

# **Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου**

**Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών**

## **Μεταπτυχιακή Διατριβή** **στα Πληροφοριακά και Επικοινωνιακά Συστήματα**



**Διαχείριση Θερμοκηπίου μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή**

**Σταύρος Βουλτσίδης**

**Επιβλέπων Καθηγητής**  
**Χρήστος Γκουμόπουλος**

**Μάιος 2014**

# **Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου**

## **Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών**

**Διαχείριση Θερμοκηπίου μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή**

**Σταύρος Βουλτσίδης**

**Επιβλέπων Καθηγητής**  
**Χρήστος Γκουμόπουλος**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε  
προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση

μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών  
στα Πληροφοριακά Συστήματα

από τη Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών  
του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου

**Μάιος 2014**

# Περίληψη

Η αλματώδης εξέλιξη της τεχνολογίας στις μέρες μας δεν άφησε ανεπηρέαστο και τον τομέα της γεωργίας. Η σύγχρονη γεωργική τεχνολογία είναι ένας διεπιστημονικός κλάδος της Γεωπονίας και της Τεχνολογίας Πληροφορικής και Επικοινωνιών. Οι γεωργοί, όπως όλοι οι παραγωγοί οικονομικών αγαθών και υπηρεσιών, έχουν μια συνεχή ανάγκη είτε να αυξάνουν την παραγωγικότητα ή να βρουν τρόπους να παράγουν την ίδια ποσότητα με μικρότερη χρήση πόρων. Για την μεγιστοποίηση λοιπόν της παραγωγικότητας και την ελαχιστοποίηση της επίδρασης που αυτή ασκεί στο περιβάλλον, ο κρίκος είναι η αποδοτική χρήση της τεχνολογίας. Η παρούσα εργασία θα μελετήσει και θα αναλύσει ένα σύστημα ελέγχου και διαχείρισης θερμοκηπίου μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή, καθώς επίσης και τα συστήματα που αφορούν την ασφάλεια και τη φύλαξή του.

Πραγματοποιήθηκαν τα πρώτα βήματα προς την κατεύθυνση της δημιουργίας ενός συστήματος αυτοματισμού και ελέγχου θερμοκηπίου, με τη χρήση αισθητήρων αλλά και ελεγχόμενου ποτίσματος. Ο κατάλληλος έλεγχος αυτής της δυναμικής του περιβάλλοντος είναι πράγματι δύσκολος, αλλά τα οφέλη του καλού ελέγχου υπερβαίνουν κατά πολύ το κόστος.

Το όλο έργο θα έχει ως αποτέλεσμα την αυτοματοποίηση εργασιών και τον έλεγχο των περιβαλλοντικών συνθηκών που υπάρχουν σε ένα θερμοκήπιο με απομακρυσμένη πρόσβαση μέσω υπολογιστή. Οι αισθητήρες και τα διάφορα σήματα θα συνδέονται σε έναν μικροελεγκτή και αυτός με την σειρά του στην παράλληλη θύρα υπολογιστή όπου θα είναι διαθέσιμη η διαχείριση μέσω τοπικού δικτύου ή από το internet με την χρήση browser. Στο θερμοκήπιο θα υπάρχει ελεγχόμενη από τον χρήστη αντλία ποτίσματος, ενημέρωση θερμοκρασίας χώρου καθώς και ρύθμισή της, ανίχνευση φωτιάς, οπτική επαφή του χώρου μέσω κάμερας, έλεγχος για την είσοδο ατόμων ή ζώων και τέλος έλεγχος κατάστασης της πόρτας του θερμοκηπίου.

Στην παρούσα διπλωματική παρουσιάζουμε εκτός από τον έλεγχο της καλλιέργειας του θερμοκηπίου και μια νέα παράμετρο που δεν έχει αναπτυχθεί πολύ ως τώρα, την ασφάλεια του ιδίου του χώρου. Με αυτόν τον τρόπο η φυσική παρουσία του ανθρώπου δεν είναι απαραίτητη πάντα στο χώρο του θερμοκηπίου, ενώ τυχόν ξαφνικές μεταβολές γνωστοποιούνται άμεσα στον υπεύθυνο.

Λέξεις- κλειδιά : αυτόματος έλεγχος, μικροελεγκτής, αισθητήρες, θερμοκήπιο, σύγχρονη γεωργία, συστήματα ασφαλείας.

# Summary

Nowadays the rapid evolution of technology hasn't left the agriculture unaffected. Agricultural technology is an interdisciplinary branch of Agriculture and Information and Communication Technology. Farmers, like all producers of economic goods and services have a continuous need either to increase productivity or to find ways to produce the same amount with less use of resources. So to maximize productivity and minimize its impact on the environment, the rational use of technology is the glue. This paper will study and analyze a system of management and greenhouse control through/via a computer, and systems related to security and storage conditions.

The first steps have been made towards creating a system of automation and greenhouse control with the use of sensors and controlled irrigation. Appropriate control of this dynamic of the environment is indeed difficult, but the benefits of good control far outweigh the cost.

The project will result in task automation and control of environmental conditions that exist in a greenhouse with remote access via computing devices. The sensors and the various signals will be connected to a microcontroller and this in turn to the parallel port on the computer where its management will be available via local network or the internet using a browser. In the greenhouse, there will be user controlled watering pump , environmental temperature updater and its regulation , fire detection , its visual contact through the camera , check for the entry of people or animals and finally status check of the greenhouse door.

Other than the greenhouse crop control this thesis introduces a new parameter, the safety of greenhouse itself, which has not been fully developed so far. In this way the physical human presence is not always necessary while any unexpected changes in the greenhouse is directly transmitted to the operator.

Key words: automation and control, microcontroller, sensors, greenhouse, modern agriculture, safety system.

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Χρήστο Γκουμόπουλο, επιβλέποντα καθηγητή μου, για την πολύ καλή συνεργασία και την καθοδήγησή του σε καίρια σημεία, ώστε να ολοκληρωθεί όσο το δυνατόν πληρέστερα η εργασία μου.

Την οικογένεια μου και κυρίως την γυναίκα μου, που έδειξαν κατανόηση για τον πολύτιμο χρόνο που τους στέρησα.

Το Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου και τους καθηγητές του πανεπιστημίου για το υψηλό επίπεδο σπουδών που παρέιχαν και κράτησαν το ενδιαφέρον μου για το παρόν μεταπτυχιακό αμείωτο.

# Περιεχόμενα

<b>1</b>	<b>Εισαγωγή</b> .....	<b>9</b>
1.1	Εισαγωγή .....	9
1.2	Καλλιέργεια με την χρήση θερμοκηπίου .....	10
1.3	Καλλιέργεια με την χρήση της τεχνολογίας .....	13
1.3.1	Γεωργία ακριβείας .....	14
1.3.2	Αισθητήρες .....	15
1.4	Καλλιέργεια με την χρήση τεχνολογίας στο θερμοκήπιο .....	16
1.4.1	Έλεγχος του κλίματος .....	16
1.4.2	Έλεγχος άρδευσης .....	16
1.4.3	Έλεγχος υδρολίπανσης .....	17
1.4.4	Έλεγχος θέρμανσης .....	17
1.4.5	Έλεγχος φωτισμού .....	17
1.5	Ασφάλεια στο θερμοκήπιο .....	18
1.6	Αντικείμενο της διατριβής .....	18
1.7	Επισκόπηση περιεχομένου .....	19
<b>2</b>	<b>Απαιτήσεις</b> .....	<b>21</b>
2.1	Τι είναι απαιτήσεις συστήματος .....	21
2.2	Λειτουργικές απαιτήσεις συστήματος θερμοκηπίου .....	22
2.2.1	Ανίχνευση ύπαρξης καπνού στο θερμοκήπιο .....	22
2.2.2	Ανίχνευση διαρροής νερού (πλημμύρα) .....	23
2.2.3	Ανίχνευση κίνησης μέσα στον χώρο του θερμοκηπίου .....	23
2.2.4	Ανίχνευση κατάστασης κεντρικής πόρτας .....	24
2.2.5	Αισθητήριο θερμοκρασίας .....	25
2.2.6	Ενημέρωση του κεντρικού υπολογιστή για την κατάσταση διαφόρων λειτουργιών .....	25
2.2.7	Αποδοχή σημάτων από το web interface για έλεγχο της αντλίας ποτίσματος ..	26
2.2.8	Επιλογή τρόπου λειτουργίας της αντλίας AUTO ή Manual .....	26
2.2.9	Επιλογή max/min ορίου θερμοκρασίας στο θερμοκήπιο με ποτενσιόμετρο ..	27
2.2.10	Ενδεικτική λυχνία LED για ένδειξη θερμοκρασίας εκτός εύρους .....	27
2.2.11	Ενδεικτική λυχνία RGB για την ένδειξη ενεργοποίησης κλιματισμού .....	27
2.2.12	Αποστολή live εικόνας στην σελίδα διαχείρισης του θερμοκηπίου .....	28

2.2.13	Εμφάνιση κατάλληλων μηνυμάτων στην οθόνη LCD για ενημέρωση .....	29
2.3	Μη λειτουργικές απαιτήσεις συστήματος θερμοκηπίου .....	30
2.4	Κοστολόγιο συστήματος θερμοκηπίου .....	31
<b>3</b>	<b>Σχεδιασμός .....</b>	<b>33</b>
3.1	Τι είναι σχεδιασμός .....	33
3.1.1	Λειτουργικό μοντέλο συστήματος .....	34
3.2	Λογικά διαγράμματα προγράμματος .....	36
3.2.1	Λογικό διάγραμμα void intro (ATMEGA8535) .....	36
3.2.2	Λογικό διάγραμμα void temperature_status (ATMEGA8535) .....	39
3.2.3	Λογικό διάγραμμα void smoke_detection (ATMEGA8535) .....	39
3.2.4	Λογικό διάγραμμα void web_control (ATMEGA8535) .....	40
3.2.5	Λογικό διάγραμμα void manual_control (ATMEGA8535) .....	40
3.2.6	Λογικό διάγραμμα void select (ATMEGA8535) .....	41
3.2.7	Λογικό διάγραμμα void leak_detection (ATMEGA8535) .....	41
3.2.8	Λογικό διάγραμμα void pump_status (ATMEGA8535) .....	42
3.2.9	Λογικό διάγραμμα void motion_detection (ATMEGA8535) .....	43
3.2.10	Λογικό διάγραμμα void door_status (ATMEGA8535) .....	43
3.2.11	Λογικό διάγραμμα void greenhouse (ATMEGA8535) .....	43
3.2.12	Λογικό διάγραμμα void main (ATMEGA8535) .....	44
3.2.13	Λογικό διάγραμμα void mux_live (ATMEGA32) .....	45
3.2.14	Λογικό διάγραμμα void mux_Min (ATMEGA32) .....	46
3.2.15	Λογικό διάγραμμα void mux_Max (ATMEGA32) .....	47
3.2.16	Λογικό διάγραμμα void read_LIVE_temp (ATMEGA32) .....	48
3.2.17	Λογικό διάγραμμα void read_MIN_temp (ATMEGA32) .....	48
3.2.18	Λογικό διάγραμμα void read_MAX_temp (ATMEGA32) .....	49
3.2.19	Λογικό διάγραμμα void alarm (ATMEGA32) .....	49
3.2.20	Λογικό διάγραμμα void main (ATMEGA32) .....	51
3.3	Ηλεκτρονικά σχέδια .....	52
3.3.1	Ηλεκτρονικό σχέδιο κεντρικής πλακέτας .....	52
3.3.2	Ηλεκτρονικό σχέδιο I/O βοηθητικής πλακέτας 1 .....	53
3.3.3	Ηλεκτρονικό σχέδιο I/O βοηθητικής πλακέτας 2 .....	53
3.3.4	Ηλεκτρονικό σχέδιο βοηθητικής πλακέτας θερμοκρασίας .....	54
3.3.5	Ηλεκτρονικό σχέδιο pins ATMEGA8535 .....	57

3.3.6	Ηλεκτρονικό σχέδιο pins ATMEGA32 .....	58
3.3.7	Ηλεκτρονικό σχέδιο αισθητηρίου υγρών .....	59
3.3.8	Ηλεκτρονικό σχέδιο κατάστασης θύρας .....	60
3.3.9	Ηλεκτρονικό σχέδιο ανάδρασης αντλίας.....	60
3.3.10	Ηλεκτρονικό σχέδιο Auto/Manual αντλίας .....	61
3.3.11	Ηλεκτρονικό σχέδιο κάμερας και αισθητηρίου κίνησης.....	62
3.3.12	Ηλεκτρονικό σχέδιο αισθητηρίου καπνού .....	62
3.3.13	Ηλεκτρονικό σχέδιο αισθητηρίου θερμοκρασίας.....	63
3.4	Μηχανολογικό σχέδιο .....	64
<b>4</b>	<b>Έλεγχος συστήματος.....</b>	<b>66</b>
4.1	Εισαγωγή στον έλεγχο .....	66
4.2	Γενικό σχέδιο δοκιμής.....	67
4.2.1	Σκοπός.....	67
4.2.2	Περιπτώσεις δοκιμών .....	68
4.2.3	Έλεγχος προδιαγραφών .....	70
4.3	Έλεγχος software (ανοικτού και κλειστού κουτιού) .....	75
4.3.1	Έλεγχος κλειστού κουτιού .....	75
4.3.2	Έλεγχος ανοικτού κουτιού .....	82
4.4	Έλεγχος hardware .....	99
4.4.1	Έλεγχος ηλεκτρολογικών μερών.....	100
4.4.2	Έλεγχος ηλεκτρονικών μερών .....	100
4.4.3	Έλεγχος μηχανολογικών μερών .....	100
<b>5</b>	<b>Λειτουργία web interface .....</b>	<b>101</b>
5.1	Ανάλυση λειτουργίας .....	101
5.1.1	Web Server .....	102
5.1.2	Βασικά συστατικά του interface .....	103
5.1.3	Live Video Streaming.....	104
5.1.4	Pin-Out Παράλληλης Θύρας & εφαρμογές ελέγχου .....	106
5.2	Κώδικας των εφαρμογών μας.....	108
5.2.1	Κώδικας θερμοκρασίας (pin.exe) .....	109
5.2.2	Υγρανίχνευση (pin2.exe) .....	109
5.2.3	Κατάσταση Αντλίας (pin3.exe) .....	110

5.2.4	Κατάσταση πόρτας (pin4.exe) .....	110
5.2.5	Αποστολή δεδομένων από τον server στον Atmega 8535 .....	110
5.2.6	Εντολή ποτίσματος από τον server στον Atmega 8535 .....	111
5.3	Χώρος αποθήκευσης αρχείο web .....	112
<b>6</b>	<b>Αποτελέσματα - Προτάσεις .....</b>	<b>113</b>
6.1	Συμπεράσματα .....	113
6.2	Συμβολή της εργασίας .....	114
6.3	Σπουδαιότητα χρήσης τεχνολογίας στο θερμοκήπιο .....	115
6.4	Μελλοντικές κατευθύνσεις .....	116
	<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>117</b>
	<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ</b>	
<b>A</b>	<b>Ο Μικροϋπολογιστής AVR ATMEGA 8535 .....</b>	<b>A1-A16</b>
<b>B</b>	<b>Ο Μικροϋπολογιστής AVR ATMEGA 32 .....</b>	<b>B1-B3</b>
<b>Γ</b>	<b>Ο STK 500 .....</b>	<b>Γ1-Γ2</b>
<b>Δ</b>	<b>Multiplexer CD74HC4067 .....</b>	<b>Δ1-Δ3</b>
<b>E</b>	<b>ΠΗΓΑΙΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ .....</b>	<b>E1-E33</b>
<b>ΣΤ</b>	<b>ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΤΩΝ ΛΟΓΙΚΩΝ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ .....</b>	<b>ΣΤ1-ΣΤ2</b>

# Κεφάλαιο 1

## Εισαγωγή



### 1.1 Εισαγωγή

Θερμοκήπια είναι δομές που επιτρέπουν την καλλιέργεια των νωπών γεωργικών προϊόντων (όπως τα φρούτα, τα λαχανικά, τα λουλούδια κλπ.) σε ποιότητες, σε ποσότητες και σε χρονικές περιόδους όπου είναι αδύνατο να επιτευχθεί η καλλιέργεια στην ίδια περιοχή στην ύπαιθρο.

Το θερμοκήπιο είναι στεγασμένος και περιφραγμένος χώρος, που σκοπό του έχει να προφυλάξει τα φυτά από το κρύο του χειμώνα [03]. Το περιβάλλον του θερμοκηπίου θα πρέπει να έχει καλό έλεγχο. Θερμοκρασιακές αλλαγές συμβαίνουν γρήγορα και ποικίλλουν ευρέως ανάλογα με τα

επίπεδα ηλιακής ακτινοβολίας. Εκτός από τα επίπεδα θερμοκρασίας ρόλο παίζει η υγρασία, η φωτεινότητα του χώρου, η ποσότητα του λιπάσματος και το πότισμα [02].

Τα θερμοκήπια μπορεί να είναι κατασκευασμένα πάνω σε μόνιμους σιδερένιους σκελετούς από γυαλί ή μπορεί να είναι από πλαστικό που στηρίζεται πάνω σε ξύλινο σκελετό. Η κατασκευή των θερμοκηπίων εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες, που επικρατούν τους χειμωνιάτικους μήνες σε μια περιοχή και από το είδος των φυτών που πρόκειται να καλλιεργηθούν [03].

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήσαμε τα πρώτα βήματα προς την κατεύθυνση της δημιουργίας ενός συστήματος αυτοματισμού θερμοκηπίου αλλά και της ασφάλειάς του, για το σκοπό αυτό κάναμε χρήση των αισθητήρων θερμοκρασίας, καπνού-πυρκαγιάς, πλημμύρας και κίνησης. Ο κατάλληλος έλεγχος αυτής της δυναμικής του περιβάλλοντος είναι πράγματι δύσκολος, αλλά τα οφέλη του καλού ελέγχου υπερβαίνουν κατά πολύ το κόστος [03].

## **1.2 Καλλιέργεια με την χρήση θερμοκηπίου**

Η έννοια της εντατικής γεωργίας σχετίζεται με την άκρως ελεγχόμενη ανάπτυξη της παραγωγής σε θερμοκήπια και με την χρήση της τεχνολογίας. Μέχρι την εμφάνιση της νέας αυτής έννοιας, το μεγαλύτερο μέρος της ανάπτυξης των καλλιεργειών γινόταν σε ανοιχτές εκτάσεις, αφήνοντας έτσι τον καλλιεργητή και την καλλιέργεια του να εκτίθενται στις καιρικές συνθήκες, επηρεάζοντας άμεσα την ποιότητα και την ποσότητα της παραγωγής.

Η ανάπτυξη των καλλιεργειών σε ελεγχόμενες κλιματικές συνθήκες με την χρήση θερμοκηπίων εξουδετερώνει την επίδραση των καιρικών φαινομένων και θεωρητικά επιτρέπει την ανάπτυξη των φυτών όλο το χρόνο [02]. Η ανταγωνιστικότητα στις αγορές και ο συνεχώς αυξανόμενες ποιοτικές προδιαγραφές για τους καλλιεργητές, έχουν αυξήσει τη αναγκαιότητα για έλεγχο της ανάπτυξης των καλλιεργειών και την υψηλή ποιότητα των προϊόντων όλο το χρόνο, ανεξάρτητα από εξωτερικούς παράγοντες, διασφαλίζοντας παράλληλα και στον γεωργό ένα σταθερό εισόδημα [05].

Το θερμοκήπιο είναι μια περιοχή που απομονώνεται από το εξωτερικό περιβάλλον με ένα διαφανές κάλυμμα που επιτρέπει τη μέγιστη μετάδοση του φωτός του ήλιου, από το οποίο γίνεται η φωτοσύνθεση στα φυτά [33]. Ανάλογα με τις ιδιότητες του υλικού κάλυψης του θερμοκηπίου και της γωνίας πρόσκρουσης των ακτίνων του ήλιου, απορροφάται μερικά ακτινοβολία, η οποία φτάνει στα φυτά και στο έδαφος, η ενέργεια που περιέχεται στην

απορροφώμενη ακτινοβολία μετατρέπεται σε θερμότητα [04]. Ο αέρας στο θερμοκήπιο έρχεται επίσης σε επαφή με το διαφανές κάλυμμα, θερμαίνεται από αυτό, και το αποτέλεσμα είναι να αυξηθεί περισσότερο η θερμοκρασία στο θερμοκήπιο.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των θερμοκηπίων συνήθως μπλοκάρουν την ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος, που εκπέμπεται από σώματα που έχουν χαμηλές θερμοκρασίες, και επιτρέπουν την ακτινοβολία που δημιουργεί θερμότητα [04].

Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι η εξωτερική θερμότητα επηρεάζεται από τη γεωγραφική θέση που βρίσκεται το θερμοκήπιο, την εποχή του έτους, την ώρα της ημέρας, την ουράνια φωτεινότητα κλπ. [26]

Η καλλιέργεια υπό κάλυψη είναι επομένως ζωτικής σημασίας για την καλλιέργεια των φυτών, ωστόσο, όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι υψηλή (όπως το καλοκαίρι στην χώρα μας), η θερμοκρασία στο εσωτερικό του θερμοκηπίου θα είναι εξαιρετικά υψηλή. Για να αποφευχθούν αυτές οι ακραίες θερμοκρασίες, θα πρέπει να ληφθούν ειδικά μέτρα από τον καλλιεργητή, όπως ο εξαερισμός, η ψύξη, η σκίαση κλπ. [17]

Επίσης θα πρέπει να αναφερθεί ότι μεγάλο ρόλο στην μετάδοση της ακτινοβολίας που θα συσσωρευτεί στο θερμοκήπιο παίζει το γεωμετρικό σχήμα της δομής του και η θέση του σε σχέση με το βορρά (η οποία καθορίζει τη γωνία μεταξύ του ηλιακού φωτός και της επιφάνειας κάλυψης) [25]. Αυτή η διαδικασία επιτρέπει την επίτευξη μιας πολύ μεγαλύτερης θερμοκρασίας στο εσωτερικό του θερμοκηπίου από ό, τι έξω από αυτό. Σε ένα περιβάλλον χαμηλής θερμοκρασίας, αυτό θα πρέπει να θεωρηθεί θετικό, όπως σε περιοχές όπου οι θερμοκρασία είναι μερικές φορές υπό το μηδέν, τα φυτά προστατεύονται και αποδίδουν.



**Εικόνα 1.1:** Σύγχρονο θερμοκήπιο

Στην πραγματικότητα, η καλλιέργεια των φυτών σε ένα θερμοκήπιο είναι πολύ πιο σύνθετη. Εκτός από την επιρροή της θερμοκρασίας, λόγω εξάτμισης του νερού από τα φυτά, υπάρχει μια αύξηση στην υγρασία σε σχέση με τις εξωτερικές συνθήκες [31]. Η αυξημένη υγρασία μπορεί να θεωρηθεί ως θετική και επωφελής εντός ορισμένων ορίων. Ωστόσο, εάν η υγρασία αυξάνεται πάρα πολύ και για μεγάλες χρονικές περιόδους (όταν το θερμοκήπιο είναι κλειστό και αερίζεται), υπάρχει μια μεγάλη πιθανότητα εμφάνισης ασθενειών στα φυτά.

Το σύγχρονο θερμοκήπιο (εικόνα 1.1) διαχωρίζεται από το εξωτερικό περιβάλλον από ένα διαφανές κάλυμμα που επιτρέπει το φως του ήλιου να μπαίνει μέσα και παρέχει ένα ευρύ φάσμα λειτουργιών για τα φυτά και για τον αγρότη (εικόνα 1.2):

- Φυσική προστασία από φυσικά φαινόμενα, όπως οι άνεμοι, η βροχή, το χαλάζι, το χιόνι κ.λπ.
- Προστασία από τα ζώα, μικρού ή μεγάλου μεγέθους, με το να μην τους επιτρέπει να έρθουν σε επαφή με τα φυτά και την εγκατάσταση.
- Αποτελεσματικότερη εφαρμογή των φυτοφαρμάκων σε κλειστό περιβάλλον.
- Δυνατότητα διατήρησης ενός κλίματος διαφορετικού από το εξωτερικό, προκειμένου να βελτιωθούν οι συνθήκες ανάπτυξης των φυτών.
- Προστασία από τη βροχή, διατηρώντας τον έλεγχο της άρδευσης και της λίπανσης.
- Δυνατότητα εργασιών και συγκομιδή ανεξαρτήτως καιρικών συνθηκών.

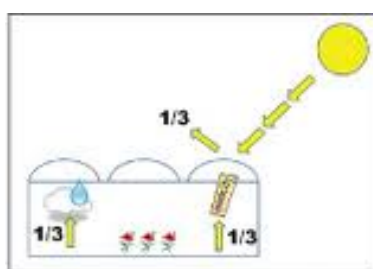


Figure 1: Partitioning of solar insolation

### **Εικόνα 1.2:** Έκθεση θερμοκηπίου στην ηλιακή ακτινοβολία

Ανάλογα με τις φυσικές περιβαλλοντικές συνθήκες, το είδος της καλλιέργειας, και τις απαιτήσεις του αγρότη υπάρχουν διαφορετικές τεχνικές λύσεις για την δημιουργία θερμοκηπιακών καλλιεργειών. Ως εκ τούτου, τροπικές περιοχές έχουν συνήθως πολλές θερμοκηπιακές καλλιέργειες των οποίων η κύρια λειτουργία τους είναι να παρέχουν φυσική προστασία για τις

καλλιέργειες και την προστασία των φυτών από τους ανέμους, την βροχή και την αποφυγή εμφάνισης ασθeneιών και παρασίτων.

Σε περιοχές όπου έχουν βαρείς χειμώνες κρύο και χιόνι, όπως η βόρεια Ευρώπη, ο Καναδάς, οι ΗΠΑ ή σε περιοχές που έχουν πολύ κρύο το χειμώνα και πολύ ζεστό το καλοκαίρι, όπως η Κίνα, και ορισμένες περιοχές της Ρωσίας, απαιτείται η χρήση πολύπλοκων και εξελιγμένων τεχνολογικά συστημάτων τα οποία είναι συνήθως πιο ακριβά τόσο στην εγκατάσταση όσο και στην χρήση τους. Τέτοια συστήματα μπορεί να είναι συστήματα που καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες καυσίμων κατά τη διάρκεια του χειμώνα για θέρμανση, ή συστήματα που καταναλώνουν νερό και ηλεκτρικό ρεύμα για παρακολούθηση και ψύξη.

Από τα παραπάνω είναι φανερό ότι οι βέλτιστες συνθήκες ανάπτυξης δεν είναι πάντοτε οικονομικά βιώσιμες. Μερικές φορές θα πρέπει να υπάρχει συμβιβασμός σχετικά με την ποιότητα του εξοπλισμού, εγκαθιστώντας μόνο τα πιο απαραίτητα από τα βοηθητικά συστήματα, με επιλογή προσθήκης περισσότερων όταν υπάρχει η οικονομική δυνατότητα.

### **1.3 Καλλιέργεια με την χρήση της τεχνολογίας**

Η έννοια της εντατικής γεωργίας σχετίζεται με την άκρως ελεγχόμενη ανάπτυξη της παραγωγής σε θερμοκήπια και με την χρήση της τεχνολογίας.

Από την ανακάλυψη της γεωργίας, χιλιάδες χρόνια πριν μέχρι και σήμερα, έχει γίνει μεγάλη προσπάθεια από την ανθρωπότητα για την διασφάλιση ικανής παραγωγής, τόσο σε ποσότητα, όσο και σε ποιότητα. Αυτό τελικά επιτυγχάνεται με την εφαρμογή της τεχνολογίας στην γεωργία. Έτσι η ανάπτυξη των καλλιεργειών με βάση την τεχνολογία έχει ως αποτέλεσμα:

- Καλλιέργειες υψηλότερης ποιότητας με αποτέλεσμα υψηλότερα κέρδη.
- Βελτιωμένη χρήση της γης που αφήνει τους πόρους της γης για άλλους σκοπούς.
- Παραγωγή οργανικών και βιολογικών προϊόντων, χωρίς τη χρήση φυτοφαρμάκων.
- Σημαντική μείωση σε νερό και λίπασμα, καθώς και την ελάχιστη έκθεση σε λοιμώξεις και περιβαλλοντικούς κινδύνους.
- Σημαντική οικονομία σε ανθρώπινο δυναμικό, ενώ παρέχει όλο το χρόνο απασχόληση.
- Βελτίωση των εξαγωγικών δυνατοτήτων.
- Η συνεχής ανάγκη για την κατάρτιση και την επαγγελματική εξειδίκευση που οδηγεί στην αριστεία του προσωπικού.

### 1.3.1 Γεωργία Ακριβείας

Η γεωργία ακριβείας, με απλά λόγια, είναι η διαχείριση της αγροτικής παραγωγής από τη γη, βασισμένη στην παρατήρηση, τις μετρήσεις και την αντιμετώπιση των διαφοροποιήσεων, μέσα στην κάθε γεωργική έκταση. Βασίζεται σε νέες τεχνολογίες όπως η δορυφορική φωτογραφία, η επιστήμη των υπολογιστών και η χρήση εργαλείων τηλεπισκόπησης.

Σκοπός της είναι:

- Να οδηγήσει σε καλύτερη επιλογή των γεωργικών πρακτικών, σε συνάρτηση με τις ανάγκες των καλλιεργειών. Παράδειγμα αποτελεί η προσαρμοσμένη εφαρμογή νερού (π.χ. διαφορετικές ποσότητες σε διαφορετικά σημεία του αγρού).
- Να μειώσει το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της καλλιέργειας. Να μειώσει δηλαδή την υπερβολική χρήση χημικών και την υπέρμετρη χρήση γεωργικών μηχανημάτων
- Να μπορέσει να δώσει αυξημένη παραγωγή καλύτερης ποιότητας και ποσότητας, αυξάνοντας το εισόδημα του καλλιεργητή.

Στο παρελθόν ο γεωργός, που καλλιεργούσε πολύ μικρές εκτάσεις, μπορούσε να μάθει καλά τα χαρακτηριστικά της γης του και να τροποποιήσει τις επεμβάσεις του, ανάλογα με τη θέση στο χωράφι. Στις μέρες μας όμως, που οι εκτάσεις έχουν αυξηθεί σημαντικά, είναι σχεδόν αδύνατο να θυμάται τα χαρακτηριστικά όλης της έκτασής του, και πώς αυτά έχουν μεταβληθεί (για παράδειγμα την τελευταία πενταετία).

Οι μεταβολές, που έχουν σημαντική επίπτωση στη γεωργική παραγωγή, συνοψίζονται σε έξι κατηγορίες [13]:

1. Μεταβλητότητα στη σοδειά.
2. Μεταβλητότητα του αγρού: Αυτό αναφέρεται στην τοπογραφία του αγρού.
3. Μεταβλητότητα του εδάφους: Πρέπει να είναι γνωστά όλα τα χαρακτηριστικά του εδάφους από την περιεκτικότητα σε διάφορα στοιχεία, μέχρι τα φυσικά χαρακτηριστικά του.
4. Μεταβλητότητα των φυτών: Πυκνότητα, ύψος, διαθέσιμα απαραίτητα στοιχεία κλπ.
5. Μεταβλητότητα από αστάθμητους παράγοντες: Περιλαμβάνει κυρίως προσβολές από έντομα και ζιζάνια.

6. Μεταβλητότητα στις καλλιεργητικές πρακτικές: Αυτές περιλαμβάνουν την επιλογή της ποικιλίας/υβριδίου, τις αποφάσεις για λίπανση, τύπο άροσης και άρδευσης κλπ.

Οι τεχνολογίες, που κάνουν εφικτή τη γεωργία ακριβείας στις ημέρες μας, περιλαμβάνουν την ανάπτυξη αισθητήρων, αυτοματισμών και τεχνολογιών τηλεπισκόπησης.

### 1.3.2 Αισθητήρες

Ο αισθητήρας είναι μια συσκευή που δέχεται εξωτερικά ερεθίσματα και τα μετατρέπει κατάλληλα σε ηλεκτρικά σήματα. Στις μέρες μας υπάρχει μεγάλη πληθώρα διαφόρων τύπων αισθητήρων, με μικρό κόστος για τις περισσότερες εφαρμογές. Οι αισθητήρες είναι ιδιαίτερα χρήσιμοι για την πραγματοποίηση επιτόπιων μετρήσεων, όπως στο βιομηχανικό έλεγχο μιας διαδικασίας. Η ανάπτυξη της ασύρματης τεχνολογίας επιτρέπει την καταγραφή και ανάλυση σε πραγματικό χρόνο των δεδομένων.

Οι κύριες κατηγορίες αισθητήρων είναι οι εξής [13]:

1. Αισθητήρες σοδειάς
2. Αισθητήρες τοποθεσίας αγρού (GPS)
3. Αισθητήρες εδάφους (εικόνα 1.3)
4. Αισθητήρες φυτών
5. Αισθητήρες ζιζανίων ή προσβολών



**Εικόνα 1.3:** Αισθητήρας μέτρησης υγρασίας εδάφους

## 1.4 Καλλιέργεια με την χρήση τεχνολογίας στο θερμοκήπιο

Στα συστήματα ελέγχου του θερμοκηπίου συνήθως είναι συνδεδεμένος ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής όπου λειτουργεί για τον έλεγχο και την παρακολούθηση της αλλαγής του κλίματος, την άρδευση και την λίπανση μέσα στο θερμοκήπιο [30]. Με τον έλεγχο αυτών των παραγόντων οι καλλιεργητές είναι σε θέση να μεγιστοποιήσουν την παραγωγή και την ποιότητα, ενώ μπορούν να σχεδιάσουν και τη διαχείριση του κόστους, την καλλιέργεια, την συγκομιδή και την πώληση με υψηλό επίπεδο ακρίβειας [12].

### 1.4.1 Έλεγχος του κλίματος

Τα εξαρτήματα του θερμοκηπίου, όπως τα παράθυρα, οι περσίδες, οι ανεμιστήρες, τα συστήματα θέρμανσης / ψύξης, τα συστήματα καταιονισμού, λειτουργούν σύμφωνα με τις προδιαγραφές που ορίζονται από το χρήστη ώστε να ελέγχεται το κλίμα του θερμοκηπίου, με βάση τις βέλτιστες συνθήκες για την παραγωγή που καλλιεργείται. Ως παράμετροι του συστήματος είναι η θερμοκρασία, η υγρασία, το φως και ο αέρας.

### 1.4.2 Έλεγχος άρδευσης

Το σύστημα ελέγχου άρδευσης διαχειρίζεται χρονοδιαγράμματα για τις ποσότητες άρδευσης (εικόνα 1.4), καθώς και την πυκνότητα του νερού στο έδαφος αλλά και άλλες παραμέτρους, όπως το πρόγραμμα λίπανσης, το pH στο έδαφος κ.ά. Η Άρδευσης ακριβείας με βάση την προσέγγιση "speaking plant " μπορεί να μειώσει την χρήση νερού και να μεγιστοποιήσει την απόδοση της καλλιέργειας [24].



**Εικόνα 1.4:** Άρδευση θερμοκηπίου

### 1.4.3 Έλεγχος Υδρολίπανσης

Η ποιότητα του νερού με το οποίο ποτίζουμε παίζει πολύ μεγάλο ρόλο στην ανάπτυξη του φυτού. Πρέπει να είναι χαμηλής αγωγιμότητας (μικρής αλατότητας) και με πολύ λίγα χλώρια. Με το σωστό πότισμα και την σωστή λίπανση θα διατηρείται πάντα στο έδαφος η σχετική υγρασία και τα ιχνοστοιχεία που βοηθούν στην ανάπτυξη του φυτού.

Η εφαρμογή της λίπανσης πραγματοποιείται σε συνδυασμό με το πρόγραμμα άρδευσης. Υπάρχουν διάφοροι τύποι μηχανών υδρολίπανσης, mixer, παράκαμψη και on-line υδρολίπανση. Και οι τρεις τύποι εξασφαλίζουν τις σωστές αναλογίες μεταξύ του νερού άρδευσης και της ποσότητας του λιπάσματος που απαιτείται από κάθε καλλιέργεια.

### 1.4.4 Έλεγχος θέρμανσης

Σε ψυχρές χώρες είναι αναγκαία η θέρμανση του θερμοκηπίου ώστε να είναι σε θέση τα φυτά να αναπτυχθούν όλο το χρόνο. Υπάρχουν πολλοί τύποι των συστημάτων θέρμανσης, που βασίζονται σε ζεστό νερό ή ζεστό αέρα [27].

### 1.4.5 Έλεγχος φωτισμού

Ένας σημαντικός παράγοντας του περιβάλλοντος που επηρεάζει την ανάπτυξη των φυτών είναι το φως. Η εγκατάσταση φωτισμού στο εσωτερικό του θερμοκηπίου (εικόνα 1.5) είναι για τα φυτά ένα απαιτητικό αλλά απαραίτητο έργο, στον στόχο επίτευξης αύξησης της παραγωγής. Ο ρόλος του είναι σημαντικός για ορισμένες λειτουργίες των φυτών όπως η παραγωγή χλωροφύλλης, το σχήμα και το μέγεθος των φύλλων και των πετάλων [22].



Εικόνα 1.5: Φωτισμός θερμοκηπίου

## 1.5 Ασφάλεια στο θερμοκήπιο

Τα θερμοκήπια είναι εύκολοι στόχοι για κλοπές και βανδαλισμούς. Συχνά γίνονται περιστατικά με πολύ δυσάρεστες συνέπειες [34]. Πολλές φορές μπορούν να προκληθούν ζημιές από ζώα αλλά και από ακραία καιρικά φαινόμενα. Η ελαφρά κατασκευή των θερμοκηπίων δεν επιτρέπει καμία φυσική προστασία. Είναι ευάλωτα από κάθε πλευρά τους και οποιαδήποτε ζημιά στοιχίζει σε χρόνο και χρήμα. Ο μοναδικός σήμερα αποτελεσματικός τρόπος προστασίας είναι η κάλυψή τους με ηλεκτρονικά μέτρα και με υλικά μεγαλύτερης αντοχής.

Η χρήση συστημάτων καταγραφής με κάμερες είναι στις μέρες μας ευρέως διαδεδομένη, καθώς και η αποστολή on-line εικόνας σε οποιοδήποτε γεωγραφικό σημείο βρίσκεται ο χρήστης. Με αυτόν τον τρόπο υπάρχει 24ωρη παρακολούθηση του χώρου και άμεση ενημέρωση του ιδιοκτήτη. Απαραίτητη προϋπόθεση βέβαια είναι η εγκατάσταση internet στο θερμοκήπιο.

Ακόμα ένα μέσο προστασίας του θερμοκηπίου είναι η εγκατάσταση συστήματος συναγερμού, αυτό μπορεί να ανιχνεύσει κίνηση στον μέσα αλλά και στον έξω χώρο, όπως επίσης πυρκαγιά, πλημμύρα, διαρροή αερίου, κ.ά., με άμεση ηχητική και οπτική ειδοποίηση στα άτομα που βρίσκονται στον χώρο, αλλά και ενημέρωση με χρήση sms, email ή τηλεφωνική κλήση σε άτομα που βρίσκονται μακριά.

## 1.6 Αντικείμενο της διατριβής

Σε αυτό το έργο, θα αναπτύξουμε ένα σύστημα ελέγχου και διαχείρισης θερμοκηπίου μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή. Ο στόχος αυτής της διατριβής είναι να σχεδιάσει και να υλοποιήσει σε μακέτα από plexi-glass ένα θερμοκήπιο όπου ο χρήστης θα ενημερώνεται για την κατάστασή του και θα ενεργεί στο χώρο μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή. Οι αισθητήρες και τα διάφορα σήματα προς τους ενεργοποιητές του θερμοκηπίου θα συνδέονται με έναν μικροελεγκτή και αυτός με την σειρά του στην παράλληλη θύρα υπολογιστή όπου θα είναι διαθέσιμη η διαχείριση μέσω τοπικού δικτύου ή από το internet μέσω browser. Στο θερμοκήπιο θα υπάρχει ελεγχόμενη από τον χρήστη αντλία ποτίσματος, ενημέρωση θερμοκρασίας χώρου και ρύθμιση των ορίων της, ανίχνευση φωτιάς, οπτική επαφή του χώρου μέσω κάμερας, έλεγχος κίνησης για την είσοδο ατόμων ή ζώων, έλεγχος για πλημμύρα και τέλος έλεγχος κατάστασης της πόρτας του θερμοκηπίου.

Η λειτουργία του έργου στηρίζεται από πλευράς hardware σε δύο μικροελεγκτές τον ATEGA8535 και ATMEGA32, έναν προσωπικό υπολογιστή και τα αισθητήρια που αναφέραμε την προηγούμενη παράγραφο. Επίσης από πλευράς λογισμικού του έργου επιλέξαμε την εφαρμογή “PortableWeb Ap” για την ιστοσελίδα και το windows media encoder για την αποστολή της εικόνας από την κάμερα. Η ανάπτυξη της εφαρμογής στον μικροελεγκτή έγινε με την χρήση του AVR Studio 4 της ATMEL και με την βοήθεια του compiler CodeVision [09]. Τέλος στον υπολογιστή εγκαταστάθηκαν τα Windows XP Professional sp3 English Edition.

Τα πλεονεκτήματα που υπάρχουν από την χρήση του συγκεκριμένου έργου είναι το αποδεκτό κόστος από μια ποικιλία υπηρεσιών, η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και η αξιοπιστία στην λειτουργία του. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση του έργου είναι αρχικά η ανάλυση των απαιτήσεων του έργου, έπειτα ο σχεδιασμός τους και τέλος ο ενδεδειγμένος έλεγχος για πιθανά σφάλματα.

## 1.7 Επισκόπηση περιεχομένου

Στο πρώτο κεφάλαιο κάναμε μια θεωρητική εισαγωγή για τα θερμοκήπια, την είσοδο της τεχνολογίας στον κλάδο αυτό, μιλήσαμε για την επιτακτική ανάγκη ασφάλειας και ελέγχου των εγκαταστάσεων, τέλος κάναμε μια μικρή αναφορά για το αντικείμενο της εργασίας μας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο εξετάζουμε τις απαιτήσεις του συστήματος που θα κατασκευάσουμε, λειτουργικές και μη καθώς και το κόστος του έργου.

Στο τρίτο κεφάλαιο θα γίνει ο σχεδιασμός του συστήματος με το λειτουργικό και το δομημένο μοντέλο, τα λογικά διαγράμματα πριν από την υλοποίηση του κώδικα, τα ηλεκτρονικά σχέδια των πλακετών και το μηχανολογικό σχέδιο.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται ο έλεγχος του συστήματος, με το γενικό σχέδιο ελέγχου, ο έλεγχος software (ανοικτού και κλειστού κουτιού), ο έλεγχος του hardware και τέλος ο έλεγχος των ηλεκτρολογικών, ηλεκτρονικών και μηχανικών μερών του συστήματος.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην κατασκευή της μονάδας για τον απομακρυσμένο έλεγχο του συστήματος μέσω web και στην ανάλυση λειτουργίας του.

Στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο καταγράφουμε τα συμπεράσματα από την εργασία, αναφέροντας τη συμβολή της, την σπουδαιότητά της και τις μελλοντικές κατευθύνσεις της.

Στο τέλος του συγγράμματος έχουμε τα παραρτήματα που αποτελούνται από έξι ενότητες όπου αφορούν, τον μικροϋπολογιστή ATMEGA8535 (Παράρτημα Α), τον μικροϋπολογιστή ATMEGA32 (Παράρτημα Β), το αναπτυξιακό STK500 (Παράρτημα Γ) [08], τον multiplexer CD74HC4067(Παράρτημα Δ), τον πηγαίο κώδικα σε γλώσσα C όπου και έγινε ο προγραμματισμός των μικροελεγκτών (Παράρτημα Ε) και τέλος την επεξήγηση των συμβόλων που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή των λογικών διαγραμμάτων (Παράρτημα ΣΤ).

# Κεφάλαιο 2

## Απαιτήσεις



### 2.1 Τι είναι απαιτήσεις συστήματος

Απαίτηση είναι μια δήλωση του τι πρέπει να κάνει το σύστημα. Οι απαιτήσεις χωρίζονται σε λειτουργικές και μη λειτουργικές [13]. Ο καθορισμός των απαιτήσεων αρχίζει με την καταγραφή προτάσεων, συνεχίζει με την αναλυτική περιγραφή συγκεκριμένων απαιτήσεων και το επόμενο βήμα είναι η μοντελοποίηση του συστήματος.

Οι λειτουργικές απαιτήσεις περιγράφουν τι πρέπει να κάνει το σύστημα (π.χ. ως συναρτήσεις που λαμβάνουν είσοδο και δίδουν έξοδο), ενώ οι μη λειτουργικές περιγράφουν τις ιδιότητες του συστήματος (απόδοση, χρηστικότητα, ασφάλεια, νομιμότητα, ιδιωτικότητα) [13]. Οι απαιτήσεις

ορίζονται τόσο από τους πελάτες όσο και από τους αναλυτές του συστήματος και καταγράφονται σε ειδικό έντυπο περιγραφής απαιτήσεων.

## 2.2 Λειτουργικές απαιτήσεις συστήματος θερμοκηπίου

Παρακάτω περιγράφουμε το τι θέλουμε να κάνει το σύστημα μας, δηλαδή τις λειτουργικές απαιτήσεις του συστήματος [15]. Αναλυτική αναφορά για την λειτουργία του μικροεπεξεργαστή κάνουμε στην ενότητα 3.3.

### 2.2.1 Ανίχνευση ύπαρξης καπνού στο θερμοκήπιο

Η ανίχνευση καπνού στηρίζεται στο φωτοηλεκτρικό φαινόμενο (διάθλαση του φωτός). Όταν το φως περνάει από ένα υλικό σε ένα άλλο, ένα μέρος του απορροφάται και ένα άλλο ποσοστό αλλάζει κατεύθυνση υπό μια γωνία, τα δυο υλικά στη περίπτωση μας είναι ο αέρας και ο καπνός. Το σήμα για να ακολουθήσει την αρχιτεκτονική της κατασκευής πρέπει να αναστραφεί και να ενισχυθεί περνώντας από μια συστοιχία τρανζίστορ και για ακόμη καλύτερα αποτελέσματα μέσα από το ULN 2803A. Το αισθητήριο καπνού (εικόνα 2.1) συνδέεται στην είσοδο PA2 του επεξεργαστή, όταν δεν υπάρχει καπνός έχουμε λογικό '1' και μόλις η φωτοαντίσταση (δέκτης) ανιχνεύσει φως από την διάθλαση (λόγω καπνού) η είσοδος του μικροεπεξεργαστή πέφτει σε λογικό '0'.



Εικόνα 2.1: Αισθητήρας καπνού

### 2.2.2 Ανίχνευση διαρροής νερού (πλημμύρα)

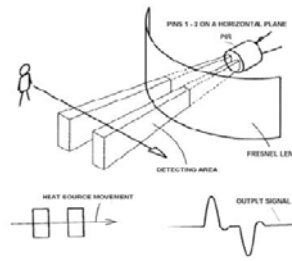
Το αισθητήριο ανίχνευσης υγρών (εικόνα 2.2) στηρίζεται στην αγωγιμότητα των υγρών και πιο συγκεκριμένα του νερού. Στο αισθητήριο αυτό υπάρχει το τρανζίστορ ενίσχυσης BC547NPN το οποίο ενισχύει το σήμα όπως συμβαίνει και με το αισθητήριο θερμοκρασίας που θα αναλύσουμε παρακάτω. Το αισθητήριο θα ενεργοποιηθεί όταν ανιχνευθεί νερό και η είσοδος στον μικροεπεξεργαστή από λογικό '1' θα πέσει σε λογικό '0'. Για αισθητήριο έχουμε δυο ηλεκτρόδια τα οποία όταν έρθουν σε επαφή με το νερό 'κλείνει κύκλωμα' και στέλνεται σήμα στον μικροεπεξεργαστή με αποτέλεσμα να εμφανιστεί η ένδειξη alarm στην lcd οθόνη και θα ηχήσει το buzzer. Η είσοδος στην οποία συνδέεται το αισθητήριο υγρανίχνευσης είναι η PA1.



Εικόνα 2.2: Αισθητήρας πλημμύρας

### 2.2.3 Ανίχνευση κίνησης μέσα στον χώρο του θερμοκηπίου

Το αισθητήριο κίνησης (εικόνα 2.4) που θα χρησιμοποιήσουμε στο έργο μας δουλεύει με υπέρυθρη ακτινοβολία (PIR). Αποτελείται από έναν πομποδέκτη υπέρυθρης ακτινοβολίας. Ο πομπός ακτινοβολεί υπέρυθρες ακτίνες στον χώρο που καλύπτει και αυτές ανακλώνται και επιστρέφουν στον δέκτη (εικόνα 2.3) [28]. Όταν οι ακτίνες που εκπέμπονται δεν είναι ίσες με τις ακτίνες που φτάνουν στο δέκτη είτε σε ποσότητα είτε σε ταχύτητα επιστροφής τότε σημαίνει ότι κάποιο σώμα έχει αλλάξει αυτό το ισοζύγιο, οπότε υπάρχει κίνηση [19]. Το αισθητήριο αυτό συνδέεται στην είσοδο PA4 του μικροεπεξεργαστή.



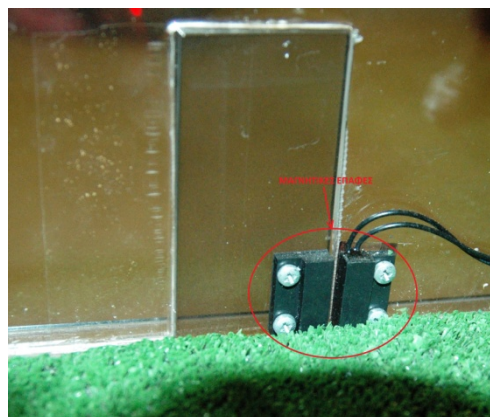
**Εικόνα 2.3:** Αναπαράσταση λειτουργίας ανιχνευτή κίνησης με τεχνολογία PIR



**Εικόνα 2.4:** Αισθητήρας κίνησης

#### 2.2.4 Ανίχνευση κατάστασης κεντρικής πόρτας (ανοιχτή- κλειστή)

Το αισθητήριο κατάστασης κεντρικής θύρας (εικόνα 2.5) στην ουσία είναι ένας τερματικός διακόπτης ο οποίος στηρίζεται στο μαγνητικό φαινόμενο. Η λειτουργία του βασίζεται στην αδιάλειπτη παροχή ρεύματος στον έναν από τους δύο μαγνήτες της πόρτας, μόλις σταματήσει να περνάει ρεύμα σημαίνει ότι η πόρτα άνοιξε, στέλνεται σήμα στον μικροελεγκτή και ενημερώνεται το web interface για την κατάσταση της θύρας. Η είσοδος στην οποία συνδέεται το αισθητήριο αυτό είναι η PA5.

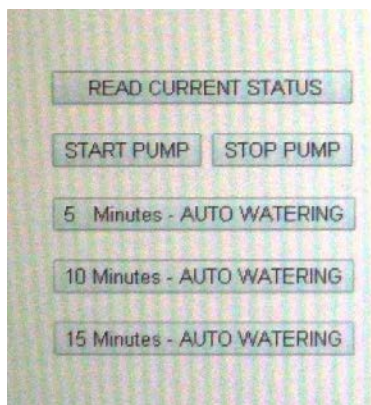


**Εικόνα 2.5:** Μαγνητική επαφή ελέγχου πόρτας



## 2.2.7 Αποδοχή σημάτων από το web interface για έλεγχο της αντλίας ποτίσματος

Ο χρήστης θα έχει την δυνατότητα ενεργοποίησης τριών προγραμματών ποτίσματος (5 λεπτών, 10 λεπτών, 15 λεπτών) (εικόνα 2.8) με την επιλογή του αντίστοιχου κουμπιού από την ιστοσελίδα. Για να πραγματοποιηθεί το προγραμματισμένο πότισμα θα πρέπει ο διακόπτης της αντλίας στο πάνελ του θερμοκηπίου να είναι στο AUTO.



Εικόνα 2.8: Επιλογή αυτόματου ποτίσματος από το web

## 2.2.8 Επιλογή τρόπου λειτουργίας της αντλίας Auto ή Manual

Η λειτουργία της αντλίας για πότισμα έχει δύο επιλογές, AUTO για πότισμα από τα τρία προγράμματα του web interface και MANUAL για πότισμα με διακόπτη τοπικά από το θερμοκήπιο (εικόνα 2.9).



Εικόνα 2.9: Επιλογή τρόπου ποτίσματος από τον διακόπτη

### 2.2.9 Επιλογή min/max ορίου θερμοκρασίας στο θερμοκήπιο με ποτενσιόμετρο

Η λογική λειτουργίας του συστήματος είναι ένα ΣΑΕ (Σύστημα Αυτόματου Ελέγχου) το οποίο είναι σε θέση να κρατά την θερμοκρασία του θερμοκηπίου μέσα στο εύρος θερμοκρασιών που ορίζεται από τον χρήστη εύκολα με δύο ποτενσιόμετρα (MIN & MAX TEMP) τοπικά από το πάνελ του θερμοκηπίου. Τα όρια της θερμοκρασίας που μπορεί να θέσει ο χρήστης είναι 0-20°C για το minimum και 28-48°C για το maximum.

Στην οθόνη της πλακέτας απεικονίζονται σε πραγματικό χρόνο αναλογικές οι εισοδοι του συστήματος δίνοντας έτσι στον χρήστη τη δυνατότητα να έχει άμεση πληροφόρηση για τα όρια που ρυθμίζει (MIN & MAX) αλλά και για την τρέχουσα θερμοκρασία που διαβάζει από το αισθητήριο (LIVE ) (εικόνα 2.10).



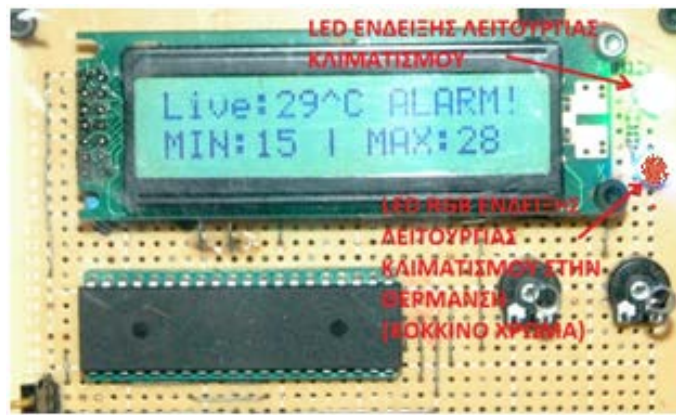
Εικόνα 2.10: Επιλογή ορίων θερμοκρασίας

### 2.2.10 Ενδεικτική λυχνία LED για ένδειξη θερμοκρασίας εκτός εύρους λειτουργίας με ηχητικό ALARM και ενεργοποίηση του κλιματισμού

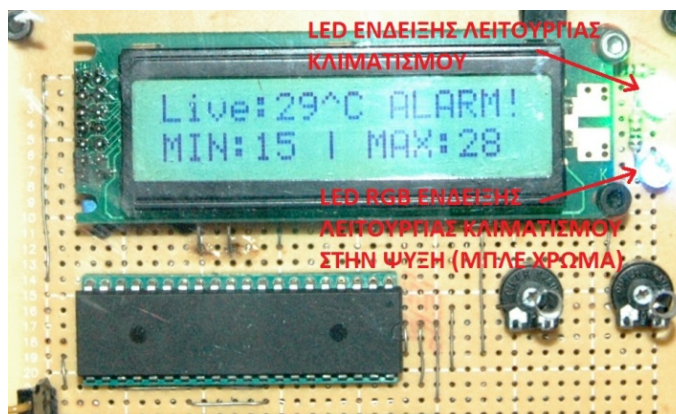
Βάσει του κώδικα που τρέχει ο ATMEGA 32 και ανάλογα την απόκλιση που ανιχνεύει το σύστημα, είναι σε θέση να μπορεί να διορθώσει τη θερμοκρασία αυτόματα είτε αν χρειάζεται να θερμάνει τον χώρο είτε να τον ψύξει.

### 2.2.11 Ενδεικτική λυχνία RGB για την ένδειξη ενεργοποίησης κλιματισμού

Η ενεργοποίηση του κλιματισμού προσομοιώνεται με ένα LED (ALARM) και η λειτουργία του κλιματισμού με ένα RGB LED. Όταν το LED έχει κόκκινο χρώμα ο κλιματισμός δουλεύει την θέρμανση (εικόνα 2.11), ενώ όταν είναι μπλε την ψύξη (εικόνα 2.12).



**Εικόνα 2.11:** Θερμοκρασία εκτός εύρους με ενεργοποίηση κλιματισμού θέρμανσης



**Εικόνα 2.12:** Θερμοκρασία εκτός εύρους με ενεργοποίηση κλιματισμού ψύξης

### 2.2.12 Αποστολή live εικόνας στην σελίδα διαχείρισης του θερμοκηπίου

Το λογισμικό για την μετάδοση της εικόνας μέσω κάμερας (εικόνα 2.13) από το θερμοκήπιο στο web – interface που επιλέξαμε είναι το **windows media encoder**. Λογισμικό δοκιμασμένο που χρησιμοποιείται από τους περισσότερους τηλεοπτικούς και ραδιοφωνικούς σταθμούς για την διαδικτυακή μετάδοση των παραγωγών τους σε χρήστες του internet.

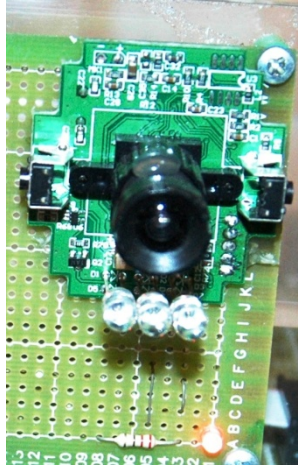
Τα δεδομένα ροής (live streaming data) τα εκπέμπει στην θύρα:8080, και τα links στα οποία μπορούμε να συνδεθούμε ώστε να δούμε την εικόνα είναι :

A) Από τον ίδιο τον υπολογιστή (Server)

- <http://127.0.0.1/index.php>
- <mms://127.0.0.1:8080>

B) Από υπολογιστή στο ίδιο δίκτυο με τον server

- <http://192.168.1.50/index.php>
- <mms://192.168.1.50:8080>



**Εικόνα 2.13:** Κάμερα για λήψη live εικόνας από το θερμοκήπιο

### 2.2.13 Εμφάνιση κατάλληλων μηνυμάτων στην οθόνη LCD για την ενημέρωση του χρήστη

Οι LCD οθόνες αποτελούν την πιο απλή και φτηνή λύση για την απεικόνιση πληροφοριών[14]. Στην εργασία έχουμε δύο οθόνες LCD, η πρώτη της κεντρικής πλακέτας μας εμφανίζει στο ξεκίνημα μηνύματα αρχικοποίησης, στην συνέχεια μας πληροφορεί για την κατάσταση του συστήματος, αν είναι όλα εντάξει εμφανίζει το μήνυμα normal, αλλιώς εμφανίζει alarm με την αντίστοιχη συνθήκη (εικόνα 2.14α). Η δεύτερη οθόνη εμφανίζει την τρέχουσα θερμοκρασία του θερμοκηπίου, το κάτω και το πάνω όριο που τέθηκαν από τον χρήστη και alarm στην περίπτωση που η θερμοκρασία βγει εκτός ορίων (εικόνα 2.14β).



(α)



(β)

**Εικόνα 2.14:** Τα δύο display του έργου, (α) τεσσάρων γραμμών, (β) δύο γραμμών

## 2.3 Μη λειτουργικές απαιτήσεις συστήματος θερμοκηπίου

Οι μη λειτουργικές απαιτήσεις ορίζουν ποια χαρακτηριστικά πρέπει να έχει το σύστημα, ποιοτικά χαρακτηριστικά, ιδιότητες, κλπ. Επίσης ορίζουν τους λόγους σύμφωνα με τους οποίους θα θεωρήσουμε ότι το σύστημά μας είναι επιτυχημένο [15]. Οι μη λειτουργικές απαιτήσεις πρέπει να είναι πάντα μετρήσιμες. Παρακάτω παραθέτουμε τις μη λειτουργικές απαιτήσεις που θα πρέπει να έχει το σύστημά μας.

Οι μη λειτουργικές απαιτήσεις χωρίζονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες, τις απαιτήσεις για διαδικασία (παράδοση, υλοποίηση, ποιότητα), τις απαιτήσεις για το προϊόν (χρηστικότητα, αξιοπιστία, μεταφερσιμότητα, αποτελεσματικότητα, απόδοση, μέγιστη δυνατότητα) και τέλος τις εξωτερικές απαιτήσεις (νομικοί περιορισμοί, οικονομικοί περιορισμοί, συντονισμός με άλλα συστήματα) [16].

Συνολικά, οι μη λειτουργικές απαιτήσεις που τέθηκαν είναι:

- Το σύστημα πρέπει να παρέχει απόκριση πραγματικού χρόνου
- Το σύστημα πρέπει να λειτουργεί αδιάλειπτα (όλο το χρόνο)
- Το σύστημα πρέπει να είναι φιλικό στη χρήση
- Ο χρόνος επανεκκίνησης του συστήματος μετά από οποιαδήποτε διακοπή δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 3 λεπτά
- Το σύστημα πρέπει να κάνει αυτόματη επανεκκίνηση μετά από πτώση
- Το σύστημα πρέπει να είναι αξιόπιστο
- Ο μέσος χρόνος μεταξύ 2 καταρρεύσεων πρέπει να είναι τουλάχιστον 4 μήνες
- Η σύνδεση με το internet πρέπει να είναι αδειάληπτη
- Το σύστημα πρέπει να είναι ασφαλές

## 2.4 Κοστολόγιο συστήματος θερμοκηπίου

Παραθέτουμε αναλυτικά την κοστολόγηση όλων των υλικών που χρειάστηκαν για την κατασκευή της μακέτας του θερμοκηπίου (εικόνα 2.15).

ΥΛΙΚΑ	ΛΕΠΤΟΜΕΡΙΕΣ – ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ	ΤΙΜΗ
<p>Ηλεκτρονικά εξαρτήματα</p> <p>(ολοκληρωμένα, τρανζίστορ, αντιστάσεις, πυκνωτές, δίοδοι, leds)</p>	<p>ATMEGA 8535 Micro-controller <a href="http://www.atmel.com/images/doc2502.pdf">http://www.atmel.com/images/doc2502.pdf</a></p> <p>ATMEGA 32 Micro-controller <a href="http://www.atmel.com/images/doc2503.pdf">www.atmel.com/images/doc2503.pdf</a></p> <p>CD74HC4067 Multiplexer <a href="http://www.ti.com/product/cd74hc4067">http://www.ti.com/product/cd74hc4067</a></p> <p>LM35 αισθητήριο θερμοκρασίας <a href="http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf">www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf</a></p> <p>LM 358A τελεστικός ενισχυτής <a href="http://www.fairchildsemi.com/ds/LM/LM258.pdf">www.fairchildsemi.com/ds/LM/LM258.pdf</a></p> <p>7805 Voltage Regulator <a href="https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/LM7805.pdf">https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/LM7805.pdf</a></p> <p>2 BC547NPN τρανζίστορ ενίσχυσης <a href="https://www.sparkfun.com/products/8928">https://www.sparkfun.com/products/8928</a></p> <p>ULN2803 Συστοιχία τρανζίστορ (διαχειρίζεται τα σήματα των αισθητηρίων καπνού και υγρανίχνευσης) <a href="http://www.ti.com/lit/ds/symlink/uln2803a.pdf">www.ti.com/lit/ds/symlink/uln2803a.pdf</a></p> <p>Ποτενσιόμετρα, πυκνωτές, αντιστάσεις, buzzer</p> <p>5 LED</p> <p>1 LED RGB</p>	150 €
<p>Ηλεκτρολογικά</p> <p>(βίσαμα, κλέμες, ρελέ, διακόπτες, μοτέρ)</p>	<p>2 Διακόπτες</p> <p>1 button</p> <p>moter dc 12 volt και 4,5 volt</p> <p>μαγνητική επαφή πόρτας</p>	5€
2 LCD οθόνες	<p>Οθόνη υγρών κρυστάλλων (LCD 4X20)</p> <p>Οθόνη υγρών κρυστάλλων (LCD 2X16)</p>	30€
4 Διάτρητες πλακέτες	Πλακέτες για την κατασκευή των κυκλωμάτων	25 €
Ανιχνευτής καπνού		20 €

Ανιχνευτής κίνησης		20 €
WEB camera	MSI STARCAM 370i <a href="http://www.msi.com/product/mm/StarCam_370i.html">http://www.msi.com/product/mm/StarCam_370i.html</a>	20€
Plexi glass	Στην τιμή συνυπολογίζεται και το κόψιμο	100 €
Αναπτυξιακό STK 500	Χρησιμοποιήθηκε για τον προγραμματισμό των μικροεπεξεργαστών <a href="http://www.atmel.com/images/doc1925.pdf">www.atmel.com/images/doc1925.pdf</a>	120 €
Καλωδίωση & υλικό συνένωσης	Καλωδιωταινίες, καλώδια, ακίδες, βίσματα, φις	20€
Παρελκόμενα μακέτας	Τεχνητό γκαζόν, δέντρα, φυτά, πέτρες, περίφραξη, κόλλα	30 €
Διάφορα		50€
Υπολογιστής	Pentium III 731MHz, 256 MB RAM	100€
ΣΥΝΟΛΟ		670 €



**Εικόνα 2.15:** Μακέτα θερμοκηπίου

# Κεφάλαιο 3

## Σχεδιασμός

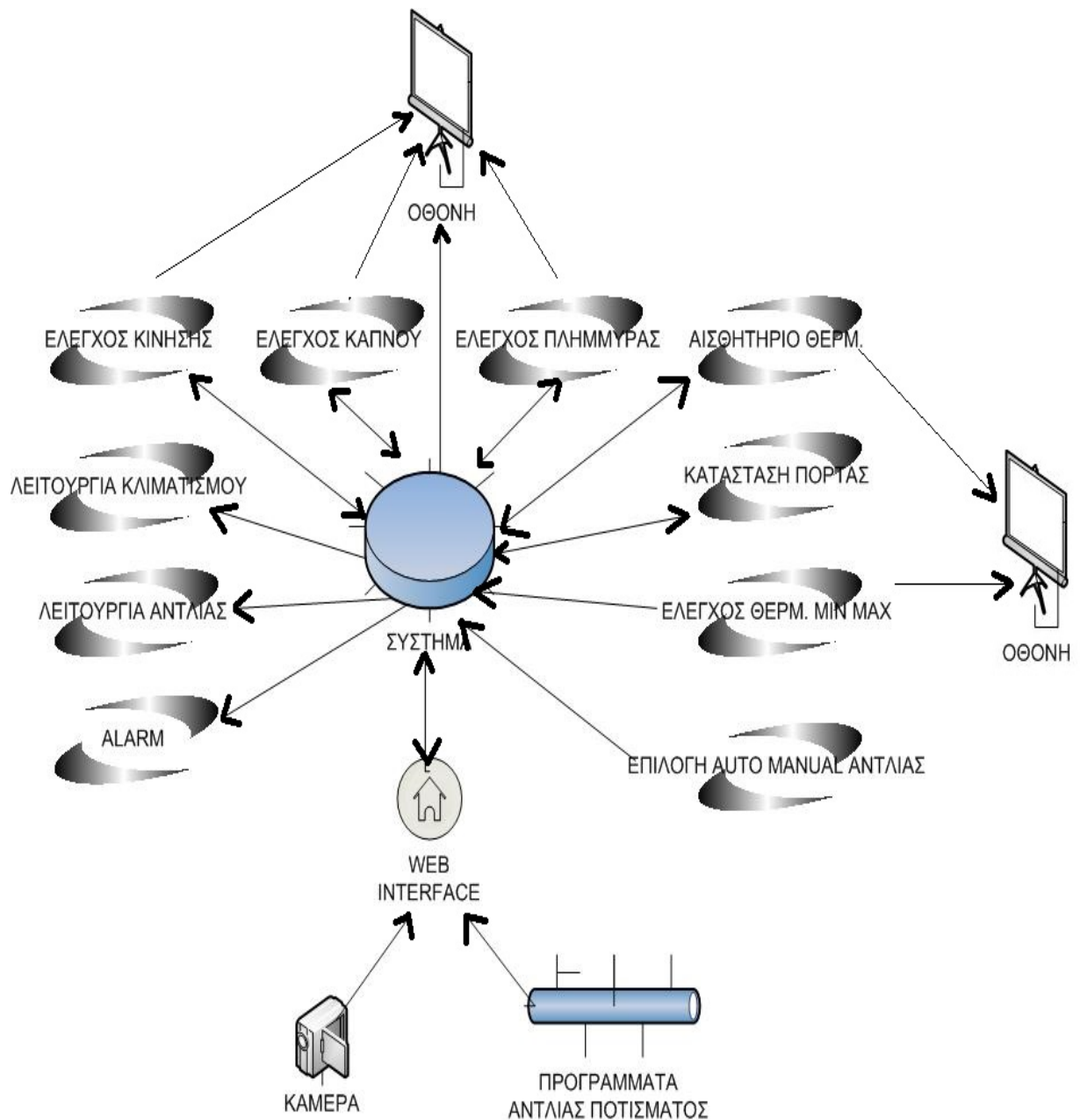


### 3.1 Τι είναι σχεδιασμός

Σχεδιασμός ενός συστήματος είναι η σχηματική παράσταση του έργου, αρχικά με την μορφή λειτουργικού και δομημένου μοντέλου, στην συνέχεια με την μορφή λογικών διαγραμμάτων και τέλος με την δημιουργία των ηλεκτρονικών και μηχανολογικών σχεδίων. Η φάση του σχεδιασμού ενός συστήματος είναι πολύ σημαντική για την πορεία του, καθώς αποτελεί ένα βήμα πριν από την υλοποίηση του, οποιοδήποτε λάθος ή τροποποίηση μπορούν εύκολα, γρήγορα και σχετικά ανέξοδα να πραγματοποιηθούν.

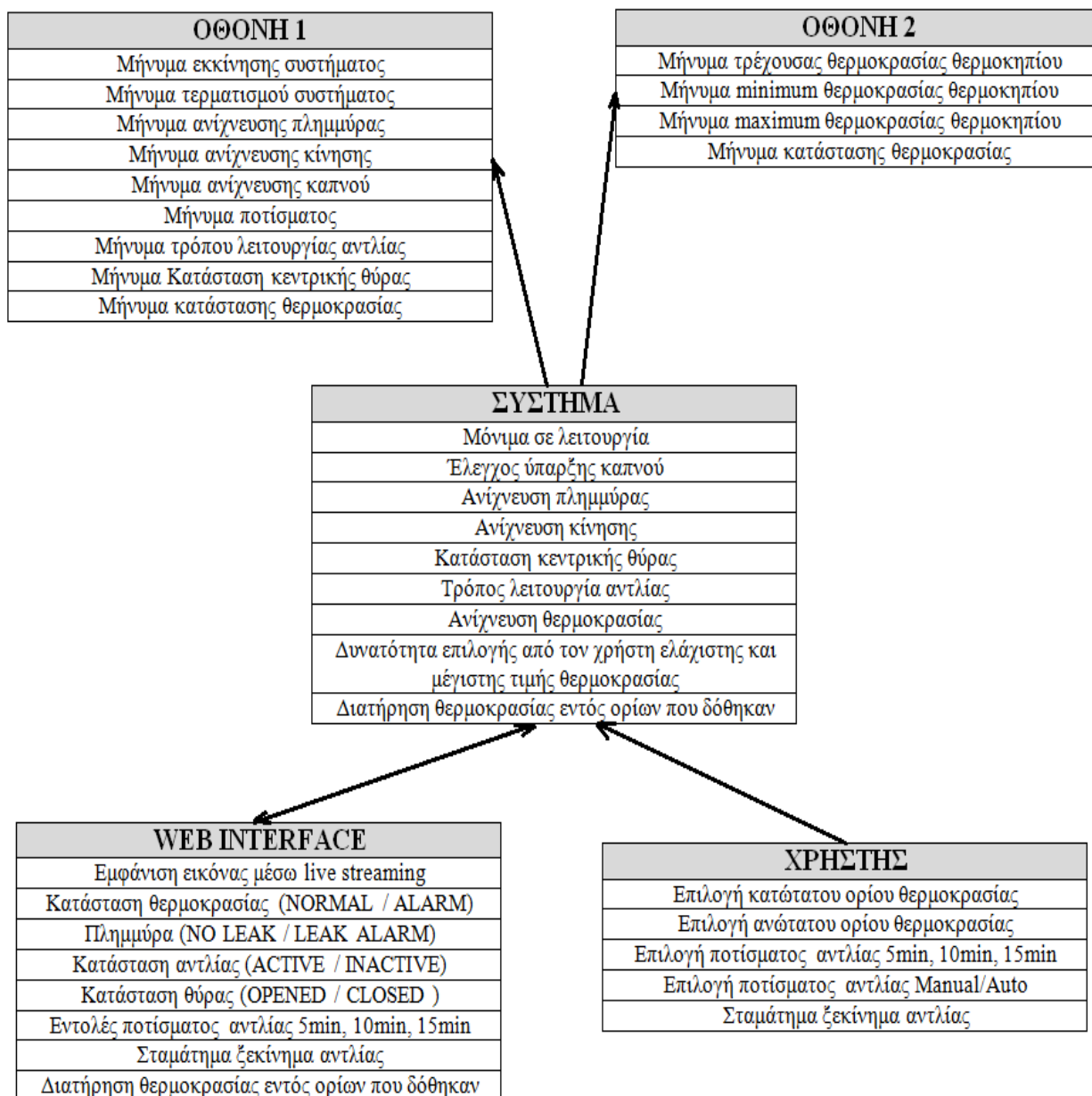
### 3.1.1 Λειτουργικό μοντέλο του συστήματος

Το λειτουργικό μοντέλο είναι αυτό που περιγράφει πως χρησιμοποιείται ένα σύστημα, δεν περιγράφει δηλαδή την ακριβή δομή του συστήματος αλλά τις λειτουργίες του. Τα λειτουργικά μοντέλα συχνά δημιουργούνται με την μεταφορά εμπειρίας του χρήστη από άλλο έργο ή περιοχή γνώσης [23]. Στο έργο μας κομμάτια του λειτουργικού μοντέλου (εικόνα 3.1) αποτελούν το σύστημα των δύο μικροελεγκτών, οι αισθητήρες που είναι συνδεδεμένοι σε αυτούς, η αντλία, η κάμερα, τα δύο display, καθώς επίσης και ο υπολογιστής που είναι συνδεδεμένος με το σύστημα και φιλοξενεί το web-interface.



Εικόνα 3.1: Λειτουργικό μοντέλο

Εκτός από το λειτουργικό μοντέλο έχουμε σχεδιάσει και το δομημένο (εικόνα 3.2) όπου είναι αυτό που περιγράφει λεπτομερώς την αρχή λειτουργίας και την δομή μιας συσκευής. Το δομημένο ή δομικό μοντέλο είναι χρήσιμο όταν δεν λειτουργεί ικανοποιητικά μια συσκευή [23]. Οι κατασκευαστές και επισκευαστές συστημάτων πρέπει να έχουν πολύ καλή γνώση των αντίστοιχων δομημένων μοντέλων των συστημάτων αυτών. Θα πρέπει να τονίσουμε ότι το δομημένο μοντέλο δεν έχει αντιστοιχία με τα λειτουργικά χαρακτηριστικά ενός έργου και πολλές φορές αν γίνει προσπάθεια να συσχετισθούν δημιουργούνται προβλήματα.



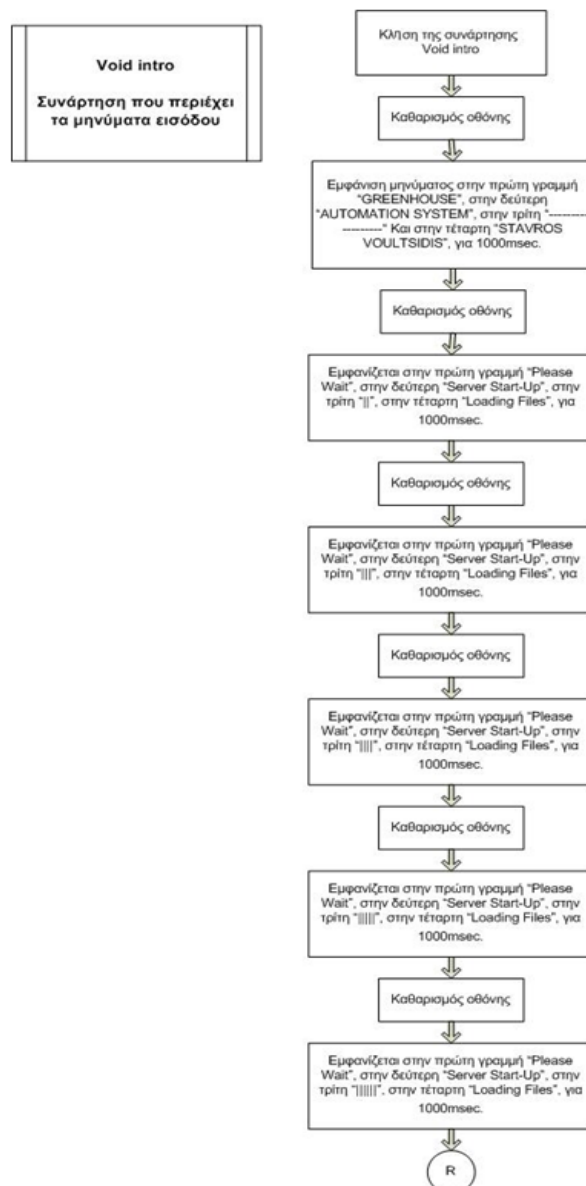
**Εικόνα 3.2:** Δομημένο ή δομικό μοντέλο

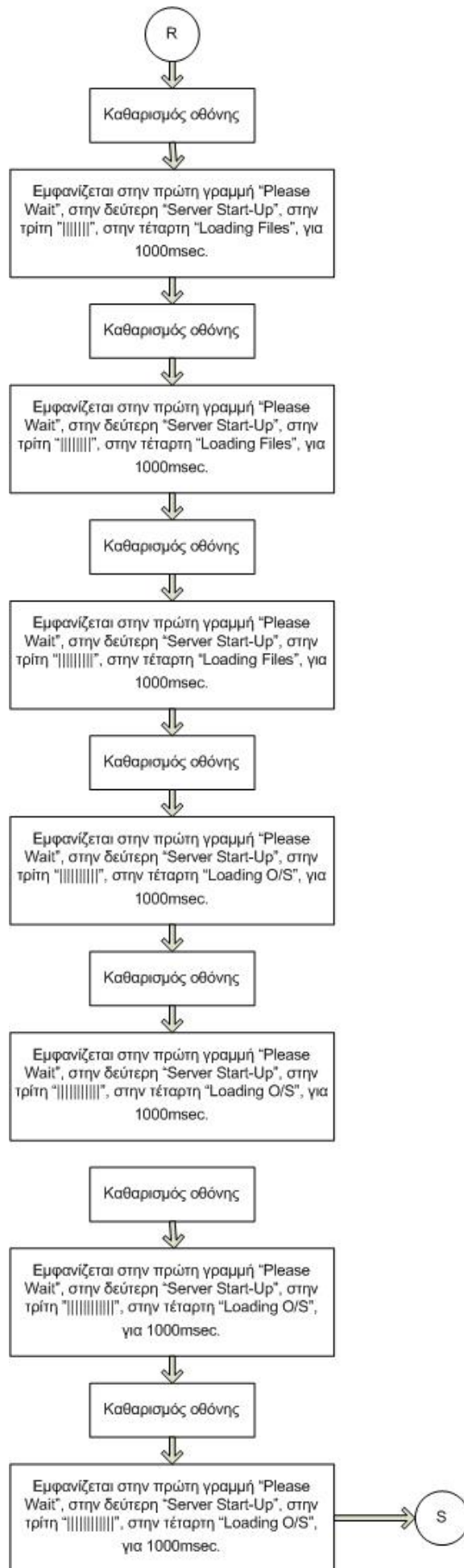
## 3.2 Λογικά διαγράμματα προγράμματος

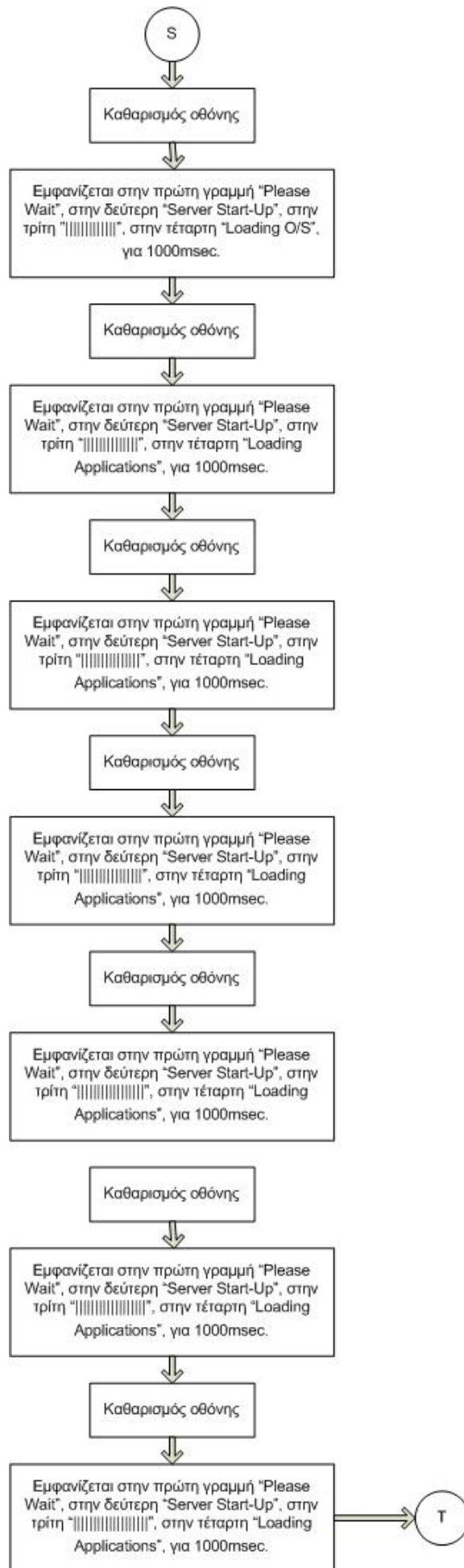
Σ' αυτή την ενότητα παραθέτουμε τα λογικά διαγράμματα των συναρτήσεων που κατασκευάσαμε, με σύντομη περιγραφή της λειτουργίας που μοντελοποιεί το καθένα. Δεν χρησιμοποιήσαμε κάποιο standard notation για την κατασκευή των διαγραμμάτων, για τον λόγο αυτό στο Παράρτημα ΣΤ έχουμε επεξήγηση των συμβόλων που χρησιμοποιήσαμε.

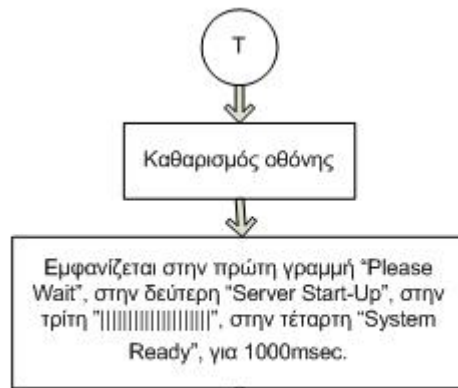
### 3.2.1 Λογικό διάγραμμα void intro (ATMEGA8535)

Στο λογικό διάγραμμα **void intro** εμφανίζονται στο display των τεσσάρων γραμμών ενημερωτικά μηνύματα αρχικοποίησης του συστήματος. Ουσιαστικά εκτός από την ενημέρωση στον χρήστη, χρησιμοποιείται για χρονοκαθυστέρηση ώστε να προλάβει ο υπολογιστής να φορτώσει τα windows και την ιστοσελίδα.



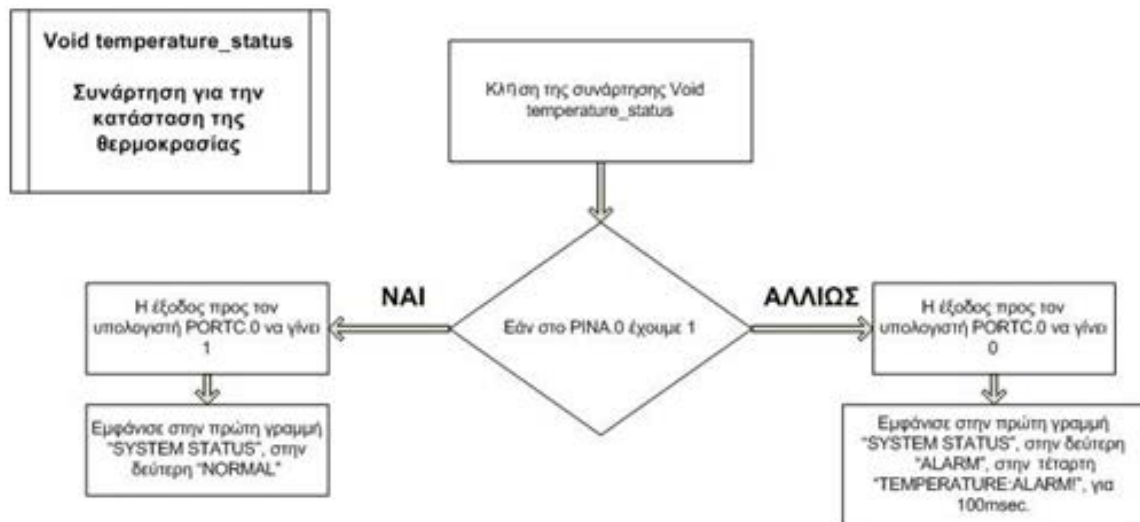






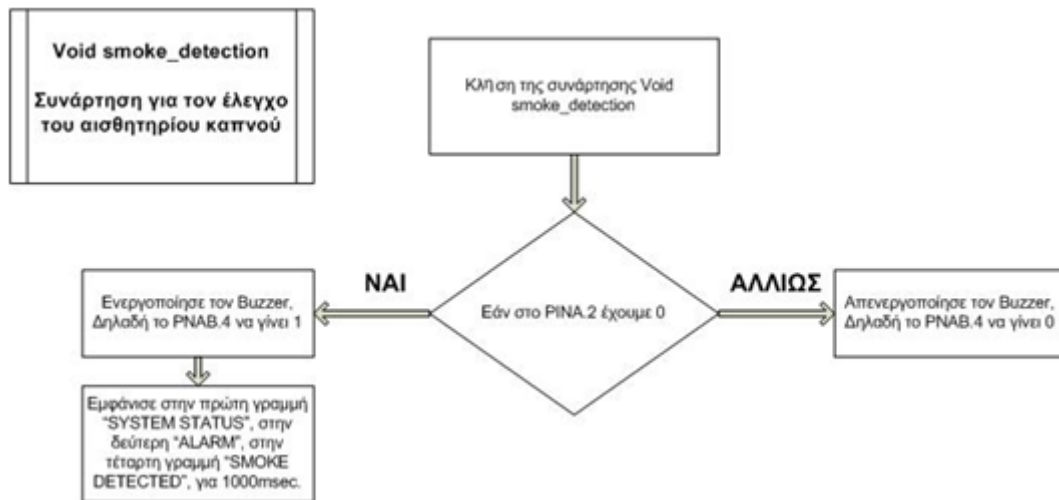
### 3.2.2 Λογικό διάγραμμα void temperature\_status (ATMEGA8535)

Το λογικό διάγραμμα **void temperature\_status** δημιουργήθηκε για να ελέγχεται η θερμοκρασία του θερμοκηπίου (το σήμα από το PINA.7 του ATMEGA32 οδηγείται στο PINA.0 του ATMEGA8535), αν είναι εντός των ορίων που δόθηκαν από τον χρήστη στέλνει "1" και εμφανίζει στο display τεσσάρων θέσεων το μήνυμα "NORMAL", αλλιώς στέλνει "0" και εμφανίζει το μήνυμα "TEMPERATURE ALARM", καθώς επίσης ενημερώνει και την ιστοσελίδα.



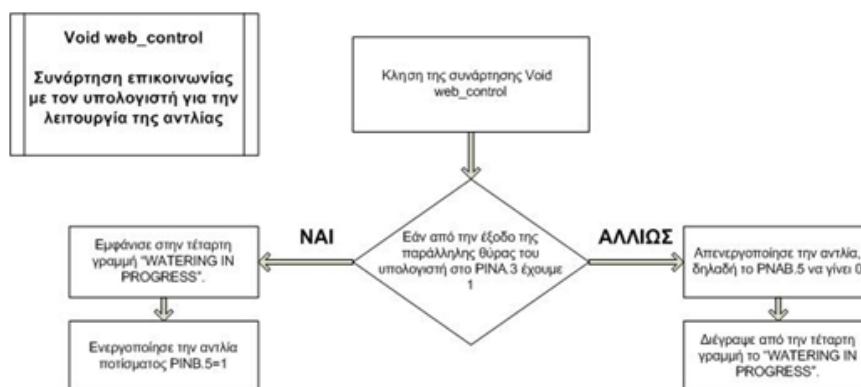
### 3.2.3 Λογικό διάγραμμα void smoke\_detection (ATMEGA8535)

Το λογικό διάγραμμα **void smoke\_detection** δημιουργήθηκε για να ελέγχεται ο αισθητήρας καπνού του θερμοκηπίου. Αν έχουμε καπνό το PINA.2 του ATMEGA8535 πέφτει σε λογικό μηδέν, ηχεί το buzzer (PINB.4=1) και εμφανίζει στο display τεσσάρων θέσεων το μήνυμα "ALARM SMOKE DETECTED", αλλιώς απενεργοποιεί το buzzer (PINB.4=0).



### 3.2.4 Λογικό διάγραμμα void web\_control (ATMEGA8535)

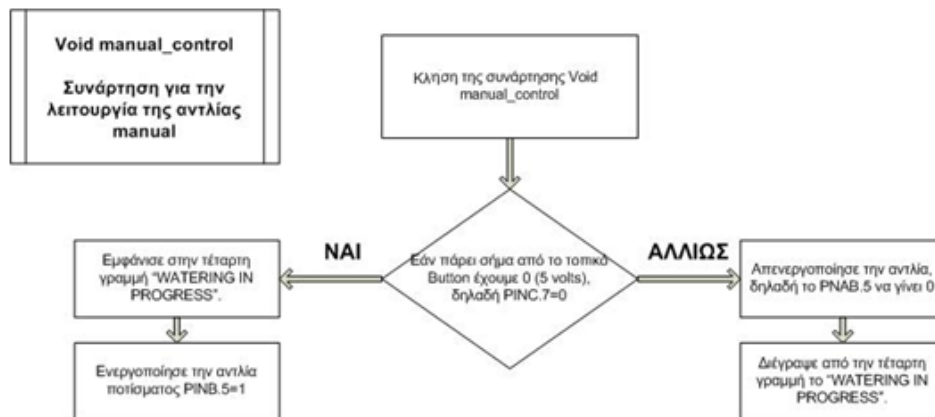
Το λογικό διάγραμμα **void web\_control** δημιουργήθηκε για να ελέγχεται η λειτουργία της αντλίας του θερμοκηπίου από το κουμπί START που βρίσκεται στην ιστοσελίδα. Όταν πατηθεί έχουμε στο PINA.3 του ATMEGA 8535 "1" (σήμα από την παράλληλη θύρα του υπολογιστή), εμφανίζει στο display τεσσάρων θέσεων το μήνυμα **"WATERING IN PROGRESS"** και ενεργοποιεί την αντλία PINB.5=1, αν πατηθεί το κουμπί STOP, το σήμα από την παράλληλη θύρα στο PINA.3 είναι μηδέν, τότε σταματάει την αντλία PINB.5=0 και διαγράφει το μήνυμα **"WATERING IN PROGRESS"** από το display.



### 3.2.5 Λογικό διάγραμμα void manual\_control (ATMEGA8535)

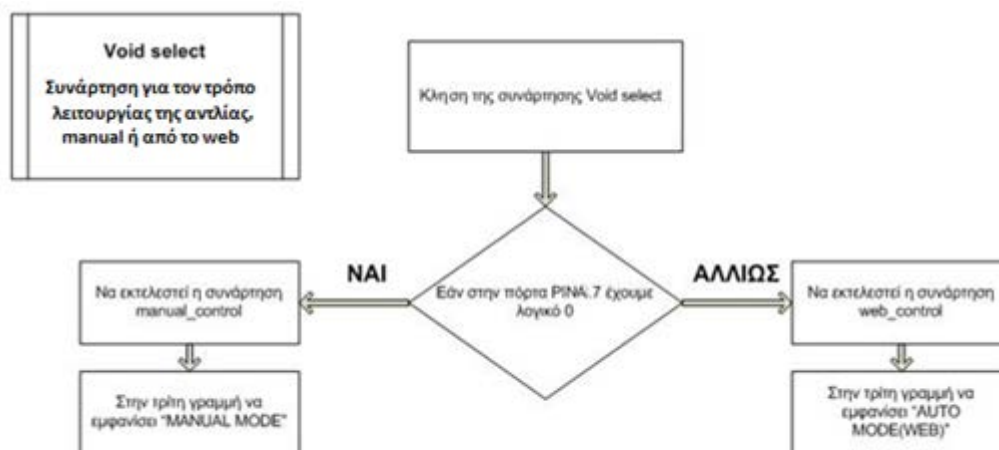
Το λογικό διάγραμμα **void manual\_control** κατασκευάστηκε για τη λειτουργία της αντλίας του θερμοκηπίου από τον τοπικό διακόπτη που βρίσκεται στο πάνελ του θερμοκηπίου. Όταν πατηθεί έχουμε το PINC.7=0, εμφανίζει στο display τεσσάρων θέσεων το μήνυμα **"WATERING**

**IN PROGRESS**” και ενεργοποιεί την αντλία PINB.5=1, αλλιώς αν PINC.7=1, τότε σταματάει την αντλία PINB.5=0 και διαγράφει το μήνυμα **“WATERING IN PROGRESS”** από το display.



### 3.2.6 Λογικό διάγραμμα void select (ATMEGA8535)

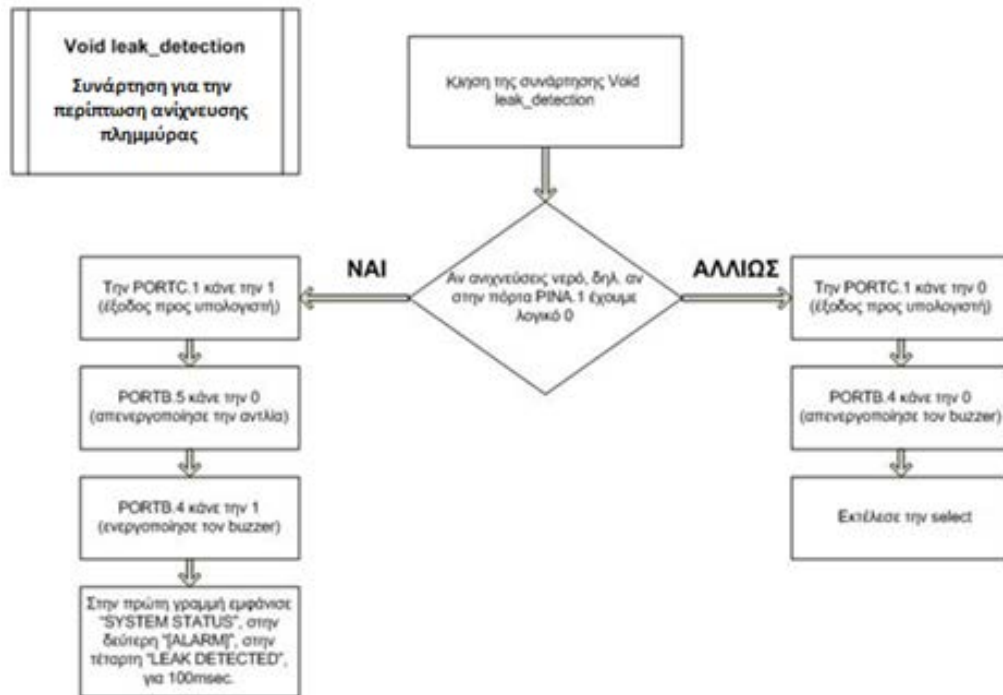
Στο λογικό διάγραμμα **void select** ελέγχεται η επιλογή για λειτουργία της αντλίας του θερμοκηπίου AUTO ή MANUAL από τον τοπικό διακόπτη που βρίσκεται στο πάνελ του θερμοκηπίου. Όταν πατηθεί έχουμε το PINA.7=0, εκτελεί την συνάρτηση **void manual\_control** και εμφανίζει στο display τεσσάρων θέσεων το μήνυμα **“MANUAL MODE”**, αλλιώς αν PINA.7 =1, εκτελεί την συνάρτηση **void web\_control** και εμφανίζει το μήνυμα **“AUTO MODE (WEB)”**.



### 3.2.7 Λογικό διάγραμμα void leak\_detection (ATMEGA8535)

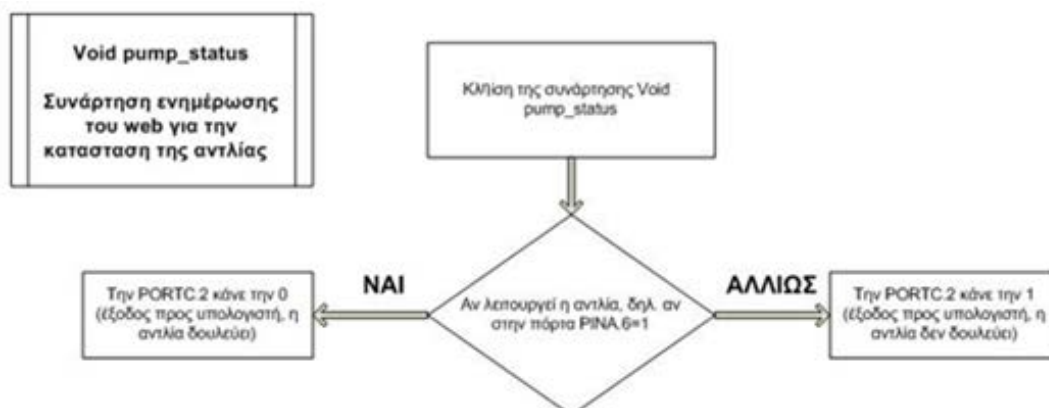
Στο λογικό διάγραμμα **void leak\_detection** ελέγχεται η περίπτωση πλημμύρας στο θερμοκήπιο. Αν ανιχνεύσει νερό, δηλαδή αν το PINA.1=0, τότε ενημερώνει τον υπολογιστή μέσω της

παράλληλης PINC.1=1, απενεργοποιεί την αντλία PINB.5=0, ενεργοποιεί τον buzzer PINB.4=1 και εμφανίζει στο display τεσσάρων θέσεων το μήνυμα “**ALARM LEAK DETECTED**”, αλλιώς αν PINA.1 =1, ενημερώνει τον υπολογιστή μέσω της παράλληλης PINC.1=0, σταματάει το buzzer και τρέχει την συνάρτηση **void select**.



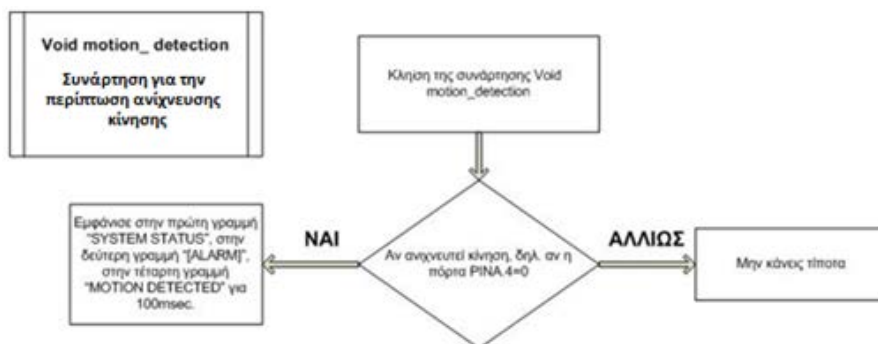
### 3.2.8 Λογικό διάγραμμα void pump\_status (ATMEGA8535)

Στο λογικό διάγραμμα **void pump\_status** ελέγχεται η κατάσταση της αντλίας του θερμοκηπίου, αν δουλεύει δηλαδή ή όχι και ενημερώνεται η σελίδα στον υπολογιστή. Όταν το PINA.6=1, κάνει την PINC.2 =0 (δηλαδή ότι η αντλία δουλεύει), αλλιώς κάνει την PINC.2 =1 (δηλαδή ότι η αντλία δεν δουλεύει).



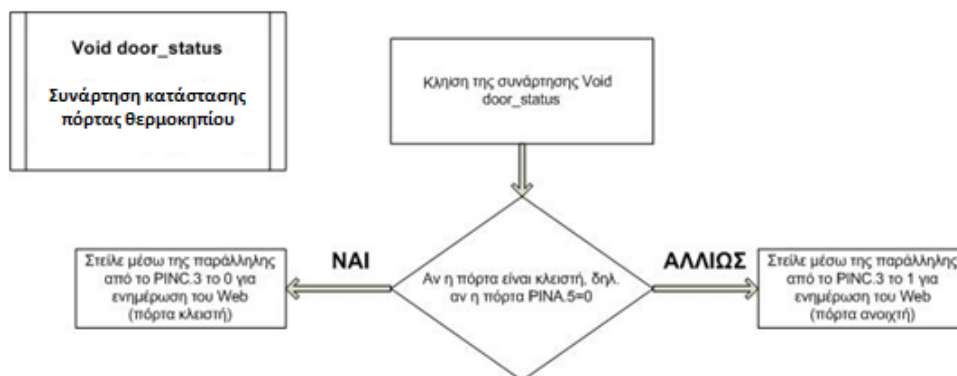
### 3.2.9 Λογικό διάγραμμα void motion\_detection (ATMEGA8535)

Στο λογικό διάγραμμα **void motion\_detection** ελέγχεται η κίνηση εντός του θερμοκηπίου. Αν έχουμε κίνηση το PINA.4 του ATMEGA8535 πέφτει σε λογικό μηδέν και εμφανίζει στο display τεσσάρων θέσεων το μήνυμα “**ALARM MOTION DETECTED**”, αλλιώς δεν κάνει τίποτα.



### 3.2.10 Λογικό διάγραμμα void door\_status (ATMEGA8535)

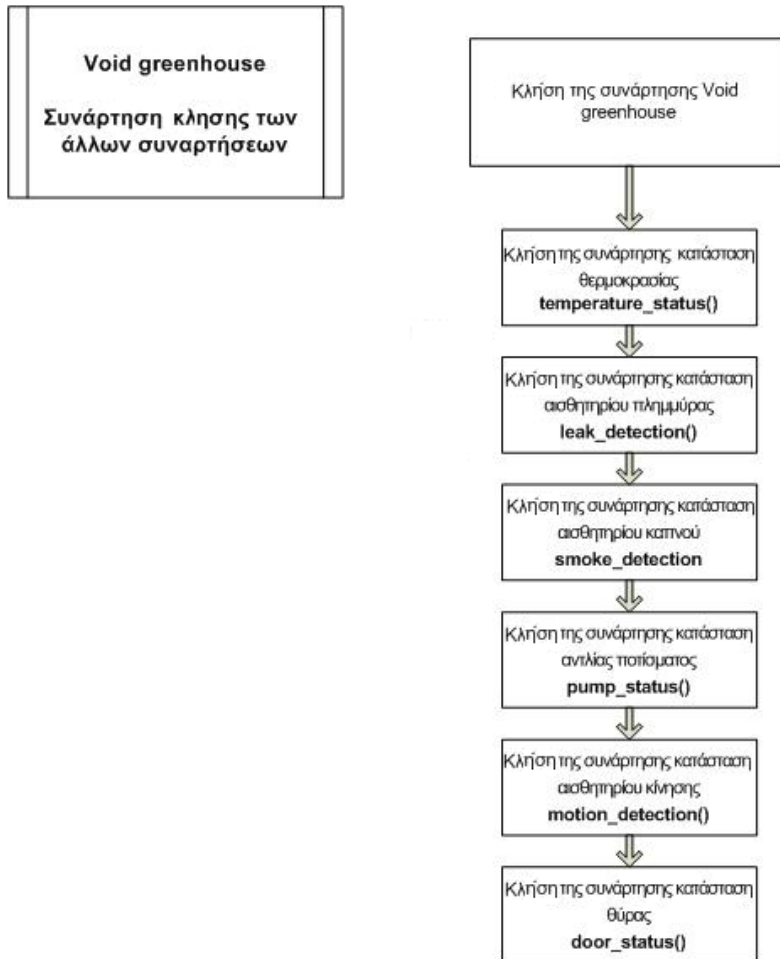
Στο λογικό διάγραμμα **void door\_status** ελέγχεται η κατάσταση της πόρτας του θερμοκηπίου και ενημερώνεται η σελίδα του υπολογιστή. Αν η πόρτα είναι κλειστή έχουμε PINA.5=0 και στέλνουμε μέσω της παράλληλης PINC.3=0 στον υπολογιστή. Αλλιώς, στέλνουμε PINC.3=1, πόρτα ανοιχτή.



### 3.2.11 Λογικό διάγραμμα void greenhouse (ATMEGA8535)

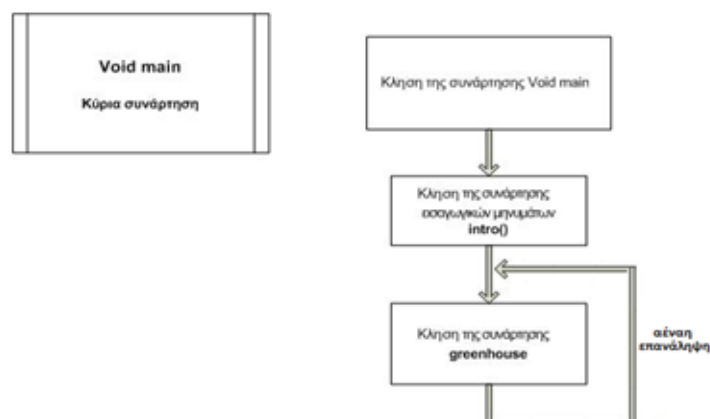
Στο λογικό διάγραμμα **void greenhouse** απλά κάνουμε κλήση όλων των συναρτήσεων που χρησιμοποιούμε στον ATMEGA8535 και αυτές είναι η **temperature\_status**, η **smoke\_detection**, η

web\_control, η manual\_control, η select, η leak\_detection, η pump\_status, η motion\_detection και η door\_status.



### 3.2.12 Λογικό διάγραμμα void main (ATMEGA8535)

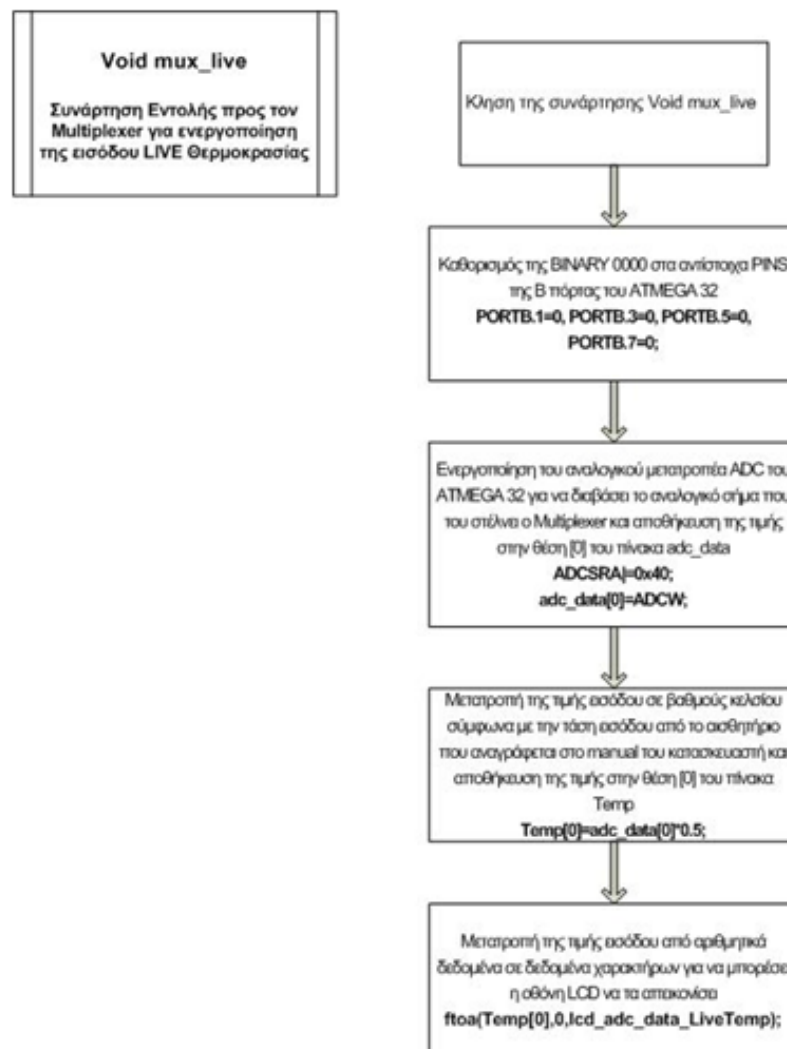
Στο λογικό διάγραμμα **void main** κάνουμε κλήση της συνάρτησης intro για την εμφάνιση των εισαγωγικών μηνυμάτων και έπειτα την αέναη επανάληψη της συνάρτησης greenhouse.



### 3.2.13 Λογικό διάγραμμα void mux\_live (ATMEGA32)

Στο λογικό διάγραμμα **void mux\_live** δίνουμε εντολή προς τον multiplexer για ενεργοποίηση της εισόδου LIVE Θερμοκρασίας, η είσοδος του multiplexer είναι η μηδέν άρα η απαιτούμενη BINARY είναι η 0000.

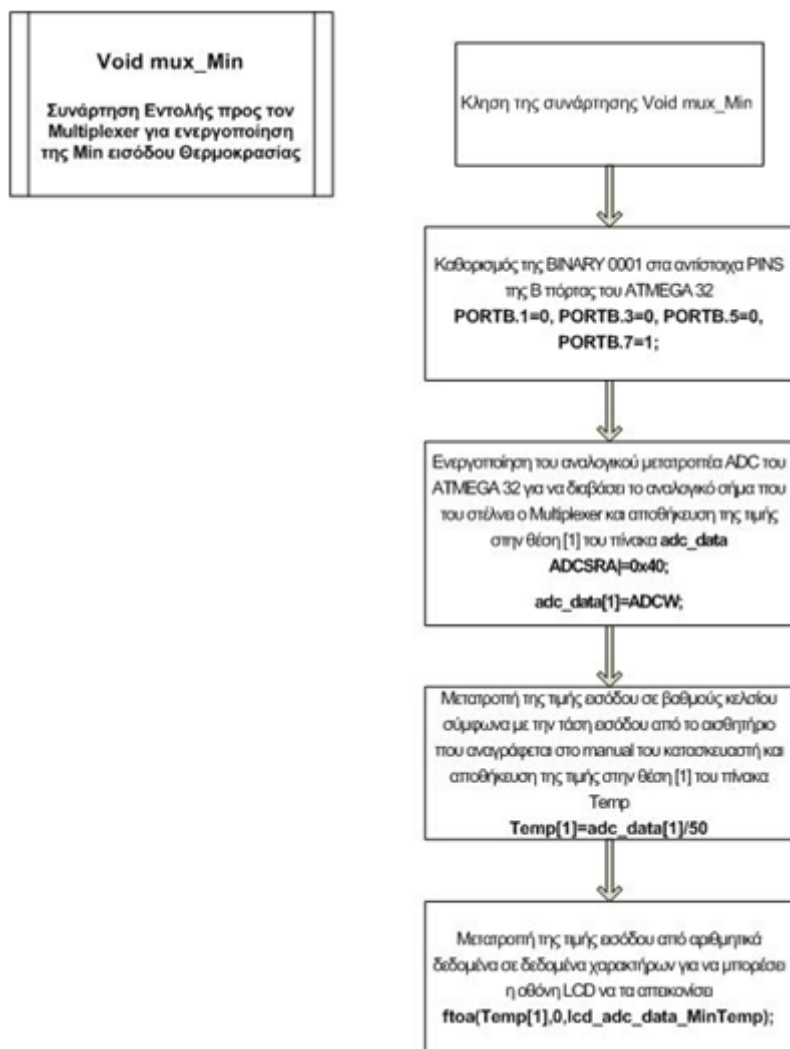
Αρχικά γίνεται καθορισμός της BINARY 0000 στα αντίστοιχα PINS της B εισόδου του ATMEGA 32. Στην συνέχεια ενεργοποιούμε τον αναλογικό μετατροπέα ADC του ATMEGA 32 για να διαβάσει το αναλογικό σήμα που του στέλνει ο multiplexer και γίνεται αποθήκευση της τιμής στην θέση [0] του πίνακα adc\_data. Έπειτα γίνεται μετατροπή της τιμής εισόδου σε βαθμούς κελσίου σύμφωνα με την τάση εισόδου από το αισθητήριο και αποθηκεύεται η τιμή στην θέση [0] του πίνακα Temp. Τέλος μετατρέπεται η τιμή εισόδου από αριθμητικά δεδομένα σε δεδομένα χαρακτήρων για να μπορέσει η οθόνη LCD να τα απεικονίσει.



### 3.2.14 Λογικό διάγραμμα void mux\_Min (ATMEGA32)

Στο λογικό διάγραμμα **void mux\_Min** δίνουμε εντολή προς τον multiplexer για ενεργοποίηση της εισόδου MIN Θερμοκρασίας, η είσοδος του multiplexer είναι η ένα άρα η απαιτούμενη BINARY είναι η 0001.

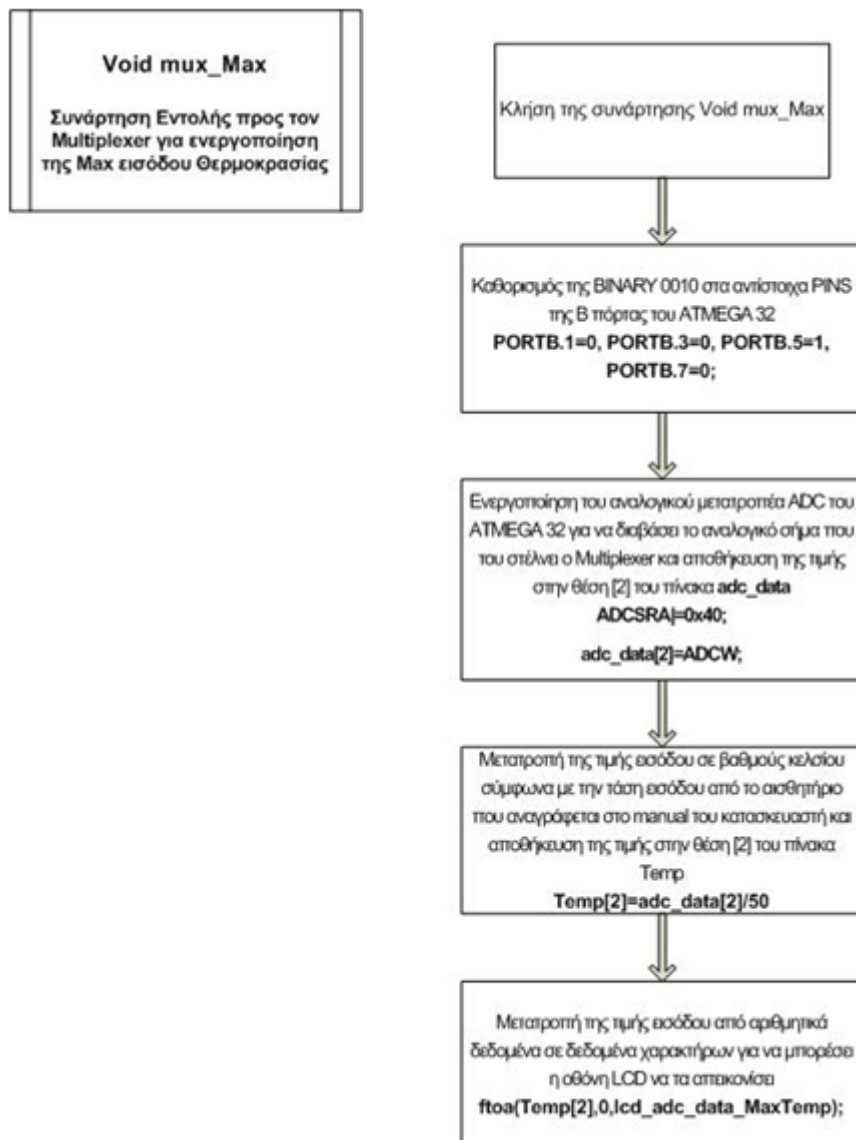
Αρχικά γίνεται καθορισμός της BINARY 0001 στα αντίστοιχα PINS της B εισόδου του ATMEGA 32. Στην συνέχεια ενεργοποιούμε τον αναλογικό μετατροπέα ADC του ATMEGA 32 για να διαβάσει το αναλογικό σήμα που του στέλνει ο multiplexer και γίνεται αποθήκευση της τιμής στην θέση [1] του πίνακα `adc_data`. Έπειτα γίνεται μετατροπή της τιμής εισόδου σε βαθμούς κελσίου σύμφωνα με την τάση εισόδου από το αισθητήριο και αποθηκεύεται η τιμή στην θέση [1] του πίνακα `Temp`. Τέλος μετατρέπεται η τιμή εισόδου από αριθμητικά δεδομένα σε δεδομένα χαρακτήρων για να μπορέσει η οθόνη LCD να τα απεικονίσει.



### 3.2.15 Λογικό διάγραμμα void mux\_Max (ATMEGA32)

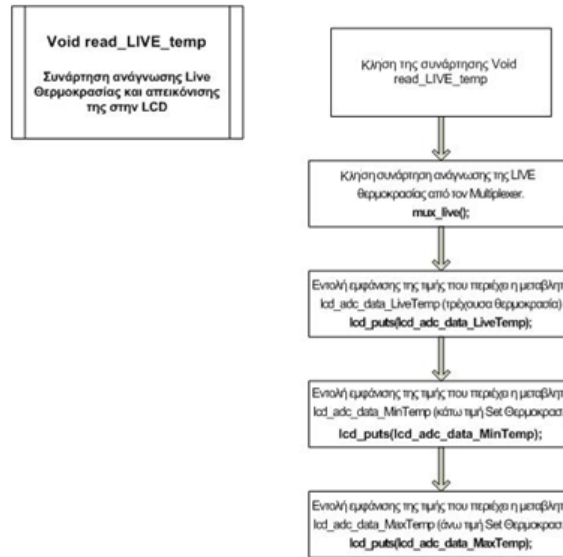
Στο λογικό διάγραμμα **void mux\_Max** δίνουμε εντολή προς τον multiplexer για ενεργοποίηση της εισόδου MAX Θερμοκρασίας, η είσοδος του multiplexer είναι η δύο άρα η απαιτούμενη BINARY είναι η 0010.

Αρχικά γίνεται καθορισμός της BINARY 0010 στα αντίστοιχα PINS της B εισόδου του ATMEGA 32. Στην συνέχεια ενεργοποιούμε τον αναλογικό μετατροπέα ADC του ATMEGA 32 για να διαβάσει το αναλογικό σήμα που του στέλνει ο multiplexer και γίνεται αποθήκευση της τιμής στην θέση [2] του πίνακα adc\_data. Έπειτα γίνεται μετατροπή της τιμής εισόδου σε βαθμούς κελσίου σύμφωνα με την τάση εισόδου από το αισθητήριο και αποθηκεύεται η τιμή στην θέση [2] του πίνακα Temp. Τέλος μετατρέπεται η τιμή εισόδου από αριθμητικά δεδομένα σε δεδομένα χαρακτήρων για να μπορέσει η οθόνη LCD να τα απεικονίσει.



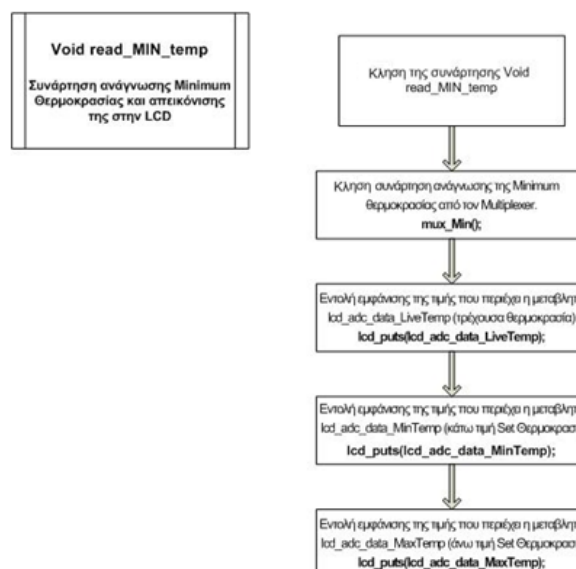
### 3.2.16 Λογικό διάγραμμα void read\_LIVE\_temp (ATMEGA32)

Στο λογικό διάγραμμα **void read\_LIVE\_temp** γίνεται ανάγνωση της live θερμοκρασίας καλώντας την συνάρτηση **mux\_live** και έπειτα απεικόνιση της στο display των τεσσάρων γραμμών, καθώς επίσης και εμφάνιση των κάτω και άνω ορίων της θερμοκρασίας που τέθηκαν από τον χρήστη.



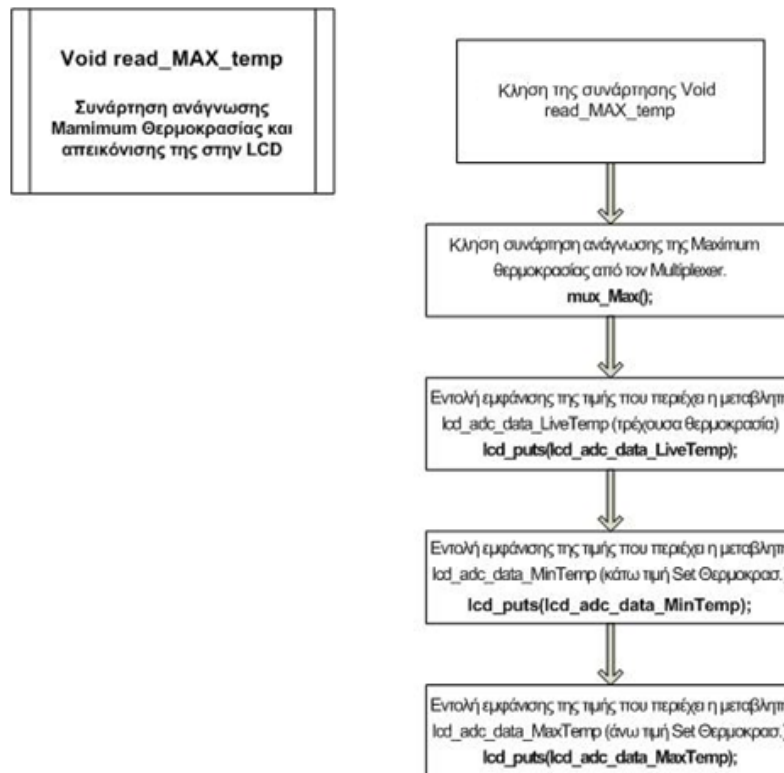
### 3.2.17 Λογικό διάγραμμα void read\_MIN\_temp (ATMEGA32)

Στο λογικό διάγραμμα **void read\_MIN\_temp** γίνεται ανάγνωση της min θερμοκρασίας καλώντας την συνάρτηση **mux\_Min** και έπειτα απεικόνιση της στο display των τεσσάρων γραμμών, καθώς επίσης και εμφάνιση της τρέχουσας θερμοκρασίας και του άνω ορίου της θερμοκρασίας που τέθηκε από τον χρήστη.



### 3.2.18 Λογικό διάγραμμα void read\_MAX\_temp (ATMEGA32)

Αντίστοιχα με την προηγούμενη παράγραφο 3.2.17 στο λογικό διάγραμμα **void read\_MAX\_temp** γίνεται ανάγνωση της max θερμοκρασίας καλώντας την συνάρτηση **mux\_Max** και έπειτα απεικόνιση της στο display των τεσσάρων γραμμών, καθώς επίσης και εμφάνιση της τρέχουσας θερμοκρασίας και του κάτω ορίου της θερμοκρασίας που τέθηκε από τον χρήστη.



### 3.2.19 Λογικό διάγραμμα void alarm (ATMEGA32)

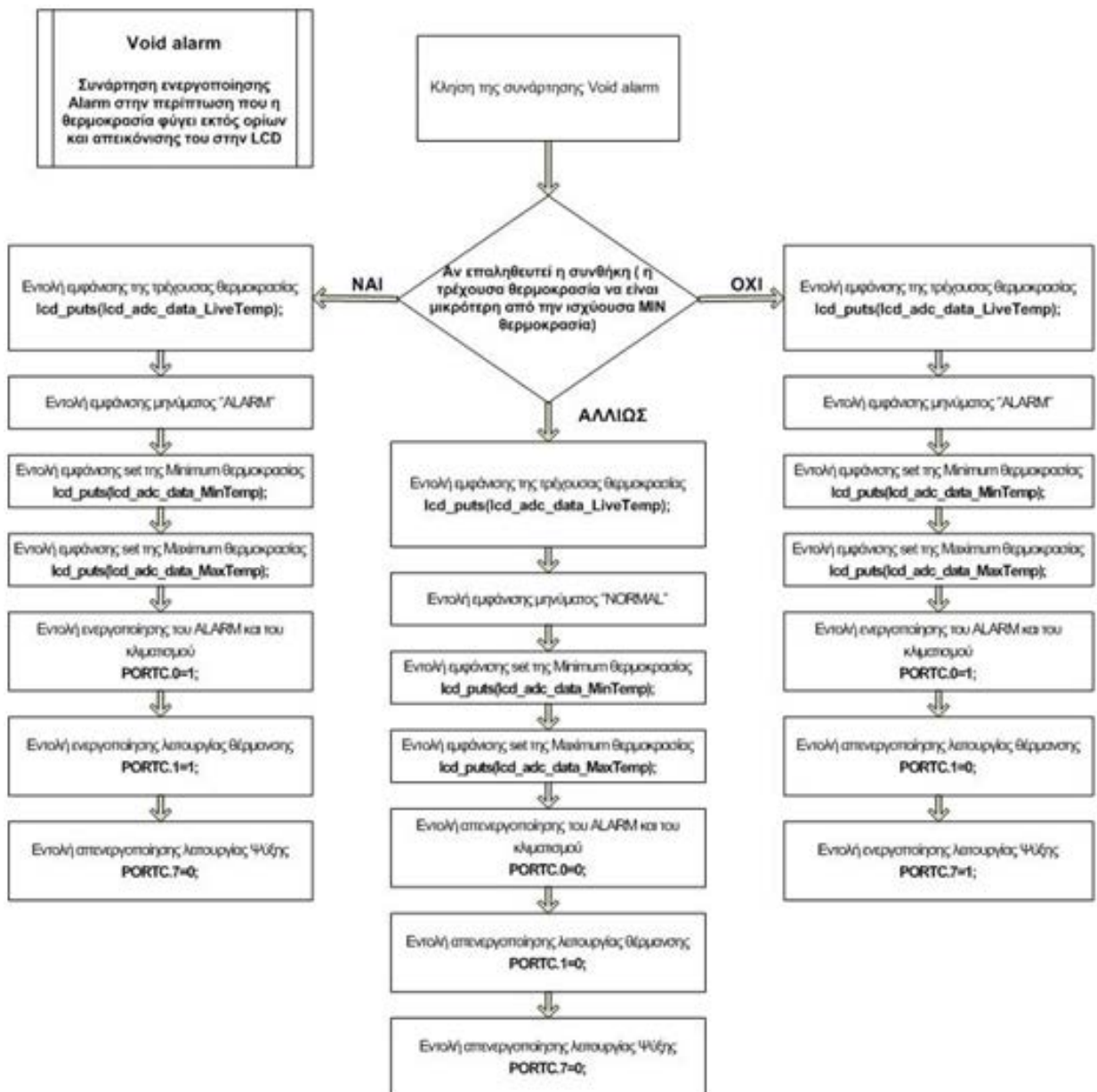
Στο λογικό διάγραμμα **void alarm** ελέγχεται η τιμή της θερμοκρασίας του θερμοκηπίου αν είναι εντός ή εκτός των ορίων που έχουν δοθεί από το χρήστη.

Αν είναι κάτω από το κάτω όριο, εμφανίζει στο display των δύο γραμμών την τρέχουσα θερμοκρασία, το μήνυμα **"ALARM"**, έπειτα τις τιμές των ορίων των minimum και maximum θερμοκρασιών, ανάβει το led του κλιματισμού PINC.0=1, το led της λειτουργίας θέρμανσης PINC.1=1, και σβήνει το led λειτουργίας ψύξης PINC.7=0.

Αν τώρα είναι πάνω από το πάνω όριο, εμφανίζει στο display των δύο γραμμών την τρέχουσα θερμοκρασία, το μήνυμα **"ALARM"**, έπειτα τις τιμές των ορίων των minimum και maximum

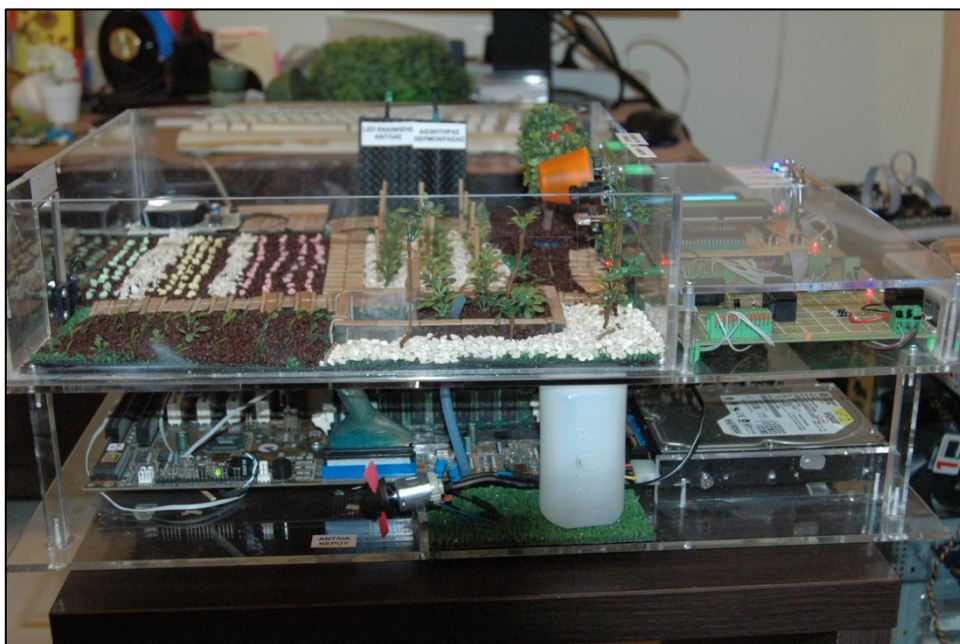
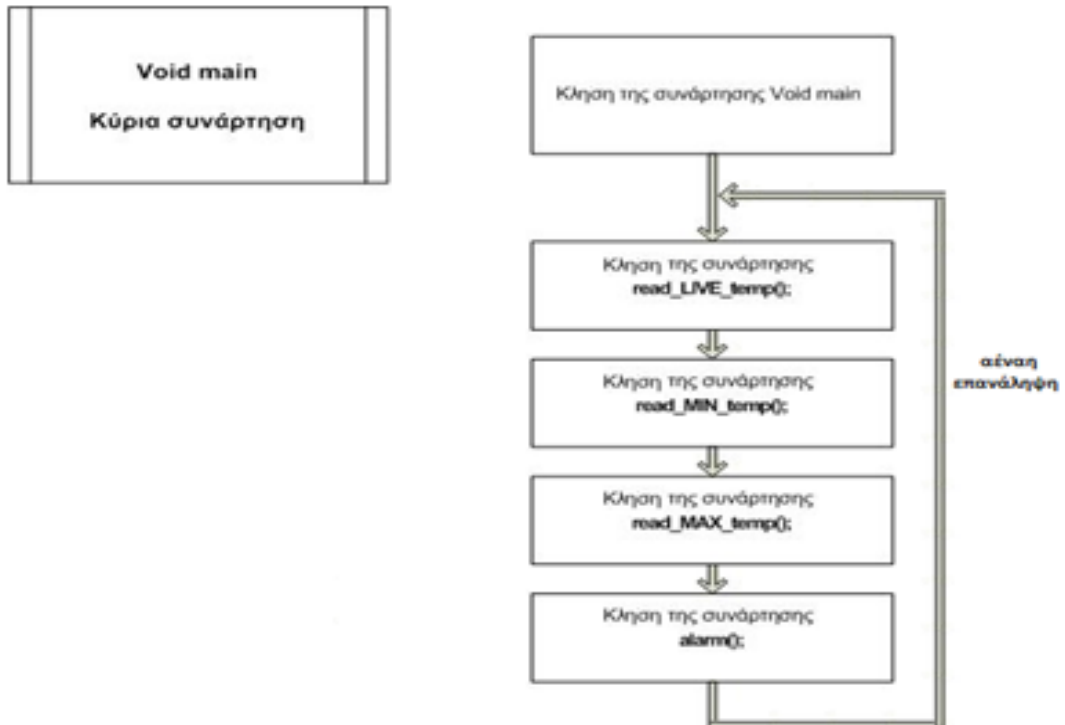
θερμοκρασιών, ανάβει το led του κλιματισμού PINC.0=1, σβήνει το led της λειτουργίας θέρμανσης PINC.1=0 και ανάβει το led λειτουργίας ψύξης PINC.7=1.

Τέλος αν είναι μέσα στα όρια που δόθηκαν εμφανίζει στο display των δύο γραμμών την τρέχουσα θερμοκρασία, το μήνυμα **"NORMAL"**, έπειτα τις τιμές των ορίων των minimum και maximum θερμοκρασιών και διατηρεί σβηστά το led του κλιματισμού PINC.0=0, το led της λειτουργίας θέρμανσης PINC.1=0 και ψύξης PINC.7=0.



### 3.2.20 Λογικό διάγραμμα void main (ATMEGA32)

Στο λογικό διάγραμμα **void main** απλά κάνουμε κλήση όλων των συναρτήσεων που χρησιμοποιούμε στον ATMEGA32 και αυτές είναι η `read_LIVE_temp()`, η `read_MIN_temp()`, η `read_MAX_temp()`, η `alarm`, εκτελώντας τες σε αέναη επανάληψη.

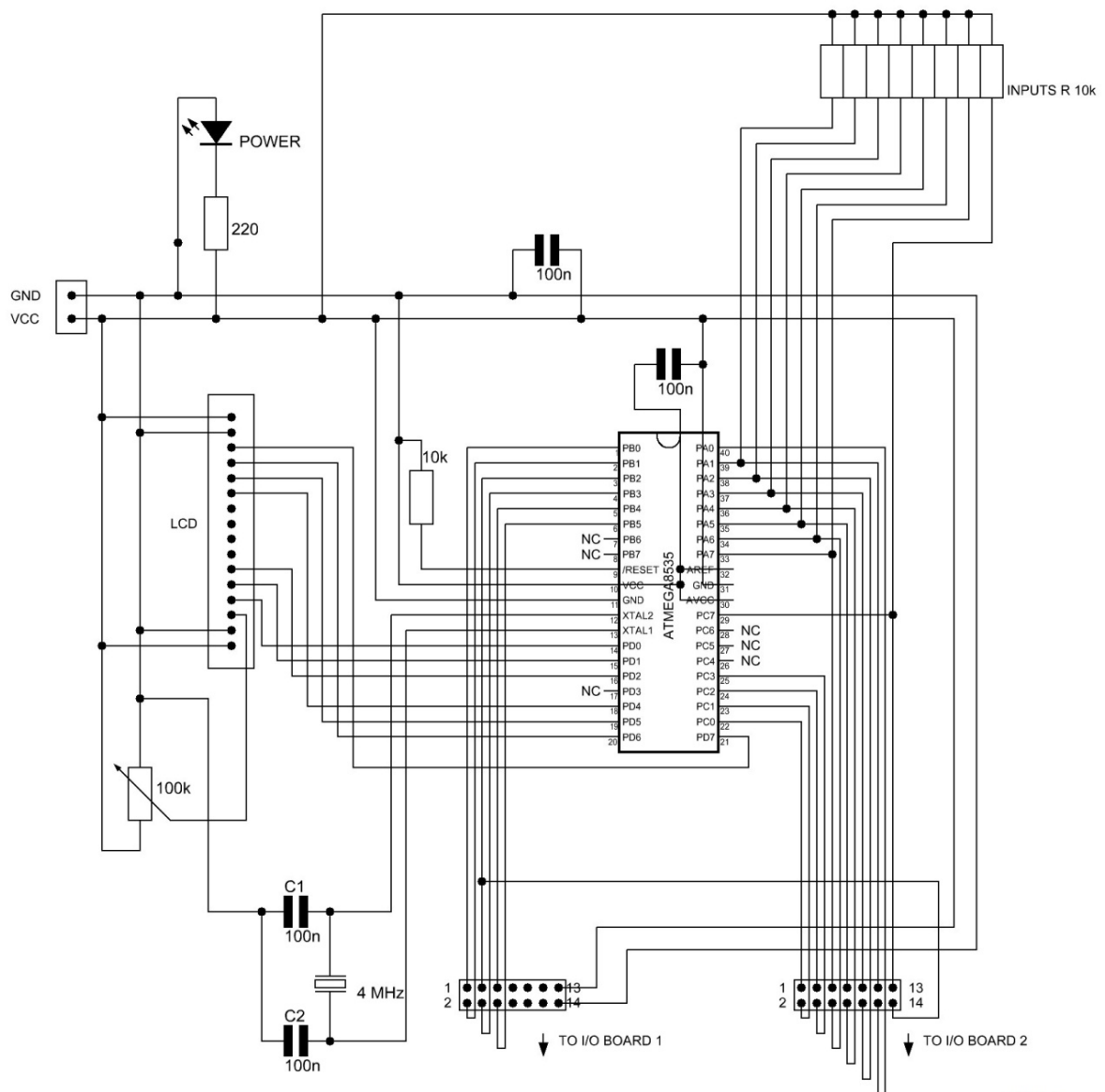


Εικόνα 3.3: Πλάγια όψη μακέτας

## 3.3 Ηλεκτρονικά σχέδια

### 3.3.1 Ηλεκτρονικό σχέδιο κεντρικής πλακέτας

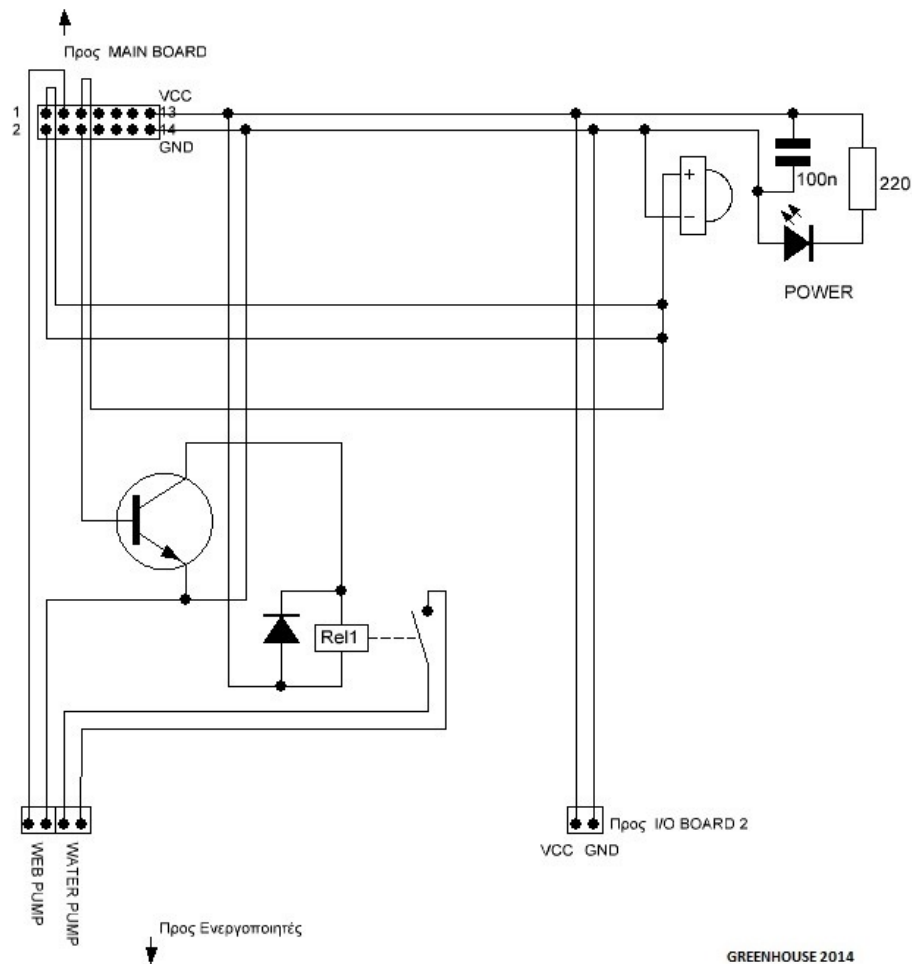
Η κεντρική πλακέτα (εικόνα 3.4) περιέχει τον μικροεπεξεργαστή ATMEGA8535 καθώς και το αποσπώμενο display 4 γραμμών. Συνδέεται με το board 1 (outputs) και το board 2 (inputs). Η τάση τροφοδοσίας του είναι 5 volts και έχει led όπου ενημερώνει πότε τροφοδοτείται με ρεύμα.



Εικόνα 3.4: Ηλεκτρονικό σχέδιο κεντρικού board

### 3.3.2 Ηλεκτρονικό σχέδιο I/O βοηθητικής πλακέτας 1

Η βοηθητική πλακέτα board 1 (εικόνα 3.5) συνδέεται μέσω ενός 14πινου αντάπτορα με το main board και με τους ενεργοποιητές κίνησης (εικόνα 3.18) και καπνού (εικόνα 3.20), επίσης περιέχει στο κύκλωμά του ρελέ για εκκίνηση της αντλίας.

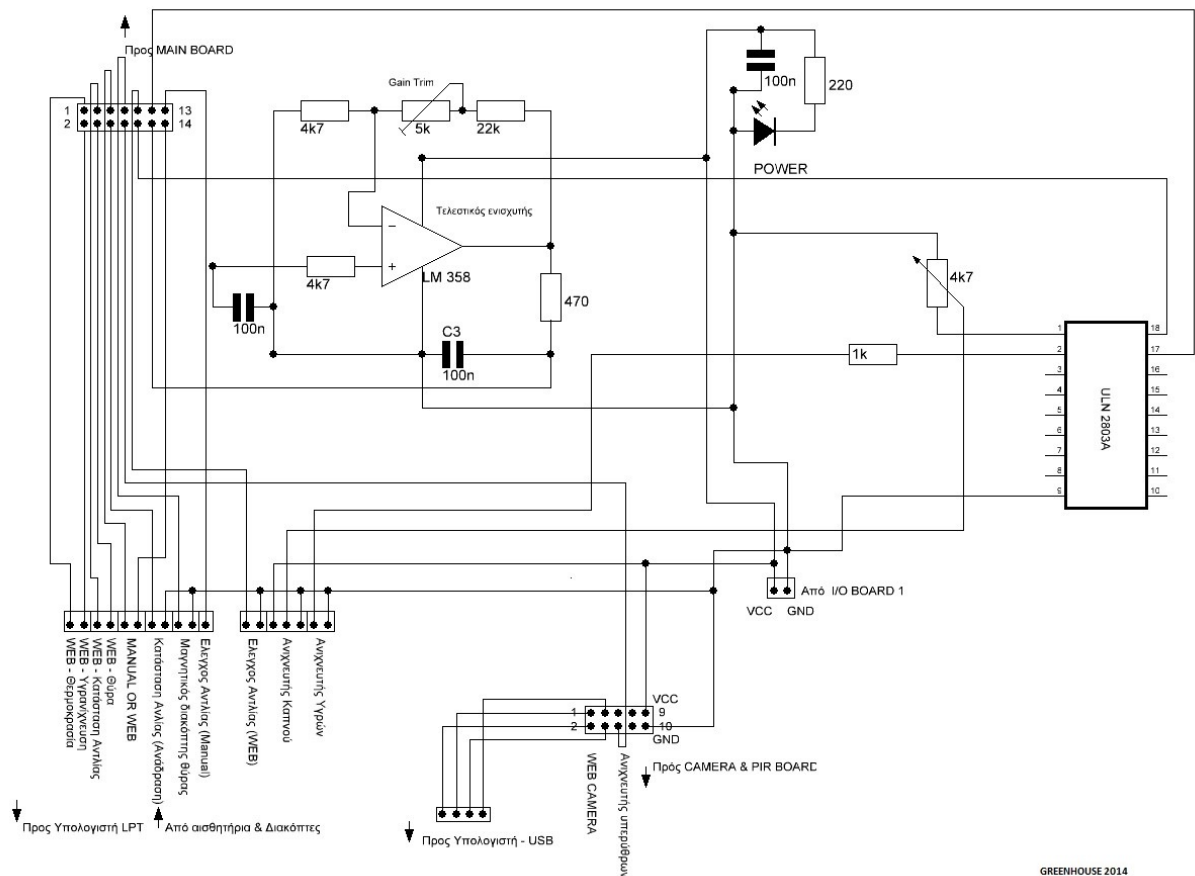


Εικόνα 3.5: Ηλεκτρονικό σχέδιο βοηθητικής πλακέτας board 1

### 3.3.3 Ηλεκτρονικό σχέδιο I/O βοηθητικής πλακέτας 2

Παρακάτω έχουμε την βοηθητική πλακέτα του board 2 (εικόνα 3.6), συνδέονται σχεδόν όλοι οι αισθητήρες, οι διακόπτες, η παράλληλη θύρα του server, η web camera (μέσω USB) και το βοηθητικό board 1. Η τροφοδοσία με τάση του board 2 λόγω υπερπλήρωσης των ακιδών του γίνεται μέσω του board 1 (5 Volt). Σ' αυτή την πλακέτα χρησιμοποιούμε τελεστικούς ενισχυτές για ενίσχυση σήματος, λόγω του ότι είναι αδύνατο να επεξεργαστούμε πολύ μικρά σήματα. Έτσι έχουμε τον τελεστικό ενισχυτή LM 358 όπου ενισχύει το σήμα του LM35 (αισθητήριο

θερμοκρασίας) και το ULN 2803A το οποίο διαχειρίζεται τα σήματα των αισθητηρίων καπνού και υγρανίχνευσης, ρυθμίζοντας μέσω των trim την ευαισθησία των αισθητηρίων αντίστοιχα.

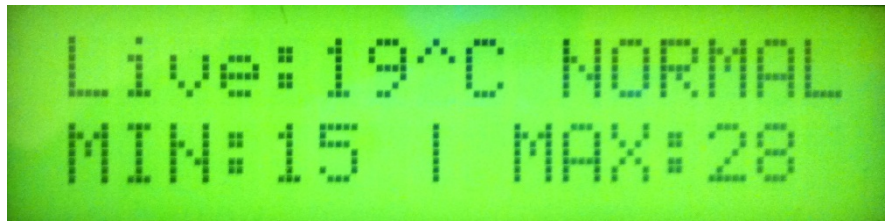


Εικόνα 3.6: Ηλεκτρονικό σχέδιο βοηθητικής πλακέτας board2

### 3.3.4 Ηλεκτρονικό σχέδιο βοηθητικής πλακέτας θερμοκρασίας

Το κύκλωμα Temp Board (εικόνα 3.8) αποτελείται από τον ATMEGA 32 microcontroller, οθόνη υγρών κρυστάλλων (LCD 2x16), ποτενσιόμετρο ρύθμισης αντίθεσης της οθόνης, ενδεικτική λυχνία LED (ένδειξη παροχής ρεύματος στο κύκλωμα – POWER), τον CD74HC4067 Multiplexer [06], ποτενσιόμετρο επιλογής κατώτατου ορίου θερμοκρασίας, ποτενσιόμετρο επιλογής ανώτατου ορίου θερμοκρασίας, την είσοδο για αισθητήριο θερμοκρασίας, ενδεικτική λυχνία LED για ένδειξη θερμοκρασίας εκτός εύρους λειτουργίας και ενεργοποίησης κλιματισμού και ενδεικτική λυχνία RGB LED (ένδειξη ενεργοποίησης κλιματισμού σε λειτουργία θέρμανσης – κόκκινο και λειτουργία ψύξης – μπλε).

Το κύκλωμα έχει τρεις αναλογικές εισόδους, (LIVE θερμοκρασία - MIN θερμοκρασία και MAX θερμοκρασία) και τρεις ψηφιακές εξόδους (ALARM θερμοκρασίας με ταυτόχρονη ενεργοποίηση κλιματισμού, λειτουργία θέρμανσης και λειτουργία ψύξης).



**Εικόνα 3.7:** Ένδειξη display θερμοκρασίας (δύο γραμμών)

Στον multiplexer CD74HC4067 συνδέονται όλα τα αναλογικά σήματα και δρομολογεί στην έξοδο του το ζητούμενο κάθε φορά σήμα σύμφωνα με τον πίνακα αληθείας του κυκλώματος. Έχει την δυνατότητα να συνδεθούν επάνω του έως και 16 αναλογικά σήματα. Στην εργασία μας θα χρησιμοποιήσουμε μόνο τις τρεις πρώτες εισόδους.

INPUTS				OUTPUTS
S0	S1	S2	S3	Signal
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
1	1	0	0	3
0	0	1	0	4
1	0	1	0	5
0	1	1	0	6
1	1	1	0	7
0	0	0	1	8
1	0	0	1	9
0	1	0	1	10
1	1	0	1	11
0	0	1	1	12
1	0	1	1	13
0	1	1	1	14
1	1	1	1	15

Τα σήματα για την ενεργοποίηση των εισόδων που επιθυμούμε (0-1-2) θα πρέπει να τα στείλουμε από 4 ψηφιακές εξόδους του ATMEGA 32 στις εισόδους S0 S1 S2 S3 του Multiplexer.

Η αντιστοιχία εξόδων από τον ATMEGA 32 (PORTB Pins) προς τις εισόδους του Multiplexer (S Pins) είναι :

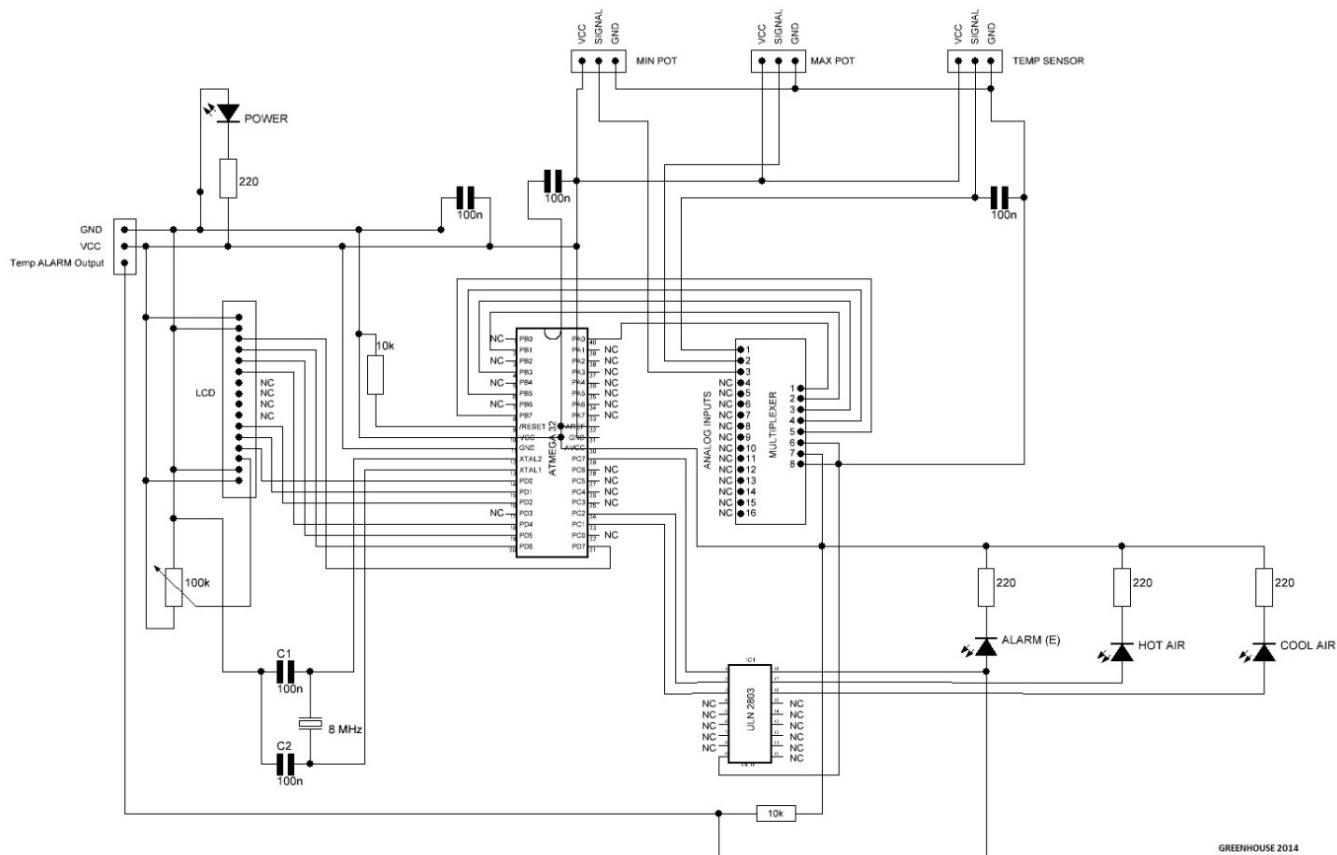
PORTB.1 – S0

PORTB.3 – S1

PORTB.5 – S2

PORTB.7 – S3

Η επιλογή των PINS δεν έγινε με τη σειρά (PORTB.0 - PORTB.1 - PORTB.2 - PORTB.3) αλλά σε μονούς αριθμούς για λόγους εργονομίας κατά την κατασκευή της ηλεκτρονικής πλακέτας.



**Εικόνα 3.8:** Ηλεκτρονικό σχέδιο βοηθητικής πλακέτας θερμοκρασίας

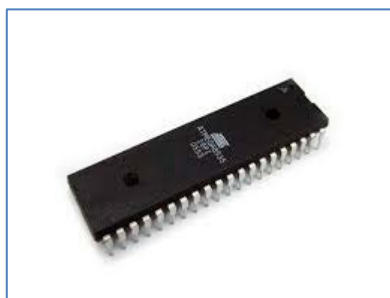
### 3.3.5 Ηλεκτρονικό σχέδιο pins ATMEGA8535

Ο ATmega8535 (εικόνα 3.9) είναι ένας μικροελεγκτής των 8 bits, τεχνολογίας CMOS χαμηλής ισχύος, που περιλαμβάνει έναν επεξεργαστή RISC σχεδιασμένο σύμφωνα με την αρχιτεκτονική Harvard [32].

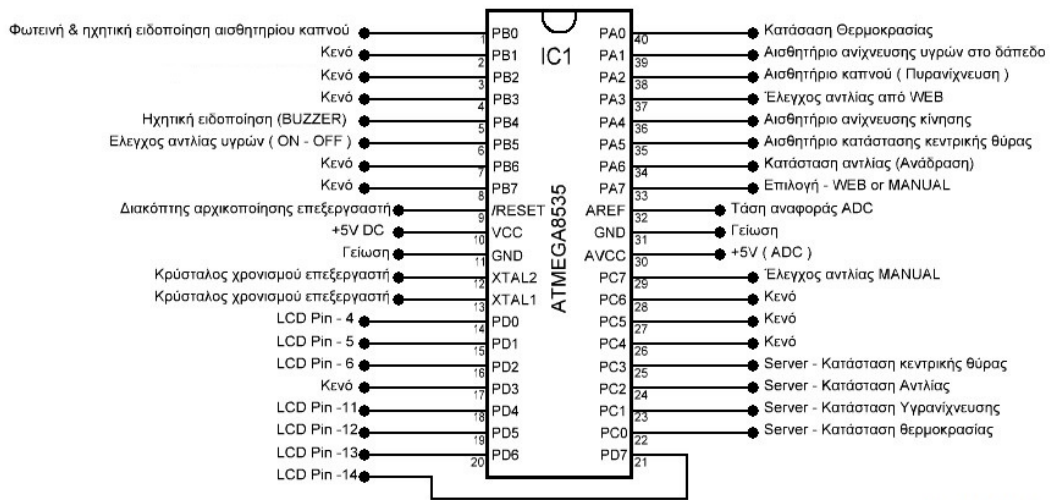
Ο πυρήνας του AVR συνδυάζει πλούσιο ρεπερτόριο εντολών με 32 καταχωρητές εργασίας γενικής χρήσης. Οι 32 αυτοί καταχωρητές συνδέονται άμεσα στην Αριθμητική Λογική Μονάδα (ALU - Arithmetic Logic Unit) με τρόπο που επιτρέπει την πρόσβαση σε δύο ανεξάρτητους καταχωρητές με μία μόνο εντολή που εκτελείται σε ένα κύκλο ρολογιού [32].

Ο ATmega8535 έχει μνήμη προγράμματος 8K bytes ταχείας αποθήκευσης (flash memory) με δυνατότητα προγραμματισμού εντός του συστήματος (ISP - In System Programmable) και δυνατότητα ανάγνωσης κατά τη διάρκεια της εγγραφής. Η μνήμη δεδομένων που αποτελείται από 512 bytes στατικής μνήμης (SRAM - Static Random Access Memory) και 512 bytes ηλεκτρικά επαναπρογραμματιζόμενης μνήμης μόνο για ανάγνωση (EEPROM - Electrically Erasable Programmable Read Only Memory). Έχει 32 γραμμές εισόδου - εξόδου γενικής χρήσης, 32 καταχωρητές εργασίας γενικού σκοπού, ενσωματωμένη υποστήριξη αποσφαλμάτωσης (debugging) και προγραμματισμού, 3 ευέλικτα χρονόμετρα / απαριθμητές, προγραμματιζόμενη μονάδα σύγχρονης - ασύγχρονης σειριακής επικοινωνίας, μετατροπέα αναλογικού σήματος σε ψηφιακό (ADC - Analog to Digital Converter) με 8 κανάλια των 10 bits και σειριακή θύρα διασύνδεσης περιφερειακών [32].

Ο ATmega8535 υποστηρίζεται από ένα πλήρες πρόγραμμα και ένα αναπτυξιακό πακέτο το οποίο περιέχει: μεταγλωττιστές (compilers) C, macro συμβολομεταφραστές (macro assemblers), πρόγραμμα εκσφαλμάτωσης - προσομοίωσης (program debugger - simulators), εσωτερικούς προσομοιωτές (in-circuit emulators) και πακέτο αξιολόγησης (evaluation kit) [32].



**Εικόνα 3.9:** Ο ATMEGA8535



GREENHOUSE 2014

**Εικόνα 3.10:** Σχέδιο pins του ATMEGA8535

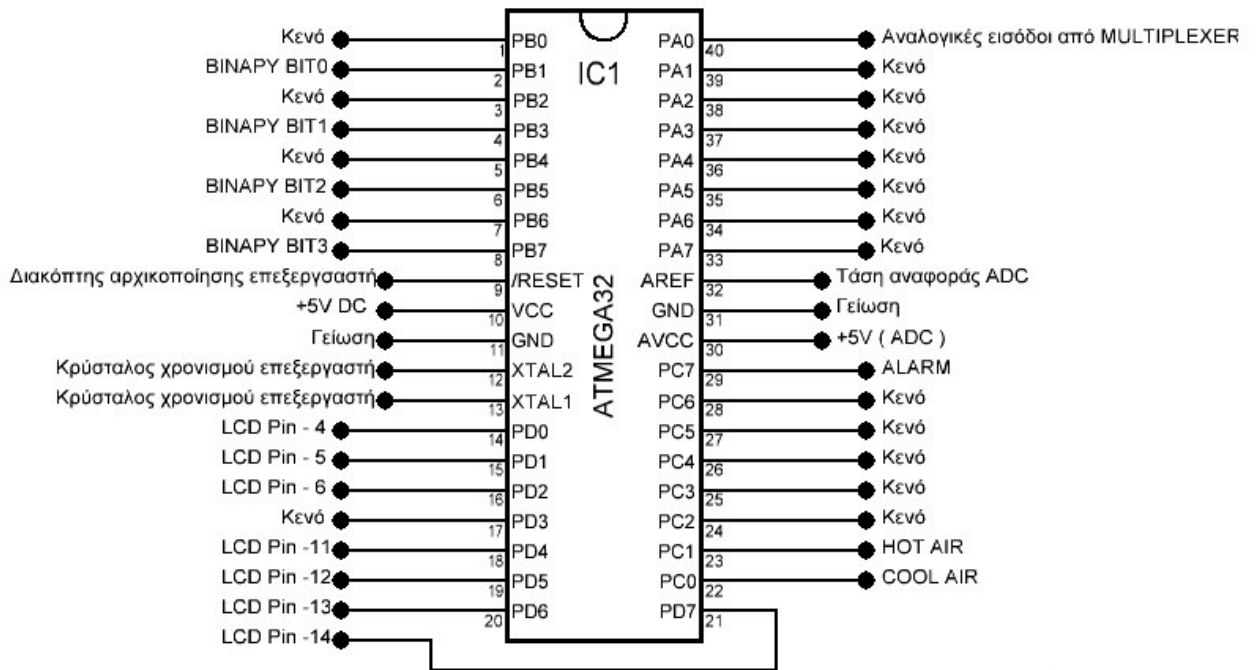
### 3.3.6 Ηλεκτρονικό σχέδιο pins ATMEGA32

Ο ATmega32 Atmel AVR ® είναι ένα CMOS χαμηλής ισχύος με 8-bit μικροελεγκτή που έχει ως βάση την ενισχυμένη αρχιτεκτονική RISC. Η ταχύτητα επεξεργασίας του Atmega32 προσεγγίζει το 1 MIPS ανά MHz που επιτρέπει στο σχεδιαστή του συστήματος να βελτιστοποιήσει την κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με την ταχύτητα επεξεργασίας [07].

Ο πυρήνας του AVR συνδυάζει πλούσιο ρεπερτόριο εντολών με 32 καταχωρητές εργασίας γενικής χρήσης. Ο ATmega32 έχει 32Kbytes of In-System Self-programmable Flash, επίσης 1024Bytes EEPROM και 2Kbytes Internal SRAM [07].

Το Register File περιέχει 32 x 8 bit γενικής χρήσης καταχωρητές με χρόνο πρόσβασης ένα κύκλο ρολογιού. Οι καταχωρητές αυτοί είναι άμεσα συνδεδεμένοι με την αριθμητική λογική μονάδα επιτρέποντας την λειτουργία της ALU σε μία μονάδα χρόνου (ένα κύκλο ρολογιού) [07].

Έξι από τους 32 καταχωρητές μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν 3 16-bit έμμεσοι καταχωρητές-δείκτες της μνήμης δεδομένων επιτρέποντας έτσι αποδοτικούς υπολογισμούς διευθύνσεων μνήμης. Ακόμα αξιοσημείωτα στην αρχιτεκτονική του AVR είναι το ευέλικτο σύστημα για την διαχείριση των διακοπών και οι 64 διευθύνσεις για περιφερειακές συσκευές [07].



GREENHOUSE 2014

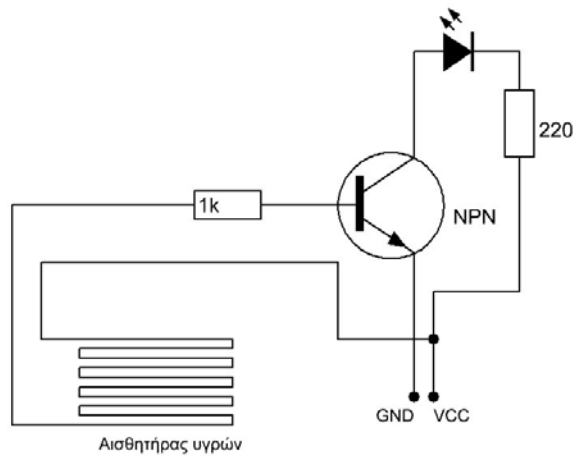
Εικόνα 3.11: Σχέδιο pins του ATMEGA32

### 3.3.7 Ηλεκτρονικό σχέδιο αισθητηρίου υγρών

Το αισθητήριο ανίχνευσης υγρών στηρίζεται στην αγωγιμότητα των υγρών και πιο συγκεκριμένα του νερού. Στο αισθητήριο αυτό υπάρχει το τρανζίστορ ενίσχυσης BC547NPN το οποίο ενισχύει το σήμα όπως συμβαίνει και με το αισθητήριο θερμοκρασίας που θα αναλύσουμε παρακάτω. Το led του αισθητηρίου αυτού θα ανάψει όταν ανιχνευθεί νερό και η είσοδος στον μικροεπεξεργαστή από λογικό '1' θα πέσει σε λογικό '0'. Η είσοδος στην οποία συνδέεται το αισθητήριο υγρανίχνευσης είναι η PA1 (εικόνα 3.13).



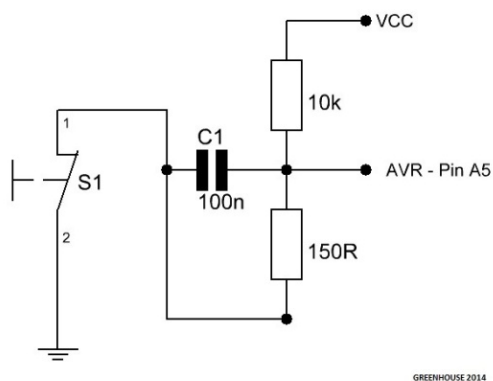
Εικόνα 3.12: Ένδειξη display σε περίπτωση πλημμύρας



**Εικόνα 3.13:** Ηλεκτρονικό σχέδιο αισθητήρα πλημμύρας

### 3.3.8 Ηλεκτρονικό σχέδιο κατάστασης θύρας

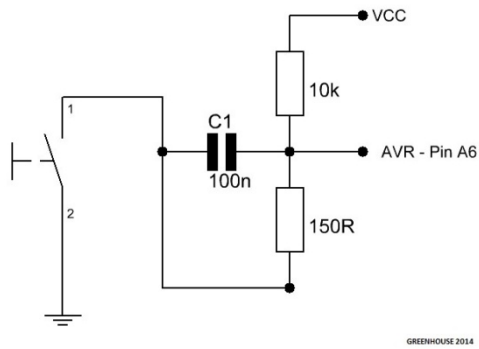
Το σύστημα ελέγχει την πόρτα αν είναι ανοιχτή ή κλειστή. Η είσοδος στην οποία συνδέεται το αισθητήριο αυτό είναι η PA5 (εικόνα 3.14).



**Εικόνα 3.14:** Ηλεκτρονικό σχέδιο κατάστασης θύρας

### 3.3.9 Ηλεκτρονικό σχέδιο ανάδρασης αντλίας

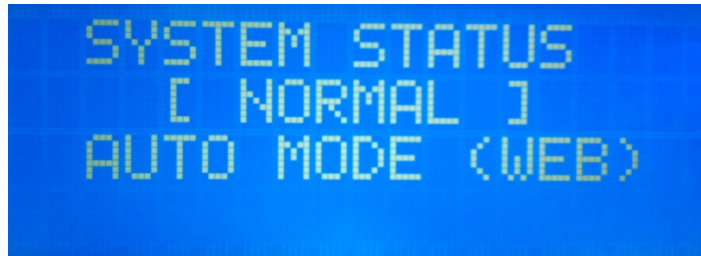
Το σύστημα ελέγχει την αντλία αν δουλεύει ή όχι. Η είσοδος στην οποία συνδέεται το αισθητήριο αυτό είναι η PA6 (εικόνα 3.15).



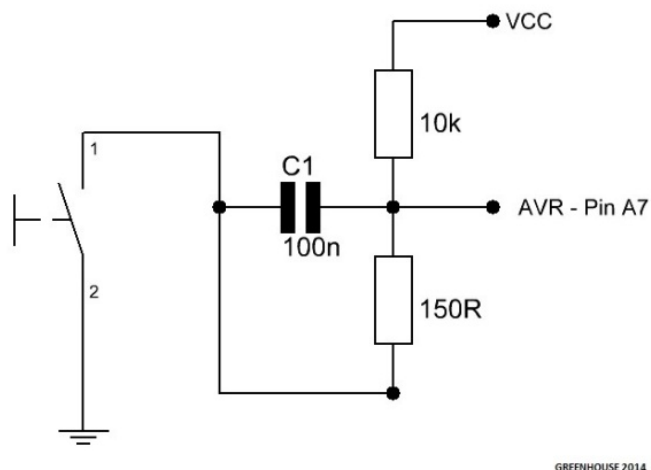
**Εικόνα 3.15:** Ηλεκτρονικό σχέδιο ανάδρασης αντλίας

### 3.3.10 Ηλεκτρονικό σχέδιο Auto/Manual αντλίας

Το σύστημα ελέγχει αν η αντλία είναι στο Auto ή στο manual. Η είσοδος είναι ένας διακόπτης που βρίσκεται πάνω στο πάνελ του θερμοκηπίου και συνδέεται με το pin PA7 του ATMEGA8535 (εικόνα 3.17).



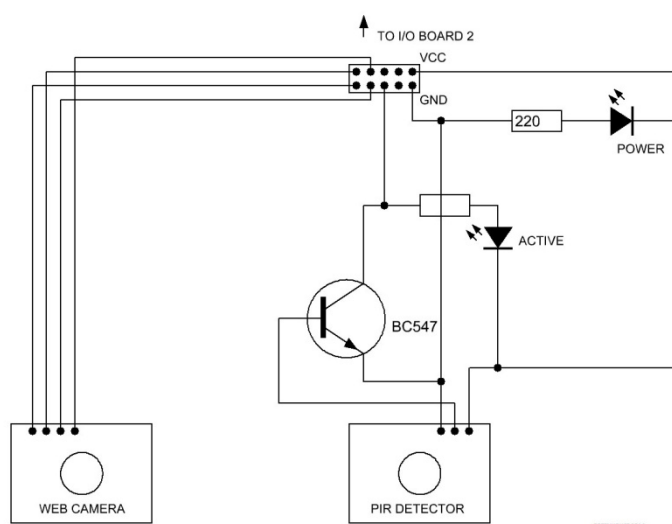
**Εικόνα 3.16:** Ένδειξη display για ετοιμότητα εκκίνησης αντλίας από το web



**Εικόνα 3.17:** Ηλεκτρονικό σχέδιο κατάστασης αντλίας

### 3.3.11 Ηλεκτρονικό σχέδιο κάμερας και αισθητηρίου κίνησης

Η ανίχνευση κίνησης στο αισθητήριο αυτό γίνεται με υπέρυθρη ακτινοβολία (PIR). Αποτελείται από έναν πομποδέκτη υπέρυθρης ακτινοβολίας [19]. Ο πομπός ακτινοβολεί υπέρυθρες ακτίνες στον χώρο που καλύπτει και αυτές ανακλώνται και επιστρέφουν στον δέκτη. Όταν οι ακτίνες που εκπέμπονται δεν είναι ίσες με τις ακτίνες που φτάνουν στο δέκτη είτε σε ποσότητα είτε σε ταχύτητα επιστροφής τότε σημαίνει ότι κάποιο σώμα έχει αλλάξει αυτό το ισοζύγιο, οπότε υπάρχει κίνηση. Το αισθητήριο αυτό συνδέεται στην είσοδο PA4 του μικροεπεξεργαστή. Επίσης έχουμε και την usb κάμερα από την οποία έχουμε τέσσερις ακροδέκτες, δύο για τροφοδοσία 5 volt και δύο για την μεταφορά της εικόνας στον υπολογιστή (εικόνα 3.18).



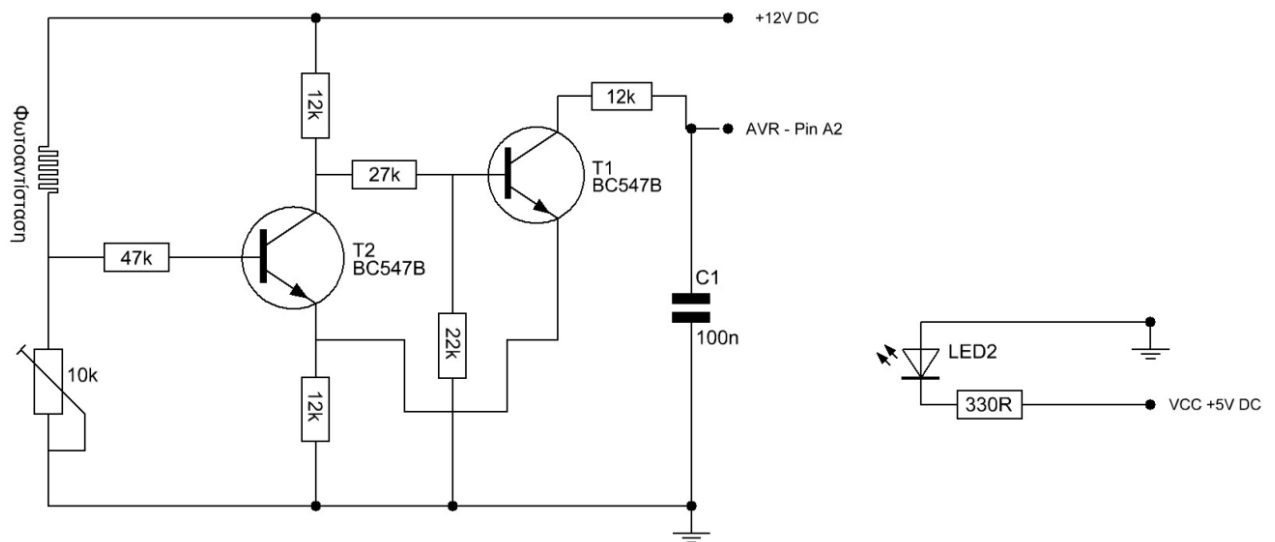
Εικόνα 3.18: Ηλεκτρονικό σχέδιο αισθητηρίου κίνησης και κάμερας

### 3.3.12 Ηλεκτρονικό σχέδιο αισθητηρίου καπνού

Το αισθητήριο καπνού στηρίζεται στο φωτοηλεκτρικό φαινόμενο (διάθλαση του φωτός). Όταν το φως περνάει από ένα υλικό σε ένα άλλο, ένα μέρος του απορροφάται και ένα άλλο ποσοστό αλλάζει κατεύθυνση υπό μια γωνία, τα δυο υλικά στη περίπτωση μας είναι ο αέρας και ο καπνός. Το σήμα για να ακολουθήσει την αρχιτεκτονική των άλλων πρέπει να αναστραφεί και να ενισχυθεί περνώντας από μια συστοιχία τρανζίστορ, για ακόμη καλύτερα αποτελέσματα μέσα από το ULN 2803A. Το αισθητήριο καπνού συνδέεται στην είσοδο PA2 του επεξεργαστή, όταν δεν υπάρχει καπνός έχουμε λογικό '1' και μόλις η φωτοαντίσταση (δέκτης) ανιχνεύσει φως από την διάθλαση (λόγω καπνού) η είσοδος του μικροεπεξεργαστή πέφτει σε λογικό '0' (εικόνα 3.20).



Εικόνα 3.19: Ένδειξη display για περίπτωση εντοπισμού καπνού



Εικόνα 3.20: Ηλεκτρονικό σχέδιο αισθητηρίου καπνού

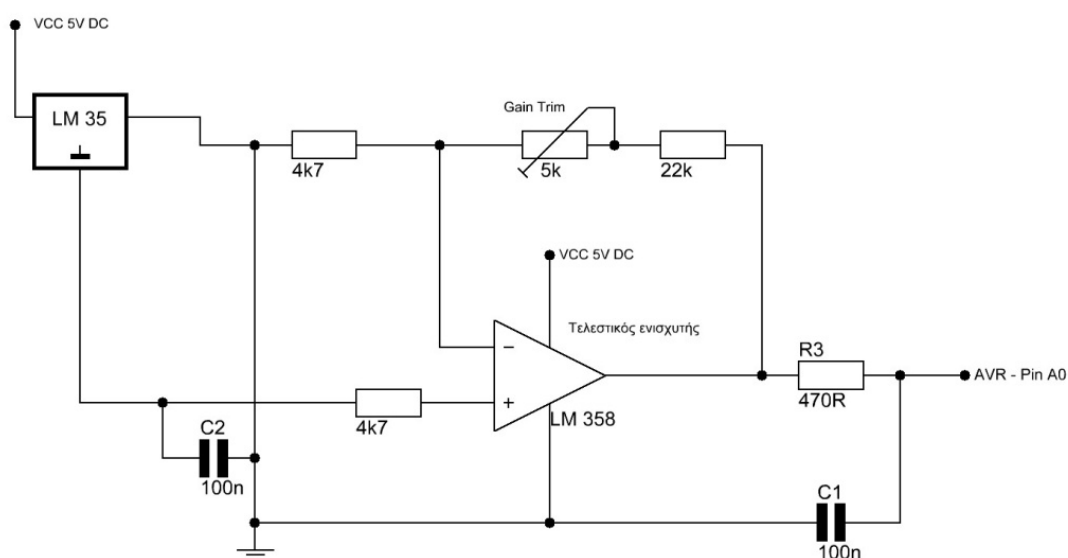
### 3.3.13 Ηλεκτρονικό σχέδιο αισθητηρίου θερμοκρασίας

Το αισθητήριο θερμοκρασίας αποτελεί αναλογική είσοδο στον μικροεπεξεργαστή ATMEGA32. Πιο αναλυτικά το αισθητήριο που διαβάζει την θερμοκρασία είναι το LM35 με κυμαινόμενη έξοδο 1mV ανά βαθμό Κελσίου, π.χ  $20^{\circ} - 20 \text{ mV}$ . Το σήμα του ενισχύεται από τον τελεστικό ενισχυτή LM 358A με ρυθμιζόμενη ευαισθησία από το trim με 100kΩ. Ο τελεστικός ενισχυτής ενισχύει το σήμα 100 φορές, δηλαδή  $V_{out} = 100 V_{in}$  [18] (εικόνα 3.22).

Για παράδειγμα :  $20^{\circ} V_{in} = 20 \text{ mV}$  και το  $V_{out} = 100 \times 0.02 \text{ Volt} = 2 \text{ Volt}$ . Η πραγματική ένδειξη εμφανίζεται μόνιμα στην LCD οθόνη του temp board και η είσοδος στην οποία συνδέεται στον ATMEGA32 είναι η PA0.



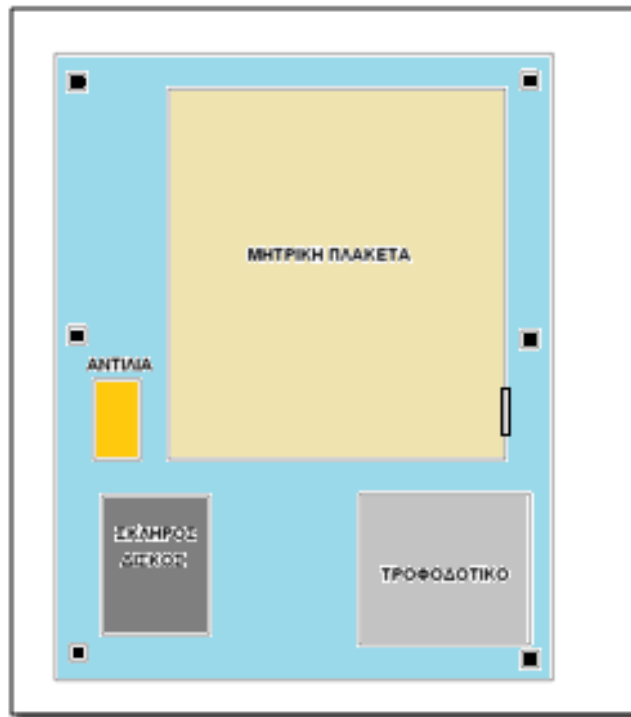
Εικόνα 3.21: Ένδειξη display όταν η θερμοκρασία βγει εκτός ορίων



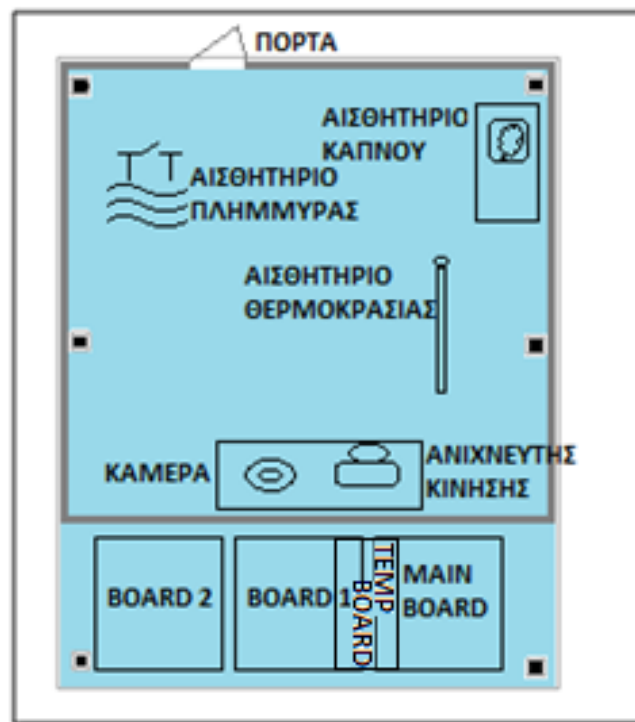
Εικόνα 3.22: Ηλεκτρονικό σχέδιο αισθητηρίου θερμοκρασίας

### 3.4 Μηχανολογικό σχέδιο

Η μακέτα του θερμοκηπίου έχει διαστάσεις (0.55x0.34x0.22) και βάρος περίπου 8 κιλά. Ο κυρίως κορμός της αποτελείται από κομμάτια plexi-glass κομμένα σε router. Στο κάτω επίπεδο (εικόνα 3.23) είναι ο server (motherboard, σκληρός δίσκος, τροφοδοτικό) καθώς επίσης και η αντλία ποτίσματος. Στο πάνω επίπεδο (εικόνα 3.24) το μεγαλύτερο μέρος καταλαμβάνει ο χώρος του θερμοκηπίου, όπου μέσα είναι ο αισθητήρας κίνησης, η κάμερα, ο αισθητήρας καπνού, ο αισθητήρας πλημμύρας, ο αισθητήρας θερμοκρασίας καθώς και η ελεγχόμενη πόρτα. Παραπλεύρως έχουμε την κεντρική πλακέτα που είναι πάνω της ο ATMEGA8535 και ένα display led τεσσάρων γραμμών και συνδέονται το board 1 και το board2. Τέλος πάνω από το board 2 έχουμε το Temp Board που αποτελείται από τον ATMEGA 32, οθόνη υγρών κρυστάλλων δύο γραμμών και τον CD74HC4067 Multiplexer.



Εικόνα 3.23: Κάτω επίπεδο μακέτας



Εικόνα 3.24: Πάνω επίπεδο μακέτας

# Κεφάλαιο 4

## Έλεγχος συστήματος



### 4.1 Εισαγωγή στον έλεγχο

Ο έλεγχος του συστήματος (software, hardware) αποτελεί ένα από τα πολύ σημαντικά στάδια της ανάπτυξης του έργου καθώς με τον έλεγχο είναι δυνατόν να κριθεί αν το αποτέλεσμα είναι ικανοποιητικό ή όχι. Επίσης, με τον έλεγχο κατά τη διάρκεια δημιουργίας του λογισμικού και του υλικού αποφεύγονται τυχόν λάθη που αν δεν είχαν επισημανθεί θα δημιουργούσαν περαιτέρω προβλήματα που θα ήταν δύσκολο να εντοπιστούν και να λυθούν στο τέλος.

Δοκιμή είναι η διεργασία εκτέλεσης ενός προγράμματος με σκοπό την ανακάλυψη λαθών (κατά Myers), επομένως είναι απαραίτητο ο έλεγχος να είναι σχολαστικός και ακριβής έτσι ώστε να επιτευχθεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.

## 4.2 Γενικό σχέδιο δοκιμής

### 4.2.1 Σκοπός

Θα πρέπει να γίνει με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η αποδοτική λειτουργία της κεντρικής μονάδας ελέγχου του συστήματος. Σκοπός θα είναι ο εντοπισμός όσο το δυνατόν περισσότερων λαθών (τόσο στον κώδικα του προγράμματος όσο και στη συμφωνία του λογισμικού με τις προδιαγραφές), έτσι ώστε να φτάσει το σύστημα σε σημείο όπου θα λειτουργεί σωστά. Επίσης, θα πρέπει να ελεγχθούν όλες οι περιπτώσεις λάθους έτσι ώστε να υπάρξουν όσο το δυνατόν λιγότερες ανεπιθύμητες καταστάσεις στο σύστημα.

Ο έλεγχος θα αφορά :

- Ύπαρξη λαθών προερχόμενα από εξωτερικούς παράγοντες, όπως οι χρήστες του λογισμικού.
- Αντοχή λογισμικού σε δυσμενείς καταστάσεις.
- Ύπαρξη λαθών στον κώδικα του προγράμματος .
- Ανεπαρκής πληρότητα λογισμικού βάσει προδιαγραφών.

Το λογισμικό πρέπει να πληροί κάποιες προϋποθέσεις. Αυτές είναι:

- Να είναι σαφές για να μπορεί να διευκολύνεται η διόρθωσή του.
- Να δίνει τα επιθυμητά αποτελέσματα (αξιοπιστία).
- Να έχει δυνατότητα επέκτασης (ευελιξία).
- Να τηρεί τις προδιαγραφές.
- Να μπορεί να συνεργάζεται με το hardware.
- Να παρέχει τα αναμενόμενα αποτελέσματα.

Για την πραγματοποίηση του παραπάνω ελέγχου θα χρησιμοποιηθούν οι εξής μέθοδοι :

- Εικασίες λαθών.
- Ισοδύναμες κλάσεις.
- Εικασίες λανθασμένων τιμών.
- Οριακές τιμές.
- Διαδικασίες δοκιμών.

#### 4.2.2 Περιπτώσεις δοκιμών

**S1** Απαίτηση και Προδιαγραφή: “Να γίνεται αρχικοποίηση του συστήματος”.

Το πρόβλημα που μπορεί να προκύψει στο λογισμικό είναι να μην ξεκινάει το σύστημα.

**S2** Απαίτηση και Προδιαγραφή: “Να ενεργοποιείται το αισθητήριο καπνού”.

Το πρόβλημα που μπορεί να προκύψει στο λογισμικό είναι να μην ακούγεται το buzzer, να μην δουλέψει σωστά ο αισθητήρας και να μην εμφανίζει στο display **[ALARM] SMOKE DETECTED**.

**S3** Απαίτηση και Προδιαγραφή: “ Αν πάρει σήμα από το web να ενεργοποιεί την αντλία και να ενημερώνεται το web interface”.

Το πρόβλημα που μπορεί να προκύψει στο λογισμικό είναι να μην εμφανίζει στο display **WATERING IN PROGRESS** καθώς επίσης και να μην ξεκινάει η αντλία.

**S4** Απαίτηση και Προδιαγραφή: “Με το πάτημα του button να ξεκινάει η αντλία και να ενημερώνεται το web interface”.

Το πρόβλημα που μπορεί να προκύψει στο λογισμικό είναι να μην εμφανίζει στο display **WATERING IN PROGRESS** καθώς επίσης και να μην ξεκινάει η αντλία.

**S5** Απαίτηση και Προδιαγραφή: “Να ελέγχεται η θερμοκρασία για εκτός ορίων τιμές ενημερώνοντας web interface και display”.

Το πρόβλημα που μπορεί να προκύψει είναι να μην ενημερωθεί το web interface, να μην σημάνει το alarm, να μην δουλέψει σωστά ο αισθητήρας και να μην λειτουργήσει το κλιματιστικό.

**S6** Απαίτηση και Προδιαγραφή: “Να δοθεί το κάτω όριο της θερμοκρασίας του χώρου ενημερώνοντας το display”.

Το πρόβλημα που μπορεί να προκύψει είναι να μην δουλέψει σωστά το ποτενσιόμετρο και να μην εμφανίζεται στο display η τιμή της ρυθμιζόμενης θερμοκρασίας.

**S7** Απαίτηση και Προδιαγραφή: “Να δοθεί το πάνω όριο της θερμοκρασίας του χώρου ενημερώνοντας το display”.

Το πρόβλημα που μπορεί να προκύψει είναι να μην δουλέψει σωστά το ποτενσιόμετρο και να μην εμφανίζεται στο display η τιμή της ρυθμιζόμενης θερμοκρασίας..

**S8** Απαίτηση και Προδιαγραφή: “Με την ύπαρξη κίνησης στο χώρο να ενημερώνεται με μήνυμα το display”.

Το πρόβλημα που μπορεί να προκύψει είναι να μην δουλέψει σωστά ο αισθητήρας και να μην εμφανίζεται στο display **[ALARM] MOTION DETECTED**.

**S9** Απαίτηση και Προδιαγραφή: “Ανάλογα με την κατάσταση της πόρτας να ενημερώνεται η σελίδα”.

Το πρόβλημα που μπορεί να προκύψει στο λογισμικό είναι να μην ενημερωθεί η σελίδα και να μην δουλέψει σωστά ο αισθητήρας.

**S10** Απαίτηση και Προδιαγραφή: “Με την ύπαρξη νερού στο δάπεδο του θερμοκηπίου να υπάρξει alarm, ενεργοποίηση του buzzer και ενημέρωση του web interface”.

Το πρόβλημα που μπορεί να προκύψει είναι στο λογισμικό να μην ενημερωθεί η σελίδα, να μην δουλέψει σωστά ο αισθητήρας, να μην ακουστεί το buzzer και να μην εμφανίζεται στο display **[ALARM] LEAK DETECTED**.

**S11** Απαίτηση και Προδιαγραφή: “Επικοινωνία της κάμερας με το web interface”.

Το πρόβλημα που μπορεί να προκύψει είναι να κρασάρει το λογισμικό (codecs) και πρόβλημα στην επικοινωνία κάμερας με server ή server με μικροελεγκτή.

**S12** Απαίτηση και Προδιαγραφή: “Φιλικό interface”.

Το πρόβλημα που μπορεί να προκύψει στο λογισμικό είναι να εμφανίζονται οι επιλογές σε ακατανόητη μορφή και με διαφορετική σειρά.

### 4.2.3 Έλεγχος προδιαγραφών

Όνομα : **S1**

Τίτλος : Πάτημα πλήκτρου εκκίνησης συσκευών θερμοκηπίου.

Περιπτώσεις δοκιμών

Εικασίες λαθών:

Τι θα γίνει αν δεν κάνουν οι συσκευές εκκίνηση;

Τι θα γίνει αν κάποια pins είναι αποσυνδεδεμένα;

Διαδικασίες δοκιμών:

Έλεγχος ανθεκτικών κολλήσεων κατά την σύνδεσή server – micro.

Έλεγχος σήματος προς την πλακέτα (λογικό 0 και λογικό 1).

Όνομα : **S2**

Τίτλος : Να ενεργοποιείται το αισθητήριο καπνού.

Περιπτώσεις δοκιμών

Εικασίες λαθών:

Τι θα γίνει αν αποσυνδεθεί αισθητήρας;

Τι θα γίνει αν περάσει περισσότερο ρεύμα από τον αισθητήρα;

Χαλασμένος αισθητήρας.

Μπλοκαρισμένος αισθητήρας.

Διαδικασίες δοκιμών:

Έλεγχος και ανταπόκριση του συστήματος στην ύπαρξη καπνού.

Έλεγχος ανθεκτικών κολλήσεων κατά την σύνδεσή του.

Έλεγχος σήματος προς την πλακέτα (λογικό 0 και λογικό 1)

Εποπτεία του αισθητήρα για την ευαισθησία του.

Όνομα : **S3**

Τίτλος : Έλεγχος εκκίνησης αντλίας και ενημέρωση web interface.

Περιπτώσεις δοκιμών

Εικασίες λαθών:

Τι θα γίνει αν δεν ξεκινήσει η αντλία;

Τι θα γίνει αν πέσουν υγρά πάνω στα κυκλώματα – καλώδια;

Τι θα γίνει αν δεν ενημερωθεί το web interface;

Διαδικασίες δοκιμών:

Έλεγχος των ρευμάτων που καταλήγουν στο αισθητήριο και επίσης έλεγχος σήματος της εξόδου του αισθητηρίου (λογικό 0 και λογικό 1).

Έλεγχος μηνυμάτων της LCD.

Έλεγχος μηνυμάτων στο web interface.

Σωστή θέση αισθητήρα και επανατοποθέτηση.

Έλεγχος λειτουργίας αντλίας (αν τροφοδοτείται με σωστή τάση, ορθή πόλωση).

Εντατικός έλεγχος μόνωσης καλωδίων και κυκλωμάτων.

Όνομα : **S4**

Τίτλος : Έλεγχος εκκίνησης αντλίας MANUAL και ενημέρωση web interface.

Περιπτώσεις δοκιμών

Εικασίες λαθών:

Τι θα γίνει αν δεν ξεκινήσει η αντλία;

Τι θα γίνει αν πέσουν υγρά πάνω στα κυκλώματα – καλώδια;

Τι θα γίνει αν δεν ενημερωθεί το web interface;

Διαδικασίες δοκιμών:

Έλεγχος των ρευμάτων που καταλήγουν στο αισθητήριο στο button εκκίνησης και επίσης έλεγχος σήματος της εξόδου του αισθητηρίου (λογικό 0 και λογικό 1).

Έλεγχος μηνυμάτων της LCD.

Έλεγχος μηνυμάτων στο web interface.

Σωστή θέση αισθητήρα και επανατοποθέτηση.

Έλεγχος λειτουργίας αντλίας (αν τροφοδοτείται με σωστή τάση, ορθή πόλωση).

Εντατικός έλεγχος μόνωσης καλωδίων και κυκλωμάτων.

Όνομα : **S5**

Τίτλος : Θερμοκρασία για εκτός ορίων τιμές ενημέρωση web interface και display.

Περιπτώσεις δοκιμών

Εικασίες λαθών:

Τι θα γίνει αν δεν δουλέψει σωστά ο αισθητήρας θερμοκρασίας ;

Τι θα γίνει αν δεν δουλέψει σωστά το κλιματιστικό ;

Τι θα γίνει αν ο αισθητήρας σπάσει ή καταστραφεί;

Τι θα γίνει αν δεν ενημερωθεί το web interface;

Διαδικασίες δοκιμών:

Έλεγχος των ρευμάτων που καταλήγουν στο αισθητήριο και επίσης έλεγχος σήματος της εξόδου του αισθητηρίου (λογικό 0 και λογικό 1).

Έλεγχος μηνυμάτων της LCD.

Έλεγχος μηνυμάτων στο web interface.

Σωστή θέση αισθητήρα και επανατοποθέτηση.

Μέρος της συντήρησης θα είναι και η αντικατάσταση του διακόπτη σε περίπτωση φθοράς του.

Έλεγχος λειτουργίας οθόνης.

Όνομα : **S6**

Τίτλος : Ρύθμιση κάτω ορίου θερμοκρασίας του χώρου.

Περιπτώσεις δοκιμών

Εικασίες λαθών:

Τι θα γίνει αν δεν δουλέψει σωστά το ποτενσιόμετρο ρύθμισης θερμοκρασίας ;

Τι θα γίνει αν το ποτενσιόμετρο σπάσει ή καταστραφεί;

Τι θα γίνει αν δεν ενημερωθεί το web interface;

Διαδικασίες δοκιμών:

Έλεγχος των ρευμάτων που καταλήγουν στο ποτενσιόμετρο και επίσης έλεγχος σήματος της εξόδου του (λογικό 0 και λογικό 1).

Έλεγχος μηνυμάτων της LCD.

Έλεγχος μηνυμάτων στο web interface.

Σωστή θέση ποτενσιόμετρου και επανατοποθέτηση.

Μέρος της συντήρησης θα είναι και η αντικατάσταση του εξαρτήματος σε περίπτωση φθοράς του.

Έλεγχος λειτουργίας οθόνης.

Όνομα : **S7**

Τίτλος : Ρύθμιση άνω ορίου θερμοκρασίας του χώρου.

Περιπτώσεις δοκιμών

#### Εικασίες λαθών:

Τι θα γίνει αν δεν δουλέψει σωστά το ποτενσιόμετρο ρύθμισης θερμοκρασίας ;

Τι θα γίνει αν το ποτενσιόμετρο σπάσει ή καταστραφεί;

Τι θα γίνει αν δεν ενημερωθεί το web interface;

#### Διαδικασίες δοκιμών:

Έλεγχος των ρευμάτων που καταλήγουν στο ποτενσιόμετρο και επίσης έλεγχος σήματος της εξόδου του (λογικό 0 και λογικό 1).

Έλεγχος μηνυμάτων της LCD.

Έλεγχος μηνυμάτων στο web interface.

Σωστή θέση ποτενσιόμετρου και επανατοποθέτηση.

Μέρος της συντήρησης θα είναι και η αντικατάσταση του εξαρτήματος σε περίπτωση φθοράς του.

Έλεγχος λειτουργίας οθόνης.

Όνομα : **S8**

Τίτλος : Με την ύπαρξη κίνησης στο χώρο να ενημερώνεται το display.

Περιπτώσεις δοκιμών

#### Εικασίες λαθών:

Τι θα γίνει αν δεν δουλέψει σωστά ο αισθητήρας ανίχνευσης κίνησης ;

Τι θα γίνει αν ο αισθητήρας σπάσει ή καταστραφεί;

#### Διαδικασίες δοκιμών:

Έλεγχος των ρευμάτων που καταλήγουν στο αισθητήριο και επίσης έλεγχος σήματος της εξόδου του αισθητηρίου (λογικό 0 και λογικό 1).

Έλεγχος μηνυμάτων της LCD.

Σωστή θέση αισθητήρα και επανατοποθέτηση.

Μέρος της συντήρησης θα είναι και η αντικατάσταση του διακόπτη σε περίπτωση φθοράς του.

Έλεγχος λειτουργίας οθόνης.

Εντατικός έλεγχος μόνωσης καλωδίων και κυκλωμάτων.

Εντατικός έλεγχος εισόδων και εξόδων της πλακέτας, καθώς και την μέτρηση των ρευμάτων εισόδου και εξόδου.

Όνομα : **S9**

Τίτλος : Κατάσταση πόρτας.

Περιπτώσεις δοκιμών

Εικασίες λαθών:

Τι θα γίνει αν δεν ενημερωθεί το web interface;

Τι θα γίνει αν κάποια pins είναι αποσυνδεδεμένα;

Διαδικασίες δοκιμών:

Έλεγχος ανθεκτικών κολλήσεων κατά την σύνδεσή server – microcontroller.

Έλεγχος σήματος προς την πλακέτα (λογικό 0 και λογικό 1).

Εντατικός έλεγχος εισόδων και εξόδων της πλακέτας, καθώς και την μέτρηση των ρευμάτων εισόδου και εξόδου.

Όνομα : **S10**

Τίτλος : Ύπαρξη νερού στο δάπεδο ενεργοποίηση alarm, buzzer και ενημέρωση του web interface.

Περιπτώσεις δοκιμών

Εικασίες λαθών:

Τι θα γίνει αν δεν δουλέψει σωστά το αισθητήριο ;

Τι θα γίνει αν το αισθητήριο σπάσει οξειδωθεί ή καταστραφεί;

Τι θα γίνει αν δεν ενημερωθεί το web interface;

Τι θα γίνει αν δεν ακουσθεί το buzzer;

Διαδικασίες δοκιμών:

Έλεγχος των ρευμάτων που καταλήγουν στο αισθητήριο και επίσης έλεγχος σήματος της εξόδου του αισθητηρίου (λογικό 0 και λογικό 1).

Έλεγχος μηνυμάτων της LCD.

Έλεγχος buzzer.

Έλεγχος μηνυμάτων στο web interface.

Σωστή θέση αισθητήρα και επανατοποθέτηση.

Μέρος της συντήρησης θα είναι και η αντικατάσταση των διακόπτων σε περίπτωση φθοράς τους.

Έλεγχος λειτουργίας οθόνης.

Όνομα : **S11**

Τίτλος : Επικοινωνία της κάμερας με το web interface.

Περιπτώσεις δοκιμών

Εικασίες λαθών:

Τι θα γίνει αν δεν δουλέψει σωστά η κάμερα ;

Τι θα γίνει αν έχει πρόβλημα η usb θύρα του server;

Διαδικασίες δοκιμών:

Έλεγχος των ρευμάτων που καταλήγουν στην κάμερα.

Έλεγχος λειτουργίας κάμερας.

Εντατικός έλεγχος μόνωσης καλωδίων και κυκλωμάτων.

Εντατικός έλεγχος εισόδων και εξόδων της πλακέτας, καθώς και την μέτρηση των ρευμάτων εισόδου και εξόδου.

## 4.3 Έλεγχος software (ανοικτού και κλειστού κουτιού)

### 4.3.1 Έλεγχος κλειστού κουτιού

Ο έλεγχος του συστήματος αναφέρεται στον έλεγχο κλειστού κουτιού κατά τον οποίο ελέγχονται για την καλή λειτουργία τους ένα προς ένα όλα τα επιμέρους τμήματα του συστήματος και τον έλεγχο ανοικτού κουτιού κατά τον οποίο ελέγχεται η συμπεριφορά των μεταβλητών μέσα στον κώδικα.

Ο έλεγχος κλειστού κουτιού αφορά στους παρακάτω 11 ελέγχους που φαίνονται αναλυτικά στους πίνακες που ακολουθούν.

**TEST 1** Πάτημα πλήκτρου εκκίνησης συσκευών θερμοκηπίου.

**TEST 2** Να ενεργοποιείται το αισθητήριο καπνού.

**TEST 3** Έλεγχος εκκίνησης αντλίας και ενημέρωση web interface.

**TEST 4** Έλεγχος εκκίνησης αντλίας MANUAL και ενημέρωση web interface.

**TEST 5** Θερμοκρασία για εκτός ορίων τιμές ενημέρωση web interface και display.

**TEST 6** Ρύθμιση κάτω ορίου θερμοκρασίας του χώρου.

**TEST 7** Ρύθμιση άνω ορίου θερμοκρασίας του χώρου.

**TEST 8** Με την ύπαρξη κίνησης στο χώρο να ενημερώνεται το display.

**TEST 9** Κατάσταση πόρτας.

**TEST 10** Ύπαρξη νερού στο δάπεδο ενεργοποίηση alarm και ενημέρωση του web interface.

**TEST 11** Επικοινωνία της κάμερας με το web interface.

**TEST 12** Έλεγχος φιλικού interface.

**TEST 1** Πάτημα πλήκτρου εκκίνησης συσκευών θερμοκηπίου

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Μετά το πάτημα του button εκκίνησης, ενεργοποίηση των συσκευών.
ΕΙΣΟΔΟΙ	Κουμπί εκκίνησης.
ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	Εμφάνιση οθονών αρχικοποίησης και στον server εκκίνηση των windows.
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ	Θετικό ✓
ΑΠΟΔΟΧΗ	Θετική ✓

**TEST 2** Αισθητήριο καπνού

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Μετά την είσοδο καπνού στον αισθητήρα ενεργοποίηση του.
ΕΙΣΟΔΟΙ	Αισθητηρίου καπνού.
ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	Εμφάνιση στο display <b>SMOKE DETECTED</b> , ενεργοποίηση ηχητικού alarm.
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ	Θετικό ✓
ΑΠΟΔΟΧΗ	Θετική ✓

**TEST 3** Έλεγχος εκκίνησης αντλίας από το web interface

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Μετά το πάτημα του button από το web, εκκίνηση της αντλίας και ενημέρωση της ιστοσελίδας.
ΕΙΣΟΔΟΙ	Κουμπί εκκίνησης αντλίας από το web.
ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	Εμφάνιση στο display <b>WATERING IN PROGRESS</b> και στο web <b>PUMP - ACTIVE</b>
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ	Θετικό ✓
ΑΠΟΔΟΧΗ	Θετική ✓

**TEST 4** Έλεγχος εκκίνησης αντλίας MANUAL

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Μετά το πάτημα του τοπικού button, εκκίνηση της αντλίας και ενημέρωση της ιστοσελίδας.
ΕΙΣΟΔΟΙ	Κουμπί εκκίνησης αντλίας τοπικά.
ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	Εμφάνιση στο display <b>WATERING IN PROGRESS</b> και στο web <b>PUMP - ACTIVE</b>
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ	Θετικό ✓
ΑΠΟΔΟΧΗ	Θετική ✓

**TEST 5 Έλεγχος θερμοκρασίας**

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Έλεγχος θερμοκρασίας.
ΕΙΣΟΔΟΙ	Αισθητήριο θερμοκρασίας.
ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	Ενημέρωση web interface και display. Αν η θερμοκρασία είναι μεταξύ των ορίων που θέσαμε, εμφάνιση μηνύματος NORMAL, αλλιώς εμφάνιση μηνύματος ALARM και ενεργοποίηση κλιματισμού.
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ	Θετικό ✓
ΑΠΟΔΟΧΗ	Θετική ✓

**TEST 6 Ρύθμιση κάτω ορίου θερμοκρασίας του χώρου**

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Ρύθμιση κάτω ορίου θερμοκρασίας.
ΕΙΣΟΔΟΙ	Ποτενσιόμετρο από την πλακέτα temp board, ρυθμιζόμενο από τον χρήστη.
ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	Ενημέρωση του δεύτερου display.
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ	Θετικό ✓
ΑΠΟΔΟΧΗ	Θετική ✓

**TEST 7** Ρύθμιση άνω ορίου θερμοκρασίας του χώρου

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Ρύθμιση άνω ορίου θερμοκρασίας.
ΕΙΣΟΔΟΙ	Ποτενσιόμετρο από την πλακέτα temp board, ρυθμιζόμενο από τον χρήστη.
ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	Ενημέρωση του δεύτερου display.
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ	Θετικό ✓
ΑΠΟΔΟΧΗ	Θετική ✓

**TEST 8** Ύπαρξη κίνησης στο χώρο

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Ύπαρξη κίνησης στον εσωτερικό χώρο του θερμοκηπίου.
ΕΙΣΟΔΟΙ	Ανιχνευτής κίνησης.
ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	Μήνυμα στο display <b>[ALARM] MOTION DETECTED.</b>
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ	Θετικό ✓
ΑΠΟΔΟΧΗ	Θετική ✓

**TEST 9** Κατάσταση πόρτας

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Έλεγχος κατάστασης πόρτας θερμοκηπίου, ανοιχτή ή κλειστή.
ΕΙΣΟΔΟΙ	Μαγνητική επαφή.
ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	Ενημέρωση web interface <b>DOOR - OPEN</b> ή <b>DOOR CLOSED</b> .
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ	Θετικό ✓
ΑΠΟΔΟΧΗ	Θετική ✓

**TEST 10** Ύπαρξη νερού στο δάπεδο

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Έλεγχος για ύπαρξη νερού στο δάπεδο.
ΕΙΣΟΔΟΙ	Δύο επαφές όπου χρησιμοποιώντας το νερό σαν καλό αγωγό του ρεύματος βραχυκυκλώνουν και κλείνει επαφή.
ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	Μήνυμα στο display <b>[ALARM] LEAK DETECTED</b> ενεργοποίηση buzzer και ενημέρωση του web interface <b>LEAK</b> ή <b>NO LEAK</b> .
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ	Θετικό ✓
ΑΠΟΔΟΧΗ	Θετική ✓

**TEST 11** Επικοινωνία της κάμερας με το web interface.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Επικοινωνία της κάμερας με το web interface.
ΕΙΣΟΔΟΙ	USB κάμερα.
ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	Μεταφορά εικόνας από θερμοκήπιο στο web interface.
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ	Θετικό ✓
ΑΠΟΔΟΧΗ	Θετική ✓

**TEST 12** Έλεγχος φιλικού interface.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Στην οθόνη του συστήματος θα εμφανίζεται απλό και εύχρηστο μενού. Θα υπάρχουν σαφείς οδηγίες χρήσης στο εξωτερικό του συστήματος.
ΕΙΣΟΔΟΙ	Η επιλογές του χρήστη.
ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	Στην οθόνη και στο web interface.
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ	Ικανοποιητικό ✓
ΑΠΟΔΟΧΗ	Ικανοποιητική ✓

### 4.3.2 Έλεγχος ανοιχτού κουτιού

Κλήση της Συνάρτησης <b>intro</b>	Αποτελέσματα εξόδου	Αναμενόμενα αποτελέσματα εξόδου	Έλεγχος
<pre>void intro (void) {     lcd_clear();     lcd_gotoxy(0,0);     lcd_putsf(" GREENHOUSE  ");     lcd_gotoxy(0,1);     lcd_putsf(" AUTOMATION SYSTEM ");     lcd_gotoxy(0,2);     lcd_putsf("----- -----");     lcd_gotoxy(0,3);     lcd_putsf(" STAVROS VOULTSIDIS ");     delay_ms(1000);     lcd_clear();</pre>	<p><i>Εμφάνισε τα μηνύματα</i></p> <p><b>GREENHOUSE</b></p> <p><b>AUTOMATION SYSTEM</b></p> <hr/> <p><b>STAVROS VOULTSIDIS</b></p>	<p>Εμφάνιση ονόματος σπουδαστή</p>	<p><b>OK</b></p> <p>✓</p>

Κλήση της Συνάρτησης <b>temperature_status</b>	Αποτελέσματα εξόδου	Αναμενόμενα αποτελέσματα εξόδου	Έλεγχος
<pre>void temperature_status(void) {     if ( PINA.0==1 )     {         PORTC.0=1;         lcd_gotoxy(0,0);         lcd_putsf(" SYSTEM STATUS  ");         lcd_gotoxy(0,1);         lcd_putsf("</pre>	<p><i>Αν επαληθευτεί η συνθήκη ( η είσοδος στο pin 0 της εισόδου Α να είναι ίσο με 1),</i></p> <p><i>Την έξοδο προς τον υπολογιστή κάνε την 1</i></p> <p><i>Εμφάνισε τα μηνύματα</i></p> <p><b>SYSTEM STATUS</b></p>	<p><i>Αν επαληθευτεί η συνθήκη ( η είσοδος στο pin 0 της εισόδου Α να είναι ίσο με 1),</i></p> <p><i>Την έξοδο προς τον υπολογιστή κάνε την 1</i></p> <p><i>Εμφάνισε τα μηνύματα</i></p>	

<pre>[ NORMAL ]      ");     }     else { PORTC.0=0;  lcd_gotoxy(0,0);  lcd_putsf("      SYSTEM STATUS      ");  lcd_gotoxy(0,1);  lcd_putsf("      [ ALARM ]      ");  lcd_gotoxy(0,3);  lcd_putsf("TEMPERATURE : ALARM!");  delay_ms(100);     } } //temperature_status</pre>	<p>[ NORMAL ]</p> <p>Αλλιώς την έξοδο προς τον υπολογιστή κάνε τη 0</p> <p>Εμφάνισε τα μηνύματα</p> <p>SYSTEM STATUS [ ALARM ] TEMPERATURE : ALARM!</p>	<p>SYSTEM STATUS [ NORMAL ]</p> <p>Αλλιώς την έξοδο προς τον υπολογιστή κάνε τη 0</p> <p>Εμφάνισε τα μηνύματα</p> <p>SYSTEM STATUS [ ALARM ] TEMPERATURE : ALARM!</p>	<p><b>OK</b></p> <p>✓</p>
---	---	---	---------------------------

Κλήση της Συνάρτησης <b>smoke_detection</b>	Αποτελέσματα εξόδου	Αναμενόμενα αποτελέσματα εξόδου	Έλεγχος
<pre>void smoke_detection(void) {     if ( PINA.2 == 0 )     {         PORTB.4=1;  lcd_gotoxy(0,0);         lcd_putsf(" SYSTEM STATUS      ");</pre>	<p>Αν από τον ανιχνευτή καπνού που συνδέεται στο pin 2 της εισόδου A έχουμε λογικό 0, ενεργοποίησε την ηχητική ειδοποίηση ( BUZZER)</p> <p>Εμφάνισε τα μηνύματα</p> <p>SYSTEM STATUS [ ALARM ]</p>	<p>Αν από τον ανιχνευτή καπνού που συνδέεται στο pin 2 της εισόδου A έχουμε λογικό 0, ενεργοποίησε την ηχητική ειδοποίηση ( BUZZER)</p> <p>Εμφάνισε τα μηνύματα</p> <p>SYSTEM STATUS [ ALARM ]</p>	

<pre> lcd_gotoxy(0,1);     lcd_putsf(" [ ALARM ]      ");  lcd_gotoxy(0,2);  lcd_gotoxy(0,3);     lcd_putsf(" SMOKE DETECTED  ");  delay_ms(1000);     }  else{  PORTB.4=0;      }  } //smoke_detection </pre>	<p style="text-align: center;"><b>SMOKE DETECTED</b></p> <p><i>Αλλιώς απενεργοποίησε την ηχητική ειδοποίηση</i></p>	<p style="text-align: center;"><b>SMOKE DETECTED</b></p> <p><i>Αλλιώς απενεργοποίησε την ηχητική ειδοποίηση</i></p>	<p style="text-align: center;"><b>OK</b> ✓</p>
--	---	---	--

<b>Κλήση της Συνάρτησης web_control</b>	<b>Αποτελέσματα εξόδου</b>	<b>Αναμενόμενα αποτελέσματα εξόδου</b>	<b>Έλεγχος</b>
<pre> void web_control(void) {     if ( PINA.3 == 1)     {  lcd_gotoxy(0,3);  lcd_putsf("WATERI NG IN PROGRESS");  PORTB.5=1;     }  else{ </pre>	<p><i>Αν από την έξοδο της παράλληλης θύρας του υπολογιστή που συνδέεται στο PINA.3 έχουμε λογικό 1 εμφάνισε τα μηνύματα</i></p> <p style="text-align: center;"><b>WATERING IN PROGRESS</b></p> <p><i>ενεργοποίησε την αντλία ποτίσματος. Αλλιώς απενεργοποίησε την αντλία ποτίσματος</i></p>	<p><i>Αν από την έξοδο της παράλληλης θύρας του υπολογιστή που συνδέεται στο PINA.3 έχουμε λογικό 1 εμφάνισε τα μηνύματα</i></p> <p style="text-align: center;"><b>WATERING IN PROGRESS</b></p> <p><i>ενεργοποίησε την αντλία ποτίσματος. Αλλιώς απενεργοποίησε την αντλία ποτίσματος</i></p>	<p style="text-align: center;"><b>OK</b> ✓</p>

<pre> PORTB.5=0;  lcd_gotoxy(0,3);  lcd_putsf(" ");         } } //web_control </pre>			
--	--	--	--

Κλήση της Συνάρτησης <b>manual_control</b>	Αποτελέσματα εξόδου	Αναμενόμενα αποτελέσματα εξόδου	Έλεγχος
<pre> void manual_control(void) {      if ( PINC.7 == 0 )     {  lcd_gotoxy(0,3);  lcd_putsf("WATERING IN PROGRESS");          PORTB.5=1;     }     else     {  PORTB.5=0;  lcd_gotoxy(0,3);  lcd_putsf(" ");         } } //manual_control </pre>	<p><i>Αν από το τοπικό button του θερμοκηπίου που συνδέεται στο pin 7 της εισόδου C έχουμε λογικό 0 ( 5Volt ), εμφάνισε τα μηνύματα</i></p> <p>WATERING IN PROGRESS</p> <p><i>ενεργοποίησε την αντλία ποτίσματος</i></p> <p><i>Αλλιώς</i></p> <p><i>απενεργοποίησε την αντλία ποτίσματος</i></p>	<p><i>Αν από το τοπικό button του θερμοκηπίου που συνδέεται στο pin 7 της εισόδου C έχουμε λογικό 0 ( 5Volt ), εμφάνισε τα μηνύματα</i></p> <p>WATERING IN PROGRESS</p> <p><i>ενεργοποίησε την αντλία ποτίσματος</i></p> <p><i>Αλλιώς</i></p> <p><i>απενεργοποίησε την αντλία ποτίσματος</i></p>	<p><b>OK</b></p> <p>✓</p>

Κλήση της Συνάρτησης <b>mode_select</b>	Αποτελέσματα εξόδου	Αναμενόμενα αποτελέσματα εξόδου	Έλεγχος
<pre>void mode_select(void) {     if(PINA.7==0){         manual_control();         lcd_gotoxy(0,2);         lcd_putsf(" MANUAL      MODE ");     }     else{         web_control();         lcd_gotoxy(0,2);         lcd_putsf(" AUTO MODE (WEB) ");     } } //mode_select</pre>	<p><i>Αν το pin 7 της εισόδου A έχουμε λογικό 0</i></p> <p><i>να εκτελεστεί η συνάρτηση <b>manual_control</b></i></p> <p><i>εμφάνισε τα μηνύματα MANUAL MODE</i></p> <p><i>Αλλιώς</i></p> <p><i>να εκτελεστεί η συνάρτηση <b>web_control</b></i></p> <p><i>εμφάνισε τα μηνύματα AUTO MODE (WEB)</i></p>	<p><i>Αν το pin 7 της εισόδου A έχουμε λογικό 0</i></p> <p><i>να εκτελεστεί η συνάρτηση <b>manual_control</b></i></p> <p><i>εμφάνισε τα μηνύματα MANUAL MODE</i></p> <p><i>Αλλιώς</i></p> <p><i>να εκτελεστεί η συνάρτηση <b>web_control</b></i></p> <p><i>εμφάνισε τα μηνύματα AUTO MODE (WEB)</i></p>	<p><b>OK</b> ✓</p>

Κλήση της Συνάρτησης <b>leak_detection</b>	Αποτελέσματα εξόδου	Αναμενόμενα αποτελέσματα εξόδου	Έλεγχος
<pre>void leak_detection(void) {     if ( PINA.1 == 0 )</pre>	<p><i>Αν ανιχνεύσεις νερό στο δάπεδο</i></p> <p><i>την έξοδο προς τον</i></p>	<p><i>Αν ανιχνεύσεις νερό στο δάπεδο</i></p> <p><i>την έξοδο προς τον</i></p>	<p><b>OK</b> ✓</p>

<pre> { PORTC.1=1; PORTB.5=0; PORTB.4=1;  lcd_gotoxy(0,0);     lcd_putsf(" SYSTEM STATUS  ");  lcd_gotoxy(0,1);     lcd_putsf(" [ ALARM ]      ");  lcd_gotoxy(0,2);  lcd_gotoxy(0,3);     lcd_putsf(" LEAK DETECTED  ");  delay_ms(100);     }  else{  PORTC.1=0;        // έξοδος προς τον υπολογιστή, ενημέρωση interface  PORTB.4=0;        // σταμάτα ηχητική ειδοποίηση ( BUZZER)  mode_select();     } } //leak_detection </pre>	<p>υπολογιστή (No Leak - LEAK ALARM) κάνε τη 1 απενεργοποίησε την αντλία ποτίσματος ενεργοποίησε την ηχητική ειδοποίηση ( BUZZER) εμφάνισε τα μηνύματα SYSTEM STATUS [ ALARM ] LEAK DETECTED</p> <p>Αλλιώς έξοδος προς τον υπολογιστή, ενημέρωση interface σταμάτα ηχητική ειδοποίηση ( BUZZER) εκτελέσει mode_select</p>	<p>υπολογιστή (No Leak - LEAK ALARM) κάνε τη 1 απενεργοποίησε την αντλία ποτίσματος ενεργοποίησε την ηχητική ειδοποίηση ( BUZZER) εμφάνισε τα μηνύματα SYSTEM STATUS [ ALARM ] LEAK DETECTED</p> <p>Αλλιώς έξοδος προς τον υπολογιστή, ενημέρωση interface σταμάτα ηχητική ειδοποίηση ( BUZZER) εκτελέσει mode_select</p>	
---	---	---	--

Κλήση της Συνάρτησης <b>pump_status</b>	Αποτελέσματα εξόδου	Αναμενόμενα αποτελέσματα εξόδου	Έλεγχος
<pre>void pump_status(void) {     if ( PIN_A.6 == 1 )     {         PORTC.2=0;     } else{         PORTC.2=1;     } } //pump_status</pre>	<p><i>Αν η αντλία δουλεύει την έξοδο προς τον υπολογιστή (PUMP ACTIVE - INACTIVE) κάνει τη 0</i></p> <p><i>Αλλιώς την έξοδο προς τον υπολογιστή (PUMP ACTIVE - INACTIVE) κάνει τη 1</i></p>	<p><i>Αν η αντλία δουλεύει την έξοδο προς τον υπολογιστή (PUMP ACTIVE - INACTIVE) κάνει τη 0</i></p> <p><i>Αλλιώς την έξοδο προς τον υπολογιστή (PUMP ACTIVE - INACTIVE) κάνει τη 1</i></p>	<p><b>OK</b> ✓</p>

Κλήση της Συνάρτησης <b>motion_detection</b>	Αποτελέσματα εξόδου	Αναμενόμενα αποτελέσματα εξόδου	Έλεγχος
<pre>void motion_detection(void) {     if ( PIN_A.4 == 0 )     {         lcd_gotoxy(0,0);         lcd_putsf(" SYSTEM STATUS ");         lcd_gotoxy(0,1);         lcd_putsf(" [ ALARM ] ");         lcd_gotoxy(0,2);</pre>	<p><i>Αν από τον ανιχνευτή κίνησης που συνδέεται στο pin 4 της εισόδου Α έχουμε λογικό 0 ( 5Volt), δηλαδή ενεργοποίηση εμφάνισε τα μηνύματα</i></p> <p><b>SYSTEM STATUS</b> <b>[ ALARM ]</b> <b>MOTION DETECTED</b></p>	<p><i>Αν από τον ανιχνευτή κίνησης που συνδέεται στο pin 4 της εισόδου Α έχουμε λογικό 0 ( 5Volt), δηλαδή ενεργοποίηση εμφάνισε τα μηνύματα</i></p> <p><b>SYSTEM STATUS</b> <b>[ ALARM ]</b> <b>MOTION DETECTED</b></p>	<p><b>OK</b> ✓</p>

<pre> lcd_gotoxy(0,3);     lcd_putsf(" MOTION DETECTED ");     delay_ms(100); }         else{ } } } //motion_detection </pre>	<p>Αλλιώς</p> <p>Μην κάνεις τίποτα</p>	<p>Αλλιώς</p> <p>Μην κάνεις τίποτα</p>	
---	--	--	--

Κλήση της Συνάρτησης door_status	Αποτελέσματα εξόδου	Αναμενόμενα αποτελέσματα εξόδου	Έλεγχος
<pre> void door_status(void) {     if (         PINA.5 == 0 )     {         PORTC.3=0;     }     else{         PORTC.3=1;     } } //door_status </pre>	<p>Αν στο pin 5 της εισόδου A έχουμε λογικό 0 ( 5Volt ), δηλαδή ενεργοποίηση την έξοδο προς τον υπολογιστή (DOOR OPENED - CLOSED) κάνε τη 0 (πόρτα κλειστή)</p> <p>Αλλιώς την έξοδο προς τον υπολογιστή (DOOR OPENED - CLOSED) κάνε τη 1 (πόρτα ανοιχτή)</p>	<p>Αν στο pin 5 της εισόδου A έχουμε λογικό 0 ( 5Volt ), δηλαδή ενεργοποίηση την έξοδο προς τον υπολογιστή (DOOR OPENED - CLOSED) κάνε τη 0 (πόρτα κλειστή)</p> <p>Αλλιώς την έξοδο προς τον υπολογιστή (DOOR OPENED - CLOSED) κάνε τη 1 (πόρτα ανοιχτή)</p>	<p><b>OK</b></p> <p>✓</p>

Κλήση της Συνάρτησης mux_live	Αποτελέσματα εξόδου	Αναμενόμενα αποτελέσματα εξόδου	Έλεγχος
<pre> void mux_live (void) { </pre>	<p>Καθορισμός της BINARY 0000 στα αντίστοιχα PINS της B εισόδου του ATMEGA 32</p>	<p>Καθορισμός της BINARY 0000 στα αντίστοιχα PINS της B εισόδου του ATMEGA 32</p>	<p><b>OK</b></p> <p>✓</p>

<pre> PORTB.1=0, PORTB.3=0, PORTB.5=0, PORTB.7=0;  ADCSRA =0x40; adc_data[0]=ADCW;  Temp[0]=adc_data[ 0]*0.5;  ftoa(Temp[0],0,lc d_adc_data_LiveTe mp); //metatroph se char gia na mporesei na emfanistei stin othoni  } //mux_live </pre>	<p>Ενεργοποίηση του αναλογικού μετατροπέα ADC του ATMEGA 32 για να διαβάσει το αναλογικό σήμα που του στέλνει ο Multiplexer και αποθήκευση της τιμής στην θέση [0] του πίνακα adc_data</p> <p>Μετατροπή της τιμής εισόδου σε βαθμούς κελσίου σύμφωνα με την τάση εισόδου από το αισθητήριο που αναγράφεται στο manual του κατασκευαστή και αποθήκευση της τιμής στην θέση [0] του πίνακα Temp</p> <p>Μετατροπή της τιμής εισόδου από αριθμητικά δεδομένα σε δεδομένα χαρακτήρων για να μπορέσει η οθόνη LCD να τα απεικονίσει</p>	<p>Ενεργοποίηση του αναλογικού μετατροπέα ADC του ATMEGA 32 για να διαβάσει το αναλογικό σήμα που του στέλνει ο Multiplexer και αποθήκευση της τιμής στην θέση [0] του πίνακα adc_data</p> <p>Μετατροπή της τιμής εισόδου σε βαθμούς κελσίου σύμφωνα με την τάση εισόδου από το αισθητήριο που αναγράφεται στο manual του κατασκευαστή και αποθήκευση της τιμής στην θέση [0] του πίνακα Temp</p> <p>Μετατροπή της τιμής εισόδου από αριθμητικά δεδομένα σε δεδομένα χαρακτήρων για να μπορέσει η οθόνη LCD να τα απεικονίσει</p>	
--	---	---	--

Κλήση της Συνάρτησης mux_Min	Αποτελέσματα εξόδου	Αναμενόμενα αποτελέσματα εξόδου	Έλεγχος
<pre> void mux_Min (void) { PORTB.1=0, PORTB.3=0, </pre>	<p>Καθορισμός της BINARY 0001 στα αντίστοιχα PINS της B εισόδου του ATMEGA 32</p>	<p>Καθορισμός της BINARY 0001 στα αντίστοιχα PINS της B εισόδου του ATMEGA 32</p>	<p><b>OK</b> ✓</p>

<pre> PORTB.5=0, PORTB.7=1;  ADCSRA =0x40; adc_data[1]=ADCW;  Temp[1]=adc_data[ 1]/50  ftoa(Temp[1],0,lc d_adc_data_MinTem p);  } //mux_Min </pre>	<p>Ενεργοποίηση του αναλογικού μετατροπέα ADC του ATMEGA 32 για να διαβάσει το αναλογικό σήμα που του στέλνει ο Multiplexer και αποθήκευση της τιμής στην θέση [1] του πίνακα adc_data</p> <p>Μετατροπή της τιμής εισόδου σε βαθμούς κελσίου σύμφωνα με την τάση εισόδου από το αισθητήριο που αναγράφεται στο manual του κατασκευαστή και αποθήκευση της τιμής στην θέση [1] του πίνακα Temp</p> <p>Μετατροπή της τιμής εισόδου από αριθμητικά δεδομένα σε δεδομένα χαρακτήρων για να μπορέσει η οθόνη LCD να τα απεικονίσει</p>	<p>Ενεργοποίηση του αναλογικού μετατροπέα ADC του ATMEGA 32 για να διαβάσει το αναλογικό σήμα που του στέλνει ο Multiplexer και αποθήκευση της τιμής στην θέση [1] του πίνακα adc_data</p> <p>Μετατροπή της τιμής εισόδου σε βαθμούς κελσίου σύμφωνα με την τάση εισόδου από το αισθητήριο που αναγράφεται στο manual του κατασκευαστή και αποθήκευση της τιμής στην θέση [1] του πίνακα Temp</p> <p>Μετατροπή της τιμής εισόδου από αριθμητικά δεδομένα σε δεδομένα χαρακτήρων για να μπορέσει η οθόνη LCD να τα απεικονίσει</p>	
--	---	---	--

Κλήση της Συνάρτησης mux_Max	Αποτελέσματα εξόδου	Αναμενόμενα αποτελέσματα εξόδου	Έλεγχος
<pre> void mux_Max(void) { PORTB.1=0, PORTB.3=0, </pre>	<p>Καθορισμός της BINARY 0010 στα αντίστοιχα PINS της B εισόδου του ATMEGA 32</p> <p>Ενεργοποίηση του</p>	<p>Καθορισμός της BINARY 0010 στα αντίστοιχα PINS της B εισόδου του ATMEGA 32</p> <p>Ενεργοποίηση του</p>	<p><b>OK</b> ✓</p>

<pre> PORTB.5=1, PORTB.7=0;  ADCSRA =0x40; adc_data[2]=ADCW;  Temp[2]=adc_data[ 2]/50  ftoa(Temp[2],0,lcd_adc_data_MaxTemp);  } //mux_Max </pre>	<p>αναλογικού μετατροπέα ADC του ATMEGA 32 για να διαβάσει το αναλογικό σήμα που του στέλνει ο Multiplexer και αποθήκευση της τιμής στην θέση [2] του πίνακα adc_data</p> <p>Μετατροπή της τιμής εισόδου σε βαθμούς κελσίου σύμφωνα με την τάση εισόδου από το αισθητήριο που αναγράφεται στο manual του κατασκευαστή και αποθήκευση της τιμής στην θέση [2] του πίνακα Temp</p> <p>Μετατροπή της τιμής εισόδου από αριθμητικά δεδομένα σε δεδομένα χαρακτήρων για να μπορέσει η οθόνη LCD να τα απεικονίσει</p>	<p>αναλογικού μετατροπέα ADC του ATMEGA 32 για να διαβάσει το αναλογικό σήμα που του στέλνει ο Multiplexer και αποθήκευση της τιμής στην θέση [2] του πίνακα adc_data</p> <p>Μετατροπή της τιμής εισόδου σε βαθμούς κελσίου σύμφωνα με την τάση εισόδου από το αισθητήριο που αναγράφεται στο manual του κατασκευαστή και αποθήκευση της τιμής στην θέση [2] του πίνακα Temp</p> <p>Μετατροπή της τιμής εισόδου από αριθμητικά δεδομένα σε δεδομένα χαρακτήρων για να μπορέσει η οθόνη LCD να τα απεικονίσει</p>	
--	--	--	--

Κλήση της Συνάρτησης <b>read_LIVE_temp</b>	Αποτελέσματα εξόδου	Αναμενόμενα αποτελέσματα εξόδου	Έλεγχος
<pre> void read_LIVE_temp (void) { mux_live(); </pre>	<p>Συνάρτηση Ανάγνωσης της LIVE θερμοκρασίας από τον Multiplexer.</p>	<p>Συνάρτηση Ανάγνωσης της LIVE θερμοκρασίας από τον Multiplexer.</p>	<p><b>OK</b> ✓</p>

<pre> lcd_gotoxy(0,0);  lcd_putsf("Live:");  lcd_puts(lcd_adc_data_LiveTemp);  lcd_putsf("^C");  lcd_gotoxy(0,1);  lcd_putsf("MIN:");  lcd_puts(lcd_adc_data_MinTemp);  lcd_putsf("   ");  lcd_putsf("MAX:");  lcd_puts(lcd_adc_data_MaxTemp);  } //read_live_temp </pre>	<p><i>εμφάνισης μηνύματος LIVE</i></p> <p><i>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή lcd_adc_data_LiveTemp</i></p> <p><i>Εντολή εμφάνισης μηνύματος “^C”</i></p> <p><i>Εμφάνιση μηνύματος MIN</i></p> <p><i>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή lcd_adc_data_MinTemp</i></p> <p><i>Εντολή εμφάνισης  </i></p> <p><i>Εμφάνιση μηνύματος MAX:</i></p> <p><i>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή lcd_adc_data_MaxTemp</i></p>	<p><i>εμφάνισης μηνύματος LIVE</i></p> <p><i>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή lcd_adc_data_LiveTemp</i></p> <p><i>Εντολή εμφάνισης μηνύματος “^C”</i></p> <p><i>Εμφάνιση μηνύματος MIN</i></p> <p><i>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή lcd_adc_data_MinTemp</i></p> <p><i>Εντολή εμφάνισης  </i></p> <p><i>Εμφάνιση μηνύματος MAX:</i></p> <p><i>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή lcd_adc_data_MaxTemp</i></p>	
---	--	--	--

<b>Κλήση της Συνάρτησης read_MIN_temp</b>	<b>Αποτελέσματα εξόδου</b>	<b>Αναμενόμενα αποτελέσματα εξόδου</b>	<b>Έλεγχος</b>
<pre> void read_MIN_temp (void) { mux_Min(); </pre>	<p><i>Συνάρτηση Ανάγνωσης της MIN θερμοκρασίας από τον Multiplexer</i></p>	<p><i>Συνάρτηση Ανάγνωσης της MIN θερμοκρασίας από τον Multiplexer</i></p>	<p><b>OK</b></p> <p>✓</p>

<pre>//lcd_clear(); lcd_gotoxy(0,0); lcd_putsf("Live:" ); lcd_puts(lcd_adc_ data_LiveTemp); lcd_putsf("^C");  lcd_gotoxy(0,1); lcd_putsf("MIN:") ; lcd_puts(lcd_adc_ data_MinTemp); lcd_putsf("   "); lcd_putsf("MAX:") ; lcd_puts(lcd_adc_ data_MaxTemp);  } //read_MIN_temp</pre>	<p>εμφάνισης μηνύματος LIVE</p> <p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <code>lcd_adc_data_LiveTemp</code></p> <p>Εντολή εμφάνισης μηνύματος "ΛC"</p> <p>Εμφάνιση μηνύματος MIN</p> <p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <code>lcd_adc_data_MinTemp</code></p> <p>Εντολή εμφάνισης /</p> <p>Εμφάνιση μηνύματος MAX:</p> <p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <code>lcd_adc_data_MaxTemp</code></p>	<p>εμφάνισης μηνύματος LIVE</p> <p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <code>lcd_adc_data_LiveTemp</code></p> <p>Εντολή εμφάνισης μηνύματος "ΛC"</p> <p>Εμφάνιση μηνύματος MIN</p> <p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <code>lcd_adc_data_MinTemp</code></p> <p>Εντολή εμφάνισης /</p> <p>Εμφάνιση μηνύματος MAX:</p> <p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <code>lcd_adc_data_MaxTemp</code></p>	
---	---	---	--

<b>Κλήση της Συνάρτησης read_MAX_temp</b>	<b>Αποτελέσματα εξόδου</b>	<b>Αναμενόμενα αποτελέσματα εξόδου</b>	<b>Έλεγχος</b>
<pre>void read_MAX_temp (void) { mux_Max();  //lcd_clear(); lcd_gotoxy(0,0); lcd_putsf("Live:" ); lcd_puts(lcd_adc_ data_LiveTemp);</pre>	<p>Συνάρτηση Ανάγνωσης της MAX θερμοκρασίας από τον Multiplexer</p> <p>εμφάνισης μηνύματος LIVE</p> <p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <code>lcd_adc_data_LiveTemp</code></p> <p>Εντολή εμφάνισης</p>	<p>Συνάρτηση Ανάγνωσης της MAX θερμοκρασίας από τον Multiplexer</p> <p>εμφάνισης μηνύματος LIVE</p> <p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <code>lcd_adc_data_LiveTemp</code></p> <p>Εντολή εμφάνισης</p>	

<pre> lcd_putsf ("^C");  lcd_gotoxy(0,1); lcd_putsf ("MIN:"); ; lcd_puts(lcd_adc_ data_MinTemp); lcd_putsf ("   "); lcd_putsf ("MAX:"); ; lcd_puts(lcd_adc_ data_MaxTemp);  } //read_MAX_temp </pre>	<p>μηνύματος “^C”</p> <p>Εμφάνιση μηνύματος MIN</p> <p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <i>lcd_adc_data_MinTemp</i></p> <p>Εντολή εμφάνισης  </p> <p>Εμφάνιση μηνύματος MAX:</p> <p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <i>lcd_adc_data_MaxTemp</i></p>	<p>μηνύματος “^C”</p> <p>Εμφάνιση μηνύματος MIN</p> <p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <i>lcd_adc_data_MinTemp</i></p> <p>Εντολή εμφάνισης  </p> <p>Εμφάνιση μηνύματος MAX:</p> <p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <i>lcd_adc_data_MaxTemp</i></p>	<p><b>OK</b></p> <p>✓</p>
--	--	--	---------------------------

Κλήση της Συνάρτησης <b>alarm</b>	Αποτελέσματα εξόδου	Αναμενόμενα αποτελέσματα εξόδου	Έλεγχος
<pre> void alarm (void) { if (Temp[0]&lt;Temp[1] ) { lcd_gotoxy(0,0);  lcd_putsf ("Live:"); };  lcd_puts(lcd_adc_ data_LiveTemp);  lcd_putsf ("^C ALARM!"); </pre>	<p>Αν επαληθευτεί η συνθήκη ( η τρέχουσα θερμοκρασία να είναι μικρότερη από την ισχύουσα <i>MIN</i> θερμοκρασία), να εκτελεστούν οι εντολές</p> <p>Εντολή εμφάνισης μηνύματος χαρακτήρων “LIVE”</p> <p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <i>lcd_adc_data_LiveTemp</i></p> <p>Εντολή εμφάνισης</p>	<p>Αν επαληθευτεί η συνθήκη ( η τρέχουσα θερμοκρασία να είναι μικρότερη από την ισχύουσα <i>MIN</i> θερμοκρασία), να εκτελεστούν οι εντολές</p> <p>Εντολή εμφάνισης μηνύματος χαρακτήρων “LIVE”</p> <p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <i>lcd_adc_data_LiveTemp</i></p> <p>Εντολή εμφάνισης</p>	

<pre> lcd_gotoxy(0,1);  lcd_putsf("MIN:"); ;  lcd_puts(lcd_adc_data_MinTemp); lcd_putsf("   ");  lcd_putsf("MAX:"); ;  lcd_puts(lcd_adc_data_MaxTemp);  PORTC.0=1;  PORTC.1=1;  PORTC.7=0;  } //if  else if ( Temp[0]&gt;Temp[2] ) { lcd_gotoxy(0,0);  lcd_putsf("Live:"); );  lcd_puts(lcd_adc_ </pre>	<p>μηνύματος "<i>^C ALARM</i>"</p> <p>Εντολή εμφάνισης μηνύματος χαρακτήρων "<i>MIN</i>"</p> <p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <i>lcd_adc_data_MinTemp</i></p> <p>Εντολή εμφάνισης μηνύματος "<i> </i>"</p> <p>Εντολή εμφάνισης μηνύματος "<i>MAX:</i>"</p> <p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <i>lcd_adc_data_MaxTemp</i></p> <p>Εντολή ενεργοποίησης του <i>ALARM</i> και του κλιματισμού</p> <p>Εντολή ενεργοποίησης λειτουργίας θέρμανσης</p> <p>Εντολή απενεργοποίησης λειτουργίας Ψύξης</p> <p>Αλλιώς αν επαληθευτεί η συνθήκη ( η τρέχουσα θερμοκρασία να είναι μεγαλύτερη από την ισχύουσα <i>MAX</i> θερμοκρασία), να εκτελεστούν οι εντολές</p> <p>Εντολή εμφάνισης μηνύματος χαρακτήρων "<i>LIVE</i>"</p>	<p>μηνύματος "<i>^C ALARM</i>"</p> <p>Εντολή εμφάνισης μηνύματος χαρακτήρων "<i>MIN</i>"</p> <p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <i>lcd_adc_data_MinTemp</i></p> <p>Εντολή εμφάνισης μηνύματος "<i> </i>"</p> <p>Εντολή εμφάνισης μηνύματος "<i>MAX:</i>"</p> <p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <i>lcd_adc_data_MaxTemp</i></p> <p>Εντολή ενεργοποίησης του <i>ALARM</i> και του κλιματισμού</p> <p>Εντολή ενεργοποίησης λειτουργίας θέρμανσης</p> <p>Εντολή απενεργοποίησης λειτουργίας Ψύξης</p> <p>Αλλιώς αν επαληθευτεί η συνθήκη ( η τρέχουσα θερμοκρασία να είναι μεγαλύτερη από την ισχύουσα <i>MAX</i> θερμοκρασία), να εκτελεστούν οι εντολές</p> <p>Εντολή εμφάνισης μηνύματος χαρακτήρων "<i>LIVE</i>"</p>	<p><b>OK</b></p> <p>✓</p>
---	---	---	---------------------------

<pre> data_LiveTemp);  lcd_putsf("^C ALARM!");  lcd_gotoxy(0,1); lcd_putsf("MIN:"); ;  lcd_puts(lcd_adc_ data_MinTemp);  lcd_putsf("   ");  lcd_putsf("MAX:"); ;  lcd_puts(lcd_adc_ data_MaxTemp);  PORTC.0=1;  PORTC.1=0;  PORTC.7=1;  } //if  else  { lcd_gotoxy(0,0); lcd_putsf("Live:"); ); </pre>	<p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <i>lcd_adc_data_LiveTemp</i></p> <p>Εντολή εμφάνισης μηνύματος "<i>^C ALARM</i>"</p> <p>Εντολή εμφάνισης μηνύματος χαρακτήρων "<i>MIN</i>"</p> <p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <i>lcd_adc_data_MinTemp</i></p> <p>Εντολή εμφάνισης μηνύματος "<i> </i>"</p> <p>Εντολή εμφάνισης μηνύματος "<i>MAX:</i>"</p> <p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <i>lcd_adc_data_MaxTemp</i></p> <p>Εντολή ενεργοποίησης του <i>ALARM</i> και του κλιματισμού</p> <p>Εντολή απενεργοποίησης λειτουργίας θέρμανσης</p> <p>Εντολή ενεργοποίησης λειτουργίας Ψύξης</p> <p>Αλλιώς αφού δεν ισχύει καμιά απ τις παραπάνω συνθήκες, να εκτελεστούν οι εντολές</p> <p>Εντολή εμφάνισης</p>	<p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <i>lcd_adc_data_LiveTemp</i></p> <p>Εντολή εμφάνισης μηνύματος "<i>^C ALARM</i>"</p> <p>Εντολή εμφάνισης μηνύματος χαρακτήρων "<i>MIN</i>"</p> <p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <i>lcd_adc_data_MinTemp</i></p> <p>Εντολή εμφάνισης μηνύματος "<i> </i>"</p> <p>Εντολή εμφάνισης μηνύματος "<i>MAX:</i>"</p> <p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <i>lcd_adc_data_MaxTemp</i></p> <p>Εντολή ενεργοποίησης του <i>ALARM</i> και του κλιματισμού</p> <p>Εντολή απενεργοποίησης λειτουργίας θέρμανσης</p> <p>Εντολή ενεργοποίησης λειτουργίας Ψύξης</p> <p>Αλλιώς αφού δεν ισχύει καμιά απ τις παραπάνω συνθήκες, να εκτελεστούν οι εντολές</p> <p>Εντολή εμφάνισης</p>	
--	---	---	--

<pre> lcd_puts(lcd_adc_ data_LiveTemp);  lcd_putsf("^C NORMAL");  lcd_gotoxy(0,1); lcd_putsf("MIN:"); ;  lcd_puts(lcd_adc_ data_MinTemp);  lcd_putsf("   ");  lcd_putsf("MAX:"); ;  lcd_puts(lcd_adc_ data_MaxTemp);  PORTC.0=0;  PORTC.1=0;  PORTC.7=0; }  } //alarm </pre>	<p>μηνύματος χαρακτήρων "LIVE"</p> <p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <i>lcd_adc_data_LiveTemp</i></p> <p>Εντολή εμφάνισης μηνύματος "^C NORMAL"</p> <p>Εντολή εμφάνισης μηνύματος χαρακτήρων "MIN"</p> <p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <i>lcd_adc_data_MinTemp</i></p> <p>Εντολή εμφάνισης μηνύματος " "</p> <p>Εντολή εμφάνισης μηνύματος "MAX:"</p> <p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <i>lcd_adc_data_MaxTemp</i></p> <p>Εντολή απενεργοποίησης του ALARM και του κλιματισμού</p> <p>Εντολή απενεργοποίησης λειτουργίας θέρμανσης</p> <p>Εντολή απενεργοποίησης λειτουργίας ψύξης.</p>	<p>μηνύματος χαρακτήρων "LIVE"</p> <p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <i>lcd_adc_data_LiveTemp</i></p> <p>Εντολή εμφάνισης μηνύματος "^C NORMAL"</p> <p>Εντολή εμφάνισης μηνύματος χαρακτήρων "MIN"</p> <p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <i>lcd_adc_data_MinTemp</i></p> <p>Εντολή εμφάνισης μηνύματος " "</p> <p>Εντολή εμφάνισης μηνύματος "MAX:"</p> <p>Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή <i>lcd_adc_data_MaxTemp</i></p> <p>Εντολή απενεργοποίησης του ALARM και του κλιματισμού</p> <p>Εντολή απενεργοποίησης λειτουργίας θέρμανσης</p> <p>Εντολή απενεργοποίησης λειτουργίας ψύξης.</p>	
--	---	---	--

## 4.4 Έλεγχος hardware

Ακολουθεί το γενικό σχέδιο ελέγχου του hardware, το οποίο περιέχει τις μεθόδους με τις οποίες θα μπορεί να γίνει ο έλεγχος σταδιακά. Για την αποφυγή λαθών τα οποία θα έχουν ως συνέπεια την αύξηση του χρόνου ολοκλήρωσης του έργου, αλλά και την αύξηση του κόστους, θα πρέπει τα σημεία τα οποία κρίνονται ότι είναι “ευαίσθητα” να τεκμηριώνονται και να περιγράφονται σωστά. Η τήρηση τόσο του χρονοδιαγράμματος και όλων των άλλων παραμέτρων θα έχουν ως συνέπεια την απολαβή του επιθυμητού αποτελέσματος.

Το γενικό σχέδιο του Hardware γίνεται για τον έλεγχο των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων του συστήματος, του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού και τέλος τον έλεγχο όσον αφορά το μηχανολογικό μέρος του θερμοκηπίου. Είναι σωστό να αναφερθεί ότι κατά την υλοποίηση ενός συστήματος το hardware παίζει πρωτεύοντα ρόλο στη σωστή και ομαλή λειτουργία του συστήματος. Έτσι συμπεραίνεται ότι στο γενικό σχέδιο Hardware του συστήματος θα πρέπει να αναλυθούν σχολαστικά όλα αυτά τα προβλήματα που μπορεί να εμφανιστούν κατά την υλοποίηση και αφορούν το ηλεκτρονικό, ηλεκτρολογικό και μηχανολογικό μέρος του συστήματος.

Τα προβλήματα που μπορεί να εμφανιστούν λόγω λαθών στα τρία παραπάνω μέρη του συστήματος είναι :

- Αξιοπιστία (Reliability), λειτουργικότητα (functionalism) και αποδοτικότητα (efficiency) των τριών μερών του Hardware.
- Έλεγχος των τριών μερών του Hardware (μηχανολογικό, ηλεκτρολογικό, ηλεκτρονικό) πριν την σύνδεση τους (π.χ. ολοκληρωμένων, LEDs, LCD κ.ο.κ.), έτσι ώστε να διαπιστωθεί αν το κάθε μέρος ξεχωριστά ανταποκρίνεται στις προδιαγραφές.
- Η επιρροή των μερών του hardware σε εξωτερικούς παράγοντες, όπως υγρασία, εκκωφαντικός θόρυβος, φθορά από αλάτι στην ατμόσφαιρα που επικρατεί σε παραθαλάσσιες περιοχές κ.ά..
- Συνένωση του ηλεκτρονικού κυκλώματος με τα ηλεκτρολογικά στοιχεία.
- Συνένωση των μηχανολογικών εξαρτημάτων.
- Αντοχή του εξοπλισμού, σε συνθήκες πίεσης (Stress Test).
- Επιλογή κατάλληλου υλικού.

#### 4.4.1 Έλεγχος ηλεκτρολογικών μερών

Το πιο βασικό για την ασφάλεια του συστήματος είναι η σωστή κατανομή του ρεύματος στο ηλεκτρονικό κύκλωμα. Οπότε ο έλεγχος στα ηλεκτρολογικά μέρη θα πρέπει να είναι λεπτομερής και σχολαστικός. Έτσι για αρχή θα ελεγχθούν όλα τα μέρη που απαρτίζουν το ηλεκτρολογικό μέρος (τροφοδοτικά, μετασχηματιστές).

#### 4.4.2 Έλεγχος ηλεκτρονικών μερών

Ένα ακόμα βασικότατο μέρος για την σωστή λειτουργία του συστήματος είναι τα ηλεκτρονικά στοιχεία. Έτσι και εκεί ο έλεγχος θα πρέπει να είναι λεπτομερής στα ηλεκτρονικά στοιχεία (διόδους, τρανζίστορ, αισθητήριο, διακόπτες, LED, LCD). Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στην εξάλειψη των θορύβων στο κύκλωμα με την χρήση πυκνωτών και η ενίσχυση των σημάτων.

#### 4.4.3 Έλεγχος μηχανολογικών μερών

Εκεί θα ελεγχθούν όλα τα μηχανολογικά μέρη του συστήματος. Οι συνδέσεις να είναι σταθερές σε καταπονήσεις και τα υλικά κατάλληλα για την συγκεκριμένη εργασία.



**Εικόνα 4. 1:** Απεικόνιση του έργου

# Κεφάλαιο 5

## Λειτουργία web interface



### 5.1 Ανάλυση λειτουργίας

Το έργο αποτελείται σε πολύ μεγάλο ποσοστό από μια σειρά εφαρμογών, (άλλων του εμπορίου και άλλων κατασκευασμένων από εμάς), με τις οποίες μπορούμε να έχουμε επικοινωνία μεταξύ των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων και του υπολογιστή με σκοπό να στέλνουμε εντολές προς εκτέλεση στον μικροεπεξεργαστή και να διαβάζουμε live δεδομένα από αυτόν ανάλογα την κατάσταση των αισθητηρίων μας.

### 5.1.1 Web Server

Για τον Server που θα εξυπηρετεί το web-interface (ιστοσελίδα) του έργου επιλέξαμε την εφαρμογή "PortableWeb Ap" η οποία επιλέχθηκε από άλλα προγράμματα της ίδιας κατηγορίας για την απλότητα, την υποστήριξη Java script και PHP, την αξιοπιστία, χρησιμοποιώντας έκδοση portable ώστε να απαιτούνται λιγότεροι πόροι συστήματος.

Ο Server μας εκπέμπει στην πόρτα 80 (διαδεδομένη πόρτα για τα πρωτόκολλα HTTP) και ξεκινά αυτόματα κατά την έναρξη του υπολογιστή αφού έχει προστεθεί συντόμευση στον φάκελο Startup των Windows.

Τα links στα οποία μπορούμε να συνδεθούμε στο Site είναι :

Από τον ίδιο τον υπολογιστή ( Server )

`http://127.0.0.1/index.php`

Από υπολογιστή στο ίδιο δίκτυο με τον server

`http://192.168.1.50/index.php`

( σε περίπτωση DNS server 192.168.1.1 και IP του WEB-Server 192.168.1.50)

Για οποιαδήποτε άλλη περίπτωση θα πρέπει να ρυθμιστεί σωστά η κάρτα δικτύου, να ενημερωθούν τα links και να ρυθμιστεί σωστά επιλογή port forward του router.

Από οποιαδήποτε έξω από το τοπικό δίκτυο θα πρέπει να έχουμε στατική IP.

Σε περίπτωση δυναμικής IP θα πρέπει να ενεργοποιήσουμε ένα DNS Domain από κάποιο πάροχο υπηρεσιών DNS π.χ. (dyndns.org, zapto.org κ.ά.)

Η διαδρομή δίσκου των αρχείων της σελίδας είναι :

`C:\PortableWebAp3.4.1\Program\www\localhost`

Εκεί αποθηκεύουμε όλα τα αρχεία που είναι απαραίτητα για την λειτουργία της ιστοσελίδας μας (σελίδες , εφαρμογές , βοηθητικά αρχεία κ.ά.). Ο σχεδιασμός του site έγινε στην σουίτα της Macromedia MX2000, για επεξεργασία ιστοσελίδων το Dreamweaver8 και γραφικών το FireWorks8.

## 5.1.2 Βασικά συστατικά του interface

Η σελίδα διαχείρισης του θερμοκηπίου (εικόνα 5.1) ουσιαστικά χωρίζεται σε τέσσερα κομμάτια, στο πάνω μέρος της έχει τη φωτογραφία ενός σύγχρονου θερμοκηπίου. Κάτω και αριστερά έχει τα κουμπιά όπου γίνεται χειροκίνητη ανανέωση της σελίδας “**READ CURRENT STATUS**” και ο έλεγχος της αντλίας ποτίσματος με τα κουμπιά “**START**” και “**STOP**” αντλίας, “**5 Minutes - AUTO WATERING**” πρόγραμμα αυτόματου ποτίσματος 5 λεπτών, “**10 Minutes - AUTO WATERING**” πρόγραμμα αυτόματου ποτίσματος 10 λεπτών και “**15 Minutes - AUTO WATERING**” πρόγραμμα αυτόματου ποτίσματος 15 λεπτών. Πρέπει να σημειώσουμε ότι στον κώδικά, τα τρία προγράμματα ποτίσματος δεν έχουν τους χρόνους που αναγράφουν τα κουμπιά αλλά πολύ μικρότερους χάριν επίδειξης.

Στο κάτω μέρος της σελίδας και στο κέντρο εμφανίζεται το live status για τους αισθητήρες θερμοκρασίας και πλημμύρας, την κατάσταση της αντλίας ποτίσματος, και την κατάσταση της πόρτας εισόδου στο θερμοκήπιο. Οι καταστάσεις που μπορούν να πάρουν οι ενδείξεις στην σελίδα φαίνονται παρακάτω.

<b>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ</b>	TEMPERATURE - NORMAL	TEMPERATURE - ALARM
<b>ΥΓΡΑΝΙΧΝΕΥΣΗ</b>	NO LEAK	LEAK ALARM
<b>ΑΝΤΛΙΑ</b>	PUMP - INACTIVE	PUMP - ACTIVE
<b>ΠΟΡΤΑ ΕΙΣΟΔΟΥ</b>	DOOR - CLOSED	DOOR OPENED

Τέλος στην κάτω δεξιά θέση της σελίδας εμφανίζεται live εικόνα από την κάμερα που βρίσκεται μέσα στο θερμοκήπιο και για την οποία αναφερόμαστε αναλυτικά στην επόμενη παράγραφο 5.1.3.



Εικόνα 5. 1: Απεικόνιση ιστοσελίδας θερμοκηπίου

### 5.1.3 Live Video Streaming

Το λογισμικό που επιλέξαμε για την μετάδοση της εικόνας από την κάμερα του θερμοκηπίου στο web-interface είναι το windows media encoder. Λογισμικό δοκιμασμένο που χρησιμοποιείται από τους περισσότερους τηλεοπτικούς και ραδιοφωνικούς σταθμούς για την διαδικτυακή μετάδοση των παραγωγών τους σε χρήστες του internet.

Τα δεδομένα ροής (live streaming data) τα εκπέμπει στην πόρτα :8080 και τα links στα οποία μπορούμε να συνδεθούμε ώστε να δούμε την εικόνα είναι :

Από τον ίδιο τον υπολογιστή ( Server )

`http://127.0.0.1/index.php`

`mms://127.0.0.1:8080`

Από υπολογιστή στο ίδιο δίκτυο με τον server

`http://192.168.1.50/index.php`

`mms://192.168.1.50:8080`

( σε περίπτωση DNS server 192.168.1.1 και IP του WEB-Server 192.168.1.50)

Για οποιαδήποτε άλλη περίπτωση θα πρέπει να ρυθμιστεί σωστά η κάρτα δικτύου, να ενημερωθούν τα links και γίνει port forward στον router.

Από οπουδήποτε έξω από το τοπικό δίκτυο θα πρέπει να έχουμε στατική IP.

Σε περίπτωση δυναμικής IP θα πρέπει να ενεργοποιήσουμε ένα DNS Domain από κάποιο πάροχο υπηρεσιών DNS π.χ. (dyndns.org, zapto.org κ.ά.)

Η διαδρομή δίσκου των αρχείων του εγκατεστημένου προγράμματος είναι :

`C:\Program Files\Program\Windows Media Components\encoder`

Για την άμεση εκκίνηση του streaming με την εκκίνηση του υπολογιστή έχει προστεθεί συντόμευση στην λίστα εφαρμογών με αυτόματη εκκίνηση των windows όπως και του web server αλλά με μια διαφορά.

Η εφαρμογή windows media encoder είναι μια πλατφόρμα η οποία λειτουργεί με τις ρυθμίσεις που έχουν προρυθμιστεί και αποθηκευτεί σε αρχείο. Αν εκκινηθεί από μόνη της, δεν θα φορτωθεί το αρχείο ρυθμίσεων και δεν θα πατηθεί το κουμπί start encoding έτσι δεν ξεκινάει η εκπομπή.

Το αρχείο που αυτοματοποιεί αυτή την εργασία είναι το livestreaming.wme

Η διαδρομή δίσκου του αρχείου είναι : C:\livestreaming.wme

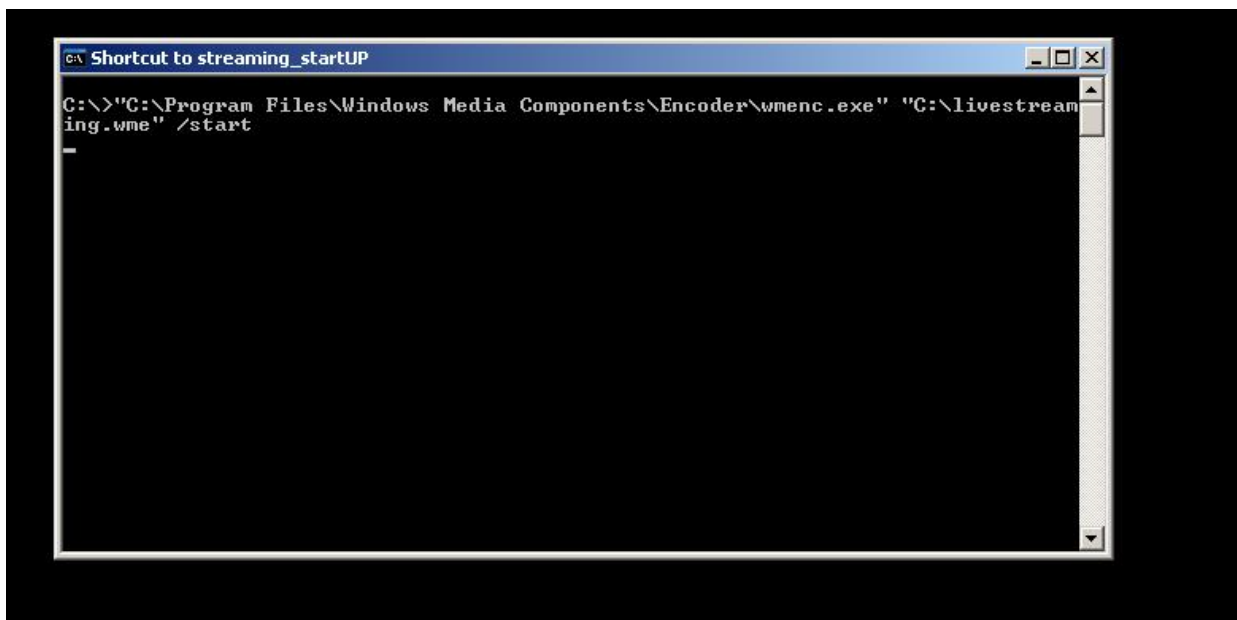
Η διαφορά λοιπόν είναι ότι η συντόμευση αυτή που θα μπει στον φάκελο startup των windows, θα κάνει όλα τα παραπάνω αυτόματα. Έτσι λοιπόν δημιουργήσαμε μια μικροεφαρμογή (streaming\_startUP.bat), με διαδρομή δίσκου στον server:

```
C:\ streaming_startUP.bat.
```

Αυτή η εφαρμογή περιέχει εντολές με τις οποίες μπορούμε να ελέγξουμε τον windows media encoder μέσω γραμμής εντολών (εικόνα 5.2).

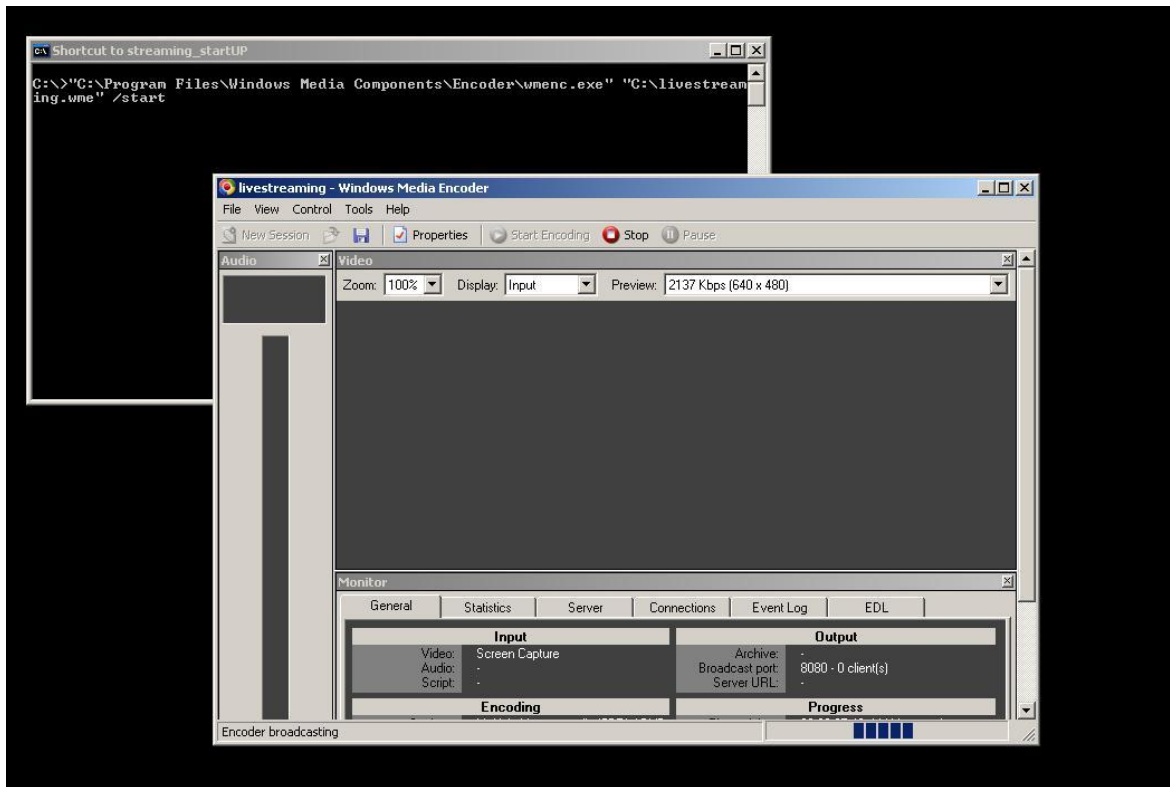
Οι εντολές είναι :

```
" C:\Program Files\Windows Media Components\Encoder\wmenc.exe "  
" C:\livestreaming.wme "  
/start
```



**Εικόνα 5. 2:** Εντολές ελέγχου του windows media encoder

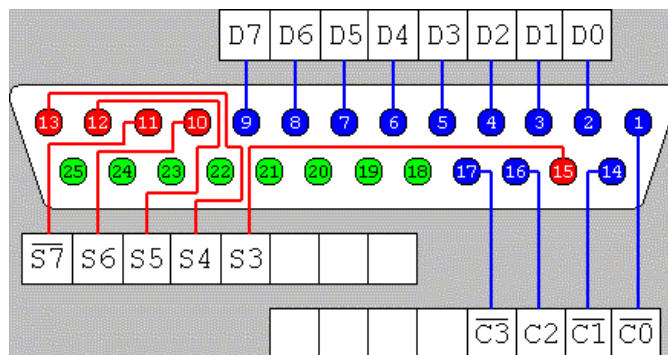
Το αρχείο streaming\_startUP.bat μπαίνει στην αυτόματη εκκίνηση και με τις εντολές που περιέχει ανοίγει τον encoder, φορτώνει το livestreaming.wme και ξεκινάει την μετάδοση με την εντολή start αυτόματα (εικόνα 5.3).



Εικόνα 5. 3: Αυτόματη εκκίνηση καταγραφής του windows media encoder

### 5.1.4 Pin-Out Παράλληλης Θύρας & εφαρμογές ελέγχου.

Η παράλληλη θύρα του υπολογιστή (εικόνα 5.4) μας δίνει την δυνατότητα να διαχειριστούμε ψηφιακά δεδομένα εισόδου και εξόδου όπως φαίνεται και στο σχέδιο .



Εικόνα 5. 4: Σχέδιο pins της παράλληλης θύρας

Στα pins εισόδου 10 , 12 , 13 και 15 συνδέονται οι έξοδοι του μικροεπεξεργαστή από τις οποίες ο server θα διαβάζει τα δεδομένα που στέλνει ο AVR (την κατάσταση των αισθητηρίων δηλαδή).

Διαβάζοντας τον πίνακα αληθείας που ακολουθεί , οι εφαρμογές που γράψαμε σε γλώσσα C μπορούν να βγάλουν άμεσο συμπέρασμα για την κατάσταση των αισθητηρίων όποια στιγμή εμείς το ζητήσουμε μπαίνοντας στο web interface του θερμοκηπίου.

A/S3	B/S4	C/S5	D/S6	OUT DEC	PC READ INT	PC READ HEX
0	0	0	0	0	7	7
0	0	0	1	1	71	47
0	0	1	0	2	39	27
0	0	1	1	3	103	67
0	1	0	0	4	23	17
0	1	0	1	5	87	57
0	1	1	0	6	55	37
0	1	1	1	7	119	77
1	0	0	0	8	15	F
1	0	0	1	9	79	4F
1	0	1	0	10	47	2F
1	0	1	1	11	111	6F
1	1	0	0	12	31	1F
1	1	0	1	13	95	5F
1	1	1	0	14	63	3F
1	1	1	1	15	127	7F

### Είσοδοι - Αισθητήρια

A = Θερμοκρασία ( NORMAL / ALARM )

B = Υγρασία ( NO LEAK / LEAK ALARM )

C = Κατάσταση Αντλίας ( ACTIVE / INACTIVE )

D = Θύρα ( OPENED / CLOSED )

Οι τιμές PC READ INT & HEX , είναι οι τιμές που διαβάζει ο διάυλος της μητρικής κάρτας του συγκεκριμένου υπολογιστή. Αυτές οι τιμές είναι διαφορετικές από υπολογιστή σε υπολογιστή, δίνοντας την δυνατότητα έτσι οι εφαρμογές που διαβάζουν την παράλληλη θύρα να επιστρέφουν σωστά αποτελέσματα μόνο στον υπολογιστή για τον οποίο γράφηκαν.

Τα δεδομένα που διαβάζουμε εδώ, τα διαβάζουμε από την είσοδο C του μικροεπεξεργαστή σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα:

Έξοδοι προς Web Interface από AVR

Κατάσταση θερμοκρασίας	PC0
Κατάσταση υγρανίχνευσης	PC1
Κατάσταση Αντλίας	PC2
Κατάσταση Θύρας	PC3

## 5.2 Κώδικας των εφαρμογών μας

Ο κώδικας των εφαρμογών μας που διαβάζουν τις εισόδους από τον μικροελεγκτή και σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα αληθείας επιστρέφουν τα αποτελέσματα στο site είναι :

```
#include <stdio.h>
#include <conio.h>
#include <windows.h>

typedef short (_stdcall *inpfuncPtr)(short portaddr);
typedef void (_stdcall *oupfuncPtr)(short portaddr, short
datum);

int main(void)
{
    HINSTANCE hLib;
    inpfuncPtr inp32;
    oupfuncPtr oup32;
    short x;
    int i;

    hLib = LoadLibrary("inout32.dll");
    if (hLib == NULL) {
        printf("LoadLibrary Failed.\n");
        return -1;
    }

    inp32 = (inpfuncPtr) GetProcAddress(hLib, "Inp32");
    if (inp32 == NULL) {
        printf("GetProcAddress for Inp32 Failed.\n");
        return -1;
    }

    oup32 = (oupfuncPtr) GetProcAddress(hLib, "Out32");
    if (oup32 == NULL) {
```

```

        printf("GetProcAddress for Oup32 Failed.\n");
        return -1;
    }

```

Στις επόμενες υποενότητες έχουμε τον κώδικα που στέλνει και δέχεται σήματα από τον μικροελεγκτή ATMEGA8535.

### 5.2.1 Κώδικας Θερμοκρασίας (pin.exe)

```

i=0x379;//eisodos
x = (inp32)(i);
    if((("%04X)=          %04X\n",i,x==7) || ("%04X)=
%04X\n",i,x==71) || ("%04X)=          %04X\n",i,x==39)      || ("%04X)=
%04X\n",i,x==103)
        || ("%04X)=          %04X\n",i,x==23) ||          ("%04X)=
%04X\n",i,x==87)      ||      ("%04X)=          %04X\n",i,x==55)      || ("%04X)=
%04X\n",i,x==119))
        {printf("TEMPRATURE - ALARM\n");}
    else{printf("TEMPRATURE - NORMAL\n");};

```

### 5.2.2 Υγρανίχνευση (pin2.exe)

```

i=0x379;//eisodos
x = (inp32)(i);
    if((("%04X)=          %04X\n",i,x==7)          ||          ("%04X)=
%04X\n",i,x==71)      ||      ("%04X)=          %04X\n",i,x==39)      ||      ("%04X)=
%04X\n",i,x==103)
        ||          ("%04X)=          %04X\n",i,x==15)          ||          ("%04X)=
%04X\n",i,x==47)      ||      ("%04X)=          %04X\n",i,x==79)      ||      ("%04X)=
%04X\n",i,x==111) )
        {printf("NO LEAK\n");}
    else{printf("LEAK ALARM\n");};

```

### 5.2.3 Κατάσταση Αντλίας (pin3.exe)

```
i=0x379;//eisodos
x = (inp32)(i);
    if(("(%04X)=          %04X\n",i,x==7)          ||          ("(%04X)=
%04X\n",i,x==71)          ||          ("(%04X)=          %04X\n",i,x==23) ||          ("(%04X)=
%04X\n",i,x==87) ||
    ("(%04X)=          %04X\n",i,x==15)          ||          ("(%04X)=
%04X\n",i,x==79)          ||          ("(%04X)=          %04X\n",i,x==31) ||          ("(%04X)=
%04X\n",i,x==95))
    {printf("PUMP - ACTIVE\n");}
else{printf("PUMP - INACTIVE\n");};
```

### 5.2.4 Κατάσταση πόρτας (pin4.exe)

```
i=0x379;//eisodos
x = (inp32)(i);
    if(("(%04X)=          %04X\n",i,x==7) ||          ("(%04X)=
%04X\n",i,x==39) ||          ("(%04X)=          %04X\n",i,x==23) ||          ("(%04X)=
%04X\n",i,x==55) ||
    ("(%04X)=          %04X\n",i,x==15) ||          ("(%04X)=
%04X\n",i,x==47) ||          ("(%04X)=          %04X\n",i,x==31) ||          ("(%04X)=
%04X\n",i,x==63))
    {printf("DOOR          - CLOSED\n");}
else{printf("DOOR          - OPENED\n");};
```

### 5.2.5 Αποστολή δεδομένων από τον server στον Atmega 8535

Τις επιστρεφόμενες τιμές, για να τις διαβάσουμε μέσα στην ιστοσελίδα μας θα πρέπει στον κώδικα της σελίδας να γράψουμε :

```
echo "<pret>";
system("pin", $return_val);
echo "</pret>";
?>
```

Όπου pin βάζουμε το όνομα της κάθε εφαρμογής που θέλουμε την επιστρεφόμενη τιμή της, π.χ. για να δούμε στο site την κατάσταση της πόρτας του θερμοκηπίου θα πρέπει να γράψουμε :

```
echo "<pret>";
system("pin4", $return_val);
echo "</pret>";
?
```

## 5.2.6 Εντολή ποτίσματος από τον server στον Atmega 8535

Τα pins 2-9 αφορούν την έξοδο της παράλληλης και από αυτά εμείς χρησιμοποιούμε το 8 (D6), το οποίο αποτελεί είσοδο στον μικροεπεξεργαστή μας που μέσω αυτού δίνουμε την εντολή από το web interface (Watering).

Ελέγχεται από την εφαρμογή portcontrol.exe χρησιμοποιώντας το input32.dll το οποίο έχουμε αποθηκεύσει στον φάκελο system32 των windows.

```
C:\windows\system32\input32.dll
```

Με java-script μέσα στον κώδικα PHP της ιστοσελίδας μπορούμε να δώσουμε εντολή μέσω του input32.dll στην έξοδο της παράλληλης θύρας του υπολογιστή.

Οι εντολές με τις οποίες μπορούμε να το πετύχουμε αυτό είναι :

```
<input type="button" name="check2" value="5 Minutes - AUTO"
        onclick="do_portcontrol(6,1);
setTimeout('do_portcontrol(6,0);', 1000);
Demo();setTimeout('reloadPage();', 2000); return false;" />

        <input type="button" name="check" value="10
Minutes - AUTO"
        onclick="do_portcontrol(6,1);
setTimeout('do_portcontrol(6,0);', 3000);
Demo();setTimeout('reloadPage();', 3500); return false;" />
```

```



```

### 5.3 Χώρος αποθήκευσης αρχείο web

Συνοψίζοντας, για να λειτουργήσει σωστά το web interface θα πρέπει να έχουμε όλα τα αρχεία στον φάκελο του web server .

Τα αρχεία αυτά είναι :

Τα αρχεία των σελίδων PHP

Τα αρχεία pin.exe, pin2.exe, pin3.exe, pin4.exe

Το αρχείο portcontrol.exe που αφορά την εντολή εκκίνησης της αντλίας

# Κεφάλαιο 6

## Αποτελέσματα - Προτάσεις



### 6.1 Συμπεράσματα

Από την παρούσα διατριβή εξήχθησαν χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με την υφιστάμενη κατάσταση που επικρατεί στον έλεγχο και την ασφάλεια των θερμοκηπίων, καθώς και στην εφαρμογή της τεχνολογίας σ' αυτά. Η διατριβή αντιμετώπισε την κατασκευή πολύπλοκων ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, στη δημιουργία μιας μικρογραφίας θερμοκηπίου, καθώς και την λειτουργία και τον προγραμματισμό δύο μικροελεγκτών, του ATMEGA8535 και του ATMEGA32, μέσω του AVR Studio. Είδαμε τις λογικές μονάδες ενός Η/Υ πως συνδέονται μεταξύ τους, έγινε

εγκατάσταση του λειτουργικού συστήματος των Windows XP και δημιουργήθηκε ιστοσελίδα που ελέγχει και επενεργεί πάνω στο θερμοκήπιο.

Αναλυτικά η εργασία χωρίστηκε σε τέσσερα βασικά μέρη. Το πρώτο ήταν η κατασκευή της μακέτας με την σύνδεση των ελεγκτών και των αισθητήρων πάνω σ' αυτή. Το δεύτερο μέρος ήταν ο προγραμματισμός των μικροελεγκτών ATmega8535 και ATMEGA32 [11] μέσω του AVR Studio, το τρίτο μέρος ήταν η κατασκευή της ιστοσελίδας από όπου θα γίνεται η απομακρυσμένη διαχείριση του θερμοκηπίου και τέλος το τέταρτο μέρος πού έγινε ο έλεγχος και η δοκιμή των διαφόρων συστατικών του έργου.

Ο στόχος αυτής της διατριβής είναι ο χρήστης να ενημερώνεται για την κατάσταση του θερμοκηπίου χωρίς να βρίσκεται εκεί και να ενεργεί σ' αυτό. Οι αισθητήρες και τα διάφορα σήματα θα συνδέονται σε έναν μικροελεγκτή και αυτός με τη σειρά του στην παράλληλη θύρα υπολογιστή όπου θα είναι διαθέσιμη η διαχείριση μέσω τοπικού δικτύου ή από το internet. Στο θερμοκήπιο υπάρχει ελεγχόμενη τοπικά ή από το web αντλία ποτίσματος ώστε να πραγματοποιείται το πότισμα της καλλιέργειας αυτόματα ή μη. Επίσης, υπάρχει ενημέρωση θερμοκρασίας χώρου και επιλογής κατώτατης και ανώτατης τιμής της, καθώς και χρήση κλιματιστικού για διατήρηση της στα επιτρεπτά όρια. Τέλος, υπάρχει ανιχνευτής φωτιάς, οπτική επαφή του χώρου μέσω κάμερας, έλεγχος για την είσοδο ατόμων ή ζώων, έλεγχος για πλημμύρα και έλεγχος της πόρτας του θερμοκηπίου.

Πρέπει να σημειωθεί ότι το σήμα που προέρχεται από τους αισθητήρες προς τους μικροεπεξεργαστές είναι συνήθως ασθενές, έτσι θα πρέπει να γίνει χρήση τελεστικών ενισχυτών καθώς και πυκνωτών για την απορρόφηση των θορύβων.

## 6.2 Συμβολή της εργασίας

Στην παρούσα διατριβή ασχοληθήκαμε εκτός από τις συνηθισμένες εργασίες μέσα σε ένα θερμοκήπιο (πότισμα, ρύθμιση θερμοκρασίας κ.ά.) και με την ασφάλεια της εγκατάστασης του θερμοκηπίου, ένας τομέας που δεν έχει αναπτυχθεί αρκετά ως σήμερα. Η σπουδαιότητα όμως είναι πολύ μεγάλη, λόγω της φθηνής τεχνολογίας που υπάρχει και της κάλυψης με internet σε μεγάλο γεωγραφικό πλάτος, μέσω της κινητής τηλεφωνίας και των δορυφόρων. Με την εργασία ευελπιστούμε να δώσουμε στον παραγωγό τη δυνατότητα να ελέγχει όλο το εικοσιτετράωρο το χώρο από πιθανούς εισβολείς, ακραία καιρικά φαινόμενα, αλλά και βλάβες στον εξοπλισμό (φωτιά, πλημμύρα κ.ά.), προφυλάσσοντας με αυτόν τον τρόπο την περιουσία του.

## 6.3 Σπουδαιότητα χρήσης τεχνολογίας στο θερμοκήπιο

Σημαντικό ρόλο στη σωστή ανάπτυξη των καλλιεργειών του θερμοκηπίου παίζει το περιβάλλον, δηλαδή οι κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν σε αυτό. Για τον έλεγχό τους και τον καθορισμό του σωστού κλίματος χρησιμοποιούνται διάφορα συστήματα ελέγχου (φωτισμού, θέρμανσης, εξαερισμού, ψύξης κ.ά.). Τα παραπάνω συστήματα λειτουργούν με διάφορους τρόπους και χρησιμοποιούν διάφορες τεχνικές ανάλογα με τις ανάγκες των παραγωγών, με το κόστος, το είδος των καλλιεργειών κλπ.

Ο έλεγχος του θερμοκηπίου από μια μονάδα ελέγχου είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας και εξαρτάται όχι μόνο από το είδος του θερμοκηπίου και την κατασκευή του αλλά και από τα συστήματα που διαθέτει. Η σωστή ανάπτυξη και η μέγιστη απόδοση των καλλιεργειών ενός θερμοκηπίου είναι άμεσα συνδεδεμένη με τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Έτσι, για να είναι δυνατός ο έλεγχος των συνθηκών του θερμοκηπίου πρέπει να υπάρχει δυνατότητα η μονάδα ελέγχου να γνωρίζει τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν τόσο μέσα στο θερμοκήπιο όσο και έξω από αυτό. Αυτό πετυχαίνεται με την βοήθεια των αισθητήρων. Στο εσωτερικό του θερμοκηπίου μπορούν αν συνδεθούν αισθητήρες θερμοκρασίας, φωτισμού, υγρασίας, μέτρησης CO<sub>2</sub>, μετρητές υγρασίας εδάφους και στο εξωτερικό του αισθητήρες θερμοκρασίας, φωτισμού, δείκτη βροχής και ανέμου.

Εκτός από την χρήση της τεχνολογίας στον έλεγχο των κλιματολογικών συνθηκών στο θερμοκήπιο, σημαντικό ρόλο παίζει και η εξασφάλιση της ακεραιότητας του εξοπλισμού και της εγκατάστασης. Για το λόγο αυτό μπορεί να γίνει εγκατάσταση κλειστού κυκλώματος παρακολούθησης μέσω καμερών και καταγραφή της εικόνας, καθώς επίσης τοποθέτηση αισθητήρων (κίνησης, φωτιάς και υγρανίχνευσης), με άμεση ενημέρωση του υπεύθυνου οπουδήποτε κι αν βρίσκεται.

Για να μεγιστοποιήσουμε την παραγωγικότητα και να ελαχιστοποιήσουμε την επίδραση που αυτή ασκεί στο περιβάλλον, ο ζωτικός κρίκος είναι η τεχνολογία. Εφαρμόζοντας ορθολογικά την τεχνολογία με την οποία και οι δύο αυτοί στόχοι μπορούν να εξυπηρετηθούν και εφαρμόζοντας την επιστήμη για να ικανοποιήσουμε τους στόχους του ανθρώπου και του περιβάλλοντος του.

## 6.4 Μελλοντικές κατευθύνσεις

Με την πάροδο του χρόνου η τεχνολογία εξελίσσεται κι αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο τρόπος κατασκευής και λειτουργίας να αλλάζει προς το καλύτερο. Επίσης το κόστος είναι ένας σημαντικός παράγοντας στην κατασκευή ενός “έξυπνου” θερμοκηπίου, αφού η ποιότητα και το πλήθος των δυνατοτήτων εξαρτάται άμεσα από τα διαθέσιμα χρήματα.

Η εργασία μας θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί με την χρήση ασύρματων αισθητήρων όπου θα παρείχαν το πλεονέκτημα της φορητότητας και της επεκτασιμότητας [20]. Τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (Wireless Sensor Networks, WSN) αποτελούν μια συνεχώς αναπτυσσόμενη και εξελισσόμενη δικτυακή τεχνολογία που φέρει κάποια ειδικά χαρακτηριστικά [21]. Πρόκειται για δίκτυα που αποτελούνται από πολυάριθμους, μικρών διαστάσεων κόμβους, με περιορισμένους πόρους τόσο υπολογιστικούς όσο και ενεργειακούς και λειτουργούν συνήθως χωρίς επιτήρηση [01]. Θα πρέπει βέβαια να αναφερθεί ότι η λύση του δικτύου ασύρματων αισθητήρων είναι εξαιρετικά πιο ακριβή από την λύση που προτείνουμε στην εργασία μας.

Επίσης εκτός από αποστολή εικόνας μέσω κάμερας στον server θα μπορούσαμε να προσθέσουμε και την δυνατότητα καταγραφής της και σε συνδυασμό με τον ανιχνευτή κίνησης, αποστολή ειδοποίησης ή ακόμα και στιγμιότυπων με e-mail ή MMS στον υπεύθυνο.

Μια ακόμα προσθήκη στην εργασία θα ήταν περισσότερες εισοδοί – έξοδοι στο web, μιας και ο server συνδέεται με τους μικροελεγκτές χρησιμοποιώντας τέσσερις εισόδους (θερμοκρασία, πλημμύρα, κατάσταση αντλίας και κατάσταση θύρας) και δύο εξόδους (πότισμα και χρονοπρογραμματισμός ποτίσματος), θα μπορούσε να επεκταθεί η επικοινωνία server και μικροελεγκτή αν καταργούσαμε την παράλληλη θύρα που περιορίζει τον αριθμό των διεπαφών, χρησιμοποιώντας π.χ. ασύρματη σύνδεση καθώς κι αν χρησιμοποιούσαμε μικροελεγκτή με περισσότερες πόρτες.

Το πότισμα θα μπορούσε να πραγματοποιείται ανάλογα με την υγρασία του χώρου, να υπάρχει αυτόματη λίπανση ανάλογα με το είδος του φυτού και πολλές άλλες δυνατότητες που μας παρέχει η τεχνολογία. Άλλη μια προσθήκη που θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί στην εργασία είναι η άμεση ενημέρωση των καιρικών συνθηκών που επικρατούν στον χώρο το θερμοκηπίου με την εγκατάσταση ενός μετεωρολογικού σταθμού.

## Βιβλιογραφία

- [01] Angelo Cenedese, Luca Schenato and Stefano Vitturi, "Wireless Sensor/Actor Networks for Real-Time Climate Control and Monitoring of Greenhouses", University of Padova Italy.
- [02] NGMA "Greenhouse Environment Control System Considerations"
- [03] Θερμοκήπιο από τη Βικιπαίδεια, (2013).  
[Online] Available: <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%98%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%BA%CE%AE%CF%80%CE%B9%CE%BF>
- [04] Top Green houses LTD (2013).  
[Online] Available: <http://www.top.pro/el/>
- [05] Νέες τεχνολογίες στην γεωργία- Τεχνολογία ακριβείας [Online] Available: <http://www.neagenia.gr/>
- [06] Manual multiplexer cd74hc4067, <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd74hc4067.pdf>
- [07] Manual ATMEGA32, <http://www.atmel.com/Images/doc2503.pdf>
- [08] Manual STK500, <http://www.atmel.com/images/doc1925.pdf> stk 500
- [09] Τοπάλης Ευάγγελος "Μικροϋπολογιστές II Μικροεπεξεργαστής AVR και εργαστηριακές ασκήσεις", [http://www.microlab.teipat.gr/docs/micro2/fylladio-microII\\_13-14.pdf](http://www.microlab.teipat.gr/docs/micro2/fylladio-microII_13-14.pdf), 2013 - 2014
- [10] <http://www.avrfreaks.net/>
- [11] Barnett, Cox & O' Cull – Embedded C programming and the ATMEL AVR
- [12] Zhang, N., M. Wang, et al. (2002). "Precision agriculture—a worldwide overview."
- [13] Yannis Tzitzikas, "Ανάλυση και Σχεδίαση Πληροφοριακών Συστημάτων", Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών.

- [14] [http://papazoglou.edu.gr/hardware\\_projects/arduino/arduino\\_lcd.html](http://papazoglou.edu.gr/hardware_projects/arduino/arduino_lcd.html)
- [15] Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών, Φθινόπωρο 2006, [http://www.csd.uoc.gr/~hy351/2007/downloads/assisting\\_lectures/presentations/IS\\_351\\_Requirements\\_DFD\\_ProcessDescr\\_2007\\_08.pdf](http://www.csd.uoc.gr/~hy351/2007/downloads/assisting_lectures/presentations/IS_351_Requirements_DFD_ProcessDescr_2007_08.pdf)
- [16] P. Loucopoulos – Gr. Chondrocoukis “Μέθοδοι Ανάπτυξης Συστημάτων”, online: [http://www.tex.unipi.gr/undergraduate/notes/expert\\_syst/INFO\\_SYS01.pdf](http://www.tex.unipi.gr/undergraduate/notes/expert_syst/INFO_SYS01.pdf)
- [17] Ιωάννη Ηλ. Λυκοσκούφη Ανάπτυξη συστήματος μείωσης της σχετικής υγρασίας στο θερμοκήπιο με την χρήση αντλίας θερμότητας και υγρασκοπικών υλικών, (2011). Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών [Online]. Available: [http://dSPACE.aua.gr/xmlui/bitstream/handle/10329/3328/Lukoskoufis\\_I.pdf?sequence=1](http://dSPACE.aua.gr/xmlui/bitstream/handle/10329/3328/Lukoskoufis_I.pdf?sequence=1)
- [18] LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors, (2013). [Online]. Available: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>
- [19] Πώς λειτουργούν οι αισθητήρες παθητικών υπέρυθρων PIR, (2013). [Online]. Available: <http://www.id-shop.gr/article.php?id=3549>
- [20] N. Bulusu, D. Estrin, L. Girod, J. Heidemann, “Scalable coordination for wireless sensor networks: self-configuring localization systems”, International Symposium on Communication Theory and Applications (ISCTA 2001), Ambleside, UK, July 2001.
- [21] J.-H. Chang and L. Tassiulas, "Maximum Lifetime Routing in Wireless Sensor Networks," in the Proceedings of the Advanced Telecommunications and Information Distribution Research Program (ATIRP'2000), College Park, MD, March 2000
- [22] Γεώργιος Γεωργίου, Δήμητρα Δημητρίου, “Υλοποίηση θερμοκηπίου με χρήση του μικροεπεξεργαστή Z80”, Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Πληροφορικής Πολυτεχνική Σχολή Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα 2007
- [23] “Αλληλεπίδραση Ανθρώπου Υπολογιστή”, “Οργάνωση Γνώσης και Νοητικά Μοντέλα”, ΕΠΛ 435, Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

- [24] Goumopoulos, C., Brendan O'Flynn, Kameas, A., (2014) Automated Zone-Specific Irrigation with Wireless Sensor/Actuator Network and Adaptable Decision Support, Computers and Electronics in Agriculture, DOI: 10.1016/j.compag.2014.03.012
- [25] Θερμοκήπιο, (2012-2013). [Online]. Available:  
[http://www.irantousis.gr/01\\_TEXNOLOGIA\\_A!\\_TAKSIS/04\\_grapti\\_ergasia\\_a/26\\_thermokipio.pdf](http://www.irantousis.gr/01_TEXNOLOGIA_A!_TAKSIS/04_grapti_ergasia_a/26_thermokipio.pdf)
- [26] Teemu Ahonen, Reino Virrankoski and Mohammed Elmusrati, "Greenhouse Monitoring with Wireless Sensor Network", University of Vaasa Department of Computer Science.
- [27] Brian Eshenaur and Robert Anderson, "Managing the Greenhouse Environment to Control Plant Diseases", (2004)
- [28] Πώς λειτουργούν οι αισθητήρες παθητικών υπέρυθρων PIR, (2013). [Online]. Available:  
<http://www.id-shop.gr/article.php?id=3549>
- [29] LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors, (2013). [Online]. Available:  
<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>
- [30] G.J. Timmermann "Computerized Environmental Control in Greenhouses Kamp", English Edition 1996 IPC - Plant, Ede, The Netherlands
- [31] J.C. Bakker, G.P.A. Bot, H. Challa, N.J. Van de Braak "Greenhouse Climate Control", Wageningen Pers 1995 Printed in the Netherlands by Giethoorn/NND, Meppel
- [32] Manual ATMEGA8535, <http://www.atmel.com/Images/doc2502.pdf>
- [33] Κωνσταντίνος Κίττας και Νικόλαος Η. Κατσούλας "Χρήση Θερμοκουρτίνας για Εξοικονόμηση Ενέργειας στο Θερμοκήπιο", Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής και Ζωικής Παραγωγής
- [34] Ανδρεάδης Γεώργιος, Αντωνίου Αντώνιος, Μωυσίδης Δημήτριος "GreenHouseVille", ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ, ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ, Φεβρουάριος 2012

# Παράρτημα Α

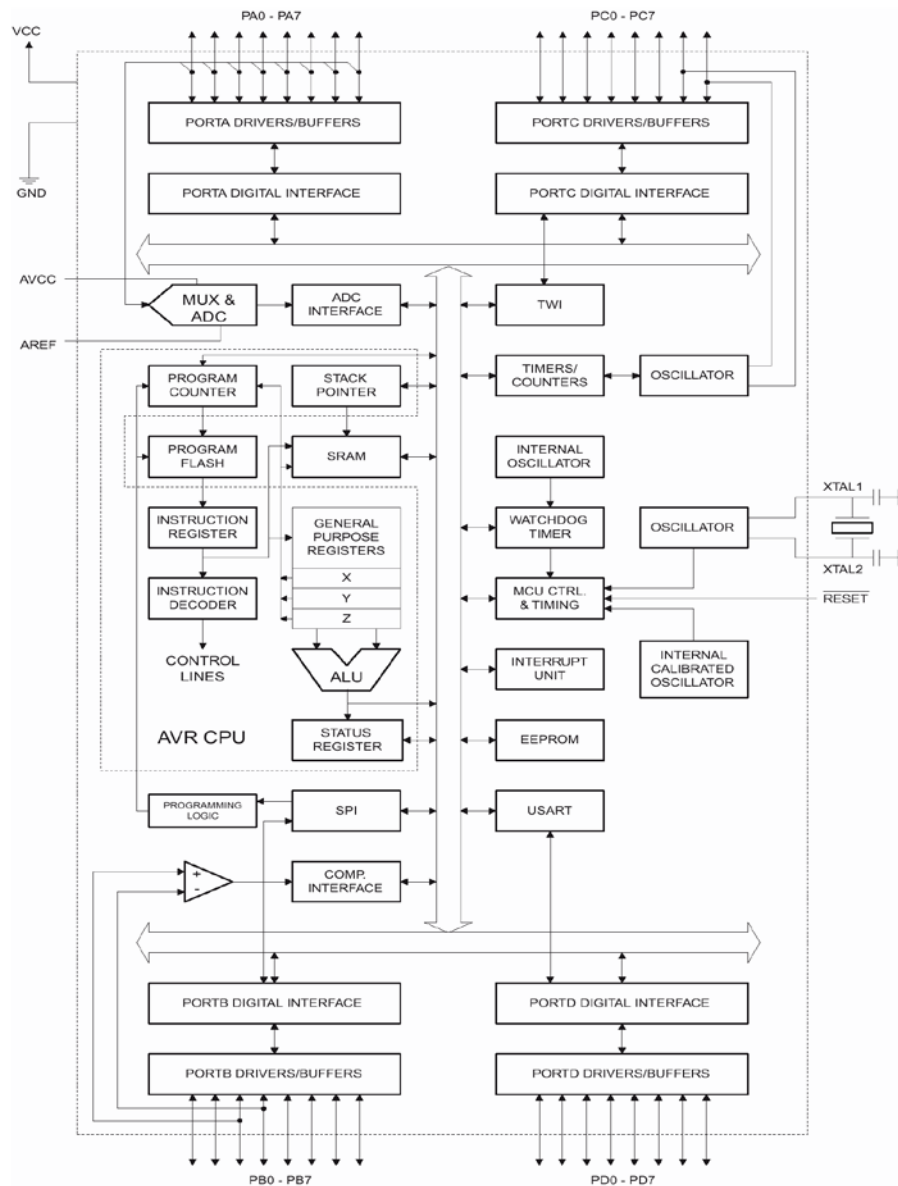
## Ο Μικροϋπολογιστής AVR ATMEGA 8535

### Γενικά χαρακτηριστικά

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει περιγραφή της αρχιτεκτονικής του μικροϋπολογιστή AVR ATmega8535 (εικόνα Α.1), ο οποίος αποτελεί την καρδιά του αναπτυξιακού συστήματος που υλοποιήθηκε.

Ο ATmega8535 είναι ένας μικροελεγκτής των 8 bits, τεχνολογίας CMOS χαμηλής ισχύος, που περιλαμβάνει έναν επεξεργαστή RISC σχεδιασμένο σύμφωνα με την αρχιτεκτονική Harvard.

Ο πυρήνας του AVR συνδυάζει πλούσιο ρεπερτόριο εντολών με 32 καταχωρητές εργασίας γενικής χρήσης. Οι 32 αυτοί καταχωρητές συνδέονται άμεσα στην Αριθμητική Λογική Μονάδα (ALU - Arithmetic Logic Unit) με τρόπο που επιτρέπει την πρόσβαση σε δύο ανεξάρτητους καταχωρητές με μία μόνο εντολή που εκτελείται σε ένα κύκλο ρολογιού. Η αρχιτεκτονική που προκύπτει λοιπόν είναι περισσότερο αποδοτική ως προς τον κώδικα σε σχέση με συμβατικούς μικροελεγκτές CISC.



**Εικόνα Α.1:** Διάγραμμα της αρχιτεκτονικής του AVR

Ο ATmega8535 παρουσιάζει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Μνήμη προγράμματος 8K bytes ταχείας αποθήκευσης (flash memory) με δυνατότητα προγραμματισμού εντός του συστήματος (ISP - In System Programmable) και δυνατότητα ανάγνωσης κατά τη διάρκεια της εγγραφής.
- Μνήμη δεδομένων που αποτελείται από 512 bytes στατικής μνήμης (SRAM - Static Random Access Memory) και 512 bytes ηλεκτρικά επαναπρογραμματιζόμενης μνήμης μόνο για ανάγνωση (EEPROM - Electrically Erasable Programmable Read Only Memory).
- 32 γραμμές εισόδου - εξόδου γενικής χρήσης.
- 32 καταχωρητές εργασίας γενικού σκοπού.

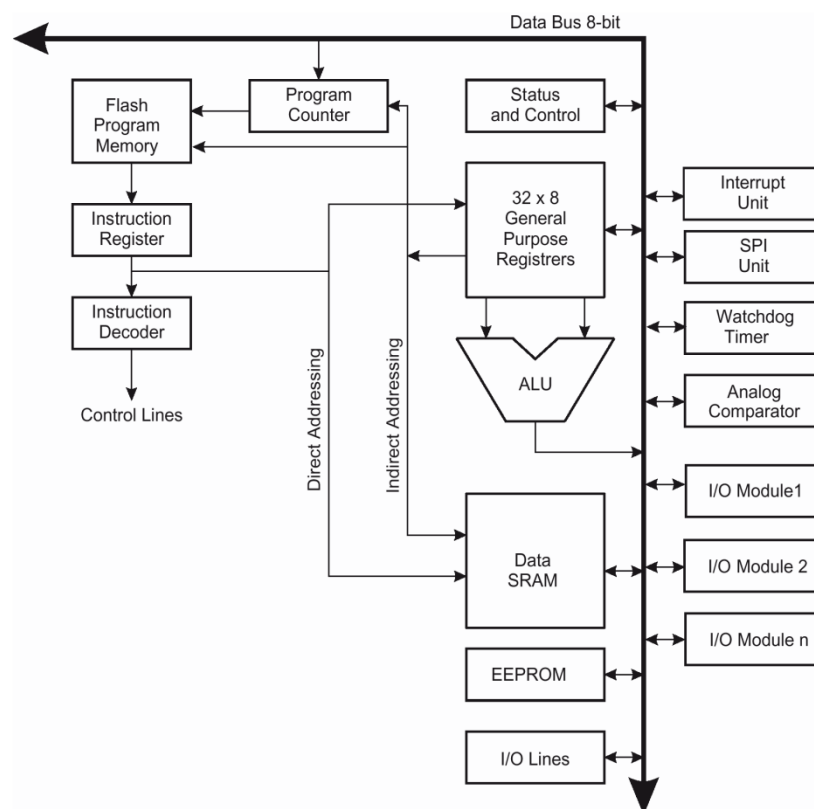
- Ενσωματωμένη υποστήριξη αποσφαλμάτωσης (debugging) και προγραμματισμού.
- 3 ευέλικτα χρονόμετρα / απαριθμητές (Timer / Counters).
- Εσωτερικές και εξωτερικές διακοπές.
- Προγραμματιζόμενη μονάδα σύγχρονης - ασύγχρονης σειριακής επικοινωνίας (USART - Universal Synchronous - Asynchronous Receiver Transmitter) TWI
- Μετατροπέα αναλογικού σήματος σε ψηφιακό (ADC - Analog to Digital Converter) με 8 κανάλια των 10 bits.
- Προγραμματιζόμενο χρονόμετρο - φύλακα (Watchdog Timer) με εσωτερικό ταλαντωτή.
- Σειριακή θύρα διασύνδεσης περιφερειακών (SPI - Serial Peripheral Interconnect).
- 6 καταστάσεις εξοικονόμησης ενέργειας (power save modes).

Η συσκευή κατασκευάζεται με την τεχνολογία μη πτητικής μνήμης υψηλής πυκνότητας της Atmel. Η ενσωματωμένη ISP Flash δίνει τη δυνατότητα στη μνήμη προγράμματος να επαναπρογραμματίζεται εντός του συστήματος μέσω μιας σειριακής διεπαφής SPI, είτε μέσω ενός συμβατικού προγραμματιστή μη πτητικής μνήμης, είτε μέσω ενός ενσωματωμένου προγράμματος εκκίνησης (Boot program) τοποθετημένου στον πυρήνα του AVR. Το πρόγραμμα εκκίνησης μπορεί να χρησιμοποιήσει οποιαδήποτε διεπαφή για να κατεβάσει την εφαρμογή στο τμήμα εφαρμογών της μνήμης. Το λογισμικό στο τμήμα εκκίνησης της μνήμης θα συνεχίσει να εκτελείται καθώς το τμήμα εφαρμογών θα αναβαθμίζεται. Συνδυάζοντας κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU - Central Processing Unit) των 8 bits με αρχιτεκτονική RISC με ενσωματωμένη αυτοπρογραμματιζόμενη μνήμη ταχείας πρόσβασης (In-System Self-Programmable Flash) πάνω σε ένα μονολιθικό ολοκληρωμένο κύκλωμα, ο ATmega8535 είναι ένας ισχυρός μικροελεγκτής και αποτελεί μια ευέλικτη και οικονομική επιλογή για πολλές εφαρμογές.

Ο ATmega8535 υποστηρίζεται από ένα πλήρες πρόγραμμα και ένα αναπτυξιακό πακέτο το οποίο περιέχει: μεταγλωττιστές (compilers) C, macro συμβολομεταφραστές (macro assemblers), πρόγραμμα εκσφαλμάτωσης - προσομοίωσης (program debugger - simulators), εσωτερικούς προσομοιωτές (in-circuit emulators) και πακέτο αξιολόγησης (evaluation kit).

## Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (CPU - Central Processing Unit)

Η CPU του ATmega8535 (εικόνα A.2) οφείλει να εξασφαλίζει τη σωστή εκτέλεση του προγράμματος, πρέπει λοιπόν να έχει πρόσβαση στις μνήμες, να εκτελεί υπολογισμούς, να ελέγχει περιφερειακά και να διαχειρίζεται διακοπές. Ο μικροελεγκτής έχει σχεδιαστεί σύμφωνα με την αρχιτεκτονική Harvard, έχει δηλαδή ξεχωριστές μνήμες και ξεχωριστούς διαύλους για το πρόγραμμα και για τα δεδομένα. Οι εντολές στη μνήμη προγράμματος εκτελούνται με διοχέτευση ενός επιπέδου (single level pipeline), δηλαδή ενώ εκτελείται μία εντολή, η αμέσως επόμενη καλείται από τη μνήμη προγράμματος. Με τον τρόπο αυτό εντολές εκτελούνται σε κάθε κύκλο ρολογιού.



**Εικόνα A.2:** Διάγραμμα της αρχιτεκτονικής της κεντρικής μονάδας ελέγχου (MCU) του AVR

Το αρχείο καταχωρητών γρήγορης πρόσβασης περιλαμβάνει τους 32 καταχωρητές εργασίας και έχει χρόνο πρόσβασης ένα μόνο κύκλο ρολογιού. Έτσι η λειτουργία της ALU γίνεται σε ένα κύκλο μηχανής. Σε μια τυπική πράξη της ALU, δύο τελεστές καλούνται από το αρχείο καταχωρητών, η εντολή εκτελείται και το αποτέλεσμα αποθηκεύεται πίσω στο αρχείο καταχωρητών, και όλα αυτά συμβαίνουν σε ένα κύκλο μηχανής. Πέρα από εντολές μεταξύ

καταχωρητών, εκτελούνται και εντολές μεταξύ ενός καταχωρητή και μιας σταθεράς ή και εντολές μονού καταχωρητή. Οι λειτουργίες της ALU χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες : αριθμητικές, λογικές και εντολές σε επίπεδο ενός bit.

Έξι από τους καταχωρητές (οι R26 ως και R31) μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ζεύγη ως καταχωρητές δεικτών έμμεσης διευθυνσιοδότησης των 16 bits, διευκολύνοντας έτσι τους υπολογισμούς διευθύνσεων. Ένας από τους καταχωρητές αυτούς μπορεί να χρησιμοποιηθεί επιπλέον και ως δείκτης διεύθυνσης για πρόσβαση σε πίνακες δεδομένων αποθηκευμένων στην Flash μνήμη προγράμματος (παραβιάζοντας χάριν αποτελεσματικότητας την αρχιτεκτονική Harvard). Οι τρεις αυτοί καταχωρητές καλούνται X, Y και Z.

Η ροή του προγράμματος ελέγχεται με εντολές άλματος (είτε υπό συνθήκη είτε χωρίς) και με εντολές κλήσης (jump και call), ικανές να αναφερθούν άμεσα σε όλο το εύρος διευθύνσεων. Οι περισσότερες εντολές έχουν απλή μορφοποίηση λέξης των 16 bits. Κάθε διεύθυνση της μνήμης προγράμματος περιλαμβάνει μια εντολή των 16 ή 32 bits.

Η CPU περιλαμβάνει επιπλέον τον καταχωρητή κατάστασης (status register) ο οποίος περιέχει πληροφορίες για το αποτέλεσμα της πιο πρόσφατης αριθμητικής εντολής. Στις πληροφορίες αυτές βασίζεται η εκτέλεση των εντολών άλματος υπό συνθήκη.

Ένας άλλος καταχωρητής της CPU είναι ο δείκτης στοίβας (stack pointer) ο οποίος χρησιμεύει στην αποθήκευση προσωρινών δεδομένων, στην αποθήκευση τοπικών μεταβλητών και στην αποθήκευση διευθύνσεων επιστροφής μετά από διακοπές και υπορουτίνες.

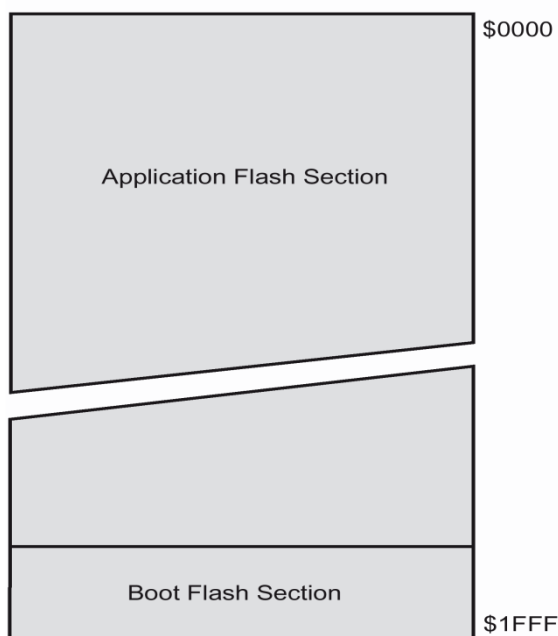
## **Μνήμες**

Η αρχιτεκτονική των μικροεπεξεργαστών AVR προβλέπει δύο βασικούς αποθηκευτικούς χώρους, τη μνήμη δεδομένων και τη μνήμη προγράμματος. Επιπλέον, ο ATmega8535 έχει και συμπληρωματική μνήμη EEPROM για αποθήκευση δεδομένων. Και οι τρεις αυτοί χώροι μνήμης είναι γραμμικοί.

Ο ATmega8535 περιλαμβάνει 8K bytes ενσωματωμένης μνήμης Flash επαναπρογραμματιζόμενης στο τελικό σύστημα για την αποθήκευση προγραμμάτων. Η μνήμη αυτή είναι οργανωμένη ως 4K x 16bits καθώς όλες οι εντολές του AVR έχουν μήκος 16 ή 32 bits και έχει αντοχή τουλάχιστων 10.000 κύκλους εγγραφής/διαγραφής. Για την προστασία του

λογισμικού, η μνήμη προγράμματος Flash είναι χωρισμένη σε δύο περιοχές, την περιοχή του προγράμματος εκκίνησης (Boot Program) και την περιοχή του προγράμματος εφαρμογών (Application Program) (εικόνα Α.3).

Η αρχιτεκτονική του ATmega8535 περιλαμβάνει και μερικές δεκάδες καταχωρητές οι οποίοι προγραμματίζουν τη λειτουργία των περιφερειακών και αποτελούν τις διεπαφές με αυτά. Συλλογικά οι καταχωρητές αυτοί ονομάζονται μνήμη εισόδου – εξόδου.



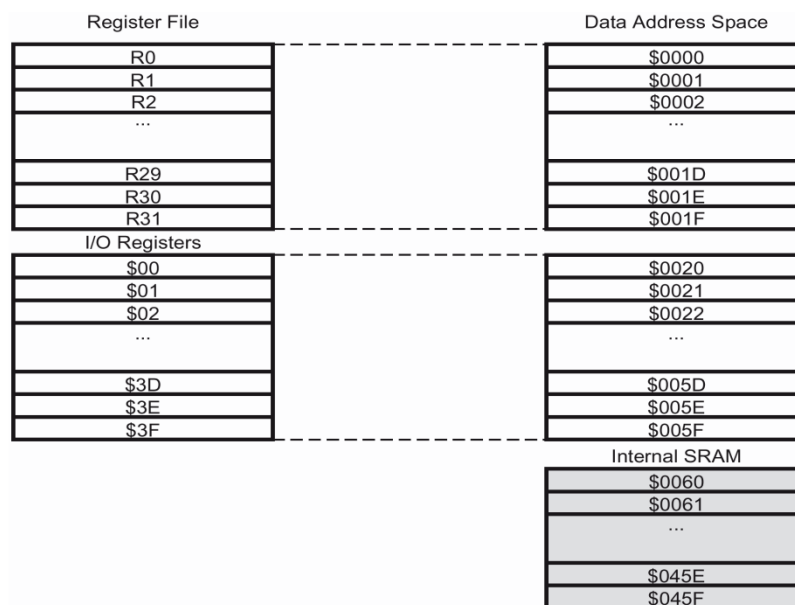
**Εικόνα Α.3:** Χάρτης της μνήμης προγράμματος

Όσο αφορά τώρα στη μνήμη δεδομένων, στις κατώτερες 1120 θέσεις της βρίσκονται το αρχείο καταχωρητών, η μνήμη εισόδου - εξόδου και η εσωτερική μνήμη SRAM που έχει μέγεθος 512 bytes. Υπάρχουν πέντε τρόποι προσπέλασης της μνήμης δεδομένων : Άμεσα, Έμμεσα με βάση και μετατόπιση, Έμμεσα, Έμμεσα με μείωση εκ των προτέρων, Έμμεσα με αύξηση εκ των υστέρων. Για έμμεση πρόσβαση χρησιμοποιούνται οι καταχωρητές X, Y ή Z (R26 έως R31 σε ζεύγη) ως δείκτες διεύθυνσης. Με τον άμεσο τρόπο προσπέλασης έχουμε πρόσβαση σε ολόκληρο το χώρο δεδομένων.

Στην έμμεση προσπέλαση με μετατόπιση, είναι δυνατή η πρόσβαση σε 63 θέσεις διεύθυνσεων με αρχή τη βάση που βρίσκεται στον καταχωρητή Y ή στον καταχωρητή Z.

Στην έμμεση προσπέλαση με μείωση εκ των υστέρων ή αύξηση εκ των προτέρων, οι καταχωρητές διευθύνσεων X, Y και Z μειώνονται ή αυξάνονται αντίστοιχα.

Η διευθυνσιοδότηση αυτών των τριών περιοχών (αρχείο καταχωρητών, μνήμη εισόδου – εξόδου και SRAM) είναι συνεχόμενη όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



**Εικόνα A.4:** Χάρτης της μνήμης δεδομένων

Ο ATmega8535 περιλαμβάνει επιπλέον μνήμη δεδομένων EEPROM των 512 bytes (εικόνα A.4) που είναι οργανωμένη χωριστά και από την οποία μπορούν να διαβαστούν και να γραφούν μονά bytes. Έχει διάρκεια ζωής τουλάχιστον 100.000 κύκλους εγγραφής / διαγραφής και η επικοινωνία της με την CPU καθορίζεται μέσω ειδικών καταχωρητών διεύθυνσης, δεδομένων και ελέγχου.

## Σύστημα χρονισμού

Στο σχήμα της επόμενης σελίδας(εικόνα A.5) φαίνεται το βασικό σύστημα χρονισμού του AVR καθώς και η διανομή των ρολογιών. Δεν είναι αναγκαίο να είναι όλα τα ρολόγια ενεργά κάθε χρονική στιγμή. Για λόγους οικονομίας της ενέργειας που καταναλώνεται, τα ρολόγια που δεν χρησιμοποιούνται μπαίνουν σε κατάσταση ύπνου (sleep mode).

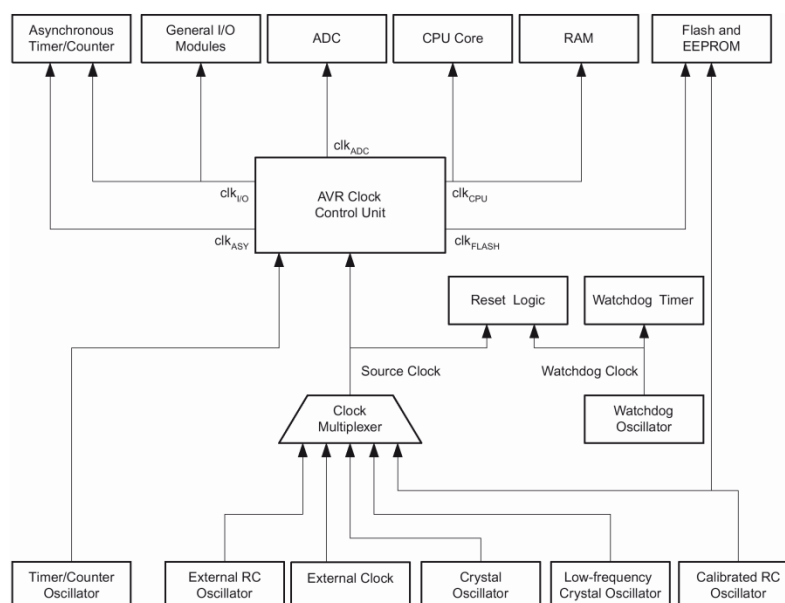
Το ρολόι της CPU ( $clk_{CPU}$ ) οδηγείται στα τμήματα του συστήματος τα σχετικά με τη λειτουργία του πυρήνα του AVR, όπως για παράδειγμα το αρχείο καταχωρητών γενικής χρήσης, ο καταχωρητής κατάστασης και ο δείκτης στοίβας. Παύση της λειτουργίας του ρολογιού της CPU οδηγεί τον πυρήνα σε αδυναμία εκτέλεσης γενικών λειτουργιών και υπολογισμών.

Το ρολόι εισόδου-εξόδου ( $clk_{I/O}$ ) χρησιμοποιείται από την πλειοψηφία των μονάδων εισόδου - εξόδου όπως για παράδειγμα οι χρονιστές / μετρητές και η USART καθώς επίσης και από τη μονάδα εξωτερικών διακοπών, αν και όχι σε όλες τις περιπτώσεις έτσι ώστε κάποιες διακοπές να είναι ενεργές ακόμη και όταν το  $clk_{I/O}$  είναι σταματημένο.

Το ρολόι Flash ( $clk_{FLASH}$ ) χρησιμοποιείται στην διεπαφή Flash και είναι συνήθως ενεργό ταυτόχρονα με το ρολόι της CPU.

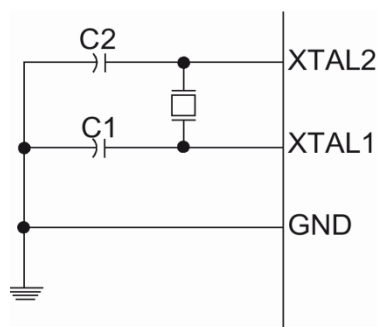
Το ρολόι του ασύγχρονου χρονιστή ( $clk_{ASY}$ ) επιτρέπει στον ασύγχρονο χρονιστή / μετρητή να δέχεται κατευθείαν σήμα χρονισμού από εξωτερικό κρύσταλλο των 32KHz. Έτσι ο χρονιστής / μετρητής αυτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν μετρητής πραγματικού χρόνου ακόμα και όταν η συσκευή βρίσκεται σε sleep mode.

Τέλος, ο ADC έχει ξεχωριστό ρολόι ( $clk_{ADC}$ ) ώστε να είναι δυνατή η παύση των  $clk_{CPU}$  και  $clk_{I/O}$  κατά τη λειτουργία του ADC με στόχο τη μείωση του θορύβου και, κατά συνέπεια, τη μεγαλύτερη ακρίβεια στα αποτελέσματα της μετατροπής A/D.



**Εικόνα A.5:** Δημιουργία και κατανομή ρολογιού

Ο AVR διαθέτει πολλές πηγές ρολογιού: εξωτερικό ή εσωτερικό ταλαντωτή RC, τελείως ανεξάρτητη εξωτερική πηγή ή κρυσταλλικό ταλαντωτή (εικόνα Α.6) (χαμηλής ή υψηλής συχνότητας). Σε εφαρμογές που είναι κρίσιμη η ακρίβεια της συχνότητας του ρολογιού (π.χ. χρήση της USART για τηλεπικοινωνίες) συνήθως χρησιμοποιείται ένας κρυσταλλικός ταλαντωτής. Για το σκοπό αυτό υπάρχουν οι ακροδέκτες XTAL1 και XTAL2 οι οποίοι είναι είσοδος και έξοδος αντίστοιχα ενός ενισχυτή που αντιστρέφει. Μεταξύ των ακροδεκτών αυτών μπορεί να συνδεθεί είτε κρύσταλλος χαλαζία (quartz) είτε κεραμικός συντονιστής (resonator).



**Εικόνα Α.6:** Οι συνδέσεις του κρυσταλλικού ταλαντωτή

## Διακοπές και Επανατοποθέτηση

Ο AVR υποστηρίζει αρκετές διαφορετικές πηγές διακοπών σε κάθε μία από τις οποίες αντιστοιχεί ένας διαφορετικός δείκτης προγράμματος στο χώρο της μνήμης προγράμματος. Κάθε διακοπή έχει ένα bit επίτρεψης (enable bit) σε κατάλληλο καταχωρητή ελέγχου της πηγής της διακοπής, ανεξάρτητο από αυτό των άλλων διακοπών, στο οποίο θα πρέπει να δοθεί η τιμή 1 ώστε να ενεργοποιηθεί η συγκεκριμένη διακοπή. Επίσης υπάρχει ένα γενικό bit επίτρεψης διακοπών (Global Interrupt Enable bit) που βρίσκεται στον καταχωρητή κατάστασης το οποίο πρέπει να έχει την τιμή 1 προκειμένου να ενεργοποιηθεί ολόκληρος ο μηχανισμός διακοπών.

Στις χαμηλότερες διευθύνσεις στο χώρο της μνήμης εφαρμογής βρίσκονται οι δείκτες προς τις διευθύνσεις των ρουτινών εξυπηρέτησης των διακοπών καθώς και της ρουτίνας επανατοποθέτησης (Reset). Η σειρά των δεικτών αυτών υποδεικνύει και την προτεραιότητα κάθε διακοπής: όσο πιο χαμηλά βρίσκεται τόσο μεγαλύτερη και η προτεραιότητά της. Τη μέγιστη προτεραιότητα έχει το Reset ενώ ακολουθεί η INT0, η εξωτερική διακοπή 0. Τόσο τα

διανύσματα των διακοπών όσο και το διάνυσμα του Reset μπορούν να μετακινηθούν στην αρχή του τμήματος της μνήμης Flash όπου βρίσκεται ο Boot Loader.

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι διακοπών. Οι διακοπές που ανήκουν στον πρώτο τύπο είναι ακμοπυροδότητες, δηλαδή ενεργοποιούνται τη στιγμή που ένα γεγονός θέτει 1 στη αντίστοιχη σημαία διακοπών (Interrupt Flag), ενώ οι διακοπές του δεύτερου τύπου είναι διακοπές κατάστασης δηλαδή παραμένουν ενεργοποιημένες για όσο χρόνο ισχύει η συνθήκη διακοπής. Τα περισσότερα περιφερειακά υποστηρίζουν και τους δύο τύπους διακοπών και η επιλογή γίνεται κατά τον προγραμματισμό τους.

Όταν συμβαίνει μια διακοπή, το Global Interrupt Enable bit γίνεται 0 και όλες οι διακοπές αυτομάτως απενεργοποιούνται. Το πρόγραμμα εφαρμογής μπορεί, αν θέλει, να επιτρέψει την ενεργοποίηση διακοπών μέσα σε διακοπές θέτοντας 1 στο Global Interrupt Enable bit.

Ο καταχωρητής κατάστασης δεν αποθηκεύεται αυτόματα όταν ο AVR εισέρχεται σε μια ρουτίνα εξυπηρέτησης διακοπής. Το πρόγραμμα εφαρμογής οφείλει να τον αποθηκεύσει καθώς και να τον αποκαταστήσει κατά την επιστροφή στο κυρίως πρόγραμμα.

Ο ελάχιστος χρόνος απόκρισης εκτέλεσης της διακοπής είναι τέσσερις κύκλοι ρολογιού, κατά τη διάρκεια των οποίων ο μετρητής προγράμματος ωθείται στη στοίβα. Μετά από τέσσερις κύκλους ρολογιού εκτελείται η εντολή που βρίσκεται στο διάνυσμα που αντιστοιχεί στη διακοπή και που συνήθως είναι εντολή άλματος προς τη ρουτίνα εξυπηρέτησης της διακοπής. Η εντολή άλματος διαρκεί τρεις κύκλους ρολογιού. Η επιστροφή από τη ρουτίνα εξυπηρέτησης της διακοπής διαρκεί τέσσερις κύκλους ρολογιού κατά τη διάρκεια των οποίων ο μετρητής προγράμματος (δύο bytes) εξάγεται από τη στοίβα, ο δείκτης στοίβας μειώνεται κατά δύο και το I-bit (Interrupt enable bit) στον SREG γίνεται 1.

## **Θύρες εισόδου - εξόδου**

Ο ATmega8535 έχει 40 ακροδέκτες εισόδου – εξόδου, 32 από τους οποίους είναι οργανωμένοι σε 4 θύρες εισόδου – εξόδου των 8 ακροδεκτών η κάθε μία (Port A, Port B, Port C και Port D). Οι θύρες αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε ως γενικές ψηφιακές είσοδοι – έξοδοι, είτε με βάση τις εναλλακτικές τους λειτουργίες.

Εφόσον οι θύρες χρησιμοποιούνται ως γενικές εισόδοι – έξοδοι, κάθε ακροδέκτης μπορεί να μετατραπεί από ακροδέκτης εισόδου σε ακροδέκτη εξόδου και το αντίστροφο, χωρίς ακούσια μετατροπή και άλλων ακροδεκτών, με χρήση των εντολών SBI και CBI. Για κάθε θύρα εισόδου – εξόδου υπάρχουν συνολικά τρεις διευθύνσεις στην μνήμη εισόδου – εξόδου. Η μία από τις διευθύνσεις αυτές, η DDxn, χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της κατεύθυνσης των ακροδεκτών, δηλαδή καθορίζει ποιοι από τους ακροδέκτες θα λειτουργήσουν ως εισόδοι και ποιοι ως έξοδοι. Η δεύτερη διεύθυνση, η PORTxn, αφορά στα δεδομένα που πρόκειται να εγγραφούν σε εκείνους τους ακροδέκτες που έχουν προγραμματιστεί ως έξοδοι ενώ τέλος η τρίτη διεύθυνση, η PINxn, αφορά στα δεδομένα που διαβάζονται από τους ακροδέκτες που έχουν προγραμματιστεί ως εισόδοι. Οι διευθύνσεις αυτές αναφέρονται πιο απλά και ως καταχωρητές, ο DDxn είναι ο λεγόμενος καταχωρητής κατεύθυνσης. Αν ο DDxn έχει την τιμή 1, ο ακροδέκτης Pxn λειτουργεί ως ακροδέκτης εξόδου, αν ο DDxn έχει την τιμή 0, ο Pxn λειτουργεί ως ακροδέκτης εισόδου.

Αν ο καταχωρητής PORTxn έχει την τιμή 1 και ο αντίστοιχος ακροδέκτης λειτουργεί ως είσοδος, μια εσωτερική αντίσταση πρόσδεσης (pull up resistor) ενεργοποιείται. Για να αποσυνδεθεί η εσωτερική αυτή αντίσταση θα πρέπει να γραφεί 0 στον PORTxn ή ο ακροδέκτης να μετετραπεί σε ακροδέκτη εξόδου. Αν ο ακροδέκτης είναι ακροδέκτης εισόδου και ο PORTxn έχει την τιμή 1, ο ακροδέκτης οδηγείται σε υψηλή λογική στάθμη (1) ενώ αν ο PORTxn έχει την τιμή 0, ο ακροδέκτης οδηγείται σε χαμηλή λογική στάθμη (0). Αν κάποιος ακροδέκτης δεν χρησιμοποιείται συνίσταται να εξασφαλιστεί σε αυτόν σταθερή στάθμη. Η απλούστερη μέθοδος για αυτό είναι να ενεργοποιηθεί η εσωτερική pull up αντίσταση. Πέρα από τις πιο πάνω λειτουργίες, στους ακροδέκτες των τεσσάρων θυρών αντιστοιχούν και εναλλακτικές λειτουργίες που φαίνονται περιληπτικά στους πίνακες που ακολουθούν.

<b>Θύρα A</b>	
<b>Ακροδέκτης θύρας</b>	<b>Εναλλακτική Λειτουργία</b>
PA7	ADC7 (Κανάλι εισόδου 7 του ADC)
PA6	ADC6 (Κανάλι εισόδου 6 του ADC)
PA5	ADC5 (Κανάλι εισόδου 5 του ADC)
PA4	ADC4 (Κανάλι εισόδου 4 του ADC)
PA3	ADC3 (Κανάλι εισόδου 3 του ADC)
PA2	ADC2 (Κανάλι εισόδου 2 του ADC)
PA1	ADC1 (Κανάλι εισόδου 1 του ADC)
PA0	ADC0 (Κανάλι εισόδου 0 του ADC)

<b>Θύρα B</b>	
Ακροδέκτης θύρας	Εναλλακτική Λειτουργία
PB7	SCK (Σειριακό ρολόι του διαύλου SPI)
PB6	MISO (Δίαυλος SPI Master Εισόδου/Slave Εξόδου)
PB5	MOSI (Δίαυλος SPI Master Εξόδου/Slave Εισόδου)
PB4	<i>SS (Δίαυλος SPI, είσοδος επιλογής slave)</i>
PB3	AIN1 (Αρνητική είσοδος του αναλογικού συγκριτή) OC0 (Έξοδος του συγκριτή του Timer / Counter0)
PB2	AIN0 (Θετική είσοδος του αναλογικού συγκριτή) INT2 (Είσοδος της εξωτερικής διακοπής 2)
PB1	T1 (Είσοδος του εξωτερικού μετρητή Timer / Counter0)
PB0	T0 (Είσοδος του εξωτερικού μετρητή Timer / Counter1) XCK (Εξωτερικό ρολόι USART)

<b>Θύρα C</b>	
Ακροδέκτης θύρας	Εναλλακτική Λειτουργία
PC7	TOOSC2 (Ακροδέκτης 2 του ταλαντωτή του Timer)
PC6	TOOSC1 (Ακροδέκτης 1 του ταλαντωτή του Timer)
PC1	SDA (Δίαυλος δεδομένων του I <sup>2</sup> C)
PC0	SCL (Δίαυλος ρολογιού του I <sup>2</sup> C)

<b>Θύρα D</b>	
Ακροδέκτης θύρας	Εναλλακτική Λειτουργία
PD7	OC2 (Έξοδος του συγκριτή του Timer / Counter2)
PD6	ICP1 (Είσοδος του Timer / Counter1)
PD5	OC1A (Έξοδος Α του συγκριτή του Timer / Counter2)
PD4	OC1B (Έξοδος Β του συγκριτή του Timer / Counter2)
PD3	INT1 (Είσοδος της εξωτερικής διακοπής 1)
PD2	INT0 (Είσοδος της εξωτερικής διακοπής 0)
PD1	TXD (Ακροδέκτης εξόδου της USART)
PD0	RXD (Ακροδέκτης εισόδου της USART)

## Μονάδα σύγχρονης και ασύγχρονης επικοινωνίας (Universal Synchronous & Asynchronous Receiver Transmitter - USART)

Η προγραμματιζόμενη μονάδα σύγχρονης - ασύγχρονης σειριακής επικοινωνίας (USART) (εικόνα A.7) είναι μια εξαιρετικά εύελκτη συσκευή επικοινωνίας που διαθέτει τρία βασικά μέρη, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα που ακολουθεί: Γενήτρια Ρολογιού, Πομπό και Δέκτη.

Η γεννήτρια ρολογιού παράγει το ρολόι βάσης για τον πομπό και τον δέκτη. Η USART υποστηρίζει τέσσερις καταστάσεις λειτουργίας του ρολογιού: Κανονική Ασύγχρονη, Ασύγχρονη Διπλής ταχύτητας, Master Σύγχρονη και Slave Σύγχρονη.

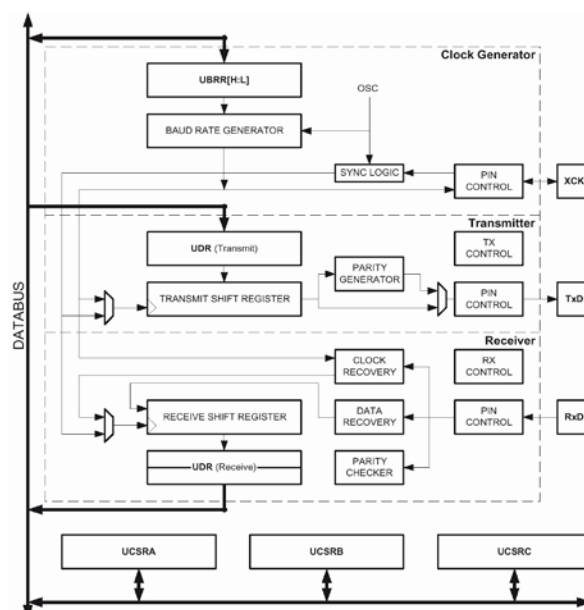
Η USART πρέπει να αρχικοποιηθεί προτού αρχίσει κάθε επικοινωνία. Η διαδικασία ενεργοποίησης συνήθως περιλαμβάνει καθορισμό της ταχύτητας μετάδοσης, καθορισμό της μορφής πλαισίου και επίτρεψη του πομπού ή του δέκτη ανάλογα με τη λειτουργία. Σχετικά με τη μορφή πλαισίου, η USART δέχεται ως έγκυρες μορφές τους 30 συνδυασμούς των παρακάτω περιπτώσεων

1 bit αρχικοποίησης

5, 6, 7, 8 ή 9 bits δεδομένων

μονό, ζυγό ή καθόλου bit ισοτιμίας (parity bit)

1 ή 2 bit τερματισμού



Εικόνα A.7: Διάγραμμα της USART

Ο πομπός της USART ενεργοποιείται δίνοντας την τιμή 1 στο bit ενεργοποίησης εκπομπής στον καταχωρητή UCSRB (B Καταχωρητής Ελέγχου και Κατάστασης της USART – USART Control and Status Register B). Όταν ο πομπός ενεργοποιηθεί, η κανονική λειτουργία του ακροδέκτη PD1 καταργείται και αυτός λειτουργεί ως έξοδος της USART (TxD). Στην περίπτωση σύγχρονης λειτουργίας το ρολόι στον ακροδέκτη XCK λειτουργεί ως ρολόι μετάδοσης ενώ η κανονική λειτουργία του ακροδέκτη PBO καταργείται.

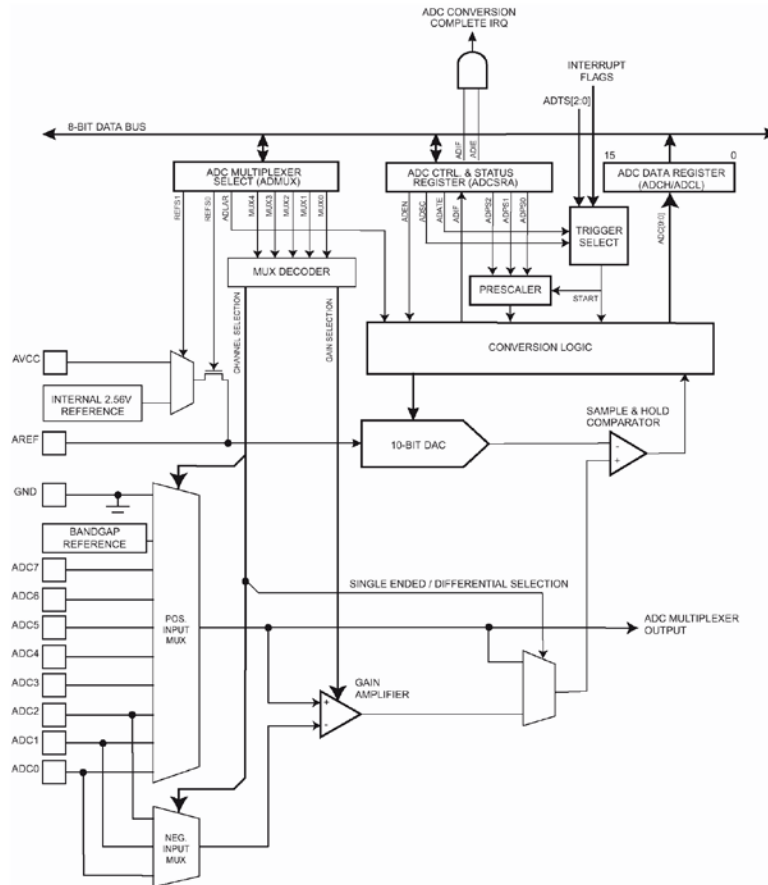
Ο δέκτης της USART ενεργοποιείται δίνοντας την τιμή 1 στο bit ενεργοποίησης λήψης στον καταχωρητή UCSRB. Όταν ο δέκτης ενεργοποιηθεί, η κανονική λειτουργία του ακροδέκτη PD0 καταργείται και αυτός λειτουργεί ως είσοδος της USART (RxD). Στην περίπτωση σύγχρονης λειτουργίας το ρολόι στον ακροδέκτη XCK λειτουργεί ως ρολόι μετάδοσης ομοίως με πάνω.

## **Μετατροπέας αναλογικού σήματος σε ψηφιακό Analog to Digital Converter**

Ο ATmega8535 περιλαμβάνει έναν ADC (εικόνα A.8) ο οποίος μετατρέπει ένα αναλογικό σήμα εισόδου σε ψηφιακό σήμα των 10 bits με τη μέθοδο των διαδοχικών προσεγγίσεων. Ο ADC είναι συνδεδεμένος σε έναν αναλογικό πολυπλέκτη 8 καναλιών που επιτρέπει τη λήψη 8 τάσεων εισόδου από τους ακροδέκτες της Port A. Οι ακροδέκτες αυτοί είναι μη διαφορικοί (η τάση τους είναι σε αναφορά προς τη γη).

Η συσκευή επίσης υποστηρίζει 16 συνδυασμούς διαφορικών τάσεων εισόδου. Δύο από τις εισόδους αυτές (η ADC1, ADC0 και η ADC3, ADC2 ) είναι εξοπλισμένες με προγραμματιζόμενο στάδιο κέρδους με δυνατότητα ενίσχυσης 0dB (1x), 20dB (10x) ή 46dB (200x) της διαφορικής τάσης εισόδου πριν την A/D μετατροπή. Επτά κανάλια διαφορικών εισόδων τάσης μοιράζονται κοινό αρνητικό τερματικό (ADC1) ενώ για θετικό μπορεί να επιλεγεί οποιαδήποτε άλλη είσοδος του ADC.

Ο ADC περιλαμβάνει κύκλωμα δείγματοληψίας και διατήρησης (Sample and Hold) που εξασφαλίζει τη διατήρηση της τάσης εισόδου σε σταθερό επίπεδο κατά την μετατροπή. Διαθέτει επίσης ξεχωριστό ακροδέκτη τροφοδοσίας για το αναλογικό του μέρος.

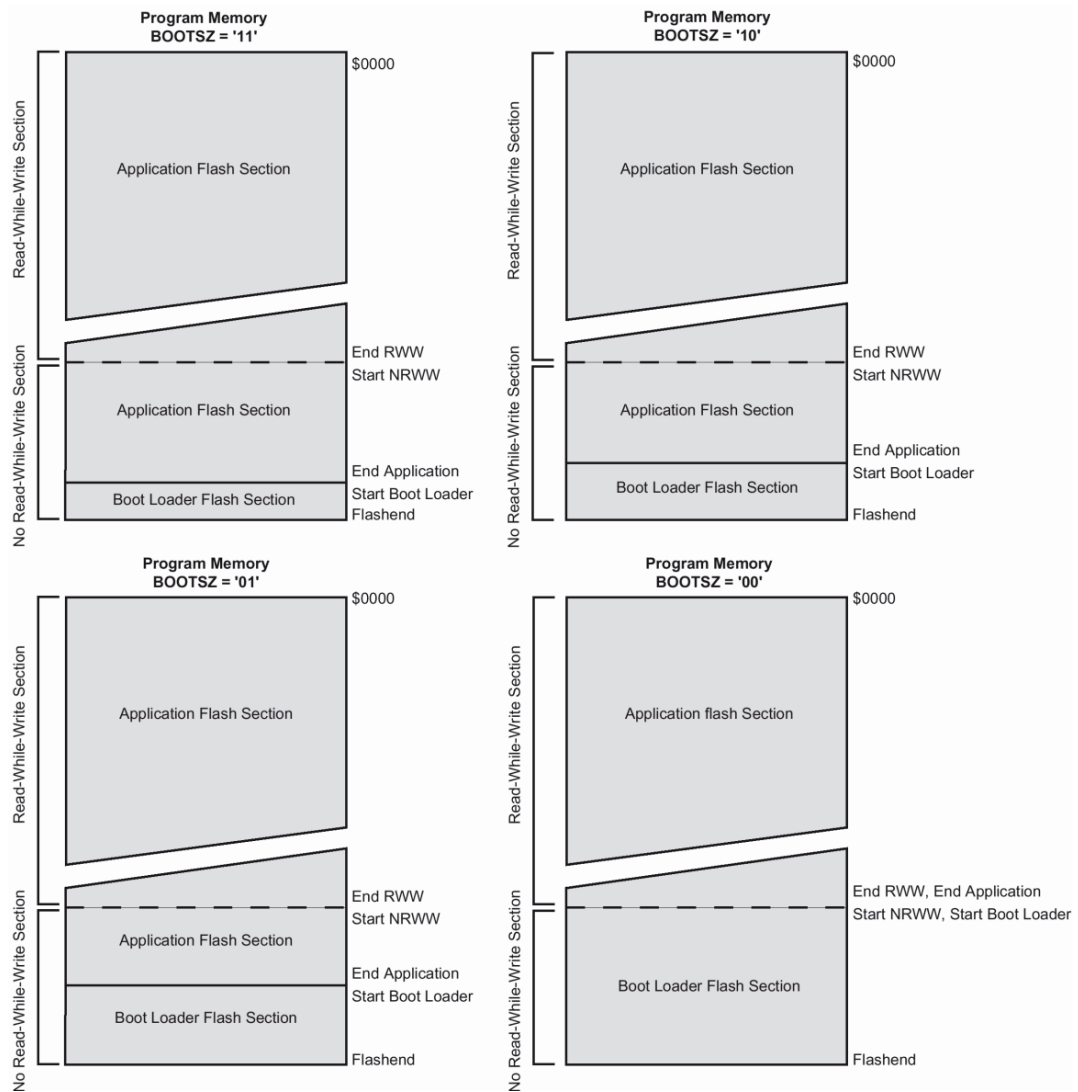


**Εικόνα Α.8:** Σχηματικό διάγραμμα του ADC

## Πρόγραμμα εκκίνησης (Boot Loader)

Η υποστήριξη Boot Loader παρέχει πραγματικό μηχανισμό αυτοπρογραμματισμού με δυνατότητα εγγραφής κατά την ανάγνωση. Με τον τρόπο αυτό είναι εφικτή η ευέλικτη ενημέρωση του λογισμικού κάτω από τον έλεγχο της MCU. Το πρόγραμμα Boot Loader μπορεί να χρησιμοποιήσει κάθε διαθέσιμη διεπαφή δεδομένων και το σχετικό πρωτόκολλο, για να διαβάσει κώδικα και να τον καταγράψει στη μνήμη Flash ή για να διαβάσει τον κώδικα από τη μνήμη προγράμματος είτε για να επαληθεύσει την σωστή εγγραφή είτε απλά για να επιστρέψει στη συσκευή προγραμματισμού το υπάρχον πρόγραμμα. Ο κώδικας προγράμματος του τμήματος Boot Loader έχει την ικανότητα να γράφει σε ολόκληρη τη Flash, περιλαμβανομένης και της μνήμης Boot Loader. Ο Boot Loader μπορεί επομένως να τροποποιήσει τον εαυτό του, ακόμα και να τον διαγράψει εάν δεν είναι πια αναγκαίος. Το μέγεθος της μνήμης Boot Loader καθορίζεται από ασφάλειες προγραμματισμού και ο Boot Loader έχει δύο ξεχωριστές διατάξεις

bits κλειδώματος που καθορίζονται ανεξάρτητα. Με τον τρόπο αυτό ο χρήστης έχει μοναδική ευελιξία στην επιλογή επιπέδου ασφαλείας που επιθυμεί.



**Εικόνα Α.9:** Τμήματα μνήμης

Η μνήμη Flash χωρίζεται σε δύο βασικά τμήματα (εικόνα Α.9), το τμήμα εφαρμογής και το τμήμα του Boot Loader, καθένα από τα οποία έχει διαφορετικό επίπεδο ασφαλείας. Το μέγεθος κάθε τμήματος καθορίζεται από τις ασφάλειες προγραμματισμού BOOTSZ, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.9. Το τμήμα εφαρμογής είναι το τμήμα που η Flash χρησιμοποιεί για την αποθήκευση του κώδικα της εφαρμογής. Στο τμήμα αυτό δεν είναι δυνατή η αποθήκευση κώδικα Boot Loader καθώς η εντολή SPM (Store Program Memory) είναι ανενεργή όταν εκτελείται από το τμήμα εφαρμογής. Η εντολή SPM μπορεί να ενεργοποιηθεί προγραμματισμό μόνο όταν εκτελείται από το τμήμα Boot Loader και για αυτό εκεί αποθηκεύεται το λογισμικό του Boot Loader

# Παράρτημα Β

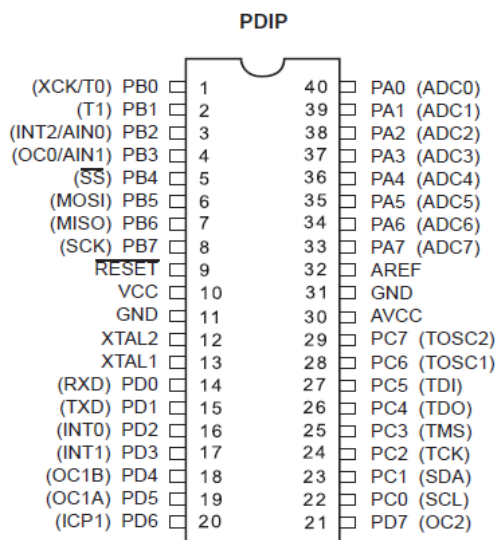
## Ο Μικροϋπολογιστής AVR ATMEGA 32

### Γενικά χαρακτηριστικά

Στο κομμάτι αυτό θα γίνει περιγραφή της αρχιτεκτονικής του μικροϋπολογιστή AVR ATmega32, ο οποίος χρησιμοποιήθηκε για την ρύθμιση των ορίων της θερμοκρασίας μέσα στο θερμοκήπιο.

Το ATmega32 Atmel AVR ® (εικόνα B.1) είναι ένα CMOS χαμηλής ισχύος με 8-bit μικροελεγκτή που έχει ως βάση την ενισχυμένη αρχιτεκτονική RISC. Η ταχύτητα επεξεργασίας του Atmega32 προσεγγίζει το 1 MIPS ανά MHz που επιτρέπει στο σχεδιαστή του συστήματος να βελτιστοποιήσει την κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με την ταχύτητα επεξεργασίας.

Ο πυρήνας του AVR συνδυάζει πλούσιο ρεπερτόριο εντολών με 32 καταχωρητές εργασίας γενικής χρήσης. Ο ATmega32 είναι σχεδόν ίδιος με τον ATmega8535 που αναπτύξαμε στο παράρτημα Α. Η διαφορά είναι ότι έχει 32Kbytes of In-System Self-programmable Flash αντί για 8K Bytes of In-System Self-Programmable Flash που έχει ο Atmega 8535, κάτι που είναι χρήσιμο διότι θα αποθηκεύονται δεδομένα στις μεταβλητές των θερμοκρασιών των MIN & MAX, αποφεύγοντας κολλήματα κατά την εκτέλεση του project. Επίσης 1024Bytes EEPROM και 2Kbytes Internal SRAM αντί για 512 Bytes EEPROM και 512 Bytes Internal SRAM που έχει ο Atmega 8535.



**Εικόνα Β.1:** Pinout ATmega32

Ο AVR χρησιμοποιεί pipeline ενός σταδίου. Ενώ μία εντολή εκτελείται η επόμενη ανακαλείται από την μνήμη προγράμματος. Αυτό οδηγεί στην εκτέλεση των εντολών σε ένα κύκλο μηχανής (οι περισσότερες από αυτές). Η μνήμη του προγράμματος είναι In-System Reprogrammable Flash.

Το Register File περιέχει 32 x 8 bit γενικής χρήσης καταχωρητές με χρόνο πρόσβασης ένα κύκλο ρολογιού. Οι καταχωρητές αυτοί είναι άμεσα συνδεδεμένοι με την αριθμητική λογική μονάδα επιτρέποντας την λειτουργία της ALU σε μία μονάδα χρόνου (ένα κύκλο ρολογιού).

Έξι από τους 32 καταχωρητές μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν 3 16-bit έμμεσοι καταχωρητές-δείκτες της μνήμης δεδομένων επιτρέποντας έτσι αποδοτικούς υπολογισμούς διευθύνσεων μνήμης. Ένας από αυτούς μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν δείκτης σε look-up πίνακες στην μνήμη του προγράμματος.

Η αριθμητική λογική μονάδα επιτρέπει αριθμητικές και λογικές πράξεις μεταξύ δύο καταχωρητών ή μεταξύ ενός καταχωρητή και μίας σταθεράς. Ακόμα λειτουργίες ενός μόνο καταχωρητή εκτελούνται από τη ALU. Έπειτα από μία εκτέλεση λειτουργίας από την αριθμητική λογική μονάδα ο status-καταχωρητής ανανεώνεται για να απεικονίζει τα αποτελέσματα της λειτουργίας.

Η ροή του προγράμματος διευκολύνεται από με και χωρίς προϋποθέσεις εντολές άλματος και κλήσης που μπορούν άμεσα να μεταφέρουν την εκτέλεση του προγράμματος σε οποιοδήποτε σημείο της μνήμης προγράμματος. Οι περισσότερες εντολές του AVR έχουν μορφή 16-bit. Κάθε διεύθυνση στην μνήμη του προγράμματος περιέχει μία εντολή 16 ή 32 bit.

Η μνήμη προγράμματος είναι χωρισμένη σε δύο μέρη: την μνήμη εκκίνησης και την μνήμη για τις εφαρμογές. Όλες οι μνήμες στον AVR είναι γραμμικές.

Κατά την διάρκεια διακοπών και υπορουτίνων η διεύθυνση επιστροφής αποθηκεύεται στην στοίβα. Η στοίβα βρίσκεται στην SRAM και συνεπώς το μέγεθος της εξαρτάται μόνο από την μνήμη SRAM που διαθέτει ο κάθε επεξεργαστής και την χρησιμοποίηση της για αποθήκευση μεταβλητών. Ο δείκτης της στοίβας πρέπει να αρχικοποιείται κάθε φορά που αρχίζει ένα πρόγραμμα. Ο δείκτης της στοίβας είναι γενικά προσβάσιμος στην περιοχή I/O του μικροελεγκτή. Η μνήμη SRAM είναι προσβάσιμη μέσω πέντε τρόπων διευθυνσιοδότησης στην αρχιτεκτονική του AVR.

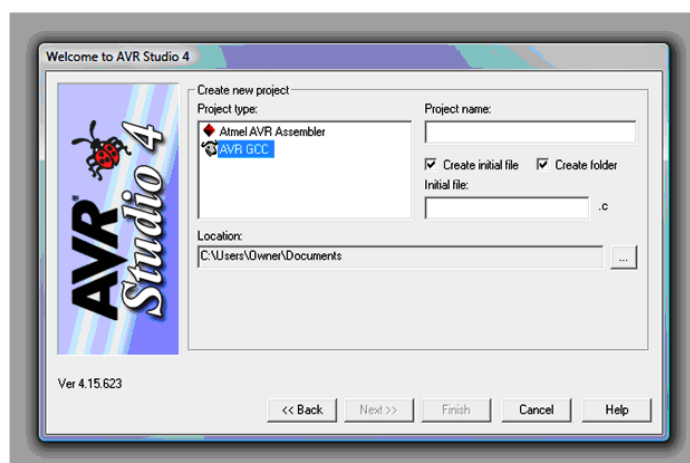
Ακόμα αξιοσημείωτα στην αρχιτεκτονική του AVR είναι το ευέλικτο σύστημα για την διαχείριση των διακοπών και οι 64 διευθύνσεις για περιφερειακές συσκευές.

# Παράρτημα Γ

## Ο STK 500

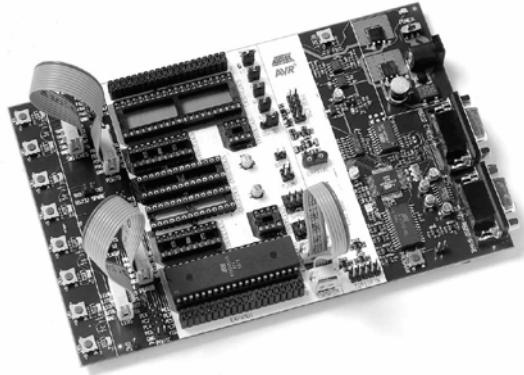
### Γενικά χαρακτηριστικά

Το AVR STK500 (εικόνα Γ.2) είναι μια ολοκληρωμένη αναπτυξιακή εκπαιδευτική πλατφόρμα που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη κώδικα σε μια μεγάλη γκάμα μικροελεγκτών. Απαιτείται μια εξωτερική τροφοδοσία 10-15volts και συνδέετε με ένα σειριακό καλώδιο στην σειριακή θύρα υπολογιστή.



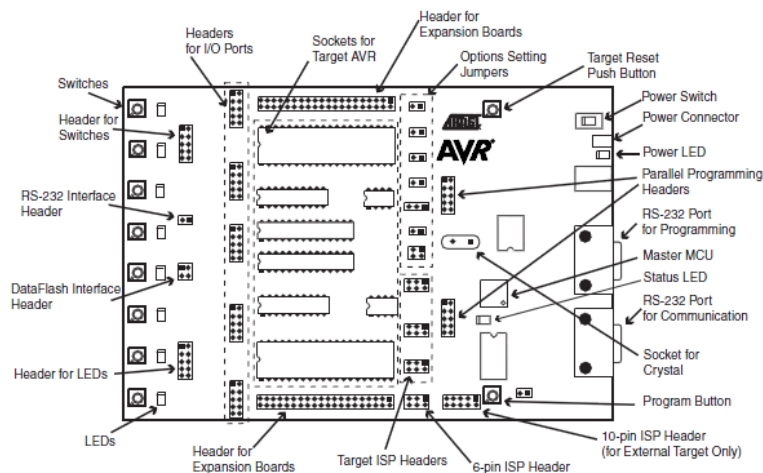
**Εικόνα Γ.1:** Το λογισμικό AVR Studio

Για την ανάπτυξη μιας εφαρμογής στον μικροελεγκτή είναι απαραίτητος ο σχεδιασμός και η υλοποίηση του πηγαίου κώδικα. Αυτό μπορεί να γίνει με την χρήση του AVR Studio 4 της ATMEL, <http://www.atmel.com/products/avr/> (εικόνα Γ.1) και με την βοήθεια του compiler CodeVision.



**Εικόνα Γ.2:** Ο STK 500 της ATMEL

Το CodeVision AVR είναι ένας από τους πολλούς C compilers που υπάρχουν στην αγορά διαθέσιμοι για τους μικροελεγκτές AVR. Αυτό που το κάνει να ξεχωρίζει είναι το εκπληκτικό γραφικό περιβάλλον προγραμματισμού και η ευκολία στην χρήση του. Αντίθετα με πολλούς compilers της C που έχουν αρχικά κατασκευαστεί για άλλους σκοπούς και τροποποιήθηκαν για να συμπεριλάβουν το σετ εντολών του μικροελεγκτή AVR, το CodeVision AVR έχει γραφεί ειδικά για τον μικροελεγκτή με αποτέλεσμα να εκμεταλλεύεται όλες τις δυνατότητες του. Σαν αποτέλεσμα παράγει ιδανικό πηγαίο κώδικα χωρίς σπατάλες. Τέλος έχει τον CodeWizard AVR generator, ένα πολύτιμο εργαλείο για την γρήγορη δημιουργία καινούργιων projects.



**Εικόνα Γ.3:** Εξαρτήματα STK 500

# Παράρτημα Δ

## Ο Multiplexer CD74HC4067

### Γενικά χαρακτηριστικά

Η συσκευή CD74HC4067 (εικόνα Δ.1) είναι ένας ψηφιακά ελεγχόμενος αναλογικός διακόπτης που χρησιμοποιεί τεχνολογία CMOS πυριτίου-gate, για να επιτύχουμε επιθυμητές ταχύτητες παρόμοιες με αυτές του LSTTL, με τη χαμηλή κατανάλωση ισχύος του προτύπου ολοκληρωμένων κυκλωμάτων CMOS. Μπορεί να πραγματοποιήσει λήψη ενός αναλογικού σήματος σε ψηφιακό με ανάγνωση από 16 συσκευές με μόνο 1 κανάλι ADC και 4 ακίδες ελέγχου. Είναι αμφίδρομοι διακόπτες επιτρέποντας έτσι οποιαδήποτε αναλογική εισόδου που θα χρησιμοποιηθεί ως έξοδος και αντίστροφα. Οι διακόπτες έχουν χαμηλή αντίσταση και επιπλέον αυτές οι συσκευές έχουν την δυνατότητα ελέγχου όταν η υψηλή τάση απενεργοποιήσει όλους τους διακόπτες.



**Εικόνα Δ.1:** Ο Multiplexer CD74HC4067

Στην εργασία μας στον multiplexer συνδέσαμε όλα τα αναλογικά σήματα και δρομολογεί στην έξοδό του το ζητούμενο κάθε φορά σήμα σύμφωνα με τον πίνακα αληθείας του κυκλώματος.

Εμείς χρησιμοποιήσαμε μόνο 3 εισόδους.

### **INPUTS - OUTPUT**

S0 S1 S2 S3 - Signal

**0000 - 0**

**0001 - 1**

**0010 - 2**

1100 - 3

0010 - 4

1010 - 5

0110 - 6

1110 - 7

0001 - 8

1001 - 9

0101 - 10

1101 - 11

0011 - 12

1011 - 13

0111 - 14

1111 - 15

Τα σήματα για την ενεργοποίηση των εισόδων που επιθυμούμε (0-1-2) θα πρέπει να τα στείλουμε από 4 ψηφιακές εξόδους του ATMEGA 32 στις εισόδους S0 S1 S2 S3 του Multiplexer.

Η αντιστοιχία εξόδων από τον ATMEGA 32 (PORTB Pins) προς τις εισόδους του Multiplexer (S Pins) είναι :

PORTB.1 - S0

PORTB.3 - S1

PORTB.5 - S2

PORTB.7 - S3

Έτσι η πρώτη αναλογική είσοδο διαβάζεται από την συνάρτηση void mux\_live (void), όπου αφορά την live θερμοκρασία που διαβάζει από τον αισθητήρα και η κατάσταση των pins είναι η εξής:

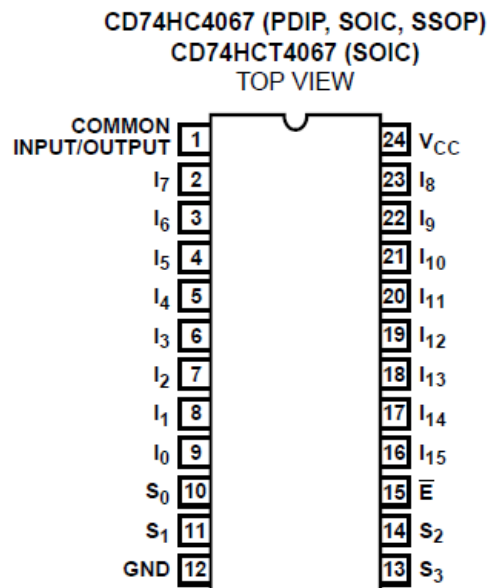
PORTB.1=0, PORTB.3=0, PORTB.5=0, PORTB.7=0

Η δεύτερη αναλογική είσοδο διαβάζεται από την συνάρτηση void mux\_Min (void), όπου αφορά το ελάχιστο όριο της θερμοκρασίας που έδωσε από το ποτενσιόμετρο ο χρήστης και η κατάσταση των pins είναι η εξής:

PORTB.1=0, PORTB.3=0, PORTB.5=0, PORTB.7=1

Η τρίτη αναλογική είσοδο διαβάζεται από την συνάρτηση void mux\_Max(void), όπου αφορά το μέγιστο όριο της θερμοκρασίας που έδωσε από το ποτενσιόμετρο ο χρήστης και η κατάσταση των pins είναι η εξής:

PORTB.1=0, PORTB.3=0, PORTB.5=1, PORTB.7=0



Εικόνα Δ.2: Σχέδιο των pins από το Multiplexer CD74HC4067

# Παράρτημα Ε

## ΠΗΓΑΙΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ

### Κώδικας του Main board για τον ATMEGA 8535

*Εισαγωγή βιβλιοθήκης εντολών για τον ATMEGA 8535*

```
#include <mega8535.h>
```

*Εισαγωγή βιβλιοθήκης εντολών για τις συναρτήσεις καθυστερήσεων*

```
#include <delay.h>
```

*Εισαγωγή βιβλιοθήκης εντολών για την πραγματοποίηση αριθμητικών πράξεων*

```
#include <stdlib.h>
```

*Ορισμός εξόδου που θα οδηγεί την οθόνη LCD*

```
#asm
```

```
    .equ __lcd_port=0x12 ;PORTD
```

```
#endasm
```

*Εισαγωγή βιβλιοθήκης εντολών για την οθόνη LCD*

```
#include <lcd.h>
```

## Συνάρτηση εισαγωγικών μηνυμάτων και καθυστέρησης εκκίνησης

*Η καθυστέρηση γίνεται για να προλάβει να κάνει ο υπολογιστής boot και να ανοίξει τα κατάλληλα προγράμματα.*

```
void intro (void)
```

```
{
```

*Εντολή καθαρισμού οθόνης*

```
lcd_clear();
```

*Εντολές εμφάνισης μηνυμάτων χαρακτήρων*

```
lcd_gotoxy(0,0);
```

```
lcd_putsf("    GREENHOUSE    ");
```

```
lcd_gotoxy(0,1);
```

```
lcd_putsf("  AUTOMATION SYSTEM  ");
```

```
lcd_gotoxy(0,2);
```

```
lcd_putsf("-----");
```

```
lcd_gotoxy(0,3);
```

```
lcd_putsf(" STAVROS VOULTSIDIS ");
```

*Εντολή καθυστέρησης που καθορίζει πόσο χρονικό διάστημα θα εμφανιστεί το παραπάνω μήνυμα*

```
delay_ms(1000);
```

*Ομοίως και για τα παρακάτω μηνύματα της συνάρτησης Intro*

```
lcd_clear();
```

```
lcd_gotoxy(0,0);
```

```
lcd_putsf("    Please Wait    ");
```

```
lcd_gotoxy(0,1);
```

```
lcd_putsf("  Server Start-Up  ");
```

```
lcd_gotoxy(0,2);
```

```
lcd_putsf(" ||");
```

```
lcd_gotoxy(0,3);
```

```
lcd_putsf("  Loading Files    ");
```

```
delay_ms(1000);
```

```
lcd_clear();
```

```
lcd_gotoxy(0,0);
```

```
lcd_putsf("    Please Wait    ");
```

```
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("  Server Start-Up  ");
lcd_gotoxy(0,2);
lcd_putsf("|||");
lcd_gotoxy(0,3);
lcd_putsf("  Loading Files  ");
delay_ms(1000);
```

```
lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("  Please Wait  ");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("  Server Start-Up  ");
lcd_gotoxy(0,2);
lcd_putsf("||||");
lcd_gotoxy(0,3);
lcd_putsf("  Loading Files  ");
delay_ms(1000);
```

```
lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("  Please Wait  ");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("  Server Start-Up  ");
lcd_gotoxy(0,2);
lcd_putsf("|||||");
lcd_gotoxy(0,3);
lcd_putsf("  Loading Files  ");
delay_ms(1000);
```

```
lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("  Please Wait  ");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("  Server Start-Up  ");
lcd_gotoxy(0,2);
```

```
lcd_putsf("|||||");
lcd_gotoxy(0,3);
lcd_putsf(" Loading Files ");
delay_ms(1000);
```

```
lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf(" Please Wait ");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf(" Server Start-Up ");
lcd_gotoxy(0,2);
lcd_putsf("|||||");
lcd_gotoxy(0,3);
lcd_putsf(" Loading Files ");
delay_ms(1000);
```

```
lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf(" Please Wait ");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf(" Server Start-Up ");
lcd_gotoxy(0,2);
lcd_putsf("||||||");
lcd_gotoxy(0,3);
lcd_putsf(" Loading Files ");
delay_ms(1000);
```

```
lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf(" Please Wait ");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf(" Server Start-Up ");
lcd_gotoxy(0,2);
lcd_putsf("||||||");
lcd_gotoxy(0,3);
```

```

lcd_putsf(" Loading Files ");
delay_ms(1000);

lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf(" Please Wait ");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf(" Server Start-Up ");
lcd_gotoxy(0,2);
lcd_putsf("||||||||");
lcd_gotoxy(0,3);
lcd_putsf(" Loading Files ");
delay_ms(1000);

lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf(" Please Wait ");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf(" Server Start-Up ");
lcd_gotoxy(0,2);
lcd_putsf("||||||||");
lcd_gotoxy(0,3);
lcd_putsf(" Loading O/S ");
delay_ms(1000);

lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf(" Please Wait ");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf(" Server Start-Up ");
lcd_gotoxy(0,2);
lcd_putsf("||||||||");
lcd_gotoxy(0,3);
lcd_putsf(" Loading O/S ");
delay_ms(1000);

```

```
lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("    Please Wait    ");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("  Server Start-Up  ");
lcd_gotoxy(0,2);
lcd_putsf("||||||||||||");
lcd_gotoxy(0,3);
lcd_putsf("    Loading O/S    ");
delay_ms(1000);
```

```
lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("    Please Wait    ");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("  Server Start-Up  ");
lcd_gotoxy(0,2);
lcd_putsf("||||||||||||");
lcd_gotoxy(0,3);
lcd_putsf("    Loading O/S    ");
delay_ms(1000);
```

```
lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("    Please Wait    ");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("  Server Start-Up  ");
lcd_gotoxy(0,2);
lcd_putsf("||||||||||||");
lcd_gotoxy(0,3);
lcd_putsf("    Loading O/S    ");
delay_ms(1000);
```

```
lcd_clear();
```

```
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("    Please Wait    ");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("  Server Start-Up  ");
lcd_gotoxy(0,2);
lcd_putsf("||||||||||||||||");
lcd_gotoxy(0,3);
lcd_putsf("Loading Applications");
delay_ms(1000);
```

```
lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("    Please Wait    ");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("  Server Start-Up  ");
lcd_gotoxy(0,2);
lcd_putsf("||||||||||||||||");
lcd_gotoxy(0,3);
lcd_putsf("Loading Applications");
delay_ms(1000);
```

```
lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("    Please Wait    ");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("  Server Start-Up  ");
lcd_gotoxy(0,2);
lcd_putsf("||||||||||||||||");
lcd_gotoxy(0,3);
lcd_putsf("Loading Applications");
delay_ms(1000);
```

```
lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("    Please Wait    ");
lcd_gotoxy(0,1);
```

```
lcd_putsf(" Server Start-Up ");
lcd_gotoxy(0,2);
lcd_putsf("||||||||||||||||");
lcd_gotoxy(0,3);
lcd_putsf("Loading Applications");
delay_ms(1000);
```

```
lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf(" Please Wait ");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf(" Server Start-Up ");
lcd_gotoxy(0,2);
lcd_putsf("||||||||||||||||");
lcd_gotoxy(0,3);
lcd_putsf("Loading Applications");
delay_ms(1000);
```

```
lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf(" Please Wait ");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf(" Server Start-Up ");
lcd_gotoxy(0,2);
lcd_putsf("||||||||||||||||");
lcd_gotoxy(0,3);
lcd_putsf("Loading Applications");
delay_ms(1000);
```

```
lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf(" Please Wait ");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf(" Server Start-Up ");
lcd_gotoxy(0,2);
lcd_putsf("||||||||||||||||");
```

```
lcd_gotoxy(0,3);  
lcd_putsf("    System Ready    ");  
delay_ms(1000);  
  
} //telos intro  
  
} //intro
```

## Συνάρτηση κατάστασης θερμοκρασίας (I/O – NORMAL – ALARM)

Εδώ γίνεται η επικοινωνία με την δεύτερη πλακέτα που αναλαμβάνει να ελέγχει τα επίπεδα της θερμοκρασίας με ΣΑΕ.

```
void temperature_status(void)
```

```
{
```

*Αν επαληθευτεί η συνθήκη ( η είσοδος στο pin 0 της εισόδου A να είναι ίσο με 1),*

```
    if ( PINA.0==1 )
```

*να εκτελεστούν οι εντολές*

```
    {
```

*Την έξοδο προς τον υπολογιστή (Temp NORMAL – ALARM) κάνε την 1*

```
        PORTC.0=1;
```

*Εμφάνισε τα μηνύματα*

```
        lcd_gotoxy(0,0);
```

```
        lcd_putsf("  SYSTEM STATUS  ");
```

```
        lcd_gotoxy(0,1);
```

```
        lcd_putsf("    [ NORMAL ]    ");
```

```
    }
```

*Αλλιώς*

```
        else {
```

*την έξοδο προς τον υπολογιστή (Temp NORMAL – ALARM) κάνε τη 0*

```
        PORTC.0=0;
```

*Εμφάνισε τα μηνύματα*

```
        lcd_gotoxy(0,0);
```

```
        lcd_putsf("  SYSTEM STATUS  ");
```

```
        lcd_gotoxy(0,1);
```

```
        lcd_putsf("    [ ALARM ]    ");
```

```
        lcd_gotoxy(0,3);
```

```
        lcd_putsf("TEMPERATURE : ALARM!");
```

```
        delay_ms(100);
```

```
    }
```

```
}//temperature_status
```

## Συνάρτηση κατάστασης αισθητηρίου καπνού (I/O – SMOKE DETECTION)

Εδώ γίνεται η επικοινωνία του ATMEGA8535 με τον αισθητήρα καπνού, αν ενεργοποιηθεί ακούγεται ο BUZZER και εμφανίζεται στο display της κεντρικής πλακέτας **ALARM - SMOKE DETECTED**.

```
void smoke_detection(void)
```

```
{
```

Αν από τον ανιχνευτή καπνού που συνδέεται στο pin 2 της εισόδου A έχουμε λογικό 0 ( 5Volt ), δηλαδή ενεργοποίηση

```
    if ( PINA.2 == 0 )
```

```
    {
```

ενεργοποίησε την ηχητική ειδοποίηση ( BUZZER)

```
        PORTB.4=1;
```

Εμφάνισε τα μηνύματα

```
        lcd_gotoxy(0,0);
```

```
        lcd_putsf("  SYSTEM STATUS  ");
```

```
        lcd_gotoxy(0,1);
```

```
        lcd_putsf("    [ ALARM ]    ");
```

```
        lcd_gotoxy(0,2);
```

```
        lcd_gotoxy(0,3);
```

```
        lcd_putsf("  SMOKE DETECTED  ");
```

```
        delay_ms(1000);
```

```
    }
```

Αλλιώς

```
        else{
```

απενεργοποίησε την ηχητική ειδοποίηση ( BUZZER)

```
        PORTB.4=0;
```

```
    }
```

```
} //smoke_detection
```

## Συνάρτηση ελέγχου από το web interface

Σε αυτή την συνάρτηση γίνεται η επικοινωνία του ATMEGA8535 μέσω της παράλληλης θύρας του server με το web interface, αν πάρει σήμα από το web ενεργοποιεί την αντλία και εμφανίζει στο display της κεντρικής πλακέτας **WATERING IN PROGRESS**.

```
void web_control(void)
```

```
{
```

Αν από την έξοδο της παράλληλης θύρας του υπολογιστή που συνδέεται στο pin 3 της εισόδου A έχουμε λογικό 1 (5Volt)

```
    if ( PINA.3 == 1)
```

```
    {
```

εμφάνισε τα μηνύματα

```
        lcd_gotoxy(0,3);
```

```
        lcd_putsf("WATERING IN PROGRESS");
```

ενεργοποίησε την αντλία ποτίσματος.

```
        PORTB.5=1;
```

```
    }
```

Αλλιώς

```
        else{
```

απενεργοποίησε την αντλία ποτίσματος

```
        PORTB.5=0;
```

```
        lcd_gotoxy(0,3);
```

```
        lcd_putsf("                ");
```

```
    }
```

```
}//web_control
```

## Συνάρτηση ελέγχου αντλίας από τον χώρο του θερμοκηπίου ( Manual )

Σε αυτή την συνάρτηση γίνεται η επικοινωνία με την συνάρτηση **mode\_select**, αν πάρει σήμα από ένα τοπικό *button* ενεργοποιεί την αντλία και εμφανίζει στο *display* της κεντρικής πλακέτας **WATERING IN PROGRESS**.

```
void manual_control(void)
```

```
{
```

Αν από το τοπικό *button* του θερμοκηπίου που συνδέεται στο pin 7 της εισόδου C έχουμε λογικό 0 ( 5Volt ), δηλαδή ενεργοποίηση

```
    if ( PINC.7 == 0 )
```

```
    {
```

εμφάνισε τα μηνύματα

```
        lcd_gotoxy(0,3);
```

```
        lcd_putsf("WATERING IN PROGRESS");
```

ενεργοποίησε την αντλία ποτίσματος

```
        PORTB.5=1;
```

```
    }
```

Αλλιώς

```
        else {
```

απενεργοποίησε την αντλία ποτίσματος

```
        PORTB.5=0;
```

```
        lcd_gotoxy(0,3);
```

```
        lcd_putsf("                ");
```

```
    }
```

```
}//manual_control
```

## Συνάρτηση Επιλογής τρόπου λειτουργίας ( Manual – Web )

Σε αυτή την συνάρτηση γίνεται επιλογή του τρόπου ποτίσματος τοπικά από το θερμοκήπιο από ένα button ή μέσω του web interface.

```
void mode_select(void)
{
  Αν το pin 7 της εισόδου Α έχουμε λογικό 0
    if(PINA.7==0){
      να εκτελεστεί η συνάρτηση manual_control
      manual_control();
      lcd_gotoxy(0,2);
      lcd_putsf("  MANUAL  MODE  ");
    }
    Αλλιώς
      else{
        να εκτελεστεί η συνάρτηση web_control
        web_control();
        lcd_gotoxy(0,2);
        lcd_putsf("  AUTO MODE (WEB)  ");
      }
} //mode_select
```

## Συνάρτηση κατάστασης αισθητηρίου πλημμύρας (I/O-LEAK DETECTION)

Εδώ γίνεται η επικοινωνία του ATMEGA8535 με τον αισθητήρα πλημμύρας, αν ενεργοποιηθεί (PINA.1 == 0), ενημερώνει το web, σταματά την αντλία ποτίσματος (αν δουλεύει), ακούγεται το BUZZER και εμφανίζεται στο display της κεντρικής πλακέτας **ALARM - LEAK DETECTED**.

```
void leak_detection(void)
```

```
{
```

*Αν ανιχνεύσεις νερό στο δάπεδο*

```
    if ( PINA.1 == 0 )
```

```
    {
```

*την έξοδο προς τον υπολογιστή (No Leak – LEAK ALARM) κάνε τη 1*

```
        PORTC.1=1;
```

*απενεργοποίησε την αντλία ποτίσματος*

```
        PORTB.5=0;
```

*ενεργοποίησε την ηχητική ειδοποίηση ( BUZZER)*

```
        PORTB.4=1;
```

```
        lcd_gotoxy(0,0);
```

```
        lcd_putsf("  SYSTEM STATUS  ");
```

```
        lcd_gotoxy(0,1);
```

```
        lcd_putsf("    [ ALARM ]    ");
```

```
        lcd_gotoxy(0,2);
```

```
        lcd_gotoxy(0,3);
```

```
        lcd_putsf("  LEAK DETECTED  ");
```

```
        delay_ms(100);
```

```
    }
```

*Αλλιώς*

```
        else{
```

```
        PORTC.1=0;    //  έξοδος  προς  τον  υπολογιστή,
```

*ενημέρωση interface*

```
        PORTB.4=0; // σταμάτα ηχητική ειδοποίηση ( BUZZER)
```

*να εκτελεστεί η συνάρτηση mode\_select*

```
        mode_select();
```

```
    }
```

```
} //leak_detection
```

## Συνάρτηση κατάστασης αντλίας ποτίσματος (I/O – ACTIVE - INACTIVE )

*Έλεγχος κατάστασης αντλίας με ενημέρωση του υπολογιστή.*

```
void pump_status(void)
{
    Αν η αντλία δουλεύει
        if ( PINA.6 == 1 )
        {
            την έξοδο προς τον υπολογιστή (PUMP ACTIVE - INACTIVE) κάνε τη 0
                PORTC.2=0;
        }
        Αλλιώς
            else{
            την έξοδο προς τον υπολογιστή (PUMP ACTIVE - INACTIVE) κάνε τη 1
                PORTC.2=1;
            }
} //pump_status
```

## Συνάρτηση κατάστασης αισθητηρίου κίνησης (IO – MOTION DETECTION )

Εδώ γίνεται η επικοινωνία του ATMEGA8535 με τον αισθητήρα κίνησης, αν ενεργοποιηθεί εμφανίζεται στο *display* της κεντρικής πλακέτας **ALARM - MOTION DETECTED**.

```
void motion_detection(void)
```

```
{
```

Αν από τον ανιχνευτή κίνησης που συνδέεται στο pin 4 της εισόδου A έχουμε λογικό 0 ( 5Volt ), δηλαδή ενεργοποίηση

```
    if ( PINA.4 == 0 )
```

```
    {
```

```
        lcd_gotoxy(0,0);
```

```
        lcd_putsf("  SYSTEM STATUS  ");
```

```
        lcd_gotoxy(0,1);
```

```
        lcd_putsf("    [ ALARM ]    ");
```

```
        lcd_gotoxy(0,2);
```

```
        lcd_gotoxy(0,3);
```

```
        lcd_putsf("  MOTION DETECTED  ");
```

```
        delay_ms(100);
```

```
    }
```

αλλιώς

```
        else{ }
```

```
}//motion_detection
```

## Συνάρτηση κατάστασης θύρας (I/O – OPENED - CLOSED )

Στην συνάρτηση αυτή γίνεται έλεγχος για την κατάσταση της εισόδου του θερμοκηπίου (ανοιχτή ή κλειστή), με ενημέρωση του web interface .

```
void door_status(void)
```

```
{
```

Αν στο pin 5 της εισόδου Α έχουμε λογικό 0 ( 5Volt ), δηλαδή ενεργοποίηση

```
    if ( PINA.5 == 0 )
```

```
    {
```

την έξοδο προς τον υπολογιστή (DOOR OPENED - CLOSED) κάνε τη 0 (πόρτα κλειστή)

```
        PORTC.3=0;
```

```
    }
```

Αλλιώς

```
        else{
```

την έξοδο προς τον υπολογιστή (DOOR OPENED - CLOSED) κάνε τη 1 (πόρτα ανοιχτή)

```
            PORTC.3=1;
```

```
        }
```

```
}//door_status
```

## Συνάρτηση συστήματος θερμοκηπίου

Εδώ κάνουμε κλίση τις συναρτήσεις που έχουμε για τον ATMEGA 8535, τις συγκεντρώνουμε δηλαδή σε μία.

```
void greenhouse(void)
```

```
{
```

*Κλίση της συνάρτησης κατάσταση θερμοκρασίας*

```
temperature_status();
```

*Κλίση της συνάρτησης κατάσταση αισθητηρίου πλημμύρας*

```
leak_detection();
```

*Κλίση της συνάρτησης κατάσταση αισθητηρίου καπνού*

```
smoke_detection();
```

*Κλίση της συνάρτησης κατάσταση αντλίας ποτίσματος*

```
pump_status();
```

*Κλίση της συνάρτησης κατάσταση αισθητηρίου κίνησης*

```
motion_detection();
```

*Κλίση της συνάρτησης κατάσταση θύρας*

```
door_status();
```

```
} //greenhouse
```

## Συνάρτηση main

*Έχουμε την κεντρική συνάρτηση main.*

```
void main(void)  
{  
Εντολή εμφάνισης εισαγωγικών μηνυμάτων και καθυστερήσεων  
intro();  
Εντολή εισαγωγής σε άεναη επανάληψη...  
while (1)  
{  
Εντολές λειτουργίας συναρτήσεων προγράμματος  
greenhouse();  
}; //while  
}; //main
```

## Κώδικας του Temp\_board System για τον ATMEGA 32

*Εισαγωγή βιβλιοθήκης εντολών για τον ATMEGA 32.*

```
#include <mega32.h>
```

*Εισαγωγή βιβλιοθήκης εντολών για τις συναρτήσεις καθυστερήσεων*

```
#include <delay.h>
```

*Εισαγωγή βιβλιοθήκης εντολών για την πραγματοποίηση αριθμητικών πράξεων*

```
#include <stdlib.h>
```

*Ορισμός εξόδου που θα οδηγεί την οθόνη LCD*

```
#asm
```

```
    .equ __lcd_port=0x12 ;PORTD
```

```
#endasm
```

*Εισαγωγή βιβλιοθήκης εντολών για την οθόνη LCD*

```
#include <lcd.h>
```

*Ορισμός των μεταβλητών (πίνακες) που θα περιέχουν αριθμούς*

```
float adc_data[3],Temp[3];
```

*Ορισμός των μεταβλητών (πίνακες) που θα περιέχουν χαρακτήρες..*

```
char lcd_adc_data_LiveTemp[7];
```

```
char lcd_adc_data_MinTemp[7];
```

```
char lcd_adc_data_MaxTemp[7];
```

*Ορισμός της αναλογικής εισόδου για τον αναλογικό μετατροπέα (ADC) του ATMEGA 32*

```
#define ADC_VREF_TYPE 0x40
```

## Συνάρτηση Εντολής προς τον Multiplexer για ενεργοποίηση της εισόδου LIVE Θερμοκρασίας - είσοδος 0 του Multiplexer άρα απαιτούμενη BINARY 0000

```
void mux_live (void)
```

```
{
```

*Καθορισμός της BINARY 0000 στα αντίστοιχα PINS της B εισόδου του ATMEGA 32*

```
PORTB.1=0, PORTB.3=0, PORTB.5=0, PORTB.7=0;
```

*Ενεργοποίηση του αναλογικού μετατροπέα ADC του ATMEGA 32 για να διαβάσει το αναλογικό σήμα που του στέλνει ο Multiplexer και αποθήκευση της τιμής στην θέση [0] του πίνακα adc\_data*

```
ADCSRA|=0x40;
```

```
adc_data[0]=ADCW;
```

*Μετατροπή της τιμής εισόδου σε βαθμούς κελσίου σύμφωνα με την τάση εισόδου από το αισθητήριο που αναγράφεται στο manual του κατασκευαστή και αποθήκευση της τιμής στην θέση [0] του πίνακα Temp*

```
Temp[0]=adc_data[0]*0.5;
```

*Μετατροπή της τιμής εισόδου από αριθμητικά δεδομένα σε δεδομένα χαρακτήρων για να μπορέσει η οθόνη LCD να τα απεικονίσει*

```
ftoa(Temp[0],0,lcd_adc_data_LiveTemp); //metatroph se char gia na  
mporesei na emfanistei stin othoni
```

```
} //mux_live
```

## Συνάρτηση Εντολής προς τον Multiplexer για ενεργοποίηση της εισόδου MIN Θερμοκρασίας – είσοδος 1 του Multiplexer άρα απαιτούμενη BINARY 0001

```
void mux_Min (void)
```

```
{
```

*Καθορισμός της BINARY 0001 στα αντίστοιχα PINS της B εισόδου του ATMEGA 32*

```
PORTB.1=0, PORTB.3=0, PORTB.5=0, PORTB.7=1;
```

*Ενεργοποίηση του αναλογικού μετατροπέα ADC του ATMEGA 32 για να διαβάσει το αναλογικό σήμα που του στέλνει ο Multiplexer και αποθήκευση της τιμής στην θέση [1] του πίνακα adc\_data*

```
ADCSRA|=0x40;
```

```
adc_data[1]=ADCW;
```

*Μετατροπή της τιμής εισόδου σε βαθμούς κελσίου σύμφωνα με την τάση εισόδου από το αισθητήριο που αναγράφεται στο manual του κατασκευαστή και αποθήκευση της τιμής στην θέση [1] του πίνακα Temp*

```
Temp[1]=adc_data[1]/50
```

*Μετατροπή της τιμής εισόδου από αριθμητικά δεδομένα σε δεδομένα χαρακτήρων για να μπορέσει η οθόνη LCD να τα απεικονίσει*

```
ftoa(Temp[1],0,lcd_adc_data_MinTemp);
```

```
} //mux_Min
```

## Συνάρτηση Εντολής προς τον Multiplexer για ενεργοποίηση της εισόδου MAX Θερμοκρασίας - είσοδος 2 του Multiplexer άρα απαιτούμενη BINARY 0010

```
void mux_Max(void)
```

```
{
```

*Καθορισμός της BINARY 0010 στα αντίστοιχα PINS της B εισόδου του ATMEGA 32*

```
PORTB.1=0, PORTB.3=0, PORTB.5=1, PORTB.7=0;
```

*Ενεργοποίηση του αναλογικού μετατροπέα ADC του ATMEGA 32 για να διαβάσει το αναλογικό σήμα που του στέλνει ο Multiplexer και αποθήκευση της τιμής στην θέση [2] του πίνακα adc\_data*

```
ADCSRA|=0x40;
```

```
adc_data[2]=ADCW;
```

*Μετατροπή της τιμής εισόδου σε βαθμούς κελσίου σύμφωνα με την τάση εισόδου από το αισθητήριο που αναγράφεται στο manual του κατασκευαστή και αποθήκευση της τιμής στην θέση [2] του πίνακα Temp*

```
Temp[2]=adc_data[2]/50
```

*Μετατροπή της τιμής εισόδου από αριθμητικά δεδομένα σε δεδομένα χαρακτήρων για να μπορέσει η οθόνη LCD να τα απεικονίσει*

```
ftoa(Temp[2],0,lcd_adc_data_MaxTemp);
```

```
} //mux_Max
```

## Συνάρτηση Ανάγνωσης της LIVE θερμοκρασίας και απεικόνισής της στην οθόνη LCD

```
void read_LIVE_temp (void)
```

```
{
```

*Συνάρτηση Ανάγνωσης της LIVE θερμοκρασίας από τον Multiplexer.*

```
mux_live();
```

*Εντολή για εγγραφή στην πρώτη (επάνω) γραμμή της οθόνης LCD και στην πρώτη ελεύθερη θέση χαρακτήρα αριστερά.*

```
lcd_gotoxy(0,0);
```

*Εντολή εμφάνισης μηνύματος χαρακτήρων "LIVE"*

```
lcd_putsf("Live:");
```

*Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή lcd\_adc\_data\_LiveTemp*

```
lcd_puts(lcd_adc_data_LiveTemp);
```

*Εντολή εμφάνισης μηνύματος "^C"*

```
lcd_putsf("^C");
```

*Εντολή για εγγραφή στην δεύτερη (κάτω) γραμμή της οθόνης LCD και στην πρώτη ελεύθερη θέση χαρακτήρα αριστερά.*

```
lcd_gotoxy(0,1);
```

*Εντολή εμφάνισης μηνύματος χαρακτήρων "MIN"*

```
lcd_putsf("MIN:");
```

*Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή lcd\_adc\_data\_MinTemp*

```
lcd_puts(lcd_adc_data_MinTemp);
```

*Εντολή εμφάνισης μηνύματος "| "*

```
lcd_putsf(" | ");
```

*Εντολή εμφάνισης μηνύματος "MAX:"*

```
lcd_putsf("MAX:");
```

*Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή lcd\_adc\_data\_MaxTemp*

```
lcd_puts(lcd_adc_data_MaxTemp);
```

```
}//read_live_temp
```

## Συνάρτηση Ανάγνωσης της MIN θερμοκρασίας και απεικόνισής της στην οθόνη LCD

```
void read_MIN_temp (void)
{
    Συνάρτηση Ανάγνωσης της MIN θερμοκρασίας από τον Multiplexer
    mux_Min();

    //lcd_clear();
    lcd_gotoxy(0,0);
    lcd_putsf("Live:");
    lcd_puts(lcd_adc_data_LiveTemp);
    lcd_putsf("^C");

    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("MIN:");
    lcd_puts(lcd_adc_data_MinTemp);
    lcd_putsf(" | ");
    lcd_putsf("MAX:");
    lcd_puts(lcd_adc_data_MaxTemp);

} //read_MIN_temp
```

## Συνάρτηση Ανάγνωσης της MAX θερμοκρασίας και απεικόνισής της στην οθόνη LCD

```
void read_MAX_temp (void)
```

```
{
```

*Συνάρτηση Ανάγνωσης της MAX θερμοκρασίας από τον Multiplexer*

```
mux_Max();
```

*Ομοίως και εδώ δεν αλλάζει τίποτε άλλο σε σχέση με την read\_LIVE\_temp*

```
lcd_clear();
```

```
lcd_gotoxy(0,0);
```

```
lcd_putsf("Live:");
```

```
lcd_puts(lcd_adc_data_LiveTemp);
```

```
lcd_putsf("^C");
```

```
lcd_gotoxy(0,1);
```

```
lcd_putsf("MIN:");
```

```
lcd_puts(lcd_adc_data_MinTemp);
```

```
lcd_putsf(" | ");
```

```
lcd_putsf("MAX:");
```

```
lcd_puts(lcd_adc_data_MaxTemp);
```

```
}//read_MAX_temp
```

## Συνάρτηση ενεργοποίησης ALARM και απεικόνισής της στην οθόνη LCD

```
void alarm (void)
```

```
{
```

*Αν επαληθευτεί η συνθήκη ( η τρέχουσα θερμοκρασία να είναι μικρότερη από την ισχύουσα MIN θερμοκρασία),*

```
if ( Temp[0]<Temp[1] )
```

*να εκτελεστούν οι εντολές*

```
{
```

*Εντολή για εγγραφή στην πρώτη (επάνω) γραμμή της οθόνης LCD και στην πρώτη ελεύθερη θέση χαρακτήρα αριστερά*

```
lcd_gotoxy(0,0);
```

*Εντολή εμφάνισης μηνύματος χαρακτήρων "LIVE"*

```
lcd_putsf("Live:");
```

*Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή lcd\_adc\_data\_LiveTemp*

```
lcd_puts(lcd_adc_data_LiveTemp);
```

*Εντολή εμφάνισης μηνύματος "^C ALARM"*

```
lcd_putsf("^C ALARM!");
```

*Εντολή για εγγραφή στην δεύτερη (κάτω) γραμμή της οθόνης LCD και στην πρώτη ελεύθερη θέση χαρακτήρα αριστερά*

```
lcd_gotoxy(0,1);
```

*Εντολή εμφάνισης μηνύματος χαρακτήρων "MIN"*

```
lcd_putsf("MIN:");
```

*Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή lcd\_adc\_data\_MinTemp*

```
lcd_puts(lcd_adc_data_MinTemp);
```

*Εντολή εμφάνισης μηνύματος "|"*

```
lcd_putsf(" | ");
```

*Εντολή εμφάνισης μηνύματος "MAX:"*

```
lcd_putsf("MAX:");
```

*Εντολή εμφάνισης της τιμής που περιέχει η μεταβλητή lcd\_adc\_data\_MaxTemp*

```
lcd_puts(lcd_adc_data_MaxTemp);
```

*Εντολή ενεργοποίησης του ALARM και του κλιματισμού*

```
PORTC.0=1;
```

*Εντολή ενεργοποίησης λειτουργίας θέρμανσης*

```
PORTC.1=1;
```

*Εντολή απενεργοποίησης λειτουργίας Ψύξης*

```
PORTC.7=0;
```

```
}//if
```

*Αλλιώς αν επαληθευτεί η συνθήκη ( η τρέχουσα θερμοκρασία να είναι μεγαλύτερη από την ισχύουσα MAX θερμοκρασία),*

```
else if ( Temp[0]>Temp[2] )
```

*να εκτελεστούν οι εντολές*

```
{
```

```
lcd_gotoxy(0,0);
```

```
lcd_putsf("Live:");
```

```
lcd_puts(lcd_adc_data_LiveTemp);
```

```
lcd_putsf("^C ALARM!");
```

```
lcd_gotoxy(0,1);
```

```
lcd_putsf("MIN:");
```

```
lcd_puts(lcd_adc_data_MinTemp);
```

```
lcd_putsf(" | ");
```

```
lcd_putsf("MAX:");
```

```
lcd_puts(lcd_adc_data_MaxTemp);
```

*Εντολή ενεργοποίησης του ALARM και του κλιματισμού*

```
PORTC.0=1;
```

*Εντολή απενεργοποίησης λειτουργίας θέρμανσης*

```
PORTC.1=0;
```

*Εντολή ενεργοποίησης λειτουργίας Ψύξης*

```
PORTC.7=1;
```

```
}//if
```

*Αλλιώς αφού δεν ισχύει καμιά απ τις παραπάνω συνθήκες,*

```
else
```

*να εκτελεστούν οι εντολές*

```
{
```

```
lcd_gotoxy(0,0);
```

```
lcd_putsf("Live:");
```

```
lcd_puts(lcd_adc_data_LiveTemp);
```

```
lcd_putsf("^C NORMAL");
```

```
lcd_gotoxy(0,1);
```

```
lcd_putsf("MIN:");
```

```
lcd_puts(lcd_adc_data_MinTemp);
```

```
lcd_putsf(" | ");
```

```
lcd_putsf("MAX:");
```

```
lcd_puts(lcd_adc_data_MaxTemp);
```

*Εντολή απενεργοποίησης του ALARM και του κλιματισμού*

```
PORTC.0=0;
```

*Εντολή απενεργοποίησης λειτουργίας θέρμανσης*

```
PORTC.1=0;
```

*Εντολή απενεργοποίησης λειτουργίας ψύξης.*

```
PORTC.7=0;
```

```
}
```

```
//alarm
```

## Συνάρτηση Main

```
void main(void)
{
    Εντολή εισαγωγής σε αέναη επανάληψη
    while (1)
    {
        Εντολή καθυστέρησης της τάξης των 50ms
        delay_ms(50);

        Εντολές λειτουργίας συναρτήσεων προγράμματος
        read_LIVE_temp();
        read_MIN_temp();
        read_MAX_temp();
        alarm();

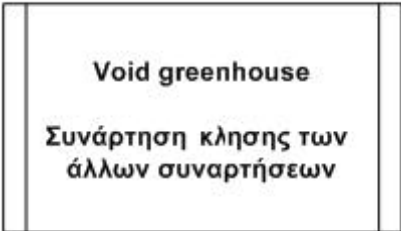
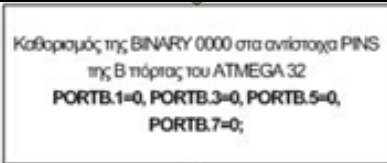
    }; //while
}; //main
```



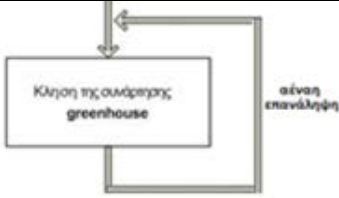


# Παράρτημα ΣΤ

## ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΤΩΝ ΛΟΓΙΚΩΝ

### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Πίνακας συμβόλων των λογικών διαγραμμάτων

ΣΥΜΒΟΛΟ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ
	όνομα συνάρτησης και μικρή περιγραφή του σκοπού της
	επεξήγηση πλήθους εντολών που αφορούν μια διαδικασία

	<p>διπλή συνθήκη</p>
	<p>τριπλή συνθήκη</p>
	<p>αέναη επανάληψη πλήθους εντολών</p>
	<p>διακοπή και συνέχεια λογικού διαγράμματος όταν δεν υπάρχει χώρος σχεδίασης</p>
	<p>κατεύθυνση εκτέλεσης προγράμματος</p>

