781c30024a0a/s/t/store_a000058_iso.jpg
- 30) <https://www.robotistan.com/arduino-ethernet-shield-wiznet-w5100-clone-1217-51-B.jpg>
- 31) https://store-cdn.arduino.cc/usa/catalog/product/cache/1/image/520x330/604a3538c15e081937dbfbd20aa60aad/A/0/A000065_featured_2.jpg
- 33) <https://www.rhydolabz.com/images/ARD2026.jpg>
- 35) https://www.robotshop.com/media/catalog/product/cache/image/380x380/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/a/r/arduino-motor-shield-v3-1_1.jpg

- 37)** <https://www.digikey.com/-/media/MakerIO/Images/blogs/2018/Introduction%20to%20the%20Arduino%20IDE/Cover.jpg?la=en&ts=accbf25e-470b-4acf-9c0a-2922e5f798e6>
- 39)** https://store-cdn.arduino.cc/usa/catalog/product/cache/1/image/520x330/604a3538c15e081937dbfbd20aa60aad/a/b/abx00021_featured_1_1.jpg
- 41)** https://www.cableworks.gr/images/thumbnails/572/500/detailed/3/i2c_blue_16x2.jpg
- 43)** https://grobotronics.com/images/detailed/112/A000066_iso_2_-_%CE%91%CE%BD%CF%84%CE%AF%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%BF.jpg
- 45)** https://store-cdn.arduino.cc/usa/catalog/product/cache/1/image/500x375/f8876a31b63532bbba4e781c30024a0a/a/0/a000024_iso_4.jpg
- 47)** <https://www.weathershack.com/images/products/la-crosse-technology/c83100-1d.jpg>