



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ

**ΤΙΤΛΟΣ:** “Αυτόνομη Λειτουργία Πλήρους Ελεγχόμενου Θερμοκηπίου από Φωτοβολταϊκό Σύστημα και Έλεγχος Εσωτερικών Δεδομένων”

“Autonomous operation fully controlled greenhouse from photovoltaic system and control of internal data”



**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ :** Παντελής Β. Μαλατέστας

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ :** Καρρά Γιολάντα Γεωργία    Α.Μ. 33914  
Γεωργιάδης Φώτιος                            Α.Μ. 31092

**ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2012**

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ:**

### **Πρόλογος**

#### **1. Ανάπτυξη των Φυτών και το Περιβάλλον**

- 1.1 Στοιχειώδης Φυσιολογία
  - 1.1.1 Φώς – Ηλιακή ακτινοβολία, Φωτοσύνθεση και αναπνοή
  - 1.1.2 Φωτοσύνθεση και CO<sub>2</sub>
  - 1.1.3 Θερμοκρασία του αέρα και διαπνοή
- 1.2 Περιβαλλοντικοί Παράγοντες
  - 1.2.1 Κλιματολογικοί Παράγοντες
    - 1.2.1.1 Υγρασία Αέρος
  - 1.2.2 Εδαφικοί Παράγοντες
    - 1.2.2.1 Θερμοκρασία Εδάφους
    - 1.2.2.2 Υγρασία Εδάφους
    - 1.2.2.3 pH

#### **2. Χαρακτηριστικά του Θερμοκηπίου**

- 2.1 Τύποι θερμοκηπίων
- 2.2 Υλικά Κατασκευής του Θερμοκηπίου
  - 2.2.1 Η Στέγη του Θερμοκηπίου
  - 2.2.2 Η Κάλυψη του Θερμοκηπίου.
- 2.3 Συστήματα Ελέγχου Κλίματος του Θερμοκηπίου
  - 2.3.1 Σύστημα ελέγχου Φωτισμού
  - 2.3.2 Σύστημα Θέρμανσης
  - 2.3.3 Σύστημα Εξαερισμού και Ψύξης
  - 2.3.4 Σύστημα παραγωγής CO<sub>2</sub>

#### **3. Πολλαπλασιασμός**

- 3.1 Μοντέλο Θερμοκηπίου και Υποσυστήματα
  - 3.1.1 Υποσυστήματα
- 3.2 Συνθήκες ατμόσφαιρας στο σπορείο
- 3.3 Επίδραση νεαρών φυτών τομάτας σε χαμηλές θερμοκρασίες
- 3.4 Συνθήκες στο θερμοκήπιο
  - 3.4.1 Θερμοκρασία αέρος
  - 3.4.2 Θερμοκρασία εδάφους
  - 3.4.3 Υγρασία αέρος
  - 3.4.4 Εμπλουτισμός με Διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub>
- 3.5 Αρδευτικό Σύστημα
  - 3.5.1 Προσδιορισμός Αναγκών σε Νερό
    - 3.5.1.1 Συχνότητα Άρδευσης

## **4. Το Μοντέλο του Θερμοκηπίου και Αισθητήρες**

### 4.1 Αισθητήρες και Κατηγορίες τους

#### 4.1.1 Κατηγορίες Αισθητήρων

##### 4.1.1 Μηχανικοί Αισθητήρες

##### 4.1.2 Θερμικοί Αισθητήρες

##### 4.1.3 Χημικοί Αισθητήρες

### 4.2 Είδη Αισθητήρων

#### 4.2.1 Αισθητήρας Θερμοκρασίας

##### 4.2.1.1 Αισθητήρας Θερμοκρασίας γενικής χρήσης

#### 4.2.2 Αισθητήρας KNX CO<sub>2</sub>, Υγρασίας και Θερμοκρασίας AP

#### 4.2.3 Αισθητήρας Υγρασίας

##### 4.2.3.1 Αυτόματη Άρδευση με εξοικονόμηση νερού

##### 4.2.3.2 Συσκευή Προγραμματισμού νερού C1060 solar plus

## **5. Ψύξη και Θέρμανση Θερμοκηπίου**

### 5.1 Αντλίες Θερμότητας

## **6. Inverter**

### 6.1 Όροι για την Τεχνολογία SMA Multicluster

#### 6.1.1 Αυτόνομο Δίκτυο

#### 6.1.2 Πλέγμα

#### 6.1.3 Σύστημα Multicluster

#### 6.1.4 Multicluster Box

#### 6.1.5 Κεντρική Συσκευή

#### 6.1.6 Εξαρτώμενη Συσκευή

#### 6.1.7 Κύριο Πλέγμα

#### 6.1.8 Πλέγμα Προέκτασης

## **7. Ρυθμιστές Φόρτισης**

## **8. Φωτοβολταϊκά Συστήματα**

### 8.1 Γενικές Πληροφορίες Πάνω στα Φωτοβολταϊκά

### 8.2 Τι Είναι τα φωτοβολταϊκά και πως Λειτουργούν

### 8.3 Βασική Λειτουργία των Φωτοβολταϊκών

### 8.4 Τα Φωτοβολταϊκά και τα Πλεονεκτήματά τους

### 8.5 Φωτοβολταϊκά και οι Εφαρμογές τους

### 8.6 Φωτοβολταϊκά Πάνελ σε Συνδυασμό με Μπαταρίες

## **9. Επεξεργαστής Z80**

### 9.1 Περιγραφή Υλικού

- 9.2 Η Γεννήτρια Ρολογιού του Z80
- 9.3 Κλείδωμα Μηδενισμού
- 9.4 Z80 PIO (Parallel Input – Output)
  - 9.4.1 Εσωτερική Δομή της PIO
- 9.5 Προγραμματιζόμενοι Καταχωρητές του Z80
  - 9.5.1 Καταχωρητές Ειδικής Χρήσης
  - 9.5.2 Καταχωρητές Γενικής Χρήσης
- 9.6 Σύστημα Ελέγχου
- 9.7 CPU Control
- 9.8 A – D Converter
- 9.9 Μνήμη

## **10. Τα Διαγράμματα Ροής**

- 10.1 Γενικά
- 10.2 Αρχικοποιήσεις
- 10.3 Έλεγχος Σχετικής Υγρασίας
- 10.4 Έλεγχος Θερμοκρασίας
- 10.5 Έλεγχος Φωτός
- 10.6 Έλεγχος Συγκέντρωσης CO<sub>2</sub>
- 10.7 Έλεγχος Υγρασίας Εδάφους
- 10.8 Έλεγχος Βροχής και Αέρος
- 10.9 Καθυστέρηση

## **11. Βιβλιογραφία**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πτυχιακή εργασία την οποία αναλύσαμε έχει ως σκοπό τον σχεδιασμό και την δημιουργία ενός θερμοκηπίου που θα τροφοδοτείται από φωτοβολταϊκό σύστημα παραγωγής ενέργειας καθώς και τον έλεγχο των εσωτερικών δεδομένων – περιβαλλοντολογικές συνθήκες – του θερμοκηπίου με την χρήση θερμικών και χημικών αισθητήρων.

Αυτή η κατασκευή δίνει την δυνατότητα να παράγουμε μεγαλύτερο όγκο εμπορεύσιμης ύλης χωρίς τον φόβο της καταστροφής του και ταυτόχρονα με την χρήση του φωτοβολταϊκού συστήματος παράγουμε ενέργεια συμβάλλοντας στην ανάπτυξη του τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και στην προστασία του πλανήτη.

Οι αισθητήρες που θα χρησιμοποιηθούν για την σταθεροποίηση των συνθηκών στο εσωτερικό του θερμοκηπίου για την μη μείωση της παραγωγής. Κατ' ουσίαν οι αισθητήρες είναι μετατροπείς που δέχονται φυσικοχημικά δεδομένα (θερμοκρασία, πίεση, υγρασία, συγκέντρωση CO<sub>2</sub>, κ.ο.κ ) και τα μετατρέπουν σε ηλεκτρικό σήμα. Για την αξιοποίηση του ηλεκτρικού σήματος που λαμβάνουμε από τους αισθητήρες μπορούμε να το αξιοποιήσουμε και να το δεχτούμε ως δεδομένο όταν θα τροποποιηθεί από έναν επεξεργαστή όπου στην περίπτωση μας μπορεί να είναι ένας τελεστικός ενισχυτής.

Στην Ελλάδα έχουμε την δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε την ηλιακή ακτινοβολία και την ένταση φωτισμού του ήλιου λόγο των καιρικών συνθηκών που επικρατούν κατά το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα του χρόνου. Για τον λόγο αυτό και στην εργασία αυτή επικεντρωνόμαστε στην χρήση των φωτοβολταϊκού συστήματος για την τροφοδοσία του θερμοκηπίου.

Θα αναλυθούν, λοιπόν, το τι θα χρειαστεί για να πραγματοποιηθεί ένα εγχείρημα όπως αυτό στην πραγματικότητα.

# 1. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

## 1.1 Στοιχειώδης Φυσιολογία

Τα φυτά, όπως και κάθε ζωντανός οργανισμός, περνούν από διάφορα στάδια ανάπτυξης (σπόρος – βλαστός – ενήλικο φυτό – μαρασμός). Η φωτοσύνθεση, η αναπνοή και η διαπνοή είναι οι βασικότερες αντιδράσεις που συμβαίνουν σε ένα φυτό και σε συνδυασμό με τις περιβαλλοντικές συνθήκες συντελούν στην πραγματοποίηση ενός σωστού και ολοκληρωμένου κύκλου ζωής και ανάπτυξης. Παρακάτω αναπτύσσονται αναλυτικά οι αντιδράσεις αυτές του φυτού.

### 1.1.1 Φως – Ηλιακή Ακτινοβολία, Φωτοσύνθεση και Αναπνοή

Από τους σημαντικότερους παράγοντες ανάπτυξης των φυτών είναι το φως, όπου προέρχεται από την ηλιακή ακτινοβολία. Η ηλιακή ακτινοβολία είναι η σημαντικότερη πηγή ενέργειας όχι μόνο για τα φυτά, αλλά και για όλους πολυκυτταρικούς οργανισμούς. Υπό την επίδραση του φωτός το CO<sub>2</sub> και το νερό μετατρέπονται σε σάκχαρα που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη του φυτού. Η αντίδραση αυτή ονομάζεται φωτοσύνθεση. Με την αύξηση του φωτός αυξάνεται και ο ρυθμός φωτοσύνθεσης και κατά συνέπεια και παραγωγή των σακχάρων. Το φως χρησιμεύει σε πολλές λειτουργίες του φυτού, όπως η παραγωγή της χλωροφύλλης, το σχήμα και το μέγεθος των φύλλων και των πετάλων.

Το φως έχει κλιμακώσεις από εποχή σε εποχή – καλοκαίρι με χειμώνα – αλλά και από την μετάβαση από την μέρα στην νύχτα. Επίσης οι απαιτήσεις των καλλιεργειών σε φως διαφέρουν ανάλογα το είδος του φυτού, το στάδιο της ανάπτυξής του και διάφορους άλλους λόγους.

#### ❖ Καλοκαίρι – Χειμώνας

Κατά τους χειμερινούς μήνες που η διάρκεια της ημέρας είναι μικρή και η φωτεινότητα χαμηλή σε ένταση παρατηρείται ότι η ανάπτυξη των καλλιεργειών δεν είναι ικανοποιητική. Οπότε χρήζεται απαραίτητη η χρήση του τεχνητού φωτισμού. Όταν η ένταση του φωτός φτάνει περίπου στα 15 W/ m<sup>2</sup> και ο ρυθμός φωτοσύνθεσης κυμαίνεται στα 0,2CO<sub>2</sub> /m<sup>2</sup> ανά ώρα χωρίς ανθρώπινη επέμβαση, χρησιμοποιώντας τεχνητό φωτισμό και αυξήσουμε την ένταση του φωτός στα 30W/m<sup>2</sup> ο ρυθμός της φωτοσύνθεσης αυτομάτως αυξάνεται στα 0,4 CO<sub>2</sub> /m<sup>2</sup> ανά ώρα. Παρατηρούμε ότι έχουμε αύξηση κατά 100% .

Σε αντίθεση στους καλοκαιρινούς μήνες η ηλιακή ακτινοβολία βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα. Η αύξηση αυτή προκαλεί και αύξηση στην θερμοκρασία όπου σε υψηλούς βαθμούς προκαλεί ανωμαλίες στον μηχανισμό της φωτοσύνθεσης και στην απορρόφηση του νερού και των θρεπτικών ουσιών. Για την προστασία των καλλιεργειών από το φαινόμενο αυτό χρησιμοποιούμε κουρτίνες σκίασης. Οι κουρτίνες μπορούν να

προσφέρουν 30% σκίαση. Το ποσοστό αυτό σκίασης σε μία ένταση φωτός  $300\text{W}/\text{m}^2$  την μειώνει στα  $210\text{W}/\text{m}^2$ . Αυτή η μείωση σε φυτά με πολλαπλές στρώσεις φύλλων (π.χ. τομάτας) μειώνει τον ρυθμό της φωτοσύνθεσης ενώ σε φυτά με μία στρώση φύλλων ο ρυθμός δεν αλλάζει.

#### ❖ Ημέρα – Νύχτα

Κατά την διάρκεια της ημέρας τα μέρη του φυτού δέχονται διαφορετική ένταση φωτός. Τα φυτά που αναπτύσσονται σε συνθήκες μεγάλης έντασης φωτός αποκτούν μικρότερα και πιο πλατιά φύλλα. Αντίθετα, τα φυτά που αναπτύσσονται σε συνθήκες πολύ χαμηλής έντασης φωτός γίνονται αδύναμα και ασθενικά, με λίγα φύλλα χωρίς καρπούς. Η διάρκεια της ημέρας έχει πολύ μεγάλη σημασία για τις καλλιέργειες γιατί επηρεάζει την είσοδο των φυτών στον αναπαραγωγικό στάδιο, τον λήθαργο και την βλάστηση των σπόρων, την επιμήκυνση του φυτού, τον σχηματισμό των βολβών κ.τ.λ. Μερικά φυτά ανθίζουν μόνο όταν η διάρκεια της ημέρας είναι μικρή ενώ άλλα όταν είναι μεγάλη.

Για αυτό το λόγο γίνεται χρήση τεχνητού φωτός που καλύπτει τις ανάγκες φωτισμού των φυτών, συμπληρώνει τον φυσικό φωτισμό, ρυθμίζει την εποχή της άνθησης ορισμένων ειδών φυτών και αυξάνει τον ρυθμό ανάπτυξης των καλλιεργειών. Οι τεχνικές τεχνητού φωτισμού που χρησιμοποιείται στα θερμοκήπια είναι:

- α. Επιμήκυνση της διάρκειας ημέρας
- β. Διακοπή της σκοτεινής περιόδου ή της νύχτας

όπως προαναφέραμε στο φυτό παράγονται σάκχαρα – ένωση  $\text{CO}_2$  και του νερού υπό την επίδραση του φωτός. Αυτή η διαδικασία πραγματοποιείται κυρίως την διάρκεια της ημέρας. Τα σάκχαρα που δημιουργεί το φυτό τα χρησιμοποιεί σε δύο λειτουργίες:

- α. Για την κατασκευή νέων κυττάρων
- β. Για την αποθήκευση ενέργειας και για την αναπνοή

Κατά την διαδικασία της αναπνοής το φυτό καταναλώνει σάκχαρα, πραγματοποιεί, δηλαδή, την αντίστροφη αντίδραση της φωτοσύνθεσης (διάσπαση νερού και  $\text{CO}_2$ ). Με την διάσπαση τους ελευθερώνεται ενέργεια η οποία χρησιμοποιείται για διάφορες διεργασίες του φυτού. Η αναπνοή, πάλι, συμβαίνει σε όλα τα μέρη του φυτού για να εξασφαλιστεί η απαραίτητη ενέργεια για την σωστή ανάπτυξη του φυτού που πραγματοποιείται καθ' όλη την διάρκεια του εικοσιτετραώρου. Η διαφορά είναι ότι κατά την διάρκεια της ημέρας το  $\text{CO}_2$  που απελευθερώνεται από το φυτό απορροφάται ξανά για την παραγωγή των σακχάρων, ενώ την νύχτα δεν απορροφάται με αποτέλεσμα η συγκέντρωσή του να αυξηθεί αισθητά.

### **1.1.2 Φωτοσύνθεση και $\text{CO}_2$**

Το φυτό χρησιμοποιεί το  $\text{CO}_2$  κατά την διάρκεια της ημέρας για την παραγωγή των σακχάρων – φωτοσύνθεση. Για τον λόγο αυτό πρέπει να γνωρίζουμε καλά τις μεταβολές

της συγκέντρωσής του στο εσωτερικό του θερμοκηπίου. Εκτός θερμοκηπίου η συγκέντρωσή του κυμαίνεται στα 300 – 400 ppm. Εσωτερικά του θερμοκηπίου η συγκέντρωση του μεταβάλλεται, κάτι που στην ατμόσφαιρα πρακτικά δεν συμβαίνει. Αν η συγκέντρωσή του μειωθεί από αυτές τις τιμές ο ρυθμός της φωτοσύνθεσης μειώνεται γρήγορα. Αυξάνοντας την ποσότητα του CO<sub>2</sub> στους 70 – 800 ppm αυξάνεται ο ρυθμός φωτοσύνθεσης, έχοντας πάντα πολύ δυνατό φως. Αν η ποσότητα αυξηθεί μέχρι τα 900 ppm μειώνεται ο ρυθμός διαπνοής και αυξάνεται η θερμοκρασία του φυτού, κάτι που δεν είναι αρκετά ανησυχητικό. Σε επίπεδα όμως 1500 – 2000 ppm το φυτό παρουσιάζει σημάδια καυαλίσματος. Η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> κατά την διάρκεια της ημέρας παρουσιάζει μεταβολές. Τις πρωινές ώρες η συγκέντρωσή του βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα εντός του θερμοκηπίου σε αντίθεση με το ποσοστό της ατμόσφαιρας. Με την αύξηση της ηλιακής ακτινοβολίας η συγκέντρωσή του μειώνεται πάρα πολύ και παραμένει σε αυτά τα επίπεδα μέχρι την αρχή της μείωσης του φωτός όπου και ξαναεπανέρχεται στα αρχικά επίπεδα.

### **1.1.3 Θερμοκρασία Αέρος και Διαπνοή**

Σε μία καλλιέργεια είναι άξιο προσοχής ότι η θερμοκρασία του αέρα δεν έχει καμία σχέση με την θερμοκρασία του εδάφους και την θερμοκρασία του ίδιου του φυτού. Η θερμοκρασία, λοιπόν, παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του φυτού. Υπό συνθήκες επαρκούς φωτισμού η θερμοκρασία επηρεάζει την ταχύτητα παραγωγής των σακχάρων κατά την φωτοσύνθεση και την διάσπασή τους κατά την αναπνοή. Ο έλεγχος της θερμοκρασίας εξασφαλίζει την ισορροπία της διαφοράς των ρυθμών φωτοσύνθεσης και αναπνοής. Η φωτοσύνθεση σταματά κάτω από τους 5°C στα περισσότερα φυτά, ενώ στους 18 – 20°C γίνεται μέγιστη και παραμένει σταθερή. Άνω των 30 – 40°C ο ρυθμός φωτοσύνθεσης μειώνεται κατά πολύ και το φυτό υποφέρει.

Η αναπνοή από την άλλη, ξεκινάει από τους 5°C και αυξάνεται – σταθεροποιείται στους 30 – 35°C. Άνω των 40 – 45°C παρουσιάζονται διάφορα προβλήματα.

Λόγω του ότι η αναπνοή σταματάει κατά την διάρκεια της νύχτας, ενώ η αναπνοή συνεχίζεται, η θερμοκρασία μειώνεται για να καταναλώνονται λιγότερα σάκχαρα, όταν χρειάζεται, όμως, να αναπτυχθεί το φυτό εφαρμόζεται υψηλότερη θερμοκρασία.

Επομένως, συμπεραίνουμε ότι σε υψηλές θερμοκρασίες – όπου υπάρχει περισσότερη ενέργεια – αυξάνεται ο ρυθμός ανάπτυξης αλλά δεν έχουμε μέγιστη απόδοση. Από την άλλη, σε χαμηλές θερμοκρασίες μειώνεται ο ρυθμός της φωτοσύνθεσης και λιγότερο της αναπνοής, οπότε και παρέχονται περισσότερα σάκχαρα για την δημιουργία κυττάρων με αποτέλεσμα να έχουμε πιο όψιμες καλλιέργειες.

Το φυτό απορροφά δέκα φορές την ποσότητα του νερού που χρειάζεται για την ανάπτυξή του. Το φαινόμενο της διαπνοής παρουσιάζεται κατά την αποβολή του νερού ως υδρατμοί από τα στόματα των φύλλων. Η διαπνοή χρησιμεύει για την ψύξη των ιστών του φυτού. Για την εξάτμιση χρειάζεται θερμότητα και λόγω του ότι το φυτό δεν μπορεί να ελέγξει τον ρυθμό της διαπνοής, όσο το φυτό δέχεται πλεονάζουσα θερμότητα η διαπνοή ενεργοποιείται για να σταθεροποιήσει την εσωτερική θερμοκρασία του φυτού. Ο



μέγιστος ρυθμός διαπνοής είναι 15gr. ατμών ανά ώρα. Ελέγχοντας την θερμοκρασία εντός θερμοκηπίου μπορούμε να ρυθμίσουμε την διαπνοή, διότι με την μείωση ή την παύση της διαπνοής σταματά και η κυκλοφορία του νερού από κύτταρο σε κύτταρο, καθώς και η μεταφορά των θρεπτικών ουσιών που χρειάζεται το φυτό. Με την διαπνοή το φυτό καταναλώνει την εσωτερική του υγρασία, οπότε για να μην μαραθεί θα πρέπει να αναπληρώνεται μέσω του εδάφους και της ατμόσφαιρας. Με τον περιορισμό της άρδευσης η θερμοκρασία του φυτού αυξάνεται τόσο ώστε να επηρεάζεται η ανάπτυξη του και να ωριμάζει πρόωμα.

## **1.2 Περιβαλλοντικοί Παράγοντες**

Παραπάνω αποδείχθηκε ότι το περιβάλλον ( ήλιος, αέρας, κ.τ.λ.) επιδρούν σε μεγάλο βαθμό στην ανάπτυξη και στην παραγωγή ενός φυτού. Παρακάτω θα αναπτυχθούν οι παράγοντες που επιδρούν στην ανάπτυξη των καλλιεργειών εντός θερμοκηπίου. Η ρύθμιση των συνθηκών του θερμοκηπίου που θα επικρατούν στο εσωτερικό του θερμοκηπίου είναι αρκετά δύσκολη, διότι υπεισέρχονται συγχρόνως πολλοί παράγοντες που μεταβάλλονται απεριόριστα και αλληλεπιδρούν διαρκώς μεταξύ τους. Για να πετύχουμε την μέγιστη απόδοση των καλλιεργειών θα πρέπει οι περιβαλλοντικοί παράγοντες να βρίσκονται στα κατάλληλα επίπεδα.

Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες μπορούν χωριστούν σε δύο κατηγορίες:

- Κλιματολογικοί
- Εδαφικοί

Έχοντας την καλύτερη γνώση πάνω στο σύνολο των κατηγοριών αυτών, οδηγούμαστε στο αποδοτικότερο και επιθυμητό αποτέλεσμα.

### **1.2.1 Κλιματολογικοί Παράγοντες**

Οι κλιματολογικοί παράγοντες χωρίζονται σε:

- Θερμοκρασία αέρα
- Φως
- Υγρασία αέρα
- CO<sub>2</sub>

Παρακάτω θα αναλυθεί μόνο η υγρασία του αέρα διότι έχουμε κάνει αναλυτική αναφορά στους υπόλοιπους τομείς.

### **1.2.1.1 Υγρασία Αέρος**

Η υγρασία του αέρα συμβάλει σημαντικά στην ανάπτυξη φυτών σε ένα θερμοκήπιο αλλά και για την εμφάνιση διαφόρων ασθενειών. Όταν η υγρασία του αέρα βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα τα φυτά αυξάνονται περισσότερο, καθώς και ο αριθμός και το μέγεθος των καρπών τους. Αντίθετα, όταν δεν βρίσκεται σε επιθυμητά επίπεδα παρουσιάζονται σκασίματα στους καρπούς και ανωμαλίες στο φυτό.

Οι τιμές της υγρασίας εντός του θερμοκηπίου διαφέρει από εποχή σε εποχή (χειμώνας – υψηλά επίπεδα / καλοκαίρι – χαμηλά επίπεδα) για την ρύθμιση της υγρασίας του αέρα υπάρχουν διάφοροι τρόποι. Όταν είναι σε χαμηλά επίπεδα καλύπτουμε το έδαφος με ένα λεπτό μαύρο φύλλο πολυαιθυλενίου που εμποδίζει την εξάτμιση του νερού (υγρασίας) από το έδαφος. Η υγρασία είναι στενά συνδεδεμένη με την θερμοκρασία και την  $\text{CO}_2$ . Ο εξαερισμός είναι μία μέθοδος που μειώνει την υγρασία όταν η θερμοκρασία αέρος είναι υψηλή. Όταν οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές ο αέρας χρειάζεται να θερμανθεί για να εισχωρήσει στο θερμοκήπιο. Κατά τον εμπλουτισμό του αέρα του θερμοκηπίου με  $\text{CO}_2$  αυξάνεται και η υγρασία στον εσωτερικό χώρο. Άρα το ποσοστό της υγρασίας του αέρα στο θερμοκήπιο ελέγχεται με την διακοπή της διαδικασίας του εμπλουτισμού του θερμοκηπίου με  $\text{CO}_2$

### **1.2.2 Εδαφικοί Παράγοντες**

Μιλώντας για το έδαφος αναφερόμαστε βασικά στην δομή του, δηλαδή τα συστατικά από τα οποία αποτελείται, όπως είναι η άμμος, η άργιλος, οι οργανικές ουσίες, το νερό, το οξυγόνο κ.α. καθώς και το ποσοστό τους. Η δομή του εδάφους παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των φυτών, διότι επηρεάζει την κίνηση και την κατανομή του νερού, του οξυγόνου και των θρεπτικών στοιχείων. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την σωστή ανάπτυξη του φυτού και την αξιοποίηση των διαθέσιμων θρεπτικών συστατικών είναι:

- Η θερμοκρασία εδάφους
- Η υγρασία εδάφους
- Το pH

#### **1.2.2.1 Θερμοκρασία Εδάφους**

Η θερμοκρασία του εδάφους επιδρά άμεσα την απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων από το φυτό. Επηρεάζεται, όμως, από διάφορες παράγοντες όπως η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, η εποχή του χρόνου, η τοποθέτηση του ίδιου του θερμοκηπίου, τα φυσικά χαρακτηριστικά του εδάφους, κ.τ.λ. Το έδαφος δεν έχει την ίδια θερμοκρασία σε όλη την έκταση της καλλιέργειας και κατ' επέκταση και εντός θερμοκηπίου, πράγμα που επιδρά στην ανομοιόμορφη ανάπτυξη των φυτών. Το ποσοστό της θερμότητας που απορροφά το έδαφος εξαρτάται από τον χρωματισμό του και από το ποσοστό της υγρασίας. Έτσι, ανοιχτόχρωμα εδάφη ανακλούν μεγάλο μέρος της ακτινοβολίας ενώ τα σκουρόχρωμα εδάφη απορροφούν το μεγαλύτερο μέρος της ακτινοβολίας. Επίσης, όταν το έδαφος είναι

ξηρό – έλλειψη υγρασίας – θερμαίνεται περισσότερο και δίνει μια πιο πρόωμη παραγωγή.

Για να μην υπάρχουν μεγάλες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας εδάφους εφαρμόζεται συχνά τεχνητή θέρμανση. Η τεχνητή θέρμανση και η ηλιακή ακτινοβολία την επηρεάζουν άμεσα. Τρόποι τεχνητής θέρμανσης είναι η ζύμωση της αχώνευτης κοπριάς, με τον ηλεκτρισμό και τέλος με την κυκλοφορία ζεστού αέρα.

### **1.2.2.2 Υγρασία Εδάφους**

Το νερό χρησιμοποιείται για το φαινόμενο της φωτοσύνθεσης (παραγωγή σακχάρων), την μεταφορά θρεπτικών ουσιών και την ρύθμιση της θερμοκρασίας του φυτού (διαπνοή). Το ποσοστό της υγρασίας σε ένα φυτό δεν είναι ίδιο σε όλα τα μέρη του φυτού και διαφέρει ανάλογα με το είδος και την ηλικία του φυτού, τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Λόγω διαπνοής το νερό “χάνει” με αποτέλεσμα να ξηραίνεται το έδαφος, να μην γίνεται σωστή απορρόφηση νερού από το φυτό και να μαραίνονται τα φύλλα. επομένως κατά την διάρκεια της ημέρας οι απαιτήσεις σε νερό είναι αυξημένες, σε σύγκριση με την νύχτα όπου η διαδικασία της διαπνοής σταματάει.

### **1.2.2.3 pH**

Το έδαφος είναι ουδέτερο όταν η τιμή του pH είναι 7, ενώ είναι όξινο όταν η τιμή του είναι κάτω από 6 και αλκαλικό όταν είναι πάνω από 7. Το pH επηρεάζει την πρόσληψη των θρεπτικών συστατικών, τη συσσώρευση οργανικών οξέων στο έδαφος καθώς και την ανάπτυξη ορισμένων ασθενειών στο έδαφος. Η επιλογή των κατάλληλων λιπασμάτων γίνεται βάση του pH του εδάφους.

## **2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ**

### **2.1 Τύποι Θερμοκηπίου**

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία τύπων θερμοκηπίων για να καλύπτουν τις ανάγκες του κάθε παραγωγού. Οι ανάγκες αυτές και οι περιβαλλοντικές συνθήκες έχουν ως αποτέλεσμα την σωστή ανάπτυξη των καλλιεργειών. Για την σωστή επιλογή τύπου θερμοκηπίου είναι η τοποθεσία του. Σε περιοχές με μειωμένη ηλιοφάνεια κατασκευάζονται θερμοκήπια με μικρό σκελετό, αλλά ανθεκτικό ώστε να αντέχει τις καιρικές συνθήκες (π.χ. δυνατή βροχή, χιόνι, κ.τ.λ.). Σε γενικές οι τύποι ενός θερμοκηπίου χωρίζονται με βάση την βάση την μορφή της στέγης τους που παρουσιάζονται παρακάτω:

#### **❖ Τύπου Τούνελ**

Όπως αντιλαμβανόμαστε τα θερμοκήπια αυτού του τύπου είναι σε σχήμα τούνελ, έχουν χαμηλό κόστος κατασκευής και χρησιμοποιούνται για καλλιέργειες μικρού ύψους.

Λόγο σχήματος και μεγέθους έχουν μικρή αντίσταση στον αέρα και είναι δύσκολο να γίνει εξαερισμός. Έχουμε, βέβαια μικρές απώλειες θερμότητας.

#### ❖ Τύπου Δίρικτης Στέγης

Τα θερμοκήπια αυτού του τύπου χωρίζονται σε δύο , ακόμα, υποκατηγορίες, όπου διαφέρουν στο σχήμα της στέγης και στον τρόπο κατασκευής του σκελετού:

##### ➤ Τύπου Venlo

Σε αυτά τα θερμοκήπια κάθε πλευρά της στέγης αποτελείται από ένα κομμάτι τζαμιού ή πλαστικού και χρησιμοποιούνται πολλά στηρίγματα για την στέγη. Έχει χαμηλό κόστος κατασκευής και προσφέρει ικανοποιητική διαπερατότητα του φωτός.

##### ➤ Τύπου Μεγάλου Πλάτους

Σε αυτόν τον τύπο θερμοκηπίου επικρατούν καλύτερες συνθήκες εξαερισμού και το μέγεθός τους είναι μεγαλύτερο, με αποτέλεσμα μπορούν να πραγματοποιηθούν και διάφορες γεωργικές εργασίες. Επίσης, έχουν λιγότερα στηρίγματα στην στέγη.

Ακόμη ένα χαρακτηριστικό που μπορούμε να διαχωρίσουμε τα θερμοκήπια είναι λόγω του υλικού κάλυψής τους. Αυτό μπορεί να είναι γυαλί, κάποιο είδος πλαστικού που να αντέχει στο χρόνο και στις καιρικές συνθήκες. Το γυαλί είναι αρκετά ανθεκτικό, ωστόσο δεν είναι οικονομικό και κατάλληλο για όλους τους τύπους θερμοκηπίου.

Οι εγκαταστάσεις του θερμοκηπίου της κατασκευής μας θα χρησιμοποιηθεί και για τις δύο φάσεις της ανάπτυξης του φυτού, ως σπορείο και ως το βασικό θερμοκήπιο παρακολούθησης του φυτού που θέλουμε να καλλιεργήσουμε. Στην προκειμένη περίπτωση το φυτό που θα καλλιεργηθεί στο θερμοκήπιο είναι αυτό της τομάτας. Παρακάτω θα παρουσιαστούν αναλυτικά και από αντίστοιχους πίνακες κλιματολογικές και λοιπές συνθήκες που θα πρέπει να ισχύουν εντός του θερμοκηπίου τόσο για την ομαλή και φυσιολογική ανάπτυξη του φυτού όσο και για μία αποδεκτή κατάσταση εργασίας για τους εργαζόμενους.

## 2.2 Υλικά Κατασκευής του Θερμοκηπίου

Τα υλικά κατασκευής ενός θερμοκηπίου ποικίλουν σύμφωνα με τις απαιτήσεις για αντοχή στις καιρικές συνθήκες, στο χρόνο και με το κόστος κατασκευής τους. Για την κατασκευή του σκελετού συνήθως χρησιμοποιείται χάλυβας, αλουμίνιο και πιο σπάνια

πλαστικό ή ξύλο. Σε εξειδικευμένες κατασκευές χρησιμοποιούνται σύγχρονα συνθετικά, όπου ικανοποιούν άριστα τις προαναφερθείσες απαιτήσεις, αλλά το κόστος τους είναι πολύ αυξημένο.

### 2.2.1 Η Στέγη του Θερμοκηπίου

Στην συνέχεια παρουσιάζονται πιο αναλυτικά τα υλικά κατασκευής για την στέγη:

#### • Ξύλο

Το ξύλο, αν και έχει μικρό κόστος κατασκευής δεν το χρησιμοποιείται διότι έχει μικρή αντοχή στις καιρικές συνθήκες και κυρίως στην υγρασία, όμως για την προστασία του χρησιμοποιούνται διάφορες βαφές όπου αυξάνουν το κόστος. Επίσης για να φτιαχτεί σωστά θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν κολώνες μεγάλου πάχους με αποτέλεσμα να περιορίζεται και ο χώρος του θερμοκηπίου, αλλά και η διέλευση του φωτός.

#### • Πλαστικό

Δεν χρησιμοποιείται σχεδόν καθόλου λόγω της αλλοίωσης του από την έκθεση του στον ήλιο, όπου έχει ως αποτέλεσμα την παραμόρφωσή του ή ακόμη και την διάλυση του.

#### • Χάλυβας

Με την χρήση του χάλυβα λύνονται τα προβλήματα που παρουσιάζουν τα παραπάνω υλικά. Αν και το κόστος του χάλυβα είναι πιο μεγάλο από του ξύλου και του πλαστικού εξισορροπείται λόγω μεγάλης αντοχής στις καιρικές συνθήκες και στο χρόνο. Η συντήρησή του είναι χαμηλού κόστους και ο σκελετός του είναι αρκετά λεπτός ώστε να μην εμποδίζει την διέλευση του φωτός.

#### • Αλουμίνιο

Το αλουμίνιο είναι πολύ ελαφρύ και ανθεκτικό, παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στο χρόνο από τον χάλυβα, δεν χρειάζεται συντήρησης και έχει μεγάλη διάρκεια ζωής. Βέβαια, για όλους αυτούς τους λόγους είναι έχει και το μεγαλύτερο κόστος κατασκευής.

Για την κατασκευή των θεμελίων χρησιμοποιείται σκυρόδεμα για να υπάρχει σταθερότητα και αντοχή των υλικών κατασκευής του σκελετού ώστε να μην προσβάλλεται από το νερό και τα λιπάσματα που ρίχνονται στις καλλιέργειες.

## 2.2.2 Το κάλυμμα του Θερμοκηπίου

Όπως είδαμε στην προηγούμενη παράγραφο οι απαιτήσεις που θα πρέπει να καλύπτει ο σκελετός ενός θερμοκηπίου είναι η αντοχή του στο χρόνο, στις καιρικές συνθήκες και να έχει μεγάλη διαπερατότητα του φωτός. Τα υλικά που χρησιμοποιούμε για να καλύψουμε το θερμοκήπιο θα πρέπει να πληρούν ακριβώς τις ίδιες απαιτήσεις. Τα χαρακτηριστικά που θα πρέπει να πληρούν τα υλικά κάλυψης είναι :

- ✓ Άριστη διαπερατότητα του φωτός
- ✓ Αντοχή σε ακραίες καιρικές συνθήκες (π.χ. χαλάζι, δυνατό ήλιο, κ.τ.λ.)
- ✓ Ελαστικότητα σε μεγάλα βάρη
- ✓ Καλή θερμική μόνωση
- ✓ Θερμική αγωγιμότητα

Τα υλικά που πληρούν αυτές τα χαρακτηριστικά είναι το γυαλί και το διάφορα πολυμερή πλαστικά.

Το γυαλί σε σύγκριση με το πλαστικό έχει χαμηλότερο δείκτη θερμικής μόνωσης και γι αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται δύο στρώματα γυαλιού γεγονός που μειώνει την διαπερατότητα του φωτός. Το πλαστικό από την άλλη χρησιμοποιούνται λιγότερο από το γυαλί γιατί και αυτό έχει χαμηλό δείκτη διαπερατότητα του φωτός. Όπως φαίνεται λοιπόν, η επιλογή είναι καθαρά οικονομικοαντικειμενική. Όποια, όμως, και αν είναι η επιλογή, ο παραγωγός θα πρέπει να δώσει μεγάλη σημασία στην συντήρηση τόσο του σκελετού όσο και του καλύμματος.

## 2.3 Συστήματα Ελέγχου Κλίματος του Θερμοκηπίου

Στο θερμοκήπιο θα υπάρξει ένα σύστημα ελέγχου για τις βασικές κλιματολογικές συνθήκες που θα πρέπει να ισχύουν εντός του θερμοκηπίου. Ένα τέτοιο σύστημα παίζει ρόλο στην σωστή ανάπτυξη των καλλιεργειών, γιατί μπορεί και ελέγχει και να διαμορφώνει σωστά το ανάλογο κλιματολογικό περιβάλλον. Τα συστήματα τα οποία θα χρησιμοποιηθούν στο θερμοκήπιο είναι :

- ✓ Σύστημα ελέγχου φωτισμού
- ✓ Σύστημα θέρμανσης
- ✓ Σύστημα εξαερισμού κα ψύχρανσης
- ✓ Σύστημα παραγωγής CO<sub>2</sub>

Τα συστήματα αυτά λειτουργούν με διάφορους τρόπους και χρησιμοποιούν τεχνικές ανάλογα με τις ανάγκες του παραγωγού, το είδος της καλλιέργειας, με το κόστος κ.τ.λ.

### 2.3.1 Σύστημα Ελέγχου Φωτισμού

Το σύστημα ελέγχου φωτός καθορίζει κατά την διάρκεια της ημέρας το ποσοστό του φωτός που εισέρχεται στο θερμοκήπιο ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν – μεγάλη ή μειωμένη ακτινοβολία – ώστε να μην μειώνεται ο ρυθμός φωτοσύνθεσης και την νύχτα δημιουργεί – ανάλογα τις ανάγκες του παραγωγού – συνθήκες τεχνητού φωτισμού για να συνεχίζεται η φωτοσύνθεση.

Για την μείωση της έντασης φωτισμού χρησιμοποιούνται σκίαστρα (κουρτίνες) με διάφορους βαθμούς διαπερατότητας του φωτός. Μπορεί να είναι είτε κινούμενες για να ρυθμίζεται ο χρόνος που προσφέρουν προστασία στην καλλιέργεια, είτε σταθερά για να προσφέρουν μόνιμη προστασία σε περιοχές με ισχυρή ακτινοβολία. Επίσης κάποιος χρωματισμός του καλύμματος του θερμοκηπίου θα μείωνε αρκετά την ακτινοβολία.

Για την υλοποίηση του τεχνητού φωτισμού χρησιμοποιούνται ειδικοί λαμπτήρες που υποκαθιστούν τις ιδιότητες του ηλιακού φωτός. Οι λαμπτήρες αυτοί, μπορεί να είναι φθορισμού, λαμπτήρες GroLux, υδραργύρου υψηλής πίεσης ή υψηλής και χαμηλής πίεσης Νατρίου. Οι λαμπτήρες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με το αν η χρήση τους προορίζεται για αύξηση της διάρκειας της ημέρας ή αποκλειστικά για φωτοσύνθεση.

### 2.3.2 Σύστημα Θέρμανσης

Η ηλιακή ακτινοβολία είναι η βασικότερη πηγή θερμότητας για το θερμοκήπιο. Το σύστημα θέρμανσης χρησιμοποιείται για να διατηρηθεί η εσωτερική θερμότητα, όταν η εξωτερική είναι χαμηλή. Οι τρόποι που χρησιμοποιούνται για την θέρμανση του θερμοκηπίου ποικίλουν και πάντα ανάλογα με τις ανάγκες του παραγωγού, την τοποθεσία του θερμοκηπίου κ.τ.λ. Ωστόσο κάθε σύστημα θα πρέπει να πληρεί κάποιες ιδιαιτερότητες:

- Να παρέχει στις καλλιέργειες την κατάλληλη θερμοκρασία
- Να διανέμει ομοιόμορφα την θερμότητα εντός του θερμοκηπίου
- Να μην μολύνει τον αέρα του θερμοκηπίου με καυσαέρια
- Να λειτουργεί αποδοτικά και οικονομικά
- Σε περίπτωση βλάβης να ενημερώνεται άμεσα ο παραγωγός

Τα δύο κύρια συστήματα θερμότητας είναι:

#### ● Εξωτερικός Κουστήρας με Νερό

Η μέθοδος αυτή είναι η πιο συνηθισμένη και χρησιμοποιείται νερό, το οποίο αφού θερμανθεί κυκλοφορεί σε ένα σύστημα γαλβανιζέ σωλήνων οι οποίοι είναι τοποθετημένοι κατάλληλα μέσα στο θερμοκήπιο. Με την μέθοδο αυτή, δεν προκαλούνται καυσαέρια και δεν αυξάνεται η περιεκτικότητα του CO<sub>2</sub> στο θερμοκήπιο.

## ● Εσωτερικός Καυστήρας

Υπάρχουν διάφοροι τύποι εσωτερικών καυστήρων. Ένας τέτοιος είναι οι ατομικές θερμάστρες, που χρησιμοποιούνται σε θερμοκήπια που καλύπτονται με πλαστικά στα οποία εφαρμόζεται μόνο η αντιπαγετική προστασία. Ανάλογα με το είδος των καυσίμων οι θερμάστρες χωρίζονται σε πετρελαίου, ξύλου, αερίου και ηλεκτρικές.

Χρησιμοποιούνται, επίσης, αερόθερμα που χρησιμοποιούνται για την σωστή διανομή του ζεστού αέρα σε όλο το θερμοκήπιο.

Μια ακόμη τεχνική είναι η χρήση ενός κεντρικού συστήματος θέρμανσης με κυκλοφορία ζεστού αέρα. Αν και το συγκεκριμένο σύστημα έχει μεγάλο κόστος είναι αρκετά αξιόπιστο, ρυθμίζεται αυτόματα, δεν αφήνει καυσαέρια εντός του θερμοκηπίου και δίνει μεγάλες ποσότητες θερμότητας. Η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε θερμοκήπια όπου έχουν για κάλυμμα πλαστικό πολυαιθυλένιο επειδή μέρος της θερμότητας παρέχεται με ακτινοβολία που είναι διαπερατή από τα πλαστικά. Τέλος, υπάρχει και ο καυστήρας εσωτερικού χώρου όπου διοχετεύει θερμό αέρα στο θερμοκήπιο, αλλά με την μορφή καυσαερίων. Στη περίπτωση, αυτή, ο καυστήρας χρησιμοποιείται και για τον εμπλουτισμό CO<sub>2</sub>, αλλά λόγω των καυσαερίων χρησιμοποιείται λιγότερο από τους άλλους.

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί και άλλοι τρόποι θέρμανσης όπως είναι η επιδαπέδια θέρμανση όπου θερμαίνει το δάπεδο και τα φυτά και η θέρμανση με ηλιακή ενέργεια στην οποία δεν χρησιμοποιούνται καύσιμα.

### **2.3.3 Σύστημα Εξαερισμού και Ψύξης**

Το σύστημα αυτό είναι αρκετά σημαντικό για το περιβάλλον του θερμοκηπίου γιατί είναι το σύστημα που ρυθμίζει την θερμοκρασία και την υγρασία του περιβάλλοντος θερμοκηπίου. Είχαμε τονίσει ότι για να έχουμε την μέγιστη απόδοση της παραγωγής και την υψηλή ποιότητα στα προϊόντα θα πρέπει να ελέγχουμε προσεκτικά την θερμοκρασία. Το σύστημα του εξαερισμού μας προσφέρει τον περιορισμό της υπερβολικής θερμοκρασίας, την μείωση της υγρασίας του αέρα και την μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων CO<sub>2</sub> από το περιβάλλον στο εσωτερικό του θερμοκηπίου. Επιπλέον μας προσφέρει την αποβολή επιβλαβών αερίων, παράγωγα διαφόρων αιτιών και αντιδράσεων, όπως το σύστημα θέρμανσης και τα λιπάσματα.

Οι απατήσεις καθώς και ο τρόπος εξαερισμού εξαρτάται από την εποχή του χρόνου. Όπου τον χειμώνα ο σκοπός του εξαερισμού είναι η ομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας στο χώρο των φυτών και το καλοκαίρι είναι η μείωση της υψηλής θερμοκρασίας λόγω της ισχυρής ηλιακής ακτινοβολίας. Δύο είναι τα συστήματα εξαερισμού που χρησιμοποιούνται:



## • Σύστημα Φυσικού Εξαερισμού

Ο φυσικός εξαερισμός εφαρμόζεται σε θερμοκήπια όπου δεν χρειάζεται ακριβής έλεγχος της υψηλής θερμοκρασίας. Σε αυτό το σύστημα χρησιμοποιούνται παράθυρα που βρίσκονται στην στέγη του θερμοκηπίου για να μπορεί να βγαίνει ο ζεστός αέρας και ο χώρος που αφήνει να καταλαμβάνεται από ψυχρότερο αέρα. Για αυτό το σύστημα χρησιμοποιούνται και ανεμιστήρες για την ομοιόμορφη κατανομή του εισερχόμενου αέρα. Το μειονέκτημα είναι η δυσκολία της αυτόματης ρύθμισης των ποσοτήτων του εισερχόμενου αέρα. Έχουν αναπτυχθεί, βέβαια, σύγχρονα συστήματα φυσικού εξαερισμού όπου το ανοιγοκλείσιμο των παραθύρων πραγματοποιείται με χειροκίνητους μηχανισμούς ή και αυτόματα.

## • Σύστημα Τεχνητού Εξαερισμού

Η αποτελεσματικότητα του τεχνητού εξαερισμού ευθύνεται στις διαφορές πιέσεων μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού χώρου του θερμοκηπίου. Το πλεονέκτημα αυτού του συστήματος είναι ότι ρυθμίζεται με ακρίβεια ο όγκος του εισερχόμενου αέρα. Στα θερμοκήπια έχουν εφαρμοστεί δύο συστήματα τεχνητού εξαερισμού:

### ο Συστήματα Υποπίεσης

Οι εξαεριστήρες τοποθετούνται στην μικρή πλευρά του θερμοκηπίου και καθώς ο αέρας εξάγεται από το θερμοκήπιο δημιουργείται υποπίεση και έτσι ο εξωτερικός αέρας μπαίνει από τα ανοίγματα της απέναντι πλευράς. Το σύστημα αυτό συνδυάζεται με την εξάτμιση νερού και την ψύξη του θερμοκηπίου.

### ο Συστήματα Υπερπίεσης

Ο εξωτερικός αέρας εισάγεται στο θερμοκήπιο με πίεση με αποτέλεσμα ο θερμός αέρας να εξέρχεται από ειδικά ανοίγματα. Το σύστημα αυτό συνδυάζεται με την ύγρανση, την ψύξη και το φιλτράρισμα του αέρα που μπαίνει στο θερμοκήπιο.

Για την μείωση της θερμοκρασίας του θερμοκηπίου χρησιμοποιείται και το σύστημα της ψύχρανσης. Μια τεχνική είναι η εξάτμιση νερού. Με την εξάτμιση απορροφάται ενέργεια από την ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα να μειώνεται η θερμοκρασία της και να ταυτόχρονα να αυξάνεται η υγρασία.

Ένα από τα συνηθέστερα συστήματα ψύχρανσης είναι η υδρονέφωση. Σύμφωνα με το σύστημα το υπόστρωμα ριζοβολίας των μοσχευμάτων θερμαίνεται, ενώ το υπέργειο

ψεκάζεται περιοδικά με νερό ώστε να διατηρείται υγρό και δροσερό. Με την θέρμανση του εδάφους ευνοείται ο σχηματισμός κάλου και ριζών και με τον ψεκασμό εμποδίζεται η απώλεια υγρασίας από τα φυτά. Η υδρονέφωση αποτελείται από τις αντιστάσεις θέρμανσης του υποστρώματος, το πιεστικό δοχείο με τα μπεκ ψεκασμού του νερού, το τεχνητό η ηλεκτρονικό φύλλο το οποίο ρυθμίζει την συχνότητα ψεκασμού και τις ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες για να διακόπτουν ή ενεργοποιούν τον ψεκασμό.

### 2.3.4 Σύστημα Παραγωγής CO<sub>2</sub>

Η ύπαρξη CO<sub>2</sub> εντός του θερμοκηπίου έχει ως σκοπό την αύξηση της παραγωγής της καλλιέργειας, για αυτό και εμπλουτίζεται μέσω ενός συστήματος παραγωγής CO<sub>2</sub>. Ο εμπλουτισμός της ατμόσφαιρας του θερμοκηπίου με CO<sub>2</sub> πρέπει να γίνεται κατά την διάρκεια της ημέρας –λόγο φωτοσύνθεσης – και όταν τα συστήματα του εξαερισμού δεν λειτουργούν. Για την ακρίβεια ο εξαερισμός πρέπει να ξεκινάει μια ώρα μετά το ξημέρωμα και να συνεχίζει μέχρι την δύση του ηλίου. Τα μέσα που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του CO<sub>2</sub> είναι το καθαρό πετρέλαιο, το προπάνιο, το βουτάνιο, το φυσικό αέριο, η αιθυλαλκοόλη και το καθαρό CO<sub>2</sub>. Όμως η καταλληλότητα μίας πηγής CO<sub>2</sub> εξαρτάται στην περιεκτικότητα της σε θείο, διότι όταν καίγεται το πετρέλαιο καίγεται και το θείο και παράγεται το διοξείδιο του θείου που μπορεί να προκαλέσει τοξικά συμπτώματα ή και ολική καταστροφή στην καλλιέργεια. Με την κατάλληλη συντήρηση του καυστήρα και την επιλογή πρώτης ύλης με μικρή περιεκτικότητα σε θείο είναι ο μόνος τρόπος για την ασφάλεια της εκάστοτε καλλιέργειας και των ανθρώπων που εργάζονται εντός του θερμοκηπίου. Οι κύριες τεχνικές παραγωγής CO<sub>2</sub> είναι:

- Καύση Προπανίου ή Πετρελαίου σε Καυστήρες τέλειας καύσης CO<sub>2</sub>

Σε αυτήν την τεχνική χρησιμοποιούνται μικροί και κατάλληλα ρυθμισμένοι καυστήρες και το CO<sub>2</sub> που παράγεται έχει την τάση αν ανυψώνεται ως θερμότερο του αέρα στα υψηλότερα μέρη του θερμοκηπίου.

- Εξάτμιση υγρού CO<sub>2</sub>

Χρησιμοποιούνται φιάλες ή δεξαμενές με καθαρό CO<sub>2</sub> που όταν ψύχεται με την χρήση αυτής της μεθόδου συγκεντρώνεται κοντά στο έδαφος και για αυτό και είναι η συνηθέστερη μέθοδος.

- Εξάχνωση Στερεού CO<sub>2</sub> ( Ξηρός πάγος)

Μέσα στον χώρο του θερμοκηπίου τοποθετούνται ανά διαστήματα τεμάχια ξηρού πάγου τα οποία με εξαέρωση δίνουν καθαρό CO<sub>2</sub> στο χώρο.

Με όποιο τρόπο και να παραχθεί το CO<sub>2</sub> από τους παραπάνω θα πρέπει να ελέγχεται η συγκέντρωσή του ώστε να μην μολύνει το περιβάλλον του θερμοκηπίου και να διανέμεται ομοιόμορφα σε όλο το χώρο του θερμοκηπίου και στο ύψος που αναπτύσσονται τα φυτά.

## 3. ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ

### 3.1 Μοντέλο Θερμοκηπίου και Υποσυστήματα

Ο έλεγχος του θερμοκηπίου από την μονάδα ελέγχου είναι πολύπλοκος και εξαρτάται όχι μόνο από το είδος του θερμοκηπίου και την κατασκευή του αλλά και από το συστήματα που διαθέτει. Για αυτό το λόγο θα ορίσουμε ένα μοντέλο θερμοκηπίου, από το οποίο ο μικροεπεξεργαστής και η μονάδα ελέγχου θα παίρνει δεδομένα και θα δίνει τις ανάλογες οδηγίες.

Το θερμοκήπιο που θα χρησιμοποιήσουμε ως μοντέλο είναι τύπου Venlo 50m x 30m x 6m. Αποτελείται από 25 νοητά τμήματα που δεν έχουν χωρίσματα ανάμεσά τους.

#### 3.1.1 Υποσυστήματα

Τα αυτοματοποιημένα υποσυστήματα που χρησιμοποιούνται στο θερμοκήπιο είναι τα παρακάτω:

- Υποσύστημα φυσικού αερισμού από παράθυρα οροφής.
- Υποσύστημα τεχνητού εξαερισμού με ανεμιστήρες.
- Υποσύστημα θέρμανσης. Χρησιμοποιείται εξωτερικός καυστήρας νερού. Το θερμαινόμενο νερό κυκλοφορεί στο εσωτερικό του θερμοκηπίου μέσα από πλέγμα σωλήνων γαλβανιζέ
- Υποσύστημα μπεκ υδρονέφωσης για αύξηση της θερμοκρασίας .
- Υποσύστημα τεχνητού φωτισμού.
- Υποσύστημα άρδευσης χρησιμοποιώντας πλέγμα σωλήνων με σταλακτήρες .
- Υποσύστημα τεχνητής σκίασης με χρήση κουρτινών.
- Υποσύστημα παραγωγής CO<sub>2</sub> από φιάλες .

### 3.2 Συνθήκες ατμόσφαιρας στο σπορείο

#### Θέρμανση

Στις εγκαταστάσεις ενός θερμοκηπίου μπορούμε να κρατήσουμε την εσωτερική θερμοκρασία στα επίπεδα που επιθυμούμε με την χρήση αερόθερμου, σωλήνων με ζεστό νερό, κ.τ.λ. Βέβαια παρά την ύπαρξη των εγκαταστάσεων θέρμανσης παρατηρείται ότι περισσότερο χρησιμοποιούνται εγκαταστάσεις αντιπαγετικής θέρμανσης (προστασία) για την αποφυγή πρόσκλησης ζημιών από χαμηλές θερμοκρασίες.

Στο σπορείο της εγκατάστασης μας η θερμοκρασία που χρειάζεται για την βλάστηση των σπόρων κυμαίνεται στους 24 – 27°C και την διατήρηση αυτής της θερμοκρασίας για περίπου πέντε μέρες. Μετά την βλάστηση και την μεταφύτευση σε ατομικά γλαστράκια η θερμοκρασία του σπορείου θα πρέπει να κυμαίνεται:

Νύχτα: 14 – 16°C

Ημέρα: 18 – 23°C

Τα χαμηλά επίπεδα θερμοκρασίας εμφανίζονται όταν επικρατεί χαμηλή ηλιοφάνεια και τα υψηλά στις ηλιόλουστες μέρες.

### Υγρασία

Η επιθυμητή υγρασία στην ατμόσφαιρα του σπορείου είναι γύρω στο 60 – 70% Σ.Υ.

### Φωτισμός

Η τομάτα δεν είναι από τα πλέον φωτόφιλα λαχανικά. Ο κορεσμός των φύλλων της επέρχεται στα 21,52 – 32,28 Klux, ίσο δηλαδή με το 1/5 -1/3 της έντασης του φωτός το μεσημέρι μιας ηλιόλουστης μέρας. Ο φωτισμός – η ένταση παρά η διάρκεια – επηρεάζει την πρώτη ταξιανθία του φυτού της τομάτας στο σπορείο.

**Πίνακας 3.1:** Επίδραση της έντασης του φωτός και της φωτοπεριόδου στον αριθμό των φύλλων που σχηματίζονται πριν από την πρώτη ταξιανθία σε φυτά τομάτας που υφίστανται την ψυχρή μεταχείριση.

Μήκος Ημέρας (ώρες)	Ένταση φωτισμού (fc)*		
	750	1500	3000
<b>9</b>	8	7	5
<b>12</b>	8	7	6
<b>18</b>	9	8	6

\* fc = foot candle

1fc = 10,76 meter candles = 10,76 lux

Έχουν καταγραφεί περιπτώσεις όπου ο συνδυασμός υψηλών θερμοκρασιών και χαμηλής έντασης φωτισμού είχε σαν αποτέλεσμα την σημαντική καθυστέρηση εμφάνισης της πρώτης ταξιανθίας μετά από 18 φύλλα.

Σε περιπτώσεις συνεχόμενων σκοτεινών συννεφιασμένων ημερών υπάρχει η δυνατότητα να δοθεί ο συμπληρωματικός φωτισμός κατά την διάρκεια της ημέρας – 12 ώρες – και έντασης 8,608 - 12,912 Klux στην επιφάνεια των φύλλων για 3 – 4 εβδομάδες στα νεαρά φυτάρια στο σπορείο. Για αυτό το λόγο τα φυτά στα ατομικά γλαστράκια αραιώνονται διαρκώς για να μην επισκιάζονται και στερούνται το απαραίτητο φως.

### Διοξείδιο του Άνθρακα (CO<sub>2</sub>)

Έχει παρατηρηθεί ότι η αύξηση της περιεκτικότητας του CO<sub>2</sub> στο εσωτερικό του θερμοκηπίου από 300ppm σε 1000 – 1200ppm προκαλεί τα παρακάτω αποτελέσματα στο φυτό της τομάτας:

- a) Αύξηση μέχρι και 50% του ρυθμού ανάπτυξης του φυτού,
- b) Σχηματισμός πιο πλούσιου ριζικού συστήματος, γεγονός που συμβάλει σημαντικά στην ανάπτυξη του φυτού μετά την μεταφύτευση,
- c) Πρωίμηση της άνθησης και καρποφορίας κατά 7 – 10 μέρες, πλεονέκτημα που επεκτείνεται και στην μετέπειτα παραγωγική ζωή του φυτού.

Τα νεαρά φυτά της τομάτας, ανεξαρτήτως ποικιλίας, αντιδρούν περισσότερο στον εμπλουτισμό και ευνοούνται από υψηλότερη συγκέντρωση, σε σύγκριση με φυτά μεγαλύτερης ηλικίας.

### **3.3 Επίδραση Νεαρών Φυτών Τομάτας σε Χαμηλές Θερμοκρασίες**

Η στρωμάτωση του σπόρου της τομάτας για βλάστηση σε θερμοκήπιο γίνεται σε θερμοκρασία 24 -27°C. Μετά το φύτεμα τα φυτάρια εκτίθενται σε θερμοκρασίες ημέρας 18 -23°C και νύχτας 14 -16°C. Όταν αναπτυχθούν πλήρως τα κοτυληδονόφυλλα επεμβαίνουμε στην θερμοκρασία για 10 – 20 μέρες και σταθεροποιούμε την θερμοκρασία αέρος και εδάφους στους 10 – 13°C τόσο την ημέρα όσο και την νύχτα. Κρατάμε τα επίπεδα αυτής της θερμοκρασίας τόσο χρονικό διάστημα όσο το φυτό χρειάζεται για να αναπτύξει τα πρώτα πραγματικά του φύλλα, σε 2,5 – 3cm. Με το πέρας του χρονικού διαστήματος της ψυχρής μεταχείρισης επαναφέρουμε τις συνήθεις θερμοκρασίες μέχρι το στάδιο της μεταφύτευσης. Τα αποτελέσματα της ψυχρής μεταχείρισης μπορούν να συνοψιστούν:

- Τα φυτά αναπτύσσουν μεγάλες κοτυληδόνες και χονδρούς βλαστούς,
- Εμφανίζονται λιγότερα φύλλα πριν από την πρώτη ταξιανθία, συνήθως 5 αντί για 7 – 9,
- Πιθανή παρεμβολή 5 φύλλων μεταξύ πρώτης και δεύτερης ταξιανθίας,
- Μέχρι και διπλάσιος αριθμός ανθέων στην πρώτη ταξιανθία. Η ταξιανθία περισσότερο διακλαδισμένη (πίνακας 2),
- Αύξηση αριθμού ανθέων και στην δεύτερη και μετέπειτα ταξιανθίες,
- Αύξηση πρώιμης και ολικής παραγωγής των φυτών (πίνακας 3).

**Πίνακας 3.2.:** Επίδραση της ψυχρής μεταχείρισης και της ημερομηνίας φύτευσης στον αριθμό των φύλλων πριν από την πρώτη ταξιανθία και στον αριθμό των ανθέων της πρώτης ταξιανθίας.

Ημερομηνία σποράς	Αριθμός φύλλων πριν από την 1 <sup>η</sup> ταξιανθία		Αριθμός ανθέων στην 1 <sup>η</sup> ταξιανθία	
	Συνεχής Θ.	Χαμηλή Θ.	Συνεχής Θ.	Χαμηλή Θ.
	15 – 18°C	10 – 13°C	15 – 18°C	10 – 13°C
<b>9 Οκτωβρίου</b>	7,5	6,0	6,2	11,7
<b>30 Οκτωβρίου</b>	9,3	6,4	5,4	6,8
<b>2 Δεκεμβρίου</b>	9,4	7,9	5,2	7,3
<b>6 Ιανουαρίου</b>	7,7	6,8	6,5	10,6
<b>3 Φεβρουαρίου</b>	7,1	6,2	6,5	12,4

**Πίνακας 3.3:** Παραγωγή εμπορεύσιμων καρπών 8 ταξιανθιών τομάτας που υπέστησαν την ψυχρή μεταχείριση σε σύγκριση με τον μάρτυρα.

Αποδόσεις	g /ταξιανθία	
	Χωρίς ψυχρή μεταχείριση	Με ψυχρή μεταχείριση
<b>Αριθμός Ταξιανθίας</b>		
<b>1</b>	906	1178
<b>2</b>	997	1178
<b>3</b>	860	997
<b>4</b>	951	1123
<b>5</b>	770	1042
<b>6</b>	906	1087
<b>7&amp;8</b>	1676	1857
<b>Ολική παραγωγή κιλά/φυτό</b>	7,07	8,56 (α)*

\* Υπήρξε στατιστικά σημαντική αύξηση στην παραγωγή των φυτών που δέχτηκαν την ψυχρή μεταχείριση.

### 3.4 Συνθήκες στο Θερμοκήπιο

Παρατηρήσαμε στις παραπάνω παραγράφους τις εσωτερικές συνθήκες που θα πρέπει να ισχύουν στο σπορείο των εγκαταστάσεων. Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι απαραίτητες συνθήκες θερμοκρασίας, φωτισμού και συγκέντρωσης CO<sub>2</sub> για την ομαλή και επιτυχημένη ανάπτυξη του φυτού της τομάτας. Τα επίπεδα της θερμοκρασίας που θα πρέπει να υπάρχουν εντός του κύριου θερμοκηπίου χωρίζονται σε θερμοκρασία αέρος και θερμοκρασία εδάφους.

#### 3.4.1 Θερμοκρασία Αέρος

Τα επίπεδα θερμοκρασίας που θα χρησιμοποιηθούν λαμβάνονται υπόψη όχι μόνο οι ανάγκες του φυτού αλλά και το κόστος θέρμανσης καθώς και η κατανάλωση που θα έχει το σύστημα θέρμανσης στην προκειμένη κατασκευή. Το κόστος θέρμανσης κυμαίνεται ανάλογα με την εποχή που θα φυτευτεί το φυτό. Έχει βρεθεί ότι οι θερμοκρασίες του θερμοκηπίου δεν θα πρέπει να κατέρχονται κάτω των 13,5°C την νύχτα, γιατί διαφορετικά μειώνεται σημαντικά η ανάπτυξη του φυτού και η φυσιολογική καρπόδεση, έστω και αν την ημέρα οι θερμοκρασίες είναι υψηλές, αλλά δεν θα πρέπει να ξεπερνάνε του 27°C, γιατί τότε μειώνεται η ζωηρότητα του φυτού, η παραγωγή και η ποιότητα των καρπών, κ.τ.λ. Επειδή η θερμοκρασία είναι συχνά με την ένταση φωτισμού όπου και αυτή κυμαίνεται ανάλογα με την εποχή του έτους. Οι συστάσεις που δίνονται για την καλύτερη αξιοποίηση της θερμοκρασίας μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

- Κατά τους μήνες Νοέμβριο, Δεκέμβριο, Ιανουάριο και Φεβρουάριο που ένταση φωτισμού είναι κυρίως μειωμένη, συνιστώνται οι θερμοκρασίες:

	<u>Θερμοκρασία Ημέρας</u>	<u>Θερμοκρασία Νύχτας</u>
Ηλιόλουστες Μέρες	23°C	17°C
Νεφοσκεπείς Μέρες	20°C	14°C

- Κατά τους μήνες με αυξημένη ηλιοφάνεια Σεπτέμβριο, Οκτώβριο, Μάρτιο, Απρίλιο, Μάιο και Ιούνιο συνιστώνται:

	<u>Θερμοκρασία Ημέρας</u>	<u>Θερμοκρασία Νύχτας</u>
Ηλιόλουστες Μέρες	27°C	17°C
Νεφοσκεπείς Μέρες	21°C	15°C

Συμπερασματικά για την Ελλάδα, τους χειμερινούς μήνες θα μπορούσαμε “χονδρικά” να συνιστάται θερμοκρασία νύχτας γύρω στους 15°C και θερμοκρασία ημέρας γύρω στους 21°C. Η διαφορά θερμοκρασίας δεν πρέπει να ξεπερνά τους 5 – 7°C.

**Πίνακας 3.4:** Συνιστώμενα επίπεδα θερμοκρασίας στην Αγγλία όπου τα επίπεδα της θερμοκρασίας διαφοροποιούνται με το στάδιο της ανάπτυξης του φυτού.

Στάδιο Ανάπτυξης	Θερμοκρασία νύχτας °C	Θερμοκρασία ημέρας °C	Θερμοκρασία εξαερισμού °C
Σπορά μέχρι μεταφύτευση στα γλαστράκια	18	18	24
Μέχρι εμφάνιση της 1 <sup>ης</sup> ταξιανθίας στην κορυφή του φυτού	15,5	20	24
Από την εμφάνιση μέχρι το άνοιγμα της 1 <sup>ης</sup> ταξιανθίας	15,5	18	24
Από μεταφύτευση μέχρι 2 εβδομάδες από την αρχή της συγκομιδής	16,5	20	24
Από το προηγούμενο στάδιο μέχρι το τέλος της καλλιέργειας	16,5	18	21



### 3.4.2 Θερμοκρασία Εδάφους

Πολύ λίγες πληροφορίες υπάρχουν που να αναφέρονται στην επίδραση της θερμοκρασίας του εδάφους στο φυτό της τομάτας, και αυτές που υπάρχουν είναι αντιφατικές. Γενικά συνιστώνται θερμοκρασίες εδάφους γύρο στους 14°C. Όταν η θερμοκρασία εδάφους κατέβει κάτω από τους 13°C μειώνεται η ανάπτυξη και η λειτουργία της ρίζας, και σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να κατέβει κάτω από τους 10°C ακόμη και στα μη θερμαινόμενα θερμοκήπια.

### 3.4.3 Υγρασία Αέρος

Η άριστη επιθυμητή υγρασία της ατμόσφαιρας του θερμοκηπίου πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 60 – 70% Σ.Υ.

### 3.4.4 Εμπλουτισμός με Διοξείδιο του Άνθρακα CO<sub>2</sub>

Όπως τονίστηκε και πιο πριν, για να υπάρχει ικανοποιητική ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών θα πρέπει οι βασικοί συντελεστές να βρίσκονται σε ικανοποιητικά επίπεδα. Συχνά η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> εντός των θερμοκηπίων είναι χαμηλότερη από τα επιθυμητά επίπεδα των 300ppm της ατμόσφαιρας, με αποτέλεσμα να περιορίζεται η ανάπτυξη και παραγωγή του φυτού. Έχει βρεθεί, ότι η αύξηση της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub> περίπου στο τριπλάσιο της φυσιολογικής, δηλαδή στα 1000 μέχρι 1200ppm, δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα, υπό την προϋπόθεση ότι οι υπόλοιποι συντελεστές (φως, θερμοκρασία, υγρασία, διατροφή) βρίσκονται σε επιθυμητά επίπεδα. Τα οφέλη του εμπλουτισμού σε CO<sub>2</sub> της ατμόσφαιρας μίας καλλιέργειας εντός θερμοκηπίου είναι τα παρακάτω:

- Πρωίμιση της παραγωγής
- Ο μεγαλύτερος όγκος της παραγωγής συγκομίζεται πιο γρήγορα σε σύγκριση με τον μάρτυρα.
- Παρατηρείται αύξηση της καρπόδεσης
- Οι αυξήσεις στις αποδόσεις κυμαίνονται από 10 – 70% με μέσους όρους από 15 – 55% (εικόνα 1). Η αύξηση είναι αποτέλεσμα τόσο της αύξησης του μεγέθους του καρπού και την αύξηση του αριθμού των καρπών.
- Η συμπεριφορά των φυτών της τομάτας σε εμπλουτισμό CO<sub>2</sub> ελέγχεται και από γενετικούς παράγοντες και αποτέλεσμα την ομοιόμορφη αντίδραση όλων των ποικιλιών.
- Φυτά νεαρής ηλικίας έχουν πιο υψηλή άριστη συγκέντρωση CO<sub>2</sub> σε σύγκριση με τα φυτά μεγαλύτερης ηλικίας.
- Η θετική ανταπόκριση των φύλλων της τομάτας σε αυξημένα ποσά CO<sub>2</sub> πραγματοποιείται σε ευρύ φάσμα έντασης φωτισμού.
- Τα επίπεδα CO<sub>2</sub> σε ένα κλειστό θερμοκήπιο μειώνεται σημαντικά από τις 10 μέχρι

16 ώρες όταν επικρατούν ηλιόλουστες μέρες, λόγω αυξημένων αναγκών που είναι αποτέλεσμα υψηλού ρυθμού φωτοσύνθεσης.

### 3.5 Αρδευτικό Σύστημα

Στο αρδευτικό σύστημα που θα χρησιμοποιηθεί είναι διπλό. Στο σπορείο θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος του καταιονισμού από ψηλά που είναι χρήσιμη για την προετοιμασία του εδάφους πριν την μεταφύτευση, την εφαρμογή διαφυλλικών λιπασμάτων και φαρμάκων και για την κατάβρεξη των φυτών και των διαδρόμων όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες.

Όσον αφορά για το τμήμα του φυτώριου το αρδευτικό σύστημα που θα τοποθετηθεί θα είναι και η μέθοδος του καταιονισμού και η μέθοδος της εφαρμογής νερού στο έδαφος, που είναι χρήσιμη για το πότισμα, για την υγρή λίπανση της καλλιέργειας σε όλη την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Η εφαρμογή νερού στο έδαφος θα χρησιμοποιηθεί με την με την μέθοδο της εκτόξευσης χαμηλού ύψους. Στην μέθοδο αυτή χρησιμοποιούνται σωλήνες από PVC που τοποθετούνται στην επιφάνεια του εδάφους ή λίγο πιο ψηλά. Πάνω στους σωλήνες τοποθετούνται μπεκς πλήρους περιστροφής ή εκτοξευτήρες 180° σε αποστάσεις 60 – 150cm. Το σύστημα κάνει ομοιόμορφη διαβροχή, μπορεί να γίνει υγρή λίπανση, αυξάνεται η ατμοσφαιρική υγρασία στο περιβάλλον των φυτών, γεγονός που μπορεί να έχει θετικά αποτελέσματα στην άνθηση και στην καρπόδεση και σε κάποιες περιόδους αρνητικά, λόγω κινδύνου ασθενειών και της διαβροχής των διαδρόμων μεταξύ των γραμμών ενδέχεται να δημιουργήσουν προβλήματα στις καλλιεργητικές περιποιήσεις.

#### 3.5.1 Προσδιορισμός Αναγκών σε Νερό

Οι απώλειες νερού από το ‘έδαφος λόγω χρήσης από το φυτό ,εξάτμισης προσδιορίζονται με τη χρήση επιστημονικών μεθόδων μεγαλύτερης ακρίβειας αλλά και με τη χρήση εμπειρικών τεχνικών .

Στη χρήση επιστημονικών μεθόδων εισάγεται η μέθοδος μέτρησης της υγρασίας του εδάφους με τασίμετρο. Η μέτρηση της εξάτμισης γίνεται εύκολα τεχνητά μέσα (κυλινδρικό “τασί” , με μικρομετρικό μηχανισμό μέτρησης της διαφοράς ύψους νερού σε δύο χρονικές στιγμές). Το “εξατμισίμετρο” τοποθετείται λίγο πιο κάτω από το ύψος της αναπτυσσόμενης κορυφής των φυτών και σε αντιπροσωπευτική θέση μέσα στο θερμοκήπιο. Από τις μετρήσεις του εξατμισίμετρου υπολογίζεται η ποσότητα του νερού σε mm που έχει εξατμιστεί και είναι αποτέλεσμα της ηλιακής ακτινοβολίας, της θερμοκρασίας του αέρα ,της υγρασίας και της κινητικότητας του αέρα που επικράτησαν στο θερμοκήπιο. Στη συνέχεια υπολογίζεται η ποσότητα του νερού που πρέπει να προστεθεί με το πότισμα και που μπορεί να είναι ολόκληρα ή μέρος ή περισσότερη από το ποσό της εξάτμισης, ανάλογα με το φυτό. Όσο το φυτό μεγαλώνει τόσο περισσότερη ακτινοβολία δέχεται, με μέγιστο 70 % όταν το φυτό αποκτήσει ύψος περίπου 120 cm. Με βάση τα στοιχεία αυτά υπολογίζονται οι ανάγκες σε νερό. Έχει υπολογιστεί ότι μια

καλλιέργεια τομάτας στο θερμοκήπιο (Οκτώβριος –Ιούνιος) στη νότιο Ελλάδα, έχει πραγματικές ανάγκες 600 τόνων νερού/στρ. Όταν αρδεύεται με τη μέθοδο στάγδην, που έχει 85% συντελεστή αποτελεσματικότητας, τότε χρειάζονται 700 τον/στρ .

### 3.5.1.1 Συχνότητα Άρδευσης

Μετά την επιλογή της μεθόδου υπολογισμού των εβδομαδιαίων αναγκών της καλλιέργειας σε νερό άρδευσης, θα πρέπει επίσης να αποφασιστεί πώς θα εφαρμοστεί χρονικά η ποσότητα αυτή. Εάν για παράδειγμα όλη η ποσότητα του νερού δοθεί σε μία δόση κάθε βδομάδα τούτο είναι πιθανό να μην δημιουργήσει προβλήματα κατά τους χειμερινούς μήνες, αλλά η διακύμανση της υγρασίας στο έδαφος κατά την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο θα είναι μεγάλη, με αποτέλεσμα την μείωση της παραγωγής, δυσκολίες στην καρποδεσία και πρόκληση σχισμών στους καρπούς. Έχει βρεθεί ότι τότε μόνον εξασφαλίζεται με μέγιστη παραγωγή, όταν το επίπεδο της υγρασίας στο έδαφος διατηρείται ομοιόμορφα σε υψηλά επίπεδα, χωρίς μεγάλες διακυμάνσεις. Επομένως, όσο πιο συχνά δίνεται το νερό, τόσο πιο αποτελεσματική γίνεται η χρήση του από τα φυτά. Στο τέλος της άνοιξης και το καλοκαίρι θα πρέπει να γίνεται άρδευση καθημερινά και ίσως και δύο φορές την ημέρα (ελαφρά εδάφη). Η συχνότητα άρδευσης εξαρτάται βέβαια και από τον τύπο του εδάφους. Σε πολύ βαριά και πολύ ελαφριά εδάφη συνίσταται η πιο συχνή εφαρμογή νερού (το καλοκαίρι καθημερινά), ενώ σε μέσης σύστασης, βαθιά, πότισμα κάθε δεύτερη μέρα είναι ικανοποιητικό.

## 4. ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΚΑΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ

Οι αισθητήρες μπορούν να είναι ξεχωριστές συσκευές ή περίπλοκες κατασκευές, αλλά όποια μορφή και να έχουν επιτελούν όλοι την ίδια λειτουργία που είναι η ανίχνευση ενός σήματος (συνήθως μη ηλεκτρικής μορφής) ή μίας διέγερσης και στην παραγωγή μίας μετρήσιμης – ηλεκτρικής – εξόδου.

Σε αυτήν την πτυχιακή εργασία θα χρησιμοποιηθούν μορφές αισθητήρων σχεδιασμένες για να μετρούν διάφορους φυσικούς παραμέτρους. Οι φυσικές ποσότητες που θα μετρούνται είναι η θερμοκρασία, η υγρασία, η ένταση φωτισμού, και η ποσότητα του CO<sub>2</sub> στο εσωτερικό περιβάλλον του θερμοκηπίου. Η ακριβή επιλογή ενός αισθητήρα εξαρτάται από την φύση των παραμέτρων που πρέπει να μετρηθούν και άλλους παράγοντες, όπως το κόστος, η αξιοπιστία και η ποιότητα της απαιτούμενης πληροφορίας.

## 4.1 Αισθητήρες και Κατηγορίες τους

Τους αισθητήρες μπορούμε να τους διαχωρίσουμε σύμφωνα με την λειτουργία τους, για παράδειγμα την μέτρηση της θερμοκρασίας, υγρασίας κ.λπ. ή τη φυσική αρχή στην οποία στηρίζεται η λειτουργία τους, για παράδειγμα η μαγνητική αντίσταση, τα οπτικά ηλεκτρονικά κ.λπ. Τα τελευταία χρόνια η πιο διαδεδομένη μέθοδος ταξινόμησης των αισθητήρων εξετάζει την κύρια μορφή ενέργειας που μεταφέρει το σήμα τους, με βάση αυτό το χαρακτηριστικό και τους αισθητήρες που θα χρησιμοποιηθούν στην εγκατάσταση μας διακρίνουμε τους παρακάτω τύπους:

- Μηχανικοί
- Θερμικοί
- (Βιο)χημικοί

### 4.1.1 Μηχανικοί αισθητήρες

Οι μηχανικοί αισθητήρες αποτελούν ίσως τη μεγαλύτερη ομάδα αισθητήρων εξαιτίας του εύρους των εφαρμογών τους. Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός μηχανικών μετρήσιμων ποσοτήτων προς εξέταση, εκ των οποίων οι κυριότερες είναι οι εξής: μετατόπιση, ταχύτητα, επιτάχυνση, δύναμη, ροπή στρέψης, τάση, πίεση, ροή, πυκνότητα, συχνότητα, ελαστικότητα, παραμόρφωση, τραχύτητα. Η εξέλιξη τους υπήρξε ραγδαία λόγω της ήδη υπάρχουσας τεχνολογίας επεξεργασίας ημιαγωγών.

Το πυρίτιο είναι το κύριο τρέχον υλικό κατασκευής μικροδομών εξαιτίας της ανθεκτικότητας και των καλών ηλεκτρικών ιδιοτήτων του. Επίσης μπορεί εύκολα να επικαλυφθεί με άλλα υλικά που του επιτρέπουν να χρησιμοποιηθεί σε οξειδωτικά περιβάλλοντα. Τέλος η παράλληλη διαδικασία κατασκευής και η υπάρχουσα υποδομή έχουν ως αποτέλεσμα την ελαχιστοποίηση του κόστους και την προώθηση του πυριτίου για μικρομηχανικές εφαρμογές.

Οι μικρομηχανικοί αισθητήρες περιλαμβάνουν κάποια μηχανική δομή της οποίας οι ιδιότητες εξαρτώνται από συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες. Γενικά η μηχανική δομή αυτή παραμορφώνεται με κάποιο τρόπο και είναι αυτή η παραμόρφωση που μας επιτρέπει να μετρήσουμε το φυσικό μέγεθος που την προκαλεί. Ο τρόπος που παραμορφώνονται οι μηχανικές δομές, εξαρτάται όχι μόνο από την μορφή αλλά και από τις μηχανικές ιδιότητες, την συνδεσμολογία και κάποια περιβαλλοντική παράμετρο. Παραδείγματα τέτοιων δομών είναι οι δοκοί, τα διαφράγματα, οι μεμβράνες κ.ά.

Το φυσικό μέγεθος που παραμορφώνει αυτές τις δομές μπορεί να είναι μηχανική τάση, στατικός ηλεκτρισμός, θερμοκρασία, πίεση και πλήθος άλλων αιτιών. Μερικά

παραδείγματα μηχανικών αισθητήρων είναι: ταχύμετρα, επιταχυνσιόμετρα, δυναμόμετρα, μετρητές ροής, γυροσκόπια, αισθητήρες τύπου πιεζοαντίστασης, αισθητήρες τύπου χωρητικότητας.

#### 4.1.2 Θερμικοί αισθητήρες

Η εφαρμογή τους εστιάζεται κυρίως στη μέτρηση της θερμοκρασίας. Έτσι έχουν αξιοποιηθεί στη βιομηχανία, την ιατρική, την επιστήμη του περιβάλλοντος και σε πολλούς τομείς της καθημερινής μας ζωής. Οι θερμικοί αισθητήρες χρησιμοποιούνται επίσης στη μέτρηση ροής βάσει της αρχής της ψύξης των θερμών αντικειμένων από τη ροή ενός ρευστού. Μπορούν επίσης να εφαρμοστούν στη θερμική αποτύπωση και σε μετρήσεις θερμοχωρητικότητας στα ρευστά.

Η λειτουργία των θερμικών αισθητήρων βασίζεται στο μετασχηματισμό της θερμικής ενέργειας ή των αποτελεσμάτων της θερμικής ενέργειας, σε μια αντίστοιχη ηλεκτρική ποσότητα που μπορεί να επεξεργασθεί περαιτέρω. Γενικά, ένα μη θερμικό σήμα μετατρέπεται σε μια ροή θερμότητας. Η ροή θερμότητας μεταφράζεται σε αλλαγή της θερμοκρασίας και τελικά μετατρέπεται σε ένα ηλεκτρικό σήμα.

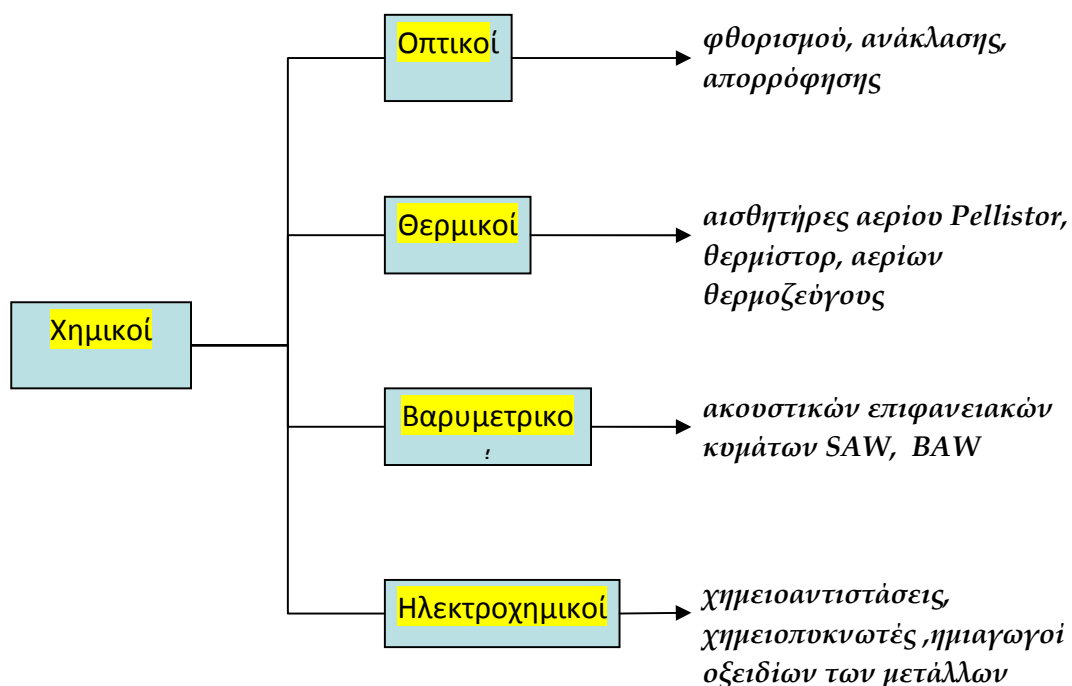
Οι θερμικοί αισθητήρες ταξινομούνται σε ηλεκτρικούς και μη ηλεκτρικούς ανάλογα με το σήμα εξόδου. Ηλεκτρικοί είναι τα θερμοζεύγη, τα θερμίστορ, οι θερμοδιακόπτες, οι θερμοδιόδοι, τα θερμοtransistor και τα θερμοιδόμετρα. Μη ηλεκτρικοί αισθητήρες είναι τα θερμομέτρα, οι θερμοδείκτες οργανικών κρυστάλλων που αλλάζουν χρώμα ανάλογα με την αλλαγή θερμοκρασίας, οι θερμικοί αισθητήρες οπτικών ινών και οι αισθητήρες επιφανειακών ακουστικών κυμάτων.

#### 4.1.3 Χημικοί Αισθητήρες

Ο χημικός ή βιοχημικός αισθητήρας είναι μια συσκευή, η οποία είναι ικανή να μετατρέψει μία χημική ή βιολογική ποσότητα σε ηλεκτρικό σήμα. Η αρχιτεκτονική ενός τυπικού χημικού αισθητήρα αποτελείται από μια θέση επιλεκτικής αναγνώρισης μιας ατομικής, μοριακής ή ιοντικής ουσίας συνδυαζόμενη με έναν τύπο μετατροπέα (transducer). Ο σκοπός του είναι η αναγνώριση και η επιλογή μιας αναλυόμενης ουσίας η οποία είναι παρούσα είτε μέσα στην αέρια είτε μέσα στην υγρή φάση πιθανότατα συνδυασμένη με μεγάλη ποικιλία άλλων ουσιών. Η ίδια η παρουσία της αναλυόμενης ουσίας στην επιφάνεια της συσκευής θα μεταφέρει ποιοτική αναλυτική πληροφορία, ενώ ο αριθμός των θέσεων που καταλαμβάνονται από μια τέτοια ουσία θα αποδώσει ένα

ποσοτικό αποτέλεσμα. Ο ρόλος του μετατροπέα είναι η μετάφραση της παρουσίας της επιλεγμένης αναλυόμενης ουσίας σε ένα ανιχνεύσιμο φυσικό σήμα το οποίο θα μπορεί με τη σειρά του να συλλεχθεί και να ερμηνευθεί. Η δομή μιας τέτοιας συσκευής μπορεί να περιλαμβάνει ευθεία αλληλεπίδραση τμήματος της αναλυόμενης ουσίας με ένα πραγματικό συστατικό του ίδιου του μετατροπέα ή σύνθεση μιας ειδικής μεμβράνης ή υμενίου για σκοπούς αναγνώρισης που δεν είναι απαραίτητο να συνεισφέρει στο μετατρεπόμενο σήμα. Οι πιθανές εφαρμογές της τεχνολογίας του χημικού αισθητήρα καλύπτουν τεράστιο εύρος την ανίχνευση δηλητηριωδών αερίων, η ανάλυση αερίων καυσίμων, ο καθορισμός των ιόντων στο πόσιμο νερό, κ.ά.

Μια συγκεκριμένη μορφή του χημικού αισθητήρα, ο βιοαισθητήρας, αποτελεί ένα ξεχωριστό ερευνητικό πεδίο λόγω της σημαντικότητας και του εύρους των εφαρμογών όσον αφορά την ανάλυση των βιοχημικών δειγμάτων. Παρά το ότι η γενική αρχιτεκτονική της συσκευής είναι ίδια με αυτή που περιγράφηκε παραπάνω, το μοριακά επιλεκτικό συστατικό είναι ένα βιομόριο, όπως ένα αντίσωμα, ένα ένζυμο, ένας κλώνος νουκλεϊκού οξέος, ή ένας μοριακός αποδέκτης.



**Σχήμα 4.1 :** Είδη χημικών αισθητήρων

## 4.2 Είδη Αισθητήρων

### 4.2.1 Αισθητήρας Θερμοκρασίας

Συμπαγής αισθητήρας θερμοκρασίας με πολύ καλό χρόνο απόκρισης:



Εικόνα 4.1

**Έξοδος 4...20 mA ή διεπαφή AS με προφίλ S-7.3!**

- Εύρος μέτρησης θερμοκρασίας από 0...140 °C, ή -10...150 °C.
- Άριστος χρόνος απόκρισης T05 = 1 s, T09 = 3 s.
- Μεγάλη μηχανική σταθερότητα.
- Ενσωματωμένη υποδοχή σύνδεσης G 1/4.
- Βαθμός προστασίας IP 69 K.

#### 4.2.1.1 Αισθητήρας θερμοκρασίας γενικής χρήσης

Οι συμπαγείς αισθητήρες θερμοκρασίας τύπου TA είναι μεταδότες για γενική χρήση, προαιρετικά με ενσωματωμένη υπομονάδα (slave) AS-i (TAA131) ή έξοδο 4...20 mA (TA3130). Στο μεταδότη AS-i η μετάδοση γίνεται σύμφωνα με το αναλογικό πρωτόκολλο 7.3, το οποίο υπάρχει σε όλα τις κύριες μονάδες (master) AS-i προδιαγραφών 2.1. Μετά τη σύνδεση του αισθητήρα θερμοκρασίας στη διεπαφή AS, η κύρια μονάδα AS-i αναγνωρίζει αυτόματα τον αισθητήρα και αρχίζει με τη μετάδοση δεδομένων.

Η αναλογική συσκευή (TA3130) δίνει ένα σήμα 4...20 mA σε εξάρτηση από τη θερμοκρασία.

Μέσω της χρήσης στοιχείων αισθητήρα Pt της κατηγορίας ακρίβειας A επιτυγχάνεται ένα υψηλό επίπεδο ακρίβειας. Η δοκιμασμένη τεχνολογία φιλμ της ifm προσφέρει εκτός αυτού και άριστο χρόνο απόκρισης.

## 4.2.2 Αισθητήρας KNX CO<sub>2</sub>, Υγρασίας και Θερμοκρασίας AP

### *Προβλεπόμενη Χρήση*

- Οι αισθητήρας λειτουργεί για την μέτρηση το διοξειδίου του άνθρακα, της σχετικής υγρασίας και της θερμοκρασίας σε διάφορους χώρους (γραφεία, σχολεία, αίθουσες συνεδριάσεων, κ.τ.λ.)
- Η συγκέντρωση CO<sub>2</sub> είναι μια μετρήσιμη ένδειξη της ποιότητας του αέρα ενός κλειστού χώρου. Όσο μεγαλύτερη είναι η συγκέντρωση CO<sub>2</sub> τόσο χειρότερος είναι ο αέρας στο χώρο.
- Οι συσκευές είναι κατάλληλες για τοποθέτηση σε κοινά περιβάλλοντα.

### *Τεχνικά χαρακτηριστικά και Γενικά χαρακτηριστικά*

Τάση δικτύου:	τάση διαύλου
Λήψη ρεύματος KNX:	≤ 10mA
Μονάδα διεπιφάνειας διαύλου (BCU):	ενσωματωμένη
Επιτρεπτή θερμοκρασία περιβάλλοντος:	-5 °C έως +45°C
Κλήση προστασίας:	III
Είδος προστασίας:	IP 20 κατά EN 60529
Πρότυπο συσκευής:	κατά EN 60730-1
Περίβλημα:	74 x 74 x 30,8 mm

Προσοχή στις αποκλίσεις των τεχνικών χαρακτηριστικών στην πινακίδα τύπου! Με επιφύλαξη τεχνικών βελτιώσεων. Οι συσκευές είναι σύμφωνες με την ευρωπαϊκή οδηγία 2006/95/EG (οδηγία χαμηλής τάσης) και 2004/108/EG (οδηγία ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας EMV). Αν η συσκευή χρησιμοποιηθεί με άλλες σε μία εγκατάσταση, θα πρέπει να ελεγχθεί ότι καμία από τις συσκευές δεν προκαλεί ραδιοπαρεμβολές.

- Το αέριο CO<sub>2</sub> βρίσκεται στον φρέσκο αέρα σε ποσοστό μόλις 0,034% και αποτελεί ένδειξη για την αξιολόγηση του αέρα ενός κλειστού χώρου.
- Η συγκέντρωση 0,1% (1000 ppm) είναι η οριακή τιμή για τους εσωτερικούς χώρους.
- Η μέγιστη συγκέντρωση για τους εργασιακούς χώρους είναι 5000ppm.
- Εύρος μέτρησης θερμοκρασίας: 0 – 40°C
- Όρια περιοχής ρύθμισης: 500 – 2550ppm
- Αντικείμενο “φυσική τιμή”: 0 – 9999ppm
- Εύρος μέτρησης “Σχετική υγρασία”: 1% - 100%
- Υπάρχουν 3 ανεξάρτητα όρια στις τιμές μέτρησης στο CO<sub>2</sub> και την σχετική υγρασία, καθώς και ένα όριο για την τιμή μέτρησης θερμοκρασίας.



- Σε περίπτωση που η τιμή μέτρησης βρίσκεται εκτός των οριακών τιμών, πραγματοποιείται μία ενέργεια: **αποστολή προτεραιότητας. Ενεργοποίηση, τιμή.**
- Κάθε όριο έχει ένα αντικείμενο φραγής.

### **Περιγραφή και Λειτουργία**

Ο αισθητήρας διαθέτει δύο λυχνίες LED από τις οποίες φαίνεται η τρέχουσα συγκέντρωση CO<sub>2</sub> και η υγρασία στον υπό μέτρηση αέρα περιβάλλοντος.

**A** Λυχνία LED για ένδειξη της περιεκτικότητας σε CO<sub>2</sub> (από πράσινο σε κόκκινο).

**B** Λυχνία LED για ένδειξη της σχετικής υγρασίας (από κίτρινο σε μπλε).

### Όρια διαφόρων τιμών μέτρησης

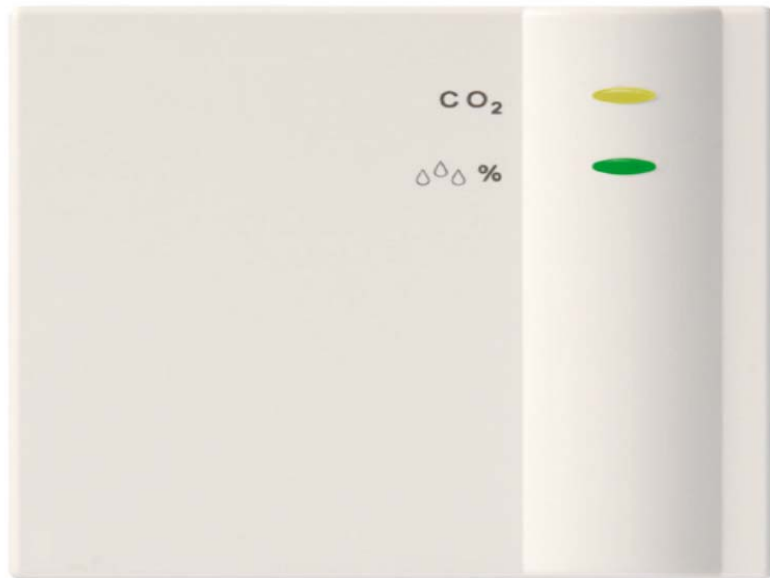
Τιμή Μέτρησης	LED CO <sub>2</sub>	Συγκέντρωση CO <sub>2</sub>	LED σχετικής υγρασίας	Κατάσταση υγρασίας
<b>Κατώτατη οριακή τιμή 1</b>	πράσινο	Μικρή	Κίτρινο	Ανάγκη ύγρανσης
<b>Ανάμεσα στην οριακή τιμή 1 και 2</b>	Κίτρινο	Μέση	Πράσινο	Υγρασία OK
<b>Ανάμεσα στην οριακή τιμή 2 και 3</b>	Πορτοκαλί	Υψηλή	Κόκκινο	Ανάγκη αφύγρανσης
<b>Πάνω από την οριακή τιμή 3</b>	κόκκινο	Πολύ υψηλή	μπλε	Συναγερμός συγκέντρωσης

**Πίνακας 4.1**

### **Εγκατάσταση και Σύνδεση Διαύλου**

- Τοποθετήστε τον αισθητήρα (στην μέτρηση θερμοκρασίας) σε έναν εσωτερικό τοίχο στο ύψος των ματιών.
- Αποφύγετε την τοποθέτηση σε ρεύματα αέρα ή σε σημεία εκπομπής θερμότητας.
- Μην τοποθετήσετε τον αισθητήρα σε μαλακή επιφάνεια, διαφορετικά δεν θα μπορεί να γίνεται η ανανέωση του αέρα.

- Ανοίξτε το καπάκι με ένα κατσαβίδι από τις 4 πλευρικές εγχοπές και περάστε το καλώδιο διαύλου μέσα από το άνοιγμα.
- Βάλτε το καλώδιο διαύλου στις κλέμες του διαύλου. Προσοχή στην πολικότητα.
- Κλείστε το καπάκι.



**Εικόνα 4.2**

- A** Κατά την εγκατάσταση μην ακουμπήσετε την μεμβράνη!
- B** Κλέμα διαύλου και καλώδιο διαύλου

#### ***Προσδιορισμός φυσικής διεύθυνσης***

- ✓ Με ένα κατσαβίδι πιέστε το πλήκτρο προγραμματισμού μέσα από το άνοιγμα του κάτω μέρους της συσκευής (2).
- ✓ Η λυχνία LED προγραμματισμού (1) ανάβει. Ο αισθητήρας βρίσκεται σε λειτουργία προγραμματισμού.
- ✓ Η αρχική θέση σε λειτουργία, η διάγνωση και ο σχεδιασμός έργου πραγματοποιούνται μέσω του ETS (KXN Tool Software).

#### ***Για την δική μας ασφάλεια***

#### **ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΘΑΝΑΤΟΥ ΛΟΓΩ ΗΛΕΚΤΡΟΠΛΗΞΙΑΣ**

Όλες οι εργασίες στην συσκευή πρέπει να πραγματοποιούνται αποκλειστικά και μόνο από ειδικευμένο ηλεκτρολόγο. Λάβετε υπόψη σας τις διατάξεις της έκτοτε χώρας, καθώς και τις ισχύουσες οδηγίες KNX.

- Μην χρησιμοποιείται τον αισθητήρα για μετρήσεις αερίων που αφορούν θέματα ασφάλειας!
- Χρησιμοποιείτε τον αισθητήρα μόνο σε μικρή τάση προστασίας!
- Φροντίστε να μην πέσει ο αισθητήρας κάτω. Οι έντονοι κραδασμοί επηρεάζουν την ακρίβεια μετρήσεων CO<sub>2</sub>.

### 4.2.3 Αισθητήρας Υγρασίας

Με τον αισθητήρα υγρασίας εδάφους GARDENA, η υγρασία του εδάφους συνυπολογίζεται για την αυτόματη άρδευση. Όταν το έδαφος είναι επαρκώς υγρό, η αυτόματη άρδευση δεν ενεργοποιείται ή διακόπτεται, εάν βρίσκεται σε εξέλιξη - έτσι εξοικονομείται νερό. Σε συνδυασμό με τις συσκευές προγραμματισμού νερού C 1060 solar plus, C 1060 plus και C 1030 plus, είναι δυνατή η άρδευση ακόμα και μόνο με έλεγχο μέσω αισθητήρα. Ο αισθητήρας υγρασίας εδάφους απλώς τοποθετείται στο έδαφος, δίπλα στα φυτά, και μετρά ηλεκτρονικά, μακροπρόθεσμα και αξιόπιστα τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας στο χώμα. Μπορείτε να ρυθμίσετε το επιθυμητό επίπεδο υγρασίας με το περιστροφικό κουμπί. Στην ένδειξη εμφανίζεται το τρέχον επίπεδο υγρασίας. Ο αισθητήρας υγρασίας εδάφους είναι εφοδιασμένος με καλώδιο σύνδεσης 5 m. Για τη λειτουργία απαιτούνται δύο αλκαλικές μπαταρίες 1,5 V. Έτσι, διασφαλίζονται αξιόπιστα αποτελέσματα μέτρησης για ένα έτος περίπου. Με ένδειξη αποφορτισμένης μπαταρίας. Παρακάτω παρουσιάζεται ο αισθητήρας υγρασίας εδάφους:



Εικόνα 4.3

#### 4.2.3.1 Αυτόματη άρδευση με εξοικονόμηση νερού

Όταν το έδαφος είναι επαρκώς υγρό, το αυτόματο σύστημα άρδευσης δεν ενεργοποιείται ή διακόπτεται η άρδευση, εάν βρίσκεται σε εξέλιξη - έτσι μπορείτε να εξοικονομήσετε νερό και παράλληλα να απολαμβάνετε όμορφα και υγιή φυτά. Μαζί με τις συσκευές προγραμματισμού νερού C 1060 solar plus, ο αισθητήρας υγρασίας εδάφους μπορεί να ανοίγει και να κλείνει τη ροή νερού αναλόγως της υγρασίας του εδάφους.



Εικόνα 4.4

#### 4.2.3.2 Συσκευή προγραμματισμού νερού C 1060 solar plus

Η Συσκευή προγραμματισμού νερού GARDENA C 1060 solar plus συνδέεται στη βάνα και ελέγχει την αυτόματη άρδευση του κήπου σας, π.χ. τους ψεκαστήρες, το σύστημα άρδευσης με σταγόνες όπως το Micro-Drip-System ή το σύστημα GARDENA Sprinklersystem. Το μοντέλο Premium C 1060 solar plus διαθέτει φωτοβολταϊκό στοιχείο υψηλής ισχύος που εξοικονομεί ενέργεια στην παρεχόμενη επαναφορτιζόμενη μπαταρία ιόντων λιθίου. Ακόμα και όταν δεν έχει ηλιοφάνεια, η μπαταρία φορτίζεται και έτσι είναι δυνατή η αδιάλειπτη και συνεχής λειτουργία. Ο προγραμματισμός των χρόνων ποτίσματος είναι εύκολος: η μονάδα λειτουργίας με τη μεγάλη και ευκρινή οθόνη είναι αποσπώμενη για ευκολότερο προγραμματισμό. Η μεγάλη οθόνη εμφανίζει οδηγίες που εξηγούν, σε δέκα επιλεγόμενες γλώσσες, ποια βήματα προγράμματος πρέπει να εκτελεστούν και με ποια αλληλουχία. Με το μεγάλο, εύχρηστο περιστροφικό κουμπί, μπορείτε να ελέγξετε γρήγορα τα επιθυμητά δεδομένα. Με δυνατότητα επιλογής έως έξι ανεξάρτητων προγραμμάτων ή διαστημάτων ποτίσματος καθημερινά με διάρκεια κάθε

διαστήματος από 1 λεπτό έως 9 ώρες και 59 λεπτά. Πρόσθετη ευελιξία: με δυνατότητα ελεύθερης επιλογής και των επιθυμητών ημερών ποτίσματος. Σε συνδυασμό με τον αυτόματο διανομέα νερού GARDENA, είναι δυνατός ο ανεξάρτητος έλεγχος έως έξι διαφορετικών συνδετικών εξαρτημάτων. Για λειτουργία με εξοικονόμηση νερού, μπορείτε να συνδέσετε έναν αισθητήρα βροχής ή έναν αισθητήρα υγρασίας εδάφους GARDENA. Επίσης, είναι δυνατή η άρδευση μόνο με έλεγχο μέσω αισθητήρα, χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα υγρασίας εδάφους.

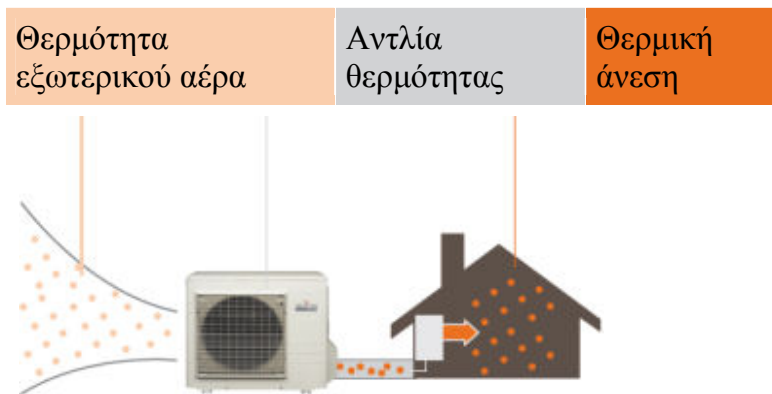


Εικόνα 4.5

## 5. ΨΥΞΗ ΚΑΙ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

### 5.1 Αντλίες Θερμότητας

Οι αντλίες θερμότητας είναι υψηλής απόδοσης συσκευές θέρμανσης-ψύξης για οικιακή χρήση. Απορροφούν θερμότητα από τον εξωτερικό αέρα (έτσι λέγονται αέρα - αέρα ή αέρα - νερού αντλίες θερμότητας), από το νερό ( νερού - νερού αντλίες θερμότητας) ή από το έδαφος ( εδάφους - αέρα ή εδάφους νερού αντλίες θερμότητας) και την μεταφέρουν στο σπίτι σας. Ο κύκλος λειτουργίας των αντλιών θερμότητας είναι πλήρως αναστρέψιμος, έτσι που μπορεί να χρησιμοποιηθούν τόσο για θέρμανση όσο και για ψύξη



**Εικόνα 5.1**

## **Αντλίες Θερμότητας Daikin Υψηλής Ενεργειακής Απόδοσης**

Η Daikin έχει πάνω από 50 χρόνια εμπειρίας στην τεχνολογία των αντλιών θερμότητας (αέρα-αέρα και αέρα-νερού). Αυτή η τεχνολογική εξειδίκευση ενσωματώνει νέας γενιάς αντλίες θερμότητας στην αγορά που είναι πιο αποδοτικές και εκπέμπουν λιγότερο CO<sup>2</sup> σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα που χρησιμοποιούν οι συμβατικοί λέβητες. Η απόδοση μιας αντλίας θερμότητας μετράται με τον COP (Coefficient of Performance- Συντελεστής απόδοσης λειτουργίας), και οι αντλίες θερμότητας της Daikin μπορούν να επιτύχουν COP μέχρι και 5: Αυτό σημαίνει ότι για κάθε μονάδα καταναλισκόμενης ενέργειας παράγουν 5 μονάδες θερμικής ή ψυκτικής ισχύος

### ***Πόσο αποδοτικές είναι οι αντλίες θερμότητας της Daikin's;***

Η αντλία θερμότητας αέρα - νερού της Daikin, Daikin Altherma, απορροφά το μεγαλύτερο ποσό ενέργειας - μέχρι και τα δύο τρίτα - από τον αέρα του περιβάλλοντος και όχι καταναλώνοντας υψηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα ορυκτά καύσιμα! Το υπόλοιπο ένα τρίτο της ενέργειας που απαιτείται για την αύξηση της θερμοκρασίας της ανακτώμενης θερμότητας στο επιθυμητό επίπεδο λαμβάνεται μέσω ηλεκτρικά κινούμενου συμπιεστή. Αυτός είναι ο λόγος που οι αντλίες θερμότητας όπως η Daikin Altherma μειώνουν τις εκπομπές άνθρακα πάνω από 50%\* συγκρινόμενες με λέβητες πετρελαίου και 28% με λέβητες αερίου με βάση το Eurelec Program, 2001' για EU 27 και άλλα συμβατικά συστήματα θέρμανσης που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα και

μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας πάνω από 30%. Ειδικότερα μειώνεται τη κατανάλωση ενέργειας πάνω από 34% σε σύγκριση με λέβητες πετρελαίου και 18% με λέβητες αερίου. Συνθήκες: Ετήσια απαίτηση σε θέρμανση = 20 000 kWh, τιμές ενέργειας από τη EUROSTAT (1<sup>ο</sup>εξάμηνο2007)

Στην εγκατάσταση του θερμοκηπίου θα τοποθετήσουμε πέντε αυτόνομα συστήματα κλιματισμού μονού κελύφους. Συγκεκριμένα θα χρησιμοποιήσουμε το σύστημα κλιματισμού της DAIKIN τον UATYQ450MBY1. Τα δεδομένα του οποίου παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Product Name - EL UATYQ450MBY1

Απόδοση ψύξης	Όνομ.		kW	44.720 (3)	
Απόδοση θέρμανσης	Όνομ.		kW	41.790 (3)	
Ισχύς εισόδου	Ψύξη	Όνομ.	kW	13.040	
	Θέρμανση	Όνομ.	kW	12.860	
EER				3.43	
COP				3.25	
Εξατμιστής	Εξωτερική στατική πίεση		Pa	147	
Συνδέσεις σωληνώσεων εξατμιστήρα	Μέγεθος μέσου αποστράγγισης συμπυκνωμάτων	Εξ. Διάμ.	mm	25.4	
Συμπυκνωτήρας	Διαστάσεις	Μονάδα	Ύψος	mm	1,130
			Πλάτος	mm	2,209
			Βάθος	mm	2,113
	Βάρος	Μονάδα	kg	610	
	Περιβλήμα	Χρώμα	Ανοικτό γκρι		
		Υλικό	Ηλεκτρογαλβανισμένος μαλακός χάλυβας		
	Στάθμη ηχητικής ισχύος	Όνομ.	dBA	83	
	Ψυκτικό μέσο	Τύπος	R-410A		
Τροφοδοσία ισχύος	Όνομα			Y1	
	Φάση			3~	
	Συχνότητα		Hz	50	
	Τάση		V	380-415	

**Πίνακας 5.1**

Όλες οι προδιαγραφές μπορεί να τροποποιηθούν από τον κατασκευαστή χωρίς προηγούμενη προειδοποίηση. Όλες οι μονάδες έχουν ελεγχεί και συμμορφώνονται με το πρότυπο ISO5151. Η ψύξη που δίδεται στο εσωτερικό περιβάλλον του θερμοκηπίου είναι 27°CDB, 19°CWB την στιγμή που η θερμοκρασία στο εξωτερικό περιβάλλον είναι 35°CDB, 24°CWB αντίστοιχα. Κατά την λειτουργία της θέρμανσης προσδίδονται στο εσωτερικό περιβάλλον 20°CDB όταν στο εξωτερικό περιβάλλον ισχύει η θερμοκρασία των 7°CDB, 6°CWB. Οι στάθμες ηχητικής πίεσης μετρούνται σύμφωνα με το πρότυπο JIS B 8616. Όλοι οι υπολογισμοί απόδοσης διεξάγονται αυστηρά σύμφωνα με το πρότυπο Eurovent.

## **6. INVERTER**

Ένας μετατροπέας είναι μια ηλεκτρική συσκευή η οποία μετατρέπει [το συνεχές ρεύμα](#) (DC) σε [εναλλασσόμενο ρεύμα](#) (AC). Η μετατροπή AC μπορεί να είναι σε οποιαδήποτε απαιτούμενη τάση και της συχνότητας με τη χρήση κατάλληλων μετασχηματιστών και κυκλωμάτων ελέγχου. Στερεάς κατάστασης μετατροπείς δεν έχουν κινούμενα μέρη και χρησιμοποιούνται σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, από τα μικρά [τροφοδοτικά μεταγωγής](#) σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές, σε μεγάλες [εταιρείας ηλεκτρικής ενέργειας υψηλής τάσης συνεχούς ρεύματος](#) εφαρμογές που δύναται μεταφορά μεγάλων φορτίων. Οι μετατροπείς συνήθως χρησιμοποιούνται για την παροχή εναλλασσόμενου ρεύματος DC από πηγές, όπως τα [ηλιακά πάνελ](#) ή [μπαταρίες](#).

Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι του μετατροπέα. Η έξοδος ενός τροποποιημένου ημιτονοειδούς κύματος inverter είναι παρόμοιο με ένα [τετραγωνικό κύμα](#) εξόδου εκτός από το ότι η έξοδος πάει στα μηδέν βολτ για έναν χρονικό διάστημα πριν από τη μετάβαση στη θετική ή στην αρνητική. Είναι απλό και χαμηλού κόστους και είναι συμβατό με τις περισσότερες ηλεκτρονικές συσκευές, εκτός από τις ευαίσθητες ή εξειδικευμένου εξοπλισμού, για παράδειγμα ορισμένους [εκτυπωτές λέιζερ](#). Ένας inverter καθαρού ημιτόνου παράγει ένα σχεδόν τέλειο ημιτονοειδές κύμα εξόδου (<3% [ολική αρμονική παραμόρφωση](#)) που είναι ουσιαστικά το ίδιο με το βοηθητικό πρόγραμμα που παρέχει πλέγμα ισχύος. Έτσι, είναι συμβατό με όλες τις ηλεκτρονικές συσκευές εναλλασσόμενου ρεύματος. Ο σχεδιασμός του είναι πιο περίπλοκος, και η χρέωση είναι 5 ή 10 φορές περισσότερο ανά μονάδα ενέργειας. Ο ηλεκτρικός μετατροπέας είναι ένας υψηλής ισχύος [ηλεκτρονικός ταλαντωτής](#) και ονομάζεται έτσι επειδή μπορεί να λειτουργεί και ως αντιστροφέας, δηλαδή στην μετατροπή εναλλασσόμενου ρεύματος AC σε συνεχές ρεύμα DC.





**Εικόνα 6.1**

## **6.1 Όροι για την τεχνολογία SMA Multicluster**

### **6.1.1 Αυτόνομο δίκτυο**

Ως αυτόνομο δίκτυο περιγράφεται ένα ηλεκτρικό δίκτυο, το οποίο είναι ανεξάρτητο από το δημόσιο δίκτυο παροχής ενέργειας. Ένα αυτόνομο δίκτυο με Sunny Island εγκαθίσταται ως μονοφασικό ή τριφασικό δίκτυο AC και συνδέει διάφορα είδη μονάδων παραγωγής ενέργειας (π.χ. φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις, μικρές εγκαταστάσεις αιολικής ενέργειας και γεννήτριες Diesel). Ως συσσωρευτές ενέργειας αποτελούν ένα επίσης σημαντικό τμήμα των αυτόνομων δικτύων. Ο μετατροπέας αυτόνομων δικτύων Sunny Island δημιουργεί ένα αυτόνομο δίκτυο και εξασφαλίζει σταθερή παροχή ενέργειας ρυθμίζοντας όλες τις διαδικασίες.

### **6.1.2 Πλέγμα**

Ένα πλέγμα αποτελείται από 3 Sunny Island και ένα συσσωρευτή. Συνολικά συνδέονται 3 Sunny Island – από ένα Sunny Island ανά φάση – σχηματίζοντας ένα αυτόνομο τριφασικό δίκτυο. Στα πλαίσια του πλέγματος, ένα Sunny Island λειτουργεί ως κεντρική συσκευή και τα άλλα δύο Sunny Island αποτελούν τις εξαρτώμενες συσκευές.

### **6.1.3 Σύστημα Multicluster**

Διάφορα πλέγματα σε παράλληλη σύνδεση σχηματίζουν ένα σύστημα πολλαπλών πλεγμάτων, το λεγόμενο σύστημα Multicluster. Με την αύξηση του αριθμού των πλεγμάτων, αυξάνεται και η ισχύς του συστήματος Multicluster. Τα πλέγματα συνδέονται παράλληλα μέσω του Multicluster Box. Το κατάλληλο μέγεθος του Multicluster Box καθορίζεται κατά το σχεδιασμό του συστήματος, ανάλογα με τις ανάγκες για ισχύ.

### **6.1.4 Multicluster Box**

Το Multicluster Box είναι η κύρια διανομή AC στο σύστημα Multicluster και αποτελεί στοιχείο της τεχνολογίας πολλαπλών πλεγμάτων της SMA. Στα πλαίσια ενός αυτόνομου δικτύου, το Multicluster Box συνδέει τα πλέγματα του Sunny Island με τους καταναλωτές και τις μονάδες παραγωγής ενέργειας.

### **6.1.5 Κεντρική Συσκευή**

Η κεντρική συσκευή (master) είναι το κέντρο ελέγχου και επικοινωνίας σε ένα πλέγμα. Αναλαμβάνει τις ακόλουθες λειτουργίες:

- Ενεργοποίηση και απενεργοποίηση εξαρτώμενων συσκευών
- Επιτήρηση και έλεγχος των εξαρτώμενων συσκευών, π.χ. ρύθμιση συχνότητας και τάσης
- Έλεγχος φόρτισης και αποφόρτισης του συσσωρευτή
- Επιτήρηση χωρητικότητας και κατάστασης φόρτισης του συσσωρευτή
- Αποθήκευση των δεδομένων του πλέγματος και του συσσωρευτή στην κάρτα MMC
- Μεταβίβαση εντολών στη γεννήτρια Diesel
- Ανταλλαγή δεδομένων με τις κεντρικές συσκευές άλλων πλεγμάτων
- Ενημέρωση και των δύο εξαρτώμενων συσκευών σε περίπτωση ενημέρωσης του υλικολογισμικού
- Ένδειξη τιμών και καταστάσεων του συστήματος
- Κεντρική καταγραφή των εισαγωγών χρήστη

### **6.1.6 Εξαρτώμενη Συσκευή**

Μια εξαρτώμενη συσκευή (slave) είναι μια λειτουργική μονάδα, η οποία ελέγχεται από την κεντρική συσκευή. Η εξαρτώμενη συσκευή λαμβάνει τις ρυθμίσεις για τη διαμόρφωσή της, το τρέχον υλικολογισμικό καθώς και εντολές εκκίνησης και διακοπής από τη σχετική κεντρική συσκευή. Μεταβιβάζει τα στοιχεία της λειτουργίας της στην κεντρική συσκευή και εκτελεί τις εντολές της τελευταίας.

### **6.1.7 Κύριο Πλέγμα**

Το κύριο πλέγμα (main cluster) αποτελεί το βασικό πλέγμα στο σύστημα Multicluster. Η κεντρική συσκευή του κύριου πλέγματος είναι η κεντρική διεπαφή χειρισμού για το κύριο πλέγμα και όλα τα πλέγματα προέκτασης ενός αυτόνομου δικτύου. Η κεντρική συσκευή του κύριου πλέγματος είναι ανώτερη από τις κεντρικές συσκευές των πλεγμάτων προέκτασης. Μεταξύ άλλων, η κεντρική συσκευή του κύριου πλέγματος εκτελεί τις ακόλουθες λειτουργίες:

- Εκκίνηση και διακοπή του συστήματος Multicluster
- Έλεγχος και επιτήρηση των κεντρικών συσκευών των πλεγμάτων προέκτασης
- Επικοινωνία με το Multicluster Box

Σε περίπτωση διακοπής λειτουργίας της κεντρικής συσκευής του κύριου πλέγματος, διακόπτεται η λειτουργία όλου του συστήματος Multicluster. Αν το αυτόνομο δίκτυο συνδεθεί με μια γεννήτρια Diesel, τροφοδοτούνται από αυτή οι καταναλωτές.

### **6.1.8 Πλέγμα Προέκτασης**

Το πλέγμα προέκτασης (extension cluster) είναι ένα πλέγμα που ελέγχεται από το κύριο πλέγμα στα πλαίσια του συστήματος Multicluster. Η κεντρική συσκευή του πλέγματος προέκτασης ακολουθεί τις οδηγίες της κεντρικής συσκευής του κύριου πλέγματος. Η κεντρική συσκευή του πλέγματος προέκτασης μεταβιβάζει τα στοιχεία λειτουργίας του δικού της πλέγματος στην κεντρική συσκευή του κύριου πλέγματος. Σε περίπτωση διακοπής λειτουργίας της κεντρικής συσκευής ενός πλέγματος προέκτασης, διακόπτεται η λειτουργία μόνο του συγκεκριμένου πλέγματος. Το σύστημα Multicluster εξακολουθεί να λειτουργεί με μειωμένη ισχύ.

<b>Γενικά</b>	
<b>Αριθμός φάσεων</b>	Τριφασικό
<b>Ονομαστική τάση AC</b>	230 V (L,N), 400 V (L1, L2)
<b>Εύρος τάσης AC</b>	172,5 V – 265 V, 300 V – 433 V
<b>Ονομαστική συχνότητα AC (εύρος)</b>	50 Hz (40 Hz – 70 Hz)
<b>Επιτρεπόμενη μορφή δικτύου</b>	TN
<b>Διαστάσεις (Π / Υ / Β) σε mm</b>	1000 / 1400 / 300
<b>Είδος τοποθέτησης</b>	όρθιο πάνω σε βάση
<b>Βάρος</b>	140 kg
Συνδέσεις Sunny Island	
<b>Αριθμός των συσκευών</b>	12
<b>Ισχύς / ρεύμα διαρκείας AC στους 25 °C</b>	60 kW/3 x 87 A
<b>Ισχύς / ρεύμα διαρκείας AC στους 45 °C</b>	48 kW/3 x 70 A
<b>Ισχύς / ρεύμα AC για 30 λεπτά</b>	80 kW
<b>Ισχύς / ρεύμα AC για 1 λεπτό</b>	100 kW
<b>Ασφάλειες</b>	Διακόπτες προστασίας αγωγών C32A
Σύνδεση φωτοβολταϊκής εγκατάστασης	
<b>Αριθμός</b>	1 (3-φασικό)
<b>Φωτοβολταϊκή ισχύς διαρκείας AC / Φωτοβολταϊκό ρεύμα διαρκείας AC στους 25 °C</b>	110 kW/3 x 160 A
<b>Ασφάλειες</b>	—
Σύνδεση καταναλωτών	
<b>Αριθμός</b>	1 (3-φασικό)
<b>Ονομαστική ισχύς / ονομ. ρεύμα στους 25 °C</b>	110 kW/3 x 160 A
<b>Ασφάλειες</b>	NH 00
Σύνδεση γεννήτριας	
<b>Αριθμός</b>	1 (3-φασικό)

<b>Όνομαστική ισχύς / ονομαστικό ρεύμα γεννήτριας στους 25 °C</b>	110 kW/3 x 160 A
<b>Ασφάλειες</b>	NH 00
Εξοπλισμός / λειτουργία	
<b>Εγγύηση (5/10/15/20/25 χρόνια)</b>	ναι / προαιρ. / προαιρ. / προαιρ. / προαιρ.
<b>Πιστοποιητικά και εγκρίσεις</b>	CE
Συνθήκες περιβάλλοντος	
<b>Θερμοκρασία περιβάλλοντος (SBU, AS-Box)</b>	-25 °C ... +50 °C
<b>Κατηγορία προστασίας (κατά IEC 60529)</b>	IP65
<b>Ατμοσφαιρική υγρασία</b>	0 % ... 100 %
Αξεσουάρ	
<b>Αγωγοί επικοινωνίας</b>	Ναι
<b>Multicluster-Piggy-Back</b>	προαιρ.
<b>Έκδοση Απριλίου 2011</b>	
<b>Περιγραφή τύπου</b>	MC-BOX-12.3

**Πίνακας 6.1**

## **7. ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ**

Ένας ρυθμιστής φόρτισης ή μία ρυθμιστική αρχή περιορίζει τον ρυθμό με τον οποίο το ηλεκτρικό ρεύμα προστίθεται ή εξέρχεται από ηλεκτρικές μπαταρίες. Μπορούν και αποτρέπουν την υπερφόρτιση και μπορούν να αποτρέψουν την υπέρταση, η οποία μπορεί να μειώσει την απόδοση της μπαταρίας, τη διάρκεια ζωής της και μπορεί να αποτελέσει στην αποφυγή κινδύνου. Μπορεί επίσης να αποτρέψει εντελώς την αποστράγγιση "αποφόρτιση" μίας μπαταρίας ή να εκτελέσει ελεγχόμενη απόρριψη ανάλογα με την τεχνολογία της μπαταρίας, για την προστασία της διάρκειας ζωής της.

Οι ελεγκτές φόρτισης πωλούνται στους καταναλωτές ως ξεχωριστές συσκευές, συχνά σε συνδυασμό με γεννήτριες ηλιακής ή αιολικής ενέργειας, που προορίζονται για χρήσεις όπως τροφοδότηση οικιακών συστημάτων ή αποθήκευσης μιας μπαταρίας. Σε εφαρμογές ηλιακής ενέργειας, οι ρυθμιστές φόρτισης μπορούν επίσης να μετονομάζονται σε ηλιακούς ρυθμιστικές. Ένας **ρυθμιστής φόρτισης σειράς** ή **ρυθμιστής σειράς** απενεργοποιεί περαιτέρω τρέχουσα ροή της μπαταρίας όταν είναι γεμάτη. Ένας **ρυθμιστής φόρτισης ρεύματος λειτουργίας** ή **ρυθμιστική αρχή shunt** εκτρέπει το πλεόνασμα ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα βοηθητικό ή "shunt" φορτίο, όπως ένα ηλεκτρικό θερμοσίφωνα, όταν οι μπαταρίες είναι γεμάτες. Οι ελεγκτές φόρτισης σταματάνε τη φόρτιση μιας μπαταρίας όταν υπερβαίνει ένα υψηλό επίπεδο τάσης, και να ενεργοποιεί ξανά τ φόρτισή της όταν η τάση της μπαταρίας πέσει πάλι κάτω από το χαμηλότερο επίπεδο τάσης. Οι ελεγκτές φόρτισης μπορούν επίσης να παρακολουθούν τη θερμοκρασία της μπαταρίας για να αποφευχθεί η υπερθέρμανση. Μερικά συστήματα ρυθμιστών φόρτισης εμφανίζουν επίσης τα δεδομένα, τη μετάδοσή τους σε απομακρυσμένες οθόνες και την καταγραφή τους για την παρακολούθηση της ηλεκτρικής ροής στην πάροδο του χρόνου. Ένα κύκλωμα ελέγχου φόρτισης μπορεί να βρίσκεται στην μπαταρία της συσκευής, σε μια μπαταρία είτε για ενσύρματη ή ασύρματη (επαγωγικού τύπου) φόρτισης, ενσωματωμένο με την καλωδίωση ή το τροφοδοτικό ή άλλο τροφοδοτικό module

## 8. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

### 8.1 Γενικές Πληροφορίες πάνω στα Φωτοβολταϊκά

Η αρχική δημιουργία των φωτοβολταϊκών πάνελ ξεκίνησε από τον δεκαεπταετή χρόνο τότε – 1839 – Γάλλο φυσικό Edmond Becquerel (1820- 1891) που ανακαλύπτει κατά την διάρκεια πειραμάτων του με δύο μεταλλικά ηλεκτρόδια σε αγωγικό υγρό ότι η ροή αυξανόταν με την έκθεσή του στον ήλιο. Το 1918 ο Πολωνός φυσικός Jan Czochralksi ανακαλύπτει την μέθοδο παραγωγής μονοκρυσταλικού πυριτίου. Η πιο αξιοποιήσιμες ακόμα και σήμερα φωτοβολταϊκές κυψέλες – βελτιωμένες με το πέρασμα του χρόνου – βασίζονται στο μονοκρυσταλικό πυρίτιο. Το **1932** παρατηρείται το φωτοβολταϊκό φαινόμενο στο κάδμιο σελήνιο, όπου σήμερα για την παραγωγή φωτοβολταϊκών πάνελ αποτελεί (**cds**) ένα από τα σημαντικότερα υλικά. Με την ανάπτυξη της θεωρίας της διόδου σταθερής κατάστασης και την επέκταση της κβαντικής θεωρίας ανοίγεται ο δρόμος για τις πρώτες πρακτικές εφαρμογές, με αποτέλεσμα το 1954 οι Chapin, Fuller και Pearson στα εργαστήρια της Bell laboratories ανακαλύπτουν ότι το πυρίτιο μαζί με συγκεκριμένα ρυπαρότητες είναι πολύ ευαίσθητο στο φως. Το πρώτο ηλιακό κελί ήταν

γεγονός και το αποτέλεσμα είναι τα πρώτα φωτοβολταϊκά στοιχεία με απόδοση 6%. Από τότε η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών στοιχείων έχει χρησιμοποιηθεί από το χώρο των διαστημικών εφαρμογών – για την τροφοδοσία δορυφόρων – μέχρι και την τροφοδοσία εκπαιδευτικών τηλεοράσεων σε χωριό του Νίγηρα. Η πρώτη εγκατάσταση στα επίπεδα του 1 MW πραγματοποιείται στην Καλιφόρνια από την APΨO SOLAR το 1980 όπου χρησιμοποιείται το σύστημα της παρακολούθησης της τροχιάς του ήλιου δύο αξόνων. Μέσα σε διάρκεια μίας εικοσαετίας τα επίπεδα εγκαταστημένης ισχύς σε φωτοβολταϊκά έχει φτάσει στα 2000 MW. Για την τροφοδοσία του θερμοκηπίου που έχουμε θα χρησιμοποιηθούν φωτοβολταϊκά πάνελ ώστε να έχουμε μία πιο οικονομική μορφή ηλεκτρισμού.

## 8.2 Τι είναι τα φωτοβολταϊκά και πως λειτουργούν

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία μετατρέπουν το ηλιακό φως σε ηλεκτρισμό. Η λέξη βολτ προέρχεται από τον Alessandro Volta ο οποίος ήταν ένας από τους πρωτοπόρους στην μελέτη του ηλεκτρισμού. Ονομάζονται συχνά και ηλιακές κυψέλες και είναι ήδη ένα σημαντικό μέρος στη ζωή μας. Τις πιο απλές εφαρμογές αυτής της τεχνολογίας τις συναντούμε στους υπολογιστές τσέπης και στα ρολόγια χειρός. Πιο σύνθετα συστήματα μας βοηθούν να αντλούμε νερό, να δίνουμε ηλεκτρικό ρεύμα σε απομακρυσμένους επικοινωνιακούς σταθμούς, όπως και να φωτίζουμε το σπίτι μας και να λειτουργούμε τις οικιακές μας συσκευές. Στις περισσότερες περιπτώσεις τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι η πιο οικονομική μορφή ηλεκτρισμού για να καταφέρνουμε τα παραπάνω.

## 8.3 Βασική λειτουργία των φωτοβολταϊκών

Ο ήλιος αποτελεί μία ανεξάντλητη πηγή ενέργειας η οποία, αν γίνει εκμεταλλεύσιμη θα υπάρξει μεγάλη βελτίωση στο περιβάλλον λόγω μικρότερης παραγωγής ρύπων από την χρησιμοποίηση ρυπογόνων καυσίμων (λιγνίτης, πετρέλαιο κ.λπ.). Κάθε κιλοβατώρα ηλεκτρισμού που προμηθευόμαστε από το δίκτυο της ΔΕΗ και παράγεται από ορυκτά καύσιμα, επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με ένα τουλάχιστον κιλό διοξειδίου του άνθρακα ( $1\text{kWh} = 1\text{kg CO}_2$ ). Λόγω λοιπόν της μεγάλης επιβάρυνσης της ατμόσφαιρας δημιουργήθηκε η ανάγκη εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) με πρώτη την ηλιακή. Το φως του ήλιου είναι ουσιαστικά μικρά πακέτα ενέργειας που λέγονται φωτόνια. Τα φωτόνια όταν προσκρούσουν σε ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο, άλλα ανακλώνται, άλλα το διαπερνούν και άλλα απορροφώνται από το φωτοβολταϊκό στοιχείο (Φ/Β). Αυτά τα τελευταία φωτόνια είναι που παράγουν το ηλεκτρικό ρεύμα. Το βασικό συστατικό των Φ/Β συστημάτων είναι το Φ/Β στοιχείο. Το Φ/Β στοιχείο είναι ένα σύστημα δύο υλικών σε επαφή (ημιαγωγοί τύπου p-n, συχνά από πυρίτιο), το οποίο όταν φωτίζεται εμφανίζει στα άκρα του συνεχή ηλεκτρική τάση. Δύο τύποι πυριτίου

χρησιμοποιούνται για την δημιουργία Φ/Β στοιχείων, το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο, ενώ το κρυσταλλικό πυρίτιο διακρίνεται σε μονοκρυσταλλικό και πολυκρυσταλλικό.

Στο εμπόριο διατίθενται φωτοβολταϊκά πάνελ, που είναι πολλά Φ/Β στοιχεία συνδεδεμένα μεταξύ τους, επικαλυμμένα με ειδικές μεμβράνες και εγκιβωτισμένα σε γυαλί με πλαίσιο από αλουμίνιο σε διάφορες τιμές ονομαστικής ισχύος, ανάλογα με την τεχνολογία και τον αριθμό των Φ/Β στοιχείων που τα αποτελούν. Τα πάνελ συνδέονται μεταξύ τους και δημιουργούν τη φωτοβολταϊκή συστοιχία, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει από δύο έως και αρκετές εκατοντάδες φωτοβολταϊκές γεννήτριες.

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από μια Φ/Β συστοιχία είναι συνεχούς ρεύματος (DC), και για το λόγο αυτό οι πρώτες χρήσεις των Φ/Β αφορούσαν εφαρμογές DC τάσης, κλασικά παραδείγματα είναι ο υπολογιστής τσέπης – κομπιουτεράκι – και οι δορυφόροι. Με την προοδευτική αύξηση όμως του βαθμού απόδοσης, δημιουργήθηκαν ειδικές συσκευές, οι αναστροφείς (inverters), που σκοπό έχουν να μετατρέψουν την έξοδο συνεχούς τάσης της Φ/Β συστοιχίας σε εναλλασσόμενη τάση. Με τον τρόπο αυτό, το Φ/Β σύστημα είναι σε θέση να τροφοδοτήσει μια σύγχρονη εγκατάσταση (π.χ. κατοικία ή συγκρότημα κατοικιών) που χρησιμοποιεί κατά κανόνα συσκευές εναλλασσόμενου ρεύματος (AC).

## 8.4 Τα φωτοβολταϊκά και τα πλεονεκτήματά τους

- Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάρκων μπορεί να συμβαδίσει αρμονικά με τοπία κάθε μορφής, ενώ δεν αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα για παράλληλες χρήσεις της γης όπως, γεωργία, κτηνοτροφία και λειτουργία αγρό-τουριστικών μονάδων. Λόγω της υπόγειας όδευσης των αγωγών σύνδεσης, τα μόνα ορατά της τμήματα αποτελούν οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες και οι βάσεις (σταθερές ή ηλιοτροπικές) επί των οποίων εδράζονται. Οι εγκαταστάσεις μπορούν να αναπτυχθούν ταχύτατα, χωρίς ιδιαίτερη ενόχληση κατά το στάδιο της κατασκευαστικής τους περιόδου.
- Το χαμηλό τους ύψος, αλλά και η συντεταγμένη τοποθέτησή τους σε συμμετρικές συστοιχίες και γεωμετρικά πρότυπα, προσφέρουν μια εικόνα τάξης και οργάνωσης στην περιοχή ανάπτυξής τους, η οποία δεν δημιουργεί αρνητικά οπτικά ερεθίσματα.
- Τέλος ή απουσία ταχέως κινούμενων τμημάτων και η πλήρης ανυπαρξία θορύβων ή δονήσεων που να σχετίζονται με τη λειτουργία τους, δεν διαταράσσει τις φυσικές δραστηριότητες και ισορροπίες της περιοχής που τα φιλοξενεί. Οι παραπάνω διαπιστώσεις ενισχύονται από το γεγονός ότι η λειτουργία τέτοιου είδους σταθμών δεν συνδέεται με ένταση εργασίας.
- Επίσης έχουν υψηλή αξιοπιστία – μεγάλη διάρκεια ζωής. Η διάρκεια ζωής των Φ/Β είναι 25 χρόνια περίπου. Η αρχική τους κατασκευή ήταν για χρήση στο



διάστημα όπου οι επισκευές είναι δαπανηρές έως ακατόρθωτες. Οι φωτοβολταϊκοί συλλέκτες σήμερα τροφοδοτούν με ρεύμα σχεδόν όλους τους δορυφόρους.

- Μηδενικό κόστος λειτουργίας: Χρησιμοποιούν το φως του ήλιου για να παράγουν ηλεκτρισμό άρα δεν καταναλώνουν πρώτες ύλες.
- Ελάχιστη συντήρηση: Τα Φ/Β δεν έχουν μηχανικά μέρη άρα δεν χρειάζεται καθόλου συντήρηση κατά την λειτουργία τους.
- Μηδενική ρύπανση: Δεν παράγουν υποπροϊόντα ούτε χρειάζονται καύσιμα για να λειτουργήσουν. Επίσης δεν προκαλούν ηχορύπανση αφού η λειτουργία τους είναι εντελώς αθόρυβη. Επίσης κατασκευάζονται από ανακυκλώσιμα υλικά (γυαλί, αλουμίνιο, πυρίτιο) συνεπώς είναι περιβαλλοντικά καθαρά.
- Αυτονομία: Παρέχουν πλήρη ενεργειακή αυτονομία. Έτσι μπορούν να τοποθετηθούν σε δύσβατες περιοχές, σε πλωτές εξέδρες και γενικά όπου το δίκτυο της ΔΕΗ είναι οικονομικά ασύμφορο να φτάσει.

## 8.5 Φωτοβολταϊκά και οι εφαρμογές τους

Σήμερα η ενέργεια που παράγεται από φωτοβολταϊκά συστήματα εξυπηρετεί ανθρώπους στις πιο απομακρυσμένες περιοχές στον πλανήτη μας όπως και στα κέντρα των πόλεων. Είτε είμαστε ιδιοκτήτης κατοικίας, γεωργός, αρχιτέκτονας ή απλά κάποιος που πληρώνει λογαριασμούς στο δίκτυο κοινής ωφελείας, οι πιθανότητες μας λένε ότι αυτή η τεχνολογία μας έχει αγγίξει σε κάποιο βαθμό. Οι εφαρμογές των φωτοβολταϊκών μπορούν να χωρισθούν στις παρακάτω κατηγορίες:

- Απλό ή ανεξάρτητο φωτοβολταϊκό σύστημα
- Φωτοβολταϊκό σύστημα με αποθήκευση σε μπαταρίες
- Φωτοβολταϊκό σύστημα συνδεδεμένο στον οργανισμό κοινής ωφελείας
- Φωτοβολταϊκό σύστημα σε επίπεδο εργοστασίου παραγωγής ενέργειας
- Μικτά / Υβριδικά συστήματα

Η ενέργεια παράγεται όπου και όταν χρειάζεται και το φωτοβολταϊκό σύστημα είναι απλό σε όλα του τα στάδια - από την καλωδίωση, την αποθήκευση του έως και τα κέντρα ελέγχου του. Τα μικρά συστήματα (έως 500W) έχουν χαμηλό βάρος και είναι πολύ εύκολα στην μεταφορά και στην εγκατάστασή τους. Στις περισσότερες περιπτώσεις η εγκατάσταση ενός συστήματος διαρκεί μερικές ώρες. Ένα παράδειγμα είναι οι αντλίες νερού που απαιτούν συχνή συντήρηση, ενώ το φωτοβολταϊκό σύστημα που τις τροφοδοτεί με ηλεκτρικό απαιτούν μόνο ένα περιοδικό έλεγχο της κατάστασής τους και καθάρισμα.

## 8.6 Φωτοβολταϊκά πάνελ σε συνδυασμό με μπαταρίες

Στην εργασία που παρουσιάζεται θα χρησιμοποιήσουμε το σύστημα του συνδυασμού των φωτοβολταϊκών πάνελ με μπαταρίες. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα με μπαταρίες είναι μία πολύ αξιόπιστη λύση για την ηλεκτροδότηση ενός χώρου ή μηχανήματος 24 ώρες το 24ωρο, με βροχή ή λιακάδα. Χρησιμοποιούνται σε όλο τον κόσμο για να μας δίνουν φως, να προμηθεύουν ηλεκτρικό τις οικιακές συσκευές, διακόπτες, τηλέφωνα, ακόμα και μηχανολογικό εξοπλισμό βαρέως τύπου. Κατά την διάρκεια της ημέρας τα στοιχεία συλλέγουν ηλιακό φως, το μετατρέπουν σε ηλεκτρικό ρεύμα και το αποθηκεύουν στις μπαταρίες. Αυτές με την σειρά τους μας προμηθεύουν με ηλεκτρισμό όταν ζητηθεί. Μεσολαβεί μία συσκευή που ονομάζεται "ρυθμιστής φόρτισης" η οποία φροντίζει να φορτίζονται σωστά οι μπαταρίες και επιμηκύνει την διάρκεια ζωής τους, προστατεύοντάς τις από υπερφόρτιση ή από την ολική τους αποφόρτιση. Οι μπαταρίες είναι χρήσιμες στις περισσότερες περιπτώσεις αλλά απαιτούν μία περιοδική συντήρηση. Μοιάζουν με τις μπαταρίες των αυτοκινήτων, αλλά είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε να μας δίνουν περισσότερο από το αποθηκευμένο ρεύμα τους κάθε ημέρα. Τα υγρά τους πρέπει να ελέγχονται περιοδικά και πρέπει να προστατεύονται από υπερβολικά χαμηλές θερμοκρασίες. Η ποσότητα του ηλεκτρικού ρεύματος που μπορούμε να απαιτήσουμε από αυτές μετά την δύση του ήλιου ή σε συννεφιασμένο καιρό καθορίζεται από την παραγωγή των φωτοβολταϊκών στοιχείων και το είδος/ποσότητα των μπαταριών. Η πρόσθεση επιπλέον μπαταριών και στοιχείων ανεβάζει το κόστος της επένδυσής μας, για αυτό τον λόγο πρέπει να γίνεται καλή μελέτη των ενεργειακών αναγκών πριν την εγκατάσταση του συστήματος για τον ορισμό του αποδοτικότερου μεγέθους του συστήματος. Εάν οι ανάγκες μας σε ενέργεια αλλάξουν η προσθήκη και άλλων μερών του συστήματος είναι εφικτή και απλή.

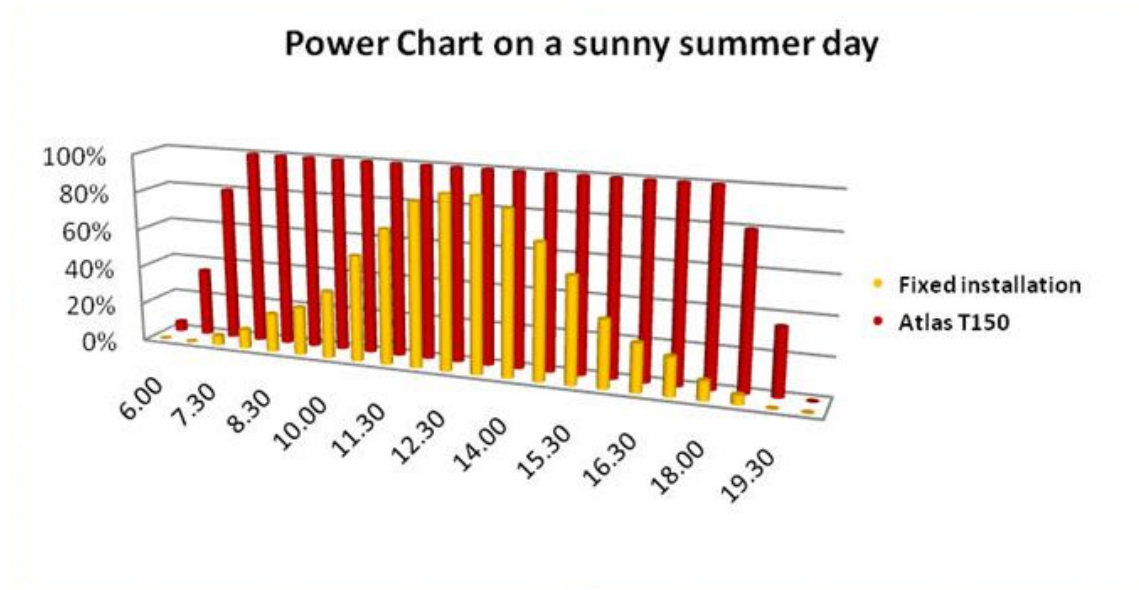
Στην εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών πάνελ της εργασίας μας θα τοποθετήσουμε δύο ειδών ηλιακών ανιχνευτών και για την ακρίβεια της Mechatron A.E. όπου έχει αναπτύξει μία σειρά από συστήματα ανίχνευσης της θέσης του ήλιου με στόχο την βέλτιστη αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, τα λεγόμενα Atlas Solar. Ένας ηλιακός ανιχνευτής είναι μία συσκευή που καταγράφει την πορεία του ήλιου στον ουρανό. Η θέση του ήλιου στον ουρανό ποικίλει ανάλογα με την ώρα και την εποχή του χρόνου καθώς ο ήλιος κινείται στον ουρανό. Υπάρχουν δύο είδη ηλιοστατών, του ενός άξονα που παρακολουθούν την φαινόμενη κίνηση του ήλιου μέσα στην ημέρα και των δύο αξόνων που παρακολουθούν τόσο την εποχιακή κίνηση του ήλιου Βορρά – Νότου, όσο και την καθημερινή του πορεία. Το γεγονός είναι ότι ο εντοπισμός του ήλιου μπορεί να βελτιώσει σημαντικά το ποσό της συνολικά παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, ειδικά τις κρίσιμες περιόδους ζήτησης από το σύστημα. Το καλοκαίρι λόγω της μεγάλης διάρκειας των ημερών παρουσιάζεται μεγάλο ποσό απώλειας ηλεκτρικής ενέργειας από εγκαταστάσεις σταθερού τύπου.



Εικόνα 8.1

Ο ηλιακός εξοπλισμός λειτουργεί καλύτερα όταν το πάνελ είναι προσανατολισμένο σε ορθή γωνία με τον ήλιο. Έτσι ένας ηλιακός ιχνηλάτης (tracker) μπορεί να αυξήσει την αποτελεσματικότητα και την παραγωγικότητα του εξοπλισμού σε οποιαδήποτε σταθερή θέση. Σε ειδικές εφαρμογές των ηλιακών φωτοβολταϊκών πάνελ απαιτείται ένας υψηλός βαθμός ακρίβειας για να εξασφαλιστεί η μέγιστη αποτελεσματικότητα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός στο γεγονός ότι οι ηλιακοί συλλέκτες μπορούν να παράγουν περισσότερη ενέργεια όταν το φως του ήλιου προσπίπτει κάθετα προς τον πίνακα, με αποτέλεσμα να είναι υποχρεωτική η χρήση των ηλιακών ανιχνευτών (tracker) μονού άξονα παρακολούθησης.

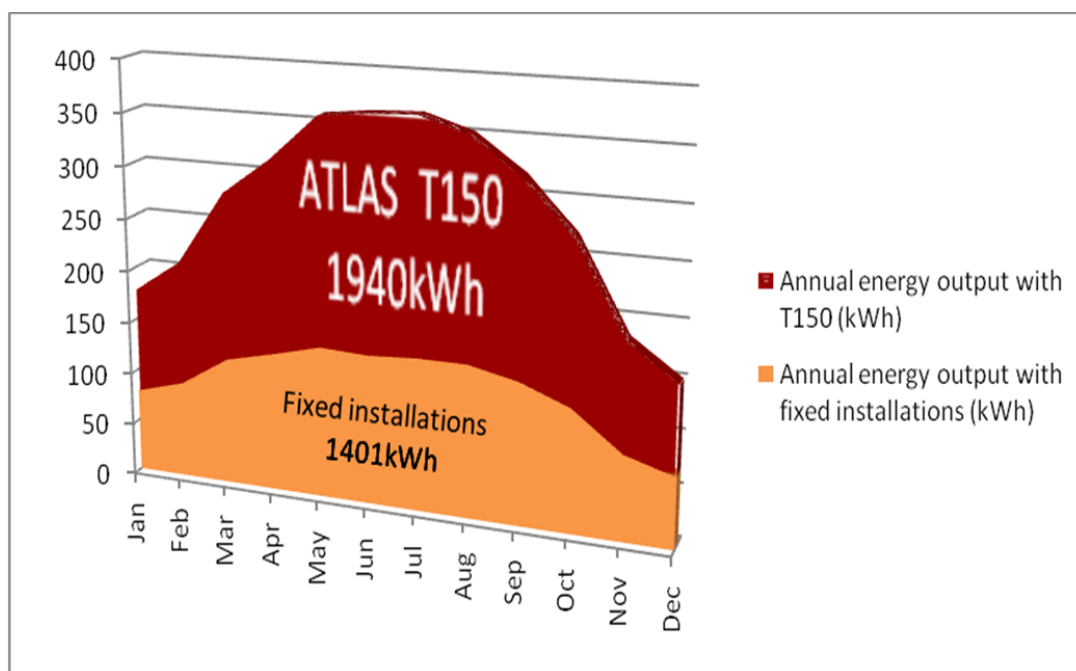
Στον παρακάτω συγκριτικό πίνακα παρατηρούμε μία αξιολόγηση ενός σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας 1kWp χρήσης φωτοβολταϊκών πάνελ με σταθερή εγκατάσταση και ενός άλλου σταθμού όπου χρησιμοποιούνται τα φωτοβολταϊκά Atlas Solar Tracker. Τα στοιχεία αναφέρονται στο φως του ήλιου στην περιοχή της Κρήτης, τα φωτοβολταϊκά που χρησιμοποιούνται είναι συμβατικού τύπου, ενώ οι απώλειες του συστήματος που λαμβάνονται υπόψη είναι 21,8%. Είναι προφανές, λοιπόν, ότι ο ηλιοστάτης δύο αξόνων παρακολούθησης με ρομποτικό σύστημα Atlas μεγιστοποιεί την παραγόμενη ηλιακή ενέργεια και αυξάνει το κέρδος μίας τέτοιας επένδυσης έως και 40% σε σύγκριση με εγκαταστάσεις σταθερού τύπου.



**Σχεδιάγραμμα 8.1**

**Η Ετήσια Παραγωγή Ενέργειας ανά kWatt Αιχμής της Εγκατάστασης Φωτοβολταϊκών**

Στην ανάλυση των επενδύσεων που παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα μπορούμε να δούμε ότι η ετήσια παραγωγή ενέργειας ενός 80kWp σταθμού ηλεκτροπαραγωγής με Atlas T150 που βρίσκεται στην Κρήτη έχει αυξηθεί έως και 40% σε σύγκριση με έναν σταθμό φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων με σταθερές δομές. Επομένως όταν η τιμή που καταβάλλεται ανά kWh κάτω από ένα feed-in tariff είναι 0,5 € για την Κρήτη, τότε έχουμε ένα επιπλέον εισόδημα των 21.560 € ετησίως από έναν 80kWp εγκαταστημένης ισχύς σταθμού ηλεκτροπαραγωγής με Atlas T150 σε σύγκριση με έναν με σταθερές δομές.



Σχεδιάγραμμα 8.2

Πίνακας 8.1 : Ανάλυση επενδύσεων για 80kWp Σταθμού φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων που βρίσκεται στην Κρήτη.

Η ετήσια παραγωγή ενέργειας ανά κιλοβάτ αιχμής μιας εγκατάστασης φωτοβολταϊκών με σταθερές δομές	1401kW / h
40% επιπλέον παραγωγή με Atlas T150	1940kW / h

με τιμή ανά kWatt / h το 2012 0,44€

**Πίνακας 8.2 :** Σύγκριση εισοδήματος με και χωρίς την χρήση του Atlas T150

Ετήσιο εισόδημα από 80kWp εγκατάσταση μονάδας παραγωγής ενέργειας PV με σταθερές δομές	56.040 €
Ετήσιο εισόδημα από 80kWp εγκατάσταση μονάδας παραγωγής ενέργειας PV με <b>Atlas T150</b>	77.600 €
<b>Ετήσια πρόσθετο εισόδημα από 80kWp εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με <b>Atlas T150</b></b>	21.560 €

Η σειρά Atlas εκτός από ένα ηλιακό σύστημα παρακολούθησης, είναι ταυτόχρονα και μία ολοκληρωμένη λύση για την εφαρμογή των φωτοβολταϊκών σταθμών παραγωγής ενέργειας. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, οι μετατροπείς και άλλα υλικά από διάφορους άλλους κατασκευαστές μπορούν να συνδυαστούν εύκολα και να παρέχουν μία λύση πολύ πιο παραγωγική από οποιαδήποτε άλλη τυποποιημένη εναλλακτική λύση. Τα Atlas T150 διπλού άξονα με σύστημα ηλιακής παρακολούθησης είναι ήδη εγκατασταθεί σε πάνω από 14 MW φωτοβολταϊκών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής στην απαιτητική ελληνική αγορά.

## **Το Atlas T 150 Σύνδεση με τον Ήλιο**

- **Ηλιακό Σύστημα Εντοπισμού Διπλού Άξονα**

Το ATLAS T150 είναι ο πιο επιτυχημένος ηλιοστάτης διπλού άξονα στην απαιτητική ελληνική αγορά. Έχουν εγκατασταθεί ήδη σε περισσότερους φωτοβολταϊκούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής που φτάνουν μέχρι τα 14MW. Ο ηλιοστάτης ATLAS είναι το αποτέλεσμα πολλών χρόνων έρευνας και ανάπτυξης από την Mechatron, από την ομάδα των εμπειρογνομόνων στους τομείς της Ηλεκτρονικής, και της ηλιακής ενέργειας και ενσωματώνει state-of-the-art τεχνολογία και τις καινοτομίες που επιτρέπουν την παραγωγή ηλιακής ενέργειας για να αυξηθεί τόσο πολύ ως 40% σε σύγκριση με τις σταθερές εγκαταστάσεις.

Ταυτόχρονα, η ευρωστία της, η αξιοπιστία της καθώς και η ποιότητα κατασκευής της (η μόνη δομή που θα είναι σύμφωνη με τους Ευρωπαϊκούς κώδικες 1 & 3) της σειράς του ηλιοστάτη ATLAS τον φέρνει στην πρώτη θέση μεταξύ των ηλιοστατών διπλού Άξονα που υπάρχουν αυτήν την στιγμή στην αγορά.

- **Καινοτόμος Σχεδιασμός**

Ο ηλιοστάτης ATLAS είναι σχεδιασμένος με τις παρακάτω προδιαγραφές:

1. Στιβαρό χωροδικτύωμα για μηδενικές ταλαντώσεις των φωτοβολταϊκών μονάδων σε θυελλώδεις συνθήκες.
2. Υπολογισμό της αντοχής στις πιο αντίξοες θέση (κάθετη) σύμφωνα με τους Ευρωπαϊκούς κώδικες 1 & 3.
3. Υδραυλική κίνηση για αξιοπιστία, αντοχή και μηδενική συντήρηση και λειτουργία failsafe.
4. Γαλβανισμένα εν θερμό μέρη που εγγυώνται την προστασία των μετάλλων από τη διάβρωση.
5. Ενσωματωμένη αντικεραυνική προστασία.
6. Ακρίβεια χρήσης αστρονομικών αλγορίθμων.
7. Προστασία από κλοπή διασφαλίζεται από Mechgrip σφιγκτήρες ®.

- **Αυξημένη Απόδοση Επένδυσης**

Ο ηλιοστάτης Atlas έχει την δυνατότητα να αυξήσει την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος έως και 40% σε σύγκριση με τις εγκαταστάσεις σταθερού τύπου. Επίσης παρουσιάζεται αύξηση της Καθαρής Παρούσας Αξίας κατά 50% για μία τυπική μονάδα παραγωγής ενέργειας.

- **Οικονομικώς αποδοτική λύση**

Το σύστημα αυτό παρουσιάζει οικονομικές αποδόσεις όσον αφορά στα υλικά και την επιτόπια εργασία, λόγω του μειωμένου αριθμού τεμαχίων ανά εγκατάσταση. Επίσης οι λιγότερες εργασίες στο εργοτάξιο λόγω του υψηλού επιπέδου της τυποποίησης και των προ-συναρμολογημένων εξαρτημάτων (καλώδια, inverter, πίνακες, βάσεις κλπ) προσφέρουν μείωση στα λειτουργικά έξοδα

- **Ευελιξία**

Τα φωτοβολταϊκό σύστημα του Atlas T150 μας δίνει την δυνατότητα να έχουμε μία απλή και με υψηλό βαθμό τυποποίησης (plug & play) και σε πολύ μικρό χρόνο εγκατάστασης. Υπάρχει πολύ καλή συμβατότητα, καθώς και συνδέεται με όλους τους φωτοβολταϊκές μονάδες και τύπους μετατροπέων. Η τοποθέτησή του είναι πολύ εύκολη

λόγω των έτοιμων εξαρτημάτων συναρμολόγησης και για αυτό δεν χρειάζεται εξειδικευμένο προσωπικό ή σύγχρονο εξοπλισμό συναρμολόγησης. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα να πραγματοποιηθεί παράλληλη χρήση της γης στην οποία τοποθετούνται.

- **Ασφάλεια**

- Μετεωρολογικός σταθμός για ενεργητική ασφάλεια.
- Ανεξάρτητο υδραυλικό κύκλωμα για παθητική ασφάλεια.
- Πλήρως αυτόνομη λειτουργία του κάθε ανιχνευτή (tracker).

- **Ολοκληρωμένη Λύση**

- Οι εκδόσεις του βασικού μοντέλου περιλαμβάνει πρόσθετα χαρακτηριστικά (καλώδια, inverter, πίνακες ελέγχου, πίνακες διανομής, κ.λπ.).
- Συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος εξασφαλίζοντας συγχρόνως την επίτευξη αύξηση κερδών και των σχετικών αποσβέσεων.

<b>ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ</b>	
<b>Τύπος</b>	Πλήρους παρακολούθησης της θέσης του ήλιου με κίνηση σε δύο άξονες.
<b>Ωφέλιμη επιφάνεια φωτοβολταϊκών στοιχείων</b>	Έως 180m <sup>2</sup> ανάλογα με το προς τοποθέτηση φωτοβολταϊκά στοιχεία.
<b>Διαστάσεις επιφάνειας Φωτοβολταϊκών στοιχείων</b>	Πλάτος 15 m X μήκος 12m
<b>Ισχύς Φωτοβολταϊκών στοιχείων</b>	25,9kWp με στοιχεία συμβατικής τεχνολογίας (240kWp / μονάδα)
<b>Στήριξη φωτοβολταϊκών στοιχείων</b>	Συγκράτηση επάνω στον σκελετό με τον ειδικό σφιγκτήρα mechgrip. Εγγενής αντικλεπτική προστασία.



<b>Κατασκευαστές φωτοβολταϊκών στοιχείων</b>	Μπορεί να δεχτεί φωτοβολταϊκά στοιχεία από όλους τους κατασκευαστές.
<b>Περιστροφή</b>	-130° έως 130°
<b>Ανύψωση</b>	0° έως 45°
<b>Κίνηση</b>	Η κίνηση πραγματοποιείται με υδραυλικό κύλινδρο και υδραυλική αρπαγή. Το σύστημα έχει την δυνατότητα να ολισθήσει σε περίπτωση υπερφόρτωσης και έχει ενσωματωμένη failsafe λειτουργία για την περίπτωση διακοπής ρεύματος
<b>Κατασκευή Σκελετού</b>	Χάλυβας γαλβανισμένος εν θερμώ
<b>Βάρος Μεταλλικού Μέρους</b>	5200kg
<b>Στήριξη με αντίβαρο</b>	Αντίβαρο από οπλισμένο σκυρόδεμα (12,5m <sup>3</sup> ) διαστάσεων 5m x 5m x 0.5m (Π X Μ X Υ)
<b>Σύστημα ασφάλειας</b>	Ο ιχνηλάτης οριζοντιώνεται αυτόματα σε περίπτωση ανέμου πάνω από τα 50km/h. Στην περίπτωση διακοπής ρεύματος ανεξάρτητο υδραυλικό κύκλωμα ασφαλείας οδηγεί στην οριζόντια θέση τον ιχνηλάτη.
<b>Αντικεραυνική προστασία</b>	Συλλεκτήριο σύστημα με τέσσερα αλεξικέραυνα ανά μονάδα. Προστασία των ηλεκτρονικών συστημάτων μέσω απαγωγών κρουστικών υπερτάσεων τοποθετημένων σε όλα τα σημεία εισόδου εξόδου.
<b>Συντήρηση</b>	Δεν απαιτείται τακτική συντήρηση. Τα έδρανα και τα στοιχεία ολίσθησης είναι κατασκευασμένα από Teflon, φωσφορούχο ορείχαλκο και αυτολίπαντα βιομηχανικά πλαστικά.

<b>Έλεγχος</b>	Υπάρχει ανεξάρτητος ελεγκτής ανά μονάδα. Ο υπολογισμός της επιθυμητής γίνεται με την επίλυση του αστρονομικού αλγόριθμου. Η μέτρηση θέσης γίνεται μέσω ψηφιακών κωδικοποιητών.
<b>Αντοχή</b>	Ο ιχνηλάτης καλύπτει τις προδιαγραφές που προκύπτουν από τους Ευρωκώδικες 1&3

**Πίνακας 8.3** : Τεχνικά χαρακτηριστικά του Atlas T150

Τα τεχνικά αυτά χαρακτηριστικά μπορούν να αλλάξουν και για αυτό πρέπει να ενημερωνόμαστε για την ανάπτυξη των προϊόντων και την αλλαγή των δεδομένων τους.

## 9 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΗΣ Z80

### 9.1 Περιγραφή του Υλικού

Ο Z80 της εταιρίας ZILOG, παρουσιάστηκε στην αγορά μαζί με τον 8080A έχοντας αρκετές βελτιώσεις, ώστε να χρησιμοποιείται πολύ από τους πιο δημοφιλείς υπολογιστές των 8 bits όπως ο TRS 80I, TRS 80 II , Reserch Machines 380Z , Singlair ZX81 κ . α . Στην CPU υπάρχει ένας εσωτερικός δίαυλος δεδομένων για την εσωτερική επικοινωνία των data bus control, της Arithmetic Logic Unit (ALU), των instruction registers και των CPU registers. Επιπλέον υπάρχει εσωτερικά διασύνδεση CPU registers με το address control, το οποίο καταλήγει στο 16 - bit address bus του μικροεπεξεργαστή. Τέλος το data bus control οδηγεί data bus εύρους 8 - bit. Είναι τεχνολογίας **NMOS** , με **40** ακροδέκτες και μόνο με μία είσοδο ρολογιού (clock) . Απαιτεί μία μόνο πηγή τροφοδοσίας (+5 Volts), έχει περισσότερους καταχωρητές από τον 8080A (17 εσωτερικούς καταχωρητές), διαθέτει ενσωματωμένη λογική για την ανανέωση (refresh) της δυναμικής μνήμης RAM (μέχρι 6428 Kbytes ) και μεγάλη ποικιλία εντολών (158 εντολές). Ο Z80 οδηγείται από εξωτερικό κύκλωμα ρολογιού στα 2,5 MHz με 150mA. Ο έλεγχος του συστήματος γίνεται με έξι γραμμές εξόδου από την CPU. Δηλαδή η CPU ελέγχει πότε θα γίνει ανάγνωση ή εγγραφή δεδομένων και εξασφαλίζει με αυτόν τον τρόπο την αξιοπιστία των δεδομένων του Address Bus.

Για την υλοποίηση του κυκλώματος χρησιμοποιείται η έκδοση Z80L του μικροεπεξεργαστή του οποίου η μέση συχνότητα λειτουργίας είναι 1 MHz με κατανάλωση 150 mW. Αυτή η έκδοση είναι κατάλληλη για συσκευές με

πηγή ενέργειας.

## 9.2 Η γεννήτρια ρολογιού του Z 80

Η γεννήτρια ρολογιού του Z 80 ονομάζεται CTC .Οι βασικές λειτουργίες που εξυπηρετεί είναι:

- Μετρητής ( counting )
- Χρονιστής ( timing )

Υπάρχουν τέσσερα κανάλια μετρητή – χρονιστή, 24 pin dual in line package. Συνδεδεμένα με τρία από τα κανάλια είναι δυο σήματα που λέγονται zero / timeout (output) και clock / trigger (input) που συνδέονται με εξωτερικές συσκευές. Το κανάλι τρία έχει μόνο trigger input line. Τα ποδαράκια είναι ανεξάρτητα και ονομάζονται Ch0, Ch1,Ch2,Ch3.

## 9.3 Κύκλωμα μηδενισμού

Το κύκλωμα αυτό στηρίζεται στην χρήση ενός πυκνωτή. Η πίεση του κουμπιού τον εκφορτίζει τελείως. Αμέσως μετά ακολουθεί η φόρτισή του με σταθερά χρόνου RC. Καθώς το σήμα μηδενισμού δημιουργείται μέσω του πυκνωτή , αυξάνεται εκθετικά, γι' αυτό δεν είναι απότομη η κυματομορφή. Αυτό μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα στα εσωτερικά κυκλώματα του Z 80 και θα πρέπει να αποφευχθούν.

Η χρησιμοποίηση δυο διαδοχικών αναστροφών Schmitt trigger τετραγωνίζει την κυματομορφή .

## 9.4 Z 80 PIO (Parallel input-output)

Το PIO chip έχει 40 ποδαράκια καθώς και τα pins ομαδοποιημένα κατά λειτουργίες .Το περιφερειακό PIO είναι μια προγραμματιζόμενη συσκευή με δυο ports για είσοδο και έξοδο. Το pio μπορεί να συνδεθεί με πολλές περιφερειακές συσκευές. Ένα χαρακτηριστικό των περιφερειακών "εκλεκτών" του Z 80 είναι ότι η μεταφορά δεδομένων ανάμεσα στην περιφερειακή συσκευή και την κεντρική μονάδα επεξεργασίας (ΚΜΕ) γίνεται με έλεγχο διακοπών .Έτσι η λογική διακοπών του PIO επιτρέπει πλήρη χρήση των δυνατοτήτων διακοπών του Z 80 κατά την διάρκεια εισόδου / εξόδου (I / O) μεταφορών δεδομένων.

Χαρακτηριστικό της PIO είναι η ικανότητα να διακόπτει την ΚΜΕ με την ύπαρξη συγκεκριμένων καταστάσεων στην περιφερειακή συσκευή. Η PIO διασυνδέει περιφερειακές συσκευές μέσω δυο ανεξάρτητων I / O θυρών γενικής χρήσης. Κάθε θύρα έχει οχτώ bits δεδομένων και δυο σήματα "handshake" (ready και strobe), τα οποία

ελέγχουν την μεταφορά δεδομένων. Οι θύρες της PIO μπορούν να προγραμματιστούν σε 4 modes:

- εξόδου (mode 0 output)
- εισόδου (mode 1 input)
- διπλής κατεύθυνσης (mode 2 ,by directional)και
- έλεγχος bit (mode 3,bit control)

Και οι δυο θύρες μπορούν να προγραμματιστούν για να δίνουν δεδομένα στο mode 0.Και οι δυο θύρες έχουν καταχωρητές εξόδου και μπορούν να διευθυνσιοδοτηθούν ανεξάρτητα από την ΚΜΕ. Οι θύρες μπορούν να προγραμματιστούν για εισαγωγή δεδομένων. Κάθε θύρα έχει έναν καταχωρητή εισόδου διευθυνσιοδοτημένο από την ΚΜΕ.

### 9.4.1 Εσωτερική δομή της PIO

Αποτελείται από ένα δίαυλο διασύνδεσης με την κεντρική μονάδα Επεξεργασίας, εσωτερικό λογικό έλεγχο, λογική μονάδα εισόδου εξόδου για τη θύρα A και τη θύρα B και έλεγχο για τις διακοπές. Οι δυο θύρες εισόδου / εξόδου χρησιμοποιούνται πανομοιότυπα για απευθείας διασύνδεση με τις περιφερειακές συσκευές. Ο δίαυλος διασύνδεσης της κεντρικής μονάδας επεξεργασίας επιτρέπει στο PIO να διασυνδεθεί απευθείας με το Z80 χωρίς άλλη προσθήκη .

## 9.5 Προγραμματιζόμενοι Καταχωρητές του Z 80

### 9.5.1 Καταχωρητές ειδικής χρήσης

Οι καταχωρητές ειδικής χρήσης του Z 80 είναι : 16 bit program counter (PC), ο 16 bit stack pointer (SP), δυο 8 bit accumulator, οι 16 bits ο καθένας καταχωρητής index X και index Y, ο 8 bit interrupt vector register ( I ) ,ο 8 bit memory refresh register και τέλος δυο status register 8 bit ο καθένας.

- **Program counter (PC)**

Ο PC κρατάει την διεύθυνση 16 bit της πιο πρόσφατης εντολής που ήρθε από την μνήμη. Ο PC αυτόματα αυξάνεται αφότου τα περιεχόμενα του έχουν μεταφερθεί στις γραμμές διευθύνσεων.

- **Stack pointer (SP)**

Ο SP κρατάει τα 16 bit της διεύθυνσης της **κορυφής** ενός stack που βρίσκεται οπουδήποτε στην εσωτερική RAM memory. Η μνήμη που χρησιμοποιείται το stack είναι μια δομή LIFO (last in first out).

- **Index register (IX , IY)**

Είναι ανεξάρτητοι . Ο ένας από αυτούς μπορεί να κρατήσει μια 16 bit βασική διεύθυνση που χρησιμοποιείται σε δεικτοδοτημένους τρόπους διευθυνσιοδότησης .

- **Intrrupt vector register (I)**

Ο καταχωρητής αυτός χρησιμοποιείται για την αποθήκευση των 8 bit περισσοτέρων σημαντικών bit της διεύθυνσης χειρισμού του εξωτερικού σήματος διακοπής, ενώ τα 8 λιγότερο σημαντικά bit της διεύθυνσης προέρχονται από την περιφερειακή συσκευή που προκαλεί τη διακοπή.

- **Memory refresh register**

Μέσα στον καταχωρητή αυτόν αποθηκεύεται ένας memory refresh μετρητής για να κάνει δυνατή την χρησιμοποίηση δυναμικών μνημών με την ίδια ευκολία όπως στατικών. Τα 7 bits αυτού του καταχωρητή αυξάνονται αυτόματα μετά από κάθε instruction fetch. Το 8ο παραμένει όπως αρχικά προγραμματίστηκε.

- **Status registers - accumulator registers**

Η CPU περιέχει δυο ανεξάρτητους 8 bits accumulators και σχετικούς 8 bits status registers. Ο accumulator περιέχει το αποτέλεσμα μιας 8bits αριθμητικής συλλογικής πράξης, ενώ ο status register δείχνει συγκεκριμένες καταστάσεις.

### **9.5.2. Καταχωρητές γενικής χρήσης**

Ο Z 80 έχει 14 καταχωρητές γενικής χρήσης των 8 bit καταταγμένους σε δυο σύνολα :

**A , B , C , D , E , H , L και A' , B' , C' , D' , E' , H' , L'**

Σε κάθε χρονική στιγμή μόνο set μπορεί να χρησιμοποιηθεί μαζί με τους αντίστοιχους status καταχωρητές F και F'.

## 9.6 Σύστημα Ελέγχου

Τα σήματα ελέγχου συστήματος είναι τα παρακάτω :

- **M1 27** : Ενεργοποιείται όταν ο επεξεργαστής βρίσκεται σε κύκλο προσκόμισης εντολής (instruction Fetch). Τότε το M1 γίνεται (0).
- **MEMORY REQUEST (MREQ) 1 9** : Στον ενδιάμεσο χρόνο της αλλαγής διεύθυνσης στο Address Bus δεδομένα της αρτηρίας αυτής αλλάζουν. Αφού σταθεροποιηθούν στην τελική τιμή τότε η έξοδος MREQ γίνεται (0) και ειδοποιεί μία εξωτερική συσκευή ότι η διεύθυνση στο Address Bus ισχύει και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εγγραφή ή ανάγνωση .
- **INPUT / OUTPUT REQUEST ( IORQ ) 20** : Όταν γίνει "0" τότε τα 8 bits χαμηλής τάξης της αρτηρίας Address Bus περιέχουν μία ισχύουσα διεύθυνση εισόδου \ εξόδου για εγγραφή ή ανάγνωση I / O σε μία συσκευή εξωτερική.
- **MEMORY READ ( RD ) 21** : Όταν η CPU κάνει το RD =0 σημαίνει ότι μπορεί να διαβάσει τα δεδομένα στο data bus μιας εξωτερικής μνήμης ή συσκευής. Όταν το RD είναι σε λογικό ( 0 ) τότε τα δεδομένα εισέρχονται στην CPU από μία μνήμη ή συσκευή.
- **MEMORY WRITE ( WR ) 22** : Όταν αυτή η γραμμή γίνει " 0 " τότε η CPU ειδοποιεί μία εξωτερική συσκευή ότι έχει τοποθετήσει στο Data Bus τα δεδομένα. Τα δεδομένα εξέρχονται από την CPU και γράφονται στην μνήμη ή τη συσκευή.
- **REFRESH (RFSH ) 28** : Εάν χρησιμοποιηθούν δυναμικές μνήμες **RAM** (αντί στατικές - οι μνήμες αυτές για να διατηρήσουν τα δεδομένα τους χρειάζονται ανανέωση επειδή η κατασκευή τους στηρίζεται στην διατήρηση του φορτίου χιλιάδων πυκνωτών και όχι σε στοιχεία FLIP - FLOP όπως στις στατικές μνήμες), τότε η γραμμή **RFSH** όταν γίνεται (0) σημαίνει ότι τα 7 χαμηλότερα BITS της αρτηρίας Address Bus περιέχουν μία διεύθυνση της δυναμικής μνήμης για ανανέωση και ότι εκείνη την στιγμή το σήμα από τη έξοδο **MREQ** πρέπει να χρησιμοποιηθεί για την ανανέωση όλων των δυναμικών μνημών **RAM** . Το **RFSH** επαναλαμβάνεται κάθε 2 msec .

## 9.7 CPU CONTROL

Τα σήματα ελέγχου της CPU είναι :

- **HALT 18** : Ο επεξεργαστής θέτει την έξοδο αυτή σε δυναμικό ( 0 ) όταν εκτελεί μία εντολή software προγράμματος HALT και αναμένει μία διακοπή INT ή NMI πριν συνεχίσει την λειτουργία του. Τότε εκτελεί κύκλους NOP ' s ώστε να διατηρείται η λειτουργία ανανέωσης των δυναμικών μνημών .
- **WAIT 24** : Όταν η CPU λάβει λογικό 0 σε αυτή την είσοδο σημαίνει ότι η μνήμη ή η συσκευή I \ O που απευθύνθηκε δεν είναι έτοιμη να μεταφέρει τα δεδομένα.
- **INTERRUPT REQUEST ( INT ) 16** : Μία εξωτερική συσκευή όταν δώσει λογικό "0" σε αυτήν την είσοδο , τότε η CPU πρέπει να σταματήσει αφού ολοκληρώσει την τρέχουσα εντολή .
- **NON MASKABLE INTERRUPT ( NMI ) 17** : Το λογικό 0 στην είσοδο αυτή αποτελεί αίτηση διακοπής για την CPU. Μόλις εκτελεστεί η τρέχουσα εντολή το περιεχόμενο του απαριθμητή προγράμματος μεταφέρεται στον **stack** . Τότε η εκτέλεση του προγράμματος αρχίζει από την διεύθυνση 0066H όπου βρίσκεται η « ρουτίνα διακοπής ( **interrupt routine** ) . Το NMI έχει προτεραιότητα σε σχέση με την INT και εκτελείται ανεξάρτητα της τιμής του εσωτερικού flip - flop διακοπής ( flag ) .
- **RESET 26** : Το λογικό ' 0 ' σε αυτή την είσοδο επαναφέρει τον απαριθμητή προγράμματος στην διεύθυνση 000H , ακυρώνει την ενεργοποίηση του flip - flop διακοπής, μηδενίζει τις τιμές των καταχωρητών I και R. Δύο γραμμές ελέγχου των αρτηριών αποτελούν το CPU Bus Control .
- **BUS REQUEST ( BUSRQ ) 25** : Όταν μία εξωτερική συσκευή θελήσει να χρησιμοποιήσει τις αρτηρίες Address Bus, Data Bus και Control Bus εφαρμόζει λογικό ' 0 ' στην είσοδο BUSRQ . Τότε η CPU θέτει όλα τα bus σε υψηλή αντίσταση αφού τελειώσει πρώτα την τρέχουσα εντολή. Η εντολή BUSRQ έχει μεγαλύτερη προτεραιότητα ως προς την είσοδο NMI
- **BUS ACKNOWLEDGE ( BUSAK ) 23** : Όταν αναγνωρίσει όλες τις αρτηρίες σε κατάσταση " υψηλής αντίστασης" όλα τα bus στο τέλος του τρέχοντος κύκλου μηχανής και θα ειδοποιήσει με ένα λογικό 0 στην έξοδο BUSAK ότι η εξωτερική συσκευή μπορεί να τα χρησιμοποιήσει .

- **A0 - A15** : Έξοδος απείρου αντίστασης , που ενεργοποιείται για λογικό 1. Το address bus αποτελείται από 16 γραμμές και μπορεί να απευθυνθεί σε 2 εις την 16η διευθύνσεις .Όταν η CPU εκτελεί ένα κύκλο REFRESH , τα 7 λιγότερο σημαντικά ψηφία (bits ) του Address Bus περιέχουν την ισχύουσα διεύθυνση της εντολής .
- **D0 - D7** : Είσοδος / έξοδος απείρου αντίστασης που ενεργοποιείται για λογικό 1 . Το Data Bus αποτελείται από 8 γραμμές διπλής κατεύθυνσης , και χρησιμοποιείται για την ανταλλαγή δεδομένων με τη μνήμη και τις I/O συσκευές .

## 9.8 A-D Converter

Το ολοκληρωμένο που εκτελεί την μετατροπή αναλογικού σήματος σε ψηφιακό είναι το ADC0809 της National Semiconductor . Η κατανάλωση του είναι 15 MW. Η επικοινωνία με τον Z80 είναι της μορφής I/O mapped I/O . Ο χρόνος μετατροπής του σήματος εισόδου είναι 100 μs . Η διαδικασία μετατροπής ξεκινά στέλνοντας ένα παλμό στην ALE ( address latch enable ) είσοδο του μετατροπέα . Με αυτόν τον τρόπο φορτώνεται η επιλεγμένη διεύθυνση στον πολυπλέκτη και οδηγείται το σήμα μίας εκ των εισόδων στο ολοκληρωμένο . Εφαρμόζοντας τον παλμό Start ξεκινάει η μετατροπή . Η θετική ακμή του σήματος EOC ( end of conversion ) δηλώνει το τέλος της μετατροπής και εφαρμόζοντας ένα παλμό στην είσοδο OE (output enable ) τοποθετούνται τα δεδομένα στην αρτηρία δεδομένων . Το σήμα EOC χρησιμοποιείται σαν Interrupt στον Z80 .Η θετικά ακμή του EOC χρονίζει το D flip-flop θέτοντας την έξοδο Q και ζητώντας μια διακοπή . Ο επεξεργαστής αναγνωρίζει την αίτηση διακοπής με το σήμα INTA\* το οποίο μηδενίζει το flip-flop για το επόμενο EOC σήμα .

Ένας απλός TTL ταλαντωτής αρκεί για το σήμα ρολογιού . Μια LM336-5 zener δίοδος ακριβείας χρησιμοποιείται για την τάση αναφοράς των 5 V .

## 9.9 Μνήμη

Το σύστημα αποτελείται από 4K συνολικής μνήμης .

Ως ROM χρησιμοποιείται η EPROM 2716 της Intel που είναι μια 2K X 8 μνήμη . Ως RAM χρησιμοποιείται η 6116 που είναι επίσης 2K X 8 μνήμη στατικής λειτουργίας . Αυτή έχει Access time 120ms , κατανάλωση 400 mW . Και οι δυο μνήμες τροφοδοτούνται με 5V και έχουν 24 ακροδέκτες . Οι δύο αυτές μνήμες είναι αρκετά γρήγορες και δεν υπάρχει πρόβλημα διασύνδεσης με τον Z80 .



Η 2716 EPROM μνήμη υποστηρίζει το bite-wide universal site standard. Αυτό είναι ένα πρότυπο σύμφωνα με το οποίο όλες οι μνήμες που το σέβονται μπορούν να αντικατασταθούν μεταξύ τους πάνω στην ίδια βάση. Έτσι μια μνήμη με 24 ακροδέκτες (όπως και η μνήμη που χρησιμοποιούμε) μπορεί να τοποθετηθεί στην ίδια βάση όπου θα τοποθετούνταν μια άλλη μνήμη με 28 ακροδέκτες, καταλαμβάνοντας τους 24 κάτω ακροδέκτες.

Χρησιμοποιώντας μερικά jumpers είναι εφικτή η αντικατάσταση της μνήμης με μια μεγαλύτερη. Στο παράδειγμα μας δεν γίνεται χρήση μιας μεγαλύτερης μνήμης για λόγους οικονομίας.

Το σήμα ελέγχου της μνήμης είναι :

- Το MEMR\* οδηγεί την είσοδο OE\* της μνήμης. Η έξοδος του αποκωδικοποιητή συνδέεται με την είσοδο CE\* της μνήμης. Το σήμα MEMR\* αποσύρεται πάντα πριν αλλάξει η τρέχουσα διεύθυνση. Έτσι εάν χρησιμοποιήσουμε το παραπάνω σήμα για να ελέγξουμε την είσοδο OE\* η έξοδος της μνήμης θα είναι σε κατάσταση υψηλής εμπέδησης όταν η διεύθυνση μνήμης αλλάξει. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται η σύγχυση στην αρτηρία διευθύνσεων. Οι address lines που δεν χρησιμοποιούνται αποκωδικοποιούνται για να γίνει η επιλογή του chip.

Για την υλοποίηση του θερμοκηπίου με την βοήθεια του Z80, ο χώρος μνήμης της ROM είναι από 0K - 2K και της RAM από 2K- 4K. Κατά τον σχεδιασμό της εφαρμογής αυτής δεν χρησιμοποιείται δυναμική μνήμη. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα κυκλώματα refreshing αυξάνουν ιδιαίτερα το κόστος και την πολυπλοκότητα της σχεδίασης.

## 10 ΤΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΡΟΗΣ

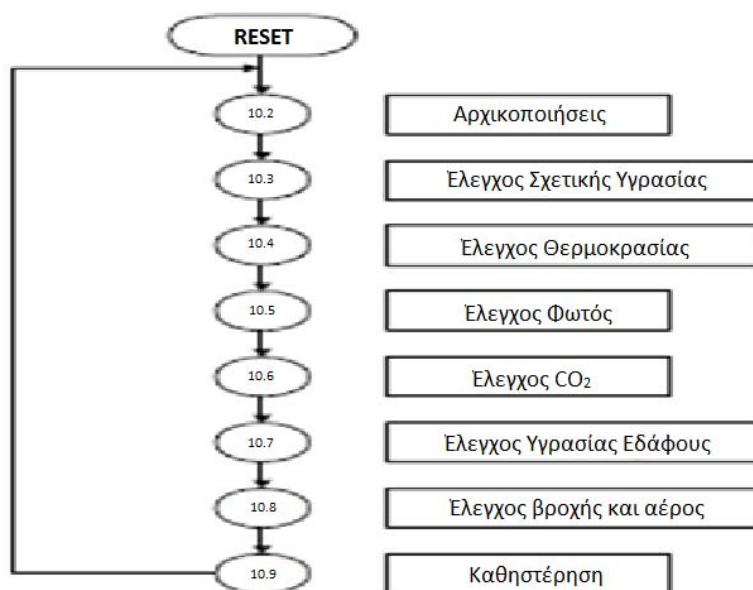
### 10.1 Γενικά

Τα διαγράμματα ροής είναι αυτά που ορίζουν την λειτουργία της μονάδας ελέγχου .

Το πρόγραμμα αποτελείται από δύο υπορουτίνες , το κυρίως πρόγραμμα κατά την διάρκεια του οποίου επεξεργάζονται τα δεδομένα και την interrupt service routine κατά την οποία διαβάζονται από τον A/D οι ενδείξεις των μεγεθών που μετρούνται από τους αισθητήρες .

Για την πραγματοποίηση interrupts , χρησιμοποιούμε direct interrupts . Σε αυτό το mode λειτουργίας ο Z80 εισέρχεται με την εντολή IM 2. Σήμα στην είσοδο του #INT προκαλεί άμεσο branch σε συγκεκριμένη θέση μνήμης , που η διεύθυνση της είναι 0038 .

Στο τέλος του κυρίου προγράμματος , υπάρχει μια καθυστέρηση έτσι ώστε να προλάβουν οι αλλαγές που έκανε οι μονάδα ελέγχου να γίνουν αισθητές από τους αισθητήρες . Μετά την καθυστέρηση αυτή ο Z80 εισέρχεται σε Halt mode περιμένοντας interrupt από τον A/D Converter .



**Διάγραμμα 10.1 :** Το διάγραμμα ροής για το κυρίως πρόγραμμα

## 10.2 Αρχικοποιήσεις

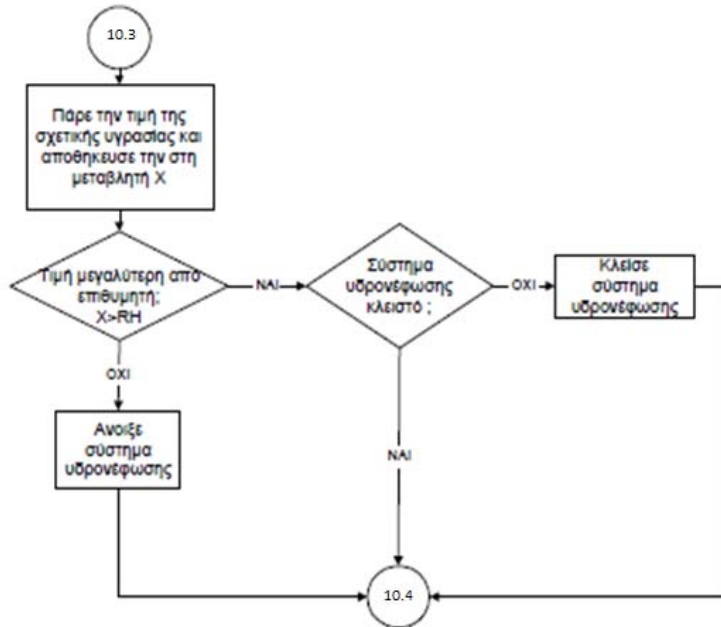
Μετά από το Reset γίνονται κάποιες αρχικοποιήσεις έτσι ώστε οι καταχωρητές να πάρουν τις επιθυμητές τιμές .  
Ορίζονται ποιες θέσεις μνήμης θα περιέχουν τα διάφορα δεδομένα και ποιοι καταχωρητές θα χρησιμοποιηθούν .

Έτσι ορίζουμε τις παρακάτω θέσεις μνήμης :

Αισθητήρας	Διεύθυνση του port (Hex)
Σχετική υγρασία	30
Θερμοκρασία	31
Φως	32
CO2	33
Υγρασία εδάφους	34
Βροχή και αέρα	35

Η διεύθυνση του port εισόδου μπορεί να περαστεί στον C register και να χρησιμοποιηθεί η εντολή OUT (C) , r όπου r είναι οποιοσδήποτε από τους καταχωρητές A,B,C,D,E,H,L (στην περίπτωση μας χρησιμοποιούμε το D).

### 10.3 Έλεγχος Σχετικής Υγρασίας



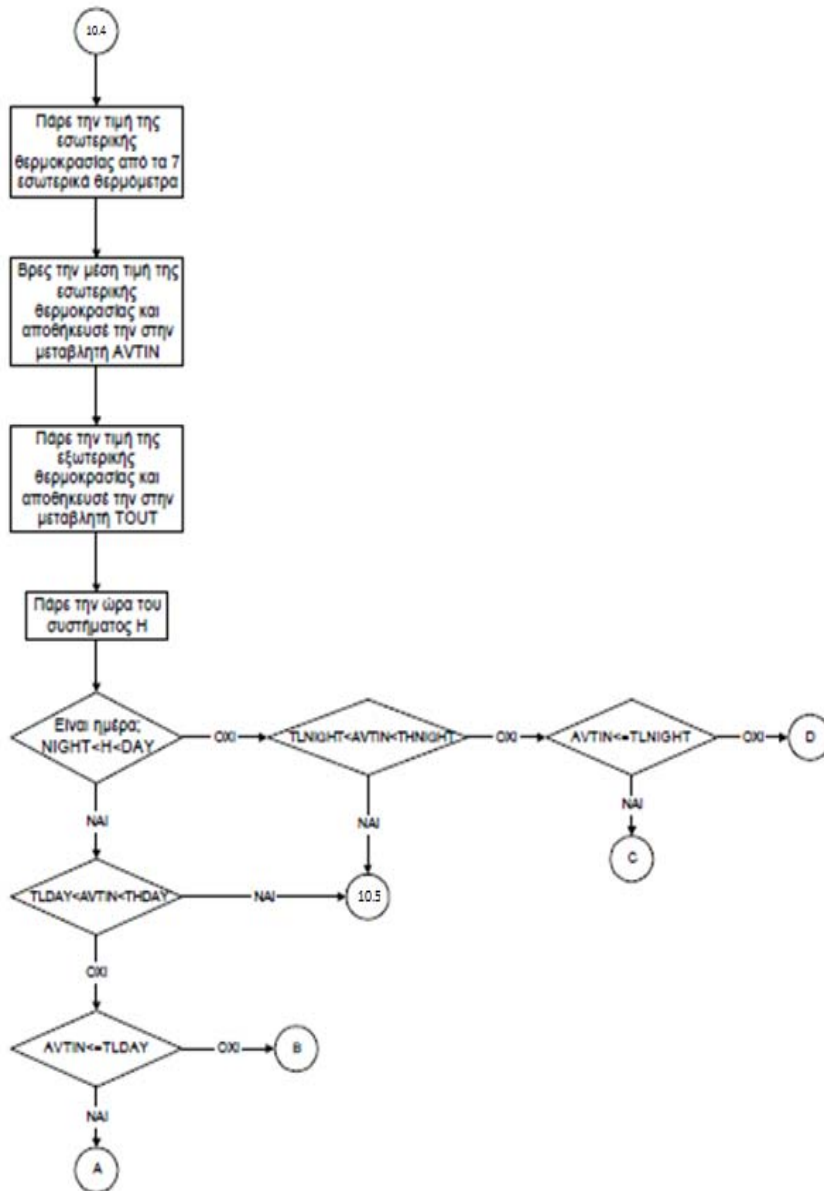
Διάγραμμα 10.2

Όπως έχουμε τονίσει και στα προηγούμενα κεφάλαια , η ανάπτυξη των φυτών έχει άμεση σχέση με την σχετική υγρασία του αέρα σε συνδυασμό με την υγρασία εδάφους . Επίσης , σχετική υγρασία έχει άμεση σχέση με τη θερμοκρασία. Τα φυτά αναπτύσσονται καλύτερα σε υψηλά επίπεδα σχετικής υγρασίας. Όταν η σχετική υγρασία είναι μικρότερη από την επιθυμητή η μονάδα ελέγχου ανοίγει το σύστημα υδρονέφωσης και αντίστροφα .

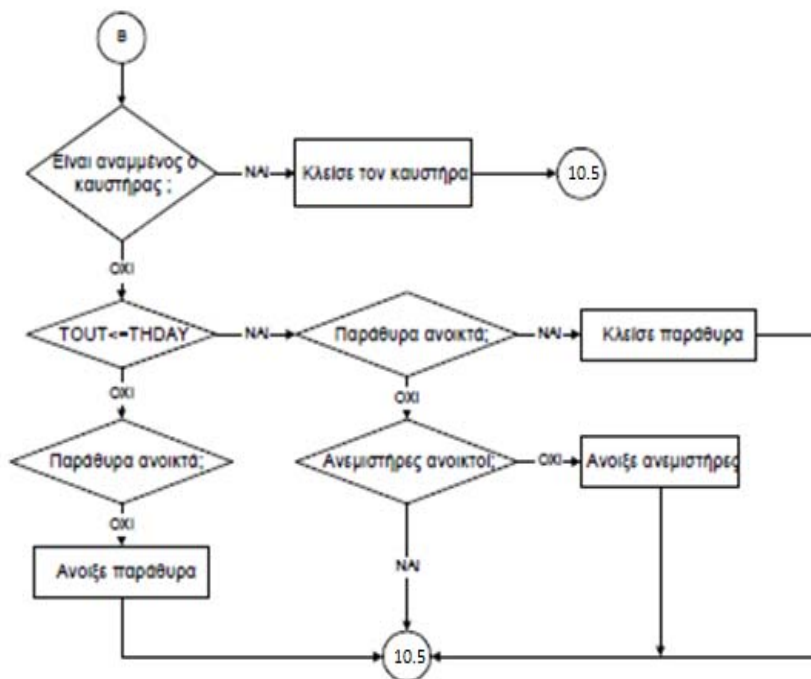
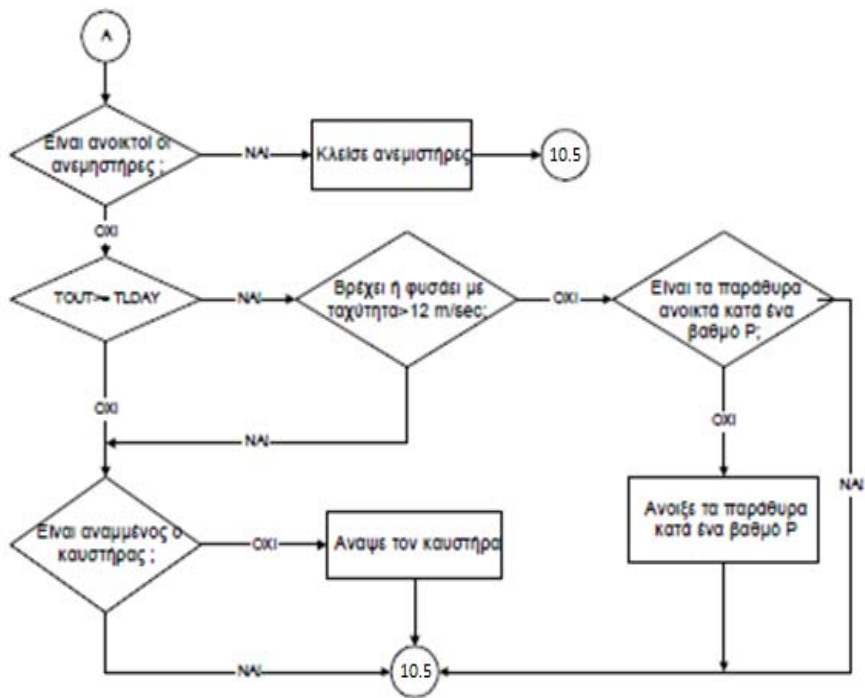
Οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της σχετικής υγρασίας είναι οι παρακάτω :

- RH : επιθυμητή υγρασία ( 80 % ) .
- X : Προσωρινή μεταβλητή .

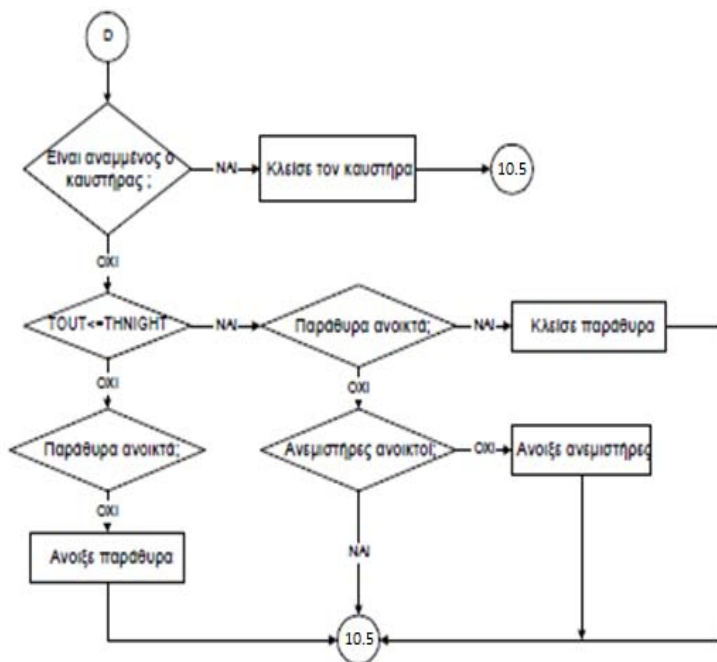
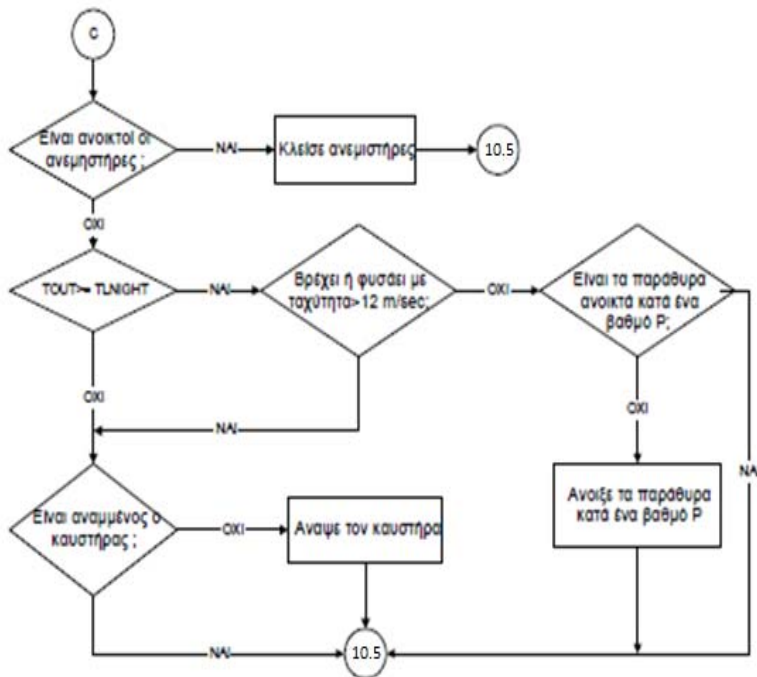
## 10.4 Έλεγχος θερμοκρασίας



Διάγραμμα 10.3



Διάγραμμα 10.4



**Διάγραμμα 10.5:** εξετάζεται η περίπτωση που έχουμε ημέρα

Ο έλεγχος της θερμοκρασίας παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην σωστή λειτουργία ενός θερμοκηπίου . Ο προσδιορισμός της και η αντίστοιχη ενέργεια της μονάδας ελέγχου εξαρτώνται άμεσα από τα εσωτερικά και το εξωτερικό θερμόμετρο .

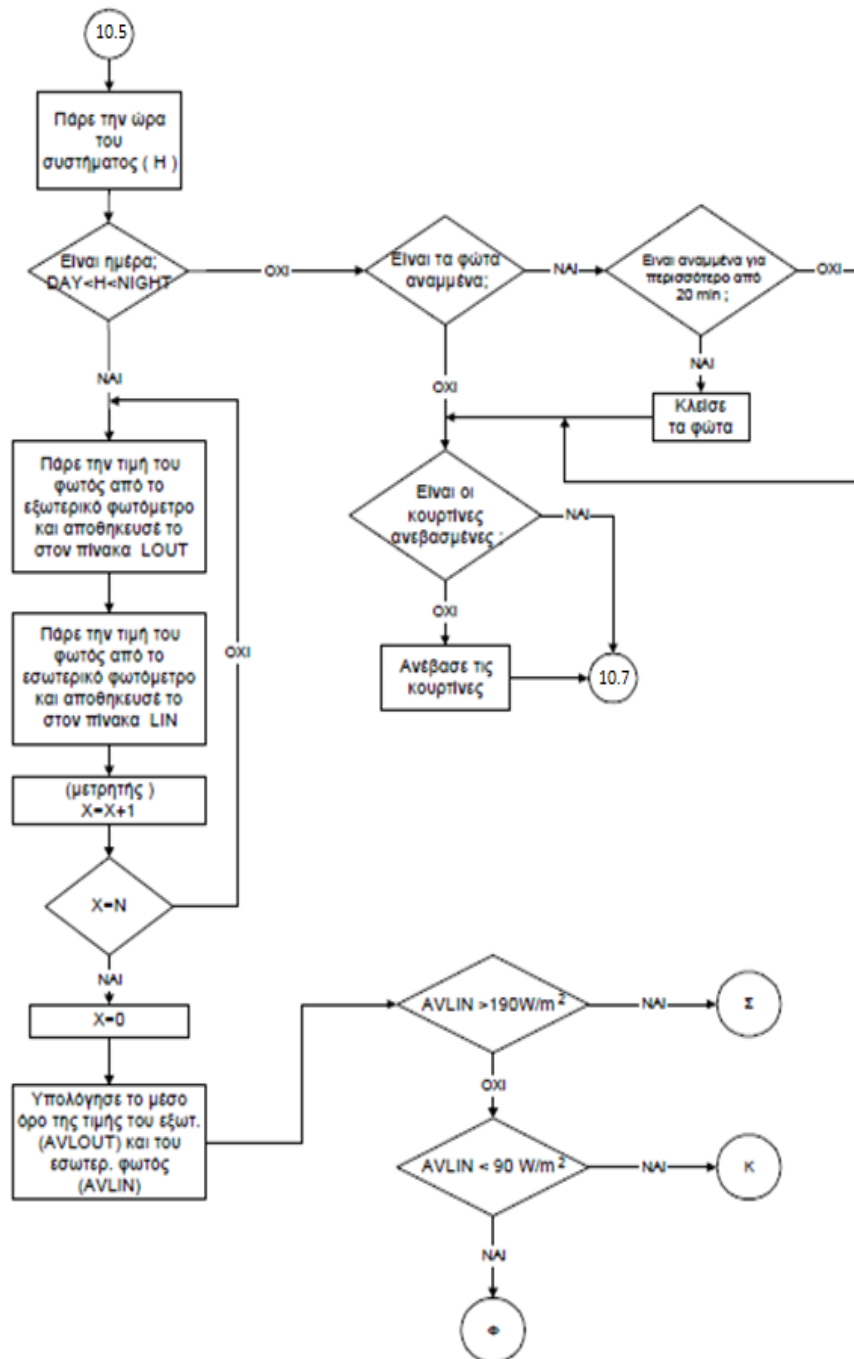
Κατά την διάρκεια της νύχτας το φυτό δεν πραγματοποιεί το φαινόμενο της φωτοσύνθεσης , οπότε και οι ανάγκες του για θερμότητα είναι ελαφρώς μειωμένες από τι κατά την διάρκεια της ημέρας .

Οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται είναι οι παρακάτω :

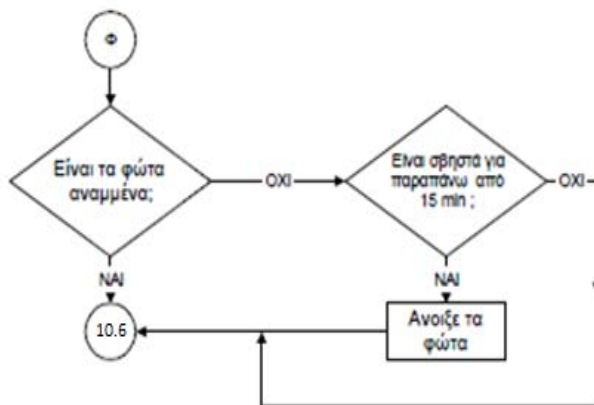
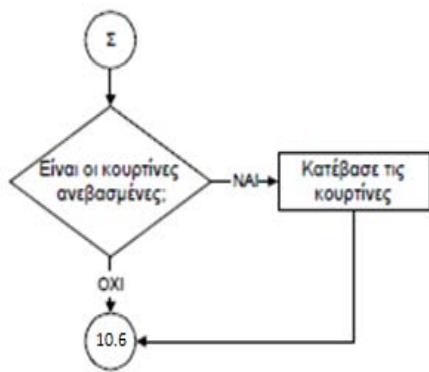
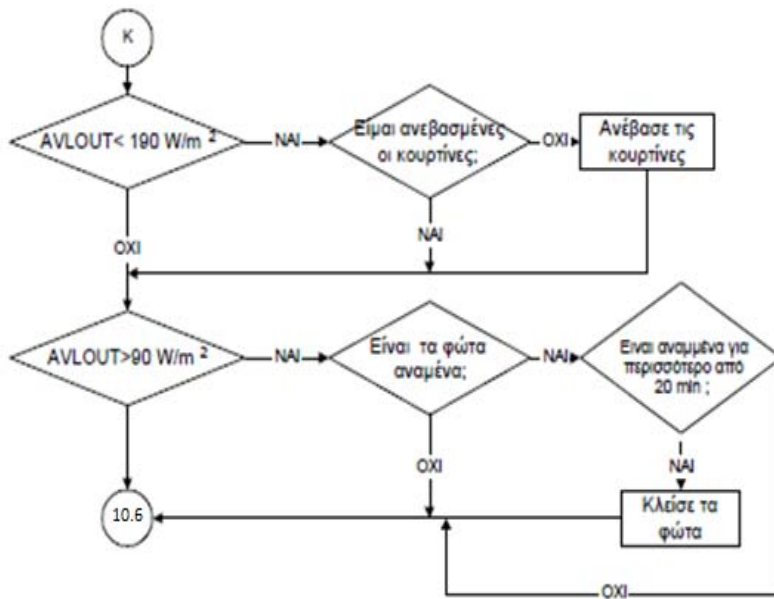
- AVLIN : Μέση τιμή της εσωτερικής θερμοκρασίας που δίνουν τα 7 εξωτερικά θερμόμετρα .
- TOUT : Τιμή της εξωτερικής θερμοκρασίας
- H : Η ώρα του συστήματος
- TLDAY: Κάτω επιτρεπτό όριο θερμοκρασίας του θερμοκηπίου κατά την διάρκεια της ημέρας ( 5 0C ) .
- THDAY : Άνω επιτρεπτό όριο θερμοκρασίας του θερμοκηπίου κατά την διάρκεια της ημέρας ( 19 0C).
- TLNIGHT : Κάτω επιτρεπτό όριο θερμοκρασίας του θερμοκηπίου κατά την διάρκεια της ημέρας ( 2 0C ) .
- THNIGHT : Κάτω επιτρεπτό όριο θερμοκρασίας του θερμοκηπίου κατά την διάρκεια της ημέρας ( 16 0C ) .
- NIGHT : Έναρξη νύχτας ( 19.00) .
- DAY : Έναρξη ημέρας ( 06.00 ) .
- P: Αριθμός που ρυθμίζει το άνοιγμα των παραθύρων. Εξαρτάται άμεσα από την θερμοκρασία και την ταχύτητα του αέρα .



## 10.5 Έλεγχος φωτός



Διάγραμμα 10.6



Διάγραμμα 10.7

Όπως γνωρίζουμε η ένταση του φωτός μπορεί να αλλάζει κατά την διάρκεια της ημέρας . Για αυτό το λόγο η μονάδα έλεγχου παίρνει τις ανάλογες αποφάσεις αφού συλλέξει **N** τιμές και αφού βρει το μέσο όρο τους . Διαφορετικά δεν κάνει τίποτε άλλο από το να αποθηκεύει την τιμή της εσωτερικής και εξωτερικής έντασης φωτός.

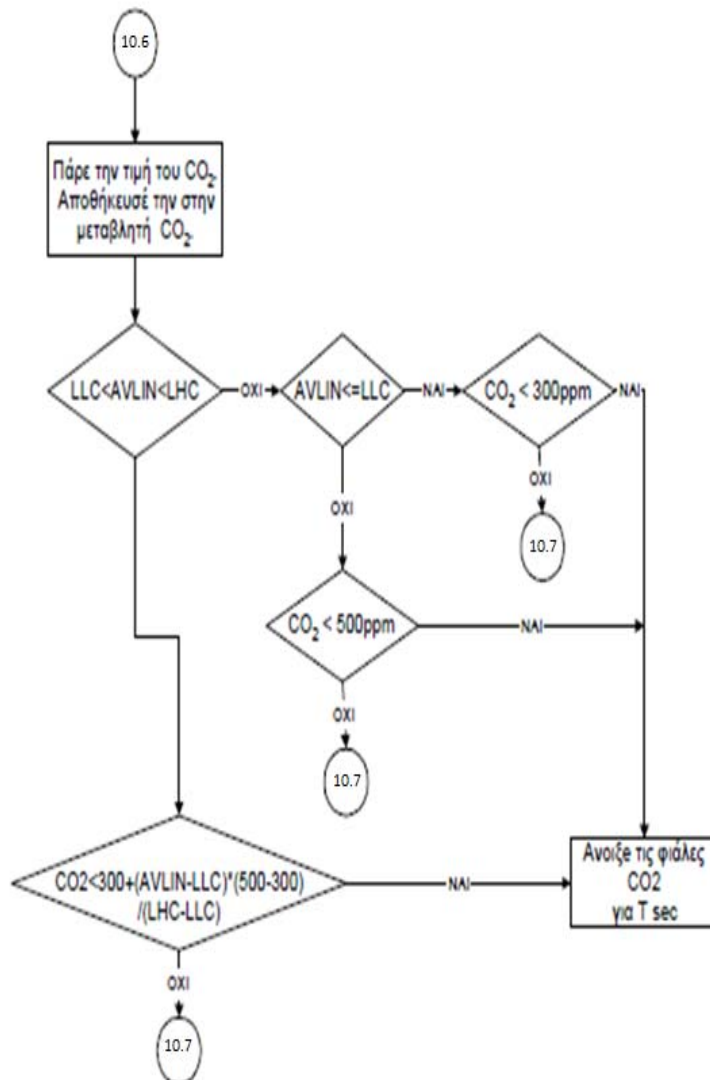
Επίσης για λόγους οικονομίας , το άναμμα και σβήσιμο των φώτων δεν μπορεί να γίνει πριν περάσει κάποιος χρόνος . Συγκεκριμένα ο χρόνος που πρέπει να περάσει πριν ξαναανάψουν τα φώτα είναι **15 min** και ο χρόνος που πρέπει να περάσει πριν ξανασβήσουν τα φώτα είναι **20 min** .

Ένα τελευταίο σημείο που πρέπει να τονίσουμε είναι ότι για μια σωστή λειτουργία του θερμοκηπίου θα πρέπει η ένταση του φωτός σε αυτό να κυμαίνεται από **90 W/m<sup>2</sup>** έως **190 W/m<sup>2</sup>** .

Για τον έλεγχο της έντασης στο θερμοκήπιο , χρησιμοποιούνται οι παρακάτω μεταβλητές :

- **H** : Η ώρα του συστήματος
- **X** :Μετρητής
- **N** : Αριθμός μετρήσεων πριν εκτιμηθεί η ένταση του φωτός εντός και εκτός του θερμοκηπίου ( στην περίπτωση μας είναι 4 ) .
- **AVLOUT**: Μέση τιμή της εξωτερικής έντασης φωτός.
- **AVLIN**: Μέση τιμή της εσωτερικής έντασης φωτός.
- **DAY**: Ώρα έναρξης της ημέρας (06:00).
- **NIGHT**: Ώρα έναρξης νύχτας (19.00 ) .

## 10.6 Έλεγχος Συγκέντρωσης CO<sub>2</sub>



**Διάγραμμα 10.8**

Ο έλεγχος της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub> γίνεται μόνο κατά την διάρκεια της ημέρας . Επίσης πρέπει να τονίσουμε πως με την αύξηση της θερμοκρασίας , η αύξηση της συγκέντρωσης του προκαλεί αύξηση του ρυθμού της φωτοσύνθεσης . Έτσι , οι συγκρίσεις που γίνονται έχουν άμεση σχέση με την θερμοκρασία .

Οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub> είναι οι παρακάτω :

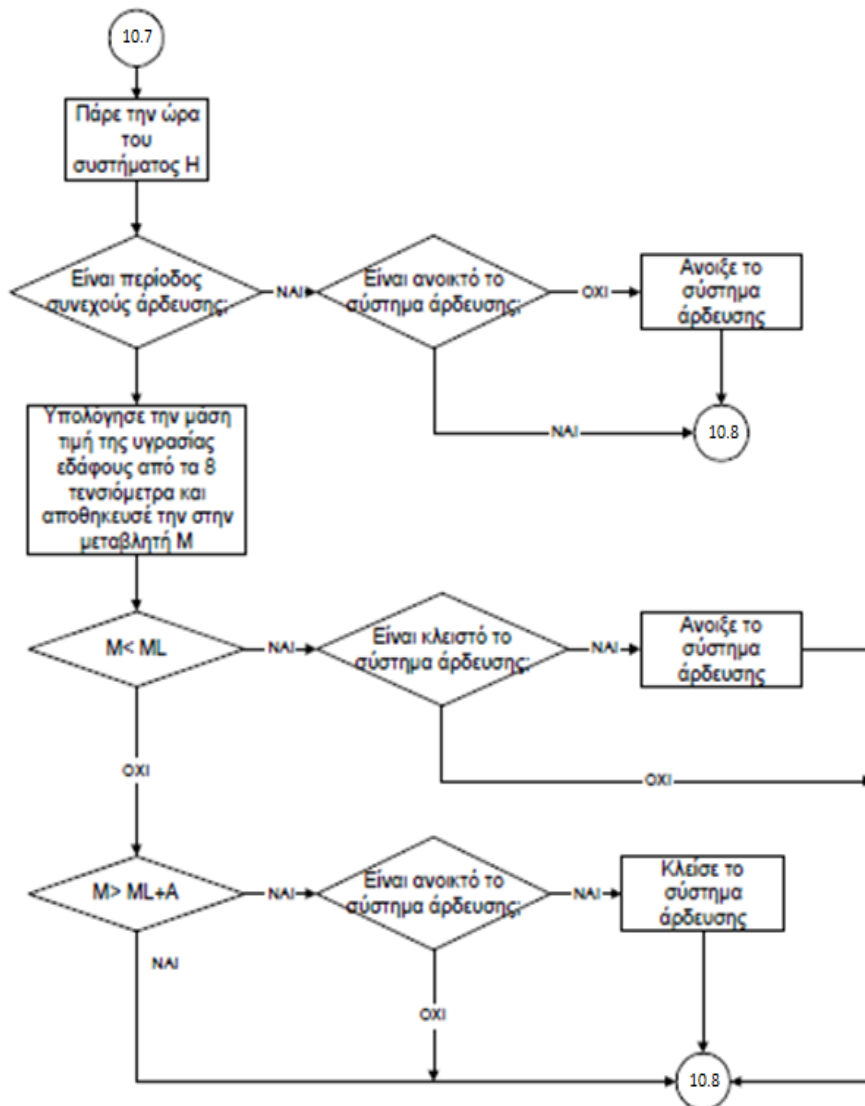
- LLC : Ένταση του φωτός κάτω από την οποία η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub>

πρέπει να έχει την ελάχιστη επιθυμητή τιμή των 300 ppm ( 90 W/m<sup>2</sup> ).

- LHC: Ένταση του φωτός πάνω από την οποία η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> πρέπει να έχει την μέγιστη επιθυμητή τιμή των 500 ppm ( 190 W/m<sup>2</sup> ).

- T: Χρόνος που οι φιάλες CO<sub>2</sub> πρέπει να μείνουν ανοικτές (5 sec).
- CO<sub>2</sub>: Μεταβλητή που περιέχει την συγκέντρωση του CO<sub>2</sub>.
- AVLIN: μέση τιμή της εσωτερικής έντασης φωτός.

## 10.7 Έλεγχος υγρασίας εδάφους



Διάγραμμα 10.9

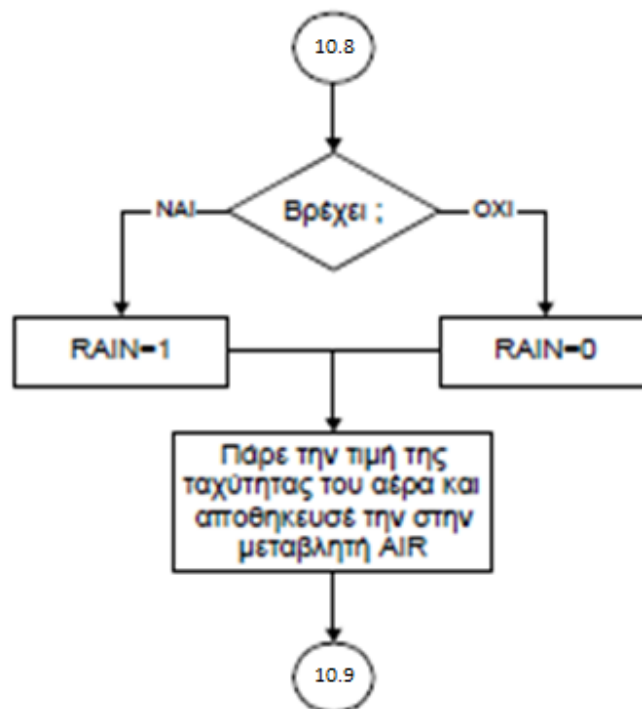
Όταν η υγρασία εδάφους βρίσκεται κάτω από κάποια τιμή μπορεί να προκληθούν σοβαρές ζημιές στα φυτά . Για αυτό το λόγο ορίζεται κάποιο κάτω όριο υγρασίας που όταν δεν πληρείται , η μονάδα ελέγχου ανοίγει το σύστημα άρδευσης μέχρι να ξεπεραστεί το όριο αυτό συν μια ανοχή **A** μονάδων .

Επίσης δίνεται η δυνατότητα καθορισμού ενός χρονικού διαστήματος συνεχούς άρδευσης ανεξάρτητα της υγρασίας εδάφους .

Οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται είναι οι παρακάτω:

- **M** : Μεταβλητή που περιέχει την μέση τιμή της υγρασίας εδάφους .
- **ML** : Κάτω όριο υγρασίας εδάφους ( 85 )
- **A** : Περιθώριο υπέρβασης κάτω οπίου πριν κλείσει το σύστημα άρδευσης

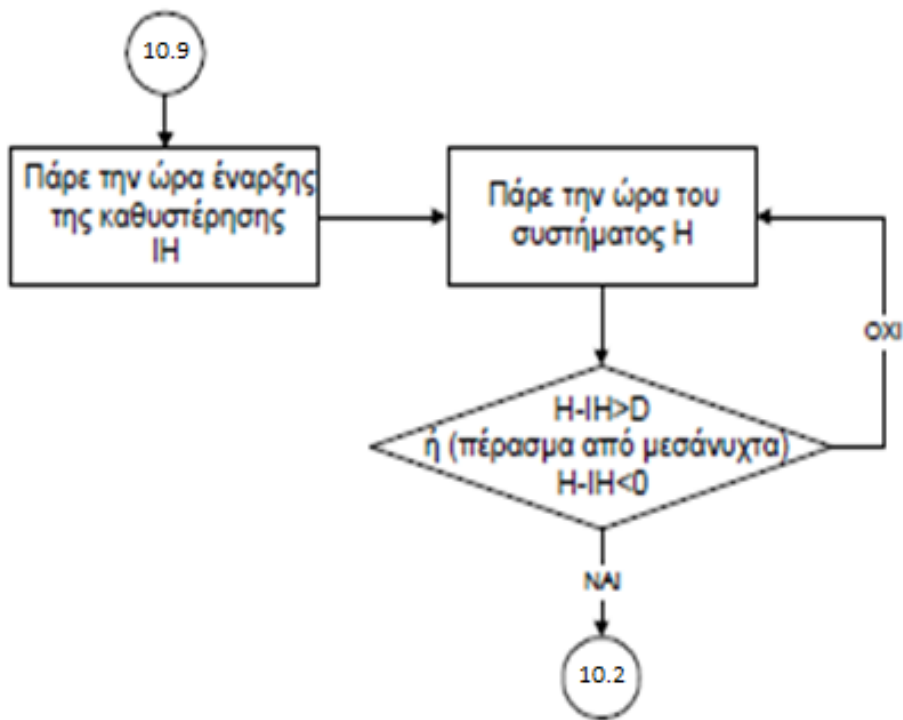
## 10.8 Έλεγχος βροχής και αέρα



Διάγραμμα 10.10

Στον έλεγχο βροχής και αέρα αποθηκεύονται οι τρέχουσες τιμές των μεταβλητών RAIN και AIR .

## 10.9 Καθυστέρηση

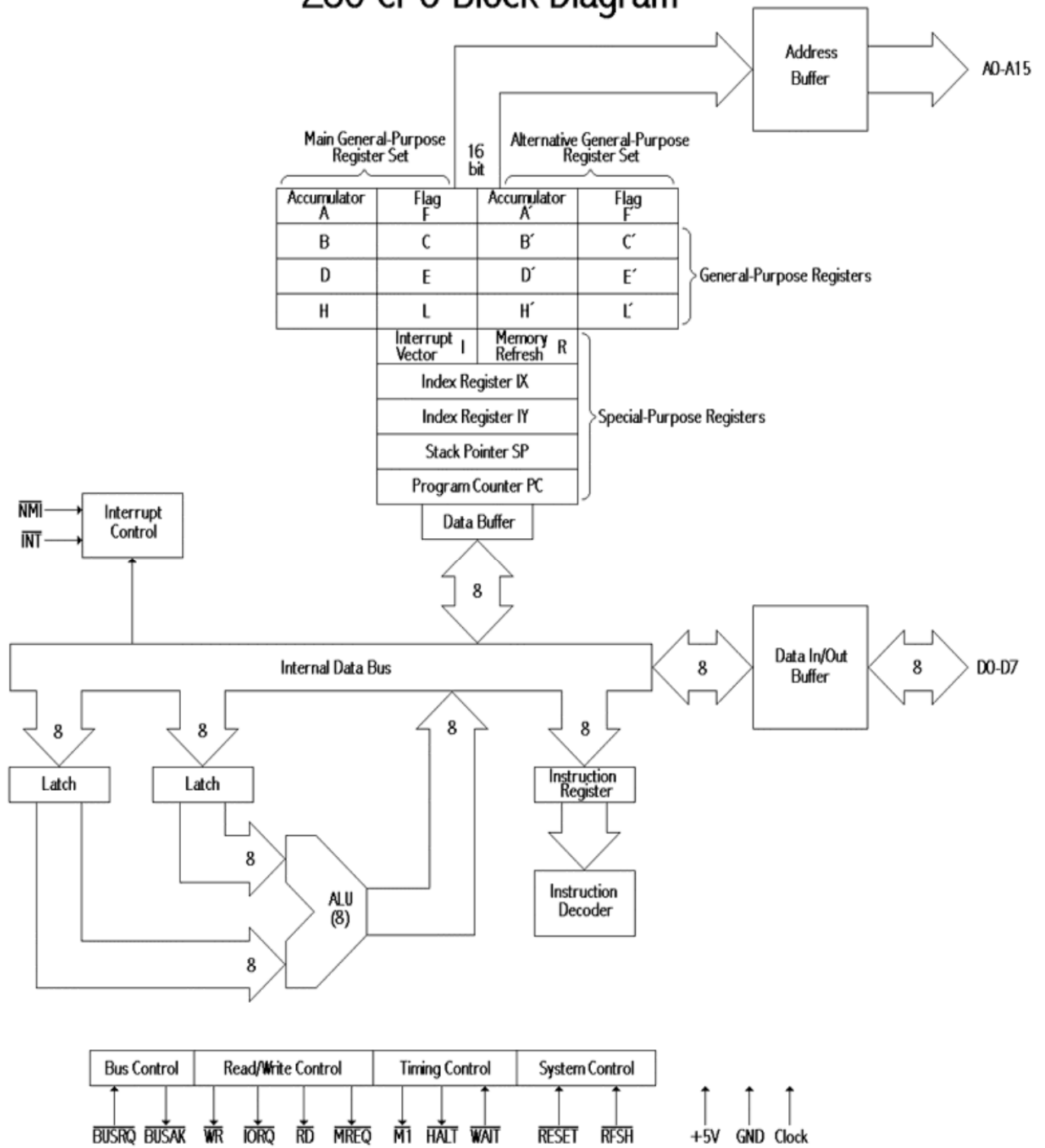


Διάγραμμα 10.11

Όπως γνωρίζουμε οι μεταβολές σε ένα θερμοκήπιο γίνονται αργά . Για αυτό το λόγο πρέπει στο τέλος του κάθε κύκλου να υπάρχει ένα χρονικό διάστημα καθυστέρησης D ( 15 sec ) κατά την διάρκεια του οποίου η μονάδα ελέγχου δεν κάνει καμία πράξη .

Με αυτόν τον τρόπο , οι αλλαγές και διορθώσεις που έκανε η μονάδα ελέγχου κατά τον κύκλο θα προλάβουν να έχουν κάποιο αποτέλεσμα ,στο εσωτερικό του θερμοκηπίου , που να μπορεί να καταγραφεί από τους αισθητήρες .

# Z80 CPU Block Diagram



Διάγραμμα 10.12



## 11. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Από το διαδίκτυο λάβαμε πληροφορίες από τις εκατέρωθεν ηλεκτρονικές διευθύνσεις:

<http://translate.google.gr/translate?hl=el&langpair=en|el&u=http://www.ifm.com/ifmna/web/news/compact-temperature-sensor.html>

[http://www.global-download.schneider-electric.com/85257849002EB8CB/all/9512AF5D549A09718525785C0077662D/\\$File/d6005-561-00\\_el.pdf](http://www.global-download.schneider-electric.com/85257849002EB8CB/all/9512AF5D549A09718525785C0077662D/$File/d6005-561-00_el.pdf)

<http://www.gardena.com/gr/water-management/water-controls/--309222/>

<http://www.gardena.com/gr/water-management/water-controls/c-1060-plus/>

<http://www.mechatron.gr/index.php/el/dual-axis-tracker>

καθώς επίσης και από την έκθεση της Ecotec

<http://www.mechatron.gr/index.php/el/dual-axis-tracker>

<http://www.ceid.upatras.gr/courses/micro/projetc-micro0.pdf>