



Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης
Τμήμα Ηλεκτρονικής

ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΠΑΓΕΤΟΥ ΦΥΛΛΩΜΑΤΟΣ ΔΕΝΤΡΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ PLC

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΤΡΕΜΠΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ 501562

ΤΣΙΑΤΣΙΔΗΣ ΝΕΟΦΥΤΟΣ 502313

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΜΑΝΑΒΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΑΝΑΛΗΨΗΣ : 18-04-1013

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΕΡΑΤΩΣΗΣ : 12-09-2013

ΚΩΔΙΚΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ : 13136EM



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2013

Τίτλος πτυχιακής εργασίας

Σύστημα ελέγχου προστασίας υγρασίας και παγετού φυλλώματος δένδρων με τη χρήση PLC.

Control system for the protection of trees from humidity and frost using PLC.

Φοιτητές

Στρέμπας Κωνσταντίνος 501562

Τσιατσίδης Νεόφυτος 502313

Επιβλέπων Καθηγητής

Μανάβης Χρήστος

Ημερομηνία Ανάληψης

18-04-2013

Ημερομηνία Περάτωσης

12-09-2013

Κωδικός Πτυχιακής Εργασίας

13136EM

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχος της συγκεκριμένης εργασίας είναι η παρουσίαση ενός πλήρως αυτοματοποιημένου συστήματος προστασίας δέντρων από τον παγετό και την υγρασία με την χρήση ανεμιστήρων που ελέγχονται από PLC. Αρχικά, γίνεται αναφορά στα διάφορα μέτρα ενεργητικής προστασίας από τον παγετό. Στη συνέχεια παρουσιάζεται και αναλύεται η μέθοδος που επιλέξαμε να ασχοληθούμε, η οποία περιλαμβάνει τη χρήση ανεμομίκτη και ανεμιστήρων οι οποίοι ελέγχονται από ένα PLC. Έπειτα γίνεται αναφορά στα PLC, και πιο συγκεκριμένα στα μέρη από τα οποία αποτελείται ένα PLC, καθώς και η λειτουργία του καθενός, οι αρχές λειτουργίας τους και οι μέθοδοι προγραμματισμού τους. Μετά περιγράφεται η σχεδίαση της συγκεκριμένης πτυχιακής και της μακέτας. Τέλος παρουσιάζεται και αναλύεται ο κώδικας LADDER που χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση της εργασίας με το PLC.

SUMMARY

The purpose of this paper is the presentation of a fully automatic system for the protection of trees from frost and humidity, using wind machines, controlled by a PLC. First of all, reference is made to several active protection measures from frost. Later on, the method we chose to analyze is presented and developed, which involves the use of wind machines controlled by a PLC. Afterwards, reference is made to PLCs, and specifically to the parts a PLC is consisted of, as well as the function of each one of them, the principles of PLCs' function and their programming methods. Then, there is the description of the planning of this specific paper and the design of the model. Finally, the code LADDER that was used for the implementation of the paper is presented and analyzed as well.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	1
ΟΡΙΣΜΟΣ – ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΟΙΕΣ.....	1
ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΚΡΥΟ.....	2
ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ ΛΟΓΩ ΨΥΧΟΥΣ.....	6
ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΑΓΕΤΟ.....	7
ΘΕΡΜΑΣΤΡΕΣ.....	8
ΑΥΤΟΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΛΟΗΕΑΤ.....	8
ΚΑΘΕΤΕΣ ΤΟΥΡΜΠΙΝΕΣ S.I.S.....	8
ΑΝΕΜΟΜΙΚΤΕΣ.....	9
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	10
ΛΟΓΟΙ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΩΝ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΑΓΡΟΤΕΣ.....	11
ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΥΝ ΟΙ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ.....	12
ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.....	16
ΑΝΟΙΞΗ, ΧΕΙΜΩΝΑΣ, ΦΘΗΝΟΠΩΡΟ.....	19
ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	27
ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ.....	28
ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΒΛΑΣΤΩΝ.....	34
ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΑΝΤΟΧΗ ΑΝΑ ΕΤΟΣ.....	37
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΘΟΥΡΥΒΟΣ.....	41
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΟΡΘΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΙΑΣ.....	43

ΟΙ ΚΑΛΥΠΤΕΡΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ.....	44
ΑΝΤΟΧΗ ΤΗΣ ΣΟΔΕΙΑΣ.....	44
ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ.....	45
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ.....	45
ΑΝΕΜΟΣ.....	46
ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ.....	46
ΘΟΡΥΒΟΣ.....	47
ΣΥΝΕΧΗΣ ΕΚΜΑΘΗΣΗ.....	47
ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΟ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.....	49
ΓΕΝΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΟΥ.....	49
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ – ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ.....	49
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ.....	55
PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLERS (PLC).....	57
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ PLC.....	57
ΒΑΣΙΚΗ ΔΟΜΗ PLC.....	59
ΜΟΝΑΔΑ ΕΙΣΟΔΩΝ.....	60
ΜΟΝΑΔΑ ΕΞΟΔΩΝ.....	61
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ (CPU).....	62
ΜΟΝΑΔΑ ΜΝΗΜΗΣ.....	63
ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ.....	64
ΘΥΡΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ.....	65

ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ.....	65
ΤΥΠΟΙ PLC.....	66
ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ PLC.....	67
ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ PLC.....	67
LADDER.....	67
ΕΠΑΦΕΣ.....	68
ΠΗΝΙΑ.....	69
ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ.....	69
ΧΡΟΝΙΚΑ (TIMERS).....	70
ΜΕΤΡΗΤΕΣ (COUNTERS).....	73
STL.....	75
FBD.....	77
ΤΟ PLC SIEMENS S7-200.....	78
ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ.....	79
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΛΥΧΝΙΕΣ LED.....	80
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ.....	81
ΣΥΝΔΕΣΗ ΕΙΣΟΔΩΝ.....	81
ΣΥΝΔΕΣΗ ΕΞΟΔΩΝ.....	81
ΜΑΚΕΤΑ.....	83
ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	83
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	83

ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ.....	85
ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ LADDER.....	87
ΚΩΔΙΚΑΣ LADDER.....	96
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	125

Ευχαριστούμε θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Μανάβη Χρήστο για την καθοδήγηση και την υποστήριξη που μας παρείχε σε όλη την διάρκεια της υλοποίησης της εργασίας μας. Επίσης να ευχαριστήσουμε τις οικογένειές μας για την ψυχολογική και οικονομική υποστήριξη που μας παρείχαν.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η γεωργία έχει πολλά και δύσκολα προβλήματα, ένα από αυτά είναι και ο παγετός. Είναι ένα καιρικό φαινόμενο που προκαλεί πολλές και σημαντικές καταστροφές σε οφθαλμούς, άνθη, φύλλα, καρπούς και γενικά στην βλάστηση.

Ο παγετός επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, τους οποίους προσπαθούμε να ελέγξουμε ώστε να εμποδίσουμε την δημιουργία του.

Ο άνθρωπος προσπαθεί χρόνια να τον καταπολεμήσει, αλλά το μοναδικό που μπορεί να κάνει είναι η πρόληψη. Έχει εφαρμόσει και εφαρμόζει διάφορους τρόπους από την αρχή της γνωστής ιστορίας του, όπως η εδαφοκάλυψη και οι φωτιές. Ικανοποιητικά αποτελέσματα, όμως, έχουν παρατηρηθεί με την χρήση συστημάτων άρδευσης και θέρμανσης και την χρήση μηχανημάτων.

Στην ανακάλυψη και στην εφεύρεση τέτοιων μηχανημάτων, σημαντικό ρόλο παίζει η τεχνολογία καθώς συνεχώς γίνονται έρευνες για το πρόβλημα αυτό. Εμείς θα μελετήσουμε ένα σύστημα πλήρως αυτοματοποιημένο το οποίο θα λειτουργεί με την χρήση PLC.

ΟΡΙΣΜΟΣ – ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Ο παγετός είναι ένα από τα δυσκολότερα προβλήματα, ως προς την αντιμετώπιση, που έχει η γεωργία. Είναι ένα πρόβλημα που μπορεί να προκαλέσει μια μικρή ζημιά σε μια και μόνο καλλιέργεια, αλλά μπορεί να καταστρέψει την σοδειά μιας ολόκληρης περιοχής. Η ζημιά που μπορεί να προκαλέσει κυμαίνεται από μερική καταστροφή της παραγωγής έως και την ολοκληρωτική καταστροφή των καλλιεργούμενων δέντρων και αυτό εξαρτάται από την ένταση και από την διάρκεια που θα έχει.

Ο παγετός είναι ένα καιρικό φαινόμενο που προκαλείται με την πτώση της θερμοκρασίας του αέρα μέχρι ή και κάτω από το μηδέν. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία παγοκρυστάλλων πάνω στην επιφάνεια του εδάφους ή του φυτού.

Η δημιουργία του παγετού επηρεάζεται και οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, οι σημαντικότεροι εκ των οποίων είναι:

- Άπνοια ή να μην υπάρχει δυνατός αέρας.
- Η πτώση της θερμοκρασίας του αέρα στο μηδέν ή και κάτω από αυτό.
- Να μην υπάρχει υψηλή σχετική υγρασία.

Με κριτήριο τον τρόπο πτώσης της θερμοκρασία στους 0°C και κάτω, υπάρχουν οι έξης παγετοί:

- Παγετός ακτινοβολίας (Ανοιξιάτικοι παγετοί)
- Παγετός ψυχρών μαζών αέρα. (Χειμερινοί παγετοί)

ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΚΡΥΟ

Τα φυτά είναι επιρρεπή στον τραυματισμό όταν εκτίθενται σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής τους. Οι περισσότεροι αγρότες έχουν αντιμετωπίσει ζημιές από παγωνιά την περίοδο που αναπτύσσονται οι ιστοί των φυτών. Τα εμφανή συμπτώματα περιλαμβάνουν την παύση της ανάπτυξης, μαρασμό στις άκρες των βλαστών, κιτρίνισμα των ιστών των φύλλων και στα τελευταία στάδια σταμάτημα ανάπτυξης των καρπών και ωρίμανση (Σχήμα 1).



Σχήμα 1 : Φύλλα που έχουν τραυματιστεί από παγωνιά νωρίς το φθινόπωρο. Τα φύλλα αυτά δεν είναι πλέον λειτουργικά και δεν θα συμβάλουν στην ωρίμανση της σοδειάς ή στην συσσώρευση υδατανθράκων για όλο το χειμώνα.

Ο τραυματισμός των φυτών στην αδρανή περίοδο μπορεί να εκτιμηθεί μέσω της εξέτασης των βλαστών για χτυπήματα, τα οποία εκδηλώνονται με μαύρισμα ή οξείδωση(Σχήμα 2). Τραύματα μπορεί επίσης να παρατηρηθούν την άνοιξη, με συνηθέστερη την υπερβολική ανάπτυξη των ριζών στη βάση του φυτού εξαιτίας των χτυπημάτων πάνω στον βλαστό(Σχήμα 3).



Σχήμα 2 : Υγιής βλαστός (άσπρο βέλος), τραυματισμένος βλαστός (κόκκινο βέλος).



Σχήμα 3 : Ξερός ιστός κορμού (καφέ και οξειδωμένο στο λευκό βέλος), υγιής ανάπτυξη ρίζας (κόκκινο βέλος) κάτω από τον τραυματισμένο κορμό την άνοιξη μετά τον τραυματισμό του χειμώνα.

Το νερό αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα για τον τραυματισμό των φυτών εξαιτίας της παγωνιάς, καθώς δημιουργεί κρυστάλλους στα κύτταρά τους. Οι μεμβράνες των κυττάρων καταστρέφονται, γεγονός το οποίο οδηγεί στην απώλεια του

περιεχομένου τους και τελικά στην καταστροφή τους. Αν καταστραφούν πολλά κύτταρα, το μέρος εκείνο του φυτού θα καταστραφεί επίσης, το οποίο σημαίνει φθορά της δομής και της λειτουργίας του. Πρόκληση αποτελεί η εκτίμηση της υπάρχουσας ζημιάς σε αδρανή περίοδο και ο καθορισμός της θερμοκρασίας που πιθανότατα θα οδηγήσει σε μεγαλύτερη ζημιά. Στα σταφύλια και στα οπωροφόρα δέντρα υπάρχει μετάβαση από μέτρια σε μεγάλη αντοχή στο κρύο, η οποία ξεκινάει το φθινόπωρο, ανταποκρινόμενη στις εποχιακές αλλαγές των φυτών.

Ο εγκλιματισμός στο κρύο επιτυγχάνεται σε δύο φάσεις, με την πρώτη να συμβαίνει όσο η θερμοκρασία πέφτει, αλλά παραμένει πάνω από τους 0°C. Κατά τη διάρκεια της περιόδου αυτής λαμβάνουν χώρα χημικές αλλαγές μέσα στα κύτταρα, οι οποίες τα καθιστούν ικανά να αντέχουν σε θερμοκρασίες κάτω των 0°C. (περίπου από -5°C ως -10°C)

Κατά τη διάρκεια της πρώτης φάσης δημιουργείται ένας κηρώδης φλοιός και είναι εμφανής στην προοδευτική ωρίμανση και στο μαύρισμα των ριζών από τη βάση ως τις κορυφές. Ο φλοιός αυτός βοηθά στην αφυδάτωση του εσωτερικού των κυττάρων, εμποδίζοντας παράλληλα την ενυδάτωση των ιστών από το νερό. Επιπλέον, οι αδρανείς βλαστοί στον κορμό σταδιακά απομονώνονται από το σύστημα αγγείων μέσω της ανάπτυξης ενός επιπλέον αδιάβροχου στρώματος κάτω από το μπουμπούκι, του σέπαλου. Τα κηρώδη μέρη και τα πυκνά τριχώματα μέσα στον βλαστό βοηθούν επίσης στο να παραμένουν στεγνοί κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Την περίοδο αυτή οι υδρογονάνθρακες αποθηκεύονται στους κορμούς και τις ρίζες. Είναι πολύ σημαντικό να κατανοήσει κανείς ότι η ωρίμανση του ξύλου και του κορμού συμβαίνουν με συγκεκριμένη σειρά, πριν καταστραφούν τα φύλλα από την πρώτη παγωνιά και την εμφάνιση εν συνεχεία του χειμώνα.

Η δεύτερη φάση εγκλιματισμού συμβαίνει όταν η θερμοκρασία πέφτει κάτω από τους 0°C, με την ανθεκτικότητα των ιστών να αυξάνεται δραματικά καθώς η θερμοκρασία συνεχώς πέφτει καθ' όλη τη διάρκεια του φθινοπώρου και στις αρχές του χειμώνα. Κατά τη διάρκεια της δεύτερης αυτής φάσης, το νερό μέσα και γύρω από τα κύτταρα μειώνεται δραματικά. Αλλαγές στη φυσιολογία των κυττάρων λαμβάνουν χώρα, ώστε

να αντέξουν τις χαμηλές θερμοκρασίες και να ελαχιστοποιηθεί ο σχηματισμός πάγου. Έχει παρατηρηθεί ότι η βέλτιστη ανθεκτικότητα ενός κλήματος επιτυγχάνεται στα μέσα του χειμώνα. Το επίπεδο αυτό ανθεκτικότητας διαφέρει σε κάθε ποικιλία σταφυλιού και μπορεί να επιτευχθεί σε διαφορετικά ποσοστά και να διατηρηθεί για διάφορες χρονικές περιόδους κατά τη διάρκεια της αδρανούς περιόδου. Το κάθε φυτό έχει διαφορετικές έμφυτες απαιτήσεις όσον αφορά το κρύο ή την αδράνεια και μπορεί να εκτεθεί για συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα σε θερμοκρασίες κάτω των 5°C πριν ξεκινήσει η ανάπτυξή τους το επόμενο χρονικό διάστημα. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως απαίτηση ψύχους και για τα πιο ευαίσθητα φρούτα και σταφύλια στο Οντάριο επιτυγχάνεται μέχρι τις αρχές Ιανουαρίου.

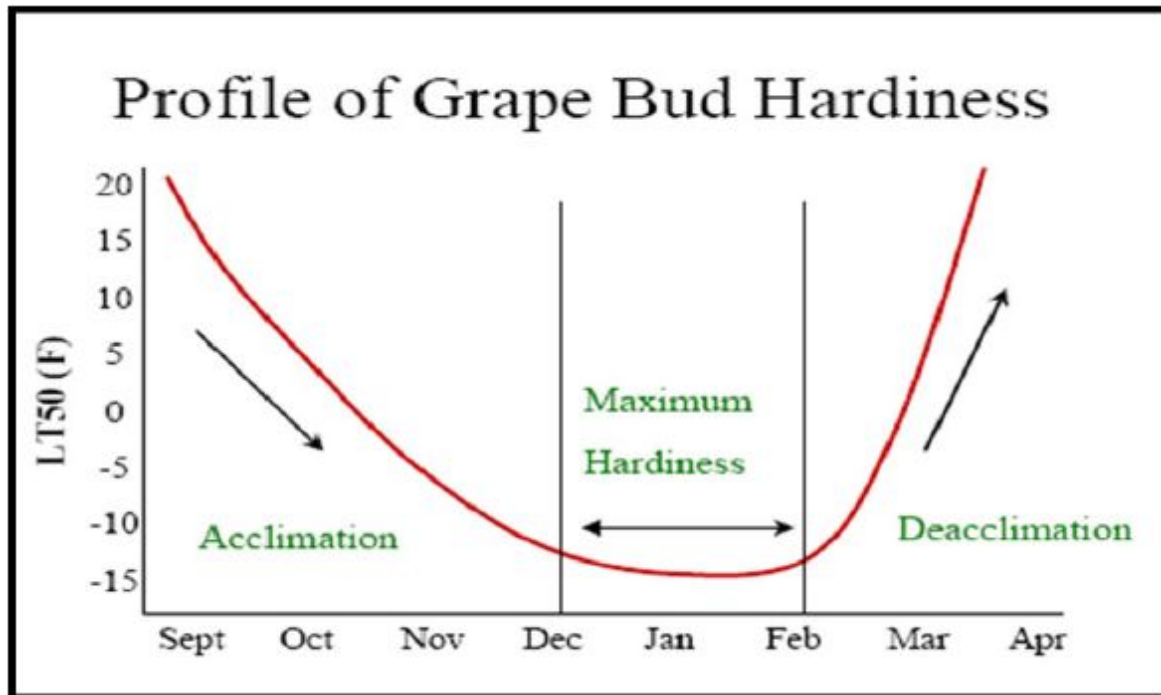
Σε κάποιες περιπτώσεις που μερικά φυτά δεν μπορούν να εγκλιματιστούν, συμβαίνει το αντίθετο από τον εγκλιματισμό. Τα φυτά αυτά έχουν αρχικά σκληρή υφή και στη συνέχεια μαλακώνουν. Το φαινόμενο αυτό συμβαίνει πιο γρήγορα από τον εγκλιματισμό και κυρίως εξαρτάται από την αύξηση θερμοκρασίας του αέρα και του εδάφους. Μόλις τα σταφύλια ή τα δέντρα έχουν φτάσει στις απαιτήσεις ψύχους για να επιτευχθεί η αδράνεια, μπορεί να ξεκινήσει η ανάπτυξή τους, εάν και οι εξωτερικές συνθήκες είναι κατάλληλες. Παρ' όλα αυτά, η ανάπτυξη σε κάθε καλλιέργεια ξεκινάει σε διαφορετικό στάδιο, το οποίο σημαίνει ότι πρέπει να εκτιμηθεί η σωστή χρονική στιγμή για διαφορετικές καλλιέργειες, ώστε να επιτευχθεί η κατάλληλη ανθεκτικότητα και να αντέξει ο βλαστός του φυτού. Πληροφορίες που παρατίθενται παρακάτω, δείχνουν τη διαφορά στην αντοχή των σταφυλιών σε διαφορετικές καλλιέργειες, καθώς επίσης και τη διαφορά στην αντοχή στην ίδια καλλιέργεια σε διαφορετικές χρονιές.

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ ΛΟΓΩ ΨΥΧΟΥΣ

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι διαφορετικές καλλιέργειες έχουν διαφορετικά ποσοστά εγκλιματισμού και μη εγκλιματισμού. Αυτό εξαρτάται από τον γονότυπο του σταφυλιού. Η γενετική αυτή πιθανότητα καθορίζει το βέλτιστο επίπεδο ανθεκτικότητας που μπορεί να επιτύχει μία καλλιέργεια. Η ανθεκτικότητα αυτή επηρεάζεται άμεσα από το περιβάλλον στο οποίο αναπτύσσεται η καλλιέργεια (θέση, έδαφος, τοπογραφία, κλιματικές συνθήκες κάθε εποχής, επιπτώσεις από ζυφία) και από τις πρακτικές καλλιέργειας (λίπασμα, νερό, ισορροπημένο φόρτωμα, σωστό κλάδεμα και κατάρτιση, επιλογή κατάλληλης ρίζας, προετοιμασία και σχεδιασμός της τοποθεσίας).

Κάθε τοποθεσία έχει διαφορετικά ποσοστά πιθανής παραγωγής. Είναι πολύ σημαντικό να διατηρούνται συγκεκριμένα επίπεδα σοδειάς και φροντίδας για να διασφαλίσουν την ανάπτυξη των σταφυλιών και τη σωστή ωρίμανση όλων των φρούτων. Έχει παρατηρηθεί πως σε τοποθεσίες που τα σταφύλια είναι πολύ φορτωμένα, δεν υπάρχει ισορροπία και οι τραυματισμοί καρπών είναι περισσότεροι. Έχει παρατηρηθεί επίσης πως η ελλιπής αποστράγγιση του εδάφους, καθώς και το υπερβολικό λίπασμα επηρεάζουν τη ανθεκτικότητα λόγω του χειμώνα. Σε κοντινές τοποθεσίες που οι καλλιέργειες είχαν περιποιηθεί σωστά, υπήρχαν ελάχιστοι τραυματισμοί φυτών κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

Λόγω των πολλών παραγόντων που επηρεάζουν την αντοχή στο κρύο, είναι αδύνατον κάποιος να προβλέψει την πραγματική αντοχή χωρίς προηγουμένως να έχει πάρει δείγματα κατά την αδρανή περίοδο (Σχήμα 4). Παρ' όλο που υπάρχει ένας κύκλος αντοχής σε σχήμα U από τον εγκλιματισμό μέχρι τον μη εγκλιματισμό, σε δεδομένα που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια της μελέτης, είναι εμφανές πως υπάρχουν διαφορές ανάλογα με την καλλιέργεια, την τοποθεσία και την χρονιά. Αυτό που δεν μπορεί να μελετηθεί είναι ένα μοντέλο που περιλαμβάνει μόνο θερμοκρασία, διότι είναι αβάσιμο και επισφαλές.



Σχήμα 4 : Γενικευμένη τάση του εγκλιματισμού των αμπελιών και του μη εγκλιματισμού μέχρι το σπάσιμο του βλαστού την επόμενη άνοιξη.

ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΑΓΕΤΟ

Για την ουσιαστική αντιμετώπιση του φαινομένου αυτού χρησιμοποιούμε τα λεγόμενα ενεργητικά μέτρα προστασίας και λέγονται έτσι διότι με αυτά ενεργούμε , παρεμβαίνουμε στο μικροκλίμα ώστε να εμποδίσουμε την δημιουργία του παγετού.

Με τα ενεργητικά μέτρα προσπαθούμε να επηρεάσουμε έναν ή μερικούς από τους βασικούς παράγοντες που χρειάζονται για την δημιουργία του παγετού. Οι πιο συνηθισμένοι παράγοντες που προσπαθούμε να ελέγξουμε είναι η σχετική υγρασία, η θερμοκρασία του αέρα και η άπνοια, οι οποίοι παράγοντες είναι και οι πιο καθοριστικοί για την δημιουργία του. Ένας άλλος παράγοντας που προσπαθούμε χρόνια να ελέγξουμε με διάφορους τρόπους είναι η εκπομπή της ακτινοβολίας που συμβαίνει κατά την διάρκεια της νύχτας, έτσι ώστε να εμποδίσουμε την πτώση της θερμοκρασίας.

Διάφοροι τρόποι έχουν χρησιμοποιηθεί και χρησιμοποιούνται, για να εμποδίσουμε την δημιουργία του παγετού και συνέχεια γίνονται προσπάθειες για νέους τρόπους.

Τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες για να βρεθούν τρόποι που θα είναι αποτελεσματικοί σε μεγάλο βαθμό και θα έχουν χαμηλό κόστος. Η τεχνολογία έχει κάνει πολλές προσπάθειες για την ανακάλυψη τέτοιων μεθόδων και κυρίως έχει στραφεί στη δημιουργία μηχανημάτων που θα ελέγχουν τους κρίσιμους παράγοντες για την δημιουργία του παγετού.

Αναφέρουμε τα ενεργητικά μέτρα προστασίας:

1. Θερμάστρες

Ένας τρόπος είναι ο έλεγχος της θερμοκρασίας που γίνεται με διαφόρων ειδών θερμάστρες ή ολόκληρες εγκαταστάσεις που διοχετεύουν ζεστό νερό ή αέρα μέσα στις καλλιέργειες και κρατούν την θερμοκρασία σε επίπεδα πάνω από τους 0°C. Επίσης αυτός ο τρόπος χρησιμοποιείται και για άλλους λόγους όπως για το ότι μερικές καλλιέργειες θέλουν υψηλότερες θερμοκρασίες από αυτές που επικρατούν στην φύση σε διάφορα στάδια της ανάπτυξής τους. Αυτού του είδους η αντιμετώπιση χρησιμοποιείται κυρίως σε θερμοκήπια.

2. Αυτόματα συστήματα άρδευσης και LOHEAT

Ένας από τους πιο πολυχρησιμοποιημένους τρόπους αντιμετώπισης του παγετού είναι τα αρδευτικά συστήματα, χρησιμοποιώντας είτε το κύριο είτε ένα παράλληλο σύστημα. Βέβαια για να χρησιμοποιήσουμε το κυρίως σύστημα θα πρέπει να είναι υψηλής καταίωσης και έτσι μπορούμε να έχουμε ικανοποιητικά αποτελέσματα στην αντιμετώπιση του παγετού.

Η τεχνολογία μας βοήθησε στο να βελτιώσουμε τα συστήματα άρδευσης και μας έδωσε τα συστήματα άρδευσης με εσωτερική θέρμανση (LOHEAT).

3. Κάθετες τουρμπίνες S.I.S

Το S.I.S είναι η τελευταία λέξη της τεχνολογίας στον τομέα της πρόληψης και αντιμετώπισης του παγετού. Είναι ένα τεχνολογικό επίτευγμα των τελευταίων χρόνων και δεν έχει καμία διαφορά με την γνωστή τουρμπίνα. Στο μόνο που

διαφέρουν είναι στο ότι έχει πολύ μεγαλύτερη διάμετρο και πολύ μικρότερη ισχύ. Η αρχή λειτουργίας είναι η ίδια.

4. Ανεμομίκτες

Οι ανεμομίκτες είναι το μέτρο ενεργητικής προστασίας ενάντια στον παγετό που επιλέξαμε να ασχοληθούμε. Οι ανεμομίκτες είναι από τα σπουδαιότερα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για την αποφυγή των παγετών. Εγκαθίστανται στους οπωρώνες και στους αμπελώνες και μάλιστα σε υψηλότερα επίπεδα από την κόμη των δένδρων (περίπου στα 11 μέτρα) διότι εκεί βρίσκεται ένα στρώμα θερμού αέρα, που εκμεταλλευόμαστε κατά τη λειτουργία του ανεμομίκτη. Ο ανεμομίκτης στέλνει τον θερμό αέρα που βρίσκεται πολύ πάνω από την κόμη των δένδρων προς το έδαφος όπου βρίσκεται ο ψυχρός αέρας (ο ψυχρός αέρας είναι βαρύτερος από το θερμό) και τους αναμιγνύει, με αποτέλεσμα την άνοδο της μέσης θερμοκρασίας του αέρα που βρίσκεται κοντά στο έδαφος και γύρω από την κόμη των δένδρων. Ο υψηλά ευρισκόμενος αέρας θερμαίνεται κατά την διάρκεια της ημέρας και μόλις βραδιάσει, ο αέρας πάνω από την επιφάνεια του εδάφους που θερμάνθηκε κατά την διάρκεια της ημέρας ψύχεται καθώς η θερμότητα ανταλλάσσεται μ' αυτήν του εδάφους. Καθώς η ανταλλαγή θερμότητας συνεχίζεται το στρώμα του ψυχρού αέρα κοντά στο έδαφος αυξάνει σε ύψος αλλά ο πυκνότερος και ψυχρότερος αέρας βρίσκεται κοντά στο έδαφος.



Σχήμα

Οι ανεμομίκτες μπορούν να ανεβάσουν την θερμοκρασία του οπωρώνα κατά 2°C έως 4 °C. Είναι περισσότερο αποτελεσματικοί όταν συνδυάζονται με θέρμανση του οπωρώνα. Ο ανεμομίκτης πρέπει να τίθεται αυτόματα σε λειτουργία με τους αυτόματους μηχανισμούς που διαθέτει όταν η θερμοκρασία του οπωρώνα έχει φθάσει στους 0°C και να λειτουργεί συνεχώς όσο επικρατεί παγετός και να σταματάει αυτόματα όταν η θερμοκρασία περάσει τους +0,1°C. Οι ανεμομίκτες λειτουργούν με ρεύμα ή με μηχανή ντίζελ. Μπορούν να καλύψουν 10-20 στρέμματα ανάλογα με την ισχύ τους. Έτσι μπορούμε να συνδυάσουμε περισσότερα από 2 μηχανήματα στον οπωρώνα, ανάλογα την έκταση και το σχήμα του.

Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα Ανεμομικτών

Τα πλεονεκτήματα των ανεμομικτών είναι:

- 100% προστασία
- Όχι μεγάλη τεχνογνωσία
- Αυτοματοποίηση σε σχέση με παλαιότερα
- Αντοχή στον χρόνο

Εκτός από τα πλεονεκτήματα έχουν και σημαντικά μειονεκτήματα:

- Υψηλό αρχικό κόστος
- Δυσκολία εγκατάστασης, φανταστείτε ένα μηχάνημα ύψους 11 μέτρων και βάρος πάνω από 500 κιλά.
- Φόβος λειτουργίας

Με τον όρο φόβο λειτουργίας, εννοούμε το εξής: την ευθύνη για την λειτουργία των ανεμομικτών την έχει ο ΕΛΓΑ, ο οποίος με την σειρά του τους δίνει σε ιδιώτες με την μορφή εργολαβίας με ένα σημαντικότατο όρο, λόγω της αποδεδειγμένης 100% προστασίας που παρέχουν, σε περίπτωση που κατά την διάρκεια της εργολαβίας ενός ιδιώτη, πιάσει παγετός, είναι υποχρεωμένος ο ιδιώτης να αποζημιώσει τους καλλιεργητές και όχι ο ΕΛΓΑ. Με τον φόβο αυτό κανένας δεν αναλαμβάνει το ρίσκο της λειτουργίας του.

ΛΟΓΟΙ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΩΝ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΑΓΡΟΤΕΣ

Οι ανεμιστήρες χρησιμοποιούνται κυρίως για να προστατέψουν από τον τραυματισμό λόγω χαμηλών θερμοκρασιών (Σχήμα 5). Οι αυξημένες απαιτήσεις της αγοράς έχουν ενθαρρύνει τους αγρότες να καλλιεργήσουν περισσότερα σταφύλια *vinifera* τα τελευταία χρόνια σε σχέση με το παρελθόν, παρ' όλο που είναι πιο ευαίσθητα στο κρύο, καθώς δεν υπάρχει ζήτηση σε ανθεκτικά στο κρύο σταφύλια σε περιοχές που παραδοσιακά παράγουν σταφύλια.



Σχήμα 5: Ανεμιστήρας σε αμπελώνα κατά την διάρκεια της έρευνας.

Υπάρχουν τρεις κρίσιμες χρονικές περίοδοι που οι αγρότες πρέπει να προστατέψουν τις καλλιέργειες από τους τραυματισμούς λόγω ψύχους:

- παγωνιές στο τέλος της άνοιξης
- παγωνιές στο τέλος του φθινοπώρου
- ψύχος στα μέσα του χειμώνα

Μετά τις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες του Ιανουαρίου του 2005, οι καλλιεργητές με ανεμιστήρες είχαν σχεδόν κανονική σοδειά εκείνη τη σεζόν. Οι καλλιεργητές χωρίς ανεμιστήρες σε κοντινές τοποθεσίες, υπέστησαν όχι μόνο ολική απώλεια της σοδειάς, αλλά και σημαντική απώλεια των φυτών το 2005.

ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΥΝ ΟΙ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ

Οι ανεμιστήρες είναι ψηλοί, σταθεροί, κινούμενοι με μηχανή έλικες που τραβούν τον ζεστό αέρα από ψηλά κατά τη διάρκεια μεγάλων εναλλαγών θερμοκρασίας,

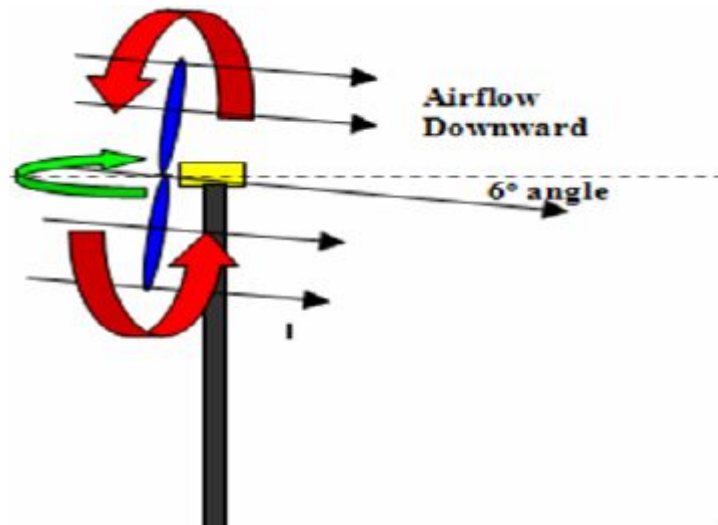
μεταφέροντάς τον στο έδαφος αυξάνοντας τη θερμοκρασία του αέρα γύρω από τα ευαίσθητα στο κρύο πολυετή φυτά, όπως τα σταφύλια και τα ευαίσθητα οπωροφόρα δέντρα. Δεν είναι οι ίδιοι ανεμιστήρες με αυτούς που έχουν σχεδιαστεί να παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα από τον αέρα.

Οι ανεμιστήρες βοηθούν στη μείωση των τραυματισμών λόγω ψύχους, οι οποίοι μπορεί να επηρεάσουν τη σοδειά της επόμενης χρονιάς, καθώς και τη μακροχρόνια υγεία του φυτού. Αυτήν την στιγμή υπάρχουν τέσσερις διαφορετικοί τύποι ανεμιστήρων στο Οντάριο. Όλοι έχουν περίπου 10,5 μ. ύψος από το πέλμα μέχρι τη λεπίδα του άξονα. Οι λεπίδες έχουν 5,4-6 μ. πλάτος και κινούνται με 400-600 στροφές το λεπτό, δημιουργώντας τεράστια ρεύματα αέρα που φτάνουν τουλάχιστον 110-125 μ. μακριά. Οι τρεις τύποι ανεμιστήρων έχουν δύο λεπίδες, ο ένας έχει τέσσερις. Το κόστος εγκατάστασης ενός ανεμιστήρα, συμπεριλαμβανομένης τηςτσιμεντένιας βάσης, κοστίζει περίπου 26.000€, ενώ τα καύσιμα που απαιτούνται κυμαίνονται από 18-36€ την ώρα. Οι περισσότεροι ανεμιστήρες στο Οντάριο λειτουργούν με προπάνιο, πετρέλαιο, ή φυσικό αέριο, αλλά σε κάποιες περιοχές με βενζίνη ή ηλεκτρικό ρεύμα.

Όλοι οι ανεμιστήρες λειτουργούν με παρόμοιο τρόπο. Οι λεπίδες κάθετα σχηματίζουν γωνία 6°. Όταν αναμένονται περίοδοι που θα τραυματιστούν τα φυτά από το κρύο, λόγω και των μεγάλων μεταβολών θερμοκρασίας, οι ανεμιστήρες τραβούν τον θερμό αέρα από τουλάχιστον 15 μ. ύψος και τον φυσούν προς τα κάτω κοντά στα φυτά, αντικαθιστώντας έτσι τον ψυχρό αέρα (Σχήμα 6). Ενώ οι λεπίδες περιστρέφονται, η κεφαλή του έλικα περιστρέφεται με τη σειρά της γύρω από τον κάθετο άξονα του πύργου. Ο αέρας μεταφέρεται βόρεια, ανατολικά, νότια και δυτικά και μετά πίσω απ' όπου ξεκίνησε 4,5-6,5 λεπτά νωρίτερα, ανάλογα με τον τύπο του ανεμιστήρα. Ένας ανεμιστήρας συνήθως καλύπτει έκταση 30-50 στρεμμάτων και εξαρτάται από την τοπογραφία, τη μορφολογία του εδάφους, τη δύναμη αλλαγής της θερμοκρασίας, την εποχή του χρόνου και την παρέκκλιση λόγω ανέμων. Αν ο ανεμιστήρας ολοκληρώσει την περιστροφή πολύ αργά, ο κρύος αέρας μπορεί να ξαναγυρίσει, με αποτέλεσμα να τραυματιστούν τα φυτά. Το να συγχρονιστούν πολλοί ανεμιστήρες, ώστε όλοι να μεταφέρουν τον αέρα στην ίδια κατεύθυνση, την ίδια στιγμή μπορεί να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα, αλλά αυτό προς στιγμή δεν μπορεί να γίνει για υλικοτεχνικούς

λόγους. Οι ανεμιστήρες χρειάζονται 5-15 λεπτά μέχρι να ζεσταθούν και να φτάσουν στη μέγιστη ταχύτητα που μπορούν να αποδώσουν και την ίδια ώρα για να κρυώσουν.

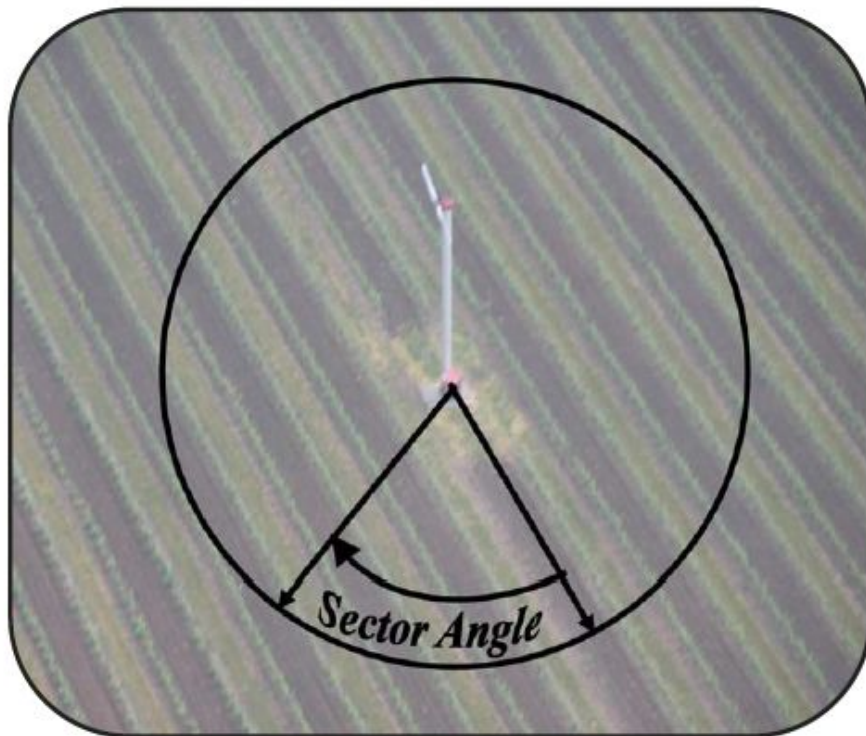
3.500€ είναι περίπου το κόστος για να μετακινηθεί ένας ανεμιστήρας σε καλύτερη τοποθεσία, εφόσον χρειαστεί. Στο κόστος αυτό περιλαμβάνεται το τσιμέντο που θα χρειαστεί για την καινούρια βάση, η αποσυναρμολόγησή του, η ενοικίαση γερανού για τη μεταφορά και η εκ νέου συναρμολόγηση. Φυσικά υπάρχει έξτρα κόστος για τη μεταφορά της γραμμής φυσικού αερίου.



Σχήμα 6: Οι ανεμιστήρες τραβούν τον ζεστό αέρα που βρίσκεται ψηλά πάνω από τα δέντρα προς τα κάτω και προς τα έξω.

Οι διαφορετικοί τύποι ανεμιστήρων έχουν διαφορετική ροή αέρα, διαφορά στην απόσταση που μπορεί να διανύσει ο αέρας, στον αριθμό των φορών που θα σαρώσουν το χωράφι, καθώς επίσης και στη γωνία κάλυψης (Σχήμα 7). Αυτή υπολογίζεται μετρώντας τον χρόνο που κινείται ο αέρας σε μία τοποθεσία σε σύγκριση με έναν πλήρη κύκλο 360°. Για παράδειγμα, μπορεί κάποιος να σταθεί σε κοντινή απόσταση από τον ανεμιστήρα και να ξεκινήσει ένα χρονόμετρο την στιγμή που θα νιώσει τον αέρα στο πρόσωπό του και να το σταματήσει όταν δεν θα τον νιώθει πια. Αν αυτό το διάστημα είναι 1 λεπτό και ο ανεμιστήρας χρειάζεται 5 λεπτά για να κάνει μία πλήρη περιστροφή, αυτό σημαίνει πως χρειάζεται 20% του χρόνου σε σχέση με μία πλήρη περιστροφή, ή 20% σε σχέση με τις 360°, ή ότι καλύπτει γωνία 72°. Είναι προτιμότερο να καλύπτονται

μεγάλες γωνίες, καθώς δεν δίνεται μεγάλο περιθώριο χρόνου στον κρύο αέρα να ξαναγυρίσει.



Σχήμα 7: Η γωνία κάλυψης είναι το κομμάτι της γης στο οποίο φτάνει ο αέρας του ανεμιστήρα οποιαδήποτε στιγμή.

ΕΡΕΥΝΑ

Τον Νοέμβριο του 2005 ξεκίνησε μία καινοτόμα έρευνα που διήρκησε 3 χρόνια. Αυτά που έπρεπε να μελετηθούν ήταν τα εξής:

- Κατά πόσο η ανθεκτικότητα των καρπών των ευαίσθητων φρούτων και των σταφυλιών διέφερε κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής τους, διενεργώντας συστηματικούς ελέγχους
- Εάν θα μπορούσαν οι ανεμιστήρες να εκμεταλλευτούν είτε μικρές είτε μεγάλες εναλλαγές της θερμοκρασίας του αέρα, ώστε να μειώσουν ή ακόμη και να σταματήσουν εντελώς τις καταστροφές από το κρύο

- Πού και πώς να εκμεταλλευτούν στο έπακρο τους ανεμιστήρες, έχοντας έναν σε αμπελώνες και μελετώντας τα αποτελέσματα συστηματικά
- Πώς θα μπορούσε να μειωθεί ο θόρυβος από τους ανεμιστήρες, ιδιαίτερα κοντά σε αστικές περιοχές και
- Να αποκτήσουν πληροφορίες για όσο το δυνατόν καλύτερη διαχείριση των περιβαλλοντικών πρακτικών. (Best Environmental Management Practices –BEMP

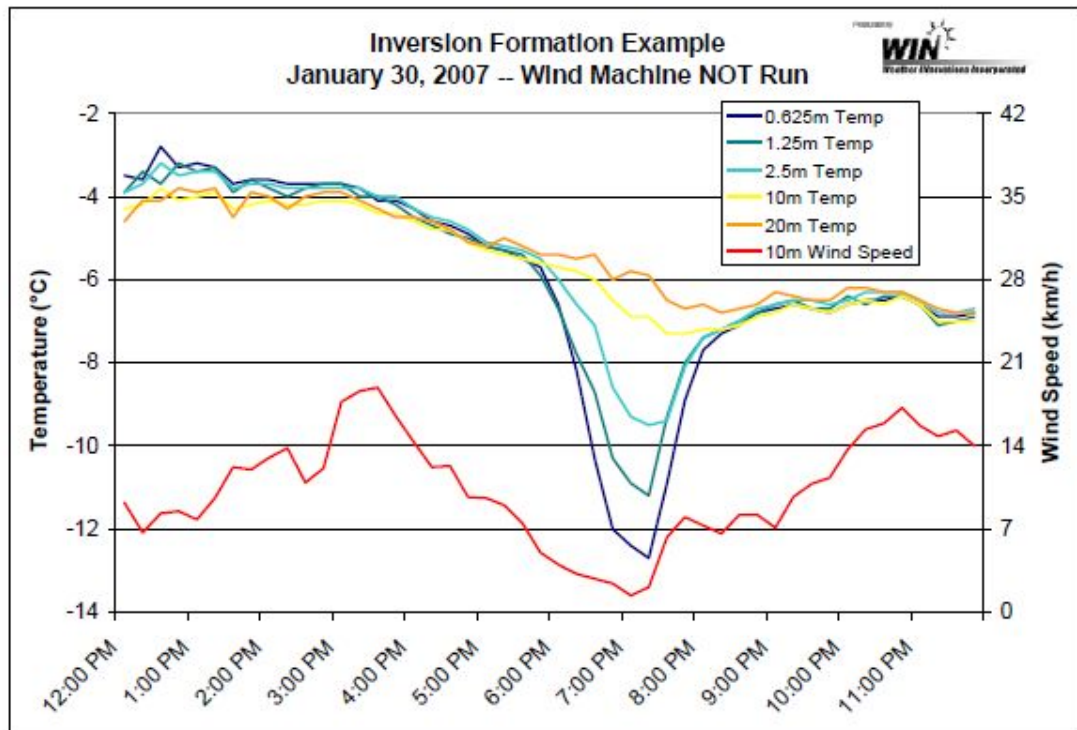
Η έρευνα διήρκησε από τις 31 Οκτωβρίου 2008 ως τις 31 Οκτωβρίου 2009.

ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Οι εναλλαγές της θερμοκρασίας θεωρούνται μεγάλες αν η θερμοκρασία του αέρα πάνω από το έδαφος είναι κατά τουλάχιστον 3°C μεγαλύτερη σε σχέση με το επίπεδο ενός κλήματος 0.625 μ. Μεγάλες εναλλαγές θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της νύχτας παρατηρήθηκαν σε περιόδους που οι ανεμιστήρες χρησιμοποιήθηκαν κοντά σε γκρεμούς του Νιαγάρα. Αυτό συνέβη όταν ο ουρανός ήταν καθαρός και με αστέρια και με ελάχιστο αέρα.

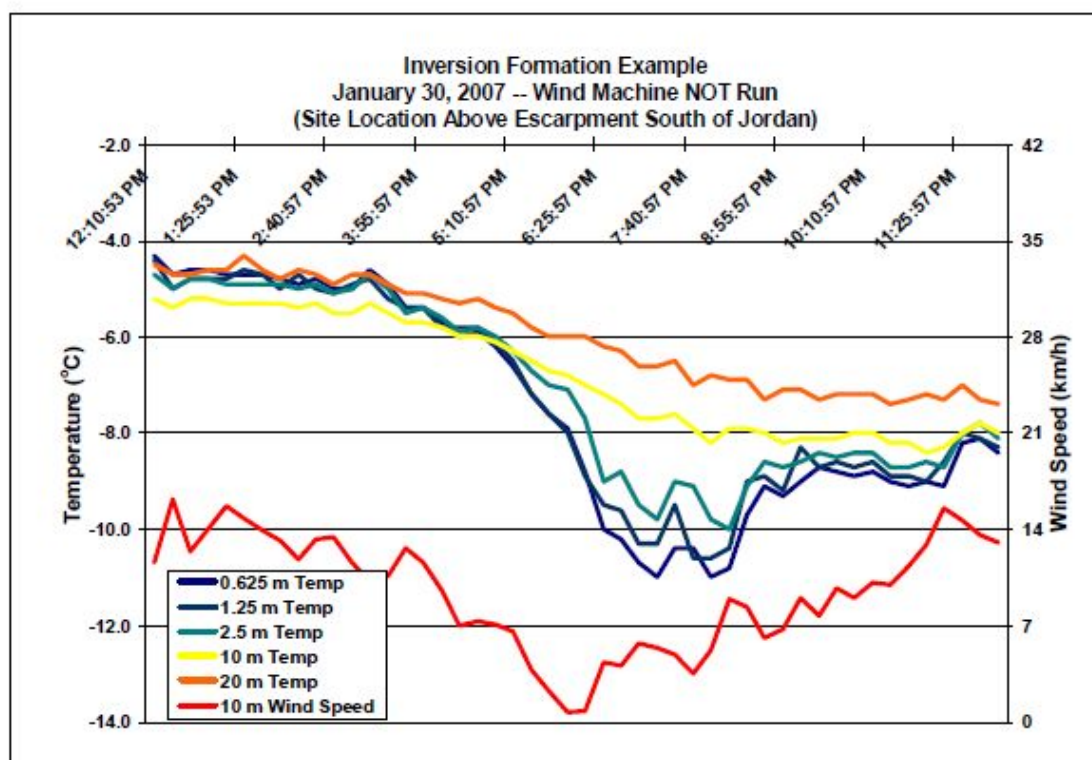
Οι εναλλαγές επηρεάζονται κατά πολύ από τον ατμοσφαιρικό αέρα, ακόμη κι αν είναι πολύ ασθενής. Ταχύτητα ανέμου τουλάχιστον 7χλμ/ώρα είναι απαραίτητη για να δημιουργηθούν εναλλαγές θερμοκρασίας και πάνω από 7χλμ/ώρα για να σταματήσουν ξανά. Κατά τη διάρκεια της έρευνας αυτής, οι εναλλαγές θερμοκρασίας πριν ανοίξουν οι ανεμιστήρες ήταν της τάξης των 5°C-7°C, αλλά παρατηρήθηκαν και εναλλαγές των 10°C°. Εναλλαγές μπορούν να ξεκινήσουν, να σταματήσουν και να ξεκινήσουν ξανά την ίδια νύχτα, καθώς ο αέρας ξεκινάει ή σταματάει. Έτσι, σε σπάνιες βέβαια περιπτώσεις, οι ανεμιστήρες μπορεί να λειτουργήσουν για λίγο, να σταματήσουν και να λειτουργήσουν ξανά την ίδια νύχτα. Οι ανεμιστήρες μπορούν να αυξήσουν τη θερμοκρασία του αέρα γύρω από τα φυτά κατά περίπου στο μισό σε σχέση με την εναλλαγή της θερμοκρασίας. Έτσι, όπως φαίνεται στο σχήμα 8, αν στις 7:15 μ.μ. η θερμοκρασία του αέρα 20 μ. πάνω από το κλήμα ήταν -6°C και η θερμοκρασία του αέρα 0,625 μ. πάνω από το επίπεδο ενός κλήματος ήταν -13°C και ο ανεμιστήρας ήταν ανοιχτός, θα έπρεπε η θερμοκρασία στο

επίπεδο του κλήματος να ανέβει στους $-9,5^{\circ}\text{C}$. Επίσης παρατηρήθηκαν μεγάλες εναλλαγές θερμοκρασίας πάνω από τον κρημό (Σχήμα 9).



Σχήμα 8: Η μεγάλη αυτή εναλλαγή της θερμοκρασίας κάτω από τον κρημό.

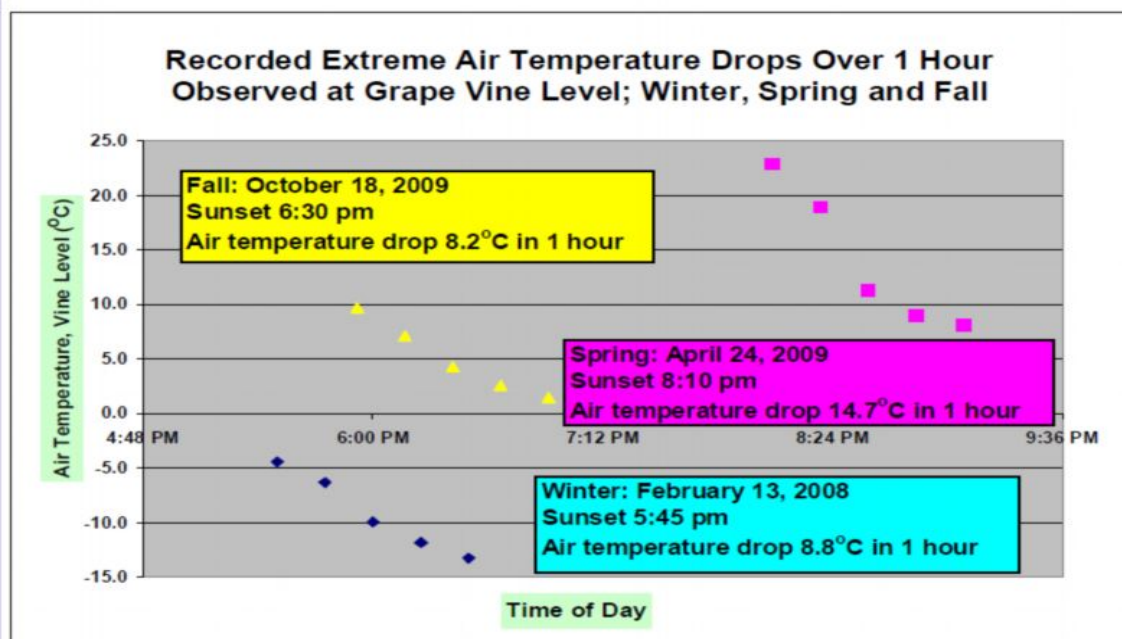
Η μεγάλη αυτή εναλλαγή της θερμοκρασίας κάτω από τον κρημό των περίπου 7°C μεταξύ των 0,625μ. και των 20μ. πάνω από το έδαφος ξεκίνησε καθώς οι άνεμοι έπεσαν κάτω από τα 7 χλμ/ώρα στις 5:30μμ. Οι εναλλαγές αυτές σταμάτησαν όταν η ταχύτητα του ανέμου ανέβηκε πάνω από τα 7 χλμ/ώρα στις 8:00μμ. Επιλέχθηκε μία ημέρα που ο ανεμιστήρας δεν λειτουργούσε έτσι ώστε να φανούν οι επιπτώσεις του αέρα.



Σχήμα 9: Η μεγάλη αυτή εναλλαγή της θερμοκρασίας πάνω από τον κρημνό.

Η μεγάλη αυτή εναλλαγή της θερμοκρασίας πάνω από τον κρημνό των περίπου 4,5°C μεταξύ των 0,625μ. και των 20μ. πάνω από το έδαφος ξεκίνησε καθώς οι άνεμοι έπεσαν κάτω από τα 7 χλμ/ώρα στις 5:00μμ το ίδιο απόγευμα με το σχήμα 8. Οι εναλλαγές στο μέρος αυτό δεν ήταν τόσο μεγάλες όσο κάτω από τον κρημνό, κάτι το οποίο παρατηρήθηκε σε άλλες περιπτώσεις. Οι εναλλαγές σταμάτησαν όταν η ταχύτητα του ανέμου ανέβηκε πάνω από τα 7 χλμ/ώρα στις 9:00μμ.

Η θερμοκρασία του αέρα σε αμπελώνες και χωράφια με οπωροφόρα δέντρα είναι διαφορετική από αυτή που αναφέρεται στην πρόγνωση του καιρού. Δεν προβλέπουν την θερμοκρασία στο έδαφος που βρίσκονται οι βλαστοί από τα κλήματα και τα οπωροφόρα δέντρα και δεν υπολογίζουν χαμηλές περιοχές που η θερμοκρασία είναι συνήθως πολύ χαμηλότερη. Η θερμοκρασία μπορεί να πέσει πολύ απότομα και κατά πολλούς βαθμούς μέσα σε μόνο μία ώρα, συχνά κατά την ανατολή ή τη δύση του ήλιου. Κατά συνέπεια, το να προβλεφθεί το αν και πότε θα χρειαστεί ένας ανεμιστήρας να λειτουργήσει είναι αδύνατον (Σχήμα 10).



Σχήμα 10: Σε τρία διαφορετικά παραδείγματα (άνοιξη, φθινόπωρο, χειμώνας) φαίνεται πόσο γρήγορα η θερμοκρασία του αέρα μπορεί να πέσει σε ύψος 0,625μ πάνω από το έδαφος σε έναν αμπελώνα. Στην πιο ακραία περίπτωση η θερμοκρασία έπεσε κατά 14,7°C στις 24 Απριλίου 2009.

ΑΝΟΙΞΗ, ΧΕΙΜΩΝΑΣ, ΦΘΗΝΟΠΩΡΟ

Άνοιξη

Η επίδραση στη θερμοκρασία του αέρα στο έδαφος είναι άμεση από την στιγμή που θα λειτουργήσει ένας ανεμιστήρας, αλλά στη γύρω περιοχή θα είναι ανεπαίσθητη (Πίνακας 1).

Time of Day	Wind Machine Status	20 m (66 ft) above vineyard	150 m (500 ft) South of WM (0.625 m level)	75 m (250 ft) South of WM (0.625 m level)	115 m (375 ft) North of WM (0.625 m level)
2:20 am	Off	6.1°C	1.6°C	1.7°C	1.5°C
2:25 am	Started	6.2°C	1.4°C	1.7°C	1.4°C
2:30 am	On	6.1°C	1.2°C	1.5°C	1.5°C
2:35 am	On	5.8°C	1.0°C	1.0°C	1.7°C
2:40 am	On	5.8°C	0.9°C	1.0°C	2.0°C
2:45 am	On	6.1°C	0.9°C	1.3°C	2.2°C
2:50 am	On	6.0°C	0.8°C	1.2°C	2.5°C
2:55 am	On	6.2°C	0.8°C	1.2°C	2.7°C

Πίνακας 1: Θερμοκρασία του αέρα για πάνω από 35 λεπτά σε διάφορες περιοχές στο επίπεδο ενός κλήματος (0,625 μ. πάνω από το έδαφος) σε σύγκριση με 20 μ. πάνω από τον αμπελώνα πριν και μετά τη λειτουργία του ανεμιστήρα κατά τη διάρκεια πιθανής ανοιξιάτικης παγωνιάς στις 18 Μαΐου 2009.

Πρέπει να σημειωθεί πως παρατηρήθηκε μεγάλη εναλλαγή στη θερμοκρασία κατά $4,8^{\circ}\text{C}$, πριν ακόμη ανοίξει ο ανεμιστήρας. ($6,2-1,4=4,8^{\circ}\text{C}$) Στις 2:20 π.μ. η θερμοκρασία ήταν σχεδόν η ίδια γύρω από τον αμπελώνα. ($1,5-1,6^{\circ}\text{C}$) Από τις 2:30 μέχρι τις 2:55 π.μ. παρατηρήθηκαν τα εξής:

- Στα 150 μ. νότια του ανεμιστήρα η θερμοκρασία του αέρα συνέχισε να μειώνεται, καθώς ο θερμός αέρας δεν μπορούσε να φτάσει ως εκεί
- Στα 75 μ. νότια του ανεμιστήρα η θερμοκρασία έπεσε, αλλά ο λόγος δεν ήταν ο ανεμιστήρας
- Στα 115 μ. βόρεια του ανεμιστήρα η θερμοκρασία ανέβηκε λόγω της λειτουργίας του ανεμιστήρα

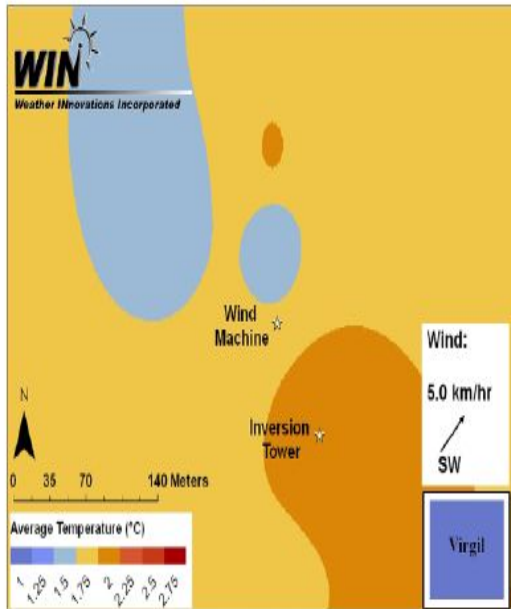
Πρέπει να σημειωθεί ωστόσο, πως η θερμοκρασία του αέρα αρκετά ψηλότερα από τον αμπελώνα παρέμενε σχεδόν σταθερή, το οποίο είναι ενδεικτικό της ύπαρξης του κύματος ζεστού αέρα πάνω από τον αμπελώνα.

Ο ανεμιστήρας είχε προγραμματιστεί να ξεκινήσει τη λειτουργία του στους $1,5^{\circ}\text{C}$, χρησιμοποιώντας έναν αισθητήρα 15 μ. πιο μακριά και 0,5 μ. πάνω από το έδαφος. (οι αισθητήρες μπορούν να ρυθμιστούν με απόκλιση $0,5^{\circ}\text{C}$) Η διαφορά ρυθμίστηκε στους 2°C , έτσι ώστε ο ανεμιστήρας να σβήσει όταν η θερμοκρασία φτάσει στους $3,5^{\circ}\text{C}$ ($1,5+2=3,5^{\circ}\text{C}$, η διαφορά μπορεί να ρυθμιστεί στους 2, 3, 4, ή 5°C). Όσο πιο μικρή είναι η διαφορά, τόσο λιγότερο χρόνο χρειάζεται ο ανεμιστήρας για να λειτουργήσει αφού ανέβει η θερμοκρασία. Υπήρχε ασθενής ΝΔ άνεμος 4-5 χμ/ώρα, που έδιωχνε τον αέρα ΒΑ.

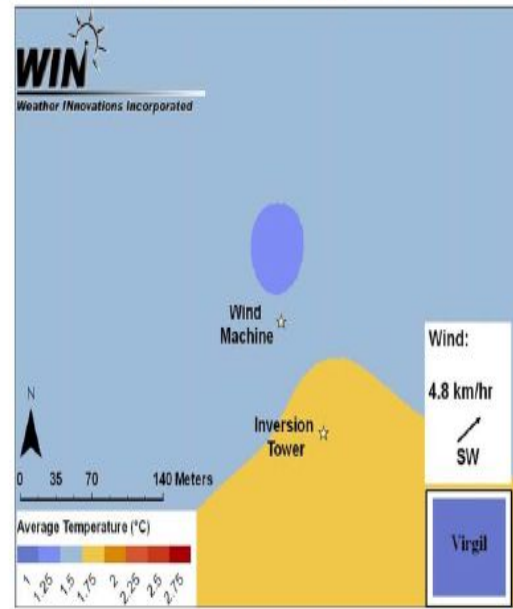
Στο σχήμα 11 μπορεί κανείς να παρατηρήσει τι συνέβη κατά την ανοιξιάτικη παγωνιά στις 18 Μαΐου 2009 που περιγράφηκε παραπάνω. Οι ακόλουθοι οκτώ χάρτες έχουν χρωματιστά θερμοκρασιακά περιγράμματα που δείχνουν την επίδραση στη θερμοκρασία του αέρα 0,625 μ. πάνω από το έδαφος γύρω από τον αμπελώνα, πριν και μετά τη λειτουργία του ανεμιστήρα. Κάθε χάρτης απεικονίζει 180 στρέμματα γης. Η τοποθεσία του ανεμιστήρα σημειώνεται επίσης, αλλά υπάρχουν άλλοι ανεμιστήρες στα

ανατολικά και τα δυτικά εκτός χάρτη. Οι θερμοκρασίες του αέρα καταγράφηκαν με 5 λεπτά διαφορά. Παρατηρήστε τις φωτογραφίες από τα αριστερά προς τα δεξιά.

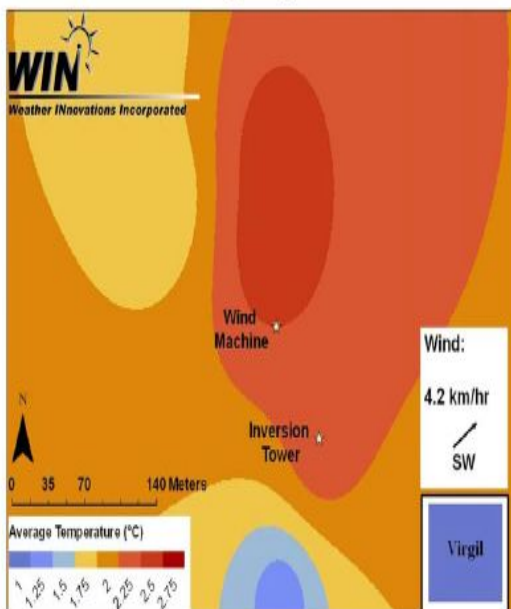
2:20 am: Before wind machine started



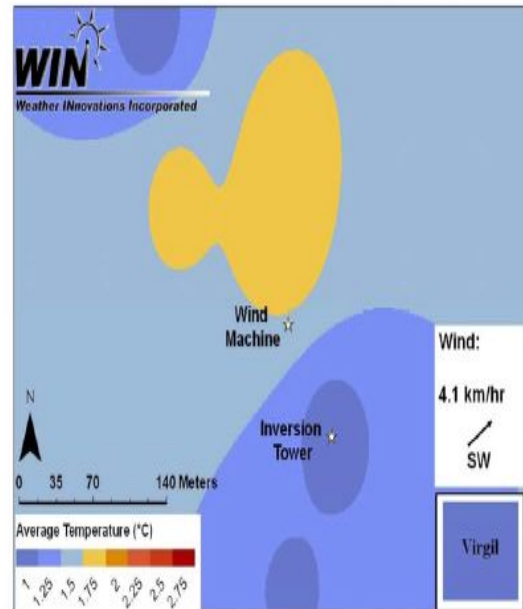
2:25 am: Wind machine started up warming for few minutes



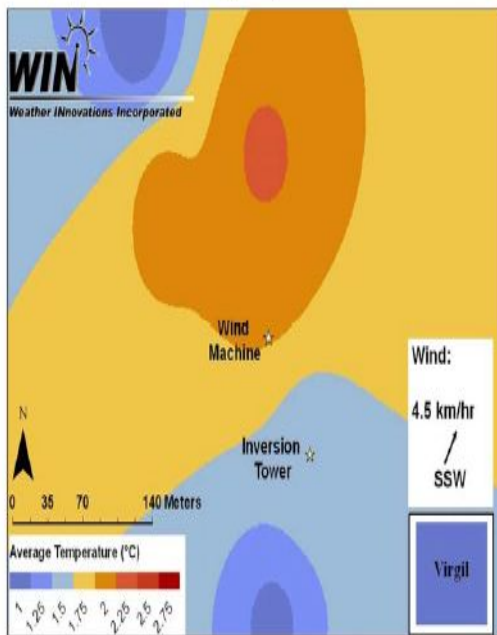
2:30 am: Wind machine running full speed



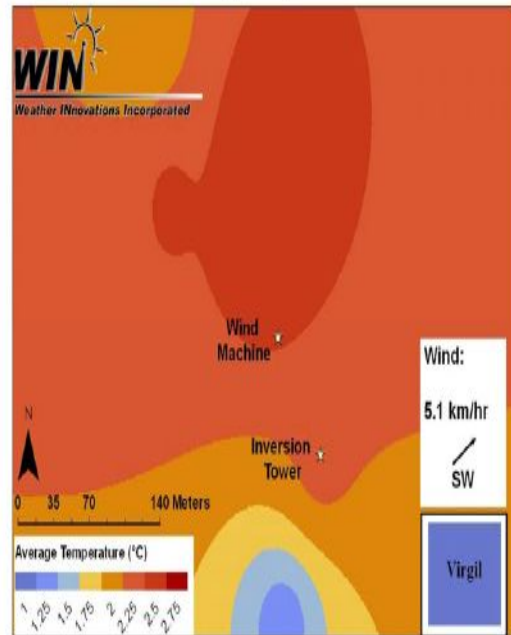
2:35 am: Wind machine running full speed



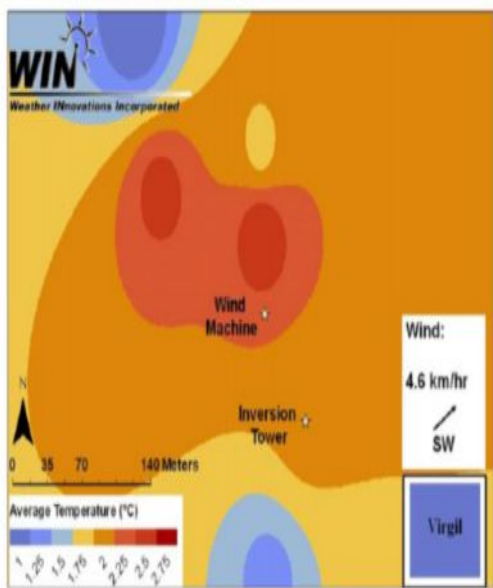
2:40 am: Wind machine running full speed



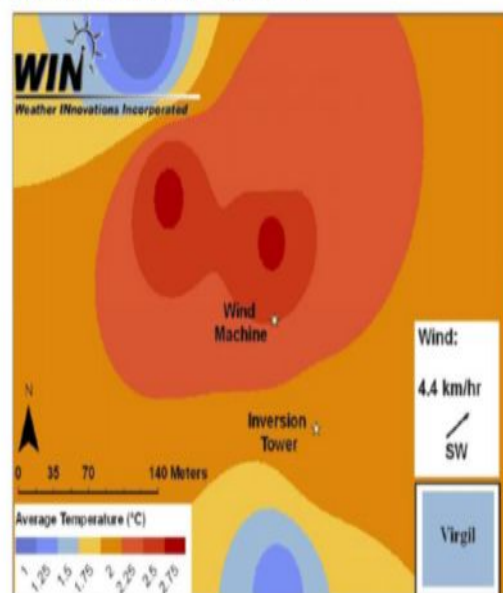
2:45 am: Wind machine running full speed



2:50 am: Wind machine running full speed



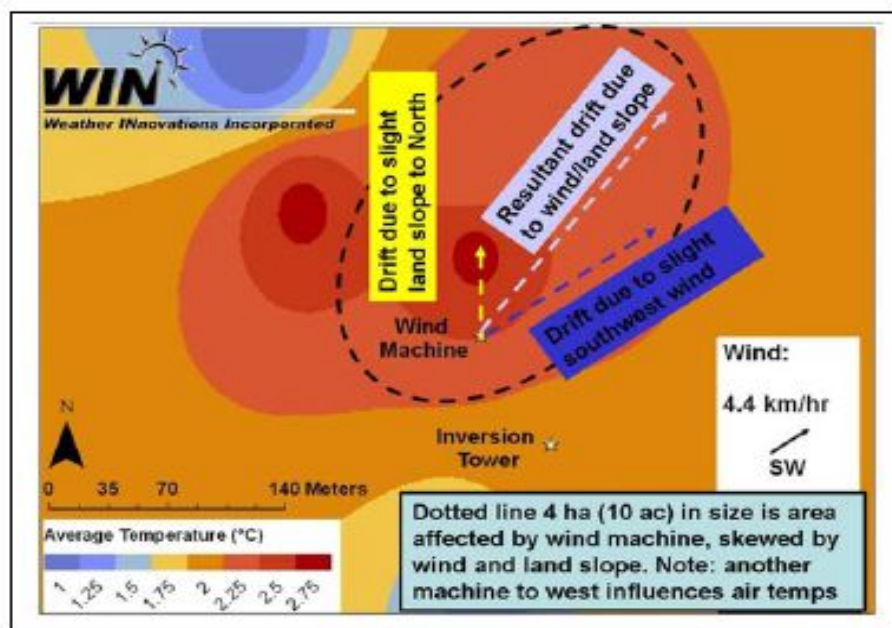
2:55 am: Wind machine running full speed



Σχήμα 11: Στο σκούρο μπλε η θερμοκρασία είναι στον 1°C στα 0,625 μ. πάνω από το έδαφος· στο σκούρο κόκκινο στους 2,75°C, με έξι ενδιάμεσες θερμοκρασίες.

Ακόμη κι αν οι ανεμιστήρες φυσούν τον αέρα προς τα έξω και προς όλες τις κατευθύνσεις, η περιοχή που επηρεάζεται δεν είναι κυκλική όπως θα ήταν

αναμενόμενο, αλλά εξαρτάται από την κλίση της γης και την κατεύθυνση του ανέμου. Σε ορισμένες περιοχές υπάρχουν φυσικά ρεύματα κρύου αέρα. Στον Νιαγάρα για παράδειγμα, υπάρχει ένα φυσικό πέρασμα αέρα από τη βάση του γκρεμού μέχρι τη λίμνη Οντάριο που αλλάζει τη ροή του αέρα από τον ανεμιστήρα σε ελλειπτικό σχήμα. Αν και ο αέρας είναι συνήθως ασθενής όταν λειτουργεί ο ανεμιστήρας, η κατεύθυνση του αέρα επίσης αλλάζει πορεία από την περιοχή επιρροής του ανεμιστήρα. Αν και η κλίση του εδάφους και η κατεύθυνση του αέρα έχουν την ίδια κατεύθυνση, οι περιοχές που επηρεάζονται θα έχουν ελλειπτικό σχήμα σε εκείνη την κατεύθυνση. Αν η κλίση του εδάφους και η κατεύθυνση του αέρα είναι αντίθετες, πάλι αλλάζει η περιοχή επιρροής. Από την έρευνα που έχει γίνει προκύπτει πως τις περισσότερες φορές που λειτουργούν οι ανεμιστήρες στον Νιαγάρα, οι άνεμοι έρχονται από ΝΔ και το σχήμα που δημιουργείται στην περιοχή που επηρεάζεται απεικονίζεται στο σχήμα 12.



Σχήμα 12: Κυκλική περιοχή που αλλάζει όμως η πορεία λόγω της κλίσης του εδάφους και της κατεύθυνσης και της ταχύτητας του αέρα, αν και οι άνεμοι είναι πολύ ασθενείς όταν λειτουργούν οι ανεμιστήρες. Η έκταση μέσα στη διακεκομμένη γραμμή είναι 40 στρέμματα.

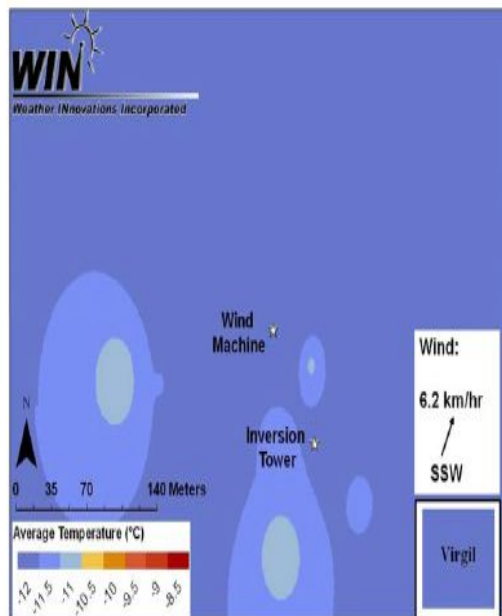
Χειμώνας

Παρόμοια επίδραση στη θερμοκρασία του αέρα στα 0,625 μ. πάνω από το έδαφος συναντώνται τον χειμώνα με τους ανεμιστήρες, όπως συνέβη στις 13 Φεβρουαρίου 2008 (Σχήμα 13).

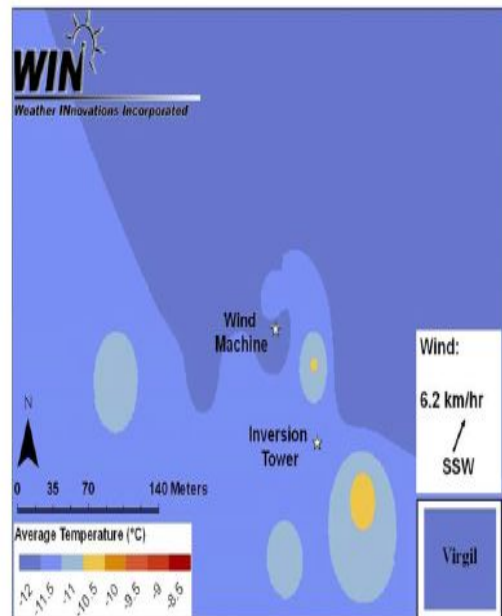
Στο σχήμα 13, το σκούρο μπλε είναι η χαμηλότερη θερμοκρασία στους -12°C στα 0,625 μ. πάνω από το έδαφος και το σκούρο κόκκινο είναι η υψηλότερη θερμοκρασία στους $8,5^{\circ}\text{C}$, με έξι χρωματικές διαβαθμίσεις να παρεμβάλλονται. Για σύγκριση, παρατηρήθηκε η θερμοκρασία σε μία άλλη περιοχή, στο Virgil, που βρίσκεται 2 χιλιόμετρα μακριά και δεν διαθέτει ανεμιστήρες (κάτω δεξιά γωνία). Η θερμοκρασία παρέμεινε στους -12°C (σκούρο μπλε) καθ' όλη τη διάρκεια του φαινομένου και οι άνεμοι ήταν ΝΝΔ, μεταξύ 4-6 χμ/ώρα.

Πριν τεθεί σε λειτουργία ο ανεμιστήρας στις 7 μ.μ. και αμέσως μετά, όλος ο αμπελώνας είχε θερμοκρασία -11°C ως -12°C . Μέσα σε 15 λεπτά, στις 7:15 μ.μ., ο αμπελώνας είχε ζεσταθεί αρκετά και η περιοχή που επηρεάστηκε κυρίως είναι βόρεια του ανεμιστήρα, αλλά και ανατολικά, καθώς έπνεαν άνεμοι ΝΝΔ (Σχήμα 14).

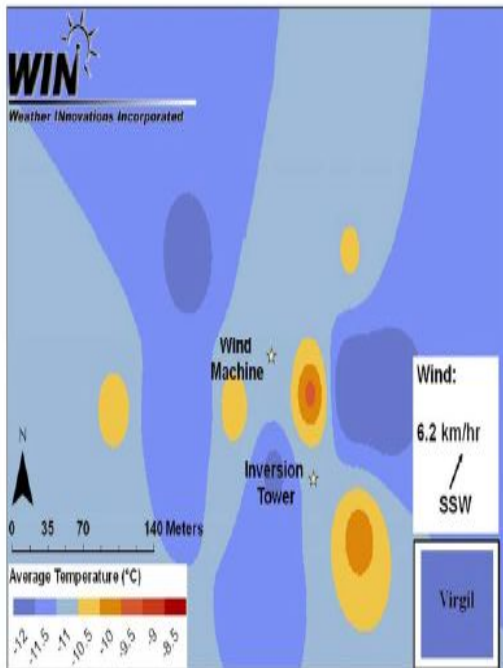
6:55 pm: Before wind machine started



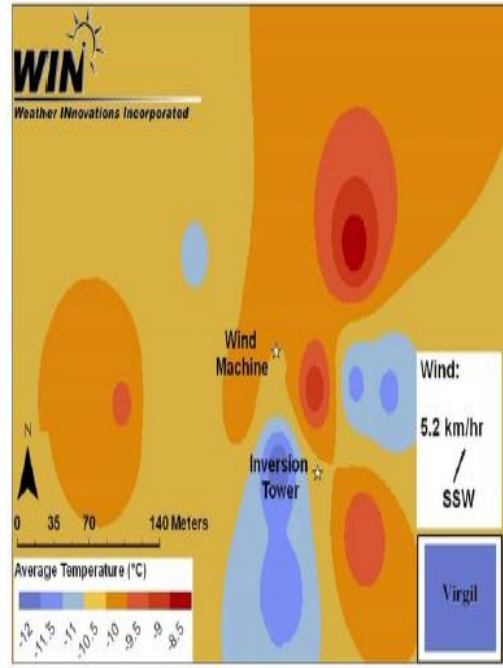
7:00 pm: Wind machine started up; warming for a few minutes



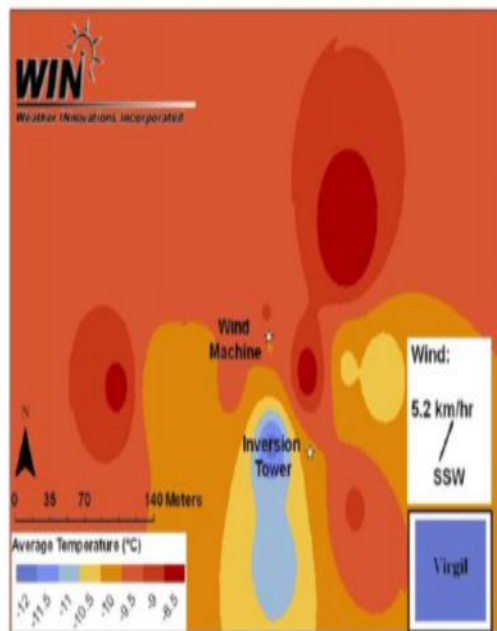
7:05 pm: Wind machine running full speed



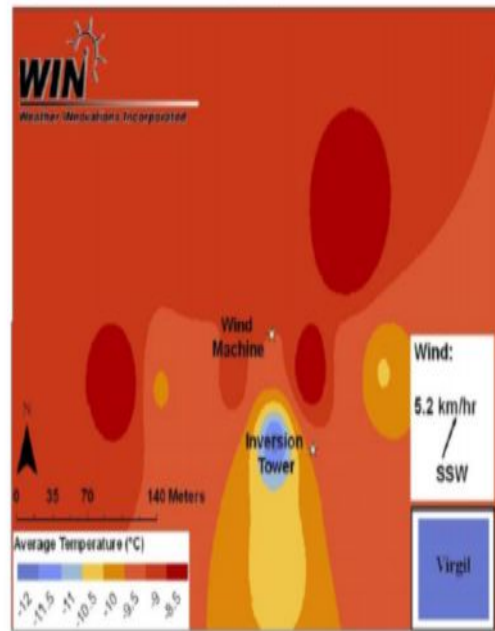
7:10 pm: Wind machine running full speed



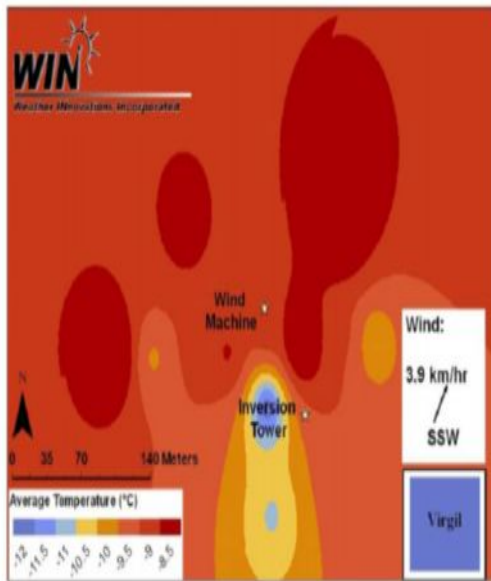
7:15 pm: Wind machine running full speed



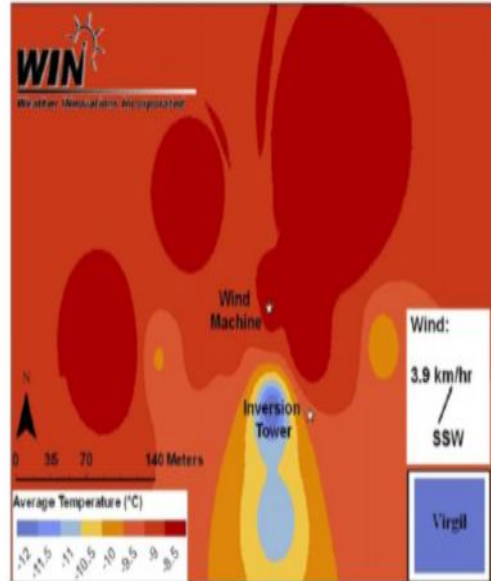
7:20 pm: Wind machine running full speed



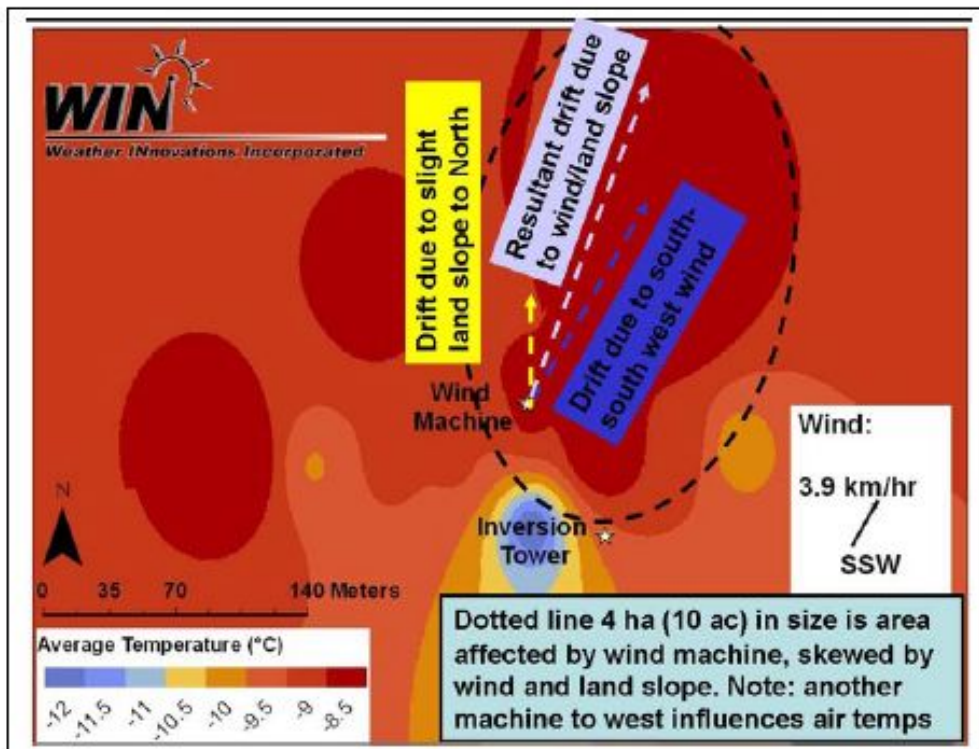
7:25 pm: Wind machine running full speed



7:30 pm: Wind machine running full speed



Σχήμα 13



Σχήμα 14: Στην χειμερινή παγωνιά που έπιασε στις 13 Φεβρουαρίου 2008, η περιοχή επιρροής του ανεμιστήρα αλλάζει από την κλίση του εδάφους, αλλά και την κατεύθυνση και την ταχύτητα του αέρα, αν και οι άνεμοι είναι γενικά πολύ ασθενείς όταν λειτουργεί ένας ανεμιστήρας.

Παρ' όλα αυτά, επειδή η κατεύθυνση του ανέμου ήταν κυρίως από ΝΝΔ, η περιοχή που επηρεάζεται συνάδει περισσότερο με ΒΒΑ κατεύθυνση. Έτσι, παρά το γεγονός ότι οι άνεμοι ήταν σχετικά ασθενείς, φαίνεται πως η ταχύτητα και η κατεύθυνση επηρεάζουν κατά πολύ την περιοχή που προστατεύεται. Η έκταση μέσα στη διακεκομμένη γραμμή είναι 40 στρέμματα.

Φθινόπωρο

Οι ανεμιστήρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εμποδίσουν τον τραυματισμό από την πρόωρη παγωνιά του φθινοπώρου και να επεκτείνουν την ημερομηνία που θα γίνει το μάζεμα της σοδειάς. Στην περιοχή της έρευνας όμως, ο ανεμιστήρας δεν χρησιμοποιήθηκε γι' αυτόν τον σκοπό. Η επίδραση της χρήσης του ανεμιστήρα όμως, για να εμποδίσει τον τραυματισμό από την πρόωρη παγωνιά σε μία άλλη περιοχή τον Οκτώβριο του 2009, είναι εμφανής στο σχήμα 15. Τα φύλλα των σταφυλιών ήταν ακόμη πράσινα όπου προστατεύονταν από την παγωνιά με την χρήση του ανεμιστήρα λίγες μέρες νωρίτερα, ενώ τα φύλλα ήταν ξερά και κίτρινα όπου δεν υπήρχε ανεμιστήρας σε απόσταση 120 μ. Η προστασία αυτή επιτρέπει στα φύλλα να συνεχίσουν να κάνουν φωτοσύνθεση ακόμη και τρεις εβδομάδες αργότερα, βελτιώνοντας την ποιότητα της σοδειάς και κάνοντάς την πιο δημοφιλή στην αγορά. Ένας άλλος αγρότης στον Νιαγάρα χρησιμοποίησε ανεμιστήρα στα τέλη του φθινοπώρου του 2008 και ανέφερε ότι παρατήρησε τρεις ομόκεντρους κύκλους γύρω από τον ανεμιστήρα του· ο πρώτος, ο πιο κοντινός στον ανεμιστήρα, είχε ξερά φύλλα στα σταφύλια. Ο δεύτερος, που ήταν πιο μακριά από τον ανεμιστήρα, είχε υγρά φύλλα και ο πιο μακρινός κύκλος από τον ανεμιστήρα είχε παγωμένα φύλλα.

ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Κατά τη διάρκεια της τετραετούς έρευνας, ο ανεμιστήρας στην συγκεκριμένη περιοχή λειτούργησε 29 φορές (πίνακας 2). Οι ώρες λειτουργίας κάθε χρονιά ήταν λιγότερες από τις αναμενόμενες, από 22 μέχρι 48. Παρ' όλα αυτά, είναι πιθανό κατά τη διάρκεια των

πολύ ψυχρών προηγούμενων χειμώνων (2003, 2004, 2005), πριν ξεκινήσει η έρευνα αυτή, οι ανεμιστήρες να χρειαζόταν να λειτουργήσουν για περισσότερες ώρες. Κάθε τοποθεσία είναι διαφορετική και έχει τις δικές της ανάγκες. Με τον καιρό, οι αγρότες αποκτούν εμπειρία και θέτουν σε λειτουργία τους ανεμιστήρες με μεγαλύτερη ακρίβεια και για όσες ώρες ακριβώς είναι απαραίτητο και όχι παραπάνω.



Σχήμα 15: Αποψη από ύψος 6 μ. πάνω από τον ανεμιστήρα με κατεύθυνση προς νότο σε έναν αμπελώνα στο St. David. Η κάμερα ζουμάρει στις τελευταίες σειρές σε απόσταση 137 μ. από τον ανεμιστήρα, όπου τα φύλλα έχουν παγώσει.

	Winter	Spring	Fall	Totals
Number of uses	8	15	6	29
Hours used	29.5 hours	72 hours	39.5 hours	141 hours
Average uses/year	2	4	2	8
Average hours/year	7.5 hours	18 hours	10 hours	35.5 hours

Πίνακας 2: Λειτουργία του ανεμιστήρα σε περίοδο 4 περίπου ετών, από τον Δεκέμβριο του 2005 ως τον Νοέμβριο του 2009.

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ

Ταχύτητα του ανέμου

Ο καλύτερος τρόπος για να μετρηθεί η ταχύτητα του ανέμου είναι με την τοποθέτηση ενός ανεμόμετρου σε έναν πύργο, σε ύψος 10 μ. πάνω από το έδαφος. Αυτό είναι το σύνηθες ύψος στο οποίο μετρούν τους ανέμους οι μετεωρολόγοι (σχήματα 16, 17), αλλά ο τρόπος αυτός είναι ακριβός και καθόλου πρακτικός για τους περισσότερους αγρότες. Υπάρχει παρ' όλα αυτά, ένας απλός κανόνας του αντίχειρα, για την μέτρηση της ταχύτητας του αέρα. Το 1805 ο Φράνσις Μποφόρ, ένας Άγγλος ναύαρχος, δημιούργησε την κλίμακα μποφόρ, ώστε να βοηθήσει τους ναύτες να υπολογίζουν την ταχύτητα του αέρα, βασιζόμενοι σε αυτά που παρατηρούσαν. Η κλίμακα αυτή χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα (Πίνακας 3).



Σχήμα 16: Στον πύργο αυτόν, ύψους 20 μ., βρίσκονται αισθητήρες θερμοκρασίας και αέρα, στον υπό έρευνα αμπελώνα.

Οι θερμοκρασίες καταγράφονταν σε πραγματικό χρόνο κάθε 15 λεπτά, κατά το πρώτο μισό της έρευνας και κάθε 5 λεπτά κατά το άλλο μισό, στα 0,625μ., 1,25μ., 2,5μ., 10μ. και 20μ. πάνω από το έδαφος και σε πραγματικό επίσης χρόνο, η ταχύτητα και η κατεύθυνση του ανέμου στα 10μ. πάνω από το έδαφος (ο αισθητήρας της θερμοκρασίας βρίσκεται στα αριστερά και της ταχύτητας στα δεξιά και οι δύο στα 10μ.).



Σχήμα 17: Η τοποθεσία του πύργου ύψους 20μ. που χρησιμοποιήθηκε για να καταγράψει την θερμοκρασία, την ταχύτητα και την κατεύθυνση του ανέμου φαίνεται στην φωτογραφία αυτή σαν σκιά και βρισκόταν 55μ. ΝΑ του ανεμιστήρα. Ο αισθητήρας του ανέμου βρισκόταν 10μ. πάνω από το έδαφος και πάνω στον ανεμιστήρα, αλλά λόγω του ότι ο έλικας του ανεμιστήρα βρισκόταν σχεδόν στο ίδιο ύψος και φυσούσε τον αέρα προς τα κάτω, δεν επηρέασε τις ενδείξεις του αισθητήρα.

Wind; km/h	Beaufort Description	Visual Observations	Use Wind Machine?
2 - 5	Light air	Wind direction is shown by smoke drift, but not by wind vanes	Yes
6 - 12	Light breeze	Wind is felt on face; leaves rustle; ordinary wind vanes move	Yes; but may not be effective
13-20	Gentle breeze	Leaves and small twigs in constant motion; wind extends light flag	No; could damage the blades
21-29	Moderate breeze	Raises dust and loose paper; small branches are moved	Never operate machine

Πίνακας 3: Η κλίμακα μποφόρ μπορεί να βοηθήσει στον υπολογισμό της ταχύτητας του ανέμου, ώστε να καταλάβει κανείς πότε να θέσει σε λειτουργία τον ανεμιστήρα και πότε όχι.

Σημείο δρόσου

Ένα εργαλείο χρήσιμο στην κατανόηση της κατάλληλης στιγμής για να ξεκινήσει η λειτουργία του ανεμιστήρα, είναι η γνώση του σημείου δρόσου, το οποίο είναι η θερμοκρασία στην οποία οι υδρατμοί στον αέρα από αέριο γίνονται υγρό. Το σημείο δρόσου μπορεί να προκύψει σε όλες τις θερμοκρασίες από 30°C ως -30°C. Αν αυτό

συμβεί πάνω από τους 0°C, ονομάζεται σημείο δρόσου, ενώ αν συμβεί κάτω από τους 0°C, ονομάζεται σημείο παγετού. Αν υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ της εξωτερικής θερμοκρασίας και του σημείου δρόσου, τότε ο αέρας είναι ξηρός. Αντίθετα, αν υπάρχει μικρή διαφορά μεταξύ της εξωτερικής θερμοκρασίας και του σημείου δρόσου, ο αέρας είναι περισσότερο υγρός. Αν η σχετική υγρασία είναι στο 100%, το σημείο δρόσου και η θερμοκρασία είναι ακριβώς η ίδια (Πίνακας 4).

Dew Point Temperature, °C	Dry Bulb Air Temperature, °C (measured on your thermometer)			
	0°C	2°C	4°C	6°C
-6°C	63.9%	55.4%	48.0%	41.8%
-4°C	74.4%	64.4%	55.9%	48.6%
-2°C	86.4%	74.8%	64.9%	56.5%
0°C	100%	86.6%	75.1%	65.4%
2°C		100%	86.6%	75.5%
4°C			100%	87.0%
6°C				100%

Πίνακας 4: Σημείο δρόσου και θερμοκρασία σε διαφορετικά ποσοστά υγρασίας %

Για παράδειγμα, σύμφωνα με τον πίνακα 4, αν ένας αισθητήρας θερμοκρασίας δείχνει 6°C και η υγρασία είναι στο 41,8%, το σημείο δρόσου (ή καλύτερα το σημείο παγετού) είναι κάτω από τους 0°C, στους -6°C. Αν όμως, στην ίδια θερμοκρασία η υγρασία είναι μεγαλύτερη σε ποσοστό 75,5%, το σημείο δρόσου είναι πάνω από τους 0°C, στους 2°C. Κατά τη διάρκεια μιας παγωνιάς με ακτινοβολία, υπάρχει μία συνεχής ανταλλαγή υπέρυθρης ακτινοβολίας μεταξύ της γης και της ατμόσφαιρας. Όταν δύνει ο ήλιος, αντικείμενα στην επιφάνεια της γης, όπως τα κλήματα, εκπέμπουν υπέρυθρη ακτινοβολία στην ατμόσφαιρα. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως ακτινοβολία ψύξης. Αν υπάρχουν σύννεφα στον ουρανό, οι υδρατμοί στον αέρα απορροφούν και εκπέμπουν πάλι πίσω στην επιφάνεια της γης την υπέρυθρη ακτινοβολία. Αν όμως, ο ουρανός δεν έχει σύννεφα και οι άνεμοι είναι ασθενείς, εκπέμπεται περισσότερη ακτινοβολία από τα κλήματα παρά από την ατμόσφαιρα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, οι επιφάνειες των σταφυλιών να είναι πιο κρύες από τον αέρα που τα περιβάλλει.

Είναι σημαντικό να κατανοήσουμε πως όταν το νερό συμπυκνώνεται σε μία επιφάνεια (όπως για παράδειγμα σε ένα σταφύλι), απελευθερώνει πολλή ζέστη και αυτό βοηθά

στο να προστατευτεί η σοδειά από τους τραυματισμούς που προκαλεί το ψύχος. Η ζέστη αυτή αποκαλείται κρυμμένη/λανθάνουσα ζέστη συμπύκνωσης και ο αέρας είναι κυριολεκτικά γεμάτος με τέτοια ζέστη που θεωρητικά μπορεί να παρέχει μεγάλες ποσότητες σε μία σοδειά. Όταν το νερό συμπυκνώνεται, 2510kJ/L στους 0°C, απελευθερώνεται απευθείας στο αντικείμενο ή στον αέρα όπου συμβαίνει η συμπύκνωση. Η ζέστη αυτή είναι συνήθως περισσότερη από επαρκής για να αντικαταστήσει τη ζέστη που έχει χαθεί από την ακτινοβολία κατά τη διάρκεια της νύχτας και να αποτρέψει μεγαλύτερη μείωση της θερμοκρασίας, τουλάχιστον προσωρινά. Οι ιστοί των φυτών που είναι εκτεθειμένοι, πρέπει να βρίσκονται σε θερμοκρασία λίγο παρακάτω από το σημείο δρόσου, ώστε να συμπυκνωθεί πάνω τους το νερό. Αν οι ιστοί εκτίθενται τη νύχτα σε ουρανό χωρίς σύννεφα, κατά τη διάρκεια παγωνιάς με ακτινοβολία, μπορεί να είναι κατά 1°C με 2°C πιο ψυχροί σε σχέση με τον περιβάλλοντα αέρα και έτσι θα φτάσουν στο σημείο δρόσου πριν τον αέρα που τα περιβάλλει. Έτσι, το νερό συμπυκνώνεται πάνω σε αυτούς τους ιστούς, απελευθερώνει ζέστη και κρατάει την θερμοκρασία στο σημείο δρόσου ή πολύ κοντά σε αυτό. Η συμπύκνωση αυτή του νερού και η απελευθέρωση ζέστης συνεχίζεται καθ' όλη τη διάρκεια της νύχτας και η ζέστη εξακολουθεί να εκπέμπεται στον καθαρό ουρανό. Η συμπύκνωση νερού και η απελευθέρωση κατά συνέπεια ζέστης στην επιφάνεια των ιστών, θα μπορούσε να θεωρηθεί παρέμβαση της Μητέρας Φύσης για να τα προστατέψει από μία μεγάλη παγωνιά.

Αν το σημείο δρόσου είναι κατά μερικούς μόνο βαθμούς πάνω από την θερμοκρασία που καταστρέφεται κάθε σοδειά, υπάρχει πολύ μικρή πιθανότητα να καταστραφεί. Το σημείο δρόσου βασικά καθορίζει την ελάχιστη αναμενόμενη θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της νύχτας, καθώς μόλις η θερμοκρασία αγγίξει το σημείο δρόσου, πέφτει πολύ αργά, καθώς περισσότερο νερό συμπυκνώνεται και απελευθερώνει ζέστη στον περιβάλλοντα αέρα και σε καθετί που έρχεται σε επαφή, όπως τα μπουμπούκια των φυτών.

Αν, όμως, το σημείο δρόσου είναι κατά μερικούς βαθμούς κάτω από την θερμοκρασία που καταστρέφεται η σοδειά, υπάρχει μεγάλη διαφορά. Μπορεί να χρειαστεί να παρέμβει ο αγρότης με τη χρήση ανεμιστήρων για να προστατέψει τα φυτά ή ακόμη και

να διοχετεύσει ζέστη για να αναπληρώσει τη διαφορά μεταξύ του σημείου δρόσου και της θερμοκρασίας που μπορεί ένα φυτό να καταστραφεί. Δεν χρειάζεται σε όλες τις περιπτώσεις να βρίσκονται τα φυτά σε σημείο δρόσου, αλλά θα πρέπει ο αγρότης να είναι έτοιμος να παρέμβει αν χρειαστεί. Ευτυχώς, οι περισσότερες παγωνιές με ακτινοβολία κατά τη διάρκεια της άνοιξης και του φθινοπώρου έχουν αρκετά υψηλό σημείο δρόσου και δεν καταστρέφονται οι σοδειές, με αποτέλεσμα η ζέστη που απελευθερώνεται από την συμπύκνωση να είναι αρκετή.

Ο αέρας αναμειγνύει τις ψυχρότερες αέριες μάζες που προκαλούνται από ακτινοβολία ψύξης κοντά στη σοδειά, με θερμότερες αέριες μάζες που βρίσκονται σε μεγαλύτερο ύψος πάνω από την σοδειά. Αυτό εξισορροπεί την θερμοκρασία, έτσι ώστε ο αέρας να είναι θερμότερος κοντά στα φυτά, ακόμη κι όταν εξακολουθούν να ακτινοβολούν ζέστη κατά τη διάρκεια της νύχτας. Οι υδρατμοί που εμπεριέχονται στον αέρα μεταξύ του εδάφους και σε ύψος 30μ. πάνω από αυτό, δεν διαφέρουν πολύ, είτε με φυσικό άνεμο, είτε με την χρήση ανεμιστήρα.

Τα χαμηλά και καταστροφικά σημεία δρόσου, συναντώνται συχνότερα σε ξηρά κλίματα που καλλιεργούνται σταφύλια, όπως στην Καλιφόρνια και την Ουάσινγκτον, επειδή ο αέρας είναι πολύ ξηρός, αλλά μπορούν επίσης να καλλιεργηθούν και στο Οντάριο. Αν το σημείο δρόσου είναι χαμηλότερο από την θερμοκρασία που καταστρέφεται ένα φυτό, ο ανεμιστήρας θα πρέπει να τεθεί σε λειτουργία νωρίτερα, ώστε να διατηρήσει το φυτό όσο πιο θερμό γίνεται και να μειώσει τις κατά 1°C και 2°C υψηλότερες θερμοκρασίες που επικρατούν στην επιφάνεια του φυτού σε σχέση με τον περιβάλλοντα αέρα, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω. Κατά πάσα πιθανότητα, αυτό θα διατηρήσει την θερμοκρασία του φυτού όσο πιο κοντά γίνεται στην θερμοκρασία του περιβάλλοντος και θα το βοηθήσει να αντέξει την πτώση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της νύχτας και μέχρι να ανατείλει ξανά ο ήλιος.

Ο ακριβής καθορισμός του σημείου δρόσου όχι μόνο δεν είναι εύκολος, αλλά είναι και ακριβός. Μπορεί να υπολογιστεί γνωρίζοντας την σχετική υγρασία και την θερμοκρασία με ξηρό θερμόμετρο, αλλά το να μετρηθεί ακριβώς η σχετική υγρασία δεν είναι εύκολο, ειδικά σε χαμηλές θερμοκρασίες. Αν το σημείο δρόσου έχει καθοριστεί σε μία

συγκεκριμένη περιοχή, θα βοηθήσει τους αγρότες ως προς το αν και πότε θα πρέπει να θέσουν σε λειτουργία τους ανεμιστήρες τους. Αν το προβλεφθέν σημείο δρόσου ήταν χαμηλότερο από την θερμοκρασία που καταστρέφεται ένα φυτό, πιθανόν να έπρεπε να τεθούν σε λειτουργία οι ανεμιστήρες. Σε αντίθετη περίπτωση, αν ήταν δηλαδή υψηλότερο, οι ανεμιστήρες πιθανότατα θα ήταν περιττοί. Μία εναλλακτική είναι να μετρήσουμε την θερμοκρασία με υγρό θερμόμετρο, την χαμηλότερη δηλαδή θερμοκρασία με την εξάτμιση του νερού. Είναι η θερμοκρασία που νιώθει κανείς όταν το δέρμα του είναι υγρό και εκτίθεται στον αέρα. Η θερμοκρασία αυτή είναι ανάμεσα στην θερμοκρασία ενός ξηρού θερμόμετρου και το σημείο δρόσου. Στον πίνακα 3, με σημείο δρόσου -2°C , 0°C σε ξηρό θερμόμετρο και 86,4% σχετική υγρασία, η θερμοκρασία σε υγρό θερμόμετρο είναι $-0,8^{\circ}\text{C}$. Είναι περίπου το 40% της διαφοράς μεταξύ ξηρής θερμοκρασίας και σημείου δρόσου. Αυτό σημαίνει πως η διαφορά μεταξύ τους είναι 2°C , έτσι η υγρή θερμοκρασία είναι $-0,8^{\circ}\text{C}$ και κατά 40% μικρότερη από την ξηρή θερμοκρασία. Σε θερμοκρασίες κοντά στους 0°C και με μέτρια σχετική υγρασία, η υγρή θερμοκρασία είναι συνεχώς κατά 35% με 45% μικρότερη από την ξηρή θερμοκρασία. Η μέτρηση της υγρής θερμοκρασίας είναι ευκολότερη και λιγότερο ακριβή σε σχέση με την μέτρηση του σημείου δρόσου, χρησιμοποιώντας εξελιγμένο, αλλά διαθέσιμο εξοπλισμό, κάνοντάς την μία βιώσιμη εναλλακτική.

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΒΛΑΣΤΟΥ

Θερμική ανάλυση και έρευνες για την παγωνιά

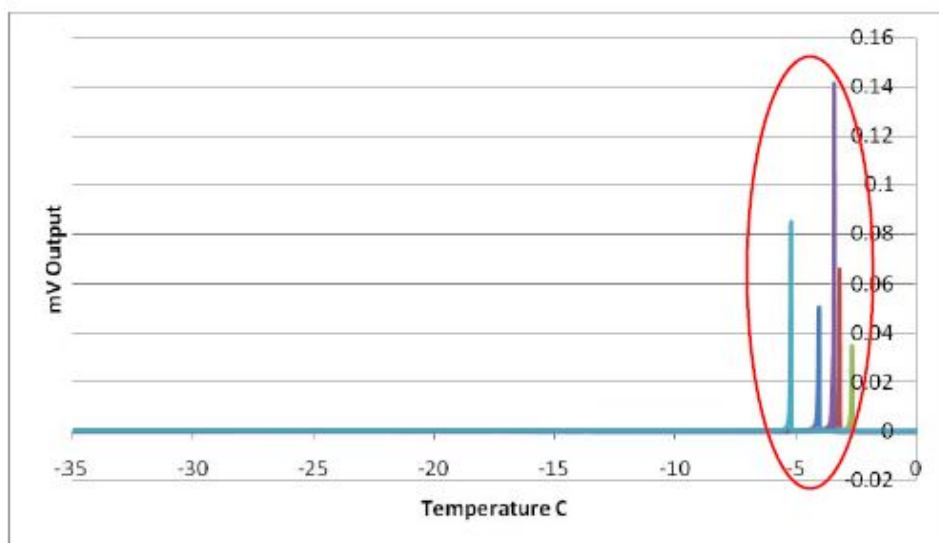
Κατασκευάστηκε ένα σύστημα διαφορικής θερμικής ανάλυσης, για να μπορεί να εκτιμηθεί η αντοχή των βλαστών των αμπελιών στο κρύο (σχήμα 18). Το σύστημα αυτό στηρίχτηκε σε ένα που είχε δημιουργηθεί και χρησιμοποιηθεί στο πανεπιστήμιο της Ουάσινγκτον, με παρόμοια να έχουν χρησιμοποιηθεί επίσης σε ερευνητικά κέντρα στις ΗΠΑ και τον Καναδά. Στη μονάδα αυτή έχει ενσωματωθεί ένας ειδικά σχεδιασμένος πρότυπος χώρος με διαθέσιμη ψύκτρα που μπορεί να προγραμματιστεί και σύστημα ανάκτησης δεδομένων.

Οι βλαστοί των αμπελιών μπορούν να αποφύγουν τον τραυματισμό λόγω ψύχους μόνο αποφεύγοντας την δημιουργία κρυστάλλων. Ο τραυματισμός συμβαίνει την στιγμή που

θα δημιουργηθούν κρύσταλλοι. Η μετατροπή του παγωμένου νερού σε πάγο (κρυμμένη ζέστη της συμπύκνωσης) μετριέται με τη χρήση του συστήματος αυτού. Όταν παγώνει το νερό, απελευθερώνεται θερμότητα σε μία εξώθερμη αντίδραση. Χρησιμοποιώντας ευαίσθητες θερμοηλεκτρικές μονάδες, είναι κανείς σε θέση να αναγνωρίσει την απώλεια θερμότητας ή τα περιστατικά ψύχους κατά τη διάρκεια μίας ελεγχόμενης δοκιμής. Μία εξώθερμη υψηλής θερμοκρασίας αντίδραση σημαίνει πως το νερό ανάμεσα στα κύτταρα παγώνει και συχνά αυτό συμβαίνει σε θερμοκρασίες μεταξύ -2°C και -8°C και δεν προκαλεί τραυματισμό στους βλαστούς (σχήμα 19). Καθώς η θερμοκρασία πέφτει, μία εξώθερμη χαμηλής θερμοκρασίας αντίδραση λαμβάνει χώρα και είναι ενδεικτική του παγώματος του νερού ανάμεσα στα κύτταρα. Στην δεύτερη περίπτωση, παγώνει λιγότερο νερό, αλλά συνήθως το αποτέλεσμα είναι ο θάνατος του βλαστού (σχήμα 20).

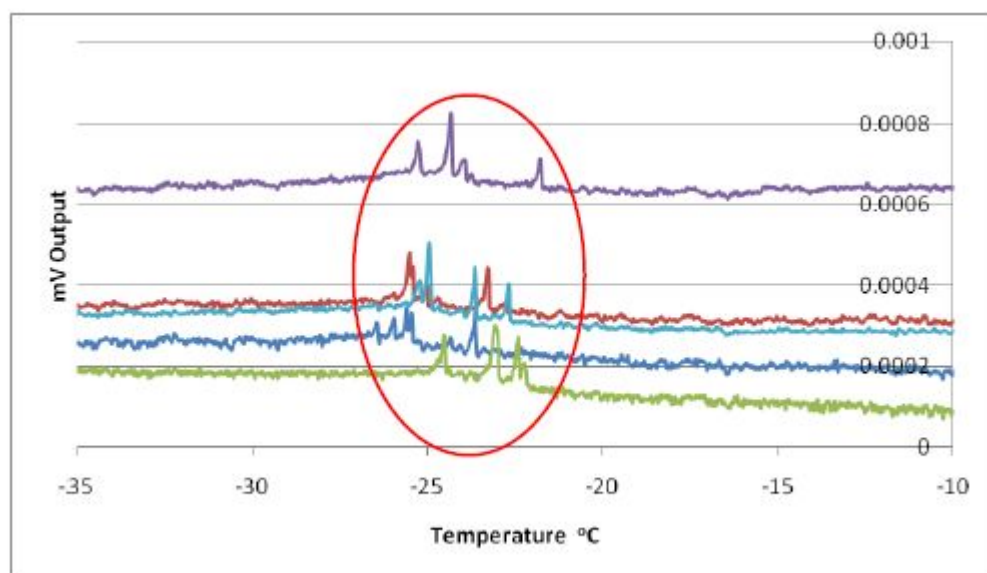


Σχήμα 18: Σύστημα διαφορικής θερμικής ανάλυσης με προγραμματιζόμενο χώρο ψύξης και δίσκος δειγμάτων.



Σχήμα 19: Εξώθερμες αντιδράσεις υψηλής θερμοκρασίας από δείγμα Chardonnay στις 4 Δεκεμβρίου 2008.

Στο γράφημα αναπαρίστανται 5 αισθητήρες που περιέχονται 5 βλαστούς. Το ύψος των αιχμών είναι ανάλογο με την ποσότητα του νερού που παγώνει. Οι βλαστοί τοποθετούνται σε μία υγρή μεμβράνη που συμβάλλει στις αντιδράσεις αυτές.



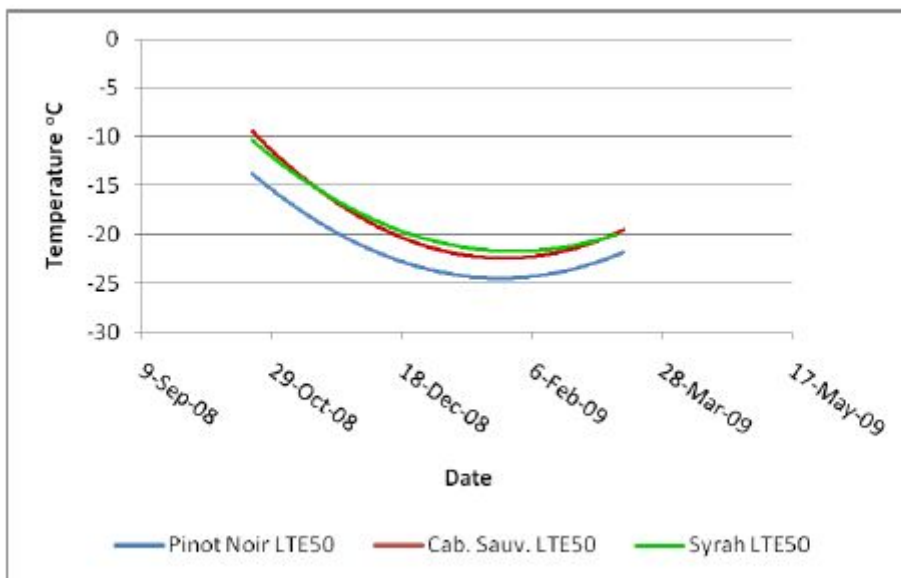
Σχήμα 20: Εξωθερμικές αντιδράσεις χαμηλής θερμοκρασίας από δείγμα Chardonnay στις 4 Δεκεμβρίου 2008. Οι αιχμές είναι πολύ μικρότερες, με κάθε μια από αυτές να δείχνει ότι ο βλαστός ξεραίνεται.

Το σύστημα αυτό σχεδιάστηκε ώστε να δοκιμάζει μέχρι και 54 δείγματα των 5 βλαστών ταυτόχρονα (6 δίσκους δειγμάτων με 9 πηγές διαθέσιμες ανά δίσκο) στην

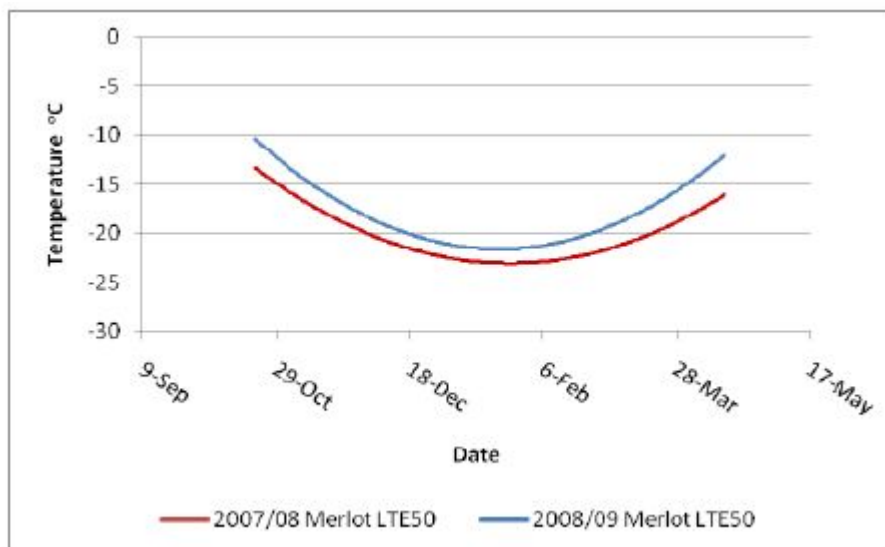
προγραμματιζόμενη ψύκτρα. Για τη μελέτη αυτή αναλύθηκε δείγμα από μία σοδειά ανά δίσκο. Έτσι, με ένα σύστημα υπήρχε η δυνατότητα να αναλυθούν 6 διαφορετικές σοδειές ανά σειρά. Τα δεδομένα αναλύθηκαν και καταγράφηκαν και σε συγκεκριμένη θερμοκρασία το 50% των μπουμπουκιών μαράθηκαν.

ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΑΝΤΟΧΗ ΑΝΑ ΕΤΟΣ

Η γενετική των αμπελιών παίζει σημαντικό ρόλο όσον αφορά στην αντοχή στο κρύο που μπορεί να επιτευχθεί σε κάθε ποικιλία. Η γενεαλογία μιας συγκεκριμένης ποικιλίας μπορεί να δώσει δείγματα ως προς την πιθανή ανθεκτικότητα στο κρύο. Διάφοροι περιβαλλοντικοί παράγοντες όμως, μπορούν να επηρεάσουν και εν τέλει να καθορίσουν την αντοχή στη μέση του χειμώνα. Επιπλέον, οι αποφάσεις του καλλιεργητή έχουν αντίκτυπο στην αντοχή του φυτού στο κρύο. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες μπορεί να διαφέρουν σημαντικά από χρονιά σε χρονιά στο Οντάριο και πολλές από τις κρίσιμες αποφάσεις βασίζονται στην εμπειρία που έχει αποκτηθεί τα προηγούμενα χρόνια όσον αφορά τις συνθήκες αυτές κατά την περίοδο ανάπτυξης. Καθώς υπάρχουν διακυμάνσεις στους δύο αυτούς παράγοντες κάθε χρόνο, δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι υπάρχουν διαφορές στην αντοχή ενός φυτού από χρονιά σε χρονιά (Σχήματα 22 και 23).

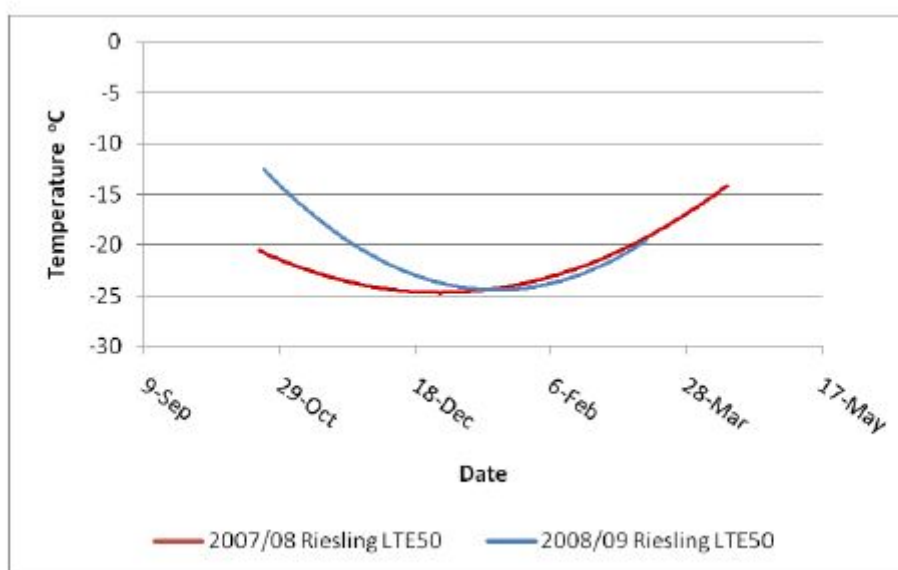


Σχήμα 21: Τιμές εξωθερμικών αντιδράσεων χαμηλής θερμοκρασίας από τρεις διαφορετικές ποικιλίες από τον ίδιο αμπελώνα το 2008/2009. Οι γραμμές είναι από 16 διαφορετικές ημερομηνίες.



Σχήμα 22: Τιμές εξωθερμικών αντιδράσεων χαμηλής θερμοκρασίας από την ίδια ποικιλία και την ίδια τοποθεσία.

Στο γράφημα αναπαρίσταται η ετήσια διαφορά στην ανθεκτικότητα μεταξύ του 2007/2008 και 2008/2009. Οι γραμμές είναι από 19 διαφορετικές ημερομηνίες.



Σχήμα 23: Τιμές εξωθερμικών αντιδράσεων χαμηλής θερμοκρασίας από την ίδια ποικιλία και την ίδια τοποθεσία. Οι γραμμές είναι από 19 διαφορετικές ημερομηνίες.

Τα ποσοστά εγκλιματισμού ήταν πολύ διαφορετικά, παρ'όλα αυτά επιτεύχθηκαν παρόμοια επίπεδα ανθεκτικότητας και μη εγκλιματισμού κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

Αν επανεξετάσει κανείς τα δεδομένα που προκύπτουν από πολλές χρονιές στις υπό έρευνα ποικιλίες, είναι προφανές πως οι βλαστοί μπορούσαν στην πλειοψηφία τους να αντέξουν στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα 2007/2008 σε σχέση με τον χειμώνα του 2008/2009. Ο χειμώνας του 2007 ήταν ζεστός και ξηρός στις περισσότερες περιοχές. Πολλοί αμπελώνες είχαν μικρότερη σοδειά σε σχέση με τον μέσο όρο προηγούμενων ετών, τα σταφύλια όμως ήταν υψηλής ποιότητας. Η περιορισμένη όμως σοδειά βοήθησε ώστε τα αμπέλια να αποθηκεύσουν περισσότερα αποθέματα στους κορμούς, τους βλαστούς και τις ρίζες, που είχε ως συνέπεια την μεγάλη αντοχή στη διάρκεια του χειμώνα του 2007/2008. Την περίοδο που αναπτυσσόταν τα φυτά το 2008, η θερμοκρασία ήταν χαμηλότερη από τον μέσο όρο, με την πτώση να αγγίζει το 15% κατά τη διάρκεια της χρονιάς σε σύγκριση με προηγούμενα έτη. Το αποτέλεσμα ήταν περισσότερα προβλήματα με ασθένειες και φρούτα μέτρια στην ποιότητα. Επιπροσθέτως, η παραγωγή ανά αμπελώνα το 2008 ήταν υψηλότερη από τον μέσο όρο. Η μεγάλη σοδειά και οι δυσμενείς καιρικές συνθήκες το 2008, είχαν αρνητική επίπτωση στην ανθεκτικότητα των βλαστών (μικρότερη αντοχή σε χαμηλότερες θερμοκρασίες), όταν έγινε μέτρηση στην διάρκεια του χειμώνα 2008/2009 (Πίνακας 5).

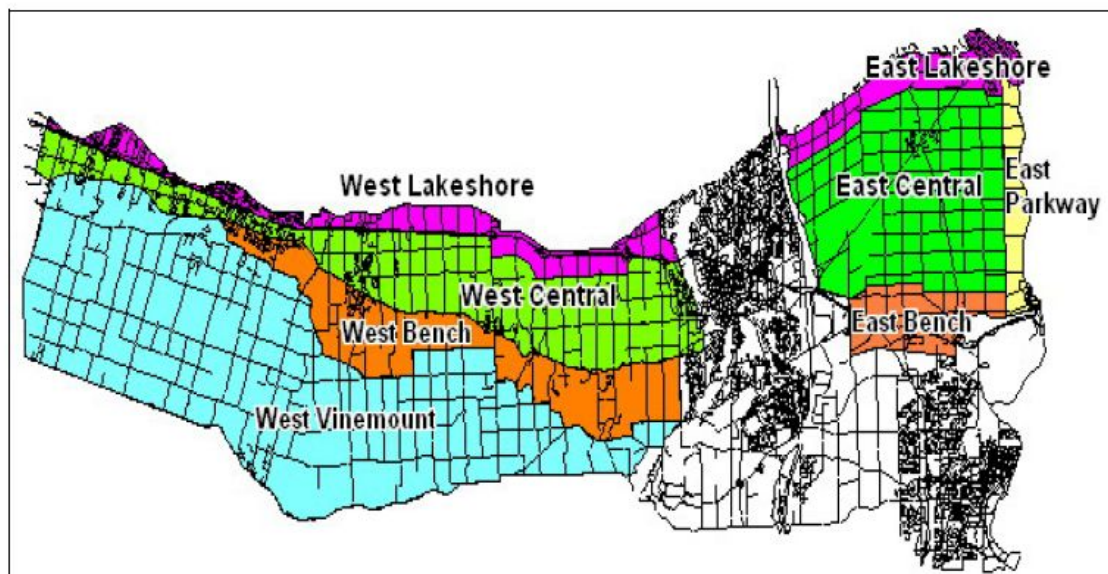
Cold Hardiness Class	Range of Critical Low Temperatures °C	Cultivars
Very Tender	-17.5°C to -20.5°C	Sauvignon Blanc, Syrah, Merlot
Tender	-20.5°C to -23.0°C	Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon, Gewurztraminer, Chardonnay
Hardy	-23.0°C to -26.0°C	Gamay, Pinot Blanc, Pinot Gris, Pinot Noir, Vidal, Riesling
Very Hardy	-26.0°C to -28.0°C	Baco, Foch

Πίνακας 5: Στοιχεία για την ανθεκτικότητα των βλαστών σε ποικιλία σταφυλιών βασισόμενα σε δεδομένα που συλλέχθηκαν διαφορετικές θερμικές αναλύσεις, από 1 Ιανουαρίου μέχρι 15 Φεβρουαρίου 2009. Επιλέχθηκαν ημερομηνίες που είναι ενδεικτικές της μέγιστης αντοχής των βλαστών.

Εκτίμηση αποτελεσματικότητας των ανεμιστήρων (δείγματα από βλαστούς)

Η επιβίωση των βλαστών των σταφυλιών υπολογίστηκε κόβοντάς τους ανά τακτά χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια της αδρανούς περιόδου. Την περίοδο αυτή

μαζευόταν 112 δείγματα κάθε 2 βδομάδες σε 31 αμπελώνες σε 8 διαφορετικές περιοχές στον Νιαγάρα (Σχήματα 24 και 25). Προέκυψε έτσι η ευκαιρία να συλλεχθούν δείγματα από αμπελώνες από διάφορες περιοχές και να εκτιμηθούν οι συνέπειες που ενδεχομένως προέκυπταν από τους ανεμιστήρες κατά τη διάρκεια ψυχρών καιρικών φαινομένων. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται πολύ συχνά και βασίζεται στον αποχρωματισμό (κιτρίνισμα ή οξείδωση των τραυματισμένων κυττάρων) των μεριστωμάτων των βλαστών (τα σημεία που αναπτύσσονται) που συμβαίνει μετά τον τραυματισμό λόγω χαμηλών θερμοκρασιών. Τα υγιή μεριστώματα των βλαστών διατηρούν το πράσινο χρώμα τους, ενώ τα τραυματισμένα κύτταρα κιτρινίζουν μετά την έκθεση σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Τα δείγματα μαζεύτηκαν από χωράφι και στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε μέρος με θερμοκρασία δωματίου για 24-48 ώρες ώστε να πραγματοποιηθεί η οξειδωτική διαδικασία, το κιτρίνισμα δηλαδή των φυτών. Τα αποτελέσματα αναρτήθηκαν σε διάφορες σχετικές ιστοσελίδες του διαδικτύου, ώστε να τα δουν όσοι ενδιαφέρονται (Πίνακας 6).



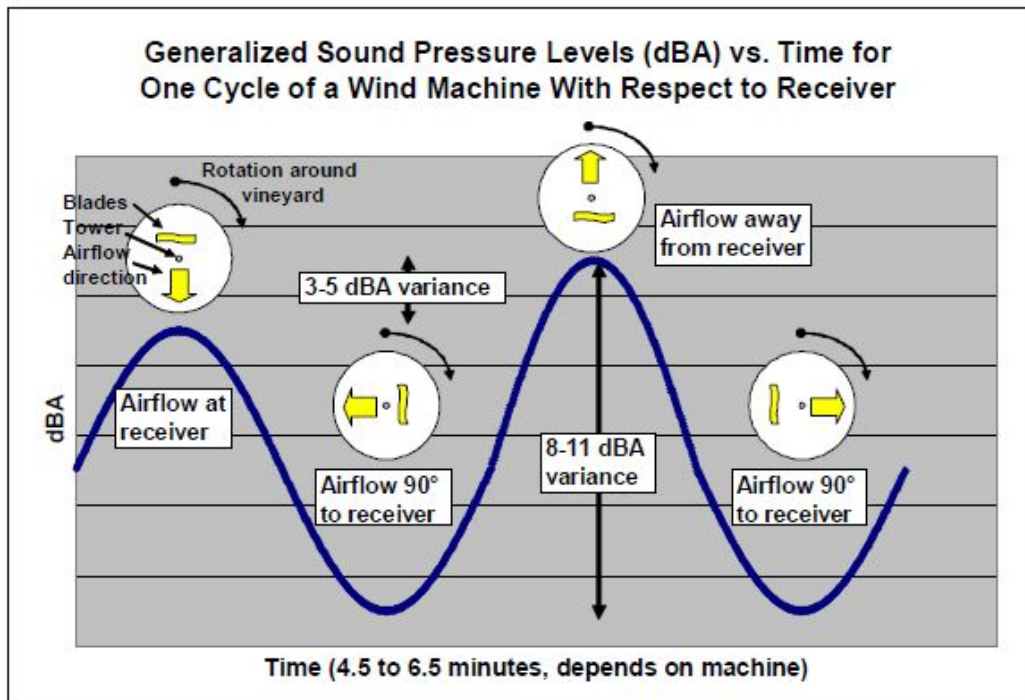
Σχήμα 24: Περιοχές στον Νιαγάρα που χρησιμοποιούνται για τη συλλογή δειγμάτων για την ανθεκτικότητα των βλαστών.



Σχήμα 25: Κάθε 2 εβδομάδες αντιπροσωπευτικά καλάμια από σταφύλια μαζευόταν, ώστε οι θλαστοί τους να προετοιμαστούν για την παγωνιά.

ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΘΟΡΥΒΟΣ

Σε πολλούς από τους περίοικους δεν αρέσει ο θόρυβος των ανεμιστήρων. Τον περιγράφουν σαν έναν δυνατό ήχο από ελικόπτερο ή κλαψούρισμα και παραπονιούνται πως τρίζουν τα τζάμια και τα πιάτα τους. Οι ανεμιστήρες χρειάζονται μεγάλες μηχανές που κάνουν πολλές στροφές το λεπτό και μεγάλους έλικες για να φυσούν τον αέρα σε μεγάλη απόσταση. Αν οι έλικες γυρνούν με μικρότερη ταχύτητα κάνουν λιγότερο θόρυβο, αλλά έτσι μειώνεται η ροή αέρα, το οποίο σημαίνει πως χρειάζονται περισσότεροι ανεμιστήρες για να καλύψουν την ίδια έκταση σε συγκεκριμένη περιοχή. Χρειάζονται 4,5 -6,5 λεπτά για να κάνει ένας ανεμιστήρας μία περιστροφή 360° γύρω από τον πύργο, έτσι ο θόρυβος ταλαντεύεται σε ένταση σε ημιτονοειδή μορφή (Σχήμα 26). Κάποιοι το βρίσκουν ενοχλητικό, καθώς περιμένουν πως ο θόρυβος θα γίνει μεγαλύτερος. Οι ανεμιστήρες είναι «ανάποδες» μηχανές, καθώς λειτουργούν με λεπίδες σε αντίθετη φορά σε σχέση με τον πύργο. Έτσι, ο αέρας φυσάει πίσω από τον πύργο και επηρεάζεται η διάδοση των ηχητικών κυμάτων.



Σχήμα 26: Οι έρευνες έχουν δείξει πως οι περίοικοι ακούν τον ήχο από τους ανεμιστήρες καθώς ποικίλουν σε ημιτονοειδή μορφή και οι έλικες γυρνούν γύρω από το χωράφι.

Το επίπεδο του ήχου είναι μεγαλύτερο όταν οι έλικες φυσούν τον αέρα μακριά από τον δέκτη και ακόμη μεγαλύτερο όταν φυσούν προς τον δέκτη. Όταν ο αέρας φυσάει κάθετα στον δέκτη, ο ήχος μειώνεται κατά πολύ. Όταν ο ήχος αυξάνεται κατά 10dB, οι άνθρωποι τον αντιλαμβάνονται σαν να έχει διπλασιαστεί σε θόρυβο. Αντιθέτως, αν μειωθεί κατά 10dB, τον αντιλαμβάνονται σαν να έχει μειωθεί στο μισό.

Συνθήκες εκτός σπιτιού που περιπλέκουν και επηρεάζουν την κίνηση του ήχου των ανεμιστήρων:

- η ησυχία μίας κρύας, χειμωνιάτικης νύχτας σε ένα χωριό, η απουσία ήχου του αέρα
- η έλλειψη φυλλώδους βλάστησης στα σταφύλια, του γρασιδιού στο έδαφος ή των φύλλων στα δέντρα για να «μπερδέψουν» τους ήχους
- η μεταφορά των ηχητικών κυμάτων από την εναλλαγή στρώματος λόγω θερμοκρασίας πάνω από το έδαφος

- οι σκληρές και μη απορροφητικές επιφάνειες εδάφους τον χειμώνα, ώστε να μετακινούνται τα κύματα ήχου
- η πηγή του ήχου που είναι πολύ ψηλά πάνω από το έδαφος
- η ταυτόχρονη λειτουργία πολλών ανεμιστήρων
- η χαμηλή σχετική υγρασία του ψυχρού αέρα

Οι συνθήκες μέσα στα σπίτια που περιπλέκουν και επιτρέπουν στα εξωτερικά κύματα ήχου να εισχωρήσουν ή να ενισχυθούν είναι: μεγάλα δωμάτια, μεγάλα παράθυρα, σκληρά πατώματα και το φως. Ο ήχος του ανεμιστήρα είναι γενικά λιγότερο έντονος σε μικρά δωμάτια με μοκέτα και παχείς τοίχους, σε μέρη του σπιτιού στην αντίθετη μεριά από τους ανεμιστήρες και στα υπόγεια. Κάποιες φορές ο ήχος του ανεμιστήρα καλύπτεται μερικώς από άλλους θορύβους που υπάρχουν σε ένα σπίτι, όπως από ραδιόφωνο, τηλεόραση ή οικιακούς ανεμιστήρες.

Οι έλικες επίσης των ανεμιστήρων παράγουν χαμηλής συχνότητας ήχους και πολύ χαμηλής συχνότητας κύματα υπερήχων, που διανύουν μεγάλες αποστάσεις και μπορούν να εισχωρήσουν, ή και να διεγείρουν μέρη της δομής ενός κτίσματος. Ένας ήχος χαμηλής συχνότητας μοιάζει με τον ήχο του μπάσου της μουσικής που ακούει κάποιος στο σπίτι του όταν σε κάποιο διπλανό σπίτι παίζει ένα στερεοφωνικό, ακόμη κι αν δεν ακούγεται η υπόλοιπη μουσική. Άλλα γνωστά παραδείγματα ήχων χαμηλής συχνότητας συμβαίνουν όταν τα κύματα της θάλασσας χτυπούν στην ακτή ή όταν υπάρχουν άνεμοι μεγάλης ταχύτητας. Ο ήχος ενός ανεμιστήρα είναι ιδιαίτερα ενοχλητικός για τους περισσότερους ανθρώπους.

ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΟΡΘΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Οι αγρότες δεν γίνονται αποδέκτες παραπόνων από τους γείτονες όσον αφορά τον θόρυβο από τους ανεμιστήρες, εφόσον ακολουθούν πρακτικές ορθής καλλιέργειας. Η Δράση Προστασίας της Καλλιέργειας και Παραγωγής Τροφίμων, καθορίζει την πρακτική ορθής καλλιέργειας ως εξής:

1. να διεξάγεται με συνέπεια, με κατάλληλα και αποδεκτά εργαλεία και πρότυπα, όπως έχει καθοριστεί και ακολουθείται από τους αρμόδιους αγροτικούς οργανισμούς υπό τις ίδιες συνθήκες, ή
2. να γίνεται χρήση καινοτόμων τεχνολογιών με συνέπεια, κατάλληλες και εξελιγμένες πρακτικές καλλιέργειας

Το αν μία πρακτική καλλιέργειας θεωρείται ορθή ή όχι, καθορίζεται από Συμβούλιο Προστασίας Ορθών Πρακτικών Καλλιέργειας, ένα διαχειριστικό συμβούλιο διορισμένο από την Επαρχιακή Κυβέρνηση, αποτελούμενο, όμως, από μη κυβερνητικά μέλη.

ΟΙ ΚΑΛΥΤΕΡΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ

Ο αντικειμενικός σκοπός της έρευνας αυτής ήταν να παρέχει στη βιομηχανία σταφυλιών και ευαίσθητων φρούτων του Οντάριο τις καλύτερες πρακτικές χειρισμού, όσον αφορά στην λειτουργία των ανεμιστήρων, ώστε να χρησιμοποιούνται πιο αποτελεσματικά και να μειωθεί ο ενοχλητικός θόρυβος για τους γείτονες.

Αντοχή της σοδειάς

- Τα φυτά θα πρέπει να φροντίζονται έτσι ώστε να διατηρήσουν την βέλτιστη υγεία, ώστε να διασφαλιστεί πως θα είναι όσο το δυνατόν υγιή καθώς πλησιάζει ο χειμώνας
- Θα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν οι πιο πρόσφατες πληροφορίες και οι θερμοκρασίες όσον αφορά την αντοχή των φυτών, πριν ληφθούν αποφάσεις για την λειτουργία του ανεμιστήρα
- Οι ανεμιστήρες θα πρέπει να τίθενται σε λειτουργία μόνο όταν υπάρχει πιθανότητα τραυματισμού των φυτών από το κρύο και μέσα στην ακτίνα δράσης τους

Τοποθέτηση

- Πριν τοποθετηθούν οι ανεμιστήρες θα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν οι επιδράσεις που θα έχει στις περιοχές που καλύπτουν η τοπογραφία και η κατεύθυνση του ανέμου
- Θα πρέπει, επίσης, να ληφθεί υπ' όψιν η ύπαρξη άλλων παρακείμενων ανεμιστήρων, καθώς και άλλες παράμετροι που μπορεί να παρέχουν επιπλέον προστασία για τον τραυματισμό λόγω κρύου, όπως δρόμοι, θερμά κτίρια, ρέματα και θάμνοι
- Οι αγρότες θα πρέπει να καλλιεργήσουν τα φυτά που είναι πιο ευαίσθητα στο κρύο μακριά από σπίτια, έτσι ώστε και οι ανεμιστήρες να τοποθετηθούν μακριά και να μην υπάρχουν προβλήματα λόγω θορύβου με τους γείτονες

Παρακολούθηση

- Οι αγρότες θα πρέπει να κάνουν όσο το δυνατόν καλύτερη χρήση του καιρού που επικρατεί στην συγκεκριμένη περιοχή
- Θα πρέπει συνεχώς να παρακολουθούν και να είναι σε ετοιμότητα για μεγάλες εναλλαγές της θερμοκρασίας (μεγαλύτερες των 3°C) κοντά στην περιοχή καλλιέργειας, έτσι ώστε να γνωρίζουν αν η λειτουργία του ανεμιστήρα μπορεί να προστατέψει τα φυτά τους από τον τραυματισμό λόγω κρύου. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να υπάρχει ένας πύργος ύψους τουλάχιστον 10μ. πάνω από το έδαφος, ώστε να καταγράφει τις θερμοκρασίες πάνω από τις καλλιέργειες
- Θα πρέπει να ρυθμίσουν τους ανεμιστήρες, ώστε να ξεκινούν να λειτουργούν σε συγκεκριμένες θερμοκρασίες, βασιζόμενοι σε αισθητήρες που θα βρίσκονται 15μ. μακριά τους και κάτω από το ύψος των φρούτων
- Θα πρέπει να παρακολουθούν και να ρυθμίσουν την έναρξη/λειτουργία/παύση των ανεμιστήρων τους χρησιμοποιώντας έναν συνδυασμό αισθητήριων συσκευών θερμοκρασίας/ταχύτητας ανέμου/ανεμιστήρα σε πραγματικό χρόνο και να τα ελέγχουν μέσω κινητών τηλεφώνων/υπολογιστών/βομβητών κτλ.

- Θα πρέπει να ρυθμίσουν θερμοκρασίες έναρξης του ανεμιστήρα όταν αναμένεται παγωνιά
 - Ανοιξιιάτικη παγωνιά: 2°C με 3°C
 - Φθινοπωρινή παγωνιά: 1°C με 2°C
 - Χειμωνιάτικη παγωνιά: μπορεί να ποικίλλει και βασίζεται σε δεδομένα προηγούμενων ετών και αφορούν την αντοχή των βλαστών

Άνεμος

- Οι αγρότες θα πρέπει να παρακολουθούν την ταχύτητα του ανέμου πριν και κατά τη διάρκεια των φαινομένων που μπορεί να προκαλέσουν τραυματισμό στα φυτά τους
- Δεν θα πρέπει να θέτουν σε λειτουργία τους ανεμιστήρες αν οι άνεμοι ξεπερνούν τα 7 χιλιόμετρα/ώρα, καθώς είναι σχεδόν απίθανο να υπάρξει μεγάλη εναλλαγή της θερμοκρασίας ή πολλή ζέστη πάνω από το χωράφι, ώστε να χρειαστεί να την τραβήξουν προς τα κάτω
- Δεν θα πρέπει, επίσης, να θέτουν σε λειτουργία τους ανεμιστήρες αν επικρατούν άνεμοι με ταχύτητα 13 χιλιόμετρα/ώρα ή περισσότερο, καθώς μπορεί να προκληθεί ζημιά στους μακριές και λεπτές λεπίδες τους
- Δεν θα πρέπει ποτέ να θέτουν σε λειτουργία τους ανεμιστήρες αν πνέουν άνεμοι με ταχύτητα μεγαλύτερη από 21 χιλιόμετρα/ώρα, καθώς πιθανότατα θα καταστραφούν

Συντήρηση

- Οι αγρότες θα πρέπει να διατηρούν τους ανεμιστήρες τους σε καλή κατάσταση με ελέγχους τουλάχιστον μία φορά κάθε χρόνο
 - Αλλάζοντας τα λάδια στο κουτί ταχυτήτων (στην βάση και την κορυφή του πύργου)

- Λιπαίνοντας τις γραμμές κίνησης και επιθεωρώντας τις ενώσεις
- Ελέγχοντας όλες τις βίδες στον πύργο
- Ελέγχοντας τους έλικες
- Κάνοντας συντήρηση στην μηχανή και
- Διατηρώντας τα καλώδια σε μέρος βολικό για εσπευσμένη χρήση

Θόρυβος

- Οι ανεμιστήρες θα πρέπει να τοποθετούνται μακριά από σπίτια σε αγροτικές περιοχές, σε απόσταση τουλάχιστον 125μ., εκτός κι αν τηρούνται οι πρακτικές ορθής χρήσης
- Για γείτονες που κατοικούν σε απόσταση 125μ. από έναν ανεμιστήρα, οι καλλιεργητές θα πρέπει:
 - Να συζητήσουν για την αναγκαιότητα των ανεμιστήρων, καθώς και γιατί και πώς αυτοί λειτουργούν
 - Να εξετάσουν την πιθανότητα να δημιουργήσουν ένα σύστημα προειδοποίησης έναρξης λειτουργίας του ανεμιστήρα συγκεκριμένες νύχτες
 - Να δώσουν έναν αριθμό τηλεφώνου που θα μπορούν να τους καλέσουν όλο το εικοσιτετράωρο
- Οι καλλιεργητές θα πρέπει να δείχνουν επιμέλεια ως προς την τοποθέτηση ανεμιστήρων σε κατοικημένες περιοχές που δεν μένουν οι ίδιοι, καθώς δεν είναι συνεχώς εκεί για να ξέρουν αν και πώς λειτουργούν οι ανεμιστήρες τους
- Όλες οι μηχανές των ανεμιστήρων θα πρέπει να έχουν σιγαστήρα ήχου

Συνεχής εκμάθηση

- Οι αγρότες θα πρέπει να εκπαιδεύουν όλους τους υπαλλήλους που θα χειρίζονται τους ανεμιστήρες με τις καλύτερες και τις πιο πρόσφατες πρακτικές χειρισμού, ώστε να ελαχιστοποιήσουν κατά το δυνατό την χρήση τους.

Βάσει όλων των παραπάνω προχωρήσαμε στην μελέτη και ανάπτυξη ενός συστήματος ελέγχου προστασίας υγρασίας και παγετού φυλλώματος δένδρων με τη χρήση PLC. Σχεδιάσαμε έναν αισθητήρα θερμοκρασίας βασισμένο σε ένα τρανζίστορ 2N3904 σε συνδεσμολογία διόδου. Στη συνέχεια ορίσαμε το πλήθος των αισθητήρων και των ανεμιστήρων που θα χρησιμοποιηθούν για να επιλέξουμε ένα PLC το οποίο να καλύπτει τις ανάγκες μας. Τελικά επιλέξαμε το PLC της SIEMENS SIMATIC S7-200 με CPU 214. Στη συνέχεια το προγραμματίσαμε με το πρόγραμμα της SIEMENS STEP7-MICROWIN με διάγραμμα LADDER, έτσι ώστε να λειτουργεί το σύστημα ανάλογα με τις ανάγκες μας. Έπειτα φτιάξαμε μία μακέτα για να προσομοιώσουμε το σύστημά μας για την παρουσίαση της πτυχιακής εργασίας.

ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Σαν αισθητήρα θα χρησιμοποιήσουμε το τρανζίστορ 2N3904 σε συνδεσμολογία διόδου (ποδαράκια συλλέκτη – βάσης ενωμένα). Όταν το τρανζίστορ πολωθεί ορθά με ρεύμα $I_c = 1mA$ η τάση στα άκρα του όταν η θερμοκρασία είναι $25^\circ C$ θα είναι $V_{BE} = 670mV$ και η μεταβολή της συναρτήσει της θερμοκρασίας είναι $\Delta V_{BE}/^\circ C = -1,76mV/^\circ C$. Η αντιστοίχιση θερμοκρασίας και τάσης εξόδου έπρεπε να γίνει ως εξής:

A) στους $0^\circ C$ η τάση εξόδου να είναι $1,5V$

B) τάση τροφοδοσίας $V_{cc} = 12V$.

Για να ξεκινήσουμε πρέπει να βρούμε, με βάση την ευαισθησία του αισθητήρα, την τάση στα άκρα του. Αυτό το βρίσκουμε με τον εξής τρόπο:

Αφού στους $25^\circ C$ έχουμε τάση στα άκρα του $670mV$, άρα στους $0^\circ C$ θα έχουμε

$$670mV - (-1,76mV/^\circ C \times 25^\circ C) = 714mV$$

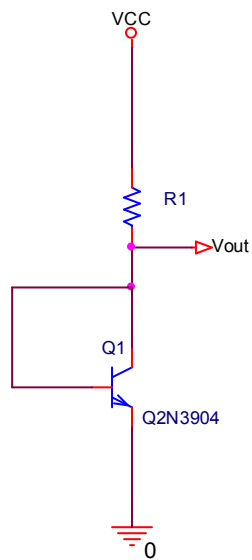
Με βάση αυτά τα στοιχεία ξεκινάμε τη δημιουργία του κυκλώματος.

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

Για να ξεκινήσουμε το κύκλωμά μας πρέπει να μετατρέψουμε το τρανζίστορ σε αισθητήρα. Για να γίνει αυτό πρέπει να το πολώσουμε ορθά με $I_c = 1mA$. Άρα χρησιμοποιούμε μία αντίσταση η οποία θα μας βοηθήσει ώστε να δημιουργηθεί αυτή η ένταση ρεύματος. Χρησιμοποιώντας τον παρακάτω τύπο έχουμε:

$$R_1 = \frac{V_{cc} - V_{sb}}{I_c} = \frac{12V - 0,67V}{1mA} = 11,33k\Omega$$

Όπου $V_{cc} = 12V$ η τάση τροφοδοσίας, $V_{sb} = 670mV$ η τάση στα άκρα βάσης-εκπομπού και $I_c = 1mA$ το ρεύμα πόλωσης. Το κύκλωμα το βλέπουμε στο σχήμα 27.

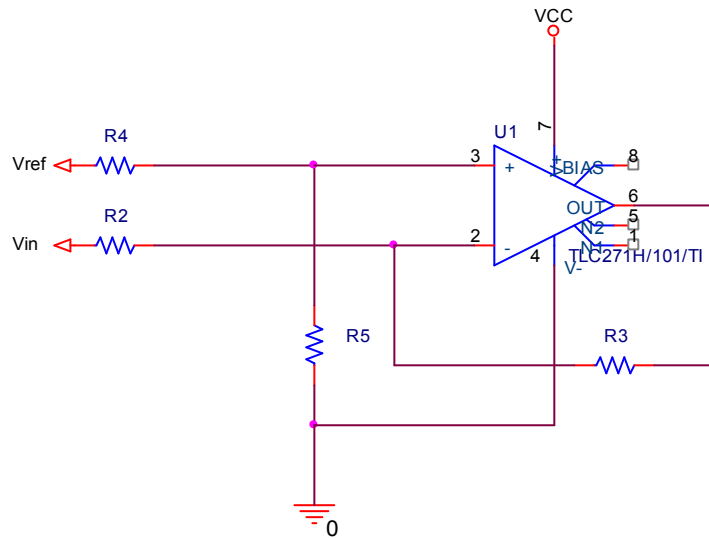


Σχήμα 27

Στην έξοδο του παραπάνω κυκλώματος θα συνδέσουμε έναν διαφορικό ενισχυτή ο οποίος θα ενισχύει τις τάσεις του αισθητήρα ώστε να παίρνουμε τις επιθυμητές που ορίσαμε. Για να πετύχει αυτό χρησιμοποιούμε τον εξής τύπο:

$$V_{out} = a \cdot V_{ref} + b \cdot V_{in}$$

ο οποίος είναι για τον διαφορικό ενισχυτή του σχήματος 28.



Σχήμα 28

Με βάση αυτό τον τύπο ξεκινάμε να βρούμε τα στοιχεία του κυκλώματος που χρειαζόμαστε ώστε να έχουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα. Παίρνοντας τα δεδομένα που ορίσαμε έχουμε τους εξής τύπους:

$$1. \quad 1,5V = a \cdot V_{ref} + b \cdot 0,714V$$

$$2. \quad 5,5V = a \cdot V_{ref} + b \cdot 0,538V$$

έστω ότι $A = a \cdot V_{ref}$ τότε $A = 1,5V - b \cdot 0,714V$

αντικαθιστώντας το A στον δεύτερο τύπο έχουμε:

$$5,5V = 1,5V - b \cdot 0,714V + b \cdot 0,538V \Rightarrow b = -22,727$$

άρα $A = 17,727$

$$\text{επομένως } V_{out} = 17,727 - 22,727 \cdot V_{in} \quad (1)$$

Παίρνουμε τώρα έναν άλλο τύπο για τον διαφορικό ενισχυτή, οπότε:

$$V_{out} = -\frac{R_3}{R_2} \cdot V_{ref} + \left(1 + \frac{R_3}{R_2}\right) \cdot \frac{R_5}{R_4 + R_5} \cdot V_{in} \quad (2)$$

Επειδή στους τύπους 1 και 2 οι συντελεστές των V_{ref} και V_{in} έχουν αντίθετα πρόσημα, τότε αλλάζω αντιστρέφω τις εισόδους του τελεστικού και ο τύπος 2 γίνεται:

$$V_{out} = -\frac{R_3}{R_2} \cdot V_{in} + \left(1 + \frac{R_3}{R_2}\right) \cdot \frac{R_5}{R_4 + R_5} \cdot V_{ref}$$

οπότε έχουμε:

$$22,727 = \frac{R_3}{R_2}$$

έστω ότι $R_2 = 22k\Omega$ τότε $R_3 = 22,727 \cdot 22k\Omega = 499,994k\Omega$

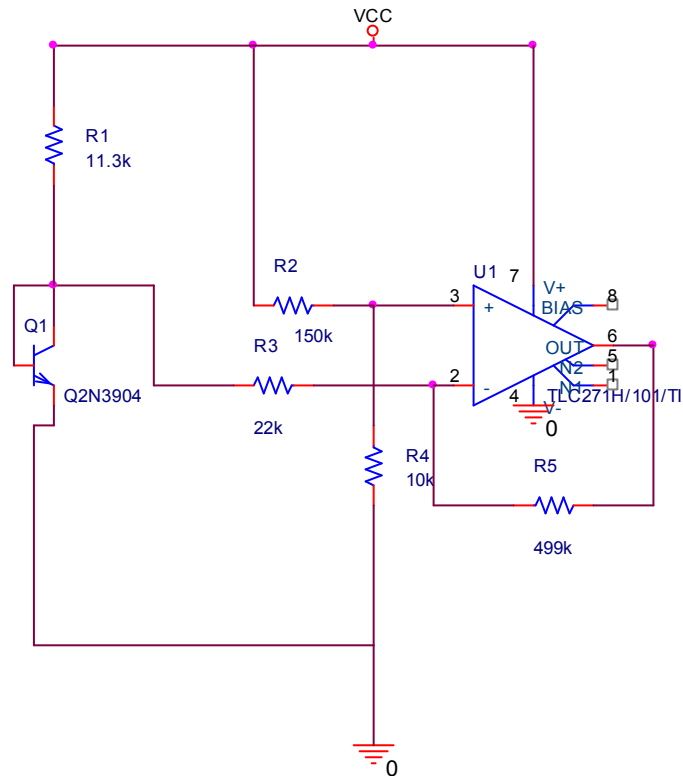
τώρα βάζουμε $V_{ref} = 12V$ και έχουμε:

$$17,727 = (1 + 22,727) \cdot \frac{R_5}{R_4 + R_5} \cdot 12V \Rightarrow \frac{R_5}{R_4 + R_5} = \frac{17,727}{284,724} = 0,0622$$

έστω ότι $R_5 = 10k\Omega$ τότε

$$R_4 = \frac{10k\Omega}{0,0622} - 10k\Omega = 150,77k\Omega$$

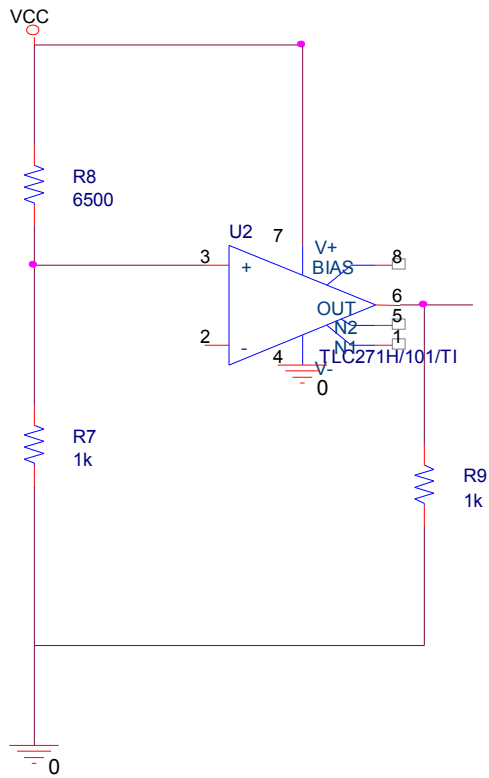
Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει το κύκλωμα του σχήματος 29.



Σχήμα 29

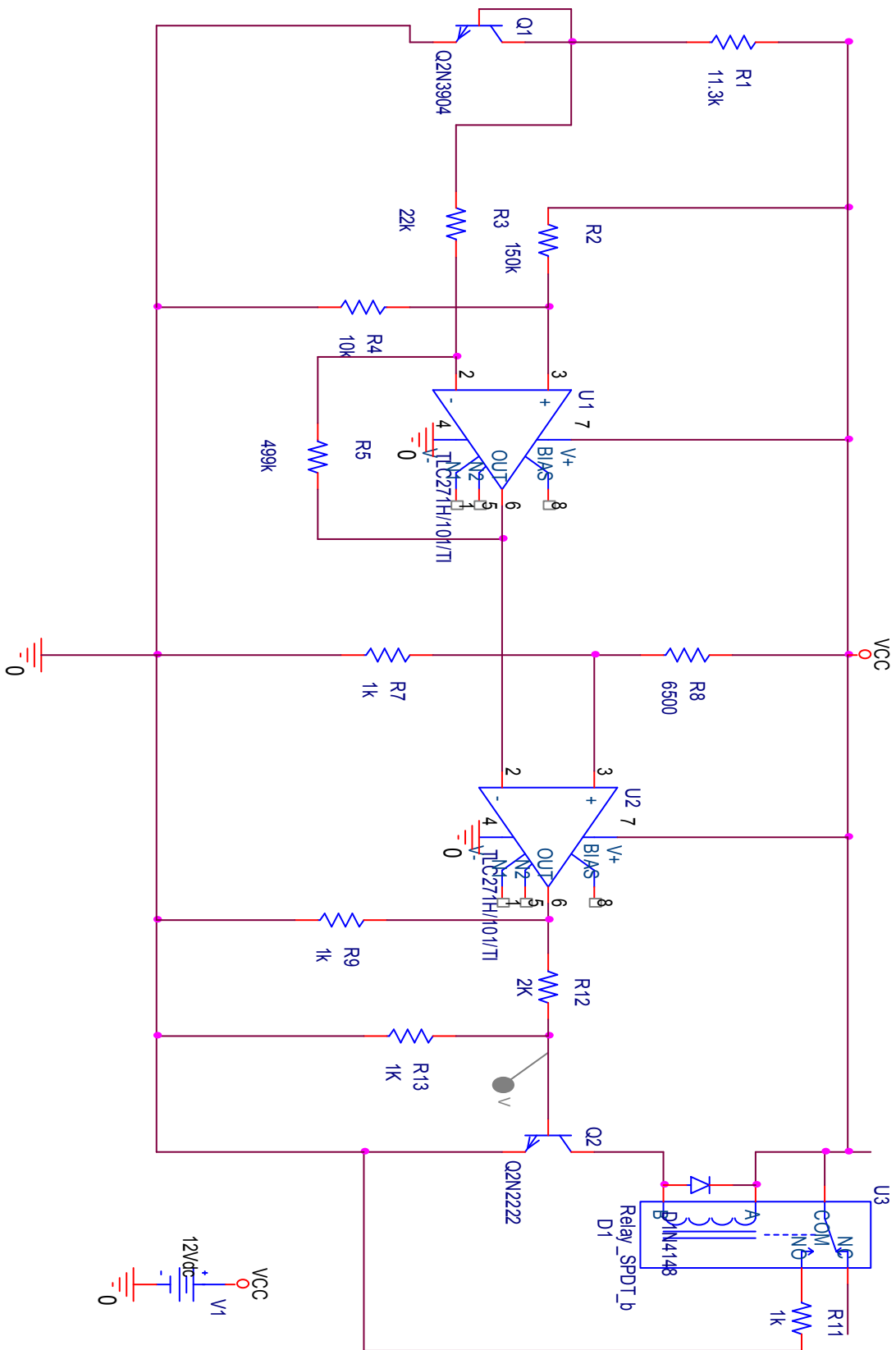
Σχόλιο1: Επειδή θέλαμε ακρίβεια στις αντιστάσεις, χρησιμοποιήσαμε 3 trimmer για τις τιμές των $11,33k\Omega$, $499,994k\Omega$ και $150,77k\Omega$, για να πετύχουμε ακριβώς στις τιμές διότι στο εμπόριο δεν υπάρχουν έτοιμες αντιστάσεις με αυτές τις τιμές.

Μετά τον διαφορικό ενισχυτή προσθέσαμε τον συκριτή του σχήματος 30 για να έχουμε το ξεκίνημα των κινητήρων στους 0°C .



Σχήμα 30

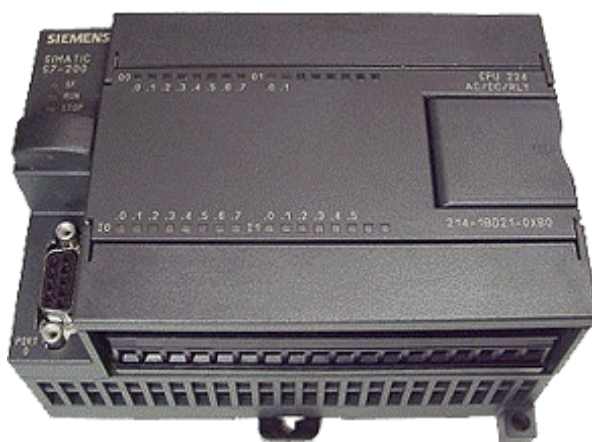
Το συνολικό κύκλωμά μας λοιπόν παρουσιάζεται στο σχήμα 31.



Σχήμα 31

Επειδή στην παρουσίαση της πτυχιακής δε μπορούμε να δημιουργήσουμε σταθερές θερμοκρασίες λόγο έλλειψης κατάλληλου εξοπλισμού (θερμόμετρο ακριβείας), θα κάνουμε την προσομοίωση στην μακέτα με ψυκτικό σπρέι.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ PLC



Σχήμα 32

Τα PLC (Programmable Logic Controllers) έκαναν την εμφάνιση τους στο τέλος της δεκαετίας του 1960 για τις ανάγκες αυτοματοποίησης της αμερικάνικης βιομηχανίας αυτοκινήτων. Από εκείνη την εποχή μέχρι σήμερα έχουν αναπτυχθεί τόσο πολύ, έτσι ώστε να αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι κάθε μορφής βιομηχανίας και να χρησιμοποιούνται στον ευρύτερο και πολυσύνθετο χώρο της. Οι ελεγκτές προγραμματιζόμενης λογικής εξακολουθούν σήμερα να είναι το βασικό σύστημα σε κάθε εξελιγμένη λύση αυτοματισμού. Τα PLC μαζί με μια σειρά περιφερειακών, συνεργαζόμενων και παρελκόμενων συστημάτων και προϊόντων δίνουν την ευκαιρία στους σημερινούς μηχανικούς να σχεδιάζουν και να υλοποιούν ολοκληρωμένες εφαρμογές αυτοματισμού, γρήγορα και εύκολα αλλά και στους τελικούς πελάτες να διαθέτουν συστήματα φιλικά, ανοιχτά σε συνεργασία με υφιστάμενα συστήματα, εύκολα στη διάγνωση και αποκατάσταση βλαβών, τη συντήρηση αλλά και τις μελλοντικές επεκτάσεις. Αν θελήσουμε να δώσουμε έναν ορισμό σε έναν προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι μία ψηφιακή ηλεκτρονική συσκευή η οποία χρησιμοποιεί μια προγραμματιζόμενη μνήμη για την αποθήκευση οδηγιών και ειδικές λειτουργίες όπως είναι η λογική, η ακολουθία, ο χρόνος, η αρίθμηση κλπ. για να ελέγξει τις μηχανές και την διαδικασία λειτουργίας τους.

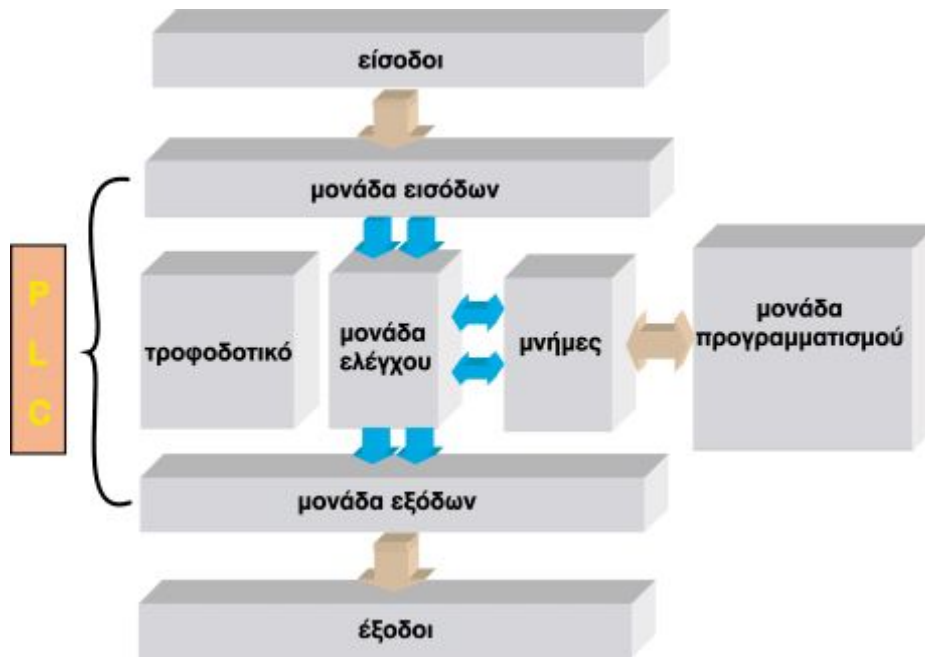
Ας δούμε μερικά από τα πλεονεκτήματα των PLC

- Το κόστος των PLCs επιτρέπει σήμερα και στο πιο απλό μηχάνημα που έχει κάποιον ηλεκτρικό έλεγχο να το χρησιμοποιεί.
- Το PLC διαθέτει τέτοιες δυνατότητες που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οποιοδήποτε μηχάνημα.

Ο προγραμματισμός του είναι σχετικά εύκολος. Μπορούμε να αλλάξουμε τη διαδικασία στη λειτουργία ενός μηχανήματος που ελέγχεται από PLC διαφοροποιώντας το πρόγραμμα του και δεν είναι ανάγκη να αλλάξουμε ηλεκτρικά μέσα και καλωδίωση.

- Η χρήση του PLC στο κύκλωμα ελέγχου φέρνει και πιο χαμηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.
- Η εξοικονόμηση χώρου σε σχέση με τους πίνακες αυτοματισμού.
- Η δυνατότητα χειρισμού και παρακολούθησης μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή.
- Ευκολία χρήσης μεγάλη αξιοπιστία και ταχύτητα.
- Ελαχιστοποίηση του κόστους συντήρησης, εφόσον δεν υπάρχει θέμα βλάβης επειδή τα PLC “χαλάνε” σπάνια.

ΒΑΣΙΚΗ ΔΟΜΗ PLC



Σχήμα 33: Η βασική δομή ενός PLC.

Ένα PLC στην ουσία είναι ένας μικροϋπολογιστής έτσι τα βασικά του μέρη δεν διαφέρουν πολύ από τα μέρη ενός κλασικού ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Πιο συγκεκριμένα τα βασικά μέρη ενός PLC είναι :

- Μονάδα εισόδων
- Μονάδα εξόδων
- Κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU)
- Μονάδα μνήμης
- Μονάδα παροχής ηλεκτρικού ρεύματος
- Θύρες επικοινωνίας
- Βοηθητικές μονάδες

ΜΟΝΑΔΑ ΕΙΣΟΔΩΝ



Σχήμα 34: Στο πάνω μέρος του PLC φαίνονται οι εισοδοι (Inputs)

Κάθε PLC, περιλαμβάνει μια σειρά από κλέμμες εισόδων. Υπάρχουν δύο τύποι εισόδων οι ψηφιακές και οι αναλογικές.

Ψηφιακές (ON-OFF) : η είσοδος μπορεί να αναγνωρίσει μόνο 2 τιμές τάσης (υψηλή - χαμηλή). Η τάση αυτή μπορεί να δημιουργείται από το τροφοδοτικό του PLC ή από εξωτερικό δικό μας τροφοδοτικό, η τιμή της στα περισσότερα PLC είναι 24 V.

Αναλογικές : εδώ το σήμα εισόδου μπορεί να είναι ένα αναλογικό σήμα.

Μία μονάδα εισόδου μπορεί να περιλαμβάνει 4,8,16,32 ψηφιακές εισόδους ανάλογα με τον τύπο του PLC ο οποίος αντίστοιχα μπορεί να έχει πολλές τέτοιες μονάδες .Ο μέγιστος αριθμός αναλογικών εισόδων που μπορεί να περιέχει ένα PLC δίνεται από τον κατασκευαστή και διαφέρει από εταιρία σε εταιρία.

ΜΟΝΑΔΑ ΕΞΟΔΩΝ



Σχήμα 35: Στο κάτω μέρος του PLC φαίνονται οι εξόδοι (Outputs)

Όπως στις στην μονάδα εισόδων έτσι και εδώ έχουμε 2 τύπους εξόδων αναλογικές και ψηφιακές.

Ψηφιακές : Τυπικές τιμές τάσεις των ψηφιακών εξόδων είναι 24V,115V,220V.

Αναλογικές: Τα ηλεκτρικά σήματα που παίρνουμε συνήθως στις αναλογικές είναι από -10V έως 10V και από 0 mA έως 20 mA.

Ένα PLC περιλαμβάνει έναν καθορισμένο αριθμό μονάδων εισόδων και εξόδων που εξαρτάται από τις δυνατότητες του CPU.

ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ (CPU)

Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU) είναι ο εγκέφαλος του P.L.C.

Η CPU ελέγχει και επιτηρεί όλες τις λειτουργίες εσωτερικά στο P.L.C εκτελώντας τις προγραμματισμένες εντολές που βρίσκονται στην μνήμη. Η επικοινωνία της CPU με την μνήμη και τη μονάδα εισόδου-εξόδου, γίνεται μέσω των κλασικών αρτηριών επικοινωνίας που ονομάζονται διάδρομοι δεδομένων, διεύθυνσης, και ελέγχου (data bus, address bus, control bus), ενώ η επικοινωνία με τις μονάδες επέκτασης, γίνεται μέσω του διαδρόμου συστήματος (system bus), το οποίο ενσωματώνεται συνήθως μέσα στο πλαίσιο τοποθέτησης μονάδων.

Όπως και στους κλασικούς υπολογιστές, έτσι και εδώ, η CPU χαρακτηρίζεται από το εύρος του διαδρόμου δεδομένων. Έτσι έχουμε P.L.C. με 4-bit, 8-bit, 16-bit CPU κλπ. Για το χρονισμό του μικροεπεξεργαστή, η CPU περιλαμβάνει μια γεννήτρια συχνότητας που τον συγχρονίζει με την βοήθεια ενός κρυστάλλου ή ενός RC ταλαντωτή. Η συχνότητά της συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 1-8 MHz ανάλογα με τον μικροεπεξεργαστή και την επιθυμητή γκάμα εφαρμογών. Το ρολόι βέβαια αυτό, καθορίζει και την ταχύτητα επεξεργασίας του PLC.

Ο μικροεπεξεργαστής επεξεργάζεται το αποθηκευμένο πρόγραμμα. Ουσιαστικά, όλα τα μοντέρνα PLC βασίζονται σ' ένα μικροεπεξεργαστή, αν και πολλά μεγάλα διαθέτουν περισσότερους από ένα για τον έλεγχο πολύπλοκων, χρονοβόρων λειτουργιών, όπως μαθηματικές επεξεργασίες και PID ελέγχους. Δεν είναι σπάνιες οι περιπτώσεις όπου η CPU διαθέτει microcontroller αντί για απλό μικροεπεξεργαστή, κερδίζοντας σε όγκο και απλότητα αρχιτεκτονικής.

ΜΟΝΑΔΑ ΜΝΗΜΗΣ

Για την αποθήκευση του προγράμματος ελέγχου, όλοι οι μοντέρνοι ελεγκτές διαθέτουν ημιαγωγικές μνήμες, όπως RAM σαν read/write μνήμη ή προγραμματιζόμενες μόνο-διαβάσματος μνήμες τύπου EPROM ή EEPROM.

Το όλο πρόγραμμα γράφεται στη μνήμη. Αυτή συνδέεται στη CPU μόνο όταν πρόκειται να γραφτεί ή να μεταφερθεί το πρόγραμμα στη μνήμη ή αν γίνουν αλλαγές. Επίσης η μνήμη χρησιμοποιείται για να ελέγχουμε διάφορα σήματα κατά τη λειτουργία του προγράμματος και για την βοήθεια ανεύρεσης σφαλμάτων.

Σε όλες ουσιαστικά τις περιπτώσεις (εκτός από μερικά μικρά PLC), η RAM χρησιμοποιείται για την αρχική ανάπτυξη του προγράμματος, καθώς επιτρέπει εύκολες και γρήγορες αλλαγές στο πρόγραμμα. Σήμερα υπάρχει μια τάση χρησιμοποίησης CMOS RAM, εξαιτίας της πολύ μικρής κατανάλωσης ισχύος και επειδή είναι πολύ εύκολο να υποστηριχθεί από μια μικρή μπαταρία, έτσι ώστε να μπορεί να κρατάει τα δεδομένα της ακόμη και όταν το PLC έχει αποσυνδεθεί από την τροφοδοσία. Αυτή η μπαταρία διατηρείται συνήθως για ένα χρόνο πριν απαιτηθεί η αντικατάστασή της. Εναλλακτικά πάντως, μπορεί να χρησιμοποιηθεί επαναφορτιζόμενη μπαταρία, η οποία φορτίζεται το χρονικό διάστημα που η συσκευή βρίσκεται στην τροφοδοσία. Αυτό το χαρακτηριστικό εξασφαλίζει ότι το πρόγραμμα θα παραμένει μόνιμα στην μνήμη.

Μετά την ανάπτυξη και τον έλεγχο του προγράμματος για σφάλματα, αυτό μπορεί να γραφτεί σ' ένα PROM ή EPROM ολοκληρωμένο, το οποίο φυσιολογικά είναι αρκετά φτηνότερο από μια RAM.

Ο προγραμματισμός της PROM ή της EPROM, επιτυγχάνεται μέσω μιας ειδικής μονάδας -της μονάδας προγραμματισμού- αν και πολλοί σύγχρονοι ελεγκτές έχουν αυτή την δυνατότητα ενσωματωμένη. Επιτρέπουν δηλαδή, το πρόγραμμα που βρίσκεται στη RAM, να γραφτεί στο PROM ολοκληρωμένο, που τοποθετείται σε κατάλληλη βάση πάνω στο PLC.

Εκτός τώρα από τη μνήμη για το πρόγραμμα ελέγχου, ένας προγραμματιζόμενος ελεγκτής μπορεί να απαιτεί και πρόσθετη μνήμη για άλλες λειτουργίες, όπως:

- Προσωρινή αποθήκευση των καταστάσεων εισόδου/εξόδου (I/O) RAM. Συνηθίζεται να διατηρείται σταθερή η κατάσταση των εισόδων/εξόδων σε έναν κύκλο προγράμματος, οπότε απαιτείται κάποιος χώρος για την αποθήκευση των καταστάσεων αυτών.
- Προσωρινή αποθήκευση καταστάσεων, εσωτερικών υπομονάδων, όπως χρονοστάτες, απαριθμητές, ρελέ κλπ.

Τα μικρά κυρίως PLC έχουν φυσιολογικά ένα σταθερό μέγεθος μνήμης, εξαιτίας των περιορισμένων διαστάσεών τους, το οποίο κυμαίνεται ανάμεσα σε 300 και 1000 εντολές προγράμματος, ανάλογα με τον κατασκευαστή. Το μέγεθος αυτό μπορεί να μη φαίνεται αρκετά μεγάλο για χρήσιμες εφαρμογές, ωστόσο, έχει υπολογιστεί ότι το 90% όλων των δυαδικών διεργασιών ελέγχου μπορεί να επιλυθεί, χρησιμοποιώντας λιγότερες από 1000 εντολές.

Τα μεγαλύτερα PLC χρησιμοποιούν μονάδες μνήμης (memory modules), μεταξύ 1K και 64K, επιτρέποντας βέβαια την επέκταση με την τοποθέτηση πρόσθετων RAM ή PROM καρτών, πάνω στο πλαίσιο τοποθέτησης μονάδων.

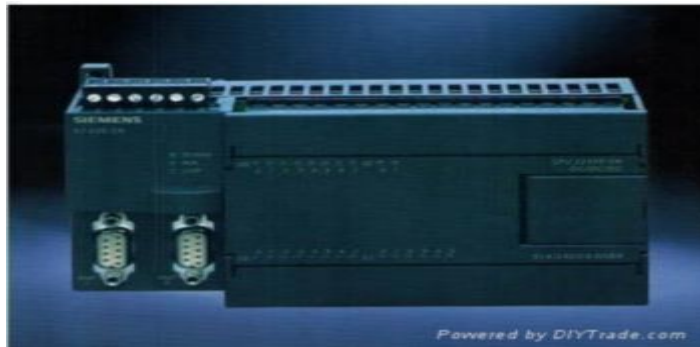
ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ



Σχήμα 36: Τροφοδοτικό του PLC.

Δημιουργεί τις απαραίτητες για λειτουργία των ηλεκτρικών κυκλωμάτων του PLC και των μονάδων εισόδων και εξόδων.

ΘΥΡΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ



Σχήμα 37: Η θύρα επικοινωνίας του PLC.



Σχήμα 38: Το καλώδιο επικοινωνίας του PLC.

Η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ χρήστη και συσκευής μπορεί να γίνει παράλληλα ή σειριακά.

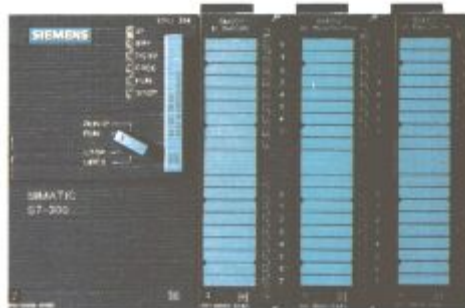
ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

Είναι περιφερειακές συσκευές που δεν είναι απαραίτητες για την λειτουργία του PLC. Παρόλα αυτά προσφέρουν καλύτερη εποπτεία και έλεγχο. Οι κυριότερες εμφανίζονται παρακάτω:

- Εξομοιωτής (σειρά από διακόπτες για εργαστηριακό έλεγχο)
- Modem (συσκευή μεταφοράς πληροφοριών)
- Μονάδες απεικόνισης
- Εκτυπωτές

ΤΥΠΟΙ PLC

Τα PLCs χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες ανάλογα με την δομή τους ,τα compact και τα modular.



Σχήμα 39: Modular PLC



Σχήμα 40: Compact PLC

Τα Modular είναι μία συμπαγής συσκευή με CPU, τροφοδοτικό και συγκεκριμένο αριθμό εισόδων-εξόδων.

Τα Compact περιλαμβάνουν μία βάση πάνω στην οποία προστίθενται τα βασικά μέρη του PLC.

ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ PLC

Όταν το PLC βρίσκεται σε κατάσταση λειτουργίας (RUN) τα βήματα που ακολουθεί είναι τα εξής :

ΒΗΜΑ 1ο : Ο CPU ελέγχει τις καταστάσεις των εισόδων (αν βρίσκονται σε λογικό 0 ή 1) και αποθηκεύει την κατάσταση κάθε εισόδου στην μνήμη.

ΒΗΜΑ 2ο : Ο CPU χρησιμοποιώντας σαν δεδομένα τις τιμές των εισόδων , εκτελεί τις εντολές του προγράμματος. Η εκτέλεση του προγράμματος θα δώσει αποτέλεσμα στις εξόδους και τα αποτελέσματα των εξόδων αποθηκεύονται αντίστοιχα σε ειδική περιοχή της μνήμης.

ΒΗΜΑ 3ο : Ο CPU αποδίδει τις τιμές που είναι αποθηκευμένες στην μνήμη στις εξόδους και αυτό σημαίνει ότι θα δοθεί υψηλή τάση σε όποια έξοδο έχει 1 και χαμηλή τάση σε όποια έξοδο έχει 0.

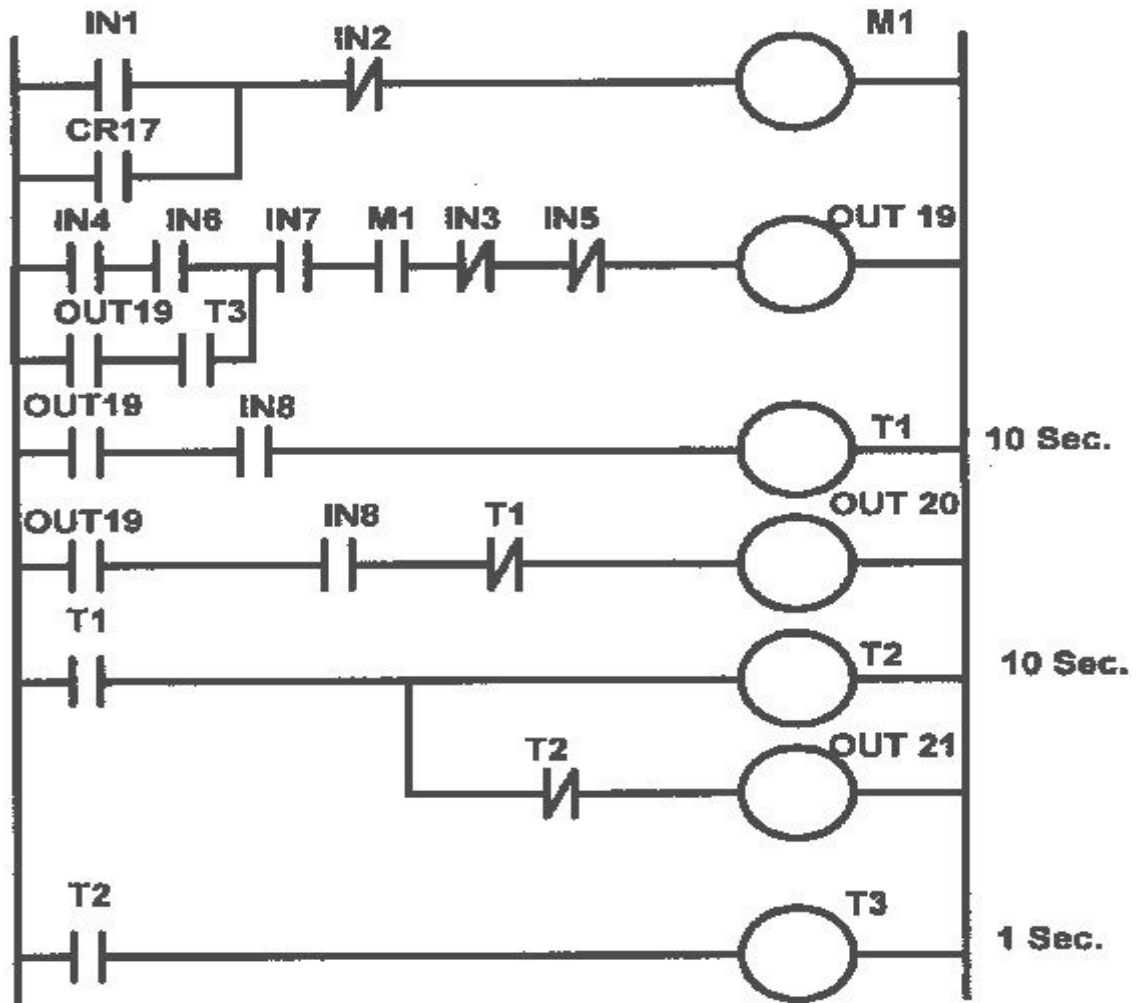
Με την συμπλήρωση του 3ου βήματος ολοκληρώνεται ένας πλήρης κύκλος λειτουργίας και η διαδικασία ξαναρχίζει από την αρχή.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ PLC

Τρεις είναι οι κυριότερες γλώσσες προγραμματισμού για PLC:

1. Γλώσσα LADDER


Είναι η πρώτη γλώσσα που αναπτύχθηκε ιστορικά. Η γλώσσα Ladder επιτρέπει τη μεταφορά του ηλεκτρολογικού σχεδίου, μέσω της κατασκευής προγραμματισμού στο PLC.




Σχήμα 40: Παράδειγμα προγράμματος LADDER

Επαφές

Δύο από τα πιο κοινά στοιχεία είναι η κανονικά ανοικτή επαφή (NO) προγραμματισμού και την κανονικά κλειστή επαφή (NC). Συμβολικά, το ρεύμα περνάει μέσω αυτών όταν είναι κλειστές. Η κανονικά ανοικτή επαφή (NO) είναι κλειστή όταν το στοιχείο που ελέγχει την επαφή είναι 1. Η κανονικά κλειστή επαφή (NC) είναι κλειστή όταν το στοιχείο που ελέγχει την επαφή είναι 0.

 (Κανονικά Ανοικτή Επαφή) κλείνει όταν η τιμή που αποθηκεύεται στη συγκεκριμένη διεύθυνση της είναι "1". Δηλαδή όταν η επαφή κλείνει σημαίνει


ότι από την επαφή θα περάσει ρεύμα. Π.χ. Ο διακόπτης έκλεισε (πατήθηκε) και έτσι θα περάσει ρεύμα.

 **(Κανονικά Κλειστή Επαφή)** κλείνει όταν η τιμή που αποθηκεύεται. Στη συγκεκριμένη διεύθυνση της είναι “0”. Δηλαδή το PLC θα δώσει αποτέλεσμα “1” και θα περάσει ρεύμα όταν π.χ. ο διακόπτης δεν είναι πατημένος.

---|NOT|--- **(Αναστροφέας)** Όπως φαίνεται και από το όνομα της, η εντολή αυτή αντιστρέφει το σήμα που φτάνει σ’ αυτήν. Έτσι αν έρθει “1” θα το κάνει “0” και αν έρθει “0” θα το κάνει “1”.

Πηνία

Τα πηνία αντιπροσωπεύουν τους ηλεκτρονόμους που ενεργοποιούνται όταν ρέει ρεύμα μέσα τους. Όταν ένα πηνίο ενεργοποιείται, αναγκάζει μια αντίστοιχη έξοδο να ανοίξει με την αλλαγή της κατάστασης του στοιχείου που ελέγχει εκείνη σε λογικό 1. Το τελευταίο στοιχείο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ελέγξει τις κανονικά ανοικτές και κανονικά κλειστές επαφές αλλού στο πρόγραμμα.

 **(Πηνίο Εξόδου)** Θα δώσει αποτέλεσμα “1” (τροφοδότηση με τάση) όταν η συνθήκη που προηγείται του πηνίου είναι αληθής και “0” όταν είναι ψευδής.

Διακόπτης Συγκράτησης (Push Button)

Η αντιστοιχία ενός πραγματικού διακόπτη με έναν ο οποίος περιγράφηκε παραπάνω, είναι σωστή μόνο στην περίπτωση κατά την οποία ο διακόπτης διατηρεί την κατάστασή του. Δηλαδή όταν τον ανοίγουμε παραμένει ανοικτός μέχρι να τον κλείσουμε. Υπάρχουν όμως και διακόπτες οι οποίοι αλλάζουν κατάσταση μόνο κατά την διάρκεια της ενεργοποίησής τους και μετά επανέρχονται στην αρχική κατάσταση, για παράδειγμα ο διακόπτης εκκίνησης ενός υπολογιστή. Σε αυτή την περίπτωση η άμεση αντιστοιχία ενός τέτοιου διακόπτη με ένα διακόπτη LADDER δεν θα επιφέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Χρονοδιακόπτες (timers)

Το επόμενο στοιχείο το οποίο είναι πολύ διαδεδομένο στα διαγράμματα LADDER είναι οι χρονοδιακόπτες. Σε αρκετές περιπτώσεις ελέγχου υπάρχει ανάγκη να ελεγχθεί ο χρόνος. Παράδειγμα: μια μηχανή ή μια αντλία πρέπει να ελεγχθεί για να λειτουργήσει για ένα συγκεκριμένο διάστημα του χρόνου, ή ίσως να λειτουργήσει μετά από κάποιο χρονικό διάστημα. Τα PLCs διαθέτουν τους χρονοιστές ως ενσωματωμένες συσκευές. Οι Timers μπορούν να μετρούν σε τμήματα δευτερολέπτων χρησιμοποιώντας το εσωτερικό ρολόι της ΚΜΕ.

Ανάλογα με τους κατασκευαστές PLC διαφέρει και ο τρόπος με τον οποίο προγραμματίζονται οι χρονοιστές. Μια κοινή προσέγγιση είναι να θεωρήσουμε ότι οι χρονοιστές συμπεριφέρονται σαν τους ηλεκτρονόμους με σπείρες που δίνουν έξοδο κατά το κλείσιμο όταν ενεργοποιούνται ή άνοιγμα των επαφών μετά από κάποιο συγκεκριμένο χρόνο. Ο χρονοιστής αντιμετωπίζεται έτσι ως έξοδος για μια βαθμίδα ελέγχου που ασκείται σε ζευγάρια επαφών διαφορετικής βαθμίδας. Σε ορισμένες περιπτώσεις χρησιμοποιείται ως φραγμός καθυστέρησης που όταν παρεμβάλλεται σε μια βαθμίδα καθυστερεί τα σήματα προς την έξοδο σε εκείνη την βαθμίδα.

Υπάρχουν διάφορα είδη χρονοδιακοπτών, οι οποίοι διαφέρουν τόσο στην ικανότητα τους να μετράνε χρόνο όσο και στον τρόπο με τον οποίο δουλεύουν ανάλογα με την κατηγορία τους. Δυστυχώς το γεγονός ότι εξαρτώνται άμεσα από τον τύπο της CPU με τον οποίο θα δουλέψουμε δεν αφήνει περιθώρια για πλήρη ανάλυση γι' αυτό και θα δοθεί ένα παράδειγμα με ένα από τους πιο διαδεδομένους χρονοδιακόπτες.

Τα στοιχεία από τα οποία αποτελείται ο χρονοδιακόπτης είναι μια είσοδος που βρίσκεται στην πάνω αριστερή γωνία και ο αριθμός των βημάτων που θα μετρήσει βρίσκεται στην κάτω αριστερή γωνία. Ο χρόνος που θα μετρήσει ένας χρονοδιακόπτης δίνεται από την εξίσωση

$$T = \text{χρόνος βήματος} * \text{αριθμός βημάτων}$$

Ο χρόνος του βήματος εξαρτάται από την CPU καθώς και από το είδος του χρονοδιακόπτη που επιλέγουμε (μέσω του ονόματος) που χρησιμοποιείται για τον χρονοδιακόπτη, περισσότερες πληροφορίες υπάρχουν στην αντίστοιχη βοήθεια του

συστήματος. Το γεγονός ότι δεν υπάρχει έξοδος μας αναγκάζει να χρησιμοποιήσουμε ένα επιπλέον δίκτυο στο οποίο θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα διακόπτη που θα έχει το ίδιο όνομα με αυτό του χρονοδιακόπτη. Το αποτέλεσμα θα είναι ότι ο τελευταίος θα αλλάζει κατάσταση ανάλογα με την κατάσταση στην οποία βρίσκεται ο χρονοδιακόπτης. Πιο συγκεκριμένα, όταν ο χρονοδιακόπτης μετρήσει το χρόνο που υπολογίζεται από την παραπάνω εξίσωση τότε αλλάζει την κατάσταση που βρίσκεται ο διακόπτης που έχει όνομα ίδιο με αυτό του χρονοδιακόπτη, εάν δηλαδή ήταν ανοιχτός θα κλείσει και το αντίθετο. Ο χρονοδιακόπτης μετράει χρόνο, και συνεχίζει να μετράει αφού φτάσει στον προκαθορισμένο χρόνο, για όσο χρόνο περνάει ρεύμα από μέσα του (I0.0 κλειστός). Σε περίπτωση που σταματήσει η τροφοδοσία του μηδενίζει.

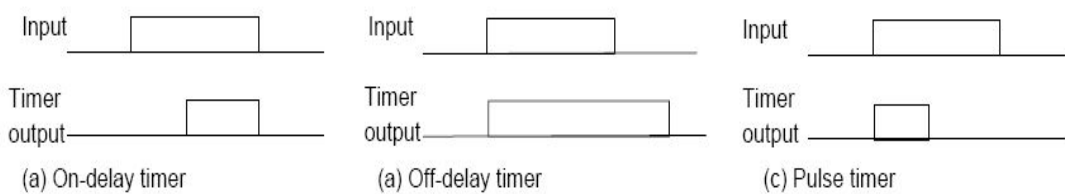
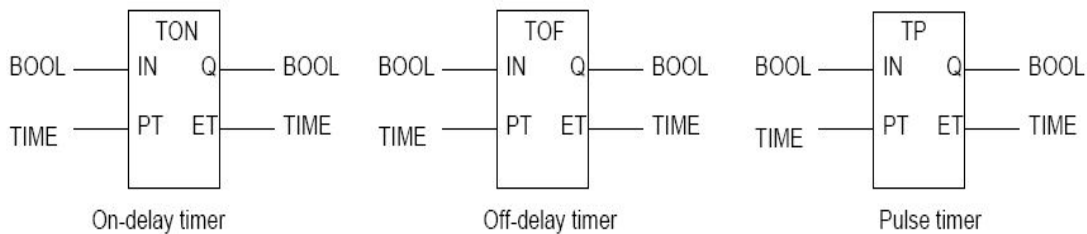


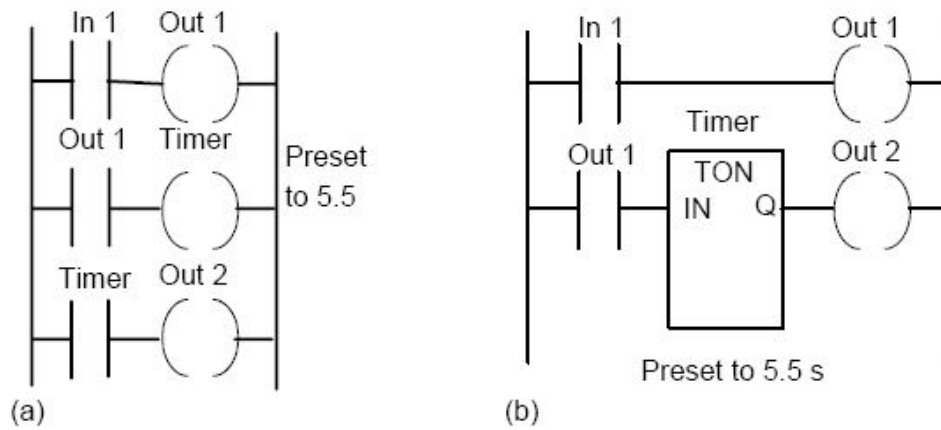
Figure 9.2 Timers: (a) on-delay, (b) off-delay, (c) pulse



Σχήμα 41: Διαφορετικές μορφές χρονοιστών που χρησιμοποιούνται στα PLCs

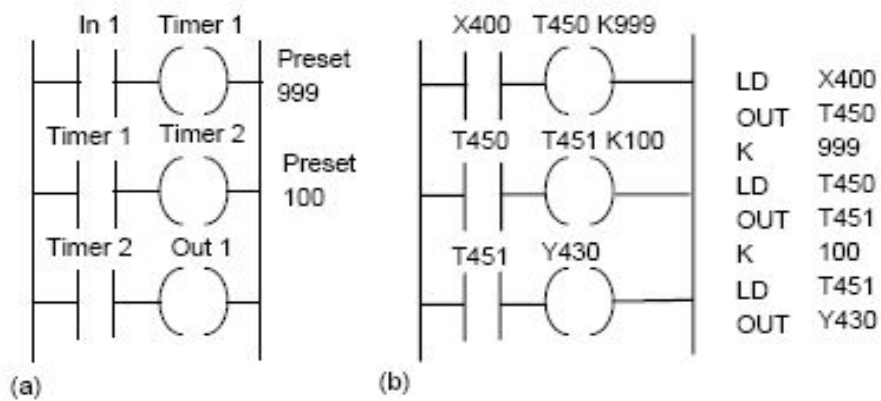
Παραδείγματα σύνδεσης χρονοιστών

- Αλληλουχία



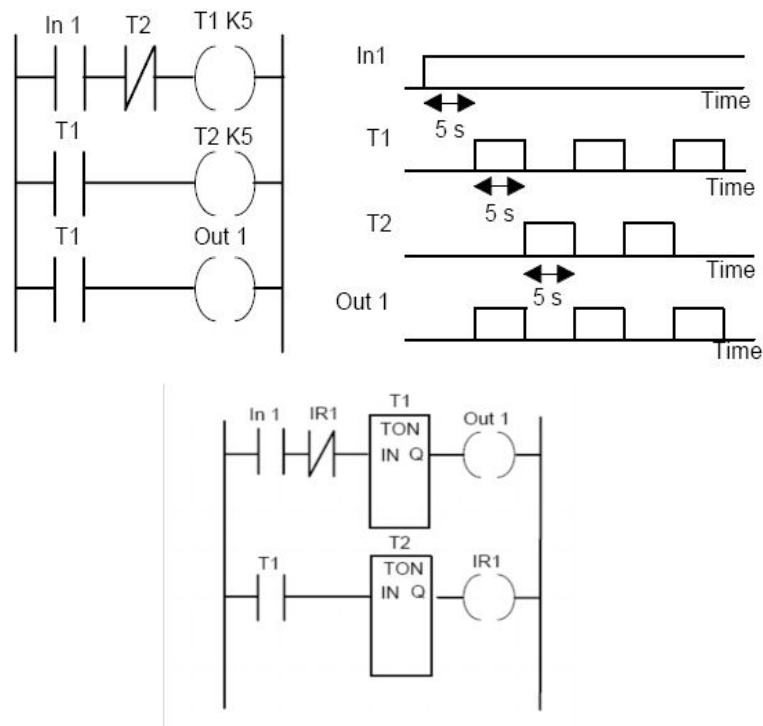
Σχήμα 42

- Χρονιστές σε σειρά



Σχήμα 43

Χρήση TON (on-Delay) χρονιστών για δημιουργία on-off κυκλώματος



Σχήμα 44

Μετρητές (Counters)

Η ίδια διαδικασία και λογική ισχύει και για τους μετρητές (Counters) του Ladder.

Οι μετρητές παρέχονται ως ενσωματωμένα στοιχεία στα PLCs και διενεργούν τη μέτρηση των σημάτων

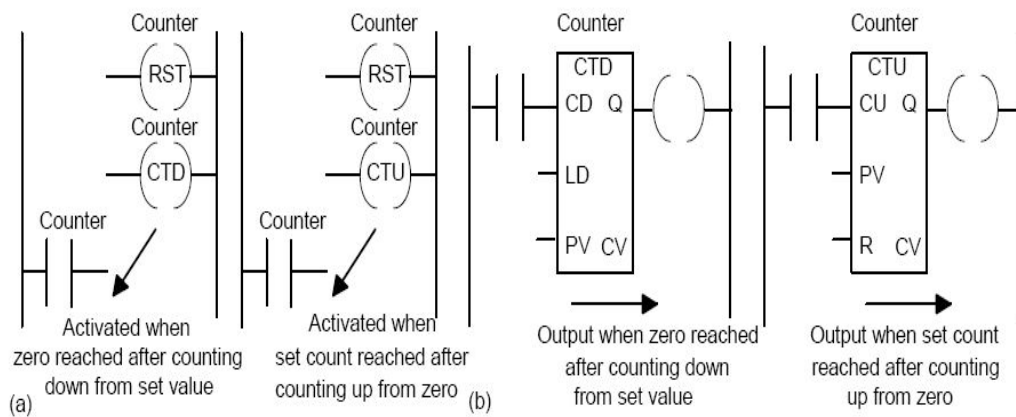
Παράδειγμα :

- στοιχεία που πρέπει να μετρηθούν καθώς περνούν κατά μήκος μιας ζώνης μεταφορέων
- ο αριθμός ανθρώπων που περνούν μέσω μιας πόρτας

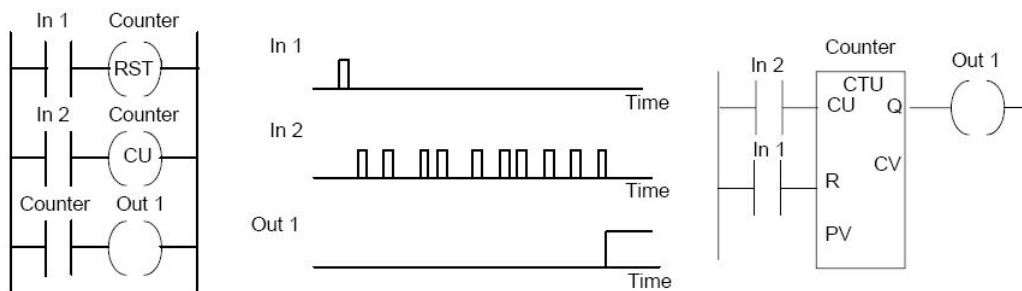
Ένας μετρητής τίθεται σε κάποια τιμή και, όταν αντιλαμβάνεται σήματα εισόδου, ενεργοποιεί τις επαφές του. Κατά συνέπεια τις κανονικά ανοικτές επαφές κλείνουν, οι κανονικά κλειστές επαφές ανοίγουν.

Υπάρχουν δύο τύποι μετρητών (αν και ορισμένα PLCs μπορεί να μην περιέχουν και τους δύο τύπους) Αυτοί είναι κάτω-μετρητές (down-counters) και επάνω-μετρητές (up-counters)

- Αρίθμηση κάτω-μετρητών κάτω από την τρέχουσα τιμή σε μηδέν. Όταν ο μετρητής φθάνει στο μηδέν, οι επαφές του αλλάζουν κατάσταση
- Αρίθμηση επάνω-μετρητών από μηδέν μέχρι την τρέχουσα τιμή. Όταν ο μετρητής φθάνει στην προκαθορισμένη τιμή, οι επαφές αλλάζουν κατάσταση



Σχήμα 45: Είδη μετρητών



Σχήμα 46: Βασική λειτουργία

Up and down μετρητές

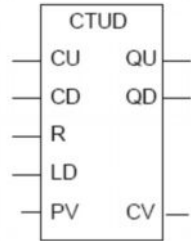
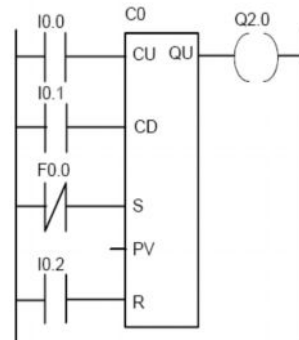


Figure 10.9 IEC 1131-3
standard symbol for up-
down counter



Each input pulse to CU
increments the count by 1
Each input pulse to CD
decrements the count by 1

The count is set to
the preset value PV
when the set (load) input
is 1. As long as it is 1
inputs to CU and CD have
no effect.

The count is reset to zero
when the reset R is 1.

Figure 10.10 Up and down counting with a Siemens PLC

Σχήμα 47

2. Γλώσσα λίστα εντολών (STL)

Η γλώσσα αυτή δημιουργεί λίστα προγράμματος με εντολές, οι οποίες αντιστοιχούν στις λογικές πύλες.

Examples

Bit	15...0
ACCU 1 before execution of XOW	0101	0101	0011	1011
ACCU 2-L or 16-bit constant:	1111	0110	1011	0101
Result (ACCU 1) after execution of XOW	1010	0011	1000	1110

Example 1

STL	Explanation
L IW20	//Load contents of IW20 into ACCU 1-L.
L IW22	//Load contents of ACCU 1 into ACCU 2. Load contents of ID24 into ACCU 1-L.
XOW	//Combine bits of ACCU 1-L with ACCU 2-L bits by XOR, store result in ACCU 1-L.
T MW8	//Transfer result to MW8.

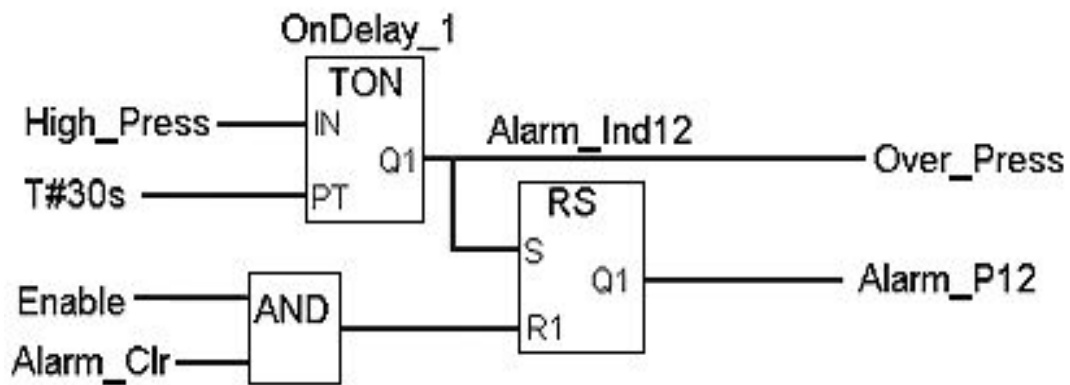
Example 2

STL	Explanation
L IW20	//Load contents of IW20 into ACCU 1-L.
XOW 16#OFFF	//Combine bits of ACCU 1-L with bit pattern of 16-bit constant (0000_1111_1111_1111) by XOR, store result in ACCU 1-L.
JP NEXT	//Jump to NEXT jump label if result is unequal to zero, (CC 1 = 1).

Σχήμα 48: Παράδειγμα προγράμματος STL

3. Γλώσσα λογικού διαγράμματος (FBD)

Η γλώσσα αυτή είναι επίσης γραφική, αλλά αντί του ηλεκτρολογικού σχεδίου χρησιμοποιεί το αντίστοιχο λογικό κύκλωμα.



Σχήμα 49: Παράδειγμα προγράμματος FBD

ΤΟ PLC SIEMENS S7-200



Σχήμα 50: Το PLC SIEMENS SIMATIC S7-200 με CPU 224.

Το PLC S7-200 είναι το μικρότερο μέλος της οικογένειας των ελεγκτών προγραμματιζόμενης λογικής Simatic. Η βασική μονάδα διαθέτει CPU και ενσωματωμένες εισόδους και εξόδους. Στις εισόδους συνδέονται διακόπτες, επαφές, αισθητήρια και άλλες συσκευές που μεταφέρουν πληροφορίες και εντολές στο PLC. Στις εξόδους συνδέονται τα ελεγχόμενα στοιχεία, τα φορτία, όπως κινητήρες, βαλβίδες, αντλίες, φώτα κ.α. Η θύρα προγραμματισμού χρησιμοποιείται για σύνδεση με ηλεκτρονικό υπολογιστή και μεταφορά του προγράμματος.

Εξωτερικές μονάδες : μνήμης, ρολογιού και μπαταρίας

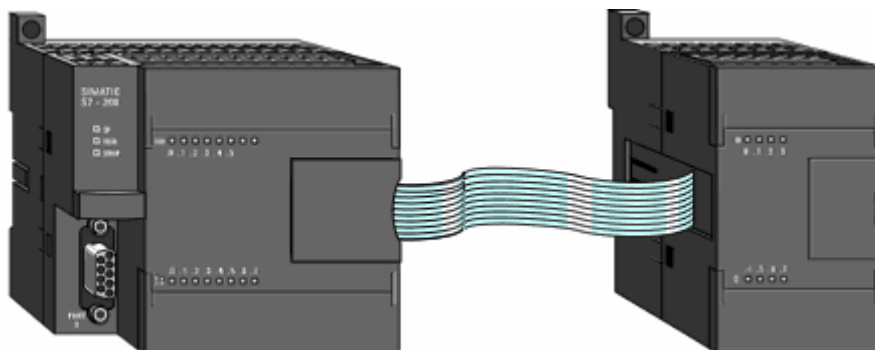
Στα PLC συχνά χρησιμοποιούμε διάφορες εξωτερικές μονάδες μνήμης. Στο S7-200 για παράδειγμα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε εξωτερική μονάδα μνήμης EEPROM, στην οποία αποθηκεύεται το πρόγραμμα για φύλαξη ή μεταφορά σε διάφορες (παραπάνω από μία) συσκευές PLC. Επίσης, υπάρχουν μονάδες ρολογιού πραγματικού χρόνου (Real Time Clock) για τις CPU 221 και 222 που δεν έχουν αντίστοιχη μονάδα ενσωματωμένη όπως συμβαίνει στις μεγαλύτερες CPU 224 και 226. Ακόμα, υπάρχει εξωτερική μονάδα μπαταρίας που επεκτείνει το χρόνο διατήρησης δεδομένων της μνήμης σε περίπτωση διακοπής τάσης.



Σχήμα 51

Μονάδες επέκτασης

Τα Simatic S7-200 είναι επεκτάσιμα συστήματα PLC. Αυτό σημαίνει ότι μπορούμε να επεκτείνουμε τη βασική συσκευή προσθέτοντας μονάδες επιπλέον εισόδων-εξόδων, μονάδες επικοινωνίας ή άλλες μονάδες ειδικού τύπου (π.χ. ελέγχου σερβοκινητήρων). Η σύνδεση γίνεται μέσω καλωδιοταινίας (ribbon cable) που αφού συνδεθεί τοποθετείται μεταξύ των μονάδων που τελικά εφάπτονται προστατεύοντας έτσι την καλωδιοταινία.

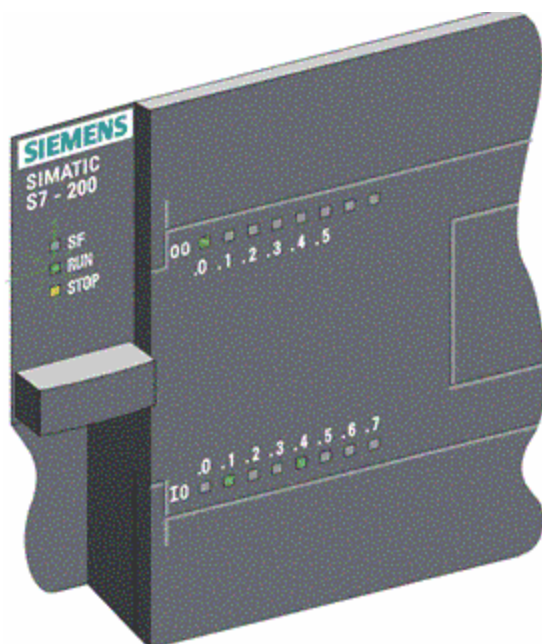


Σχήμα 52

Ενδεικτικές λυχνίες LED

Τρεις ενδεικτικές λυχνίες LED δείχνουν την κατάσταση λειτουργίας της CPU. Η πράσινη λυχνία LED για παράδειγμα, είναι αναμμένη όταν η CPU βρίσκεται σε κατάσταση RUN. Η κίτρινη λυχνία είναι αναμμένη όταν η CPU βρίσκεται σε κατάσταση STOP. Τέλος, η Τρίτη λυχνία με το κόκκινο χρώμα που κανείς τεχνικός δε θέλει να βλέπει, καθώς είναι αναμμένη όταν υπάρχει σφάλμα στη λειτουργία της CPU. Ενδεικτικές λυχνίες επίσης υπάρχουν στα PLC για να δείχνουν την κατάσταση(ON ή OFF) των εισόδων και των εξόδων του συστήματος.

Για κάθε είσοδο ή έξοδο υπάρχει και η αντίστοιχη ενδεικτική λυχνία LED που όταν είναι αναμμένη, με πράσινο χρώμα, σημαίνει ότι η είσοδος ή η έξοδος βρίσκεται σε κατάσταση ON. Όταν η λυχνία είναι σβηστή η είσοδος ή η έξοδος βρίσκεται σε κατάσταση OFF.



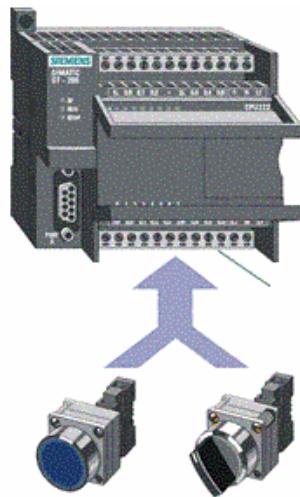
Σχήμα 53: Ενδεικτικές λυχνίες LED.

Εξωτερική τροφοδοσία

Ανάλογα με το μοντέλο, τα S7-200 χρειάζονται τάση τροφοδοσίας 24V DC ή 120/230V AC. Για παράδειγμα μια CPU 222 DC/DC/DC χρειάζεται τροφοδοσία 24V DC και πρέπει να συνδεθεί με εξωτερικό τροφοδοτικό. Οι κλέμμες σύνδεσης της τροφοδοσίας βρίσκονται στο δεξιό άκρο της πάνω κλεμμοσειράς του PLC.

Σύνδεση εισόδων

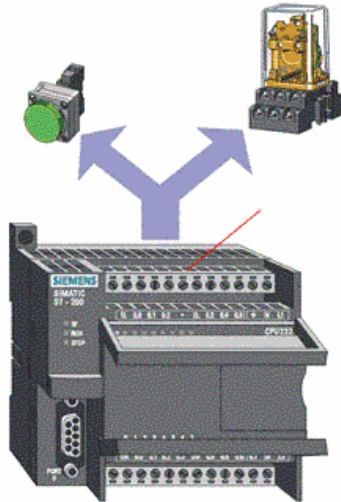
Οι συσκευές εισόδου (μπουτόν, διακόπτες και άλλα αισθητήρια) συνδέονται στις κλέμμες των εισόδων, στην κλεμμοσειρά που βρίσκεται στο κάτω μέρος του PLC σκεπασμένη (όπως και όλες) με προστατευτικό κάλυμμα.



Σχήμα 54

Σύνδεση εξόδων

Οι συσκευές εξόδου (ρελέ, φώτα κ.λ.π.) συνδέονται στις κλέμμες των εξόδων, στην κλεμμοσειρά που βρίσκεται στο πάνω μέρος του PLC σκεπασμένη (όπως και όλες) με προστατευτικό κάλυμμα. Όταν δοκιμάζουμε κάποιο πρόγραμμα δεν είναι απαραίτητο να έχουμε συνδέσει συσκευές στις εξόδους. Τα ενδεικτικά LED δείχνουν ποιες εξοδοι είναι ενεργοποιημένες.



Σχήμα 55

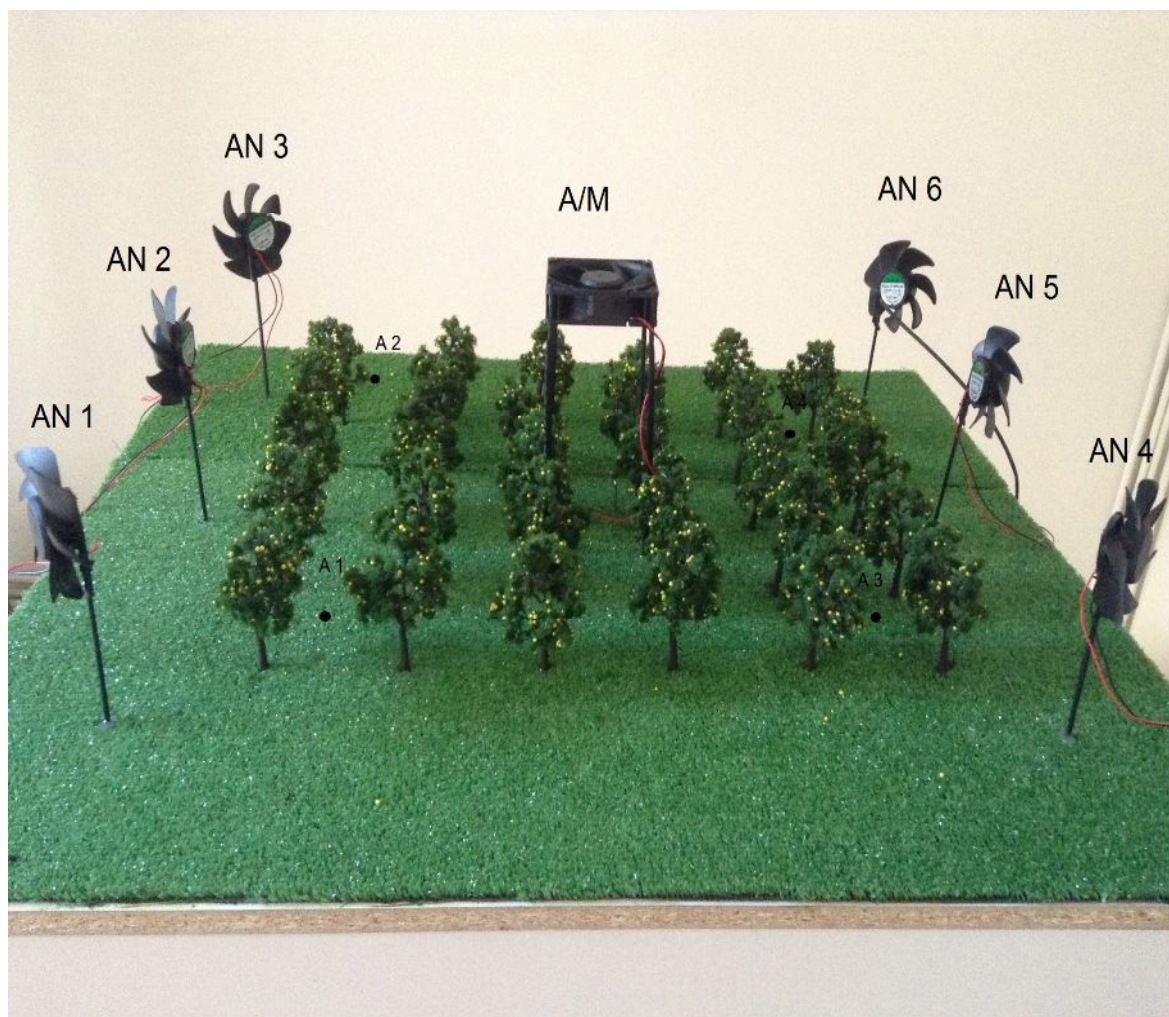
Timers – Χρονικά

Υπάρχουν διάφορων τύπων χρονικά στα PLC. Στο S7-200 συγκεκριμένα, υπάρχουν χρονικά 3 τύπων. Τα χρονικά αναπαρίστανται στη γλώσσα LADDER με ορθογώνια. Όταν ένα χρονικό δεχθεί το σήμα έναυσης (IN) ξεκινά η μέτρηση του χρόνου και η μετρούμενη τιμή συγκρίνεται συνεχώς με την προκαθορισμένη τιμή (PT). Όσο διάστημα η μετρούμενη τιμή είναι μικρότερη από την προκαθορισμένη τιμή, η έξοδος του χρονικού είναι OFF (λογικό 0). Όταν η μετρούμενη τιμή γίνει μεγαλύτερη από την προκαθορισμένη τιμή, τότε η έξοδος του χρονικού αλλάζει και γίνεται ON (λογικό 1). Οι τρεις τύποι χρονικού του S7-200 είναι: καθυστέρησης έλξης (On Delay TON), καθυστέρησης έλξης με αυτοσυγκράτηση (Retentive On-Delay TONR) και καθυστέρησης πτώσης (Off-Delay TOF). Οι αναλύσεις χρόνου για τα χρονικά είναι: ανάλυση 1 millisecond, 10 millisecond και 100 millisecond με μέγιστη τιμή μέτρησης 32,767 second, 327,67 second και 3.276,7 second αντίστοιχα. Για μεγαλύτερους χρόνους χρησιμοποιούμε επιπλέον πρόγραμμα.

ΜΑΚΕΤΑ

Παρακάτω παρουσιάζεται η μακέτα που κατασκευάστηκε για τις ανάγκες της παρουσίασης της πτυχιακής εργασίας.

Η μακέτα μας αποτελείται από 6 ανεμιστήρες, έναν ανεμομίκτη, και 4 αισθητήρες θερμοκρασίας. Όταν η θερμοκρασία πέσει κάτω από την τιμή που θα ορίσουμε θα πρέπει με κατάλληλο συνδυασμό των ανεμιστήρων και του ανεμομίκτη να ξανανέβει η θερμοκρασία στα επιθυμητά επίπεδα. Ο ανεμομίκτης μεταφέρει θερμό αέρα από τα ψηλά στρώματα στα χαμηλά και τον διοχετεύει στο χωράφι. Έπειτα, με τον κατάλληλο συνδυασμό των ανεμιστήρων θα πρέπει να μεταφερθεί ο θερμός αέρας στο επιθυμητό σημείο.



A/M : Ανεμομίκτης

AN1 : Ανεμιστήρας 1

AN2 : Ανεμιστήρας 2

AN3 : Ανεμιστήρας 3

AN4 : Ανεμιστήρας 4

AN5 : Ανεμιστήρας 5

AN6 : Ανεμιστήρας 6

A1 : Αισθητήρας 1

A2 : Αισθητήρας 2

A3 : Αισθητήρας 3

A4 : Αισθητήρας 4

ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Η μακέτα μας αποτελείται από 6 ανεμιστήρες περιμετρικά, έναν ανεμομίκτη στο κέντρο και 4 αισθητήρες θερμοκρασίας στις τέσσερις πλευρές της μακέτας.

Είσοδοι:

I0.1 = Αισθητήρας 1

I0.2 = Αισθητήρας 2

I0.3 = Αισθητήρας 3

I0.4 = Αισθητήρας 4

Έξοδοι:

Q0.0 = Ανεμομίκτης στο κέντρο

Q0.1 = Ανεμιστήρας 1

Q0.2 = Ανεμιστήρας 2

Q0.3 = Ανεμιστήρας 3

Q0.4 = Ανεμιστήρας 4

Q0.5 = Ανεμιστήρας 5

Q0.6 = Ανεμιστήρας 6

Timers:

T37-T63 = TON timers με καθυστέρηση έναυσης.

T101-T115 = TON timers με καθυστέρηση έναυσης.

Στο PLC S7-200 με CPU 214 01.11 θα χρησιμοποιήσουμε 4 ψηφιακές εισόδους και 7 ψηφιακές εξόδους.

Ακόμη χρησιμοποιήσαμε εσωτερικά bits μνήμης (M).

Στις περιπτώσεις που οι αισθητήρες πέσουν από τους 0°C και κάτω θέλουμε να λειτουργούν οι ανεμιστήρες για 10 δευτερόλεπτα (ο χρόνος των 10 δευτερολέπτων έχει οριστεί για την παρουσίαση της μακέτας, ενώ σε πραγματικές συνθήκες θα είναι πολύ μεγαλύτερος) με την εξής σειρά.

- 1) Όταν ο αισθητήρας **1(I0.1)** ενεργοποιηθεί, τότε ο **ανεμομίκτης (Q0.0)** λειτουργεί για **10 sec** και μετά σταματάει και ξεκινούν οι ανεμιστήρες **5(Q0.5) + 6(Q0.6)** για 10 sec.
- 2) Όταν ο αισθητήρας **2(I0.2)** ενεργοποιηθεί, τότε ο **ανεμομίκτης (Q0.0)** λειτουργεί για **10 sec** και μετά σταματάει και ξεκινούν οι ανεμιστήρες **4(Q0.4) + 5(Q0.5)** για 10 sec.
- 3) Όταν ο αισθητήρας **3(I0.3)** ενεργοποιηθεί, τότε ο **ανεμομίκτης (Q0.0)** λειτουργεί για **10 sec** και μετά σταματάει και ξεκινούν οι ανεμιστήρες **2(Q0.2) + 3(Q0.3)** για 10 sec.
- 4) Όταν ο αισθητήρας **4(I0.4)** ενεργοποιηθεί, τότε ο **ανεμομίκτης (Q0.0)** λειτουργεί για **10 sec** και μετά σταματάει και ξεκινούν οι ανεμιστήρες **1(Q0.1) + 2(Q0.2)** για 10 sec.
- 5) Όταν οι αισθητήρες **1(I0.1) + 2(I0.2)** ενεργοποιηθούν, τότε ο **ανεμομίκτης (Q0.0)** λειτουργεί για 10 sec και μετά σταματάει και ξεκινούν οι ανεμιστήρες **4(Q0.4) + 5(Q0.5) + 6(Q0.6)** για 10 sec.
- 6) Όταν οι αισθητήρες **1(I0.1) + 3(I0.3)** ενεργοποιηθούν, τότε ο **ανεμομίκτης (Q0.0)** λειτουργεί για 10 sec και μετά σταματάει και ξεκινούν οι ανεμιστήρες **3(Q0.3) + 6(Q0.6)** για 10 sec.
- 7) Όταν οι αισθητήρες **1(I0.1) + 4(I0.4)** ενεργοποιηθούν, τότε ο **ανεμομίκτης (Q0.0)** λειτουργεί για 10 sec και μετά σταματάει και ξεκινούν οι ανεμιστήρες **1(Q0.1) + 2(Q0.2)** για 10 sec και μετά οι **5(Q0.5) + 6(Q0.6)** για 10 sec.
- 8) Όταν οι αισθητήρες **2(I0.2) + 3(I0.3)** ενεργοποιηθούν, τότε ο **ανεμομίκτης (Q0.0)** λειτουργεί για 10 sec και μετά σταματάει και ξεκινούν οι ανεμιστήρες **2(Q0.2) + 3(Q0.3)** για 10 sec και μετά οι **4(Q0.4) + 5(Q0.5)** για 10 sec.
- 9) Όταν οι αισθητήρες **2(I0.2) + 4(I0.4)** ενεργοποιηθούν, τότε ο **ανεμομίκτης (Q0.0)** λειτουργεί για 10 sec και μετά σταματάει και ξεκινούν οι ανεμιστήρες **1(Q0.1) + 4(Q0.4)** για 10 Sec.
- 10) Όταν οι αισθητήρες **3(I0.3) + 4(I0.4)** ενεργοποιηθούν, τότε ο **ανεμομίκτης (Q0.0)** λειτουργεί για 10 sec και μετά σταματάει και ξεκινούν οι ανεμιστήρες **1(Q0.1) + 2(Q0.2) + 3(Q0.3)** για 10 sec.
- 11) Όταν οι αισθητήρες **1(I0.1) + 2(I0.2) + 3(I0.3)** ενεργοποιηθούν, τότε ο **ανεμομίκτης (Q0.0)** λειτουργεί για 10 sec και μετά σταματάει και ξεκινούν οι ανεμιστήρες **5(Q0.5) +**

6(Q0.6) για 10 sec, μετά ξεκινούν οι **2(Q0.2) + 3(Q0.3)** για 10 sec και μετά οι **4(Q0.4) + 5(Q0.5)** για 10 sec.

12) Όταν οι αισθητήρες **1(I0.1) + 3(I0.3) + 4(I0.4)** ενεργοποιηθούν, τότε ο **ανεμομίκτης (Q0.0)** λειτουργεί για 10 sec και μετά σταματάει και ξεκινούν οι ανεμιστήρες **2(Q0.2) + 3(Q0.3)** για 10 sec, μετά ξεκινούν οι **5(Q0.5) + 6(Q0.6)** για 10 sec και μετά οι **1(Q0.1) + 2(Q0.2)** για 10 sec.

13) Όταν οι αισθητήρες **1(I0.1) + 2(I0.2) + 4(I0.4)** ενεργοποιηθούν, τότε ο **ανεμομίκτης (Q0.0)** λειτουργεί για 10 sec και μετά σταματάει και ξεκινούν οι ανεμιστήρες **4(Q0.4) + 5(Q0.5)** για 10 sec, μετά ξεκινούν οι **1(Q0.1) + 2(Q0.2)** για 10 sec και μετά οι **5(Q0.5) + 6(Q0.6)** για 10 sec.

14) Όταν οι αισθητήρες **2(I0.2) + 3(I0.3) + 4(I0.4)** ενεργοποιηθούν τότε ο **ανεμομίκτης (Q0.0)** λειτουργεί για 10 sec και μετά σταματάει και ξεκινούν οι ανεμιστήρες **1(Q0.1) + 2(Q0.2)** για 10 sec, μετά ξεκινούν οι **4(Q0.4) + 5(Q0.5)** για 10 sec και μετά οι **2(Q0.2) + 3(Q0.3)** για 10 sec.

15) Όταν οι αισθητήρες **1(I0.1) + 2(I0.2) + 3(I0.3) + 4(I0.4)** ενεργοποιηθούν, τότε ο **ανεμομίκτης (Q0.0)** λειτουργεί για 10 sec και μετά σταματάει και ξεκινούν οι ανεμιστήρες **4(Q0.4) + 5(Q0.5) + 6(Q0.6)** για 10 sec, μετά ξεκινούν οι **1(Q0.1) + 2(Q0.2) + 3(Q0.3)** για 10 sec και μετά οι **1(Q0.1) + 3(Q0.3) + 4(Q0.4) + 6(Q0.6)** για 10 sec.

ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΤΟΥ LADDER

Network1: Όταν οι είσοδοι $I0.1=1$ και $I0.2=0$ και $I0.3=0$ και $I0.4=0$ τότε ενεργοποιείται το εσωτερικό bit $M0.0$ και παίρνει λογική κατάσταση "1".

Network2: Όταν $M0.0=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης $T37$ να μετράει 10 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network3: Όταν $M0.0=1$ και $T37=0$ τότε θέτουμε $M10.0=1$.

Network4: Όταν $M0.0=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης $T38$ να μετράει 20 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network5: Όταν $M0.0=1$ και $T37=1$ και $T38=0$ τότε θέτουμε $M10.5=1$ και $M10.6=1$.

Network6: Όταν $T37=1$ και $T38=1$ κάνουμε reset τους timers.

Network7: Όταν οι είσοδοι $I0.2=1$ και $I0.1=0$ και $I0.3=0$ και $I0.4=0$ τότε ενεργοποιείται το εσωτερικό bit $M0.1$ και παίρνει λογική κατάσταση "1".

Network8: Όταν $M0.1=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης $T39$ να μετράει 10 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network9: Όταν $M0.1=1$ και $T39=0$ τότε θέτουμε $M11.0=1$.

Network10: Όταν $M0.1=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης $T40$ να μετράει 20 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network11: Όταν $M0.1=1$ και $T39=1$ και $T40=0$ τότε θέτουμε $M11.4=1$ και $M11.5=1$.

Network12: Όταν $T39=1$ και $T40=1$ κάνουμε reset τους timers.

Network13: Όταν οι είσοδοι $I0.3=1$ και $I0.1=0$ και $I0.2=0$ και $I0.4=0$ τότε ενεργοποιείται το εσωτερικό bit $M0.2$ και παίρνει λογική κατάσταση "1".

Network14: Όταν $M0.2=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης $T41$ να μετράει 10 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network15: Όταν $M0.2=1$ και $T41=0$ τότε θέτουμε $M12.0=1$.

Network16: Όταν $M0.2=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης $T42$ να μετράει 20 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network17: Όταν $M0.2=1$ και $T41=1$ και $T42=0$ τότε θέτουμε $M12.2=1$ και $M12.3=1$.

Network18: Όταν $T41=1$ και $T42=1$ κάνουμε reset τους timers.

Network19: Όταν οι είσοδοι $I0.4=1$ και $I0.1=0$ και $I0.2=0$ και $I0.3=0$ τότε ενεργοποιείται το εσωτερικό bit $M0.3$ και παίρνει λογική κατάσταση "1".

Network20: Όταν $M0.3=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης $T43$ να μετράει 10 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network21: Όταν $M0.3=1$ και $T43=0$ τότε θέτουμε $M13.0=1$.

Network22: Όταν $M0.3=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης T44 να μετράει 20 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network23: Όταν $M0.3=1$ και $T43=1$ και $T44=0$ τότε θέτουμε $M13.1=1$ και $M13.2=1$.

Network24: Όταν $T43=1$ και $T44=1$ κάνουμε reset τους timers.

Network25: Όταν οι είσοδοι $I0.1=1$ και $I0.2=1$ και $I0.3=0$ και $I0.4=0$ τότε ενεργοποιείται το εσωτερικό bit $M1.0$ και παίρνει λογική κατάσταση "1".

Network26: Όταν $M1.0=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης T45 να μετράει 10 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network27: Όταν $M1.0=1$ και $T45=0$ τότε θέτουμε $M14.0=1$.

Network28: Όταν $M1.0=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης T46 να μετράει 20 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network29: Όταν $M1.0=1$ και $T45=1$ και $T46=0$ τότε θέτουμε $M14.4=1$ και $M14.5=1$ και $M14.6=1$.

Network30: Όταν $T45=1$ και $T46=1$ κάνουμε reset τους timers.

Network31: Όταν οι είσοδοι $I0.1=1$ και $I0.3=1$ και $I0.2=0$ και $I0.4=0$ τότε ενεργοποιείται το εσωτερικό bit $M1.1$ και παίρνει λογική κατάσταση "1".

Network32: Όταν $M1.1=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης T47 να μετράει 10 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network33: Όταν $M1.1=1$ και $T47=0$ τότε θέτουμε $M15.0=1$.

Network34: Όταν $M1.1=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης T48 να μετράει 20 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network35: Όταν $M1.1=1$ και $T47=1$ και $T48=0$ τότε θέτουμε $M15.3=1$ και $M15.6=1$.

Network36: Όταν $T47=1$ και $T48=1$ κάνουμε reset τους timers.

Network37: Όταν οι είσοδοι $I0.1=1$ και $I0.4=1$ και $I0.2=0$ και $I0.3=0$ τότε ενεργοποιείται το εσωτερικό bit $M1.2$ και παίρνει λογική κατάσταση "1".

Network38: Όταν $M1.2=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης $T49$ να μετράει 10 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network39: Όταν $M1.2=1$ και $T49=0$ τότε θέτουμε $M16.0=1$.

Network40: Όταν $M1.2=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης $T50$ να μετράει 20 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network41: Όταν $M1.2=1$ και $T49=1$ και $T50=0$ τότε θέτουμε $M16.1=1$ και $M16.2=1$.

Network42: Όταν $M1.2=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης $T51$ να μετράει 30 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network43: Όταν $M1.2=1$ και $T49=1$ και $T50=1$ $T51=0$ τότε θέτουμε $M16.5=1$ και $M16.6=1$.

Network44: Όταν $T49=1$ και $T50=1$ $T51=1$ κάνουμε reset τους timers.

Network45: Όταν οι είσοδοι $I0.2=1$ και $I0.3=1$ και $I0.1=0$ και $I0.4=0$ τότε ενεργοποιείται το εσωτερικό bit $M1.3$ και παίρνει λογική κατάσταση "1".

Network46: Όταν $M1.3=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης $T52$ να μετράει 10 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network47: Όταν $M1.3=1$ και $T52=0$ τότε θέτουμε $M17.0=1$.

Network48: Όταν $M1.3=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης $T53$ να μετράει 20 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network49: Όταν $M1.3=1$ και $T52=1$ και $T53=0$ τότε θέτουμε $M17.2=1$ και $M17.3=1$.

Network50: Όταν $M1.3=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης $T54$ να μετράει 30 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network51: Όταν $M1.3=1$ και $T52=1$ και $T53=1$ $T54=0$ τότε θέτουμε $M17.4=1$ και $M17.5=1$.

Network52: Όταν $T52=1$ και $T53=1$ $T54=1$ κάνουμε reset τους timers.

Network53: Όταν οι είσοδοι $I0.2=1$ και $I0.4=1$ και $I0.1=0$ και $I0.3=0$ τότε ενεργοποιείται το εσωτερικό bit $M1.4$ και παίρνει λογική κατάσταση "1".

Network54: Όταν $M1.4=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης $T55$ να μετράει 10 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network55: Όταν $M1.4=1$ και $T55=0$ τότε θέτουμε $M18.0=1$.

Network56: Όταν $M1.4=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης $T56$ να μετράει 20 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network57: Όταν $M1.4=1$ και $T55=1$ και $T56=0$ τότε θέτουμε $M18.1=1$ και $M18.4=1$.

Network58: Όταν $T55=1$ και $T56=1$ κάνουμε reset τους timers.

Network59: Όταν οι είσοδοι $I0.3=1$ και $I0.4=1$ και $I0.1=0$ και $I0.2=0$ τότε ενεργοποιείται το εσωτερικό bit $M1.5$ και παίρνει λογική κατάσταση "1".

Network60: Όταν $M1.5=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης $T57$ να μετράει 10 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network61: Όταν $M1.5=1$ και $T57=0$ τότε θέτουμε $M19.0=1$.

Network62: Όταν $M1.5=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης $T58$ να μετράει 20 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network63: Όταν $M1.5=1$ και $T57=1$ και $T58=0$ τότε θέτουμε $M19.1=1$ και $M19.2=1$ $M19.3=1$.

Network64: Όταν $T57=1$ και $T58=1$ κάνουμε reset τους timers.

Network65: Όταν οι είσοδοι $I0.1=1$ και $I0.2=1$ και $I0.3=1$ και $I0.4=0$ τότε ενεργοποιείται το εσωτερικό bit $M2.0$ και παίρνει λογική κατάσταση "1".

Network66: Όταν $M2.0=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης $T59$ να μετράει 10 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network67: Όταν $M2.0=1$ και $T59=0$ τότε θέτουμε $M20.0=1$.

Network68: Όταν $M2.0=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης $T60$ να μετράει 20 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network69: Όταν $M2.0=1$ και $T59=1$ και $T60=0$ τότε θέτουμε $M20.5=1$ και $M20.6=1$.

Network70: Όταν $M2.0=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης $T61$ να μετράει 30 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network71: Όταν $M2.0=1$ και $T59=1$ και $T60=1$ $T61=0$ τότε θέτουμε $M20.2=1$ και $M20.3=1$.

Network72: Όταν $M2.0=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης $T62$ να μετράει 40 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network73: Όταν $M2.0=1$ και $T59=1$ και $T60=1$ $T61=1$ $T62=0$ τότε θέτουμε $M20.4=1$ και $M20.5=1$.

Network74: Όταν $T59=1$ και $T60=1$ και $T61=1$ και $T62=1$ κάνουμε reset τους timers.

Network75: Όταν οι είσοδοι $I0.1=1$ και $I0.3=1$ και $I0.4=1$ και $I0.2=0$ τότε ενεργοποιείται το εσωτερικό bit $M2.1$ και παίρνει λογική κατάσταση "1".

Network76: Όταν $M2.1=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης $T63$ να μετράει 10 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network77: Όταν $M2.1=1$ και $T63=0$ τότε θέτουμε $M21.0=1$.

Network78: Όταν $M2.1=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης $T101$ να μετράει 20 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network79: Όταν $M2.1=1$ και $T63=1$ και $T101=0$ τότε θέτουμε $M21.2=1$ και $M21.3=1$.

Network80: Όταν $M2.1=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης T102 να μετράει 30 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network81: Όταν $M2.1=1$ και $T63=1$ και $T101=1$ $T102=0$ τότε θέτουμε $M21.5=1$ και $M21.6=1$.

Network82: Όταν $M2.1=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης T103 να μετράει 40 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network83: Όταν $M2.1=1$ και $T63=1$ και $T101=1$ $T102=1$ $T103=0$ τότε θέτουμε $M21.1=1$ και $M21.2=1$.

Network84: Όταν $T63=1$ και $T101=1$ και $T102=1$ και $T103=1$ κάνουμε reset τους timers.

Network85: Όταν οι είσοδοι $I0.1=1$ και $I0.2=1$ και $I0.4=1$ και $I0.3=0$ τότε ενεργοποιείται το εσωτερικό bit M2.2 και παίρνει λογική κατάσταση "1".

Network86: Όταν $M2.2=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης T104 να μετράει 10 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network87: Όταν $M2.2=1$ και $T104=0$ τότε θέτουμε $M22.0=1$.

Network88: Όταν $M2.2=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης T105 να μετράει 20 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network89: Όταν $M2.2=1$ και $T104=1$ και $T105=0$ τότε θέτουμε $M22.4=1$ και $M22.5=1$.

Network90: Όταν $M2.2=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης T106 να μετράει 30 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network91: Όταν $M2.2=1$ και $T104=1$ και $T105=1$ $T106=0$ τότε θέτουμε $M22.1=1$ και $M22.2=1$.

Network92: Όταν $M2.2=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης T107 να μετράει 40 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network93: Όταν $M2.2=1$ και $T104=1$ και $T105=1$ $T106=1$ $T107=0$ τότε θέτουμε $M22.5=1$ και $M22.6=1$.

Network94: Όταν $T104=1$ και $T105=1$ και $T106=1$ και $T107=1$ κάνουμε reset τους timers.

Network95: Όταν οι είσοδοι $I0.2=1$ και $I0.3=1$ και $I0.4=1$ και $I0.1=0$ τότε ενεργοποιείται το εσωτερικό bit $M2.3$ και παίρνει λογική κατάσταση "1".

Network96: Όταν $M2.3=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης $T108$ να μετράει 10 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network97: Όταν $M2.3=1$ και $T108=0$ τότε θέτουμε $M23.0=1$.

Network98: Όταν $M2.3=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης $T109$ να μετράει 20 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network99: Όταν $M2.3=1$ και $T108=1$ και $T109=0$ τότε θέτουμε $M23.1=1$ και $M23.2=1$.

Network100: Όταν $M2.3=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης $T110$ να μετράει 30 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network101: Όταν $M2.3=1$ και $T108=1$ και $T109=1$ $T110=0$ τότε θέτουμε $M23.4=1$ και $M23.5=1$.

Network102: Όταν $M2.3=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης $T111$ να μετράει 40 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network103: Όταν $M2.3=1$ και $T108=1$ και $T109=1$ $T110=1$ $T111=0$ τότε θέτουμε $M23.2=1$ και $M23.3=1$.

Network104: Όταν $T108=1$ και $T109=1$ και $T110=1$ και $T111=1$ κάνουμε reset τους timers.

Network105: Όταν οι είσοδοι $I0.1=1$ και $I0.2=1$ και $I0.3=1$ και $I0.4=1$ τότε ενεργοποιείται το εσωτερικό bit $M3.0$ και παίρνει λογική κατάσταση "1".

Network106: Όταν $M3.0=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης $T112$ να μετράει 10 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network107: Όταν $M3.0=1$ και $T112=0$ τότε θέτουμε $M24.0=1$.

Network108: Όταν $M3.0=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης T113 να μετράει 20 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network109: Όταν $M3.0=1$ και $T112=1$ και $T113=0$ τότε θέτουμε $M24.4=1$ και $M24.5=1$ και $M24.6=1$.

Network110: Όταν $M3.0=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης T114 να μετράει 30 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

Network111: Όταν $M3.0=1$ και $T112=1$ και $T113=1$ $T114=0$ τότε θέτουμε $M24.1=1$ και $M24.2=1$ και $M24.3=1$.

Network112: Όταν $M3.0=1$ ξεκινάει ο timer με καθυστέρηση έναυσης T115 να μετράει 40 δευτερόλεπτα μέχρι να πάει σε λογικό 1.

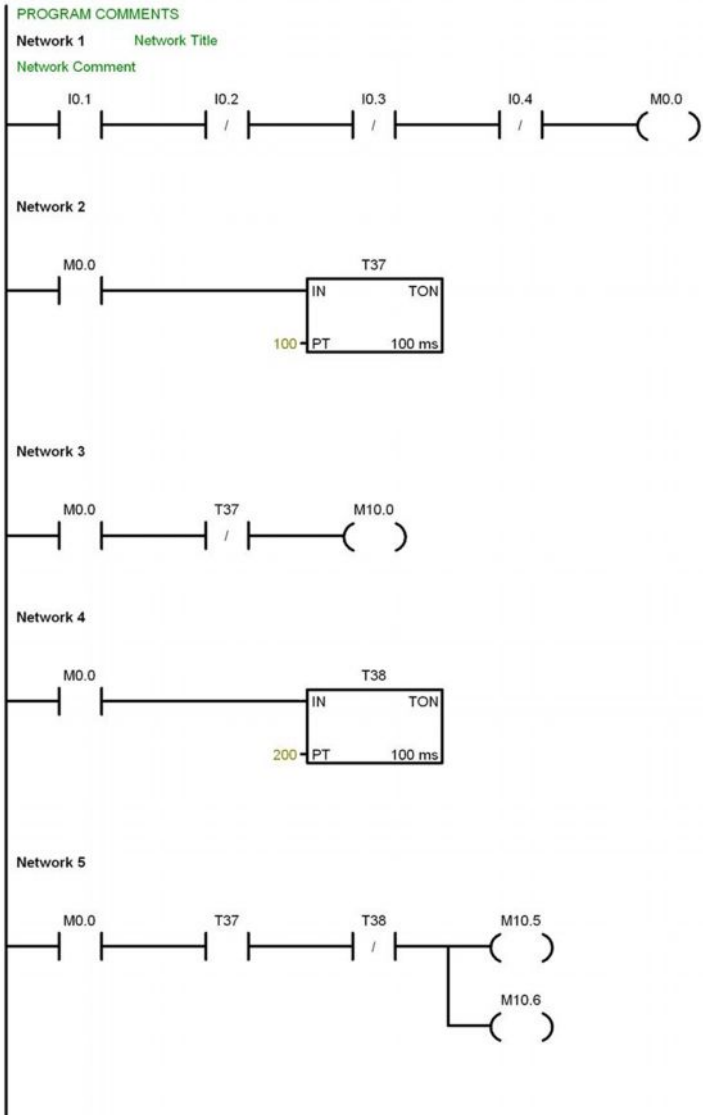
Network113: Όταν $M3.0=1$ και $T112=1$ και $T113=1$ $T114=1$ $T115=0$ τότε θέτουμε $M24.1=1$ και $M24.3=1$ και $M24.4=1$ και $M24.6=1$.

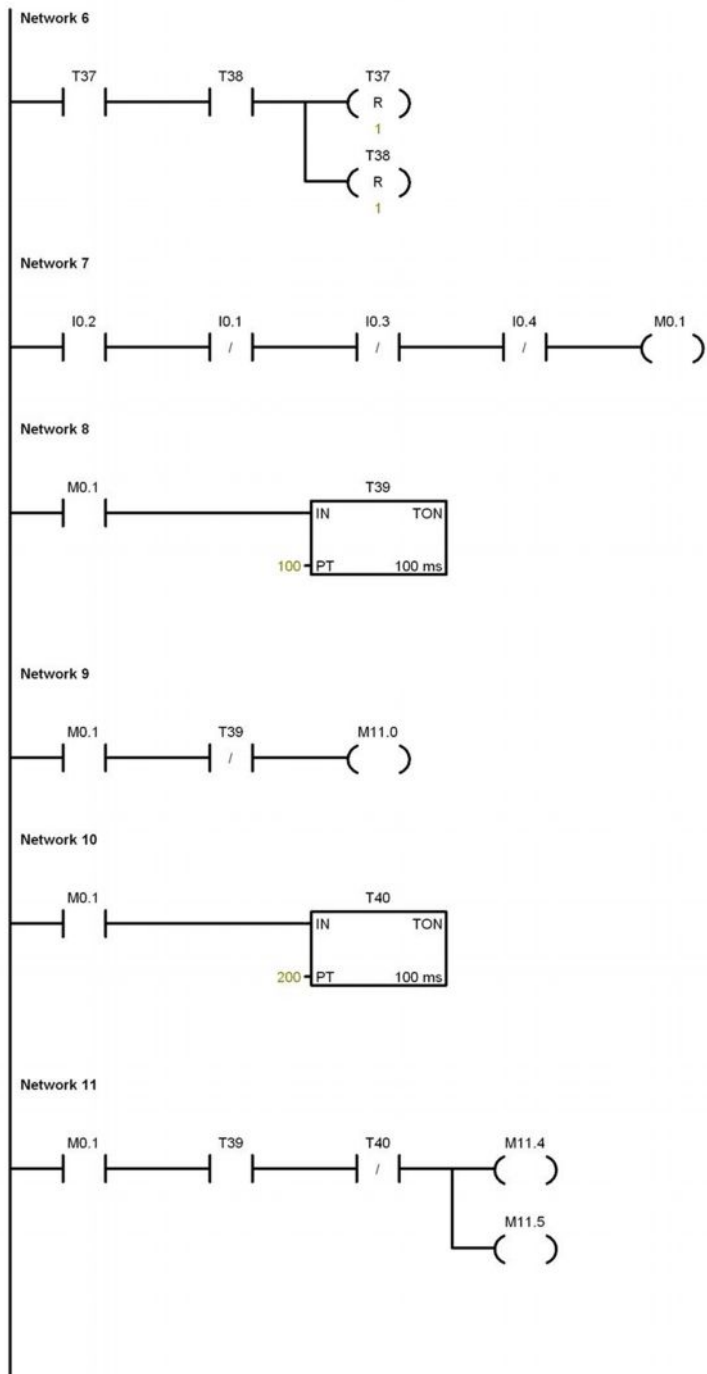
Network114: Όταν $T112=1$ και $T113=1$ και $T114=1$ και $T115=1$ κάνουμε reset τους timers.

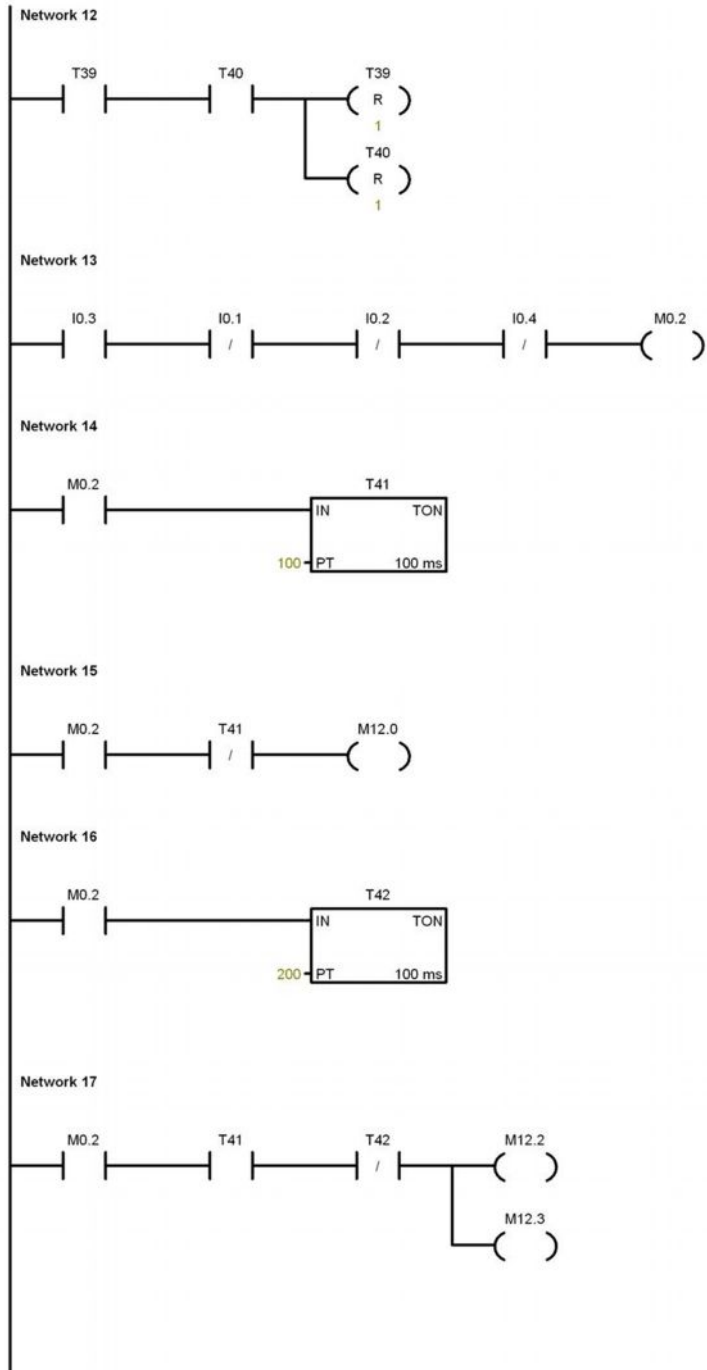
Network115-121: Αντιστοίχιση εσωτερικών bits $Mx.x$ στις εξόδους Q0.0 - Q0.6.

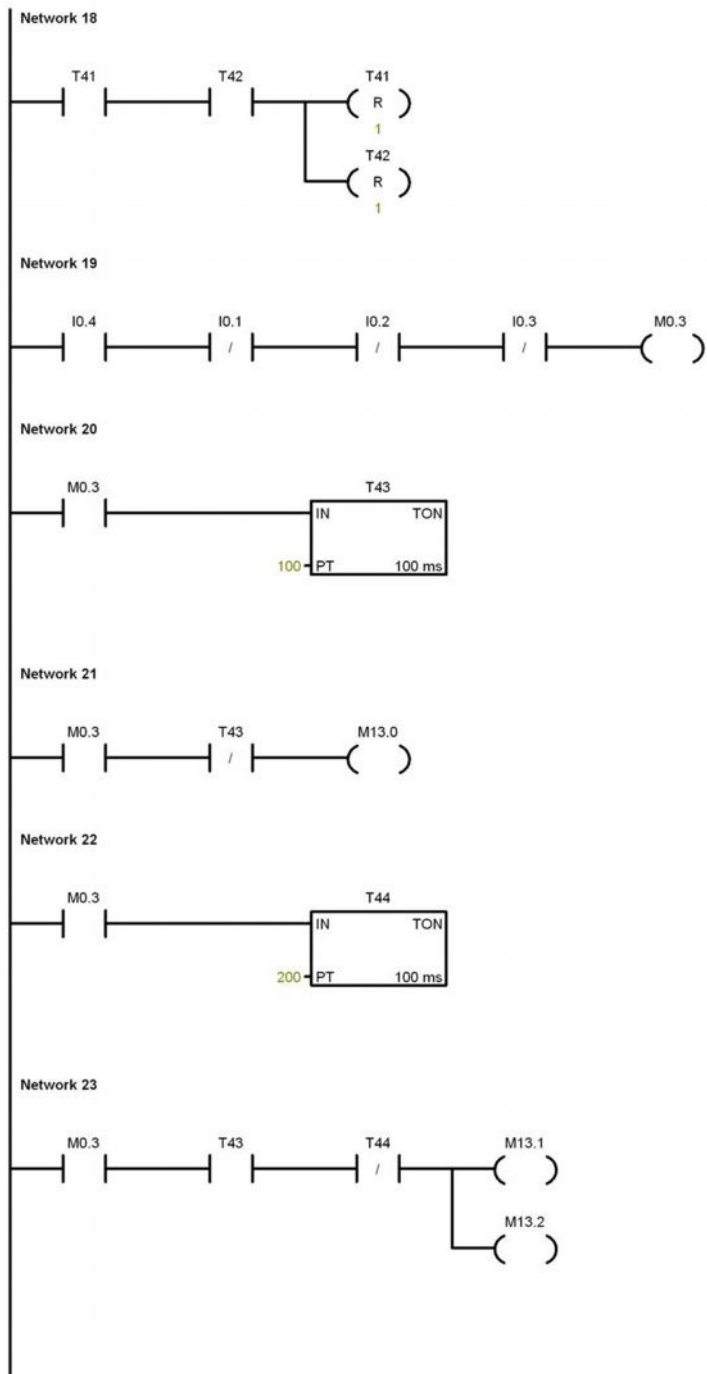
Block: MAIN
 Author:
 Created: 09/02/2013 10:22:39 am
 Last Modified: 09/02/2013 07:31:41 pm

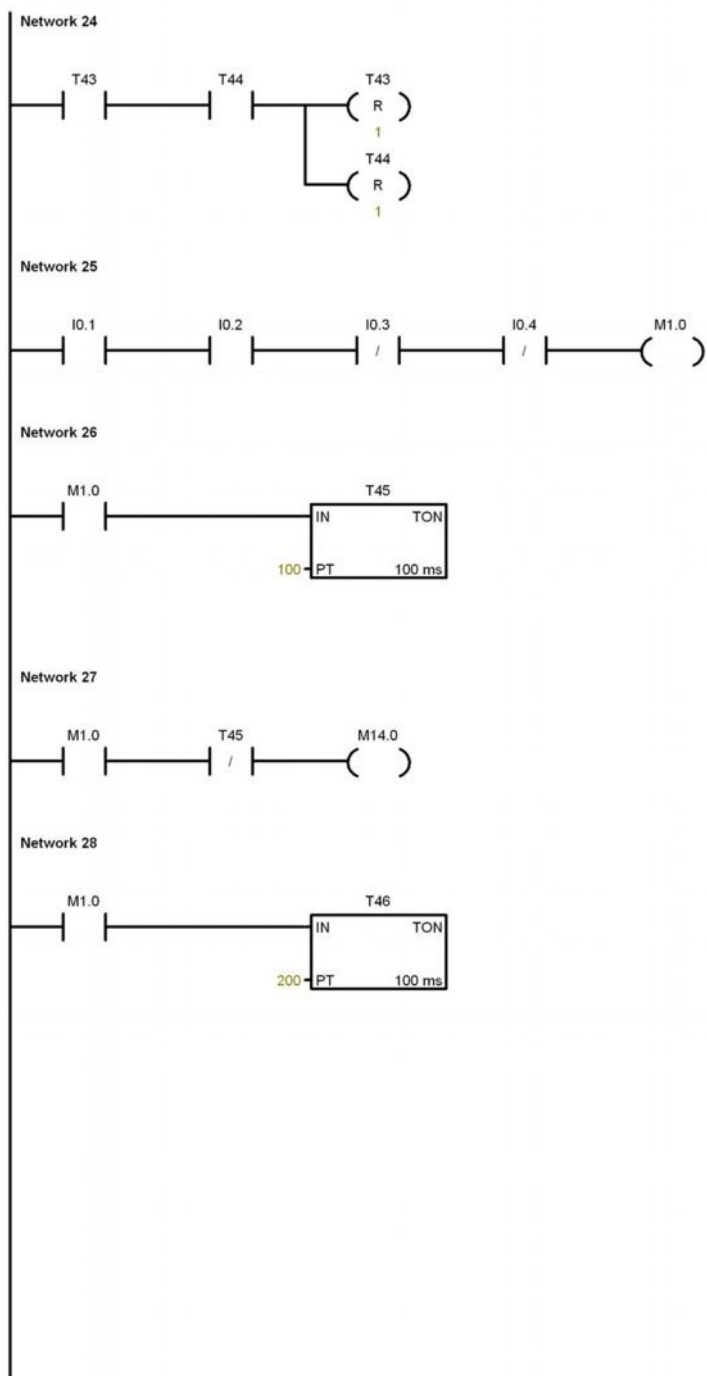
Symbol	Var Type	Data Type	Comment
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		

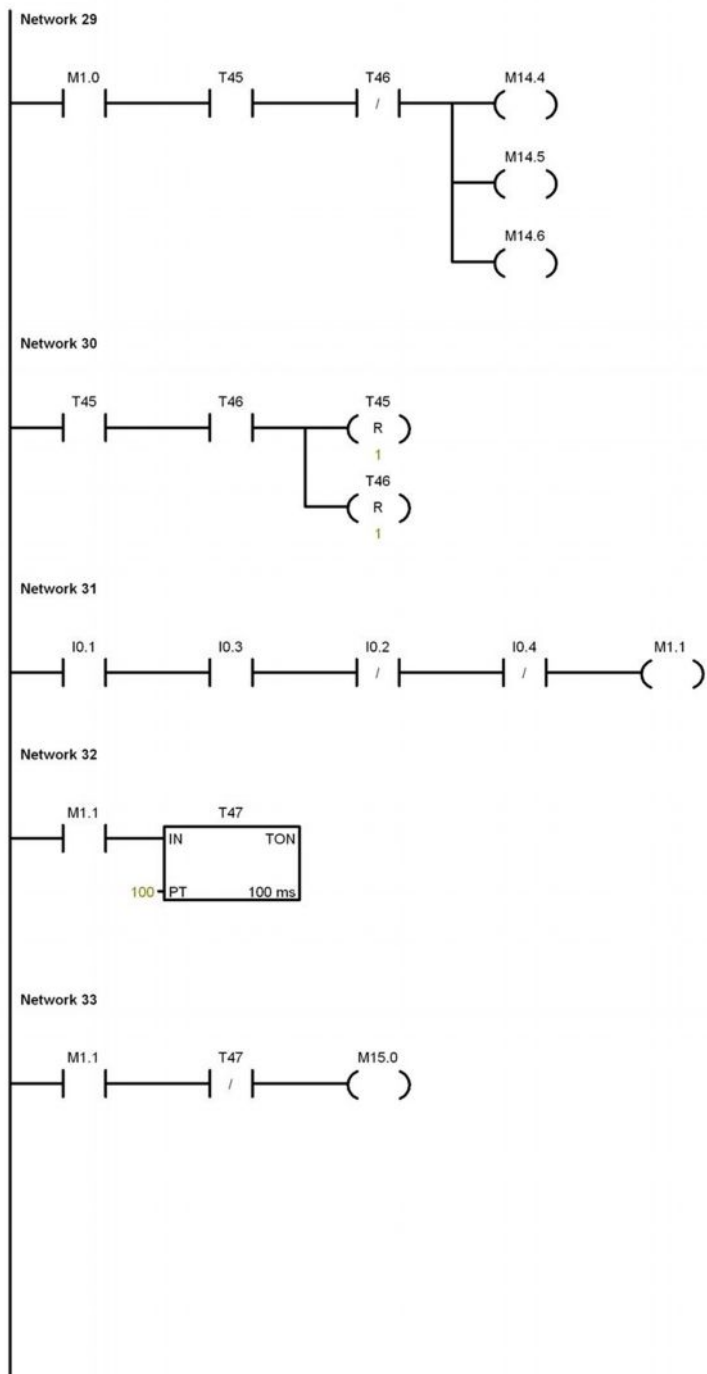


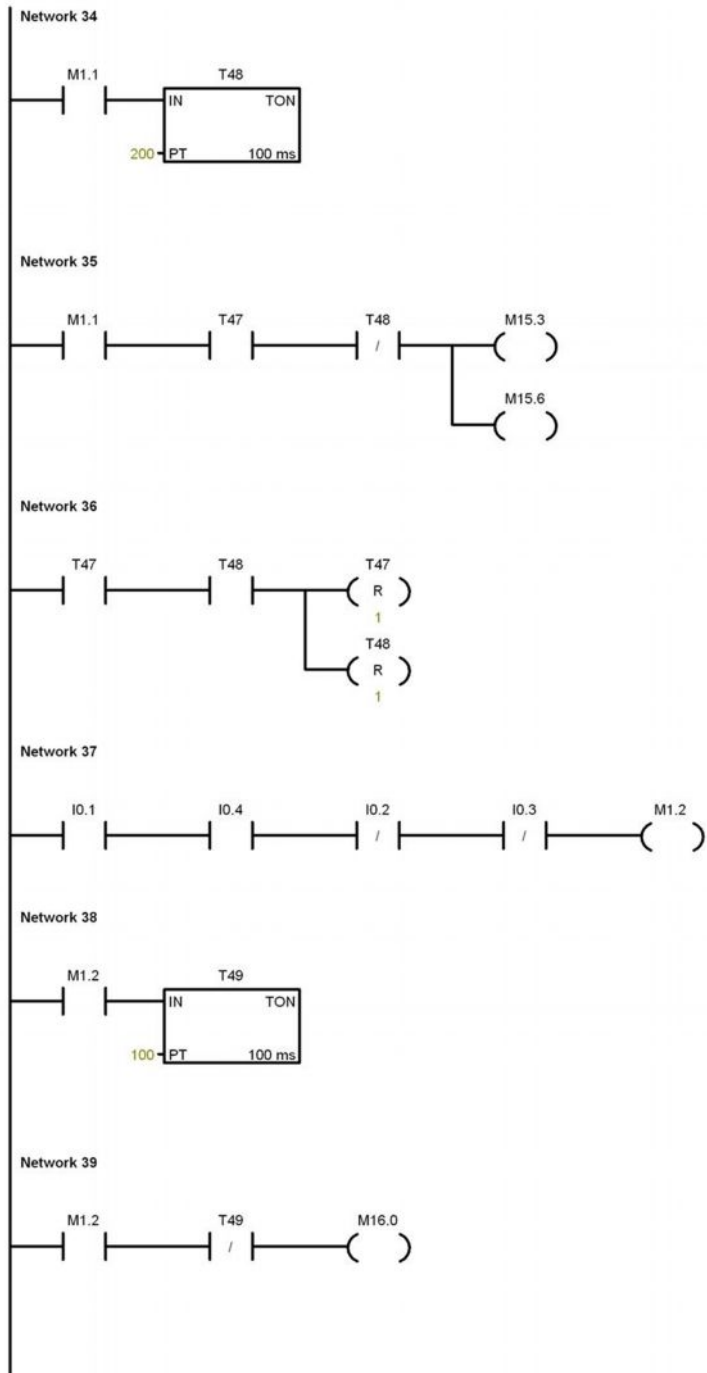


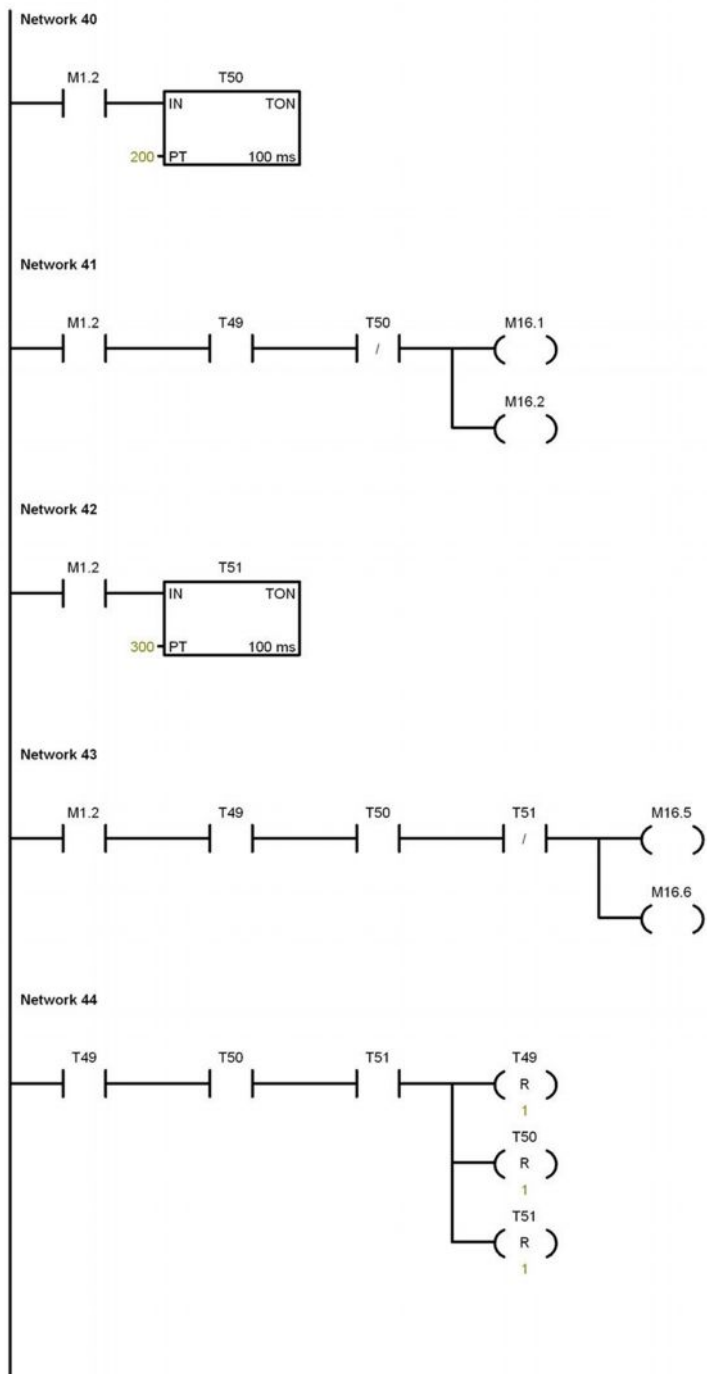


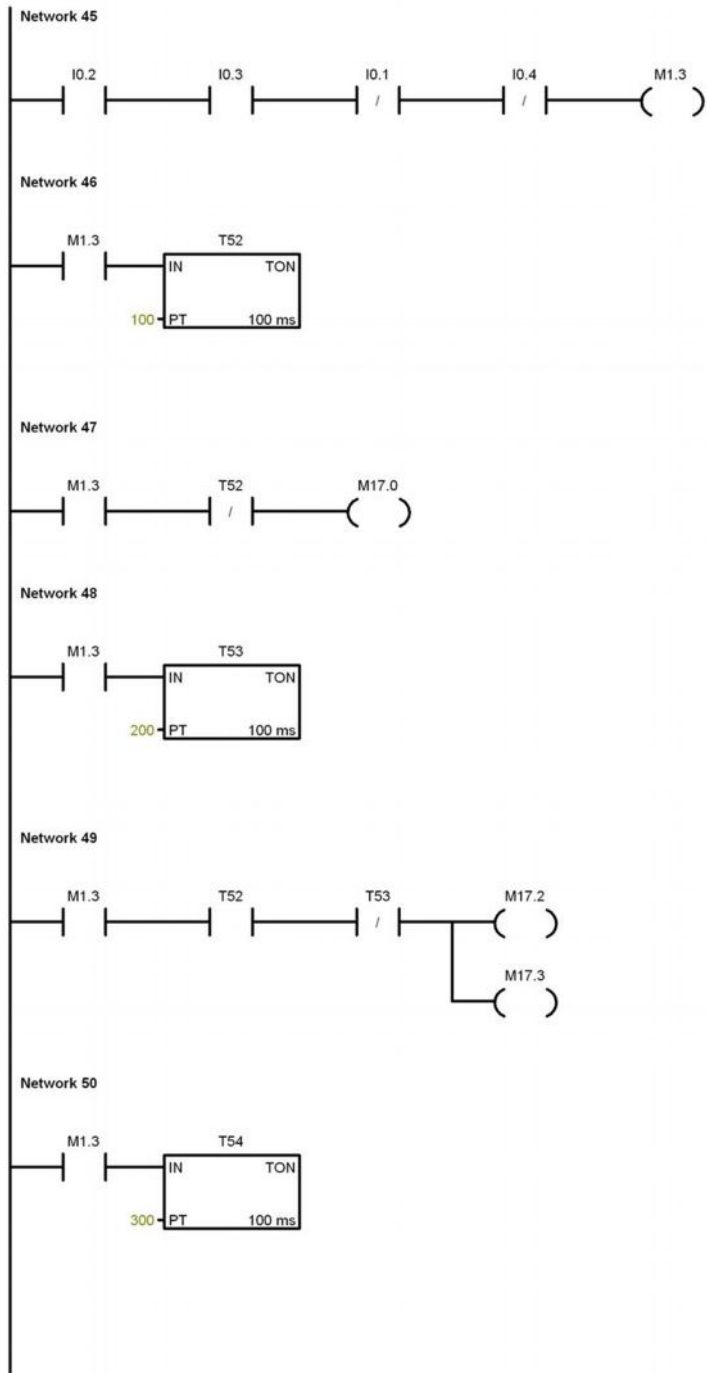


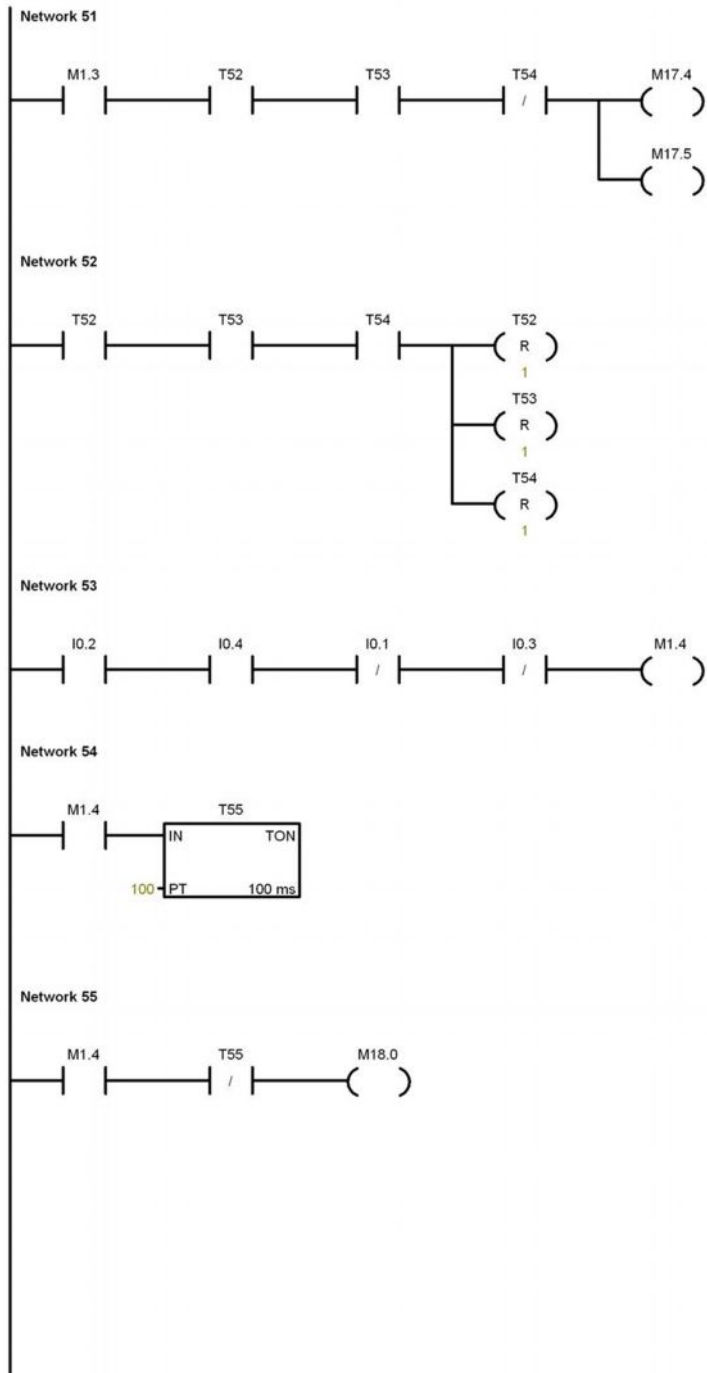


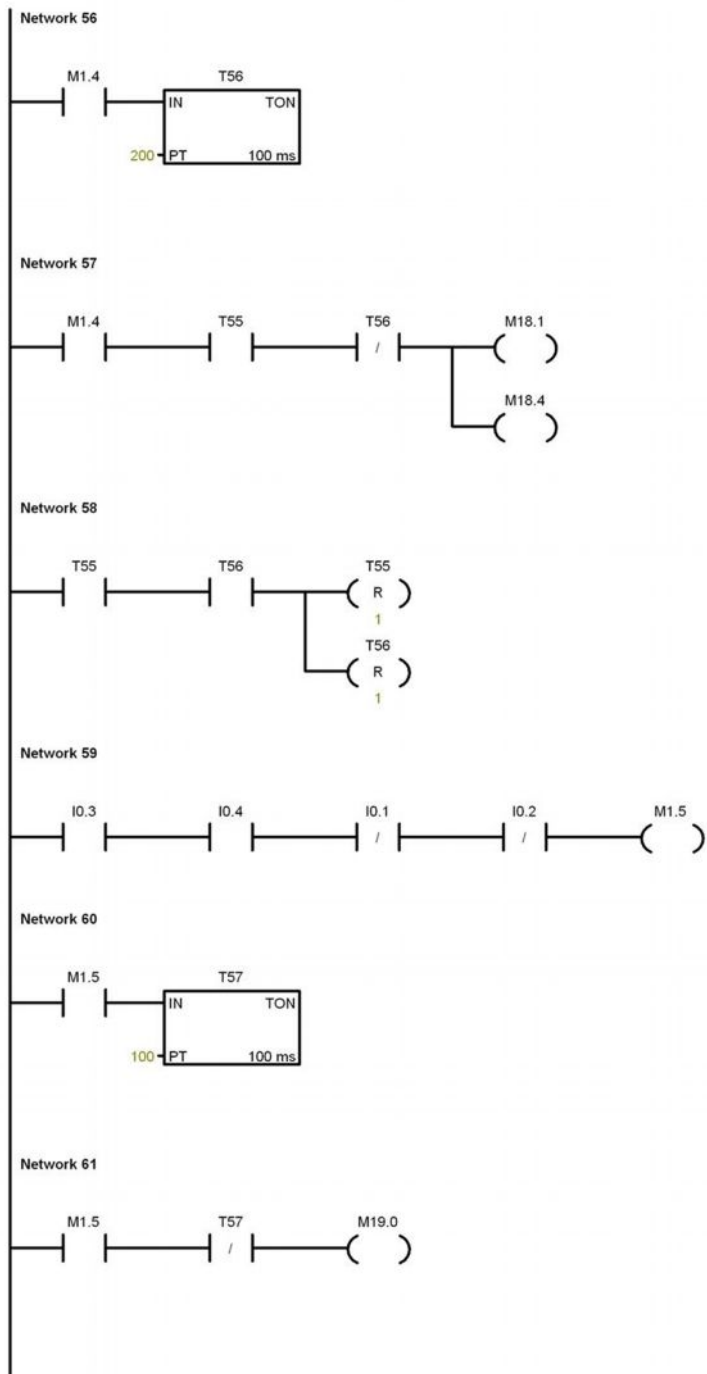


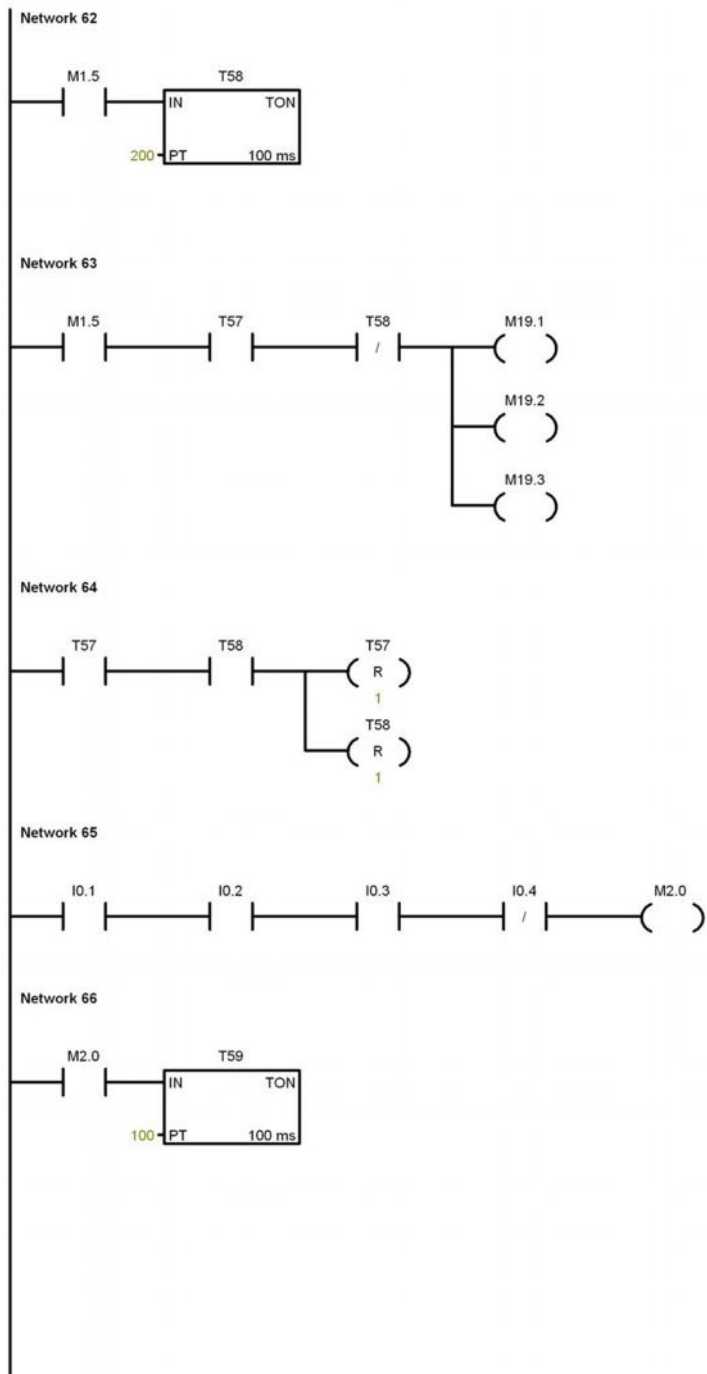


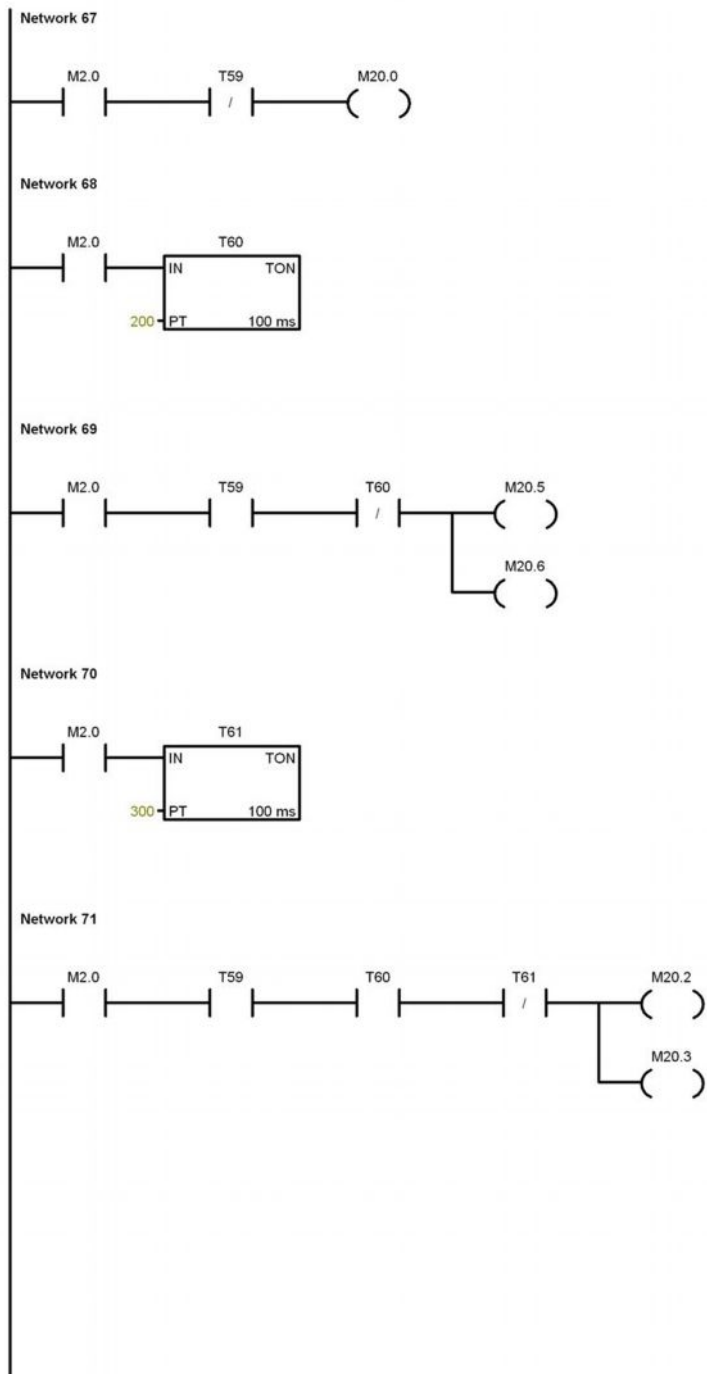


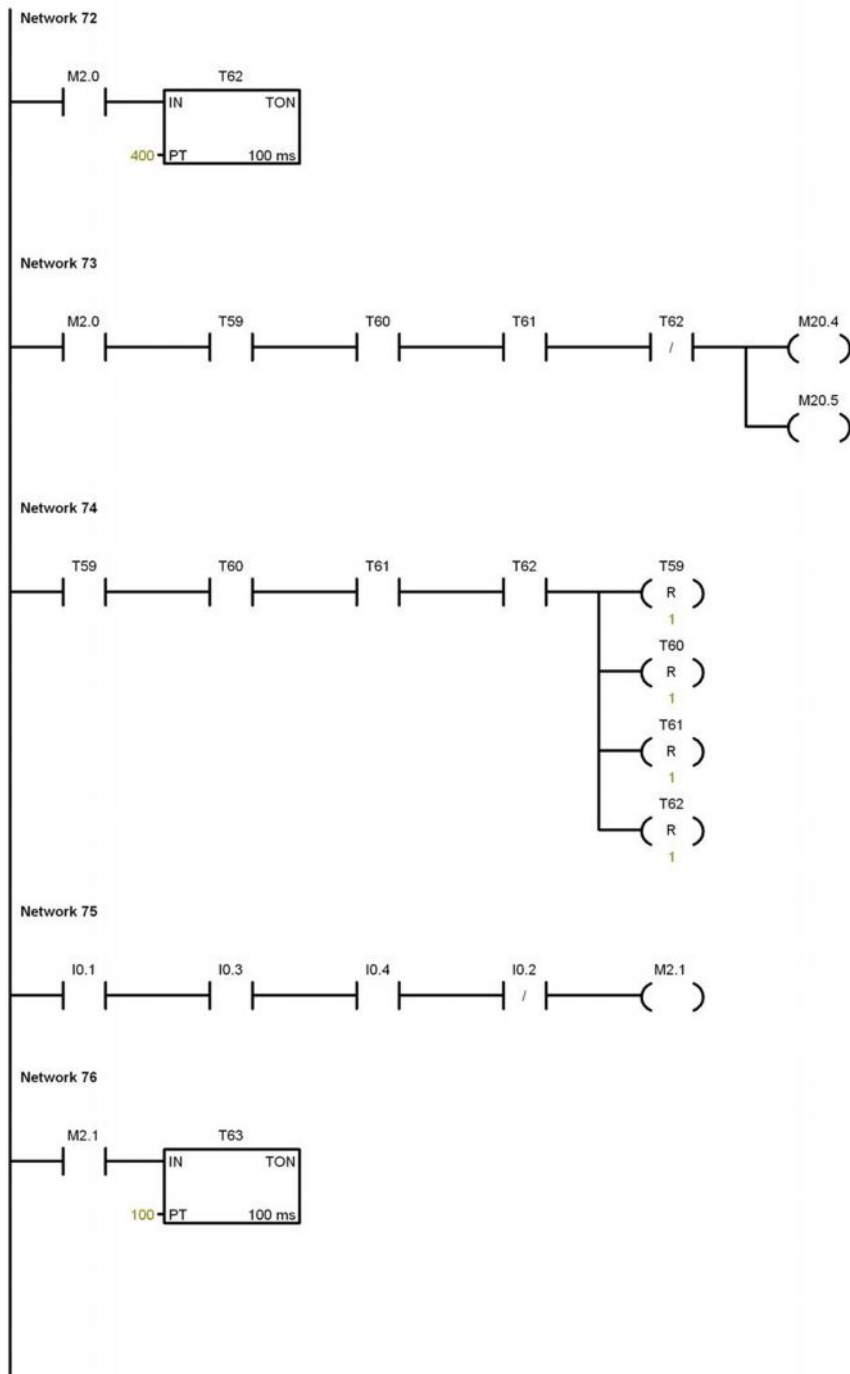


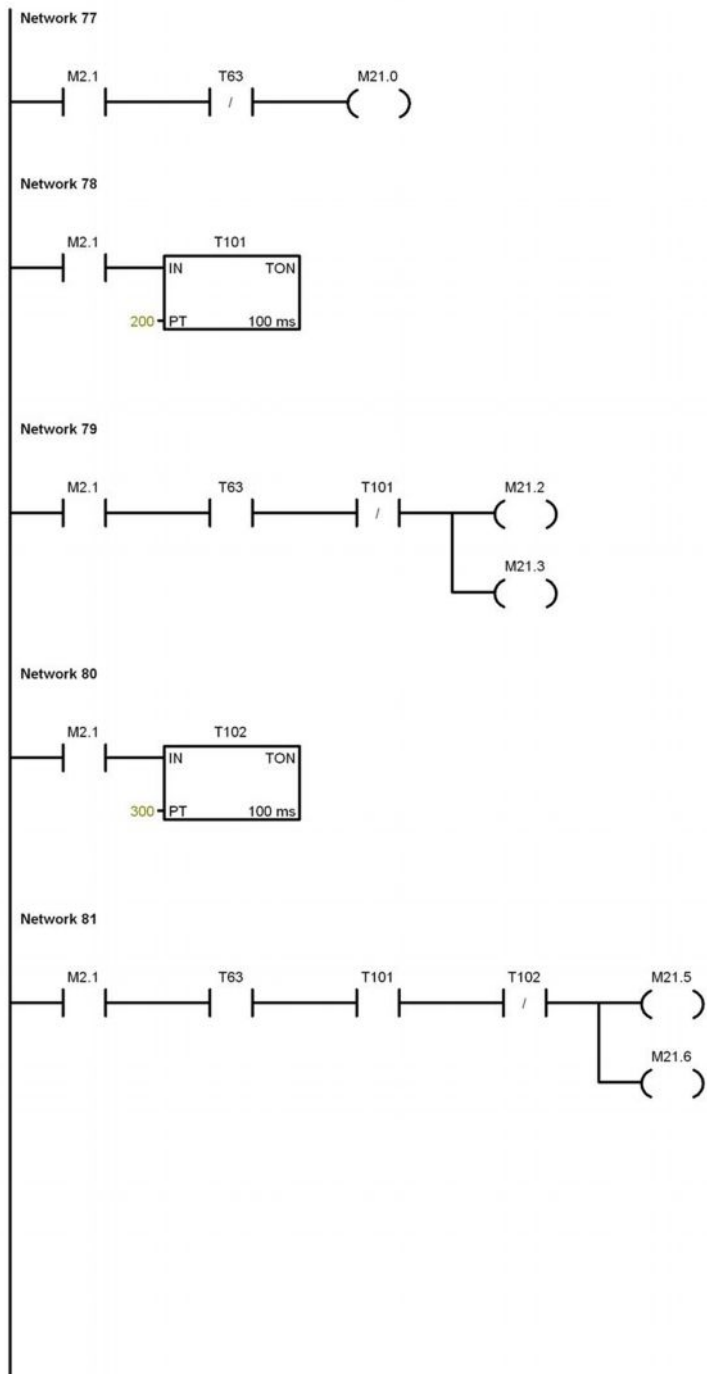


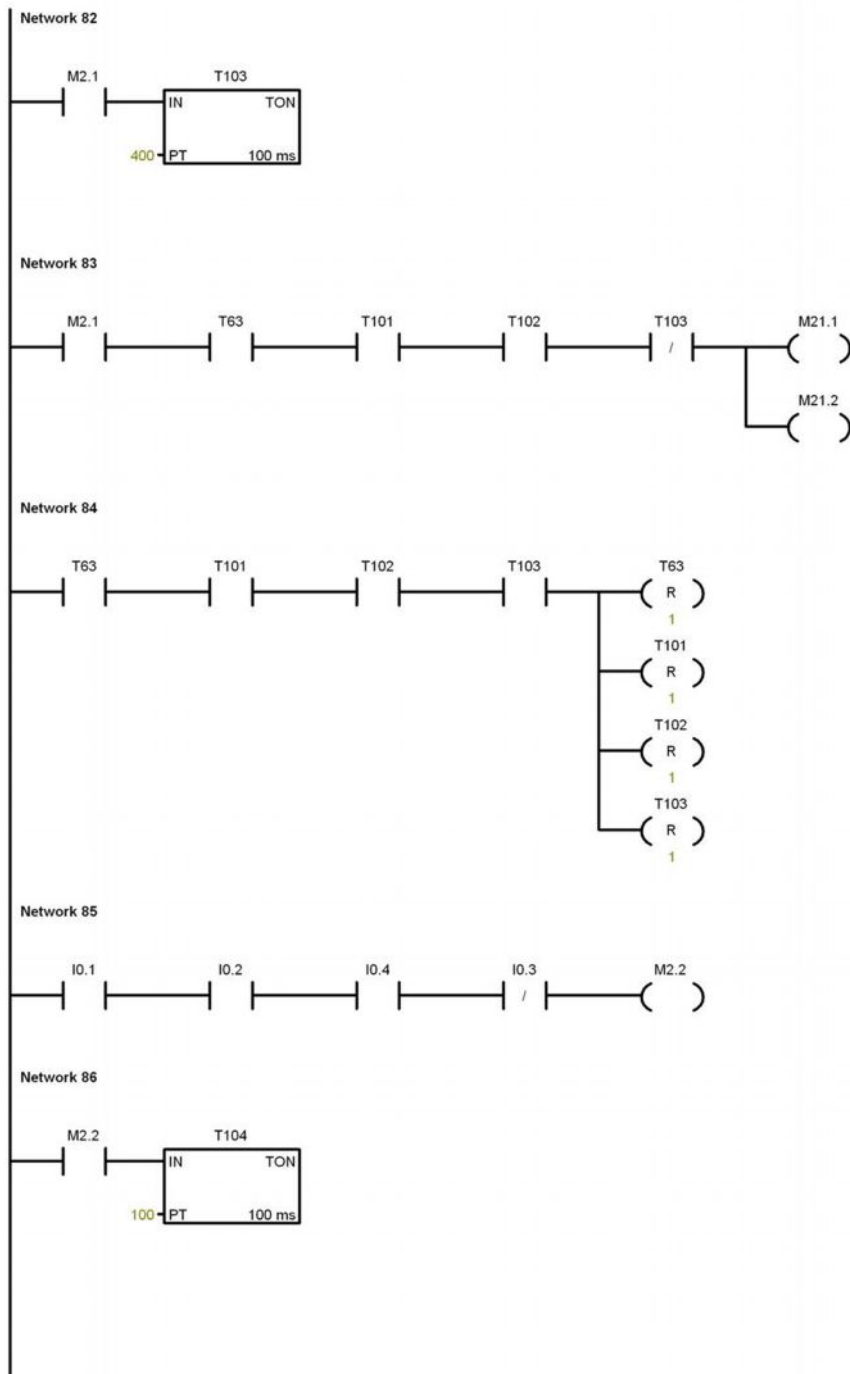


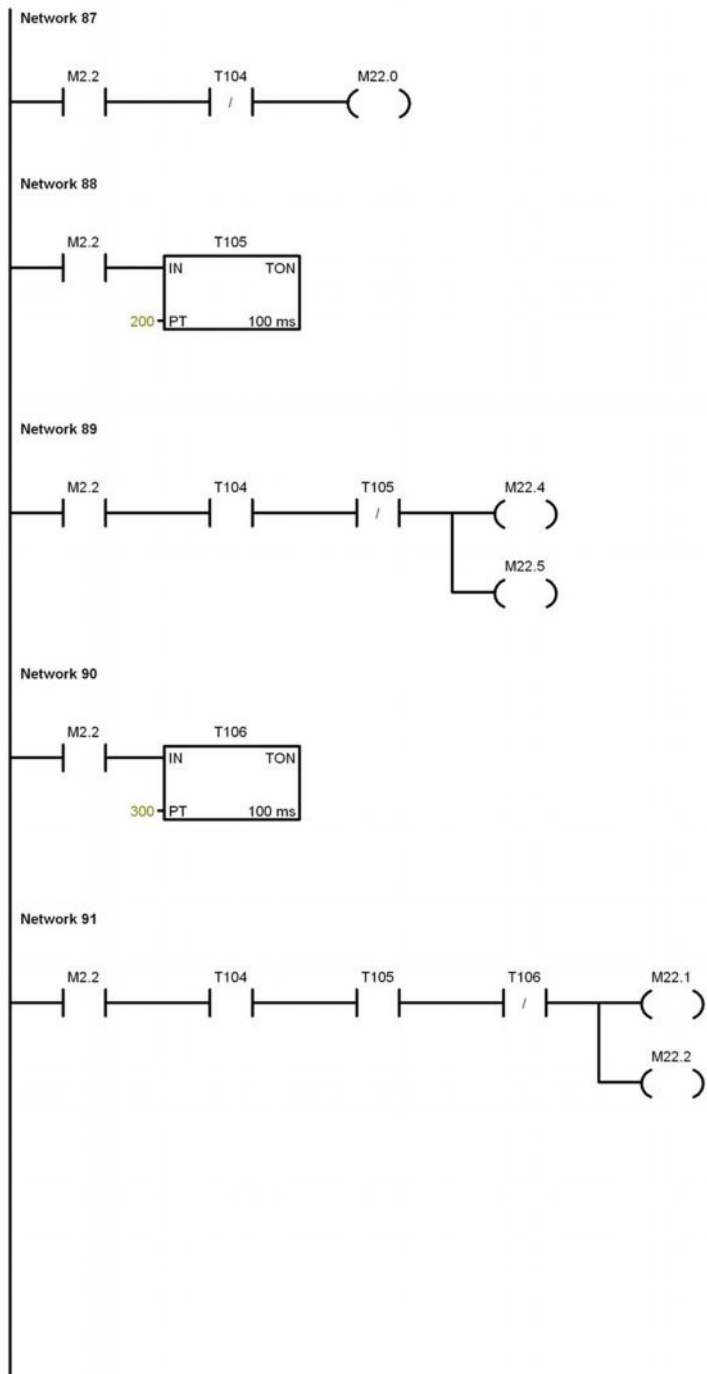


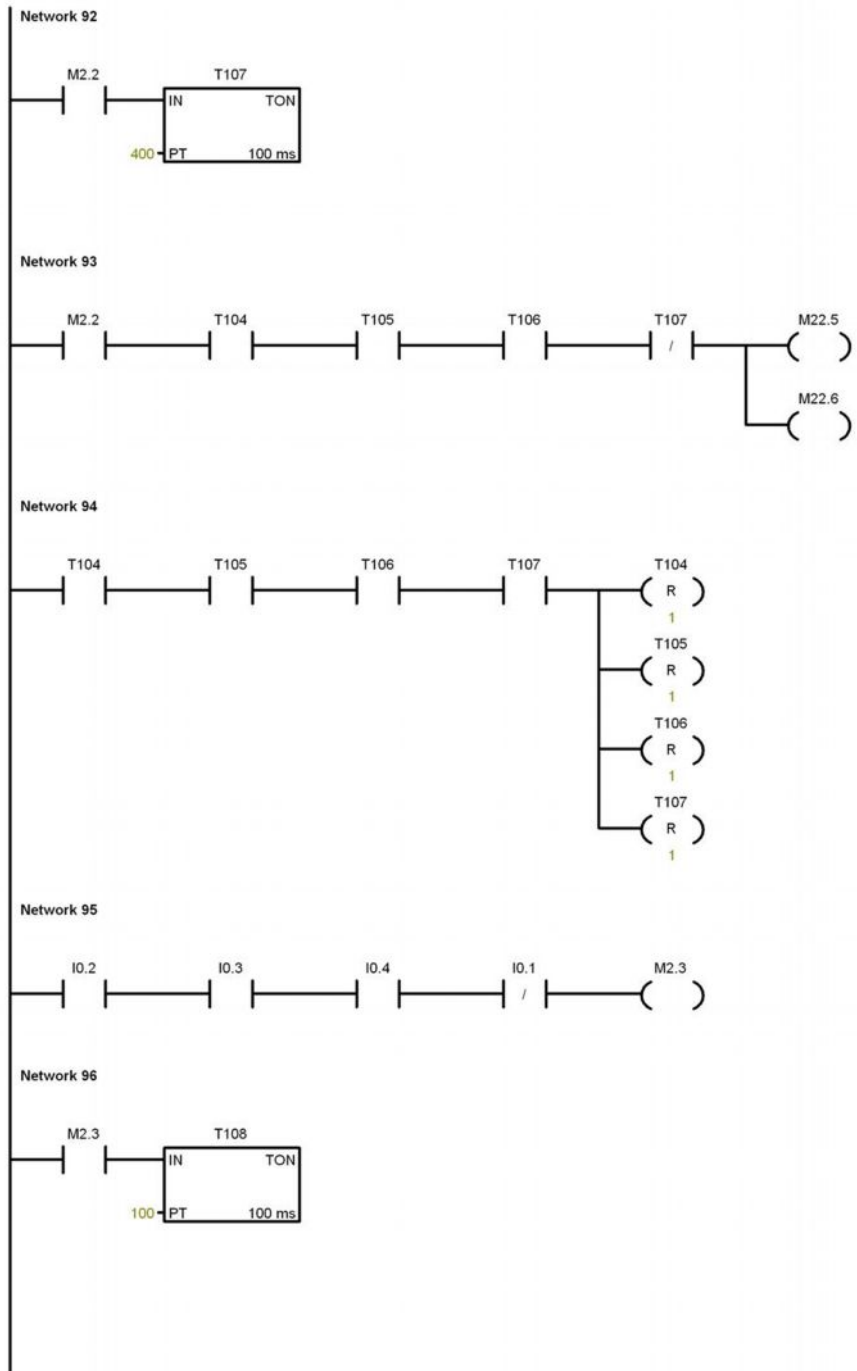


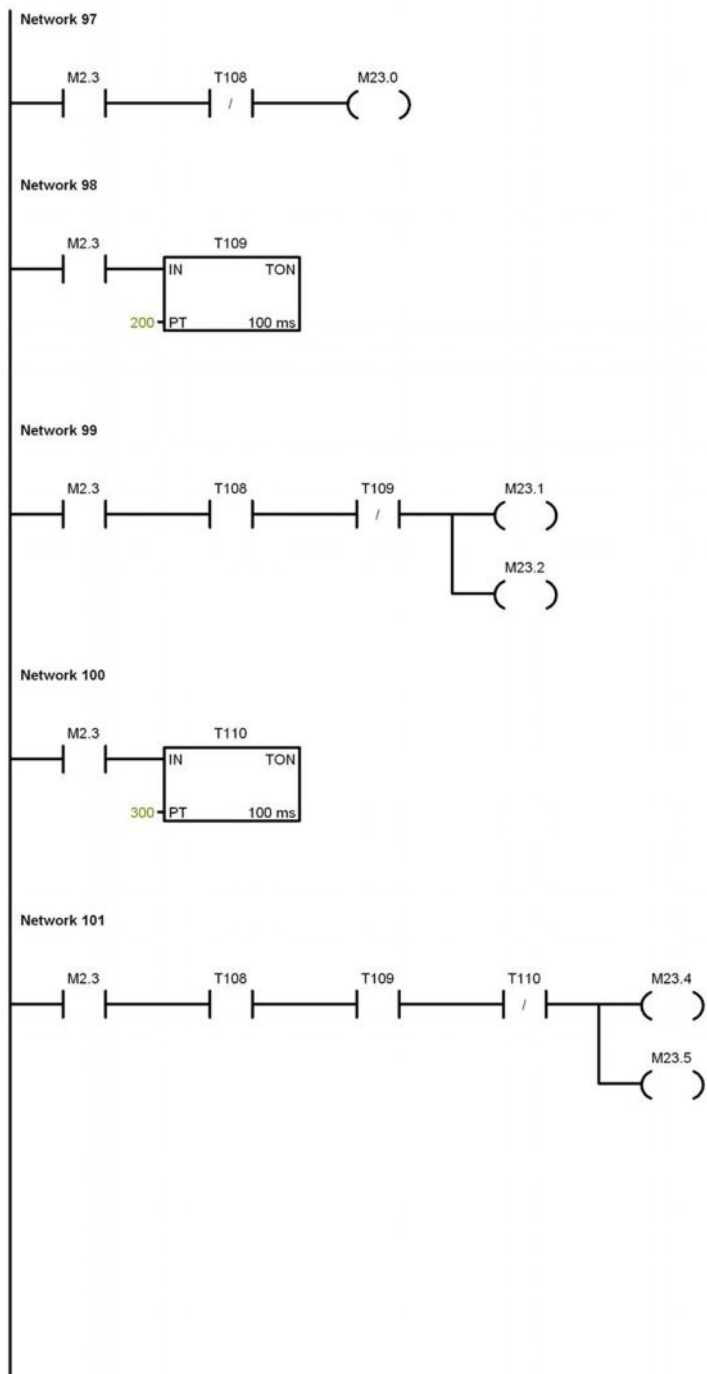


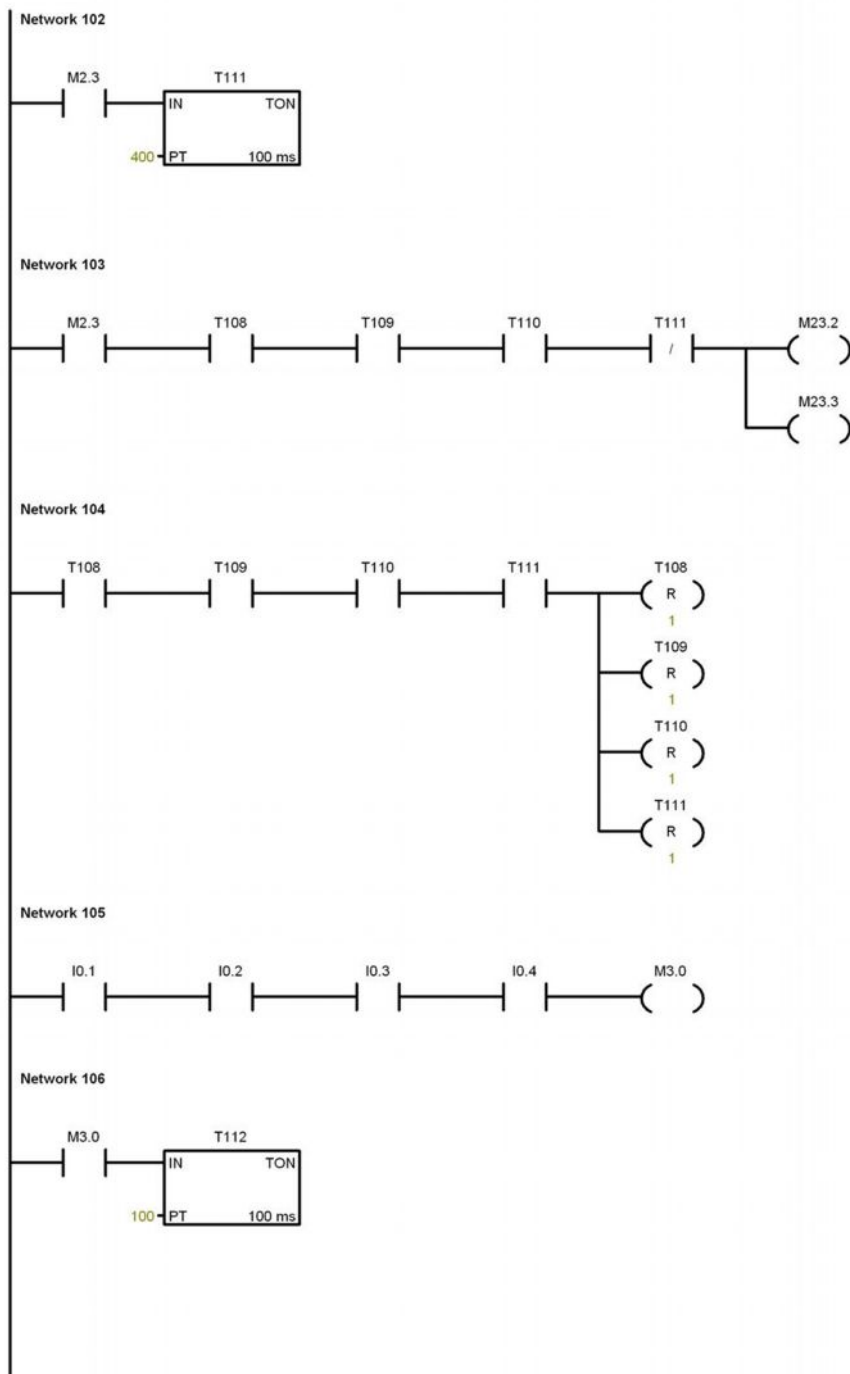


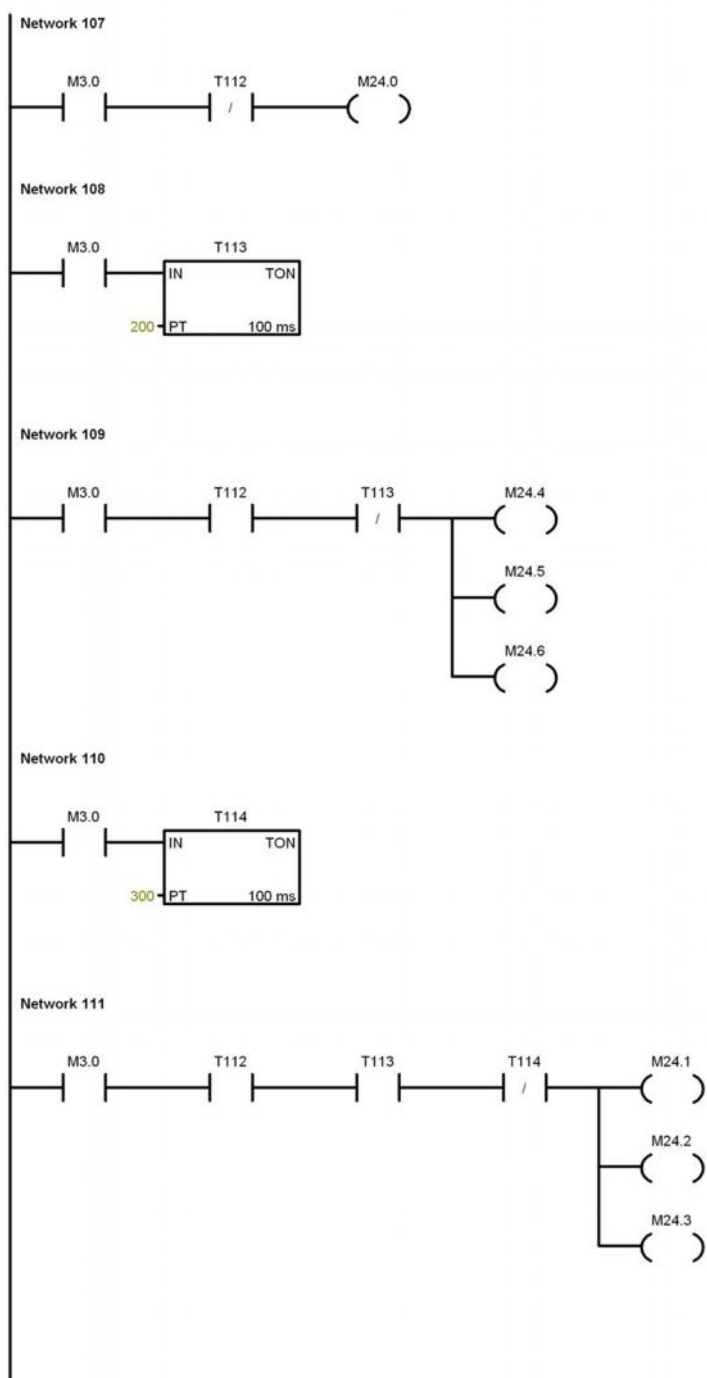


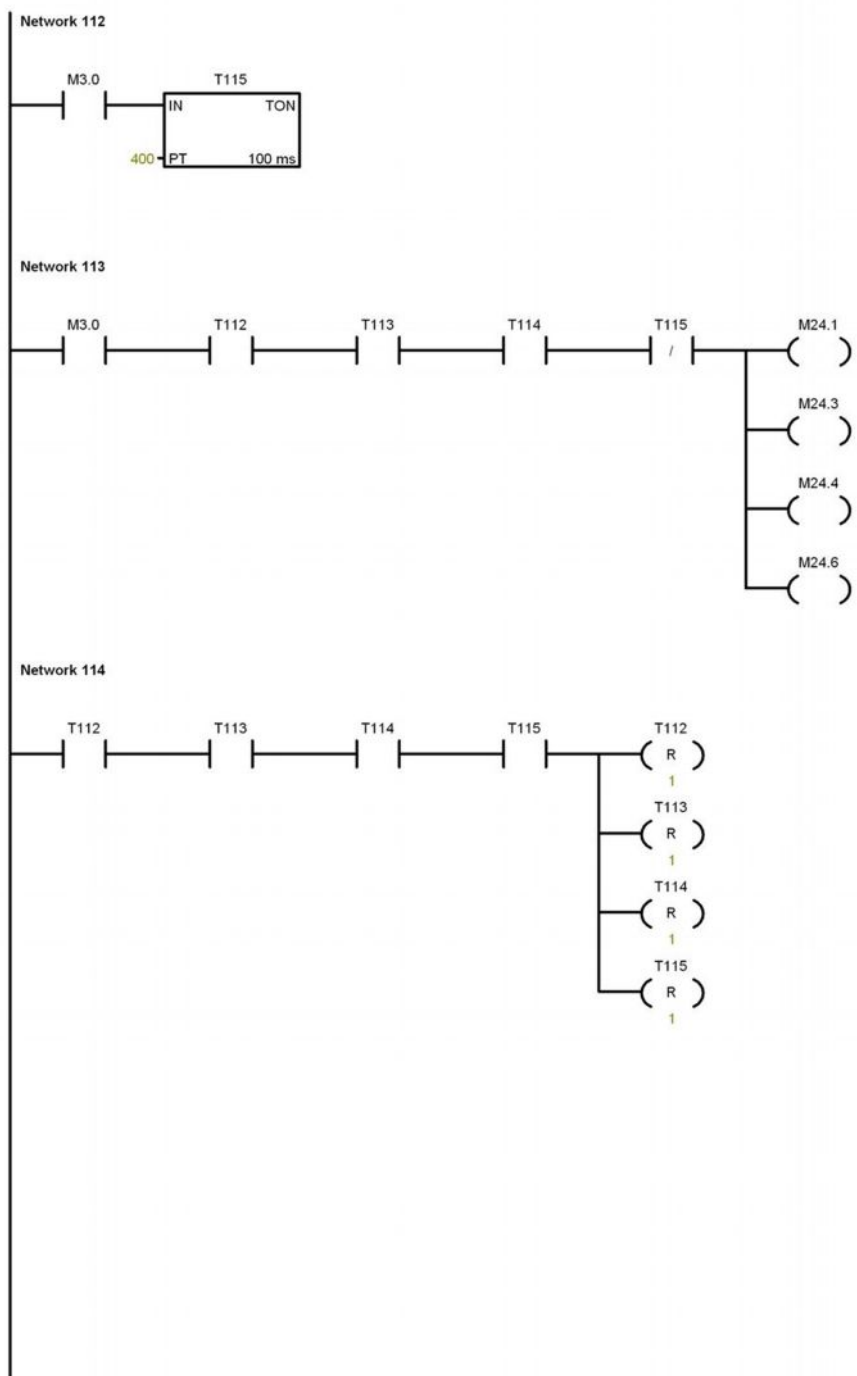


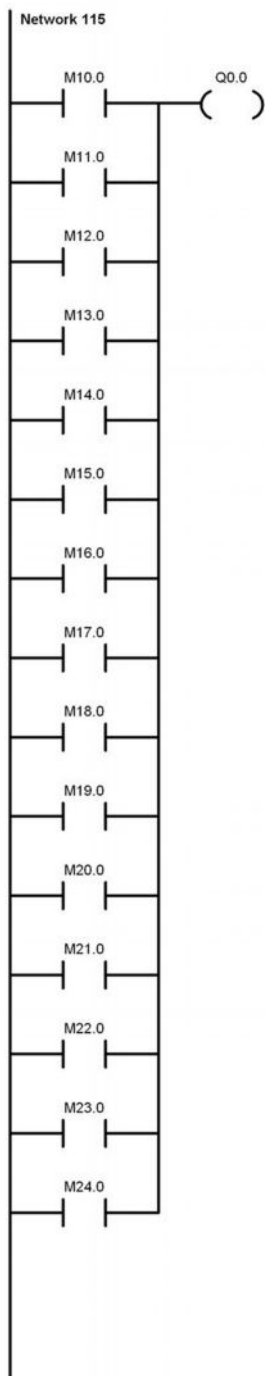


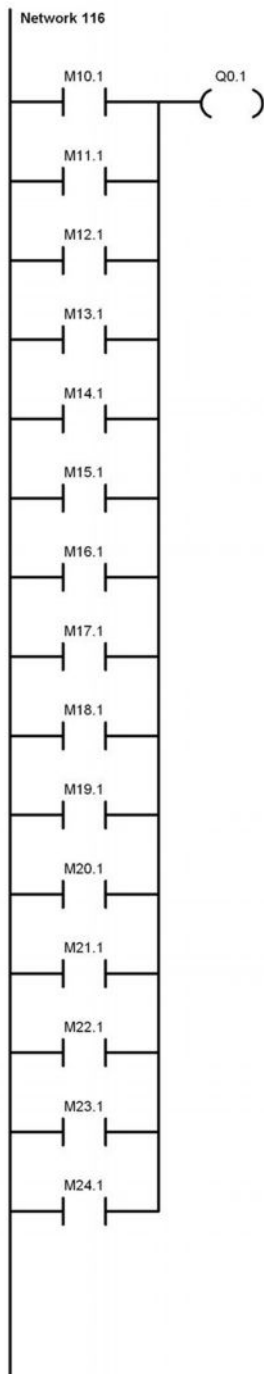


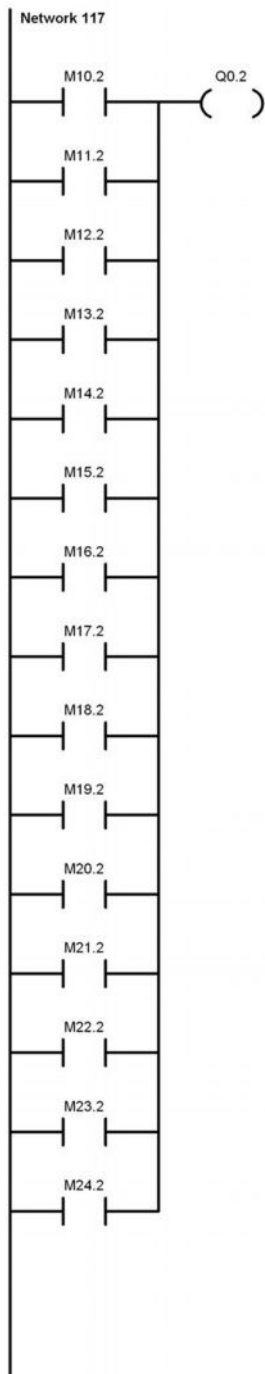


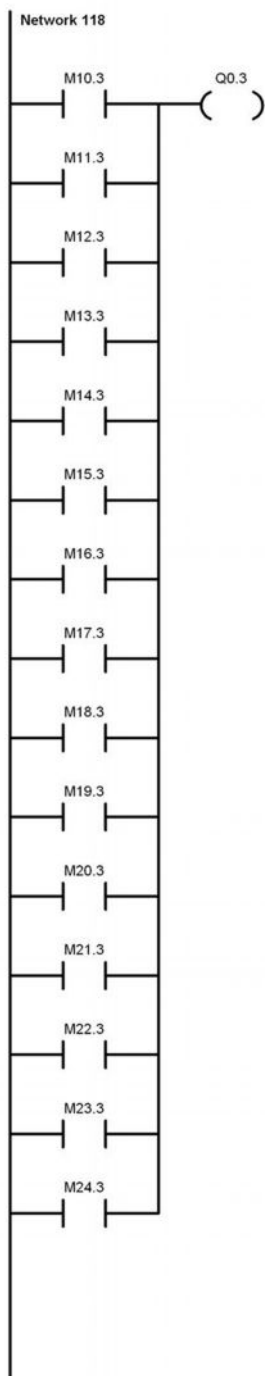


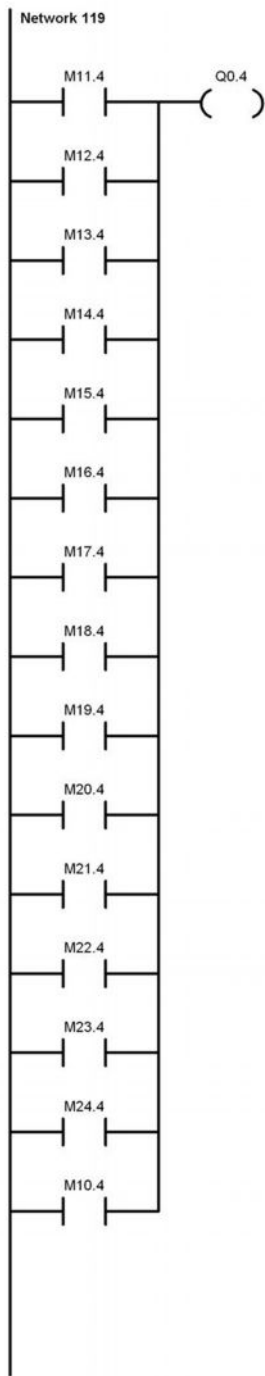


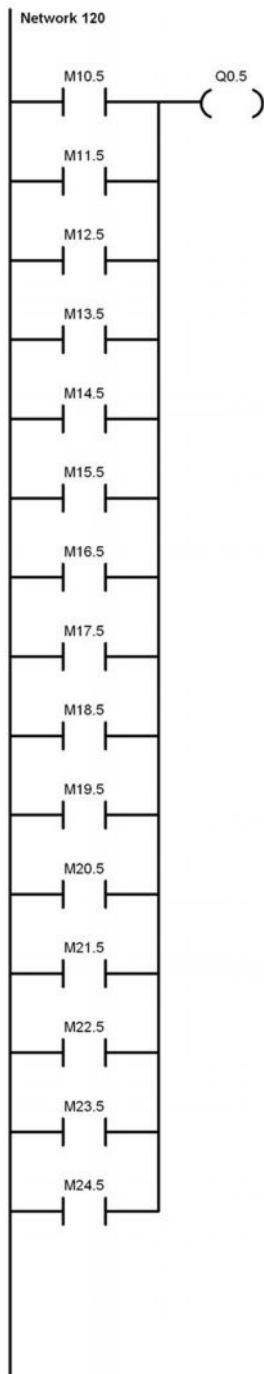


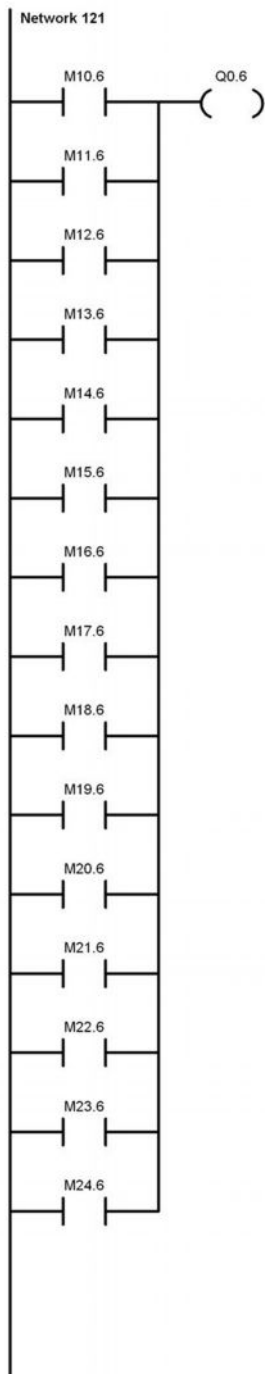












ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Programmable Controllers, Theory and Implementation second edition
L.A. Bryan, E.A. Bryan
2. Programmable Controllers, An engineer's guide third edition
E.A. Parr
3. Programmable Logic Controllers: Programming Methods and Applications
John R. Hackworth and Frederick D. Hackworth, Jr.
4. Automating Manufacturing Systems with PLCs
Hugh Jack
5. Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές
Frank D. Patruzella
6. Σχεδίαση Εφαρμογών Αυτοματισμού με τη γλώσσα STEP7 σε LAD και FBD
Hans Berger
7. Αυτοματισμοί με PLC
Νικόλαος Α. Πανταζής
8. Siemens Simatic S7-200 Manual
9. Reducing Cold Injury to Grapes Through the Use of Wind Machines
Hugh Fraser, Ken Slingerland, Kevin Ker, K. Helen Fisher

10. FAO Corporate Document

<http://www.fao.org/docrep/008/y7223e/y7223e0c.htm>