

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΜΕΣΩ ARDUINO»



ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΠΑΥΛΙΔΗΣ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΓΓΕΛΟΣ ΓΙΑΚΟΥΜΗΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ ΕΑΡΙΝΟ ΕΞΑΜΗΝΟ 2022

Τίτλος: Ανάπτυξη Θερμοκηπίου μέσω Arduino

Κωδικός: 21206

Όνοματεπώνυμο φοιτητή: Παυλίδης Νικόλαος

Όνοματεπώνυμο εισηγητή: Άγγελος Γιακουμής

Ημερομηνία ανάληψης: 22/03/2021

Ημερομηνία περάτωσης: 4/09/2022

Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω καταγράψει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών, εικόνων και κειμένου, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά ως διπλωματική εργασία, στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή Παύλιδη Νικόλαου που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιοδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, δεν υποδηλώνει απαραίτητα και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.

Ευχαριστίες

Αφιερώνεται στην οικογένεια μου που παρά τις πολύ δύσκολες οικονομικές συνθήκες και την μεγάλη απόσταση λόγω του ότι βρίσκονται στο εξωτερικό δεν σταμάτησαν ποτέ να με στηρίζουν σε κάθε μου προσπάθεια . Επίσης, θέλω να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές για όλη την βοήθεια και γνώση που μας πρόσφεραν όλα αυτά τα χρόνια, αλλά κυρίως τον κ. Γιακουμή που με βοήθησε σε οτι χρειάστηκα και κατάφερα να ολοκληρώσω την εργασία μου.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα ασχοληθώ με την σχεδίαση, τον έλεγχο, την κατασκευή και την δημιουργία του προγραμματισμού μέσω της πλατφόρμας Arduino (IDE: Integrated development environment) με σκοπό να καταγράψω τις βασικές λειτουργίες ενός θερμοκηπίου.

Αρχικά θα κάνω μια μικρή εισαγωγή στην οποία θα εξηγήσω τον όρο θερμοκήπιο, θα κάνω μια μικρή αναδρομή στο παρελθόν όσον αφορά την εξέλιξη, την χρησιμότητα και την βοήθεια που προσφέρει στον άνθρωπο με το πέρασμα του χρόνου.

Στην συνέχεια θα ασχοληθώ με το περιβάλλον στο εσωτερικό ενός θερμοκηπίου ώστε να είναι ευνοϊκό για την σωστή ανάπτυξη των φυτών.

Επίσης θα κάνω μια μικρή αναφορά στην πλατφόρμα Arduino IDE (πλατφόρμα προγραμματισμού), στον τρόπο προγραμματισμού που χρησιμοποιείται από το περιβάλλον της πλατφόρμας. Παράλληλα θα αναφερθώ στα υλικά που θα χρησιμοποιήσω για την υλοποίηση της κατασκευής και στον τρόπο με τον οποίο αυτά συνδέονται με τον μικροελεγκτή Arduino Uno.

Επιπλέον θα τοποθετήσω τον προγραμματισμό του κώδικα που χρησιμοποιήθηκε και θα εξηγήσω τον τρόπο λειτουργίας του.

Τέλος, θα δοθούν τα συμπεράσματα, κάποιες βελτιώσεις όσον αφορά την πτυχιακή μου καθώς και η βιβλιογραφία που χρησιμοποίησα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το θέμα της πτυχιακής μου άσκησης είναι “Ανάπτυξη και σχεδίαση θερμοκηπίου μεσω Arduino”.Ο σκοπός της πτυχιακής αυτής είναι η σχεδίαση και κατασκευή ενός μικρού θαλάμου (θερμοκηπίου) με 1-2 φυτά.Στο θάλαμο θα υπάρχουν αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας από τα οποία θα παίρνω κάποιες μετρήσεις οι οποίες θα εμφανίζονται σε μια οθόνη LCD.Ένας αισθητήρας φωτός(φωτοαντίσταση)όπου θα ελέγχει την φωτεινότητα και όταν αυτή είναι χαμηλή θα ανάβει μια λάμπα για να φωτίζονται τα φυτά όλη την ώρα της ημέρας.Ένας μικρός ανεμιστήρας για την απαγωγή της θερμότητας και της υγρασίας όταν περάσουν κάποιο ρυθμιζόμενο όριο ,το όριο θα το ορίσω εγώ. Όλα θα είναι συνδεδεμένα με το Arduino uno.

ABSTRACT

Nikolaos Pavlidis

GREENHOUSE DEVELOPMENT AND DESIGN THROUGH ARDUINO

The subject of my dissertation is “GREENHOUSE DEVELOPMENT AND DESIGN THROUGH ARDUINO”.The main purpose of my dissertation is to design and create a small chamber(greenhouse)with 1 or 2 plants.In the chamber there will be a temperature and humidity sensor from which I will take some measurements that will be displayed on an LCD screen. A light sensor (photo resistor) will control the brightness.When the brightness is low a lamp will light to illuminate the plants all day long. A small fan to dissipate heat and moisture when they cross an adjustable limit ,the limit will be set by me. Everything will be connected to the Arduino uno.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος

Περίληψη-Abstract

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- | | |
|---|--------|
| 1.1 Ο όρος θερμοκήπιο. | Σελ.11 |
| 1.2 Ιστορική αναδρομή όσον αφορά την εξέλιξη. | Σελ.12 |
| 1.3 Το Θερμοκήπιο και ο άνθρωπος. | Σελ.12 |
| 1.4 Διάφορα είδη θερμοκηπίων. | Σελ.13 |

2. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

- | | |
|--|--------|
| 2.1 Αρχή λειτουργίας του θερμοκηπίου . | Σελ.16 |
| 2.2 Θερμοκρασία στο εσωτερικό του θερμοκηπίου. | Σελ.18 |
| 2.3 Φωτεινότητα. | Σελ.19 |
| 2.4 Υγρασία . | Σελ.21 |
| 2.5 Αυτοματοποίηση των λειτουργιών. | Σελ.23 |

3. Ο ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗΣ ARDUINO

- | | |
|---|--------|
| 3.1 Ο μικροελεγκτής Arduino και τα διάφορα είδη . | Σελ.25 |
| 3.2 Μικροελεγκτής Arduino uno. | Σελ.29 |
| 3.3 Χαρακτηριστικά της πλακέτας . | Σελ.30 |
| 3.4 Εισόδοι και Εξόδοι του μικροελεγκτή. | Σελ.31 |
| 3.5 Τροφοδοσία. | Σελ.33 |
| 3.6 Ο μικροελεγκτής ATmega328. | Σελ.34 |
| 3.7 Προγραμματιστικό περιβάλλον IDE. | Σελ.36 |
| 3.8 Σειριακή θύρα επικοινωνίας. | Σελ.38 |

4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

4.1 Υλικά Διασύνδεσης	Σελ.38
4.2 Επιλογή Ρελέ(relay).	Σελ.40
4.3 Αισθητήρες(sensors).	Σελ.41
4.4 Αισθητήρας Υγρασίας(humidity sensor).	Σελ.41
4.5 Αισθητήρας Θερμοκρασίας(temperature sensor).	Σελ.42
4.6 Αισθητήρας Φωτεινότητας .	Σελ.43
4.7 Οθόνη LCD.	Σελ.44
4.8 Ανεμιστήρας.	Σελ.45
4.9 Διάγραμμα ροής του κυκλώματος.	Σελ.46
4.10 Η λογική της εργασίας.	Σελ.48

5. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ

5.1 Βασικές εντολές.	Σελ.49
5.2 Ο προγραμματισμός της κατασκευής.	Σελ.50
5.3 Αποτελέσματα απο την οθόνη LCD και από την πλατφόρμα Arduino. Σελ.55	

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΒΑΣΙΚΑ ΠΩΡΙΣΜΑΤΑ

6.1 Συμπεράσματα .	Σελ.61
6.2 Βελτιώσεις.	Σελ.61

ΠΗΓΕΣ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	Σελ.62
---------------------------	--------

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ο ΟΡΟΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

Με τον όρο θερμοκήπιο εννοούμε έναν στεγασμένο και κλειστό χώρο, που έχει ως κύριο στόχο να προφυλάξει τα φυτά από το κρύο του χειμώνα και να δημιουργούν ένα ελεγχόμενο περιβάλλον με σκοπό την σωστή ανάπτυξη των φυτών . Τα θερμοκήπια μπορεί να είναι κατασκευασμένα μπορεί να είναι από διαφανές πλαστικό ή από γυαλί πάνω σε σιδερένιους σκελετούς. Επίσης τα θερμοκήπια προστατεύουν τα φυτά από τις ακραίες περιβαλλοντολογικές συνθήκες.

Η κατασκευή των θερμοκηπίων εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν σε διάφορες περιοχές της Γής. Ένας ακόμα καθοριστικός για την ορθή ανάπτυξη των φυτών παράγοντας , είναι η θέση στην όποια θα τοποθετηθεί το θερμοκήπιο. Το μέρος αυτό πρέπει να είναι φωτεινό και επίπεδο ώστε να κρατάει αρκετή υγρασία το χώμα όταν το ποτίζουμε.



Εικόνα 1. (ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ ΔΡΑΜΑΣ)

Μια από τις μεγαλύτερες μονάδες θερμοκηπίων είναι αυτό της Δράμας.

Τη σημερινή εποχή η έκταση που καταλαμβάνουν τα θερμοκήπια στην Ελλάδα είναι 50.000 στρέμματα.. Στη συντριπτική τους πλειοψηφία καλλιεργούνται λαχανικά(92%) ενώ στα υπόλοιπα καλλιεργούνται άνθη.Υπαρχει όμως και ένα μικρό ποσοστό θερμοκηπίων που χρησιμοποιούνται για διάφορες έρευνες.[1]

1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΟΣΟΝ ΑΦΟΡΑ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ

Οι πρώτες προσπάθειες ανάπτυξης φυτών σε κλειστούς χώρους προέρχονται από την αρχαιότητα.

Οι Κινέζοι ήταν οι πρώτοι που πριν από εκατομμύρια χρόνια καλλιεργούσαν φυτά έξω από το φυσικό τους περιβάλλον. Ακολούθησαν οι Πέρσες και οι Αιγύπτιοι .

Στη ρωμαϊκή εποχή κατασκευάστηκε θερμαινόμενος χώρος όπου καλλιεργούσαν λαχανικά το χειμώνα αν και κατά τη διάρκεια του μεσαίωνα δεν υπάρχει καμία αναφορά στο θερμοκήπιο γενικότερα.

Ένα από τα πρώτα θερμοκήπια που φτιάχτηκαν στην Ευρώπη ήταν στη Βοημία το 1680. Αργότερα το 1750 ο πρίγκιπας του Λιχτενστάιν επιχείρησε την κατασκευή ενός μεγάλου και θερμαινόμενου θερμοκηπίου στην περιοχή της Τσεχίας, εφόσον κανένας άλλος πριν από αυτόν δεν το είχε δοκιμάσει.

Τον 19ο και 20ο αιώνα εξελίχθηκαν και βελτιώθηκαν κατά πολύ οι κατασκευές και οι τεχνικές του θερμοκηπίου με αποτέλεσμα τα τελευταία χρόνια να αναπτύσσεται και ένας άλλος τύπος θερμοκηπίων, τα χημικά, που λέγεται πως θα λύσει οριστικά το πρόβλημα της μαζικής καλλιέργειας των εκτός εποχής φυτών.[1]

1.3 ΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ ΚΑΙ Ο ΑΝΘΡΩΠΟΣ

Τα θερμοκήπια έχουν βοηθήσει πάρα πολύ την οικονομία και αυτός είναι ένας απ' τους λόγους που αναπτύσσονται συνεχώς και αποτελούν έναν από τους κυριότερους τρόπους καλλιέργειας. Ο κλάδος των θερμοκηπίων στην Ελλάδα αποτελεί έναν από τους δυναμικότερους κλάδους της γεωργίας, παρόλο ότι ο μεγάλος όγκος των θερμοκηπιακών επιχειρήσεων τεχνολογικά δε βρίσκεται ακόμα σε υψηλό επίπεδο. Αρχικά, τα θερμοκήπια δίνουν στον άνθρωπο την δυνατότητα να καλλιεργεί φυτά, ακόμα και όταν δεν είναι κατάλληλη η εποχή. Μπορεί να έχει φρέσκα φρούτα και λαχανικά όλο το χρόνο. προϊόντα σε κάθε εποχή ή κάθε μήνα, φαρμακευτικά και καλλυντικά φυτά και βότανα, δέντρα, δημητριακά και προϊόντα ανθοκομίας. Επίσης, προσφέρουν εργασία σε πολλούς γεωργούς που κατά τη διάρκεια του χειμώνα δεν μπορούν να καλλιεργήσουν τα χωράφια τους καθώς επίσης παρέχουν την δυνατότητα απασχόλησης σε πολλά εργατικά χέρια.[2]

1.4 ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΙΔΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ

Υπάρχουν διάφορα είδη θερμοκηπίων για να ικανοποιούνται οι ποικίλες ανάγκες των παραγωγών. Εξωτερικά ο σκελετός τους μπορεί να από ξύλο, Plexiglas, σίδηρο ή αλουμίνιο. Έπειτα καλύπτονται με γυαλί, πλαστικά φύλλα ή στερεές πλάκες. Ανάλογα με τη μορφή τους διακρίνονται σε: ημικυκλικά θερμοκήπια, κυκλικά θερμοκήπια, κλασικά θερμοκήπια με ζευκτά, θερμοκήπια με γεωδесιακή μορφή, θερμοκήπια ψαλιδωτού τύπου και θερμοκήπια πλαισιωτού τύπου. Ανάλογα όμως με το σχήμα του θερμοκηπίου, χωρίζονται στους παρακάτω τύπους:[3]

1. ΑΜΦΙΚΛΙΝΕΣ ή ΑΜΦΙΡΡΙΚΤΟ

a. Αμφικλινές απλό

Λέγεται το θερμοκήπιο που σχηματίζεται με την κατά μήκος επανάληψη της κατασκευαστικής μονάδας.



Εικόνα 2.

b. Αμφικλινές πολλαπλό

Λέγεται το θερμοκήπιο που σχηματίζεται με την, κατά μήκος και πλάτος, επανάληψη της κατασκευαστικής μονάδας.



Εικόνα 3.

2. ΤΟΞΩΤΟ

Το θερμοκήπιο που η απλή κατασκευαστική του μονάδα καθορίζεται από δύο συνεχόμενα τόξα όπως φαίνεται στη φωτογραφία.

Τοξωτό απλό

Λέμε το θερμοκήπιο που σχηματίζεται με την κατά μήκος επανάληψη της κατασκευαστικής μονάδας .



Εικόνα 4.

3. ΤΟΞΩΤΟ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΟ

a. Τοξωτό τροποποιημένο απλό

Το θερμοκήπιο που σχηματίζεται από την, κατά μήκος, επανάληψη της κατασκευαστικής του μονάδας.



Εικόνα 5.

b. Τοξωτό τροποποιημένο πολλαπλό

Λέγεται το θερμοκήπιο που σχηματίζεται από την, κατά μήκος και πλάτος, επανάληψη της κατασκευαστικής τους μονάδας.



Εικόνα 6.

Βασικοί τύποι θερμοκηπίων σε σχέση με τον τρόπο κατασκευής τους

Τα θερμοκήπια διακρίνονται σε ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής σε:

- α. Χωρικού τύπου: Θερμοκήπια που κατασκευάζονται από τους ίδιους τους παραγωγούς.
- β. Τυποποιημένα: Θερμοκήπια που κατασκευάζονται από Βιοτεχνίες και Βιομηχανίες σε μαζική παραγωγή.

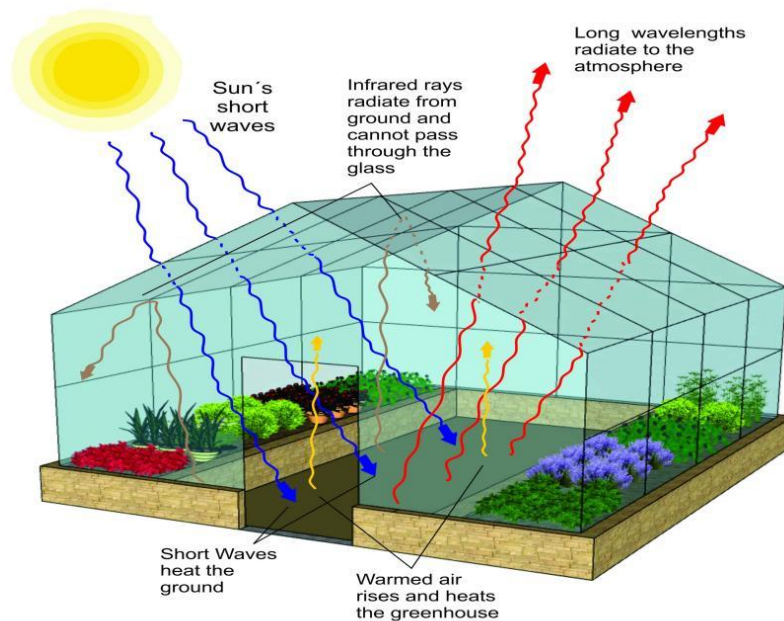
2. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

2.1 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Το ηλιακό φως περνά μέσα από το τζάμι ή από το πλαστικό του θερμοκηπίου. Στη συνέχεια θερμαίνει τον αέρα, καθώς και το χώμα και τα φυτά που μεγαλώνουν εκεί τα οποία το απορροφούν παράγοντας θερμότητα (υπέρυθρες ακτινοβολίες).

Μέρος της θερμότητας επιστρέφει έξω από το θερμοκήπιο, αλλά όχι όλη. Το τζάμι του θερμοκηπίου αντανακλά μερικές από τις υπέρυθρες ακτινοβολίες πίσω,

έτσι το εσωτερικό του θερμοκηπίου θερμαίνεται. Το τζάμι και το διαφανές πλαστικό κάνουν δύο πράγματα: αφήνουν τις ακτίνες του ήλιου να περάσουν μέσα, ενώ ταυτόχρονα εμποδίζουν ένα μεγάλο μέρος της θερμότητας να διαφύγει.



Εικόνα 7.

Άρα το θερμοκήπιο είναι μια παγίδα θερμότητας. Η κύρια πηγή ενέργειας για τη θέρμανση του χώρου του θερμοκηπίου, κατά τη διάρκεια της ημέρας, είναι η ηλιακή ακτινοβολία. Όταν η ηλιακή ακτινοβολία είναι περιορισμένη και η θερμοκρασία του χώρου είναι κάτω από τα επιθυμητά επίπεδα, τότε χρησιμοποιείται το σύστημα θέρμανσης. Κατά την διάρκεια της νύχτας, όλη η απαιτούμενη ενέργεια για τη διατήρηση της θερμοκρασίας του χώρου στα επιθυμητά επίπεδα προέρχεται από το σύστημα θέρμανσης ή από μια μεγάλη λάμπα που μπορούμε να τοποθετήσουμε μέσα στο θερμοκήπιο και για να παράγει φως αλλά και για ένα μικρό ποσοστό θερμότητας για την σωστή και πιο γρήγορη ανάπτυξη των φυτών.[4]

2.2 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Όπως γνωρίζουμε, η ηλιακή ακτινοβολία είναι η βασικότερη πηγή θερμότητας για το θερμοκήπιο. Παράλληλα ο πιο σημαντικός παράγοντας για την ανάπτυξη των φυτών στο εσωτερικό ενός θερμοκηπίου είναι η ρύθμιση της θερμοκρασίας αλλά και η διατήρηση της κατά την διάρκεια της νύχτας όπου δεν έχουμε την φυσική θερμότητα από τις ακτίνες του ήλιου .

Κατά τους θερμούς μήνες η μείωση της θερμοκρασίας, κατά τη διάρκεια της ημέρας είναι επίσης πολύ σημαντική. Για το φυσικό εξαερισμό του θερμοκηπίου χρησιμοποιούνται παράθυρα οροφής και πλευρικά παράθυρα. Η χρησιμοποίηση προστατευτικών διχτυών από τα έντομα είναι χρήσιμη αλλά θα απαιτηθούν μεγαλύτερα ανοίγματα παραθύρων. [5]

Με αυτόν τον τρόπο γίνεται η απαγωγή της θερμότητας από το θερμοκήπιο



Εικόνα 8.Ανεμιστήρας θερμοκηπίου.

Σε άλλες περιπτώσεις το σύστημα θέρμανσης χρησιμοποιείται για να διατηρηθεί η θερμοκρασία του θερμοκηπίου σε φυσιολογικά επίπεδα, όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι χαμηλή, γεγονός που συμβαίνει κατά τους χειμερινούς μήνες, ή όταν το περιβάλλον δεν μπορεί να ανταποκριθεί στις ανάγκες των φυτών για θερμότητα.

Οι τρόποι που χρησιμοποιούνται για την θέρμανση του θερμοκηπίου ποικίλουν σύμφωνα με τις ανάγκες του παραγωγού, την τοποθεσία του θερμοκηπίου και πολλά ακόμα. Ωστόσο, κάθε σύστημα θέρμανσης πρέπει να πληρεί ορισμένα χαρακτηριστικά.

2.3 ΦΩΤΕΙΝΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Όπως προαναφέραμε, κατά τη διάρκεια της ημέρας η κυριότερη πηγή ενέργειας για το θερμοκήπιο είναι οι ακτίνες του ήλιου. Η ηλιακή ακτινοβολία αποτελεί την κύρια πηγή ενέργειας για την φωτοσύνθεση των φυτών. Οπότε ο ήλιος αποτελεί το φυσικό φωτισμό του θερμοκηπίου, δεν είναι όμως αρκετό για να έχουμε ένα άρτιο αποτέλεσμα. Πρέπει επίσης να γίνει σωστή επιλογή του υλικού με το οποίο σκεπάζουμε το θερμοκήπιο αλλά και η θέση του θερμοκηπίου παίζει πολύ σημαντικό ρόλο.



Εικόνα 9. Φυσικός Φωτισμός

Ο κύριος στόχος μιας καλλιέργειας είναι να δοθεί η βέλτιστη ποσότητα φυσικού φωτισμού για να έχουμε ένα καλό αποτέλεσμα. Όμως οι καιρικές συνθήκες δεν είναι πάντα με το μέρος μας.

Έτσι με στόχο την αύξηση της παραγωγής σε περιόδους όπου ο φωτισμός δεν είναι επαρκής, χρησιμοποιείται συχνά από τους παραγωγούς τεχνητός φωτισμός με λάμπες με σκοπό να συμπληρώνεται 12 με 16 ώρες φωτισμού την ημέρα για τα φυτά. Ο φωτισμός αυτός χρησιμοποιείται και κατά την διάρκεια της νύχτας σε πολλές περιπτώσεις.



Εικόνα 10. Τεχνητός φωτισμός με λάμπες

Επιπλέον, ο υπερβολικός φωτισμός δεν είναι πάντα επιθυμητός. Για αυτό μπορούμε να τοποθετήσουμε ένα ένα δίκτυο σκίασης για να αποτρέψουμε την καταστροφή της καλλιέργειας.[5]



Εικόνα 11. Δίχτυ σκίασης

2.4 ΥΓΡΑΣΙΑ

Η υγρασία αποτελεί ένα από τους καθοριστικούς παράγοντες του εναέριου περιβάλλοντος του θερμοκηπίου. Συνήθως τείνει να είναι υψηλή εξαιτίας της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας.

Η υγρασία και η ενέργεια στο χώρο του θερμοκηπίου είναι αλληλένδετα συνδεδεμένες. Οι ανταλλαγές υγρασίας μέσα στο θερμοκήπιο συνδυάζονται με τη μεταφορά θερμότητας με την εξάτμιση και τη συμπύκνωση του νερού, παίρνοντας και δίνοντας θερμότητα αντίστοιχα υπό μορφή λανθάνουσας θερμότητας.

Επιπλέον, η θερμοκρασία και η κίνηση του αέρα στο χώρο του θερμοκηπίου και επομένως, η ακτινοβολία και η συναγωγή που τα προκαλούν, επηρεάζουν πολύ τις φυσικές διεργασίες και τις καταστάσεις του νερού. Η ακτινοβολία, με την αύξηση της θερμοκρασίας που δημιουργεί στην επιφάνεια των φύλλων των φυτών, ρυθμίζει και το ρυθμό της διαπνοής.

Η πυκνότητα των υδρατμών στο χώρο του θερμοκηπίου είναι μεγαλύτερη κατά τη διάρκεια της ημέρας, γιατί τότε ο ρυθμός εξατμισοδιαπνοής είναι μεγαλύτερος

από αυτόν της νύχτας, η σχετική υγρασία όμως είναι μικρότερη κατά τη διάρκεια της ημέρας, γιατί τότε η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλότερη και συνήθως λειτουργεί ο εξαερισμός.

Στο χώρο ενός θερμοκηπίου όταν έχει δημιουργηθεί ισορροπία, η απόλυτη υγρασία είναι περίπου ίδια σε όλο τον ενιαίο χώρο του θερμοκηπίου η θερμοκρασία όμως στα διάφορα σημεία του χώρου του δεν είναι ομοιόμορφη άρα η σχετική υγρασία του αέρα συνήθως δεν έχει την ίδια τιμή σε όλα τα σημεία του χώρου του θερμοκηπίου. Συνεπώς, το πρόβλημα της υγρασίας οφείλεται μερικώς στην ανομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας στο θερμοκήπιο, όπου η τοπικά υψηλή σχετική υγρασία συνδέεται με τοπικά χαμηλές θερμοκρασίες.

Οπότε ο κατάλληλος εξαερισμός είναι σημαντικός όχι μόνο για τον έλεγχο της θερμοκρασίας, αλλά και για να ελεγχθεί η σχετική υγρασία του χώρου και να αναπληρωθεί το διοξείδιο του άνθρακα. Σχετικές υγρασίες επάνω από 90 τοις εκατό δημιουργούν προβλήματα ασθενειών, αυτό συμβαίνει ιδιαίτερα τη νύχτα.[5]



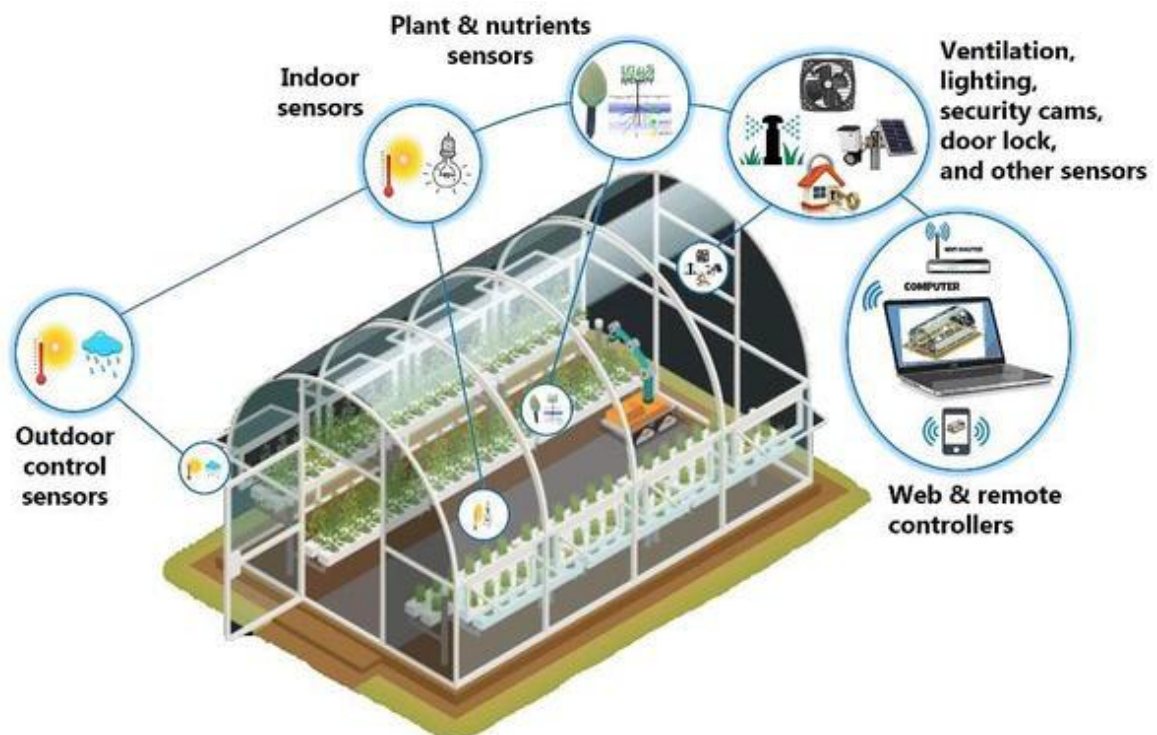
Εικόνα 12. Σύστημα εξαερισμού με παράθυρα στην οροφή

2.5 ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ

-Η εξέλιξη της τεχνολογίας αλλά και η προσπάθεια διευκόλυνση των ανθρώπων από τις καθημερινές ανάγκες ενός θερμοκηπίου δημιουργήθηκε ο “όρος smart greenhouse” ή έξυπνο θερμοκήπιο.

-Με τον όρο αυτό εννοούμε την αυτόματη λειτουργία ενός θερμοκηπίου με ελάχιστη παρέμβαση των ανθρώπων. Το έξυπνο θερμοκήπιο είναι ένα αυτορυθμιζόμενο περιβάλλον που έχει ως στόχο τον έλεγχο του μικροκλίματος στο εσωτερικό του θερμοκηπίου μέσω μιας αυτόματης λειτουργίας που απαιτεί την χρήση ορισμένων αισθητήρων και άλλων ηλεκτρονικών εξαρτημάτων.

- Παρακάτω θα αναλύσουμε την προσπάθεια για υλοποίηση των ιδανικών συνθηκών ενός θερμοκηπίου με υπάρχουσες τεχνολογίες.



Εικόνα 13. Έξυπνο θερμοκήπιο

-Ως κύριο στόχο έχουμε την καταγραφή ορισμένων τιμών από τους αισθητήρες,αυτές οι τιμές θα εμφανίζονται σε μια LCD οθόνη και από εκεί ο χρήστης θα βλέπει αν τα επίπεδα της θερμοκρασίας,της υγρασίας και της φωτεινότητας είναι σε επιθυμητά επίπεδα.

-Τα βασικά στοιχεία ενός τέτοιου θερμοκηπίου είναι οι αισθητήρες,οι ενεργοποιητές(ρελέ) και οι βραχυκυκλωτήρες(jumpers).Τα παραπάνω στοιχεία συνδέονται με τον μικροελεγκτή που επιλέξαμε(arduino uno).[6][7]

3. Ο ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗΣ ARDUINO



3.1 Ο ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗΣ ARDUINO ΚΑΙ ΤΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΙΔΗ

Το **Arduino** είναι είναι μία πλακέτα ανοικτού κώδικα με ενσωματωμένο στο εσωτερικό του έναν μικροελεγκτή και διάφορες εισόδους/εξόδους αναλογικές και ψηφιακές, η οποία μπορεί να προγραμματιστεί με τη γλώσσα Wiring. Η γλώσσα wiring πρόκειται ουσιαστικά για την γλώσσα C++ και ένα σύνολο από βιβλιοθήκες επίσης βασισμένων στην C++.

Το Arduino μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία προσωποποιημένων ηλεκτρονικών project παίρνοντας εισερχόμενα δεδομένα από μια ποικιλία από εξερχόμενων δεδομένων, αλλά και να συνδεθεί με υπολογιστή μέσω προγραμμάτων σε Processing, Max/MSP, Pure Data, SuperCollider.

Παρακάτω θα παρουσιάσουμε τα μόντελα του μικροελεγκτή Arduino. Οι διαφορές που έχουν μεταξύ τους έχουν να κάνουν με τους ακροδέκτες του μικροελεγκτή τα pins όπως αλλιώς ονομάζονται, στην τάση εισόδου (Input) και εξόδου (Output) και στα χαρακτηριστικά των συστημάτων και των λειτουργιών που υλοποιούν.

Μέχρι σήμερα έχουν χρησιμοποιηθεί εμπορικά δεκάξι εκδοχές του Arduino. Για επαγγελματικές κατασκευές πάνω σε βιομηχανικά συστήματα χρησιμοποιείται το μοντέλο Mega ενώ για απλές κατασκευές χρησιμοποιείται το μοντέλο Uno. [7]

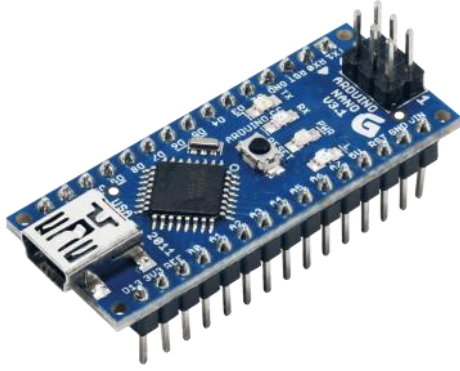
Μοντέλα Arduino

1. Το LilyPad Arduino, ένα μινιμαλιστικό σχέδιο για εφαρμογές ένδυσης και Etextiles χρησιμοποιώντας τεχνολογία surface-mounted ATmega328



Photo by ElectroPeak

2. Το Arduino Nano, ένα ακόμα πιο μικρό USB. Τροφοδοτούμενη εκδοχή του Arduino χρησιμοποιώντας τεχνολογία surface-mounted ATmega168.



3. Το Arduino Mini, μία έκδοση μινιατούρας του Arduino χρησιμοποιώντας τεχνολογία surfacemounted ATmega168.
4. Το Arduino NG, με ένα USB interface για προγραμματισμό και χρησιμοποιώντας τεχνολογία ATmega8.
5. Το Serial Arduino, προγραμματισμένο με μία σειριακή DE-9 σύνδεση χρησιμοποιώντας τεχνολογία ATmega8.
6. Το Arduino Extreme, με ένα USB interface για προγραμματισμό χρησιμοποιώντας τεχνολογία ATmega8.
7. Το Arduino NG plus, με ένα USB interface για προγραμματισμό και χρησιμοποιώντας τεχνολογία atmega168.
8. Το Arduino Bluetooth, με Bluetooth interface για προγραμματισμό χρησιμοποιώντας τεχνολογία ATmega168.
9. Το Arduino Mega, χρησιμοποιώντας τεχνολογία surface-mounted ATmega1280 για περαιτέρω I/O και μνήμη.



10. Το Arduino Uno, χρησιμοποιώντας την τεχνολογία ATmega328.



11. Το Arduino Diecimila, με ένα USB interface, χρησιμοποιεί τεχνολογία ATmega168 σε ένα DIP 28 πακέτο .

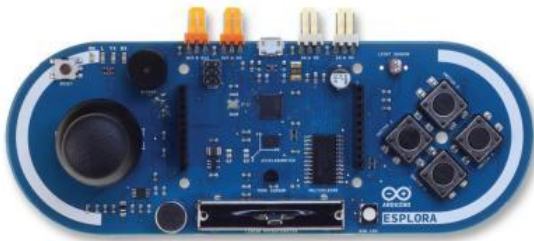
12. 10. Το Arduino Duemilanove , χρησιμοποιεί τεχνολογία ATmega168 και τροφοδοτείται μέσω ενέργειας USB/DC.

13. Το Arduino Mega2560, χρησιμοποιεί τεχνολογία surface-mounted ATmega2560 φέρνοντας την ολική μνήμη στα 256kB.

14. Το Arduino Leonardo, με ένα ATmega32U4 chip που εξαλείφει την ανάγκη για συνδεσιμότητα μέσω USB και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ψηφιακό πληκτρολόγιο ή ποντίκι.



15. Το Arduino Esplora, με εμφάνιση που παραπέμπει σε χειριστήριο κονσόλας βιντεοπαιχνιδιών με joystick.

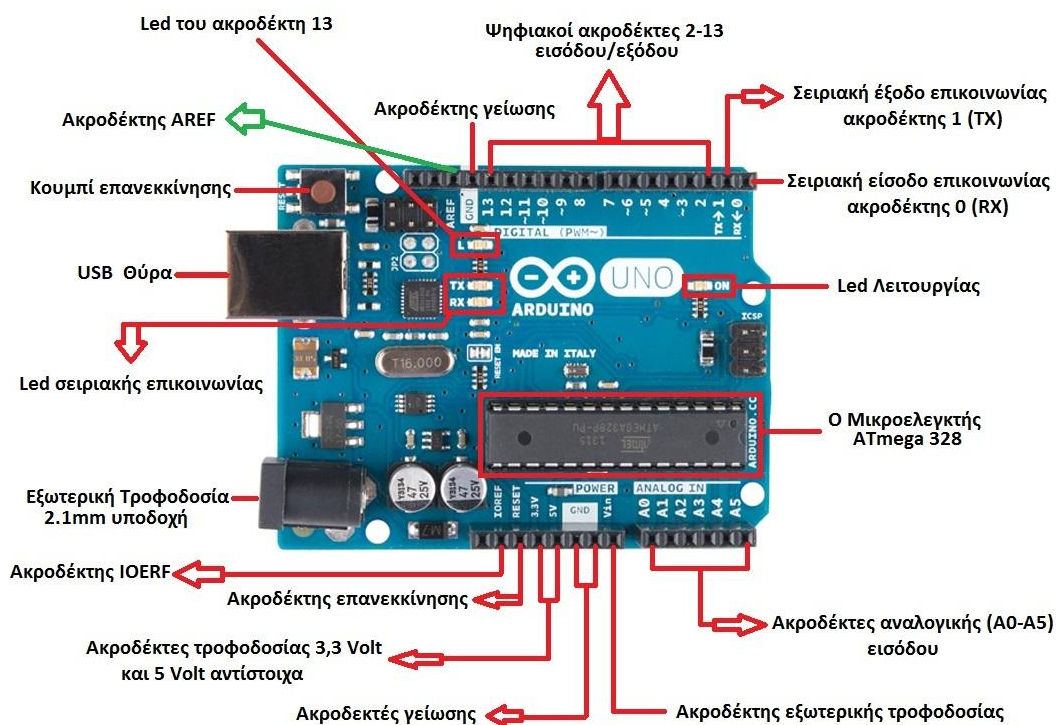


16. Το Arduino Due είναι ένα μικροχειριστήριο board βασισμένο στην τεχνολογία Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3 CPU. Το πρώτο board της Arduino βασισμένη σε επεξεργαστή 32-bit ARM microcontroller.



3.2 Ο ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗΣ ARDUINO UNO

● ARDUINO HARDWARE



Εικόνα 14.

● ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΛΑΚΕΤΑΣ

Σε αυτήν την ενότητα θα αναλύσουμε το μοντέλο arduino που επιλέχθηκε για την υλοποίηση της κατασκευής.

Η επιλογή μας είναι το μοντέλο Arduino Uno το οποίο αποτελεί την βασική πλακέτα της τεχνολογίας Arduino.

Το **Arduino Uno Rev3** βασίζεται στον μικροελεγκτή ATmega328 της Atmel. Είναι μια ολοκληρωμένη πλακέτα που περιέχει ό,τι χρειάζεται για να μπορεί να προγραμματιστεί και να λειτουργήσει συνδέοντάς την με ένα απλό καλώδιο USB στον υπολογιστή σας ή με ένα τροφοδοτικό στην πρίζα, επίσης μπορεί να λειτουργήσει με απλή μπαταρία.

Αναλυτικά η πλακέτα διαθέτει 14 ψηφιακές εισόδους ή εξόδους (6 από αυτές μπορεί να χρησιμοποιηθούν σαν PWM εξόδους), 6 αναλογικές εισόδους, 1 θύρα

USB (τύπου B) για τον προγραμματισμό και την τροφοδοσία της πλακέτας, 1 είσοδο τροφοδοσίας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί εναλλακτικά για τροφοδοσία απο τροφοδοτικό πρίζας ή απο απλή μπαταρία, 1 υποδοχή ICSP και τέλος κουμπί για το reset της πλακέτας.

Ο μικροελεγκτής είναι συγχρονισμένος στους 16 megάκυκλους (Crystal 16MHz). Αυτή η έκδοση του Arduino Uno είναι με μικροελεγκτή αποσπώμενο (DIP Version) και έχετε με αυτό την δυνατότητα να πειραματιστείτε άφοβα όσες φορές θέλετε, αν θα καεί ο ελεγκτής, διότι μπορείτε να τον αντικαταστήσετε με έναν καινούριο με μικρό κόστος.

Το Arduino Uno λειτουργεί με τροφοδοσία 5V DC απο την είσοδο του USB ή με 9V/12V DC απο την είσοδο της τροφοδοσίας χωρίς να υπάρχει κίνδυνος ηλεκτροπληξίας.[8]

3.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΛΑΚΕΤΑΣ

- Μικροελεγκτής: ATmega328
- Τάση λειτουργίας: 5V
- Τάση εισόδου: 7-12V
- Τάση εισόδου (limits): 6-20V
- Ψηφιακά I/O Pins: 14
- Αναλογικές εισόδους: 6
- PWM εισόδους: 6
- DC Ρεύμα ανά I/O Pin: 20 mA
- DC Ρεύμα για 3.3V Pin: 50mA
- Μνήμη Flash: 32 KB
- Μνήμη SRAM: 2 KB (ATmega328)
- Μνήμη EEPROM: 1 KB (ATmega328)
- Ταχύτητα (Clock Speed): 16 MHz

3.4 ΕΙΣΟΔΟΙ/ΕΞΟΔΟΙ

Όπως προαναφέραμε η πλακέτα μας διαθέτει 14 ψηφιακές εισόδους ή εξόδους, 1 θύρα USB, 1 είσοδο για την τροφοδοσία, 1 υποδοχή ICSP και το κουμπί reset το οποίο κάνει επανεκκίνηση την πλακέτα.

Εδώ θα αναφέρουμε πιο αναλυτικά την λειτουργία των εισόδων και των εξόδων της πλακέτας.

- **Ψηφιακή είσοδος/έξοδος**

Αρχικά οι 14 ακροδέκτες του Arduino μπορούν να δουλεύουν ως ψηφιακές εισοδοί/έξοδοι, δηλαδή δίνουν ως είσοδο/έξοδο τάση με τιμή είτε 0 είτε 5V. Αυτό γίνεται με χρήση της συνάρτησης `digitalRead(Pin)`, όπου το όρισμα `Pin` αναφέρεται στο νούμερο της θύρας για την οποία θα πάρουμε είσοδο, ενώ η συνάρτηση επιστρέφει με το όνομά της την τιμή εισόδου. Η τάση εισόδου μπορεί να είναι 0V ή 5V.

LOW : όταν λάβει τάση 0 V στην είσοδο (pin)

HIGH : όταν λάβει τάση 5 V στην είσοδο (pin)

- **Αναλογική είσοδος**

Το Arduino έχει 6 αναλογικές εισόδους, οι οποίες χαρακτηρίζονται με τα σύμβολα A0, A1, A2, A3, A4, A5. Μπορεί να συνδεθεί κάποιο αναλογικό εξάρτημα και να διαβαστεί ως είσοδος. Αυτό γίνεται με χρήση της συνάρτησης `analogRead(Pin)`, όπου το όρισμα `Pin` αναφέρεται στο νούμερο της θύρας η οποία θα παρθεί ως είσοδος.

- **Αναλογική έξοδος**

Επίσης κάποια από τα 14 Pins του Arduino έχουν την ένδειξη PWM, δηλαδή μπορούν να προσομοιώσουν την αναλογική έξοδο μέσω παλμοκωδικής διαμόρφωσης. Έτσι, με τιμές από το 0 μέχρι το 255 προσομοιώνεται το διάστημα από 0 έως 5V. Αυτό γίνεται με χρήση της συνάρτησης `analogWrite(Pin, Value)`, όπου το όρισμα `Pin` αναφέρεται στο νούμερο της θύρας για την οποία θα δώσουμε ρεύμα εξόδου, ενώ η τάση εξόδου κυμαίνεται από 0 V μέχρι και 5 V.

● Διπλή λειτουργία

Τέλος μερικοί από τους παραπάνω ακροδέκτες έχουν διπλή λειτουργία.Οπότε θα αναφερθούμε σε κάποια απο αυτά:

- Τα pin 0 και 1 λειτουργούν ως RX και TX της σειριακής όταν το πρόγραμμά σας ενεργοποιεί την θύρα. Έτσι, όταν για παράδειγμα το πρόγραμμά σας στέλνει δεδομένα στην σειριακή, αυτά προωθούνται και στην θύρα USB μέσω του ελεγκτή Serial-Over-USB αλλά και στο pin 0 για να τα διαβάσει ενδεχομένως μια άλλη συσκευή. Αυτό φυσικά σημαίνει ότι αν στο πρόγραμμά μας ενεργοποιήσουμε το σειριακό interface, χάνουμε 2 ψηφιακές εισόδους/εξόδους.
- Τα pin 2 και 3 λειτουργούν και ως εξωτερικά interrupt (interrupt 0 και 1 αντίστοιχα). Αυτό σημαίνει οτι μπορούμε να ρυθμίσουμε μέσα από το πρόγραμμά μας ώστε να λειτουργούν αποκλειστικά ως ψηφιακές εισοδοι στις οποίες όταν συμβαίνουν συγκεκριμένες αλλαγές, η κανονική ροή του προγράμματος σταματάει και εκτελείται μια συγκεκριμένη συνάρτηση.
- Τα pin 3, 5, 6, 9, 10 και 11 μπορούν να λειτουργήσουν και ως ψευδοαναλογικές έξοδοι με το σύστημα PWM (Διαμόρφωση Εύρους Παλμών), δηλαδή το ίδιο σύστημα που διαθέτουν οι μητρικές των υπολογιστών για να ελέγχουν τις ταχύτητες των ανεμιστήρων. Έτσι, μπορούμε να συνδέσουμε παραδείγματος χάρη ένα LED σε κάποιο από αυτά τα pin και να ελέγουμε πλήρως την φωτεινότητά του με ανάλυση 8bit αντί να έχουμε απλά την δυνατότητα αναμμένο-σβηστό που παρέχουν οι υπόλοιπες ψηφιακές έξοδοι.

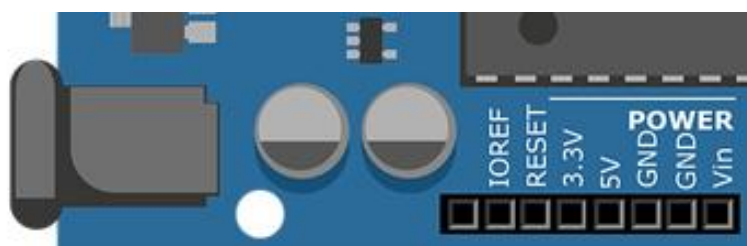
Είναι σημαντικό να καταλάβουμε ότι το PWM δεν είναι πραγματικά αναλογικό σύστημα και ότι θέτοντας στην έξοδο την τιμή 127, δεν σημαίνει ότι η έξοδος θα δίνει 2.5V αντί της κανονικής τιμής των 5V, αλλά ότι θα δίνει ένα παλμό που θα εναλλάσσεται με μεγάλη συχνότητα και για ίσους χρόνους μεταξύ των τιμών 0 και 5V.[9]

3.5 ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ

Για την πλακέτα Arduino υπάρχουν δύο τρόποι τροφοδοσίας του. Για την ακρίβεια μπορεί να δουλέψει με το ρεύμα της USB θύρας του υπολογιστή ή με αυτόνομη παροχή ρεύματος από μια μπαταρία. Η μονάδα παρέχει σταθερά τάση 5 V στις εξόδους της. Για παροχή ρεύματος στη μονάδα από εξωτερική πηγή δέχεται τροφοδοσία από εξωτερικό βύσμα, η εξωτερική τροφοδοσία πρέπει να είναι από 7 V έως 12 V, ώστε να μπορεί να λειτουργήσει και να δώσει σταθερά τα 5 V στην έξοδο.

Η παροχή ρεύματος μπορεί να συνδεθεί απευθείας στους ακροδέκτες που προορίζονται για αυτό το σκοπό: (+) στο Pin VCC-IN και (-) στο Gnd(γείωση) δίπλα του. Στην περίπτωση που είναι συνδεδεμένη η μονάδα μόνιμα με θύρα USB τότε δουλεύει χωρίς πρόβλημα με τα 5 V που παρέχει η USB θύρα.

Σε αυτήν την περίπτωση θα χρησιμοποιήσουμε ρυθμιζόμενους αντάπτορες για την τροφοδοσία του κυκλώματος. Οι αντάπτορες θα συνδεθούν σε πολύμπριζο και στην συνέχεια στην πρίζα του τείχους. Το εύρος του αντάπτορα είναι από 3V έως 12V.



Εικόνα 15.

Δίπλα από τα pin αναλογικής εισόδου, υπάρχει μια ακόμα συστοιχία από 6 pin με την σήμανση POWER.

Η λειτουργία του καθενός έχει ως εξής:

- Το πρώτο, με την ένδειξη RESET, όταν γειωθεί έχει ως αποτέλεσμα την επανεκκίνηση του Arduino.
- Το δεύτερο, με την ένδειξη 3.3V, μπορεί να τροφοδοτήσει τα εξαρτήματά σας με τάση 3.3V. Η τάση αυτή δεν προέρχεται από την εξωτερική τροφοδοσία αλλά

παράγεται από τον ελεγκτή Serial_ over_USB και έτσι η μέγιστη ένταση που μπορεί να παρέχει είναι **μόλις 50mA**.

- Το τρίτο, με την **ένδειξη 5V**, μπορεί να τροφοδοτήσει τα εξαρτήματά με τάση 5V. Ανάλογα με τον τρόπο τροφοδοσίας του ίδιου του Arduino, η τάση αυτή προέρχεται είτε άμεσα από την θύρα USB, είτε από την εξωτερική τροφοδοσία αφού αυτή περάσει από ένα ρυθμιστή τάσης για να την «φέρει» στα 5V.
- Το τέταρτο και το πέμπτο pin, με την **ένδειξη GND**, είναι φυσικά γειώσεις.
- Το έκτο και τελευταίο pin, με την **ένδειξη Vin έχει διπλό ρόλο**. Σε συνδυασμό με το pin γείωσης δίπλα του, μπορεί να λειτουργήσει ως μέθοδος εξωτερικής τροφοδοσίας του Arduino, στην περίπτωση που δεν σας βολεύει να χρησιμοποιήσετε την υποδοχή του φικς των 2.1mm. Αν όμως έχετε ήδη συνδεδεμένη εξωτερική τροφοδοσία μέσω του φικς, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε αυτό το pin για να τροφοδοτήσετε εξαρτήματα με την πλήρη τάση της εξωτερικής τροφοδοσίας (7-12V),πρίν αυτή περάσει από τον ρυθμιστή τάση όπως γίνεται με το pin των 5V.

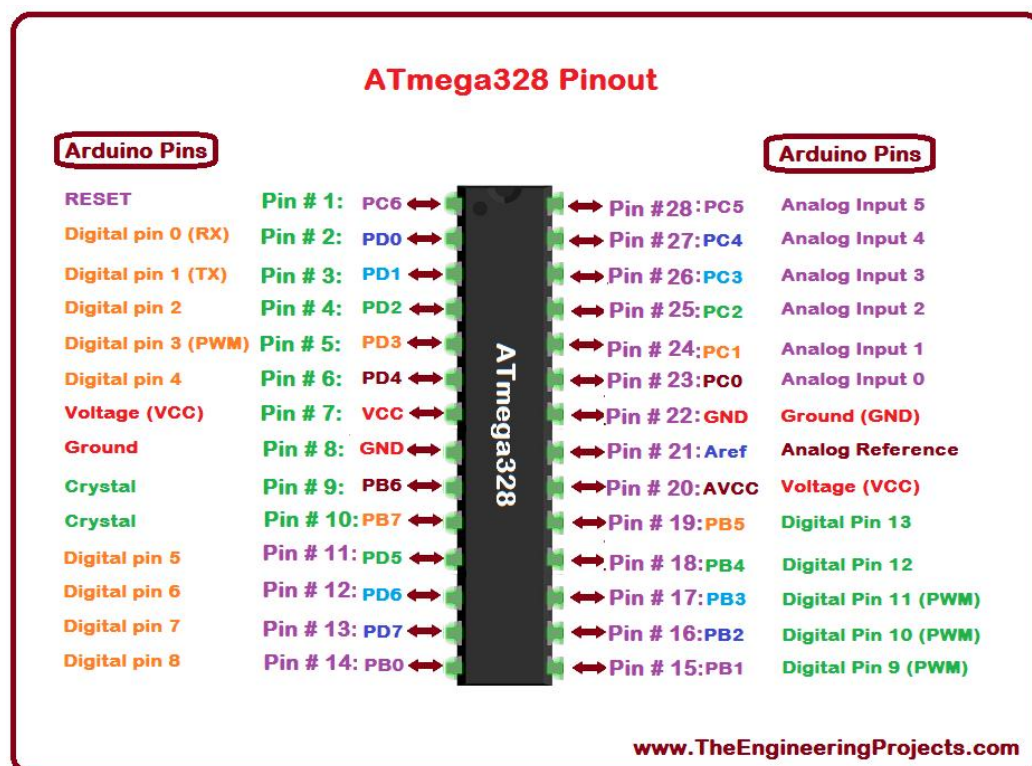
3.6 ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗΣ ATmega328

Όπως έχει γίνει αναφορά παραπάνω, η πλατφόρμα ARDUINO UNO χρησιμοποιεί τον μικροελεγκτή ATmega328. Ο μικροελεγκτής αυτός ανήκει στην κατηγορία των 'Low Power Atmel AVR 8-bit Microcontroller's. Είναι των 8 bit και βασίζεται στην αρχιτεκτονική RISC (Reduced Instruction Set Computing).

Ο πυρήνας του ATmega328 αποτελείται από την CPU, την μνήμη SRAM, την μνήμη EEPROM, την FLUSH και σύνολο περιφερειακών μονάδων.

Ο μικροελεγκτής ATmega328 μπορεί να υποστηρίξει τρία είδη σειριακής επικοινωνίας, την TWI (Two Wire Serial Interface) την USART (Universal Synchronous & Asynchronous Receiver & Transmitter) και την SPI (Serial Peripheral Interface). Κάθε μία αξιοποιείται σε διαφορετικές εφαρμογές ανάλογα με τις εκάστοτε απαιτήσεις και τα χαρακτηριστικά.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η δομή λειτουργίας του μικροελεγκτή ATmega328



Εικόνα 16.ATmega

Όπως προαναφέραμε ο μικροελεγκτής Atmel 8-bit AVR RISC συνδυάζει μνήμη flash ISP 32 KB με δυνατότητες ανάγνωσης κατά την εγγραφή, 1 KB EEPROM, 2 KB SRAM, 23 γραμμές I/O γενικής χρήσης, 32 καταχωρητές εργασίας γενικής χρήσης, 3 ευέλικτους χρονοδιακόπτες/μετρητές με λειτουργίες σύγκρισης, εσωτερικές και εξωτερικές διακοπές, σειριακό προγραμματιζόμενο USART, σειριακή διεπαφή 2 συρμάτων προσανατολισμένη στα byte, σειριακή θύρα SPI, μετατροπέας A/D 10-bit 6 καναλιών (8 κανάλια σε πακέτα TQFP και QFN/MLF), προγραμματιζόμενος χρονοδιακόπτης παρακολούθησης με εσωτερικό ταλαντωτή και 5 λειτουργίες εξοικονόμησης ενέργειας που επιλέγονται από το λογισμικό.

Η συσκευή λειτουργεί μεταξύ 1,8 και 5,5 βολτ. Η συσκευή επιτυγχάνει παροχή που προσεγγίζει το 1 MIPS/MHz.

3.7 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ IDE

Το ολοκληρωμένο περιβάλλον προγραμματισμού (**Arduino IDE**:Integrated Development Environment) είναι μία εφαρμογή γραμμένη σε γλώσσα προγραμματισμού **Java**. Έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να εισαγάγει στον προγραμματισμό τους νέους και πολλούς άλλους που δεν είναι εξοικειωμένοι με την ανάπτυξη λογισμικού αλλά και την χρήση τέτοιου είδους εφαρμογών.

Μπορεί να λειτουργήσει σε διάφορες πλατφόρμες και προέρχεται από το IDE για την γλώσσα προγραμματισμού ανοιχτού κώδικα Processing και το σχέδιο Wiring. Το πρόγραμμα περιλαμβάνει ένα πλαίσιο επεξεργασίας κειμένου για τη συγγραφή κώδικα, την κονσόλα μηνυμάτων, ένα μενού, μια γραμμή εργαλείων με κουμπιά για γρήγορη πρόσβαση στις βασικές λειτουργίες, καθώς και μια σειρά από μενού.



Εικόνα 17.

Ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα ονομάζεται sketch. Το πρόγραμμα είναι γραμμένο σε γλώσσα προγραμματισμού C ή C++ και το IDE περιέχει την βιβλιοθήκη Wiring. Με το τρόπο αυτό οι λειτουργίες εισόδου/εξόδου εκτελούνται πιο ομαλά. Επίσης έχει τις δυνατότητες για αντιγραφή/επικόλληση και για αναζήτηση κειμένου.

Η κονσόλα μηνυμάτων εμφανίζει την έξοδο του κειμένου από το περιβάλλον Arduino συμπεριλαμβάνοντας πλήρη μηνύματα λάθους και άλλες χρήσιμες πληροφορίες. Τα κουμπιά της γραμμής εργαλείων επιτρέπουν τον έλεγχο, το ανέβασμα των προγραμμάτων, τη δημιουργία νέου sketch, το άνοιγμα και την αποθήκευση των sketch και το άνοιγμα της σειριακής οθόνης όπου τυπώνονται τα αποτελέσματα του προγράμματος.



Εικόνα 18. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ IDE

ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΟΥ IDE:

- 1) Εγκρίνει τον κώδικα. Ελέγχει τον κώδικα για τυχόν λάθη στην σύνταξη αυτού.**
- 2) Φορτώνει το πρόγραμμα στην πλακέτα που έχουμε συνδέσει.**
- 3) Φορτώνει έναν υπάρχον έτοιμο κώδικα .**
- 4) Αποθηκεύει τον κώδικα που μόλις έχουμε γράψει.**
- 5) Η κονσόλα κειμένου εμφανίζει τα μηνύματα από τυχόν σφάλματα.**

setup (): μία συνάρτηση εκτελείται μία φορά κατά την έναρξη ενός προγράμματος η οποία μπορεί να αρχικοποιεί τις ρυθμίσεις.

loop (): μία συνάρτηση η οποία καλείται συνεχώς μέχρι να απενεργοποιηθεί η πλακέτα.

3.8 ΣΕΙΡΙΑΚΗ ΘΥΡΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Η σύνδεση με την πλακέτα του Arduino γίνεται μέσω μιας σειριακής θύρας για τη φόρτωση των προγραμμάτων και για να επικοινωνούν μεταξύ τους.

Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται η σύνδεση με καλώδιο USB. Για ενεργοποίηση της σειριακής θύρας επικοινωνίας αρκεί να δοθεί στη διαδικασία `setup()` η εντολή `Serial.begin(BaudRate)`, όπου το `BaudRate` εκφράζει το ρυθμό με τον οποίο θα μεταδίδονται τα bits.

Η σειριακή θύρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις εφαρμογές για αμφίδρομη επικοινωνία, δηλαδή για αποστολή ή λήψη δεδομένων. Δηλαδή, να μπορεί ο χρήστης του μικροελεκτή να δει τι τιμές δίνουν οι μετρητές και τι τιμές έχουν οι μεταβλητές μέσω της οθόνης σειριακής επικοινωνίας.

Μια χρήσιμη εντολή για αυτό είναι η `print()`, που εκτυπώνει ένα μήνυμα ή τιμές ή `println()` που λειτουργεί ακριβώς το ίδιο αλλά εκτυπώνοντας με αλλαγή γραμμής κάθε φορά. Όταν γίνει η σύνδεση του Arduino με τη θύρα USB στον υπολογιστή, η σειριακή οθόνη ενεργοποιείται από το εικονίδιο πάνω δεξιά “Σειριακή Οθόνη”. Στο παράθυρο που ανοίγει φαίνονται όλα τα μηνύματα που στέλνονται από τον κώδικα που έχει φορτωθεί ήδη και τρέχει στην πλακέτα.

4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

4.1 ΥΛΙΚΑ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ

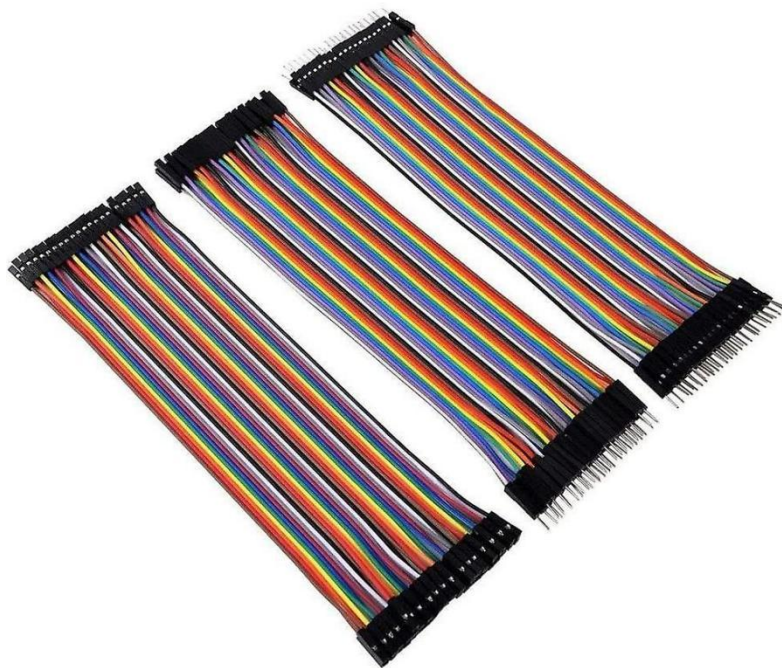
Ο τρόπος με τον οποίο θα συνδέσουμε τα υλικά είναι με βραχυκυκλωτήρες η jumper cables. Στην κατασκευή χρησιμοποιήσαμε 2 είδη.

-Χρησιμοποιήθηκαν για την σύνδεση των υλιών πάνω στο ράστερ,για την τροφοδοσία αλλά και την σύνδεση των αισθητήρων με το arduino.



Εικόνα 19. Καλώδια με ακροδέκτες rjn

-Χρησιμοποιήθηκαν για την σύνδεση του ρελέ με το arduino επειδή το ρελε δεν μπορεί να τοποθετηθεί στο ράστερ,το ίδιο ισχύει και για την LCD οθόνη.

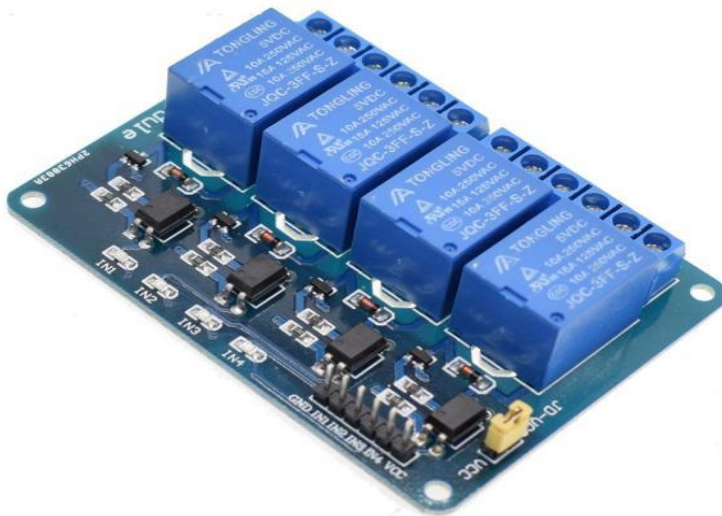


Εικόνα 20. Καλώδια με αρσενικό και θυληκό ακροδέκτη.

4.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΡΕΛΕ

Για την ρύθμιση των εξόδων του κυκλώματος θα χρησιμοποιήσουμε ένα (5V relay module)ρελέ 4 καναλιών από το οποίο θα χρησιμοποιήσουμε μονό τα 2 κανάλια IN1 και IN2.

Ο λόγος για τον οποίο επιλέξαμε αυτό το υλικό είναι λόγω της συμβατότητας του με τον μικροελεγκτή μας και επειδή είναι εύκολο στην χρήση.



Η τάση λειτουργίας του συγκεκριμένου υλικού είναι τα 5V.

Στην έξοδο του έχει 2 ακροδέκτες

- 1) NO Normally open
- 2) NC Normally close

Το ρελέ δέχεται στις εισόδους του σήματα απο τον μικροελεγκτή και ανάλογα με το σήμα ενεργοποιεί η δεν ενεργοποιεί τις εξόδους του.

4.3 ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ

Το αυτόματο θερμοκήπιο δε θα μπορούσε να λειτουργήσει και να προσαρμοστεί στις επιθυμίες μας χωρίς την ύπαρξη των αισθητήρων .Για αυτό θα κάνουμε μια σύντομη αναφορά στους βασικούς αισθητήρες αλλά και στα διάφορα έξτρα υλικά που θα χρησιμοποιήσουμε για την ορθή λειτουργία του αυτόματου θερμοκηπίου.

Επίσης στην ενότητα αυτή θα παρουσιάσουμε τον τρόπο με τον οποίο το Arduino συνδέεται ξεχωριστά με τον κάθε αισθητήρα αλλά και τον τρόπο με τον οποίο δέχεται τα ερεθίσματα μέσω των αισθητήρων που είναι συνδεδεμένοι επάνω στην πλακέτα και τα αποτελέσματα της λειτουργίας τους.

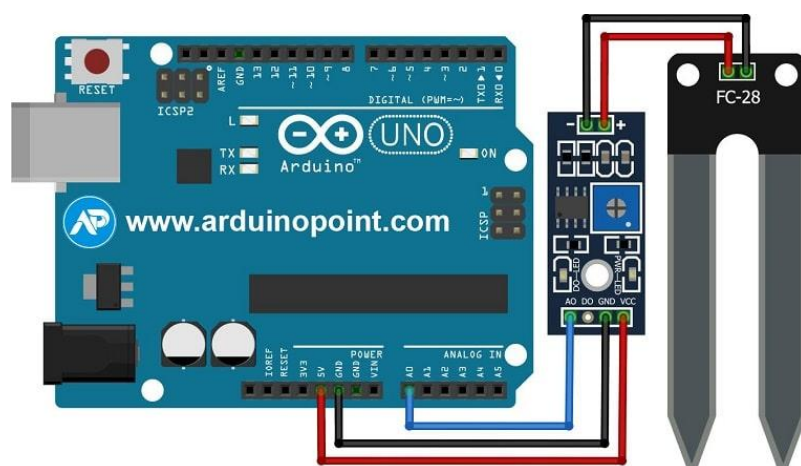
Οι αισθητήρες που χρησιμοποιήσαμε ικανοποιούν τις ανάγκες της εργασίας για αυτό τον λόγο επιλέξαμε αισθητήρες θερμοκρασίας, υγρασίας και έντασης φωτός.

Όλοι οι αισθητήρες είναι έτοιμοι με το module και είναι τύπου I2C αυτό σημαίνει ότι ο τρόπος σύνδεσής τους είναι απλός και γίνεται με λίγα υλικά διασύνδεσης.

4.4 ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

Αυτός είναι ένας αισθητήρας υγρασίας ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση της υγρασίας του εδάφους.

Η σύνδεση του γίνεται με τον παρακάτω τρόπο:



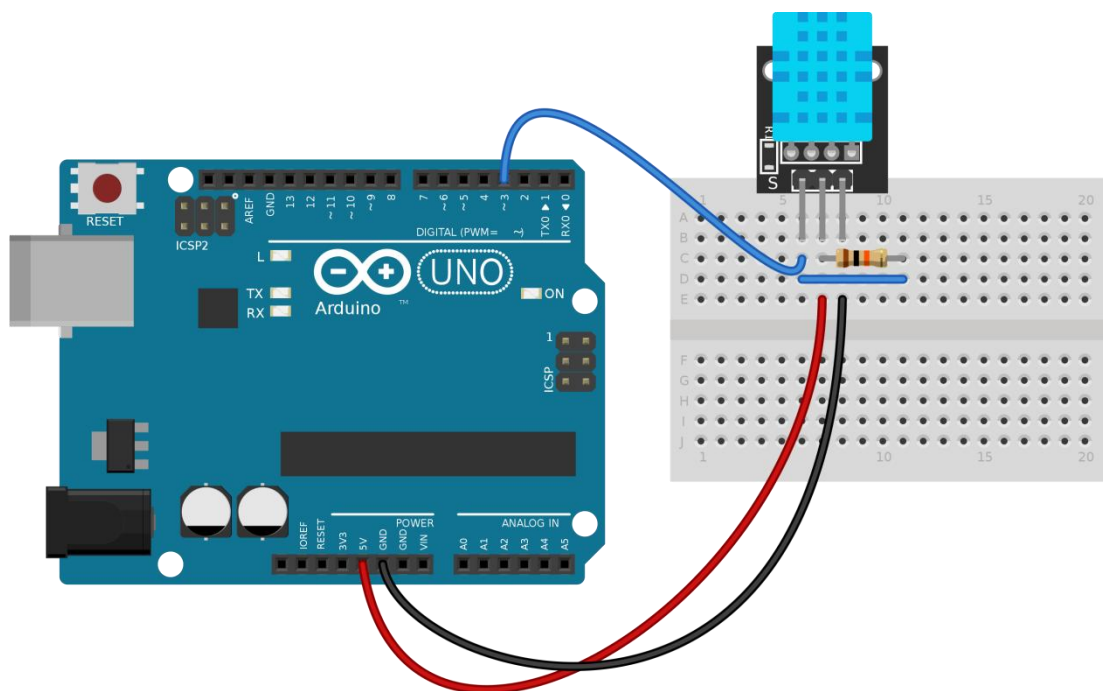
Το module του αισθητήρα συνδέεται με τις αναλογικές εισόδους του μικροελεγκτή και η ακίδα η probe τοποθετείται στο χώμα από το οποίο λαμβάνει τις απαραίτητες πληροφορίες για την υγρασία του εδάφους.

4.5 ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Το DHT-11 είναι ένας βασικός, χαμηλού κόστους, αισθητήρας για την εύρεση υγρασίας και θερμοκρασίας στον χώρο. Στο εσωτερικό του κρύβει έναν αισθητήρα

υγρασίας και ένα θερμίστορ (μεταβλητή αντίσταση που η τιμή της αλλάζει σε σχέση με την θερμοκρασία) «διαβάζοντας» έτσι τον αέρα που το περιβάλλει. Το εύρος υγρασίας που μετράει είναι 20- 80% και το εύρος της θερμοκρασίας είναι 0- 50 °

Η σύνδεση του γίνεται με τον παρακάτω τρόπο:

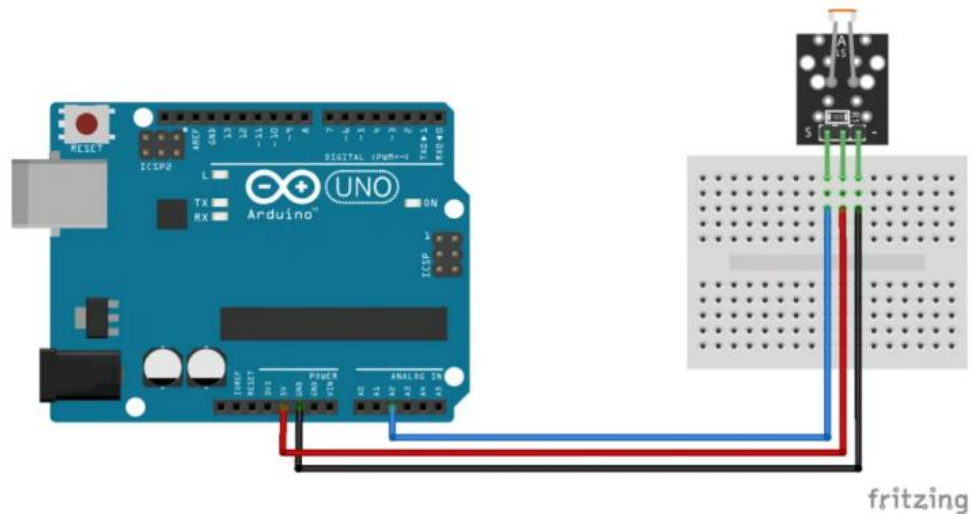


4.6 ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΦΩΤΕΙΝΟΤΗΤΑΣ

Μια φωτοαντίσταση (ή αντίσταση που εξαρτάται από το φως, LDR ή φωτοκύτταρο) είναι μια μεταβλητή αντίσταση ελεγχόμενη από το φως. Η αντίσταση μιας φωτοαντίστασης μειώνεται με την αύξηση της έντασης του προσπίπτοντος φωτός. με άλλα λόγια, παρουσιάζει φωτοαγωγιμότητα.

Αυτή η μονάδα επιτρέπει την εύκολη ανίχνευση των επιπέδων φωτός από την εφαρμογή μικροελεγκτή σας. Απλώς συνδέουμε το GND και το VCC στη μονάδα και μια διαφορετική τάση ανάλογα με το επίπεδο φωτός είναι διαθέσιμη στην τρίτη ακίδα.

Η σύνδεση του γίνεται με τον παρακάτω τρόπο:



Αυτή η μονάδα αποτελείται από μια φωτοαντίσταση και μια εν σειρά αντίσταση 10 kΩ. Η αντίσταση της φωτοαντίστασης θα μειωθεί παρουσία φωτός και θα αυξηθεί ελλείψει αυτού. Η έξοδος είναι αναλογική και καθορίζει την ένταση του φωτός.

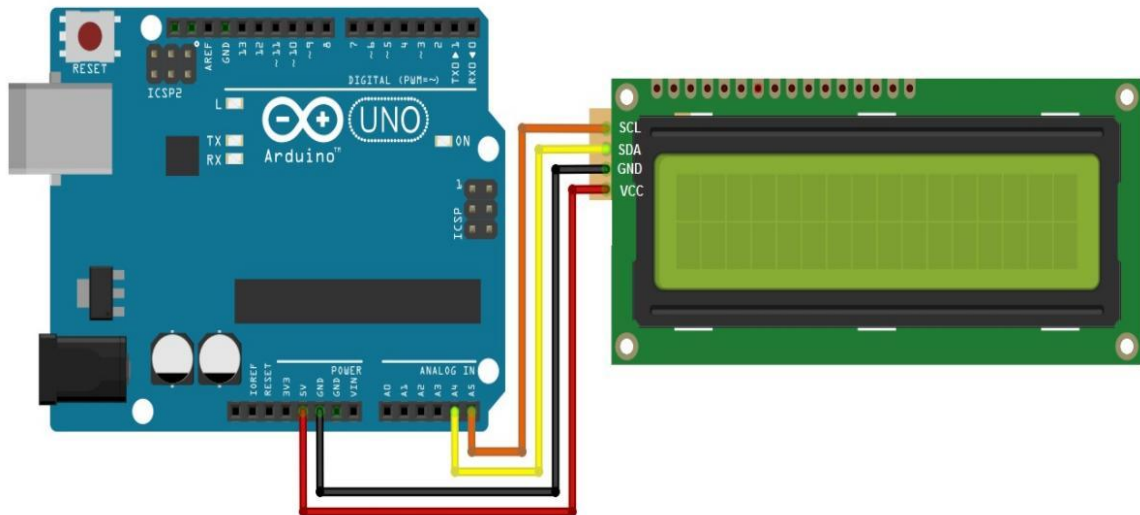
Τάση λειτουργίας: 3,3V έως 5V

Τύπος εξόδου: Αναλογικό

4.7 ΟΘΟΝΗ LCD

Μία οθόνη υγρών κρυστάλλων είναι ο συνδυασμός δύο φίλτρων πόλωσης και μίας διάταξης υγρών κρυστάλλων. Ένας υγρός κρύσταλλος είναι μία ελεγχόμενη από ηλεκτρικό πεδίο διάταξη, η οποία μπορεί να αλλάζει ή να μη αλλάζει την πόλωση του φωτός που περνά μέσα απ' αυτό. Επειδή η διάταξη αυτή δεν παράγει μόνη της φως, χρησιμοποιείται ανάκλαση φωτισμού (backlight) που παράγεται από λαμπτήρες φθορισμού και κατευθύνεται προς τους υγρούς κρυστάλλους.

Η σύνδεση του γίνεται με τον παρακάτω τρόπο:



Η οθόνη LCD (οθόνη υγρών κρυστάλλων) είναι μια ηλεκτρονική μονάδα ενδείξεων και βρίσκεται ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών. Μια οθόνη 16x2 LCD(σημαίνει ότι μπορεί να εμφανίσει 16 χαρακτήρες ανά γραμμή και υπάρχουν 2 τέτοιες γραμμές.) είναι μια πολύ βασική μονάδα και χρησιμοποιείται πολύ συχνά σε διάφορες συσκευές και κυκλώματα.

Οι οθόνες LCD είναι οικονομικές, εύκολα προγραμματιζόμενες και δεν έχουν περιορισμούς στην εμφάνιση ειδικών χαρακτήρων. Αυτή η οθόνη LCD έχει δύο καταχωρητές, την εντολή και τα δεδομένα. Ο κατάλογος εντολών αποθηκεύει τις εντολές που δίνονται στην οθόνη LCD. Μια εντολή δίνεται στην οθόνη LCD για να κάνει μια προκαθορισμένη εργασία όπως την προετοιμασία της, την εκκαθάριση της οθόνης, τη ρύθμιση της θέσης του δρομέα, τον έλεγχο της εμφάνισης κλπ. Ο κατάλογος δεδομένων αποθηκεύει τα δεδομένα που θα εμφανίζονται στην οθόνη LCD.

Τα **SCL** και **SDA**. Η γραμμή **SCL** είναι η *γραμμή ρολογιού*, ενώ η **SDA** είναι η *γραμμή δεδομένων*. Οι γραμμές αυτές συνδέονται σε όλες τις συσκευές, που υπάρχουν πάνω στο δίαυλο I²C. Προφανώς εκτός από τα παραπάνω καλώδια που μεταφέρουν δεδομένα, απαιτείται και ένα τρίτο καλώδιο το οποίο είναι η *γείωση* (GND) ή 0 V.

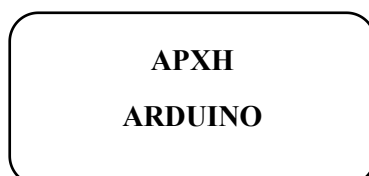
4.8 ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ

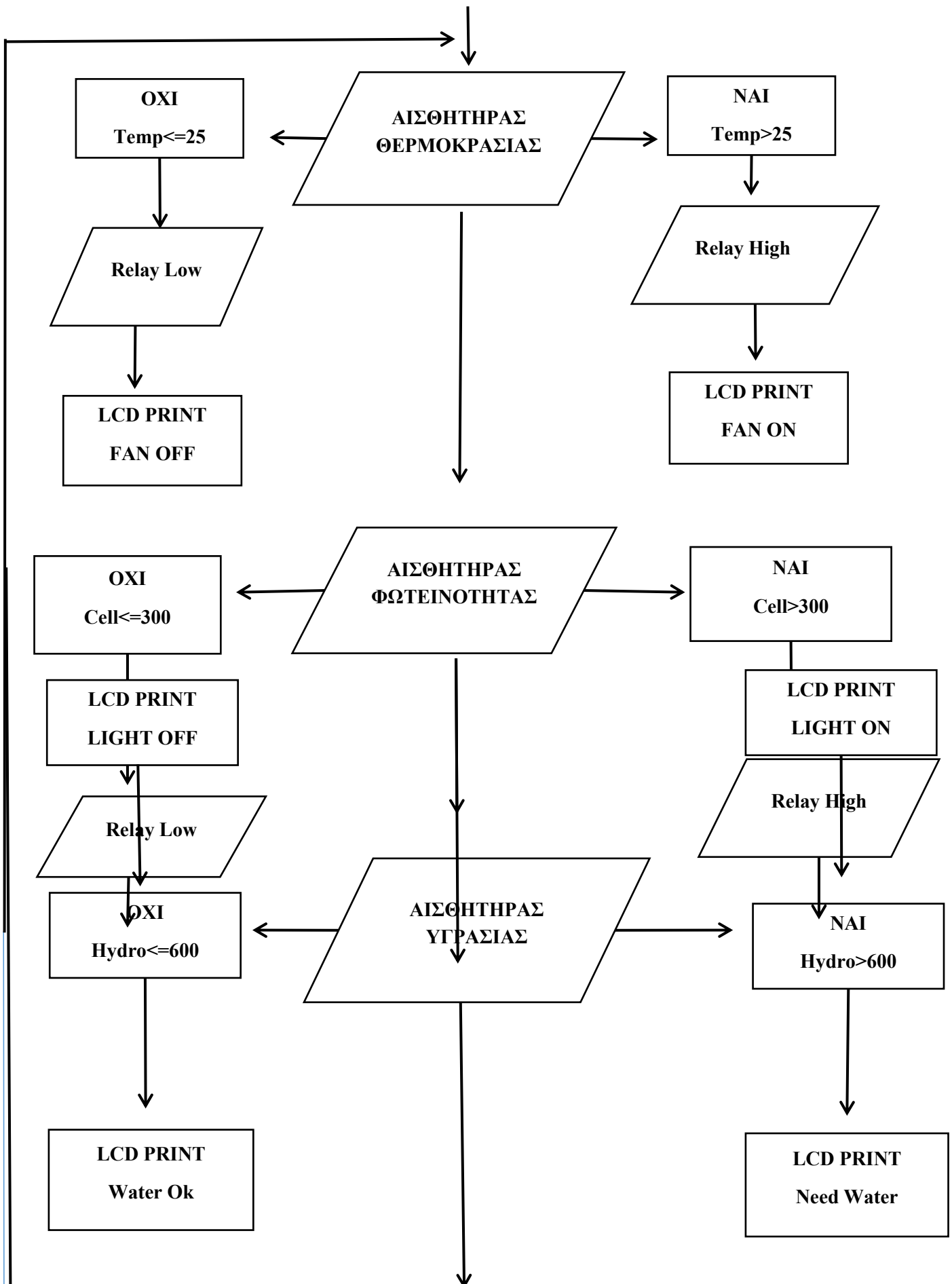
Ο ανεμιστήρας (DC fan) θα χρησιμοποιηθεί στην παρούσα πτυχιακή για την απαγωγή της υψηλής θερμοκρασίας στο εσωτερικό του θερμοκηπίου για την σωστή διαχείριση του μικροκλίματος.

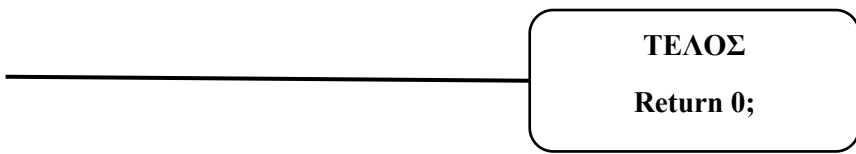


Η τάση λειτουργίας του ανεμιστήρα που θα χρησιμοποιήσουμε είναι τα 5V και θα ενεργοποιείται όταν ανοίγει το ρελέ αφού έχουν γίνει οι απαραίτητες μετρήσεις από τον αισθητήρα θερμοκρασίας.

4.9 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

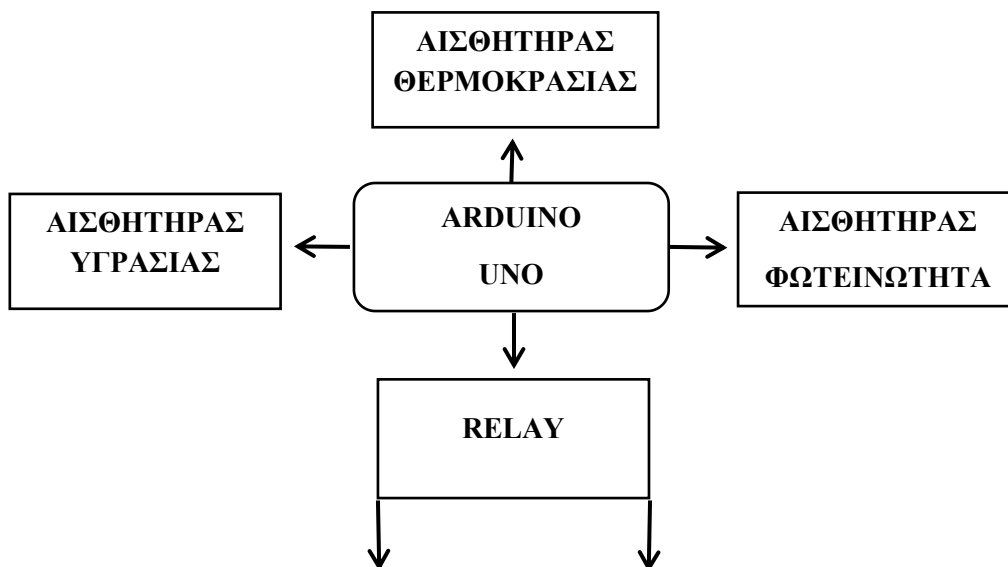


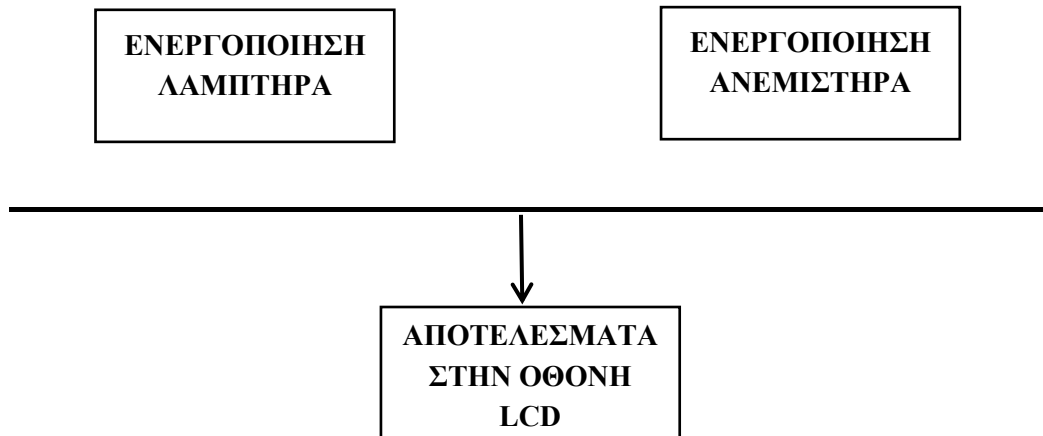




[13]

4.10 Η ΛΟΓΙΚΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ





Όλα τα υλικά που έχω χρησιμοποιήσει στην παρούσα πτυχιακή συνδέονται με τον πρωταγωνιστή της εργασίας το οποίο είναι το arduino.

Τα υλικά αυτά είναι: Αισθητήρας θερμοκρασίας/υγρασίας/φωτεινότητας το ρελέ που χρησιμοποιείται σαν έξοδος και η οθόνη LCD στην οποία θα τυπώνονται τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις των αισθητήρων.

Αν οι μετρήσεις αυτές είναι στα όρια που θέλουμε τότε το ρελέ θα είναι ανενεργό. Όταν ξεπεράσουμε τα όρια αυτά τότε θα ενεργοποιηθεί το ρελέ και θα λειτουργεί είτε ο λαμπτήρας είτε ο ανεμιστήρας είτε και τα δυο.[14]

5. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ

5.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΤΟΛΕΣ

Οι βασικές εντολές που χρησιμοποιούνται είναι οι εξής:

- **pinMode(...)**; :Ρυθμίζει την ακίδα(pin) να συμπεριφέρεται σαν είσοδος/έξοδος.
- **analogRead(...)**; :Διαβάζει μια τιμή από την ακίδα που θα δηλώσουμε.

- **digitalWrite(...)**; :Δίνει υψηλή/χαμηλή(HIGH/LOW) τιμή σε μια ψηφιακή ακίδα.
- **Println(...)**; :Τυπώνει αυτό που του γράφουμε στην παρένθεση (π.χ lcd.print("Water the plants");)
- **delay(...)**; :Είναι ο χρόνος καθυστέρησης μέχρι να επαναληφθεί το περιεχόμενο της void loop(){}
- **If(...)**; :Δομή ελέγχου μιας συνθήκης.
- **If(...)...else** :Δομή ελέγχου πολλαπλών συνθηκών.

5.2 Ο ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΚΑΤΣΚΕΥΗΣ

Παρακάτω θα αναφερθούμε στον προγραμματισμό του κυκλώματος και η επεξήγηση ορισμένων εντολών στη μορφή που έχουν τα σχόλια (//) στο προγραμματιστικό περιβάλλον IDE.

```
#include <DHT.h>
//#include <DHT_U.h>
```

```

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

#include <Wire.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

#define DHTPIN 3

#define DHTTYPE DHT11

DHT dht(DHTPIN,DHTTYPE);

#define relay1 5 // ANEMΙΣΤΗΡΑΣ(ΣΤΗΝ ΘΕΣΗ 5 ΤΗΣ DIGITAL ΘΗΡΑΣ ΤΟΥ
ARDUINO)

#define relay2 6 // ΦΩΣ(ΣΤΗΝ ΘΕΣΗ 6 ΤΗΣ DIGITAL ΘΗΡΑΣ ΤΟΥ ARDUINO)

//ΔΗΛΩΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

int Soil;

int cell;

int fan;

int light;

const int photocell=A1;

const int hydro=A2;

void setup() {

  Serial.begin(9600);

  lcd.init();

  lcd.backlight();

```

```

dht.begin();

                                //Μεταβλητές ρελέ εξόδου

pinMode (relay1,OUTPUT);        //ΕΞΟΔΟΣ ΓΙΑ ΑΝΟΙΓΜΑ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ
pinMode (relay2,OUTPUT);        //ΕΞΟΔΟΣ ΓΙΑ ΑΝΟΙΓΜΑ ΤΟΥ ΛΑΜΠΤΗΡΑ
digitalWrite(relay1, HIGH );
digitalWrite(relay2, HIGH );

}

void loop() {
  lcd.clear();

  cell=analogRead (photocell);
  Soil=analogRead (hydro);

  float t = dht.readTemperature();

  lcd.setCursor(0, 0); //ΘΕΣΗ ΠΡΩΤΗ ΣΤΗΝ ΟΘΟΝΗ
  lcd.print("Temp:"); //ΑΥΤΟ ΘΑ ΕΜΦΑΝΙΖΕΙ ΣΤΗΝ ΟΘΟΝΗ
  lcd.print(t);        //ΤΥΠΩΝΕΙ ΤΗΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ
  lcd.print("oC");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Hydro:");
  lcd.print(Soil);
  lcd.print(" ");
  delay (3000);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("cell:");
  lcd.print(cell);

```

```

lcd.print(" ");
delay (3000); //ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ 3 ΔΕΥΤΕΡΟΛΕΠΤΑ

//ELEGXOS GIA THERMOKRASIA

if (t>25) //ΔΟΜΗ ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΙΑΣ ΣΥΝΘΗΚΗΣ

{
digitalWrite(relay1, LOW ); //ΑΝΟΙΓΜΑ ΤΟΥ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ ΛΟΓΩ ΖΕΣΤΗΣ ΣΤΟ
ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ
lcd.setCursor(0, 1); //ΘΕΣΗ ΔΕΥΤΕΡΗ ΣΤΗΝ ΟΘΟΝΗ
lcd.print(" Fan on"); ΤΥΠΩΣΕ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ ΕΝΕΡΓΟΣ
lcd.print(" ");

}

else if(t<=25)
{
digitalWrite(relay1, HIGH ); //ΜΕ ΑΥΤΗΝ ΤΗΝ ΕΝΤΟΛΗ digitalWrite:
ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΕΙΤΑΙ Η ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΗ ΘΗΡΑ ΤΟΥ ΡΕΛΕ
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print(" Fan off");
lcd.print(" ");

}

delay(2000);

//ELEGXOS GIA FOTEINOTITA

```

```

if (cell>300) //ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΡΙΩΝ

{

    digitalWrite(relay2, LOW ); //ΑΝΟΙΓΜΑ ΛΑΜΠΤΗΡΑ ΛΟΓΩ ΧΑΜΗΛΗΣ
ΦΩΤΕΙΝΟΤΗΤΑΣ
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Light on");
    lcd.print(" ");
}

else if (cell<=300)
{
    digitalWrite(relay2, HIGH ) ; //ΜΕ ΑΥΤΗΝ ΤΗΝ ΕΝΤΟΛΗ digitalWrite:
ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΕΙΤΑΙ Η ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΗ ΘΗΡΑ ΤΟΥ ΡΕΛΕ
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(" Light off");
    lcd.print(" ");
}

delay(2000);
//ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΙΑ ΠΟΤΙΣΜΑ

if (Soil>600)
{
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print (" Need Water"); //ΠΟΤΙΖΟΥΜΕ ΤΑ ΦΥΤΑ ΛΟΓΩ ΧΑΜΗΛΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ
    lcd.print(" ");
}

```

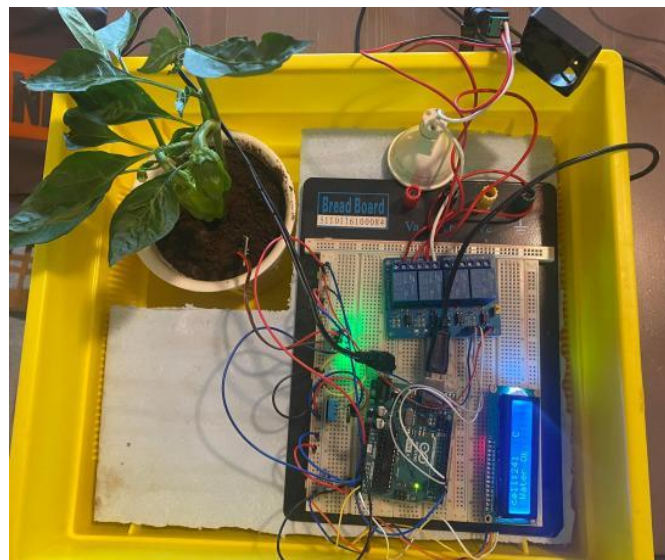
```
else if (Soil <=600)
{
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print (" Water Ok");    //Η ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΤΟ ΧΩΜΑ ΕΙΝΑΙ ΚΑΛΗ
  lcd.print("  ");

}
delay(2500);
}
```

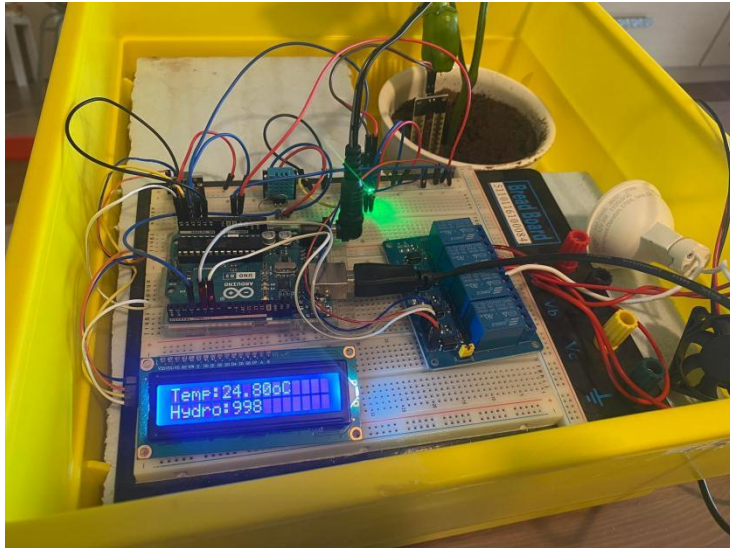
5.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΘΟΝΗ LCD ΚΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ARDUINO



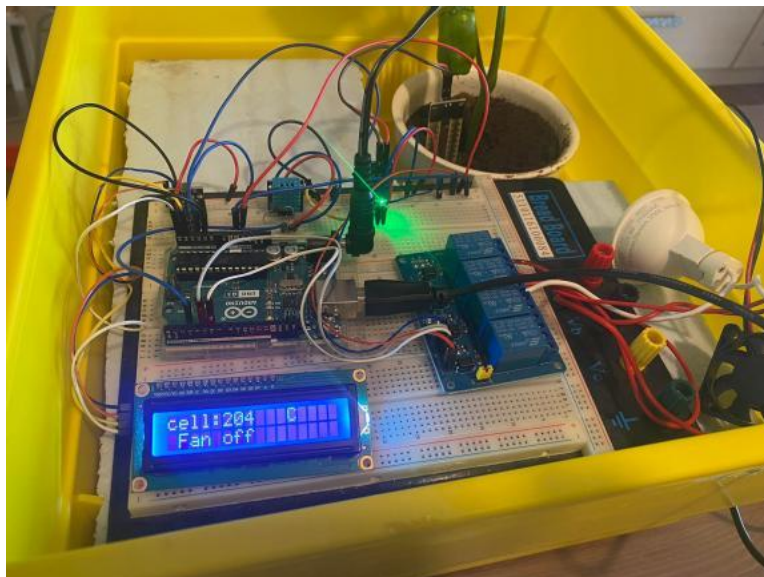
1) Το θερμοκήπιο εξωτερικά



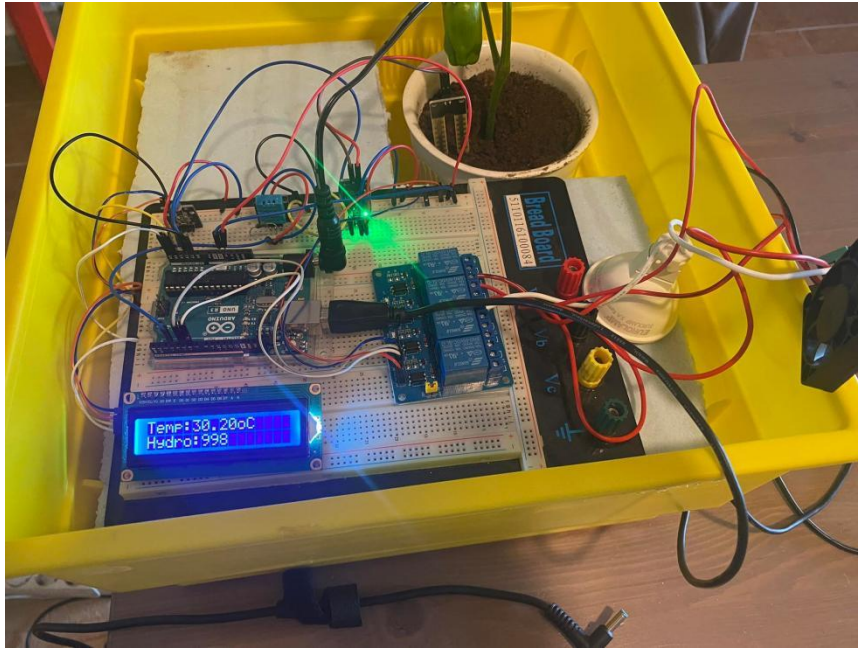
2) Το εσωτερικό του θερμοκηπίου



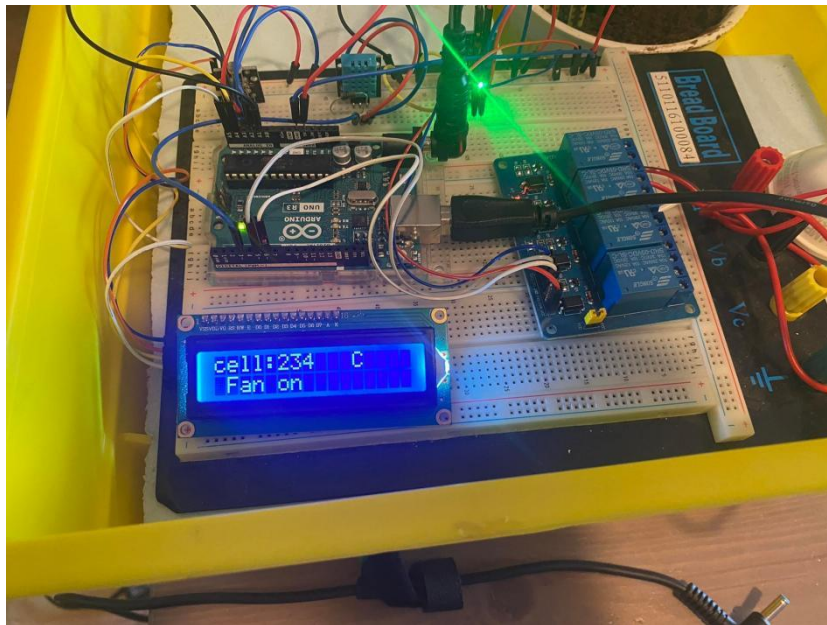
3) Έλεγχος για θερμοκρασία ≤ 25 (το όριο που βάλαμε)



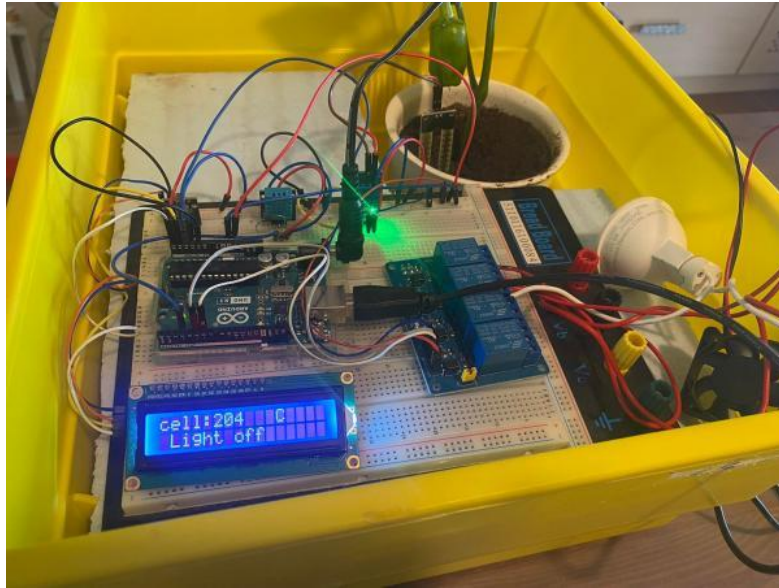
4) Εφόσον η θερμοκρασία είναι ≤ 25 εμφανίζει το μήνυμα fan off



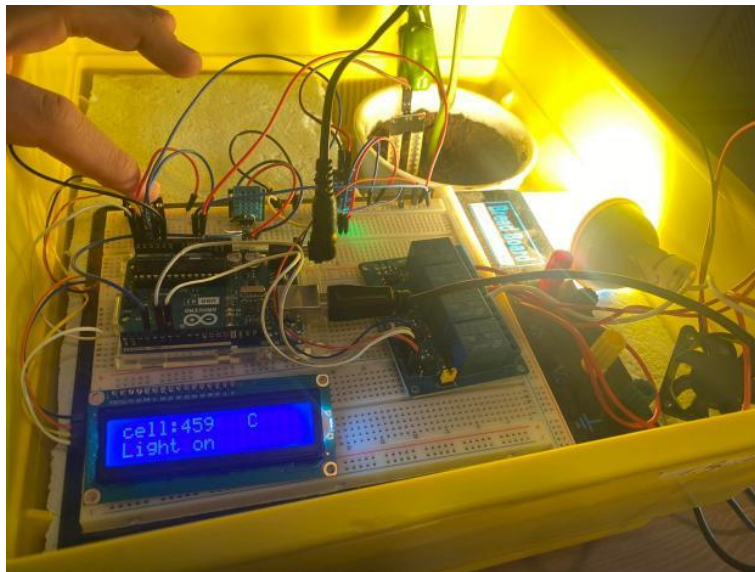
5) Την στιγμή που η θερμοκραία είναι $temp > 25$



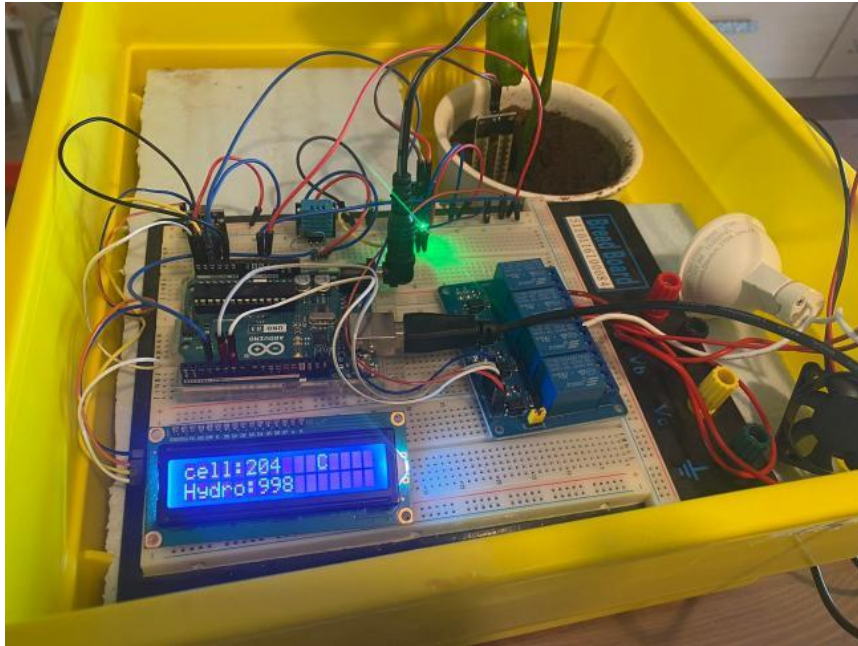
6) Εφόσον ξεπεράσαμε το όριο ($temp > 25$) εμφανίζει το μήνυμα Fan on



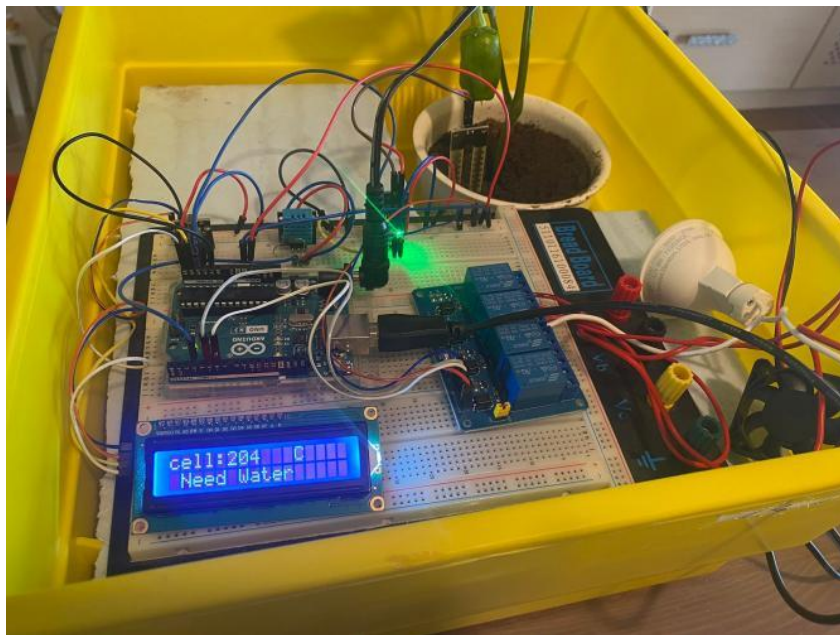
7) Έλεγχος για φωτεινότητα $cell \leq 300$ άρα ο λαμπτήρας μένει κλειστός όπως βλέπουμε και στο μήνυμα που εμφάνισε απο κάτω light off



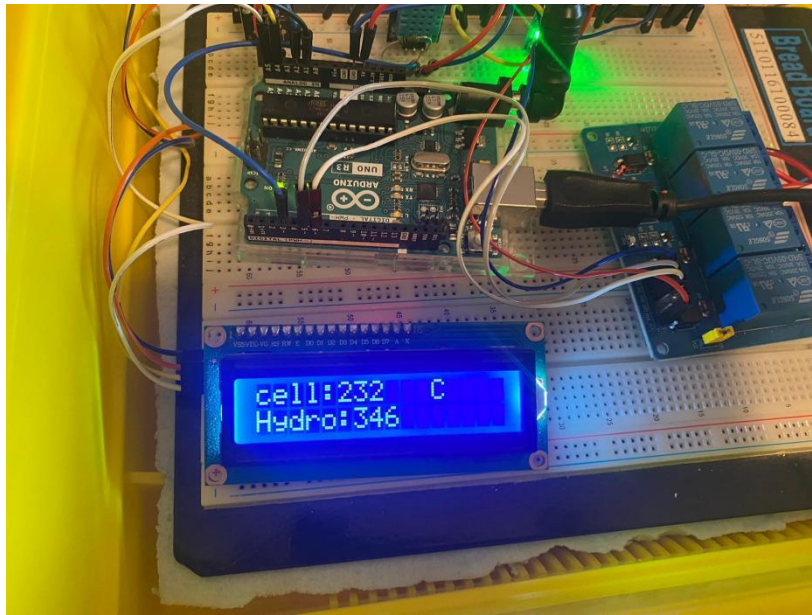
8) Η φωτεινότητα εδώ ξεέπρασε το όριο $cell > 300$ οπότε ανάβει ο λαμπτήρας και εμφανίζει μήνυμα light on.



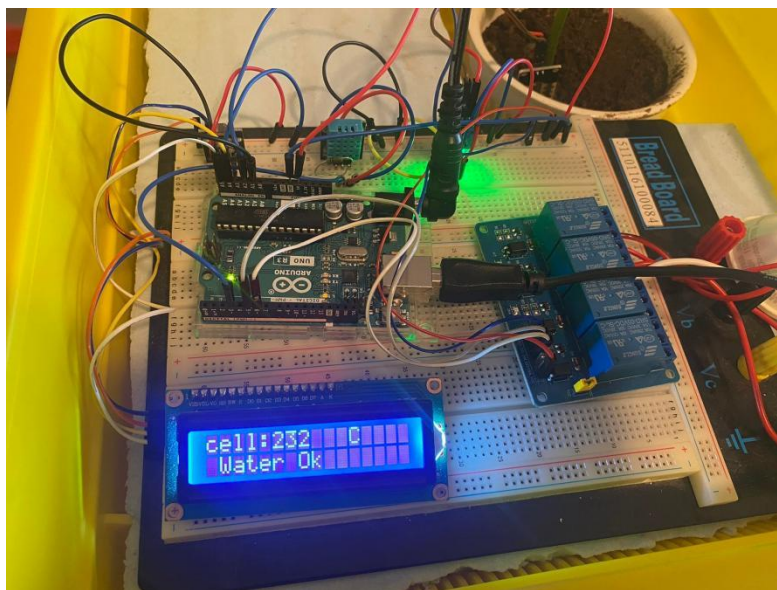
9)Έλεγχος για τα επίπεδα υγρασίας Hydro>600 το όριο που βάλαμε.



10) Εφόσον το hydro>600 εβγαλε μήνυμα need water .



11) Τη στιγμή που το $hydro \leq 600$ και γίνεται ο έλεγχος για το αν θέλει νερό η οχι.



12) Μετά την προσθήκη νερού στο φυτό βλέπουμε ότι τα επίπεδα είναι εντάξει. Οπότε εμφανίζει μήνυμα water ok

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΒΑΣΙΚΑ ΠΟΡΙΣΜΑΤΑ

6.1 ΣΥΜΠΕΡΙΣΜΑΤΑ

Μετά από πολλές ώρες πάνω απο έναν υπολογιστή και αρκετού διαβάσματος έχω καταλάβει οτι το arduino έχει πάρα πολλές εφαρμογές και τρομερές δυνατότητες.Οι αυτοματισμοί όμως είναι το μέλλον οπότε ήταν πολύ ενδιαφέρον να ασχοληθώ με την συγκεκριμένη πτυχιακή.

6.2 ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ

Θα μπορούσα να κάνω την απεικόνιση ακόμα πιο ωραία,δηλαδή όλα τα υλικά να ήταν πάνω σε μια motherboard αλλά σαν πρώτη φορά είμαι αρκετά ευχαριστημένος.Επίσης θα μπορούσα να ελέγγω κάποιες λειτουργίες απομακρυσμένα απο το κινητό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%98%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%BA%CE%AE%CF%80%CE%B9%CE%BF>[1]

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%98%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%BA%CE%AE%CF%80%CE%B9%CE%BF>[2]

<http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php>[3]

<https://eclass.teiep.gr/modules/document/file.php>[4]

<http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php>[5]

<http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php>[6]

<http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php>[7]

[https://el.wikipedia.org/wiki/Arduino#%CE%A5%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CF%8C_\(Hardware\)](https://el.wikipedia.org/wiki/Arduino#%CE%A5%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CF%8C_(Hardware))[8]

<https://el.wikipedia.org/wiki/Arduino#%CE%A0%CE%BB%CE%B1%CF%84%CF%86%CF%8C%CF%81%CE%BC%CE%B1>[9]

<https://grobotronics.com/arduino-uno-rev3.html>[10]

<https://grobotronics.com/photoresistor-module-ky-018.html>[11]

<https://support.microsoft.com/el-gr/office>[12]

