

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΨΗΦΙΑΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

(ΜΕ ΧΡΗΣΗ ARDUINO)

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ



Αιγάλεω, Μάρτιος 2020

Περιεχόμενα	
Εισαγωγή - Εκμηχάνιση της γεωργίας.....	7
Επιδιωκόμενοι σκοποί εκμηχάνισης.....	7
Βαθμός εκμηχάνισης της γεωργίας	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1-ΓΕΩΡΓΙΚΟΣ ΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ.....	11
1.1 Εισαγωγή	11
1.2 Ιστορική αναδρομή	11
1.3 Ηλεκτρονικά συστήματα.....	14
1.4 Δορυφορικά συστήματα προσδιορισμοί θέσης.....	17
1.5 Ασύρματες επικοινωνίες	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2-ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ	20
2.1 Ραδιομετεωρολογία	20
2.2 Όργανα Μετρήσεων.....	23
2.2.1 Μέτρηση θερμοκρασίας εδάφους	25
2.2.2 Προσδιορισμός της διεύθυνσης και της ταχύτητας του ανέμου	25
2.2.3 Μέτρηση ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων	25
2.2.4 Μέτρηση ηλιοφάνειας και ακτινοβολίας	26
2.2.5 Μέτρηση της υγρασίας.....	27
2.2.6 Μέτρηση της εξάτμισης.....	27
2.2.7 Μέτρηση της ατμοσφαιρικής πίεσης.....	27
2.2.8 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (G.I.S.)	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3-ΠΛΗΡΗΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ..	30
3.1 Συστήματα ελέγχου κλίματος στο θερμοκήπιο	30
3.2 Σύστημα ελέγχου του φωτισμού	30
3.3 Σύστημα θέρμανσης	31
3.4 Σύστημα εξαερισμού και ψύξης.....	31
3.5 Σύστημα παράγωγης CO ₂	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4-ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ.....	33
4.1 Arduino Uno r3	33
4.2 Ethernet shield	39
4.3 Αισθητήρας υγρασίας	41
4.4 Ηλεκτροβάννα	44

4.5 Τρανζίστορ και ρελέ.....	45
4.6 Λοιπά εξαρτήματα.....	46
4.7 Κόστος.....	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5-INTERNET OF THINGS.....	48
5.1 Τι είναι το Internet of Things;	48
5.2 Η Ιστορία του Internet of Things	48
5.3 Γιατί είναι σημαντικό το Internet of Things;	48
5.4 Ποιός το χρησιμοποιεί;	49
5.5 Πώς λειτουργεί;	50
5.6 Είναι επικίνδυνο;.....	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6-ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ	52
6.1 Εμφάνιση	52
6.2 Λειτουργία.....	53
6.3 Τι είναι η γλώσσα σήμανσης HTML;.....	55
6.4 Ανάλυση κώδικα HTML και CSS	55
6.5 Τι είναι η CSS	58
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7-ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΤΗΣ	64
7.1 Τι είναι εξυπηρετητής;	64
7.2 DNS hosting	64
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8-ΚΩΔΙΚΑΣ.....	70
8.1 Ο Κώδικας της εφαρμογής	70
8.2 Το παράδειγμα του web server	72
8.3 Ανάλυση Κώδικα	74
8.3.1 Βιβλιοθήκες	74
8.3.2 Παραμετροποίηση του εξυπηρετητή.....	76
8.3.3 Εντολές διαχείρισης ροής.....	76
8.3.4 Η συνάρτηση setup()	77
8.3.5 Η συνάρτηση loop()	78
8.3.6 Προετοιμασία του εξυπηρετητή για αιτήσεις.....	78
8.3.7 Μετατροπή τιμής αισθητήρα	79
8.3.8 Έλεγχος των αιτήσεων και λειτουργία.....	79
8.3.9 Απάντηση εξυπηρετητή σε πελάτη	81
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9-ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	85
9.1 Σύνοψη και συμπεράσματα.....	85
9.2 Μελλοντικές επεκτάσεις	85

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	86
Πηγές Διαδικτύου	86
Πηγές Συγγραμμάτων	86

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Με το πέρασμα των χρόνων μέχρι τις ημέρες μας οι γεωργικοί ελκυστήρες αλλά και γενικά όλα τα μηχανήματα της γεωργίας εξελίχθηκαν και αναπτύχθηκαν σε τέτοιο βαθμό ώστε ο γεωργός να εκπληρώνει όλες τις διαδικασίες παραγωγής χωρίς να έχει πατήσει χώμα το οποίο καλλιεργεί, συστήματα συγκομιδής και επεξεργασίας των αγροτικών προϊόντων δημιουργήθηκαν με την εκμηχάνιση της γεωργίας, έτσι ώστε να βελτιωθεί η ποιότητα παραγωγής αλλά να αυξηθεί και η ποσότητα των προϊόντων.

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής είναι να δείξει τις σύγχρονες τεχνολογικές τάσεις στον αγροτικό τομέα και τη χρήση του Arduino, κάτι που αναπτύσσετε αναλυτικά στο τρίτο μέρος της εργασίας.

Εισαγωγή - Εκμηχάνιση της γεωργίας

Ο όρος εκμηχάνιση της γεωργίας έχει σηματοδοτήσει τις τελευταίες δεκαετίες τον κλάδο αυτό. Ο όρος εισάγει την εφαρμογή νέων τεχνολογιών στην σύγχρονη γεωργία και εκπληρώνει τις εργασίες αυτές πιο γρήγορα αλλά και πιο αποδοτικά.

Η εκμηχάνιση της γεωργίας εισήχθη σαν όρος πριν από πολλούς αιώνες, όταν ακόμα οι άνθρωποι με απλά εργαλεία προσπαθούσαν να εκτελέσουν τις αγροτικές τους εργασίες. Τότε χρησιμοποιήθηκαν αρκετά εργαλεία καθώς και συνδυασμό με ζώα και αλλά εργαλεία που ξεπερνούσαν την ισχύ αυτών. Η πραγματική εκμηχάνιση της γεωργίας άρχισε περίπου στις αρχές της δεκαετίας των 1930 όπου κατασκευάστηκε ο γεωργικός ελκυστήρας.

Η εκμηχάνιση της γεωργίας έπαιρνε διαστάσεις επαναστατικής μορφής αφού η τεχνολογία των αυτοκινούμενων εργαλείων εισήχθη και στην γεωργία. Οι γεωργικοί ελκυστήρες χρόνο με το χρόνο βελτιώνονταν και γινόντουσαν πολύ πιο αποτελεσματικοί αλλά και πιο πολύ πιο παραγωγικοί χρησιμοποιώντας διάφορα παρελκόμενα που κάλυπταν όλο το φάσμα των γεωργικών εργασιών.

Επιδιωκόμενοι σκοποί εκμηχάνισης

Οι σκοποί της εκμηχάνισης είναι οι παρακάτω:

1. Μείωση του κόστους παραγωγής των προϊόντων: Η μείωση του κόστους παραγωγής είναι ένας από τους κυριότερους σκοπούς της εκμηχάνισης διότι μειώνοντας το κόστος παραγωγής έχουμε αύξηση του καθαρού εισοδήματος. Η μείωση του κόστους παραγωγής επιτυγχάνεται κυρίως με τη μείωση των εργατών όπου τα μηχανήματα αντικαθιστούν τα εργατικά χέρια. Υπάρχουν εργασίες δηλαδή όπου μόνο ένα μηχανήμα αντικαθιστά μέχρι και 30 εργάτες. Με αυτό τον τρόπο η παραγωγή είναι μεγαλύτερη, με μικρότερα πάγια έξοδα, που σημαίνει αύξηση του καθαρού εισοδήματος.
2. Αύξηση του γεωργικού εισοδήματος: Η αύξηση του γεωργικού εισοδήματος δεν προσφέρεται μόνο από τη μείωση του κόστους παραγωγής αλλά και από άλλους σημαντικούς παράγοντες: α) με τη χρησιμοποίηση γεωργικών μηχανημάτων όπου αυξάνεται η παραγωγή, β) από την δυνατότητα σποράς των χωραφιών δυο και τρεις φορές το χρόνο πράγμα αδύνατο να εκπληρωθεί χωρίς μηχανήματα, γ) από την εξοικονόμηση εργατικών χεριών στρέφοντας έτσι αλλά μέλη της οικογένειας σε άλλες εργασίες αυξάνοντας έτσι το οικογενειακό εισόδημα, δ) από την δυνατότητα συνεταιρισμών και άλλων ομαδικών εργασιών όπου το εύρος των καλλιεργητών είναι σαφώς μεγαλύτερο με αποτέλεσμα την αύξηση του εισοδήματος αλλά και την ομαδική εργασία που διέπει ένα πνεύμα συνεργασίας.
3. Διαφύλαξη του γεωργικού εισοδήματος με επίσπευση των εργασιών: Όπως γνωρίζουμε τα επάγγελμα του γεωργικού εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες και είναι συνυφασμένοι με αυτές. Τη σημερινή εποχή οι αγρότες έχουν τη δυνατότητα μπροστά σε μια καταστροφή από επικίνδυνα καιρικά φαινόμενα να επισκευάσουν τις εργασίες με τα μηχανήματα έτσι ώστε να προστατεύσουν την παραγωγή τους αλλά να εξασφαλίσουν το κέρδος τους.
4. Απαλλαγή του γεωργού και της οικογένειας του από επίμοχθες εργασίες: Εκτός από τα αυξημένα οικονομικά οφέλη που πρόσφερε η εκμηχάνιση της

γεωργίας στους παραγωγούς πρόσφερε την απαλλαγή του γεωργού από τις κουραστικές εργασίες στο χωράφι. Ο γεωργός τις περισσότερες φορές χρησιμοποιεί μηχανήματα για τις πιο πολλές δουλείες του εξασφαλίζοντας ελεύθερο χρόνο.

Βαθμός εκμηχάνισης της γεωργίας

Ο όρος βαθμός της εκμηχάνισης είναι ο δείκτης που δείχνει το βαθμό εκμηχάνισης μιας εκμετάλλευσης, δηλαδή της γεωργίας μιας χώρας. Δηλαδή ο δείκτης αυτός προσδιορίζεται την εκμηχάνιση μιας χώρας από τον αριθμό ελκυστήρων μέσης ισχύος που αντιστοιχούν σε 1000 στρέμματα καλής εργάσιμης έκτασης. Άλλοι δείκτες είναι ο αριθμός των καλλιεργήσιμων στρεμμάτων που αντιστοιχεί σε ένα διαξονικό ελκυστήρα μέσης ισχύος ή ακόμη η ισχύς των ελκυστήρων ανά μονάδα επιφάνειας ή τέλος η ισχύς των ελκυστήρων ανά κάτοικο.

Υπάρχουν όμως σε αυτούς τους δείκτες ορισμένα προβλήματα όπου η σύγκριση Μεταξύ διάφορων χωρών είναι άνιση. Δεν μπορεί δηλαδή στην Ελλάδα π.χ. να έχουμε μέσο όρο ισχύος 45kW, ενώ σε χώρες του τρίτου κόσμου να είναι πολύ μικρότερη. Επίσης, δεν μπορούμε να συγκρίνουμε μόνο την ισχύ διότι υπάρχουν και άλλοι παράγοντες πολύ σημαντικοί, όπως οι ελκυστήρες με δίπλα διαφορικά που έχουν περισσότερη έλξη έναντι αντίστοιχων απλών με την ίδια ισχύ. Ακόμη, εξ ορισμού αποκλείεται η συμμετοχή των ομοαξονικών ελκυστήρων στο δείκτη εκμηχάνισης μιας χώρας.

Γνωρίζουμε όμως παραδείγματα όπως η Ελλάδα όπου ο αριθμός αυτών των ελκυστήρων φτάνει περίπου 120.000 τεμάχια, διότι υπάρχουν στις ανάγκες των καλλιεργητών. Επίσης σε αυτόν τον δείκτη δεν εμπεριέχονται όλα τα αυτοκινούμενα γεωργικά εργαλεία όπως οι μηχανές συγκομιδής και επεξεργασίας των γεωργικών προϊόντων που παίζουν σημαντικό ρόλο στην εκμηχάνιση της γεωργίας. Ακόμη, δεν λαμβάνονται υπόψη τα παρελκόμενα μέσα με τα οποία στην ουσία είναι αυτά που εκβιομηχανίζουν τη γεωργία σε συνδυασμό με την ισχύ του ελκυστήρα υπάρχουν και τα κατάλληλα παρελκόμενα, αλλά αυτό είναι μια θεωρητική υπόθεση διότι στις υπό ανάπτυξη χώρες υπάρχει διαθέσιμη ισχύς αλλά όχι τα κατάλληλα παρελκόμενα μέσα.

Στατιστικά στοιχεία του 1990 δείχνουν ότι οι παγκόσμιες πωλήσεις ανήλθαν σε 1.000.000 περίπου ελκυστήρες όλων των τύπων. Από αυτούς πωλήθηκαν 370.000 στην Α. Ευρώπη, 200.000 στη Δ. Ευρώπη, 120.000 στις Η.Π.Α. και τον Καναδά, 100.000 στην Ινδία, 90.000 στην Ιαπωνία, 45.000 στην Κ. Αμερική και Αυστραλία, και 175.000 στις υπόλοιπες χώρες. Το ίδιο έτος στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης πωλήθηκαν 192.596 ελκυστήρες.

Η ισχύς των γεωργικών ελκυστήρων ανά κάτοικο υπολογίζεται ότι είναι στις ΗΠΑ 0,74, στην Ευρώπη 0,37, στην Ιαπωνία 0,1 και στις αναπτυσσόμενες χώρες 0,02. Στην Ελλάδα σήμερα φθάνει τον 1,0 ίππο ανά κάτοικο. Από τα στατιστικά αυτά στοιχεία φαίνεται από πρώτης όψεως ότι η χώρα μας είναι σε ικανοποιητικά επίπεδα, όσον αφορά τους ελκυστήρες και την συνολική εγκατεστημένη ισχύ τους, σε σύγκριση τόσο με τις χώρες της Ε.Ε. όσο και παγκόσμια. Υποστηρίζεται ότι υπάρχει περίσσεια ισχύος, ιδιαίτερα σε ορισμένες περιοχές της χώρας μας δεδομένου ότι ο αριθμός των στρεμμάτων ανά ελκυστήρα κυμαίνεται από 63 έως 300. Υπάρχει όμως μια συγκλίνουσα εκτίμηση των αρμόδιων υπηρεσιών ότι αυτή η ισχύς δεν είναι πλήρως εκμεταλλεύσιμη γιατί λείπουν τα κατάλληλα παρελκόμενα συστήματα και εργαλεία. Οι γεωργοί δηλαδή αγοράζουν μεν ελκυστήρες αλλά δεν έχουν τον υπόλοιπο μηχανικό τους εξοπλισμό που πρέπει να τα συνοδεύει.

Πέρα από το γεγονός αυτό, φαίνεται ότι έχουμε ακόμη ανάγκες πολλών ελκυστήρων. Στη χώρα μας οι γεωργικές εκμεταλλεύσεις προσεγγίζουν το ένα εκατομμύριο εκ των οποίων 450.000 μικρές σε έκταση στρεμμάτων, 530.000 με έκταση 20-200 στρεμμάτων και οι υπόλοιπες με έκταση άνω των 200 στρεμμάτων. Πολλές από αυτές έχουν ανάγκη ενός ελκυστήρα κατάλληλου τύπου και μεγέθους. Εξάλλου, και πολλοί ελκυστήρες που ήδη λειτουργούν πρέπει να ανανεωθούν λόγω της φυσικής ή τεχνολογικής παλαίωσης που έχουν υποστεί. Υπάρχει επίσης ανάγκη πολλών ειδικών ελκυστήρων για αμπελώνες και άλλες καλλιέργειες με ειδικές απαιτήσεις όπου οι γενικής χρήσης ελκυστήρες δεν μπορούν να εργαστούν ή δεν δουλεύουν σωστά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1-ΓΕΩΡΓΙΚΟΣ ΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

1.1 Εισαγωγή

Ξεκινώντας με την ανάπτυξη του αγροτικού τομέα, ο άνθρωπος χρησιμοποίησε την ζωική δύναμη. Ο άνθρωπος σαν πηγή ενέργειας μπορεί να αποδώσει έως 0,1 hp (0,075kw) για ένα σύντομο χρονικό διάστημα. Παρόλα αυτά με την βοήθεια των βοοειδών και των άλογων ανακάλυψε πως γίνονταν πιο παραγωγικός με απόδοση 7 με 8 φορές περισσότερο. Στην συνέχεια με την ανάπτυξη των μηχανών εσωτερικής καύσης παρατήρησε πως η παραγωγική δύναμη αυξήθηκε περισσότερο από δέκα φορές. Με την δυνατότητα να δαμάζει την ζωική δύναμη και την χρήση θερμικών μηχανών ως πηγή ενέργειας, γρήγορα η πηγή της ενέργειας εξελίχθηκε σε παράγοντα ο οποίος ελέγχει το πώς η παραγόμενη ενέργεια θα χρησιμοποιηθεί για να ολοκληρωθούν οι αγροτικές εργασίες. Σήμερα με τα σύγχρονα αγροτικά μηχανήματα ο άνθρωπος ελέγχει 600 hp και περισσότερο.

Ο γεωργικός ελκυστήρας είναι ένα αυτοκινούμενο όχημα που χρησιμοποιείται για την έλξη, την ώθηση και την ανάρτηση γεωργικών εργαλείων και μηχανημάτων καθώς και για τη λειτουργία των μηχανισμών τους είτε εν κινήσει είτε εν στάση. Οι γεωργικοί ελκυστήρες είναι κατασκευασμένοι ώστε να παρέχουν ισχυρή έλξη σε σχέση με το βάρος τους και μάλιστα σε επιφάνειες εδάφους που η πρόσφυση δεν είναι ιδανική.

1.2 Ιστορική αναδρομή

Η ιστορία του γεωργικού ελκυστήρα συνδέεται με την ιστορία της εκμηχάνισης της γεωργίας τόσο πολύ ώστε οι δείκτες της εκμηχάνισης να στηρίζονται στον αριθμό των ελκυστήρων που χρησιμοποιούνται ανά περιοχή σε μια χώρα. Η εκμηχάνιση δε της γεωργίας είναι μεταξύ εκείνων των συντελεστών που επηρέασαν σημαντικά την ανάπτυξη και χωρίς υπερβολή τον πολιτισμό του σύγχρονου κόσμου. Δυο ήταν τα πιο σημαντικά γεγονότα που συντέλεσαν αποφασιστικά στην εμφάνιση και εξέλιξη των γεωργικών ελκυστήρων: η ανακάλυψη της ατμομηχανής και η ανακάλυψη του κινητήρα εσωτερικής καύσης.

Η ανακάλυψη της ατμομηχανής προηγήθηκε κατά εκατό χρονιά της ανακάλυψης των κινητήρων εσωτερικής καύσης και ως εκ τούτου, οι πρώτοι ελκυστήρες ήταν ατμοκίνητοι. Το 1712 ο Άγγλος Newcomen κατασκεύασε την πρώτη ατμομηχανή στον κόσμο που χρησιμοποιήθηκε για άντληση νερών από τα βρετανικά ορυχεία κάρβουνου. Ο τύπος ατμομηχανής βελτιώθηκε από τον Γάλλο J. Gougnot το 1770 και τοποθετήθηκε στο πρώτο αυτοκινούμενο ατμοκίνητο όχημα. Από την εποχή εκείνη μέχρι το 1830 περίπου, η ατμομηχανή βελτιώνονταν συνέχεια και έκαναν την εμφάνιση τους στη Αγγλία, τη Γαλλία, τη Γερμανία και τις ΗΠΑ αρκετές πρωτότυπες αυτοκινούμενες μηχανές. Το 1834 κατασκευάζεται στην Αγγλία ένα άροτρο ενώ το 1849 ο Άγγλος Pratt εφαρμόζει με ατμοκίνητο κινητήρα όργανο με βαρούλκο.

Γενικός οι πρώτες ατμομηχανές χρησιμοποιήθηκαν για την μετάδοση της κίνησης σε αλωνιστικές και άλλες μηχανές και μεταφέρονταν όπως και οι απλές μηχανές με την βοήθεια βόων ή αλόγων. Οι ατμομηχανές της εποχής αυτής ήταν μικρής ισχύος, βαριές και δυσκίνητες. Το επόμενο βήμα ήταν η

μετατροπή των ατμομηχανών αυτών σε αυτοκινούμενες. Κατά κύριο λόγο οι μηχανές αυτές χρησιμοποιήθηκαν για την έλξη άροτρων. Το 1858 ο Falkes κατασκεύασε ένα επιτυχημένο αυτοκινούμενο ατμόλουτρο που όργωσε με 8 ηνία και ταχύτητα 4.8 a/h.

Κατά το διάστημα 1870-1880 βελτιώθηκαν σημαντικά οι ατμοκίνητοι ελκυστήρες και χρησιμοποιήθηκαν πολυάριθμοι, ιδιαίτερα στις ΗΠΑ, για άροση αλλά και για μετάδοση ισχύος. Η ισχύς τους έφθασε μέχρι και 170 hp, με βάρος όμως πολύ μεγάλο (15-20 τόνοι). Οι ελκυστήρες αυτοί λόγω του μεγάλου βάρους και του όγκου τους ήταν σχεδόν ακατάλληλοι για κατευθείαν έλξη των άροτρων. Λόγω όμως των πληθυσμιακών αλλαγών που συντελούνταν την εποχή εκείνη στις ΗΠΑ και την αύξηση των γεωργών άλλα και την ανάγκη για γεωργικά προϊόντα, οι ελκυστήρες αυτοί, παρά τα μειονεκτήματά τους, συνέβαλαν σημαντικά στην αύξηση των γεωργικών προϊόντων. Η ανάπτυξη των ελκυστήρων συνεχίστηκε μέχρι το 1930. Παρά τις προσπάθειες βέβαια, οι ελκυστήρες αυτοί δεν μπόρεσαν να δώσουν λύση στο πρόβλημα της γεωργίας λόγω των πολλών μειονεκτημάτων που παρουσίαζαν όπως:

- a) Το μεγάλο βάρος ανά μονάδα ισχύος,
- b) Την έλλειψη ευελιξίας,
- c) Την ανάγκη χρήσης μεγάλων ποσοτήτων καύσιμης ύλης (ξύλα, άνθρακες) και μεγάλων ποσοτήτων νερού για την παράγωγη ατμού,
- d) Την ανάγκη απασχόλησης ατόμων και μεταφορικών μέσων για των εφοδιασμό των ελκυστήρων,
- e) Την απώλεια χρόνου για την προετοιμασία της εκκίνησης.

Οι πρώτες προσπάθειες για την κατασκευή κινητήρων εσωτερικής καύσης χρονολογούνται από την εποχή της κατασκευής της πρώτης ατμομηχανής. Ένας εντόπιος κινητήρας εσωτερικής καύσης δημιουργήθηκε περί το 1830. Η πρώτη προσπάθεια για την δημιουργία ενός κινητήρα αναφέρεται ότι έγινε το 1678 από τον Γάλλο A. Hautefeuille, ο οποίος προσπάθησε και εν μέρει τα κατάφερε να εκπυρσοκροτήσει πυρίτιδα σε κλειστό χώρο και να παράγει ωφέλιμο έργο. Το 1860 ένας Ολλανδός κατασκεύασε κινητήρα με κύλινδρο και έμβολο. Το 1830 ο Άγγλος Sattmueri κατασκεύασε ένα κινητήρα ατμοσφαιρικού τύπου. Ως καύσιμο χρησιμοποιούσε την πυρίτιδα. Το 1860 ο Γάλλος P. Lenoir κατασκεύασε έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης με καύσιμο το φωταέριο που βρήκε κάποια εμπορική επιτυχία. Το 1862 ο Γάλλος Rochas διατύπωσε τη θεωρία των κινητήρων τεσσάρων χρόνων. Μολονότι η θεωρία αποδειχθεί μεγάλης αξίας για την κατασκευή τετράχρονων βενζινομηχανών, ο ίδιος δεν κατόρθωσε να κατασκευάσει μια μηχανή που βασίζεται στις ιδέες του. Το 1876 ο Γερμανός Nic. Otto, με βάση τις θεωρίες του Rochas, κατασκεύασε μια μηχανή που τελειοποιήθηκε το 1878. Ως καύσιμη ύλη χρησιμοποίησε φωταέριο. Μολονότι ο κύκλος λειτουργίας της μηχανής διατυπώθηκε από τον Rochas, σήμερα είναι γνωστός ως κύκλος Otto. Δύο χρόνια μετά την επινόηση του Otto, ο Άγγλος Clerk έλαβε δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για τον δίχρονο κινητήρα. Το 1892 ο γερμανός Rudolf Diesel συνέλαβε την ιδέα να προκαλέσει ανάφλεξη του μίγματος καύσιμου-αέρα λόγω της υψηλής θερμοκρασίας που αναπτύσσεται από μεγάλη πίεση. Οι πρώτες δόκιμες δεν υπήρχαν επιτυχίες λόγω ακαταλληλότητας του καύσιμου. Στις δόκιμες αυτές χρησιμοποίησε σκόνη άνθρακα. Το 1897 κατασκεύασε τον πρώτο κινητήρα με αυτανάφλεξη, χρησιμοποιώντας ως καύσιμη ύλη το πετρέλαιο. Ο κινητήρας αυτός και ο κύκλος λειτουργίας που φέρει σήμερα το όνομα του καθιερώθηκε γρήγορα και συνέβαλε αποφασιστικά στην ανάπτυξη των μηχανών εσωτερικής καύσης.

Το πρώτο βήμα για την κατασκευή ενός ελκυστήρα με κινητήρα εσωτερικής καύσης ήταν η αντικατάσταση της ατμομηχανής ενός ατμοκίνητου ελκυστήρα σε κινητήρα εσωτερικής καύσης. Το 1889 κατασκευάστηκε στις ΗΠΑ ο πρώτος βενζινοκίνητος ελκυστήρας από την εταιρία Charter Engine Company. Το 1892 κατασκευάστηκε στις ΗΠΑ ένας επιτυχημένος βενζινοκίνητος ελκυστήρας. Ο κατασκευαστής ίδρυσε την Waterloo Gasoline Engine Co, που μετεξελίχθηκε στην εταιρία John Deere. Τα έτη 1892 και 1898 πολλές εταιρίες όπως η Calc κατασκεύασαν διάφορους τύπους βενζινοκίνητων ελκυστήρων. Η Mac International Harvester, ενώθηκε με την Deering Harvester, ενώ το 1902 ο Hart Parr ιδρύει επιχείρηση που ασχολείται αποκλειστικά με την κατασκευή γεωργικών ελκυστήρων και αργότερα μετεξελίχθηκε στην εταιρία Oliver. Οι πρώτοι αυτοί βενζινοκίνητοι ελκυστήρες δεν διέφεραν πολύ στην εμφάνιση από τους ατμοκίνητους. Ήταν βαριάς κατασκευής και με αργόστροφες μονοκυλινδρες συνήθως μηχανές. Σε σύγκριση με τους ατμοκίνητους ήταν πιο εύκολοι στην εκκίνηση και δεν είχαν ανάγκη από μεγάλες ποσότητες νερού και καύσιμου υλικού.

Μεταξύ του 1900 και 1915 θα μπορούσε να ειπωθεί ότι άρχισαν ουσιαστικά οι προσπάθειες για την κατασκευή ελκυστήρων με την βάση αρχές που χρησιμοποιούνται και σήμερα. Μεταξύ αυτών που συνέβαλαν στην εξέλιξη αυτή ήταν ο ιδρυτής της βιομηχανίας κατασκευής αυτοκίνητων Henry Ford. Ο Ford από το 1907 πειραματίστηκε στην κατασκευή ελκυστήρων από εξαρτήματα αυτοκίνητων και θεριστικών μηχανών. Το 1917 κατασκευάζει τον ελκυστήρα Fodson ο οποίος αποτέλεσε σταθμό στην εξέλιξη των ελκυστήρων. Ο ελκυστήρας αυτός παράχθηκε μαζικά σε πολύ μεγάλο αριθμό (750.000) σε διάστημα ένδεκα ετών. Ήταν ελαφρύς, φθηνός, ευέλικτος και ανθεκτικός. Η εποχή της δημιουργίας του ήταν η εποχή του πρώτου παγκοσμίου πόλεμου και η ανάγκη σε γεωργικούς ελκυστήρες ήταν πολύ μεγάλη στις ΗΠΑ λόγω της έλλειψης ζώων εργασίας που αποστέλλονταν στην Ευρώπη για τον πόλεμο. Μετά τον πόλεμο έπαιξε σημαντικό ρόλο στην ανόρθωση της οικονομίας γενικά. Στη χώρα μας είχε εισαχθεί μικρός αριθμός ελκυστήρων του τύπου αυτού.

Το 1908 οργανώθηκε στον Καναδά διαγωνισμός μεταξύ ελκυστήρων διάφορων τύπων, ενώπιον πλήθους ενδιαφερόμενων. Επακολούθησαν και άλλοι τέτοιοι διαγωνισμοί. Σε αυτούς διαφάνηκε τότε η υπεροχή των βενζινοκίνητων σε σχέση με τους ατμοκίνητους ελκυστήρες. Παράλληλα και στην Ευρώπη αναπτύσσονται νέες εταιρίες που κατασκευάζουν γεωργικούς ελκυστήρες, πολλές από τις οποίες κατασκευάζουν ελκυστήρες με κυλινδρικούς κινητήρες. Το 1919 εγκρίθηκε ο κώδικας δοκιμών ελκυστήρων που οδήγησε στην ταχύτερη βελτίωση των ελκυστήρων. Το ίδιο έτος, η International Harvester εφοδιάζει τον ελκυστήρα της Junior 8-16 με PTO 540 στρ/λεπτό. Η εμφάνιση της PTO συνέβαλε αποφασιστικά στην εξέλιξη της εκμηχάνισης γιατί μπορούσε να δώσει κίνηση σε παρελκόμενα μηχανήματα. Το 1924 εμφανίζεται ο πρώτος τρίχρονος ελκυστήρας, κατάλληλος για εργασία σ. Μικρός αριθμός ελκυστήρων αυτών εισήχθηκε .

Από το 1930 και μετά η πρόοδος ήταν ραγδαία. Το 1931 η Firestone εφοδιάζει έναν ελκυστήρα με ελαστικό . Η βελτίωση αυτή υπήρξε πολύ σημαντική στην εξελικτική πορεία του ελκυστήρα. Το 1935 εμφανίστηκαν τα πρώτα συστήματα υδραυλικής ανάρτησης των εργαλείων ενώ το 1938 το πρώτο υδραυλικό σύστημα ανάρτησης τριών σημείων με αυτόματη ρύθμιση του βάθους ανάλογα της προβαλλόμενης αντίστασης. Το 1947 βρίσκεται σε εξέλιξη το σχέδιο για την ανοικοδόμηση της Ευρώπης. Το σχέδιο αυτό βοήθησε σημαντικά της εκμηχάνιση των κρατών της Ευρώπης. Το 1950 εμφανίζεται η PTO ημιανεξάρτητα και ανεξάρτητα με περιστροφή του PTO . Λόγω αυτού, η

διάδοση του γενικευτικέ. Μέχρι το 1960 παρατηρείται σημαντική αύξηση της ισχύος των ελκυστήρων καθώς και σημαντική αύξηση των ελκυστήρων με κινητήρες Diesel. Στη δεκαετία 1950-60 εμφανίζονται τα υδραυλικά συστήματα διεύθυνσης, μεγαλύτερος αριθμός βαθμίδων ταχυτήτων και αυτόματες μεταδόσεις. Το 1957 υπογράφεται η συνθήκη της Ρώμης για την ίδρυση της ΕΟΚ, που έδωσε σημαντική ώθηση στη γεωργία των χώρων μελών. Τη δεκαετία 1960-70 αρχίζουν να χρησιμοποιούνται ελαστικά και στους ελκυστήρες. Η ισχύς των ελκυστήρων αυξάνεται συνεχώς. Δίνεται μεγάλη έμφαση στην άνεση για την ασφάλεια των χειριστών. Τη δεκαετία 1970-1980 εμφανίζονται οι αυτοτροφοδοτούμενοι κινητήρες Diesel στους ελκυστήρες. Η ισχύς εξακολουθεί να αυξάνεται. Οι μεγάλοι ελκυστήρες εφοδιάζονται με θάλαμο ασφάλειας. Οι ελκυστήρες με τέσσερις κινητήριους τροχούς καταλαμβάνουν ένα μεγάλο ποσοστό στις προτιμήσεις των χρηστών. Κατά τις δεκαετίες 80 και 90 η ισχύς των ελκυστήρων συνεχίζει να αυξάνεται. Οι ελκυστήρες με τέσσερις κινητήριους τροχούς καταλαμβάνουν ολοένα και μεγαλύτερο ποσοστό στις προτιμήσεις των χρηστών, ιδιαίτερα αυτοί της μεγάλης ισχύος. Η ασφάλεια και η άνεση συνεχίζουν να θεωρούνται προτεραιότητες. Βελτιώνονται τα συστήματα μετάδοσης. Εμφανίζονται βοηθητικά ηλεκτρονικά συστήματα για τον έλεγχο της λειτουργίας των ελκυστήρων και τον έλεγχο της ποιότητας της εργασίας. Οι χειρισμοί διευκολύνονται με κατάλληλα χειριστήρια. Για την καλύτερη εκμετάλλευση της ισχύος, αναρτώνται μηχανήματα και στο πρόσθιο μέρος του ελκυστήρα και βελτιώνονται τα υδραυλικά συστήματα. Εμφανίζονται εξειδικευμένοι τύποι ελκυστήρων, κατάλληλοι για ειδικές χρήσεις.

1.3 Ηλεκτρονικά συστήματα

Στα μέσα της δεκαετίας του '80 και μετά την χρησιμοποίηση των θαλάμων προστασίας, των αναπαυτικών καθισμάτων και των σπαστών και ρυθμιζόμενων πηδαλίων οδήγησης, οι κατασκευαστικές εταιρίες προχώρησαν στην ενσωμάτωση στους ελκυστήρες διατάξεων ηλεκτρονικών και αυτοματισμών. Η τεχνολογία αυτή ήταν ήδη γνωστή και εφαρμοζόταν στα αυτοκίνητα. Πράγματι το 1985 πρώτη η Massey Ferguson εφάρμοσε ηλεκτρονικά συστήματα στα όργανα ελέγχου στα κορυφαία μοντέλα της με σημαντικά βελτιωμένες δυνατότητες έναντι των συμβατικών. Έκτοτε όλες οι μεγάλες εταιρίες εφοδιάζονται τα κορυφαία μοντέλα τους, με ηλεκτρονικά συστήματα ενδείξεων άλλα και αυτοματισμούς και υπάρχει η ελπίδα ότι γρήγορα θα εφοδιάζονται με τέτοιες διατάξεις και οι μικρότεροι και πιο οικονομικοί ελκυστήρες. Η μέχρι τώρα συμπεριφορά έχει δείξει ότι τα όργανα αυτά είναι αξιόπιστα, χωρίς βλάβες και προσφέρουν σημαντική βοήθεια στον χειρίστη.

Η αποδοχή από γεωργούς υπήρξε συγκρατημένη στην αρχή, όπως και κάθε άλλης καινοτομίας. Μετά τις πρώτες εφαρμογές φαίνεται ότι οι γεωργοί αποδέχθηκαν τελικά την καινοτομία. Είναι ευνόητο βεβαία ότι απαιτείται εκπαίδευση των χειριστών στη νέα κατάσταση έτσι ώστε να αντιλαμβάνονται σωστά τι σημαίνουν οι ενδείξεις και σε τι ενέργειες πρέπει να προβαίνουν, ώστε ο ελκυστήρας να εργάζεται αποδοτικότερα.

Ο ηλεκτρονικός εξοπλισμός των ελκυστήρων μπορεί να περιλαμβάνει μόνο ηλεκτρονικά όργανα ενδείξεων της λειτουργίας του ελκυστήρα. Σε πιο προχωρημένες διατάξεις περιλαμβάνει και αυτοματισμούς για ρύθμιση λειτουργιών του ελκυστήρα αυτόματως μέσα σε προκαθορισμένα εκ των πρότερων όρια. Ανάλογοι εξοπλισμοί έχουν ενσωματωθεί και σε άλλα

γεωργικά μηχανήματα και κυρίως στις αυτοκινούμενες μηχανές συγκομιδής γεωργικών προϊόντων, όπως θεριζοαλωνιστικές μηχανές, μηχανής συλλογής βάμβακος, ζαχαροτεύτλων, ντομάτας, πατάτας, κλπ., αυτοκινούμενοι καθαριστές κ.α.

Ο ηλεκτρονικός πίνακας των ελκυστήρων περιλαμβάνει συνήθως τις ενδείξεις ταχύτητας κινητήρα (rpm), της ταχύτητα του ΡΤΟ (%), της ταχύτητα προώθησης του ελκυστήρα (a/h), την ολίσθηση των κινητήρων τροχών (%). Επίσης, την ποσότητα του πετρελαίου που καταναλώθηκε καθώς και την υπάρχουσα ποσότητα στο δοχείο καυσίμων, τη θερμοκρασία του νερού, την πίεση του λαδιού, την ένδειξη φόρτισης της μπαταρίας, την πίεση της θερμοκρασίας των λαδιών του υδραυλικού συστήματος και τη γενική κατάσταση του κινητήρα. Περιλαμβάνει επίσης την ωριαία κατανάλωση καύσιμου του ελκυστήρα με τα παρελκόμενα, την ωριαία επιφάνεια (ka/h), την κατανάλωση ανά μονάδα επιφάνειας. Επίσης, ενδείξεις για το αν είναι σε εμπλοκή το πρόσθιο διαφορικό ή το χειρόφρενο, ενδείξεις για το φωτισμό και το κλιματισμό.

Συνήθως τα όργανα ελέγχου είναι τοποθετημένα στην θέση που υπήρχαν παλιότερα τα κλασικά όργανα ελέγχου. Πολλοί κατασκευαστές πάντως τα τοποθετούν και στις πλαϊνές κατακόρυφες κολόνες των θαλάμων προστασίας. Οι περισσότερες ενδείξεις είναι ψηφιακές και συνήθως ο πίνακας είναι χωρισμένος σε 2 ή 3 τμήματα, καθένα από τα οποία έχει ορισμένο αριθμό ενδείξεων. Διακόπτες επιτρέπουν στο χειρίστη να επιλεγεί την ένδειξη της λειτουργίας που επιθυμεί. Έκτος από τα ανωτέρω, στα περισσότερα κορυφαία μοντέλα των εταιριών, υπάρχει δυνατότητα αυτόματης ρύθμισης της ολίσθησης. Ο χειρίστης προεπιλέγει συνήθως τη μέγιστη δυνατότητα αυτόματης ολίσθησης των κινητήρων τροχών και δίνει εντολή στο σύστημα να μην επιτρέπει να ξεπεράσει το όριο αυτό (συνήθη όρια 16-18%). Μόλις η ολίσθηση ξεπεράσει το επιτρεπτό όριο το σύστημα επεμβαίνει και αίρει μέρος του φορτίου, ανασηκώνοντας λίγο τα εργαλεία μέσω του υδραυλικού συστήματος. Έτσι επιτυγχάνεται η μείωση σε επίπεδα κάτω του ορίου που θέτει ο χειρίστης. Ταυτόχρονα με την επέμβαση προβάλλεται και ένδειξη στον ανάλογο πίνακα. Η βοήθεια που παρέχει το σύστημα στον χειρίστη όπως γίνεται κατανοητό είναι πολύ σημαντική. Ο χειρίστης δεν ασχολείται συνεχώς με τις ρυθμίσεις άλλα με την οδήγηση και την καλή ποιότητα της εργασίας. Επιτυγχάνεται δε οικονομία στα καύσιμα και καλύτερη αξιοποίηση της ισχύος του ελκυστήρα.

Προηγμένα συστήματα εκτός από τα ανωτέρω, αναλαμβάνουν το ξεκλείδωμα του διαφορικού όταν ανασηκώνονται τα υδραυλικά και αυτόματο κλείδωμα όταν κατεβαίνουν, εφόσον επιλέξει ο χειρίστης τις ρυθμίσεις αυτές. Επιτυγχάνουν επίσης αυτόματη εμπλοκή του προσθίου διαφορικού με την ενεργοποίηση των φρενών, έτσι ώστε να λειτουργεί ως πέδη και το πρόσθιο διαφορικό. Το ίδιο επιτυγχάνεται και με το χειρόφρενο, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται καλύτερη σταθεροποίηση του ελκυστήρα. Σε ορισμένους ελκυστήρες όταν η ταχύτητα ξεπεράσει κάποιο όριο, συνήθως στα 15 km/h, τα ηλεκτρονικά συστήματα επεμβαίνει και δίνουν εντολή σε κατάλληλους αισθητήρες ώστε να αποσυμπλέκεται το πρόσθιο διαφορικό και να επιτυγχάνεται έτσι, μεγαλύτερη ταχύτητα και μικρότερη κατανάλωση καύσιμου.

Όσον αφορά τα υδραυλικά συστήματα ανύψωσης των εργαλείων, ορισμένους ελκυστήρες υπάρχει η δυνατότητα μέσω ηλεκτρονικών διατάξεων και ελέγχου να επιλέγονται ρυθμίσεις θέσης ή αντίστασης ή ακόμη και συνδυασμός των δυο όταν οι συνθήκες το απαιτούν. Η βοήθεια που μπορούν να προσφέρουν οι ηλεκτρονικές διατάξεις του υδραυλικού συστήματος είναι

πολύ σημαντική. Η ποιότητα της εργασίας είναι πολύ καλή και ο χειρίστης δεν απασχολείται συνεχώς με τον έλεγχο των εργαλείων.

Σε εξέλιξη βρίσκονται αυτή τη στιγμή συστήματα παρακολούθησης της εργασίας των αναμενόμενων εργαλείων στο υδραυλικό σύστημα του ελκυστήρα. Η παρακολούθηση αυτή θα γίνεται μέσω ηλεκτρονικής κάμερας τοποθετημένης στην οροφή της καμπίνας, Η κάμερα θα μπορεί να στρέφεται σε οριζόντιο και κατακόρυφο επίπεδο και να εστιάζει σε θέσεις που επιλεγεί ο χειρίστης. Ο χειρίστης θα παρακολουθεί μέσω οθόνης ότι συμβαίνει, χωρίς να είναι αναγκασμένος να στρέφει συνεχώς το σώμα και την κεφαλή του προς τα πίσω.

Σε κορυφαία μοντέλα ορισμένων εταιριών δίνεται η δυνατότητα καταγραφής σε δισκέτα των δεδομένων που αφορούν την απόδοση του ελκυστήρα και του μηχανήματος στο χωράφι (έκταση, καύσιμο/έκταση, κ.ά.). Η δισκέτα μεταφέρεται στον υπολογιστή στο γραφείο και γίνεται η ανάλυση των δεδομένων. Η καταγραφή και η ανάλυση βοηθά πολύ τον γεωργό-επιχειρηματία στην καλύτερη διαχείριση των γεωργικών μηχανημάτων. Η ύπαρξη πολλών και αξιόπιστων δεδομένων διαχείρισης θα βοηθήσει στην κατασκευή καλύτερων ελκυστήρων και μηχανημάτων.

Τα ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά συστήματα των οχημάτων δεν είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους άλλα συνδέονται το ένα με το άλλο, επηρεάζουν το ένα το άλλο και τελικά αλληλοσυμπληρώνονται. Για παράδειγμα το σύστημα ανάφλεξης και έγχυσης καύσιμου συνδέονται μεταξύ τους με κατάλληλα σήματα ώστε να απλοποιηθεί η επικοινωνία των δυο συστημάτων. Ωστόσο ο γρήγορα αυξανόμενος αριθμός ηλεκτρονικών συστημάτων αυξάνει και την απαίτηση για μεταφορά πληροφοριών. Αντίστοιχα, αυξάνεται και ο αριθμός των καλωδίων και των προσαρμογέων (φάσες) που απαιτούνται για αυτό το σκοπό. Προφανώς λοιπόν, η τεχνολογία που χρησιμοποιούνταν μέχρι πρότινος (ένα καλώδιο για κάθε σήμα) φθάνει στα όρια των δυνατοτήτων της. Η λύση στο πρόβλημα που άρχισε να παρουσιάζεται δόθηκε από την ανάπτυξη συστημάτων σειριακής μετάδοσης πληροφοριών μέσω διαύλων. Έτσι, έγινε δυνατή η μετάδοση μεγάλου όγκου πληροφοριών από διάφορες πηγές.

Πάνω σε ένα τέτοιο σύστημα, συγκεκριμένα στο CAN έκδοσή 1, βασίστηκε το Landwirtschaftliches BUS-System (LBS), προκάτοχος του ISOBus. Η ανάπτυξη αυτού του πρωτοκόλλου ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του 80 στην Γερμανία και ο σκοπός ήταν να υλοποιήσουν καταναμημένα συστήματα ελέγχου διεργασιών, όπως διανομή λιπάσματος, το ράντισμα με φυτοφάρμακο και η άρδευση. Έπειτα έχοντας ως βάση το άνωθεν πρωτόκολλο ξεκίνησαν οι διαδικασίες πιστοποίησης με ISO ώστε να υπάρξει ένα κοινό πρωτόκολλο που θα ακολουθούσαν από εκείνη τη στιγμή και μετά οι σχεδιαστές και οι κατασκευαστές αγροτικών μηχανημάτων. Το ISOBus είναι η περιγραφή ενός πρωτοκόλλου καταναμημένων δικτύων (πιστοποιημένο με ISO 11783) που κάνει χρήση CAN τεχνολογιών για την ηλεκτρονική επικοινωνία μηχανών στον αγροτικό τομέα. Η ανάπτυξη αυτού του πρωτοκόλλου ξεκίνησε στις αρχές του 90. Σύντομα όμως οι κατασκευαστές των μηχανημάτων παρατήρησαν πως η χωρητικότητα του διαύλου δεν ικανοποίησε τις ανάγκες τους. Γι' αυτό το λόγο ανέπτυξαν το FlexRay, ένα πρωτόκολλο καταναμητών δικτύων, που στόχο έχει τη βελτιστοποίηση των υπαρχόντων CAN τεχνολογιών. Το flexRay δίνει τη δυνατότητα να μεταφερθούν πακέτα δεδομένων με συχνότητες μεγαλύτερες (10Mbps) σε σχέση με αυτές που υπάρχουν σε σημερινά CAN πρωτοκολλά (250kbps).

Στις επικοινωνίες των ηλεκτρονικών συστημάτων που είναι τοποθετημένα πάνω στα μηχανήματα, έχουμε πολύ καλή τεκμηρίωση, μεγάλες προσπάθειες γίνονται για τον καθορισμό της επικοινωνίας και της δομής των

πληροφοριών που λαμβάνουν χωρά μεταξύ των μηχανημάτων και του κέντρου ελέγχου . Το Field Operations Data Model(FODM) δημιουργήθηκε ως πλαίσιο για την τεκμηρίωση και την περιγραφή των αγροτικών επιχειρήσεων. Το FODM αποτελείται από τρία κυρία μέρη: την περιγραφή της επιχείρησης στον αγρό, το πλαίσιο και το γενικό μοντέλο του μηχανήματος (General Machine Model, GMM). Η περιγραφή της επιχείρησης στον αγρό γίνεται με τέσσερα μοντέλα: ολόκληρο το αγροτεμάχιο, οδοντοτεχνικών, ενδοεπιχειρησιακού και με μετρήσεις ακρίβειας. Το πλαίσιο είναι αντικειμενοστραφές και αποτελείται από πηγές (άνθρωποι, μηχανήματα, προϊόντα, τομείς) και περιοχές επιχειρήσεων (χρόνος και τόπος). Τα δεδομένα που καταγράφονται χωρίζονται σε συχνά μεταβαλλόμενα (Frequency Changing Data, FCD) και σπανίως μεταβαλλόμενα (Infrequently Changing Data, ICD). Το GMM είναι η περιγραφή των φυσικών χαρακτηριστικών ενός αγροτικού μηχανήματος όπως οι αποθηκευτικοί χώροι, οι αισθητήρες και τα διάφορα εξαρτήματα που βρίσκονται πάνω σε αυτό.

1.4 Δορυφορικά συστήματα προσδιορισμού θέσης

Το GPS είναι το παγκόσμιο σύστημα προσδιορισμού θέσης. Είναι ένα δίκτυο δορυφόρων σε τροχιά που μεταδίδουν στη γη ακριβείς αναλυτικές πληροφορίες σχετικές με τη θέση τους στο διάστημα. Τα σήματα λαμβάνονται από συσκευές GPS όπως είναι οι συσκευές δορυφορικής πλοήγησης και χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της ακριβούς θέσης, της ταχύτητας με την οποία κινείται ένα όχημα και της ακριβούς ώρας της ημέρας στη συγκεκριμένη θέση. Το GPS είναι γνωστό για της στρατιωτικές του εφαρμογές και αναπτύχθηκε αρχικά από της ΗΠΑ προκειμένου να συμβάλει στις παγκόσμιες κατασκοπευτικές τους δραστηριότητες κατά την περίοδο της κορύφωσης του Ψυχρού Πόλεμου. Ωστόσο από της αρχές της δεκαετίας του 1980 και μετά, το GPS είναι διαθέσιμο προς χρήση σε όλους όσοι διαθέτουν ένα δεκτή GPS. Αεροπορικές εταιρείες, ναυτιλιακές εταιρίες, εταιρίες οδικών μεταφορών και οδηγοί σε οποιοδήποτε σημείο του πλανήτη χρησιμοποιούν το σύστημα GPS για να παρακολουθήσουν οχήματα, να ακολουθήσουν την καλύτερη διαδρομή που θα τους οδηγήσει το συντομότερο δυνατό από το σημείο Α στο σημείο Β.

Το πρώτο σύστημα GPS αναπτύχθηκε κατά τη δεκαετία του 1960 προκειμένου να παρέχει στα σκάφη του πολεμικού ναυτικού των ΗΠΑ τη δυνατότητα να διαπλέουν τους ωκεανούς με μεγαλύτερη ακρίβεια. Το πρώτο σύστημα διαθέτε πέντε δορυφόρους και παρείχε στα σκάφη τη δυνατότητα να ελέγχουν τη θέση τους ανά μια ώρα. Σήμερα, οι φορητές συσκευές δορυφορικής πλοήγησης μπορούν να παρέχουν στους οδηγούς την ακριβή θέση τους με απόκλιση λίγων μέτρων και μια επαρκώς ακριβή ένδειξη για την οδική κυκλοφορία. Οι στρατιωτικές εφαρμογές έχουν σαφώς μεγαλύτερη ακρίβεια με αποτέλεσμα μια θέση να μπορεί να εντοπισθεί με απόκλιση λίγων εκατοστών.

Το παγκόσμιο σύστημα προσδιορισμού θέσης (GPS) NAVSTAR των ΗΠΑ είναι το μόνο πλήρως επιχειρησιακό παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα πλοήγησης (GNSS) που επί του παρόντος παρέχει δεδομένα προσδιορισμού θέσης με παγκόσμια κάλυψη. Η Ευρωπαϊκή Ένωση αναπτύσσει επί του παρόντος το δικό της σύστημα GPS, γνωστό ως το σύστημα προσδιορισμού θέσης Galileo που θα έχει τεθεί σε λειτουργία το 2013. Η Κίνα διαθέτει ένα τοπικό σύστημα που μπορεί να το επεκτείνει σε παγκόσμιο επίπεδο, ενώ η Ρωσία αποκαθιστά το δικό της σύστημα GLONASS. Η Ευρωπαϊκή Ένωση αναπτύσσει ένα παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα πλοήγησης (GNSS), το οποίο

εμπεριέχει το GALILEO και το Egnos και θα παρέχει υπηρεσίες εντοπισμοί θέσης πλοήγησης και χρονισμό ακρίβειας. Τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας αυτής έχουν ήδη αποδειχθεί από τη χρήση του παγκοσμίου συστήματος προσδιορισμοί θέσης GPS των ΗΠΑ. Αναπτύσσονται συνεχώς εφαρμογές οι οποίες καλύπτουν παγκόσμιος όλες της δραστηριότητες του ανθρώπου και όλους τους οικονομικούς κλάδους.

Με την ενσωμάτωση των δεικτών δορυφορικής πλοήγησης στα κινητά τηλεφωνά και άλλα μέσα επικοινωνίας οι υπηρεσίες που βασίζονται στον εντοπισμό θέσης και η κινητικότητα των προσώπων αποτελεί τη μεγαλύτερη μαζική αγορά για την δορυφορική πλοήγηση. Κάθε χρόνο μεταφέρονται εκατομμύρια ζώα στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Η ιχνηλασιμότητα του ζωικού κεφαλαίου είναι εξαιρετικής σημασίας για την πρόληψη υγειονομικής άπατης, την ασφάλεια της διατροφής και την εξασφάλιση καλής μεταχείρισης των ζώων. Ο κανονισμός (ΕΚ) 1/2005 του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου θεσπίζει απαιτήσεις για την μεταφορά ζώων. Μεταξύ των διάφορων μέτρων επιβάλλει τη χρήση του GNSS σε όλα τα φορτηγά που εκτελούν μεγάλες διαδρομές. Αυτό αποτελεί σημαντική καινοτομία, η οποία διευκολύνει την εφαρμογή άλλων σχετικών στο πεδίο της δημοσίας υγείας των ζώων, όπως η εφαρμογή της αναγνώρισης των ζώων. Θα ληφθούν υπόψη υπάρχοντα συστήματα για την ιχνηλάτησα ζώων, όπως το "TRACES" που υπάρχει στον ιστό και έχει ως αντικείμενο τις αποστολές και τις εισαγωγές ζώων.

Στην ΕΕ, 12 εκατομμύρια γεωργοί καλλιεργούν 120 εκατομμύρια εκτάρια γης. Ο χώρος και το μέγεθος των αγροτεμαχίων αποτελούν καίρια στοιχεία προς χρήση για την ανταλλαγή εμπορικών πληροφοριών και για τις δημόσιες αρχές στην περίπτωση χορήγηση επιδοτήσεων. Η μέτρηση των αγροτεμαχίων από το GNSS πραγματοποιείται κάθε χρόνο προκειμένου να επαληθευτεί η επιλεξιμότητα των αιτήσεων επιδότησης. Πληροφορίες για περίπου 50 εκατομμύρια αγρούς έχουν ήδη αποθηκευτεί στο ψηφιακό σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών του ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης και ελέγχου της Ευρωπαϊκής Ένωσης το 2005. Ο έλεγχος των πληρωμών με βάση την κοινή αγροτική πολιτική (ΚΑΠ) απαιτεί συνεχώς λεπτομερή και έγκαιρη πληροφόρηση. Επίσης οι γεωργοί χρησιμοποιούν τις γεωγραφικές πληροφορίες και το GNSS για τη βελτίωση της συγκομιδής τους, τη μείωση θρεπτικών ουσιών και φυτοφαρμάκων και για την καλύτερη χρήση εδάφους και νερού.

1.5 Ασύρματες επικοινωνίες

Για την επικοινωνία μεταξύ των μηχανημάτων στον αγρό και των μηχανημάτων με το κέντρο ελέγχου, χρησιμοποιούνται τεχνολογίες ασυρμάτων δικτύων όπως τα Wi-Fi modems, Ccs, GSM και WLANs. Ως ασύρματο δίκτυο χαρακτηρίζεται το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο, συνήθως τηλεφωνικό ή δίκτυο υπολογιστών, το οποίο χρησιμοποιεί ραδιοκύματα ως φορείς πληροφορίας. Τα δεδομένα μεταφέρονται μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων με συχνότητα φέροντος η οποία εξαρτάται κάθε φορά από τον ρυθμό μετάδοσης δεδομένων που απαιτείται να υποστηρίξει το δίκτυο. Η ασύρματη επικοινωνία, σε αντίθεση με την ενσύρματη, δεν χρησιμοποιεί ως μέσο μετάδοσης κάποιον τύπο καλωδίου. Σε παλαιότερες εποχές, τα τηλεφωνικά δίκτυα ήταν αναλογικά, άλλα σήμερα όλα τα ασύρματα δίκτυα βασίζονται σε ψηφιακή τεχνολογία και επομένως κατά μια έννοια, είναι ουσιαστικά δίκτυα υπολογιστών.

Στα ασύρματα δίκτυα εντάσσονται τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας, οι δορυφορικές επικοινωνίες, τα ασύρματα δίκτυα ευρείας περιοχής (WWAN), τα ασύρματα μητροπολιτικά δίκτυα (WMAN), τα ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLAN)

και τα ασύρματα προσωπικά δίκτυα (WPAN). Τα τέσσερα τελευταία εξετάζονται σε αυτό το κεφάλαιο. Η τηλεόραση και το ραδιόφωνο, αν και ως τηλεπικοινωνιακά μέσα είναι εκ φύσεως ασύρματα, στις περισσότερες περιπτώσεις δεν συμπεριλαμβάνονται στα ασύρματα δίκτυα καθώς η μετάδοση γίνεται προς πάσα κατεύθυνση χωρίς να υπάρχει κάποιο δομημένο δίκτυο τηλεπικοινωνιακών κόμβων (συσκευών) με τη συνήθη έννοια. Επιπλέον, τα μεταφερόμενα δεδομένα συνήθως είναι αναλογικά και επομένως δεν μπορούν να θεωρηθούν δίκτυα υπολογιστών.

Το πρότυπο IEEE 802.11 είναι μια οικογένεια προτύπων της IEEE για ασύρματα τυπικά δίκτυα (WLAN) που είχαν ως σκοπό να επεκτείνουν το 802.3 (Ethernet, το συνηθέστερο πρωτόκολλο ενσύρματης δικτύωσης υπολογιστών) στην ασύρματη περιοχή. Τα πρότυπα 802.11 είναι ευρύτερα γνωστά ως «Wi-Fi» επειδή η Wi-Fi Alliance, ένας οργανισμός ανεξαρτήτως της IEEE, παρέχει την πιστοποίηση για τα προϊόντα που υπακούν στις προδιαγραφές του 802.11. Αυτή η οικογένεια πρωτοκόλλων αποτελεί το καθιερωμένο πρότυπο της βιομηχανίας στον χώρο των ασυρμάτων δικτύων. Ο όρος Wi-Fi (Wireless Fidelity, κατά την ορολογία High Fidelity η οποία άφορα την εγγραφή ήχου) χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει τις συσκευές που βασίζονται στην προδιαγραφή IEEE 802.11b/g/n και να εκπέμπουν σε συχνότητες 2.4 GHz. Ωστόσο το Wi-Fi (*ασύρματη πιστότητα* στα ελληνικά) έχει επικρατήσει και ως όρος αναφερόμενος συνολικά στα ασύρματα τοπικά δίκτυα. Συνήθεις εφαρμογές του είναι η παροχή ασυρμάτων δυνατοτήτων πρόσβασης στο internet, τηλεφωνίας μέσω διαδικτύου (VoIP) και διασύνδεσης μεταξύ ηλεκτρονικών συσκευών όπως τηλεοράσεις, ψηφιακές κάμερες, DVD Player και ηλεκτρονικοί υπολογιστές. Σε φορητές ηλεκτρονικές συσκευές το 802.11 βρίσκει εφαρμογές ασύρματης μετάδοσης όπως στην μεταφορά φωτογραφιών από ψηφιακές κάμερες σε υπολογιστές για περαιτέρω επεξεργασία και εκτύπωση, αν και σε αυτόν το τομέα έχει υποσκελιστεί από το πρωτόκολλο Bluetooth για τα πολύ μικρότερης εμβέλειας ασύρματα προσωπικά δίκτυα.

Το Global System of Mobile communications (Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Επικοινωνιών) ή GSM είναι ένα Ευρωπαϊκό ψηφιακό σύστημα κινητής τηλεφωνίας. Το Ευρωπαϊκό Τηλεπικοινωνιών Συμβούλιο (European Telecommunications Standards Institute) το 1982 άρχισε την μελέτη για την δημιουργία ενός κοινού Ευρωπαϊκού ψηφιακού συστήματος κινητής τηλεφωνίας δεύτερης γενιάς (2G). Αυτό το σύστημα ονομάστηκε αρχικά Group Special Mobile (GSM). Το GSM είναι ένα κυψελοειδής ψηφιακό σύστημα κινητής τηλεφωνίας δεύτερης γενιάς (2G), το οποίο χρησιμοποιεί ηλεκτρομαγνητικά σήματα και την τεχνική πολλαπλής πρόσβασης με διαχωρισμό του διαθέσιμου φάσματος συχνοτήτων σε ένα αριθμό καναλιών και την διαίρεση αυτών σε χρονοθυρίδες για την μετάδοση σημάτων. Το 1989 η ευθύνη του GSM ανατέθηκε στο Ευρωπαϊκό Τηλεπικοινωνιακό Ινστιτούτο γενιάς (ETSI) και το 1990 ανακοινώθηκαν επίσημα για πρώτη φορά το πρότυπο και τα χαρακτηριστικά του GSM. Το 1991 άρχισε η εμπορική του διάθεση στην Ευρώπη, ενώ στην Ελλάδα το σύστημα χρησιμοποιήθηκε το 1993 από την WIND (πρώην TELESTET). Το πρότυπο GSM δεν είναι μόνο Ευρωπαϊκό πρότυπο, αφού υιοθετήθηκε από πολλές άλλες χώρες των άλλων Ηπείρων, εκμεταλλευόμενο διάφορες ζώνες συχνοτήτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2-ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

2.1 Ραδιομετεωρολογία

Ο πλανήτης Γη περιβάλλεται από ένα αεριώδες περίβλημα που συμμετέχει σε όλες τις κινήσεις του και ονομάζεται ατμόσφαιρα. Ως αποτέλεσμα πολύπλοκων διεργασιών μέσα στην ατμόσφαιρα παρατηρούνται μετατροπές τόσο της ηλιακής όσο και της γήινης ακτινοβολίας σε άλλες μορφές ενεργείας (πχ θερμότητα, κινητική ενέργεια, κ.λπ.). Με άλλα λόγια η ατμόσφαιρα μπορεί να θεωρηθεί ως ένα κέντρο θερμοδυναμικών και μηχανικών λειτουργιών που είναι υπεύθυνες για τη δημιουργία διάφορων φαινομένων. Το φαινόμενα αυτά που συμβαίνουν μέσα στην ατμόσφαιρα και γίνονται αντιληπτά από τον άνθρωπο, είτε άμεσα είτε έμμεσα (με τη χρήση οργάνων) λέγονται μετεωρολογικά.

Με ακρίβεια η έκφραση ενός μετεωρολογικοί φαινόμενου ονομάζεται μετεωρολογικό στοιχείο. Για παράδειγμα η βροχή είναι ένα μετεωρολογικό φαινόμενο, ενώ η έκφραση 20 χιλιοστά ύψους βροχής αποτελεί ένα μετεωρολογικό στοιχείο. Τα μετεωρολογικά στοιχεία διακρίνονται σε μόνιμα (θερμοκρασία, υγρασία, κ.λπ.) που παρουσιάζονται πάντοτε με μια τιμή και σε έκτακτα που η εμφάνιση τους χαρακτηρίζεται συμπωματική.

Η επιστήμη που εξετάζει την ατμόσφαιρα και τα φαινόμενα (μετεωρολογικά) που συμβαίνουν μέσα σε αυτή, ονομάζεται Μετεωρολογία. Η κατάσταση της ατμοσφαιράς πάνω από μια περιοχή για μια ορισμένη χρονική στιγμή, συμπεριλαμβανομένης και της εξέλιξης αυτής της κατάστασης από τη γένεση έως το τέλος της, ονομάζεται καιρός. Στην πράξη ο καιρός αντιπροσωπεύει συνήθως την από μέρα σε μέρα κατάσταση της ατμοσφαιράς και αναφέρεται σε μεταβολές μικρής διάρκειας στις συνθήκες της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της κίνησης του αέρα. Ο καιρός οφείλεται, κατά κύριο λόγο στις διεργασίες που συντελούν στην εξισορρόπηση των διάφορων που εμφανίζονται από ανισοκατανομή της ηλιακής ενεργείας πάνω στην επιφάνεια του πλανήτη. Η μέση καιρική κατάσταση, δηλαδή η σύνθεση του καιρού για μια μεγάλη χρονική περίοδο που είναι απαραίτητη για την απαλοιφή των σφαλμάτων και την εδραίωση στατιστικών παραμέτρων λέγεται κλίμα. Είναι φανερό ότι το κλίμα εξαρτάται, σε μεγάλο βαθμό από τον καιρό. Γι' αυτό πολλές φορές οι άνθρωποι ταυτίζουν τις δυο αυτές έννοιες. Μπορεί όμως να παραλληλίσουμε μεν το κλίμα με το χαρακτήρα ενός ανθρώπου, ο δε καιρός με τη στιγμιαία συμπεριφορά του. Ο καιρός αποτελεί αντικείμενο μελέτης της μετεωρολογίας και το κλίμα της αδερφής επιστήμης προς αυτή, της κλιματολογίας. Η κλιματολογία χρησιμοποιεί τα ίδια βασικά δεδομένα που χρησιμοποιεί η μετεωρολογία. Το αντίστοιχο του μετεωρολογικοί στοιχείου για την κλιματολογία είναι το κλιματικό στοιχείο. Πιο άπλα θα μπορούσαμε να πούμε ότι το κλίμα είναι ο μέσος καιρός που καθορίζεται από τις μέσες τιμές των κλιματολογικών στοιχείων και παραμέτρων για τέτοια χρονική περίοδο ώστε να απαλείφονται τα σφάλματα. Μια τέτοια περίοδος έχει γίνει αποδεκτό να αναφέρεται σε διάρκεια 30 ετών, χωρίς όμως να αποκλείεται το γεγονός ότι πολλές φορές τα συμπεράσματα είναι ορθά για μικρότερες χρονικές περιόδους (10-15 χρονιά).

Θα πρέπει να διευκρινιστεί η διάφορα που υπάρχει ανάμεσα στις διάφορες παραμέτρους του καιρού και στις αντίστοιχες κλιματικές πχ. η μέση μηνιαία τιμή της θερμοκρασίας του Απριλίου του έτους 1984 μαζί με τα στατιστικά της χαρακτηριστικά αποτελεί μια παράμετρο καιρού. Η μελέτη όμως

που προκύπτει από τη σύγκριση αυτής της μέσης τιμής με την αντίστοιχη μέση τιμή του Απριλίου που είναι αποτέλεσμα των μέσων τιμών της θερμοκρασίας για μια περίοδο 30 ετών (κλιματική παράμετρος) αποτελεί αντικείμενο της κλιματολογίας.

Η Γεωργική μετεωρολογία (η Ραδιομετεωρολογία), ως εφαρμοσμένος κλάδος της Μετεωρολογίας, μελετά τις επιδράσεις των μετεωρολογικών παραμέτρων και του συνδυασμοί τους στην επιβίωση και την ανάπτυξη των φυτικών και ζωικών οργανισμών. Οι επιμέρους μετεωρολογικές παράμετροι επιδρούν με διαφορετικό τρόπο στους έμβιους οργανισμούς με αποτέλεσμα να έχουν διαφορετική σημασία και βαρύτητα στη διατήρηση των βιολογικών διεργασιών φυτών και ζώων και επεκτασιμότητα στη διαβίωση και ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών, η αντιμετώπιση των οποίων προϋποθέτει τη γνώση των ατμοσφαιρικών αυτών συνθηκών τόσο στο χώρο και τον χρόνο ανάπτυξης τους, όσο και σε μελλοντικό χρόνο (πρόβλεψη), έτσι ώστε να είναι δυνατή η αποτελεσματική καταπολέμηση τους. Ακόμη η πρόβλεψη των αντίξων καιρικών φαινομένων (παγετός, χαλάζι, πλημμύρα, ξηρασία), οι επιπτώσεις τους στους φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς ως και οι τρόποι αντιμετώπισης τους αποτελούν σημαντικούς τομείς ενδιαφέροντος της Γεωργικής Μετεωρολογίας. Από τα παραπάνω γίνεται κατανοητό ότι τόσο η ποσότητα όσο και η ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων όπως και η διαμόρφωση του κόστους παράγωγης και μεταφοράς τους επηρεάζονται σημαντικά από τις μετεωρολογικές παραμέτρους, όπως αυτές διαμορφώνονται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους.

Η Γεωργική Κλιματολογία (ή Αγρό-κλιματολογία) ως κλάδος της κλιματολογίας αναφέρεται κυρίως στη μελέτη των κλιματολογικών συνθηκών που διαμορφώνονται σε εκτάσεις γεωργικοί και δασικοί ενδιαφέροντος, στη σχέση των συνθηκών αυτών με τα διάφορα στάδια εξέλιξης των φυτών και των ζώων (φαινομενολογικής παρατηρήσεις). Σχεδόν όλα τα κράτη εκτιμώντας την αδιαμφισβήτητη προσφορά της Γεωργικής Μετεωρολογίας στην ανάπτυξη της γεωργίας έχουν δημιουργήσει στις Μετεωρολογικές Υπηρεσίες τους ειδικά τμήματα που ασχολούνται αποκλειστικά με αυτή και με την έκδοση δελτίων προγνώσεως και καιρικών καταστάσεων για την προστασία της γεωργικής παράγωγης.

Τα στοιχεία που συνθέτουν τον καιρό όσο και εκείνα του κλίματος υπόκεινται σε χρονικές και τοπικές μεταβολές εξαιτίας της επίδρασης ορισμένων αιτιών που ονομάζουμε παράγοντες και οι κυριότεροι από αυτούς είναι

- a) Η περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονα της.
- b) Η περιστροφή της Γης γύρω από τον Ήλιο.
- c) Η φύση της γήινης επιφάνειας.
- d) Η κατανομή της ξηράς και της θάλασσας.
- e) Ο άνεμος και οι αέριες μάζες.
- f) Ο κύκλος του νερού μέσα στην ατμόσφαιρα.
- g) Η τοπογραφία και η μορφολογία του εδάφους.

Οι παράγοντες a) και b) είναι οι βασικότεροι και συνεπεία του πρώτου είναι ότι η προσλαμβάνουσα από το έδαφος ηλιακή ενεργεία με αίτια την χρονική διάφορα ημέρας-νύχτας διαμορφώνει τις εποχικές διαφορές του κλίματος συνεπεία του δεύτερου λόγω της αυξομείωσης της απόστασης Γης-Ηλίου (ελλειπτική τροχιά) να προκαλείται συνεχής μεταβολή του κλίματος ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος. Έτσι οι παράγοντες που επηρεάζουν τον καιρό και το κλίμα σε μια περιοχή είναι το γεωγραφικό πλάτος, η απόσταση από υδάτινες μάζες (θάλασσες, ωκεανοί, ποτάμια, λίμνες) το υψόμετρο, τα

θαλάσσια ρεύματα, οι αέριες μάζες και οι επικρατούντες άνεμοι. Οι βασικές παράμετροι μελέτης του καιρού και του κλίματος είναι:

- a) Θερμοκρασία (αέρα, εδάφους).
- b) Υγρασία.
- c) Άνεμος (ταχύτητα και διεύθυνση).
- d) Υετός (βροχή, χιόνι, χιονόνερο, χαλάζι).
- e) Νέφωση.
- f) Ατμοσφαιρική Πίεση.
- g) Ηλιοφάνεια.
- h) Ηλιακή ακτινοβολία.
- i) Εξάτμιση.

Αναγκαία συνθήκη για τη διαμονή και επιβίωση του ανθρώπου σε έναν τόπο είναι η προσαρμογή του στο κλίμα που επικρατεί στην περιοχή. Η επιλογή των καλλιεργειών που θα αναπτύξει για τη συντήρηση και την οικονομική του αυτοτέλεια εξαρτάται έντονα από το κλίμα έχοντας άμεσες και έμμεσες επιδράσεις. Άμεσες επιδράσεις είναι εκείνες που καθορίζουν τη ζωή και την ανάπτυξη των καλλιεργησίμων φυτών και της φυσικής βλάστησης. Έμμεσες είναι εκείνες που έχουν σχέση με τον καιρό που επικρατεί (θεομηνίες, κατανομή, ασθένειες). Ο προσδιορισμός των επιδράσεων που ασκούν ο καιρός και το κλίμα παρουσιάζει μεγάλη δυσκολία για μια καλλιέργεια, γιατί οι διάφοροι μετεωρολογικοί και κλιματικοί παράγοντες δρουν είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό και επηρεάζουν ποικιλοτρόπως. Έτσι είναι απαραίτητη η συστηματική μελέτη αρχικά στο εργαστήριο και στη συνέχεια η εφαρμογή της εμπειρίας που έχει αποκτηθεί σε πειραματικές καλλιέργειες θερμοκηπίου ή υπαίθριες. Έτσι, επί παραδείγματι, για τη διερεύνηση των αναγκών της καλλιέργειας του σιταριού στην Κάτω Ιταλία έγιναν συστηματικές μετρήσεις οι οποίες έδειξαν ότι αν το ύψος βροχής τον προηγούμενο μήνα της σταυροφορίας είναι μεγαλύτερο των 25 mm, η παράγωγη είναι μέτρια, ενώ αν ξεπεράσει τα 60 mm η παράγωγη είναι ικανοποιητική. Όταν το ύψος βροχής κυμαίνεται μεταξύ 25 και 60 mm, η απόδοση της καλλιέργειας παρουσιάζει αστάθεια από χρονιά σε χρονιά, γεγονός που αποδεικνύει την επίδραση άλλων παραγόντων πέρα από της βροχόπτωσης, οι οποίες παίζουν περισσότερο ενεργό ρόλο όταν έχουμε μέτριες βροχές. Με βάση τα πειράματα αυτά προσδιορίστηκε πως η τιμή 40 mm ύψους βροχής για τη συγκεκριμένη περιοχή ως ισοδύναμο της ξηρασίας για το σιτάρι κατά την διάρκεια του προηγούμενου της σταυροφορίας μήνα. Η τιμή αυτή ουσιαστικά είναι και η ονομαζόμενη τιμή βάσης της βροχόπτωσης για τις καλλιέργειες σιταριού στην Κάτω Ιταλία. Με ανάλογο τρόπο καταλήγουμε σε παρεμφερείς προσδιορισμούς τιμών και για άλλες μετεωρολογικούς παραμέτρους όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η ακτινοβολία, η ηλιοφάνεια, κ.λπ.

Δυστυχώς τα πειραματικά δεδομένα και εξαγόμενα δεν μπορούν να γενικευτούν και να διαμορφωθούν ενιαίοι πίνακες λόγω της εξειδίκευσης που παρουσιάζουν κάθε συγκεκριμένη ποικιλία σε κάθε συγκεκριμένη περιοχή. Σε κάθε περίπτωση, τα κυρία μετεωρολογικά στοιχεία που επηρεάζουν καθοριστικά την ανάπτυξη των φυτών και την παράγωγη είναι η θερμοκρασία, η βροχόπτωση και ο χρόνος έκθεσης στο φως του ήλιου. Για τους τρεις αυτούς παράγοντες υπάρχουν κρίσιμες τιμές για την διάρκεια και την ένταση τους κάτω από τις οποίες το φυτό αναπτύσσεται και ευδοκιμεί.

2.2 Όργανα Μετρήσεων

Τα όργανα σε έναν μετεωρολογικό σταθμό διακρίνονται σε τρεις γενικές κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο μέτρησης των μετεωρολογικών φαινομένων:

1. Όργανα απλής ένδειξης (θερμόμετρα).
2. Όργανα ένδειξης ακραίων τιμών τα οποία παρέχουν τη μέγιστη και ελάχιστη τιμή ενός μετεωρολογικού στοιχείου (μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία).
3. Όργανα αυτογραφικά τα οποία καταγράφονται συνεχώς την τιμή ενός μετεωρολογικού στοιχείου (θερμογράφος, ανεμογράφος).

Μέτρηση θερμοκρασία αέρα:

1. Γυάλινα θερμόμετρα με υγρό.
2. Μεταλλικά θερμόμετρα που πρόσκαιρα μετασχηματίζουν το σχήμα ή τις διαστάσεις τους (διμεταλλικά θερμόμετρα).
3. Μεταλλικά θερμόμετρα με υγρό.
4. Ηλεκτρικά θερμόμετρα (ηλεκτρικής αντίστασης, ηχητικά, κ.α.).

Η ακρίβεια και η ευαισθησία των θερμομέτρων (δηλαδή η ταχύτητα αντίδρασης του θερμόμετρου στις μεταβολές της θερμοκρασίας) εξαρτώνται κυρίως από την θερμομετρικό σώμα (υδράργυρος, οινόπνευμα, κ.α.) και το σχετικό μέγεθος του δοχείου και του σωλήνα.

Για την μέτρηση τη θερμοκρασίας του αέρα χρησιμοποιούνται συνήθως γυάλινα θερμόμετρα με το υλικό το οποίο περιέχεται στο εσωτερικό τους να είναι υγρό (υδράργυρος, οινόπνευμα, κ.α.) και το σχετικό μέγεθος και του σωλήνα του.

Για τη μέτρηση της θερμοκρασίας του αέρα χρησιμοποιούνται συνήθως γυάλινα θερμόμετρα με το υλικό το οποίο περιέχεται στο εσωτερικό τους να είναι υγρό (υδράργυρος, οινόπνευμα, κ.α.) και το σχετικό μέγεθος και του σωλήνα του. Το πλέον διαδεδομένο υλικό που χρησιμοποιείται για τη θερμομέτρηση είναι ο υδράργυρος λόγω πολλών πλεονεκτημάτων που διαθέτει όπως είναι η κανονική διαστολή σε όλες τις θερμοκρασίες, η μη συνοχή του με το γυαλί του δοχείου και του διαμετρικού σωλήνα μέσα στον οποίο κινείται, η μεγάλη θερμική αγωγιμότητα και η μικρή θερμοχωρητικότητα που παρουσιάζει με αποτέλεσμα τη σύντομη θερμική ισορροπία με το περιβάλλον. Η εύρεση εύκολα χημικά καθαρού υδράργυρου είναι αποτέλεσμα του ότι πήξει στους -38°C και γι' αυτό για χαμηλότερα θερμοκρασιακά επίπεδα χρησιμοποιούμε διαφορετικό υλικό όπως πχ., το οινόπνευμα (-120°C).

Ένα κοινό γυάλινο θερμόμετρο αποτελείται γενικώς από δυο μέρη. Το ένα που λέγεται και δείκτης είναι ένα σώμα ευπαθές στις μεταβολές της θερμοκρασίας ενώ το άλλο αποτελεί το σύστημα ένδειξης της θερμοκρασίας και για το γυάλινο θερμόμετρο είναι η διαστελλόμενη υγρή στήλη κατά μήκος μιας θερμομετρικής κλίμακας. Η αρχή λειτουργίας στηρίζεται στη διαστολή του υγρού σε συνάρτηση με την θερμοκρασία. Επίσης υπάρχουν γυάλινα θερμόμετρα τα οποία δείχνουν την μέγιστη και την ελάχιστη θερμοκρασία αέρα που σημειώθηκε κατά την διάρκεια ορισμένου χρονικού διαστήματος που είναι το 24ωρο και ονομάζονται θερμόμετρα ακροβατισμού. Διακρίνονται στα θερμόμετρα ελάχιστης θερμοκρασίας τα οποία μετρούν την ελάχιστη θερμοκρασία αέρα και στα διαβαθμισμένα θερμόμετρα τα οποία μετρούν την μέγιστη θερμοκρασία αέρα.

Το θερμόμετρο ελάχιστης θερμοκρασίας περιέχει οινόπνευμα μέσα στο οποίο κινείται ένας κυλινδρικός δείκτης ο οποίος κατά την πτώση της

θερμοκρασίας παρασύρεται από το οινόπνευμα μέχρι το σημείο που σημειώνεται η ελάχιστη θερμοκρασία και ακινητοποιείται. Όταν η θερμοκρασία ανεβαίνει το διαστελλόμενο οινόπνευμα κυκλοφορεί ελεύθερα μέσα στον σωλήνα χωρίς να παρασύρει τον δείκτη. Η τοποθέτηση του θερμόμετρου ελάχιστης θερμοκρασίας γίνεται σχεδόν οριζόντια για την αποφυγή ολίσθησης του δείκτη λόγω της βαρύτητας. Η καταγραφή της θερμοκρασίας στα ελαχιστοποιήσαμε θερμόμετρα γίνεται στις 08:00 τοπική.

Το θερμόμετρο μέγιστης θερμοκρασίας περιέχει υδράργυρο και κατασκευαστικά παρουσιάζει μια μικρή στένωση μεταξύ του θερμομετρικού σωλήνα και του δοχείου υδράργυρου. Στην αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα ο υδράργυρος διαστέλλεται και υπερβαίνει τη στένωση ώστε να καταγράψει τη μέγιστη θερμοκρασία. Μετά την καταγραφή του μεγίστου η στένωση ουσιαστικά εμποδίζει τον υδράργυρο να κατεβεί όσο η θερμοκρασία μειώνεται. Η τοποθέτηση του θερμόμετρο μέγιστης θερμοκρασίας θα πρέπει να είναι σχεδόν οριζόντια και για την ακρίβεια με μια μικρή κλίση 2 μοιρών από την οριζόντια θέση. Η θέση αυτή εξασφαλίζει ότι δεν θα επιστρέψει ποσότητα υδράργυρου από τον θερμομετρικό σωλήνα στο δοχείο υδράργυρου λόγω της βαρύτητας. Η καταγραφή της θερμοκρασίας στα θερμόμετρα μέγιστης θερμοκρασίας γίνεται στις 20:00 τοπική ώρα.

Για τη συνεχή μέτρηση της θερμοκρασίας του αέρα χρησιμοποιούνται αυτογραφικά όργανα τα οποία ονομάζονται θερμογράφοι. Ο θερμογράφος αποτελείται από τρία μέρη: 1) τον *δείκτη* που είναι το τμήμα εκείνο που ανάλογα με την μεταβολή της θερμοκρασίας μεταβάλλει πρόσκαιρα το σχήμα του η τις διαστάσεις του (διμεταλλικό έλασμα), 2) το *σύστημα των μοχλών* για τη μετάδοση του ερεθίσματος και 3) τον *καταγραφικό μηχανισμό* που αποτελείται συνήθως από έναν κύλινδρο που περιστρέφεται ισοταχώς με τη βοήθεια ωρολογιακού μηχανισμού (διάρκειας 24 ωρών, εβδομαδιαίας, μηνιαίας). Ο κύλινδρος καλύπτεται από ταινία κατάλληλα βαθμολογημένη και μια γραφίδα που εφάπτεται στον κύλινδρο.

Συγκεκριμένα το διμεταλλικό έλασμα αποτελείται από δυο ελάσματα από διαφορετικά υλικά με μεγάλη διάφορα συντελεστών διαστολής, στερεωμένα ακλόνητα μεταξύ τους. Το ένα άκρο του συστήματος βρίσκεται ακλόνητα στερεωμένο στο όργανο ενώ το άλλο παραμένει ελεύθερα συνδεδεμένο με το προαναφερθέν σύστημα μοχλών που καταλήγει στη γραφίδα. Με αυτόν τον τρόπο κάθε μεταβολή της θερμοκρασίας προκαλεί αλλαγή στην καμπυλότητα του διμεταλλικού ελάσματος και μέσω των μοχλών μεταδίδεται στο στέλεχος και την γραφίδα που καταγράφει συνεχώς πάνω στη βαθμολογημένη ταινία που περιβάλλει τον κύλινδρο. Η χρονική σταθερά του θερμογράφου είναι περίπου 20-30 δευτερόλεπτα ενώ η μέγιστη ακρίβεια είναι περίπου 0.2-0.3 °C για θερμοκρασίες άνω των 0 °C. Από τα μειονεκτήματα του θερμογράφου είναι η γήρανση που παρουσιάζει το διμεταλλικό έλασμα (δείκτης) οπότε χάνεται η ακρίβεια με το πέρασμα του χρόνου. Ταυτόχρονα αποκρίνεται αργά στις μεταβολές της θερμοκρασίας.

Η απαιτούμενη ακρίβεια των μετρήσεων της θερμοκρασίας του αέρα είναι 0.1 °C για τα κοινά θερμόμετρα και 0.5 °C για τα θερμόμετρα ακραίων τιμών. Επίσης υπάρχουν και θερμόμετρα τα οποία στηρίζονται στο γεγονός ότι η ηλεκτρική αντίσταση ενός υλικού μεταβάλλεται σε συνάρτηση με την θερμοκρασία. Τα θερμόμετρα αυτά ονομάζονται θερμόμετρα ηλεκτρικής αντίστασης και κατασκευάζονται από μέταλλα υψηλής καθαρότητας (χαλκός, νικέλιο, λευκόχρυσος) ή από μείγμα διάφορων οξειδίων μετάλλων.

2.2.1 Μέτρηση θερμοκρασίας εδάφους

Για την μέτρηση της θερμοκρασίας εδάφους χρησιμοποιούνται θερμόμετρα. Τα όργανα αυτά διακρίνονται σε θερμόμετρα επιφάνειας εδάφους και σε θερμόμετρα βάθους. Τα θερμόμετρα εδάφους τοποθετούνται στον περίβολο του μετεωρολογικού σταθμού και προς νότο συνήθως, και σε έδαφος οριζόντιο, χωρίς κλίση. Για την θερμοκρασία της επιφάνειας του εδάφους χρησιμοποιούνται μέγιστο και ελάχιστο βαθμό θερμόμετρα όμοια με τα ακροβαθμια θερμόμετρα για την μέτρηση του αέρα. Η μέτρηση γίνεται σε δυο επιφάνειες γυμνού και χλοερού (με χόρτα) εδάφους.

Τα θερμόμετρα βάθους είναι υδραργυρικά. Το κάθε ένα από αυτά αποτελείται από δυο τμήματα. Το ένα τμήμα βρίσκεται έξω από το έδαφος και μοιάζει με ένα θερμόμετρο αέρα και το άλλο τμήμα του βυθίζεται μέσα στο έδαφος και σε βάθη που κυμαίνονται από μερικά εκατοστά μέχρι ένα μετρώ.

2.2.2 Προσδιορισμός της διεύθυνσης και της ταχύτητας του άνεμου

Τα όργανα που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της διεύθυνσης του άνεμου ονομάζονται ανεμοδείκτες. Ο πιο συνηθισμένος ανεμοδείκτης αποτελείται από μια κατακόρυφη σιδερένια ράβδο που στο άκρο της φέρει κάθετα ένα μεταλλικό στέλεχος. Στο ένα άκρο αυτού του στελέχους υπάρχουν ένα η δυο μεταλλικά ελάσματα που σχηματίζουν μεταξύ τους γωνιά 20 μοίρες περίπου. Στο άλλο άκρο καταλήγει ένας δείκτης. Κατά την πνοή του άνεμου ασκείται πίεση πάνω στα ελάσματα με αποτέλεσμα το βέλος να στρέφεται προς τη διεύθυνση του άνεμου. Η διεύθυνση του άνεμου είναι δυνατόν να καταγράφεται σε ταινία. Στην περίπτωση αυτή ο ανεμοδείκτης λέγεται αυτογραφικός.

Όσον αφορά την ταχύτητα (ένταση) του άνεμου, αυτή προσδιορίζεται με όργανα που λέγονται ανεμόμετρα. Τα πιο συνηθισμένα ανεμόμετρα είναι τα ανεμόμετρα ταχύτητας και τα ανεμόμετρα πίεσης. Η λειτουργία των ανεμόμετρων ταχύτητας στηρίζεται στην αρχή της διαφοράς πίεσης που προκαλεί ο άνεμος στις κοίλες και τις κυρτές επιφάνειες μεταλλικών ελαφρών κυπέλλων. Ένα τέτοιο ανεμόμετρο αποτελείται από έναν κατακόρυφο άξονα στην άκρη του οποίου περιστρέφεται ένας μύλος με 3 ή 4 ακτίνες που η κάθε μια καταλήγει σε ένα μεταλλικό ελαφρύ κύπελλο. Έτσι το ανεμόμετρο περιστρέφεται ανεξάρτητα από την διεύθυνση του άνεμου. Το σύστημα συνδέεται με έναν μετρητή που χρησιμεύει για τον υπολογισμό της ταχύτητας άνεμου. Είναι δυνατόν η ταχύτητα του άνεμου να καταγράφει συνεχώς σε χάρτινη ταινία και τότε τα ανεμόμετρα γίνονται αυτογραφικά και ονομάζονται ανεμογράφοι. Η τοποθέτηση των ανθρωπομετρικών οργάνων (ανεμοδείκτες, ανεμόμετρα) γίνεται σε έδαφος με ανοικτό ορίζοντα και σε ύψος 8-10 μέτρων πάνω σε ιστό, έτσι ώστε να μην παρεμποδίζεται η κίνηση του άνεμου. Η ταχύτητα του άνεμου μετριέται σε μέτρα ανά δευτερόλεπτα ή σε χιλιόμετρα ανά ώρα.

2.2.3 Μέτρηση ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων

Τα όργανα που χρησιμοποιούνται για την μέτρηση της βροχής λέγονται βροχόμετρα. Τα πιο εύχρηστο και απλό βροχόμετρο είναι ογκομετρικό. Αυτό αποτελείται από ένα κυλινδρικό μεταλλικό δοχείο, ύψους περίπου 40 εκατοστών και διαμέτρου 20-30 εκατοστών, κλειστό από το κάτω μέρος. Το άλλος μέρος του δοχείου είναι ανοικτό και αποτελεί την επιφάνεια συλλογής της βροχής. Τα ύδατα που συγκεντρώνονται μετρώντας με ογκομετρικό

σωλήνα που έχει κατάλληλη βαθμονόμηση σε χιλιοστά ύψους βροχής. Το αποτέλεσμα της μέτρησης αυτής δίνει το ύψος της βροχόπτωσης. Επίσης ένας άλλος τύπος βροχόμετρου είναι το δέκα-πλασιαστικό βροχόμετρο. Αυτό αποτελείται από ένα δοχείο με γνωστή οριζόντια επιφάνεια που συλλέγει τη βροχή. Στη συνέχεια το νερό της βροχής εισέρχεται σε ογκομετρικό σωλήνα. Από τη γνώση του λόγου της επιφάνειας συλλογής του δοχείου, που είναι συνήθως δεκαπλάσια, υπολογίζεται το ύψος της βροχής σε χιλιοστά. Αν υπάρχει και διάταξη που να αποταμιεύει το βρόχινο νερό, τότε το βροχόμετρο μεταβαπτίζεται σε αθροιστικό.

Τα όργανα με τα οποία επιτυγχάνεται η συνεχής εγγραφή της ποσότητας της βροχής λέγονται βροχογράφοι. Η λεκάνη συλλογής ύδατος ενός βροχογράφου είναι παρόμοια με εκείνη του ογκομετρικού βροχόμετρου. Στον βροχογράφο, το νερό της βροχής που συγκεντρώνεται δεν μετρείται με ογκομετρικό σωλήνα άλλα αποθηκεύεται σε ειδικό κυλινδρικό δοχείο. Στο βρόχινο νερό επιπλέει πλωτήρας με κατακόρυφο άξονα, του οποίου στέλεχος συνδέεται κατάλληλα με γραφίδα. Αύξηση της ποσότητας της βροχής έχει σαν αποτέλεσμα το ανέβασμα του πλωτήρα και την καταγραφή από την γραφίδα μεγαλύτερων τιμών βροχής. Ένα σιφόνι, κατάλληλα προσαρμοσμένο στο κυλινδρικό δοχείο αποθήκευσης του βρόχινου νερού, μπορεί να εκκενώσει το δοχείο όταν η ποσότητα του νερού στο σωλήνα είναι τέτοια ώστε η γραφίδα να δείχνει το μηδέν της κλίμακας. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να εξακολουθεί η καταγραφή της συνεχιζόμενης βροχόπτωσης η να καταγράφει μια νέα βροχόπτωση. Με τους βροχογράφους λαμβάνονται στοιχεία για την έναρξη, τη λήξη και την ένταση της βροχής (το πόσο της βροχής στη μονάδα του χρόνου).

Για την αξιοπιστία των μετρήσεων του βρόχινου νερού θα πρέπει:

- 1) Η επιφάνεια συλλογής των οργάνων να μην είναι πολύ μικρή, γιατί οι κινήσεις του αέρα μπορεί να εμποδίσουν την είσοδο μερικών σταγόνων στο δοχείο.
- 2) Η τοποθεσία εγκατάστασης των οργάνων να είναι απαλλαγμένη από εμπόδια και να επιτρέπει την κανονική πτώση της βροχής. Τα όργανα με τα οποία εξασφαλίζεται η μέτρηση του νερού που προέρχεται είτε από βροχή είτε από χιόνι ή χαλάζι κ.λπ., ονομάζονται χρονόμετρα. Σε ότι αφορά το χιόνι, είναι αρκετά δύσκολο να γίνουν ακριβείς μετρήσεις, γιατί οι ελαφρές νιφάδες παρασύρονται εύκολα από τον άνεμο. Επιπλέον σε αντιπροσωπευτικές τοποθεσίες γίνεται και μέτρηση του βάθους του χιονιού.

2.2.4 Μέτρηση ηλιοφάνειας και ακτινοβολίας

Η διάρκεια της ηλιοφάνειας είναι το χρονικό διάστημα στο οποίο η άμεση ηλιακή ακτινοβολία φθάνει ελεύθερα στην επιφάνεια του εδάφους, ή το χρονικό διάστημα της ημέρας που ο ήλιος είναι ορατός από τη γη. Τα όργανα με τα οποία μετρείται η διάρκεια ηλιοφάνειας ονομάζονται ηλιογράφοι. Ο πιο γνωστός τύπος ηλιογράφου είναι ο ηλιογράφος Campell Stores. Ο τύπος αυτός είναι και πιο εύχρηστος, αποτελείται από σφαίρα γυάλινη και διάφανη διάμετρο 10cm τοποθετημένη σταθερά σε μια βάση. Πίσω από την σφαίρα προσαρμόζεται ειδική υποδοχή κατάλληλη για την τοποθέτηση χάρτινων ταινιών στις οποίες καταγράφεται η διάρκεια ηλιοφάνειας. Η θερμική ακτινοβολία του ηλίου που συγκεντρώνεται από την γυάλινη σφαίρα καίει την ταινία, δημιουργώντας μια συνεχή γραμμή όταν ο ήλιος είναι συνεχώς ακάλυπτος από νέφη. Η ταινία του ηλιογράφου αντικαθίσταται κάθε μέρα στις 20:00 τοπική ώρα.

2.2.5 Μέτρηση της υγρασίας

Τα χρησιμοποιούμενα όργανα για τον προσδιορισμό της υγρασίας λέγονται υγρόμετρα. Αυτό διακρίνονται σε υγρόμετρα απλής ένδειξης και σε αυτογραφικά υγρόμετρα. Τα όργανα μέτρησης της υγρασίας τοποθετούνται μέσα στον μετεωρολογικό κλωβό. Ένας τύπος υγρομέτρου είναι το ψυχρόμετρο August. Αυτό αποτελείται από ένα ζευγάρι όμοιων υδραργυρικών θερμομέτρων που στεριώνονται κατακόρυφα και σε απόσταση περίπου 10 εκατοστών. Το θερμομέτρο August δεν παρουσιάζει ικανοποιητική ακρίβεια για θερμοκρασίες υγροί θερμομέτρου μικρότερες του μηδέν. Γενικά δεν υπάρχει απλό εύχρηστο όργανο που μετράει με ακρίβεια την υγρασία του αέρα σε όλες τις ατμοσφαιρικές συνθήκες.

2.2.6 Μέτρηση της εξάτμισης

Εκείνο που μετριέται σε μια παρατήρηση είναι η ταχύτητα εξάτμισης, δηλαδή το πόσο του νερού που γίνεται υδρατμός στη μονάδα του χρόνου από μια υγρή επιφάνεια. Η μέτρηση της εξάτμισης γίνεται ογκομετρικά ή σταθμικά. Η μέτρηση της εξάτμισης σταθμικά ουσιαστικά ζυγίζει το νερό που εξατμίστηκε από τη λεκάνη του οργάνου. Το όργανο είναι κατά τέτοιο τρόπο βαθμολογημένο ώστε να παρέχει την εξάτμιση σε χιλιοστά. Τα όργανα μέτρησης της εξάτμισης ονομάζονται εξατμισήμετρα. Η συνεχής καταγραφή των τιμών της εξάτμισης επιτυγχάνεται με όργανα που λέγονται εξατμισιογράφοι.

2.2.7 Μέτρηση της ατμοσφαιρικής πίεσης

Η ατμόσφαιρα είναι ένα στρώμα αερίων με ύψος μεγαλύτερο από 1.000 χιλιόμετρα που πιέζει τόσο τα σώματα που βρίσκονται μέσα σε αυτό όσο και τις ίδιες της ατμοσφαιρικές στοιβάδες. Με άλλα λόγια κάθε επιφάνεια που βρίσκεται στο έδαφος ή σε κάποιο ύψος από αυτό δέχεται την επίδραση του βάρους της υπερκείμενης αέριας στήλης με αποτέλεσμα να ασκείται σε μονάδα επιφάνειας μια δύναμη ονομάζεται ατμοσφαιρική πίεση ή βαρομετρική πίεση. Τα όργανα μέτρησης των μεταβολών της ατμοσφαιρικής πίεσης λέγονται βαρόμετρα. Αυτά διακρίνονται στα υδραργυρικά και στα μεταλλικά. Αν τα βαρόμετρα συνδεθούν με σύστημα καταγραφής των αυξομειώσεων της ατμοσφαιρικής πίεσης τότε έχουμε τους βαρογράφους.

2.2.8 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (G.I.S.)

Ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών ΓΣΠ (GEOGRAFICAL INFORMATION SYSTEMS GIS), είναι ένα δυναμικό εργαλείο συλλογής, αποθήκευσης, διαχείρισης, ανάκτησης, μετασχηματισμού και απεικόνισης χωρικών δεδομένων από τον πραγματικό κόσμο. Η λειτουργία των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών στηρίζεται σε μια βάση δεδομένων η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί από διάφορους χρήστες για την κάλυψη πληροφοριακών αναγκών. Η βάση αυτή αποτελείται από μια σειρά πληροφοριακών επίπεδων τα οποία αφορούν την ίδια γεωγραφική περιοχή. Το καθένα από τα επίπεδα αυτά περιλαμβάνει είτε μη επεξεργασμένα δεδομένα, όπως τοπογραφικά δορυφορικά κλπ., είτε θεματικές πληροφορίες όπως είδος βλάστησης, τύπος εδαφών, κλίση και έκθεση του ανάγλυφου, αποτελέσματα ταξινόμησης διαφορικών δεδομένων, κλπ. Όλα όμως τα παραπάνω είναι αυστηρά προσανατολισμένα σε ένα γεωγραφικό σύστημα, ώστε να καθίσταται δυνατός ο συνδυασμός ορισμένων από αυτά, ανάλογα με τις επιθυμίες του χρήστη. Θα πρέπει να τονιστεί ότι όλα τα δεδομένα και οι πληροφορίες είναι σε

ψηφιακή μορφή και η επεξεργασία τους γίνεται με δικά τους προγράμματα. Τα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από εξής υποσυστήματα:

1. Συλλογή και κωδικοποίηση των δεδομένων. Τα δεδομένα που αποθηκεύονται σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών προέρχεται από διάφορες πηγές (πχ χάρτες, αεροφωτογραφίες, δορυφορικές φωτογραφίες, εικόνες, πίνακες, κλπ.), αναφέρονται σε διαφορετικές θέσεις και χρονικές στιγμές και μπορεί να βρίσκονται σε αναλογική ή ψηφιακή μορφή.
2. Αποθήκευση και ανάκτηση των δεδομένων. Η διοίκηση γενικά των χρονιάρικων δεδομένων ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών γίνεται με τη χρήση ενός Συστήματος Διοίκησης Βάσεων Δεδομένων (Java dBase Management System, DBMS), που επιτρέπει γρήγορα εντοπισμό τους από τον χρήστη για ανάλυση, ακριβή αναβάθμιση και διόρθωση.
3. Χειρισμός και επεξεργασία των δεδομένων. Μερικές από τις επεξεργασίες είναι μετατροπείς στις δομές των δεδομένων, γεωμετρικές πράξεις στα χωρικά δεδομένα (στροφή υπό κάποια γωνιά, αλλαγή της κλίμακας, αλλαγή του συστήματος συντεταγμένων, κλπ), τοπογραφική ανάλυση των δεδομένων (γειτονικά χαρακτηριστικά, σύνδεσμοι, λανθασμένα χαρακτηριστικά, κλπ) στατιστική ανάλυση και γεωστατιστική ανάλυση, μετρήσεις γραμμών και τάξεων, ανάλυση χωρικών και μη δεδομένων.
4. Παρουσίαση των δεδομένων. Παρουσίαση των αποτελεσμάτων των επεξεργασιών σε χάρτες ή και πίνακες σε μια ποικιλία από μέσα όπως χαρτί, διαφάνειες, οθόνες, μαγνητικά μέσα με χρήση συσκευών όπως εκτυπωτές ακίδων, laser, inkjet.

Οι λειτουργίες των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών πρέπει να υποστηρίζουν τις πιο σημαντικές μεθόδους και τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την συλλογή των δεδομένων από όλες τις απόψεις (γεωμετρία, τοπολογία, θεματικός χώρος και μεταδιδόμενα δεδομένα). Παραδείγματα αποτελούν η διανυσματική ψηφιοποίηση των ήδη υπαρχόντων χαρτών σε διάφορες αναλύσεις και διάφορα βάθη χρώματος, η χειροκίνητη εισαγωγή δεδομένων από ιδιότητες και μεταδιδόμενων δεδομένων, η συλλογή δεδομένων GPS για τον υπολογισμό της γεωμετρίας των αντικειμενικότητας αν το GIS χρησιμοποιείται στο ύπαιθρο.

Τα interface που επιτρέπουν την εισαγωγή των χωρικών δεδομένων από ξένα συστήματα και που είναι εύκολα στη χρήση και καλά τεκμηριωμένα είναι εξίσου σημαντικά, όπως τα γεωμετρικά δεδομένα που προέρχονται από ένα CAD, ή ένα χαρτογραφικό σύστημα ή ένα άλλο Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών, τα δεδομένα ιδιοτήτων που προέρχονται από εμπορικές βάσεις δεδομένων και τα δεδομένα από τηλεπισκόπηση που προέρχονται από συστήματα επεξεργασίας εικόνας.

Το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών πρέπει να μπορεί να εκτελεί τις ίδιες βασικές λειτουργίες διατήρησης των δεδομένων που εκτελεί μια βάση δεδομένων, ωστόσο, όχι μόνο για τα δεδομένα από ιδιότητες αλλά επίσης για τα γεωμετρικά και τοπολογικά δεδομένα. Έτσι, πρέπει να έχει λειτουργίες αρχείου (π.χ. Εισαγωγή, αντιγραφή, διαγραφή, μεταβολές σε αντικείμενα και ιδιότητες), γεωμετρικές τοπολογίες και θεματικές λειτουργίες εύρεσης σε σχέση με οποιαδήποτε ανάγκη του χρήστη, βασικές λειτουργίες παρουσίασης των δεδομένων (σε πίνακες, χάρτες ή καθορισμένες από τον χρήστη διατάξεις) και ανανέωση των γεωμετρικών δεδομένων και των ιδιοτήτων χρησιμοποιώντας τη συντήρηση του προγράμματος. Τέλος πρέπει να εκτελεί

και ελέγχους ασφάλειας για την πρόσβαση στα δεδομένα και για την προστασία της ακεραιότητας των δεδομένων.

Οι μέθοδοι για την ανάλυση και τη μοντελοποίηση των χωρικών δεδομένων αποτελούν την πιο σημαντική τάξη λειτουργιών των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Εκεί βρίσκεται η πραγματική δύναμη των ΓΣΠ και οι βασικές διαφορές ανάμεσα στα ΓΣΠ και τα άλλα συστήματα πληροφοριών. Τα εργαλεία ανάλυσης των ΓΣΠ είναι:

1. Γεωμετρική ανάλυση.
2. Τοπολογική ανάλυση.
3. Στατιστική ανάλυση
4. Συνδυασμός του ΓΣΠ με μοντέλα χωρικής αναφοράς.

Ο χρήστης του ΓΣΠ θα πρέπει να παράγει πρωτογενή και δευτερογενή δεδομένα και αποτελέσματα της ανάλυσης του ΓΣΠ χρησιμοποιώντας μια ή συνδυασμό των παρακάτω μεθόδων:

1. Αλφαριθμητική ποσοτικοποίηση με την μορφή κείμενων και πινάκων.
2. Γραφική ποσοτικοποίηση με διαγράμματα.
3. Χαρτογραφική ποσοτικοποίηση με μορφή στατικών, δυναμικών, animation, χαρτών.
4. Προσομοιωμένη ποσοτικοποίηση τρισδιάστατων αντικείμενων σε μέσω δυο διαστάσεων (οθόνη).
5. Παρουσιάσεις multimedia (κείμενο, γραφικά, χάρτες, εικόνες, βίντεο).
6. Εικονική πραγματικότητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3-ΠΛΗΡΗΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

Η γεωργική παράγωγη εξαρτάται από παράγοντες που σχετίζονται τόσο με κληρονομικό δυναμικό του φυτού όσο με το περιβάλλον. Οι παράγοντες του περιβάλλοντος (διοξείδιο του άνθρακα, θερμότητα, υγρασία) είναι απαραίτητο να ρυθμιστούν σωστά όταν έχουμε να επιτύχουμε μεγιστοποίηση και προγραμματισμό της παράγωγης αλλά και βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων.

Με το θερμοκήπιο περιορίζεται το μέγεθος του ελεύθερου φυσικού χώρου και παρέχεται η δυνατότητα προγραμματισμένης και προβλέψιμης παραγωγής. Σε ένα θερμοκήπιο είναι δυνατό να ρυθμιστούν όλοι οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που επιδρούν στην αύξηση και ανάπτυξη των φυτών όταν αυτό είναι σχεδιασμένο και εξοπλισμένο σύμφωνα με την σύγχρονη τεχνολογία.

3.1 Συστήματα ελέγχου κλίματος στο θερμοκήπιο

Σημαντικό ρόλο στην σωστή ανάπτυξη των καλλιεργειών του θερμοκηπίου παίζει το περιβάλλον, δηλαδή οι κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν σε αυτό. Για τον έλεγχο τους και τον καθορισμό του σωστού κλίματος χρησιμοποιούνται διάφορα συστήματα ελέγχου, τα οποία είναι:

- Σύστημα ελέγχου φωτισμού,
- Σύστημα θέρμανσης,
- Σύστημα εξαερισμοί και ψύχρανσης,
- Σύστημα παράγωγης CO₂.

Τα παραπάνω συστήματα λειτουργούν με διάφορους τρόπους και χρησιμοποιούν διάφορες τεχνικές ανάλογα με τις ανάγκες των παράγωγων, με το κόστος, το είδος καλλιεργειών, κτλ.

3.2 Σύστημα ελέγχου του φωτισμού

Το σύστημα ελέγχου φωτός την ημέρα καθορίζει το ποσοστό του φωτός που θα εισέλθει σε περίπτωση που υπάρχει μεγάλη ακτινοβολία φωτός, και τη νύχτα δημιουργεί συνθήκες τεχνητού φωτισμοί για να συνεχίζεται η φωτοσύνθεση.

Για την μείωση της έντασης του φωτισμού χρησιμοποιούνται κουρτίνες με διάφορους βαθμούς διαπερατότητας του φωτός. Μπορεί να είναι είτε κινούμενες έτσι ώστε να κανονίζεται ο χρόνος που επιδρούν πάνω στην καλλιέργεια είτε σταθερές για να προσφέρουν μόνιμη προστασία σε περιοχές με ισχυρή ηλιακή ακτινοβολία. Επίσης κάποιος χρωματισμός του καλύμματος του θερμοκηπίου θα μείωνε αρκετά την ακτινοβολία. Για την υλοποίηση τεχνητού φωτισμού χρησιμοποιούνται ειδικοί λαμπτήρες που υποκαθιστούν τις ιδιότητες του ηλιακού φωτός. Οι λαμπτήρες αυτοί μπορεί να είναι λαμπτήρες πυρακτώσεως, κοινοί λαμπτήρες φωτισμού, λαμπτήρες Grolux, λαμπτήρες υδράργυρου υψηλής πίεσης ή λαμπτήρες υψηλής και χαμηλής πίεσης Νατρίου. Οι λαμπτήρες χωρίζονται σε δυο κατηγορίες ανάλογα με το αν η χρήση τους

προορίζεται για αύξηση της διάρκειας της ημέρας ή αποκλειστικά για φωτοσύνθεση.

3.3 Σύστημα θέρμανσης

Όπως γνωρίζουμε, η ηλιακή ακτινοβολία είναι η βασικότερη πηγή θερμότητας για το θερμοκήπιο. Το σύστημα θέρμανσης χρησιμοποιείται για να διατηρηθεί η θερμοκρασία του θερμοκηπίου σε ανεκτά επίπεδα, όταν η εξωτερική θερμοκρασιακή είναι χαμηλή, δηλαδή κατά τους χειμερινούς μήνες, ή όταν το περιβάλλον δεν μπορεί να ανταποκριθεί στις ανάγκες των φυτών για θερμότητα. Οι τρόποι που χρησιμοποιούνται για την θέρμανση του θερμοκηπίου ποικίλουν ανάλογα με της ανάγκες του παράγωγου, την τοποθεσία του θερμοκηπίου κτλ. Ωστόσο κάθε σύστημα θέρμανσης πρέπει να πληροί τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Να παρέχει στις καλλιέργειες την κατάλληλη θερμοκρασία.
- Να διανέμει ομοιόμορφα τη θερμότητα μέσα στο θερμοκήπιο.
- Να μην μολύνει τον αέρα του θερμοκηπίου με καυσαέρια.
- Να λειτουργεί οικονομικά και αποδοτικά.

Τα κυριότερα συστήματα θέρμανσης που χρησιμοποιούνται στα θερμοκήπια είναι τα:

- Εξωτερικός καυστήρας με νερό.
- Εσωτερικός καυστήρας

3.4 Σύστημα εξαερισμού και ψύχρανσης

Το σύστημα εξαερισμού και ψύχρανσης έχει ως σκοπό τη ρύθμιση της θερμοκρασίας και της υγρασίας του αέρα σε ανεκτά επίπεδα για τα φυτά. Όπως έχει ειπωθεί για να έχουμε μεγίστη απόδοση των καλλιεργήσιμων ενός θερμοκηπίου καθώς και υψηλή ποιότητα προϊόντων, θα πρέπει να ελέγχουμε προσεκτικά την θερμοκρασία στο θερμοκήπιο. Έτσι θα πρέπει να περιορίζεται η υπερβολική θερμοκρασία στο εσωτερικό του, να μειώνεται η σχετική υγρασία του αέρα και να μεταφέρονται μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα από το περιβάλλον στο θερμοκήπιο. Όλα αυτά εξασφαλίζονται με εάν κατάλληλο εξαερισμό.

Επίσης μια άλλη λειτουργία του εξαερισμού είναι η αποβολή επιβλαβών αερίων που παράγονται από διάφορες αιτίες, όπως τα λιπάσματα, το σύστημα θέρμανσης, οι διάφορες αντιδράσεις κτλ. Η απαίτηση για εξαερισμό καθώς και ο τρόπος εξαερισμού του θερμοκηπίου εξαρτάται από την εποχή του χρόνου. Το χειμώνα ο βασικός σκοπός του εξαερισμού είναι η ομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας στο χωρά των φυτών με ανάδευση του αέρα του θερμοκηπίου. Ο ψυχρός αέρας που εισέρχεται στο θερμοκήπιο πρέπει να αναμειχθεί με τον εσωτερικό αέρα που είναι θερμότερος, πριν έρθει σε επαφή με τα φυτά γιατί αλλιώς θα δημιουργηθούν προβλήματα κακής ανάπτυξης. Το καλοκαίρι ο βασικός στόχος είναι η μείωση της υψηλής θερμοκρασιακής που αναπτύσσεται στο εσωτερικό του θερμοκηπίου από την ισχυρή ηλιακή ακτινοβολία.

Τα συστήματα εξαερισμού που χρησιμοποιούνται χωρίζονται σε δυο κατηγορίες:

- 1) Συστήματα φυσικού εξαερισμού.

2) Συστήματα τεχνητού εξαερισμού.

Έκτος από τα συστήματα εξαερισμοί για την μείωση της θερμοκρασίας χρησιμοποιείται και το σύστημα ψύχρανσης. Μια τεχνική είναι η εξάτμιση νερού. Για την εξάτμιση απορροφάται ενέργεια από την ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα να μειώνεται η θερμοκρασία της και ταυτόχρονα να αυξάνεται η υγρασία της. Επίσης άλλα μέσα που χρησιμοποιούνται για την μείωση της θερμοκρασιακός και την αύξηση της υγρασίας του περιβάλλοντος είναι το βρέξιμο του εδάφους των διαδρόμων και των υλικών κάλυψης του θερμοκηπίου με νερό, η σκίαση του θερμοκηπίου, ο εμπλουτισμός του αέρα του θερμοκηπίου με CO₂, η ύγρανση του αέρα του θερμοκηπίου με ειδικούς υγραντήρες οι οποίοι παράγουν ομίχλη και τη διανέμουν στον αέρα.

Ένα από τα συνηθέστερα συστήματα ψύξης είναι η υδρογόνωση. Σύμφωνα με αυτό το σύστημα το υπόστρωμα ριζοβολώντας των μοσχευμάτων θερμαίνεται ενώ το υπέργιο ψεκάζεται περιοδικά με νερό ώστε να διατηρείται υγρό και δροσερό. Με τη θέρμανση του εδάφους ευνοείται ο σχηματισμός πρόωρων καλών ριζών. Με τον ψεκασμό του νερού εμποδίζεται η απώλεια υγρασίας από τα φυτά. Το σύστημα της υδρογόνωσης αποτελείται από τις αντιστάσεις θέρμανσης του υποστρώματος, το πιεστικό δοχείο με τα μπεκ ψεκασμοί του νερού, το τεχνητό ή ηλεκτρονικό φύλλο το οποίο ρυθμίζει τη συχνότητα ψεκασμοί και τις ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες που διακόπτουν ή ενεργοποιούν τον ψεκασμό.

3.5 Σύστημα παράγωγης CO₂

Η παράγωγή CO₂ έχει σαν σκοπό την αύξηση της παράγωγης της καλλιέργειας με τον εμπλουτισμό της ατμόσφαιρας του θερμοκηπίου με CO₂. Οι κυρίες τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την παράγωγή CO₂ είναι οι παρακάτω:

- a) Καύση προπανίου ή πετρελαίου σε καυστήρες τελείας καύσης CO₂.
- b) Εξάτμιση υγρού CO₂.
- c) Εξάχνωση στερεού CO₂ (ξηρός πάγος).

Η ποσότητα του CO₂ που παράγεται με τις παραπάνω τρόπους πρέπει να έχει την κατάλληλη συγκέντρωση έτσι ώστε να μην μολύνει το περιβάλλον του θερμοκηπίου και να διανέμεται ομοιόμορφα σε όλο το θερμοκήπιο στο ύψος που αναπτύσσονται τα φυτά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4-ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

4.1 Arduino Uno r3

Το Arduino είναι ένας μικροελεγκτής μονής πλακέτας, δηλαδή μια απλή μητρική πλακέτα ανοικτού κώδικα με ενσωματωμένο μικροελεγκτή και εισόδους/εξόδους, η οποία μπορεί να προγραμματιστεί με τη γλώσσα Wiring (ουσιαστικά πρόκειται για τη γλώσσα προγραμματισμού C++ και ένα σύνολο από βιβλιοθήκες, υλοποιημένες επίσης στην C++). Το Arduino μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη ανεξάρτητων διαδραστικών αντικειμένων αλλά και να συνδεθεί με υπολογιστή μέσω προγραμμάτων σε Processing, Max/MSP, Pure Data, SuperCollider. Οι περισσότερες εκδόσεις του Arduino μπορούν να αγοραστούν προ-συναρμολογημένες· το διάγραμμα και πληροφορίες για το υλικό είναι ελεύθερα διαθέσιμα για αυτούς που θέλουν να συναρμολογήσουν το Arduino μόνοι τους.

Το 2005 ένα σχέδιο ξεκίνησε προκειμένου να φτιαχτεί μία συσκευή για τον έλεγχο προγραμμάτων διαδραστικών σχεδίων από μαθητές, η οποία θα ήταν πιο φθηνή από άλλα πρωτότυπα συστήματα διαθέσιμα εκείνη την περίοδο. Οι ιδρυτές Massimo Banzì και David Cueartielles ονόμασαν το σχέδιο από τον Arduino της Ivrea και ξεκίνησαν να παράγουν πλακέτες σε ένα μικρό εργοστάσιο στην Ιβρέα, κωμόπολη της επαρχίας του Τορίνο στην περιοχή Πεδεμόντιο της βορειοδυτικής Ιταλίας - την ίδια περιοχή στην οποία στεγαζόταν η εταιρία υπολογιστών Olivetti. Το σχέδιο του Arduino είναι μία διακλάδωση της πλατφόρμας Wiring για λογισμικό ανοικτού κώδικα και προγραμματίζεται χρησιμοποιώντας μια γλώσσα βασισμένη στο Wiring (σύνταξη και βιβλιοθήκες), παρόμοια με την C++, με απλοποιήσεις και αλλαγές, καθώς και ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE). Μία πλακέτα Arduino αποτελείται από ένα μικροελεγκτή Atmel AVR (ATmega328 και ATmega168 στις νεότερες εκδόσεις, ATmega8 στις παλαιότερες) και συμπληρωματικά εξαρτήματα για την διευκόλυνση του χρήστη στον προγραμματισμό και την ενσωμάτωσή του σε άλλα κυκλώματα. Όλες οι πλακέτες περιλαμβάνουν ένα γραμμικό ρυθμιστή τάσης 5V και έναν κρυσταλλικό ταλαντωτή 16MHz (ή κεραμικό αντηχείο σε κάποιες παραλλαγές). Ο μικροελεγκτής είναι από κατασκευής προγραμματισμένος με ένα bootloader, έτσι ώστε να μην χρειάζεται εξωτερικός προγραμματιστής. Τωρινά Arduino προγραμματίζονται μέσω USB· αυτό καθίσταται δυνατό μέσω της εφαρμογής προσαρμοστικών chip USB-to-Serial όπως το FTDI FT232.

Ο ATmega328 διαθέτει ενσωματωμένη μνήμη τριών τύπων:

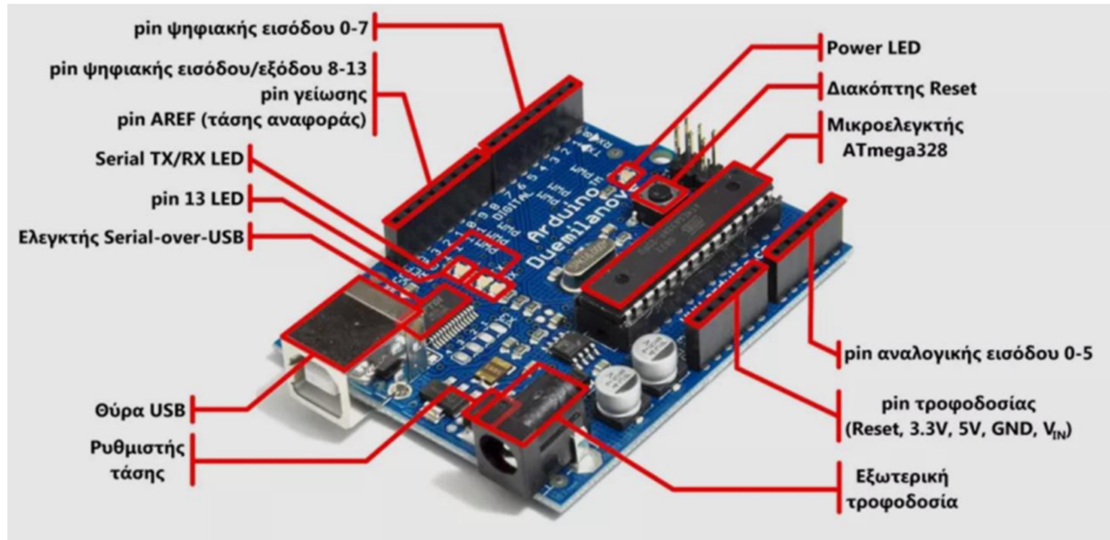
- 2Kb μνήμης SRAM που είναι η ωφέλιμη μνήμη που μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα προγράμματά σας για να αποθηκεύουν μεταβλητές, πίνακες κ.λπ. κατά το runtime. Όπως και σε έναν υπολογιστή, αυτή η μνήμη χάνει τα δεδομένα της όταν η παροχή ρεύματος στο Arduino σταματήσει ή αν γίνει reset.
- 1Kb μνήμης EEPROM η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για «ωμή» εγγραφή/ανάγνωση δεδομένων (χωρίς datatype) ανά byte από τα προγράμματά σας κατά το runtime. Σε αντίθεση με την SRAM, η EEPROM δεν χάνει τα περιεχόμενά της με απώλεια τροφοδοσίας ή reset οπότε είναι το ανάλογο του σκληρού δίσκου.
- 32Kb μνήμης Flash, από τα οποία τα 2Kb χρησιμοποιούνται από το firmware του Arduino που έχει εγκαταστήσει ήδη ο κατασκευαστής του.

Το firmware αυτό που στην ορολογία του Arduino ονομάζεται bootloader είναι αναγκαίο για την εγκατάσταση των δικών σας προγραμμάτων στον μικροελεγκτή μέσω της θύρας USB, χωρίς δηλαδή να χρειάζεται εξωτερικός hardware programmer. Τα υπόλοιπα 30Kb της μνήμης Flash χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση αυτών ακριβώς των προγραμμάτων, αφού πρώτα μεταγλωττίζονται στον υπολογιστή σας. Η μνήμη Flash, όπως και η EEPROM δεν χάνει τα περιεχόμενά της με απώλεια τροφοδοσίας ή reset. Επίσης, ενώ η μνήμη Flash υπό κανονικές συνθήκες δεν προορίζεται για χρήση runtime μέσα από τα προγράμματά σας, λόγω της μικρής συνολικής μνήμης που είναι διαθέσιμη σε αυτά (2Kb SRAM + 1Kb EEPROM), έχει σχεδιαστεί μια βιβλιοθήκη που επιτρέπει την χρήση όσου χώρου περισσεύει (30Kb μείον το μέγεθος του προγράμματός σας σε μεταγλωττισμένη μορφή).

Κάποιες παραλλαγές, όπως το Arduino mini και το ανεπίσημο Boarduino, χρησιμοποιούν ένα αφαιρούμενο USB-to-Serial καλώδιο ή board, Bluetooth ή άλλες μεθόδους. (Όταν χρησιμοποιείται με παραδοσιακά εργαλεία microcontroller αντί για το Arduino IDE, χρησιμοποιείται πρότυπος προγραμματισμός AVR ISP). Ο πίνακας Arduino εκθέτει τα περισσότερα microcontroller I/O pins για χρήση από άλλα κυκλώματα. Τα Diecimila, Duemilanova και το τρέχον Uno παρέχουν 14 ψηφιακά I/O pins, έξι από τα οποία μπορούν να παράγουν pulse-width διαμορφωμένα σήματα, και έξι αναλογικά δεδομένα. Αυτά τα pins βρίσκονται στην κορυφή του πίνακα μέσω female headers 0.1 ιντσών (2.2 mm). Διάφορες εφαρμογές ασπιδων plug-in είναι εμπορικά διαθέσιμες Arduino nano και το Arduino-Compatible Bare Bones Board και Boarduino Board ενδέχεται να παρέχουν male header pins στο κάτω μέρος του board προκειμένου να συνδέονται σε Breadboards. Υπάρχουν πολλά boards συμβατά και προερχόμενα από Arduino boards. Κάποια είναι λειτουργικά ισάξια με ένα Arduino και μπορεί να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικά. Πολλοί είναι το βασικό Arduino με την προσθήκη καινοτόμων output drivers, συχνά για την χρήση σχολικής μόρφωσης για να απλοποιήσουν την κατασκευή buggies και μικρών robot. Άλλες είναι ηλεκτρικά ισάξια αλλά αλλάζουν τον παράγοντα μορφής, επιτρέποντας κάποιες φορές την συνεχόμενη χρήση των Shields ενώ κάποιες όχι. Κάποιες παραλλαγές είναι τελείως διαφορετικοί επεξεργαστές, με ποικίλα επίπεδα συμβατότητας.

Το σημαντικότερο κομμάτι της εργασίας περιστρέφεται όπως θα διαπιστώσετε διαβάζοντάς την γύρω από το Arduino. Γι' αυτό το λόγο θα ήθελα να αναφέρω όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την πλακέτα προκειμένου να μην υπάρχουν απορίες ή κενά στη συνέχεια. Ελπίζω να βρείτε τις πληροφορίες ευχάριστες και ενδιαφέρουσες. Αν θεωρηθούν κουραστικές μπορείτε και να τις προσπεράσετε!

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να περάσουμε από το θεωρητικό κομμάτι στο πρακτικό προκειμένου να δούμε και να αναλύσουμε τα εξαρτήματα που βλέπουμε όταν ερχόμαστε σε επαφή με ένα Arduino.



Αρχικά θα ήθελα να αναφερθώ στις εισόδους και στις εξόδους που έχει μία πλακέτα Arduino και που παίζουν στις περισσότερες εφαρμογές σημαντικό ρόλο. Καταρχήν το Arduino διαθέτει σειριακό interface. Ο μικροελεγκτής ATmega υποστηρίζει σειριακή επικοινωνία, την οποία το Arduino προωθεί μέσα από έναν ελεγκτή Serial-over-USB ώστε να συνδέεται με τον υπολογιστή μέσω USB. Η σύνδεση αυτή χρησιμοποιείται για την μεταφορά των προγραμμάτων που σχεδιάζονται από τον υπολογιστή στο Arduino αλλά και για αμφίδρομη επικοινωνία του Arduino με τον υπολογιστή μέσα από το πρόγραμμα την ώρα που εκτελείται.

Επιπλέον, στην πάνω πλευρά του Arduino βρίσκονται 14 θηλυκά pin, αριθμημένα από 0 ως 13, που μπορούν να λειτουργήσουν ως ψηφιακές εισόδους και εξόδους. Λειτουργούν στα 5 V και καθένα μπορεί να παρέχει ή να δεχτεί το πολύ 40 mA. Ως ψηφιακή έξοδος, ένα από αυτά τα pin μπορεί να τεθεί από το πρόγραμμά σας σε κατάσταση HIGH ή LOW, οπότε το Arduino θα ξέρει αν πρέπει να διοχετεύσει ή όχι ρεύμα στο συγκεκριμένο pin. Με αυτόν τον τρόπο μπορείτε λόγω χάρη να ανάψετε και να σβήσετε ένα LED που έχετε συνδέσει στο συγκεκριμένο pin. Αν πάλι ρυθμίσετε ένα από αυτά τα pin ως ψηφιακή είσοδο μέσα από το πρόγραμμά σας, μπορείτε με την κατάλληλη εντολή να διαβάσετε την κατάστασή του (HIGH ή LOW) ανάλογα με το αν η εξωτερική συσκευή που έχετε συνδέσει σε αυτό το pin διοχετεύει ή όχι ρεύμα στο pin (με αυτόν τον τρόπο λόγω χάρη μπορείτε να «διαβάζετε» την κατάσταση ενός διακόπτη). Μερικά από αυτά τα 14 pin, εκτός από ψηφιακές εισόδους/εξόδους έχουν και δεύτερη λειτουργία. Συγκεκριμένα:

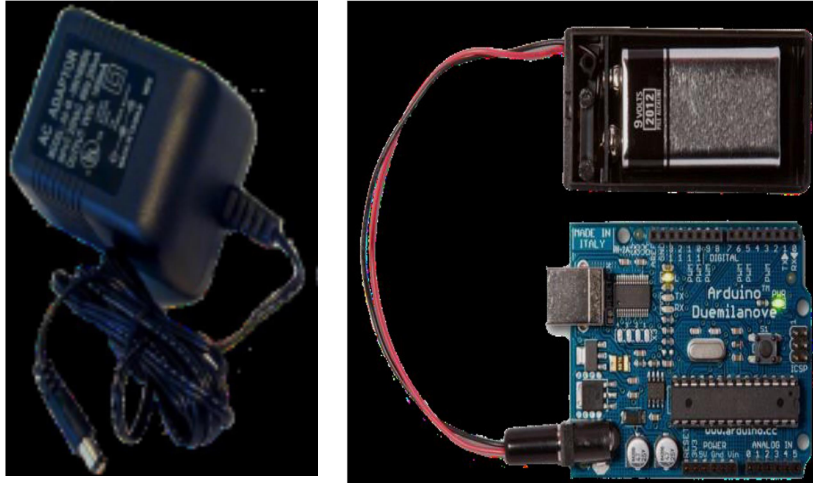
- Τα pin 0 και 1 λειτουργούν ως RX και TX της σειριακής θύρας όταν το πρόγραμμά σας ενεργοποιεί την σειριακή θύρα. Έτσι, όταν λόγω χάρη το πρόγραμμά σας στέλνει δεδομένα στην σειριακή, αυτά προωθούνται και στην θύρα USB μέσω του ελεγκτή Serial-Over-USB αλλά και στο pin 0 για να τα διαβάσει ενδεχομένως μια άλλη συσκευή (π.χ. ένα δεύτερο Arduino στο δικό του pin 1). Αυτό φυσικά σημαίνει ότι αν στο πρόγραμμά σας ενεργοποιήσετε το σειριακό interface, χάνετε 2 ψηφιακές εισόδους/εξόδους.

- Τα pin 2 και 3 λειτουργούν και ως εξωτερικά interrupt (interrupt 0 και 1 αντίστοιχα). Με άλλα λόγια, μπορείτε να τα ρυθμίσετε μέσα από το πρόγραμμά σας ώστε να λειτουργούν αποκλειστικά ως ψηφιακές εισοδοι στις οποίες όταν συμβαίνουν συγκεκριμένες αλλαγές, η κανονική ροή του προγράμματος σταματάει **άμεσα** και εκτελείται μια συγκεκριμένη συνάρτηση. Τα εξωτερικά interrupt είναι ιδιαίτερα χρήσιμα σε εφαρμογές που απαιτούν συγχρονισμό μεγάλης ακρίβειας.
- Τα pin 3, 5, 6, 9, 10 και 11 μπορούν να λειτουργήσουν και ως ψευδο-αναλογικές έξοδοι με το σύστημα PWM (Pulse Width Modulation), δηλαδή το ίδιο σύστημα που διαθέτουν οι μητρικές των υπολογιστών για να ελέγχουν τις ταχύτητες των ανεμιστήρων. Έτσι, μπορείτε να συνδέσετε λόγω χάρη ένα LED σε κάποιο από αυτά τα pin και να ελέγξετε πλήρως την φωτεινότητά του με ανάλυση 8bit (256 καταστάσεις από 0-σβηστό ως 255-πλήρως αναμμένο) αντί να έχετε απλά την δυνατότητα αναμμένο-σβηστό που παρέχουν οι υπόλοιπες ψηφιακές έξοδοι. Είναι σημαντικό να καταλάβετε ότι το PWM δεν είναι πραγματικά αναλογικό σύστημα και ότι θέτοντας στην έξοδο την τιμή 127, δεν σημαίνει ότι η έξοδος θα δίνει 2.5 V αντί της κανονικής τιμής των 5 V, αλλά ότι θα δίνει ένα παλμό που θα εναλλάσσεται με μεγάλη συχνότητα και για ίσους χρόνους μεταξύ των τιμών 0 και 5 V.

Στην κάτω πλευρά του Arduino, με τη σήμανση ANALOG IN, θα βρείτε μια ακόμη σειρά από 6 pin, αριθμημένα από το 0 ως το 5. Το καθένα από αυτά λειτουργεί ως αναλογική είσοδος κάνοντας χρήση του ADC (Analog to Digital Converter) που είναι ενσωματωμένο στον μικροελεγκτή. Για παράδειγμα, μπορείτε να τροφοδοτήσετε ένα από αυτά με μια τάση την οποία μπορείτε να αλλάζετε με ένα ποτενσιόμετρο από 0 V ως μια τάση αναφοράς Vref η οποία, αν δεν κάνετε κάποια αλλαγή είναι προ-ρυθμισμένη στα 5 V. Τότε, μέσα από το πρόγραμμά σας μπορείτε να «διαβάσετε» την τιμή του pin ως ένα ακέραιο αριθμό ανάλυσης 10-bit, από 0 (όταν η τάση στο pin είναι 0 V) μέχρι 1023 (όταν η τάση στο pin είναι 5 V). Η τάση αναφοράς μπορεί να ρυθμιστεί με μια εντολή στο 1.1 V, ή σε όποια τάση επιθυμείτε (μεταξύ 2 και 5 V) τροφοδοτώντας εξωτερικά με αυτή την τάση το pin με την σήμανση AREF που βρίσκεται στην απέναντι πλευρά της πλακέτας. Έτσι, αν τροφοδοτήσετε το pin AREF με 3.3 V και στην συνέχεια δοκιμάσετε να διαβάσετε κάποιο pin αναλογικής εισόδου στο οποίο εφαρμόζετε τάση 1.65 V, το Arduino θα σας επιστρέψει την τιμή 512. Τέλος, καθένα από τα 6 αυτά pin, με κατάλληλη εντολή μέσα από το πρόγραμμα μπορεί να μετατραπεί σε ψηφιακό pin εισόδου/εξόδου όπως τα 14 που βρίσκονται στην απέναντι πλευρά και τα οποία περιγράφηκαν πριν. Σε αυτή την περίπτωση τα pin μετονομάζονται από 0~5 σε 14~19 αντίστοιχα.

Όσον αφορά την τροφοδοσία της πλακέτας μπορούμε με βεβαιότητα να πούμε ότι οι περισσότεροι προγραμματιστές χρησιμοποιούν την θύρα USB που είναι συνδεδεμένη στον Η/Υ κατά τον προγραμματισμό και την θύρα τροφοδοσίας που είναι συνδεδεμένη σε κάποια πρίζα ή σε κάποια μπαταρία κατά την χρήση της πλακέτας μετά τον προγραμματισμό της. Για να μην υπάρχουν προβλήματα, η εξωτερική τροφοδοσία πρέπει να είναι από 7 ως

12 V και μπορεί να προέρχεται από ένα κοινό μετασχηματιστή του εμπορίου, από μπαταρίες ή οποιαδήποτε άλλη πηγή DC. Δίπλα από τα pin αναλογικής εισόδου, υπάρχει μια ακόμα συστοιχία από 6 pin με την σήμανση POWER. Η λειτουργία του καθενός έχει ως εξής:



- Το πρώτο, με την ένδειξη RESET, όταν γειωθεί (σε οποιοδήποτε από τα 3 pin με την ένδειξη GND που υπάρχουν στο Arduino) έχει ως αποτέλεσμα την επανεκκίνηση του Arduino.
- Το δεύτερο, με την ένδειξη 3.3 V, μπορεί να τροφοδοτήσει τα εξαρτήματά σας με τάση 3.3 V. Η τάση αυτή δεν προέρχεται από την εξωτερική τροφοδοσία αλλά παράγεται από τον ελεγκτή Serial-over-USB και έτσι η μέγιστη ένταση που μπορεί να παρέχει είναι μόλις 50 mA.
- Το τρίτο, με την ένδειξη 5 V, μπορεί να τροφοδοτήσει τα εξαρτήματά σας με τάση 5 V. Ανάλογα με τον τρόπο τροφοδοσίας του ίδιου του Arduino, η τάση αυτή προέρχεται είτε άμεσα από την θύρα USB (που ούτως ή άλλως λειτουργεί στα 5 V), είτε από την εξωτερική τροφοδοσία αφού αυτή περάσει από ένα ρυθμιστή τάσης για να την «φέρει» στα 5 V.
- Το τέταρτο και το πέμπτο pin, με την ένδειξη GND, είναι φυσικά γειώσεις.
- Το έκτο και τελευταίο pin, με την ένδειξη Vin έχει διπλό ρόλο. Σε συνδυασμό με το pin γείωσης δίπλα του, μπορεί να λειτουργήσει ως μέθοδος εξωτερικής τροφοδοσίας του Arduino, στην περίπτωση που δεν σας βολεύει να χρησιμοποιήσετε την υποδοχή του φισ των 2.1mm. Αν όμως έχετε ήδη συνδεδεμένη εξωτερική τροφοδοσία μέσω του φισ, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε αυτό το pin για να τροφοδοτήσετε εξαρτήματα με την πλήρη τάση της εξωτερικής τροφοδοσίας (7~12V), πριν αυτή περάσει από τον ρυθμιστή τάσης όπως γίνεται με το pin των 5V.

Πάνω στην πλακέτα του Arduino υπάρχει ένας διακόπτης micro-switch και 4 μικροσκοπικά LED επιφανειακής στήριξης. Η λειτουργία του διακόπτη (που έχει την σήμανση RESET) και του ενός LED με την σήμανση POWER είναι μάλλον προφανής. Τα δύο LED με τις σημάνσεις TX και RX, χρησιμοποιούνται ως ένδειξη λειτουργίας του σειριακού interface, καθώς

ανάβουν όταν το Arduino στέλνει ή λαμβάνει (αντίστοιχα) δεδομένα μέσω USB. Σημειώστε ότι τα LED αυτά ελέγχονται από τον ελεγκτή Serial-over-USB και συνεπώς δεν λειτουργούν όταν η σειριακή επικοινωνία γίνεται αποκλειστικά μέσω των ψηφιακών pin 0 και 1.

Τέλος, υπάρχει το LED με την σήμανση L. Η βασική δοκιμή λειτουργίας του Arduino είναι να του αναθέσετε να αναβοσβήνει ένα LED (θα το δείτε αυτό στην συνέχεια όταν θα φτιάξετε την πρώτη εφαρμογή σας). Για να μπορείτε να το κάνετε αυτό από την πρώτη στιγμή, χωρίς να συνδέσετε τίποτα πάνω στο Arduino, οι κατασκευαστές του σκέφτηκαν να ενσωματώσουν ένα LED στην πλακέτα, το οποίο σύνδεσαν στο ψηφιακό pin 13. Έτσι, ακόμα και αν δεν έχετε συνδέσει τίποτα πάνω στο φυσικό pin 13, αναθέτοντάς του την τιμή HIGH μέσα από το πρόγραμμά σας, θα ανάψει αυτό το ενσωματωμένο LED.

Φυσικά για τον προγραμματισμό της πλακέτας το Arduino μας παρέχει ένα IDE δηλαδή ένα γραφικό περιβάλλον όπου ο χρήστης μπορεί να συγγράψει τον κώδικά του. Το Arduino IDE είναι βασισμένο σε Java και συγκεκριμένα παρέχει:

- ένα πρακτικό περιβάλλον για την συγγραφή των προγραμμάτων σας (τα οποία ονομάζονται sketch στην ορολογία του Arduino) με συντακτική χρωματική σήμανση,
- αρκετά έτοιμα παραδείγματα,
- μερικές έτοιμες βιβλιοθήκες για προέκταση της γλώσσας και για να χειρίζεστε εύκολα μέσα από τον κώδικά σας τα εξαρτήματα που συνδέετε στο Arduino,
- τον compiler για την μεταγλώττιση των sketch σας,
- ένα serial monitor που παρακολουθεί τις επικοινωνίες της σειριακής (USB), αναλαμβάνει να στείλει αλφαριθμητικά της επιλογής σας στο Arduino μέσω αυτής και είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για το debugging των sketch σας,
- και την επιλογή να ανεβάσετε το μεταγλωττισμένο sketch στο Arduino.

Για τα δύο τελευταία χαρακτηριστικά βέβαια, το Arduino πρέπει να έχει συνδεθεί σε μια από τις θύρες USB του υπολογιστή και, λόγω του ελεγκτή Serial-over-USB, θα πρέπει να αναγνωριστεί από το λειτουργικό σας σύστημα ως εικονική σειριακή θύρα. Για την σύνδεση θα χρειαστείτε ένα καλώδιο USB από Type A σε Type B, όπως αυτό των εκτυπωτών. Για την αναγνώριση από το λειτουργικό θα χρειαστεί να εγκαταστήσετε τον οδηγό του FTDI chip (δηλαδή του ελεγκτή Serial-over-USB) ο οποίος υπάρχει στον φάκελο drivers του Arduino IDE που κατεβάσατε. Σημειώστε ότι στους τελευταίους πυρήνες του Linux υπάρχει εγγενής υποστήριξη του συγκεκριμένου ελεγκτή. Αν όλα έγιναν σωστά, το κεντρικό παράθυρο του Arduino IDE θα εμφανιστεί όταν το εκτελέσετε και στο μενού Tools -> Serial Port θα πρέπει να εμφανίζεται η εικονική σειριακή θύρα (συνήθως COM# για τα Windows, /dev/ttyusbserial## για το MacOS και /dev/ttyusb## για το Linux). Επιλέξτε αυτή την εικονική θύρα και στην συνέχεια επιλέξτε τον τύπο του Arduino σας (Arduino Duemilanove w/ ATmega328) από το μενού Tools -> Board. Προς το τέλος της εργασίας γίνεται αναφορά στο γραφικό περιβάλλον.

Ένα τελευταίο αλλά σημαντικό κομμάτι είναι η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιεί. Η γλώσσα του Arduino βασίζεται στη γλώσσα Wiring, μια παραλλαγή C/C++ για μικροελεγκτές αρχιτεκτονικής AVR όπως ο ATmega, και υποστηρίζει όλες τις βασικές δομές της C καθώς και μερικά χαρακτηριστικά της C++. Για compiler χρησιμοποιείται ο AVR gcc και ως βασική βιβλιοθήκη C χρησιμοποιείται η AVR libc. Λόγω της καταγωγής της από την C, στην γλώσσα του Arduino μπορείτε να χρησιμοποιήσετε ουσιαστικά τις ίδιες βασικές εντολές και συναρτήσεις, με την ίδια σύνταξη, τους ίδιους τύπων δεδομένων και τους ίδιους τελεστές όπως και στην C. Πέρα από αυτές όμως, υπάρχουν κάποιες ειδικές εντολές, συναρτήσεις και σταθερές που βοηθούν για την διαχείριση του ειδικού hardware του Arduino.

Αυτές ήταν γενικές και ιστορικές γνώσεις για να γίνει κατανοητό τι είναι ένα Arduino και πως μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε, αλλά και για να γίνει γνωστή η ιστορία και η προέλευση της πλακέτας. Από τα παραπάνω κρατήστε ότι η πλακέτα έχει αναλογικές και ψηφιακές εισόδους και εξόδους, προγραμματίζεται εύκολα μέσω ενός Η/Υ, καθώς και ότι τροφοδοτείται με χαμηλή τάση και χρησιμοποιεί λίγο ρεύμα. Στη συνέχεια, στο κεφάλαιο του κώδικα, θα αναλύσω πλήρως πως θα δουλέψει η πλακέτα στην εφαρμογή, καθώς θα αναφέρω και πως, συνδυάζοντας λίγες γραμμές κώδικα και δύο βασικές βιβλιοθήκες, θα φτάσουμε στον απομακρυσμένο έλεγχο της ηλεκτροβάνας μέσω του διαδικτύου.

4.2 Ethernet shield

Τα shield είναι ολοκληρωμένες πλακέτες που είναι σχεδιασμένες ώστε να κουμπώνουν πάνω στο Arduino προεκτείνοντας την λειτουργικότητά του. Είναι η hardware αντίστοιχη έννοια των plugin, addon και extension που υπάρχουν στο software. Μερικά από τα πιο δημοφιλή shield που κυκλοφορούν στο εμπόριο για το Arduino είναι:

- Ethernet shield: Δίνει στο Arduino την δυνατότητα να δικτυωθεί σε ένα LAN ή στο internet μέσω ενός τυπικού καλωδίου Ethernet.
- WiFi shield: Όμοιο με το Ethernet shield, χωρίς φυσικά το καλώδιο.
- Διάφορα shield οθόνης: Προσθέτουν οθόνη στο Arduino. Κυκλοφορούν από απλές οθόνες τύπου calculator μέχρι OLED touchscreen υψηλής ανάλυσης τύπου iPhone.
- Wave shield: Δίνει στο Arduino την δυνατότητα να παίζει ήχους/μουσική από κάρτες SD.
- GPS shield: Προσθέτει GPS δυνατότητες στο Arduino (εντοπισμό στίγματος).
- Διάφορα Motor Shields: Σας επιτρέπουν να οδηγήσετε εύκολα μοτέρ διάφορων τύπων (απλά DC, servo, stepper κ.λπ.) από το Arduino.
- ProtoShield: Μια προσχεδιασμένη πλακέτα προτυποποίησης, συμβατή στις διαστάσεις του Arduino και χωρίς εξαρτήματα για να φτιάξετε το δικό σας shield.

Τα shield είναι σχεδιασμένα ώστε αφού κουμπωθούν πάνω στο Arduino να προωθούν τις υποδοχές του, ώστε να μπορείτε να συνδέσετε επιπλέον τα δικά σας εξαρτήματα ή να κουμπώσετε και επόμενο shield. Φυσικά, το κάθε shield χρησιμοποιεί ορισμένους από τους πόρους συνδεσιμότητας του Arduino και έτσι δεν μπορείτε να συνδέσετε

απεριόριστα shield. Μάλιστα κάποια shield μπορεί να μην είναι συμβατά μεταξύ τους γιατί χρησιμοποιούν τα ίδια pins του Arduino για επικοινωνία με αυτό. Επίσης, επειδή κάποια shield δεν προωθούν τις συνδέσεις του Arduino (όπως π.χ. οι οθόνες οι οποίες δεν έχουν νόημα αν τις καλύψετε από πάνω με ένα επόμενο shield), υπάρχουν ειδικά extender shield που κουμπώνουν στο Arduino και δίνουν την δυνατότητα σε δύο άλλα shield να κουμπώσουν πάνω τους, λειτουργώντας σαν πολύπριζα. Όπως και για το ίδιο το Arduino, το βασικό πλεονέκτημα των shield δεν είναι τόσο το προφανές πλεονέκτημα του έτοιμου hardware όσο ότι συνοδεύονται συνήθως από έτοιμες βιβλιοθήκες που σας επιτρέπουν να προγραμματίζετε τα sketch σας σε high level. Έτσι, λόγω χάρη, δεν χρειάζεται να διαβάζετε datasheet ή να γίνετε ηλεκτρονικός για να συνδέσετε και να λειτουργήσετε ένα GPS module πάνω στο Arduino. Απλά συνδέετε το shield, εγκαθιστάτε τη βιβλιοθήκη που το συνοδεύει και χρησιμοποιείτε μια έτοιμη συνάρτηση - του στυλ getLocation- για να πάρετε το γεωγραφικό στίγμα και να το επεξεργαστείτε περαιτέρω στο sketch σας. Τα shield σας λύνουν τα χέρια όταν θέλετε να δημιουργήσετε εύκολα ένα πραγματικά πρακτικό project.



Ένα Ethernet shield είναι μια πλακέτα που χρησιμοποιείται για να συνδέσει το Arduino στο internet σε λίγα μόλις δευτερόλεπτα. Το μόνο που χρειάζεται να κάνει κάποιος είναι να συνδέσει το Ethernet shield πάνω από το Arduino ενώνοντας τα pins του Arduino με τις εσοχές που έχει το Ethernet shield, να συνδέσει ένα καλώδιο Ethernet στο shield, και να προγραμματίσει το Arduino. Ο προγραμματισμός γίνεται πολύ εύκολα αν σκεφτεί κανείς ότι υπάρχουν άπειρα tutorials στο internet για σχεδόν κάθε εφαρμογή, αλλά και ότι η κοινότητα Arduino έχει ελεύθερα στο διαδίκτυο πολλά βασικά παραδείγματα. Η τάση με την οποία δουλεύει ένα Ethernet shield είναι 5V και παρέχεται από το Arduino, με αποτέλεσμα να μην χρειάζεται επιπρόσθετη πηγή ενέργειας για να λειτουργήσει. Το shield, έχει ενσωματωμένο ένα ελεγκτή, τον W5100, καθώς και μία προσωρινή μνήμη με μέγεθος μόλις 16 kbytes. Επίσης, έχει ταχύτητα μεταφοράς της πληροφορίας 10/100 Mb και συνδέεται στο Arduino μέσω της παράλληλης

θύρας του. Ένα βασικό πλεονέκτημα του shield είναι ότι παρόλο που συνδέεται σε όλα τα pins του Arduino, δεν τα αχρηστεύει αφού στην πραγματικότητα χρησιμοποιεί μόνο τα pins 10,11,12 και 13. Οι ψηφιακοί αυτοί έξοδοι είναι αποκλειστικά για την έκδοση που χρησιμοποιούμε στην εφαρμογή μας και διαφέρουν σε κάθε έκδοση. Όταν κάποιος θέσει σε λειτουργία ένα Arduino με συνδεδεμένο ένα Ethernet shield, θα παρατηρήσει διάφορα μικρά led να αναβοσβήνουν. Τα βασικά είναι:

- **PWR led**: ανάβει όταν το Arduino και το shield είναι συνδεδεμένα σε κάποια πηγή ρεύματος.
- **LINK led**: αναβοσβήνει όταν το shield στέλνει ή λαμβάνει δεδομένα.
- **FULLD led**: ανάβει όταν η σύνδεση είναι αμφίδρομη.
- **100M led**: ανάβει όταν έχουμε σύνδεση Fast Ethernet.
- **RX led**: αναβοσβήνει όταν το shield λαμβάνει δεδομένα.
- **TX led**: αναβοσβήνει όταν το shield στέλνει δεδομένα.
- **COLL**: ανάβει όταν παρατηρηθεί κάποια σύγκρουση στο δίκτυο.

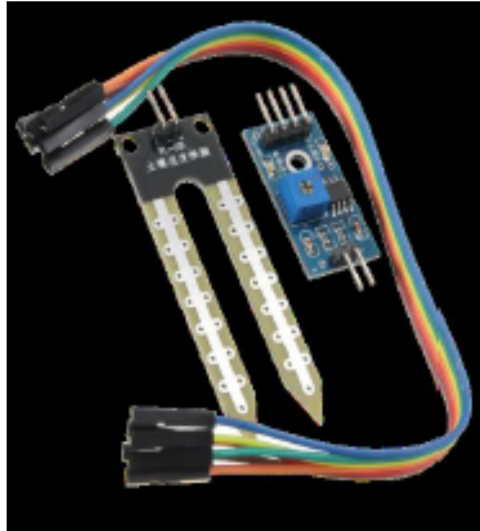
4.3 Αισθητήρας υγρασίας

Με τον όρο αισθητήρες περιγράφονται όλες εκείνες οι συσκευές που μετρούν μια φυσική ποσότητα και τη μετατρέπουν σε ηλεκτρικό -συνήθως- σήμα. Υπάρχουν πολλοί τρόποι κατηγοριοποίησης των αισθητήρων, τρεις από τους οποίους αναφέρονται στη συνέχεια. Ο πρώτος αφορά το τι μπορεί να μετρήσει ένας αισθητήρας με πιο σημαντική διάκριση αυτή μεταξύ των φυσικών και χημικών αισθητήρων. Οι φυσικοί αισθητήρες ελέγχουν φυσικά μεγέθη όπως θέση, μάζα, ρεύμα, χρόνο ενώ οι χημικοί ελέγχουν την παρουσία διαφορετικών αερίων σε συγκεκριμένη ατμόσφαιρα. Ο δεύτερος τρόπος σχετίζεται με τα υλικά στις φυσικές ιδιότητες των οποίων βασίζεται η λειτουργία του αισθητήρα, με κύριες κατηγορίες τους αισθητήρες με αγωγή, ημιαγωγή, διηλεκτρικά, μαγνητικά και υπεραγωγή υλικά. Τέλος, ο τρίτος τρόπος κατηγοριοποίησης αναφέρεται στη χρήση του αισθητήρα με σημαντικότερες κατηγορίες τους βιομηχανικούς, τους ιατρικούς, στρατιωτικούς, περιβαλλοντικούς αισθητήρες καθώς και τους αισθητήρες μεταφοράς και αυτοματισμού. Αυτές οι διατάξεις που περιγράφηκαν αποτελούν τις πιο ευρέως διαδεδομένες συσκευές που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της μετατόπισης. Για την επιλογή του κατάλληλου οργάνου για μια συγκεκριμένη εφαρμογή, σημασία έχει η γνώση των χαρακτηριστικών του αισθητήρα που αποτυπώνουν την απόδοση και την συμπεριφορά του κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Τα σημαντικότερα από αυτά τα χαρακτηριστικά για τα γεωτεχνικά όργανα περιγράφονται στη συνέχεια.

- Συμβατότητα
- Εύρος λειτουργίας
- Αβεβαιότητα
- Ακρίβεια
- Επαναληψιμότητα
- Διακριτότητα
- Ευαισθησία

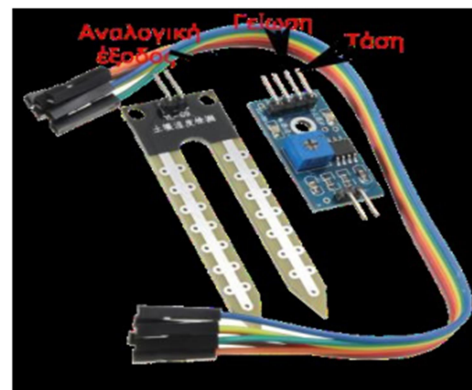
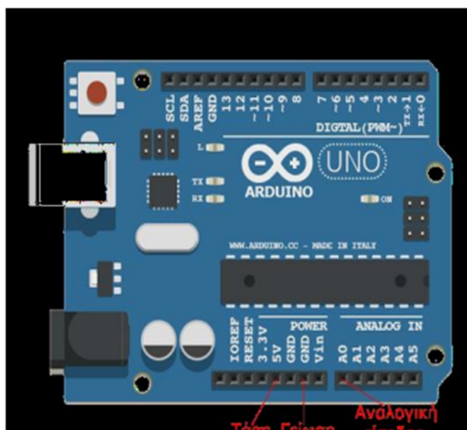
- Υστέρηση
- Θόρυβος
- Διαστάσεις
- Γραμμικότητα

Η συμβατότητα είναι ένα μέγεθος που περιγράφει κατά πόσον η εγκατάσταση του οργάνου θα επηρεάσει την τιμή της παραμέτρου που πρόκειται να μετρήσει. Ιδανικό από άποψη συμβατότητας θεωρείται ένα όργανο που δεν την επηρεάζει καθόλου. Το εύρος λειτουργίας ενός αισθητήρα ορίζεται από τα όρια, εντός των οποίων μπορεί να λειτουργεί αξιόπιστα. Συνήθως, εκφράζεται με την ελάχιστη και τη μέγιστη τιμή που μπορεί να μετρήσει. Επιπλέον, ως εύρος λειτουργίας αναφέρεται το θερμοκρασιακό εύρος, το εύρος τιμών πίεσης ή το εύρος τιμών υγρασίας, εννοώντας την περιοχή τιμών θερμοκρασίας, πίεσης ή υγρασίας αντίστοιχα, στην οποία είναι δυνατή η χρήση του αισθητήρα. Η ακρίβεια ενός αισθητήρα καθορίζεται από το μέγιστο σφάλμα που μπορεί να περιέχεται στην ένδειξή του. Στην πράξη όλες οι συσκευές παράγουν σφάλμα στις μετρήσεις τους και το ζητούμενο είναι αυτό το σφάλμα να είναι το μικρότερο δυνατό. Επαναληψιμότητα ονομάζεται ο βαθμός στον οποίο μια συσκευή παρέχει το ίδιο αποτέλεσμα τροφοδοτούμενη με την ίδια είσοδο σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Η διακριτότητα ή διακριτική ικανότητα ενός αισθητήρα καθορίζεται από το μικρότερο διάστημα που μπορεί να μετρηθεί από αυτόν. Όσο μεγαλύτερη διακριτότητα διαθέτει μία αισθητήρια διάταξη, τόσο μικρότερο βήμα μετράει. Η ευαισθησία ενός οργάνου είναι η ελάχιστη μεταβολή της εισόδου του που είναι σε θέση να δώσει μεταβολή στην έξοδό του. Η υστέρηση προκαλεί διαφορές στην έξοδο ενός αισθητήρα όταν η κατεύθυνση μεταβολής της εισόδου αντιστραφεί. Έτσι παράγεται σφάλμα και επηρεάζεται η ακρίβεια της συσκευής. Θόρυβος δημιουργείται κατά τη διάρκεια μιας μέτρησης από εξωτερικούς παράγοντες, όπως γεινίαση με πηγές τάσης υψηλής συχνότητας, πηγές εκπομπής ήχου κ.α.. Η βάση λειτουργίας κάθε αισθητήρα καθορίζει κατά πόσον επηρεάζεται η ακρίβειά του και η διακριτότητά του λόγω θορύβου. Οι διαστάσεις ενός αισθητήρα αναφέρονται στο μέγεθός του. Γραμμικότητα ονομάζεται ο βαθμός στον οποίο η γραφική παράσταση της εξόδου ως προς την είσοδο του αισθητήρα προσεγγίζει μια ευθεία γραμμή. Ένας αισθητήρας μπορεί να είναι γραμμικός για μια περιοχή τιμών. Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται δεν μπορούν συνήθως να συνδυάσουν όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά σε ικανοποιητικά επίπεδα για το χρήστη. Για παράδειγμα, ένας αισθητήρας μπορεί να διαθέτει μεγάλη ακρίβεια και ευαισθησία, αλλά να έχει υψηλό κόστος.



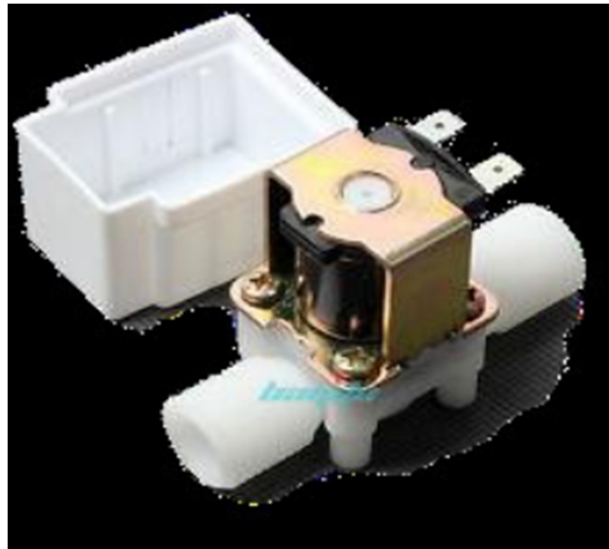
Σημαντικό εξάρτημα για την εφαρμογή είναι ο αισθητήρας υγρασίας χώματος. Ο αισθητήρας είναι μία ηλεκτρονική συσκευή που σκοπό έχει να «αισθάνεται» μία φυσική τιμή στη φύση και να την μετατρέπει συνήθως σε ρεύμα. Στην περίπτωση μας, ο αισθητήρας υγρασίας χώματος που φαίνεται και στην εικόνα μετράει το ποσοστό του νερού στο χώμα και επιστρέφει μία τιμή ρεύματος. Αυτή τη τιμή ρεύματος είναι που χρειαζόμαστε για να έχουμε μια εικόνα για την κατάσταση που βρίσκεται το χώμα από το προηγούμενο πότισμα.

Όπως ανέφερα και πριν, το Arduino έχει κάποιες αναλογικές και κάποιες ψηφιακές εισόδους και εξόδους. Για να δώσουμε στο Arduino την τιμή του νερού που υπάρχει στο χώμα, το μόνο που έχουμε να κάνουμε είναι να τοποθετήσουμε την άκρη του καλωδίου του αισθητήρα σε μία από τις αναλογικές εισόδους του Arduino, π.χ. την A0. Ο αισθητήρας υγρασίας έχει από τη μία πλευρά δύο pin και από την άλλη τέσσερα. Τα δύο συνδέονται στις πλάκες του αισθητήρα, οι οποίες τοποθετούνται μέσα στο χώμα. Από τα τέσσερα pins, θα χρειαστούμε τα 3. Αυτά είναι τη τάση (VCC) που είναι στα 5 V, η γείωση (GND) και η αναλογική έξοδος (A0). Η τάση και η γείωση καταλαβαίνουμε πως σχετίζονται με την τροφοδοσία του αισθητήρα και συνδέονται στην τάση (5V) και τη γείωση του Arduino με καλώδια. Στις δύο παρακάτω εικόνες φαίνεται πως γίνεται η συνδεσμολογία.

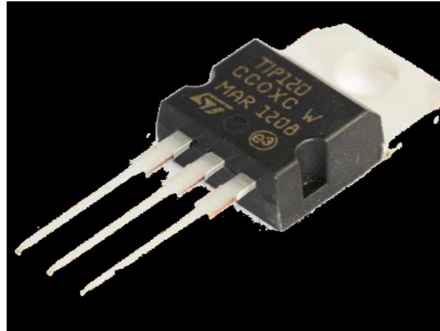


4.4 Ηλεκτροβάννα

Ηλεκτροβάννα είναι μία βρύση η οποία είναι κλειστή και ανοίγει όταν εφαρμοστεί σε αυτή η κατάλληλη τάση. Στη περίπτωση μας έχουμε μία ηλεκτροβάννα που ζητά τάση 12V για να ανοίξει. Στο εσωτερικό μιας ηλεκτροβάννας θα βρούμε ένα πυρήνα σε κυλινδρικό σχήμα και γύρω του να είναι τυλιγμένο ένα καλώδιο. Στο εσωτερικό του πυρήνα υπάρχει ένα σιδηρομαγνητικό έμβολο. Σύμφωνα με ένα νόμο του ηλεκτρομαγνητισμού, όταν ένα πηνίο διαρρέεται από ρεύμα, δημιουργείται ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που έχει ως συνέπεια να δημιουργείται και μία μαγνητική δύναμη. Τότε βρίσκουμε πως αυτή η δύναμη έχει φορά κάθετη στον κυλινδρικό πυρήνα και είναι ικανή να μετακινήσει το σιδηρομαγνητικό έμβολο. Όταν δεν εφαρμόζεται τάση, το σιδηρομαγνητικό έμβολο είναι πεσμένο και διακόπτει τη ροή του νερού, αλλά όταν εφαρμοστεί τότε το έμβολο μετακινείται προς τα πάνω και επιτρέπει τη ροή του νερού. Αν η εντολή είναι αναλογική, συνήθως 0 με 10 volts dc και αντί για ηλεκτρομαγνήτη υπάρχει μοτέρ ελέγχου, τότε η βάννα μπορεί να πάρει όλες τις ενδιάμεσες τιμές εκτός από τέρμα ανοιχτή ή τέρμα κλειστή. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να ελεγχθεί με ακρίβεια η θέση του πύρου και κατ' επέκταση π.χ. της θερμοκρασίας σε κλιματιζόμενο χώρο. Στο παράδειγμά μας δεν χρειαζόμαστε ενδιάμεσες τιμές. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία βανών ανάλογα με την χρήση, π.χ. αντοχή σε πίεση, διάσταση σωλήνας (συνήθως μετρήσιμη σε ίντσες), υλικό διέλευσης κ.τ.λ. Αν η βαλβίδα είναι ανοιχτή όταν δεν είναι υπό τάση το πηνίο της, η διέλευση είναι ελεύθερη και η βαλβίδα είναι και ονομάζεται normally open. Αν είναι κλειστή είναι normally close. Στην εφαρμογή μας η ηλεκτροβάννα είναι normally close.



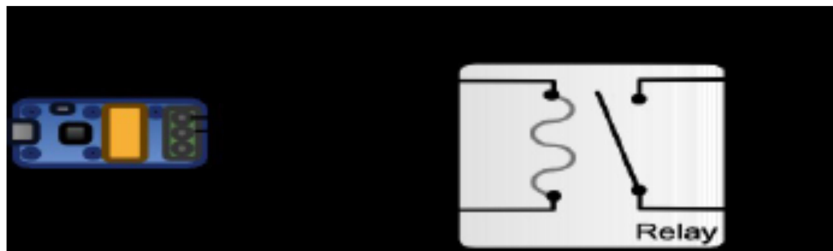
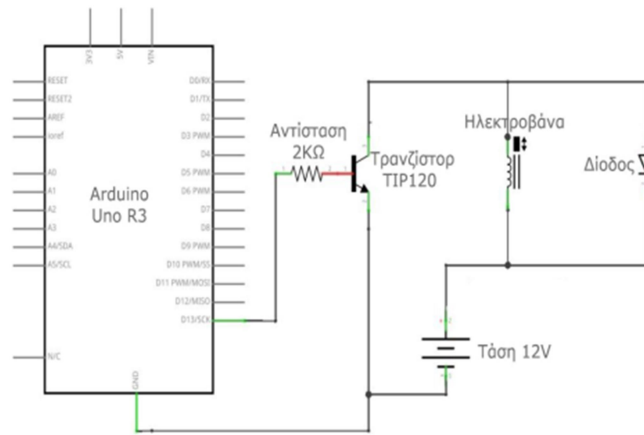
4.5 Τρανζίστορ και ρελέ



Το τρανζίστορ, στα ελληνικά κρυσταλλοτρίοδος και παλαιότερα κρυσταλλολυχνία, είναι διάταξη ημιαγωγών στερεάς κατάστασης, η οποία βρίσκει διάφορες εφαρμογές στην ηλεκτρονική, μερικές εκ των οποίων είναι η ενίσχυση, η σταθεροποίηση τάσης, η διαμόρφωση συχνότητας, η λειτουργία ως διακόπτης και ως μεταβλητή ωμική αντίσταση. Το τρανζίστορ μπορεί, ανάλογα με την τάση με την οποία πολώνεται, να ρυθμίζει την ροή του ηλεκτρικού ρεύματος που απορροφά από συνδεδεμένη πηγή τάσης. Τα τρανζίστορ κατασκευάζονται είτε ως ξεχωριστά ηλεκτρονικά εξαρτήματα είτε ως τμήματα κάποιου ολοκληρωμένου κυκλώματος. Στην περίπτωση της εφαρμογής μας, θα το χρησιμοποιήσουμε ως διακόπτη. Αυτό γιατί η τάση που χρειάζεται η ηλεκτροβάνα για να λειτουργήσει είναι στα 12V dc και το Arduino παρέχει μέγιστο 5V. Πρέπει με κάποια εξωτερική πηγή να τροφοδοτήσουμε και την ηλεκτροβάνα. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήσαμε 8 μπαταρίες AA με 1,5V η κάθε μία.

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το κουτί στο οποίο τοποθετούνται οι μπαταρίες σε σειρά προκειμένου να μας δώσουν την κατάλληλη τάση. Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε ότι στο κύκλωμα συλλέκτη-εκπομπού έχουμε σε

παράλληλη σύνδεση την ηλεκτροβάνα με τη δίοδο και σε σειρά αυτών των δύο την τάση των 12V. Όταν δεν δίνουμε ρεύμα με το Arduino (μέσω της ψηφιακής εξόδου D13) στη βάση του τρανζίστορ, τότε τα ηλεκτρόνια δεν μπορούν να περάσουν το φράγμα που υπάρχει μεταξύ συλλέκτη και εκπομπού και ως αποτέλεσμα το κύκλωμα να παραμένει ανενεργό. Αντιθέτως, όταν δώσουμε ρεύμα στη βάση του transistor, τότε τα ηλεκτρόνια διαπερνούν το φράγμα συλλέκτη-εκπομπού και η ηλεκτροβάνα διαπερνάται από ρεύμα. Βέβαια, υπάρχουν και άλλοι τρόποι να πετύχουμε την τροφοδοσία της ηλεκτροβάνας δίνοντας σήμα μέσω ρεύματος από το Arduino. Ένας πολύ πιο απλός αλλά εξίσου αποτελεσματικός τρόπος είναι με τη χρήση relay (ρελέ). Η λειτουργία του relay είναι πολύ απλή. Όταν εφαρμόζεται τάση, το μαγνητικό πεδίο του πηνίου έλκει η απωθεί το σιδεράκι που έχει την ιδιότητα να κλείνει και να ανοίγει το δευτερεύον κύκλωμα. Έτσι, αν συνδέσουμε στην δεξιά μεριά μία πηγή και μια ηλεκτροβάνα σε σειρά όταν το ρελέ τροφοδοτηθεί με ρεύμα θα πάρουμε ως αποτέλεσμα την λειτουργία της ηλεκτροβάνας. Φυσικά, η τροφοδοσία του ρελέ θα γίνει όπως και στο παράδειγμα με το τρανζίστορ από μία ψηφιακή έξοδο του Arduino.

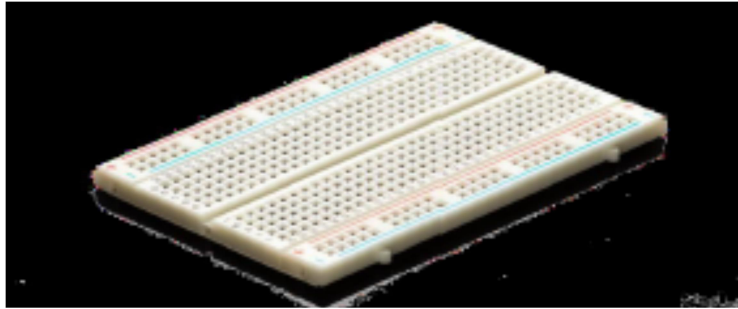


4.6 Λοιπά εξαρτήματα

Στην εφαρμογή μας, εκτός από τα παραπάνω χρησιμοποιήθηκαν και κάποια ακόμα εξαρτήματα, όπως καλώδια και αντιστάσεις. Επιπλέον, για τη σύνδεση του Arduino και συγκεκριμένα του Ethernet shield με το internet, χρησιμοποιήθηκε καλώδιο Ethernet. Το καλώδιο ethernet είναι το πιο δημοφιλές όσο αναφορά τα δίκτυα υπολογιστών. Συνήθως συνδέει συσκευές σε τοπικό δίκτυο όπως υπολογιστές, routers, switches, XBOX κτλ. Το καλώδιο ethernet πήρε το όνομά του από πρωτόκολλο ethernet και στην πραγματικότητα το καλώδιο λέγεται CAT5 και CAT6 σύμφωνα με την EIA/TIA.

Ένα ακόμα εξάρτημα βασικό για τη σταθερότητα της εφαρμογής, είναι το breadboard. Είναι βασικό οι συνδέσεις των εξαρτημάτων μεταξύ τους να είναι σταθερές και να μην υπάρχει κίνδυνος αποκόλλησης, ειδικά όταν πρόκειται για μία επαγγελματική εφαρμογή. Το breadboard είναι μια μονάδα για την κατασκευή προσωρινών κυκλώματα (πρωτοτύπων) και δεν απαιτούν απολύτως καμία συγκόλληση. Στο breadboard φυσικά γίνεται η σχεδίαση του κυκλώματος και καλό θα ήταν να προχωρήσουμε σε προτυποποίηση. Προτυποποίηση είναι η διαδικασία ελέγχου μιας ιδέας, με τη δημιουργία ενός προκαταρκτικού μοντέλου ενός κυκλώματος. Αυτή είναι μία από τις πιο κοινές χρήσεις για breadboards. Αν δεν είστε σίγουροι για το πώς ένα κύκλωμα θα αντιδράσει κάτω από ένα δεδομένο σύνολο παραμέτρων, είναι καλύτερο να δημιουργήσετε ένα πρωτότυπο και να το δοκιμάσετε. Για τα αρχάριους με τα ηλεκτρονικά και τα κυκλώματα, τα breadboards είναι συχνά το καλύτερο μέρος για να ξεκινήσουν. Αυτή είναι η πραγματική ομορφιά των breadboards. Μπορούν να στεγάσουν τόσο το απλούστερο κύκλωμα, όσο και πολύ πολύπλοκα κυκλώματα. Μια άλλη κοινή χρήση breadboards είναι για να δοκιμάσουμε νέα εξαρτήματα, όπως ολοκληρωμένα κυκλώματα. Όταν προσπαθείτε να καταλάβετε πώς ένα

εξάρτημα λειτουργεί και συνεχώς αλλάζετε την καλωδίωση, δεν θέλετε να κολλάτε τις συνδέσεις σας κάθε φορά. Επίσης, επειδή είναι πιθανόν η εφαρμογή να βρεθεί σε εξωτερικό χώρο για μεγάλο χρονικό διάστημα, ποτίζοντας ένα κήπο για παράδειγμα τους καλοκαιρινούς μήνες, καλό θα ήταν να τοποθετηθούν τα εξαρτήματα σε breadboard διότι μπορεί κάποιο έντομο ή κατοικίδιο ή ακόμη και ο αέρας να μετακινήσει κάποιο εξάρτημα ή να αποσυνδέσει κάποια σύνδεση. Επίσης υπάρχουν στο εμπόριο, σε λογικές τιμές, κουτιά για την πλακέτα μας που την ασφαλίζουν πλήρως.



4.7 Κόστος

Είπα προηγουμένως πως το κόστος κατασκευής είναι χαμηλό και ότι θα εκπλαγείτε. Ίσως το κόστος να ήταν σημαντικό αν η αγορά του εξοπλισμού γινόταν από καταστήματα της χώρας μας αλλά μην ξεχνάμε πως φτηνά ηλεκτρονικά εξαρτήματα μπορούμε να προμηθευτούμε από χώρες της Ασίας. Στο παρακάτω πίνακα φαίνεται αναλυτικά πόσο περίπου θα μας κοστίσει μια τέτοια εφαρμογή. Να σημειωθεί πως στην αγορά κυκλοφορούν και φτηνές απομιμήσεις για όσους έχουν οικονομικά προβλήματα και ότι το κόστος ανεβαίνει σε κάποια εξαρτήματα ανάλογα με την αξιοπιστία και την εφαρμογή τους.

Εξάρτημα	Κόστος (min-max)
Arduino Uno r3	3,5-25 €
Ethernet shield	5-45 €
Αισθητήρας υγρασίας	3-50+ €
Ηλεκτροβόνα	4-100+ €
Τρανζίστορ και λοιπά ηλ. στοιχεία	6 €
Breadboard	1€
Σύνολο	22,5 €

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5-INTERNET OF THINGS

5.1 Τι είναι το Internet of Things;

Το Internet of Things (IoT) είναι μία έννοια που αφορά τα αντικείμενα της καθημερινότητας μας (από βιομηχανικές μηχανές μέχρι wearable συσκευές) που χρησιμοποιούν ενσωματωμένους αισθητήρες για τη συλλογή δεδομένων και την ανάληψη κάποιας δράσης σε αυτά μέσα σε ένα δίκτυο. Με απλά λόγια το Internet of Things είναι το τεχνολογικό μέλλον που θα κάνει τη ζωή μας πιο εύκολη.

5.2 Η Ιστορία του Internet of Things

Το IoT εξελίχθηκε με την γρήγορη διάδοση του ασύρματου internet και των ενσωματωμένων αισθητήρων και έτσι οι άνθρωποι άρχισαν να αντιλαμβάνονται ότι η τεχνολογία θα μπορούσε να είναι επαγγελματικό εργαλείο αλλά και προσωπικό.

5.3 Γιατί είναι σημαντικό το Internet of Things;

Μπορεί να εκπλαγείτε αν μάθετε πόσα πράγματα είναι συνδεδεμένα με το διαδίκτυο, και πόσα οικονομικά οφέλη που μπορούμε να αποκομίσουμε από την ανάλυση των data streams. Εδώ είναι μερικά παραδείγματα των επιπτώσεων του Internet of Things σε διάφορους κλάδους:

- Έξυπνες λύσεις μεταφοράς επιταχύνουν την ροή της κυκλοφορίας, μειώνουν την κατανάλωση καυσίμων, προετοιμάζουν τα προγράμματα επισκευής οχημάτων και σώζουν ζωές
- Έξυπνα ηλεκτρικά δίκτυα (smart electric grids) συνδέουν πιο αποτελεσματικά ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, βελτιώνουν την αξιοπιστία του συστήματος και χρεώνουν τους καταναλωτές με βάση μικρότερες προσαυξήσεις.
- Μηχανές αισθητήρων παρακολούθησης κάνουν διαγνώσεις και προβλέπουν θέματα συντήρησης που εκκρεμούν, βραχυπρόθεσμα stock-out αποθεμάτων, και θέτουν ακόμα και προτεραιότητες στα προγράμματα του προσωπικού που είναι υπεύθυνο για τις επισκευές για να καλύψουν αποτελεσματικότερα τις ανάγκες επισκευής εξοπλισμού αλλά και περιφερειακές ανάγκες
- Data-driven συστήματα, χτισμένα στις υποδομές των «έξυπνων πόλεων» καθιστούν ευκολότερο για τους δήμους να «τρέχουν» τις διαδικασίες διαχείρισης αποθεμάτων, την επιβολή του νόμου και άλλα προγράμματα πιο αποτελεσματικά.

Φυσικά, το Internet of Things πηγαίνει πολύ πιο πέρα από τους «αυτοματισμούς» ενός σπιτιού. Συνδεδεμένα αυτοκίνητα θα μπορούν να «επικοινωνούν» μεταξύ τους και να κρατάνε αποστάσεις ασφαλείας, καθώς και να ενημερώνουν την τροχαία και τους άλλους οδηγούς για την κίνηση στους δρόμους. Συνδεδεμένα μέσα μαζικής μεταφοράς θα σου επιτρέπουν να γνωρίζεις το πότε ακριβώς θα βρίσκονται στη στάση σου. Έξυπνα πιεσόμετρα ή συσκευές μέτρησης των επιπέδων της γλυκόζης στο αίμα, θα μπορούν να στέλνουν τις μετρήσεις απευθείας στον γιατρό σου για να έχει μια καλύτερη εικόνα της κατάστασης της υγείας σου, με αναλυτικές

μετρήσεις σε καθημερινή βάση που αυτή τη στιγμή είναι πρακτικά αδύνατο να συγκεντρώσει. Αισθητήρες που θα είναι πάντα online στο δίκτυο ύδρευσης των πόλεων, θα μπορούν να ενημερώνουν τους πολίτες ανά πάσα στιγμή για την ποιότητα του νερού και να ενεργοποιούν ειδοποιήσεις σε περίπτωση ακαταλληλότητας. Εταιρείες που αναλαμβάνουν την εγκατάσταση ανελκυστήρων σε μεγάλα εμπορικά κέντρα θα μπορούν με ειδικούς αισθητήρες να γνωρίζουν άμεσα την κατάσταση λειτουργίας τους και αν χρειάζονται συντήρηση ή επισκευή. Τα σενάρια που μπορούμε να φτιάξουμε είναι αμέτρητα.

5.4 Ποιός το χρησιμοποιεί;

Οι περισσότεροι από εμάς έχουμε τουλάχιστον μια συσκευή μόνιμα συνδεδεμένη στο Internet (το smartphone ή/και τον ηλεκτρονικό μας υπολογιστή) και η ευρυζωνική πρόσβαση έχει γίνει πολύ πιο προσιτή απ' ότι στο παρελθόν. Παράλληλα, η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει οδηγήσει στη μείωση του κόστους παραγωγής, με αποτέλεσμα όλο και περισσότερες συσκευές να διαθέτουν ενσωματωμένο Wi-Fi (δες για παράδειγμα όλες τις σύγχρονες τηλεοράσεις) ή Bluetooth, καθώς και προηγμένους αισθητήρες. Δεν πρέπει, φυσικά, να παραλείψουμε να αναφέρουμε και την έλευση του πρωτοκόλλου IPv6 (Internet Protocol version 6), που επιτρέπει σε όσα δισεκατομμύρια συνδεδεμένες συσκευές κι αν κατασκευαστούν μελλοντικά, να έχουν τη δική τους διεύθυνση IP για να είναι δυνατή η επικοινωνία. Σύμφωνα με τη Cisco, μέχρι το 2020 θα υπάρχουν 50 δισεκατομμύρια συνδεδεμένες συσκευές (ή «πράγματα»), ενώ η Intel και η IDC ανεβάζουν τον αριθμό για την ίδια χρονιά στα 200 τουλάχιστον δισεκατομμύρια! Το IoT είναι κάτι περισσότερο από μία ευκολία για τους καταναλωτές. Προσφέρει νέες πηγές δεδομένων και νέα επιχειρηματικά μοντέλα που μπορούν να ενισχύσει την παραγωγικότητα σε διάφορους κλάδους.

Υγειονομική Περίθαλψη: Πολλοί άνθρωποι έχουν ήδη υιοθετήσει wearable συσκευές για να παρακολουθούν την φυσική τους άσκηση, τον ύπνο ή άλλες συνήθειες τους και αυτά είναι το πιο απλό δείγμα του πώς το IoT συνδυάζεται με τον κλάδο της υγείας. Συσκευές παρακολούθησης ασθενών, ηλεκτρονικά αρχεία και άλλα έξυπνα αξεσουάρ μπορούν να σώσουν ζωές.

Βιομηχανική Παραγωγή: Πρόκειται για τον κλάδο που επωφελείται περισσότερο από το IoT. Αισθητήρες συλλογής δεδομένων ενσωματωμένοι σε μηχανήματα εργοστασίων ή στα ράφια των αποθηκών μπορούν να «επικοινωνήσουν» προβλήματα ή να παρακολουθούν τη χρήση των πόρων τους σε πραγματικό χρόνο, καθιστώντας το εύκολο να εργαστούν πιο αποτελεσματικά και να μειώσουν το κόστος.

Λιανεμπόριο: Τόσο οι καταναλωτές όσο και τα καταστήματα μπορούν να επωφεληθούν από IoT. Τα καταστήματα, για παράδειγμα, θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν IoT για σκοπούς παρακολούθησης των αποθεμάτων ή της ασφάλειας. Οι καταναλωτές μπορεί να έχουν μία εξατομικευμένη εμπειρία αγορών μέσω των δεδομένων που συλλέγονται από τους αισθητήρες ή τις κάμερες.

Τηλεπικοινωνίες: Ο κλάδος των τηλεπικοινωνιών θα επηρεαστεί σημαντικά από το IoT, αρκεί να σκεφτεί κανείς ότι αυτός θα είναι ο κλάδος που θα διατηρεί όλα τα δεδομένα που χρησιμοποιεί το IoT. Smartphones και άλλες προσωπικές συσκευές πρέπει να είναι σε θέση να διατηρούν μια αξιόπιστη σύνδεση στο Διαδίκτυο για να λειτουργήσει αποτελεσματικά το Internet of Things.

Μεταφορές: Ενώ τα αυτοκίνητα δεν έχουν φτάσει ακόμα στο σημείο να μετακινούνται αυτόνομα, είναι αναμφισβήτητα πιο τεχνολογικά προηγμένα από ποτέ. Το IoT επηρεάζει επίσης το κλάδο των μεταφορών σε μεγάλη κλίμακα: οι εταιρείες διανομής μπορούν να παρακολουθούν το στόλο τους με τη χρήση GPS λύσεων. Και οι δρόμοι μπορούν να παρακολουθούνται μέσω αισθητήρων για να είναι όσο το δυνατόν ασφαλέστεροι.

Ενέργεια: Οι έξυπνοι μετρητές, όχι μόνο συλλέγουν δεδομένα αυτόματα, αλλά καθιστούν και δυνατή την εφαρμογή analytics για την παρακολούθηση και τη διαχείριση της χρήσης της ενέργειας. Παρομοίως, αισθητήρες σε συσκευές όπως οι ανεμόμυλοι μπορούν να παρακολουθούν τα δεδομένα και να χρησιμοποιούν προγνωστική μοντελοποίηση ώστε να προγραμματιστεί η διακοπή λειτουργίας για πιο αποδοτική χρήση της ενέργειας.

5.5 Πώς λειτουργεί;

Στις συζητήσεις γύρω από το IoT, έχει αναγνωριστεί από την αρχή ότι οι τεχνολογίες analytics είναι ζωτικής σημασίας για τη μετατροπή αυτής της «πλημμύρας» streaming data σε κατατοπιστική και χρήσιμη γνώση. Αλλά πώς αναλύουμε τα δεδομένα καθώς «ρέουν» ασταμάτητα μέσα από τους αισθητήρες και τις συσκευές; Πώς αυτή η διαδικασία διαφέρει από τις άλλες κοινές μεθόδους ανάλυσης που υπάρχουν σήμερα; Στην παραδοσιακή ανάλυση, τα δεδομένα αποθηκεύονται και μετά αναλύονται. Ωστόσο, στην περίπτωση των δεδομένων συνεχούς ροής (streaming data) όπως αυτά του IoT, τα μοντέλα και οι αλγόριθμοι είναι αυτοί που αποθηκεύονται και τα δεδομένα περνούν μέσα από αυτά για ανάλυση. Αυτό το είδος της ανάλυσης καθιστά δυνατό τον εντοπισμό και την εξέταση μοτίβων καθώς τα δεδομένα δημιουργούνται σε πραγματικό χρόνο. Έτσι, πριν αποθηκευτούν τα δεδομένα, στο cloud ή σε οποιοδήποτε άλλο χώρο αποθήκευσης, υπόκεινται σε επεξεργασία. Έπειτα, χρησιμοποιούνται analytics ώστε να αποκρυπτογραφούνται τα δεδομένα, ενώ όλοι οι συσκευές σας θα συνεχίσουν να εκπέμπουν και να λαμβάνουν δεδομένα. Με τεχνικές advanced analytics, τα data stream analytics μπορούν να πάνε πέρα από την απλή παρακολούθηση των υπαρχουσών συνθηκών και την αξιολόγηση των κατώτατων ορίων στην πρόβλεψη μελλοντικών σεναρίων και στην εξέταση πολύπλοκων ερωτημάτων. Για να εκτιμηθεί το μέλλον με τη χρήση αυτών των ροών δεδομένων (data streams), θα πρέπει να υπάρχουν τεχνολογίες υψηλής απόδοσης που μπορούν να προσδιορίζουν μοτίβα στα δεδομένα σας τη στιγμή που αυτά δημιουργούνται. Μόλις ένα μοτίβο αναγνωρίζεται, μετρήσεις ενσωματωμένες στη ροή δεδομένων, οδηγούν στην αυτόματη προσαρμογή των συνδεδεμένων συστημάτων ή δημιουργούν ειδοποιήσεις για άμεσες δράσεις και λήψη καλύτερων αποφάσεων. Ουσιαστικά, αυτό σημαίνει ότι μπορείτε να προχωρήσουμε

πέρα από την απλή παρακολούθηση συνθηκών και ορίων στην εκτίμηση πιθανών μελλοντικών γεγονότων και στον προγραμματισμό τους για αμέτρητα what-if σενάρια.

5.6 Είναι επικίνδυνο;

Η μεγαλύτερη πρόκληση που θα κληθούν να αντιμετωπίσουν οι εταιρείες, είναι η ασφάλεια. Τόσο του τεράστιου δικτύου συνδεδεμένων «πραγμάτων» που, όπως όλα δείχνουν, θα δημιουργηθεί μέσα στα επόμενα χρόνια, όσο και του όγκου δεδομένων που θα συγκεντρώνεται από αυτά. Όταν, για παράδειγμα, έχεις αισθητήρες να συλλέγουν δεδομένα για την κατάσταση της υγείας ενός ανθρώπου, πρέπει να διασφαλίζεις ότι αυτά τα δεδομένα θα παραμένουν ασφαλή και δεν πρόκειται ποτέ να πέσουν στα χέρια των λάθος ανθρώπων. Επιπλέον, με δισεκατομμύρια συνδεδεμένες συσκευές, πρέπει να αισθάνεσαι βέβαιος πως κανείς δε θα μπορέσει να χακάρει το πλυντήριο ρούχων σου και στη συνέχεια να αποκτήσει πρόσβαση σε όλο το δίκτυό σου. Μια άλλη μεγάλη πρόκληση για τις εταιρείες, είναι επίσης η εύρεση αξιόπιστων και ενεργειακά αποδοτικών τρόπων αποθήκευσης και ανάλυσης των δεδομένων που θα παράγουν ταυτόχρονα δισεκατομμύρια συσκευές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6-ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ

6.1 Εμφάνιση

Ιστοσελίδα είναι ένα είδος εγγράφου του παγκόσμιου ιστού που περιλαμβάνει πληροφορίες με την μορφή κειμένου, υπερκειμένου, εικόνας, βίντεο και ήχου. Πολλές ιστοσελίδες μαζί συνθέτουν έναν ιστότοπο. Οι σελίδες ενός ιστοτόπου εμφανίζονται κάτω από το ίδιο όνομα χώρου π.χ. microsoft.com. Οι ιστοσελίδες αλληλοσυνδέονται και μπορεί ο χρήστης να μεταβεί από τη μία στην άλλη κάνοντας «κλικ», επιλέγοντας δηλαδή συνδέσμους που υπάρχουν στο κείμενο ή στις φωτογραφίες της ιστοσελίδας. Οι σύνδεσμοι προς άλλες σελίδες εμφανίζονται συνήθως υπογραμμισμένοι και με μπλε χρώμα για να είναι γρήγορα ξεκάθαρο στον επισκέπτη ότι πρόκειται για σύνδεσμο προς άλλη ιστοσελίδα, χωρίς όμως πάντα να είναι αυτό απαραίτητο. Η κατασκευή ιστοσελίδων είναι κάτι που μπορεί να γίνει πολύ εύκολα με προγράμματα που κυκλοφορούν ελεύθερα, αλλά υπάρχουν και αυτοματοποιημένοι μηχανισμοί κατασκευής ιστοσελίδων που επιτρέπουν σε απλούς χρήστες να δημιουργήσουν εύκολα και γρήγορα προσωπικές ή και εμπορικές ιστοσελίδες. Από την άλλη μεριά υπάρχουν και πολλές εταιρίες, που εξειδικεύονται στη δημιουργία ελκυστικών και λειτουργικών ιστοσελίδων που έχουν σαν στόχο να οδηγήσουν τους επισκέπτες στην αγορά κάποιου προϊόντος, στην επικοινωνία με τον ιδιοκτήτη του ιστοτόπου ή απλά στο ανέβασμα του εταιρικού προφίλ μιας επιχείρησης. Στη δική μας περίπτωση, πρόκειται για μία σύντομη στατική ιστοσελίδα με λίγα κουμπιά και 2-3 επικεφαλίδες. Επιπλέον, δεν χρησιμοποιείται κάποια γλώσσα προγραμματισμού διαδικτύου, παρά μόνο η γλώσσα σήμανσης HTML και η γλώσσα CSS

```

1 <HTML>
2 <HEAD>
3 <link rel='stylesheet' type='text/css' href='http://sexymetro.gr_144-76-94-162.linux35.papaki.gr/ethernet.css' />
4 <TITLE>Water The World</TITLE>
5 </HEAD>
6 <BODY>
7 <H1>Water a plant for a better environment</H1>
8 <hr />
9 <br />
10 <H2>Press "start" to start watering and "stop" to stop. Also press "auto on" to let me decide if plant needs water.</H2>
11 <br />
12 <a href="/?buttonon"">start</a>
13 <a href="/?buttonloff"">stop</a><br />
14 <br />
15 <a href="/?autoon"">auto on</a>
16 <a href="/?autooff"">auto off</a><br />
17 <br />
18 Moisture:
19 0.29
20 %
21 <br />
22 <br />
23 
24 <p>Created by KoG 2016</p>
25 <br />
26 </BODY>
27 </HTML>
28

```

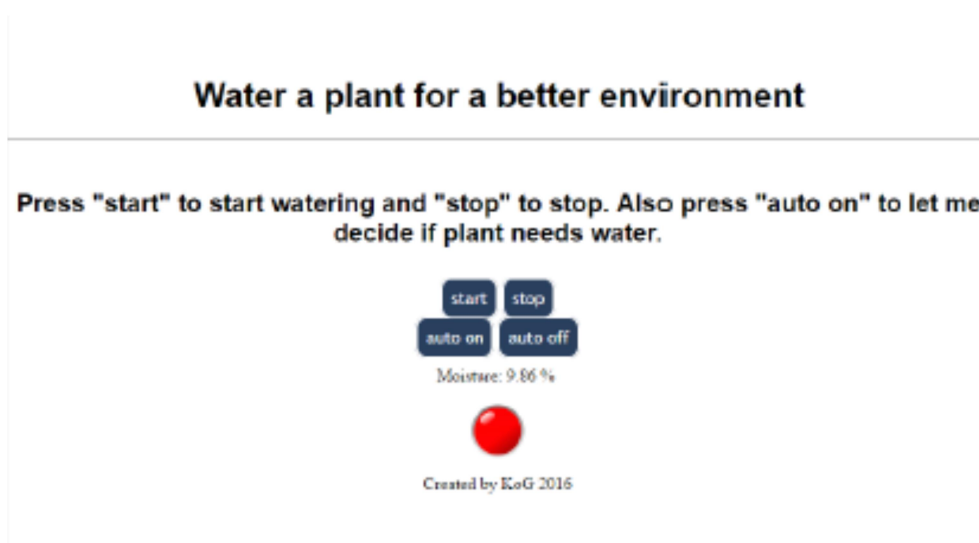
Ο κώδικας είναι μόλις 27 γραμμές και για λόγους εξοικονόμησης χώρου αποθηκεύσαμε το αρχείο μορφοποίησης CSS και τις εικόνες που χρησιμοποιήσαμε σε άλλο server που δεν έχει καμία σχέση με το Arduino. Είναι μία δυνατότητα που μας δίνει η HTML και την εκμεταλλευτήκαμε.

6.2 Λειτουργία

Πατώντας κάποιος το start, προκειμένου να δώσει εντολή στην ηλεκτροβάννα να επιτρέψει τη ροή του νερού από μέσα της, παρατηρεί πως η σελίδα ανανεώνεται και έχει κάνει στην ουσία αίτημα για μία καινούρια σελίδα. Η σελίδα αυτή είναι η hostname:port/?button1on και αυτό που θα λάβει ο χρήστης είναι η παρακάτω εικόνα.



Παρατηρούμε πως έχουν εξαφανιστεί τα κουμπιά auto on και auto off, που εμφανίζονταν πριν και για τα οποία θα μιλήσουμε σε λίγο, και στη θέση τους έχει εμφανιστεί ένα νέο κουμπί, το refresh. Αυτό σημαίνει πως το φυτό μας ποτίζεται και κάνοντας refresh μπορούμε να δούμε το επίπεδο υγρασίας του χώματος να πάσα στιγμή. Με αυτό τον τρόπο ενημερωνόμαστε για το αν θα πρέπει να σταματήσουμε το πότισμα ή όχι. Στην παραπάνω εικόνα, ο χρήστης έχει πατήσει το κουμπί refresh. Παρατηρούμε πως το επίπεδο υγρασίας χώματος έχει ανέβει και έχει φτάσει στο 6,35%. Πλέον ο χρήστης, αν το επιθυμεί μπορεί να πατήσει το κουμπί stop και να διακόψει τη ροή του νερού στην ηλεκτροβάννα. Παρακάτω φαίνεται η εικόνα της σελίδας όταν πατηθεί το stop.



Παρατηρούμε πως έχουν εμφανιστεί πάλι τα κουμπιά auto on και auto off και έχει γίνει ξανά κόκκινος ο κύκλος και έχει ανανεωθεί και η τελική υγρασία. Ο χρήστης έχει και την επιλογή να ποτιστεί από μόνο του το φυτό αφήνοντας να κρίνει το Arduino αν χρειάζεται πότισμα. Αυτή την επιλογή την ενεργοποιεί πατώντας το κουμπί auto on. Εκείνη στιγμή που θα πατηθεί το κουμπί, το Arduino ελέγχει την υγρασία του χώματος και αν αυτή είναι λιγότερο από μία ποσοστιαία τιμή, τότε αρχίζει τη διαδικασία του ποτίσματος. Η σελίδα όσο χρόνο παίρνει το αυτόματο πότισμα δεν θα ανανεωθεί.

Water a plant for a better environment

Press "start" to start watering and "stop" to stop. Also press "auto on" to let me decide if plant needs water.



Ο χρήστης θα λάβει πίσω νέα σελίδα όταν το ποσοστό της υγρασίας φτάσει στο επίπεδο που εμείς έχουμε ορίσει. Τότε είναι που θα λάβει κάτι παρόμοιο με την παρακάτω εικόνα.

Water a plant for a better environment

Press "start" to start watering and "stop" to stop. Also press "auto on" to let me decide if plant needs water.



Αυτό σημαίνει πως το φυτό ποτίστηκε αλλά τώρα έχει σταματήσει διότι έχει φτάσει, ή έχει ξεπεράσει το ποσοστό που έχουμε ορίσει. Πατώντας auto off θα επιστρέψουμε στην αρχική σελίδα, απενεργοποιώντας την επιλογή για το αυτόματο πότισμα. Στην περίπτωση που το χώμα βρίσκεται σε επίπεδο υγρασίας μεγαλύτερο από αυτό που το έχουμε ορίσει και πατηθεί το κουμπί auto on τότε δεν θα αρχίσει η διαδικασία του ποτίσματος και θα ανανεωθεί η σελίδα επιστρέφοντας την

υπάρχουσα υγρασία, ενημερώνοντας με αυτό τον τρόπο τον χρήστη ότι δεν είναι αναγκαίο το πότισμα.

6.3 Τι είναι η γλώσσα σήμανσης HTML;

Η HTML είναι η κύρια γλώσσα σήμανσης για τις ιστοσελίδες, και τα στοιχεία της είναι τα βασικά δομικά στοιχεία των ιστοσελίδων. Η HTML γράφεται υπό μορφή στοιχείων HTML τα οποία αποτελούνται από *ετικέτες* (tags), οι οποίες περικλείονται μέσα σε σύμβολα «μεγαλύτερο από» και «μικρότερο από» (για παράδειγμα <html>), μέσα στο περιεχόμενο της ιστοσελίδας. Οι ετικέτες HTML συνήθως λειτουργούν ανά ζεύγη (για παράδειγμα <h1> και </h1>), με την πρώτη να ονομάζεται *ετικέτα έναρξης* και τη δεύτερη *ετικέτα λήξης* (ή σε άλλες περιπτώσεις *ετικέτα ανοίγματος* και *ετικέτα κλεισίματος* αντίστοιχα). Ανάμεσα στις ετικέτες, οι σχεδιαστές ιστοσελίδων μπορούν να τοποθετήσουν κείμενο, πίνακες, εικόνες κλπ. Ο σκοπός ενός web browser είναι να διαβάσει τα έγγραφα HTML και τα συνθέτει σε σελίδες που μπορεί κανείς να διαβάσει ή να ακούσει. Ο browser δεν εμφανίζει τις ετικέτες HTML, αλλά τις χρησιμοποιεί για να ερμηνεύσει το περιεχόμενο της σελίδας.

Τα στοιχεία της HTML χρησιμοποιούνται για να κτίσουν όλους του ιστότοπους. Η HTML επιτρέπει την ενσωμάτωση εικόνων και άλλων αντικειμένων μέσα στη σελίδα, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εμφανίσει διαδραστικές φόρμες. Παρέχει τις μεθόδους δημιουργίας δομημένων εγγράφων (δηλαδή εγγράφων που αποτελούνται από το περιεχόμενο που μεταφέρουν και από τον κώδικα μορφοποίησης του περιεχομένου) καθορίζοντας δομικά σημαντικά στοιχεία για το κείμενο, όπως κεφαλίδες, παραγράφους, λίστες, συνδέσμους, παραθέσεις και άλλα. Μπορούν επίσης να ενσωματώνονται σενάρια εντολών σε γλώσσες όπως η Javascript, τα οποία επηρεάζουν τη συμπεριφορά των ιστοσελίδων HTML. Οι Web browsers μπορούν επίσης να αναφέρονται σε στυλ μορφοποίησης CSS για να ορίζουν την εμφάνιση και τη διάταξη του κειμένου και του υπόλοιπου υλικού. Ο οργανισμός W3C, ο οποίος δημιουργεί και συντηρεί τα πρότυπα για την HTML και τα CSS, ενθαρρύνει τη χρήση των CSS αντί διαφόρων στοιχείων της HTML για σκοπούς παρουσίασης του περιεχομένου.

6.4 Ανάλυση κώδικα HTML και CSS

Παρακάτω έχω παραθέσει τον HTML κώδικα της αρχικής σελίδας:

```
<HTML>
<HEAD>
<link rel='stylesheet' type='text/css'
href='http://sexymetro.gr.144-76-94-
162.linux35.papaki.gr/ethernet.css' />
<TITLE>Water The World</TITLE>
</HEAD>
<BODY>
<H1>Water a plant for a better environment</H1>
<hr />
<br />
<H2>Press "start" to start watering and "stop" to stop. Also
press "auto on" to let me decide if plant needs water.</H2>
<br />
```

```

<a href="/?buttonlon"">start</a>
<a href="/?buttonloff"">stop</a><br />
<br />
<a href="/?autoon"">auto on</a>
<a href="/?autooff"">auto off</a><br />
<br />
Moisture:
8.11
%
<br />
<br />

<p>Created by KoG 2016</p>
<br />
</BODY>
</HTML>

```

Ξεκινώντας κανείς να διαβάσει τον κώδικα HTML, παρατηρεί αρχικά το tag <HTML> με το οποίο δηλώνουμε ότι πρόκειται για ένα έγγραφο html και σκοπό έχει να σημάνει μία ιστοσελίδα. Αυτό το tag θα το βρούμε και στο τέλος του κώδικα να ορίζει ότι η ιστοσελίδα τελειώνει σε εκείνο το σημείο. Έπειτα παρατηρούμε το tag <head> το οποίο περιέχει πράγματα τα οποία δεν τα βλέπουμε σε μία ιστοσελίδα. Εδώ για παράδειγμα, έχει τα tags <link> και <title> στα οποία ορίζει που βρίσκεται το αρχείο μορφοποίησης CSS και τί τίτλο θα έχει η ιστοσελίδα μας. Ο τίτλος της ιστοσελίδας εμφανίζεται μονάχα στην καρτέλα του browser.

```

1 <HTML>
2 <HEAD>
3 <link rel='stylesheet' type='text/css' href='http://sexymetro.gr.144-76-94-162.linux35.papaki.gr/ethernet.css' />
4 <TITLE>Water The World</TITLE>
5 </HEAD>

```

Συνεχίζοντας την ανάγνωση του κειμένου φτάνουμε στην ετικέτα <body>. Εδώ είναι τοποθετημένα ότι θα δει ο χρήστης κατά τη διάρκεια της συνεδρίας. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε μία ετικέτα <h1>, μία <hr />, δύο
 και μία <h2>. Η ετικέτα <h1> ορίζει ότι το κείμενο που εμπεριέχεται σε αυτή θα είναι της μορφής που προβλέπει η επικεφαλίδα 1. Αυτό από προεπιλογή σημαίνει ότι το μέγεθος των γραμμάτων θα είναι αρκετά μεγάλο. Στην επικεφαλίδα <h2> το μέγεθος της γραμματοσειράς που εσωκλείεται θα είναι λίγο μικρότερο από το μέγεθος της h1. Βέβαια το μέγεθος το χρώμα και τη γραμματοσειρά μιας κεφαλίδας μπορούμε εύκολα να την αλλάξουμε με τη γλώσσα μορφοποίησης CSS που θα δούμε παρακάτω. Η ετικέτα <hr /> είναι ένας τρόπος να δηλώσουμε ότι θέλουμε να υπάρχει μία οριζόντια γραμμή σε εκείνο το σημείο. Η ετικέτα
 απλά μετατοπίζει το κείμενο που ακολουθεί μία γραμμή πιο κάτω. Είναι κάτι σαν το enter στο πληκτρολόγιό μας.

```

6 <BODY>
7 <H1>Water a plant for a better environment</H1>
8 <hr />
9 <br />
10 <H2>Press "start" to start watering and "stop" to stop. Also press "auto on" to let me decide if plant needs water.</H2>
11 <br />

```


Έπειτα, αυτό που βλέπει κάποιος στον κώδικα της html είναι σύνδεσμοι. Δηλαδή η ετικέτες <a>. Με τους συνδέσμους μπορούμε να κάνουμε την ιστοσελίδα μας πιο ενδιαφέρουσα δίνοντας στο χρήστη τη δυνατότητα να επιλέξει που θέλει να μεταβεί. Οι σύνδεσμοι μπορούν να μεταφέρουν το χρήστη σε άλλο server ή να τον κρατήσουν στον ίδιο αλλά σε κάποια άλλη σελίδα. Στην δικιά μας περίπτωση δεν θα αλλάζουμε server. Χρησιμοποιούμε συνδέσμους προκειμένου να ζητάμε από το Arduino κάποιες πληροφορίες. Αυτά βέβαια θα τα αναλύσουμε αργότερα στο κεφάλαιο του κώδικα. Στην παρακάτω φωτογραφία βλέπουμε τα τέσσερα κουμπιά που βλέπει ο χρήστης όταν κατεβάσει την ιστοσελίδα και για τα οποία μιλήσαμε πιο πριν. Το πρώτο είναι το start, το δεύτερο είναι το stop, το τρίτο είναι το auto on και το τέταρτο το auto off και αν τα πατήσει ο χρήστης θα ζητήσει από τον server τη σελίδα hostname:port/?button1on, hostname:port/?button1off, hostname:port/?autoon και hostname:port/?autooff, αντίστοιχα. Όπως θα δούμε και αργότερα, αυτοί οι σύνδεσμοι δεν υπάρχουν στο server του Arduino ως σελίδες αλλά με κάποιον τρόπο το Arduino θα τους διαβάζει και θα επιστρέφει αυτό που του ζητήσαμε.

```

12 | <a href="/?button1on">start</a>
13 | <a href="/?button1off">stop</a><br />
14 | <br />
15 | <a href="/?autoon">auto on</a>
16 | <a href="/?autooff">auto off</a><br />
17 | <br />

```

Παρακάτω βλέπουμε ότι η υγρασία του χώματος εμφανίζεται στην σελίδα χωρίς να είναι σε κάποια ετικέτα αλλά ως απλό κείμενο. Αυτό δεν μπορούμε αν το μορφοποιήσουμε χωρίς να το βάλουμε σε κάποια ετικέτα. Επιπλέον παρατηρείστε πως η διαδικασία υπολογισμού της υγρασίας δεν φαίνεται αλλά το μόνο που φαίνεται είναι το αποτέλεσμα αυτής. Θυμηθείτε αυτό το κομμάτι όταν θα φτάσουμε στο σημείο ανάλυσης κώδικα του Arduino.

```

18 | Moisture:
19 | 8.11
20 | %
21 | <br />

```

Τέλος, στο κάτω μέρος της σελίδας βλέπουμε την ετικέτα με την οποία εισάγουμε φωτογραφίες σε μία ιστοσελίδα. Όπως αναφέρθηκε και πριν, η φωτογραφία με τον κόκκινο κύκλο που συμβολίζει ότι είναι κλειστή η βάνα, δεν βρίσκεται στο server μας αλλά σε κάποιον άλλο (σε αυτή τη περίπτωση στον server του clker.com) προκειμένου να κάνουμε οικονομία στη μνήμη του Arduino και να εξασφαλίσουμε τη σταθερότητα της εφαρμογής μας. Με τα height και width ορίζουμε το ύψος και το πλάτος που θα έχει η εικόνα μας αντίστοιχα. Η ετικέτα <p> απλά συμβολίζει ότι το κείμενο που περιέχεται είναι μία παράγραφος κειμένου και ο λόγος που βάλαμε το κείμενο μέσα σε παράγραφο είναι για να το μορφοποιήσουμε. Βέβαια από προεπιλογή η ετικέτα παραγράφου έχει δική της μορφοποίηση. Τα tags </body> και </html> συμβολίζουν ότι σε εκείνο το σημείο τελειώνει η ετικέτα body και η ετικέτα html αντίστοιχα

```

23 
24 <p>Created by KoG 2016</p>
25 <br />
26 </BODY>
27 </HTML>
28

```

Αυτό που θα ήθελα να παρατηρήσουμε είναι πως η σελίδα που λαμβάνει ο χρήστης όταν πατήσει ένα κουμπί, είναι ελαφρώς διαφορετική. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το κείμενο html που λαμβάνει ο χρήστης όταν πατήσει το κουμπί start. Αυτό που άλλαξε είναι να εξαφανιστούν οι δύο σύνδεσμοι auto on και auto off και να εμφανιστεί ένας νέος σύνδεσμος refresh ο οποίος όταν πατηθεί δεν στέλνει κάπου τον χρήστη, αλλά ζητάει να φορτωθεί εκ νέου η αρχική σελίδα.

```

1 <HTML>
2 <HEAD>
3 <link rel='stylesheet' type='text/css' href='http://sexymetro.gr.144-76-94-162.linux35.papaki.gr/ethernet.css' />
4 <TITLE>Water The World</TITLE>
5 </HEAD>
6 <BODY>
7 <H1>Water a plant for a better environment</H1>
8 <hr />
9 <br />
10 <H2>Press "start" to start watering and "stop" to stop. Also press "auto on" to let me decide if plant needs water.</H2>
11 <br />
12 <a href="?button1on">start</a>
13 <a href="?button1off">stop</a><br />
14 <br />
15 <br />
16 <br />
17 <a href="">Refresh</a>
18 <br />
19 <br />
20 Moisture:
21 0.20
22 %
23 <br />
24 <br />
25 
26 <p>Created by KoG 2016</p>
27 <br />
28 </BODY>
29 </HTML>
30

```

6.5 Τι είναι η CSS

Έχει γίνει αρκετές φορές ως αυτό το σημείο αναφορά στη γλώσσα μορφοποίησης CSS. Τα CSS (που σημαίνει Cascading Style Sheets) είναι μια σύγχρονη γλώσσα που συμμετέχει στην κατασκευή ιστοσελίδων. Όταν λέμε γλώσσα μην τρομάζετε και νομίζετε ότι μιλάω για καμιά κανονική γλώσσα προγραμματισμού. Πρόκειται απλά για να πακέτο απλών και πολύ κατανοητών εντολών που αναλαμβάνουν να ντύσουνε τις ιστοσελίδες μας με χρώματα, πλάγια γράμματα, εικόνες και ότι άλλο φανταστείτε που έχει να κάνει με το τι βλέπουμε σε μια ιστοσελίδα. Άρα CSS = γλώσσα (ή πακέτο απλών εντολών) που αναλαμβάνει να ντύσει τη σελίδα μας στο δικό μας γούστο. Για να σας δώσω μια ιδέα, αρκεί να γράψετε την (ας πούμε) εντολή "background-color:red" για να δώσετε στην ιστοσελίδα σας ένα κόκκινο φόντο. Τόσο απλές και κατανοητές είναι αυτές οι «εντολές»! Έστω ότι έχετε μια σελίδα με 10 πίνακες όπου ο καθένας έχει borders με συγκεκριμένο μέγεθος, χρώμα, στυλ κτλ. Να τονίσω ότι και οι 10 πίνακες έχουν ίδιες ακριβώς ιδιότητες ως προς την εμφάνιση τους. Άρα τι κάνετε σε αυτή την περίπτωση; Φτιάχνετε και τους 10 πίνακες και μετά γράφετε τις εντολές για να ορίσετε τα borders και τις ιδιότητες του πρώτου. Επειδή όμως ο χρόνος είναι χρήμα, κάνετε και ένα copy paste τις εντολές αυτές και στους άλλους 9 πίνακες και έγινε η δουλειά. Το θέμα είναι ότι είστε αναποφάσιστοι ως προς τα χρώματα και το στυλ και θέλετε να δοκιμάσετε

διάφορα. Εδώ έρχονται τα προβλήματα γιατί κάθε φορά πρέπει να αλλάζετε τις εντολές από όλους τους πίνακες (οι πίνακες έχουν όλοι τις ίδιες ιδιότητες). Δεν θα ήταν ωραία ο κάθε πίνακας να έχει property που να λέει «Φίλε μου browser κοίτα σε εκείνο το μέρος και ντύσε με ανάλογα». Άρα έχεις ένα μέρος κοινό με εντολές σχετικά με το «ντύσιμο» του πίνακα και όλοι οι πίνακες «τραβάνε» από αυτό το μέρος πληροφορίες για το πώς να εμφανιστούν. Άρα τώρα που θέλετε να κάνετε δοκιμές με τα χρώματα, αρκεί να αλλάξετε τα χρώματα μόνο στο ένα κοινό μέρος και όλοι οι πίνακες αυτόματα θα πάρουν αυτό το χρώμα! Στην περίπτωση μας έχουμε 4 πίνακες. Φανταστείτε να έχουμε ένα site με πολλές ιστοσελίδες, που έχουν πολλούς πίνακες, κείμενο κτλ και όλα αυτά πρέπει να τα αλλάξετε με το χέρι. Μιλάμε για διαδικασία πολύ χρονοβόρα. Καλά δεν θα ήταν όλα αυτά τα στοιχεία σε κάθε σελίδα που μοιράζονται κοινές ιδιότητες, να τραβάνε τις πληροφορίες για αυτές τις ιδιότητες από ένα κοινό μέρος και εσείς όταν θέλετε να αλλάξετε κάτι, να αλλάζετε μόνο εκείνο το μέρος; Αυτά ακριβώς μπορούν να κάνουν τα CSS. Για την ακρίβεια τα CSS σας γλυτώνουν από κόπο και χρόνο όταν κάνετε το design μιας ιστοσελίδας, σας δίνει μια πολύ καλύτερα οργανωμένη ιστοσελίδα (σε επίπεδο κώδικα), σας δίνει τη δυνατότητα να κάνετε εύκολα αλλαγές στην ιστοσελίδα αφού πειράζετε κάθε φορά ένα συγκεκριμένο μέρος με ιδιότητες όπως τις λέμε (οι εντολές που ανέφερα πριν) των CSS και γενικά σταματάνε όλοι οι μπελάδες σας όσο έχει να κάνει με τον τομέα της εμφάνισης μια ιστοσελίδας! Παρακάτω βρίσκεται ο κώδικας μορφοποίησης της ιστοσελίδας. Η ιστοσελίδα είναι η διεπαφή μεταξύ Arduino και χρήστη και είναι και η μόνη εικόνα που έχει ο χρήστης για την εφαρμογή, καλό είναι να είναι όμορφη και καλοσχεδιασμένη. Σε αυτό θα μας βοηθήσει η CSS.

Δείτε πως θα ήταν η σελίδα αν δεν είχε γίνει χρήση CSS.

Water a plant for a better environment

Press "start" to start watering and "stop" to stop. Also press "auto on" to let me decide if plant needs water.

[start stop](#)

[auto on auto off](#)

Moisture: 0.20 %



Created by KoG 2016

Καθόλου ελκυστικό! Με λίγες απλές και εύκολες εντολές CSS μπορούμε να ομορφύνουμε μία ιστοσελίδα αλλά ακόμα και να την κάνουμε συμβατή με πολλές συσκευές. Για παράδειγμα, μπορούμε να αλλάξουμε τον τρόπο που θα εμφανίζονται τα κουμπιά στους browsers των κινητών τηλεφώνων ή ακόμα και να αλλάζουμε το μέγεθος των γραμματοσειρών σε μεγάλες οθόνες προκειμένου να διαβάζεται πιο εύκολα από χρήστες. Ο κώδικας που χρησιμοποιήσαμε και που όπως είπαμε και πιο πριν είναι ανεβασμένος σε άλλο server είναι ο παρακάτω.

```
body{
margin:60px 0px; padding:0px;
text-align:center;
```

```

}
h1
{
text-align: center;
font-family:Arial, "Trebuchet MS", Helvetica, sans-serif;
}
h2
{
text-align: center;
font-family:Arial, "Trebuchet MS", Helvetica, sans-serif;
}
a
{
text-decoration:none;
width:75px;
height:50px;
border-color:black;
border-top:2px solid;
border-bottom:2px solid;
border-right:2px solid;
border-left:2px solid;
border-radius:10px 10px 10px;
-o-border-radius:10px 10px 10px;
-webkit-border-radius:10px 10px 10px;
font-family:"Trebuchet MS",Arial, Helvetica, sans-serif;
-moz-border-radius:10px 10px 10px;
background-color:#293F5E;
padding:8px;
text-align:center;
}
a:link {color:white;}
a:visited {color:white;}
a:hover {color:white;}
a:active {color:white;}

```

Διαβάζοντας κάποιος τις εντολές νιώθει σαν να γνωρίζει ήδη τη γλώσσα αφού πρόκειται για μία γλώσσα πολύ φιλική προς τον άνθρωπο. Το πρώτο κομμάτι κώδικα κάνει αυτό ακριβώς που λέει.

```

body{
margin:60px 0px; padding:0px;
text-align:center;
}

```

Η ετικέτα `body` της HTML να απέχει από τα εξωτερικά της στοιχεία 60 pixels από πάνω και 60 pixels από κάτω (προκειμένου να μην είναι κολλημένη η σελίδα στον browser) και 0 pixels αριστερά και δεξιά. Επίσης με την εντολή `padding:0px;` ορίζουμε πως τα στοιχεία εσωτερικά του `body` δεν θα απέχουν καθόλου από το `body`, εννοώντας πάνω κάτω δεξιά και αριστερά. Παρακάτω έχω παραθέσει μία φωτογραφία που εξηγεί καλά τι είναι το `margin` και τι το `padding`.



Στην περίπτωση αυτή το body είναι το κίτρινο σχήμα μαζί με το text. Ο λόγος που απέχει από το εξωτερικό της περιθώριο απόσταση ίση με το κόκκινο είναι επειδή έχουμε ορίσει `margin>0px`. Και ο λόγος που το text δεν είναι κολλημένο στα όρια του κόκκινου αλλά απέχει απόσταση ίση με το κίτρινο είναι επειδή έχει `padding>0px`. Επίσης, υπάρχει και μία ακόμη εντολή πολύ πιο κατανοητή από αυτές τις δύο, η `text-align:center;` η οποία ορίζει πως όλα τα στοιχεία κειμένου στην ετικέτα `body` θα είναι τοποθετημένα στο κέντρο εκτός και αν έχει οριστεί ξεχωριστά κάτι για κάποιο `element`. Συνεχίζοντας, συναντάμε τις εντολές που ορίζουν πως θα φαίνονται τα κείμενα που έχουν σημανθεί με την ετικέτα `<h1>`.

```
h1
{
text-align: center;
font-family:Arial, "Trebuchet MS", Helvetica, sans-serif;
}
```

Συγκεκριμένα, η στοίχιση του κειμένου θα είναι στο κέντρο και θα χρησιμοποιηθεί η γραμματοσειρά Arial. Σε περίπτωση που κάτι πάει στραβά και δεν βρεθεί η γραμματοσειρά στον browser ή και για κάποιον άλλον λόγο, θα χρησιμοποιηθεί η επόμενη και πάει λέγοντας. Αυτό το κάνουμε για να αυξήσουμε την συμβατότητα του προγράμματός μας.

```
h2
{
text-align: center;
font-family:Arial, "Trebuchet MS", Helvetica, sans-serif;
}
```

Το ίδιο έχουμε ορίσει και στην ετικέτα `<h2>`. Ο λόγος που στην ιστοσελίδα το κείμενο με `h1` φαίνεται μεγαλύτερο από αυτό με `h2` είναι επειδή έχει οριστεί από προεπιλογή από την html τα `h1` να είναι μεγαλύτερα από τα `h2`. Αυτό βέβαια είναι κάτι που αλλάζει και γενικότερα αυτός είναι ο λόγος ύπαρξης της CSS να αλλάζει τα προεπιλεγμένα.

```

a
{
text-decoration:none;
width:75px;
height:50px;
border-color:black;
border-top:2px solid;
border-bottom:2px solid;
border-right:2px solid;
border-left:2px solid;
border-radius:10px 10px 10px;
-o-border-radius:10px 10px 10px;
-webkit-border-radius:10px 10px 10px;
font-family:"Trebuchet MS",Arial, Helvetica, sans-serif;
-moz-border-radius:10px 10px 10px;
background-color:#293F5E;
padding:8px;
text-align:center;
}

```

Το παραπάνω κομμάτι κώδικα αφορά τους συνδέσμους της ιστοσελίδας. Προκειμένου να ομορφύνει η σελίδα, με τη βοήθεια της CSS καταφέραμε να κάνουμε τους συνδέσμους να μοιάζουν σαν κουμπιά HTML που έχουν υποστεί μορφοποίηση. Στο διαδίκτυο υπάρχουν πολλά έτοιμα κουμπιά με πολύ όμορφη μορφοποίηση, από τα οποία μπορεί κάποιος να πάρει πολύ καλές ιδέες. Η πρώτη γραμμή ορίζει ότι το κείμενο του κουμπιού δεν θα έχει κάποια μορφοποίηση. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για να χάσει μία μορφοποίηση που έχουμε χρησιμοποιήσει πιο πριν σε συνδέσμους και δεν επιθυμούμε πλέον. Γενικά στον κώδικα CSS όσο πιο κάτω βρίσκεται μία εντολή τόσο μεγαλύτερη ισχύ έχει. Για παράδειγμα, μπορώ να ορίσω στην πρώτη γραμμή ότι το χρώμα του φόντου της ιστοσελίδας θα είναι πράσινο και στην τελευταία γραμμή να ορίσω ότι θέλω να είναι λευκό. Αυτό που θα εμφανιστεί είναι το λευκό φόντο διότι το πράσινο αναιρέθηκε μέχρι να διαβαστεί όλο το κείμενο του κώδικα. Καλό είναι βέβαια τέτοιες τεχνικές να μην προτιμώνται. Στη συνέχεια του block, ορίζουμε το ελάχιστο πλάτος και ύψος που θέλουμε να έχει το κουτί του συνδέσμου. Με την εντολή border color black ορίζουμε ότι το περίγραμμα του κουμπιού μας θα έχει μαύρο χρώμα και με τις επόμενες τέσσερις εντολές ότι πάνω κάτω δεξιά και αριστερά το περίγραμμα θα έχει 2 pixel μήκος. Με τις εντολές border radius ορίζουμε ότι το κουμπί μας θέλουμε να έχει στρογγυλεμένες τις γωνίες του. Αυτό για να γίνει πρέπει να οριστεί διαφορετικά σε κάθε browser. Για παράδειγμα, στον chrome ορίζεται webkit-border-radius, στον όπερα o-border-radius και στον firefox moz-border-radius. Επιπλέον, ορίζει το χρώμα που θα έχει το φόντο του κουμπιού, ότι θα είναι στοιχισμένο το κείμενο στο κέντρο και ότι θα έχει εσωτερικό περιθώριο 8px.

```

a:link {color:white;}
a:visited {color:white;}
a:hover {color:white;}
a:active {color:white;}

```

Με τις παραπάνω εντολές το μόνο που κάνουμε είναι να μην αλλάζει το χρώμα του κειμένου πριν πατηθεί το κουμπί, όταν πατηθεί το κουμπί και

όταν τοποθετηθεί το ποντίκι πάνω στο κουμπί. Αυτό γιατί η html έχει κάποια προεπιλεγμένα χρώματα για αυτές τις περιπτώσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7-ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΤΗΣ

7.1 Τι είναι εξυπηρετητής;

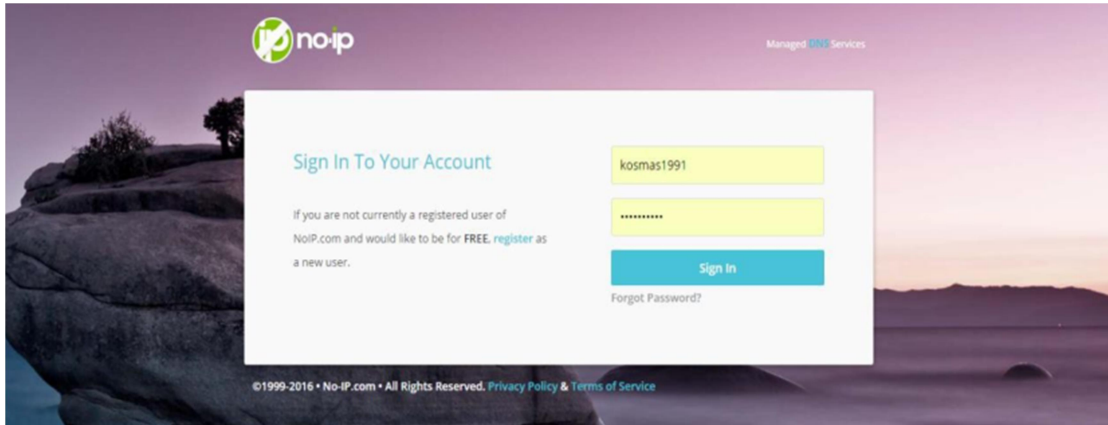
Εξυπηρετητής ή διακομιστής είναι υλικό ή/και λογισμικό που αναλαμβάνει την παροχή διάφορων υπηρεσιών, «εξυπηρετώντας» αιτήσεις άλλων προγραμμάτων, γνωστούς ως πελάτες (clients) που μπορούν να τρέχουν στον ίδιο υπολογιστή ή σε σύνδεση μέσω δικτύου. Όταν ένας υπολογιστής εκτελεί κυρίως τέτοια προγράμματα εξυπηρετητές συνεχόμενα, 24 ώρες την ημέρα, τότε μπορούμε να αναφερθούμε σε όλον τον υπολογιστή ως εξυπηρετητή, αφού αυτή είναι η κύρια λειτουργία του. Παρομοίως, ως πελάτη μπορούμε να θεωρήσουμε είτε κάποιο λογισμικό που επικοινωνεί και υποβάλει αιτήματα στον εξυπηρετητή, είτε σε όλο τον υπολογιστή όταν ο εξυπηρετητής είναι άλλος υπολογιστής και οι 2 υπολογιστές είναι συνδεδεμένοι σε ένα δίκτυο. Η επικοινωνία μεταξύ πελάτη και εξυπηρετητή γίνεται μέσω ενός τοπικού δικτύου, ή ακόμα και μέσω του Διαδικτύου. Σε μεγάλα δίκτυα όπου ο εξυπηρετητής αναλαμβάνει πολλές εξυπηρετήσεις είναι συνήθως υπολογιστής που διαφέρει ως προς τη σύνθεσή του από άλλους κοινούς υπολογιστές, μιας και οι δυνατότητες του είναι σαφώς αναβαθμισμένες. Κύρια χαρακτηριστικά ενός εξυπηρετητή είναι οι επεξεργαστές που υποστηρίζει και χρησιμοποιεί για την επεξεργασία των δεδομένων που δέχεται, οι γρήγοροι και μεγάλης χωρητικότητας σκληροί δίσκοι αλλά και οι ταχύτατες μνήμες που υποστηρίζει. Συνήθως συνοδεύεται από σύστημα διπλής τροφοδοσίας και από συσκευή αδιάλειπτης παροχής ενέργειας (UPS), για μεγαλύτερη αξιοπιστία και σιγουριά στις παρεχόμενες υπηρεσίες του.

7.2 DNS hosting

Το Internet χρησιμοποιεί ένα καταμεμημένο σύστημα ονοματοδοσίας που ονομάζεται Domain Naming System (DNS). Το σύστημα DNS μας επιτρέπει να αναφερόμαστε σε υπολογιστές και άλλες συσκευές (routers), (το ψυγείο που έχουμε συνδέσει στο Internet!) με ονόματα (συστημάτων ή host names) και όχι με την IP διεύθυνση (Internet Protocol address) η οποία είναι δύσκολη μνημονικά και άβολη στην χρήση. Για παράδειγμα, είναι πιο εύκολο να θυμόμαστε το osarena.net παρά το 213.X.XX.XX. Το DNS είναι υπεύθυνο να μετατρέπει τα μνημονικά ονόματα (host names) στις σχετικές IP. Για παράδειγμα, το osarena.net έχει καταχωρήσει το domain osarena.net για να ονομάσει μοναδικά την ύπαρξή της στο Internet. Ένα όνομα χώρου (domain name) είναι η κατάληξη η οποία χρησιμοποιείται για να ονομάσει μοναδικά στο internet μια σειρά από συστήματα στον ίδιο οργανισμό. Το domain name κάθε συστήματος πρέπει να συσχετίζεται με μια IP διεύθυνση μέσω του συστήματος DNS. Βέβαια αυτό δεν περιορίζεται στις ονοματολογίες των ιστοσελίδων και είναι κάτι που χρησιμοποιούμε όλοι μας καθημερινά. Στην ουσία δηλαδή, το DNS (Domain Name System) είναι κάτι σαν τον τηλεφωνικό κατάλογο του διαδικτύου. Το DNS είναι μια καταμεμημένη βάση δεδομένων που αλλάζει δυναμικά και αντιστοιχεί URL με IP. Όταν κάποιος παίρνει μια σύνδεση από έναν isp, ο isp φροντίζει να έχει από μόνος του έναν DNS server για τους πελάτες του. Τα ονόματα τομέων λοιπόν όπως και οι διευθύνσεις IP που αναπαριστούν είναι μοναδικά, έχουν μια ιεραρχία και διαβάζονται από

αριστερά προς τα δεξιά. Και για να το πούμε με πιο απλά λόγια, για τον υπολογιστή μας τα πάντα είναι αριθμοί. Άλλωστε οι υπολογιστές είναι πολύ καλύτεροι στην επεξεργασία αριθμών από οτιδήποτε άλλο. Δυστυχώς εμείς δεν είμαστε τόσο καλοί στους αριθμούς και προτιμούμε τις λέξεις. Όποτε λοιπόν αναφερόμαστε σε διευθύνσεις διαδικτύου, το DNS γεφυρώνει το χάσμα ανάμεσα στις λέξεις και στους αριθμούς. DNS είναι τα αρχικά των λέξεων Domain Name Server (δηλαδή Διακομιστής Ονομάτων Διαδικτύου) και αντιπροσωπεύει μία συλλογή από διακομιστές (δηλαδή υπολογιστές) οι οποίοι λειτουργούν όπως ακριβώς οι τηλεφωνικοί κατάλογοι. Περιέχουν δηλαδή μία εκπληκτικά τεράστια κατάσταση ονομάτων διαδικτύου, συνοδευόμενη από την διεύθυνση IP του κάθε ονόματος. Αν θέλαμε να τηλεφωνήσουμε σε έναν παλιό μας φίλο, θα έπρεπε να πάρουμε τον τηλεφωνικό κατάλογο (DNS) και να βρούμε το όνομά του (osarena.net) για να μάθουμε τον αριθμό του (74.63.65.193). Καλώντας τον αριθμό του, συνδεόμαστε με το σπίτι του (διακομιστής) και επικοινωνούμε μαζί του. Ένας τηλεφωνικός κατάλογος ενημερώνεται σε ετήσια βάση, ενώ ο διακομιστής DNS ενημερώνεται συνήθως κάθε 24 με 72 ώρες. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο τα νέα ονόματα του διαδικτύου γίνονται διαθέσιμα στους περιηγητές του διαδικτύου συνήθως μετά από αρκετές ώρες.

Το Arduino με τη βοήθεια του ethernet shield στο παράδειγμά μας χρησιμοποιείται ως web server. Κατά τη διαδικασία του προγραμματισμού, το Arduino είναι συνδεδεμένο στον Η/Υ με ένα καλώδιο USB. Με αυτό το καλώδιο γίνεται η μεταφορά του κώδικα που έχει γραφτεί αλλά χρησιμοποιείται και για αποσφαλμάτωση, αφού το Arduino μας παρέχει τη δυνατότητα παρακολούθησης της σειριακής θύρας. Επίσης, για τη λειτουργία του web server είναι απαραίτητο το ethernet shield να είναι συνδεδεμένο και αυτό στον υπολογιστή προγραμματισμού, προκειμένου να μεταφέρεται η δικτυακή πληροφορία. Αν όμως θέλουμε να έχουμε πρόσβαση στον server του Arduino μέσω internet; Τότε θα πρέπει να το συνδέσουμε όχι στον υπολογιστή στον οποίο το προγραμματίζουμε αλλά σε κάποιο δρομολογητή. Αυτό που θέλουμε να πετύχουμε τώρα είναι να ανοίγει ο πελάτης ένα browser και να γράφει στην περιοχή του URL μία διεύθυνση και να ανοίγει η σελίδα που εξυπηρετεί το Arduino. Τα βήματα είναι λίγα και κατανοητά. Αρχικά, για λόγους αισθητικούς, καλό είναι να έχουμε κάποιο domain name στην κατοχή μας. Το κόστος των domain names είναι σχετικά φτηνό, αλλά για όποιον δεν επιθυμεί την αγορά ενός, μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα free sub domain (π.χ. watering.ddns.net). Η κατοχύρωση μπορεί να γίνει σε μία από τις πολλές δωρεάν sub-domain όπως είναι η no-ip.com.



Αφού γίνει δημιουργία λογαριασμού, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τι όνομα θα έχει το sub-domain του. Επίσης έχει τη δυνατότητα να διαλέξει τον τύπο του dns hosting που θα χρησιμοποιήσει. Επειδή ο πάροχος internet που χρησιμοποιώ δεν επιτρέπει την προώθηση της θύρας 80, που είναι η προεπιλεγμένη θύρα για web server, αναγκαστικά χρησιμοποιώ μία άλλη, στη περίπτωση του παραδείγματος την 8080. Στο πεδίο της ip διεύθυνσης συμπληρώνω την διεύθυνση που έχει το δίκτυό μου άρα συνεπώς και το Arduino.

Add a host

Fill out the following fields to configure your host. After you are done click 'Create Host' to add your host.

Own a domain name?

Use your own domain name with our DNS system. [Add](#) or [Register](#) your domain name now or read more for pricing and features.

Hostname Information	
Hostname:	watering ddns.net
Host Type:	<input type="radio"/> DNS Host (A) <input type="radio"/> DNS Host (Round Robin) <input type="radio"/> DNS Alias (CNAME) <input checked="" type="radio"/> Port 80 Redirect <input type="radio"/> Web Redirect <input type="radio"/> AAAA (IPv6)
IP Address:	80.106.27.34
Port:	8080
Enable Wildcard:	Wildcards are a Plus / Enhanced feature. Upgrade Now!

Πηγαίνοντας τώρα στο δίκτυό μου, πρέπει να συνδεθώ στον δρομολογητή προκειμένου να αλλάξω κάποιες παραμέτρους.

Home Internet Local Network VoIP Management

Welcome to Speedport Entry 2i. Please login.

[Where the device password is located?](#)
[Did you forget your device password?](#)
[Status information](#)

Username:

Password:

Κάνοντας είσοδο στην προεπιλεγμένη πύλη του router, πηγαίνω στην καρτέλα για το άνοιγμα, ή αλλιώς προώθηση θυρών. Η θύρα που επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε είναι η 8080.

Home Internet Local Network VoIP Management

Firewall Filter Criteria Local Service Control ALG DMZ Port Forward

Page Information
This page provides the function of port forwarding parameter(s) configuration.

Port Forwarding

What should be noticed when configuring port forwarding?

ftp	<input checked="" type="radio"/> On <input type="radio"/> Off	
ftp 21211	<input checked="" type="radio"/> On <input type="radio"/> Off	
camera	<input type="radio"/> On <input checked="" type="radio"/> Off	
web server	<input checked="" type="radio"/> On <input type="radio"/> Off	
filezilla	<input checked="" type="radio"/> On <input type="radio"/> Off	
ftp 21 p	<input checked="" type="radio"/> On <input type="radio"/> Off	

[+ Create New Item](#)

web server On Off

Name:

Protocol:

WAN Connection:

WAN Host IP Range: ~

MAC Mapping: On Off

LAN Host IP Address: . . .

WAN Port Range: ~

LAN Host Port Range: ~

Στην παραπάνω εικόνα βλέπουμε τις ρυθμίσεις για να προωθηθεί η κίνηση που έρχεται στο router στην θύρα 8080 στη τοπική διεύθυνση 192.168.1.55. Επιλέγω PTM_DSL διότι η σύνδεση είναι VDSL. Η διαδικασία έχει σχεδόν τελειώσει. Το μόνο που μένει είναι να ρυθμίσουμε τον πάροχο του δωρεάν sub domain να αλλάζει διεύθυνση που θα δείχνει το sub domain που επιλέξαμε, διότι οι πάροχοι τηλεπικοινωνιών στην Ελλάδα δεν δίνουν στατικές διευθύνσεις. Για παράδειγμα, αν έχουμε ορίσει τη διεύθυνση 5.45.5.45 (τη διεύθυνση του Arduino δηλαδή) στον πάροχο του δωρεάν dns hosting και αλλάξει η διεύθυνση που μας έχει παραχωρήσει ο παροχής τηλεπικοινωνιών σε 105.78.98.45, τότε ο πάροχος dns θα συνεχίσει να δείχνει στην ip 5.45.5.45 και δεν θα ανοίγει η σελίδα του Arduino web server. Αυτό το κάνουμε πηγαίνοντας στο router και ρυθμίζοντας το ddns (dynamic dns). Συγκεκριμένα, επιλέγουμε από τη λίστα τον dns πάροχο στον οποίο έχουμε κάνει λογαριασμό, εισάγουμε όνομα χρήστη και κωδικό πρόσβασης και το όνομα του sub domain που έχουμε επιλέξει. Με αυτόν τον τρόπο όταν θα αλλάζει το router διεύθυνση IP το ddns θα ενημερώνεται και θα ενημερώνει τον πάροχο dns.

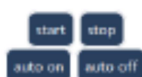
The screenshot shows the router's configuration interface. At the top, there is a navigation bar with tabs: Home, Internet (selected), Local Network, VoIP, and Management. On the left, a sidebar lists various settings: Status, WAN, Uplink Mode, QoS, Security, Parental Control, DDNS (highlighted), SNTP, Port Binding, Dynamic Routing, and Multicast. The main content area is titled 'Page Information' and 'DDNS'. The DDNS section is expanded, showing a configuration form for 'No-IP'. The form includes a dropdown for 'Provider' (No-IP), a radio button for 'DDNS' (On), a text field for 'Provider URL' (http://www.no-ip.com), a text field for 'Username' (kosmas1991), a text field for 'Password' (masked with asterisks), and a text field for 'Host Name' (watering.ddns.net). At the bottom right of the form are 'Apply' and 'Cancel' buttons.

Παρακάτω φαίνεται το αποτέλεσμα της διαδικασίας που μόλις περιέγραψα. Το σημαντικότερο σε αυτή τη μέθοδο είναι ότι ο χρήστης δε χρειάζεται να θυμάται ποια IP διεύθυνση έχει στο δίκτυό του αλλά και ότι αν αλλάξει, αυτός δεν χρειάζεται να κάνει καμία αλλαγή.



Water a plant for a better environment

Press "start" to start watering and "stop" to stop. Also press "auto on" to let me decide if plant needs water.



Moisture: 0.20 %



Created by KoG 2016

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8-ΚΩΔΙΚΑΣ

8.1 Ο Κώδικας της εφαρμογής

Παρακάτω έχει επισημανθεί ο κώδικας που χρησιμοποιήθηκε για την ορθή λειτουργία του Arduino. Στη συνέχεια θα τον αναλύσουμε γραμμή-γραμμή προκειμένου να γίνει απολύτως κατανοητός αλλά και για να μπορεί κάποιος να τον τροποποιήσει στις δικές του ανάγκες.

```
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
byte mac[] = { 0xAA, 0xBB, 0xCC, 0xDD, 0xEE, 0xAA };
byte ip[] = { 192, 168, 1, 55 };
byte gateway[] = { 192, 168, 1, 1 };
byte subnet[] = { 255, 255, 255, 0 };
EthernetServer server(8080);
String readString;
int solenoid = 4;
int katastasi = 0;
int auto_water = 0;
int button = 0;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(solenoid, OUTPUT);
  Ethernet.begin(mac, ip, gateway, subnet);
  server.begin();
}
void loop() {
  katastasi = digitalRead(solenoid);
  EthernetClient client = server.available();
  if (client) {
    while (client.connected()) {
      if (client.available()) {
        char c = client.read();
        readString += c;
        float timi = 0;
        float ygrasia = 0;
        timi = analogRead(A0);
        ygrasia = abs(timi-1024)/1024*100; 53
        if (readString.indexOf("?buttonlon") >0){
          digitalWrite(solenoid, HIGH);
          katastasi = 1;
          button = 1;
        }
        if (readString.indexOf("?buttonloff") >0){
          digitalWrite(solenoid, LOW);
          katastasi = 0;
          button = 0;
        }
        if (readString.indexOf("?autoon") >0){
          Serial.println("auto_on_1");
          auto_water = 1;
        }
        if (readString.indexOf("?autooff") >0){
```

```

auto_water = 0;
}
if (auto_water==1 && ygrasia < 5.0) {
digitalWrite(solenoid, HIGH);
delay(3000);
digitalWrite(solenoid,LOW);
auto_water = 0;
}
if (c == '\n') {
client.println("HTTP/1.1 200 OK");
client.println("Content-Type: text/html");
client.println();
client.println("<HTML>");
client.println("<HEAD>");
client.println("<link rel='stylesheet' type='text/css'
href='http://sexymetro.gr.144-76-94-
162.linux35.papaki.gr/ethernet.css' />");
client.println("<TITLE>Water The World</TITLE>");
client.println("</HEAD>");
client.println("<BODY>");
client.println("<H1>Water a plant for a better
environment</H1>");
client.println("<hr />");
client.println("<br />");
client.println("<H2>Press \"start\" to start watering and
\"stop\" to stop. Also press \"auto on\" to let me decide if
plant needs water.</H2>");
client.println("<br />");
if (auto_water == 0) {
client.println("<a href='\"/?buttonon\"'>start</a>");
client.println("<a href='\"/?buttonloff\"'>stop</a><br />");
client.println("<br />");
}
if (button == 0) {
client.println("<a href='\"/?autoon\"'>auto on</a>");
client.println("<a href='\"/?autooff\"'>auto off</a><br />");
}
if (button == 1) {
client.println("<br />");
client.println("<br />");
client.println("<a href='\"/'>Refresh</a>");
client.println("<br />");
}
client.println("<br />");
client.println("Moisture: ");
client.println(ygrasia);
client.println(" %");
client.println("<br />");
client.println("<br />");
if (katastasi == 0) {
client.println("<img
src='\"http://www.clker.com/cliparts/9/r/f/e/T/j/slim-red-led-
on-md.png\" height='\"50\" width='\"50\"/'>");
}
}

```



```

/*
Web Server
A simple web server that shows the value of the analog input
pins.
using an Arduino Wiznet Ethernet shield.
Circuit:
* Ethernet shield attached to pins 10, 11, 12, 13
* Analog inputs attached to pins A0 through A5 (optional)
created 18 Dec 2009
by David A. Mellis
modified 9 Apr 2012
by Tom Igoe
modified 02 Sept 2015
by Arturo Guadalupi
*/
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
// Enter a MAC address and IP address for your controller
below.
// The IP address will be dependent on your local network:
byte mac[] = {
0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED
};
IPAddress ip(192, 168, 1, 177);
// Initialize the Ethernet server library
// with the IP address and port you want to use
// (port 80 is default for HTTP):
EthernetServer server(80);
void setup() {
// Open serial communications and wait for port to open:
Serial.begin(9600);
while (!Serial) {
; // wait for serial port to connect. Needed for native USB
port only
}
// start the Ethernet connection and the server:
Ethernet.begin(mac, ip);
server.begin();
Serial.print("server is at ");
Serial.println(Ethernet.localIP());
}
void loop() {
// listen for incoming clients
EthernetClient client = server.available();
if (client) {
Serial.println("new client");
// an http request ends with a blank line
boolean currentLineIsBlank = true;
while (client.connected()) {
if (client.available()) {
char c = client.read();
Serial.write(c);
// if you've gotten to the end of the line (received a newline

```

```

// character) and the line is blank, the http request has
ended,
// so you can send a reply
if (c == '\n' && currentLineIsBlank) {
// send a standard http response header
client.println("HTTP/1.1 200 OK");
client.println("Content-Type: text/html");
client.println("Connection: close"); // the connection will be
closed after completion of the response
client.println("Refresh: 5"); // refresh the page
automatically every 5 sec
client.println();
client.println("<!DOCTYPE HTML>");
client.println("<html>");
// output the value of each analog input pin
for (int analogChannel = 0; analogChannel < 6; analogChannel++)
{
int sensorReading = analogRead(analogChannel);
client.print("analog input ");
client.print(analogChannel);
client.print(" is ");
client.print(sensorReading);
client.println("<br />");
}
client.println("</html>");
break;
}
if (c == '\n') {
// you're starting a new line
currentLineIsBlank = true;
} else if (c != '\r') {
// you've gotten a character on the current line
currentLineIsBlank = false;
}
}
// give the web browser time to receive the data
delay(1);
// close the connection:
client.stop();
Serial.println("client disconnected");
}
}

```

8.3 Ανάλυση Κώδικα

8.3.1 Βιβλιοθήκες

```

#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>

```

Οι παραπάνω δύο πρώτες γραμμές του κώδικα που μεταφορτώνεται στο Arduino είναι η εισαγωγή των βιβλιοθηκών SPI και Ethernet. Με αυτές

τις δύο βιβλιοθήκες γίνεται πολύ πιο εύκολος και κατανοητός ο προγραμματισμός του Arduino. Η βιβλιοθήκη SPI.h σημαίνει serial peripheral interface και χρησιμοποιείται προκειμένου να επικοινωνούν Arduino και ethernet shield. Η βιβλιοθήκη Ethernet.h είναι υπεύθυνη για την αρχικοποίηση μιας σύνδεσης ethernet. Χρησιμοποιώντας αυτήν την βιβλιοθήκη, που μας παρέχεται από την open source κοινότητα, μπορούμε να παραμετροποιήσουμε πολύ εύκολα την σύνδεσή μας με ελάχιστες εντολές, γλιτώνοντας ώρες προγραμματισμού και πιθανά λάθη. Παρακάτω, επισυνάπτω την βιβλιοθήκη ethernet όπως είναι ανεβασμένη από την open source κοινότητα.

```
#ifndef ethernet_h
#define ethernet_h
#include <inttypes.h>
//#include "w5100.h"
#include "IPAddress.h"
#include "EthernetClient.h"
#include "EthernetServer.h"
#include "Dhcp.h"
#define MAX_SOCKET_NUM 4
class EthernetClass {
private:
  IPAddress _dnsServerAddress;
  DhcpClass* _dhcp;
public:
  static uint8_t _state[MAX_SOCKET_NUM];
  static uint16_t _server_port[MAX_SOCKET_NUM];
  // Initialise the Ethernet shield to use the provided MAC
  // address and gain the rest of the
  // configuration through DHCP.
  // Returns 0 if the DHCP configuration failed, and 1 if it
  // succeeded
  int begin(uint8_t *mac_address);
  void begin(uint8_t *mac_address, IPAddress local_ip);
  void begin(uint8_t *mac_address, IPAddress local_ip, IPAddress
  dns_server);
  void begin(uint8_t *mac_address, IPAddress local_ip, IPAddress
  dns_server, IPAddress gateway);
  void begin(uint8_t *mac_address, IPAddress local_ip, IPAddress
  dns_server, IPAddress gateway, IPAddress subnet);
  int maintain();
  IPAddress localIP();
  IPAddress subnetMask();
  IPAddress gatewayIP();
  IPAddress dnsServerIP();
  friend class EthernetClient;
  friend class EthernetServer;
  extern EthernetClass Ethernet;
#endif
```

Αρχικά παρατηρούμε πως μέσα στην βιβλιοθήκη ethernet χρησιμοποιούνται και άλλες βιβλιοθήκες, όπως ethernetclient.h, ethernetserver.h και dhcp.h. Έχοντας κάνει εισαγωγή της βιβλιοθήκης

ethernet, μπορούμε χρησιμοποιώντας την εντολή `EthernetServer server(8080)`; και έχοντας ορίσει πιο πριν `ip` διεύθυνση, `mac` διεύθυνση, `gateway` και `subnet` να ξεκινήσουμε ένα web server στο Arduino μας. Ο προγραμματισμός από την κοινότητα του Arduino έχει γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να αποφεύγεται η πολυπλοκότητα του προγραμματισμού και αυτό το συμπεραίνουμε πολύ εύκολα, αφού η μόνη παράμετρος για την εντολή `EthernetServer server` είναι η θύρα στην οποία θα ακούει ο web server.

```
byte mac[] = { 0xAA, 0xBB, 0xCC, 0xDD, 0xEE, 0xAA };
byte ip[] = { 192, 168, 1, 55 };
byte gateway[] = { 192, 168, 1, 1 };
byte subnet[] = { 255, 255, 255, 0 };
```

8.3.2 Παραμετροποίηση του εξυπηρετητή

Συνεχίζοντας τον κώδικα, παρατηρούμε τον ορισμό κάποιων μεταβλητών, για τις οποίες έγινε λόγος πριν. Πρόκειται για μεταβλητές που είναι πίνακες και είναι τύπου `byte`.

```
EthernetServer(8080);
```

Και αυτή την εντολή την αναλύσαμε πιο πριν. Έχουμε την δημιουργία ενός αντικειμένου τύπου `EthernetServer`, χρησιμοποιώντας την συνάρτηση αρχικοποίησης `server`. Η τιμή `8080` είναι η θύρα που επιλέξαμε για την κίνηση των δεδομένων.

8.3.3 Εντολές διαχείρισης ροής

```
String readString;
int solenoid = 4;
int katastasi = 0;
int auto_water = 0;
int button = 0;
```

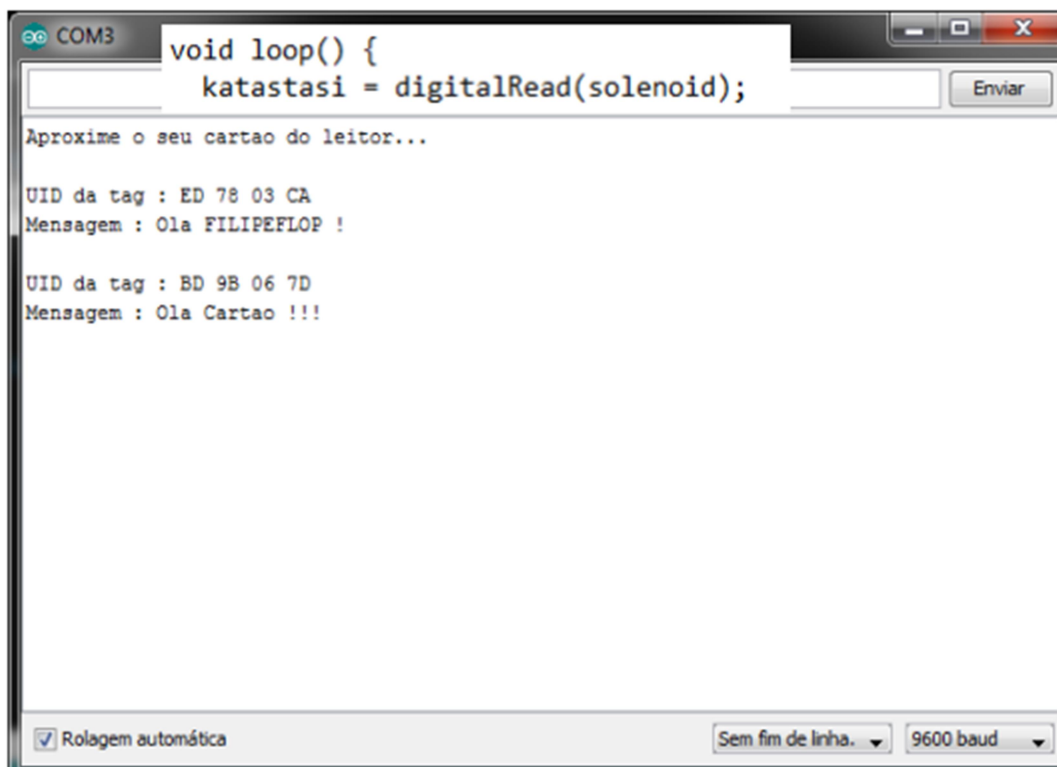
Παραπάνω βλέπουμε πάλι τον ορισμό κάποιων μεταβλητών. Η μεταβλητή `readString` είναι αυτή που θα μας βοηθήσει να αποθηκεύσουμε προσωρινά την τιμή που θα έχει η διεύθυνση που ζήτησε ο πελάτης από τον server. Αυτή η τιμή, όπως θα δούμε και στη συνέχεια θα είναι ένα αλφαριθμητικό του τύπου `192.168.1.55:8080/?autoon`. Η μεταβλητή `solenoid` ορίζει απλά σε ποιο ψηφιακό pin έχουμε συνδέσει την ηλεκτροβάννα. Θα μπορούσε κάλλιστα να είναι και μία σταθερά. Η μεταβλητή `katastasi` θα αποθηκεύει προσωρινά την κατάσταση της ψηφιακής εξόδου στην οποία έχουμε συνδέσει την ηλεκτροβάννα. Αν είναι ανοιχτή η ηλεκτροβάννα, τότε θα μας επιστρέφει την τιμή `1`, αλλιώς `0`. Η μεταβλητή `auto_water` χρησιμοποιείται για να γνωρίζουμε αν είναι πατημένο ένα από τα κουμπιά της σελίδας `auto on` και `auto off` και η μεταβλητή `button` αποθηκεύει την τιμή `1` αν έχει πατηθεί το `start` ή το `stop`. Αλλιώς έχει την τιμή `0`. Οι μεταβλητές `auto_water` και `button` θα μπορούσαν να γίνουν και μία αλλά για λόγους ευκολίας επιλέξαμε να

γίνουν δύο ξεχωριστές. Η αρχικοποίηση έγινε στην τιμή 0 διότι δεν έχει πατηθεί κάποιο κουμπί όταν ανοίγει για πρώτη φορά η σελίδα.

8.3.4 Η συνάρτηση setup()

```
void setup() {  
  Serial.begin(9600);  
  pinMode(solenoid, OUTPUT);  
  Ethernet.begin(mac, ip, gateway, subnet);  
  server.begin();  
}
```

Η setup() είναι μία συνάρτηση που εκτελείται μία φορά στην αρχή του προγράμματος και δεν γίνεται να εκτελεστεί ξανά. Είναι απαραίτητη για την ορθή λειτουργία του Arduino. Εάν δεν υπάρχει κάτι το οποίο θέλουμε να τρέξουμε μία φορά στην αρχή, τότε αφήνουμε κενή την συνάρτηση. Η πρώτη εντολή μας βοήθησε πολύ στη διαδικασία αποσφαλμάτωσης του προγράμματος. Από εκείνο το σημείο και μετά είναι άχρηστη. Αυτό που κάνει είναι να ξεκινάει τη διαδικασία για το άνοιγμα της παράλληλης θύρας που μας παρέχει το Arduino. Παρακάτω φαίνεται πως μοιάζει η θύρα όταν πατήσουμε «Παρακολούθηση Σειριακής Θύρας» στο γραφικό περιβάλλον του Arduino.



Για να εκτυπωθεί κάτι σε αυτό το παράθυρο, θα πρέπει να γίνει με την εντολή `Serial.println()`. Με αυτό τον τρόπο μπορούμε να δούμε για παράδειγμα αν μπήκε η ροή του προγράμματος σε ένα βρόχο. Επίσης μπορούμε να εισάγουμε και κάποια δεδομένα μέσω αυτής της θύρας, αλλά αυτό είναι κάτι που δεν μας αφορά στην παρούσα φάση

8.3.5 Η συνάρτηση `loop()`

```
void loop() {
  katastasi = digitalRead(solenoid);
```

Μία άλλη συνάρτηση που έχουν τα προγράμματα του Arduino είναι η `loop`. `Loop` σημαίνει βρόχος, άρα εδώ μέσα θα είναι οι εντολές που θέλουμε να εκτελούνται ξανά και ξανά. Οι εντολές θα εκτελούνται με τη σειρά που είναι τοποθετημένες στο πρόγραμμα και όταν φτάσει το πρόγραμμα στην τελευταία εντολή, τότε πηγαίνει ξανά στην πρώτη και αυτό γίνεται μέχρι να αποσυνδέσουμε το Arduino από την πηγή ρεύματος. Η πρώτη εντολή αποθηκεύει στην μεταβλητή «κατάσταση» το αποτέλεσμα της συνάρτησης `digitalRead(solenoid)`. Η `digitalRead` είναι μία συνάρτηση του Arduino που «διαβάζει» την ψηφιακή είσοδο-έξοδο με την οποία έχει παραμετροποιηθεί.

Για παράδειγμα, όταν η ηλεκτροβάννα διαρρέεται από ρεύμα, δηλαδή την έχουμε ανοίξει δίνοντας εντολή από το Arduino στην έξοδο 4 να περάσει ρεύμα, τότε η έξοδος 4 είναι «ανοιχτή». Αν εκείνη τη στιγμή τρέξουμε την `digitalRead(4)` θα μας επιστρέψει την τιμή 1 που σημαίνει ότι η ηλεκτροβάννα δουλεύει.

8.3.6 Προετοιμασία του εξυπηρετητή για αιτήσεις

```
EthernetClient client = server.available();
if (client) {
  while (client.connected()) {
    if (client.available()) {
```

Στις επόμενες τέσσερις εντολές, αυτό που κάνουμε είναι να ετοιμάζουμε τον σέρβερ να υποδεχτεί έναν πελάτη. Πιο συγκεκριμένα, η πρώτη εντολή δημιουργεί ένα αντικείμενο τύπου `EthernetClient` με όνομα `client` και ταυτόχρονα τρέχει την εντολή `server.available()` με την οποία κάνει τον σέρβερ διαθέσιμο για τους πελάτες να συνδεθούν. Η εντολή ελέγχου `if (client) {}` θα εκτελεί τα περιεχόμενά της όταν έχει δημιουργηθεί ένα αντικείμενο τύπου `EthernetClient`, στην περίπτωση αυτή το `client`. Όταν λοιπόν δημιουργηθεί ένας πελάτης, και συνδεθεί στον σέρβερ τότε θα περάσει η ροή του προγράμματος στον έλεγχο αν ο πελάτης είναι διαθέσιμος. Αν είναι διαθέσιμος θα εκτελεστεί το κυρίως πρόγραμμα που έχουμε προγραμματίσει. Αν όχι, τότε θα εκτελείται συνεχώς ο βρόχος `while (client.connected()) {}` μέχρι να συνδεθεί κάποιος πελάτης.

```
char c = client.read();
```

```
readString += c;
```

Οι πρώτες εντολές που εκτελούνται όταν ένας πελάτης συνδεθεί είναι οι παραπάνω. Συγκεκριμένα, ορίζουμε μία μεταβλητή τύπου char με την οποία διαβάζουμε γράμμα-γράμμα τι ζήτησε ο πελάτης από τον σέρβερ μας. Όπως είπαμε και προηγουμένως αυτό που θα διαβάσει θα μοιάζει με κάτι σαν αυτό: 192.168.1.55:8080/?button1. Στην πραγματικότητα ο πελάτης ζήτησε αυτό από τον σέρβερ μας γιατί πάτησε το κουμπί start της σελίδας που εμφανίστηκε στον browser του. Με την εντολή readString += c αποθηκεύουμε κάθε γράμμα από αυτό που ζήτησε ο πελάτης σε μία μεταβλητή προκειμένου να την επεξεργαστούμε με μεγαλύτερη ευκολία στην συνέχεια.

8.3.7 Μετατροπή τιμής αισθητήρα

```
float timi = 0;
float ygrasia = 0;
timi = analogRead(A0);
ygrasia = abs(timi-1024)/1024*100;
```

Στο επόμενο γκρουπ εντολών αυτό που κάνουμε είναι να μετατρέπουμε την τιμή που επιστρέφει ο αισθητήρας υγρασίας στο Arduino σε κάτι πιο φιλικό προς τον χρήστη. Αν δεν έχουμε τοποθετήσει τον αισθητήρα στο χώμα, αυτός κάνει την μέτρηση και επιστρέφει στην αναλογική είσοδο του την τιμή 1023. Αυτό το επίπεδο υγρασίας που επέστρεψε ο αισθητήρας δεν μας ενημερώνει με σαφή τρόπο ότι η υγρασία έχει μηδενική τιμή. Με τις παραπάνω εντολές μετατρέπουμε την τιμή αυτή σε ποσοστιαία. Στην πρώτη γραμμή ορίζουμε μία μεταβλητή τύπου float, δηλαδή δεκαδική, με όνομα timi και στη δεύτερη γραμμή άλλη μία με όνομα ygrasia. Η αρχικοποίηση έγινε στην τιμή 0 αλλά αυτό δεν έχει καμία σημασία. Στην παρακάτω εντολή διαβάζουμε την αναλογική είσοδο A0 με την βοήθεια της συνάρτησης analogRead(). Να πω σε αυτό το σημείο πως έχει σημασία πως είναι γραμμένες οι εντολές (με πεζά ή κεφαλαία γράμματα) μιας που το Arduino είναι case sensitive. Η παράμετρος που δέχεται η analogRead είναι η αναλογική θύρα του Arduino που έχουμε επιλέξει. Όταν θα τρέξει η εντολή αυτή, στην μεταβλητή timi θα περαστεί μία τιμή από το 0 έως το 1024. Στην μεταβλητή ygrasia θα αποθηκεύσουμε την ποσοστιαία τιμή. Αυτό το πετυχαίνουμε εφαρμόζοντας τον τύπου του ποσοστού. Δηλαδή από την τιμή αφαιρούμε την μέγιστη τιμή και το αποτέλεσμα το παίρνουμε σε απόλυτη τιμή και το διαιρούμε με την μέγιστη τιμή. Τέλος, πολλαπλασιάζουμε με το 100. Έτσι την τιμή π.χ. 512 την μετατρέπουμε σε 50 και την 1024 σε 0.

8.3.8 Έλεγχος των αιτήσεων και λειτουργία

```

if (readString.indexOf("?button1on") >0){
    digitalWrite(solenoid, HIGH);
    katastasi = 1;
    button = 1;
}

```

Η παραπάνω ομάδα εντολών επαναλαμβάνεται 6 φορές στον κώδικά μας ελαφρώς αλλαγμένη αλλά η βασική ιδέα είναι η ίδια. Αυτό που κάνουν οι παραπάνω εντολές είναι να διαβάζουν την αίτηση του πελάτη στον σέρβερ και βάση του τι ζήτησε ο χρήστης να εκτελούνται οι εντολές που βρίσκονται στις παρενθέσεις. Αυτό το πετυχαίνουμε με την συνάρτηση `indexOf()` η οποία ελέγχει αν στο αλφαριθμητικό που ζητάμε να εξετάσουμε περιέχεται το αλφαριθμητικό που βρίσκεται μέσα στην παρένθεση. Σε αυτό το παράδειγμα εξετάζουμε αν το αλφαριθμητικό «?button1on» εμπεριέχεται στην μεταβλητή μας `readString`. Η τιμή που επιστρέφει η συνάρτηση είναι ένας ακέραιος αριθμός π.χ. 55656 όταν υπάρχει μέσα στο αλφαριθμητικό αυτό που ζητήσαμε και 0 όταν δεν υπάρχει. Έτσι λοιπόν καθώς το Arduino εκτελεί συνεχώς τον κώδικά του και ελέγχει συνεχώς αν `readString.indexOf("?button1on")` είναι μεγαλύτερο του μηδενός, όταν ο χρήστης πατήσει το κουμπί `start` θα περάσει ο έλεγχος και θα εκτελεστούν οι 3 παραπάνω εντολές στις παρενθέσεις. Αφού πατήθηκε το `start` θα πρέπει πρώτα απ' όλα να ενεργοποιήσουμε την ηλεκτροβάνα. Αυτό πετυχαίνεται με την εντολή `digitalWrite(solenoid,HIGH)`. Αμέσως αλλάζουμε και την μεταβλητή `katastasi` σε 1 προκειμένου να γνωρίζουμε αν είναι ανοιχτή η βάνα και την μεταβλητή `button` για να γνωρίζουμε αν πατήθηκε το `start`. Η μεταβλητή `katastasi` θα αλλάζει την εικόνα με τον κόκκινο και πράσινο κύκλο που έχουν στην σελίδα, ενώ η `button` θα εμφανίζει ή θα εξαφανίζει τα `auto on` και `auto off`.

```

if (readString.indexOf("?button1off") >0){
    digitalWrite(solenoid, LOW);
    katastasi = 0;
    button = 0;
}

```

Από την άλλη μεριά όταν θα πατάμε το `stop`, δηλαδή το κουμπί με αίτηση `"?button1off"`, θα κλείνουμε την βάνα με την εντολή `digitalWrite(solenoid,LOW)` και θα ενημερώνουμε τις μεταβλητές `katastasi` και `button`.

```

if (readString.indexOf("?autoon") >0){
    Serial.println("auto_on_1");

    auto_water = 1;
}

```

Η παραπάνω εικόνα αφορά τη διαδικασία που ακολουθείται όταν ο πελάτης πατήσει το `auto on`. Η εντολή `Serial.println("auto_on_1")` είναι η εντολή για την οποία έγινε λόγος λίγο πιο πάνω. Με την εντολή αυτή

εκτυπώνουμε στη σειριακή θύρα, προκειμένου να γνωρίζουμε ότι όντως εκτελείται. Επειδή σε αυτή τη ομάδα εντολών δεν υπάρχει κάτι με το οποίο να καταλαβαίνουμε ότι εκτελέστηκαν οι εντολές (π.χ. να ακούμε την ηλεκτροβάνα που άνοιξε ή το λαμπάκι που άναψε), παρά μόνο η αλλαγή τιμής σε μία μεταβλητή, εκτυπώνουμε ένα μήνυμα προκειμένου να βεβαιωθούμε. Φυσικά, δεν επηρεάζει η εκτύπωση τη λειτουργικότητα του προγράμματός μας και καλό είναι όταν τελειώσει ο προγραμματισμός της εφαρμογής τέτοιες εντολές να αφαιρούνται.

```
if (readString.indexOf("?autoff") >0){
    auto_water = 0;
}
```

Αντιθέτως στο πάτημα του κουμπιού auto off το μόνο που θέλουμε είναι να αλλάζει πάλι η τιμή της auto_water πάλι σε 0.

```
if (auto_water==1 && ygrasia < 5.0) {
    digitalWrite(solenoid, HIGH);
    delay(3000);
    digitalWrite(solenoid, LOW);
    auto_water = 0;
}
```

Καθώς θα εκτελείται συνεχώς ο κώδικας του Arduino έχουμε τοποθετήσει κάποιες εντολές ελέγχου σύμφωνα με τις ανάγκες της εφαρμογής. Για παράδειγμα, θέλουμε όταν πατηθεί το κουμπί auto on και η υγρασία του χώματος είναι μικρότερη από 5% να ξεκινάει άμεσα το πότισμα. Επίσης, κρίναμε απαραίτητο ότι αν είναι σε τόσο χαμηλά επίπεδα η υγρασία να ποτιστεί το φυτό για τουλάχιστον 3 δευτερόλεπτα. Έπειτα κλείνουμε την βάνα και αλλάζουμε την τιμή της μεταβλητής auto_water αφού έχει τελειώσει η διαδικασία. Σε περίπτωση που 3 δευτερόλεπτα δε φτάσουν δε χρειάζεται να αγχωθούμε αφού θα ξαναγίνει ο έλεγχος και αν είναι πάλι κάτω από 5% η υγρασία του χώματος θα ξαναποτιστεί. Η διαδικασία τελειώνει μόνο όταν αλλάξει ένας από τους δύο ελέγχους που έχουμε ορίσει. Αν δηλαδή πατηθεί το auto off ή η υγρασία ξεπεράσει το 5%.

8.3.9 Απάντηση εξυπηρετητή σε πελάτη

```
if (c == '\n') {
    client.println("HTTP/1.1 200 OK");
    client.println("Content-Type: text/html");
    client.println();
    client.println("<HTML>");
}
```

Αν θυμάστε, στην αρχή του κώδικα είχαμε δει τη μεταβλητή c τύπου char. Σε αυτή τη μεταβλητή αποθηκεύονταν κάθε γράμμα από την αίτηση του πελάτη. Ο έλεγχος που γίνεται στην πρώτη σειρά της εικόνας παραπάνω είναι για να γνωρίζουμε πότε το διάβασμα και η καταχώρηση

της αίτησης στη μεταβλητή `readString` έχει ολοκληρωθεί. Όταν λοιπόν ολοκληρωθεί, δηλαδή έχει διαβαστεί η αίτηση του χρήστη, τότε σύμφωνα με αυτό που ζήτησε, είμαστε και εμείς έτοιμοι να του παραδώσουμε την κατάλληλη σελίδα. Με την εντολή `client.println()`; μπορούμε πολύ εύκολα να εκτυπώνουμε-εμφανίζουμε στην οθόνη του χρήστη κείμενο, φωτογραφίες κτλ. Ο πελάτης χρησιμοποιεί κάποιο πρόγραμμα περιήγησης για να συνδεθεί στη σελίδα και γι' αυτό θα του παρουσιάσουμε την πληροφορία σε μορφή HTML. Σε προηγούμενο κεφάλαιο αναλύσαμε τον κώδικα HTML αλλά τώρα θα τον προσεγγίσουμε με λίγο διαφορετικό τρόπο. Με τη γραμμή `HTTP/1.1 200 OK` δηλώνουμε ότι λάβαμε με επιτυχία το αίτημα για μία σελίδα HTML. Με το `Content-Type: text/html` δηλώνουμε ότι πρόκειται για μία σελίδα `html` (θα μπορούσε να ήταν `css`, `xml`, κτλ), και στη συνέχεια ξεκινάει η προβολή της ιστοσελίδας με τον τρόπο που εμείς επιλέξαμε. Όπως αναφέραμε και πριν το tag `<HTML>`, δηλώνει που αρχίζει το περιεχόμενο της `html`.

```
client.println("<HEAD>");
client.println("<link rel='stylesheet' type='text/css' href='http://sexymetro.gr.144-76-94-162.linux35.papaki.;");
client.println("<TITLE>Water The World</TITLE>");
client.println("</HEAD>");
```

Στη συνέχεια συναντάμε την ετικέτα `<HEAD>` στην οποία έχουμε συμπεριλάβει τον σύνδεσμο του `css` και τον τίτλο της σελίδας μας.

```
client.println("<BODY>");
client.println("<H1>Water a plant for a better environment</H1>");
client.println("<hr />");
client.println("<br />");
client.println("<H2>Press \"start\" to start watering and \"stop\" to stop. Also press \"auto on\" to let");
client.println("<br />");
```

Μετά το `HEAD` ως συνήθως συναντάμε το `BODY`, δηλαδή το περιεχόμενο της ιστοσελίδας. Σε προηγούμενο κεφάλαιο αναλύσαμε της κεφαλίδες και τις αλλαγές γραμμής αλλά σε αυτή την περίπτωση χρειάζεται προσοχή. Στην εντολή που δίνουμε οδηγίες για το τι κάνουν τα κουμπιά της σελίδας επειδή το περιεχόμενο της συνάρτησης είναι μέσα σε εισαγωγικά και εμείς θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε εισαγωγικά στις λέξεις `start` και `stop` πρέπει να αναιρέσουμε τη λειτουργία των εσωτερικών εισαγωγικών με το σύμβολο `«\»`. Αν δεν το χρησιμοποιούσαμε θα είχαμε σημαντικό πρόβλημα αφού η συνάρτηση `client.println("")`; θα σταματούσε στην αρχή της λέξης `start` και θα αγνοούσε τα υπόλοιπα. Και πέρα από αυτό, πολύ πιθανόν είναι να μην πετύχαινε και η ολοκλήρωση μεταμόρφωσης του κώδικα στο Arduino εμφανίζοντας ότι υπάρχει σφάλμα στον κώδικα.

```
if (auto_water == 0) {
client.println("<a href='\"/?buttonon\"'>start</a>");
client.println("<a href='\"/?buttonloff\"'>stop</a><br />");
client.println("<br />");
}
```

Να θυμηθούμε σε αυτό το σημείο ότι η μεταβλητή `auto_water` μας ενημερώνει ανά πάσα στιγμή αν έχει πατηθεί κάποιο από τα κουμπιά `auto`

on και auto off. Εμείς θέλουμε όταν δεν έχει πατηθεί ένα από τα δύο κουμπιά να εμφανίζονται τα κουμπιά start και stop και όταν έχει πατηθεί να μην εμφανίζονται. Αυτό το πετυχαίνουμε με μία εντολή ελέγχου. Προσοχή πάλι, διότι χρειάζεται να αναιρέσουμε τη λειτουργία της καθέτου.

```
if (button == 0) {
  client.println("<a href-\"/?autoon\">auto on</a>");
  client.println("<a href-\"/?autooff\">auto off</a><br />");
}
```

Αντιθέτως αν δεν έχει πατηθεί κάποιο από τα κουμπιά start και stop, τότε να εμφανίζονται τα auto on και auto off. Αν έχουν πατηθεί, τότε η ροή του προγράμματος δεν περνάει τον έλεγχο και δεν εμφανίζεται στην οθόνη το περιεχόμενο των δύο εντολών client.println που εμφανίζουν τα κουμπιά auto on και auto off.

```
if (button == 0) {
  client.println("<a href-\"/?autoon\">auto on</a>");
  client.println("<a href-\"/?autooff\">auto off</a><br />");
}
```

Στις παραπάνω εντολές αυτό που κάνουμε είναι να εμφανίζουμε το κουμπί refresh όταν πατηθεί start ή stop προκειμένου να ανανεώνεται στη σελίδα το επίπεδο της υγρασίας. Η ανανέωση γίνεται ορίζοντας ως href στην ετικέτα <a> το σύμβολο «/»

```
client.println("<br />");
client.println("Moisture: ");
client.println(ygrasia);
client.println(" %");
client.println("<br />");
client.println("<br />");
```

Στις παραπάνω εντολές εμφανίζουμε στη σελίδα την υγρασία του χώματος. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει η μεταβλητή ygrasia έχει την τελική τιμή της υγρασίας επεξεργασμένη και όχι την τιμή που επιστρέφει ο αισθητήρας.

```
if (katastasi == 0) {
  client.println("<img src= \"http://www.clker.com/cliparts/9/r/f/e/T/j/slim-red-led-on-md.png\" height= \"50\"");
}
if (katastasi == 1) {
  client.println("<img src= \"http://www.clker.com/cliparts/1/0/y/P/p/i/slim-green-led-on-md.png\" height= \"50\"");
}
```

Στην ιστοσελίδα υπάρχει και μία φωτογραφία που συμβολίζει την κατάσταση της ηλεκτροβάνας. Έτσι λοιπόν στη σελίδα φαίνεται ένας πράσινος κύκλος όταν είναι ανοιχτή και ένας κόκκινος κύκλος όταν είναι κλειστή. Επίσης, όπως έχουμε ήδη αναφέρει, η μεταβλητή κατάσταση παίρνει τιμή από την κατάσταση της ηλεκτροβάνας. Άρα, όταν η ηλεκτροβάνα είναι κλειστή, θα εμφανίζεται ο κόκκινος κύκλος και όταν είναι ανοιχτή ο πράσινος.

```
client.println("<p>Created by KoG 2016</p>");  
client.println("<br />");  
client.println("</BODY>");  
client.println("</HTML>");
```

Στις παραπάνω εντολές, που είναι και οι τελευταίες που αφορούν την σελίδα, εμφανίζουμε στον browser του χρήστη ένα σύντομο κείμενο και κλείνουμε τις ετικέτες body και html.

```
        delay(1);  
        client.stop();  
        readString="";  
    }  
}  
}
```

Τέλος, δημιουργούμε μία μικρή καθυστέρηση στο σύστημα προκειμένου να αυξήσουμε την σταθερότητα και την αξιοπιστία της εφαρμογής, σταματάμε την σύνδεση με τον πελάτη και καθαρίζουμε το αλφαριθμητικό readString προκειμένου να αποθηκευτεί εκεί η επόμενη αίτηση του χρήστη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9-ΕΠΙΛΟΓΟΣ

9.1 Σύνοψη και συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν με το πέρας της εργασίας είναι ότι οι μικροελεγκτές έχουν μπει στη ζωή μας για τα καλά και ότι το μέλλον τους φαίνεται λαμπρό. Επίσης, ένα αρνητικό συμπέρασμα είναι ότι η open source κοινότητα του Arduino θα πρέπει να διορθώσει αρκετά πράγματα στις πλακέτες τις, προκειμένου να γίνουν πιο αξιόπιστες. Δεν ήταν λίγες οι φορές που απελπίστηκα προσπαθώντας να ανεβάσω από τον υπολογιστή τον κώδικα στην πλακέτα και αυτός δεν ανέβαινε με τίποτα εμφανίζοντας ποικίλα σφάλματα συγχρονισμού.

9.2 Μελλοντικές επεκτάσεις

Όσον αφορά τις μελλοντικές επεκτάσεις της εφαρμογής, αυτές είναι πολλές και ενδιαφέρουσες. Για τον κώδικα, την εισαγωγή περαιτέρω λειτουργικότητας, όπως για παράδειγμα τη δυνατότητα συλλογής ιστορικού που θα αφορά τη συχνότητα των ποτισμάτων αλλά και ιστορικό για τα επίπεδα υγρασίας στο χώμα. Επιπλέον, καλό θα ήταν να γίνουν και κάποιες αλλαγές που θα αφορούν την ασφάλεια της εφαρμογής π.χ. έλεγχος υπερχείλισης. Για το υλικό της εφαρμογής, την εισαγωγή και ενός GSM shield που θα παρέχει τη δυνατότητα αποστολής και λήψης εντολών μέσω γραπτών μηνυμάτων. Αυτό θα ήταν εξαιρετικά χρήσιμο σε μία εγκατάσταση που βρίσκεται σε εξαιρετικά απομακρυσμένη περιοχή, όπου δεν υπάρχει δυνατότητα σύνδεσης στο Ιντερνέτ, όπως για παράδειγμα, σε χωράφια με γεωργικές καλλιέργειες. Σε αυτήν την περίπτωση θα ήταν και πιο εύκολο στη χρήση από ανθρώπους μεγάλης ηλικίας που ως γνωστό δεν κατάφεραν στην πλειοψηφία τους να ενστερνιστούν την πρόοδο της τεχνολογίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Πηγές Διαδικτύου

- <https://el.wikipedia.org/wiki/Arduino>
- <http://www.instructables.com/id/Controlling-solenoids-with-arduino/>
- <https://greekelectrician.blogspot.gr/2012/03/ilectrovalvida.atmou.s.team.valve.html>
- <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CF%81%CE%B1%CE%BD%CE%B6%CE%AF%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%81>
- <http://4dimkalrobot.weebly.com/chirhoetasigmaiotamuomicronpiomicroiota974nutaualphasigmaf-breadboard.html>
- <https://deltahacker.gr/arduino-intro/>
- <http://www.metal.ntua.gr/uploads/4701/1180/chap7.pdf>
- http://www.sas.com/el_gr/insights/big-data/internet-of-things.html#iottechnical
- <http://www.itech4u.gr/tech/hands-on/item/7262-internet-of-things-se-apla-ellinika/7262-internet-of-things-se-apla-ellinika>
- <https://el.wikipedia.org/wiki/HTML>
- [http://web.archive.org/web/20120111075401/www.cpusers.gr/content.php?r=203-%CE%95%CE%B9%CF%83%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%AE-%CF%83%CF%84%CE%B1-CSS-\(Tutorial\)](http://web.archive.org/web/20120111075401/www.cpusers.gr/content.php?r=203-%CE%95%CE%B9%CF%83%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%AE-%CF%83%CF%84%CE%B1-CSS-(Tutorial))
- <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CE%BE%CF%85%CF%80%CE%B7%CF%81%CE%B5%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%82>
- <http://osarena.net/hacks-guides/ti-ine-dns-ke-pos-kanete-setup-mia-ip-name-server.html>

Πηγές Συγγραμμάτων

- "Ηλεκτρονική", Albert Malvino, David J. Bates, μετάφραση: Παναγιώτα Αθ. Παπαβραμίδου, Τζιόλα, 2010, ISBN 978-960-418-279-4
- Αυτοματισμοί για την εκμηχάνιση της γεωργίας πτυχιακή Μοσας Γεώργιος 2014