



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ &
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.



ΑΠΟΜΑΚΡΥΣΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ARDUINO

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΓΟΥΡΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

Επιβλέπων: **ΑΣΗΜΟΠΟΥΛΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

Καθηγητής

ΚΟΖΑΝΗ/ΜΑΡΤΙΟΣ/2023



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ &
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.



REMOTE IRRIGATION SYSTEM WITH ARDUINO USE

BACHELOR THESIS

SGOUROS IOANNHS

SUPERVISOR: **ASIMOPOULOS NIKOLAOS**

PROFESSOR

KOZANI/MARCH/2023



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ &
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.



ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα Διπλωματική Εργασία με
τίτλο
“

_____” καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας και αναφέρονται ρητώς μέσα στο κείμενο που συνοδεύουν, και η οποία έχει εκπονηθεί στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, υπό την επίβλεψη του _____ μέλους _____ του _____ Τμήματος _____ κ.

_____ αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή / και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και μόνο.

Copyright (C) Ονοματεπώνυμο Φοιτητή & Επιβλέποντα, Έτος, Πόλη

Copyright (C) _____, _____, _____,

Υπογραφή Φοιτητή: _____

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η σχεδίαση και η υλοποίηση ενός έξυπνου συστήματος άρδευσης με χρήση της αναπτυξιακής πλατφόρμας Arduino. Το σύστημα προορίζεται για την άρδευση ενός κήπου.

Στην εποχή που ζούμε η χρήση του νερού για άρδευση δεν επαρκεί. Το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής, η ραγδαία αύξηση του παγκοσμίου πληθυσμού και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας έχει ως αποτέλεσμα την περιορισμένη αποθήκευση του νερού για πότισμα καλλιεργειών καθώς οι ανάγκες για ύδρευση είναι μεγάλες. Με αυτό τον τρόπο είναι απαραίτητο να περιορίσουμε την άσκοπη κατανάλωση του νερού με ένα σύστημα έξυπνης άρδευσης.

Αυτό γίνεται εφικτό καθώς τα τελευταία χρόνια η τεχνολογία κάνει ραγδαία άλματα και μας δίνει την δυνατότητα να κάνουμε την καθημερινότητα μας πιο εύκολη και άνετη.

Το σύστημα αυτό θα δίνει την δυνατότητα στον αγρότη είτε στον ιδιόκτητη του κτήματος, να ενημερώνεται για την δυναμική κατάσταση της υγρασίας του εδάφους χρησιμοποιώντας αισθητήρες. Αυτό γίνεται εφικτό μέσω της επικοινωνίας γραπτού μηνύματος και του προγραμματισμού του μικροελεγκτή arduino σε συνδυασμό με την χρήση της πλακέτας επέκτασης GSM/GPRS Shield for Arduino SIM900.

Το αποτέλεσμα θα είναι η ενημέρωση της τρέχουσας υγρασίας του εδάφους στο κινητό του χρήστη. Ο χρήστης θα δώσει εντολή με γραπτό μήνυμα όπου ενεργοποιείται μια αντλία για την άρδευση του κήπου. Ο απομακρυσμένος έλεγχος πραγματοποιείται μέσω της πλακέτας arduino και της πλακέτας επέκτασης GSM/GPRS Shield for Arduino SIM900.

Λέξεις κλειδιά:

Άρδευση, μικροελεγκτής, επικοινωνία, απομακρυσμένος έλεγχος, αντλία, νερό.

ABSTRACT

The subject of this thesis is the design and implementation of a smart irrigation system using the Arduino board and its shields. The system is intended for irrigation of a vegetable plot.

At the present time the use of water for irrigation is not enough. The phenomenon of climate change, the rapid increase of the world's population and the rise in sea level, has resulted in the limited storage of water for watering crops as the needs for water supply are great it . To this extent is necessary to limit the unnecessary consumption of water with a system of smart irrigation.

This becomes possible as in recent years technology has been making rapid leaps and bounds and makes possible our standard of living easier and more comfortable.

This system will enable the farmer or the owner of the vegetable plot to be informed about the dynamic state of soil moisture. This is made possible through text message communication and the programming of the Arduino microcontroller in combination with the use of the GSM/GPRS Shield for Arduino SIM900.

The result will be an update of the current soil moisture on the user's mobile phone. The user will give a command by text message where a pump for irrigation of the garden is activated. Remote control is carried out through the Arduino board and the use of GSM/GPRS Shield for Arduino SIM900.

Keywords:

Irrigation, microcontroller, communication, remote control, pump, water.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω τα άτομα που συνέβαλαν και στάθηκαν διπλά μου για την εκπόνηση της, αλλά και για τα χρόνια της φοιτητής μου.

Τα πρώτα πρόσωπα που θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου είναι η οικογένεια μου, για την σταθερή και αδιάλειπτη στήριξη που μου παρείχαν όλα τα χρόνια των σπουδών μου.

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή Ασιμόπουλο Νικόλαο, για την στήριξη την εμπιστοσύνη και την βοήθεια που μου παρείχε , τόσο κατά την διάρκεια των σπουδών μου όσο και στην εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες και εκτίμηση απευθύνω στους καθηγητές μου, για τις γνώσεις που παρείχαν με προσπάθεια και αφοσίωση προς όλους τους σπουδαστές όλα τα χρόνια της φοίτησης μου.

ΚΟΖΑΝΗ/ΜΑΡΤΙΟΣ/2023

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	15
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	18
1.1 Η ΑΡΔΕΥΣΗ ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ.....	26
2.1 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΡΔΕΥΣΗΣ.....	26
2.1.1 Κατάκλιση.....	26
2.1.2 Λωρίδες.....	27
2.1.3 Αυλάκια.....	27
2.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΤΑΙΟΝΙΣΜΟΥ Η ΤΕΧΝΗΤΗ ΒΡΟΧΗ.....	28
2.3 ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΜΕ ΣΤΑΓΟΝΙΔΙΑ Η ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ.....	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΗ ΠΛΑΚΕΤΑ ARDUINO.....	31
3.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	31
3.1.1 Αναλυτικά τα πλεονεκτήματα των μικροελεγκτών:.....	34
3.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΠΛΑΚΕΤΑ ARDUINO.....	35
3.2.1 Μνήμες του Arduino.....	36
3.2.2 Σειριακή θύρα.....	37
3.2.3 Τροφοδοσία πλακέτας.....	37
3.2.4 Είσοδοι έξοδοι.....	38
3.2.5 Γλώσσα προγραμματισμού arduino.....	39
3.2.6 Βιβλιοθήκες.....	40
3.2.7 Επεκτάσεις.....	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	42
4.1 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΠΑΝΕΛ.....	43
4.2 ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ.....	44
4.3 ΠΛΑΚΕΤΑ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΓΙΑ ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ ΛΙΘΙΟΥ.....	45
4.4 ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ DC-DC.....	46
4.5 ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	47
4.6 ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ.....	48
4.7 ΑΝΤΛΙΑ.....	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ.....	50
5.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ.....	51
5.2 ΔΙΚΤΥΑ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ.....	53
5.2.1 Μέρη δικτύου κινητής τηλεφωνίας.....	54
5.2.2 Γενιές δικτύων κινητής τηλεφωνίας.....	54
5.3 ΠΛΑΚΕΤΑ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ GSM/GPRS SHIELD SIM900.....	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΑΝΑΛΥΣΗ ΘΕΜΑΤΟΣ.....	58
6.1 ΚΩΔΙΚΑΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ.....	58
6.1.1 Δήλωση βιβλιοθηκών και μεταβλητών.....	59

Απομακρυσμένο
σύστημα άρδευσης με
χρήση arduino

6.1.2 Συνάρτηση void setup.....	60
6.1.3 Συνάρτηση void loop μέρος 1.....	61
6.1.4 Συνάρτηση void loop μέρος 2.....	63
6.1.5 Συναρτήσεις αποστολής μηνυμάτων	68
6.2 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	69
6.3 SCHEMATIC	75
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	77
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	78

Εικόνα 1 Έλλειψη νερου το 2025	18
Εικόνα 2 Πυρκαγιά στην Καλιφόρνια	19
Εικόνα 3 Κύκλος του νερού	20
Εικόνα 4 Κοχλίας του Αρχιμήδη	22
Εικόνα 5 Αρχαίο Ελληνικό υδραγωγείο	22
Εικόνα 6 Αρχαίο αιγυπτιακό σύστημα άρδευσης	23
Εικόνα 7 Τρόπος άρδευσης Σουμερίων	24
Εικόνα 8 Σύστημα Κάνατ	24
Εικόνα 9 Ρωμαϊκό τεχνητό κανάλι και γέφυρα ύδρευσης	25
Εικόνα 10 Άρδευση με κατάκλιση	26
Εικόνα 11 Άρδευση με λωρίδες	27
Εικόνα 12 Άρδευση με αυλάκια	28
Εικόνα 13 Άρδευση με καταιονισμό	28
Εικόνα 14 Άρδευση με σταγονίδια	29
Εικόνα 15 Πρώτο τρανζίστορ	31
Εικόνα 16 Σύγχρονο τρανζίστορ	31
Εικόνα 17 Πρώτος μικροεπεξεργαστής της Intel	32
Εικόνα 18 Σύγχρονος επεξεργαστής	32
Εικόνα 19 Μικροελεγκτής της Texas Instruments	34
Εικόνα 20 Εφαρμογές μικροελεγκτών	35
Εικόνα 21 Μέρη arduino	36
Εικόνα 22 Rx, Tx pins	37
Εικόνα 23 Αναλογικές- ψηφιακές είσοδοι έξοδοι	39
Εικόνα 24 Arduino shields	41
Εικόνα 25 Μικρό Φωτοβολταϊκό πάνελ	43
Εικόνα 26 Αυτοσχέδια ανεμογεννήτρια	44
Εικόνα 27 Ρυθμιστής φόρτισης	45
Εικόνα 28 Μετατροπέας ανύψωσης συνεχούς τάσης	46
Εικόνα 29 Αισθητήρας υγρασίας εδάφους	47
Εικόνα 30 Αισθητήρας υπερήχων	48
Εικόνα 31 Αντλία	49
Εικόνα 32 Υδραυλικός τηλεγράφος	51
Εικόνα 33 Τηλέφωνο του Alexander Graham Bell	53
Εικόνα 34 Ραδιόφωνο του Guglielmo Marconi	53
Εικόνα 35 Μέρη της πλακέτας επέκτασης	56
Εικόνα 36 Συνδεσμολογία πλακέτας επέκτασης με arduino μέσω του πρωτοκόλλου uart	57
Εικόνα 37 Κώδικας προγράμματος	60
Εικόνα 38 Ενεργοποίηση πλακέτας sim900	61
Εικόνα 39 Εισερχόμενο μήνυμα στην πλακέτα από το κινητό	61
Εικόνα 40 1ο μέρος της συνάρτησης void loop	63
Εικόνα 41 Συνθήκη if(sim900.available(>0)	65
Εικόνα 42 Συνθήκη START	66
Εικόνα 43 Συνθήκη START	66

<i>Εικόνα 44 Συνθήκη STOP και dedomena</i>	<i>67</i>
<i>Εικόνα 45 Συνθήκες για διακοπή λειτουργίας αντλίας</i>	<i>67</i>
<i>Εικόνα 46 Συναρτήσεις αποστολής μηνυμάτων</i>	<i>69</i>
<i>Εικόνα 47 Αυτοσχέδια κατασκευή απομακρυσμένου ποτίσματος</i>	<i>71</i>
<i>Εικόνα 48 Συστοιχία φωτοβολταϊκών και ανορθωτής ανεμογεννήτριας</i>	<i>72</i>
<i>Εικόνα 49 breadboard με τα επιμέρους εξαρτήματα</i>	<i>73</i>
<i>Εικόνα 50 Πλακέτες, αισθητήρες προσομοίωση κήπου και δεξαμενής</i>	<i>74</i>
<i>Εικόνα 51 Εικονική αναπαράσταση κυκλώματος</i>	<i>75</i>
<i>Εικόνα 52 Σχηματική αναπαράσταση κυκλώματος</i>	<i>76</i>

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με τίτλο σύστημα άρδευσης με χρήση arduino, εκπονήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος σπουδών του τμήματος ηλεκτρολόγων μηχανικών Τ.Ε του πρώην τεχνολογικού εκπαιδευτικού τμήματος δυτικής Μακεδονίας.

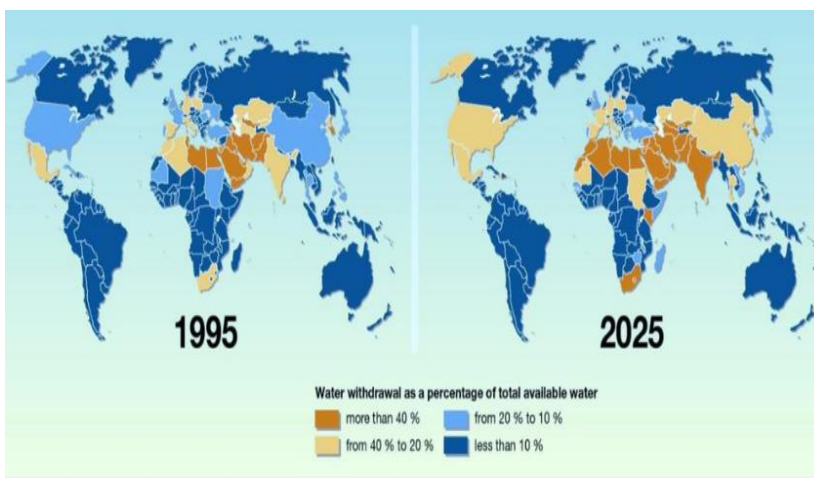
Αντικείμενο της πτυχιακής είναι ο σχεδιασμός και η κατασκευή του συστήματος με την χρήση της αναπτυξιακής πλατφόρμας arduino. Θα χρησιμοποιήσουμε τον μικροελεγκτή arduino λόγο της μεγάλης γκάμας βιβλιοθηκών που μας παρέχει, το γνωστό περιβάλλον προγραμματισμού (περιβάλλον c++) και το χαμηλό κόστος του. Η επικοινωνία του χρηστή με την πλατφόρμα σε συνδυασμό με τις πληροφορίες που συσσωρεύει ο αισθητήρας, θα γίνει με την δυνατότητα αποστολής μηνύματος μέσω του δικτύου GSM.

Τα τεχνολογικά μέσα της σύγχρονης εποχής μας δίνουν την δυνατότητα να τα χρησιμοποιήσουμε προς όφελος μας με τέτοιο τρόπο ώστε να εξοικονομούμε πόρους, να είμαστε οικονομικά κερδισμένοι, να κάνουμε κατάλληλη χρήση της άρδευσης του νερού χωρίς να καταναλώνουμε αλόγιστα το πολύτιμο αυτό αγαθό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Νερό. Ίσως το πιο πολύτιμο αγαθό πάνω στον πλανήτη. Χωρίς αυτό το φυσικό πόρο η ζωή στον πλανήτη δεν θα υπήρχε. Παρόλα αυτά την παρούσα στιγμή ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού του πλανήτη στερείται αυτού του τόσο σημαντικού αγαθού. Οι ποσότητες του νερού που υπάρχουν στις θάλασσες και τους ωκεανούς αν και φαινομενικά είναι σε αφθονία, εντούτοις το ποσοστό εκμετάλλευσης του είναι πολύ μικρό για τις βασικές ανάγκες του άνθρωπου. Η απαίτηση για κατανάλωση και χρήση του νερού βασίζεται κυρίως στην καθημερινότητα του ατόμου, την βιομηχανία και την γεωργία.

Με την ραγδαία αύξηση του πληθυσμού η κατανάλωση του πόσιμου νερού ολοένα και αυξάνεται για πολλές χώρες, με αποτέλεσμα να υπάρχει έντονο το φαινόμενο της λειψυδρίας. Σύμφωνα με ερευνά του παγκοσμίου φοροουμ για την φύση, το 2025 πάνω από τον μισό πληθυσμό του πλανήτη θα υπάρχει έλλειψη νερού. Αυτό σε συνδυασμό με την αυξημένη ζήτηση για χρήση ή κατανάλωση καθίσταται σοβαρό πρόβλημα για τα έθνη στο άμεσο μέλλον, καθώς η αποθήκευση του είναι ελάχιστη, και πολλές φορές μη επαρκής. Από τα παραπάνω αντιλαμβανόμαστε ότι η παροχή και αποθήκευση του νερού μοιάζει αδύνατη σε ορισμένες χώρες ποσό μάλλον η χρήση του για άρδευση όπου είναι και το θέμα που θα μας απασχολήσει στις παρακάτω ενότητες. [1] [2] [3]



Εικόνα 1 Έλλειψη νερου το 2025

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την αποθήκευση του νερού είναι η κλιματική αλλαγή. Με τον ορό κλιματική αλλαγή εννοούμε τις μακροπρόθεσμες αλλαγές του καιρού σε παγκόσμιο επίπεδο που επηρεάζουν τον κλίμα. Οι επιπτώσεις που

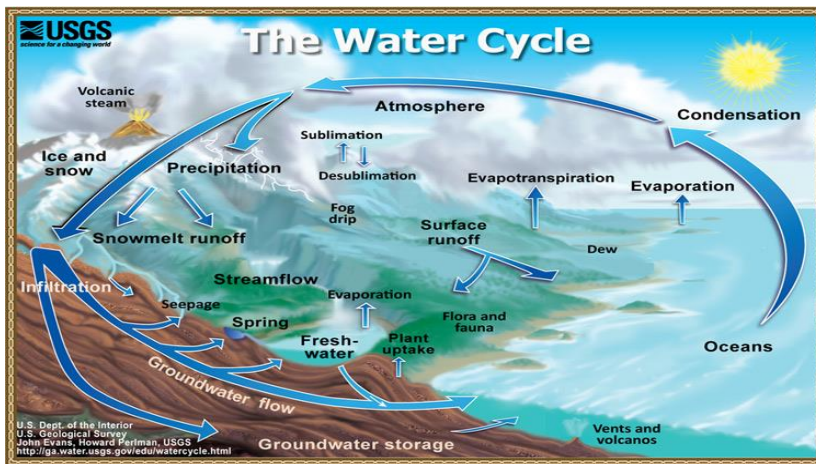
**Απομακρυσμένο
σύστημα άρδευσης με
χρήση arduino**

προκαλεί το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής επηρεάζει αρνητικά πολλές περιοχές ανά τον πλανήτη. Σε πολλές από αυτές παρουσιάζεται έντονα το φαινόμενο της ανομβρίας.[3] [4] Άλλα ακραία καιρικά φαινόμενα όπως δασικές πυρκαγιές το λιώσιμο των πάγων ή πλημμύρες έχουν ως αποτέλεσμα την μεταβολή της στάθμης του νερού. Αυτό σημαίνει ότι θα επηρεάσει αρνητικά τις παράκτιες αυτές περιοχές θέτοντας σε κίνδυνο το θαλάσσιο οικοσύστημα αλλά ακόμη και ζωές. Επιχειρήσεις που στεγάζονται σε κοντινές αποστάσεις, καλλιέργειες, βιομηχανίες θα καταστραφούν ωθώντας έτσι τους ανθρώπους που δραστηριοποιούνται σε αυτές τις τοποθέτησες να μεταναστεύσουν. [5]



Εικόνα 2 Πυρκαγιά στην Καλιφόρνια

Το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής όπως περιγράψαμε επηρεάζει τον καιρό ως αποτέλεσμα το κλίμα να μην είναι σταθερό και να μεταβάλλεται γρήγορα και απρόσμενα. Λόγο της ολοένα και αυξανόμενης θερμοκρασίας ένα συχνό φαινόμενο που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια είναι ο κύκλος του νερού. Θερμότερο κλίμα σημαίνει πιο συχνό καύσωνες. Σε περιοχές που ήταν αναμενόμενο να βρέξει τώρα βρέχει συχνότερα προκαλώντας πλημμύρες και καταστροφές, ενώ σε άλλες που το κλίμα τείνει να είναι ξερό από μόνο του τώρα υπάρχει το φαινόμενο της έντονης ξηρασίας, επηρεάζοντας αρνητικά την τοπική πανίδα και της ανθρώπινες δραστηριότητες κάνοντας αυτές τις περιοχές μη βιώσιμες. [6] [7]



Εικόνα 3 Κύκλος του νερού

Οι περισσότεροι ζωντανοί οργανισμοί βασίζονται στην εύρεση του πόσιμου νερού. Έλλειψη νερού θα έχει αντίκτυπο στο οικοσύστημα και σε κάθε ζωντανό οργανισμό που έχει ανάγκη το πολύτιμο αυτό αγαθό. Με την άνοδο της τεχνολογίας νέοι τρόποι εύρεσης νερού έχουν έρθει στο προσκήνιο. Η χρήση πηγαδιών ή τα εργοστάσια αφαλάτωσης είναι κάποιοι από τους πιο διαδεδομένους τρόπους περισυλλογής πόσιμου νερού.

Κύριος υπαίτιος για τον κύκλο του νερού είναι η θερμότητα που απελευθερώνει ο ήλιος. Με την αυξημένη θερμοκρασία το νερό που υπάρχει στις θάλασσες αλλά και το πόσιμο νερό σε διάφορες περιοχές συγκέντρωσης στην επιφάνεια, όπως για παράδειγμα λίμνες ή ποτάμια εξατμίζονται. Ως αποτέλεσμα οι υδρατμοί αυτοί μετατρέπονται σε πυκνά σύννεφα και την περίοδο των βροχοπτώσεων ή των μουσώνων πέφτουν στην επιφάνεια της γης. Περιοχές με εκτεταμένη ξηρασία επωφελούνται από τις έντονες βροχοπτώσεις, τα φυτά ποτίζονται και η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα αυξάνεται. [8] Σε περιοχές που ήταν αναμενόμενο να βρέξει τώρα βρέχει συχνότερα προκαλώντας πλημμύρες και καταστροφές.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι η ανάγκη για αποθήκευση και ορθολογική χρήση με σκοπό την κατανάλωση και την χρήση του νερού είναι επιτακτική και άμεση πιο πολύ από ποτέ. Τα έξυπνα συστήματα άρδευσης είναι έτσι σχεδιασμένα με τέτοιο τρόπο που κατά την διάρκεια του ποτίσματος η ποσότητα του νερού που καταναλώνεται είναι όσον τον δυνατόν λιγότερη και με μεγαλύτερη ακρίβεια αλλά και υψηλότερη απόδοση. Στο σύστημα αυτό θα προσθέσουμε αυτοσχέδια μικρά συστήματα ανανεώσιμων πηγών.

Οι αυτοσχέδιες συσκευές αυτές θα είναι η κύρια πηγή τροφοδοσίας τόσο των πλακετών όσο και της αντλίας. Προσθέτουμε τις μίνι αυτές συσκευές επειδή τα αγροκτήματα που προορίζονται για καλλιέργεια κατά κύριο λόγο τοποθετούνται μακριά από την οικεία του

χρήστη ή του παραγωγού. Ένας καλός τρόπος αλλά και οικονομικός παραβλέποντας την υψηλή αρχική τιμή αγοράς είναι τα αυτόνομα συστήματα ενέργειας. Προσθέτοντας ανανεώσιμες πηγές ο παραγωγός ή ο ιδιοκτήτης του αγροκτήματος δεν θα έχει την υποχρέωση να πληρώνει λογαριασμούς ενέργειας και του νερού αντίστοιχα. Βγαίνει οικονομικά κερδισμένος και η καλλιέργεια του ευδοκιμεί λόγω της προσθήκης ενός ευφυούς συστήματος άρδευσης.

Ένα αυτοσχέδιο ευφυές σύστημα άρδευσης θα παρουσιάσουμε στα παρακάτω κεφάλαια βήμα βήμα από την σχεδίαση έως την κατασκευή και την υλοποίηση του.

1.1 Η ΑΡΔΕΥΣΗ ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ

Από την αρχαιότητα υπάρχουν επιγραφές και αναφορές για την ενασχόληση του ανθρώπου με την γεωργία. Ο άνθρωπος είναι ον που προσαρμόζεται και συμβιβάζεται με τις απαιτήσεις τις εποχής και των αναγκών του. Από τα βάθη των χιλιετιών κινούνταν από μέρος σε μέρος ως νομαδική φυλή, με σκοπό την εξασφάλιση μιας καλύτερης ζωής με τροφή και ασφαλή περιβάλλον. Η γεωργία ήταν η επιστήμη που ώθησε τον άνθρωπο να δημιουργήσει κοινωνία και πολιτισμό, καθώς τώρα πλέον θα είχε την δυνατότητα καλλιέργειας εκτάσεων δηλαδή τροφής, χωρίς να μετακινείται συνεχώς σε διάφορους τόπους για την αναζήτηση της. [9]

Οι τοποθεσίες που διάλεγαν οι προγονοί μας ήταν κυρίως γεωγραφικές περιοχές στις οποίες το έδαφος ήταν κατάλληλο για καλλιέργεια και οι κοντινές πηγές υδάτων ήταν εύκολες προς πρόσβαση. Έτσι είχαν την δυνατότητα να εκμεταλλευτούν την ιδιομορφία του εδάφους προς όφελος τους καθώς μπορούσαν πλέον να δημιουργήσουν τεχνητά έργα με σκοπό την άρδευση των καλλιεργειών τους είτε από τις πηγές αυτές είτε από τις βροχοπτώσεις που σημειώνονταν ετησίως. Συμφώνα με αρχαιολογικά ευρήματα που έχουν ανακαλύψει διάφοροι αρχαιολόγοι τα όποια έχουν εξεταστεί από εξειδικευμένους επιστήμονες, έχουν φθάσει στο συμπέρασμα ότι όλοι αυτοί οι οικισμοί κτίστηκαν όπως αναφέραμε και παραπάνω κοντά σε λίμνες η όχθες πόταμων. Από αυτό καταλαβαίνουμε ότι είχαν ανακαλύψει διαφορές τεχνικές εκτροπής, με σκοπό την κατεύθυνση του νερού προς τις εκτάσεις των κτημάτων που καλλιεργούσαν. [10]

Συμφώνα με αρχαίες επιγραφές, κείμενα και διάφορα τεχνητά μέσα που ανακαλυφθήκαν μπορούμε να περιγράψουμε τον τρόπο λειτουργίας αυτών των κατασκευών. Κάποιοι από τους πολιτισμούς που προόδευαν στο τομέα της καλλιέργειας και της άρδευσης είναι οι

Έλληνες, Μεσοποτάμιοι, Αιγύπτιοι, Κινέζοι, Ρωμαίοι. Ένας από τους κύριους λόγους που οι πολιτισμοί αυτοί άφησαν το στίγμα τους στην πάροδο των χρόνων, ήταν χάρη στις τεχνικές άρδευσης που χρησιμοποιούσαν για τις καλλιέργειες τους. Κάθε ένας από τους αρχαίους πολιτισμούς αυτούς είχε εφεύρει ένα δικό του σύστημα άρδευση ανάλογα με τις ανάγκες του και τις φυσικές πηγές που μπορούσε να εκμεταλλευτεί. [11]

Ο μινωικός πολιτισμός άκμασε την περίοδο της εποχής του χαλκού (3200-1500 πχ). Τα κυρία γεωργικά προϊόντα που καλλιεργούσαν οι μινωίτες ήταν το κρασί, το ελαιόλαδο, τα δημητριακά. Ένα από τα τεχνητά έργα άρδευσης που είχε κατασκευάσει ο πολιτισμός ήταν στο οροπέδιο του Λασιθίου με την μέθοδο των αυλακιών. Από τα παραπάνω καταβαίνουμε ποσό σημαντική ήταν η άρδευση για την παράγωγή γεωργικών προϊόντων. Επίσης μια από τις πιο διάσημες κατασκευές που χρησιμοποιούσαν για να μεταφέρουν νερό και να κάνουν τις παραγωγικές διαδικασίες είναι ο κοχλίας του Αρχιμήδη (300 π.Χ). [11] [12] [13]



[Εικόνα 4](#) Κοχλίας του Αρχιμήδη [Εικόνα 5](#) Αρχαίο Ελληνικό υδραγωγείο

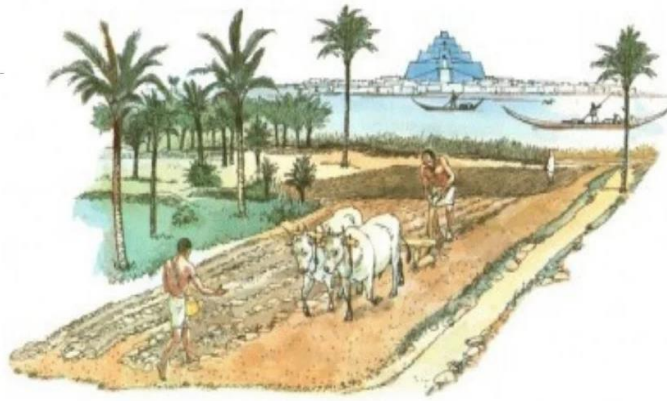
Οι Αιγύπτιοι εκμεταλλεύτηκαν τον Νείλο ποταμό για την γεωργική τους παράγωγή. Ήδη από τα πρώτα χρόνια της δυναστείας παρατηρούνται αρδευτικά έργα στην περιοχή της εύφορης ημισελήνου, που η ιδιομορφία του εδάφους είναι κατάλληλη και καλλιεργήσιμη. Η περιοχή αυτή αποτελείται από ένα λεκανοπέδιο που χρησίμευε στην έκτροπη των πλημμύρων, με τέτοιο τρόπο ώστε ακόμη και το χειμώνα υπήρχε η δυνατότητα καλλιέργειας. Κατά την περίοδο των έντονων βροχοπτώσεων όπου η στάθμη του ποταμού του Νείλου αυξάνεται, οι τοπικοί αγρότες κατασκεύαζαν μικρά φράγματα με σκοπό την αποθήκευση το νερού ώστε αργότερα να το χρησιμοποιήσουν για άρδευση. Μια από τις διάσημες κατασκευές συλλογής νερού από τον ποταμό ονομαζόταν (shaduf). [10] [11]



Εικόνα 6 Αρχαίο αιγυπτιακό σύστημα άρδευσης

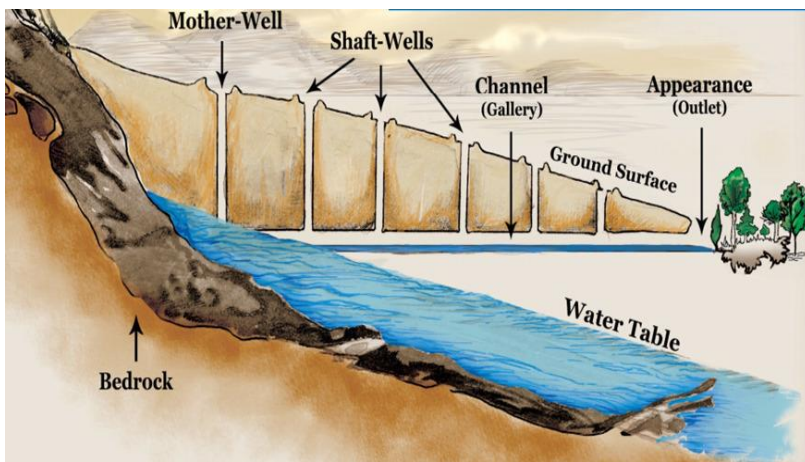
Ο πολιτισμός των Σουμερίων στην Μεσοποταμία θεωρείται ένας από τους πρώτους πολιτισμούς που δημιουργήθηκε από άνθρωπο. Το όνομα τους αποδίδεται στον συνδυασμό των λέξεων "μέσο" που εννοούν τον Ευφράτη ποταμό και την λέξη "πόταμο" που εννοούν τον Τίγρη ποταμό. Δηλαδή ονόμασαν την περιοχή αυτή με βάση την γεωγραφική της τοποθεσία καθώς βρίσκεται ανάμεσα από τους δυο αυτούς πόταμους. [11]

Καταλαβαίνουμε λοιπόν ότι οι οικισμοί εγκαταστάθηκαν στην γύρω περιοχή επειδή μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν το νερό των ποταμών για γεωργία και φυσικά με τις τότε τεχνικές να αρδεύσουν τον νερό προς τα κτήματα που καλλιεργούσαν. Η μέθοδος που χρησιμοποίησαν ήταν η εκσκαφή καναλιών η διαδρομών, ώστε με την ορμή που εισέρχεται μέσα σε αυτά το νερό από τους πόταμους να διοχετεύεται και να διανέμεται στα χωράφια. Αυτή η τακτική εξαιτίας των μεγάλων ποσοτήτων νερού που αντλούταν από τις κοίτες των πόταμων ακόμη και την περίοδο των βροχοπτώσεων, είχε ως αποτέλεσμα τα καλλιεργούμενα αγροκτήματα να υδροδοτούνται συνεχώς για όλη την διάρκεια του χρόνου.



Εικόνα 7 Τρόπος άρδευσης Σουμερίων

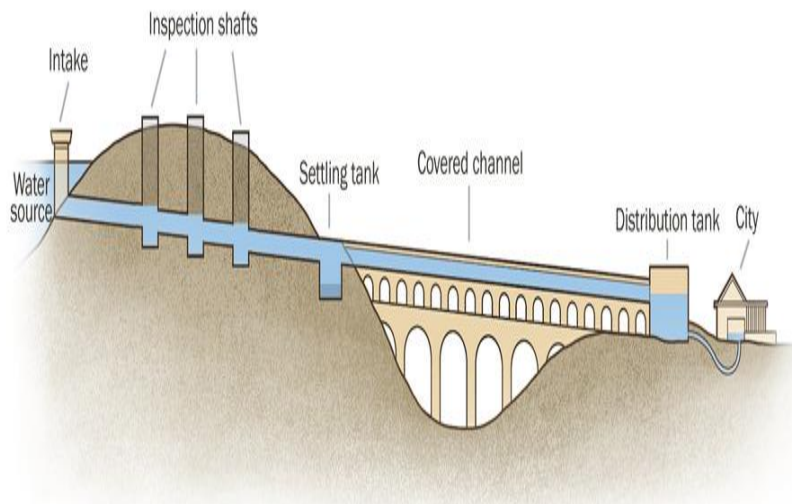
Άλλες πρωτοπόρες κατασκευές και τεχνητά μέσα που χρησιμοποιήθηκαν στον τομέα της άρδευσης είναι το Κάνατ (qanat) και προέρχεται από την Περσία το σημερινό Ιράν. Αυτό το σύστημα άρδευσης μετέφερε το νερό που προερχόταν είτε από φυσικές πηγές είτε από βροχοπτώσεις, μέσω των κούφιων πετρωμάτων του εδάφους που είχαν σχηματιστεί έτσι με τέτοιο τρόπο που δημιουργούνταν ένα φυσικό τεχνητό κανάλι μέσα στο έδαφος. Το νερό ακολουθούσε την διαδρομή μέχρι να βγει στην επιφάνεια και από εκεί να ακολουθήσει την φυσική του ροή που έφτανε στα χωριά που καλλιεργούσαν οι αγρότες. [11]



Εικόνα 8 Σύστημα Κάνατ

Απομακρυσμένο
σύστημα άρδευσης με
χρήση arduino

Επίσης αξιοσημείωτες είναι και οι κατασκευές άρδευσης της ρωμαϊκής αυτοκρατορίας που μέχρι και σήμερα αφήνει τον σύγχρονο κόσμο έκπληκτο με τα επιτεύγματα που κατάφερε. Οι Ρωμαίοι κατασκεύαζαν μεγάλου μήκους κανάλια από το γνωστό σε όλους μας σκυρόδεμα. Το σκυρόδεμα το ονόμασαν *opus caementitium*. Με αυτό το υλικό έφτιαχνα τεχνητά κανάλια, υδραγωγεία μεγάλων αποστάσεων και γέφυρες. Έτσι η μεταφορά του νερού από τις φυσικές πηγές που εκχύλιζαν νερό ή την βροχή, μεταφερόταν στα κτήματα, σε κήπους ή στην πόλη στο παλάτι του αυτοκράτορα για κατανάλωση. Κάποιες από αυτές τις κατασκευές είναι μέχρι και σήμερα εν ενάργεια και οι άνθρωποι τις χρησιμοποιούν για εκμετάλλευση. [11] [14]



Εικόνα 9 Ρωμαϊκό τεχνητό κανάλι και γέφυρα ύδρευσης

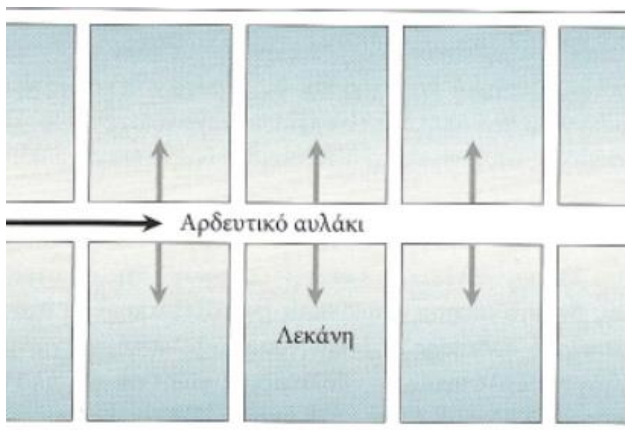
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Η χορήγηση νερού στις καλλιεργήσιμες εκτάσεις γίνεται με διάφορα σύστημα άρδευσης. Η καθεμία από αυτές τις τεχνικές έχει τα δικά της χαρακτηριστικά. Κοινός παράγοντας σε όλα τα συστήματα είναι η κατανομή το νερού να είναι σε όλα τα σημεία του χωραφιού ίδια και το κτήμα να έχει επιφάνεια ομοιόμορφη σε όλη την έκταση του. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγουμε όσο το δυνατόν τις απώλειες της διήθησης και της επιφανειακής απορροής. Τα συστήματα αυτά είναι : επιφανειακή άρδευση, ο καταιονισμός και η στάγδην άρδευση. [15]

2.1 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Η πιο παλιά και διαδεδομένη στην αρχαιότητα μέθοδος καθώς δεν χρειάζονται τεχνητά μέσα η άλλες κατασκευές για την διανομή του νερού. Δεν απαιτεί μηχανικά η κινούμενα μέρη και το κόστος των υπόνομων είναι μειωμένο. Μεγάλες ποσότητες νερού με μικρή απόδοση και απαιτεί μεγάλο αριθμό εργατικού δυναμικού για να κατασκευαστεί η εγκατάσταση. Χωρίζεται σε 3 υποκατηγορίες. [15] [16]

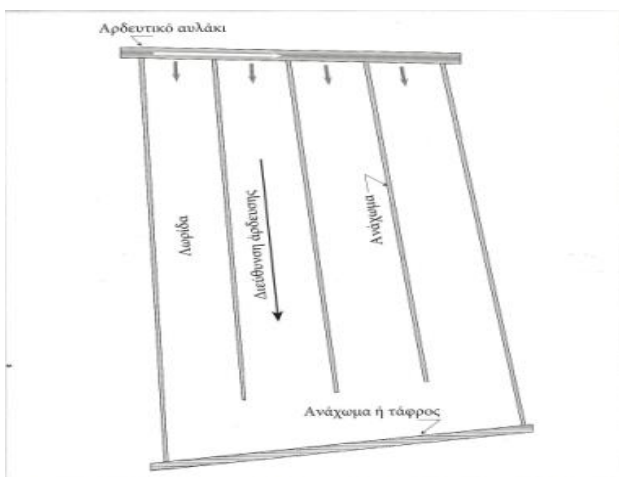
2.1.1 Κατάκλιση



Εικόνα 10 Άρδευση με κατάκλιση

Το χωράφι χωρίζεται σε λεκάνες σχήματος ορθογώνιου που κάθε του πλευρά περιβάλλεται από περιμετρικά χωμάτινα αναχώματα. Το νερό που παροχετεύεται διανέμεται από ένα ή περισσότερα σημεία και χρειάζεται μεγάλες παροχές νερού για να καλύψει την έκταση. [15] [17]

2.1.2 Λωρίδες



Εικόνα 11 Άρδευση με λωρίδες

Διαιρούμε το χωράφι σε λωρίδες παράλληλα η μια με την άλλη και κατασκευάζουμε χωμάτινα αναχώματα. Εκτάσεις με μικρή κλίση για να ρέει το νερό εύκολα. [15] [17]

2.1.3 Αυλάκια



Εικόνα 12 Άρδευση με αυλάκια

Ανάμεσα από τις γραμμές των καλλιεργειών κατασκευάζονται αυλάκια. Εδάφη με ελαφριά κλίση όπου το νερό κινείται μέσα στα αυλάκια και ποτίζει τις ράχες των φυτών. [15] [17]

2.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΤΑΙΟΝΙΣΜΟΥ Η ΤΕΧΝΗΤΗ ΒΡΟΧΗ

Πρόκειται για μέθοδο που αποτελεί τεχνητή απομίμηση της βροχής. Ποτίζει όλη την έκταση του χωραφιού ομοιόμορφα με την μορφή ψεκασμού χρησιμοποιώντας λιγότερες ποσότητες νερού. Εφαρμόζεται σε όλα τα είδη των εδαφών. Ανάγκη εργατικών χεριών μειωμένη. Η εγκατάσταση αυτής της μεθόδου απαιτεί εξοπλισμό που σημαίνει υψηλό αρχικό κόστος. [16] [18]



Εικόνα 13 Άρδευση με καταιονισμό

Απομακρυσμένο
σύστημα άρδευσης με
χρήση arduino

2.3 ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΜΕ ΣΤΑΓΟΝΙΔΙΑ Η ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ



Εικόνα 14 Άρδευση με σταγονίδια

Αυτή η μέθοδος συγκαταλέγεται στις σύγχρονες και καινοτόμες μεθόδους άρδευσης. Τα τελευταία χρόνια έχει παρουσιάσει αυξανόμενη τάση εφαρμογής σε παγκόσμιο επίπεδο. Είναι αποτελεσματική και με πολύ υψηλό βαθμό απόδοσης. Εφαρμόζεται σε εδάφη με καλλιέργειες που απαιτούνται ποικιλόμορφες τοπογραφικές συνθήκες. Η κατανομή του νερού γίνεται μέσω σωληνώσεων και ειδικών κεφαλών η αλλιώς σταλακτες ποτίσματος, εκ των οποίων ποτίζουν την ρίζα του φυτού δίχως να καταναλώνεται νερό άσκοπα. Έτσι μειώνεται η ανάπτυξη ζιζανίων καθώς δεν ποτίζεται άσκοπα όλη η έκταση. Υπάρχει δυνατότητα έλεγχου της παροχής νερού. Η μέθοδος αυτή προσφέρει μεγάλη οικονομία νερού και υψηλή απόδοση. Δεν καταστρέφεται καλλιεργήσιμη γη και αποφεύγονται οι διαβρώσεις του εδάφους. Επίσης υπάρχει μειωμένη απασχόληση εργατικού δυναμικού χωρίς να χρειάζονται μεγάλες χειρονακτικές εργασίες στο κτήμα. Σύστημα αυτοματισμού είναι αναγκαίο ώστε να δουλέψει αποδοτικά. Το υψηλό αρχικό κόστος κάνει την εγκατάσταση αυτής της μεθόδου πιο ακριβή από τις αντίστοιχες επιφανειακές. [16] [18]

Όπως είναι κατανοητό η κάθε μέθοδος απευθύνεται σε διαφορετικού είδους καλλιέργεια. Ακόμη ένας σημαντικός παράγοντας είναι η ιδιομορφία του εδάφους. Φυσικά οι μέθοδοι άρδευσης υπερνικάνε οποιαδήποτε εμπόδιο, καθώς είναι σχεδιασμένοι έτσι ώστε να παρέχουν συνεχή ροή νερού στις καλλιέργειες.

Ένα σύστημα σωστά εγκατεστημένο με σωστά υλικά για μέγιστη απόδοση προσφέρει αύξηση της παραγωγικότητας. Ακόμη και η παροχή νερού αν είναι ελαττωμένη λόγω μεγάλης ζήτησης, η διανομή θα γίνει ομοιόμορφα σε κάθε φυτό παρέχοντας την απαιτούμενη παροχή νερού. Αυτό με την σειρά του διευκολύνει τον παραγωγό η τον ιδιοκτήτη του χωραφιού να εγκαταστήσει πάνω από δύο είδη καλλιεργειών κατά την

**Απομακρυσμένο
σύστημα άρδευσης με
χρήση arduino**

διάρκεια του χρόνου. Η παραγωγή αυξάνεται τα έσοδα πολλαπλασιάζονται και η σωστή διαχείριση της παροχής νερού αποφέρει κέρδη περιορίζοντας την σπατάλη.

Σύμφωνα με τα παραπάνω ο παραγωγός θα κληθεί να διαλέξει και να εγκαταστήσει μία από τις παραπάνω μεθόδους με κύρια κριτήρια τα τεχνικά χαρακτηριστικά, την τιμή των υλικών που θα χρησιμοποιήσει και φυσικά το κόστος εγκατάστασης. Για παράδειγμα το κόστος για μια επιφανειακή μέθοδο είναι μικρότερο σε σχέση με αυτό της μεθόδου στάγδην. Αυτό συμβαίνει επειδή το σύστημα στάγδην είναι ένα σύστημα που περιλαμβάνει εξαρτήματα επεξεργασίας νερού, κάνοντας αυτό το σύστημα αρκετά ακριβό από τις υπόλοιπες με μεθόδους αφού έχει υψηλό αρχικό κόστος.

Οι απαιτήσεις της παραγωγής στις σύγχρονες καλλιέργειες αυξάνονται ραγδαία. Η άνοδος του παγκόσμιου πληθυσμού σε συνδυασμό με τις απρόβλεπτες καιρικές συνθήκες και την μειωμένη παροχή νερού σε ορισμένες περιοχές που αντιμετωπίζουν δυσκολίες, κάνει την χρήση των έξυπνων συστημάτων άρδευσης επιτακτική, οικονομικά συμφέρουσα και χρήσιμη για την παραγωγή.

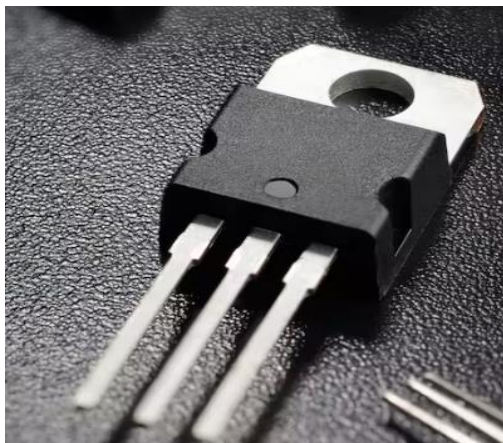
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΗ ΠΛΑΚΕΤΑ ARDUINO

Σε αυτό το κεφάλαιο θα κάνουμε μια μικρή ιστορική ανάδρομη για την ανάπτυξη των μικροεπεξεργαστών, την σημαντικότητα των ψηφιακών συστημάτων καθώς και τις εφαρμογές των οποίων περιλαμβάνουν πολλούς κλάδους, αλλάζοντας την πορεία της τεχνολογικής ανάπτυξης προς το καλύτερο. Επίσης θα αναφέρουμε την λειτουργία αλλά και τις χρήσεις των μικροελεγκτών.

3.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Ο εγκέφαλος όλων των ψηφιακών συσκευών είναι οι μικροεπεξεργαστές. Αποτελούνται από πολλά ψηφιακά κυκλώματα τα όποια κάνουν πολυάριθμες μαθηματικές πράξεις με σκοπό την εκτέλεση μιας εντολής. Σήμερα τα ολοκληρωμένα κυκλώματα είναι σε μέγεθος τόσο μικρά που μπορούν να τοποθετηθούν σε διαφορές μικρές ηλεκτρονικές και ψηφιακές συσκευές. [58]

Η απαρχή των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων ξεκινά με την ανακάλυψη του τρανζίστορ στα τέλη της δεκαετίας του 1940 από τεχνικούς στα εργαστήρια της BELL. [19]



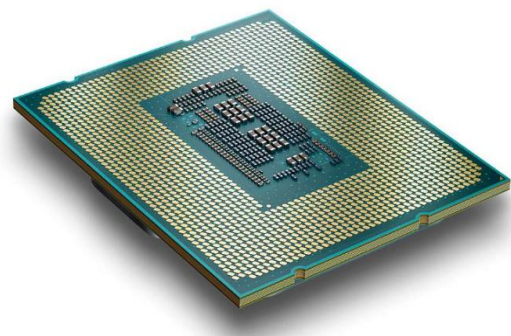
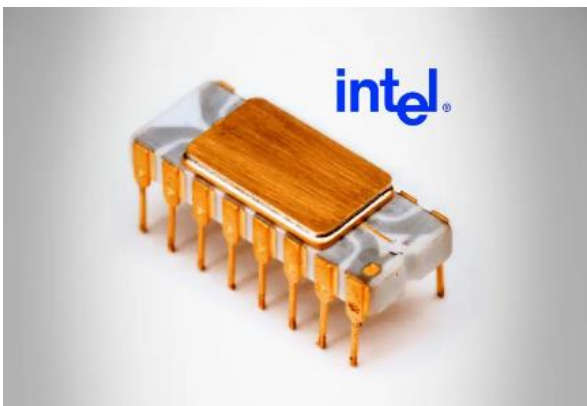
[Εικόνα 15](#) Πρώτο τρανζίστορ [Εικόνα 16](#) Σύγχρονο τρανζίστορ

Τα πρώτα ολοκληρωμένα κυκλώματα εμφανίστηκαν στα μέσα του 1960-1970 κάνοντας επανάσταση στον κόσμο της τεχνολογίας και έχουν την μορφή που γνωρίζουμε και σήμερα που βασίζεται στην αρχιτεκτονική von Neumann. Την δεκαετία του 1970 το μέγεθος των υπολογιστών μειώνεται αισθητά αλλά και ταυτόχρονα το κόστος με

**Απομακρυσμένο
σύστημα άρδευσης με
χρήση arduino**

αποτέλεσμα να είναι πιο προσιτοί στους καταναλωτές. Την δεκαετία του 1980 η IBM κατασκευάζει έναν από τους πρώτους προσωπικούς υπολογιστές. [20]

Με την ανακάλυψη των μικροεπεξεργαστών υπήρξε ραγδαία άνοδος στην κατασκευή ηλεκτρονικών και ψηφιακών συσκευών. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τομείς όπως για παράδειγμα μηχανική, αεροπορία, διαστημική τεχνολογία να παίξει καθοριστικό ρόλο, καθώς η ισχύς αυτών των κυκλωμάτων είναι μεγάλη η αξιοπιστία επίσης και το κόστος πολύ χαμηλό σε σχέση με τα αντίστοιχα πρώιμα κυκλώματα. Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας είναι η δυνατότητα εκτέλεσης πολύπλοκων λειτουργιών σε σύντομο χρόνο. Με αυτόν τον τρόπο εννοούμε την γρήγορη λύση πολύπλοκων προβλημάτων που απαιτούν μεγάλη υπολογιστική ισχύ ώστε το αποτέλεσμα να είναι αξιόπιστο και σε μικρό χρόνο. [21]



Εικόνα 17 Πρώτος μικροεπεξεργαστής της Intel

Εικόνα 18 Σύγχρονος επεξεργαστής

Κάθε ένας μικροεπεξεργαστής αποτελείται από την αριθμητική μονάδα και την μονάδα έλεγχου. Για να εκτελεστούν τα προγράμματα που βρίσκονται αποθηκευμένα στην μνήμη πρέπει να γίνουν οι πράξεις πρώτα από αυτά τα δυο μέρη που αναφέραμε. Η σύνδεση της μνήμης με τον επεξεργαστή καθορίζει την αποδοτικότητα της εκτέλεσης των αλγορίθμων τόσο για την αποθήκευση των δεδομένων όσο και τον υπολογισμό των εντολών του προγράμματος. Η σύνδεση αυτή πραγματοποιείται αναπτύσσοντας μια από τις παρακάτω αρχιτεκτονικές. VON NEUMANN, HARVARD.

Την αρχιτεκτονική VON NEUMANN την συναντάμε κυρίως στους μικροεπεξεργαστές και είναι η πιο παλιά μέθοδος με την οποία τα δεδομένα και οι εντολές των εκτελούμενων προγραμμάτων αποθηκεύονται σε μια μοναδική μνήμη εγγραφής-αναγνώρισης. Δηλαδή παρέχει έναν μόνο δίαυλο μεταφοράς δεδομένων μεταξύ της μνήμης του υπολογιστή και

του επεξεργαστή. Για κάθε μεταφορά δεδομένων χρειάζεται ξεχωριστός κύκλος ρολογιού. [20] [22]

Η αρχιτεκτονική HARVARD είναι μια αρχιτεκτονική υπολογιστή με φυσικά ξεχωριστά κομμάτια σήματος και αποθήκευσης για οδηγίες και δεδομένα. Παρέχει με λίγα λόγια διαφορετική μνήμη για την αποθήκευση των εντολών προγράμματος και των δεδομένων. Κάθε μνήμη έχει το δικό της δίαυλο και επικοινωνεί έτσι με τον επεξεργαστή. Έτσι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα παράλληλα οι εντολές προγράμματος αλλά και τα δεδομένα. Την συναντάμε κυρίως σε μικροελεγκτές. [22]

Οι μικροελεγκτές είναι ενιαία ολοκληρωμένα κυκλώματα στα όποια είναι ενσωματωμένα η μνήμη και οι θύρες των συσκευών εισόδου εξόδου. Αυτό σημαίνει ότι είναι αδύνατη η ενσωμάτωση μεγαλύτερης μνήμης καθώς το ολοκληρωμένο κύκλωμα είναι σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ενιαίο και αυτό συνεπάγεται την περιορισμένη υπολογιστική ισχύς. Παρόλα αυτά οι μικροελεγκτές είναι συσκευές με χαμηλό σκότος πιο φθηνοί από τους μικροεπεξεργαστές και η χρήση τους προορίζεται για ειδικευμένες εφαρμογές. [21]

Κάποιες από τις εφαρμογές που χρησιμοποιούνται ευρέως είναι:

- Κινητά τηλεφωνα.
- Αυτοκινητοβιομηχανία.
- Κάμερες.
- Ρομποτική.
- Δίκτυα έξυπνης ενέργειας.
- Βιομηχανικοί αυτοματισμοί. [23]

Η εφεύρεση του πρώτου μικροελεγκτή πραγματοποιήθηκε από τεχνικούς της εταιρίας Texas Instruments.

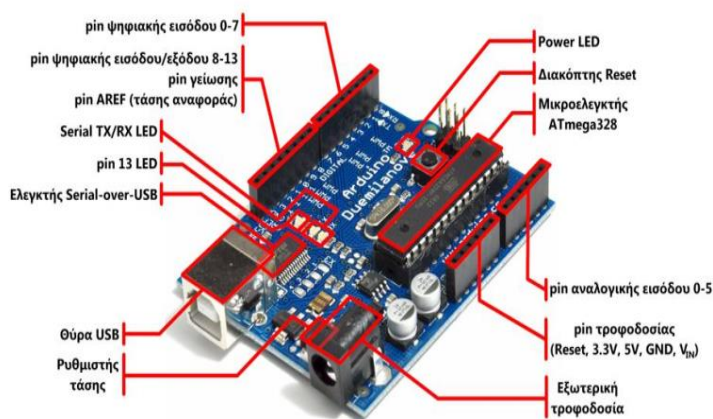


Εικόνα 19 Μικροελεγκτής της Texas Instruments

Η αναπτυξιακή πλατφόρμα arduino που θα μας απασχολήσει στις παρακάτω ενότητες περιλαμβάνει τον μικροελεγκτή της εταιρίας ATMEL.

3.1.1 Αναλυτικά τα πλεονεκτήματα των μικροελεγκτών:

- Είναι συστήματα αυτόνομα. Δεν απαιτούνται πρόσθετα ολοκληρωμένα κυκλώματα για την λειτουργία τους.
- Λόγω της απλούστερης συνδεσμολογίας με τα περιφερειακά συστήματα η υλοποίηση εφαρμογών γίνεται ευκολότερα. Καταναλώνουν μικρότερη ενεργεία σε σχέση με έναν μικροεπεξεργαστή.
- Χαμηλό αρχικό κόστος.
- Λόγω των λιγότερων διασυνδέσεων τα συστήματα αυτά είναι πιο αξιόπιστα.
- Μη δέσμευση ακροδεκτών για ψηφιακές εισόδους/εξόδους σημαίνει περισσότεροι διαθέσιμοι ακροδέκτες για συνδέσεις περιφερειακών συσκευών.
- Είναι κατασκευές με μικρό μέγεθος. [21]



Εικόνα 21 Μέρη arduino

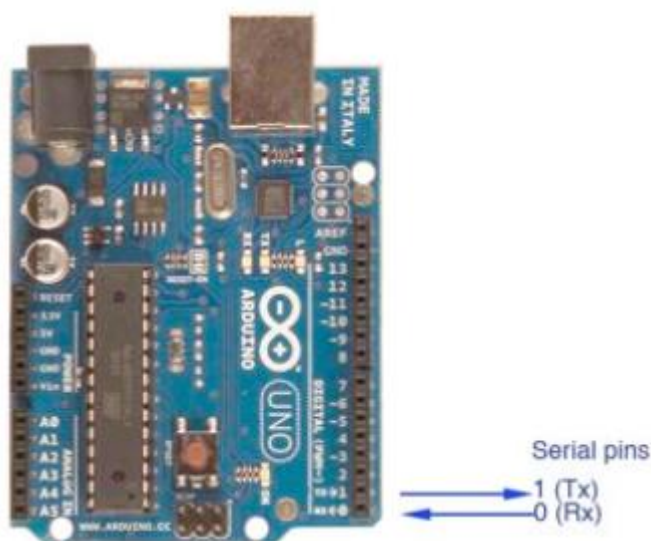
3.2.1 Μνήμες του Arduino

Η καρδιά της αναπτυξιακής πλακέτας είναι ένα σύστημα κυκλώματος που περιέχει τον μικροελεγκτή της εταιρίας ATMEL ATmega328p, αλλά και τα εξαρτήματα που διευκολύνουν τον χρήστη στην ενσωμάτωση του σε άλλα κυκλώματα αλλά και στον προγραμματισμό. Όπως αναφέραμε στις προηγούμενες ενότητες οι μικροελεγκτές χρησιμοποιούνται για ειδικευμένες εφαρμογές. Πιο συγκεκριμένα Οι μνήμες του μικροελεγκτή είναι 3 κατηγοριών.

- **FLASH MEMORY:** 32 Kbyte μέγεθος στην οποία τοποθετείται το κατά εκτέλεση πρόγραμμα, αλλά και ο φορτωτής εκκίνησης που πραγματοποιεί την διαδικασία προγραμματισμού της πλατφόρμας.
- **SRAM MEMORY:** Οι μνήμες αυτού του τύπου συγκαταλέγονται στην κατηγορία των στατικών μνημών τυχαίας προσπέλασης. 2 Kbyte μέγεθος και χρησιμοποιείται για την προσωρινή αποθήκευση των στατικών και μεταβλητών δεδομένων του προς εκτέλεση προγράμματος. Η μνήμη χάνει τα δεδομένα όταν διακοπεί η παροχή ρεύματος της πλακέτας.
- **EEPROM MEMORY:** 1 Kbyte μέγεθος η οποία αποθηκεύει την τιμή των μεταβλητών όταν αφαιρεθεί η παροχή ρεύματος στην πλατφόρμα δηλαδή σβήσει. [25] [26]

3.2.2 Σειριακή θύρα

Η σειριακή θύρα πραγματοποιεί την επικοινωνία μεταξύ της πλατφόρμας arduino και του υπολογιστή ή με άλλες συσκευές. Όλες οι ηλακάτες arduino έχουν ενσωματωμένη μια τουλάχιστον σειριακή θύρα. Η θύρα επικοινωνεί με τον υπολογιστή μέσω USB αλλά και με τις ψηφιακές ακίδες (RX) 0 και (TX) 1. Για αυτό το λόγω δεν γίνεται να χρησιμοποιηθεί η λειτουργία USB ταυτόχρονα με τις ακίδες RX,TX για ψηφιακή είσοδο και έξοδο. Με το κουμπί Serial.Monitor στην γραμμή εργαλείων υπάρχει η επιλογή ενσωματωμένης σειριακής οθόνης στο περιβάλλον του arduino. [26]



Εικόνα 22 Rx, Tx pins

3.2.3 Τροφοδοσία πλακέτας

Η τροφοδοσία της πλακέτας πραγματοποιείται με εξωτερική τάση που κυμαίνεται από 9v μέχρι 12v dc μέσω μπαταρίας ή οποιαδήποτε άλλη πηγή τάσης. Μία άλλη εναλλακτική πηγή τάσης είναι μέσω USB συνδεδεμένη με υπολογιστή, μόνο που αυτή η επιλογή είναι μη πρακτική για κατασκευή των διαφόρων project. Παρόλα αυτά αν η πλακέτα τροφοδοτηθεί με λιγότερα από 7v τότε τα pin εξόδου 5v δεν θα εξάγουν τάση πάνω από 5v. Αν όμως τροφοδοτηθεί με περισσότερα από 12v τότε θα υπερθερμανθεί ο σταθεροποιητής τάσης και ίσως καταστραφεί. Προτεινόμενη ιδανική τάση είναι τα 9v για να λειτουργήσει με ασφάλεια δίχως πρόβλημα η πλακέτα.

**Απομακρυσμένο
σύστημα άρδευσης με
χρήση arduino**

Τα pin που χρησιμοποιούνται για την τροφοδοσία του arduino είναι τα εξής:

Vin: Σε αυτό το pin συνδέεται η εξωτερική τροφοδοσία με τιμές από 9v μέχρι 12v

5V: Το pin αυτό είναι ενσωματωμένος σταθεροποιητής τάσης 5v. Χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία του μικροελεγκτή ή άλλων ηλεκτρονικών στοιχείων.

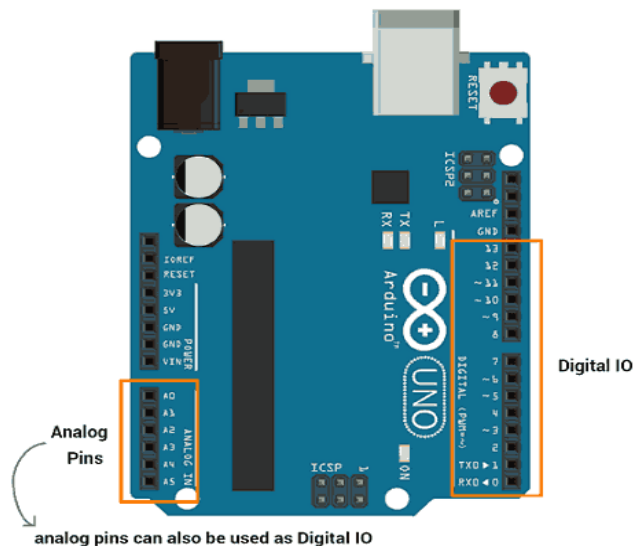
3.3V: Η κατανάλωση ρεύματος είναι μόλις 50mA.

GND: Ακίδες γείωσης. [27] [28]

3.2.4 Είσοδοι έξοδοι

Όπως αναφέραμε και πιο πάνω ο μικροελεγκτής του arduino υποστηρίζει σειριακή επικοινωνία. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω ενός ελεγκτή serial over usb. Η σύνδεση αυτή χρησιμοποιείται για την μεταφορά των προγραμμάτων που θα γράψει ο χρήστης στον υπολογιστή και στην συνέχεια στέλνονται μέσω usb στην πλακέτα. Υπάρχουν 14 ψηφιακά pin (0-13) που χρησιμοποιούνται ως είσοδοι αλλά και ως έξοδοι. Λειτουργούν με τάση όχι περισσότερο από 5v και με ρεύμα 40mA. Τα pin 0 και 1 λειτουργούν στις ακίδες RX, TX όταν το πρόγραμμα ενεργοποιεί την σειριακή θύρα. Τα pin 2 και 3 έχουν την δυνατότητα να λειτουργήσουν αποκλειστικά ως ψηφιακές είσοδοι, στις οποίες όταν συμβαίνουν κάποιες αλλαγές μπορούν να διακόψουν την ροή του προγράμματος και να εκτελεστεί μία συγκεκριμένη συνάρτηση. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμο σε εφαρμογές που απαιτούν μεγάλη ακρίβεια συγχρονισμού.

Τα pin 3, 5, 6, 9, 10, 11 λειτουργούν ως ψευδοαναλογικές έξοδοι με την χρήση του συστήματος PWM. Για παράδειγμα αν υποθέσουμε ότι συνδέουμε ένα led σε κάποια από τα παραπάνω pins, τότε θα μπορούσαμε να ελέγξουμε την φωτεινότητα με ανάλυση 8bit (256) καταστάσεις, δηλαδή σε κατάσταση 0 θα είναι σβηστό και σε κατάσταση 256 θα είναι πλήρως αναμμένο. Τα αναλογικά pin είναι 6. Το καθένα από αυτά τα pin λειτουργεί ως αναλογική είσοδος σχεδιασμένη για τιμές των αισθητήρων. Όμως το πρόγραμμα του arduino με την κατάλληλη εντολή μπορεί να μετατρέψει αυτά τα pin σε ψηφιακές εισόδους εξόδους. Έτσι τα αναλογικά pin 0-5 μετονομάζονται σε 14-19. [29]



Εικόνα 23 Αναλογικές- ψηφιακές εισοδοι έξοδοι

3.2.5 Γλώσσα προγραμματισμού arduino

Το περιβάλλον προγραμματισμού arduino IDE είναι το περιβάλλον που ο χρήστης γράφει τα προγράμματα ώστε αυτά με την σειρά τους να φορτωθούν στον μικροελεγκτή. Το περιβάλλον ανάπτυξης IDE είναι εφαρμογή γραμμένη σε Java και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλές εφαρμογές. Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιεί το arduino ονομάζεται Wiring και έχει σχεδιαστεί από τους τεχνικούς που ανέπτυξαν την πλακέτα arduino το 2005 στο ινστιτούτο αλληλεπίδρασης σχεδίασης της Ιβρέας. Αξίζει να σημειωθεί ότι η γλώσσα προγραμματισμού είναι ανοιχτού κώδικα, αυτό σημαίνει ότι όποιος κατεβάσει το περιβάλλον ανάπτυξης του λογισμικού, μπορεί να πειραματιστεί στις εντολές και τις μεταβλητές δηλαδή είναι ελεύθερα προσβάσιμη προς όλους. Με λίγα λόγια ο μεταγλωττιστής της γλώσσας είναι διαθέσιμος για προβολή και τροποποίηση ελεύθερα στον εκάστοτε χρήστη. Η γλώσσα wiring έχεις τις ρίζες της στην δημοφιλή γλώσσα υπολογιστών C. Πρόκειται για μια παραλλαγή της γλώσσας C η οποία όμως είναι ιδιαίτερα δύσκολη για έναν αρχάριο χρήστη. Παρόλα αυτά η Wiring είναι φιλική και εύκολη για έναν απλό χρήστη δίχως να απαιτούνται πολλές γνώσης προγραμματισμού. Οι εντολές, οι συναρτήσεις, οι τύποι δεδομένων, και οι τελεστές που θα χρησιμοποιήσουμε στο σχεδιασμό του εκάστοτε προγράμματος, είναι σε μεγάλο βαθμό παρόμοιες με αυτές τις C εξαιρώντας κάποιες ειδικές εντολές που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για τον σχεδιασμό project. Υπάρχουν 2 βασικές συναρτήσεις δίχως τις οποίες το πρόγραμμα του arduino δεν τρέχει.

**Απομακρυσμένο
σύστημα άρδευσης με
χρήση arduino**

Συνάρτηση void setup(): Μέσα στην συνάρτηση αυτήν βάζουμε τις εντολές που θα τρέξουν μια φορά όταν ενεργοποιηθεί η πλακέτα δηλαδή όταν τροφοδοτηθεί με ρεύμα. Κάθε πρόγραμμα έχει εισόδους και εξόδους οπότε μέσα σε αυτήν την συνάρτηση γράφουμε τις μεταβλητές εισόδων και εξόδων που έχουμε ορίσει καθώς και τα pin αυτών.

Συνάρτηση void loop(): Μέσα σε αυτήν την συνάρτηση γράφουμε το πρόγραμμα που θα εκτελεστεί στον μικροελεγκτή. Οι εντολές που έχουν γραφτεί θα εκτελούνται ξανά και ξανά για όσο χρονικό διάστημα έχει ρεύμα η πλακέτα. [27] [28]

3.2.6 Βιβλιοθήκες

Βιβλιοθήκες ονομάζουμε συλλογές κωδίκων που κάνουν την συνδεσιμότητα με ένα αισθητήρα έναν κινητήρα ή μια οθόνη πιο εύκολη. Για παράδειγμα πολλές εντολές κι συναρτήσεις είναι καταχωρημένες στις πολυάριθμες βιβλιοθήκες του περιβάλλοντος ανάπτυξης IDE και απευθύνονται για κάθε εφαρμογή ξεχωριστά. Ο χρήστης μπορεί ακόμη να κατεβάσει τις βιβλιοθήκες που τον ενδιαφέρουν από την επίσημη ιστοσελίδα του arduino. [30]






3.2.7 Επεκτάσεις

Ένα από τα σημαντικά πλεονεκτήματα του arduino είναι λειτουργικότητα του που προεκτείνεται προσθέτοντας πλακέτες επέκτασης ή αλλιώς arduino shields. Shields εννοούμε ξεχωριστές πλακέτες που έχουν ενσωματωμένα κυκλώματα τα οποία είναι σχεδιασμένα να βελτιώνουν την ευελιξία της πλακέτας. Οι πλακέτες επέκτασης βελτιώνουν τις περισσότερες συνδέσεις σε αισθητήρες ή άλλα κυκλώματα και περιέχουν ενσωματωμένες βιβλιοθήκες κώδικα για την συγκεκριμένα υλικά. Αυτό μας δίνει την δυνατότητα να προεκτείνουμε την λειτουργικότητα του. Όταν λοιπόν μια κατασκευή απαιτεί περισσότερες εισόδους και εξόδους που δεν μπορεί η πλακέτα να προσφέρει, τότε μπορούμε να καταφύγουμε στην λύση των πλακετών επέκτασης.

Κάποια από τα πιο ευρέως χρησιμοποιημένα shield είναι τα εξής:

- Ethernet shield: Το arduino με αυτή την πλακέτα επέκτασης έχει την δυνατότητα σύνδεσης σε δίκτυο LAN μέσω καλωδίου ETHERNET.
- WI-FI shield: Συνδεσιμότητα με δίκτυο WI-FI ασύρματα.

- GPS shield: Για εφαρμογές που απαιτείται εντοπισμός σήματος θέσης μέσω δορυφόρου προσθέτουμε την πλακέτα αυτή.
- GSM/GPRS shield: Πλακέτα προέκτασης που δίνει την δυνατότητα στο arduino να επικοινωνήσει με τον χρήστη μέσω δικτύου κινητής τηλεφωνίας. Με αυτόν τον τρόπο ο χρήστης έχει την δυνατότητα να στείλει και να δεχτεί μηνύματα αλλά και να έχει real time απομακρυσμένη επίβλεψη του project. Η συγκεκριμένη πλακέτα επεκτάσεις θα μας απασχολήσει στο παρακάτω κεφάλαιο. [28] [31]

Arduino WiFi Shield		Το Arduino WiFi Shield συνδέει το Arduino στο διαδίκτυο ασύρματα.
Arduino Ethernet Shield		Το Arduino Ethernet Shield συνδέει το Arduino στο διαδίκτυο με ένα RJ45 καλώδιο.
Wireless SD Shield		Το Wireless SD Shield επιτρέπει σε μια πλακέτα Arduino να επικοινωνεί ασύρματα με μια ασύρματη μονάδα. Η μονάδα μπορεί να επικοινωνήσει έως και 100 πόδια σε εσωτερικούς χώρους ή σε εξωτερικούς χώρους ως 300 πόδια. Η μονάδα περιλαμβάνει μια θύρα υποδοχής SD.
Wireless Proto Shield		Το Wireless Proto Shield επιτρέπει στο Arduino να επικοινωνεί ασύρματα με μια ασύρματη μονάδα. Η μονάδα μπορεί να επικοινωνήσει έως και 100 πόδια σε εσωτερικούς χώρους ή σε εξωτερικούς χώρους ως 300 πόδια. Η μονάδα δεν περιλαμβάνει θύρα υποδοχής SD.
Arduino Motor Shield		Το Arduino Motor Shield επιτρέπει την οδήγηση δύο DC κινητήρων από την ίδια συσκευή, ελέγχοντας την ταχύτητα και την κατεύθυνση του καθενός ξεχωριστά.

Εικόνα 24 Arduino shields

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Στις παρακάτω ενότητες θα περιγράψουμε τα υλικά που θα χρησιμοποιήσουμε σε αυτήν την πτυχιακή αλλά και με ποια κριτήρια έγινε η επιλογή αυτών. Σε αυτήν την ενότητα θα παραλείψουμε την πλατφόρμα arduino καθώς πραγματοποιήθηκε η περιγραφή της πλακέτας σε ξεχωριστό κεφάλαιο.

Ύστερα από έρευνα αγοράς για τα υλικά μέρη της κατασκευής, κατέληξα στην προμήθεια των υλικών που θα γίνει εκτενής περιγραφή στις επόμενες ενότητες. Η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε στο διαδίκτυο, όπου υπάρχει μεγάλη ποικιλία στα διάφορα διαδικτυακά καταστήματα εξαρτημάτων. Οι τιμές είναι προσιτές προς τον καταναλωτή και τα υλικά είναι αναγνωρισμένα για την ποιότητα τους καθώς και για τις εφαρμογές που έχουν σχεδιαστεί.

Ορισμένα από αυτά τα υλικά είναι κατασκευασμένα και έχουν την δυνατότητα να προγραμματίζονται στο περιβάλλον του arduino. Υπάρχουν ειδικές βιβλιοθήκες με προγράμματα έτοιμα γραμμένα που προορίζονται για την εφαρμογή του κάθε εξαρτήματος. Με αυτό τον τρόπο η λειτουργία τους διευκολύνει τον χρήστη, που μπορεί πολύ εύκολα να επέμβει στον προγραμματισμό τους και να κάνει κάποιες απαραίτητες αλλαγές στον τρόπο που θα αλληλεπιδράσουν στον σύστημα.

Αλλά εξαρτήματα δεν απαιτούν προγραμματισμό για να λειτουργήσουν και χρησιμοποιούνται στις περισσότερες περιπτώσεις για τροφοδοσία ή σε άλλες περιπτώσεις ως συσκευές εξόδου ώστε να ενεργοποιούνται κατόπιν απαιτήσεως του συστήματος.

Η συρμάτωση τους στην πλακέτα πραγματοποιείται εύκολα, αφού ορίσουμε στον προγραμματισμό τις ακίδες του arduino για τις συσκευές εξόδου είτε για τις συσκευές εισόδου. Επίσης Τα εξαρτήματα που θα παρέχουν τάση τροφοδοσίας δεν χρειάζεται κάποιος προγραμματισμός, αρκεί η σύνδεση τους να γίνει στα σωστά pins στα οποία αναγράφεται η τάση που προορίζεται δίχως να δημιουργηθεί πρόβλημα στην πλακέτα.

4.1 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΠΑΝΕΛ

Η πηγή τροφοδοσίας του συστήματος θα είναι ένα μικρό Φωτοβολταϊκό πάνελ που στην συνέχεια φορτίζει μια μπαταρία λιθίου. Η επιλογή έγινε με βάση την τοποθεσία που θα εγκατασταθεί το σύστημα άρδευσης καθώς και την αυτονομία που προσφέρει ως μικρή μονάδα ανανεώσιμης πηγής ενέργειας.

Η Λειτουργία του Φωτοβολταϊκού είναι η μετατροπή της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική, ή αλλιώς Φωτοβολταϊκό φαινόμενο. Για να παραχθεί ικανοποιητική ποσότητα ενέργειας, πρέπει κάθε Φωτοβολταϊκό κελί να συνδεθεί σε σειρά με ένα άλλο ώστε η τάση να προστεθεί. Δημιουργείται έτσι ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο. [32] [33]

Το περισσότερα πάνελ είναι κατασκευασμένα με επικάλυψη πυριτίου. Το πυρίτιο είναι ένα από τα υλικά με αφθονία στην φύση και είναι δομημένο με τέτοιο τρόπο που η μοριακή του δομή αλλάζει όταν προσπίπτει σε αυτό ηλιακή ακτινοβολία, αυτός είναι και ο λόγος που θεωρείται ημιαγωγός, επειδή λειτουργεί και ως μονωτής αλλά και ως αγωγός. Την στιγμή που μέρος των ηλιακών ακτίνων απορροφηθούν από το Φωτοβολταϊκό πλαίσιο, οι ημιαγωγοί μετατρέπουν το ηλιακό φως σε ηλεκτρική ενέργεια, δηλαδή η ακτινοβολία μέσω του ημιαγωγού διεγείρει ηλεκτρόνια τα οποία κινούνται στον ημιαγωγό με αποτέλεσμα την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτή η κίνηση των φορτισμένων σωματιδίων που διαρρέουν τον ημιαγωγό δημιουργεί τάση στα άκρα του Φωτοβολταϊκού. [34] [35] [60]

Τεχνικά χαρακτηριστικά Φωτοβολταϊκού πάνελ:

Τύπος: μονοκρυσταλλικό πάνελ.

Ισχύς εξόδου: 1 watt

Μέγιστη παραγόμενη τάση: 6 volt dc

Μέγιστο ρεύμα: 166 mA



Εικόνα 25 Μικρό Φωτοβολταϊκό πάνελ

Απομακρυσμένο
σύστημα άρδευσης με
χρήση arduino

4.2 ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ

Στην παραπάνω ενότητα περιγράψαμε την προσθήκη ενός μικρού Φωτοβολταϊκού πάνελ για τροφοδοσία και φόρτιση της μπαταρίας. Στόχος μας είναι να παρέχουμε την απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια σε όλες τις συσκευές του συστήματος, για αυτό και θα προσθέσουμε ακόμα μία ανανεώσιμη πηγή ενέργειας μια μικρή ανεμογεννήτρια.

Σε περίπτωση νεφώσεως το πάνελ δεν θα απορροφήσει την μέγιστη ηλιακή ακτινοβολία που μπορεί να παρέχει ο ήλιος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μειωμένη τάση τροφοδοσίας προς το κύκλωμα και άρα την δυσλειτουργία του καθώς τα εξαρτήματα που θα χρειάζονται ενέργεια δεν θα τροφοδοτηθούν σε βαθμό που το σύστημα δεν θα είναι παραγωγικό. Για τον λόγο αυτό προσθέσαμε ακόμα μια εξωτερική πηγή τροφοδοσίας η οποία εκμεταλλεύομενη την κινητική ενέργεια του ανέμου παράγει ηλεκτρική ενέργεια. [36] [76]

Η ανεμογεννήτρια βασίζεται στο φαινόμενο της επαγωγής. Είναι μια ηλεκτρική μηχανή που μετατρέπει την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική. Η μετατροπή γίνεται με την περιστροφή του δρομέα ο οποίος αποτελεί το κινητό μέρος της μηχανής. Ο δρομέας ή αλλιώς ρότορας είναι σχεδιασμένος με τρόπο που φέρει περιελίξεις όπως αυτές ενός πηνίου. Το ακίνητο μέρος της ηλεκτρικής μηχανής ονομάζεται στάτορας και πάνω σε αυτόν ενσωματώνονται οι πόλοι της μηχανής. Την στιγμή που ο δρομέας ξεκινήσει να περιστρέφεται από έναν εξωτερικό παράγοντα επάγει ρεύμα στα τυλίγματα των πόλων του στάτορα. Στην προκειμένη περίπτωση ο εξωτερικός παράγοντας θα είναι η κινητική ενέργεια του ανέμου. Το αποτέλεσμα είναι ανάπτυξη τάσης στα τυλίγματα με τα οποία έχουμε την δυνατότητα να τροφοδοτήσουμε τις συσκευές μας. [37] [76]

Η αυτοσχέδια ανεμογεννήτρια που θα χρησιμοποιήσουμε έχει έναν κινητήρα dc μικρού μεγέθους που θα χρησιμοποιηθεί ως γεννήτρια. Λόγο του μικρού μεγέθους της, στους πόλους του στάτορα δεν υπάρχουν τυλίγματα αλλά μόνιμοι μαγνήτες. Στον άξονα της γεννήτριας θα ενσωματωθούν πτερύγια. Την στιγμή που θα φυσήξει ο άνεμος θα ασκήσει κινητική ενέργεια στον άξονα της γεννήτριας και θα περιστραφεί παράγοντας τάση στα τυλίγματα του στάτορα και άρα ρεύμα στο κύκλωμά μας. [76]



Εικόνα 26 Αυτοσχέδια ανεμογεννήτρια

**Απομακρυσμένο
σύστημα άρδευσης με
χρήση arduino**

4.3 ΠΛΑΚΕΤΑ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΓΙΑ ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ ΛΙΘΙΟΥ

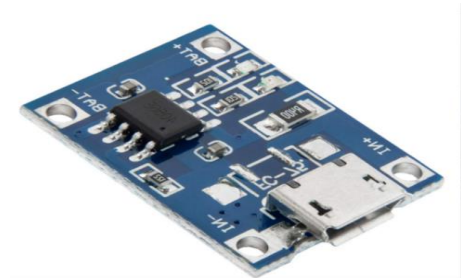
Η τροφοδοσία της πλακέτας arduino δεν θα προέρχεται από κάποια πηγή όπως μια συστοιχία μπαταριών, αλλά από ένα μικρό Φωτοβολταϊκό πάνελ που παρέχει τάση σε μια μπαταρία λιθίου συνδεδεμένη με έναν μετατροπέα dc-dc. Επειδή θα χρησιμοποιήσουμε επαναφορτιζόμενη μπαταρία λιθίου επιβάλλεται να ελέγχουμε την φόρτιση της μπαταρίας. Για αυτό τον λόγο θα χρειαστούμε ένα ρυθμιστή φόρτισης.

Μια μπαταρία είναι μια συσκευή που αποθηκεύει χημική ενέργεια και στην συνέχεια μετατρέπει αυτή την ενέργεια σε ηλεκτρική. Για την κατασκευή του συστήματος άρδευσης επιλέξαμε την επαναφορτιζόμενη μπαταρία λιθίου. Τα μέρη της μπαταρίας είναι η άνοδος η κάθοδος, ένας ηλεκτρολύτης, έναν διαχωριστή και δύο πόλους έναν αρνητικό και έναν θετικό. Στις πλευρές της ανόδου και της καθόδου αποθηκεύεται το λίθιο. Ο ηλεκτρολύτης μεταφέρει τα θετικά φορτισμένα σωματίδια λιθίου προς την πλευρά της καθόδου. Ο διαχωριστής τοποθετείται ανάμεσα στις δύο αυτές πλευρές. Με την κίνηση των θετικών σωματιδίων προς την αρνητική πλευρά δημιουργείται διαφορά δυναμικού στα άκρα των δύο πόλων. [38]

Οι μπαταρίες λιθίου είναι ιδανικές για να παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια σε ψηφιακά και ηλεκτρονικά κυκλώματα αφού είναι έτσι σχεδιασμένες να επαναφορτίζονται. Όμως εξαιτίας της χημικής τους δομής είναι ιδιαίτερα επιρρεπείς σε σφάλματα.

Το πιο συχνό φαινόμενο ονόματι θερμική διαφυγή και λαμβάνει χώρα κατά την φόρτωση της μπαταρίας. Όταν η μπαταρία φορτώσει πλήρως και δεν σταματήσει η εκτεταμένη τροφοδοσία της τότε υπερφορτώνεται. Το αποτέλεσμα είναι η θερμότητα που αναπτύσσεται να είναι μεγαλύτερη απ αυτή που μπορεί να αντέξει με αποτέλεσμα την πυρκαγιά και την διαρροή βλαβερών ουσιών. [39] [40] [41]

Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για να αποφύγουμε την καταστροφή και την ζημιά που μπορεί να προκαλέσει η μπαταρία, είναι ο έλεγχος κατά την διάρκεια της φόρτισης να γίνεται με ειδικό ρυθμιστή φόρτισης. Έτσι αποφεύγουμε την ασύμμετρη φόρτιση και υπάρχει έλεγχος κατά την φόρτιση και την αποφόρτιση. [42] [43]



Εικόνα 27 Ρυθμιστής φόρτισης

**Απομακρυσμένο
σύστημα άρδευσης με
χρήση arduino**

4.4 ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ DC-DC

Οι μετατροπείς συνεχούς/εναλλασσόμενου ρεύματος χρησιμοποιούνται κατά κόρον σε ηλεκτρονικές συσκευές στις οποίες απαιτείται άλλοτε μεγαλύτερη τάση από την πηγή τροφοδοσίας, και άλλοτε μικρότερη. Ενσωματώνονται σε ηλεκτρονικές συσκευές όπως κινητά τηλέφωνα, υπολογιστές, ηλεκτρονικά αυτοκίνητα και πληθώρα άλλων εφαρμογών. [44] [59]

Οι εφεύρεση των μετατροπέων δεν άργησε να έρθει και έτσι αμέσως μετά την ανακάλυψη των ημιαγωγικών στοιχείων όπως η δίοδος, άρχισε η παραγωγή και η ενσωμάτωση σε κυκλώματα που χρειαζόταν να διαχειριστούν μεγάλες ποσότητες ισχύος. Τα κυκλώματα αυτά τα συναντάμε για παράδειγμα σε εφαρμογές της αεροναυτικής, στα ηλεκτρικά αμάξια, στις γραμμές παραγωγής και μεταφοράς ενέργειας. [44] [75]

Ο λόγος κατασκευής αυτών των υλικών, είναι η διαχείριση και η επεξεργασία της ηλεκτρικής ενέργειας που δέχονται στην είσοδο τους. Για επιτευχθεί αυτό επιτυχώς πρέπει η τάση και το ρεύμα που θα εφαρμόσουν στην είσοδο του φορτίου, να έχει την απαιτούμενη διαμορφωμένη μορφή που απευθύνεται ξεχωριστά σε κάθε φορτίο. [45]

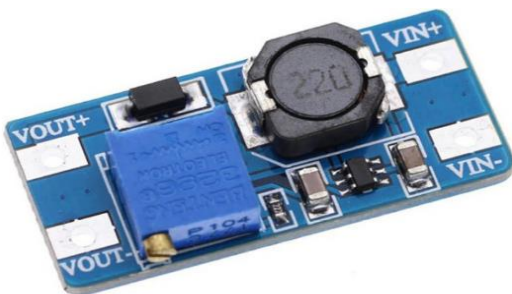
Παραδείγματα μετατροπέων συνεχούς/εναλλασσόμενου ρεύματος:

Αντιστροφάς

Ανορθωτής

Μετατροπείς συνεχούς ρεύματος σε συνεχή.

Η πλακέτα της κατασκευής τροφοδοτείται μέσω της μπαταρίας, η οποία φορτώνεται από την τάση που παράγει το φωτοβολταϊκό πάνελ καθώς απορροφά ηλιακή ακτινοβολία. Όμως για να παρέχει η μπαταρία την απαιτούμενη τάση για να τροφοδοτηθεί η πλακέτα, χρειάζεται έναν μετατροπέα συνεχούς ρεύματος, ο οποίος θα μετατρέψει την τάση των 3.7 volt σε 9 volt που είναι ασφαλείς για την τροφοδοσία του arduino. Σε αυτήν την κατασκευή θα χρησιμοποιήσουμε τον μετατροπέα ανύψωσης τάσης συνεχούς ρεύματος MT3608.



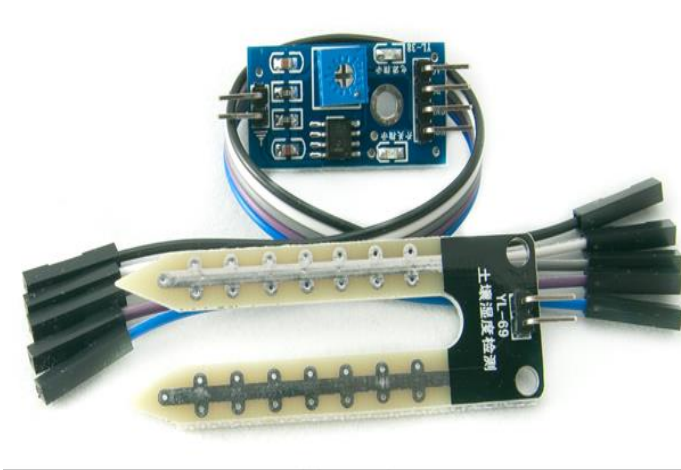
Εικόνα 28 Μετατροπέας ανύψωσης συνεχούς τάσης

**Απομακρυσμένο
σύστημα άρδευσης με
χρήση arduino**

4.5 ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

Οι λειτουργία των αισθητήρων διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο τόσο στις βιομηχανικές κατασκευές αλλά και στην καθημερινότητα μας. Με την χρήση τους σε διάφορα συστήματα λαμβάνουμε πολύτιμες πληροφορίες και δεδομένα για την σωστή και ασφαλή λειτουργία μιας κατασκευής ή ενός συστήματος. Ο αισθητήρας που θα χρησιμοποιήσουμε σε αυτήν την πτυχιακή συγκαταλέγεται στους αισθητήρες υγρασίας εδάφους, είναι συμβατός στην πλακέτα arduino και μπορεί εύκολα να ενσωματωθεί σε αυτήν. Είναι πολύ σημαντική η προσθήκη αισθητήρων στα συστήματα αυτά, καθώς με βάση της μετρήσεις και τις πληροφορίες που λαμβάνει η πλακέτα, μπορούμε εύκολα να επεξεργαστούμε και να προγραμματίσουμε την λειτουργία αυτών κάνοντας τις απαραίτητες μετρήσεις ώστε το σύστημα μας να είναι πιο ακριβές και αποδοτικό. [46]

Σκοπός της ενσωμάτωσης του αισθητήρα υγρασίας, είναι η μέτρηση του ποσοστού υγρασίας του εδάφους όπως προδίδει και το όνομα του. Το ποσοστό αυτό θα το ορίσουμε εμείς στο προγραμματιστικό περιβάλλον του arduino με τις κατάλληλες βιβλιοθήκες. Τα ποσοστά υγρασίας που θα συλλέξει ο αισθητήρας στέλνονται στην πλακέτα arduino, με την σειρά τους τα δεδομένα αυτά τα επεξεργάζεται και τα αποστέλνει στον χρήστη κατόπιν απαίτησης αυτού με χρήση μηνύματος. Είναι πολύ σημαντική η προσθήκη του αισθητήρα καθώς θα είμαστε σε θέση να ποτίσουμε τον κήπο ή την εκάστοτε καλλιεργήσιμη έκταση, δίχως τα γεωργικά προϊόντα να υποστούν το φαινόμενο της λειψανδρίας. Με την συλλογή δεδομένων και την σωστή διαχείριση στο πότισμα έχουμε οικονομία νερού, λιγότερες απώλειες ούτω σώστε η καλλιεργήσιμη έκταση θα αποδίδει μεγαλύτερες ποσότητες παραγωγής φυτικών προϊόντων. [47]



Εικόνα 29 Αισθητήρας υγρασίας εδάφους

**Απομακρυσμένο
σύστημα άρδευσης με
χρήση arduino**

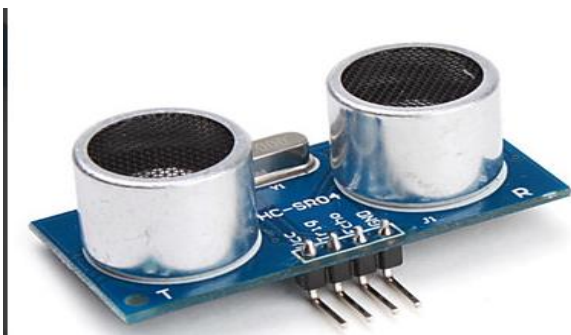
4.6 ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ

Ένας από τους τρόπους που μπορούμε να υπολογίσουμε την απόσταση μεταξύ 2 σημείων είναι η μετάδοση ενός παλμού. Το σήμα ή ο παλμός έχει την μορφή ενός ηχητικού σήματος και μεταδίδεται μέσω μιας ηλεκτρονικής συσκευής. Το σήμα που θα μεταδοθεί, υπολογίζει την απόσταση των δύο μετρούμενων επιφανειών με βάση το χρόνο της αποστολής και της λήψης ενός ηχητικού σήματος. Πρόκειται λοιπόν για συσκευές που συνδυάζουν τον κλάδο της ηλεκτρονικής με αυτόν της ακουστικής.

Μια συσκευή με τα παραπάνω γνωρίσματα χρησιμοποιείται κατά κόρον στον κλάδο της ναυτιλίας. Το σόναρ ή αλλιώς ηχοπλοήγηση είναι μια ηλεκτροακουστική συσκευή, η οποία έχει την δυνατότητα να ανιχνεύει την απόσταση μεταξύ δύο αντικειμένων. Οι συσκευές αυτές χρησιμεύουν στην εξερεύνηση και στην χαρτογράφηση των πυθμένων στέλλοντας ηχητικά σήματα. [48]

Από τις σπουδαιότερες εφαρμογές του σόναρ είναι κατασκευή των ναυτικών χαρτών. Στους χάρτες αυτούς καταγράφονται τα αντικείμενα που βρίσκονται στους πυθμένες των θαλασσών, τον βυθό της θάλασσας και την ακτογραμμή. Αυτές τις μελέτες τις αναλαμβάνουν συνήθως ερευνητικά πλοία με ειδικευμένο προσωπικό, τα οποία εξοπλίζονται με συσκευές τύπου σόναρ. Χωρίζονται σε 2 κατηγορίες: το ενεργητικό και το παθητικό και βρίσκουν εφαρμογές κυρίως στον ναυτικό τομέα. [49] [50]

Στο project θα χρησιμοποιήσουμε τον αισθητήρα υπερήχων για να ανιχνεύσουμε την στάθμη της δεξαμενής που θα αντλεί νερό η αντλία. Η λειτουργία του είναι παρόμοια με αυτή του σόναρ όμως με μια μικρή διαφορά, τα ηχητικά κύματα που εκπέμπει ξεπερνούν την μεγαλύτερη συχνότητα που μπορεί να ακούσει ο άνθρωπος δηλαδή το ακουστό φάσμα, έχει την ικανότητα να εκπέμπει σήματα πάνω από 20 KHz σε αντίθεση με το σόναρ που εκπέμπει και κάτω των 20 KHz. Βρίσκει εφαρμογές κυρίως σε επίγειες κατασκευές που απαιτούν την ανίχνευση εμποδίων την στάθμη διαφόρων υγρών. Έχουν μεγάλη ακρίβεια και είναι ιδιαίτερα διαδεδομένοι σε διάφορους κλάδους της βιομηχανίας. [51]



Εικόνα 30 Αισθητήρας υπερήχων

**Απομακρυσμένο
σύστημα άρδευσης με
χρήση arduino**

4.7 ΑΝΤΛΙΑ

Αντλία είναι μια μηχανική συσκευή που χρησιμοποιείται για να κινήσει ένα υγρό ή ένα αέριο που βρίσκεται μέσα σε έναν αγωγό. Τα πτερύγια της αντλίας περιστρέφονται με την κίνηση ενός άξονα που συνδέεται με τον άξονα του ηλεκτροκινητήρα. Μετατρέποντας την ηλεκτρική κίνηση σε μηχανική πετυχαίνουμε την ροή μεταφοράς στερεών μέσα σε ένα σύστημα αγωγών.

Η αντλία θα τροφοδοτείται με τάση από μία πηγή και θα λειτουργεί από την εντολή που θα δίνει η πλακέτα, ανάλογα με το μήνυμα που θα λαμβάνει από τον χρήστη και τα δεδομένα που συλλέγουν οι αισθητήρες. Έτσι εάν η δεξαμενή έχει μικρή πληρότητα ή η υγρασία είναι σε υψηλά επίπεδα, το ρελέ δεν ενεργοποιείται και η αντλία δεν παίρνει εντολή να λειτουργήσει.

Στην περίπτωση που το ποσοστό υγρασίας είναι χαμηλό άρα το έδαφος χρήζει ποτίσματος και η πληρότητα της δεξαμενής είναι σε υψηλά επίπεδα, το ρελέ ενεργοποιείται και η αντλία τίθεται σε λειτουργία ώστε να μεταφέρει το νερό μέσω των σωληνώσεων, ώστε να ποτιστούν οι καλλιέργειες.



[Εικόνα 31](#) Αντλία

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Για να γίνει εφικτή η επικοινωνία ανάμεσα στον χρήστη και στο σύστημα άρδευσης χρειάζεται η ασύρματη επικοινωνία. Παρακάτω θα κάνουμε μια μικρή ιστορική αναφορά για την εξέλιξη της ασύρματης τεχνολογίας, και στην συνέχεια θα αναλύσουμε πως δουλεύει ένα σύστημα τηλεπικοινωνίας.

Σύστημα τηλεπικοινωνίας ορίζεται η τεχνολογία και η επιστήμη της επικοινωνίας μέσω μεγάλων αποστάσεων. Στόχος είναι η μεταφορά πληροφοριών με γρήγορο ρυθμό, ακρίβεια, και αποτελεσματικά σε μεγάλες αποστάσεις. [52]

Στην αρχαιότητα λόγω της έλλειψης τεχνολογίας Ο άνθρωπος έπρεπε να ανακαλύψει έναν τρόπο να στείλει μήνυμα από απόσταση. Διάφοροι πολιτισμοί σε διαφορετικές χρονικές περιόδους ανακάλυψαν μεθόδους επικοινωνίας, είτε για να πληροφορήσουν την κοινότητα τους για μια επικείμενη απειλή, είτε για θέματα όπως εμπορικές συναλλαγές και αφίξεις σημαντικών προσώπων. Για παράδειγμα για να προειδοποιηθεί μια κοινότητα για κάποια εξωτερική απειλή, άναβαν φωτιές και έκανα σήματα με τον καπνό. Μια άλλη ευρέως διαδεδομένη μέθοδος ήταν αποστολή μηνύματος με την χρήση περιστεριών. Με την πάροδο των χρόνων και την εξέλιξη της τότε τεχνολογίας, ορισμένοι πολιτισμοί ανέδειξαν πρωτοπόρες μεθόδους μεταφοράς πληροφορίας στο ανώτερο σημείο της ανάπτυξης τους. [53]

Κατά την κλασική εποχής της Ελλάδας από των 5^ο αιώνα έως τον 4^ο σε μια εποχή ιδιαίτερα ταραγμένη από τους πολυετείς πολέμους με τους πέρσες, αναπτύχθηκε ένας καινοτόμος τρόπος αποστολής μηνυμάτων.

Ο υδραυλικός τηλεγράφος ήταν ένα πρωτοπόρο σύστημα επικοινωνίας για μεγάλες αποστάσεις. Ανάμεσα στον πομπό και τον δέκτη υπήρχαν 2 κάδοι κυλινδρικής μορφής που γέμιζαν την ίδια ποσότητα νερού με βρύσες. Μέσα στον κύλινδρο επέπλεε ένας φελλός που ήταν στερεωμένο πάνω του ένα κοντάρι με διάφορα μηνύματα χαραγμένα σε αυτό. Όταν υψώνονταν πυρσός σήμαινε ταυτόχρονα άνοιγμα των βρυσών. Την στιγμή που ο φελλός με το κοντάρι υψωνόταν στο επιθυμητό σημείο που αναγραφόταν το μήνυμα, ο πυρσός κατέβαινε και έκλειναν της βρύσες ώστε να σταματήσει η παροχή του νερού, μεταφέροντας έτσι την πληροφορία στην πλευρά του δέκτη. Ο συντονισμός γινόταν με χρήση φωτεινών σημάτων. [54]

σε μεγάλες αποστάσεις. Στον ηλεκτρικό τηλεγράφο η μετάδοση της πληροφορίας ήταν κωδικοποιημένη και είχε την μορφή ηλεκτρικών σημάτων. Τα ηλεκτρικά σήματα αυτά θυμίζουν κατά κάποιο τρόπο αυτό που γνωρίζουμε σήμερα ως παλμό. Κάθε παλμός αντιστοιχούσε σε ένα γράμμα της αλφαβήτου. Έτσι η δυνατότητα αποστολής μηνυμάτων γινόταν με έναν χαρακτήρα την φορά από τον χρήστη του τηλεγράφου έως αυτόν που θα το παραλάμβανε. Με αυτό το σύστημα προσπεράστηκε το εμπόδιο των μεγάλων αποστάσεων, κάνοντας επίσης το μήνυμα πιο ακριβές, γρήγορο, αποτελεσματικό αλλά και ασφαλές για περιπτώσεις που αιτούνταν η κρυπτογράφηση του μηνύματος. [55]

Η ανάπτυξη της ηλεκτρομαγνητικής θεωρίας οδήγησε την επιστήμη των τηλεπικοινωνιών σε άλλο επίπεδο. Οι διάσημοι επιστήμονες της εποχής άρχισαν την μελέτη αλλά και τα πειράματα στον τομέα των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Επιστήμονες όπως οι James Clerk Maxwell και Hertz, άφησαν το στίγμα τους με τις θεωρητικές τους γνώσεις αλλά και τα πειράματα που πραγματοποιούσαν με σκοπό την κατανόηση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων αλλά και τις ιδιότητες αυτών. Σύντομα η χρήση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων έδωσε την δυνατότητα να μεταφέρεται η πληροφορία ασύρματα, σε μεγάλες αποστάσεις δίχως κάποιο υλικό μέσον όπως για παράδειγμα καλώδιο που χρησιμοποιούταν στον τηλεγράφο. Χωρίς την χρήση υλικού για την μεταφορά των πληροφοριών, το κόστος των υποδομών που χρειαζόταν για να εγκατασταθούν ήταν τεράστιο. [56]

Με την πάροδο των χρόνων νέες τεχνολογίες αναπτύχθηκαν από διάφορους μηχανικούς και επιστήμονες που αφιέρωσαν την ζωή τους στις εφευρέσεις. Επιστήμονες όπως Alexander Graham Bell, Guglielmo Marconi συνέβαλαν στην ανάπτυξη των πρώτων τηλεφωνικών υπηρεσιών, με αποκορύφωμα την εφεύρεση ενός συστήματος μετάδοσης φωνής με χρήση AM ραδιοφωνίας. Σύντομα αναπτύσσονται τα πρώτα ασύρματα συστήματα μετάδοσης φωνής και εικόνας που αργότερα οδήγησαν στην ανάπτυξη της τηλεόρασης, θέτοντας έτσι την βάση για τα πρώτα σύγχρονα ασύρματα συστήματα τηλεπικοινωνιών. [56]



Εικόνα 33 Τηλέφωνο του Alexander Graham Bell



Εικόνα 34 Ραδιόφωνο του Guglielmo Marconi

5.2 ΔΙΚΤΥΑ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ

Ο σύνδεσμος επικοινωνίας ανάμεσα στο σύστημα άρδευσης που θα επιβλέπει το arduino και τον χρήστη, θα είναι η πλακέτα επέκτασης GSM/GPRS Shield SIM900. Από την ονομασία της πλακέτας καταλαβαίνουμε ότι θα χρησιμοποιήσουμε ψηφιακά δίκτυα κινητής τηλεφωνίας 2^{ης} γενιάς που κατατάσσεται το GSM και 2.5^{ης} γενιάς που κατατάσσεται το GPRS αντίστοιχα. Παρακάτω θα αναλύσουμε τα δίκτυα κινητής, το πώς πραγματοποιείται η επικοινωνία ανάμεσα σε πομπό και δέκτη και τις γενιές δικτύων κινητής που αναφέραμε.

5.2.1 Μέρη δικτύου κινητής τηλεφωνίας

Για να είμαστε σε θέση να στείλουμε ένα μήνυμα ή να τηλεφωνήσουμε απαραίτητη προϋπόθεση είναι η ύπαρξη ασύρματου δικτύου κινητής. Η ζεύξη γίνεται μέσω των σταθμών βάσης ή αλλιώς πύργων κινητής τηλεφωνίας. Οι σταθμοί αυτοί χρησιμοποιούν ηλεκτρομαγνητικά σήματα για την μετάδοση της πληροφορίας. Οι σταθμοί βάσης τοποθετούνται σε μεγάλα υψόμετρα ώστε η κάλυψη των γύρω περιοχών να είναι πλήρης και συνεχόμενη. Επίσης επικοινωνούν με κεντρικούς σταθμούς με σκοπό την αναδιανομή της πληροφορίας ώστε να σταλούν τα δεδομένα στον δέκτη που θέλουμε να επικοινωνήσουμε.

Υπεύθυνοι για την εγκατάσταση των πύργων τηλεφωνίας είναι οι εκάστοτε πάροχοι κινητής τηλεφωνίας. Οι εγκαταστάσεις αυτές αποτελούνται από κεραίες που εκπέμπουν και λαμβάνουν ηλεκτρομαγνητικά σήματα και τον ηλεκτρονικό εξοπλισμό που διαχειρίζεται την επεξεργασία των σημάτων αυτών.

Η γεωγραφική περιοχή που καλύπτουν οι πύργοι κινητής διαιρείται σε μικρά τμήματα που ονομάζονται κυψέλες. Κάθε κυψέλη είναι σχεδιασμένη με τέτοιο τρόπο ώστε να καλύπτει μια συγκεκριμένη τοποθεσία ανάλογα με τα χαρακτηριστικά αυτής. Για παράδειγμα μέσα σε ένα αστικό κέντρο ο σταθμός βάσης είναι σχεδιασμένος ώστε να εξυπηρετεί ορισμένο αριθμό συνδρομητών. Άρα και ο αριθμός των κυψελών θα είναι μικρός και θα καλύπτει κάποιες εκατοντάδες τετραγωνικά μέτρα. Όμως στις απομακρυσμένες περιοχές ή αραιοκατοικημένους οικισμούς οι κυψέλες ανέρχονται στην τάξη των χιλιάδων τετραγωνικών μέτρων. [57]

Σε αυτό το σημείο να προσθέσουμε η ενέργεια των ραδιοσυχνοτήτων που εκπέμπουν οι σταθμοί βάσης, πολλές φορές είναι βλαβερή για τους πολίτες. Για αυτό το λόγο τέτοιου είδους εγκαταστάσεις είναι κατάλληλα περιφραγμένες ώστε να τηρούνται τα μέτρα ασφαλείας και εμποδίζουν την προσέγγιση μη εξουσιοδοτημένων ατόμων. [57]

5.2.2 Γενιές δικτύων κινητής τηλεφωνίας

GSM: θεωρείται ως δεύτερη γενιά δικτύων και είναι η ψηφιακή εξέλιξη της 1^{ης} γενιάς που ήταν αναλογική. Στην Ευρώπη υιοθετήθηκε η τεχνολογία GSM με σκοπό ένα ενιαίο δίκτυο κινητής. Το είδος του δικτύου μεταγωγής που χρησιμοποιεί το GSM ονομάζεται μεταγωγή κυκλώματος. Το είδος μεταγωγής αυτό είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να δεσμεύει μια γραμμή επικοινωνίας καθόλη την διάρκεια της σύνδεσης μεταξύ πομπού και δέκτη. Τα

GSM δίκτυα επειδή χρησιμοποιούν συγκεκριμένες ζώνες συχνοτήτων, ανάλογα με την ζώνη που ανήκει το δίκτυο χωρίζεται σε κάποιες κατηγορίες. [52]

GSM 900: Έχουν ζώνες συχνοτήτων που φθάνουν μέχρι 900 MHz. Η κινητή συσκευή επικοινωνεί με τον πύργο κινητής στο εύρος 890-915 MHz και από τον σταθμό βάσεις στις κινητές συσκευές στα 935-960 MHz. Διαιρούνται σε 125 κανάλια εύρους 200 MHz από τα οποία τα 124 είναι ενεργά και το ένα μένει ελεύθερο. [52]

Extended-GSM: Είναι επέκταση του GSM 900 με προσθήκη του εύρους 880-915 MHz για επικοινωνία κινητής συσκευής και σταθμού βάσης 925-960 MHz για επικοινωνία σταθμού βάσης και κινητής συσκευής. Το εύρος αυξάνεται κατά 50 κανάλια. [52]

GSM 1800: Χρησιμοποιεί το εύρος ζώνης 1800 MHz 1710-1785 MHz για επικοινωνία μεταξύ κινητής συσκευής και σταθμού βάσης και την ζώνη 1805-1880 MHz για επικοινωνία μεταξύ σταθμού βάσης και κινητής συσκευής. Έχει 375 κανάλια από τα οποία ένα μένει ελεύθερο. [52]

GSM 190014: Χρησιμοποιεί το εύρος των 1900 MHz και 1850-1910 MHz για επικοινωνία μεταξύ κινητής συσκευής και σταθμού βάσης και για επικοινωνία μεταξύ σταθμού βάσης και κινητής συσκευής 1930-1990 MHz. Τα κανάλια επικοινωνίας είναι 300 και ένα ελεύθερο. [52]

GPRS: Είναι η 2.5^η γενιά δικτύων κινητής και είναι η εξελιγμένη και βελτιωμένη έκδοση του GSM. Η διαφοροποίηση με το δίκτυο GSM είναι στην τεχνολογία του δικτύου μεταγωγής πακέτων. Το είδος του δικτύου μεταγωγής ονομάζεται μεταγωγή πακέτων και έχει την ικανότητα να μεταφέρει και να διαιρεί τις πληροφορίες σε μικρότερα πακέτα. Δηλαδή τα δεδομένα κατά την διάρκεια σύνδεσης μεταξύ ενός πομπού και δέκτη μοιράζονται σε πολλά πακέτα και ακολουθούν διαφορετικές διαδρομές μέχρι να φθάσουν στον δέκτη. [52]

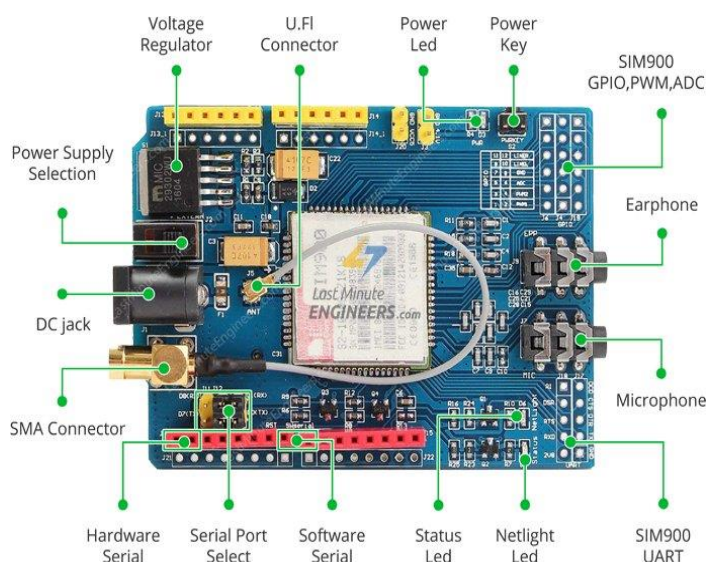
5.3 ΠΛΑΚΕΤΑ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ GSM/GPRS SHIELD SIM900

Στις παραπάνω υποενότητες αναλύσαμε την λειτουργία και την δομή των δικτύων κινητής τηλεφωνίας, καθώς και τις γενιές των δικτύων μαζί με τις ιδιότητες αυτών.

Το σύστημα άρδευσης που θα κατασκευάσουμε και θα προγραμματίσουμε όπως έχουμε αναφέρει έχει την δυνατότητα αποστολής μηνυμάτων μέσω των δικτύων κινητής τηλεφωνίας. Ο σύνδεσμος που θα κάνει εφικτή την επικοινωνία είναι η πλακέτα GSM/GPRS Shield SIM900.

Η πλακέτα επέκτασης GSM/GPRS Shield SIM900 είναι σχεδιασμένη να αλληλεπιδρά με μικροελεγκτές όπως η πλακέτα arduino. Συνδέοντας τα σωστά pin της πλακέτας επέκτασης με αυτά του arduino πετυχαίνουμε

την σωστή ζεύξη και μπορούμε ανάλογα με τις απαιτήσεις του συστήματος που θα σχεδιάσουμε, να προγραμματίσουμε αντίστοιχα τις εντολές που θα εκτελέσει το arduino πραγματοποιώντας ασύρματη επικοινωνία με τον χρήστη. Με την προσθήκη της πλακέτας έχουμε την δυνατότητα να πραγματοποιήσουμε πληθώρα κατασκευών που απαιτούν απομακρυσμένη επικοινωνία, αφού μπορούμε να ελέγχουμε το σύστημα μας από απόσταση εύκολα γρήγορα και οικονομικά.



Εικόνα 35 Μέρη της πλακέτας επέκτασης

Από την εικόνα 28 διακρίνουμε τα υλικά που είναι ενσωματωμένα στην πλακέτα. Η πλακέτα διαθέτει ρυθμιστή τάσης ώστε να προφυλάσσει την πλακέτα από υπερτάσεις και απότομες διακυμάνσεις. Εξασφαλίζει την αδιάκοπτη τροφοδοσία. Μία θύρα τροφοδοσίας τύπου jack μέχρι 12 volts dc.

Στο πίσω μέρος της πλακέτας έχει τοποθετηθεί μια υποδοχή στην οποία ενσωματώνεται η κάρτα sim. Είναι το πιο σημαντικό μέρος της πλακέτας και αυτό που δίνει την ικανότητα να συνδέεται στο δίκτυο κινητής. Την κάρτα αυτή την προμηθευόμαστε από κάποιον πάροχο

Απομακρυσμένο σύστημα άρδευσης με χρήση arduino

κινητής τηλεφωνίας. Με την αγορά της κάρτας sim έχουμε συνδεθεί με το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας και μπορούμε πλέον να μεταφέρουμε πληροφορίες από το σύστημα προς τον χρήστη και ανάποδα.

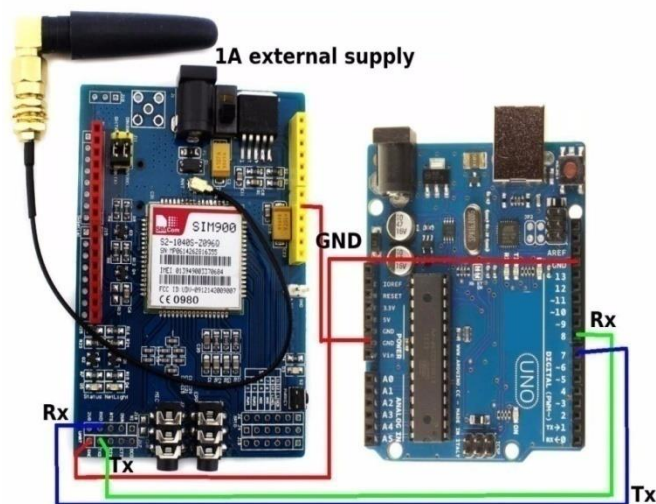
Στην συνέχεια στην εικόνα παρατηρούμε μια υποδοχή κεραίας τύπου sma. Η κεραία θα μεταδώσει και θα λάβει την πληροφορία από το σύστημα και τον χρήστη.

Ενσωματωμένα φώτα led υποδεικνύουν την τρέχουσα κατάσταση της πλακέτας αναφορικά με την τάση τροφοδοσίας.

Επίσης στην πλακέτα είναι ενσωματωμένη η θύρα με το πρωτόκολλο ασύγχρονης λήψης uart. Το πρωτόκολλο uart σχεδιάστηκε για την μετάδοση και την λήψη πληροφορίας, για εφαρμογές που απαιτούν σειριακή μετάδοση δεδομένων. Με αυτόν τον τρόπο επικοινωνούν οι δύο πλακέτες.

Έχει δύο υποδοχές για χρήση μικροφώνου και χρήση ακουστικών. Επειδή έχει την δυνατότητα να δουλέψει ως πομπός και ως δέκτης μπορεί να λάβει σήματα από ράδιο.

Στο πίσω μέρος της πλακέτας έχει τοποθετηθεί μια βάση για μπαταρία που τροφοδοτεί το ρολόι, ώστε τα αποθηκευμένα δεδομένα να μην χάνονται όταν αποσυνδεθεί η παροχή τάσης.



Εικόνα 36 Συνδεσμολογία πλακέτας επέκτασης με arduino μέσω του πρωτοκόλλου uart

Απομακρυσμένο
σύστημα άρδευσης με
χρήση arduino

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΑΝΑΛΥΣΗ ΘΕΜΑΤΟΣ

Στις παρακάτω ενότητες θα γίνει περιγραφή του κατασκευαστικού μέρους τις συναρτήσεις, τις μεταβλητές και τις εντολές του κώδικα που χρησιμοποιήσαμε. Επίσης θα αναλύσουμε τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα και τις συνδέσεις που χρειάστηκαν ώστε να φτάσουμε στο επιθυμητό συμπέρασμα.

Η τρόπος λειτουργίας του project είναι ο απομακρυσμένος έλεγχος ενός συστήματος για πότισμα. Ο τρόπος που θα εκκινηθεί η αντλία γίνεται μέσω γραπτού μηνύματος από το κινητό του χρήστη, αφού πρώτα έχουμε στείλει μήνυμα εκ των προτέρων ώστε να είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε την τρέχουσα κατάσταση των αισθητήρων. Τα δεδομένα των αισθητήρων θα είναι η απόσταση του νερού μέσα στην δεξαμενή που διαβάσει ο αισθητήρας υπερήχων και έχει λειτουργία ως φλοτέρ και το ποσοστό υγρασίας που θα έχει ο αισθητήρας υγρασίας. Την εντολή για να έχουμε πληροφορίες για τα δεδομένα μας θα είναι η εντολή **dedomena**, η εντολή για να οπλίσει το ρελέ της αντλίας θα είναι η εντολή **START** και μια τρίτη επιλογή θα είναι η εντολή **STOP**.

6.1 ΚΩΔΙΚΑΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιεί το arduino ονομάζεται Wiring και είναι μια παραλλαγή της c++, όπως έχει γίνει ανάλυση στην αντίστοιχη ενότητα.

Ένα πρόγραμμα το οποίο πολλές φορές έχει πολλές γραμμές κώδικα με πολύπλοκες εντολές και συναρτήσεις, συνήθως προτιμάτε από τον χρήστη να χρησιμοποιεί βιβλιοθήκες που παρέχει η πλατφόρμα arduino. Οι βιβλιοθήκες είναι έτοιμα αρχεία γραμμένα στην γλώσσα wiring και διευκολύνουν τον προγραμματιστή του κώδικα στην διαχείριση των δεδομένων αλλά και την αναγνωσιμότητα του κώδικα. Έτσι ο εκάστοτε χρήστης μπορεί εύκολα να εισάγει την βιβλιοθήκη που είναι χρήσιμη για τον κώδικα, κάνοντας επιμέρους αλλαγές κυρίως σε μεταβλητές και συναρτήσεις εντολών.

6.1.1 Δήλωση βιβλιοθηκών και μεταβλητών

Σε αυτό το project η βιβλιοθήκη που προσθέσαμε ονομάζεται software serial και χρησιμεύει στην μεταφορά δεδομένων σειριακής μορφής ανάμεσα στο arduino και την πλακέτα sim 900. Συνδέοντας τα pin 7 και 8 του arduino με αυτά της πλακέτας προέκτασης sim 900 rx και tx. Το tx στέλνει τα δεδομένα και το rx τα λαμβάνει. Οι μεταφορά δεδομένων με σειριακή επικοινωνία ονομάζεται αλλιώς και διεπαφή uart όπως είναι ευρέως γνωστό στον κόσμο στις πληροφορικής.

Ο έλεγχος της στάθμης της δεξαμενής πραγματοποιείται με τον αισθητήρα υπερήχων. Ο αισθητήρας στέλνει και λαμβάνει σήματα ανάλογα με την απόσταση του αντικειμένου, ή στην προκειμένη περίπτωση του στερεού μιας και μιλάμε με δεξαμενή γεμάτη νερό. Για να λειτουργήσει ο αισθητήρας πρέπει να εισάγουμε κάποιες παραμέτρους. Βασική παράμετρος σε αυτόν τον αισθητήρα είναι η αποστολή και η λήψη του σήματος. Εισάγοντας την εντολή define ορίζουμε το όνομα της τιμής μιας σταθεράς πριν μεταγλωττιστεί το πρόγραμμα. Στον κώδικα του project ορίζουμε τα pin 2 και 3 ως echo και trig. Το trig δηλώνει τον παλμό που πυροδοτεί τον σήμα και το echo για να λάβει το σήμα. Μέσω αυτών των εντολών λαμβάνουμε τις απαραίτητες μετρήσεις. Παρακάτω ορίζουμε την μεταβλητή τύπου long για επεκτείνουμε το μέγεθος μιας τιμής που καταλαμβάνει έναν συγκεκριμένο χώρο στο πρόγραμμα. Την τιμή της μεταβλητής την ονομάζουμε duration και χρησιμεύει για την μέτρηση του χρόνου όταν ενεργοποιείται η εντολή trig του αισθητήρα ώστε να στείλει έναν παλμό. Η μεταβλητή τύπου int που είναι και η πιο κοινή συνήθως στα προγράμματα δηλώνει την ακέραια τιμή μιας τιμής. Η τιμή distance χρησιμοποιείται για την μέτρηση της απόστασης του σήματος που θα επιστρέψει στο άκρο του αισθητήρα echo.

Η τιμή του αισθητήρα υγρασίας δηλώνεται με την μεταβλητή float που επιστρέφει δεκαδικούς αριθμούς και χρησιμεύει για την μέτρηση της υγρασίας. Το pin του αισθητήρα που δέχεται τις μετρούμενες τιμές είναι το A0. Με τον τύπο της ακέραιας μεταβλητής ορίζουμε και το pin 5 του ρέλι που θα ενεργοποιήσει την αντλία μας. Τέλος με την μεταβλητή string αποθηκεύουμε χαρακτήρες και με την εντολή software serial ορίζουμε τα pin που θα συνδεθούν στην πλακέτα επέκτασης για σειριακή επικοινωνία.

```

#include <SoftwareSerial.h> //βιβλιοθήκη για σειριακή επικοινωνία

#define echoPin 2 // echo pin στο ψηφιακό pin 2
#define trigPin 3 // trigpin pin στο ψηφιακό pin 3

long duration; // μεταβλητή για την μέτρηση του χρόνου
int distance; // μεταβλητή για την μέτρηση της απόστασης με χρήση του αισθητήρα
float soilsensor = A0; // αισθητήρας στο pin A0
int timhugrasias1; // τιμή που παίρνει ο αισθητήρας υγρασίας
int timhugrasias2;
int humidity;
int relemoter = 5; // το ρελέ εκκινεί την αντλία για να ποτίσει τον κηπο
float dedomena= humidity + distance;

String tank, level;
String incoming_text= "";

// σειριακή επικοινωνία
SoftwareSerial SIM900(7, 8);

```

Εικόνα 37 Κώδικας προγράμματος

6.1.2 Συνάρτηση void setup

Στο αρχικό κομμάτι του προγραμματισμού δηλώσαμε τις τιμές των συνθηκών που θα χρησιμοποιήσουμε. Ο πυρήνας του προγραμματισμού της γλώσσας wiring αποτελείται από δύο βασικές συναρτήσεις. Η πρώτη που θα συναντήσουμε ονομάζεται void setup και εκτελείται μία φορά στο πρόγραμμα. Στην συνάρτηση αυτή αναφέρουμε τις εξόδους και τις εισόδους των pins που έχουμε ορίσει ανάλογα με τις απαιτήσεις του συστήματος, αλλά και την ένδειξη των μετρήσεων στο σειριακό μόνιτορ. Δηλώνουμε τα pin εισόδου echo και το pin εξόδου trig την έξοδο pin του ρελέ που απενεργοποιεί την αντλία. Η εντολή sim900.begin ενεργοποιεί την πλακέτα gsm ώστε να ξεκινήσει η διαδικασία αποστολής και λήψης μηνυμάτων. Επίσης οι διαδικασίες που ακολουθεί η πλακέτα εμφανίζονται στο σειριακό μόνιτορ του arduino. Για να ολοκληρωθεί η διαδικασία σύνδεσης της πλακέτας επέκτασης και του arduino πρέπει να δούμε στο σειριακό μόνιτορ εντολές με το ακρωνύμιο AT. Όταν διακρίνουμε αυτές τις εντολές στο μόνιτορ τότε η διαδικασία σύζευξης μεταξύ της πλακέτας επέκτασης και του arduino είναι επιτυχείς και είναι σε θέση να λάβει και να στείλει μηνύματα στο κινητό του χρήστη.

```
Output Serial Monitor x
Message (Enter to send message to 'Arduino Uno' on 'COM4')
SIM900 ready...moisture percentage 0%
distance 57 cm
AT+CMGF=1
OK
AT+CNMI=2,2,0,0
OK
```

Εικόνα 38 Ενεργοποίηση πλακέτας sim900

```
+CMT: "+306979048314", "", "23/01/06,19:05:45+08"
dedomena
moisture percentage 1%
distance 58 cm
AT+CMGF=1
OK
AT + CMGS = "6979048314"

> tank level: 57cm moisture percentage 1%
```

Εικόνα 39 Εισερχόμενο μήνυμα στην πλακέτα από το κινητό

6.1.3 Συνάρτηση void loop μέρος 1

Δεύτερη βασική συνάρτηση που χρησιμοποιεί η γλώσσα προγραμματισμού είναι η void loop. Η εκτέλεση της συνάρτησης αυτής επαναλαμβάνεται διαρκώς μέχρι να επανεκκινηθεί το arduino. Κατά την εκτέλεση αυτής της συνάρτησης το πρόγραμμα εκτελείται ως κλειστός βρόγχος. Μετά την δήλωση της συνάρτησης προσθέτουμε δύο αγκύλες μέσα στις οποίες θα γραφτεί το πρόγραμμα που θα εκτελεστεί. Έτσι την στιγμή που η εκτέλεση του προγράμματος φτάσει στην δεύτερη αγκύλη το πρόγραμμα εκτελείται από την αρχή.

**Απομακρυσμένο
σύστημα άρδευσης με
χρήση arduino**

Πρώτα ορίζουμε της συνθήκες λειτουργίας του αισθητήρα. Με την εντολή `analogRead` το `arduino` διαβάζει το εύρος τιμών που παίρνει ο αισθητήρας, ανάλογα με το ποσοστό υγρασίας. Στην συνέχεια εισάγουμε την συνάρτηση `constrain` με την οποία θέτουμε τα όρια στα οποία θέλουμε να συμπεριλάβουμε τις τιμές που διαβάζει το `arduino`. Η μαθηματική συνάρτηση `map` θέτει τα όρια της κατώτατης και της ανώτατης τιμής που διαβάζει η συνάρτηση `constrain`. Τις τιμές αυτές τις διαβάζουμε με την εντολή `serial.print` στο μόνιτορ.

Για τον αισθητήρα υπερήχων ορίζουμε το `pin trig` να στέλνει έναν παλμό για κάποια χρονικά διαστήματα με την εντολή `digitalWrite`. Με την εντολή `digitalWrite` μπορούμε να χειραγωγήσουμε τις εξόδους των ψηφιακών `pin`, με αποτέλεσμα όταν χρησιμοποιούμε στην εντολή αυτή τάση να εμφανίζεται στα άκρα του εκάστοτε εξαρτήματος. Το `pin echo` δέχεται το σήμα που επιστρέφει την στιγμή που ανακλάται από ένα αντικείμενο ή ένα στερεό.

Εισάγοντας την εντολή `pulseIn` υπολογίζουμε τον χρόνο του σήματος που χρειάζεται για να ανιχνευθεί από το `pin echo`. Αποθηκεύουμε τα αποτελέσματα αυτά στην μεταβλητή `duration`.

Για να έχουμε εικόνα πόση απόσταση απέχει το υλικό από το οποίο ανακλάται το σήμα, πολλαπλασιάζουμε το αποτέλεσμα της μεταβλητής `duration` με τον αριθμό 0.034 και στην συνέχεια διαιρέσουμε το αποτέλεσμα αυτό δια του δύο. Ο αριθμός 0,034 υποδηλώνει την ταχύτητα του ήχου 340 μέτρα ανά δευτερόλεπτο. Επειδή το αποτέλεσμα θέλουμε να είναι στην κλίμακα των εκατοστών ορίζουμε την ταχύτητα του ήχου σε μικροσεκοντ. Αποθηκεύουμε το αποτέλεσμα αυτό στην μεταβλητή `distance` και με αυτόν τον τρόπο γνωρίζουμε την απόσταση που ανιχνεύει ο αισθητήρας

Εισάγοντας τις εντολές `serial.print` είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε την απόσταση του υλικού που απέχει από τον αισθητήρα. Με αυτόν τον τρόπο ο αισθητήρας μας δίνει την δυνατότητα να χρησιμοποιεί ως ανιχνευτής στάθμης, ή αλλιώς φλοτεροδιακόπτη για την μέτρηση της απόστασης του νερού στο σημείο που θα ορίσουμε στην δεξαμενή.

```

void loop()
{
  // για αισθητήρα υγρασίας
  timhugrasias1 = analogRead(soilsensor); // τιμή αισθητήρα
  timhugrasias2 = constrain(timhugrasias1,400,1023); // εύρος τιμών που θα διαβάζει
  humidity = map(timhugrasias2,400,1023,100,0); // ορίζει την κατώτατη και την ανώτατη τιμή του αισθητήρα
  Serial.print("moisture percentage ");
  Serial.print( humidity );
  Serial.println( " % " );

  // για αισθητήρα υπερήχων
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delay(1000);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH); // υπολογίζει τον χρόνο του σήματος
  distance = duration * 0.034 / 2; // υπολογίζει την απόσταση του σήματος
  Serial.print("distance ");
  Serial.print(distance);
  Serial.println(" cm ");
}

```

Εικόνα 40 1ο μέρος της συνάρτησης void loop

6.1.4 Συνάρτηση void loop μέρος 2

Στην παραπάνω υποενότητα περιγράψαμε την δήλωση μεταβλητών και βιβλιοθηκών στην συνάρτηση void loop. Παρακάτω θα περιγράψουμε το κυρίως πρόγραμμα, τις εντολές και την λειτουργία αυτών ώστε να έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Η συνθήκη if θα μας απασχολήσει σε αυτό το μέρος καθώς θα είναι η βασική εντολή ανάλογα με την συνθήκη που έχουμε ορίσει. Ξεκινώντας η βασική συνθήκη για να δεχθεί και να στείλει μηνύματα η πλακέτα sim 900 ορίζεται ως if(sim900.available(>0)). Αν η πλακέτα είναι ενεργή όπως υποδηλώνει η συνθήκη τότε η διαδικασία αποστολής μηνυμάτων μπορεί να εκκινήσει. Αφού ελεγχθεί από το πρόγραμμα η διαθεσιμότητα της sim900, μπορούμε να στείλουμε γραπτό μήνυμα την φράση START για να οπλίσει το ρελέ της αντλίας. Για να εκκινηθεί η αντλία πρέπει να ορίσουμε κάποιες συνθήκες με την βοήθεια της εντολής if. Με τις συνθήκες αυτές θα είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε την πληρότητα της δεξαμενής από νερό αλλά και το ποσοστό υγρασίας του αισθητήρα. Θέτοντας την τιμή του φλοτέρ στα 15 εκ. αλλά και το ποσοστό υγρασίας στο 50% . Οι συνθήκες αυτές λοιπόν είναι οι εξής:

If ((humidity <50) && (distance <15)). Αυτή η συνθήκη ενεργοποιεί το ρελέ της αντλίας με την φράση **START** όταν ο αισθητήρας υπερήχων διαβάζει την απόσταση να είναι μικρότερη από 15 εκατοστά, που σημαίνει η πληρότητα είναι σε ψηλό σημείο και το

ποσοστό υγρασίας μικρότερο του 50%. Το μήνυμα που θα λάβει ο χρήστης θα είναι need for irrigation.

Στην παραπάνω υποενότητα περιγράψαμε την δήλωση μεταβλητών και βιβλιοθηκών στην συνάρτηση void loop. Παρακάτω θα περιγράψουμε το κυρίως πρόγραμμα, τις εντολές και την λειτουργία αυτών ώστε να έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Η συνθήκη if θα μας απασχολήσει σε αυτό το μέρος καθώς θα είναι η βασική εντολή ανάλογα με την συνθήκη που έχουμε ορίσει. Ξεκινώντας η βασική συνθήκη για να δεχθεί και να στείλει μηνύματα η πλακέτα sim 900 ορίζεται ως if(sim900.available(>0). Αν η πλακέτα είναι ενεργή όπως υποδηλώνει η συνθήκη τότε η διαδικασία αποστολής μηνυμάτων μπορεί να εκκινήσει. Αφού ελεγχθεί από το πρόγραμμα η διαθεσιμότητα της sim900, μπορούμε να στείλουμε γραπτό μήνυμα την φράση START για να οπλίσει το ρελέ της αντλίας. Για να εκκινηθεί η αντλία πρέπει να ορίσουμε κάποιες συνθήκες με την βοήθεια της εντολής if. Με τις συνθήκες αυτές θα είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε την πληρότητα της δεξαμενής από νερό αλλά και το ποσοστό υγρασίας του αισθητήρα. Θέτοντας την τιμή του φλοτέρ στα 15 εκ. αλλά και το ποσοστό υγρασίας στο 50% . Οι συνθήκες αυτές λοιπόν είναι οι εξής:

if ((humidity <50) && (distance <15)). Αυτή η συνθήκη ενεργοποιεί το ρελέ της αντλίας με την φράση **START** όταν ο αισθητήρας υπερήχων διαβάζει την απόσταση να είναι μικρότερη από 15 εκατοστά, που σημαίνει η πληρότητα είναι σε ψηλό σημείο και το ποσοστό υγρασίας μικρότερο του 50%. Το μήνυμα που θα λάβει ο χρήστης θα είναι “need for irrigation”.

else if ((humidity >50) && (distance >15)). Στην περίπτωση που το ποσοστό υγρασίας είναι άνω του 50% και η πληρότητα της δεξαμενής χαμηλή καθώς ο αισθητήρας ανιχνεύει το νερό σε μεγαλύτερη απόσταση, τότε το ρελέ δεν οπλίζει και το μήνυμα που λαμβάνει ο χρήστης είναι “ALERT..low tank level + wet soil”

if ((humidity <50) && (distance >15)). Μία άλλη περίπτωση είναι ο αισθητήρας υγρασίας να διαβάζει τιμές μικρότερες του 50% δηλαδή το έδαφος είναι ξερό άρα χρειάζεται πότισμα, και η δεξαμενή όπως την προηγούμενη περίπτωση να έχει χαμηλή πληρότητα. Το μήνυμα που λαμβάνει ο χρήστης είναι “ALERT..low tank level + dry soil”

if((humidity >50) && (distance <15)). Τελευταία περίπτωση είναι να υπάρχει πληρότητα στην δεξαμενή άρα υψηλή στάθμη και το ποσοστό υγρασίας να είναι υψηλό άνω του 50%. Επομένως το ρελέ δεν ενεργοποιείται καθώς το έδαφος είναι υγρό. Το μήνυμα που λαμβάνει ο χρήστης είναι “no need for irrigation + tank level ok”

Εάν στα παραπάνω συμβεί κάποια επιπλοκή στην λειτουργία της αντλίας στέλνουμε με γραπτό μήνυμα την φράση **STOP** για να σταματήσει οποιαδήποτε διεργασία.

Για να είναι σε θέση ο χρήστης να γνωρίζει την τρέχουσα κατάσταση των δεδομένων δηλαδή το ποσοστό υγρασίας και την πληρότητα της δεξαμενής, στέλνει με γραπτό μήνυμα την φράση **dedomena**. Βασική προϋπόθεση για να λειτουργήσει σωστά το σύστημα είναι η να γνωρίζει τα δεδομένα του συστήματος οπότε να στείλει μήνυμα και να λάβει πληροφορία για την τρέχουσα κατάσταση των αισθητήρων. Στην συνέχεια ανάλογα με την μήνυμα που θα λάβει πράττει αναλόγως. Εάν το έδαφος είναι ξερό και η δεξαμενή έχει πληρότητα τότε στέλνοντας το μήνυμα με την εντολή **START** η αντλία θα εκκινήσει έως ότου ο αισθητήρας διαβάσει την τιμή της υγρασίας και εάν είναι ανώτερη από αυτή που έχει δηλωθεί στο πρόγραμμα τότε θα σταματήσει την διαδικασία ποτίσματος.

Εάν ο χρήστης δεχθεί μήνυμα οτιδήποτε άλλο από τα παραπάνω τότε το ρελέ μένει σε κατάσταση ηρεμίας. Ο κύριος λόγος που πρέπει ο χρήστης να γνωρίζει την κατάσταση των αισθητήρων, είναι η προστασία της αντλίας .

```
if(SIM900.available())>0
{
  incoming_text = SIM900.readString();
  Serial.print(incoming_text);
  delay(10);
}
```

Εικόνα 41 Συνθήκη if(sim900.available())>0

```

if(incoming_text.indexOf("START")>=0)
{
  if((humidity <50) && (distance <15))
  {
    digitalWrite(relemoter, HIGH);
    delay(4000);
    String message= "need for irrigation", ON;
    sendSMS(message);
    incoming_text = "";
  }

  else if((humidity >50) && (distance >15))
  {
    digitalWrite(relemoter, LOW);
    String message= "ALERT..low tank level + wet soil ", ON;
    sendSMS(message);
    incoming_text = "";
  }
}

```

Εικόνα 42 Συνθήκη START

```

if((humidity <50) && (distance >15))
{
  digitalWrite(relemoter, LOW);
  String message= "ALERT..low tank level + dry soil", ON;
  sendSMS(message);
  incoming_text = "";
}

if((humidity >50) && (distance <15))
{
  digitalWrite(relemoter, LOW);
  String message= "no need for irrigation + tank level ok", ON;
  sendSMS(message);
  incoming_text = "";
}
}

```

Εικόνα 43 Συνθήκη START

```

else if(incoming_text.indexOf("STOP")>=0)
{
digitalWrite(relemoter, LOW);
String message= "stop irrigation", off;
sendSMS(message);
incoming_text = "";
}

else if(incoming_text.indexOf("dedomena")>=0)
{
String message = ("tank level: " + String(distance) + "cm " + " humidity: " + String(humidity) + "%");
sendSMS(message);
incoming_text= "";
}

```

Εικόνα 44 Συνθήκη STOP και dedomena

Στις παραπάνω συνθήκες περιγράψαμε τις εντολές που δέχεται και στέλνει ο χρήστης ανάλογα με τα δεδομένα που διαβάζει το arduino. Παρακάτω θα περιγράψουμε τις συνθήκες που σταματάει η αντλία να δουλεύει όταν πληρεί τα κριτήρια που έχουμε θέσει.

```

if(humidity >50)
{
digitalWrite(relemoter, LOW);
}
else if(distance >15)
{
digitalWrite(relemoter, LOW);
}

```

Εικόνα 45 Συνθήκες για διακοπή λειτουργίας αντλίας

Στην εικόνα 43 χρησιμοποιούμε για ακόμη μια φορά την χρήσιμη και εύχρηστη εντολή `if`. Σε αυτό το μέρος του κώδικα έχουμε προγραμματίσει το `arduino` να διακόψει την λειτουργία της αντλίας την στιγμή που η υγρασία ξεπεράσει το ποσοστό που έχουμε ορίσει. Αν λοιπόν η πλακέτα διαβάσει το ποσοστό αυτό και είναι ανώτερο του 50% τότε το ρελέ αφοπλίζεται και η αντλία θα σταματήσει να ποτίζει το έδαφος. Άρα εξοικονομούμε ποσότητες νερού καθώς το έδαφος δεν θα ποτίζεται άσκοπα, και διατηρούμε το ποσοστό υγρασίας του εδάφους σε ικανοποιητικό επίπεδο ώστε η καλλιέργει των φυτών να συνεχίζεται και να ευδοκιμεί.

Η δεύτερη συνθήκη που έχουμε εισάγει είναι για την προφύλαξη της αντλίας. Η αντλία ενδεχομένως να κάψει τα τυλίγματά της την στιγμή που δουλεύει δίχως νερό. Για να σταματήσουμε την αντλία να λειτουργεί, χρησιμοποιούμε τον αισθητήρα υπερήχων ως φλοτεροδιακόπτη. Η πλακέτα με την σειράς της διαβάσει την απόσταση που απέχει ο αισθητήρας από το νερό της δεξαμενής. Εάν η απόσταση είναι μεγαλύτερη από το όριο που έχουμε θέσει τότε το ρελέ διακόπτει την τροφοδοσία και η αντλία σταματά να λειτουργεί. Προστατεύοντας την αντλία αποφεύγουμε την ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών στα τυλίγματα του ηλεκτροκινητήρα.

6.1.5 Συναρτήσεις αποστολής μηνυμάτων

```

//Function that sends SMS.
void sendSMS(String message)
{
  //AT command to set SIM900 to SMS mode.
  SIM900.print("AT+CMGF=1\r");
  delay(100);

  //Replace the X's with the recipient's mobile number.
  //Use international format code for mobile numbers.
  SIM900.println("AT + CMGS = \"6979048314\"");
  delay(100);

  //Send the SMS.
  SIM900.println(message);
  delay(100);

  //End AT command with a ^Z, ASCII code 26.
  SIM900.println((char)26);
  delay(100);
  SIM900.println();
  //Give module time to send SMS.
  delay(5000);
}

```

Εικόνα 46 Συναρτήσεις αποστολής μηνυμάτων

Στην εικόνα παραπάνω σε κάθε συνάρτηση περιγράφουμε περιληπτικά τις εντολές αυτές. Για να λειτουργήσει επιτυχώς η πλακέτα sim 900 είναι προγραμματισμένη να λειτουργεί με τις εντολές AT. Οι εντολές AT είναι ουσιαστικά οδηγίες που διαμορφώνουν τις οδηγίες ή τις εντολές που ακολουθούνται για την ενεργοποίηση της κάρτας sim.

Για να γίνει σύζευξη ανάμεσα στο κινητό και την πλακέτα επέκτασης είναι απαραίτητο να εισάγουμε στην κατάλληλη συνάρτηση τον αριθμό του χρήστη.

Επίσης η αναπαράσταση του κειμένου των μηνυμάτων πραγματοποιείται με χαρακτήρες κώδικα ASCII 26.

6.2 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Βασικό κομμάτι της εργασίας είναι η κατασκευή του συστήματος. Τα βασικά υλικά και εξαρτήματα τα αναλύσαμε στα παραπάνω κεφάλαια και ενότητες. Για να γίνει

**Απομακρυσμένο
σύστημα άρδευσης με
χρήση arduino**

προσομοίωση του συστήματος χρησιμοποιήσαμε ειδικό φύλο ξύλου το οποίο είναι ιδανικό για να τοποθετήσουμε τα εξαρτήματα, υλικά, αλλά και την πλακέτα arduino μαζί με την επέκτασή της. Στην συνέχεια προσθέσαμε ακόμη ένα φύλο ξύλου για να επεκταθεί ο χώρος του συστήματος που θα τοποθετηθούν τα υλικά.

Η κατασκευή είναι μια προσομοίωση ενός υποθετικά μεγαλύτερου συστήματος το οποίο περιλαμβάνει διάφορα εξαρτήματα. Ο τρόπος λειτουργίας τους είναι παρόμοιος με τα υλικά μεγαλύτερης κλίμακας αλλά και ισχύς.

Κατά την κατασκευή του συστήματος προσπεράστηκαν κάποια εμπόδια που έχουν να κάνουν κυρίως με την σωστή λειτουργία των υλικών. Για παράδειγμα βασική προϋπόθεση για την λειτουργία του συστήματος είναι η κατάλληλη τροφοδοσία των πλακετών αλλά και της αντλίας. Σημαντικό κομμάτι στο σύστημα είναι και ο χώρος που θα καταλαμβάνουν τα υλικά. Με αυτόν τον τρόπο τοποθετούμε τα υλικά σε σωστή απόσταση μεταξύ τους ώστε οι συνδέσεις με τα καλώδια να είναι εύκολες και εμφανείς προς κάθε κατεύθυνση.

Ο κήπος και η δεξαμενή του νερού στο φυσικό σχέδιο αποτελούνται από απλά υλικά όπως πλαστικό ποτήρι και μπουκάλι νερού αντίστοιχα. Αυτά τα δύο υλικά αποτελούν την καλύτερη δυνατή επιλογή για την προσομοίωση, καθώς μπορούμε να προσθέσουμε ή να αφαιρέσουμε νερό κατά την διάρκεια του πειράματος.

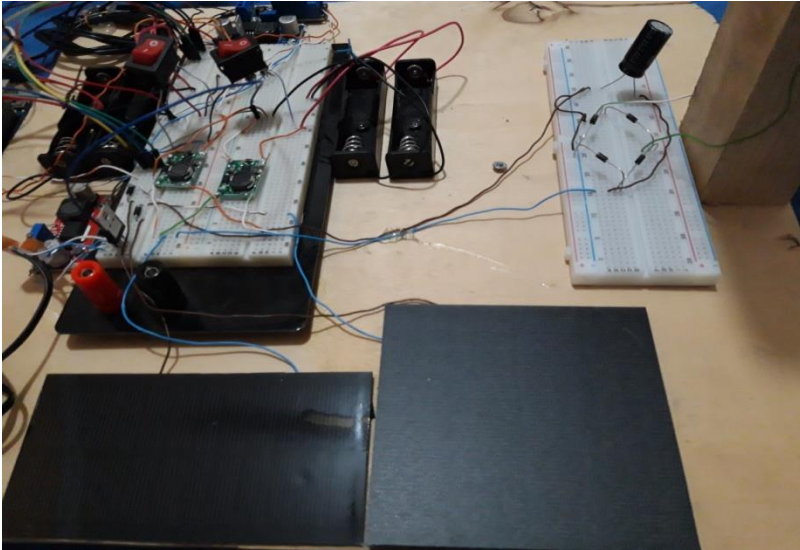
Για την τροφοδοσία έχουμε επιλέξει επαναφορτιζόμενες μπαταρίες λιθίου για μέγιστη ισχύ αλλά και διάρκεια. Οι μπαταρίες είναι τοποθετημένες μέσα σε ειδικές θήκες κατασκευασμένες για αυτόν τον τύπο μπαταρίας. Στα breadboard γίνονται όλες οι απαραίτητες συνδέσεις μεταξύ των υλικών.

Οι τοποθέτηση των μικρής κλίμακας ήπιων μορφών ενέργειας έγινε με γνώμονα την παραγωγή ενέργειας που προορίζεται για κάθε υλικό. Για παράδειγμα η συστοιχία των δύο Φωτοβολταϊκό απορροφά την μέγιστη ηλιακή ακτινοβολία, ώστε το σύστημα μας να τροφοδοτείται επαρκώς με τα απαιτούμενα ποσά ενεργείας. Οπότε δεν πρέπει να υπάρχει κάποιο εξάρτημα, υλικό ή τεχνητό μέσο που να εμποδίζει την πρόσπτωση των ηλιακών ακτίνων. Η αυτοσχέδια ανεμογεννήτρια έχει τοποθετηθεί πάνω σε ένα καδρόνι το οποίο είναι βιδωμένο πάνω στο φύλο ξύλου. Το ύψος που τοποθετήθηκε η ανεμογεννήτρια είναι μεγαλύτερο από τα εξαρτήματα του συστήματος. Αυτή είναι και η αρχή λειτουργίας των ανεμογεννητριών επειδή σε μεγάλα ύψη η ταχύτητα του ανέμου αυξάνεται ραγδαία. Το αποτέλεσμα είναι η γεννήτρια να παράγει περισσότερο ρεύμα κάνοντας έτσι το σύστημα να παράγει περισσότερη ισχύ.



Εικόνα 47 Αυτοσχέδια κατασκευή απομακρυσμένου ποτίσματος

Στην εικόνα 46 βλέπουμε το τελικό σχέδιο της αυτοσχέδιας κατασκευής απομακρυσμένου ποτίσματος. Τα απαραίτητα εξαρτήματα και υλικά είναι τοποθετημένα πάνω στο φύλο ξύλου που αποτελεί την βάση στήριξης του συστήματος. Διακρίνουμε τα δύο breadboard τη μικρή συστοιχία των μίνι φωτοβολταϊκών την βάση στήριξης της αυτοσχέδιας μίνι ανεμογεννήτριας, την πλακέτα arduino και την επέκταση, τους μετατροπής dc-dc, την αντλία και το ποτήρι και το μπουκάλι ως μοντέλα προσομοίωσης του κήπου και της δεξαμενής αντίστοιχα.



Εικόνα 48 Συστοιχία φωτοβολταϊκών και ανορθωτής ανεμογεννήτριας

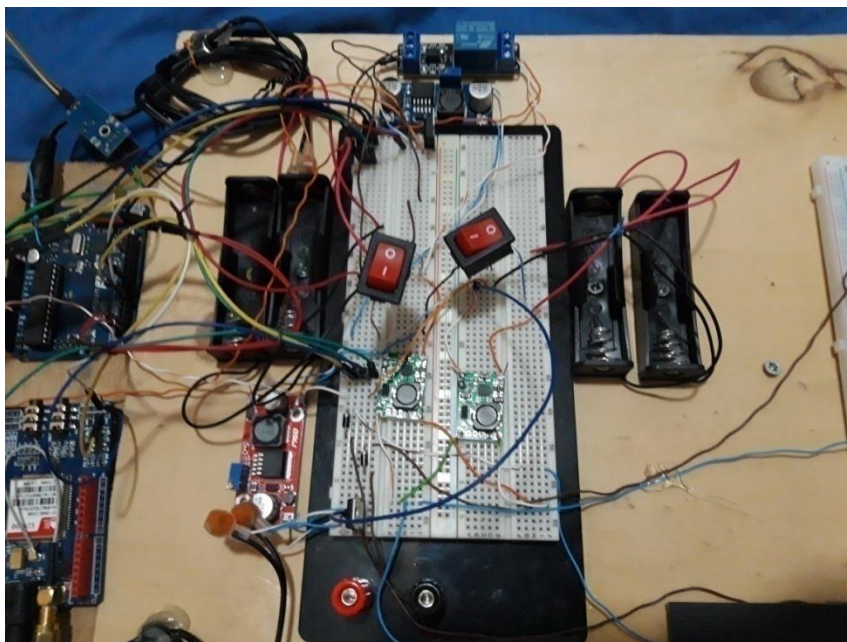
Ο συνδυασμός των δύο φωτοβολταϊκών σε σειρά μας δίνει την μέγιστη δυνατή τάση, η οποία σε συνθήκες ηλιοφάνειας τροφοδοτεί τους ρυθμιστές φόρτισης. Πάνω δεξιά είναι τοποθετημένο το breadboard στο οποίο έχουμε κατασκευάσει τον ανορθωτή. Η βασική λειτουργία του ανορθωτή είναι να μετατρέψει την εναλλασσόμενη τάση που παράγει η ανεμογεννήτρια σε συνεχή.

Ο άνεμος κινεί τα πτερύγια της γεννήτριας. Τα πτερύγια έχουν ενσωματωμένο μόνιμο μαγνήτη. Την στιγμή που τα πτερύγια κινούνται από την δύναμη του ανέμου δημιουργείται ηλεκτρομαγνητική επαγωγή μεταξύ του μόνιμου μαγνήτη και των τυλιγμάτων του στάτη. Το κινούμενο μαγνητικό πεδίο παράγει ρεύμα στα τυλίγματα του στάτη.

Επειδή η συχνότητα της ταχύτητας του ανέμου είναι μεταβλητή δεν έχει σταθερή τιμή, η γεννήτρια στην έξοδο παράγει εναλλασσόμενη τάση. Τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα λειτουργούν με τάση συνεχή για αυτό και κατασκευάσαμε την ηλεκτρική συσκευή που μετατρέπει την εναλλασσόμενη τάση σε συνεχή.

Για να εξομαλυνθεί η τάση στην έξοδο του ανορθωτή ώστε το φορτίο να τροφοδοτείται με συνεχή τάση χωρίς μεγάλες διακυμάνσεις, προθέτουμε φίλτρο ή αλλιώς πυκνωτή εξομάλυνσης για να έχουμε το μέγιστο εύρος τάσης στην έξοδο και να μειώσουμε την τάση κυματισμού.

Η σύνδεση της ανεμογεννήτριας γίνεται παράλληλα με την συστοιχία των φωτοβολταϊκών ώστε να εκμεταλλευτούμε την περίοδο νέφωσης και να συνεχίσει το κύκλωμα να τροφοδοτείται αδιάλειπτα με ενέργεια.

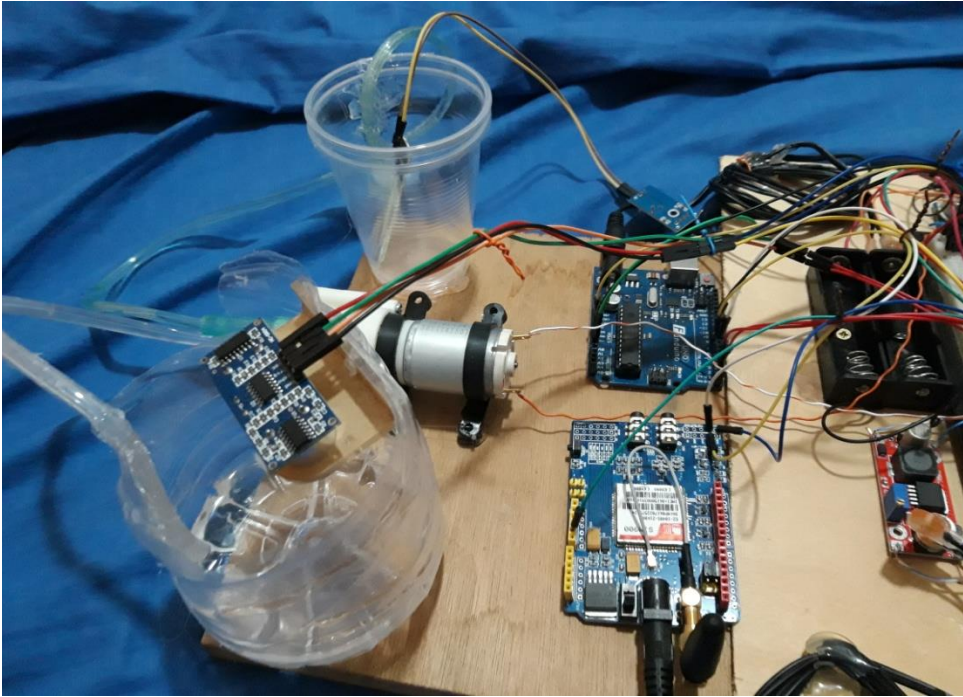


Εικόνα 49 breadboard με τα επιμέρους εξαρτήματα

Στο κύριο breadboard λαμβάνουν χώρα οι κυριότερες συνδέσεις των επιμέρους εξαρτημάτων. Οι θήκες των μπαταριών λιθίου έχουν τοποθετηθεί αριστερά και δεξιά του breadboard. Έτσι κερδίζουμε χώρο και τα εξαρτήματα είναι καλύτερα τοποθετημένα.

Η είσοδος των ρυθμιστών φόρτισης τροφοδοτείται από την συστοιχία των μίνι φωτοβολταϊκών σε σειρά και την αυτοσχέδια ανεμογεννήτρια. Στην έξοδο τους συνδέονται με έναν διακόπτη έκαστος ώστε να διακόπτουμε την τροφοδοσία όταν είναι αναγκαίο. Η έξοδό τους τροφοδοτούν τους δύο μετατροπείς ανύψωσης dc-dc. Η προσθήκη των μετατροπέων είναι πολύ σημαντικό κομμάτι καθώς είμαστε σε θέση να τροφοδοτήσουμε με συνεχή τάση τις δύο πλακέτες. Να σημειώσουμε πως στην πλακέτα επέκτασης sim 900 για την αποστολή μηνύματος απαιτούνται τουλάχιστον 1.5 ampere συνεχείς τροφοδοσίας.

Το ρελέ τροφοδοτείται με τάση από τις συστοιχίες των δύο μπαταριών και η εντολή που παίρνει για να οπλίσει προέρχεται από το προγραμματισμένο pin 10 του arduino. Η έξοδος του ρελέ παρέχει τάση στην μικρή αντλία και αυτή επιτυγχάνει κίνηση του ρευστού, στην προκειμένη περίπτωση το νερό.



Εικόνα 50 Πλακέτες, αισθητήρες προσομοίωση κήπου και δεξαμενής

Στην παραπάνω εικόνα διακρίνουμε το σημείο τοποθέτησης της πλακέτας arduino και της επέκτασης sim 900. Ακριβώς δίπλα έχουμε εγκαταστήσει την υποθετική δεξαμενή και τον κήπο. Ενδιάμεσα βλέπουμε την μικρή αντλία. Στην είσοδο της αντλίας συνδέουμε το σωληνάκι με την κατάλληλη υποδοχή που απορροφά νερό από την δεξαμενή. Το σωληνάκι της εξόδου μέσω της μηχανικής περιστροφής της αντλίας επιτυγχάνει την κίνηση του νερού από το δοχείο της δεξαμενής σε αυτό του κήπου.

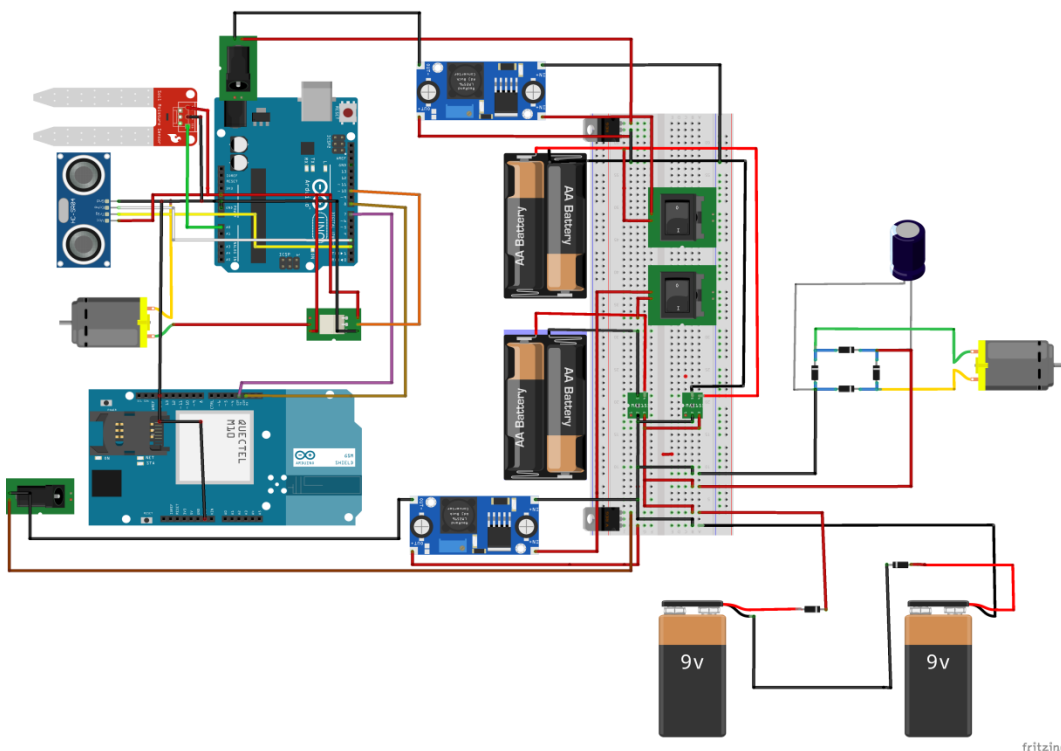
Ο αισθητήρας υγρασίας εδάφους βρίσκεται στο δοχείο προσομοίωσης κήπου. Την στιγμή που ο χρήστης στείλει το μήνυμα με την φράση START, το ρελέ σπλίζει μέσω του pin 10 του arduino και η αντλία εκκινείται. Η φτερωτή της αντλίας περιστρέφεται μέσω του άξονα που συνδέεται ο άξονας του δρομέα του ηλεκτροκινητήρα. Όπως κινούνται τα πτερύγια μέσω της μηχανικής δράσης, το νερό μεταφέρεται μέσω των σωληνώσεων από το δοχείο της δεξαμενής στο δοχείο του κήπου. Αν το δοχείο γεμίσει με νερό ο αισθητήρας στέλνει την πληροφορία στο arduino. Το arduino διαβάζει τις μετρήσεις και διακόπτει την τροφοδοσία στο ρελέ ώστε η αντλία να σταματήσει να δουλεύει.

Ο αισθητήρας υπερήχων ανιχνεύει τυχόν αλλαγές στην στάθμη του δοχείου δεξαμενής και στέλνει τα κατάλληλα δεδομένα στο arduino. Αν η πληρότητα της δεξαμενής μειωθεί περισσότερο από το όριο που έχουμε θέσει στο πρόγραμμα του arduino, για να προστατεύει η αντλία διακόπτεται η τροφοδοσία του ρελέ ώστε να σταματήσει η αντλία να λειτουργεί. Αυτό είναι ένα μέτρο προστασίας της αντλίας επειδή δεν είναι σχεδιασμένη να δουλεύουν τα πτερύγια της δίχως νερό εξαιτίας των μεγάλων θερμοκρασιών που αναπτύσσονται.

Το νερό που κινείται από τα πτερύγια έχει την ιδιότητα να λειτουργεί και ως ψυκτικό υγρό. Αυτό συμβαίνει επειδή το νερό που διέρχεται στο σημείο που είναι τοποθετημένα τα πτερύγια και τα τοιχώματα της αντλίας. Τα τυλίγματα του ηλεκτροκινητήρα ψύχονται από την κίνηση το νερού. Με αυτό τον τρόπο αποφεύγουμε την ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών, αλλά και τις φθορές των πτερυγίων από την υπερβολική θερμότητα. Οι αντλίες δεν είναι σχεδιασμένες να λειτουργούν δίχως κάποιο υγρό μέσο να διέρχεται μέσα από τα πτερύγια.

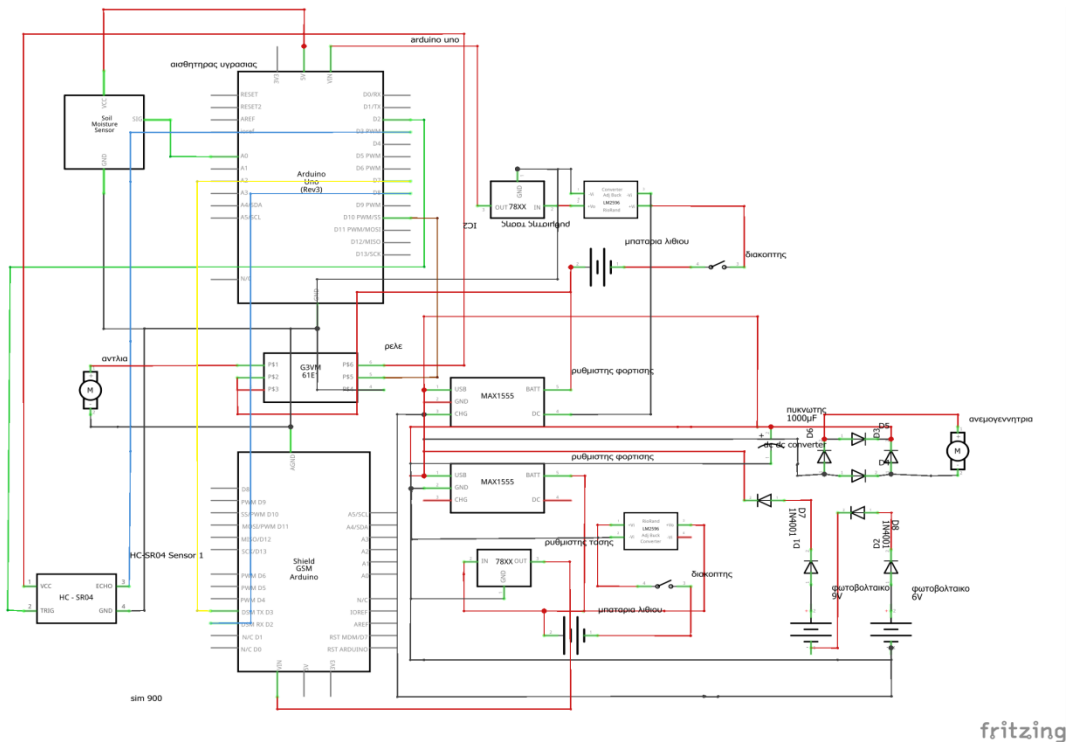
6.3 SCHEMATIC

Παρακάτω η εικονική αναπαράσταση του κυκλώματος.



Εικόνα 51 Εικονική αναπαράσταση κυκλώματος

Απομακρυσμένο
σύστημα άρδευσης με
χρήση arduino



Εικόνα 52 Σχηματική αναπαράσταση κυκλώματος

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:

Στις παραπάνω εικόνες που απεικονίζουν το κύκλωμα σε εικονική και σχηματική αναπαράσταση, κάποια εξαρτήματα διαφέρουν από την κατασκευή καθώς το πρόγραμμα σχεδίασης δεν τα περιλαμβάνει στις βιβλιοθήκες του. Για λόγους απλότητας και κατανόησης χρησιμοποιήσαμε τα υλικά των βιβλιοθηκών που μας παρέχουν την καλύτερη δυνατή απεικόνιση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Για να καταπολεμηθεί η μεγάλη κατανάλωση του νερού είτε για οικεία χρήση είτε βιομηχανική χρήση αλλά και για άρδευση, χρειάζεται να εγκατασταθούν καινοτόμοι τρόποι διαχείρισης της παροχής νερού.

Η έξυπνη άρδευση είναι εξαιρετικά χρήσιμη σε περιοχές που η παροχή νερού είναι ιδιαίτερα χαμηλή λόγω αποθέματος αλλά και σε περιπτώσεις που υπάρχει έντονη η κατανάλωση του ανάλογα την εποχή. Τα συστήματα αυτά εξοικονομούν πόρους όπως εκτεταμένη χρήση νερού αλλά και ενέργειας. Με βάση τον κώδικα που έχει γραφτεί στο πρόγραμμα και τους υπολογισμούς που κάνει ο επεξεργαστής, έχει την δυνατότητα να προβλέψει και να δράσει ανάλογα με τις πληροφορίες που του παρέχει το σύστημα. Στην περίπτωση αυτή η παροχή νερού γίνεται ανάλογα με τις απαιτήσεις άρδευσης του συστήματος.

Πετυχαίνουμε έτσι να εξοικονομήσουμε μεγάλες ποσότητες νερού κάνοντας οικονομία και ενισχύοντας το δίκτυο ύδρευσης κυρίως τους θερινούς μήνες, κατά τους οποίους ξεκινά η τουριστική περίοδος με αποτέλεσμα το δίκτυο ύδρευσης να φθάνει συχνά σε κορεσμό, μην έχοντας την δυνατότητα να παρέχει νερό σε πολλές οικίες ξενοδοχεία και καταλύματα.

Με την αποδοτικότερη χρήση του νερού ο ιδιοκτήτης του κτήματος εξοικονομεί χρήματα από τους λογαριασμούς του νερού καθώς η άρδευση γίνεται ελεγχόμενα από το έξυπνο σύστημα. Επίσης με την χρήση του συστήματος οι καλλιέργειες ποτίζονται συχνότερα εύκολα και η υγρασία στο έδαφος παραμένει σε ικανοποιητικά ποσοστά, διευκολύνοντας και επισπεύδοντας την ανάπτυξη των σοδειών. Ο παραγωγός θα δει αύξηση των εσόδων του από τις πωλήσεις των καλλιεργήσιμων προϊόντων.

Με την πάροδο του χρόνου παρατηρείται αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού. Η απαίτηση για παραγωγή περισσότερων γεωργικών προϊόντων είναι ζωτικής σημασίας, καθώς μεγάλο μέρος του παγκόσμιου πληθυσμού καταναλώνει τροφές που προέρχονται από την καλλιέργεια του εδάφους. Αυτό έχει οδηγήσει τον κλάδο της γεωργίας να εξελιχθεί και να βελτιωθεί με νέα σύγχρονα συστήματα ώστε να αυξηθεί ο βαθμός απόδοσης τους. Για να εγκατασταθεί ένα έξυπνο σύστημα άρδευσης που να έχει την δυνατότητα επίβλεψης της τρέχουσας κατάστασης απαιτείται ενέργεια. Η ενέργεια αυτή θα τροφοδοτεί το σύστημα που επεξεργάζεται τις πληροφορίες αλλά και την αντλία μαζί με τα επιμέρους εξαρτήματα.

Παρέχοντας μεγάλα ποσά ενέργειας από συμβατικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι κοστοβόρο αλλά και μη φιλικό προς το περιβάλλον. Η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών παραγωγής ενέργειας είχε ως αποτέλεσμα την εγκατάσταση μικρών

**Απομακρυσμένο
σύστημα άρδευσης με
χρήση arduino**

αυτόνομων συστημάτων ήπιων μορφών ενέργειας σε απομακρυσμένες τοποθεσίες. Σε περιοχές που άλλοτε το κόστος εγκατάστασης γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας ήταν δυσβάστακτο για τις επιχειρήσεις αλλά και του καταναλωτές, τώρα πλέον αυτά τα προβλήματα φαίνεται να έχουν λυθεί με την τοποθέτηση διανεμημένων συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Με την άνοδο των ήπιων μορφών ενέργειας το κόστος της ενέργειας μειώνεται σημαντικά το δίκτυο δεν καταπονείται με αποτέλεσμα την πτώση τάσης και την ανάπτυξη θερμότητας λόγο τον απωλειών. Ακόμη το κόστος που θα κλιθεί να πληρώσει ο ιδιοκτήτης του αγροκτήματος ή ο παραγωγός αν μιλάμε για μεγάλες εγκαταστάσεις καλλιεργειών θα είναι μηδαμινό, εξαιρώντας το υψηλό κόστος αγοράς αυτών των συστημάτων, το ποίο τείνει να είναι και το μόνο βασικό μειονέκτημα για τα συστήματα μικρού μεγέθους που τοποθετούνται στις περιοχές ανάλογου ενδιαφέροντος για καλλιέργεια.

Επίσης αξίζει να σημειωθεί με την μείωση λειτουργίας των συμβατικών σταθμών ενέργειας, διατηρούμε το περιβάλλον καθαρό και ασφαλές για τις επόμενες γενιές και μειώνονται δραματικά η εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Με σωστή χρήση της παροχής νερού που οφείλεται στα έξυπνα συστήματα άρδευσης, πετυχαίνουμε την αύξηση των καλλιεργειών την καλύτερη ποιότητα των γεωργικών προϊόντων, την μείωση του κόστους δαπανών για τον ιδιοκτήτη ή παραγωγό και την φιλική προς το περιβάλλον χρήση των ήπιων μορφών ενέργειας. Η πρωτογενής παραγωγή αυξάνεται τα ετήσια έσοδα του κράτους επίσης και οι παραγωγοί ανταμείβονται για τον κόπο τους.

Η σωστή διαχείριση της παροχής του νερού είναι όπως είδαμε ένα πολυσύνθετο πρόβλημα με πολλές μεταβλητές. Η ενέργεια είναι ζωτικό κομμάτι στην σύγχρονη ζωή. Δίχως ενέργεια ο άνθρωπος δεν είναι εφικτό να ζήσει ούτε να δουλέψει. Το έξυπνο σύστημα που κατασκευάσαμε σε αυτή την εργασία εστιάζει κυρίως στην ελεγχόμενη κατανάλωση του νερού κατά την διαδικασία της άρδευσης, και την παροχή ενέργειας που την παρέχουν τα μικρής κλίμακας συστήματα ανανεώσιμων πηγών.

Το κύριο μέρος αυτής της πτυχιακής στοχεύει στην κατανόηση και την ευκολία που μας παρέχουν τα ευφυή συστήματα. Προκειμένου να υπάρχει ελεγχόμενη παροχή νερού για άρδευση, προσθέτουμε πλακέτες με δυνατότητα προγραμματισμού ώστε να ορίσουμε πως θέλουμε να συμπεριφέρεται το σύστημα ανάλογα με τα δεδομένα που συλλέγει. Έτσι η ορθολογική χρήση του νερού γίνεται με σωστά κριτήρια, λιγότερη δαπάνη και πιο οικονομικά προς το συμφέρον του παραγωγού. Σημαντικό ρόλο έχουν τα αυτόνομα συστήματα ενέργειας καθώς χωρίς αυτά δεν θα ήταν εφικτή η κατασκευή. Τα ευφυή συστήματα άρδευσης και διαχείρισης του νερού, σύντομα θα γίνουν αναπόσπαστο κομμάτι στον κλάδο της γεωργίας διότι διαθέτουν πολλά προτερήματα σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αναφορά σε ιστοσελίδες:

[1]

ARTICLE: *Population and Water Resources.*

<http://www.waterencyclopedia.com/Po-Re/Population-and-Water-Resources.html>

[2]

ARTICLE: *Reassessing the projections of the World Water Development Report.*

<https://www.nature.com/articles/s41545-019-0039-9>

[3]

ARTICLE: *The water cycle is part of our everyday lives, but climate change may have dire consequences for everyday water access.*

<https://education.nationalgeographic.org/resource/how-climate-change-impacts-water-access>

[4]

ARTICLE: *Compounding Impacts of Human-Induced Water Stress and Climate Change on Water Availability.*

<https://www.nature.com/articles/s41598-017-06765-0>

[5]

PUBLICATION: Water and Climate Change.

<https://www.unwater.org/water-facts/water-and-climate-change>

[6]

ARTICLE: The Water Cycle and Climate Change

<https://scied.ucar.edu/learning-zone/climate-change-impacts/water-cycle-climate-change>

[7]

PUBLICATION: Water cycle

<https://www.noaa.gov/education/resource-collections/freshwater/water-cycle>

[8]

ACADEMIC: The water cycle.

<https://www.khanacademy.org/science/biology/ecology/biogeochemical-cycles/a/the-water-cycle>

[9]

ARTICLE: The Development of Agriculture

<https://education.nationalgeographic.org/resource/development-agriculture>

[10]

ARTICLE: *Irrigation Systems, Ancient*

<http://www.waterencyclopedia.com/Hy-La/Irrigation-Systems-Ancient.html>

[11]

ARTICLE: *Irrigation of World Agricultural Lands: Evolution through the Millennia*

<https://www.mdpi.com/2073-4441/12/5/1285>

[12]

ARTICLE: *Minoan Water Systems on Crete*

<https://ancientwatertechnologies.com/2012/12/26/minoan-water-system-at-tylissos-crete/comment-page-1/>

[13]

ARTICLE: *The Technology of Land Reclamation, Drainage and Irrigation Projects in MBA–LBA Greece and Possible Implications*

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210784315000728>

[14]

ARTICLE: *The Water System of Ancient Rome*

<https://engineeringrome.org/the-water-system-of-ancient-rome/>

[15]

ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ Υδραυλικά Έργα II: Ανδρέας Χριστοφή Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

<http://evangelosakylas.weebly.com/uploads/8/7/3/4/8734654/5-%CE%A0%CE%9F%CE%9C451.pdf>

[16]

ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ: ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

<http://archive.eclass.uth.gr/eclass/modules/document/file.php/MHXC215/%CE%A3%CE%A5%CE%A3%CE%A4%CE%97%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%91%20%CE%91%CE%A1%CE%94%CE%95%CE%A5%CE%A3%CE%97%CE%A3.pdf>

[17]

ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ: Επιφανειακές Μέθοδοι Άρδευσης

https://eclass.hmu.gr/modules/document/file.php/TGH222/Lecture_6_Ardeuseis_2019.pdf

[18]

ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ: ΑΡΔΕΥΣΗ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

<https://www.aua.gr/ekk/wp-content/uploads/2017/01/9-%CE%91%CE%A1%CE%94%CE%95%CE%A5%CE%A3%CE%97-%CE%9A%CE%97%CE%A0%CE%95%CE%A5%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%A9>

CE%9D-

%CE%9A%CE%91%CE%9B%CE%9B%CE%99%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%95%
CE%99%CE%A9%CE%9D-2.pdf

[19]

ARTICLE: *How the first transistor worked*

<https://spectrum.ieee.org/transistor-history#toggle-gdpr>

[20]

ARTICLE: *digital computer*

<https://www.britannica.com/technology/time-sharing>

[21]

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ: ΑΠΟΜΑΚΡΥΣΜΕΝΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΜΕ
ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ ARDUINO

<http://artemis.cslab.ece.ntua.gr:8080/jspui/handle/123456789/17512>

[22]

ARTICLE: *HARVARD ARCHITECTURE*

<https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/harvard-architecture>

[23]

ARTICLE: *Microcontrollers Types & Their Applications*

<https://www.elprocus.com/microcontrollers-types-and-applications/>

[24]

ARTICLE: *STORY AND HISTORY OF DEVELOPMENT OF ARDUINO*

<https://www.circuitstoday.com/story-and-history-of-development-of-arduino>

[25]

ARTICLE: *ARDUINO MEMORY GUIDE*

<https://docs.arduino.cc/learn/programming/memory-guide>

[26]

ARTICLE: *DIFFERENT TYPES OF MEMORY ON ARDUINO | SRAM, EEPROM, FLASH*

<https://www.electronicshub.org/types-of-memory-on-arduino/>

[27]

ΠΤΥΧΙΑΚΗ Τ.Ε.Ι. ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΑΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε. : ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΔΥΟ ΑΞΟΝΩΝ ΜΕ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ARDUINO

<http://digilib.teiemt.gr/jspui/bitstream/123456789/2060/1/012014140.pdf>

**Απομακρυσμένο
σύστημα άρδευσης με
χρήση arduino**

[28]

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ARDUINO ΜΕ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΙΣΤΟΧΩΡΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

https://arch.ict.e.uowm.gr/mdasyg/pdfs/dimitriou_thesis.pdf

[29]

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ: ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ ARDUINO ΚΑΙ ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΣΕ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

http://oceanis.lib.puas.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/4224/auto_34272%20%26%20auto_41508.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[30]

ARDUINO LIBRARIES

<https://www.arduino.cc/reference/en/libraries/>

[31]

ARTICLE: LIST OF ARDUINO COMPATIBLE SHIELDS ARDUINO SHIELDS FOR DIY PROJECTS

<https://www.electronicshub.org/arduino-shields-list/>

[32]

ARTICLE: HOW DO PHOTOVOLTAICS WORK?

<https://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2002/solarcells>

[33]

ARTICLE: SOLAR PHOTOVOLTAIC CELL BASICS

<https://www.energy.gov/eere/solar/solar-photovoltaic-cell-basics>

[34]

ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ ΤΜΗΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ:
ΟΔΗΓΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

http://tkm.tee.gr/wp-content/uploads/2018/02/fwtovoltaika_ergwn.pdf

[35]

ARTICLE: SILICON BEYOND THE VALLEY

<https://www.nature.com/articles/nchem.173>

[36]

ARTICLE: Wind Energy

<https://education.nationalgeographic.org/resource/wind-energy>

[37]

ARTICLE: *Grand challenges in the science of wind energy*

<https://www.science.org/doi/10.1126/science.aau2027>

[38]

ARTICLE: *Electric cars and batteries: how will the world produce enough?*

<https://www.nature.com/articles/d41586-021-02222-1>

[39]

ARTICLE: *Heating power effect on the thermal runaway characteristics of large-format lithium ion battery with $\text{Li}(\text{Ni}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3})\text{O}_2$ as cathode*

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544221021332>

[40]

ARTICLE: *Thermal Runaway of Li-Ion Cells: How Internal Dynamics, Mass Ejection, and Heat Vary with Cell Geometry and Abuse Type*

<https://iopscience.iop.org/article/10.1149/1945-7111/ac4fef/meta>

[41]

ARTICLE: *Insights on thermal runaway of Li-ion cells from The Battery Failure Databank*

<https://physicsworld.com/a/insights-on-thermal-runaway-of-li-ion-cells-from-the-battery-failure-databank/>

[42]

ARTICLE: Battery Charger IC Fundamentals

<https://www.monolithicpower.com/battery-charger-fundamentals>

[43]

ARTICLE: BATTERY CHARGER

<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/battery-charger>

[44]

ARTICLE: DC/DC Converter Applications

<https://eepower.com/technical-articles/dc-dc-converter-applications/#>

[45]

ARTICLE: Analysis of Four DC-DC Converters in Equilibrium

<https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/analysis-of-four-dc-dc-converters-in-equilibrium/>

[46]

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ: ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Απομακρυσμένο
σύστημα άρδευσης με
χρήση arduino

<http://oceanis.lib2.uniwa.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/4917/leventis.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

[47]

ARTICLE: Humidity Sensor: Basics, Usage, Parameters and Applications

<https://www.electronicsforu.com/tech-zone/electronics-components/humidity-sensor-basic-usage-parameter>

[48]

ARTICLE: A Review on Deep Learning-Based Approaches for Automatic Sonar Target Recognition

<https://www.mdpi.com/2079-9292/9/11/1972/htm>

[49]

PUBLICATION: What is sonar?

<https://oceanservice.noaa.gov/facts/sonar.html>

[50]

PUBLICATION: What is a nautical chart?

https://oceanservice.noaa.gov/facts/nautical_chart.html

[51]

ARTICLE: *Understanding the Basics of Ultrasonic Sensors*

<https://www.allaboutcircuits.com/industry-articles/understanding-the-basics-of-ultrasonic-proximity-sensors/>

[52]

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ: ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ Συστήματα Κινητών Δικτύων Πέμπτης Γενιάς: Τρέχουσα κατάσταση και προοπτικές

<https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/frontend/file/lib/default/data/2881819/theFile>

[53]

PUBLICATION: HISTORY OF TELECOMMUNICATION

<https://www.mitel.com/articles/history-telecommunication>

[54]

ΑΡΘΡΟ: Τηλεπικοινωνίες στην Αρχαία Ελλάδα

<https://www.ancientgreektechnology.gr/el/ta-nea/item/33-tilepikoinonies-stin-archaia-ellada>

[55]

ARTICLE: MORES CODE & THE TELEGRAPH

<https://www.history.com/topics/inventions/telegraph>

[56]

ARTICLE: *Development of the telegraph industry*

<https://www.britannica.com/technology/telegraph/The-end-of-the-telegraph-era>

[57]

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΣΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ: ΔΙΚΤΥΩΝ ΕΤΑΙΡΙΩΝ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ ΣΕ ΕΛΛΑΔΑ

http://conta.uom.gr/conta/ekpaideysh/metaptyxiaka/technologies_diktywn/ergasies/2007/MOBILE%20NETWORK%20TELECOMMUNICATION%20SYSTEM%20IN%20GREECE.pdf

f

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αναφορά σε συγγράμματα:

[58]

ΒΑΣΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ MALVINO ALBERT PAUL 4^η ΕΚΔΟΣΗ.

[59]

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΙΣΧΥΟΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ Ν. ΜΑΝΙΑΣ 2^η ΕΚΔΟΣΗ.

[60]

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΑΠΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ Gilbert M. Masters.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Αναφορά σε ιστοσελίδες:

EIKONA 1 :

<https://www.aclarusozone.com/did-you-know/by-2025-the-world-wildlife-fund-wwf-estimates-that-two-thirds-of-the-global-population-may-be-facing-water-shortages>

EIKONA 2 :

<https://www.latimes.com/science/sciencenow/la-sci-sn-climate-change-natural-disasters-20170907-htmstory.html>

EIKONA 3 :

https://energyeducation.ca/encyclopedia/Hydrologic_cycle

EIKONA 4 :

https://technewsingreek.blogspot.com/2016/11/blog-post_76.html

EIKONA 5 :

<https://realgreekeperiences.com/archaeological-site-of-ancient-delos-in-greece>

EIKONA 6 :

<http://www.waterhistory.org/histories/nile/t1.html>

EIKONA 7 :

<https://pt.slideshare.net/daminik/mesopotamian-irrigation-system/4>

EIKONA 8 :

<https://cpcl.unibo.it/article/view/8674/9960>

**Απομακρυσμένο
σύστημα άρδευσης με
χρήση arduino**

EIKONA 9 :

<https://www.jw.org/en/library/magazines/g201411/aqueducts-roman-engineering/>

EIKONA 10 :

https://eclass.hmu.gr/modules/document/file.php/TGH222/Lecture_6_Ardeuseis_2019.pdf

EIKONA 11 :

https://eclass.hmu.gr/modules/document/file.php/TGH222/Lecture_6_Ardeuseis_2019.pdf

EIKONA 12 :

<https://www.aua.gr/ekk/wp-content/uploads/2017/01/9-%CE%91%CE%A1%CE%94%CE%95%CE%A5%CE%A3%CE%97-%CE%9A%CE%97%CE%A0%CE%95%CE%A5%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%A9%CE%9D-%CE%9A%CE%91%CE%9B%CE%9B%CE%99%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%95%CE%99%CE%A9%CE%9D-2.pdf>

EIKONA 13 :

<https://agravia.gr/sistimata-ardeusis-agrotemaxion-sugkrisi-metaxi-tous/>

EIKONA 14 :

<https://www.aua.gr/ekk/wp-content/uploads/2017/01/9-%CE%91%CE%A1%CE%94%CE%95%CE%A5%CE%A3%CE%97-%CE%9A%CE%97%CE%A0%CE%95%CE%A5%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%A9%CE%9D-%CE%9A%CE%91%CE%9B%CE%9B%CE%99%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%95%CE%99%CE%A9%CE%9D-2.pdf>

EIKONA 15 :

<https://www.extremetech.com/extreme/175004-the-genesis-of-the-transistor-the-single-greatest-discovery-in-the-last-100-years>

EIKONA 16 :

<https://www.electronicdesign.com/technologies/analog/article/21808701/who-really-did-invent-the-transistor>

EIKONA 17 :

<https://technoglitz.com/greece/the-microprocessor-is-50-%CE%B3%CE%B9%CE%BF%CF%81%CF%84%CE%AC%CE%B6%CE%BF%CF%85%CE%BC%CE%B5-%CF%84%CE%BF-intel-4004/>

EIKONA 18 :

<https://www.intel.com/content/dam/www/central-libraries/us/en/images/2022-09/newsroom-innovation-13th-gen-intel-core-5.jpg.rendition.intel.web.1648.927.jpg>

EIKONA 19 :

<https://www.circuitstoday.com/microcontroller-invention-history>

EIKONA 20 :

<https://www.vlsifacts.com/different-applications-microcontroller/>

EIKONA 21 :

<http://digilib.teiimt.gr/jspui/bitstream/123456789/2060/1/012014140.pdf>

EIKONA 22 :

<https://eclass.teicrete.gr/modules/document/index.php?course=TM117&download=/50e9b20b1xw3/56a397f4SkDA.pdf>

EIKONA 23 :

<https://www.electronicwings.com/arduino/digital-gpio-of-arduino>

EIKONA 24 :

https://arch.ict.e.uowm.gr/mdasyq/pdfs/dimitriou_thesis.pdf

EIKONA 25 :

https://grobotronics.com/solar-panel-1w-125x63mm.html#group_1139963662b252f7df-1

EIKONA 27 :

https://grobotronics.com/lithium-battery-charger-module-1a-tp4056.html#group_81596366c038c4def-1

EIKONA 28 :

https://grobotronics.com/dc-dc-converter-step-up-5-28v-2a-mt3608.html#group_141836369543f711ca-1

EIKONA 29 :

https://grobotronics.com/soil-humidity-sensor.html#group_34566372874fd0589-2

EIKONA 30 :

https://grobotronics.com/ultrasonic-sensor-sr04.html?sl=en#group_5126373e126d7d37-2

EIKONA 31 :

<https://www.cableworks.gr/ilektronika/arduino-and-microcontrollers/motors/pumps/12v-dc-micro-pump-diaphragm-pump-for-tank-aquarium-r385/>

EIKONA 32 :

<https://miosifid.sites.sch.gr/?p=1574>

EIKONA 33 :

<https://www.britannica.com/technology/telephone>

EIKONA 34 :

<https://www.sciencemuseum.org.uk/objects-and-stories/titanic-marconi-and-wireless-telegraph#&gid=1&pid=1>

EIKONA 35 :

<https://lastminuteengineers.com/sim900-gsm-shield-arduino-tutorial/>

EIKONA 36 :

<https://grobotronics.com/gsm-gprs-shield-for-arduino-sim900.html?sl=en>