

**Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής**



**“Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ EXCEL ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΛΛΗΨΗ, ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΚΑΙ  
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΕΝΑ ΔΙΚΤΥΟ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ  
ΒΑΣΙΣΜΕΝΟ ΣΕ ARDUINO, ΤΟ ΟΠΟΙΟ ΜΕΤΡΑ ΥΓΡΑΣΙΑ ΚΑΙ  
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ ΣΕ ΕΝΑ ΚΗΠΟ.”**

**Όνόματα Σπουδαστών:** Αρβανίτης Γιάννης  
Θοδωρής Αβραμόπουλος  
Παντελής Αντύπας

**Όνομα Επιβλέποντα Καθηγητή:** Χρήστος Δρόσος

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ**

**ΜΑΙΟΣ 2018 (30/05/2018)**

**ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

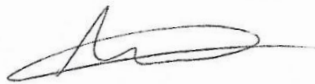
Ο/Η κάτωθι υπογεγραμμένος/α ΑΡΒΑΝΙΤΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ,  
του ΝΙΚΟΛΑΟΥ, με αριθμό μητρώου 40540 φοιτητής / τριά του  
Τμήματος Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε. του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. πριν αναλάβω την  
εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του  
συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και  
πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι-κειμένου της να εμφανίζεται  
αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη  
αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα  
του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε., ο οποίος  
φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το Ίδρυμα  
του έχει απονεμίσει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η  
Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφαση της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του  
αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα  
καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός  
ημερολογιακού 6μήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα  
προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

Ο Δηλών



Ημερομηνία

4/6/2018

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/Η κάτωθι υπογεγραμμένος/η ..... ΑΒΡΑΜΟΠΟΥΛΟΣ ΘΟΔΩΡΗΣ  
του ΜΕΝΕΛΛΟΥ....., με αριθμό μητρώου ..... 410543 φοιτητής / τριά του  
Τμήματος Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε. του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. πριν αναλάβω την  
εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του  
συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και  
πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι -κεμένου της να εμφανίζεται  
αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη  
αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα  
του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε., ο οποίος  
φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το Ίδρυμα  
του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η  
Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφαση της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του  
αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα  
καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός  
ημερολογιακού βμήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα  
προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

Ο Δηλών

Ημερομηνία

4/6/2018

**ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Ο/Η κάτωθι υπογεγραμμένος/α ΑΝΤΥΠΑΣ ΠΑΝΤΕΛΕΗΜΟΝ  
του ΚΩΣΤΑΝΤΙΝΟΥ, με αριθμό μητρώου 40541, φοιτητής / τριά του  
Τμήματος Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε. του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. πριν αναλάβω την  
εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του  
συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και  
πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται  
αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη  
αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα  
του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε., ο οποίος  
φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το Ίδρυμα  
του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η  
Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασής της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του  
αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα  
καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός  
ημερολογιακού βμήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα  
προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

Ο Δηλών

Ημερομηνία

4/6/2018

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται την κατασκευή ενός συστήματος αυτομάτου ελέγχου για τη συλλογή, επεξεργασία και αποθήκευση μεταβλητών που αφορά τα επίπεδα υγρασίας και θερμοκρασίας του εδάφους και του περιβάλλοντος. Η κατασκευή του συστήματος αυτού επιτυγχάνεται με τη βοήθεια κατάλληλου hardware και software.

Αρχικά, γίνεται μία παρουσίαση τις ιστορικής εξέλιξης και μεθοδολογίας του κλάδου της γεωργίας. Έπειτα, παρουσιάζεται η αναγκαιότητα της γεωργίας ακριβείας και οι τρόποι υλοποίησής της. Στη συνέχεια, παρουσιάζουμε την υπολογιστική πλατφόρμα του Arduino και των δυνατοτήτων της. Αναφέρονται τα είδη της πλακέτας και τα χαρακτηριστικά τους, καθώς και οι αντίστοιχες πληροφορίες για τους αισθητήρες που χρησιμοποιούνται από αυτές. Παράλληλα, αναλύονται και τα βήματα για τον προγραμματισμό του Arduino. Επίσης, γίνεται και μία σύντομη ανάλυση του προγράμματος Microsoft Excel και της VBA εφαρμογής που χρησιμοποιείται για τη “σύνδεση” της πλακέτας με τη βάση δεδομένων.

Ακολουθεί η περιγραφή της πειραματικής διαδικασίας και των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση του συστήματος. Γίνεται αναλυτική περιγραφή των αισθητήρων που συνδέθηκαν στον μικροελεγκτή και της συνδεσμολογίας που πραγματοποιήθηκε. Οι αισθητήρες που χρειάστηκαν για την υλοποίηση του συστήματος αφορούν τη μέτρηση θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας περιβάλλοντος, θερμοκρασίας και υγρασίας εδάφους. Παράλληλα, γίνεται ανάλυση της συνδεσμολογίας και του προγραμματισμού του κινητήρα που αφορά την εφαρμογή του αυτόματου ποτίσματος. Για τη σωστή παρουσίαση του πειραματικού μέρους της εργασίας κατασκευάστηκε μακέτα που πραγματοποιεί τις συγκεκριμένες διεργασίες.

Η συλλογή των δεδομένων επιτυγχάνεται με τη βοήθεια του προγράμματος Microsoft Excel, το οποίο με τη βοήθεια της VBA εφαρμογής PLX-DAQ, αντλεί και τροφοδοτεί τη βάση δεδομένων με τις μεταβλητές των αισθητήρων, παράγοντας ταυτόχρονα γραφήματα.

The data collection is accomplished with the help of the Microsoft Excel program, which, with the help of the VBA PLX-DAQ application, draws and feeds the database with the sensor variables, generating graphs at the same time.

**Λέξεις – Κλειδιά:** Arduino, Γεωργία ακριβείας, Excel, Έξυπνος κήπος

## **ABSTRACT**

This thesis deals with the construction of an automatic control system for the collection, processing and storage of variables related to soil and environmental, moisture and temperature levels. The construction of this system is achieved with the help of appropriate hardware and software.

Initially, a presentation of the historical evolution and methodology of the agriculture sector is made. Next, the necessity of precision farming and the ways of its implementation are presented. Then we present the Arduino computing platform and its capabilities. The types of the board and their characteristics, as well as the corresponding information about the sensors used by them, are mentioned. At the same time, the steps for Arduino programming are analyzed. Also, a brief analysis of the Microsoft Excel program and the VBA application is used to "connect" the board to the database.

Below is a description of the experimental process and the materials used to implement the system. A detailed description of the sensors connected to the microcontroller and the connection was made. The sensors needed to implement the system are related to measuring the temperature and relative humidity of the environment, temperature and soil moisture. At the same time, the wiring and programming of the engine related to the application of automatic watering are analyzed. For the correct presentation of the experimental part of the work, a model was constructed that performs the specific processes.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	3
Abstract.....	4
Εισαγωγή.....	13
1. Γεωργία.....	15
1.1. Ιστορική αναδρομή.....	15
1.1.1. Γεωργική παραγωγή.....	15
1.1.1.1. Εμπλουτισμός εδάφους.....	15
1.1.1.2. Βελτίωση χαρακτηριστικών.....	19
1.1.1.3. Βελτίωση συγκομιδής.....	19
1.2. Γεωργία Ακριβείας.....	19
1.2.1. Γενικά.....	19
1.2.2. Τεχνολογικές εφαρμογές.....	20
1.2.2.1. GPS.....	21
1.2.2.2. GIS.....	22
1.2.2.3. Τηλεπισκόπηση.....	23
1.2.3. Μέτρηση παραμέτρων εδάφους.....	24
1.2.3.1. Τι είναι η ηλεκτρική αγωγιμότητα.....	24
1.2.3.2. Σημασία ηλεκτρικής αγωγιμότητας.....	25
1.2.3.3. Μέτρηση ηλεκτρικής αγωγιμότητας.....	26
1.2.3.4. Αισθητήρες εκτίμησης παραμέτρων εδάφους.....	27
1.2.3.5. Αισθητήρες με ασύρματα δίκτυα.....	28
2. Αυτοματισμός με μικροελεγκτές.....	29
2.1. Arduino.....	29
2.1.1. Γενικές πληροφορίες.....	29
2.1.1.1. Τι είναι το Arduino.....	29
2.1.1.2. Hardware Arduino.....	30
2.1.1.3. Μοντέλα Arduino.....	31
2.1.1.4. Πλεονεκτήματα Arduino.....	37
2.1.2. Λογισμικό Arduino.....	38
2.1.2.1. Περιβάλλον Arduino IDE.....	39
2.1.2.2. Αρχιτεκτονική κώδικα.....	41

2.1.2.3. Επικοινωνία μέσω λειτουργίας USB-to-Serial	45
2.1.3. Arduino Uno WiFi	48
2.1.3.1. Χαρακτηριστικά hardware	49
2.1.3.2. Προγραμματισμός μέσω OTA (Over The Air)	51
2.1.3.3. Υπόλοιπες διεργασίες στη σελίδα του Arduino Uno WiFi	56
2.2. Αισθητήρες	59
2.2.1. Χαρακτηριστικά αισθητήρων	59
2.2.2. Είδη αισθητηρίων	61
3. Microsoft Excel	65
3.1. Γενικές πληροφορίες	65
3.1.1. Τι είναι το Excel	65
3.1.2. Ανάλυση περιβάλλοντος Excel 2010	66
3.2. Μακροεντολές	72
3.2.1. Προγραμματισμός VBA (Visual Basic Applications)	72
3.2.1.1. Τι είναι η VBA	72
3.2.1.2. Σχεδίαση της VBA	73
3.2.1.3. Αρχιτεκτονική VBA κώδικα	73
3.2.1.4. Αυτοματισμοί στη VBA	74
3.2.1.5. Ασφάλεια VBA	75
3.2.2. PLX-DAQ	76
4. Πειραματικό μέρος	77
4.1. Hardware σύνδεσης	77
4.2. Αισθητήρες	80
4.3. Μακέτα	86
5. Προγραμματιστικό μέρος	89
5.1. Επιμέρους τμήματα κώδικα	89
6. Αποτελέσματα μετρήσεων	94
6.1. Βάση δεδομένων σε Excel	94
6.2. Γραφικές παραστάσεις από Excel	95
7. Γενικά συμπεράσματα – Επεκτάσεις	97
Βιβλιογραφία	98
Παράρτημα	100



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

1) Τεχνικές οργώματος.....	16
2) Πότισμα χωραφιού.....	17
3) Φίλτρα geotextile.....	17
4) Λίπασμα και φυτοφάρμακα.....	18
5) Δορυφορική πρόβλεψη συγκομιδής.....	20
6) Βασικά μέρη GPS.....	21
7) Παράδειγμα απεικόνισης GIS χάρτη.....	23
8) Ψηφιακή απεικόνιση συλλογής δεδομένων με τηλεπισκόπηση.....	24
9) Μαθηματική σχέση ηλεκτρικής αγωγιμότητας.....	25
10) Σύστημα μέτρησης ηλεκτρικής αγωγιμότητας με επαφή (Veris Q2800).....	27
11) Σύστημα ασύρματων αισθητήρων υγρασίας εδάφους σε καλλιέργεια.....	29
12) Ανάλυση Arduino UNO.....	31
13) Πλακέτες με βασικές λειτουργίες.....	32
14) Ειδικά shields.....	33
15) Πλακέτες Arduino για ειδικές διεργασίες.....	33
16) Εκδόσεις για απαιτητικές εφαρμογές.....	34
17) Arduino Lilypad.....	34
18) Πλακέτες με πρόσβαση σε δίκτυο.....	35
19) Πλακέτες Arduino που έχουν αποσυρθεί.....	36
20) Κάποιες ακόμα απαρχαιωμένες πλακέτες.....	37
21) Περιβάλλον Arduino IDE.....	39
22) Επιλογή πλακέτας.....	46
23) Επιλογή σειριακής πόρτας.....	46
24) Κουμπί “Upload”.....	47

25) Επιβεβαίωση επιτυχημένου “ανεβάσματος” κώδικα.....	47
26) Πλατφόρμα Arduino Uno WiFi.....	48
27) Ανάλυση Arduino Uno WiFi.....	50
28) Περιβάλλον καρτέλας OVERVIEW.....	51
29) Περιβάλλον καρτέλας WIFI.....	51
30) Λίστα με τα network SSID.....	52
31) Πληροφορίες στις ρυθμίσεις WIFI μετά την αλλαγή διεύθυνσης.....	52
32) Περιβάλλον ρυθμίσεων WIFI.....	53
33) Περιβάλλον ρυθμίσεων μετά την αλλαγή σε STA MODE.....	53
34) Επιλογή πλακέτας από το μενού του Arduino IDE.....	54
35) Λίστα πλακετών που είναι συνδεδεμένες στον υπολογιστή μας.....	54
36) Εικονίδιο “Upload” στο περιβάλλον του Arduino IDE.....	55
37) Επιβεβαίωση φόρτωσης του κώδικα στην πλακέτα.....	55
38) Καρτέλα “SERIAL MONITOR”.....	56
39) Επιλογή “RESET μC”.....	57
40) Επιλογή τύπου IP.....	57
41) Καρτέλα “CONNECTIVITY”.....	58
42) Καρτέλα “DEBUG LOG”.....	58
43) Αισθητήρας απόστασης υπερύθρων.....	61
44) Αισθητήρας υπερήχων.....	61
45) Αισθητήρας ήχου.....	62
46) Αισθητήρας αναγνώρισης φωνής.....	62
47) Αισθητήρας χρώματος.....	62
48) Αισθητήρας φωτός.....	62
49) Αισθητήρας στάθμης.....	62
50) Αισθητήρες αφής.....	63

51) Αισθητήρες αερίων .....	63
52) Αισθητήρες θερμοκρασίες .....	63
53) Αισθητήρες υγρασίας .....	64
54) Αισθητήρες πίεσης .....	64
55) Αισθητήρας δακτυλικού αποτυπώματος .....	64
56) Αισθητήρας καρδιακού παλμού .....	64
57) Αδιάβροχη κάμερα .....	65
58) Θερμική κάμερα .....	65
59) Περιβάλλον Microsoft Excel 2010 .....	66
60) Καρτέλα “File” .....	66
61) Καρτέλα “Home” .....	67
62) Καρτέλα “Developer” .....	67
63) Καρτέλα “Insert” .....	68
64) Καρτέλα “ Page Layout ” .....	68
65) Καρτέλα “ Formulas” .....	68
66) Καρτέλα “ Data” .....	69
67) Καρτέλα “ Review” .....	69
68) Καρτέλα “ View” .....	69
69) Περιβάλλον VBA Editor .....	72
70) Ιεραρχία αντικειμένων .....	74
71) Διεπαφή PLX-DAQ .....	76
72) Breadboard .....	77
73) Καλώδια για χρήση σε arduino .....	77
74) H-Bridge L293B .....	78
75) LED .....	79
76) Συνδεσμολογία LED .....	79

77) Σωλήνες σιλικόνης.....	79
78) Αισθητήρας υγρασίας εδάφους.....	80
79) Συνδεσμολογία αισθητήρα υγρασίας εδάφους.....	81
80) Αισθητήρας θερμοκρασίας εδάφους.....	81
81) Συνδεσμολογία αισθητήρα θερμοκρασίας εδάφους.....	82
82) Αισθητήρας υγρασίας & θερμοκρασίας.....	82
83) Συνδεσμολογία αισθητήρα υγρασίας & θερμοκρασίας.....	83
84) Αντλία αέρος με κινητήρα.....	84
85) Συνδεσμολογία αντλίας αέρος με κινητήρα.....	84
86) Μακέτα.....	85
87) Breadboard Hardware.....	86
88) Πλακέτα Arduino.....	86
89) Αντλία αέρος.....	87
90) Μηχανισμός Αυτόματου ποτίσματος.....	87
91) Περιβάλλον βάσης δεδομένων στο Excel.....	88
92) Συμπληρωμένο λογιστικό φύλλο.....	94
93) Γράφημα από αισθητήρα υγρασίας περιβάλλοντος.....	95
94) Γράφημα από αισθητήρα υγρασίας εδάφους.....	95
95) Γράφημα από αισθητήρα θερμοκρασίας περιβάλλοντος.....	96
96) Γράφημα από αισθητήρα θερμοκρασίας εδάφους.....	96

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

(Πίνακας 1) Μικροεπεξεργαστής Arduino.....	49
(Πίνακας 2) Μικροελεγκτής Arduino.....	49
(Πίνακας 3) Γενικά χαρακτηριστικά.....	50
(Πίνακας 4) H-Bridge L293B.....	78
(Πίνακας 5) Χαρακτηριστικά LED.....	79
(Πίνακας 6) Χαρακτηριστικά αισθητήρα υγρασίας εδάφους.....	80
(Πίνακας 7) Χαρακτηριστικά αισθητήρα θερμοκρασίας εδάφους.....	82
(Πίνακας 8) Χαρακτηριστικά αισθητήρα υγρασίας & θερμοκρασίας.....	83
(Πίνακας 9) Χαρακτηριστικά αντλίας αέρος με κινητήρα.....	85

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η γεωπονία, ως ανεξάρτητος επιστημονικός κλάδος, έκανε την εμφάνισή της μετά τον 19<sup>ο</sup> αιώνα, διαχωρίζοντας το αντικείμενο της από τον πολύ γενικό κλάδο της βιολογίας και των φυσικών επιστημών που άνηκε παλαιότερα. Την εξέλιξη αυτή ενίσχυσε σε μεγάλο βαθμό η ανάπτυξη αυτών των επιστημών και ο μεγάλος όγκος πληροφοριών που προέκυπταν από τις συνεχείς έρευνες. Για το λόγο αυτό, ήταν επιτακτική πλέον η ανάγκη να δημιουργηθεί ένας ειδικός κλάδος που να πραγματεύεται, με δικές του θεωρίες και μεθοδολογίες, τη συνεχή βελτίωση στην καλλιέργεια της γης. Ο ουσιαστικός σκοπός της είναι η αντιμετώπιση προβλημάτων που παρουσιάζονται κατά την παραγωγή αγροτικών προϊόντων. Αποτελεί τον συνδετικό κρίκο μεταξύ της παλιάς και της νέας εποχής, ενώνοντας γνώσεις, θεωρητικές και πρακτικές, των παραδοσιακών αγροτών με τις νέες τεχνολογικές εφευρέσεις. Έτσι διευκολύνει τη συστηματική καλλιέργεια προσπερνώντας περιορισμούς που υπήρχαν τα παλαιότερα χρόνια. Με αυτόν τον τρόπο ενισχύει την αποδοτικότητα στην παραγωγή προϊόντων και αποδίδει περισσότερα κέρδη στους ανθρώπους που απασχολούνται στον τομέα της γεωργίας. [1]

Παράλληλα με την ανάπτυξη της γεωπονίας, υπάρχει και ένας άλλος κλάδος που έχει βοηθήσει αρκετά σε αυτήν την πρόοδο, αυτός της γεωργίας ακριβείας. Με την χρήση των αισθητήρων και των τεχνολογιών που χρησιμοποιεί καθιστά ακόμα πιο εύκολη την παρακολούθηση και διαχείριση των χωραφιών και μειώνει αισθητά τα λάθη. Οι σημαντικότεροι παράγοντες για την ποιότητα και την παραγωγικότητα της ανάπτυξης των φυτών είναι η θερμοκρασία και η υγρασία του εδάφους και του περιβάλλοντος.

Ο σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η δημιουργία ενός συστήματος αυτομάτου ελέγχου το οποίο παρακολουθεί αυτές τις μεταβλητές και “αποφασίζει”, αν το φυτό χρειάζεται να ποτιστεί, ενεργοποιώντας, στη συνέχεια, το αυτόματο πότισμα. Η επίτευξη του συστήματος αυτού γίνεται με τη βοήθεια του μικροελεγκτή arduino. Παράλληλα, με τη βοήθεια του Microsoft Excel καταγράφει τις μεταβλητές δημιουργώντας μία βάση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.

Το κύριο μέρος της πτυχιακής εργασίας χωρίζεται σε 6 κεφάλαια :

- ❖ Το πρώτο κεφάλαιο ασχολείται με τον τομέα της γεωργίας, αλλά και της γεωργίας ακριβείας. Σε αυτήν την ενότητα γίνεται μία αναφορά στην ιστορική αναδρομή και στις μεθοδολογίες στον τομέα της γεωργίας, αλλά και στις τεχνολογικές εφαρμογές του κλάδου της γεωργίας ακριβείας.
- ❖ Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα είδη των arduino και των αισθητήρων που υπάρχουν στο εμπόριο.
- ❖ Το τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται στο Microsoft Excel και στη γλώσσα προγραμματισμού VBA
- ❖ Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύεται το πειραματικό μέρος της εργασίας και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν.
- ❖ Στο πέμπτο μέρος γίνεται επεξήγηση των τμημάτων κώδικα που χρησιμοποιήθηκε για τον προγραμματισμό της πλακέτας arduino.
- ❖ Το έκτο κεφάλαιο ασχολείται με τα αποτελέσματα της βάσης δεδομένων και παρουσιάζονται τα γραφήματα που προκύπτουν από αυτές.

# **1. Γεωργία**

## **1.1. Ιστορική αναδρομή**

Με βάση αυτά που είπαμε προηγουμένως, διαπιστώνουμε ότι υπάρχει μια άρρηκτη σχέση μεταξύ της γεωπονίας και της γεωργίας, παράλληλα όμως οι δύο αυτές έννοιες δεν πρέπει να συγχέονται και ως παρόμοιες, διότι οι διαφορές τους είναι πολύ σημαντικές. Η γεωργία σαν κλάδος προϋπήρχε εδώ και πολλά χρόνια και έχει ως αντικείμενο την «εκμετάλλευση» της γης, σα μέσω επιβίωσης του ανθρώπινου είδους. Ο άνθρωπος ένωσε από τα αρχαία χρόνια την ανάγκη να καλλιεργήσει τη γη, για να παραγάγει αγαθά τα οποία θα καταναλώνονται από εκείνον, αλλά και από τα ζώα που χρησιμοποιούσε για διάφορες εργασίες. Από τη νεολιθική εποχή φαίνεται να υπάρχουν ευρήματα που να επιβεβαιώνουν ότι ο άνθρωπος στράφηκε στη γεωργία ως εναλλακτικό τρόπο να βρει τροφή. Αρχικά για τις εργασίες αυτές χρησιμοποιούσε τη μυϊκή δύναμή του, δεν άργησε όμως να εφεύρει εργαλεία που διευκόλυναν κατά πολύ το έργο του. Με την καλπάζουσα όμως ανάπτυξη του πληθυσμού και των αναγκών που δημιουργήθηκαν σε βάθος χρόνου, αλλά και τη βελτίωση της τεχνολογίας, εμφανίστηκε ο τομέας της γεωπονίας για να καλύψει αυτό το κενό που υπήρχε. Οπότε καταλαβαίνουμε ότι η γεωπονία πρέπει να θεωρείται κομμάτι της γεωργίας, το οποίο με μια πιο επιστημονική προσέγγιση καταφέρνει να βελτιώσει τα μέσα που χρησιμοποιούνται από τους αγρότες και να επιλύσει τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν. [4]

### **1.1.1. Γεωργική παραγωγή**

Η γεωργία είναι ένας κλάδος που απασχολεί εκατομμύρια εργάτες σε όλο τον κόσμο και κάθε χρόνο όλο και περισσότεροι αποφασίζουν να στραφούν σε αυτόν. Ο εμπλουτισμός των γνώσεων και η συνεχής βελτίωση της μεθοδολογίας που χρησιμοποιείται για την καλλιέργεια των αγαθών, κάνει πιο εύκολο το έργο τους αυξάνοντας την παραγωγικότητα, αλλά και το κέρδος τους. Παρακάτω θα δούμε μερικούς από τους τρόπους που επιτυγχάνεται κάτι τέτοιο.

#### **1.1.1.1. Εμπλουτισμός εδάφους**

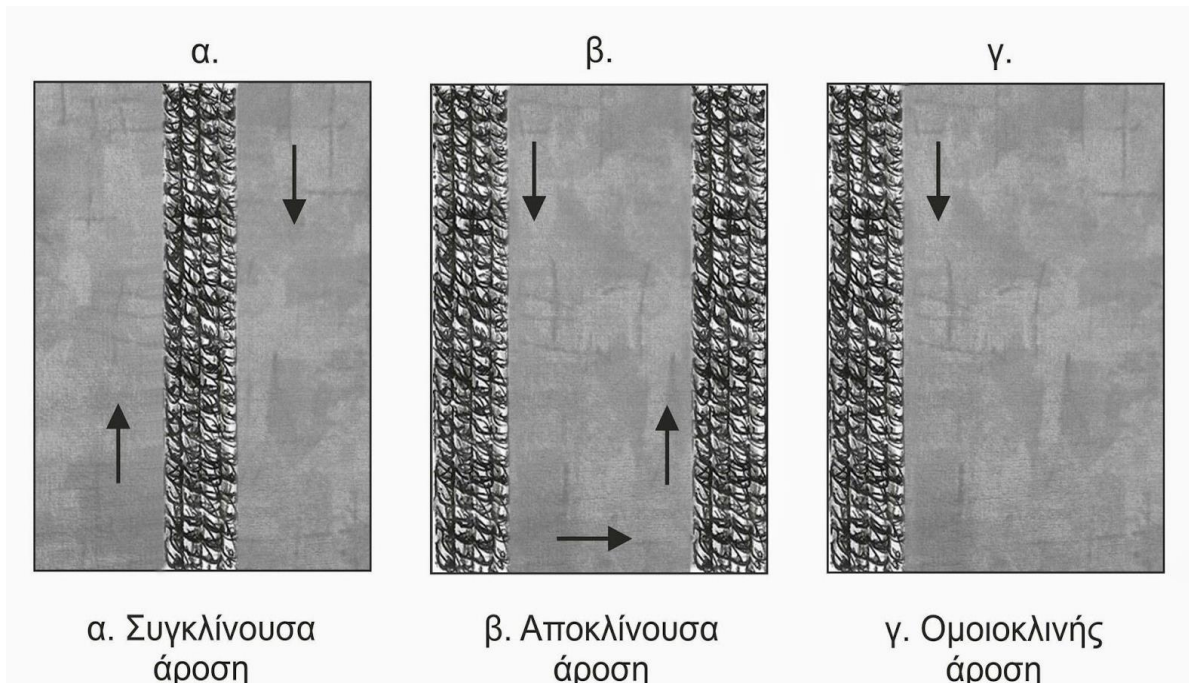
Για τον εμπλουτισμό του εδάφους χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές που έχουν ως σκοπό την ενίσχυση της παραγωγικότητας και τη βελτίωση της ποιότητας των καρπών. Οι πιο σημαντικές από αυτές είναι:



### ❖ Όργωμα

Το όργωμα της γης είναι μία από τις πιο σημαντικές εργασίες που καλείται να κάνει ένας γεωργός για να προετοιμάσει το χωράφι του πριν τη σπορά. Συνήθως γίνεται την Άνοιξη ή το Φθινόπωρο. Σκοπός του είναι να αεριστεί το έδαφος, να καθαριστεί από τα αγριόχορτα και έπειτα να είναι σε θέση να απορροφήσει το νερό της βροχής και να συγκρατήσει την υγρασία. Οι πιο σημαντικές τεχνικές οργώματος είναι:

- Συγκλίνουσα άροση
- Αποκλίνουσα άροση
- Ομοιοκλινής άροση



1) Τεχνικές οργώματος

### ❖ Άρδευση

Η άρδευση είναι το πότισμα με τεχνητό τρόπο ενός ήδη οργωμένου εδάφους και έχει ως σκοπό να βοηθήσει την ανάπτυξη του σπόρου.



2) Πότισμα χωραφιού

❖ **Αποξήρανση**

Αποξήρανση είναι η αφαίρεση του νερού πάνω και κάτω από την επιφάνεια του εδάφους με φυσικό ή τεχνητό τρόπο. Αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται κυρίως σε πιο υγρά κλίματα που έχουν επαρκή υγρασία και τα χωράφια δεν χρειάζονται συνεχώς πότισμα για να είναι γόνιμο το έδαφος. Η διαδικασία γίνεται συνήθως την Άνοιξη ή το καλοκαίρι. Το πιο διαδεδομένο μέσο τα τελευταία χρόνια είναι το σύγχρονο σύστημα αποξηράνσεων με ενσωματωμένα φίλτρα geotextile.



3) Φίλτρα geotextile

#### ❖ Λίπασμα

Λίπασμα θεωρείται οποιαδήποτε φυσική ή τεχνητή ουσία που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη της παραγωγικότητας των αγαθών. Ο σκοπός τους είναι να εμπλουτίσουν το έδαφος με θρεπτικά στοιχεία που λείπουν ή πρέπει να αναπληρωθούν. Το λίπασμα εμφανίζεται ακόμα και στις πρώτες καλλιέργειες του ανθρώπου και το γεγονός αυτό δείχνει τη σημασία του.



4) Λίπασμα και φυτοφάρμακα

#### ❖ Αγρανάπαυση

Αγρανάπαυση είναι η προσωρινή διακοπή της καλλιέργειας ενός χωραφιού για να αποκατασταθεί η γονιμότητα του. Συνήθως διαρκεί ένα χρόνο και εφαρμόζεται κυρίως σε μονοκαλλιέργειες. [5]

#### ❖ Αμειψισπορά

Αμειψισπορά είναι η εναλλαγή καλλιεργειών στο ίδιο χωράφι. Σκοπός της είναι ο εμπλουτισμός με συστατικά που άλλα φυτά απορροφούν και άλλα αποδίδουν στο έδαφος. [6]

### **1.1.1.2. Βελτίωση χαρακτηριστικών**

Η βελτίωση των χαρακτηριστικών ενός φυτού θεωρείται η δημιουργία νέων ποικιλιών μέσα από τη διασταύρωση διάφορων ειδών.

### **1.1.1.3. Βελτίωση συγκομιδής**

Η βελτίωση της συγκομιδής επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας νέες μεθοδολογίες καλλιέργειας και σύγχρονα μηχανήματα.

## **1.2. Γεωργία ακριβείας**

### **1.2.1. Γενικά**

Μέχρι σήμερα η καλλιέργεια της γης γινόταν με παραδοσιακές μεθοδολογίες, που τις περισσότερες φορές περνούσαν από γενιά σε γενιά. Ένας γεωργός έπρεπε να γνωρίζει και να προσέχει τη γη του. Η ευθύνη της διαχείρισης του χωραφιού έπεφτε στην κρίση, στις γνώσεις και την παρατηρητικότητα του.

Η εκμηχάνιση της γεωργίας έκανε πρόσφορο το έδαφος για μεγαλύτερες καλλιέργειες. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα, ο γεωργός να μην μπορεί να ανταπεξέλθει στο φόρτο εργασίας που προέκυψε. Πλέον δεν ήταν τόσο εύκολο να ελέγξει την ομοιομορφία του χωραφιού του και να παρατηρήσει της ιδιαιτερότητες που μπορεί να υπήρχαν σε κάποια σημεία της γης του. Εν συνεχεία, η λάθος διαχείριση προκαλούσε πολλές φορές προβλήματα στην παραγωγικότητα, αλλά και την ποιότητα των προϊόντων. Με την ανάπτυξη όμως της τεχνολογίας, το πρόβλημα αυτό τείνει να εξαλειφθεί. Η εφαρμογή μεγάλης ποικιλίας αισθητήρων και άλλων τεχνολογικών επιτευγμάτων επιτρέπει τον, σχεδόν, απόλυτο έλεγχο του αγροκτήματος και των προϊόντων που παράγονται σε αυτό. Με αυτόν τον τρόπο έχει αλλάξει κατά πολύ το μερίδιο ευθύνης και οι μεθοδολογίες που χρησιμοποιούσε ένας αγρότης, κάνοντας ταυτοχρόνως τη δουλειά του πολύ πιο εύκολη.



5) Δορυφορική πρόβλεψη συγκομιδής

Αυτή η νέα είσοδος της τεχνολογίας στο επάγγελμα του γεωργού, δημιούργησε τις προϋποθέσεις για ανάπτυξη συστημάτων γεωργίας ακριβείας (precision agriculture). Με τον όρο αυτό, ορίζουμε την επίβλεψη και διαχείριση του αγροκτήματος ως προς τη μεταβλητότητά του σε χωρικό και χρονικό επίπεδο. Με πιο απλά λόγια, μας δίνεται η δυνατότητα να ελέγχουμε τις ανάγκες που υπάρχουν σε κάθε σημείο του εδάφους (πότισμα, λίπασμα κτλ.), αλλά και σε πόσο χρόνο θα δημιουργηθούν. Κατ' επέκταση, οι στόχοι της γεωργίας ακριβείας είναι οι εξής:

- αύξηση της παραγωγικότητας,
- βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων,
- αποδοτικότερη χρήση χημικών βοηθημάτων,
- εξοικονόμηση ενέργειας,
- προστασία του περιβάλλοντος από τη ρύπανση.

### 1.2.2. Τεχνολογικές εφαρμογές

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας, κυρίως στον τομέα των ηλεκτρονικών και της πληροφορικής, έδωσαν τη δυνατότητα να δημιουργηθούν εφαρμογές ελέγχου και μηχανήματα που μπορούν να διαχειριστούν διαφορετικά το έδαφος, ακόμα και σε διαφορετικά κομμάτια του ίδιου χωραφιού. Ήδη από τα τέλη της δεκαετίας του '80 κάνουν την εμφάνισή τους project που είχαν ως σκοπό τη χαρτογράφηση του εδάφους. Προχωρώντας χρονικά βέβαια, βλέπουμε τα παλαιά ποτέ συστήματα να μεταλλάσσονται από χειροκίνητα σε αυτόματα. Φτάνοντας στο

σήμερα, παρατηρούμε ότι υπάρχουν τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για τη γεωργία ακριβείας, οι οποίες επεμβαίνουν καθ' όλη τη διάρκεια της παραγωγής, από την σπορά μέχρι την συγκομιδή. Οι εφαρμογές αυτές είναι οι εξής:

### 1.2.2.1. GPS

Η τεχνολογία GPS (Global Positioning System) ή αλλιώς παγκόσμιο σύστημα προσδιορισμού θέσης, είναι υπεύθυνη για τον εντοπισμό των απόλυτων και σχετικών συντεταγμένων σημείων, μέσα από την ανάλυση μετρήσεων από και προς τεχνητούς δορυφόρους. Έκανε την εμφάνισή της στις αρχές της δεκαετίας του '60 και αρχικά χρησιμοποιήθηκε για στρατιωτικούς σκοπούς. Σήμερα έχει εφαρμογές σε πολλές καθημερινές διεργασίες. Αποτελείται από τρία βασικά μέρη:

- Το δορυφορικό τμήμα
- Το τμήμα ελέγχου
- Το τμήμα χρήσης

## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΜΕΡΗ

Διαστημικό τμήμα

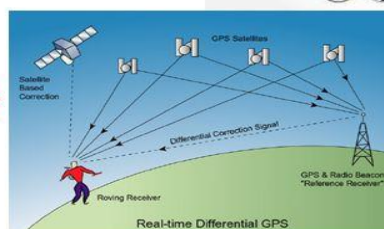


δίκτυο 24 δορυφόρων

ύψος περίπου 12.700  
μιλίων

Rockwell International

Επίγειο τμήμα  
ελέγχου



α) Κολοράντο

β) Χαβάη

γ) Ascension Island

δ) Diego Garcia

ε) Kwajalein

Το τμήμα  
τελικού  
χρήστη



6) Βασικά μέρη GPS

### 1.2.2.2. GIS

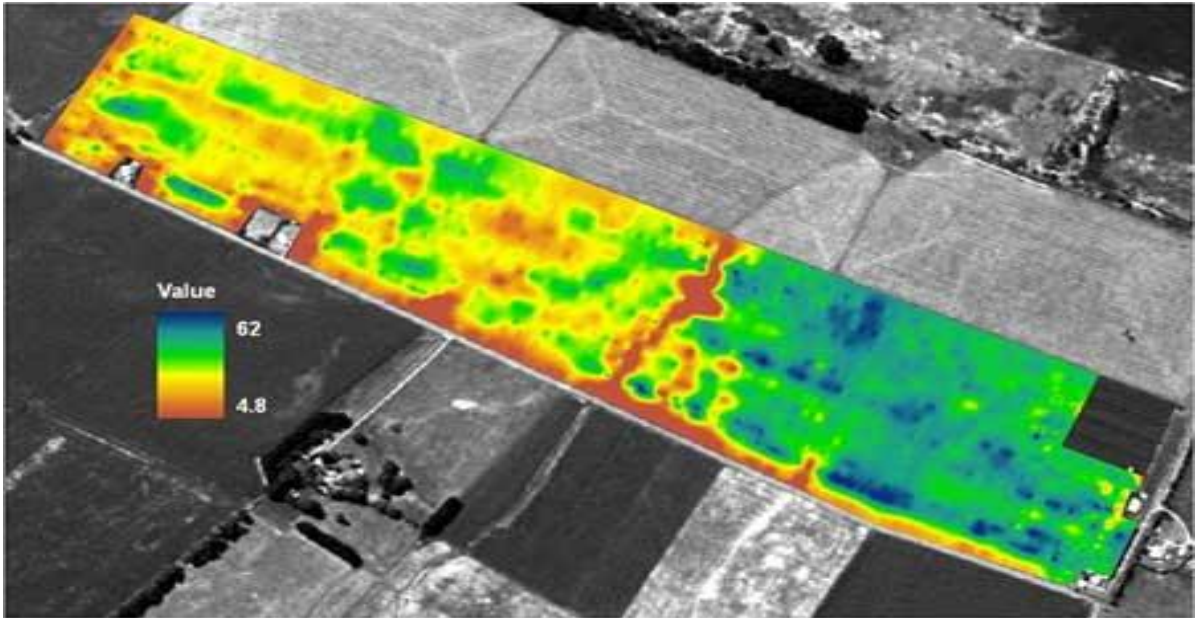
Η τεχνολογία GIS (Geographical Information Systems), είναι υπεύθυνη για τη συλλογή πληροφοριών από κάθε σημείο του αγρού. Λόγω της μεγέθυνσης των χωραφιών μέσα στα χρόνια η παρακολούθηση και διαχείριση τους, γίνεται όλο και πιο απαιτητική. Για το λόγο αυτό δημιουργήθηκαν τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών, τα οποία διευκολύνουν τη λήψη αποφάσεων για την επεξεργασία του εδάφους. Ένα GIS λογισμικό αποτελείται από τα παρακάτω στοιχεία:

- Ένα σύστημα εισαγωγής εδαφικών δεδομένων το οποίο παρέχει πληροφορίες που προέρχονται από χάρτες, δορυφορικές εικόνες, πολυφασματικές φωτογραφίες κ.α.
- Ένα σύστημα αποθήκευσης και οργάνωσης βάσης δεδομένων.
- Ένα σύστημα εμφάνισης δεδομένων που περιλαμβάνει αποτελέσματα ανάλυσης που εμφανίζονται ή καταχωρούνται, όπως πίνακες, χάρτες και σχήματα που εμφανίζονται στην οθόνη ή καταχωρούνται στη μνήμη του Η/Υ.
- Ένα σύστημα ανάλυσης δεδομένων που περιλαμβάνει όλα τα εργαλεία για την απομάκρυνση λαθών από τα δεδομένα, τον υπολογισμό των επιφανειών, παραμέτρων, την αλλαγή κλίμακας χαρτών, τη γεωστατική ανάλυση των δεδομένων.
- Ένα σύστημα αλληλεπίδρασης με τον χρήστη που περιλαμβάνει μενού και εντολές.

Μετά τη συλλογή και επεξεργασία των πληροφοριών το λογισμικό GIS εμφανίζει το αποτέλεσμα υπό μορφή χάρτη. Παράλληλα, δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να τροποποιήσει τα δεδομένα εμφανίζοντας του άμεσα την αλλαγή σε νέο χάρτη. Τα εξειδικευμένα αυτά προγράμματα δίνουν πολλά πλεονεκτήματα στον χρήστη, όπως:

- την ικανότητα πρόβλεψης της παραγωγής,
- την αποτελεσματικότερη χρήση των εισροών (λιπάσματα, άρδευση) που οδηγεί σε μείωση του κόστους παραγωγής,
- τη δυνατότητα συγκομιδής ανάλογα με τις ποιοτικές προδιαγραφές, βελτιώνοντας το εισόδημα του παραγωγού,

- την εξασφάλιση της ποιότητας σύμφωνα με διάφορα πρωτόκολλα (ISO, HACCP),
- τη διαχείριση μεγάλου όγκου πληροφοριών εύκολα και γρήγορα.



7) Παράδειγμα απεικόνισης GIS χάρτη

### 1.2.2.3. Τηλεπισκόπηση

Η τηλεπισκόπηση είναι ένα από τα τεχνολογικά εργαλεία που έχει ένας σύγχρονος γεωργός στη διάθεσή του. Σκοπός αυτής της επιστήμης είναι, η ανάλυση και επεξεργασία δεδομένων, που έχουν ληφθεί είτε από δορυφόρο, είτε από επίγειους αισθητήρες, με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή. Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται στην τηλεπισκόπηση ανήκουν σε δύο κατηγορίες, τους ενεργούς και τους παθητικούς και είναι οι εξής:

#### ❖ Ενεργοί αισθητήρες

- RADAR ( Radio Detection and Ranging)
- Scatterometer
- Lidar ( Light Detection and Ranging)
- Laser υψομέτρου



## ❖ Παθητικοί αισθητήρες

- Ραδιόμετρο
- Φασματικές κάμερες
- Φωτογραφικό ραδιόμετρο
- Φασματόμετρο
- Φασματοραδιόμετρο

Οι πιο συνηθισμένοι αισθητήρες που συναντάμε στον τομέα της γεωργίας είναι οι φασματικές κάμερες. Γενικά η τηλεπισκόπηση, είναι μία επιστήμη που έχει μεγάλη χρησιμότητα στη γεωργία και παρέχει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλες μεθόδους συλλογής πληροφοριών. Ένα από αυτά, είναι η ταχύτητα της συλλογής των δεδομένων, λόγω της συνεχής παρακολούθησης του εδάφους και ταυτόχρονα η σύγκριση τους με παλαιότερα δεδομένα του ίδιου σημείου γης. Για το λόγο αυτό, η τηλεπισκόπηση, θεωρείται ένα από τα πιο εύχρηστα εργαλεία διαχείρισης των καλλιεργειών, το οποίο βοηθάει παράλληλα και στη μείωση του κόστους παραγωγής, σε σχέση με τις ευκολίες που παρέχει.



8) Ψηφιακή απεικόνιση συλλογής δεδομένων με τηλεπισκόπηση

### 1.2.3. Μέτρηση παραμέτρων εδάφους

#### 1.2.3.1. Τι είναι η ηλεκτρική αγωγιμότητα

Όπως είδαμε και στις προηγούμενες ενότητες, η τεχνολογία έχει βοηθήσει κατά πολύ στην ανάπτυξη της γεωργίας. Τα πιο βασικά πλεονεκτήματα που παρέχει είναι η αύξηση της παραγωγικότητας και η καλύτερη διαχείριση των καλλιεργειών. Για να γίνει αυτή η εξέλιξη

εφικτή, χρησιμοποιούνται διάφοροι αισθητήρες. Με τη βοήθεια τους, συλλέγουμε πληροφορίες για διαφορετικά χαρακτηριστικά του εδάφους, σε κάθε σημείο του χωραφιού. Οι περισσότεροι αισθητήρες λειτουργούν με βάση την ηλεκτρική αγωγιμότητα, η οποία ουσιαστικά είναι ένας συνδυασμός συγκέντρωσης αλάτων, υγρασίας και δομής εδάφους. Σύμφωνα με τους Rhoades (1976) η μαθηματική σχέση που εκφράζει αυτή τη συνάρτηση παραμέτρων είναι:

$$EC = c \times ECa \times W + S$$

C: συντελεστής μετάδοσης ένδειξης

ECa: Αγωγιμότητα νερού εδάφους, άρα εξαρτάται από την περιεκτικότητα αλάτων

W: Περιεκτικότητα σε νερό στο έδαφος

W×ECa: Πραγματική συγκέντρωση αλάτων στην ανάλογη παρουσία νερού.

S: Αγωγιμότητα εδάφους.

#### 9) Μαθηματική σχέση ηλεκτρικής αγωγιμότητας

Ως ηλεκτρική αγωγιμότητα ορίζεται η ικανότητα ενός διαλύματος να άγει τον ηλεκτρισμό. Οι μονάδες μέτρησης είναι mmho /cm ή ανά m ή decisiemens /m (Hanlon, 2015). Αντίστοιχα, το αντίθετο της αγωγιμότητας είναι η αντίσταση στη ροή του ηλεκτρισμού και μετριέται σε ohms (Flynn).

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους αυξάνεται όσο μεγαλώνει η περιεκτικότητά του σε άλατα (Bozkurt, 2009). Ωστόσο, η συγκέντρωση (%) σε άλατα εντός διαλύματος εξαρτάται και από την ποσότητα του νερού (υγρασία εδάφους). Όσον αφορά τη σχέση ηλεκτρικής αγωγιμότητας και της αγωγιμότητας του εδάφους (S), προσδιορίζεται κυρίως από την υφή του εδάφους, τη θερμοκρασία και το πορώδες του εδάφους. Σχετικά με την υφή του, όσο περισσότερη περιεκτικότητά έχει ένα έδαφος σε άργιλο, τόσο καλύτερος αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος είναι (Sudduth, 2005). Η θερμοκρασία του εδάφους, όσο αυξάνει, επιδρά και στην αύξηση της αγωγιμότητας του εδάφους (Revil, 1998). Τέλος, όσο μεγαλύτερο πορώδες έχει ένα έδαφος, τόσο καλύτερος αγωγός ηλεκτρισμού είναι (Grisso, 2009).

#### 1.2.3.2. Σημασία ηλεκτρικής αγωγιμότητας

Καταλήγουμε έτσι στο συμπέρασμα, ότι η ηλεκτρική αγωγιμότητα αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά του εδάφους, αφού όλες οι παράμετροι που μπορούν να επηρεάσουν την απόδοση μιας καλλιέργειας, σχετίζονται με αυτή. Με βάση οπότε, την τιμή

της ηλεκτρικής αγωγιμότητας μπορούμε να εξάγουμε πληροφορίες για την πορεία των υπόλοιπων χαρακτηριστικών του εδάφους όπως:

- Συγκέντρωση των αλάτων, πορεία ανάλογη με ηλεκτρική αγωγιμότητα.
- Του πορώδους του εδάφους, πορεία ανάλογη με ηλεκτρική αγωγιμότητα.
- Θερμοκρασία του εδάφους, πορεία ανάλογη με ηλεκτρική αγωγιμότητα.
- Υφή εδάφους, πορεία ανάλογη της συγκέντρωσης σε άργιλο σε σχέση με την ηλεκτρική αγωγιμότητα.
- Οξύτητας του εδάφους (pH), πορεία ανάλογη ή αντιστρόφως ανάλογη με την ηλεκτρική.
- Ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων, ανάλογη πορεία με ηλεκτρική αγωγιμότητα.
- Περιεκτικότητα εδάφους σε νερό, πορεία ανάλογη με ηλεκτρική αγωγιμότητα

#### **1.2.3.3. Μέτρηση ηλεκτρικής αγωγιμότητας**

Η μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας μπορεί να επιτευχθεί με δύο τρόπους, με επαφή και χωρίς επαφή. Για την εκτίμηση των τιμών με επαφή χρησιμοποιούνται τα συστήματα Veris, τα οποία διαφοροποιούνται σε μέγεθος ανάλογα το βάθος που θέλουμε να κάνουμε τη μέτρηση και τα χαρακτηριστικά του χωραφιού. Τα συστήματα αυτά είναι εξοπλισμένα με πηγές ηλεκτρικού ρεύματος στα άκρα και στα εσωτερικά και δύο αισθητήρες απορρόφησης ηλεκτρικού πεδίου στη μέση.



10) Σύστημα μέτρησης ηλεκτρικής αγωγιμότητας με επαφή (Veris Q2800)

Παράλληλα, έχουν αναπτυχθεί και συστήματα για τη μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, τα οποία δεν απαιτούν επαφή με το έδαφος. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούν την αρχή της ηλεκτρομαγνητικής απαγωγής. Η συσκευή αποτελείται από έναν πομπό που εκπέμπει ηλεκτρικό φορτίο και έναν δέκτη που απορροφά το ηλεκτρομαγνητικό φορτίο που προκύπτει ανάλογα με την ικανότητα του εδάφους να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα. Υπάρχουν δύο συσκευές, με τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, που χρησιμοποιούνται στον τομέα της γεωργίας και είναι οι εξής:

- EM38 από την εταιρεία GeonixLimited.
- GEM-2 από την εταιρεία Geophex.

#### 1.2.3.4. Αισθητήρες εκτίμησης παραμέτρων εδάφους

Σύμφωνα με τους Adamchuk (2004) υπάρχουν 4 μέθοδοι αισθητήρων που θα μας βοηθήσουν να εκτιμήσουμε τις εδαφικές παραμέτρους:

- Η ηλεκτρομαγνητική ή ηλεκτρική που αφορά τις εφαρμογές ηλεκτρικής αγωγιμότητας
- Των ραδιοκυμάτων ή οπτική που έχει να κάνει με την απορρόφηση και ανάκλιση του εδάφους
- Η μηχανική που αφορά την επίδραση δυνάμεων σε όργανα.
- Η ηλεκτροχημική που μας βοήθα στην ακριβή εκτίμηση των ιόντων.

- Η ακουστική που αλληλεπιδρά κάποιος ήχος με τις ιδιότητες του εδάφους.
- Η πνευματική που εισρέει αέρας στο έδαφος.

#### **1.2.3.5. Αισθητήρες με ασύρματα δίκτυα**

Η τεχνολογία των ασύρματων δικτύων έχει τα τελευταία χρόνια αναπτυχθεί και δείχνει πως μπορεί να προσφέρει πολλά στον τομέα της γεωργίας. Ερευνητές έχουν συνδυάσει αισθητήρες οι οποίοι μετρούν τη θερμοκρασία και την υγρασία του εδάφους σε διάφορα βάθη με ασύρματα δίκτυα που στέλνουν τα δεδομένα αυτόματα σε μονάδα ελέγχου προς επεξεργασία (Hautala and Tiisanen 2007). Τα συστήματα εγκαθίστανται σε πολυετείς φυτείες κατά κύριο λόγο, αλλά και σε ετήσιες, και συγκεντρώνουν στοιχεία σε πραγματικό χρόνο για διάφορες βασικές παραμέτρους που αφορούν την κατάσταση των φυτών, το έδαφος κλπ. Οι αισθητήρες αυτοί αποτελούν χρήσιμο εργαλείο παρέχοντας στον παραγωγό τη δυνατότητα να διαχειριστεί έγκαιρα και με τον κατάλληλο τρόπο διάφορα τμήματα της καλλιέργειας. Μετά από έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Wang (2006), διαπιστώθηκε ότι η χρησιμοποίηση ασύρματων δικτύων σε συνδυασμό με αισθητήρες διευκολύνει τη λήψη μετρήσεων σε πολλαπλές εφαρμογές. Στον τομέα της γεωργίας, κυρίως συνδέονται με την εφαρμογή τεχνολογιών μεταβλητών εισροών (άρδευση, λίπανση κ.α.) και παροχή δεδομένων και προειδοποιήσεων στους παραγωγούς. Οι Brasa-Ramos (2010) πραγματοποίησαν την εφαρμογή WSN (ZigBee) σε αμπελώνα. Το δίκτυο αποτελούνταν από 12 κόμβους με έως και τέσσερις διαφορετικούς αισθητήρες μέτρησης της θερμοκρασίας και υγρασίας του περιβάλλοντος, της υγρασίας και θερμοκρασίας του εδάφους και της ηλιακής ακτινοβολίας. Οι μετρήσεις διαβιβάζονταν στον χρήστη μέσω LAN, WLAN ή μέσω του διαδικτύου και χρησιμοποιήθηκαν για την παρακολούθηση των βασικών παραγόντων που επηρεάζουν την ποιότητα. Ηλεκτρονικά χαμηλής ενέργειας και μπαταρίες μεγάλης διάρκειας που μπορούν να συνδυαστούν με μικρά φωτοβολταϊκά δίνουν τη δυνατότητα ελαχιστοποίησης του κόστους εγκατάστασης συστημάτων με ασύρματους αισθητήρες, ώστε να είναι οικονομικά βιώσιμα.

Η ασύρματη τεχνολογία έχει βρει εφαρμογή σε συστήματα χαρτογράφησης της παραγωγής, καθώς και στο κομμάτι της μεταβλητής λίπανσης και άρδευσης στα πλαίσια εφαρμογής γεωργίας ακριβείας. Οι Vellidis (2008) σε πείραμα που πραγματοποίησαν χρησιμοποιήσαν ασύρματο δίκτυο αισθητήρων για τον έλεγχο και προγραμματισμό της άρδευσης. Σε άλλη

έρευνα, οι Damas (2001) εφάρμοσαν σύστημα μεταβλητής άρδευσης σε αγρό έκτασης 1500 ha ο οποίος χωρίστηκε σε 7 τμήματα με διαφορετικές ανάγκες σε άρδευση. Η άρδευση στο κάθε τμήμα ελέγχονταν από κέντρο ελέγχου. Τα κέντρα ελέγχου επικοινωνούσαν μεταξύ τους μέσω ασύρματου δικτύου. Αποδείχτηκε ότι με την εφαρμογή του συστήματος μεταβλητής άρδευσης εξοικονομήθηκε από 30% έως 60% αρδευτικού νερού. Σε άλλη έρευνα στον τομέα της άρδευσης ακριβείας, ασύρματοι αισθητήρες χρησιμοποιήθηκαν στον προγραμματισμό των αναγκών σε αρδευτικό νερό παρέχοντας μετεωρολογικά δεδομένα, μετρήσεις αγρού και πληροφορίες για τις ιδιαιτερότητες του αγρού (Evans and Bergman 2003). [2]



11) Σύστημα ασύρματων αισθητήρων υγρασίας εδάφους σε καλλιέργεια

## 2. Αυτοματισμός με μικροελεγκτές

### 2.1. Arduino

#### 2.1.1. Γενικές πληροφορίες

##### 2.1.1.1. Τι είναι το Arduino

Το Arduino είναι ένας μικροελεγκτής που αποτελείται από μία μητρική πλακέτα ανοιχτού κώδικα με ενσωματωμένο μικροελεγκτή και αρκετές εισόδους/εξόδους. Ο προγραμματισμός αυτής της πλακέτας γίνεται με τη γλώσσα Wiring, η οποία βασίζεται στη C++ και είναι εμπλουτισμένη με αρκετές βιβλιοθήκες. [3]

Ουσιαστικά, είναι ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα με ένα ενσωματωμένο chip ATmega. Το ολοκληρωμένο του δίνει τη δυνατότητα να υλοποιεί διάφορες διεργασίες, με βάση τα δεδομένα που λαμβάνει από τις εισόδους του, εμφανίζοντας στις εξόδους του μία ενέργεια ή γενικότερα το επιθυμητό αποτέλεσμα. Η επεξεργασία των δεδομένων γίνεται μέσω ενός λογισμικού, στο οποίο ο χρήστης γράφοντας κώδικα ορίζει τις ενέργειες που πρέπει να γίνουν. Οι δυνατότητες που παρέχει η πλακέτα είναι αμέτρητες και μπορεί να υποστηρίξει από τις πιο απλές μέχρι τις πιο σύνθετες κατασκευές. Το πιο σημαντικό πλεονέκτημά είναι ότι το λογισμικό του είναι ανοιχτού κώδικα, που σημαίνει ότι παρέχεται δωρεάν για χρήση και βελτίωση. Για το λόγο αυτό, θεωρείται μία από τις πιο οικονομικές και εύχρηστες λύσεις για τη δημιουργία διαδραστικών εφαρμογών και κατασκευών. [7] [8]

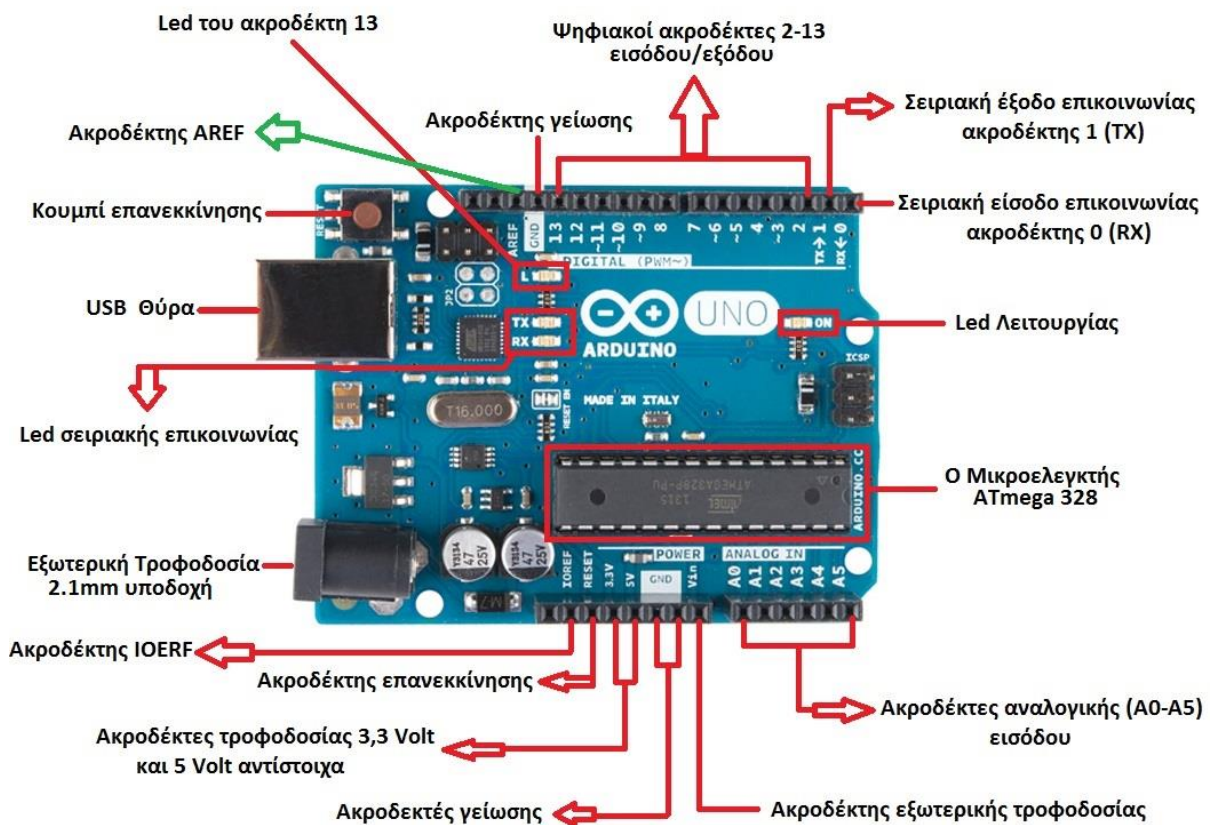
#### **2.1.1.2. Hardware Arduino**

Όλες οι πλακέτες είναι εφοδιασμένες με ένα μικροελεγκτή Atmel AVR και συμπληρωματικά εξαρτήματα που βοηθούν το χρήστη στον προγραμματισμό και διευκολύνουν την επικοινωνία της πλακέτας σε άλλα κυκλώματα. Ο τύπος του chip μπορεί να διαφέρει μεταξύ των Arduino, ανάλογα με την παλαιότητα. Πιο συγκεκριμένα, τα είδη που συναντάμε είναι τα εξής:

- ATmega8
- ATmega168
- ATmega328
- ATmega1280

Παράλληλα, περιλαμβάνουν ένα γραμμικό ρυθμιστή τάσης 5V και έναν κρυσταλλικό ταλαντωτή 16MHz. Ο μικροελεγκτής είναι προγραμματισμένος με ένα bootloader, έτσι ώστε να μην είναι αναγκαία η χρήση εξωτερικού προγραμματιστή. Στην ουσία, όλες οι πλακέτες χρησιμοποιούν μία σειριακή σύνδεση τύπου RS-232, παρόλο που ο τρόπος που επιτυγχάνεται είναι διαφορετικός σε κάποια μοντέλα. Οι σειριακές πλάκες Arduino περιέχουν ένα απλό level shifter κύκλωμα για την μετατροπή του σήματος επιπέδου RS-232 σε TTL. Τα πιο σύγχρονα Arduino προγραμματίζονται μέσω USB. Αυτό γίνεται εφικτό μέσω της εφαρμογής USB-to-Serial όπως το FTDI FT232. Κάποιες παραλλαγές, όπως το Arduino mini και το ανεπίσημο Arduino Uno WiFi, χρησιμοποιούν ένα αφαιρούμενο USB-to-Serial καλώδιο, Bluetooth ή άλλες μεθόδους. [3]

Το Arduino διαθέτει σειριακό σχεδιασμό με πολλές εισόδους/εξόδους, με σκοπό να μπορεί ο χρήστης να συνδέσει τα απαραίτητα αισθητήρια. Η τροφοδοσία του επιτυγχάνεται μέσω θύρας USB ή εξωτερικής τροφοδοσίας. Στη δεύτερη περίπτωση χρησιμοποιείται η υποδοχή 2.1 mm που είναι τοποθετημένη πάνω στην πλακέτα. Για την αποφυγή βλαβών, ο κατασκευαστής ορίζει ότι η εξωτερική τροφοδοσία θα πρέπει να κυμαίνεται από 7 V μέχρι το ανώτερο 12 V. Στην εικόνα 12 βλέπουμε πιο αναλυτικά την ανάλυση της πλακέτας Arduino UNO.



12) Ανάλυση Arduino UNO

### 2.1.1.3. Μοντέλα Arduino

Οι εκδόσεις του Arduino που συναντάμε στο εμπόριο καλύπτουν ένα μεγάλο σύνολο απλών και απαιτητικών εφαρμογών λόγω της μεγάλης ποικιλίας χαρακτηριστικών που μας παρέχουν. Οι πλακέτες διαφέρουν σε μέγεθος, αλλά και σε δυνατότητες που είναι και ένα βασικό χαρακτηριστικό της κατηγοριοποίησής τους. Για το λόγο αυτό διακρίνονται σε:



### ❖ Βασικές πλακέτες

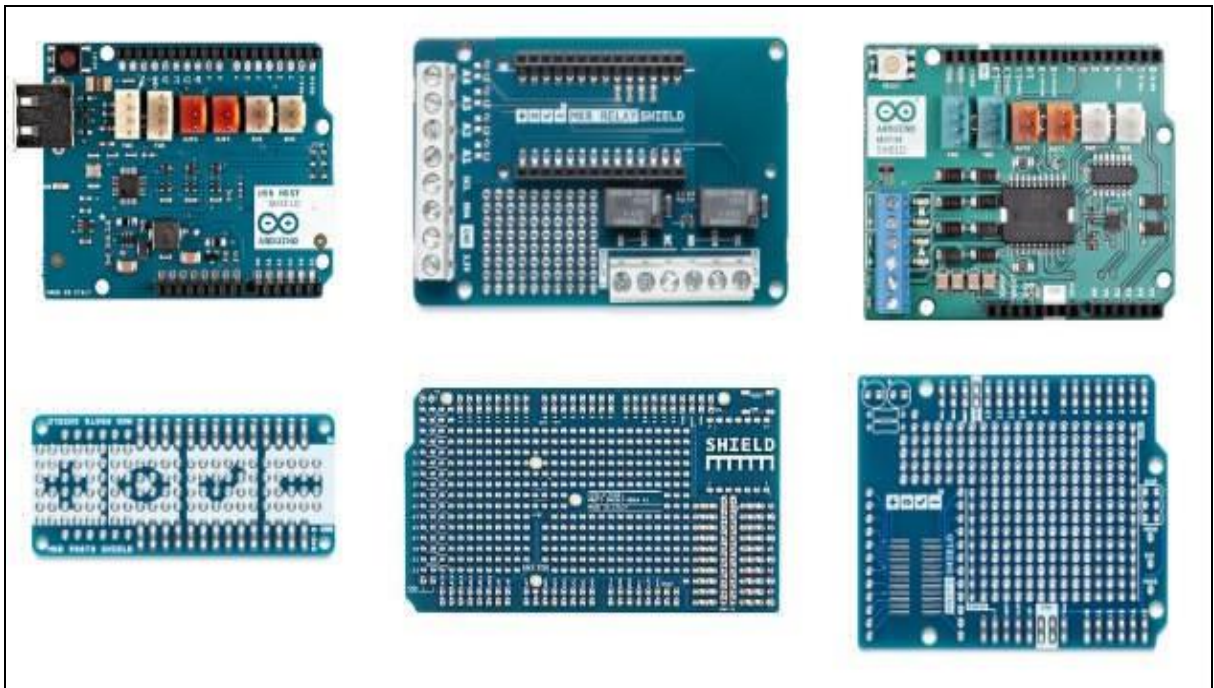
Τα μοντέλα αυτά, χρησιμοποιούνται συνήθως για απλής έως μέτριας δυσκολίας εφαρμογές. Είναι σχεδιασμένα για αρχάριους χρήστες, γι' αυτό και πολλές φορές χρησιμοποιούνται για εκπαιδευτικούς σκοπούς.



13) Πλακέτες με βασικές λειτουργίες

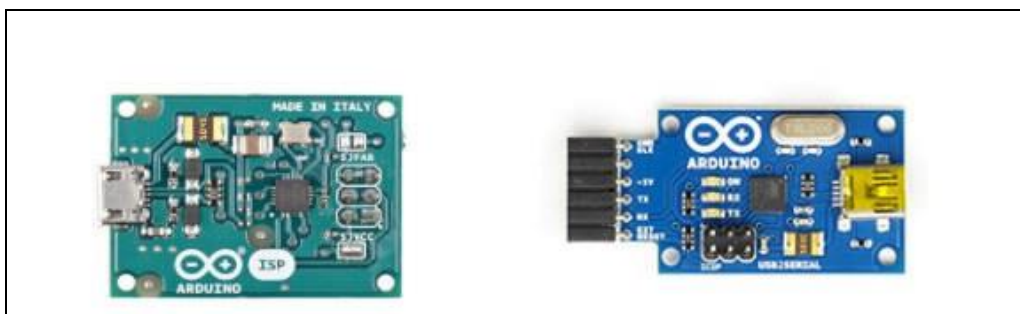
### ❖ Ενισχυμένες πλακέτες

Παράλληλα, οι πιο μεγάλες βασικές πλακέτες, έχουν δυνατότητα αναβάθμισης, ενσωματώνοντας ειδικά shields.

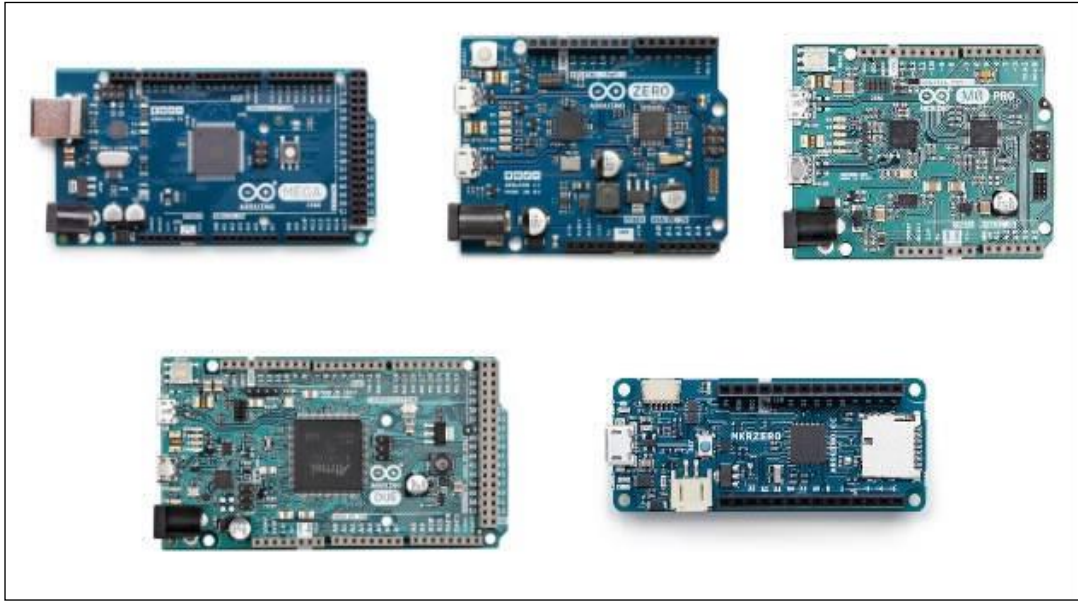


14) Ειδικά shields

Οι παραλλαγές αυτές έχουν σχεδιαστεί για να παρέχουν στον χρήστη τις δυνατότητες που χρειάζεται για την επίτευξη πιο σύνθετων εφαρμογών. Οι προδιαγραφές τους είναι εμπλουτισμένες με μεγαλύτερη υπολογιστική ισχύ και συνήθως με περισσότερες εισόδους/εξόδους.



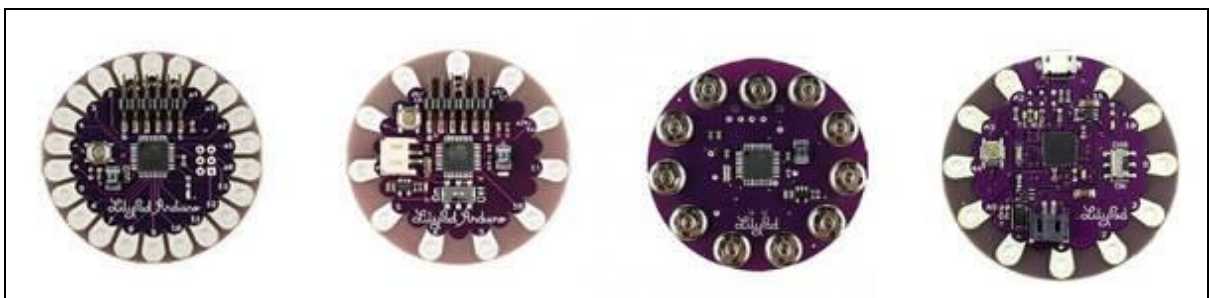
15) Πλακέτες Arduino για ειδικές διεργασίες



16) Εκδόσεις για απαιτητικές εφαρμογές

#### ❖ Wearable πλακέτες

Οι πλακέτες αυτές έχουν διαφορετική σύσταση από τις υπόλοιπες. Είναι σχεδιασμένες πάνω σε ύφασμα και έχουν αρκετές εγκοπές για να μπορούν να ενσωματωθούν πάνω σε ρούχα. Για το λόγο αυτό, το βάρος τους είναι ελάχιστο και ταυτόχρονα παρέχουν αδιάβροχη προστασία, δίνοντας τη δυνατότητα στον χρήστη να μπορεί να τα πλύνει μαζί με τα ρούχα. Τα Arduino αυτού του είδους δεν υστερούν σε σχέση με τις άλλες πλακέτες. Στο εμπόριο διατίθενται ειδικοί αισθητήρες, αλλά και όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα για τη λειτουργία τους, όπως μπαταρίες, LED κλπ.



17) Arduino Lilypad

### ❖ Πλακέτες με πρόσβαση σε δίκτυο

Επίσης, σε αρκετά μοντέλα δίνεται η δυνατότητα πρόσβασης σε δίκτυο, για επικοινωνία είτε σε τοπικό LAN, είτε μέσω internet. Η σύνδεση αυτή γίνεται κάποιες φορές μέσω υποδοχής Ethernet, ενώ κάποιες άλλες παρέχεται υποστήριξη για σύνδεση WiFi.

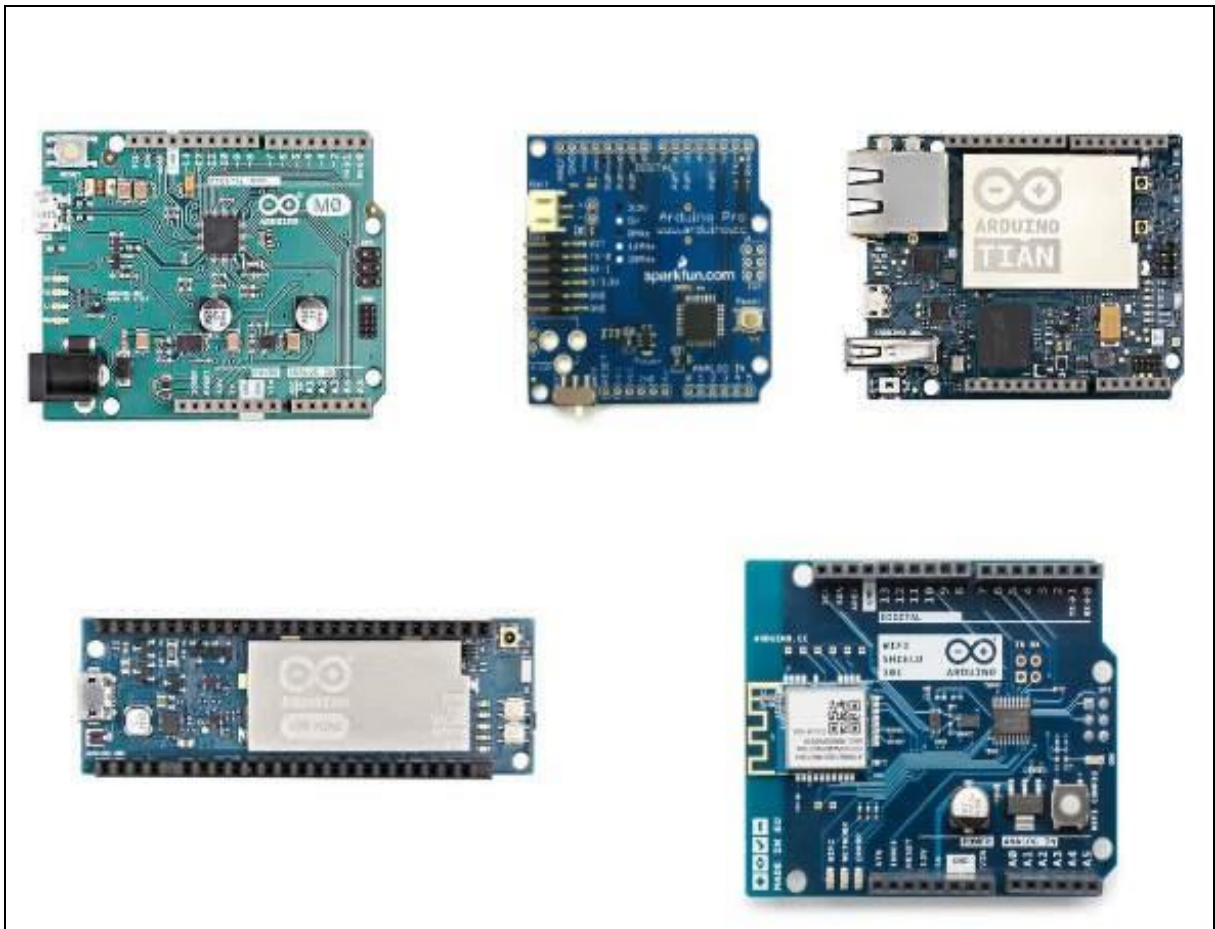


18) Πλακέτες με πρόσβαση σε δίκτυο

Οι παραπάνω πλακέτες είναι αυτές που συναντάμε στο εμπόριο και υποστηρίζονται ενεργά από την κοινότητα του Arduino στις καινούριες αναβαθμίσεις λογισμικού και συνεχίζουν να εμπλουτίζονται με νέες βιβλιοθήκες. Όπως είναι κατανοητό, πολλές εκδόσεις μέχρι σήμερα έχουν αποσυρθεί λόγω προβλημάτων κατασκευής, αλλά και λόγω παλαιότητας (δηλαδή έχει σταματήσει η παραγωγή τους). Μερικές από αυτές βλέπουμε στην *εικόνα 19* και στην *εικόνα 20*. [9]



19) Πλακέτες Arduino που έχουν αποσυρθεί



20) Κάποιες ακόμα απαρχαιωμένες πλακέτες

#### 2.1.1.4. Πλεονεκτήματα Arduino

Με βάση τα χαρακτηριστικά και την ποικιλία των πλακετών, καταλαβαίνουμε την χρησιμότητα του Arduino. Τα πλεονεκτήματα που μας παρέχει είναι πολλά, αφού υπάρχουν εκδόσεις που μπορούν να υποστηρίξουν μέχρι και τα πιο απαιτητικά projects. Τα πιο βασικά όμως είναι τα εξής:

##### ❖ Οικονομία

Το κόστος των πλακετών, αλλά και των εξαρτημάτων, είναι αρκετά χαμηλό σε σχέση με άλλες πλατφόρμες. Παράλληλα, παρέχει τη δυνατότητα στους πιο προχωρημένους χρήστες να αναπτύξουν τη δική τους πλακέτα, λόγω της ανοιχτής αρχιτεκτονικής πάνω στην οποία βασίζεται. Με αυτόν τον τρόπο, το κόστος, μπορεί να μειωθεί ακόμα περισσότερο.

#### ❖ **Μεταφερσιμότητα**

Λόγω του μικρού μεγέθους των πλακετών, μπορεί να μεταφερθεί οπουδήποτε. Πολύ σημαντικό πλεονέκτημα σε αυτήν την περίπτωση, είναι και η συμβατότητα που παρέχει, αφού δύναται να προγραμματιστεί στα περισσότερα προγραμματιστικά συστήματα.

#### ❖ **Επεκτασιμότητα**

Επίσης, ένα από τα πολύ σημαντικά πλεονεκτήματα, είναι η επεκτασιμότητα της πλατφόρμας σε προγραμματιστικό επίπεδο. Το λογισμικό που χρησιμοποιεί το Arduino είναι ανοιχτού κώδικα, γεγονός που διευκολύνει την ανάπτυξη και εξέλιξη της. Η επέκταση της γλώσσας προγραμματισμού μπορεί να γίνει μέσω μετατροπής στις διαθέσιμες βιβλιοθήκες ή με την δημιουργία νέων.

#### ❖ **Συμβατότητα με λειτουργικά συστήματα**

Το περιβάλλον προγραμματισμού της πλατφόρμας Arduino είναι συμβατό με τα λειτουργικά συστήματα Windows, Macintosh OSX και Linux.

#### ❖ **Εύχρηστο περιβάλλον προγραμματισμού**

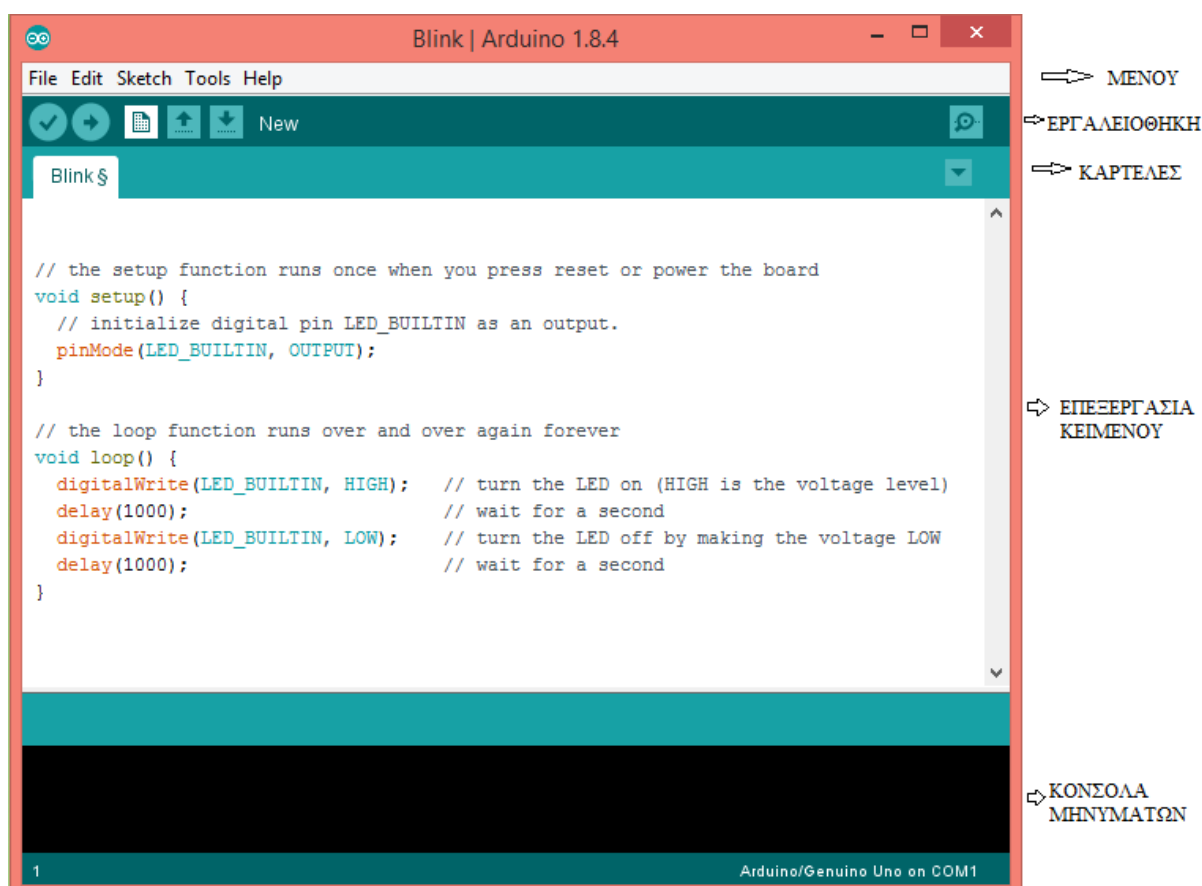
Το περιβάλλον προγραμματισμού της πλατφόρμας Arduino είναι αρκετά απλό και ενδείκνυται για νέους χρήστες, ενώ ταυτόχρονα δίνει πολλές δυνατότητες στους πιο προχωρημένους. [11]

### **2.1.2. Λογισμικό Arduino**

Το πρώτο βήμα που απαιτείται για τον προγραμματισμό του Arduino είναι η εγκατάσταση του προγράμματος Arduino IDE. Στο περιβάλλον του προγράμματος θα τοποθετηθεί ο κατάλληλος κώδικας, ο οποίος στη συνέχεια θα φορτωθεί στην πλατφόρμα. Οι διαθέσιμες εκδόσεις του προγράμματος είναι για Windows, Linux και Macintosh OSX και προσφέρονται δωρεάν στο [site της εταιρείας](#).

### 2.1.2.1. Περιβάλλον Arduino IDE

Το σχεδιάγραμμα (sketch) είναι το όνομα που χρησιμοποιεί το arduino για κάθε πρόγραμμα. Δηλαδή το κομμάτι κώδικα που φορτώνεται και εκτελείται στην πλακέτα.



#### 21) Περιβάλλον Arduino IDE

Το περιβάλλον του Arduino IDE διαχωρίζεται σε συγκεκριμένες ζώνες, οι οποίες είτε μας βοηθούν στο να πραγματοποιήσουμε κάποιες ενέργειες στον κώδικα, είτε μας παρέχουν διάφορες πληροφορίες.

#### ❖ Μενού

Στο μενού βρίσκουμε τις καρτέλες που περιέχουν όλες τις ενέργειες που μπορούμε να κάνουμε σε σχέση με τον κώδικα και την πλακέτα μας. Κάποιες από αυτές είναι ο τρόπος επικοινωνίας με την πλακέτα της επιλογής μας και η αναβάθμιση του λογισμικού της, η ενσωμάτωση βιβλιοθηκών στον κώδικα, η χρησιμοποίηση παραδειγμάτων κώδικα για να επιβεβαιώσουμε την καλή λειτουργία της πλακέτας και των αισθητηρίων μας κλπ.



## ❖ Εργαλειοθήκη

Στην εργαλειοθήκη του sketch συναντάμε κάποιες βασικές εντολές για πιο γρήγορη χρήση.



Verify/Compile (Έλεγχος/Μεταγλώττιση) : Έλεγχος για λάθη στον κώδικα



Upload (Ανέβασμα) : Ανέβασμα του κώδικα στην πλακέτα



New (Νέο) : Δημιουργεί νέο sketch



Open (Άνοιγμα) : Ανοίγει ένα αρχείο sketch, επιλέγοντας μέσα από μία λίστα με αυτά που έχουμε ήδη αποθηκεύσει.



Save (Αποθήκευση) : Αποθηκεύει το sketch



Serial monitor (σειριακή οθόνη) : Ανοίγει την σειριακή οθόνη, από την οποία παρακολουθούμε τα αποτελέσματα των αισθητηρίων.

### ❖ Καρτέλες

Εδώ βλέπουμε τα σχεδιαγράμματα που είναι ακόμα ανοιχτά στο πρόγραμμα.

### ❖ Επεξεργασία κειμένου

Σε αυτό το πεδίο γίνεται η επεξεργασία κειμένου από το χρήστη. Παρακάτω θα δούμε πιο αναλυτικά τη δομή του κώδικα

### ❖ Κονσόλα μηνυμάτων

Σε αυτό το σημείο το πρόγραμμα ενημερώνει τον χρήστη για τυχόν λάθη στον κώδικα, σφάλματα κατά την επικοινωνία με την πλακέτα, για την ολοκλήρωση “ανεβάσματος” του σχεδιαγράμματος στο μικροελεγκτή κλπ.

## 2.1.2.2. Αρχιτεκτονική κώδικα

Η δομή του κώδικα προγραμματισμού της πλατφόρμας Arduino έχει τη μορφή:

```
//δήλωση μεταβλητών, ενσωμάτωση βιβλιοθηκών
Void setup ( )
{
    //αρχικοποίηση μεταβλητών
}
Void loop ( )
{
    //κώδικας
}
```

Οι κύριοι βρόχοι που χρησιμοποιούνται για τον προγραμματισμό της πλατφόρμας Arduino είναι οι εξής :

### ❖ Void setup ( )

Ο βρόχος αυτός εκτελείται μόνο μια φορά κατά την εκκίνηση του μικροελεγκτή. Σε αυτόν εισάγονται οι εντολές που θα εκτελεστούν μια φορά, όπως οι αρχικοποιήσεις μεταβλητών ή ο χαρακτηρισμός των εισόδων/εξόδων που θα χρησιμοποιηθούν.

### ❖ Void loop ()

Μετά τη δημιουργία του βρόχου void setup(), σειρά έχει ο βρόχος void loop() ο οποίος εκτελείται συνεχώς και για το λόγο αυτό τοποθετούμε το κυρίως πρόγραμμα. Περιλαμβάνει όλες τις ενέργειες που θέλουμε να εκτελέσει η πλακέτα μας κατά συνθήκη.

### ❖ Τελεστές

#### ➤ Αριθμητικοί τελεστές

- ( = ) (τελεστής εκχώρησης)
- ( + ) (τελεστής πρόσθεσης)
- ( - ) (τελεστής αφαίρεσης)
- ( \* ) (τελεστής πολλαπλασιασμού)
- ( / ) (τελεστής διαίρεσης)
- ( % ) (τελεστής υπόλοιπου ακέραιας διαίρεσης)

#### ➤ Τελεστές αύξησης/μείωσης

- ( ++ ) (αύξηση κατά 1 ακέραια μονάδα)
- ( -- ) (μείωση κατά 1 ακέραια μονάδα)

#### ➤ Τελεστές σύγκρισης

- ( == ) (ισότητα)
- ( != ) (ανισότητα)
- ( > ) (μεγαλύτερο)
- ( >= ) (μεγαλύτερο ή ίσο)
- ( < ) (μικρότερο)
- ( <= ) (μικρότερο ή ίσο)

#### ➤ Λογικοί τελεστές

- ( ! ) (λογική άρνηση)
- ( && ) (λογική σύζευξη)
- ( || ) (λογική διάζευξη)

#### ➤ Δυαδικοί τελεστές

- ( & ) (δυαδική σύζευξη)

- ( | ) (δυναδική διάζευξη)
- ( ~ ) (δυναδική άρνηση)
- ( ^ ) (δυναδική αποκλειστική διάζευξη)
- ( » ) (δυναδική δεξιά ολίσθηση)
- ( « ) (δυναδική αριστερή ολίσθηση)

#### ❖ Σταθερές

- HIGH (τιμή υψηλής στάθμης για μια επαφή εισόδου/εξόδου)
- LOW (τιμή χαμηλής στάθμης για μια επαφή εισόδου/εξόδου)
- false (λογικό επίπεδο ψεύδους μιας συνθήκης)
- true (λογικό επίπεδο αλήθειας μιας συνθήκης)
- INPUT (ορισμός επαφής ως είσοδος)
- OUTPUT (ορισμός επαφής ως έξοδος)
- D0-D15 (συμβολισμός ψηφιακών επαφών εισόδου/εξόδου)
- A0-A05 (συμβολισμός αναλογικών επαφών εισόδου/εξόδου)

#### ❖ Δομές ελέγχου ροής

- (If) (δομή ελέγχου συνθήκης)
- (if...else) (δομή ελέγχου πολλαπλών συνθηκών)
- (for) (δομή επαναληπτικού ελέγχου συνθήκης)
- (while) (δομή επαναληπτικού ελέγχου συνθήκης)
- (do...while) (δομή επαναληπτικού ελέγχου συνθήκης)
- (goto) (εντολή μετάβασης σε κάποιο σημείο του κώδικα)
- (continue) (εντολή παράλειψης της τρέχουσας επανάληψης)
- (return) (εντολή επιστροφής από μία συνάρτηση)
- (break) (εντολή διακοπής μιας επαναληπτικής δομής)
- (switch...case)(δομή ελέγχου περιπτώσεων)

## ❖ Εντολές κώδικα

### ➤ Συναρτήσεις

- pinMode(pin,mode)

Η συνάρτηση pinMode χρησιμοποιείται στο μέρος του setup ώστε να καθορίσει ένα ορισμένο ακροδέκτη να συμπεριφέρεται ως είσοδος ή έξοδος.

- digitalRead(pin)

Διαβάζει την τιμή από ένα καθορισμένο ψηφιακό ακροδέκτη με το αποτέλεσμα να είναι είτε HIGH είτε LOW. Ο ακροδέκτης καθορίζεται είτε ως μεταβλητή είτε ως σταθερά.

- digitalWrite(pin,value)

Βγάζει στην έξοδο του ακροδέκτη λογική τιμή HIGH ή LOW.

- analogRead(pin)

Διαβάζει την τιμή από ένα καθορισμένο αναλογικό ακροδέκτη, ο οποίος έχει συνδεθεί στο συγκεκριμένο pin. Οι αναλογικές είσοδοι του Arduino είναι 5, από A0-A05.

- analogWrite(pin,value)

Γράφει μια ψευδο-αναλογική τιμή χρησιμοποιώντας PWM σε ένα ακροδέκτη εξόδου.

- delay(ms)

Προκαλεί παύση της εκτέλεσης του προγράμματος για χρόνο ίσο με το όρισμα της συνάρτησης σε msec.

- Serial.begin(rate)

Ανοίγει μια σειριακή θύρα και θέτει το ρυθμό στη σειριακή μετάδοση δεδομένων.

- Serial.println(data)

Τυπώνει δεδομένα στη σειριακή θύρα που ολοκληρώνονται με τις ειδικές λειτουργίες του carriage return και line feed. Είναι η πιο κατάλληλη συνάρτηση για διάβασμα δεδομένων στο Serial Monitor για έλεγχο.

- Συναρτήσεις μετατροπής μεταβλητών

int : ακέραιος με δυνατές τιμές από -32768 έως 32767

long : ακέραιος με δυνατές τιμές από -2147483648 έως 2147483647

float : δεκαδικός αριθμός

char : χαρακτήρας ενός byte

string : πίνακας χαρακτήρων

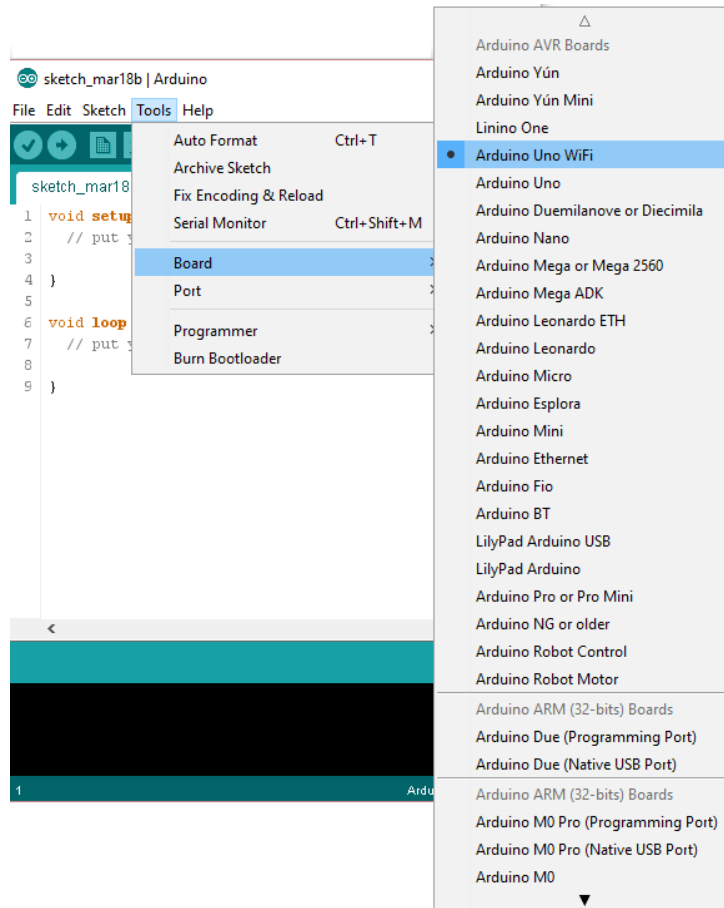
byte : με τιμές από 0-255

boolean : με τιμές 0 ή 1

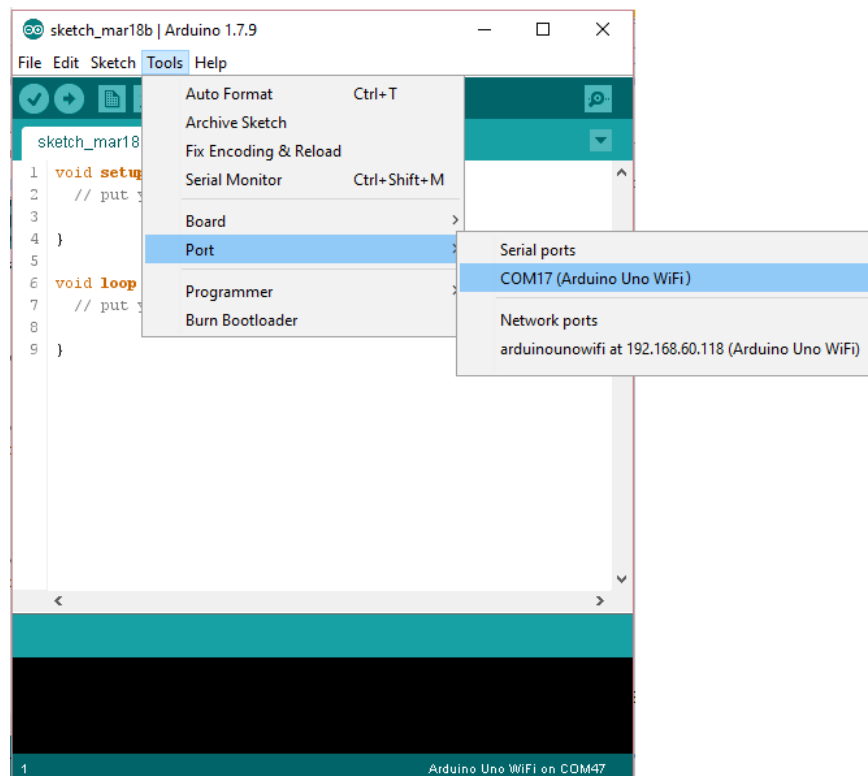
Ο όγκος των εντολών κώδικα που συναντάμε στη γλώσσα του Arduino είναι τεράστιος. Παραπάνω είδαμε μόνο ένα κομμάτι από τις πιο βασικές εντολές που χρησιμοποιούμε. Πολλοί αισθητήρες χρειάζονται διαφορετικές εντολές για να πραγματοποιήσουν συγκεκριμένες εντολές. Τις περισσότερες φορές “ενεργοποιούνται” με τη βοήθεια κάποιας βιβλιοθήκης που έχουμε προσθέσει. Αυτό σημαίνει ότι σε περίπτωση που παραλείψουμε την προσθήκη της αναγκαίας βιβλιοθήκης, το Arduino IDE δεν θα μπορέσει να αναγνωρίσει την εντολή που γράφουμε στον κώδικα, με αποτέλεσμα να βγάλει σφάλμα στην συγκεκριμένη γραμμή, κατά τη διάρκεια του ελέγχου.

### **2.1.2.3. Επικοινωνία μέσω λειτουργίας USB-to-Serial**

- ❖ Αρχικά επιλέγουμε την πλακέτα που επιθυμούμε να χρησιμοποιήσουμε. Αυτή η επιλογή γίνεται από το μενού του Arduino IDE, στην καρτέλα Tools > Board, όπως παρατηρούμε και στην *εικόνα 22*.
- ❖ Έπειτα, μέσα από την καρτέλα Tools > Port διαλέγουμε τη σειριακή θύρα που βρίσκεται η πλακέτα μας. Συνήθως εμφανίζεται στην θύρα COM3 και πάνω. Αυτό συμβαίνει, διότι οι θύρες COM1 και COM2 τις περισσότερες φορές είναι δεσμευμένες από το σύστημα για άλλες χρήσεις. Η ενέργεια αυτή γίνεται πιο κατανοητή από την *εικόνα 23*.

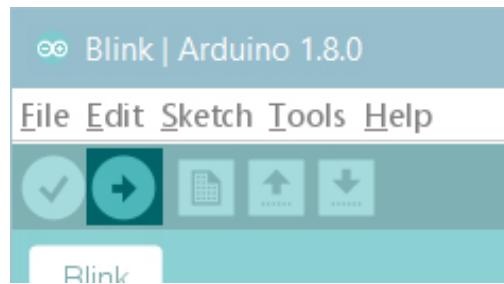


22) Επιλογή πλακέτας

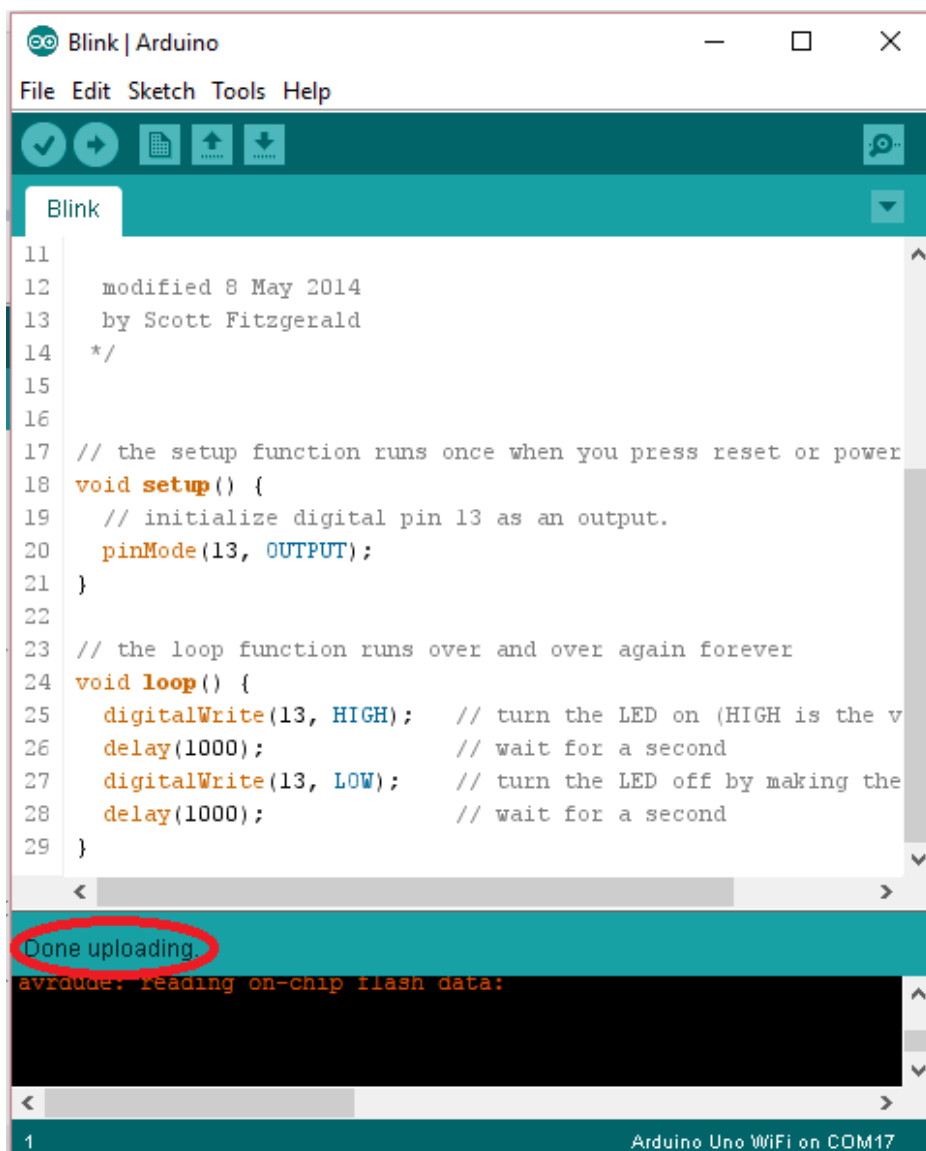


23) Επιλογή σειριακής πόρτας

- ❖ Τέλος, πατάμε το κουμπί του “Upload” και αναμένουμε την επιβεβαίωση του προγράμματος, δηλαδή ότι ο κώδικάς “ανέβηκε” με επιτυχία στην πλακέτα μας.



24) Κουμπί “Upload”



25) Επιβεβαίωση επιτυχημένου “ανεβάσματος” κώδικα



### 2.1.3. Arduino Uno WiFi

Το Arduino UNO Wifi είναι μία παραλλαγή της έκδοσης UNO. Ουσιαστικά έχει τη μορφή και όλα τα χαρακτηριστικά του Arduino UNO, με μόνη διαφορά ένα ενσωματωμένο ολοκληρωμένο που παρέχει WiFi σύνδεση. Βασίζεται στο μικροελεγκτή ATmega328P και το chip που δίνει τη δυνατότητα για WLAN ονομάζεται ESP8266. Παρακάτω στους τρεις πίνακες θα δούμε πιο αναλυτικά τα χαρακτηριστικά τους.

Το ολοκληρωμένο ESP8266 συνοδεύεται από ένα πρωτόκολλο TCP/IP το οποίο παρέχει πρόσβαση σε ασύρματο δίκτυο. Επίσης, άλλη μία πολύ σημαντική λειτουργία της πλακέτας, είναι ο προγραμματισμός “Over The Air”. Με αυτόν τον τρόπο ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να φορτώνει κομμάτια κώδικα ή αναβαθμίσεις λογισμικού ασύρματα. [10]



26) Πλατφόρμα Arduino Uno WiFi

### 2.1.3.1. Χαρακτηριστικά hardware

<b>Μικροεπεξεργαστής Arduino</b>	
Επεξεργαστής	ESP8266
Αρχιτεκτονική	Tensilica Xtensa LX106
Τάση λειτουργίας	3.3 V
Μνήμη Flash	4 MB
Μνήμη RAM	8 MB instruction, 12 MB data
Ταχύτητα ρολογιού	80 MHz
Τύπος WiFi	802.11 b/g/n 2.4 GHz
Χρόνος εκκίνησης	< 2 ms

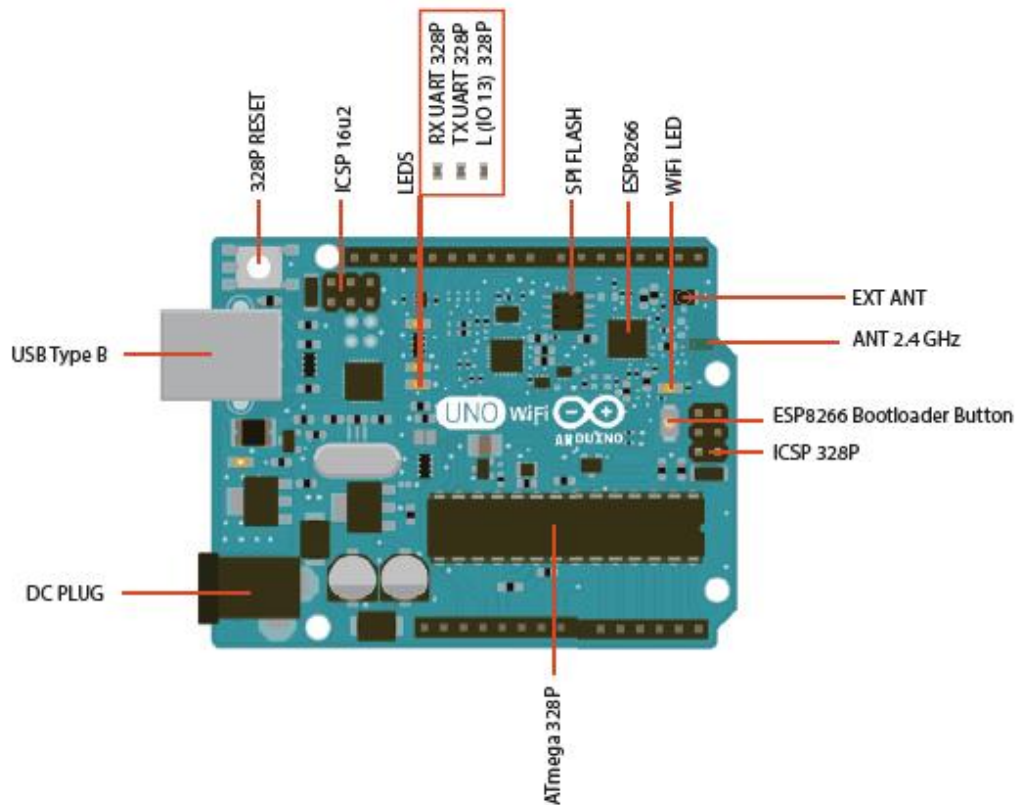
(Πίνακας 1) Μικροεπεξεργαστής Arduino

<b>Μικροελεγκτής Arduino</b>	
Μικροελεγκτής	ATmega328
Αρχιτεκτονική	Atmel AVR 8-bit
Τάση λειτουργίας	5 V
Μνήμη Flash	32 KB
Μνήμη SRAM	2 KB
Ταχύτητα ρολογιού	16 MHz
Μνήμη EEPROM	1 KB
Τάση DC για κάθε θύρα Εισόδου/Εξόδου	40 Ma

(Πίνακας 2) Μικροελεγκτής Arduino

Γενικά χαρακτηριστικά	
Αναλογικές θύρες Εισόδου/Εξόδου	6
Ψηφιακές θύρες Εισόδου/Εξόδου	14
Έξοδοι PWM	6
Κατανάλωση ενέργειας	93 mA
Μέγεθος	53 x 68.5 mm
Βάρος	0.025 Kg

(Πίνακας 3) Γενικά χαρακτηριστικά

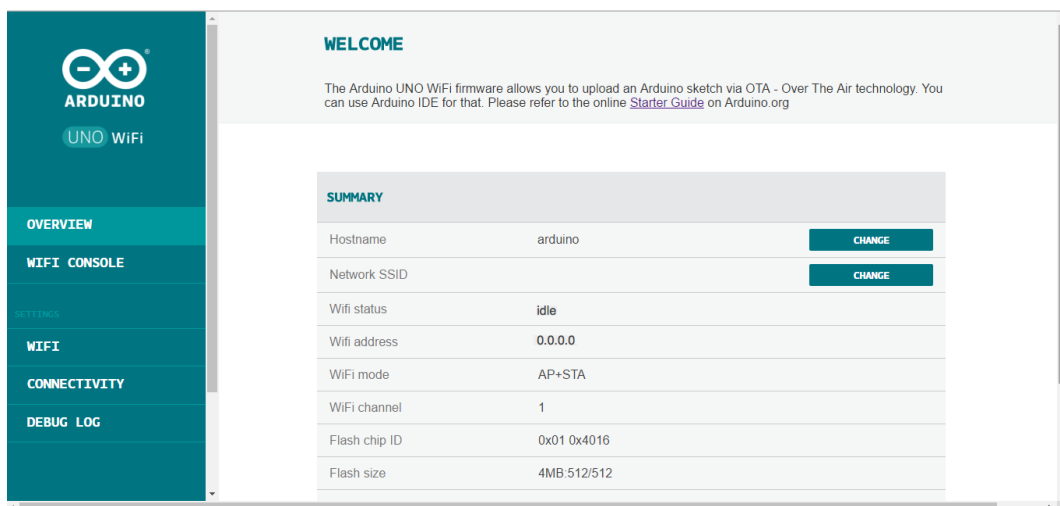


27) Ανάλυση Arduino Uno WiFi

### 2.1.3.2. Προγραμματισμός μέσω OTA (Over The Air)

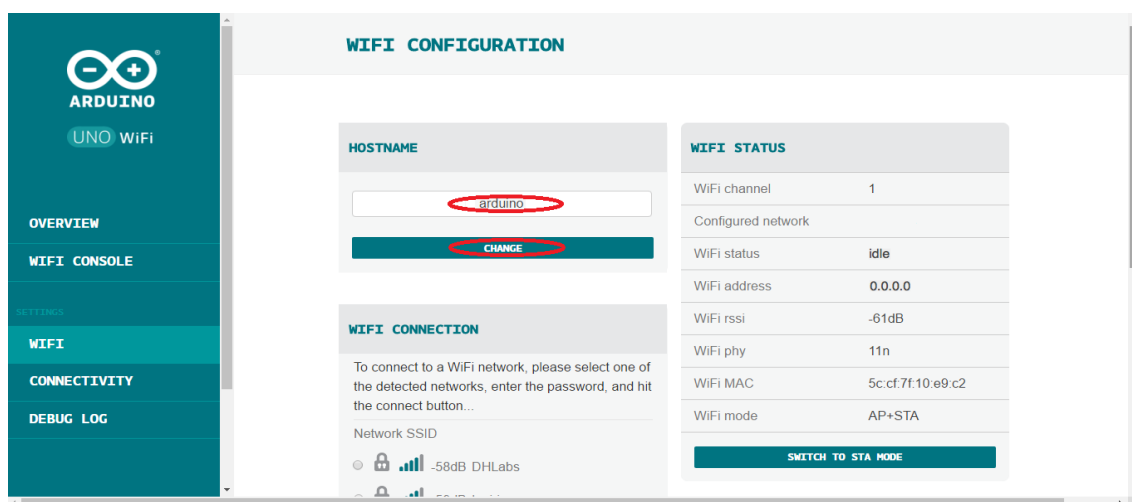
Για να μπορέσει το Arduino Uno WiFi να προγραμματιστεί μέσω της λειτουργίας “Over The Air”, πρέπει πρώτα να γίνει μία αρχική παραμετροποίηση στην πλακέτα. Παρακάτω θα δούμε αναλυτικά τα βήματα αυτής της παραμετροποίησης.

- ❖ Ενεργοποιούμε το Arduino και περιμένουμε λίγα λεπτά μέχρι να εμφανιστεί το δίκτυο του.
- ❖ Μπαίνουμε στην ιστοσελίδα με διεύθυνση: <http://192.168.240.1/>



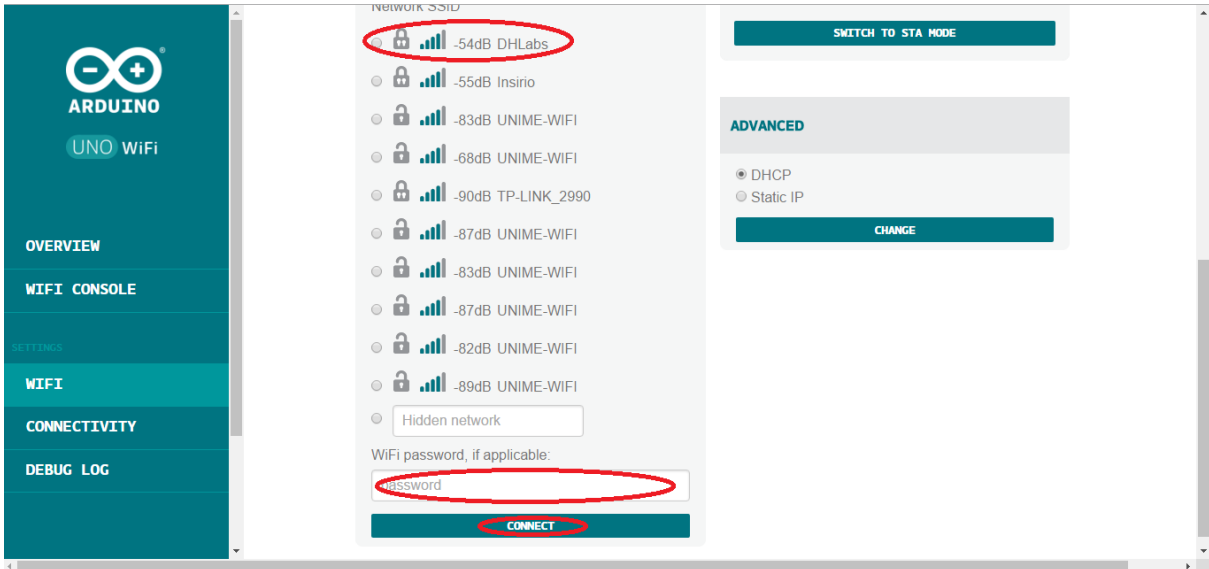
#### 28) Περιβάλλον καρτέλας “OVERVIEW”

- ❖ Αν θέλουμε να αλλάξουμε το όνομα της ιστοσελίδας μπορούμε να πάμε στην καρτέλα “OVERVIEW” και να πατήσουμε “CHANGE” στο πεδίο “Hostname”. Επίσης, μπορούμε να πάμε στην καρτέλα “WIFI” και να πατήσουμε “CHANGE” στο παράθυρο του “HOSTNAME”.



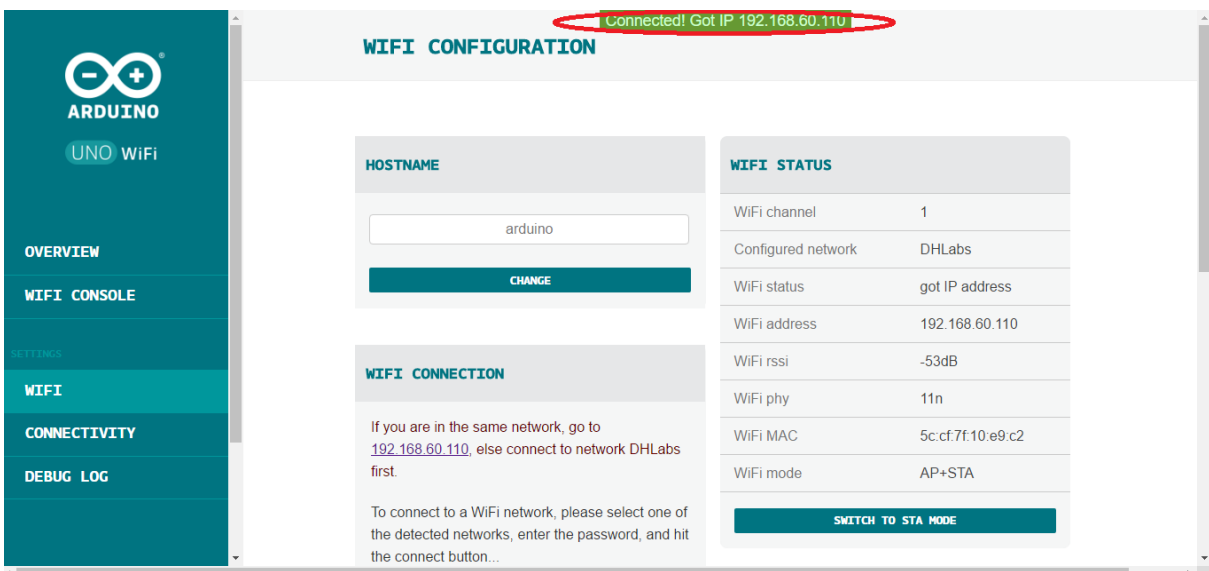
#### 29) Περιβάλλον καρτέλας “WIFI”

- ❖ Έπειτα, συνδέουμε το Arduino Uno WiFi στο δίκτυο που εκπέμπει το router μας, βρίσκοντας το σωστό SSID και πληκτρολογώντας το σωστό κωδικό. Τέλος πατάμε το κουμπί “CONNECT”.



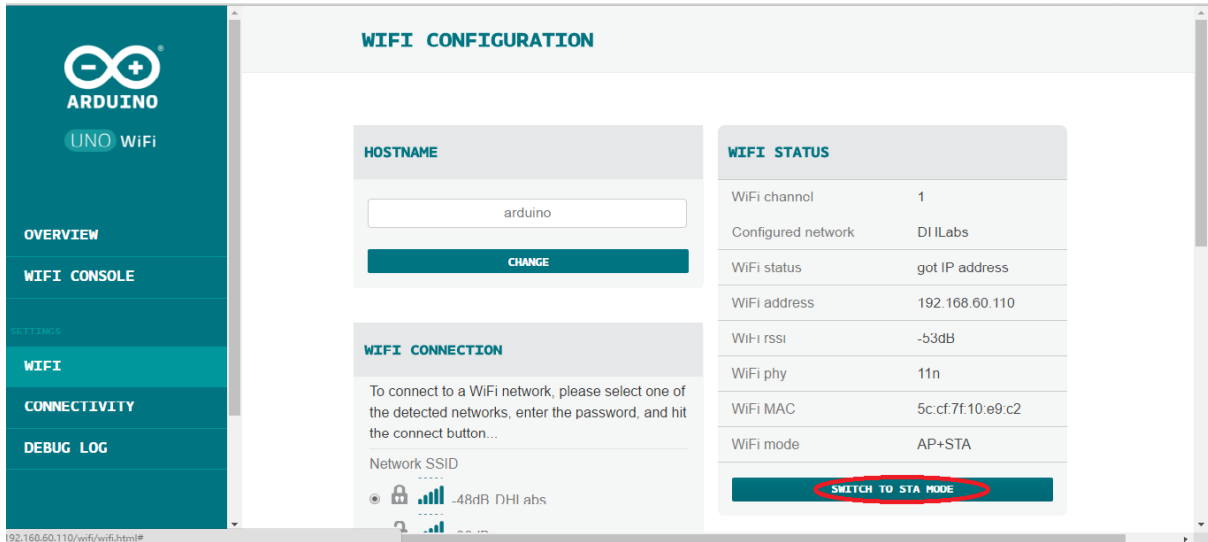
### 30) Λίστα με τα network SSID

- ❖ Όταν η πλακέτα συνδεθεί στο δίκτυο μας εμφανίζεται πάνω στην οθόνη η καινούρια ip address του Arduino.



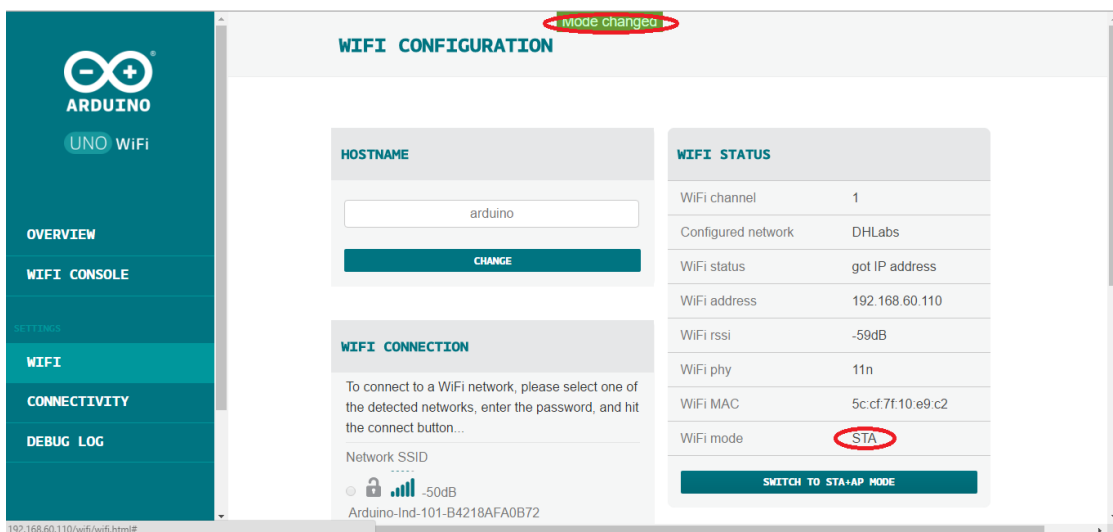
### 31) Πληροφορίες στις ρυθμίσεις “WIFI” μετά την αλλαγή διεύθυνσης

- ❖ Μπαίνουμε στην καινούρια διεύθυνση και επιλέγοντας την καρτέλα “WIFI” πατάμε το κουμπί “SWITCH TO STA MODE”. Αυτό το βήμα είναι πολύ σημαντικό, γιατί μόνο με αυτή την επιλογή μπορεί να εμφανιστεί η πλακέτα μας, σαν επιλογή, στο Arduino IDE.



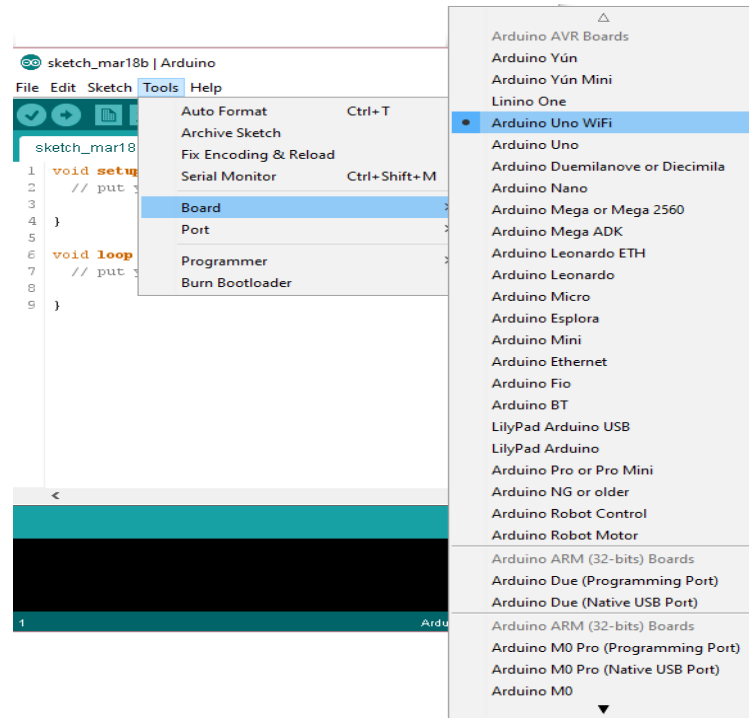
### 32) Περιβάλλον ρυθμίσεων “WIFI”

- ❖ Μετά την επιβεβαίωση, δηλαδή μόλις λάβουμε το μήνυμα “Mode Changed” το Arduino μας είναι έτοιμο για χρήση.



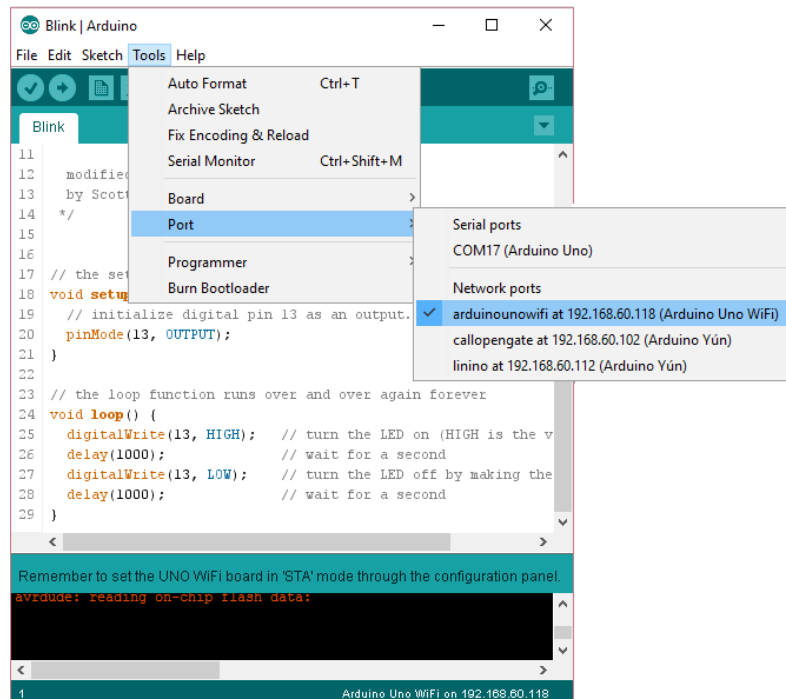
### 33) Περιβάλλον ρυθμίσεων μετά την αλλαγή σε “STA MODE”

- ❖ Έπειτα ανοίγουμε το περιβάλλον του Arduino IDE και πηγαίνοντας στην καρτέλα Tools > Board, επιλέγουμε το Arduino Uno WiFi.



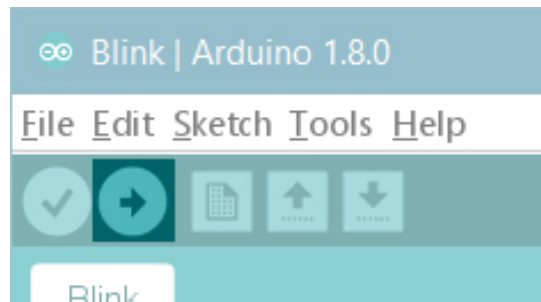
34) Επιλογή πλακέτας από το μενού του Arduino IDE

- ❖ Στη συνέχεια, επιλέγουμε τη δικτυακή πόρτα που αντιστοιχεί στο Arduino Uno WiFi.



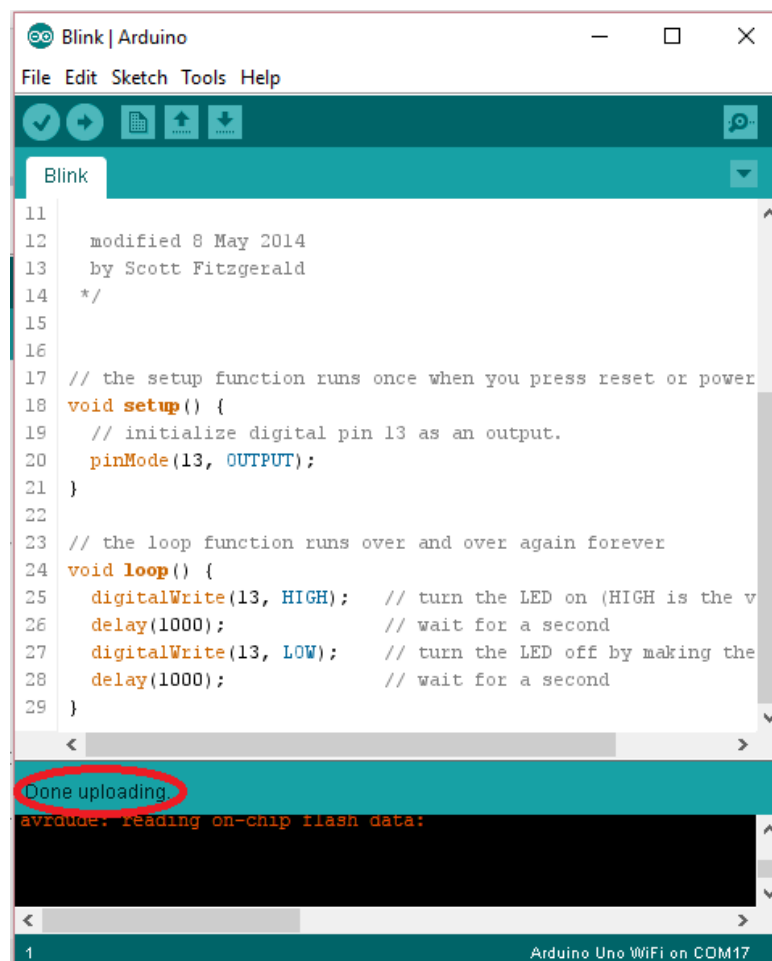
35) Λίστα πλακετών που είναι συνδεδεμένες στον υπολογιστή μας

- ❖ Τέλος, είμαστε έτοιμοι να “ανεβάσουμε” τον κώδικα στην πλακέτα μας. Αυτό γίνεται, πατώντας το κουμπί “Upload”.



36) Εικονίδιο “Upload” στο περιβάλλον του Arduino IDE

- ❖ Καθώς το πρόγραμμα “ανεβαίνει” στην πλακέτα μας, βλέπουμε τα RX και TX LEDs να αναβοσβήνουν. Αν η διαδικασία είναι επιτυχής, λαμβάνουμε την ένδειξη “Done uploading”. Αυτό σημαίνει ότι το Arduino είναι έτοιμο να εκτελέσει τις ενέργειες του προγράμματος. [12]



37) Επιβεβαίωση φόρτωσης του κώδικα στην πλακέτα

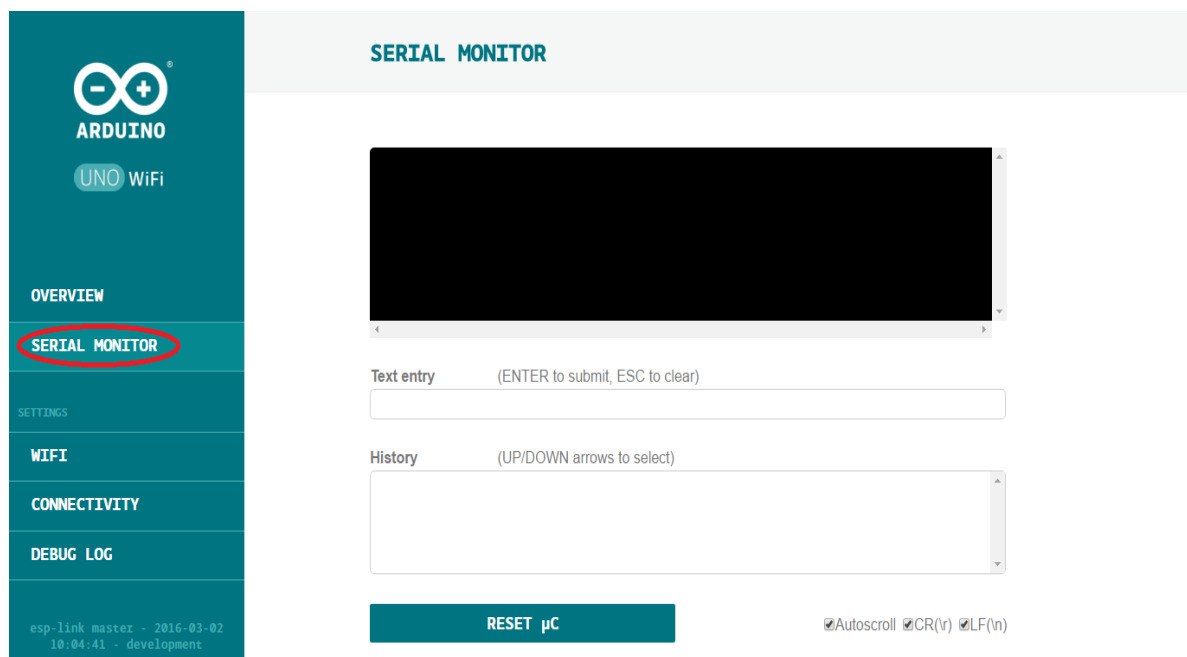


### 2.1.3.3. Υπόλοιπες διεργασίες στη σελίδα του Arduino Uno WiFi

Στο μενού της αρχικής σελίδας του Arduino Uno WiFi, υπάρχουν κι άλλες καρτέλες που παρέχουν ενέργειες προς εκτέλεση.

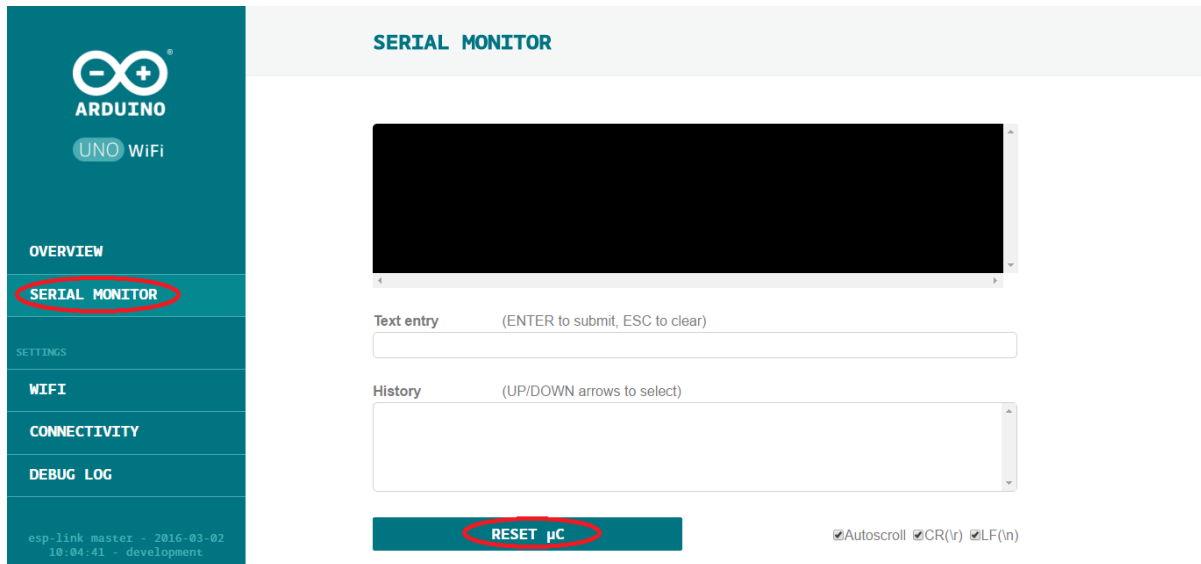
#### ❖ “SERIAL MONITOR”

Στην καρτέλα αυτή υπάρχει μία οθόνη που εμφανίζει τα αποτελέσματα από τους αισθητήρες και τις ενδείξεις με βάση τον κώδικα που έχουμε “ανεβάσει” στο Arduino.



38) Καρτέλα “SERIAL MONITOR”

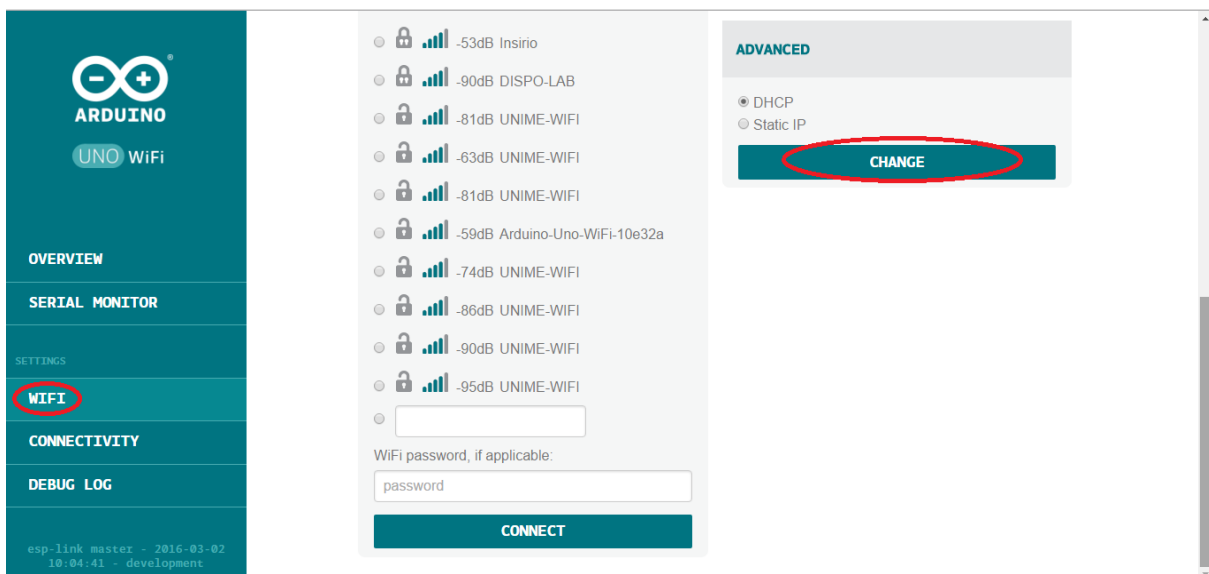
Επίσης, στην ίδια σελίδα μπορούμε να κάνουμε reset στο Arduino, πατώντας το κουμπί “RESET μC”.



39) Επιλογή “RESET μC”

### ❖ “WIFI”

Στην καρτέλα αυτή, υπάρχει άλλη μία λειτουργία που δεν έχουμε αναφέρει. Μας δίνεται η δυνατότητα να διαλέξουμε αν θέλουμε η σελίδα του Arduino, να έχει DHCP ή στατική IP.



40) Επιλογή τύπου IP

### ❖ “CONNECTIVITY”

Στην καρτέλα της συνδεσιμότητας, μπορούμε να ενεργοποιήσουμε κάποιες υπηρεσίες σύνδεσης, όπως τον client MQTT και την επιλογή SLIP.

41) Καρτέλα “CONNECTIVITY”

### ❖ “DEBUG LOG”

Τέλος, σε αυτήν την καρτέλα, υπάρχει μία οθόνη που μας εμφανίζει όλες τις ενέργειες που κάνει το Arduino κατά την εκτέλεση του κώδικα. Επίσης, πατώντας το κουμπί “WIFI REBOOT”, μπορούμε να επανεκκινήσουμε την ασύρματη λειτουργία της πλακέτας μας. [12]

42) Καρτέλα “DEBUG LOG”

## **2.2. Αισθητήρες**

Αισθητήρας ονομάζεται μία συσκευή που ανιχνεύει ένα φυσικό μέγεθος και με βάση αυτό, παράγει μία μετρήσιμη έξοδο. Η χρήσεις των αισθητηρίων που κυκλοφορούν στο εμπόριο είναι αναρίθμητες, αφού έχουν εφαρμογές σε αντικείμενα που χρησιμοποιούμε καθημερινά και πολλές φορές δεν αντιλαμβανόμαστε την ύπαρξή τους. Γενικά, διαφόρων ειδών αισθητήρια χρησιμοποιούνται στα αυτοκίνητα, σε μηχανές, στην αεροναυπηγική, την ιατρική, τη βιομηχανία και τη ρομποτική.

### **2.2.1. Χαρακτηριστικά αισθητήρων**

Το φαινόμενο στο οποίο βασίζεται η λειτουργία κάθε αισθητήρα καθορίζει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που τον χαρακτηρίζουν. Για την επιλογή του κατάλληλου οργάνου σε μια συγκεκριμένη εφαρμογή, σημασία έχει η γνώση των χαρακτηριστικών του αισθητήρα που αποτυπώνουν την απόδοση και την συμπεριφορά του κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Τα σημαντικότερα από αυτά τα χαρακτηριστικά για τα γεωτεχνικά όργανα περιγράφονται παρακάτω.

#### **❖ Συμβατότητα**

Η συμβατότητα είναι ένα μέγεθος που περιγράφει κατά πόσο η εγκατάσταση του οργάνου θα επηρεάσει την τιμή της παραμέτρου που πρόκειται να μετρήσει. Ιδανικό από άποψη συμβατότητας θεωρείται ένα όργανο που δεν την επηρεάζει καθόλου.

#### **❖ Εύρος λειτουργίας**

Το εύρος λειτουργίας ενός αισθητήρα ορίζεται από τα όρια, εντός των οποίων μπορεί να λειτουργεί αξιόπιστα. Συνήθως, εκφράζεται με την ελάχιστη και τη μέγιστη τιμή που μπορεί να μετρήσει. Για παράδειγμα, ως εύρος λειτουργίας αναφέρεται το θερμοκρασιακό εύρος, το εύρος τιμών πίεσης ή το εύρος τιμών υγρασίας, εννοώντας την περιοχή τιμών θερμοκρασίας, πίεσης ή υγρασίας αντίστοιχα, στην οποία είναι δυνατή η χρήση του αισθητήρα.

❖ **Ακρίβεια**

Η ακρίβεια ενός αισθητήρα καθορίζεται από το μέγιστο σφάλμα που μπορεί να περιέχεται στην ένδειξή του. Στην πράξη όλες οι συσκευές παράγουν σφάλμα στις μετρήσεις τους και το ζητούμενο είναι αυτό το σφάλμα να είναι το μικρότερο δυνατό.

❖ **Επαναληψιμότητα**

Επαναληψιμότητα ονομάζεται ο βαθμός στον οποίο μια συσκευή παρέχει το ίδιο αποτέλεσμα τροφοδοτούμενος με την ίδια είσοδο σε διαφορετικές χρονικές στιγμές.

❖ **Διακριτότητα**

Η διακριτότητα ή διακριτική ικανότητα ενός αισθητήρα καθορίζεται από το μικρότερο διάστημα που μπορεί να μετρηθεί από αυτόν. Όσο μεγαλύτερη διακριτότητα διαθέτει μία αισθητήρια διάταξη, τόσο μικρότερο βήμα μετράει.

❖ **Ευαισθησία**

Η ευαισθησία ενός οργάνου είναι η ελάχιστη μεταβολή της εισόδου του που είναι σε θέση να δώσει μεταβολή στην έξοδό του.

❖ **Υστέρηση**

Η υστέρηση προκαλεί διαφορές στην έξοδο ενός αισθητήρα όταν η κατεύθυνση μεταβολής της εισόδου αντιστραφεί. Έτσι παράγεται σφάλμα και επηρεάζεται η ακρίβεια της συσκευής.

❖ **Θόρυβος**

Θόρυβος δημιουργείται κατά τη διάρκεια μιας μέτρησης, συνήθως από εξωτερικούς παράγοντες. Η βάση λειτουργίας κάθε αισθητήρα καθορίζει κατά πόσο επηρεάζεται η ακρίβειά και η διακριτότητά του λόγω θορύβου.

### ❖ Διαστάσεις

Οι διαστάσεις ενός αισθητήρα αναφέρονται στο μέγεθός του.

### ❖ Γραμμικότητα

Γραμμικότητα ονομάζεται ο βαθμός στον οποίο η γραφική παράσταση της εξόδου ως προς την είσοδο του αισθητήρα προσεγγίζει μια ευθεία γραμμή. Ένας αισθητήρας μπορεί να είναι γραμμικός σε μια συγκεκριμένη περιοχή τιμών.

## 2.2.2. Είδη αισθητηρίων

Τα αισθητήρια γενικά χωρίζονται σε πολλές κατηγορίες. Παράλληλα, πολλά από αυτά μπορούν να ανήκουν σε παραπάνω από μία, λόγω των δυνατοτήτων τους και των αρχών λειτουργίας τους. Παρακάτω θα δούμε τις πιο βασικές από αυτές τις κατηγορίες.

### ❖ Αισθητήρες γώρου/απόστασης

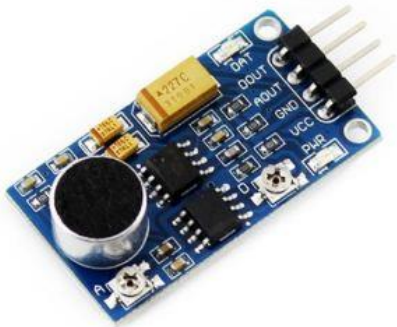


43) Αισθητήρας απόστασης υπερύθρων



44) Αισθητήρας υπερήχων

❖ Αισθητήρες ήχου

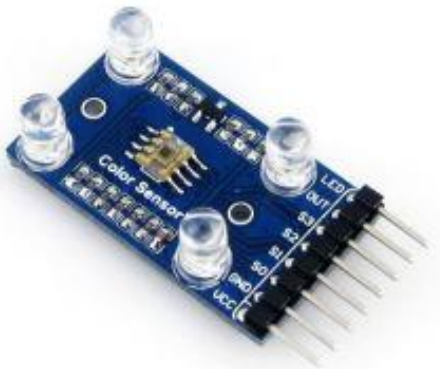


45) Αισθητήρας ήχου



46) Αισθητήρας αναγνώρισης φωνής

❖ Αισθητήρες χρώματος/φωτός



47) Αισθητήρας χρώματος



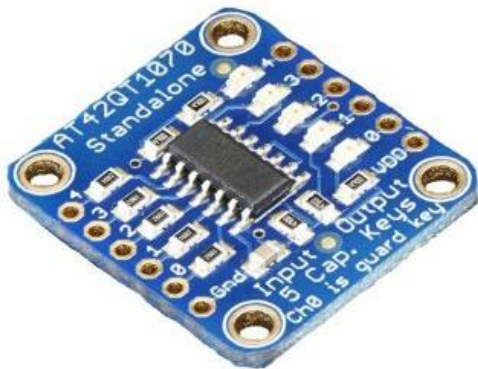
48) Αισθητήρας φωτός

❖ Αισθητήρες στάθμης



49) Αισθητήρας στάθμης

❖ Αισθητήρες αφής



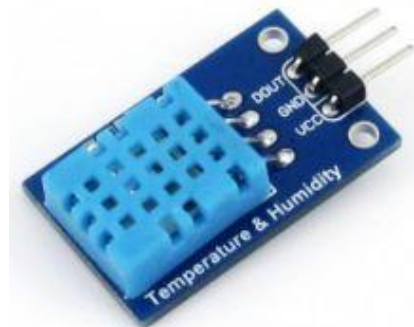
50) Αισθητήρες αφής

❖ Αισθητήρες αερίων



51) Αισθητήρες αερίων

❖ Αισθητήρες θερμοκρασίας



52) Αισθητήρες θερμοκρασίες



❖ Αισθητήρες υγρασίας



53) Αισθητήρες υγρασίας

❖ Αισθητήρες πίεσης



54) Αισθητήρες πίεσης

❖ Βιομετρικοί αισθητήρες



55) Αισθητήρας δακτυλικού αποτυπώματος



56) Αισθητήρας καρδιακού παλμού

## ❖ Κάμερες



57) Αδιάβροχη κάμερα



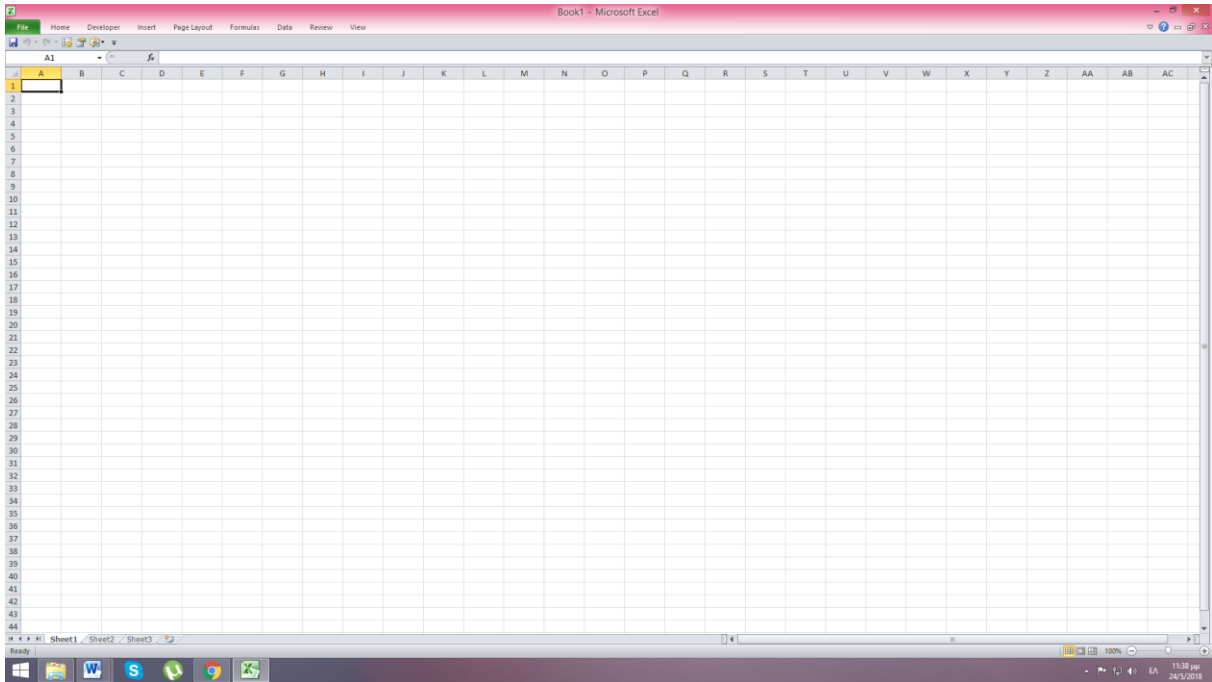
58) Θερμική κάμερα

## 3. Microsoft Excel

### 3.1. Γενικές πληροφορίες

#### 3.1.1. Τι είναι το Excel

Το Microsoft Excel, αποτελεί ένα μέρος του Microsoft Office και είναι ένα πρόγραμμα λογιστικών φύλλων που έχει δημιουργήσει η εταιρεία Microsoft και μπορεί να λειτουργήσει σε όλα τα βασικά λειτουργικά συστήματα. Το πρόγραμμα αυτό μας δίνει τη δυνατότητα να κάνουμε πολύ γρήγορα και εύκολα υπολογισμούς, μέσω διαφόρων συναρτήσεων, να δημιουργούμε γραφήματα με βάση τα δεδομένα που εισάγουμε και να φτιάχνουμε συγκεντρωτικούς πίνακες. Επίσης, στις νεότερες εκδόσεις, μας δίνεται η δυνατότητα να δημιουργήσουμε μακροεντολές με τη βοήθεια της γλώσσας προγραμματισμού VBA. Στην ουσία είναι μία γλώσσα προγραμματισμού που βασίζεται στη Visual Basic, όπως προδίδει και το πλήρες όνομά της, Visual Basic for Applications. [13] [14]

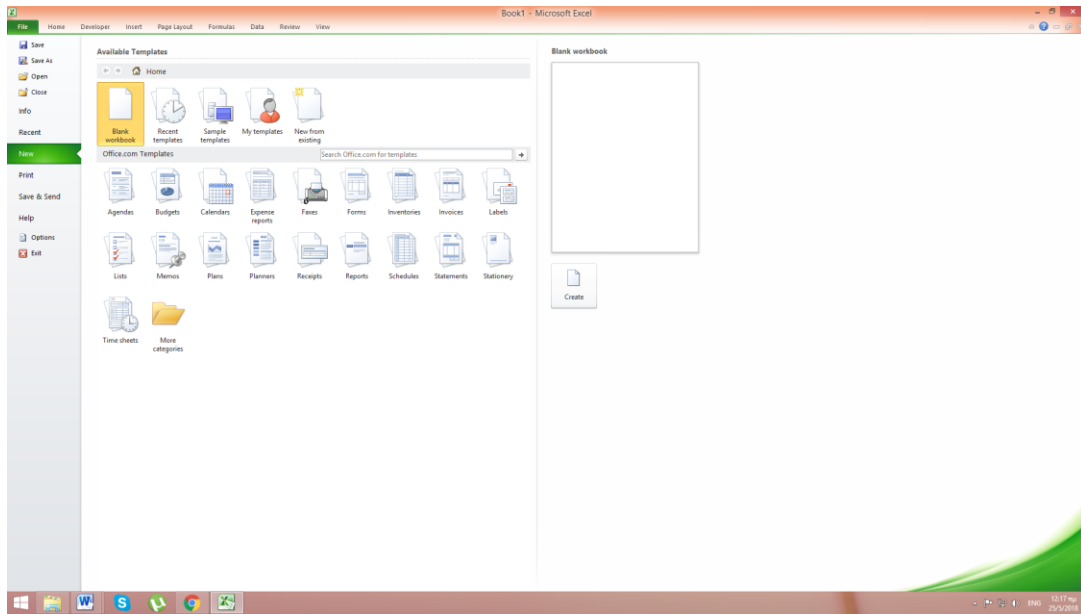


59) Περιβάλλον Microsoft Excel 2010

### 3.1.2. Ανάλυση περιβάλλοντος Excel 2010

#### ❖ Καρτέλες

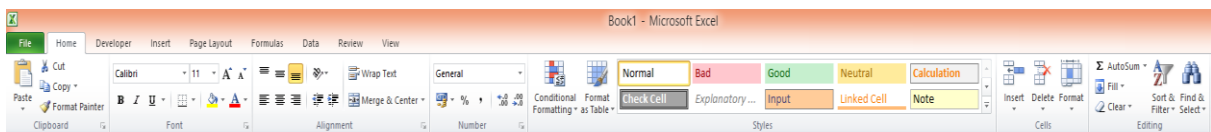
##### ➤ “File”



60) Καρτέλα “File”

Από την παραπάνω εικόνα καταλαβαίνουμε το περιεχόμενο της καρτέλας “File”. Εδώ μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα καινούριο λογιστικό φύλλο, οποιασδήποτε μορφής. Αυτό μπορεί να γίνει από την επιλογή “New”, διαλέγοντας μία από τις έτοιμες φόρμες που παρέχει το Excel. Παράλληλα από αυτήν την καρτέλα μπορούμε να σώσουμε σε συγκεκριμένο φάκελο το αρχείο μας, να το εκτυπώσουμε, να ανοίξουμε τις ρυθμίσεις του προγράμματος, κτλ.

### ➤ “Home”

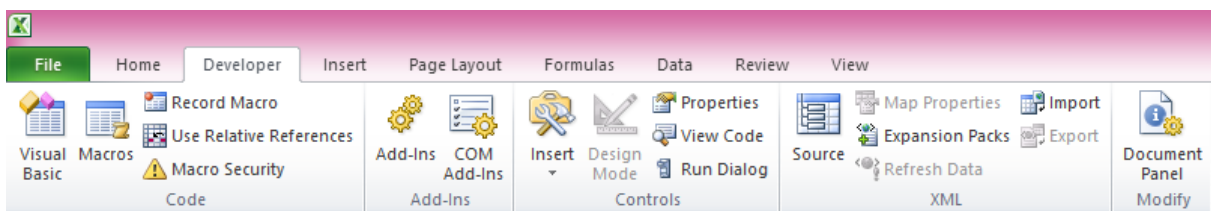


61) Καρτέλα “Home”

Στην καρτέλα “Home” εμφανίζεται η εργαλειοθήκη που μας δίνει τη δυνατότητα να μορφοποιήσουμε τα στοιχεία που εισάγουμε. Έχει πολλές επιλογές αλλά οι πιο βασικές είναι:

- Αντιγραφή, αποκοπή, επικόλληση στοιχείου
- Μορφοποίηση κελιού
- Προσδιορισμός τύπου περιεχομένου
- Μορφοποίηση πίνακα

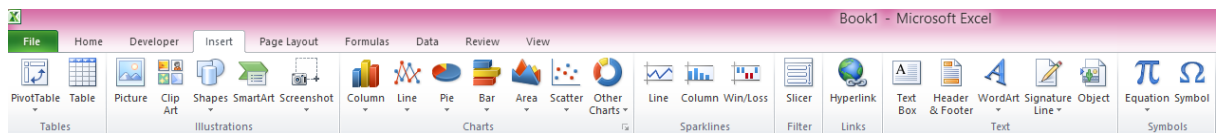
### ➤ “Developer”



62) Καρτέλα “Developer”

Σε αυτήν την καρτέλα μπορούμε να δημιουργήσουμε μακροεντολές. Ουσιαστικά συνδέουμε το λογιστικό μας φύλλο με κάποια εφαρμογή που έχουμε δημιουργήσει μέσω της γλώσσας προγραμματισμού VBA. Με αυτόν τον τρόπο μας δίνεται η δυνατότητα να αυτοματοποιήσουμε κάποιες διεργασίες του Excel ή να ενεργοποιήσουμε κάποιες λειτουργίες του με το πάτημα ενός κουμπιού.

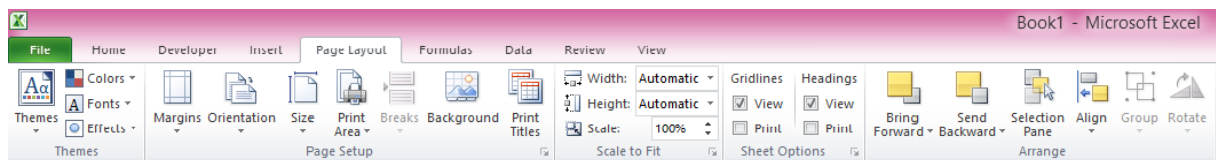
### ➤ **“Insert”**



### 63) Καρτέλα “Insert”

Εδώ μπορούμε να εισάγουμε στο λογιστικό μας φύλλο γραφήματα, οπουδήποτε τύπου, πίνακες, εικόνες και γενικά ό,τι άλλο χρειαζόμαστε.

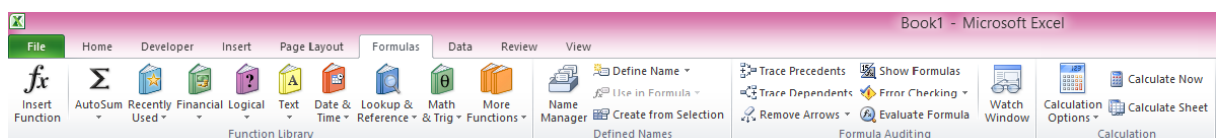
### ➤ **“Page Layout”**



### 64) Καρτέλα “Page Layout”

Σε αυτήν την καρτέλα μπορούμε να διαχειριστούμε τη μορφοποίηση του αρχείου μας κατά την εκτύπωση.

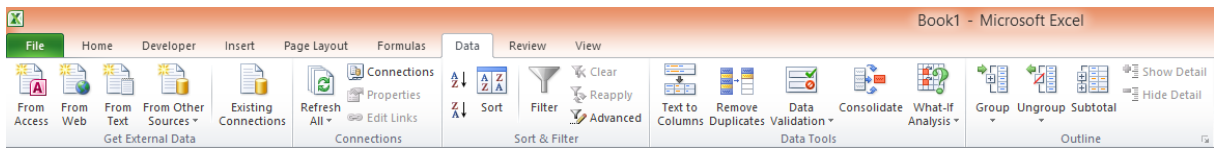
### ➤ **“Formulas”**



### 65) Καρτέλα “Formulas”

Στην καρτέλα “Formulas”, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να εισάγει οποιοδήποτε τύπου συναρτήσεις, να καλέσει μεταβλητές και να ελέγξει αν η σύνταξή τους είναι σωστή.

## ➤ **“Data”**



66) Καρτέλα “Data”

Με τη βοήθεια της παραπάνω καρτέλας ο χρήστης μπορεί να τροφοδοτήσει το αρχείο του με δεδομένα από άλλες εφαρμογές, αλλά και από το διαδίκτυο. Επίσης, μπορεί να επιλέξει τη μορφή που θα εμφανίζονται αυτά, δηλαδή σε ομάδες, σε στήλη, διπλότυπα, σε συγκεκριμένες συνθήκες κτλ.

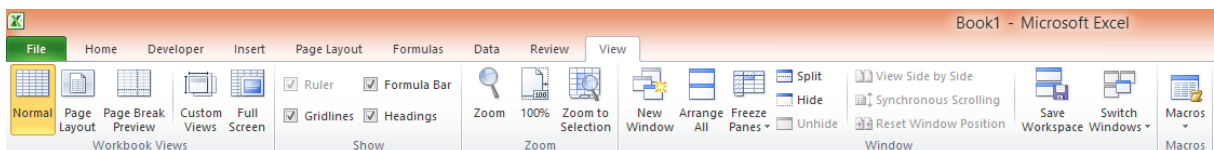
## ➤ **“Review”**



67) Καρτέλα “Review”

Στην καρτέλα αυτή μας δίνεται η δυνατότητα να ελέγξουμε την ορθογραφία και να μεταφράσουμε τα στοιχεία που έχουμε εισάγει. Παράλληλα, εδώ μπορούμε να ρυθμίσουμε την προστασία του αρχείου μας, καθώς και να το κοινοποιήσουμε.

## ➤ **“View”**



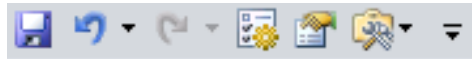
68) Καρτέλα “View”

Εδώ μπορούμε να διαχειριστούμε την εμφάνιση του αρχείου κατά την επεξεργασία, δηλαδή την εικόνα που βλέπει ο χρήστης κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του προγράμματος.

Επίσης, στο περιβάλλον του Microsoft Excel συναντάμε και κάποιες άλλες ενδείξεις που είτε μας δίνουν πληροφορίες για το αρχείο μας, είτε είναι συντομεύσεις διεργασιών για πιο γρήγορη πρόσβαση. Αυτές τις ετικέτες θα αναλύσουμε παρακάτω.

### ❖ Γραμμή εργαλείων γρήγορης πρόσβασης

Με τη βοήθεια αυτής της εργαλειοθήκης μπορούμε με το πάτημα ενός κουμπιού να σώσουμε το αρχείο μας, να αναιρέσουμε μία λανθασμένη προσθήκη, ακόμα και να προσθέσουμε μια μακροεντολή. Μπορούμε να εισάγουμε και άλλες συντομεύσεις που θεωρούμε ότι μπορεί να μας είναι χρήσιμες. Αυτό γίνεται από το βελάκι στο τέλος της εργαλειοθήκης.



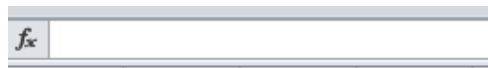
### ❖ Τίτλος αρχείου

Σε αυτό το σημείο μπορούμε να δούμε τον τίτλο του αρχείου μας.

Book1 - Microsoft Excel

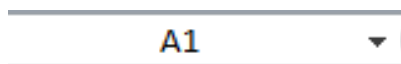
### ❖ Μπάρα προσθήκης συναρτήσεων

Σε αυτήν την μπάρα έχουμε τη δυνατότητα να προσθέσουμε πολύ γρήγορα συναρτήσεις σε οποιοδήποτε κελί. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούμε αυτόματους μηχανισμούς που κάνουν τους επιθυμητούς υπολογισμούς.



### ❖ Ένδειξη ονομασίας επιλεγμένου κελιού

Εδώ μπορούμε να δούμε το όνομα της θέσης που βρίσκεται ο κέρσορας.



### ❖ Εργαλειοθήκη διαχείρισης προγράμματος

Σε αυτήν την εργαλειοθήκη μπορούμε να ελαχιστοποιήσουμε, να κλείσουμε και να επαναφέρουμε το παράθυρό μας. Επίσης, πατώντας το κουμπί της βοήθειας μπορούμε να βρούμε οποιαδήποτε πληροφορία χρειαζόμαστε για το πρόγραμμα.



### ❖ Εργαλειοθήκη προεπισκόπησης σελίδας

Με τη βοήθεια της εργαλειοθήκης αυτής, μπορούμε να ρυθμίσουμε την προβολή και το ζουμ του φύλλου εργασίας μας.



### ❖ Καρτέλα ανοιχτών φύλλων εργασίας

Σε αυτό το σημείο βλέπουμε τις καρτέλες των ανοιχτών λογιστικών φύλλων. Πατώντας το πλήκτρο της εκάστοτε καρτέλας μπορούμε να μεταφερθούμε στην αντίστοιχη σελίδα.



### ❖ Χώρος εργασίας

Αυτό είναι το βασικό πεδίο του προγράμματος. Σε αυτό το σημείο γίνονται όλες οι διεργασίες και οι προσθήκες των δεδομένων. Ο κέρσορας δείχνει ακριβώς σε ποιο κελί βρισκόμαστε.

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				



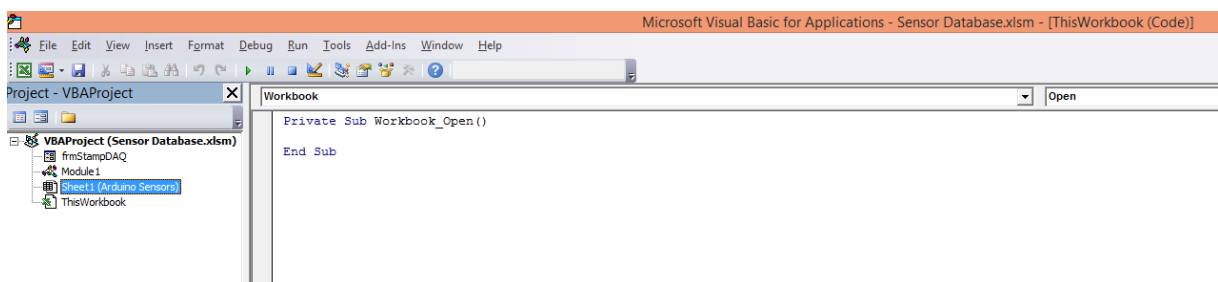
## ❖ Πλήκτρα λειτουργιών

Το Excel διαθέτει μια σειρά από πλήκτρα λειτουργιών. Τα πιο σημαντικά από αυτά είναι τα ακόλουθα:

- **F1:** Εμφάνιση της Βοήθειας ή του Βοηθού του Office
- **F2:** Επεξεργασία του ενεργού κελιού
- **F3:** Επικόλληση ονόματος σε τύπο
- **F4:** Προσθήκη αναφοράς.
- **F5:** Μετάβαση σε αναφορά
- **F6:** Μετακίνηση στο επόμενο τμήμα παραθύρου
- **F7:** Εντολή Ορθογραφία
- **F8:** Ενεργοποίηση / Απενεργοποίηση λειτουργίας επέκτασης επιλογής
- **F9:** Εκτέλεση των υπολογισμών όλων των φύλλων σε όλα τα ανοιχτά βιβλία εργασίας
- **F10:** Ενεργοποίηση της γραμμής μενού
- **F11:** Δημιουργία γραφήματος

## 3.2. Μακροεντλές

### 3.2.1. Προγραμματισμός VBA (Visual Basic Applications) [20]



69) Περιβάλλον VBA Editor

#### 3.2.1.1. Τι είναι η VBA

Το Visual Basic for Applications (VBA) είναι μια παραλλαγή της γλώσσας προγραμματισμού Visual Basic 6 της Microsoft. Η VBA επιτρέπει την δημιουργία λειτουργιών που ορίζονται από το χρήστη, αυτοματοποιεί διαδικασίες και δίνει πρόσβαση σε API των Windows και

άλλες λειτουργίες χαμηλού επιπέδου μέσω βιβλιοθηκών δυναμικών συνδέσεων (DLLs). Αντικαθιστά και επεκτείνει τις δυνατότητες των γλωσσών προγραμματισμού μακροεντολών που αφορούν συγκεκριμένες εφαρμογές, όπως το WordBASIC του Word. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο πολλών πτυχών της εφαρμογής κεντρικού υπολογιστή, συμπεριλαμβανομένου του χειρισμού λειτουργιών διεπαφής χρήστη, όπως μενού και γραμμών εργαλείων, και εργασίας με προσαρμοσμένες φόρμες χρηστών ή πλαίσια διαλόγου. Όπως υποδηλώνει το όνομά της, η VBA σχετίζεται στενά με τη Visual Basic και χρησιμοποιεί τη Visual Basic Runtime Library. Ωστόσο, ο κώδικας VBA μπορεί να εκτελεστεί μόνο σε μια εφαρμογή κεντρικού υπολογιστή και όχι ως αυτόνομο πρόγραμμα.

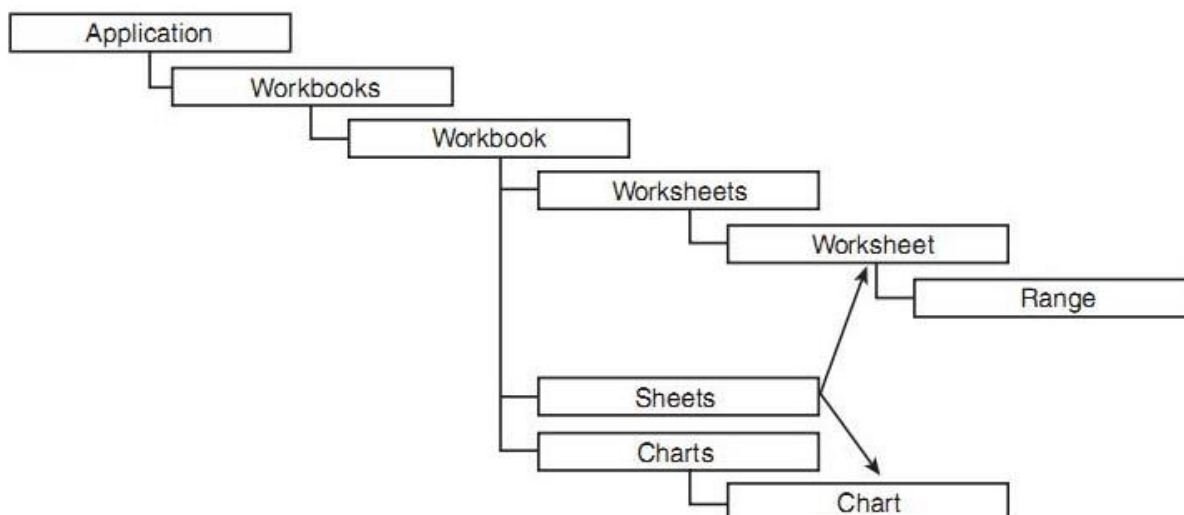
### 3.2.1.2. Σχεδίαση της VBA

Ο κώδικας που είναι γραμμένος σε VBA “μεταφράζεται” στον Microsoft P-Code (πακέτο κώδικα), είναι μια ιδιόκτητη ενδιάμεση γλώσσα, την οποία οι εφαρμογές κεντρικού υπολογιστή (Access, Excel, Word, Outlook και PowerPoint) αποθηκεύουν ως χωριστή ροή σε αρχεία δομημένης αποθήκευσης COM (π.χ., .doc ή .xls) ανεξάρτητα από τις ροές εγγράφων. Ο ενδιάμεσος κώδικας εκτελείται έπειτα από μια εικονική μηχανή (που φιλοξενείται από την εφαρμογή κεντρικού υπολογιστή). Παρά την ομοιότητά της με πολλές παλιές βασικές διαλέκτους, το VBA είναι ασύμβατο με οποιοδήποτε από αυτά εκτός από τη Visual Basic, όπου ο πηγαίος κώδικας των ενοτήτων και κατηγοριών VBA μπορεί να εισαχθεί απευθείας γιατί μοιράζονται την ίδια βιβλιοθήκη και εικονική μηχανή.

### 3.2.1.3. Αρχιτεκτονική VBA κώδικα

Όπως και η Visual Basic, έτσι και η VBA είναι μία αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού. Αυτό σημαίνει ότι λειτουργεί με αντικείμενα, δηλαδή, αυτόνομα κομμάτια κώδικα με διαφορετικά χαρακτηριστικά το κάθε ένα. Αυτά τα χαρακτηριστικά χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες οι οποίες είναι οι εξής:

- **Ιδιότητες:** Οι οποίες είναι τα χαρακτηριστικά του αντικειμένου.
- **Μέθοδοι:** Οι οποίες είναι μία δραστηριότητα που το αντικείμενο είναι σε θέση να κάνει.
- **Συμβάντα:** Τα οποία περιέχουν έτοιμο κώδικα ο οποίος θα εκτελεστεί όταν γίνει αυτή η δραστηριότητα.



70) Ιεραρχία αντικειμένων

Με βάση την παραπάνω εικόνα, γίνεται αντιληπτό ότι υπάρχει η δυνατότητα να έχουμε περισσότερα από ένα αντικείμενα τα οποία αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Παράλληλα, ανάμεσα στα αντικείμενα υπάρχει μία ιεραρχία. Όταν ανοίγουμε έναν αρχείο στο Excel, στην ουσία ανοίγουμε έναν workbook δηλαδή ένα βιβλίο εργασίας. Αυτό αποτελείται από ένα ή περισσότερα φύλλα εργασίας, τα λεγόμενα worksheets. Επειδή κάθε φύλλο Excel περιέχει πολλά φύλλα εργασίας, αυτά συγκεντρώνονται σε μια συλλογή με worksheets. Τα βιβλία εργασίας με την σειρά τους, συγκεντρώνονται σε μια αντίστοιχη συλλογή με workbooks. Μια συλλογή δηλαδή είναι ένα σύνολο από σχετιζόμενα αντικείμενα με κοινές ιδιότητες. Το Excel δηλαδή, ως εφαρμογή, αποτελείται από συλλογές βιβλίων εργασίας. Κάθε βιβλίο εργασίας αποτελείται από συλλογή φύλλων εργασίας. Κάθε φύλλο εργασίας με την σειρά του αποτελείται από ένα εύρος κελιών, range, και γραφήματα chart. Αυτή είναι η βασική ιεραρχία και στο Excel VBA. [21]

#### 3.2.1.4. Αυτοματισμοί στη VBA

Η κεντρική εφαρμογή χρησιμοποιεί την αυτοματοποίηση OLE. Συνήθως, η εφαρμογή φιλοξενίας παρέχει μια βιβλιοθήκη τεκμηρίωσης τύπων και διεπαφής προγραμματισμού (API), η οποία ελέγχει τον τρόπο αλληλεπίδρασης των προγραμμάτων VBA με αυτή. Η τεκμηρίωση της μπορεί να εξεταστεί μέσα από το αναπτυξιακό περιβάλλον της VBA χρησιμοποιώντας τον περιηγητή αντικειμένων. Τα προγράμματα Visual Basic για εφαρμογές που έχουν γραφτεί για τη χρήση της διεπαφής αυτοματισμού OLE μιας εφαρμογής δεν

μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αυτοματοποίηση μιας διαφορετικής εφαρμογής, ακόμη και αν αυτή φιλοξενεί το χρόνο εκτέλεσης της Visual Basic, επειδή οι διεπαφές αυτοματοποίησης OLE θα είναι διαφορετικές.

Για παράδειγμα, ένα πρόγραμμα VBA γραμμένο για την αυτοματοποίηση του Microsoft Word δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί με διαφορετικό επεξεργαστή κειμένου, ακόμα κι αν ο επεξεργαστής κειμένου φιλοξενεί το VBA. Αντιστρόφως, πολλές εφαρμογές μπορούν να αυτοματοποιηθούν από τον κεντρικό υπολογιστή, δημιουργώντας αντικείμενα μέσα στον κώδικα VBA. Οι αναφορές στις διαφορετικές βιβλιοθήκες πρέπει να δημιουργηθούν μέσα στο αρχείο VBA πριν να γίνει διαθέσιμη η χρήση οποιασδήποτε από τις μεθόδους, αντικείμενα κ.λπ. που θα χρησιμοποιηθούν στην εφαρμογή. Αυτό επιτυγχάνεται μέσα από αυτό που αναφέρεται ως πρόωρη ή καθυστερημένη δέσμευση. Αυτά τα αντικείμενα δημιουργούν τον σύνδεσμο OLE όταν δημιουργούνται για πρώτη φορά. Οι εντολές στις διαφορετικές εφαρμογές πρέπει να γράφονται με σαφήνεια μέσω αυτών των αντικειμένων εφαρμογής, προκειμένου να λειτουργούν σωστά.

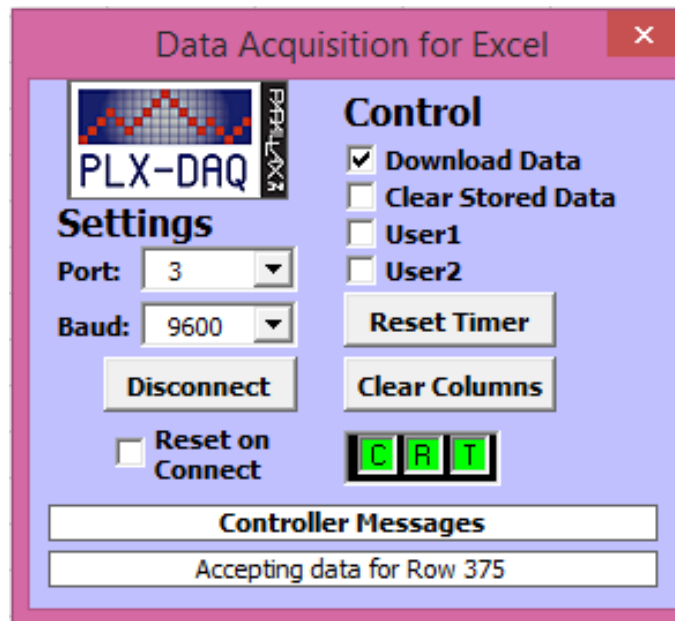
Επίσης ένα παράδειγμα, λίγο πιο συγκεκριμένο, είναι ότι αν ένας κώδικας VBA είναι γραμμένος στη Microsoft Access μπορεί να δημιουργήσει αναφορές στις βιβλιοθήκες του Excel, του Word και του Outlook. Αυτό επιτρέπει τη δημιουργία μιας εφαρμογής που τρέχει ένα ερώτημα στην Access, εξάγει τα αποτελέσματα στο Excel και τα αναλύει και στη συνέχεια μορφοποιεί την έξοδο ως πίνακες σε ένα έγγραφο του Word ή τα στέλνει ως email του Outlook. Τα προγράμματα VBA μπορούν να συνδεθούν σε ένα κουμπί μενού, μια μακροεντολή, μια συντόμευση πληκτρολογίου ή ένα συμβάν OLE / COM, όπως το άνοιγμα ενός εγγράφου στην εφαρμογή. Η γλώσσα παρέχει ένα περιβάλλον εργασίας χρήστη με τη μορφή UserForms, η οποία μπορεί να φιλοξενήσει στοιχεία ελέγχου ActiveX για πρόσθετη λειτουργικότητα.

### **3.2.1.5. Ασφάλεια στη VBA**

Όπως μπορεί να συμβεί με οποιαδήποτε κοινή γλώσσα προγραμματισμού, έτσι και οι μακροεντολές VBA μπορούν να δημιουργηθούν με κακόβουλη πρόθεση. Χρησιμοποιώντας το VBA, τα περισσότερα από τα χαρακτηριστικά ασφαλείας βρίσκονται στα χέρια του χρήστη, όχι του συγγραφέα. Οι επιλογές εφαρμογών κεντρικού υπολογιστή VBA είναι προσβάσιμες από εκείνον. Ο χρήστης που εκτελεί οποιοδήποτε έγγραφο που περιέχει μακροεντολές VBA μπορεί να παραμετροποιήσει το λογισμικό με τις προσωπικές του

προτιμήσεις. Οι τελικοί χρήστες μπορούν να προστατευθούν από την επίθεση απενεργοποιώντας τις μακροεντολές από την εκτέλεση σε μια εφαρμογή ή επιτρέποντας σε ένα έγγραφο να εκτελεί κώδικα VBA μόνο εάν είναι βέβαιοι ότι η πηγή του εγγράφου είναι αξιόπιστη.

### 3.2.2. PLX-DAQ



71) Διεπαφή PLX-DAQ

Το λογισμικό προσθήκης δεδομένων της Parallax (PLX-DAQ) αποτελεί ένα add-in για το Microsoft Excel το οποίο μπορεί να συνδέσει έως και 26 κανάλια δεδομένων από οποιονδήποτε μικροελεγκτή και να τροφοδοτήσει τις στήλες του με αυτά. Το PLX-DAQ παρέχει εύκολη ανάλυση υπολογιστικών φύλλων με δεδομένα που συλλέγονται σε πεδία, εργαστηριακή ανάλυση αισθητήρων και παρακολούθηση εξοπλισμού σε πραγματικό χρόνο.

## 4. Πειραματικό μέρος

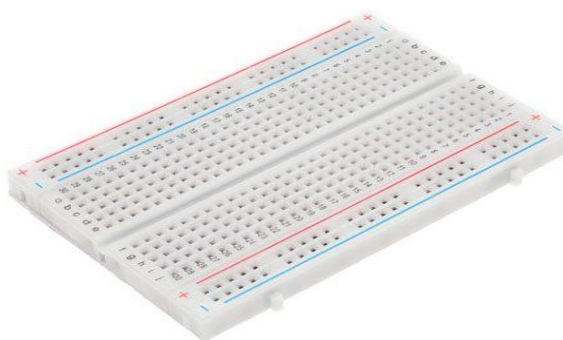
### 4.1. Hardware σύνδεσης

#### ❖ Arduino Uno Wifi

Στο πρακτικό κομμάτι της εργασίας, χρησιμοποιήθηκε η πλακέτα Arduino Uno Wifi. Τα χαρακτηριστικά της πλακέτας τα είδαμε αναλυτικά σε προηγούμενο κεφάλαιο (Ενότητα 2.1.3). Η σύνδεση με τον υπολογιστή έγινε κυρίως με OTA programming.

#### ❖ Breadboard

Το breadboard είναι μία πλαστική πλακέτα με υποδοχές. Στις μεσαίες υποδοχές η σύνδεση γίνεται σε οριζόντια διάταξη, ενώ στις άκρες σε κάθετη. Σε κάθε περίπτωση, οι διατάξεις, συνδέονται μεταξύ τους με αγώγιμο υλικό δημιουργώντας περισσότερες θέσεις για τους αισθητήρες και τα υπόλοιπα αναλώσιμα που χρησιμοποιούμε για τις ανάγκες της εργασίας (αντιστάσεις, πυκνωτές κτλ.).



72) Breadboard

#### ❖ Καλώδια

Τα καλώδια χρησιμεύουν στην επικοινωνία των αισθητηρίων με την πλακέτα. Συνήθως όλες οι συνδέσεις γίνονται πάνω στις υποδοχές του breadboard.



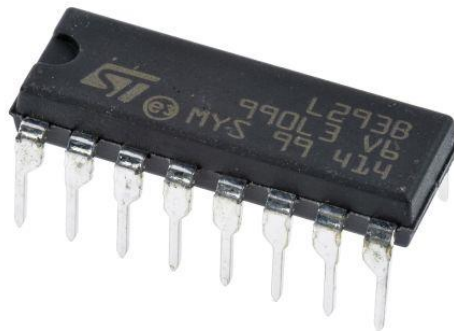
73) Καλώδια για χρήση σε arduino

### ❖ H-Bridge L293B

Τα H-Bridge χρησιμοποιούνται πολύ συχνά σε ηλεκτρονικά συστήματα, κυρίως για την κίνηση και τον έλεγχο των κινητήρων. Η βασική τους λειτουργία είναι ότι μετασχηματίζουν το ρεύμα από DC σε AC ή σε ίδιου τύπου ρεύμα, αλλά πιο ενισχυμένο (DC/DC, AC/AC). Για τις ανάγκες του εργασίας μας χρησιμοποιήσαμε το L293B το οποίο έχει ακριβώς τα ίδια χαρακτηριστικά και την ίδια διάταξη με το L293D. [15]

Χαρακτηριστικά του H-Bridge L293B	
Μέγιστο ρεύμα ανά κανάλι	1.2 A
Ρεύμα ανά κανάλι	600 mA
Εύρος τάσης	4.5 V - 36 V
Αριθμός καναλιών	4

(Πίνακας 4) H-Bridge L293B



74) H-Bridge L293B

### ❖ LED

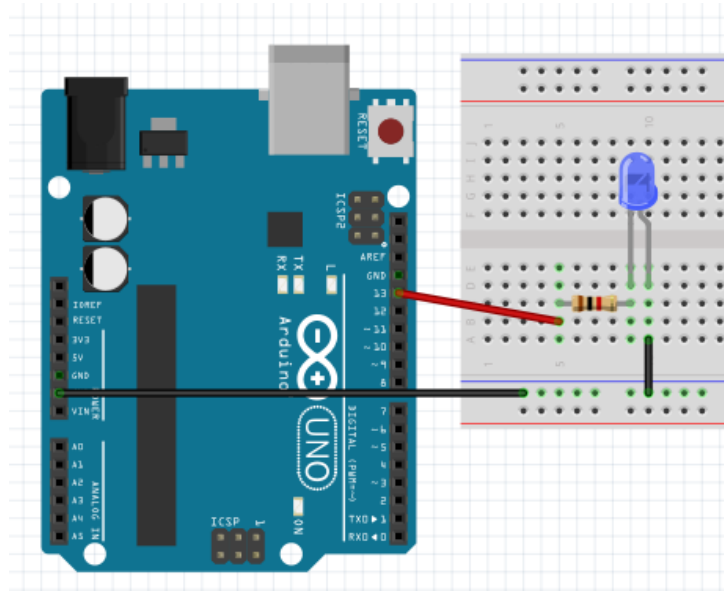
Στα πλαίσια της εργασίας μας χρησιμοποιήσαμε ένα LED χρώματος μπλε.



75) LED

<u>Χαρακτηριστικά LED</u>	
Τάση λειτουργίας	1.8V~2.2V
Μέγιστη ένταση ρεύματος	20mA
Προτεινόμενη ένταση ρεύματος	16 mA - 18mA
Ένταση φωτεινότητας	150 mcd - 200mcd

(Πίνακας 5) Χαρακτηριστικά LED



76) Συνδεσμολογία LED

### ❖ Σωλήνες σιλικόνης

Οι σωλήνες σιλικόνης θα μας χρησιμεύσουν στο κομμάτι του αυτόματου ποτίσματος.



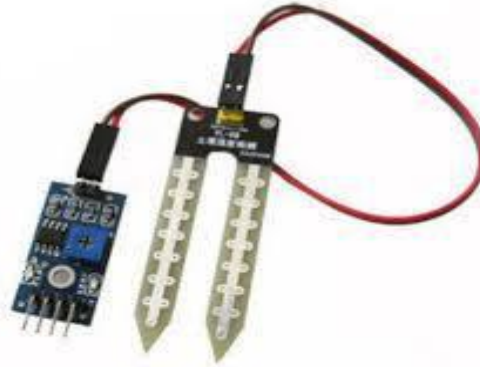
77) Σωλήνες σιλικόνης



## 4.2. Αισθητήρες

Για την υλοποίηση του πειραματικού μέρους χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω αισθητήρες:

### ❖ Αισθητήρας υγρασίας εδάφους [16]



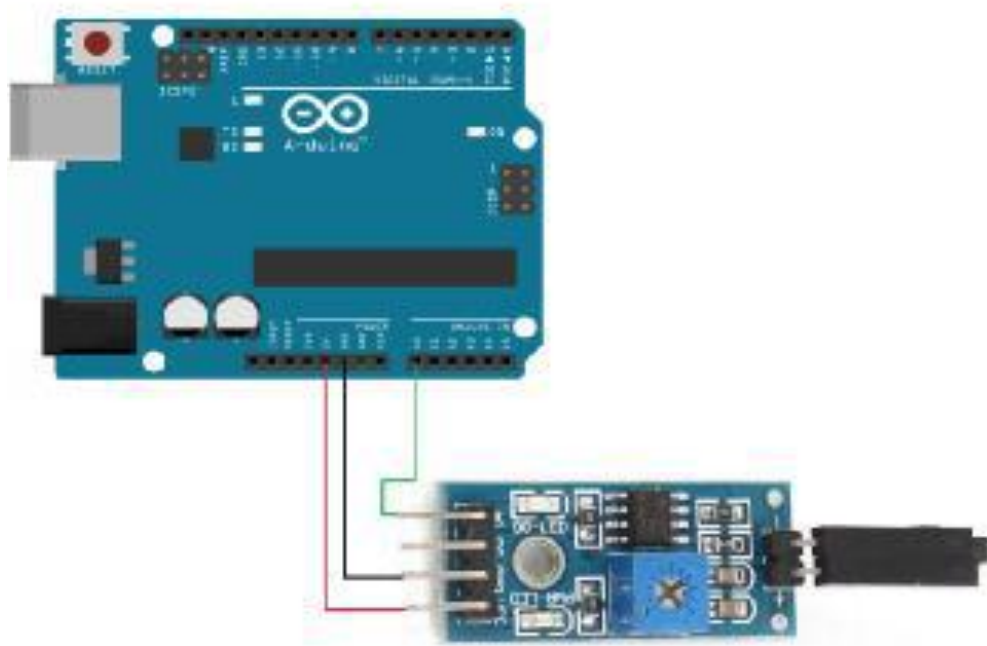
78) Αισθητήρας υγρασίας εδάφους

<b><u>Χαρακτηριστικά αισθητήρα υγρασίας εδάφους</u></b>	
<b>Τάση λειτουργίας</b>	3.3V~5V
<b>Chip συγκριτή</b>	LM393
<b>Διαστάσεις Panel PCB</b>	3cm
<b>Διαστάσεις Probe εδάφους</b>	6cm
<b>Μήκος καλωδίου</b>	21cm

(Πίνακας 6) Χαρακτηριστικά αισθητήρα υγρασίας εδάφους

Ο αισθητήρας υγρασίας εδάφους διαθέτει τέσσερα pins τα οποία συνδέονται ως εξής :

- Pin 1 → A0 (Αναλογική είσοδος A0-A5)
- Pin 2 → D0 (Δεν συνδέεται)
- Pin 3 → GND (Γείωση)
- Pin 4 → VCC (Τάση τροφοδοσίας 5V)



79) Συνδεσμολογία αισθητήρα υγρασίας εδάφους

❖ **Αισθητήρας θερμοκρασίας εδάφους (DS18B20) [19]**



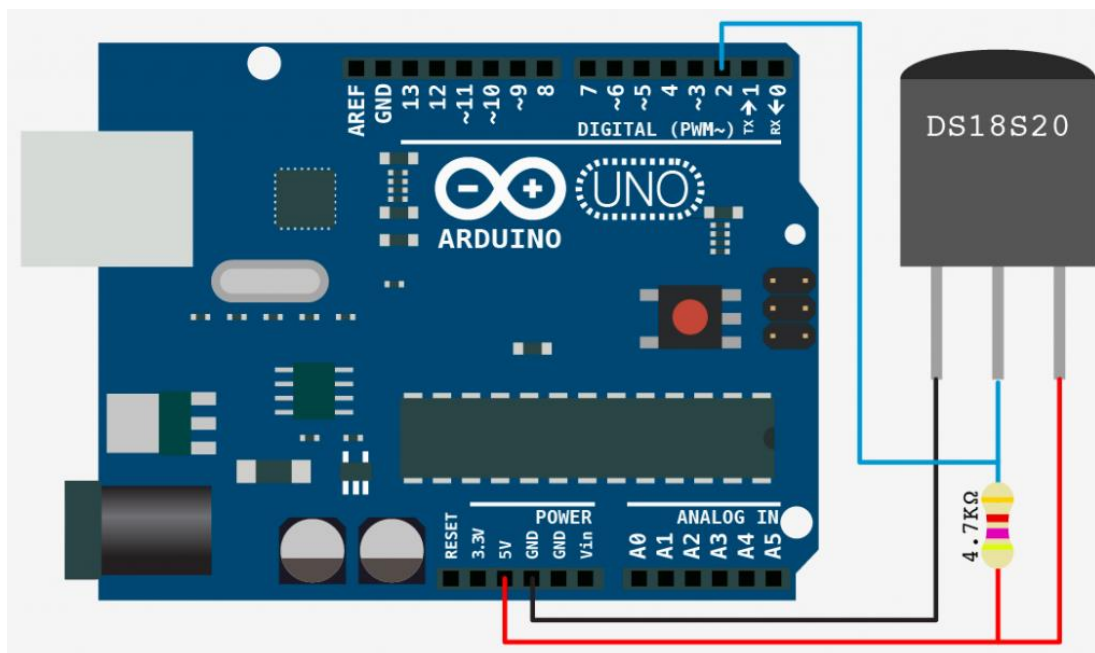
80) Αισθητήρας θερμοκρασίας εδάφους

<u>Χαρακτηριστικά αισθητήρα θερμοκρασίας εδάφους</u>	
Τάση λειτουργίας	3.0V~5.5V
Εύρος θερμοκρασίας	(-55°C) ~ (+125°C)
Ακρίβεια	± 0.5 ° C
Εύρος θερμοκρασιών με ακρίβεια	(-10 ° C) ~ (+ 85 ° C)
Ρεύμα λειτουργίας	1.5mA

(Πίνακας 7) Χαρακτηριστικά αισθητήρα θερμοκρασίας εδάφους

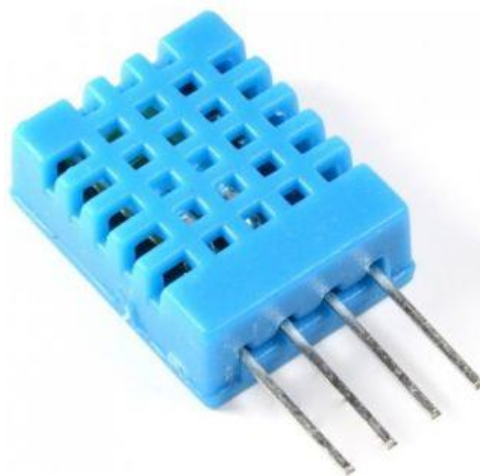
Ο αισθητήρας θερμοκρασίας εδάφους διαθέτει τρία pins τα οποία συνδέονται ως εξής :

- Pin 1 → D0 (Ψηφιακή είσοδος D0-D13)
- Pin 2 → GND (Γείωση)
- Pin 3 → VCC (Τάση τροφοδοσίας 5V)



81) Συνδεσμολογία αισθητήρα θερμοκρασίας εδάφους

❖ Αισθητήρας υγρασίας & θερμοκρασίας (DHT11) [18]



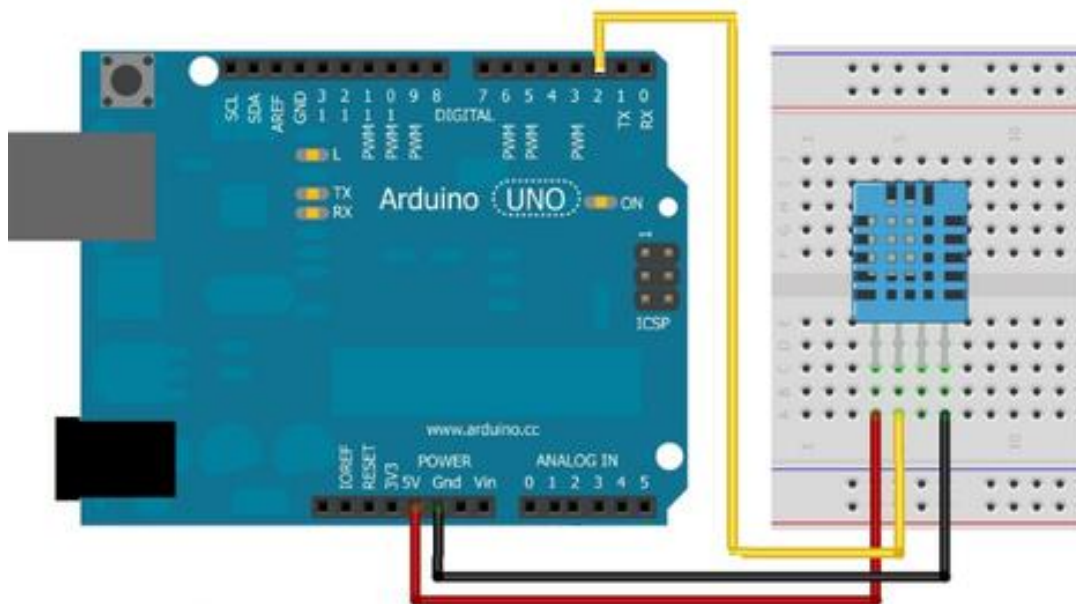
82) Αισθητήρας υγρασίας & θερμοκρασίας

<u>Χαρακτηριστικά αισθητήρα υγρασίας &amp; θερμοκρασίας</u>	
Τάση λειτουργίας	3.5V~5.5V
Εύρος θερμοκρασίας	(-20°C) ~ (+95°C)
Ακρίβεια θερμοκρασίας	± 2 ° C
Εύρος υγρασίας	20% - 80%
Ακρίβεια υγρασίας	± 5 %
Ρεύμα λειτουργίας	2.5mA

(Πίνακας 8) Χαρακτηριστικά αισθητήρα υγρασίας & θερμοκρασίας

Ο αισθητήρας υγρασίας & θερμοκρασίας περιβάλλοντος διαθέτει τέσσερα pins τα οποία συνδέονται ως εξής :

- Pin 1 → VCC (Τάση τροφοδοσίας 5V)
- Pin 2 → D0 (Ψηφιακή είσοδος D0-D13)
- Pin 3 → NC (Δεν συνδέεται)
- Pin 4 → GND (Γείωση)



83) Συνδεσμολογία αισθητήρα υγρασίας & θερμοκρασίας

❖ **Αντλία αέρος με κινητήρα 6V (AM-265) [17]**

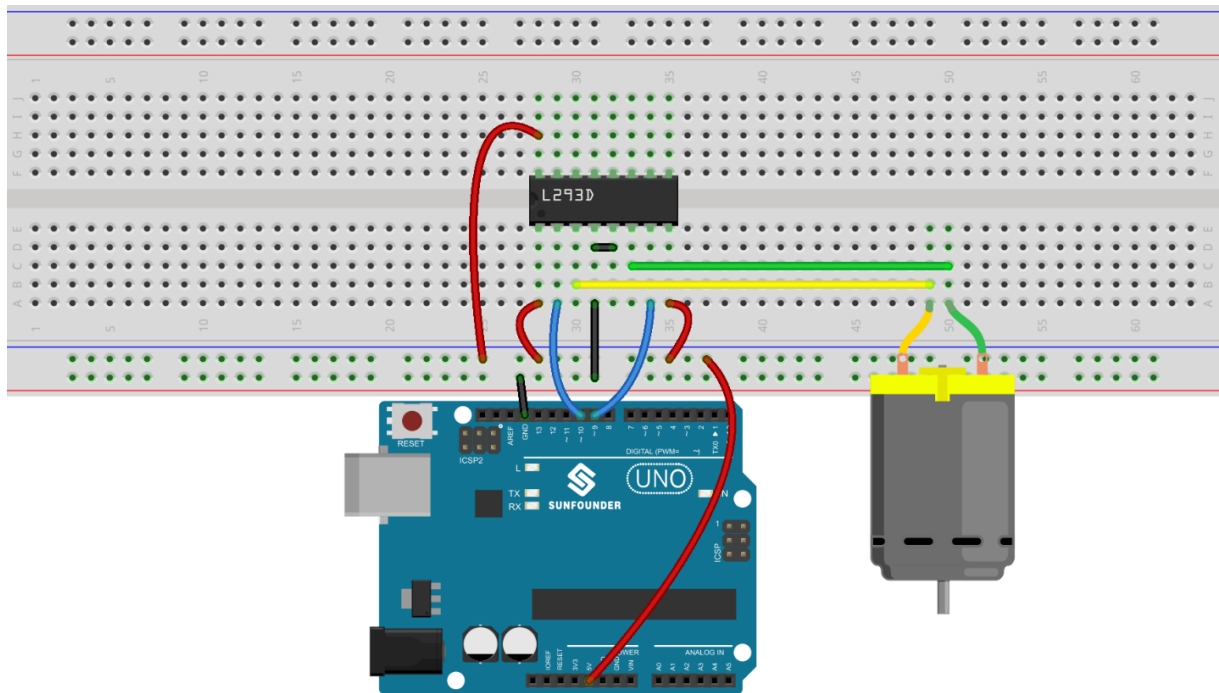
Για τις ανάγκες του πειράματός μας χρησιμοποιήσαμε κινητήρα σταθερής τάσης, ο οποίος είναι διαμορφωμένος να λειτουργεί ως αντλία αέρος.



84) Αντλία αέρος με κινητήρα

<b><u>Χαρακτηριστικά αντλίας αέρος με κινητήρα</u></b>	
<b>Εύρος τάσης λειτουργίας</b>	3V ~ 7V
<b>Τάση λειτουργίας</b>	6V
<b>Ρεύμα λειτουργίας σε αναμονή</b>	200mA
<b>Κατανάλωση ρεύματος</b>	430mA
<b>Χρόνος διατήρησης πίεσης</b>	11.5sec
<b>Μέγιστη πίεση</b>	400mmHg
<b>Διαρροή αέρος</b>	3.0mmHg/min
<b>Θόρυβος</b>	55.0dB

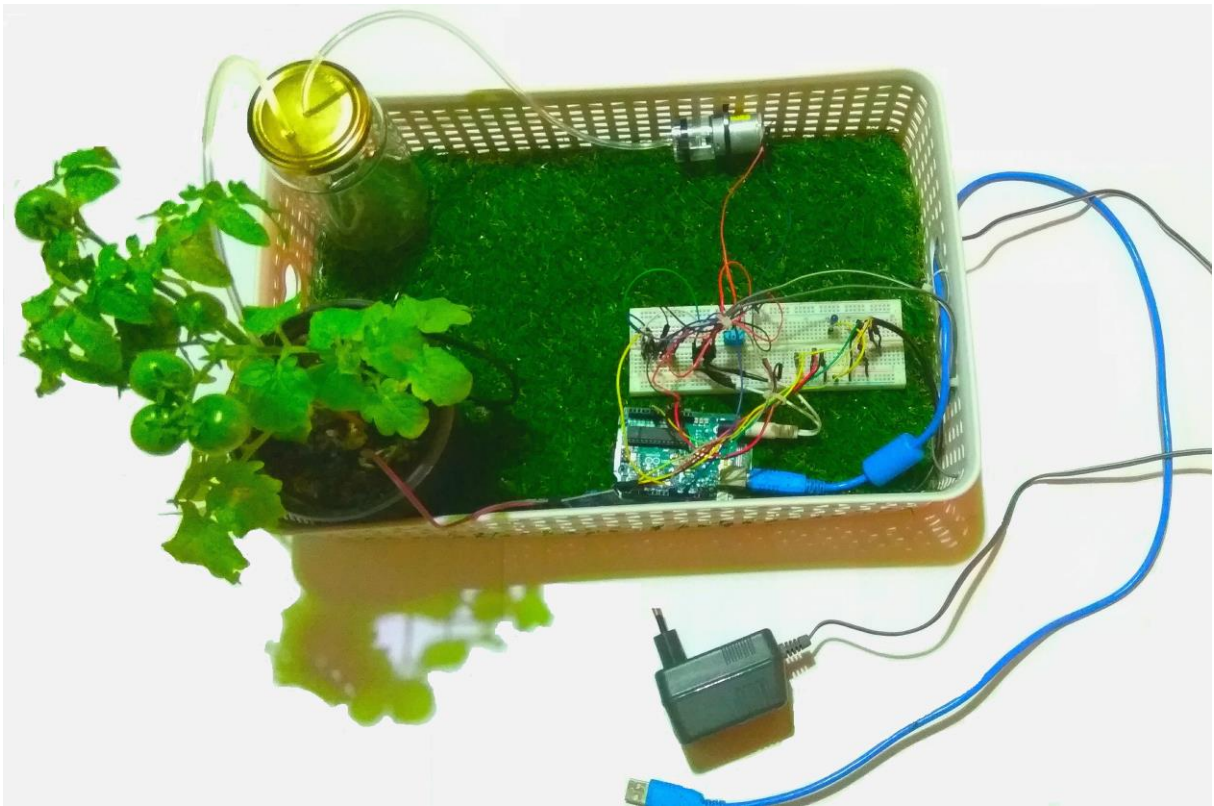
(Πίνακας 9) Χαρακτηριστικά αντλίας αέρος με κινητήρα



85) Συνδεσμολογία αντλίας αέρος με κινητήρα

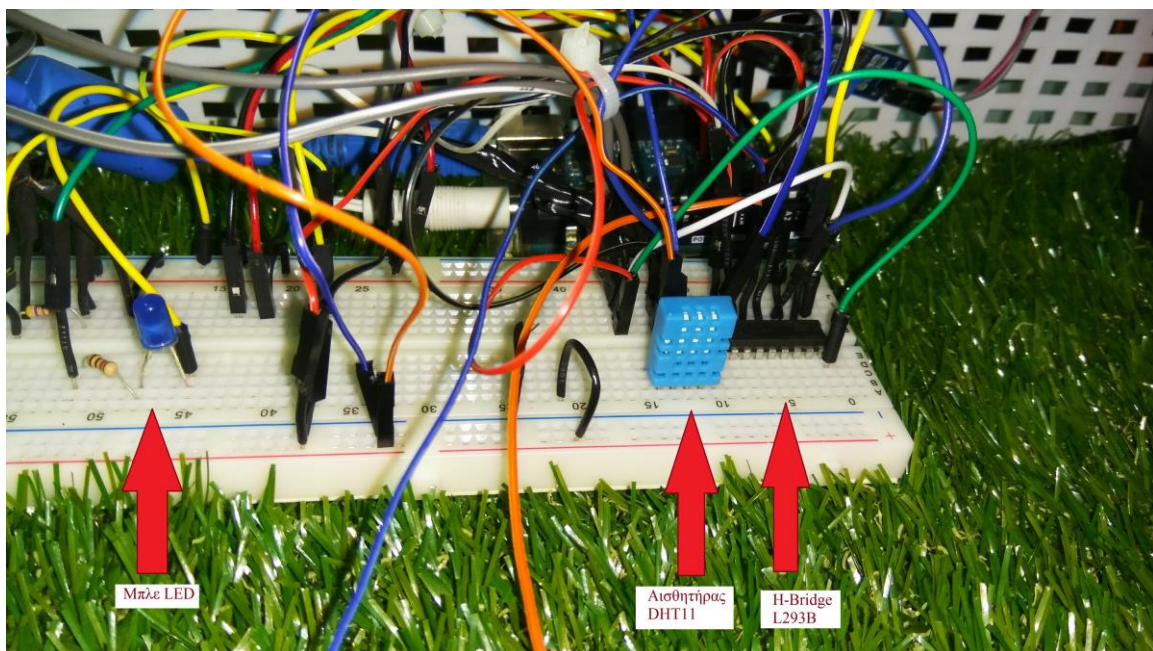
### 4.3. Μακέτα

Στην εικόνα 83 βλέπουμε την τελική μορφή του πειραματικού μέρους.

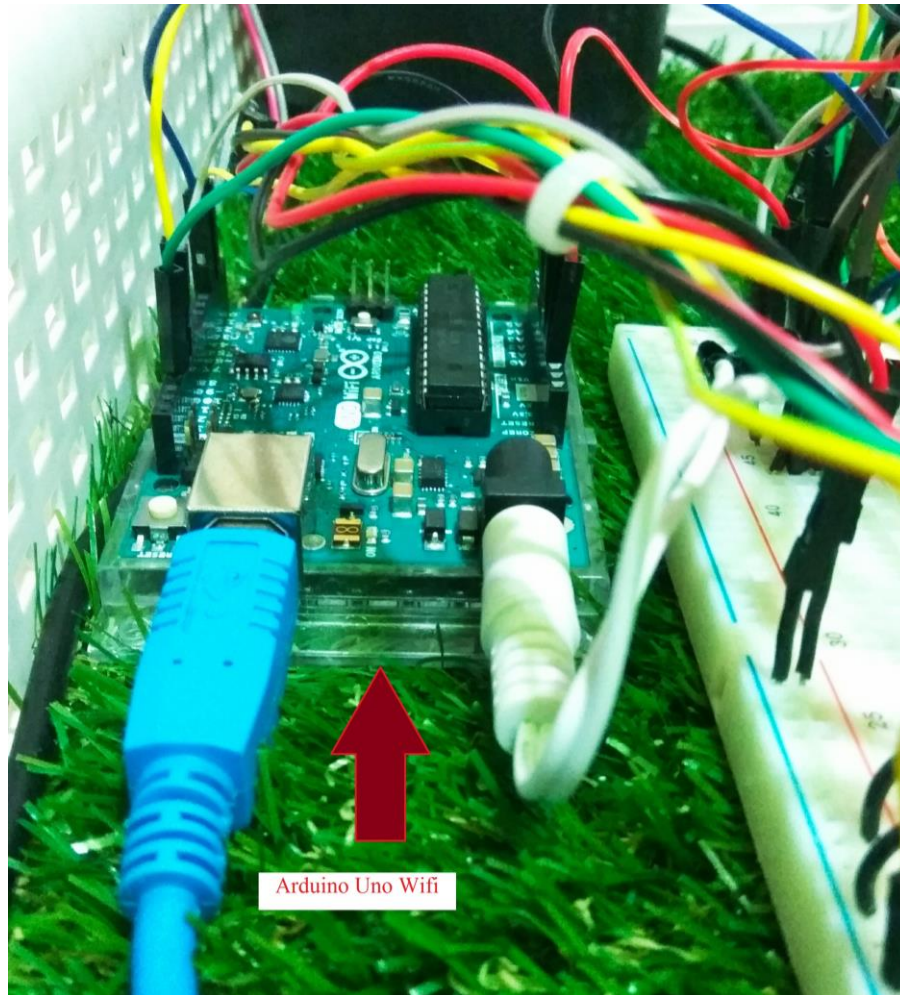


86) Μακέτα

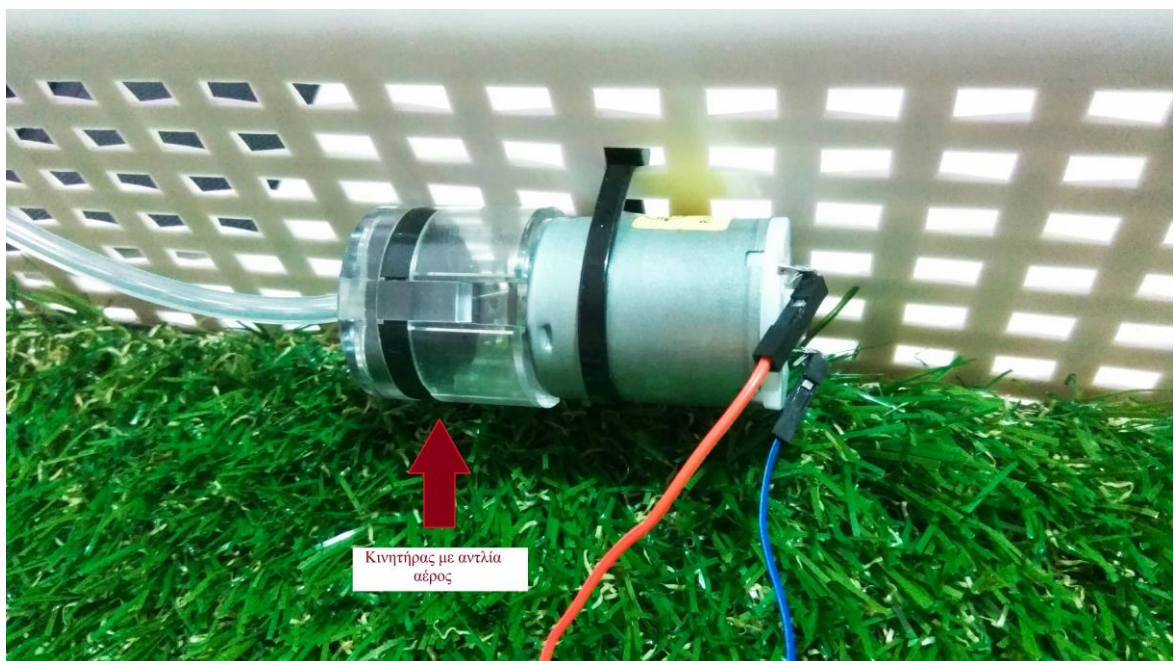
Πιο αναλυτικά θα δούμε σε φωτογραφίες παρακάτω μεμονωμένα το hardware που χρησιμοποιήσαμε.



87) Breadboard Hardware

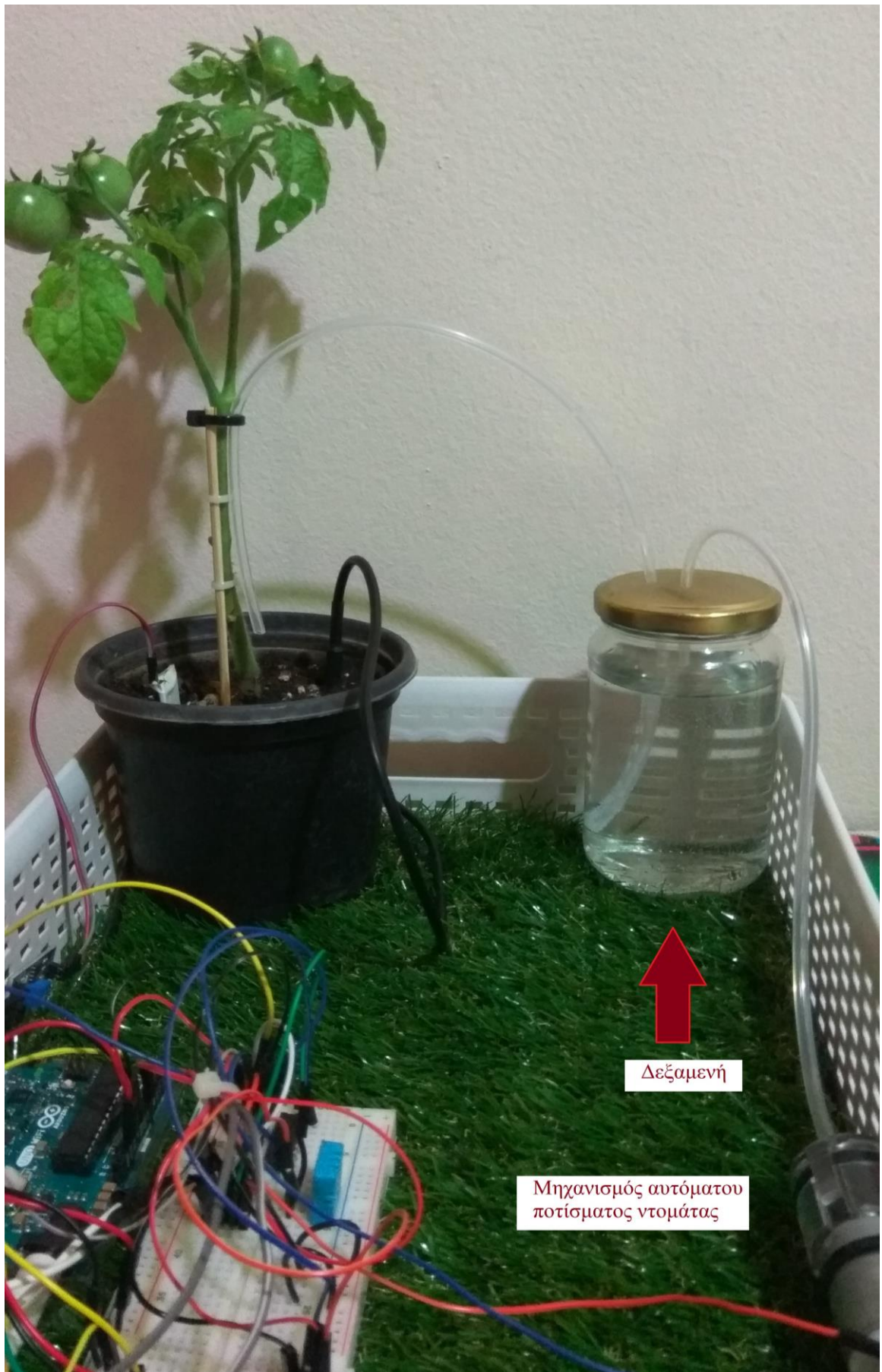


88) Πλακέτα Arduino



89) Αντλία αέρος





90) Μηχανισμός Αυτόματου ποτίσματος

## 5. Προγραμματιστικό μέρος

### 5.1. Επιμέρους τμήματα κώδικα

#### ❖ Κώδικας αισθητηρίων θερμοκρασίας γώματος

//Εισαγωγή Βιβλιοθηκών

```
#include <UnoWiFiDevEd.h>
```

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <OneWire.h>
```

```
#include <DallasTemperature.h>
```

**OneWire oneWire(2);** //Ορίζουμε ότι στην θέση 2 έχουμε συνδέσει τον αισθητήρα DS18B20 (soil\_temperature)

**DallasTemperature sensors(&oneWire);** //Ορίζουμε το όνομα της συνάρτησης του αισθητήρα DS18B20

//Ορίζουμε τον τύπο των μεταβλητών

```
int soil_temp;
```

```
void setup() {
```

```
  sensors.begin(); //Ενεργοποιούμε την συνάρτηση sensors
```

**Serial.begin(9600);** //Αρχικοποιούμε την συχνότητα επικοινωνίας των αισθητηρίων μας με το serial monitor και το PLX-DAQ

// Ορίζουμε τις ετικέτες για τις στήλες του Excel

```
  Serial.println("CLEARDATA");
```

```
  Serial.println("LABEL,TIME,Humidity(%),Temperature(°C),Soil  
  Humidity(%),Soil Temperature (°C),Air Pump Status");
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
  sensors.requestTemperatures(); //Διαβάζουμε την τιμή του DS18B20
```

```
  soil_temp = sensors.getTempCByIndex(0); //Καταχωρούμε την τιμή στη μεταβλητή  
  soil_temperature
```

//Τύπωση μεταβλητών στις αντίστοιχες στήλες του Excel

```
  Serial.print("DATA,TIME,");
```

```
  Serial.print(soil_temp);
```

```
    delay(45000); //Εισαγωγή καθυστέρησης 45sec μεταξύ των επαναλήψεων του
προγράμματος
}
```

#### ❖ Κώδικας αισθητηρίου θερμοκρασίας γώματος

//Εισαγωγή Βιβλιοθηκών

```
#include <UnoWiFiDevEd.h>
```

//Ορίζουμε τον τύπο των μεταβλητών

```
int soil_hum;
```

```
void setup() {
```

```
    Serial.begin(9600); //Αρχικοποιούμε την συχνότητα επικοινωνίας των αισθητηρίων
μας με το serial monitor και το PLX-DAQ
```

// Ορίζουμε τις ετικέτες για τις στήλες του Excel

```
Serial.println("CLEARDATA");
```

```
Serial.println("LABEL,TIME,Humidity(%),Temperature(°C),Soil
Humidity(%),Soil Temperature (°C),Air Pump Status ");
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
    soil_hum = analogRead(A0); //Διαβάζει την τιμή στην αναλογική θέση 0 (A0)
```

```
    soil_hum = constrain(soil_hum, 400, 1023); //Εισαγωγή εύρους τιμών
```

soil\_hum = map(soil\_hum, 400, 1023, 100, 0); //Θέτουμε ότι η τιμή 400 σημαίνει 100 και το 1023 σημαίνει 0

//Τύπωση μεταβλητών στις αντίστοιχες στήλες του Excel

```
Serial.print("DATA,TIME,");
```

```
Serial.print(soil_hum);
```

```
    delay(45000); //Εισαγωγή καθυστέρησης 45sec μεταξύ των επαναλήψεων του
προγράμματος
```

```
}
```

❖ Κώδικας αισθητηρίου θερμοκρασίας και υγρασίας περιβάλλοντος

//Εισαγωγή Βιβλιοθηκών

**#include <UnoWiFiDevEd.h>**

**#include <dht.h>**

//Ορίζουμε ότι στην ψηφιακή θέση 4 έχουμε συνδέσει τον αισθητήρα dht11

**dht DHT;**

**#define DHT11\_PIN 4**

//Ορίζουμε τον τύπο των μεταβλητών

**int hum;**

**int temp;**

**void setup() {**

**Serial.begin(9600);** //Αρχικοποιούμε την συχνότητα επικοινωνίας των αισθητηρίων μας με το serial monitor και το PLX-DAQ

// Ορίζουμε τις ετικέτες για τις στήλες του Excel

**Serial.println("CLEARDATA");**

**Serial.println("LABEL,TIME,Humidity(%),Temperature(°C),Soil Humidity(%),Soil Temperature (°C),Air Pump Status ");**

**}**

**void loop() {**

**int chk = DHT.read11(DHT11\_PIN);** //Διαβάζουμε την τιμή του αισθητήρα μας

**hum = DHT.humidity;** //Καταχωρούμε την τιμή της υγρασίας στη μεταβλητή hum

**temp = DHT.temperature;** //Καταχωρούμε την τιμή της θερμοκρασίας στη μεταβλητή temp

//Τύπωση μεταβλητών στις αντίστοιχες στήλες του Excel

**Serial.print("DATA,TIME,");**

**Serial.print(hum);**

**Serial.print(",");**

**Serial.print(temp);**

**delay(45000);** //Εισαγωγή καθυστέρησης 45sec μεταξύ των επαναλήψεων του προγράμματος

**}**

```

❖ Κώδικας αντλίας αέρος
//Εισαγωγή Βιβλιοθηκών

#include <UnoWiFiDevEd.h>

int airPump1 = 10; //Ορίζουμε τη μεταβλητή για το airPump (Input 1)

int airPump2 = 11; //Ορίζουμε τη μεταβλητή για το airPump (Input 2)

//Ορίζουμε τον τύπο των μεταβλητών

int soil_hum;

void setup() {

  Serial.begin(9600); //Αρχικοποιούμε την συχνότητα επικοινωνίας των αισθητηρίων μας
  με το serial monitor και το PLX-DAQ

  pinMode(airPump1,OUTPUT); //Ενεργοποιούμε την υποδοχή (Input 1)

  pinMode(airPump2,OUTPUT); //Ενεργοποιούμε την υποδοχή (Input 2)

  // Ορίζουμε τις ετικέτες για τις στήλες του Excel

  Serial.println("CLEARDATA");

  Serial.println("LABEL,TIME,Humidity(%),Temperature(°C),Soil Humidity(%),Soil
  Temperature (°C),Air Pump Status");

}

void loop() {

  soil_hum = analogRead(A0); //Διαβάζει την τιμή στην αναλογική θέση 0 (A0)

  soil_hum = constrain(soil_hum, 400, 1023); //Εισαγωγή εύρους τιμών

  soil_hum = map(soil_hum, 400, 1023, 100, 0); //Θέτουμε ότι η τιμή 400 σημαίνει 100 και
  το 1023 σημαίνει 0

  //Τύπωση μεταβλητών στις αντίστοιχες στήλες του Excel

  Serial.print("DATA,TIME,");

  //Θέτουμε τη συνθήκη κατά την οποία θα ενεργοποιείται το αυτόματο πότισμα για 45sec

  //Επίσης με την ενεργοποίηση του αυτόματου ποτίσματος ανάβει και το μπλε Led

  //Όταν η συνθήκη δεν εκπληρώνεται απενεργοποιούνται και τα δύο

  if (soil_hum <= 60){

    digitalWrite(airPump1,HIGH);

    digitalWrite(airPump2,LOW);

    Serial.println("working ");
  }
}

```

```

    delay(15000);

    digitalWrite(airPump1,LOW);
}
else {
    digitalWrite(airPump1,LOW);
    digitalWrite(airPump2,LOW);
    Serial.println("stopped ");
}

delay(45000); //Εισαγωγή καθυστέρησης 45sec μεταξύ των επαναλήψεων του
προγράμματος
}

```

#### ❖ Κώδικας μπλε LED

//Εισαγωγή Βιβλιοθηκών

```
#include <UnoWiFiDevEd.h>
```

//Ορίζουμε τον τύπο των μεταβλητών

```
int soil_hum;
```

```
void setup() {
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
    soil_hum = analogRead(A0); //Διαβάζει την τιμή στην αναλογική θέση 0 (A0)
```

```
    soil_hum = constrain(soil_hum, 400, 1023); //Εισαγωγή εύρους τιμών
```

```
    soil_hum = map(soil_hum, 400, 1023, 100, 0); //Θέτουμε ότι η τιμή 400 σημαίνει 100 και
το 1023 σημαίνει 0
```

//Θέτουμε τη συνθήκη κατά την οποία θα ενεργοποιείται το αυτόματο πότισμα για 45sec

//Επίσης με την ενεργοποίηση του αυτόματου ποτίσματος ανάβει και το μπλε Led

//Όταν η συνθήκη δεν εκπληρώνεται απενεργοποιούνται και τα δύο

```
    if (soil_hum <= 60){
```

```
        digitalWrite(Blue_LED,HIGH);
```

```
        delay(15000);
```

```
        digitalWrite(Blue_LED,LOW);
```

```

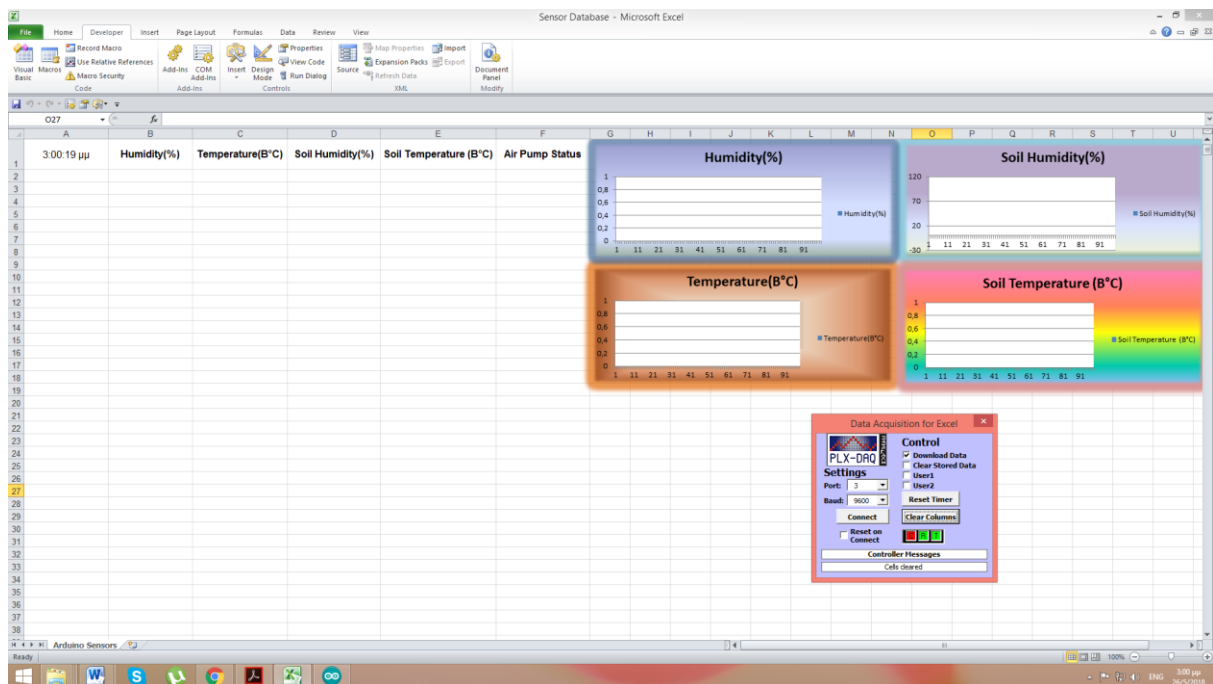
}
else {
    digitalWrite(Blue_LED,LOW);
}
delay(45000); //Εισαγωγή καθυστέρησης 45sec μεταξύ των επαναλήψεων του
προγράμματος
}

```

## 6. Αποτελέσματα μετρήσεων

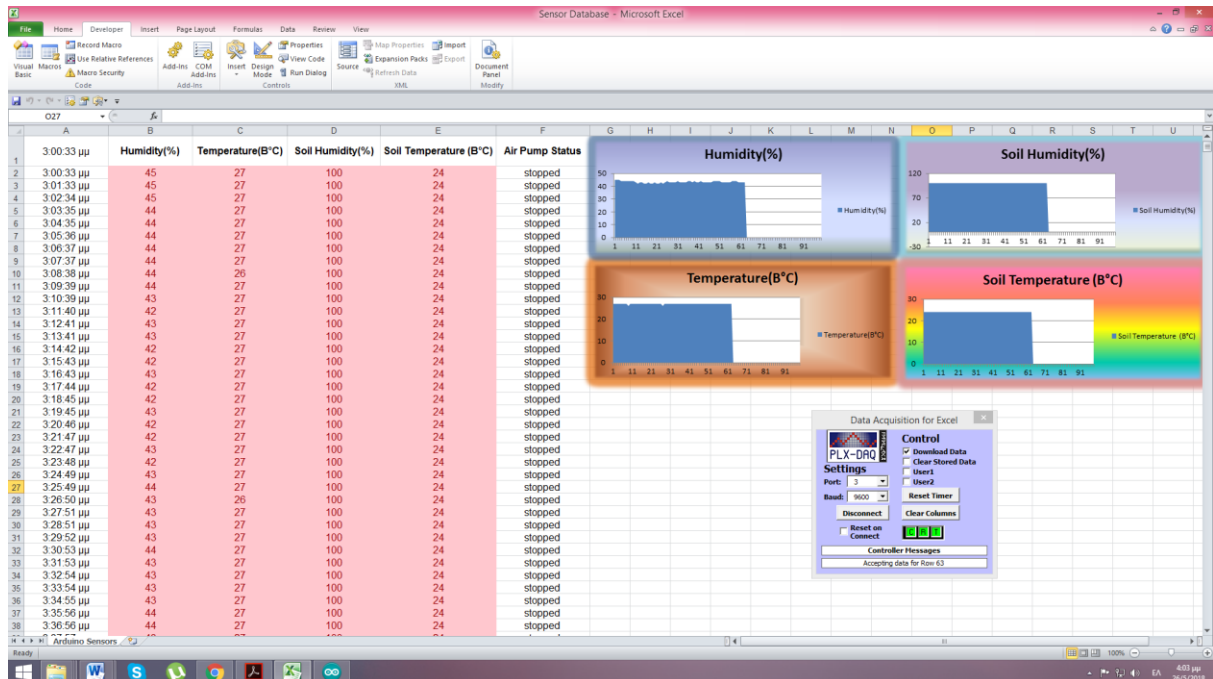
### 6.1. Βάση δεδομένων σε Excel

Για τη δημιουργία της βάσης δεδομένων επιλέξαμε το πρόγραμμα Microsoft Excel. Η εισαγωγή των μεταβλητών στη βάση δεδομένων, επιτυγχάνεται από μία εφαρμογή που ονομάζεται PLX-DAQ. Η εφαρμογή αυτή έχει προγραμματιστεί με τη βοήθεια της γλώσσας VBA, την οποία χρησιμοποιεί το Excel και βασίζεται στη Visual Basic. Το πρόγραμμα αυτό είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία του Excel με την πλατφόρμα Arduino. Το περιβάλλον της βάσης δεδομένων φαίνεται παρακάτω στην εικόνα 88.



91) Περιβάλλον βάσης δεδομένων στο Excel

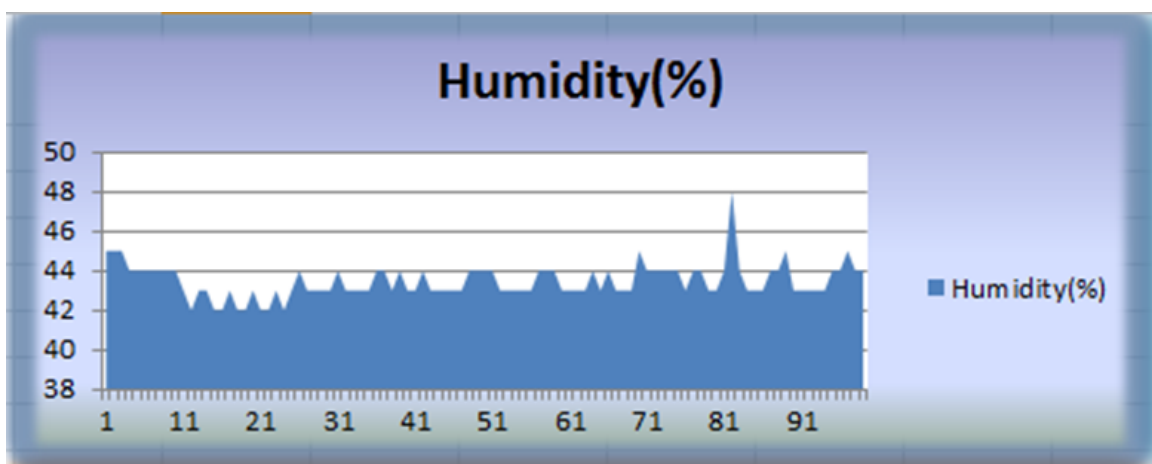
Συνεχίζοντας, στην εικόνα 89 βλέπουμε ένα κομμάτι της συμπληρωμένης, πλέον, βάσης δεδομένων.



92) Συμπληρωμένο λογιστικό φύλλο

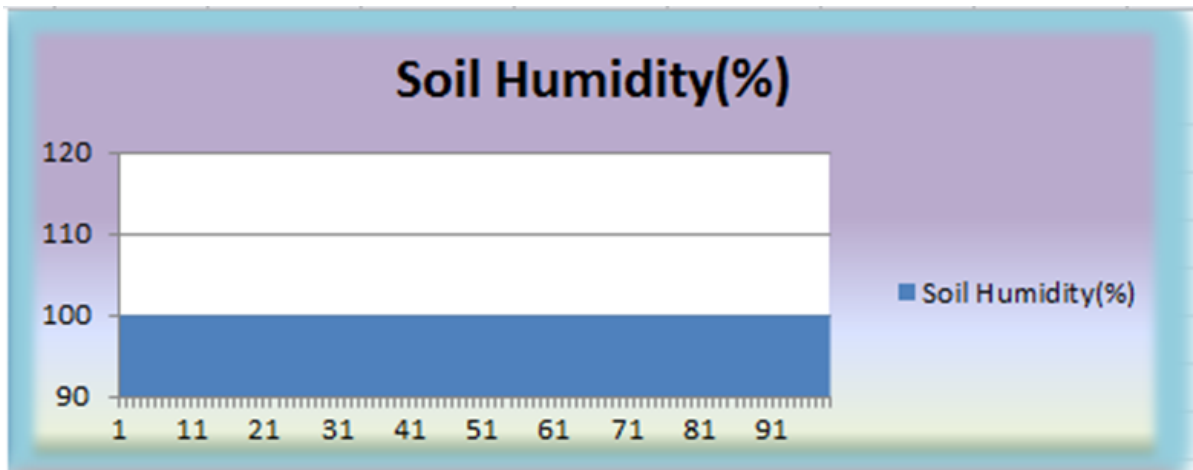
## 6.2. Γραφικές παραστάσεις από Excel

Παρακάτω θα δούμε τις γραφικές παραστάσεις που προκύπτουν από τις μεταβλητές των αισθητήρων μας. Τα γραφήματα προέρχονται από τις 100 πρώτες τιμές της κάθε στήλης, δηλαδή του κάθε αισθητήρα.

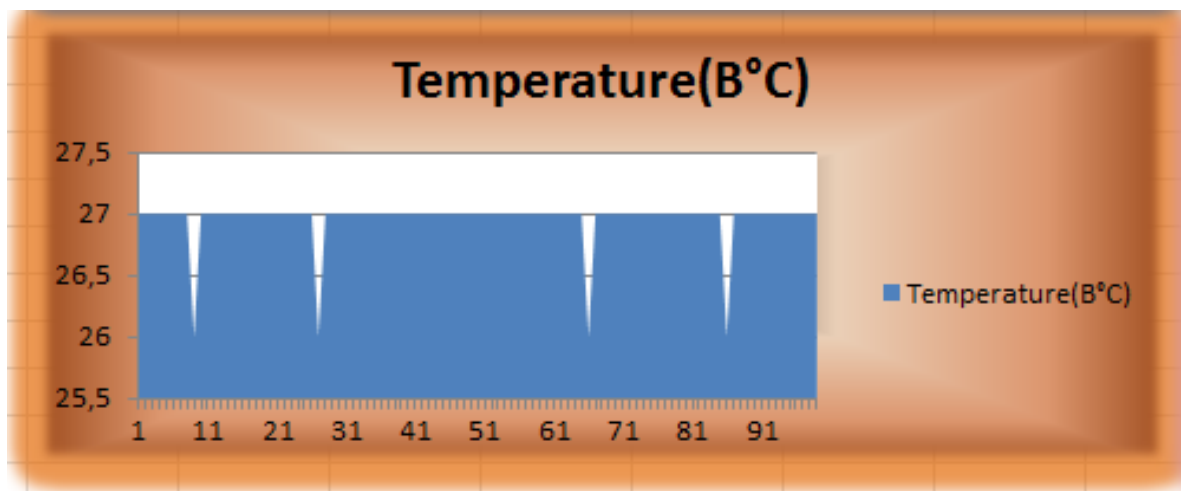


93) Γράφημα από αισθητήρα υγρασίας περιβάλλοντος

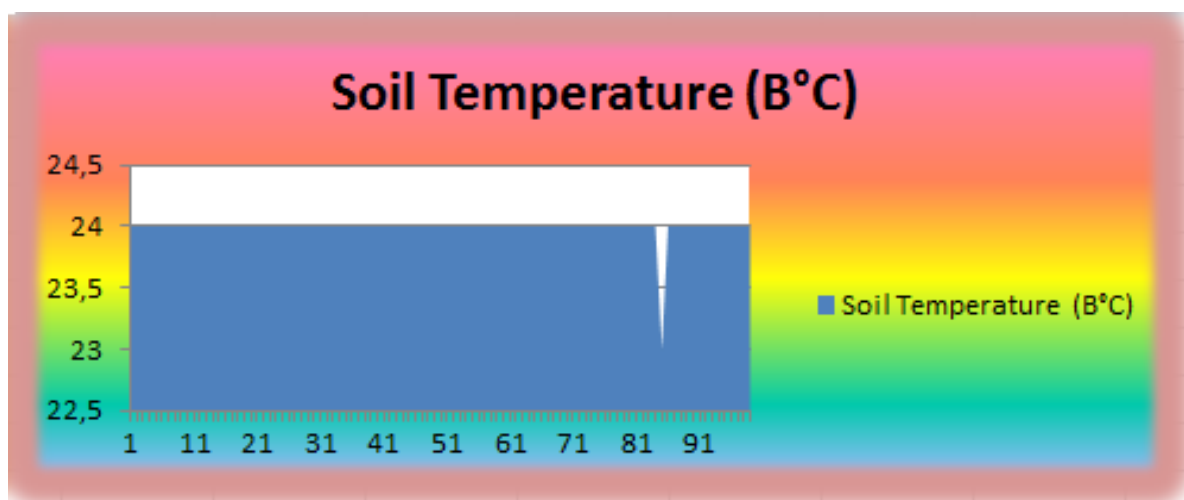




94) Γράφημα από αισθητήρα υγρασίας εδάφους



95) Γράφημα από αισθητήρα θερμοκρασίας περιβάλλοντος



96) Γράφημα από αισθητήρα θερμοκρασίας εδάφους

## 7. Γενικά Συμπεράσματα – Επεκτάσεις

Στην συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία έγινε περιγραφή της υλοποίησης και λειτουργίας ενός συστήματος ελέγχου και ανάλυσης μεταβλητών μέσω αισθητήρων με τη βοήθεια της πλατφόρμας Arduino. Τα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι ότι με χαμηλό κόστος και ελάχιστες γνώσεις προγραμματισμού μπορεί να πραγματοποιηθεί ένα σύστημα αυτομάτου ελέγχου και συλλογής χρήσιμων πληροφοριών για το χρήστη. Το σύστημα αυτό, μπορεί να βρει εφαρμογές στην κηπουρική, αλλά και στη γεωργία ακριβείας, καθώς παρέχει τη δυνατότητα συλλογής σημαντικών πληροφοριών για την κατάσταση του περιβάλλοντος ενός φυτού και παράλληλα καθιστά πιο εύκολη την ευζωία του, με τη βοήθεια του αυτόματου ποτίσματος.

Επιπλέον βελτιώσεις και επεκτάσεις που θα μπορούσαν να γίνουν στο σύστημα αυτό είναι :

- Χρήση πιο ακριβών αισθητήρων για μεγαλύτερη ακρίβεια στις μετρήσεις.
- Χρήση περισσότερων τύπων αισθητήρων, για μετρήσεις διαφορετικών μεταβλητών, όπως βαρομετρική πίεση, ένταση φωτισμού κτλ.
- Βελτιώσεις στο προγραμματιστικό κομμάτι για μείωση της απαιτούμενης μνήμης.
- Υλοποίηση εφαρμογής Arduino για αποστολή των δεδομένων απ' ευθείας σε κινητό τηλέφωνο.
- Αποστολή και αποθήκευση μεταβλητών σε online βάση δεδομένων.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] [Βικιπαίδεια, «Γεωπονία»](#), (προσπέλαση στις 17/3/2018)
- [2] [Σπύρος Φούντας, Θεοφάνης Γέμος, «Γεωργία Ακριβείας»,2015](#), (προσπέλαση στις 24/3/2018)
- [3] [Βικιπαίδεια, «Arduino»](#), (προσπέλαση στις 14/4/2018)
- [4] [Βικιπαίδεια, «Γεωργία»](#), (προσπέλαση στις 17/3/2018)
- [5] [Βικιπαίδεια, «Αγρανάπωση»](#), (προσπέλαση στις 17/3/2018)
- [6] [Βικιπαίδεια, «Αμειψισπορά»](#), (προσπέλαση στις 17/3/2018)
- [7] [Deltahacker, «Εισαγωγή στο Arduino – Το απόλυτο geek toy»](#), (προσπέλαση στις 14/4/2018)
- [8] [Robotica, «Τι είναι το Arduino;»](#), (προσπέλαση στις 14/4/2018)
- [9] [Arduino, «Arduino Products»](#), (προσπέλαση στις 16/4/2018)
- [10] [GRobotronics Learning, «Arduino UNO WiFi»](#), (προσπέλαση στις 17/4/2018)
- [11] [ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ, «ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΜΕΣΩ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ ARDUINO», ΔΑΡΜΑ ΣΟΦΙΑ, ΠΑΤΡΑ 2015](#), (προσπέλαση στις 18/4/2018)
- [12] [Arduino, «Getting started with the Arduino Uno WiFi»](#), (προσπέλαση στις 19/4/2018)
- [13] [GCFLearnFree.org «Excel 2010: Getting Started with Excel»](#), (προσπέλαση στις 30/4/2018)
- [14] [Πανεπιστήμιο Αιγαίου, «Εισαγωγή στο Microsoft Office Excel 2007»](#), (προσπέλαση στις 3/5/2018)
- [15] [Grobotronics, «Motor Driver L293D»](#), (προσπέλαση στις 14/5/2018)
- [16] [Grobotronics, «Αισθητήρας Υγρασίας Εδάφους»](#), (προσπέλαση στις 14/5/2018)
- [17] [Grobotronics, «Micro Air Pump Motor - 6V \(AM-265\)»](#), (προσπέλαση στις 14/5/2018)

- [18] [Grobotronics, «Αισθητήρας Υγρασίας & Θερμοκρασίας DHT11»](#), (προσπέλαση στις 14/5/2018)
- [19] [Grobotronics, «Αισθητήρας Θερμοκρασίας DS18B20 Αδιάβροχος»](#), (προσπέλαση στις 14/5/2018)
- [20] [Wikipedia, «Visual Basic for Applications»](#), (προσπέλαση στις 27/5/2018)
- [21] [Ggeorgiou, «Τι είναι Excel VBA»](#), (προσπέλαση στις 27/5/2018)

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### ❖ Ολοκληρωμένος κώδικας εκτέλεσης προγράμματος arduino

//Εισαγωγή Βιβλιοθηκών

```
#include <UnoWiFiDevEd.h>
```

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <OneWire.h>
```

```
#include <DallasTemperature.h>
```

```
#include <dht.h>
```

//Ορίζουμε ότι στην ψηφιακή θέση 4 έχουμε συνδέσει τον αισθητήρα dht11

```
dht DHT;
```

```
#define DHT11_PIN 4
```

```
int airPump1 = 10; //Ορίζουμε τη μεταβλητή για το airPump (Input 1)
```

```
int airPump2 = 11; //Ορίζουμε τη μεταβλητή για το airPump (Input 2)
```

```
int Blue_LED = 13; //Ορίζουμε τη μεταβλητή για το Blue_LED
```

```
OneWire oneWire(2); //Ορίζουμε ότι στην θέση 2 έχουμε συνδέσει τον αισθητήρα DS18B20 (soil_temperature)
```

```
DallasTemperature sensors(&oneWire); //Ορίζουμε το όνομα της συνάρτησης του αισθητήρα DS18B20
```

//Ορίζουμε τον τύπο των μεταβλητών

```
int soil_hum;
```

```
int soil_temp;
```

```

int hum;

int temp;

int loops;

int Reset = 7; //Ορίζουμε την υποδοχή που ενεργοποιεί το Reset του arduino

void setup() {

    sensors.begin(); //Ενεργοποιούμε την συνάρτηση sensors

    Serial.begin(9600); //Αρχικοποιούμε την συχνότητα επικοινωνίας των αισθητηρίων μας
    με το serial monitor και το PLX-DAQ

    pinMode(Reset,OUTPUT); //Ενεργοποιούμε την υποδοχή (Reset)
digitalWrite(Reset,HIGH); //Θέτουμε την έξοδο σε κατάσταση HIGH

    pinMode(airPump1,OUTPUT); //Ενεργοποιούμε την υποδοχή (Input 1)
pinMode(airPump2,OUTPUT); //Ενεργοποιούμε την υποδοχή (Input 2)

    pinMode(Blue_LED, OUTPUT); //Ενεργοποιούμε την υποδοχή του Blue_LED

    // Ορίζουμε τις ετικέτες για τις στήλες του Excel

    Serial.println("CLEARDATA");

    Serial.println("LABEL,TIME,Humidity(%),Temperature(°C),Soil Humidity(%),Soil
    Temperature (°C),Air Pump Status");

}

```

```

void loop() {

    int chk = DHT.read11(DHT11_PIN); //Διαβάζουμε την τιμή του αισθητήρα μας

    hum = DHT.humidity; //Καταχωρούμε την τιμή της υγρασίας στη μεταβλητή hum

    temp = DHT.temperature; //Καταχωρούμε την τιμή της θερμοκρασίας στη μεταβλητή
temp

    sensors.requestTemperatures(); //Διαβάζουμε την τιμή του DS18B20

    soil_temp = sensors.getTempCByIndex(0); //Καταχωρούμε την τιμή στη μεταβλητή
soil_temperature

    soil_hum = analogRead(A0); //Διαβάζει την τιμή στην αναλογική θέση 0 (A0)

    soil_hum = constrain(soil_hum, 400, 1023); //Εισαγωγή εύρους τιμών

    soil_hum = map(soil_hum, 400, 1023, 100, 0); //Θέτουμε ότι η τιμή 400 σημαίνει 100 και
το 1023 σημαίνει 0

    //Τύπωση μεταβλητών στις αντίστοιχες στήλες του Excel

    Serial.print("DATA,TIME,");

    Serial.print(hum);

    Serial.print(",");

    Serial.print(temp);

    Serial.print(",");

    Serial.print(soil_hum);

    Serial.print(",");

    Serial.print(soil_temp);

    Serial.print(",");

```

//Θέτουμε τη συνθήκη κατά την οποία θα ενεργοποιείται το αυτόματο πότισμα για 45sec

//Επίσης με την ενεργοποίηση του αυτόματου ποτίσματος ανάβει και το μπλε Led

//Όταν η συνθήκη δεν εκπληρώνεται απενεργοποιούνται και τα δύο

```
if (soil_hum <= 60){  
    digitalWrite(airPump1,HIGH);  
    digitalWrite(airPump2,LOW);  
    digitalWrite(Blue_LED,HIGH);  
    Serial.println("working ");  
    delay(15000);  
    digitalWrite(airPump1,LOW);  
    digitalWrite(Blue_LED,LOW);  
}  
else {  
    digitalWrite(airPump1,LOW);  
    digitalWrite(airPump2,LOW);  
    digitalWrite(Blue_LED,LOW);  
    Serial.println("stopped ");  
}
```

//Ενεργοποιεί την υποδοχή Reset του arduino κάθε 100 κύκλους

```
if (loops == 99){  
    digitalWrite(Reset,LOW);  
    delay(1000);  
    digitalWrite(Reset,HIGH);  
}
```

**loops = loops + 1;** //Αυξάνει τη μεταβλητή loops κατά ένα



```
delay(45000); //Εισαγωγή καθυστέρησης 45sec μεταξύ των επαναλήψεων του  
προγράμματος  
}
```