



Πολυτεχνείο Κρήτης
Τμήμα Ηλεκτρονικής & Μηχανικών Υπολογιστών

Διπλωματική Εργασία

Ανάπτυξη Ηλεκτρονικής Διάταξης για Αυτόματη Άρδευση και Εξοικονόμηση Νερού

Ακίτογλου Λάζαρος

Εξεταστική Επιτροπή:

Κ. Καλαϊτζάκης, Αν. Καθηγητής (Επιβλέπων)

Ν. Βούλγαρης, Καθηγητής

Α. Δόλλας, Αν. Καθηγητής

Χανιά, 1998

...στους γονείς μου

Πρόλογος

Ξεκινώντας την εργασία αυτή θα ήθελα να εκφράσω κάποιες σκέψεις που με οδήγησαν στην περάτωσή της. Από το 4^ο έτος, και μετά την πρώτη επαφή που είχα με τους μικροεπεξεργαστές, άρχισαν διάφοροι προβληματισμοί πάνω σε αυτόματα συστήματα ελέγχου. Η ευελιξία και οι δυνατότητες των μικροεπεξεργαστών επιτρέπουν τη δημιουργία συστημάτων, ικανών να αντεπεξέλθουν στις απαιτήσεις οποιουδήποτε προβλήματος. Η ιδέα της παρακολούθησης της άρδευσης των ελαιοδέντρων οδήγησε σε έναν προβληματισμό για τη σχεδίαση ενός συστήματος, που να δίνει στο χρήστη μια καθολική εικόνα των ελαιοδέντρων, ενώ παράλληλα και - εφόσον οι συνθήκες το απαιτούν - να ποτίζει.

Οι δυσκολίες που παρουσιάστηκαν ήταν πολλές, και είχαν να κάνουν τόσο με το σχεδιασμό του συστήματος, όσο και με την ικανότητα αυτού να αντεπεξέλθει σε πραγματικές συνθήκες. Ο προβληματισμός αυτός οδήγησε τελικά στην ανάπτυξη δυο συστημάτων ικανών να δώσουν λύση σε όλα τα προβλήματα που έπρεπε να αντιμετωπίσουμε.

Τα συστήματα που αναπτύχθηκαν χρησιμοποιήθηκαν στα πλαίσια της συνεργασίας του Πολυτεχνείου Κρήτης με το Ινστιτούτο Ελιάς και Υποτροπικών Χανίων, η οποία είχε να κάνει με την παρακολούθηση και το πότισμα των ελαιώνων.

Τα δυο συστήματα, σε όλο το κείμενο, επιγράφονται ως προσέγγιση Α και προσέγγιση Β. Το κείμενο αυτής της διπλωματικής εργασίας αποτελείται από 7 κεφάλαια. Αναλυτικότερα: στο **Κεφάλαιο 1** γίνεται μια εισαγωγή, με την περιγραφή του προβλήματος από την θέση του Ινστιτούτου Ελιάς. Στο **Κεφάλαιο 2** δίνεται μια πρώτη σχηματική εικόνα των δύο προσεγγίσεων. Στο **Κεφάλαιο 3** περιγράφονται τα αισθητήρια, οι ηλεκτροβάνες και η επικοινωνία. Στο **Κεφάλαιο 4** περιγράφεται η προσέγγιση Α, ενώ στο **Κεφάλαιο 5** περιγράφεται η προσέγγιση Β. Στο **Κεφάλαιο 6** γίνεται σύγκριση των δύο προσεγγίσεων και παρατίθενται αναλυτικά τα αποτελέσματα. Τέλος, στο

Κεφάλαιο 7 καταγράφονται συμπεράσματα και προτείνονται μελλοντικές επεκτάσεις.

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Καλαϊτζάκη για την άμεση καθοδήγηση του, η οποία υπήρξε απαραίτητη σε όλα τα στάδια της εξέλιξης και ολοκλήρωσης της παρούσας εργασίας. Θέλω δε να τον ευχαριστήσω για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε δίνοντας μου την ευκαιρία με την παρούσα εργασία, να ασχοληθώ με ένα θέμα το οποίο προέκυψε από τις ανάγκες επίλυσης ενός ρεαλιστικού προβλήματος, καθώς και για την κατανόηση του σε όλη τη διάρκεια της εργασίας αυτής. Αλλά και η βοήθεια του κ. Δόλλα ήταν απαραίτητη, όσον αφορά την ολοκλήρωση της εργασίας αυτής. Το ίδιο σημαντική ήταν και η βοήθεια του κ. Βούλγαρη, όποτε του ζητήθηκε από εμένα και τον επιβλέποντα καθηγητή μου.

Επίσης θέλω να ευχαριστήσω τον ΕΔΤΠ του εργαστηρίου Ηλεκτρικών Κυκλωμάτων κ. Γιώργο Μαρκουλάκη για την συνεισφορά του στην εμφάνιση των τυπωμένων κυκλωμάτων και για την πολύτιμη βοήθεια, που αφορούσαν το κατασκευαστικό μέρος της εργασίας. Ακόμη ευχαριστώ τον προπτυχιακό φοιτητή Χρηστίδη Γιώργο και το μεταπτυχιακό φοιτητή Ιωαννίδη Θεόδωρο για την φιλική και πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχαν. Ευχαριστώ την Μίκα Παπαηλίου για την πολύτιμη βοήθειά της καθ' όλη την διάρκεια της διεκπεραίωσης της εργασίας. Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την υποστήριξη, την υπομονή και την αγάπη τους όλα αυτά τα χρόνια.

Περιεχόμενα

1. Η ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ	9
1.1 Εισαγωγή	9
1.2 Ανάπτυξη φυτικών δεικτών για την αριστοποίηση της αρδευτικής αγωγής.	12
1.3 Συσχέτιση φυτικών δεικτών και φυσιολογικών παραμέτρων	13
1.4 Ελεγχόμενη άρδευση ελαιόδενδρων με βάση φυτικούς και εδαφικούς δείκτες.	14
1.5 Προτεινόμενες ενέργειες για τον καθορισμό κριτηρίων άρδευσης.	15
1.6 Το προτεινόμενο σύστημα.	15
2. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	18
2.1 Εισαγωγή	18
2.2 Η προσέγγιση Α	18
2.2.1 1ος τρόπος εφαρμογής (A1)	18
2.2.2 2ος τρόπος εφαρμογής (A2)	19
2.3 Η προσέγγιση Β	21
2.3.1 1ος τρόπος εφαρμογής (B1)	21
2.3.2 2ος τρόπος εφαρμογής (B2)	23
3. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ, ΕΛΕΓΧΟΣ & ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ	26
3.1 Εισαγωγή	26
3.2 Οι αισθητήρες	26
3.2.1 Ο Αισθητήρας υγρασίας τύπου τενσιομέτρου ή τασιμέτρου	26
3.2.2 Ο αισθητήρας υγρασίας τύπου «Block γύψου»	37
3.2.3 Ο αισθητήρας μεταβολής της διατομής του κορμού LVDT	39
3.3 Η διάταξη ελέγχου της άρδευσης	44
3.4 Η διάταξη επικοινωνίας	44
4. ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ Α	47
4.1 Εισαγωγή	47
4.2 Περιγραφή της μονάδας επεξεργασίας	47
4.3 Περιγραφή του λογισμικού	50
4.3.1 Ο αλγόριθμος της μονάδας επεξεργασίας	50
4.3.2 Ο αλγόριθμος του υπολογιστή	53
5. ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ Β	55

5.1 Εισαγωγή	55
5.2 Περιγραφή του υπολογιστή	55
5.3 Το λογισμικό του υπολογιστή	61
6. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΔΥΟ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΩΝ & ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	63
6.1 Σύγκριση των προσεγγίσεων Α και Β.	63
6.2 Αποτελέσματα	63
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ	68
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	71
9. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	74
10. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β	82
11. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ	89
12. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ	94
13. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε	100

Περίληψη

Το πρόβλημα της άρδευσης των ελαιώνων, ήταν αντικείμενο μελέτης που προτάθηκε από το Ινστιτούτο Ελιάς και Υποτροπικών Χανίων. Το αποτέλεσμα της μελέτης οδήγησε στην αναγκαιότητα ανάπτυξης ενός ηλεκτρονικού συστήματος, το οποίο παρακολουθεί τις μεταβολές των φυσικών δεικτών των ελαιοδέντρων και ανάλογα με αυτές γίνεται η άρδευσή τους, με στόχο την καλύτερη ανάπτυξη των δέντρων και την εξοικονόμηση νερού. Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας, είναι η ανάπτυξη ενός αυτόματου συστήματος για την επίλυση του πραγματικού προβλήματος. Η μελέτη του προβλήματος οδήγησε στην δημιουργία δυο προσεγγίσεων, Α και Β.

Η προσέγγιση Α έχει σαν βασικό κορμό έναν μικροελεγκτή, ο οποίος συνδέεται με αισθητήρια, που μας επιτρέπουν την παρακολούθηση των φυσικών δεικτών. Τα δεδομένα μετά την επεξεργασία τους στον μικροελεγκτή μπορούν να σταλούν σε υπολογιστή για περαιτέρω επεξεργασία.

Η προσέγγιση Β έχει σαν βασικό κορμό δυο βιομηχανικές κάρτες, όπου η μια δειγματοληπτεί ενώ η άλλη δίνει ψηφιακή έξοδο. Εδώ, ο υπολογιστής είναι αυτός που πραγματοποιεί την επεξεργασία των δεδομένων που λαμβάνονται από τα αισθητήρια και επιλέγει την άρδευση των ελαιοδέντρων.

Τα αισθητήρια επιτρέπουν την παρακολούθηση της υγρασίας και της μεταβολής της διατομής του κορμού των ελαιοδέντρων. Σε αυτά, έχουν προσαρμοστεί ηλεκτρονικές διατάξεις, οι οποίες δίνουν ηλεκτρικό σήμα που μπορεί να υποστεί επεξεργασία.

Κεφάλαιο 1

Η ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

1. Η ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

1.1 Εισαγωγή

Παρόλο που οι σύγχρονες αρδευτικές μέθοδοι προσφέρουν μια σημαντική δυνατότητα για εξοικονόμηση νερού, χρειάζεται ένα νέο βελτιωμένο πρόγραμμα άρδευσης, που στόχο του θα έχει την ακόμα μεγαλύτερη εξοικονόμηση νερού. Στην πραγματικότητα, το πόσο και πώς θα αρδεύσουμε είναι ένα πρόβλημα που απαιτεί πρακτική λύση στο «πεδίο» εφαρμογής.

Τόσο η μέθοδος, όσο και το χρονοδιάγραμμα της άρδευσης ελέγχει άμεσα την ποσότητα νερού στο έδαφος, στην περιοχή της ρίζας, και έτσι επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό την ανάπτυξη του φυτού. Οι γνωστοί αισθητήρες υγρασίας εδάφους προσφέρουν τη δυνατότητα για συλλογή πληροφοριών που αφορούν την υγρασία, αλλά μόνο σε μικρές περιοχές κοντά στη ρίζα. Έτσι, η ανάγκη για έναν αισθητήρα ικανό να ανιχνεύει την υγρασία γύρω από την ευρύτερη περιοχή της ρίζας είναι σημαντική.

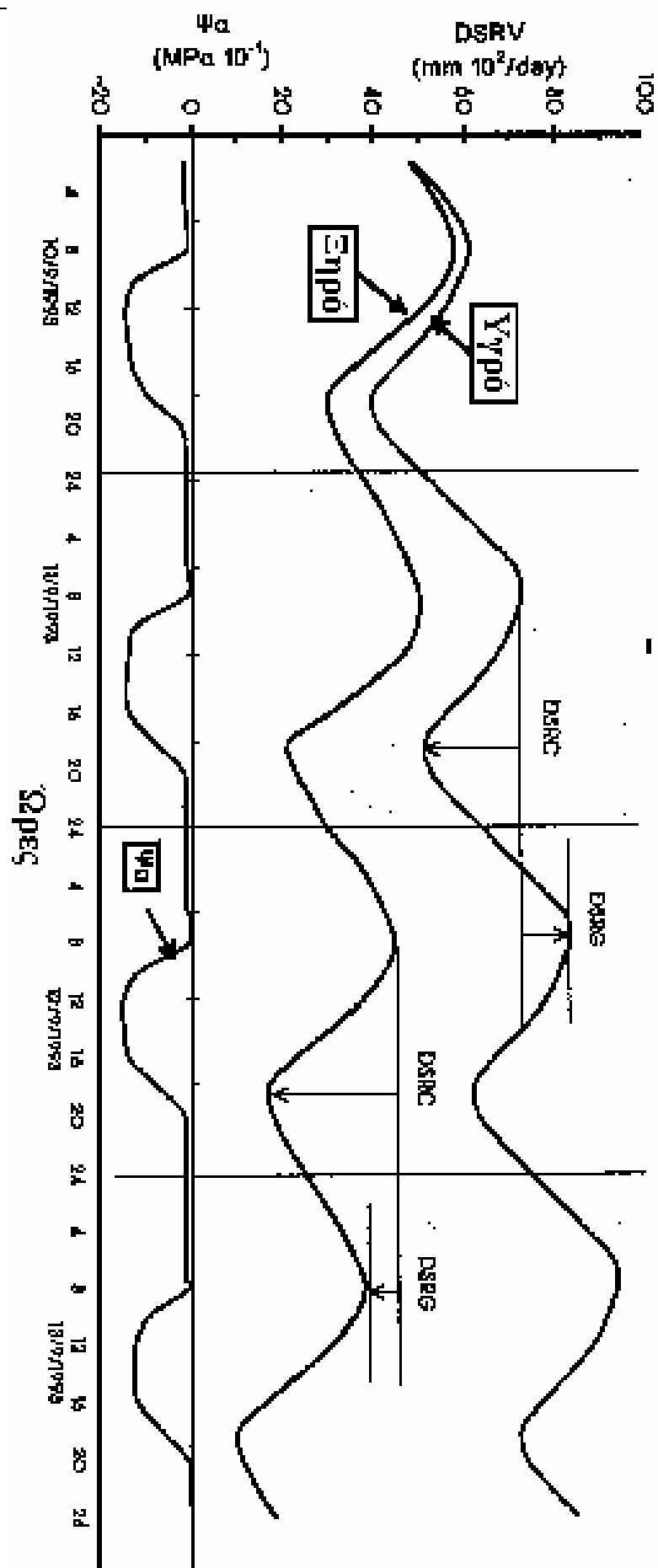
Παρόλα αυτά, η ρίζα του φυτού είναι ο καλλίτερος «αισθητήρας» για την ανίχνευση της υγρασίας του εδάφους, που επικρατεί κάθε στιγμή, σε όλα τα τμήματά της, ενώ ο κορμός του φυτού είναι ο φυσικός ολοκληρωτής της διαδικασίας.

Πριν από μερικά χρόνια, διαπιστώθηκε ότι οι ημερήσιες αλλαγές της ακτίνας του κορμού είναι σημαντικές για τον καθορισμό της ποσότητας του νερού στο φυτό. Οι αλλαγές στην ακτίνα του κορμού, μας δείχνουν δυο σημαντικά στοιχεία: α) την ανάπτυξη και μεγέθυνση των παραγώγων του φλοιού και β) τις αναστρέψιμες αλλαγές στο μέγεθος που είναι αποτέλεσμα της ύδρευσης και των θερμικών φαινομένων. Έτσι, οι μεταβολές της περιμέτρου του κορμού που προκαλούνται από αυξήσεις και μειώσεις της παροχής νερού υπερτίθενται στην ανάπτυξη του φλοιού. Μερικές φορές, αυτές οι αναστρέψιμες αλλαγές είναι αμελητέες, αλλά κάτω από συνθήκες έλλειψης νερού είναι σημαντικές επειδή μπορούν να ξεπεράσουν κατά πολύ το ρυθμό ανάπτυξης του φλοιού. Αντίστροφα, η μείωση της διατομής του κορμού έχει πολλές φορές παρατηρηθεί

σε φυτά εκτεθειμένα σε καταπιεστικές συνθήκες υγρασίας. Έχει ακόμα βρεθεί, ότι η λέπτυνση του κορμού είναι ένας ευαίσθητος ενδείκτης των αλλαγών των αποθεμάτων νερού στο εσωτερικό του.

Οι διακυμάνσεις της διατομής του κορμού ανάλογα με τις συνθήκες ποτίσματος του φυτού δείχνονται στο σχήμα που ακολουθεί. Στο σχήμα αυτό, παρατηρούνται δύο κορμοί όπου ο ένας, με την ένδειξη «υγρό», αφορά φυτό το οποίο ποτίζεται κανονικά, όπου δείχνονται οι ημερήσιες μεταβολές της διαμέτρου του κορμού ανάλογα με την ημέρα ή τη νύχτα, σε σχέση και με την υγρασία της ατμόσφαιρας. Ταυτόχρονα, παρατηρείται και η κατά μέσο όρο αύξηση της διαμέτρου του κορμού που αφορά την ανάπτυξή του φυτού. Στην άλλη διαδικασία, με την ένδειξη «ξηρό», παρατηρούνται οι ημερήσιες διακυμάνσεις της διατομής του φυτού το οποίο είναι σε συνθήκες ξηρασίας, δηλαδή δεν ποτίζεται, οπότε στην ουσία φαίνεται η σταδιακή ξήρανση του φυτού και η κατά μέσο όρο συρρίκνωση του κορμού του. Στην τελευταία καμπύλη δείχνεται το ατμοσφαιρικό υδατικό δυναμικό σε συνάρτηση με τις ώρες της ημέρας ή της νύχτας όπως αυτό διακυμαίνεται.

Η παρακολούθηση της λέπτυνσης του κορμού με ένα γραμμικό μεταβλητό διαφορικό μετασχηματιστή (LVDT), είναι ένας πολύ καλός τρόπος για να καθορίζουμε την ποσότητα ύδατος των φυτών. Η λέπτυνση των κορμών ή των φύλων βρέθηκε ότι είναι ένας ευαίσθητος ενδείκτης για την κατάσταση ύδρευσης του φυτού, αλλά απαιτείται περισσότερη έρευνα για να βρούμε τη σχέση μεταξύ της υγρασίας του εδάφους και των μεταβολών της ακτίνας του κορμού κάτω από συνθήκες υψηλής εξάτμισης στο χώρο καλλιέργειας. Οι ημερήσιες μεταβολές της ακτίνας του κορμού βρέθηκε ότι είναι οι καλλίτερα αποκρινόμενοι ενδείκτες για την κατάσταση της παροχής του νερού στις καλλιέργειες, παραδείγματος χάριν, των ροδακινιών.



Σχήμα 1-1 Γράφημα ημερησίων μεταβολών υγρασίας και ατμοσφαιρικού υδατικού δυναμικού

Μέθοδοι βασισμένες στη χρήση ηλεκτρονικών αισθητήρων είναι η πιο υποσχόμενη προσέγγιση για συνεχή και αυτόματη παρακολούθηση της παροχής νερού στα φυτά. Αισθητήρια που παρακολουθούν τις μεταβολές της ακτίνας ή υγρασίας εμφανίσθηκαν πριν από μερικά χρόνια, αλλά απαιτείται περισσότερη εργασία για να πετύχουμε βέλτιστα αποτελέσματα.

Από μελέτες που έγιναν χρησιμοποιώντας μετρήσεις μικρομετρικών μηχανικών τάσεων, βρέθηκε ότι οι ημερήσιες μέγιστες μεταβολές του κορμού στα ελαιόδεντρα τύπου Καλαμών, είναι τόσο υψηλότερες όσο η ποσότητα του νερού στο έδαφος της ρίζας είναι χαμηλότερη. Οι εποχικές μεταβολές του κορμού των ελαιόδεντρων 3 χρόνων, σχετίζονται με τις τιμές του νερού που βρίσκεται στο έδαφος, μεταξύ διαδοχικών αρδεύσεων. Όσο μικρότερη είναι η ποσότητα του νερού στο έδαφος, τόσο μεγαλύτερη είναι η μείωση της ακτίνας του κορμού. Παρόλα αυτά, απαιτείται περαιτέρω έρευνα για να καθορίσουμε κριτήρια και κατώφλια κατάλληλα για να αποφασίζουμε και να εφαρμόζουμε πιο σωστή υδροδότηση των ελαιόδεντρων, και έτσι να πετυχαίνουμε τη μεγιστοποίηση της ποιότητας και της ποσότητας της παραγωγής, εξοικονομώντας ταυτόχρονα νερό. **[FAIR95]**

1.2 Ανάπτυξη φυτικών δεικτών για την αριστοποίηση της αρδευτικής αγωγής.

Στόχος του πειράματος είναι η σύγκριση των μέσων ημερησίων τιμών, της αύξησεως και της συστολής της διαμέτρου του κορμού, ανά μήνα κάτω από διαφορετικές συνθήκες άρδευσης.

Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν σε δένδρα ελιάς φυτεμένα μέσα σε λυσίμετρα. Τα λυσίμετρα είναι γεωπονικές διατάξεις απομόνωσης του χώματος και του ριζικού συστήματος του φυτού από το γύρο περιβάλλον, ώστε να γίνεται δυνατή η ακριβής παρακολούθηση της ποσότητας του νερού που καταναλώνει το φυτό, καθώς και η παρακολούθηση άλλων παραγόντων σχετικών με την ανάπτυξη του φυτού. Η υλοποίηση του λυσιμέτρου μπορεί να γίνει είτε με τσιμεντένιες δεξαμενές, στις οποίες υπάρχει το κατάλληλο χώμα και το φυτό, το οποίο αναπτύσσεται, είτε σε κατάλληλα δοχεία τα οποία περιέχουν, επίσης,

χώμα και το φυτό που αναπτύσσεται. Στα λυσίμετρα εφαρμόστηκαν δύο διαφορετικοί τρόποι άρδευσης βάσει φυτικών και εδαφικών δεικτών. Στον πρώτο τρόπο, κατά τον οποίο αρδεύονταν με βάση τους φυτικούς δείκτες, τα δένδρα ποτίζονταν όταν η ημερήσια αύξηση της διαμέτρου κορμού ήταν μικρότερη από μηδέν, ενώ στον δεύτερο τρόπο όπου αρδεύονταν με βάση τους εδαφικούς δείκτες, τα δένδρα ποτίζονταν όταν το υδατικό δυναμικό του εδάφους ήταν μικρότερο από $-1,5$ MPa.

Από την μελέτη των στοιχείων του πειράματος, διαπιστώθηκε ότι όταν τα δένδρα ελιάς αρδεύονταν με βάση τους φυτικούς και τους εδαφικούς δείκτες, η αύξηση της διαμέτρου του κορμού δεν επηρεαζόταν από το διαφορετικό εδαφικό υδατικό δυναμικό που επικρατούσε στο έδαφος μεταξύ των δύο χειρισμών, και παράλληλα η συστολή της διαμέτρου του κορμού σημείωσε μεγάλες διαφορές. Οι τιμές της μέσης ημερήσιας αύξησης της διαμέτρου κορμού ήταν χαμηλές, κατά την διάρκεια του χειμώνα, αυξάνονταν προοδευτικά από την άνοιξη έως το καλοκαίρι, και στην συνέχεια μειώνονταν έως το χειμώνα. Οι τιμές της μέσης ημερήσιας συστολής της διαμέτρου κορμού ακολουθούσαν αντίθετη πορεία κατά την διάρκεια του έτους.

1.3 Συσχέτιση φυτικών δεικτών και φυσιολογικών παραμέτρων

Με το πείραμα αυτό επιχειρείται η συσχέτιση μεταξύ της ημερήσιας πορείας της συστολής διαμέτρου κορμού, και της ημερήσιας πορείας του υδατικού δυναμικού των φύλλων, της αντίστασης των στομάτων και του ρυθμού της φωτοσύνθεσης.

Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν σε δένδρα ελιάς φυτεμένα μέσα σε λυσίμετρα ενώ εφαρμόστηκαν δύο επίπεδα εδαφικής υδατικής διαθεσιμότητας, ένα υγρό και ένα ξηρό. Στο υγρό επίπεδο, εξασφαλιζόταν πλήρης βροχόπτωση και η άρδευση ελεγχόταν με τασίμετρα τοποθετημένα σε βάθος 45 cm, έτσι ώστε, το εδαφικό υδατικό δυναμικό να διατηρείται πάνω από -50 KPa. Στο ξηρό επίπεδο, η βροχόπτωση είχε περιοριστεί μέσω πλαστικής κάλυψης και η άρδευση ελεγχόταν με γύψινα πλακίδια τοποθετημένα σε βάθος 60 cm, έτσι ώστε το εδαφικό υδατικό δυναμικό να διατηρείται πάνω από -1500 KPa.

Τα αποτελέσματα έδειξαν, ότι κατά τις πρωινές ώρες υπήρχε γραμμική συσχέτιση μεταξύ των ωριαίων τιμών της συστολής της διαμέτρου του κορμού και του υδατικού δυναμικού των φύλλων, ενώ κατά τις απογευματινές ώρες, η συσχέτιση αυτή ήταν πολυωνυμική. Ο ρυθμός της φωτοσύνθεσης ήταν σημαντικά μειωμένος, ενώ η αντίσταση των στομάτων ήταν αρκετά μεγαλύτερη στο ξηρό επίπεδο.

1.4 Ελεγχόμενη άρδευση ελαιόδενδρων με βάση φυτικούς και εδαφικούς δείκτες.

Σκοπός του πειράματος αυτού είναι απ' τη μια η ελεγχόμενη άρδευση με βάση συνδυασμό φυτικών και εδαφικών δεικτών και απ' την άλλη η μελέτη των υδατικών και φυσιολογικών φυτικών παραμέτρων, έτσι ώστε να καταλήξουμε στην άριστη αρδευτική αγωγή.

Ελαιόδενδρα ηλικίας 5 ετών έχουν φυτευτεί σε λυσίμετρα, στα οποία εφαρμόζονται τέσσερις διαφορετικοί τρόποι άρδευσης. Κάθε χειρισμός βασίζεται σε συνδυασμό φυτικών (μέση ημερήσια αύξηση της διαμέτρου κορμού ανά μήνα και μέση ημερήσια συστολή της διαμέτρου κορμού ανά μήνα) και εδαφικών παραμέτρων (υδατικό δυναμικό του εδάφους), οι οποίες έχουν προσδιοριστεί σε προηγούμενα σχετικά πειράματα. Αυτές οι παράμετροι ελέγχονται από ηλεκτρονικό υπολογιστή, ο οποίος αποφασίζει την κατάλληλη χρονική στιγμή για εφαρμογή του ποτίσματος.

Από το πείραμα αυτό, αναμένεται να προσδιοριστεί η ορθότερη αρδευτική αγωγή μετά από την επεξεργασία των μετρούμενων υδατικών και φυσιολογικών φυτικών παραμέτρων. Οι μετρούμενοι παράμετροι είναι: ποσότητα νερού άρδευσης, βλάστηση, άνθηση, καρπόδεση, αύξηση ελαιοκάρπου, ελαιοπεριεκτικότητα, ρυθμός φωτοσύνθεσης, ρυθμός διαπνοής, αντίσταση στομάτων και υδατικό δυναμικό φύλλου. **[FAIR95]**

1.5 Προτεινόμενες ενέργειες για τον καθορισμό κριτηρίων άρδευσης.

Με στόχο τη βελτίωση και την εξέλιξη των προηγούμενων παρατηρήσεων για τη φυσιολογία των φυτών, προτείνονται τα παρακάτω βήματα:

- ◆ Η περαιτέρω μελέτη των μειώσεων και αυξήσεων της ακτίνας του κορμού των ελαιόδεντρων, για διάφορα επίπεδα νερού και κάτω από διαφορετικές ημερήσιες και εποχικές συνθήκες.
- ◆ Η εξέταση των ημερησίων μεταβολών της ακτίνας του κορμού, σε σχέση με την ποσότητα αυτού στα φύλλα και το ρυθμό φωτοσύνθεσης.
- ◆ Η ανάπτυξη, η βελτίωση, και η αξιοποίηση οργάνων δεντρομέτρησης, κατάλληλων για τη συνεχή και ακριβή παρακολούθηση και αρχειοθέτηση των ημερησίων μετρήσιμων μεταβολών του φυτού.

1.6 Το προτεινόμενο σύστημα.

Με όλα τα παραπάνω, γίνεται κατανοητή η αναγκαιότητα της κατασκευής ενός ειδικού ηλεκτρονικού συστήματος, κατάλληλου για πρακτική εφαρμογή στο επίπεδο του αγρότη, το οποίο εκτιμά το υδατικό δυναμικό των φυτών και υποδεικνύει τον κατάλληλο χρόνο εφαρμογής της άρδευσης. Εναλλακτικά, μπορεί να συνδέεται με το δίκτυο άρδευσης και να ρυθμίζει αυτόματα την έναρξη και την λήξη της άρδευσης.

Έτσι, το Ινστιτούτο συνεργάζεται με το Πολυτεχνείο Κρήτης σε σχετικό ερευνητικό πρόγραμμα με σκοπό την δημιουργία ενός τέτοιου συστήματος. Η μελέτη του προβλήματος οδήγησε στην ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης διάταξης η οποία είναι δυνατόν να παρακολουθεί όλους τους απαραίτητους φυσικούς δείκτες, να εκτελεί το σχετικό αλγόριθμο επεξεργασίας των δεδομένων και να αποφασίζει για την σωστή άρδευση των φυτών. Το προτεινόμενο ολοκληρωμένο σύστημα, που αποτελεί και την συμβολή της παρούσας διπλωματικής, έχει σχεδιαστεί με δύο φιλοσοφίες. Η πρώτη φιλοσοφία είναι η ανάπτυξη ενός τελικού προϊόντος, το οποίο απευθύνεται στον αγρότη, που μπορεί να τοποθετηθεί στην καλλιέργεια για να παρακολουθεί τους φυσικούς δείκτες της καλλιέργειας και αυτόματα να εκτελεί την άρδευση των φυτών. Η δεύτερη φιλοσοφία έχει να κάνει με την ανάπτυξη ενός εργαστηριακού, περισσότερο, συστήματος για την παρακολούθηση και επεξεργασία των δεδομένων, το οποίο απευθύνεται περισσότερο σε γεωπονικά εργαστήρια και ινστιτούτα, όπως το Ινστιτούτο Ελιάς και Υποτροπικών για την διεξαγωγή σχετικών ερευνητικών μελετών και παρατηρήσεων πάνω στα φυτά.

Κεφάλαιο 2

ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

2. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

2.1 Εισαγωγή

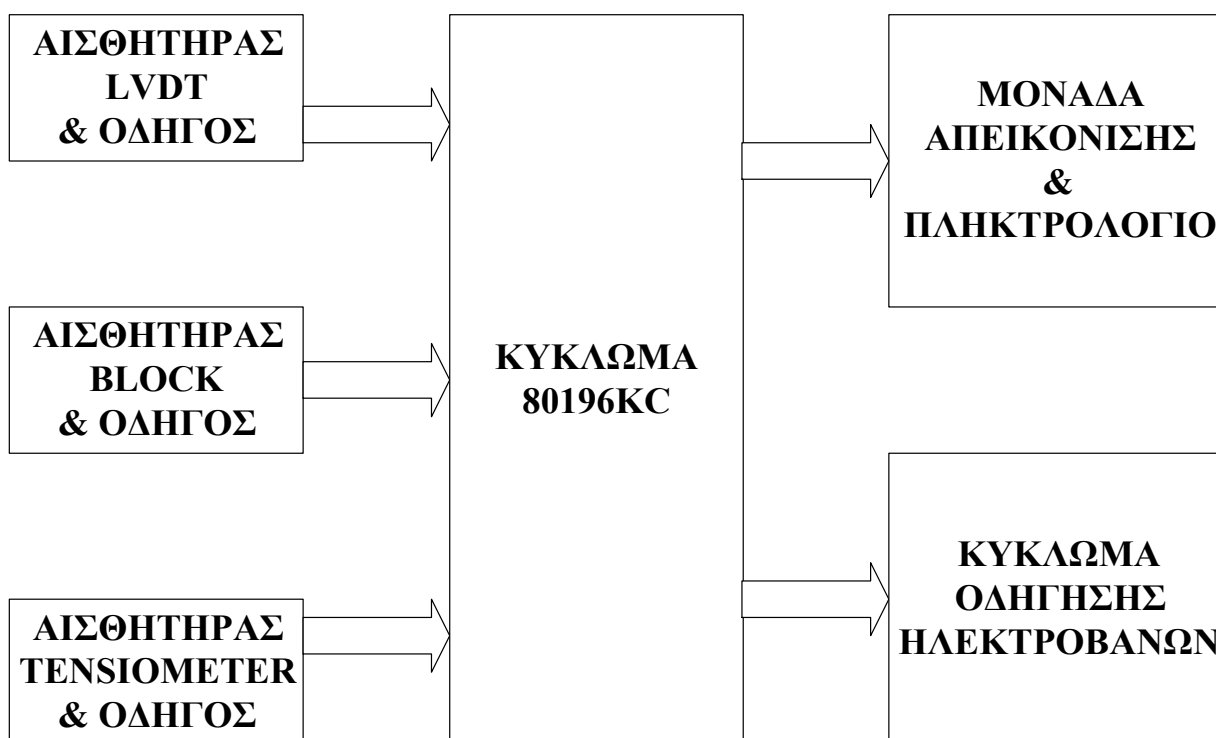
Στην προσπάθεια μελέτης και κατανόησης του προβλήματος που εδόθη, οδηγηθήκαμε σε δυο προσεγγίσεις (Α και Β) ικανές να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα. Για την προσέγγιση Α, αναπτύχθηκε μια βασική πλακέτα με την οποία γίνεται η συλλογή και η επεξεργασία των φυσικών δεικτών καθώς και η άρδευση. Για την προσέγγιση Β, χρησιμοποιήθηκαν δυο βιομηχανικές κάρτες για υπολογιστή, οι οποίες εκτελούν τις προηγούμενες διαδικασίες. Στη συνέχεια, δίνεται σχηματική περιγραφή των δύο προσεγγίσεων.

2.2 Η προσέγγιση Α

Η μελέτη της προσέγγισης Α οδήγησε στο συμπέρασμα ότι είναι δυνατή η εφαρμογή της με δύο τρόπους:

2.2.1 1ος τρόπος εφαρμογής (Α1)

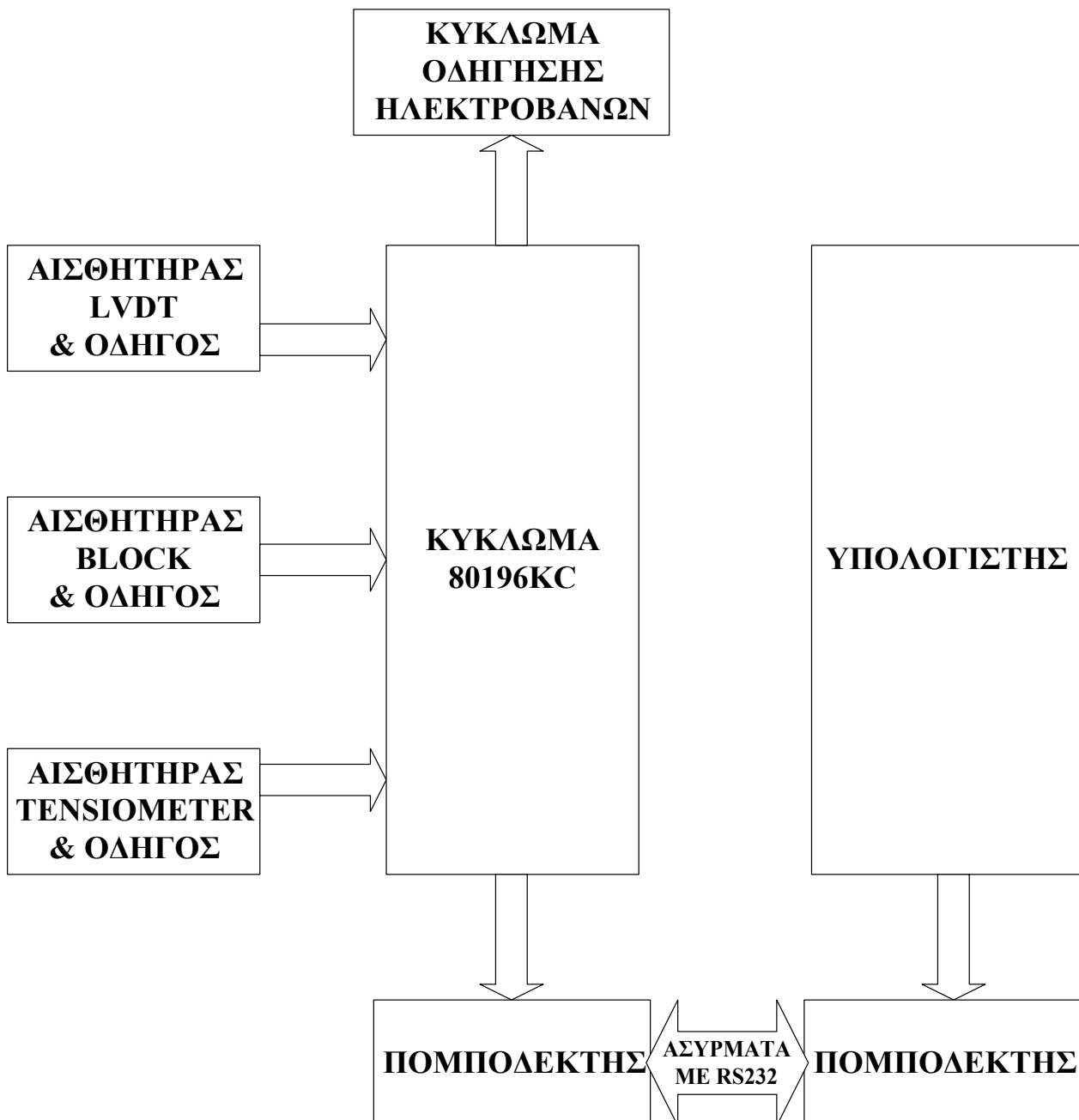
Σε αυτό τον τρόπο εφαρμογής τα αισθητήρια, τα οποία επιτρέπουν την παρακολούθηση των φυσικών μεγεθών, συνδέονται με τη βασική μονάδα επεξεργασίας (Σχήμα 2-1). Το σύστημα λειτουργεί αυτόνομα, χωρίς ο χρήστης να έχει λεπτομερή εικόνα των συνθηκών, αφού για την προσέγγιση Α δεν είναι αναγκαία η ύπαρξη υπολογιστή. Η μονάδα επεξεργασίας επίσης συνδέεται και με τη μονάδα οδήγησης των ηλεκτροβανών, που είναι υπεύθυνες για την έναρξη και την παύση της άρδευσης σύμφωνα με τον αλγόριθμο ελέγχου, ο οποίος εκτελείται στη μονάδα επεξεργασίας



Σχήμα 2-1 Σχηματικό διάγραμμα της εφαρμογής A1

2.2.2 2ος τρόπος εφαρμογής (A2)

Σε αυτό τον τρόπο εφαρμογής, τα αισθητήρια τα οποία μας επιτρέπουν την παρακολούθηση των φυσικών μεγεθών, όπως και προηγουμένως, συνδέονται με τη βασική μονάδα επεξεργασίας ενώ στη συνέχεια, σ' αυτή συνδέεται ασύρματα ο υπολογιστής (Σχήμα 2-2). Η ασύρματη διασύνδεση του υπολογιστή με την βασική πλακέτα έχει το πλεονέκτημα ότι ο υπολογιστής μπορεί να τοποθετηθεί στο χώρο που βρίσκεται ο χρήστης, ο οποίος υπάρχει πιθανότητα να είναι απομακρυσμένος από τα λυσίμετρα ή από την καλλιέργεια, χωρίς κανένα πρόβλημα. Έτσι, ο χρήστης έχει καθολική εικόνα των μετρούμενων μεγεθών. Η μονάδα επεξεργασίας επίσης συνδέεται και με τη μονάδα οδήγησης των ηλεκτροβανών, που είναι υπεύθυνες για την έναρξη και την παύση της άρδευσης σύμφωνα με τον αλγόριθμο ελέγχου ο οποίος εκτελείται στη μονάδα επεξεργασίας



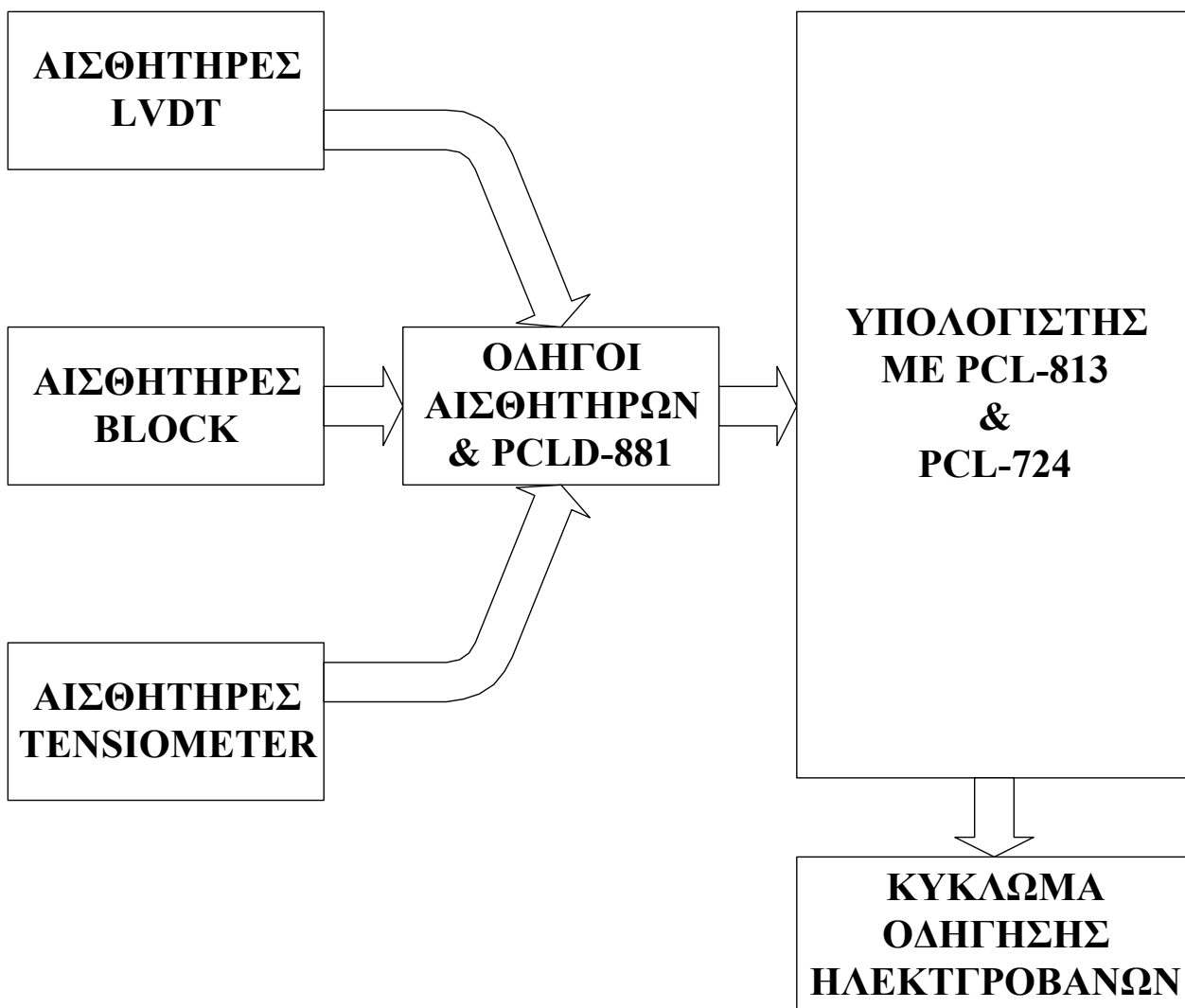
Σχήμα 2-2 Σχηματικό διάγραμμα της εφαρμογής A2

2.3 Η προσέγγιση Β

Και σε αυτή την περίπτωση η μελέτη της προσέγγισης Β οδήγησε στο συμπέρασμα ότι είναι δυνατή η εφαρμογή της με δύο τρόπους.

2.3.1 1ος τρόπος εφαρμογής (B1)

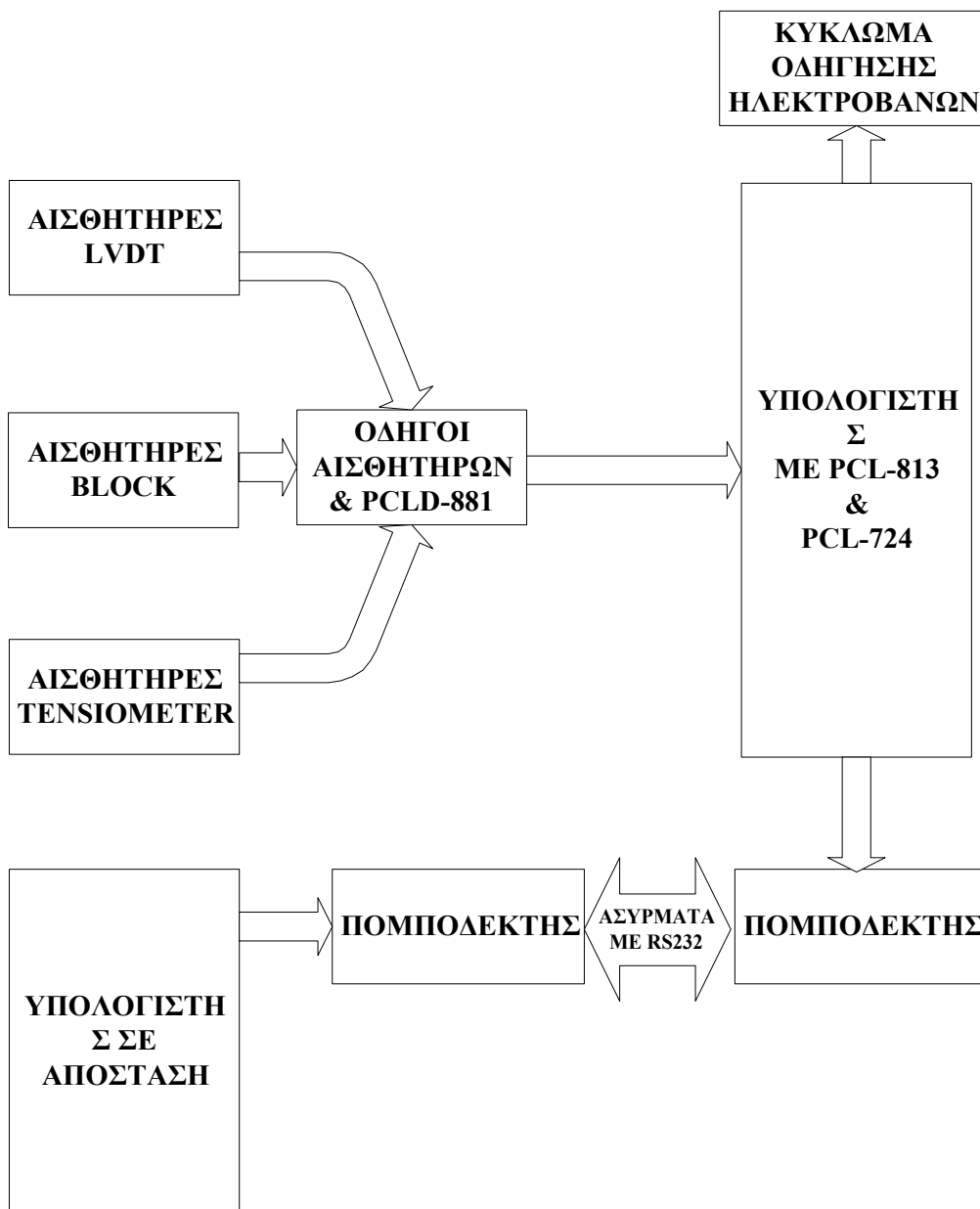
Σε αυτό τον τρόπο εφαρμογής, τα αισθητήρια τα οποία μας επιτρέπουν την παρακολούθηση των φυσικών μεγεθών, συνδέονται με τον υπολογιστή ο οποίος περιέχει τις κάρτες δειγματοληψίας και ψηφιακής εξόδου (Σχήμα 2-3). Ο υπολογιστής συνδέεται και με τη μονάδα οδήγησης των ηλεκτροβανών, που είναι υπεύθυνες για την έναρξη και την παύση της άρδευσης, σύμφωνα με τον αλγόριθμο ελέγχου ο οποίος εκτελείται. Το λογισμικό που έχει αναπτυχθεί δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη μιας καθολικής εικόνας των μετρουμένων φυσικών μεγεθών.



Σχήμα 2-3 Σχηματικό διάγραμμα της εφαρμογής B1

2.3.2 2ος τρόπος εφαρμογής (B2)

Σε αυτό τον τρόπο εφαρμογής τα αισθητήρια τα οποία μας επιτρέπουν την μέτρηση των φυσικών μεγεθών, όπως και προηγουμένως, συνδέονται με τον υπολογιστή ο οποίος περιέχει τις κάρτες δειγματοληψίας και ψηφιακής εξόδου. Εδώ, ο υπολογιστής συνδέεται ασύρματα με δεύτερο υπολογιστή σε επιτρεπτή απόσταση, δίνοντας τη δυνατότητα στο χρήστη να λαμβάνει τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από σχετικά μεγάλη απόσταση (Σχήμα2-4). Ο υπολογιστής συνδέεται και με τη μονάδα οδήγησης των ηλεκτροβανών που είναι υπεύθυνες για την έναρξη και την παύση της άρδευσης σύμφωνα με τον αλγόριθμο ελέγχου ο οποίος εκτελείται.



Σχήμα 2-4 Σχηματικό διάγραμμα της εφαρμογής B2

Κεφάλαιο 3

ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ, ΕΛΕΓΧΟΣ & ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

3. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ, ΕΛΕΓΧΟΣ & ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

3.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται ένα σημαντικό τμήμα που είναι κοινό και στις δύο προσεγγίσεις. Συγκεκριμένα, περιγράφονται οι αισθητήρες και οι ηλεκτροβάνες που χρησιμοποιήθηκαν μαζί με τα κατάλληλα κυκλώματα οδήγησης καθώς και η διατάξεις επικοινωνίας.

3.2 Οι αισθητήρες

3.2.1 Ο Αισθητήρας υγρασίας τύπου тенσιομέτρου ή τασιμέτρου

Εισαγωγή

Στην ενότητα αυτή περιγράφεται η αρχή της λειτουργίας του тенσιομέτρου για τη μέτρηση της υγρασίας του εδάφους, καθώς και η ανάπτυξη ενός тенσιομέτρου εργαστηριακά και ενός ηλεκτρονικού εμπορικού тенσιομέτρου το οποίο είναι έτοιμο να χρησιμοποιηθεί για την μέτρηση της υγρασίας.

Αρχή λειτουργίας του τενσιομέτρου ή τασιμέτρου

Το τασίμετρο είναι ένας ενδείκτης με τον οποίο μετράται η κατάσταση της εδαφικής υγρασίας συνεχώς, με μεγάλη ακρίβεια, στην περιοχή της ριζικής ανάπτυξης, οποιασδήποτε αρδευόμενης καλλιέργειας. Με το τασίμετρο δεν μετράται μόνο πόση υγρασία υπάρχει στο έδαφος, αλλά και κατά πόσο είναι διαθέσιμη αυτή η υγρασία στις ρίζες των φυτών.

Το τασίμετρο εργάζεται βασισμένο στην αρχή κατά την οποία το πορώδες σώμα τείνει να προσλάβει ή να αποδώσει νερό, μέχρι να επιτευχθεί ισορροπία με το έδαφος. Η αρχή αυτή είναι τελείως διαφορετική από αλλά συστήματα, τα οποία μετρούν το ποσοστό της υγρασίας εδάφους.



Το τασίμετρο αποτελείται από ένα στεγανό σωλήνα γεμάτο με νερό και μια πορώδη άκρη. Ο σωλήνας τοποθετείται στο χώμα στο βάθος του ριζώματος. Σε ξηρό έδαφος, το νερό τείνει να περάσει από το όργανο στο έδαφος, δημιουργώντας κενό το οποίο παρακολουθείται από κατάλληλο υποπίεσόμετρο (Σχήμα 3-1). Όσο ξηρότερο είναι το έδαφος τόσο μεγαλύτερη είναι η ένδειξη του οργάνου. Το πότισμα του εδάφους ελαττώνει το κενό που δημιουργήθηκε από το ξηρό έδαφος. Απορροφάται νερό από το έδαφος πίσω, μέσα στο σωλήνα. Αυτό δημιουργεί στο υποπίεσόμετρο μια χαμηλότερη ένδειξη. Με βάση την αρχή λειτουργίας του τενσιομέτρου που διατυπώθηκε παραπάνω, έχει καθιερωθεί η μέτρηση της υγρασίας του εδάφους με βάση την υποπίεση μετρούμενη σε μονάδες κυρίως Κρα.

Σχήμα 3-1
Το τασίμετρο

Το τασίμετρο καλύπτει ένα μέρος της εδαφικής υγρασίας που χρειάζονται τα φυτά για την ανάπτυξη τους.

Κάθε καλλιεργητής μαθαίνει γρήγορα τι σημαίνουν οι διάφορες ενδείξεις του οργάνου του τασιμέτρου, σε ποια ένδειξη να ξεκινήσει το πότισμα και σε ποια ένδειξη να το σταματήσει, για να πετύχει τα καλύτερα αποτελέσματα σε ορισμένο

κλίμα, καλλιέργεια, έδαφος, και μέθοδο ποτίσματος. Οι παρακάτω υποδείξεις για τις ενδείξεις του τασιμέτρου έχουν προκύψει από πρακτικές παρατηρήσεις:

Ενδείξεις 0-10%:

Χώμα πλημμυρισμένο. Συνήθως συμβαίνει για μία ή δύο ημέρες μετά από ποτίσματα: Συνεχιζόμενη ένδειξη σ' αυτή την περιοχή δείχνει υπερπότισμα που είναι επικίνδυνο για τα φυτά προκαλώντας φράξιμο των πόρων, κακό αερισμό ριζών, σάπισμα ριζών ή υψηλό ορίζοντα υπεδάφειου νερού.



**Σχήμα 3-2
0-10%**

Ενδείξεις 10- 20%:

Έδαφος στην υδατοϊκανότητα του. Το πότισμα με αυλάκια ή τεχνητή βροχή πρέπει να σταματά σ' αυτές τις ενδείξεις, για να προληφθεί απώλεια νερού και θρεπτικών στοιχείων. Στην άρδευση με σταγόνες, το νερό προστίθεται συχνά σε μικρές ποσότητες για να διατηρείται το έδαφος σε αυτήν την περιοχή υγρασίας. Ο σταλακτήρας πρέπει να τοποθετείται σε απόσταση 30-45cm από το τενσιόμετρο.



**Σχήμα 3-3
10-20%**

Ενδείξεις 30- 60%:

Συνηθισμένες ενδείξεις για να ξεκινήσει το πότισμα εκτός από την περίπτωση ποτίσματος με σταγόνες. Σ' αυτή την περιοχή, εξασφαλίζεται ο επαρκής αερισμός των ριζών. Γενικά, το πότισμα αρχίζει με ένδειξη προς το 30%, σε ζεστά ξηρά κλίματα και αμμώδη εδάφη, ενώ σε ψυχρά υγρά κλίματα και αργιλώδη εδάφη, το πότισμα αρχίζει κοντά στο 60%. Η έναρξη του ποτίσματος σ' αυτές τις ενδείξεις εξασφαλίζει την διατήρηση διαθέσιμου νερού για τα φυτά, ώστε να βρίσκονται σε μέγιστη απόδοση. Ακόμη μας δίνουν ένα συντελεστή ασφάλειας σε περιπτώσεις αδυναμίας ποτίσματος ή αναβολής για μερικές μέρες καθώς και αδυναμία ομοιόμορφης διανομής του νερού στον αγρό.



**Σχήμα 3-4
30-60%**

Ενδείξεις 70% και πάνω

Περιοχή καταπόνησης (stress) για τα φυτά. Μια τέτοια ένδειξη δε δείχνει ότι όλη η υγρασία έχει καταναλωθεί, αλλά ότι η εύκολα διαθέσιμη υγρασία έχει μειωθεί επικίνδυνα για την άριστη απόδοση των φυτών.



Σχήμα 3-5
70% και πάνω

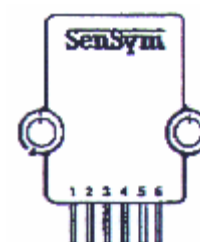
Το εργαστηριακό тенσιόμετρο

Εισαγωγή

Το εργαστηριακό тенσιόμετρο είναι αποτέλεσμα της προσαρμογής σε μηχανικό τασίμετρο, όπως αυτό που περιγράφηκε παραπάνω, ενός ηλεκτρονικού αισθητήρα υποπίεσης τύπου SCX01 του οίκου SenSym. Η προσαρμογή έγινε με χρήση ενός υδραυλικού «T» στη θέση του υποπιεσομέτρου. Έτσι, στη μια άκρη του «T» προσαρμόζεται ο ηλεκτρονικός αισθητήρας και στην άλλη το μηχανικό όργανο. Στη συνέχεια, περιγράφεται ο ηλεκτρονικός αισθητήρας υποπίεσης. Επιπλέον, περιγράφεται ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα οδήγησης, το οποίο μετατρέπει την τάση του αισθητήρα σε κατάλληλο σήμα TTL.

Περιγραφή του ηλεκτρονικού αισθητήρα SCX01

Η σειρά αισθητήρων SCX παρέχει μια χαμηλού κόστους λύση για εφαρμογές μέτρησης της πίεσης που απαιτούν υψηλή ακρίβεια σε ευρεία περιοχή θερμοκρασίας. Αυτοί οι εσωτερικά ρυθμισμένοι και θερμικά αντισταθμισμένοι αισθητήρες σχεδιάστηκαν για να παρέχουν μια ακριβή και σταθερή έξοδο από τους 0 ° C έως του 70 ° C. Αυτή η σειρά προτείνεται για χρήση με μη οξειδωτικά και μη ιονισμένα υγρά και αέρια, όπως ο αέρας, υγροποιημένα αέρια κτλ.



Σχήμα 3-6
Ο αισθητήρας

Διατίθενται αισθητήρες οι οποίοι μετρούν απόλυτες, διαφορικές και σχετικές πιέσεις από 1psi έως 150 psi. Οι απόλυτες συσκευές (A) έχουν μια εσωτερική

αναφορά κενού και μια τάση εξόδου ανάλογη της απόλυτης πίεσης. Οι διαφορικές συσκευές (B) επιτρέπουν εφαρμογές πίεσης και προς τις δυο πλευρές του διαφράγματος πίεσης του αισθητήριου, και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για σχετικές ή διαφορικές μετρήσεις πίεσης.

Οι αισθητήρες SCX έχουν ένα αισθητήριο στοιχείο σε ολοκληρωμένο κύκλωμα και ένα μικρορυθμισμένο με laser κεραμικό λεπτό film, κλεισμένο μέσα σε μια συμπαγή νάιλον θήκη. Αυτή η συσκευασία παρέχει εξαιρετική αντιοξειδωτική προστασία και απομόνωση από εξωτερικές πιέσεις. Η συσκευασία έχει κατάλληλες οπές προσαρμογής και θύρες πίεσης για εύκολη χρήση με πλαστική σωλήνωση για τη μέτρηση της πίεσης (Σχήμα 3-7).

Όλοι οι αισθητήρες SCX παρέχουν μέγιστη ακρίβεια +/- 1% και παρέχουν μια πολύ χαμηλή έξοδο μηδενικής πίεσης της τάξεως των +/-300 μV max. Έτσι, για αρκετές εφαρμογές δε χρειάζονται δικτυώματα μικρορύθμισης μηδενισμού στο κύκλωμα. Εάν η εφαρμογή απαιτεί λειτουργία σε μεγαλύτερη θερμοκρασιακή περιοχή, περισσότερο από 0-70° C δυο ακροδέκτες, που παρέχουν μια τάση εξόδου ανάλογη της θερμοκρασίας, διατίθενται για χρήση με εξωτερικό κύκλωμα αντιστάθμισης.

Η έξοδος της γέφυρας είναι ανάλογη της τάσης τροφοδοσίας και η λειτουργία με οποιαδήποτε DC τάση τροφοδοσίας έως τα +20 V είναι αποδεκτή.

Επειδή αυτές οι συσκευές έχουν πολύ χαμηλό θόρυβο και εξαιρετική θερμική αντιστάθμιση, είναι ιδανικές για ιατρικές και άλλες υψηλής ποιότητας εφαρμογές. Ο χρόνος απόκρισης των 100 μsec κάνει αυτή τη σειρά αισθητήρων μια εξαιρετική επιλογή για περιφερειακά υπολογιστών και εφαρμογές πνευματικού έλεγχου.

Οι αισθητήρες της σειράς SCX δίνουν μια τάση εξόδου που είναι ευθέως ανάλογη με την εφαρμοζόμενη πίεση. Οι συσκευές παρέχουν μια θετικά αυξανόμενη έξοδο, όταν εφαρμόζεται αυξανόμενη πίεση στη θύρα πίεσης P(b). Αν οι επαφές εισόδου πίεσης αντιστραφούν, η έξοδος αυξάνεται όταν μειώνεται η πίεση. Το σήμα εξόδου είναι ανάλογο ως προς την τάση τροφοδοσίας, και μεταβολές σε αυτήν προκαλούν ανάλογες μεταβολές στην τάση εξόδου και στην μέγιστη διακύμανση της κλίμακας. Όταν η συσκευή χρησιμοποιείται για μέτρηση

απόλυτης πίεσης, η πίεση εφαρμόζεται στη θύρα P(a) και η πολικότητα της εξόδου αντιστρέφεται.

Οι συσκευές SCX βαθμονομούνται πλήρως εργαστηριακά ως προς την ασυμμετρία (offset) και το εύρος μετρήσεων και έτσι οι απαιτήσεις για περαιτέρω ρυθμίσεις από το χρήστη στις περισσότερες εφαρμογές είναι λίγες.

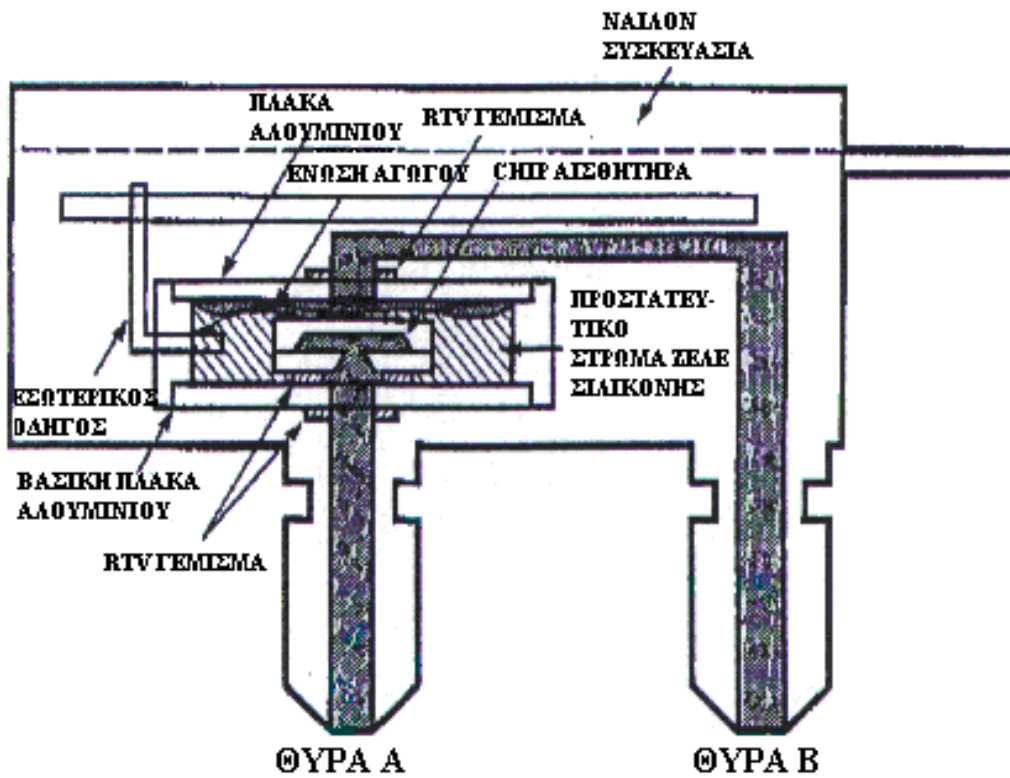
Οι αισθητήρες μέτρησης απόλυτης πίεσης έχουν ένα ερμητικά κλειστό θάλαμο αναφοράς κενού. Έτσι, η ασυμμετρία (offset) σε αυτές τις μονάδες μετριέται στο κενό. Επειδή όλες οι πιέσεις μετριοούνται σε σχέση με αναφορά κενού, όλες οι αλλαγές στη βαρομετρική πίεση ή αλλαγές ύψους προκαλούν αλλαγές στην έξοδο της συσκευής.

Οι συσκευές SCX είναι συμβατές με τα περισσότερα μη οξειδωτικά αέρια. Επειδή το κύκλωμα καλύπτεται από ένα προστατευτικό στρώμα σιλικόνης, πολλά περιβάλλοντα, που σε άλλη περίπτωση θα ήταν οξειδωτικά, είναι ανεκτά από τους αισθητήρες. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα κατασκευής του αισθητήρα τα ρευστά πρέπει, γενικά, να είναι συμβατά με ζελέ σιλικόνης, πλαστικό, αλουμίνιο, RTV, σιλικόνη και γυαλί για χρήση στην είσοδο B (Σχήμα 3-7).

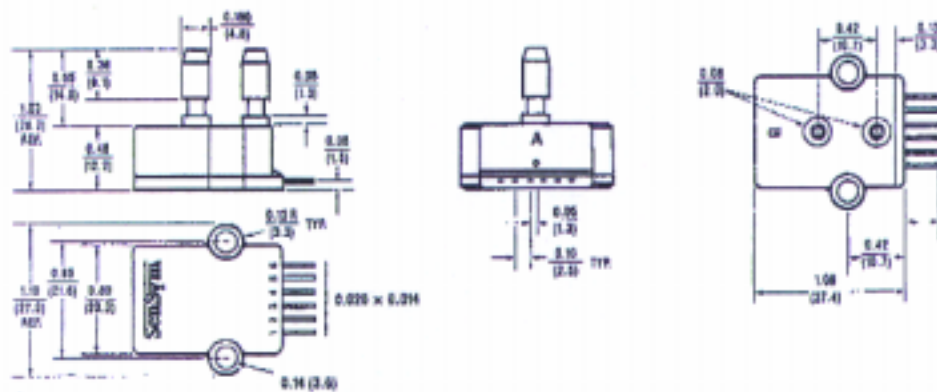
Η συσκευασία του SCX είναι σχεδιασμένη για άμεση σύνδεση των σωλήνων μέτρησης της πίεσης και για εύκολη προσαρμογή σε πλακέτα υπολογιστή. Για να προσαρμοστεί ο αισθητήρας οριζόντια σε πλακέτα υπολογιστή, οι ακροδέκτες μπορούν να λυγιστούν, και η συσκευασία μπορεί να στερεωθεί στην πλακέτα χρησιμοποιώντας συνδετήρες ή βίδες. Η σύνδεση για τη μέτρηση της πίεσης μπορεί να γίνει με σωλήνα από σιλικόνη.

Όλες οι εκδοχές των αισθητήρων SCX έχουν δυο σωλήνες διαθέσιμους για τη σύνδεση της πίεσης. Για τις συσκευές απόλυτης πίεσης μόνο η θύρα P(a) είναι ενεργή.

Για εφαρμογές μέτρησης σχετικής πίεσης (guge) η πίεση πρέπει να εφαρμοστεί στη θύρα P(b). Σε αυτή την περίπτωση η θύρα P(a) αφήνεται ανοικτή να επικοινωνεί με την ατμόσφαιρα. Για διαφορικές μετρήσεις πίεσης και για να επιτευχθεί η κατάλληλη πολικότητα σήματος εξόδου, η θύρα P(b) πρέπει να συνδεθεί σαν θύρα υψηλής πίεσης και η P(a) σαν θύρα χαμηλής πίεσης.



Σχήμα 3-7 Εσωτερική δομή του αισθητήρα



Σχήμα 3-8 Φυσικές διαστάσεις του αισθητήρα

Το κύκλωμα οδήγησης του αισθητήρα

Για τη μέτρηση πιέσεων κάτω από 1 psi, το κύκλωμα που φαίνεται στο **Σχήμα 9-2** (Παράρτημα A) χρησιμοποιεί τον αισθητήρα SCX01DN παρέχοντας μια έξοδο από 2 έως 5 V για μια πίεση από 0 έως 10 inches στήλης νερού. Το σήμα εξόδου είναι συμβατό με πολλούς τύπους A/D μετατροπών. Το χαμηλό κόστους αυτό κύκλωμα προσαρμόζεται εύκολα σε χαμηλότερη κλίμακα πλήρους πίεσης έως και 5 ίντσες στήλης νερού. Ακολουθεί η περιγραφή του κυκλώματος.

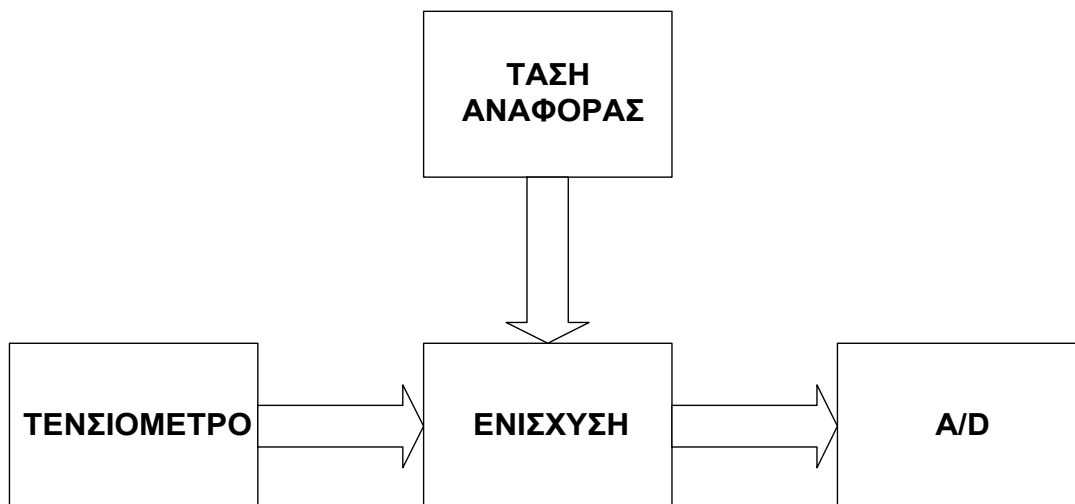
Το ολοκληρωμένο LM-10 χρησιμοποιείται σαν τάση αναφοράς για την τάση V_e και για τον κόμβο τάσης V_{ref} . Με αυτό τον τρόπο, η V_e και V_{ref} δεν επηρεάζονται από θόρυβο ή μεταβολές της τάσης της τροφοδοσίας των 12 V. Η αντίσταση R_3 χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση της V_{ref} και της τάσης offset στην έξοδο, V_{out} .

Το σήμα πίεσης V_{in} ενισχύεται από τους ενισχυτές B1 και B2. Η αντίσταση R_2 χρησιμοποιείται για να ρυθμιστεί το κέρδος σήματος του κυκλώματος.

Το κέρδος δίδεται από την κάτωθι σχέση:

$$V_{out} = 2V_{in} \frac{1+R}{R_1} + V_{ref}$$

Για την καλύτερη απόδοση του κυκλώματος, είναι αναγκαία η προσεκτική επιλογή των υλικών. Χρησιμοποιήθηκαν πολύστροφα trimmers για να επιτευχθεί χαμηλός θερμοκρασιακός συντελεστής και χαμηλή μακροχρόνια απόκλιση. Όλες οι αντιστάσεις πρέπει να είναι τύπου metal film με 1% ανοχή. Οι ενισχυτές B1 και B2 διακρίνονται από χαμηλή ασυμμετρία (offset) και χαμηλό θόρυβο. Οι γραμμές του σήματος πρέπει να είναι όσο το δυνατόν κοντύτερες και η τάση τροφοδοσίας να αποσυζευχθεί στο PCB. Το παρακάτω σχηματικό διάγραμμα δίνει μια γενική εικόνα του αισθητήρα με το κύκλωμα οδήγησης.



Σχήμα 3-9 Σχηματικό διάγραμμα του εργαστηριακού тенσιομέτρου και του κυκλώματος οδήγησης

Η διαδικασία ρύθμισης είναι η ακόλουθη

1. Με εφαρμογή μηδενικής πίεσης ρυθμίζεται η αντίσταση R_3 μέχρι η έξοδος να γίνει $V_{out} = 2,000V$.
2. Εφαρμόζεται πίεση πλήρους κλίμακας (10 inches στήλης νερού) στην θύρα B και ρυθμίζεται η αντίσταση R_2 έτσι ώστε η τάση εξόδου να γίνει $V_{out} = 5,000V$.

Βιομηχανικό τενσιόμετρο SKT-600

Εισαγωγή

Το βιομηχανικό τενσιόμετρο τύπου SKT 600 είναι μια συσκευή ακριβείας για μετρήσεις υγρασίας εδάφους. Μετρά απευθείας σε HectoPascal και παρόλο που η μέγιστη περιοχή είναι 850 HectoPascal, αρκεί για να μετρήσει την υγρασία εδάφους σε όλες -σχεδόν- τις περιπτώσεις καλλιέργειας φυτών. Τέτοιες μετρήσεις χρησιμοποιούνται ευρέως σε οικολογικές ή υδρολογικές μελέτες, σε γεωργικές έρευνες και στον έλεγχο ύδρευσης. Η συσκευή κατασκευάζεται ολοκληρωτικά από ακριλικό υλικό για μεγάλη διάρκεια ζωής. Είναι σφραγισμένη, χρησιμοποιώντας υψηλής ποιότητας ρητίνη ή ένα δακτύλιο τύπου «O» (O-ring).
[Skye95]

Η έξοδος της συσκευής είναι ένα ηλεκτρικό σήμα γραμμικά συσχετισμένο με την πίεση της υγρασίας, αρχίζοντας από 0mV σε κορεσμένο από υγρασία έδαφος, έως 42.5mV σε πολύ στεγνό έδαφος, όταν η τροφοδοσία είναι 5V. Οι μονάδες μπορούν να χρησιμοποιηθούν με τροφοδοσία μέχρι 10.6V. Η τυπική τροφοδοσία είναι 5V.

Αρχή λειτουργίας του βιομηχανικού τενσιόμετρου

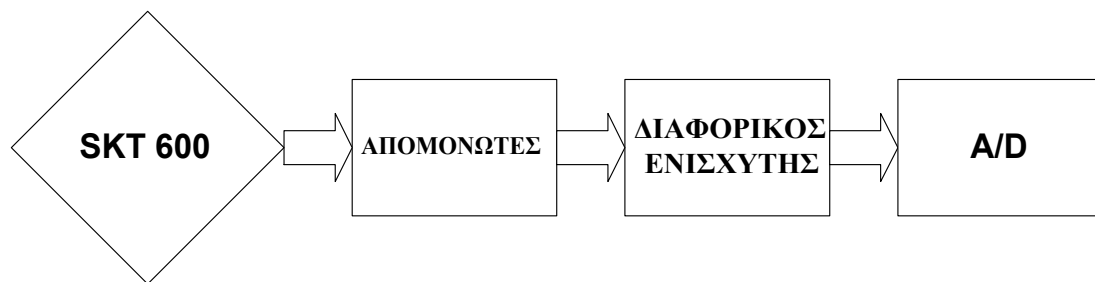
Η αρχή λειτουργίας του τενσιόμετρου τύπου SKT-600 είναι αυτή που ήδη έχει περιγραφεί για τα τενσιόμετρα με την εξισορρόπηση πίεσης του πορώδους υλικού που έχουν στο κάτω άκρο τους

Η πίεση στο σώμα του υγρασιόμετρου παρακολουθείται από ένα μετατροπέα βασισμένο σε ημιαγωγούς που εξασφαλίζει θερμοκρασιακή σταθερότητα και συμβατότητα με νερό, άλατα κτλ. Ο μετατροπέας αυτός βασίζεται σε μια διάταξη γέφυρας από αντιστάσεις ευαίσθητες σε επιμήκυνση. Καθώς μεταβάλλεται η πίεση μεταβάλλεται το μήκος τους και επομένως η αντίστασή τους. Η γέφυρα συνδέεται σε μια σταθερή τάση συνήθως 5.000V ή 10.000V ή 10.600V. Με την προϋπόθεση ότι η τάση αυτή παραμένει σταθερή, η έξοδος της γέφυρας είναι ευθέως ανάλογη με την πίεση στο εσωτερικό του υγρασιόμετρου. Η τάση εξόδου αντισταθμίζεται τόσο ως προς τις μεταβολές της θερμοκρασίας όσο και ως προς

τις μεταβολές της ατμοσφαιρικής πίεσης. Η τάση εξόδου του υγρασιομέτρου είναι επίσης ανάλογη με την τάση τροφοδοσίας, και κατά συνέπεια η έξοδος διπλασιάζεται αν η DC τάση τροφοδοσίας διπλασιαστεί.

Το κύκλωμα οδήγησης του βιομηχανικού τενσιομέτρου.

Στην έξοδο του τενσιομέτρου προσαρμόζεται ένας διαφορικός τελεστικός ενισχυτής με απομονωτές στις εισόδους του. Το κέρδος του διαφορικού ενισχυτή ρυθμίζεται να είναι 10 δίδοντας τελικά ένα σήμα στην περιοχή που μπορεί να μετρηθεί από τις περισσότερες κάρτες δειγματοληψίας. Το παρακάτω σχηματικό διάγραμμα δίνει μια γενική εικόνα του βιομηχανικού τενσιομέτρου και του κυκλώματος οδήγησης:



Σχήμα 3-10 Σχηματικό διάγραμμα του βιομηχανικού τενσιομέτρου και του κυκλώματος οδήγησης

3.2.2 Ο αισθητήρας υγρασίας τύπου «Block γύψου»

Βασική αρχή λειτουργίας

Η αρχή λειτουργίας του αισθητήρα βασίζεται στο γεγονός, ότι η ηλεκτρική αντίσταση μεταξύ ηλεκτροδίων τα οποία είναι βυθισμένα σε πορώδες γύψινο block είναι ανάλογη της υγρασίας που περιέχεται στο block. Έτσι, όσο πιο υγρό είναι ένα Block τόσο μικρότερη είναι η μετρούμενη αντίσταση ανάμεσα στα δυο ηλεκτρόδια. Η αντίσταση αυτή μετρείται με ένα ac ωμόμετρο.

Αυτού του τύπου ο αισθητήρας είναι κατάλληλος για διάφορες εφαρμογές άρδευσης, όπου οι μόνες ενδείξεις που απαιτούνται είναι ποιοτικές του τύπου «γεμάτο» (full) και «ξαναγέμισε» (refill). Για περισσότερο ακριβείς διαδικασίες τα γύψινα Block δεν ενδείκνυνται, διότι δεν έχουν την περιοχή μέτρησης, την ευαισθησία ή την αντίδραση χρόνου που απαιτείται. Αν στεγνώσουν, μπορεί τότε η σύζευξη τους με το έδαφος να γίνει προβληματική. **[Sow98]**

Στα πλεονεκτήματα του εντάσσεται το μικρό του κόστος που επιτρέπει τη χρήση του σε μεγάλους αριθμούς, με τη βοήθεια ενός συστήματος πολυπλεξίας. Επίσης, αυτού του είδους ο αισθητήρας μπορεί να αφηθεί στο πεδίο εφαρμογής χωρίς επιτήρηση σε αντίθεση με το τενσιόμετρο.

Όσον αφορά τα μειονεκτήματα, οι αισθητήρες αυτού του τύπου υποφέρουν από υστέρηση (διαφορετική αντίσταση για ίδιες τιμές υγρασίας). Η κλίμακα μέτρησης συνήθως εκτείνεται μέχρι 100kPa. Η ευαισθησία σε περιοχή χαμηλής υγρασίας είναι συνήθως πολύ περιορισμένη (μια μεγάλη αλλαγή στη στεγνότητα αντανακλά μικρές αλλαγές στην μετρούμενη αντίσταση).

Ο γύψος χρησιμοποιείται για να απομονώνει τα ηλεκτρόδια του αισθητήρα από την επίδραση των αλάτων του εδάφους. Το αποτέλεσμα όμως είναι ότι η απόδοση του Block ελαττώνεται με την πάροδο του χρόνου, ώσπου τελικά, να διαλυθεί εντελώς στο έδαφος. Ο χρόνος ζωής του Block είναι περίπου ένα έτος και εξαρτάται από τις συνθήκες περιβάλλοντος. Όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα σε άλατα τόσο πιο γρήγορα φθείρεται ο αισθητήρας.

Για να βελτιωθούν τα χαρακτηριστικά του Block, τόσο η κατανομή όσο και το μέγεθος των πόρων του, μπορούν να συνδυαστούν με το έδαφος στο οποίο χρησιμοποιείται ο αισθητήρας. Οι μικρότεροι πόροι επιτρέπουν στο Block να μετράει χαμηλότερες τιμές υγρασίας σε περισσότερο, όμως, χρόνο αντίδρασης.

Το κύκλωμα του οδήγησης του Block

Όπως έχει αναφερθεί, για να μετρηθεί η αντίσταση του Block χρειάζεται ένα AC ωμόμετρο. Το προτεινόμενο κύκλωμα οδήγησης του Block εκτελεί αυτή τη διαδικασία. Ένα κύκλωμα βασισμένο στο ολοκληρωμένο 555 συνδέεται κατάλληλα με το αισθητήριο, έτσι ώστε μεταβολές στην αντίσταση του Block, να προκαλούν μεταβολές στην κυματομορφή της εξόδου της βαθμίδας. Στη συνέχεια, ένα κύκλωμα ανόρθωσης μετατρέπει την κυματομορφή σε ένα DC σήμα στην περιοχή από 0 έως 5V (τα 0V αντιστοιχούν σε κατάσταση ξηρασίας ενώ τα 5V σε κατάσταση υπερβολικής υγρασίας). Το παρακάτω σχηματικό διάγραμμα δίνει μια γενική εικόνα.



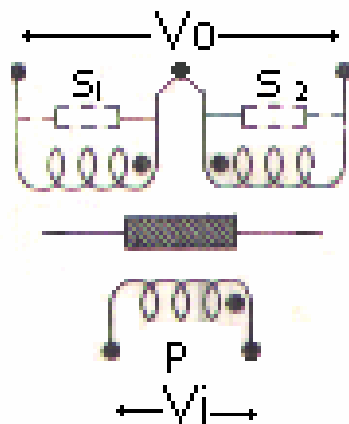
Σχήμα 3-11 Σχηματικό διάγραμμα του Block αισθητήρα και κυκλώματος οδήγησης

3.2.3 Ο αισθητήρας μεταβολής της διατομής του κορμού LVDT

Εισαγωγή

Προκείμενου να μετρηθούν οι μεταβολές της διατομής ενός κορμού χρησιμοποιείται ο γραμμικός μεταβλητός διαφορικός μετασχηματιστής ή χάριν συντομίας το LVDT.

Ο γραμμικός μεταβλητός διαφορικός μετασχηματιστής είναι μια ηλεκτρομηχανική συσκευή, που παράγει ηλεκτρική έξοδο ανάλογη με την μετατόπιση ενός κινητού πυρήνα. Αποτελείται από ένα πρωτεύον πηνίο και δυο δευτερεύοντα συμμετρικά διατεταγμένα πηνία σε κυλινδρική μορφή. Ένας ελεύθερα κινούμενος ραβδοειδής σιδηροπυρήνας μέσα στα πηνία παρέχει μία διαδρομή για την μαγνητική ροή που συνδέει τα πηνία (Σχήμα 3-13). **[Tom88]**



Σχήμα 3-12 Διάταξη πηνίων του LVDT

Η βασική αρχή λειτουργίας του LVDT

Όταν το πρωτεύον πηνίο ενεργοποιείται από μια εξωτερική πηγή εναλλασσόμενης τάσης, τότε επάγονται τάσεις στα δυο δευτερεύοντα πηνία. Αυτά τα πηνία συνδέονται σε σειρά με αντίθετη φορά, έτσι ώστε οι τάσεις να είναι αντίθετης πολικότητας. Συνεπώς, η έξοδος του μετασχηματιστή είναι η διαφορά των δυο τάσεων, η οποία είναι μηδέν, όταν ο πυρήνας είναι στο κέντρο

δηλαδή στη μηδενική θέση. Όταν ο πυρήνας μετακινείται από την κεντρική θέση, η τάση που επάγεται στο πηνίο προς το οποίο κινείται αυξάνει, ενώ η τάση στο άλλο πηνίο μειώνεται. Αυτή η διαδικασία παράγει μια διαφορική τάση εξόδου, που μεταβάλλεται γραμμικά με τις μεταβολές της θέσεως του πυρήνα, για μια ικανοποιητική περιοχή εκατέρωθεν της κεντρικής θέσης. Η τάση που εφαρμόζεται στο πρωτεύον πηνίο του LVDT είναι συνήθως ημιτονοειδής με πλάτος από 3 έως 15Vrms και συχνότητα από 60Hz έως 20kHz. Η έξοδος, γενικά, δεν είναι συμφασική με την είσοδο. Η φάση μεταβάλλεται ανάλογα με τη συχνότητα της εισόδου και για κάθε διαφορικό μετασχηματιστή υπάρχει μια συγκεκριμένη συχνότητα όπου η μετατόπιση φάσης μηδενίζεται. Θα ήταν δυνατό να λειτουργήσει το σύστημα σε αυτή την συχνότητα ώστε να μηδενίζεται η μετατόπιση φάσης. Παρόλα αυτά, η συχνότητα εισόδου είναι συνήθως προκαθορισμένη και υπάρχει μια βασική διαφορά φάσης ανάμεσα στην είσοδο και στην έξοδο.

Η έξοδος ενός LVDT είναι ένα υψίσυχο ημιτονοειδές σήμα με συχνότητα αυτή της εισόδου και πλάτος που διαμορφώνεται από τη χαμηλόσυχη κίνηση του πυρήνα. Για να μετρηθεί η μετατόπιση του πυρήνα, η έξοδος του LVDT πρέπει να αποδιαμορφωθεί και με κατάλληλο φίλτρο να απομακρυνθεί η κυμάτωση.

Το LVDT έχει πολλά χαρακτηριστικά που το κάνουν χρήσιμο για μεγάλο εύρος εφαρμογών. Μερικά από τα ιδιαίτερα πλεονεκτήματά του είναι τα ακόλουθα:

Μετρήσεις χωρίς τριβή. Δεν υπάρχει φυσική επαφή μεταξύ του μετακινούμενου πυρήνα και των πηνίων. Αυτό το γεγονός, επιτρέπει τη χρήση του σε μετρήσεις στις οποίες δεν πρέπει να υπάρχουν τριβές λόγω της απαιτούμενης ακρίβειας, όπως παραδείγματος χάριν η μέτρηση της δυναμικής ελαστικότητας και δόμησης των υψηλά ελαστικών υλικών.

Μεγάλη μηχανική ζωή. Δεν υπάρχει επίδραση ανάμεσα στον πυρήνα και στα πηνία, εξαιτίας της απουσίας επαφής και τριβών. Αυτό το χαρακτηριστικό είναι σημαντικό σε εφαρμογές όπως δοκιμές κόπωσης υλικών και δομών.

Απειρη ανάλυση. Η λειτουργία του LVDT, χωρίς τριβή, σε συνδυασμό με την αρχή, ότι η διαφορά της αμοιβαίας επαγωγής ανάμεσα στον πυρήνα και στα δυο πηνία είναι γραμμικά συσχετιζόμενη με τη χωροταξία του πυρήνα, επιτρέπει στο LVDT να ανταποκρίνεται και στις μικρότερες μετακινήσεις του πυρήνα και παρέχει αναγνωρίσιμη έξοδο. Έτσι, η αναγνωσιμότητα της εξωτερικής συσκευής μέτρησης καθορίζει το όριο της ανάλυσης.

Θέση μηδενισμού. Η συμμετρία του LVDT μας παρέχει μια μηδενική θέση αναφοράς η οποία δεν μεταβάλλεται. Η απουσία μηχανικής παραμόρφωσης εξαλείφει την μηχανική υστέρηση. Έτσι, ένα LVDT μπορεί να λειτουργήσει σαν ένας άριστος ενδείκτης μηδενικής θέσης σε υψηλού κέρδους κλειστού βρόγχου συστήματα ελέγχου.

Απομόνωση εισόδου-εξόδου. Υπάρχει πλήρης ηλεκτρική απομόνωση ανάμεσα στην είσοδο και στην έξοδο και επομένως ένα LVDT είναι ένα άριστο αναλογικό στοιχείο, χωρίς την ανάγκη βαθμίδων απομόνωσης.

Χαρακτηριστικά του LVDT

Ονομαστική γραμμική περιοχή. Η βασική μεταβλητή για την επιλογή ενός LVDT είναι η μέγιστη εκτροπή του πυρήνα από τη μηδενική θέση που παράγει μια έξοδο καθορισμένης γραμμικότητας. Η απόσταση μετακίνησης του πυρήνα, ονομάζεται εκτροπή πλήρους κλίμακας. Καθώς ο πυρήνας μπορεί να εκτραπεί από τη μηδενική θέση προς δυο κατευθύνσεις, η γραμμική περιοχή λειτουργίας είναι διπλάσια από την εκτροπή πλήρους κλίμακας και ονομάζεται ονομαστική γραμμική περιοχή. Αυτή είναι μια συντηρητική τιμή για κάθε συχνότητα στην οποία λειτουργεί το LVDT.

Ευαισθησία. Η ευαισθησία είναι η έξοδος του LVDT με τον πυρήνα τοποθετημένο στη μέγιστη εκτροπή και στην ονομαστική τάση εισόδου.

Γραμμικότητα. Μέσα στην ονομαστική περιοχή, η μέγιστη απόκλιση της εξόδου ενός LVDT από μια ιδανική ευθεία γραμμή σε ένα διάγραμμα εξόδου - εκτροπής πυρήνα, ονομάζεται γραμμικότητα του LVDT. Η τυπική γραμμικότητα ενός συνηθισμένου LVDT είναι 0,25 % της πλήρους κλίμακας, αλλά βελτιώσεις

πέρα από τα αρχικά χαρακτηριστικά είναι δυνατές με ειδικές τεχνικές κατασκευής.

Τάση μηδενός. Κάθε έξοδος ενός LVDT όταν ο πυρήνας είναι τοποθετημένος στη θέση ισορροπίας, ονομάζεται τάση μηδενός. Ιδανικά, η έξοδος ενός LVDT στη θέση ισορροπίας του πυρήνα είναι μηδέν. Παρόλα αυτά, τετραγωνικές τάσεις και αρμονικές συνιστώσες της πηγής που είναι συνδεδεμένη στην είσοδο έχουν σαν αποτέλεσμα να μη μηδενίζεται η έξοδος και έτσι δημιουργείται μια τάση μηδενός.

Ανάλυση και επαναληπτικότητα. Η μικρότερη μεταβολή της θέσης του πυρήνα που μπορεί να παρατηρηθεί στην έξοδο ενός LVDT ονομάζεται ανάλυση. Αυτή είναι θεωρητικά απειροστή για ένα LVDT αφού λειτουργεί με μαγνητική σύζευξη. Στην πράξη, η ανάλυση του συστήματος περιορίζεται από την ικανότητα του ηλεκτρονικού εξοπλισμού που το συνοδεύει. Υπομικρομετρική ανάλυση δεν είναι ασυνήθης. Η ικανότητα του μετασχηματιστή να αναπαράγει την ίδια έξοδο, για επαναλαμβανόμενες εφαρμογές της ίδιας εισόδου κάτω από σταθερές λειτουργικές και περιβαλλοντικές συνθήκες ονομάζεται επαναληπτικότητα. Η επαναληπτικότητα του LVDT είναι τόσο υψηλή, που η ολική επαναληπτικότητα επηρεάζεται μόνο από τους μηχανικούς παράγοντες των φυσικών δομών, από τους οποίους αποτελείται ο πυρήνας και στους οποίους είναι σταθεροποιημένο το πηνίο.

Τα κυκλώματα οδήγησης

Στην εργαστηριακή υλοποίηση του προτεινόμενου συστήματος άρδευσης χρησιμοποιήθηκαν δύο τύποι LVDT, Α και Β. Και οι δύο τύποι διαθέτουν ενσωματωμένο κύκλωμα αποδιαμόρφωσης στην έξοδο τους, καθώς και το φίλτρο που χρειάζεται για να απομακρυνθεί η κυμάτωση. Έτσι, στην έξοδο εμφανίζεται μια συνεχής τάση -11 έως $+11V$ DC. Για το LVDT τύπου Α, το κύκλωμα οδήγησης μετατρέπει τα $\pm 11V$ σε 0 έως $5V$ δίνοντας παράλληλα την δυνατότητα να γίνει εστίαση σε μια συγκεκριμένου μήκους μετατόπιση του πυρήνα του LVDT. Αυτό γίνεται με την βοήθεια δυο ποτενσιόμετρων σε κατάλληλη διάταξη με τελεστικούς ενισχυτές, που επιτρέπουν να οριστεί οποιαδήποτε μέγιστη και ελάχιστη θέση. Για το LVDT τύπου Β χρησιμοποιείται

έναν απλό διαιρέτη τάσης, ο οποίος περιγράφεται στο Κεφάλαιο 5. Τα παρακάτω σχηματικά διαγράμματα δίνουν μια γενική εικόνα.



Σχήμα 3-13 Σχηματικό διάγραμμα για το LVDT τύπου Α



Σχήμα 3-14 Σχηματικό διάγραμμα για το LVDT τύπου Β

3.3 Η διάταξη ελέγχου της άρδευσης

Το πότισμα των ελαιώνων γίνεται με τη βοήθεια ηλεκτρικών βανών. Οι βάνες αυτές διαθέτουν ένα ηλεκτρικό διακόπτη ροής νερού, ο οποίος αποτελείται από έναν ηλεκτρομαγνήτη κινητού πυρήνα. Όταν το πηνίο δε διαρρέεται από ρεύμα, τότε διακόπτεται η ροή του νερού. Όταν τροφοδοτηθεί με ρεύμα της τάξεως των 24V AC, 0.5A, τότε μετατοπίζεται ο πυρήνας εξαιτίας του μαγνητικού φαινομένου και επιτρέπεται η ροή του νερού. Η ηλεκτροβάνα είναι συνδεδεμένη με μια διάταξη relay για την ηλεκτρονική παρακολούθηση του ποτίσματος. Το παρακάτω σχηματικό διάγραμμα δίνει μια γενική εικόνα.



Σχήμα 3-15 Σχηματικό διάγραμμα ηλεκτροβάνας και κυκλώματος οδήγησης

3.4 Η διάταξη επικοινωνίας

Η διάταξη επικοινωνίας και στις δύο προτεινόμενες προσεγγίσεις (A και B) στηρίζεται στο πρωτόκολλο RS232. Πρέπει να σημειωθεί εδώ, ότι για την προσέγγιση A, η σειριακή επικοινωνία αποτελεί το μέσο επικοινωνίας του συστήματος με το χρήστη, ενώ για την προσέγγιση B η σειριακή επικοινωνία βοήθα τον χρήστη να μεταφέρει τις μετρήσεις που κατεγράφησαν στον υπολογιστή του συστήματος, σε απομακρυσμένο υπολογιστή με σκοπό την περαιτέρω επεξεργασία. Και στις δύο προσεγγίσεις (A και B) υπάρχει η δυνατότητα τόσο της ενσύρματης ζεύξης όσο και της ασύρματης (RF)

Το πρωτόκολλο RS-232C επιλέχθηκε γιατί είναι κατάλληλο και επαρκές για την προτεινόμενη εφαρμογή. Ακόμη ενυπάρχει σε κάθε προσωπικό υπολογιστή, με συνέπεια να γίνεται πιο εύκολη, πιο γρήγορη και πιο οικονομική η υλοποίηση της σειριακής επικοινωνίας.

Η ασύρματη επικοινωνία επιτυγχάνεται με τη μετατροπή των TTL σημάτων σε σήματα RF. Αυτό πραγματοποιείται με χρήση της μονάδας (Module) RTL-DATA-SAW Digital Data RF Transceiver του οίκου Aurel. Το φέρον σήμα της μονάδας είναι στη συχνότητα 433,92 MHz, και τα δεδομένα μεταδίδονται με διαμόρφωση AM.

Το σύστημα, χαρακτηρίζεται από τη δυνατότητα ετερόχρονης σειριακής μετάδοσης και λήψης, (Half Duplex), στη ταχύτητα των 2400 baud. Οι δύο μονάδες της ασύρματης επικοινωνίας συνδέονται σε κατάλληλες κατευθυντικές κεραίες προσανατολισμένες με τέτοιο τρόπο ώστε να γίνεται η μεγιστοποίηση της μεταδιδόμενης ακτινοβολίας. **[Aurel]**

Κεφάλαιο 4

ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ Α

4. ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ Α

4.1 Εισαγωγή

Όπως έχει ήδη αναπτυχθεί στο Κεφάλαιο 2, με την προτεινόμενη συσκευή γίνεται εφικτή η καταγραφή μετρήσεων της υγρασίας εδάφους και της διατομής του κορμού σε Η/Υ, και με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η δυνατότητα περαιτέρω επεξεργασίας τους. Έτσι, μπορούν οι ειδικοί να εξάγουν συμπεράσματα για το μεθοδικό πότισμα των ελαιώνων.

Η προτεινόμενη υλοποίηση αποτελείται από τρία τμήματα:

- ◆ Τη μονάδα επεξεργασίας, που βασίζεται σε μικροελεγκτή και χρησιμοποιείται για τη συλλογή και τη μετάδοση των μετρήσεων στον Η/Υ. Αυτή η μονάδα είναι τοποθετημένη σε θέση κοντά στα ελαιόδεντρα.
 - ◆ Το λογισμικό του μικροελεγκτή, με το οποίο συντονίζεται η συλλογή, η πρώτη επεξεργασία και η άμεση μετάδοση των δεδομένων από τον ελεγκτή στον Η/Υ, καθώς και ο έλεγχος της άρδευσης.
 - ◆ Το λογισμικό του Η/Υ, το οποίο δέχεται τα δεδομένα, τα καταγράφει και τα παρουσιάζει στους χρήστες με τρόπο τέτοιο, που επιτρέπεται η εξαγωγή συμπερασμάτων για το πότισμα των δέντρων, την ανάπτυξη των φυτών κ.τ.λ.
- [Ιωαν95]**

4.2 Περιγραφή της μονάδας επεξεργασίας

Η μονάδα επεξεργασίας, που βρίσκεται κοντά στα ελαιόδεντρα, είναι μικρών διαστάσεων και προστατεύεται από ένα κατάλληλο περίβλημα, ώστε να μπορεί να λειτουργεί και σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες. Στην πρόσοψή του, υπάρχουν μια οθόνη υγρών κρυστάλλων, φωτεινές ενδείξεις (LED's) για την κατάσταση λειτουργίας του συστήματος, υποδοχή RS-232 για εφεδρική σύνδεση της μονάδας επεξεργασίας με υπολογιστή, και ένας διακόπτης για το μηδενισμό του συστήματος (reset). Στην πίσω πλευρά του περιβλήματος βρίσκονται οι

υποδοχές των αισθητηρίων, η υποδοχή κεραίας για ασύρματη επικοινωνία και ο διακόπτης τροφοδοσίας.

Η μετάδοση των δεδομένων, και γενικότερα η επικοινωνία της μονάδας επεξεργασίας με τον Η/Υ, γίνεται είτε ασύρματα είτε ενσύρματα. Η ασύρματη επικοινωνία χρησιμοποιείται και πέρα από τη μετάδοση των παραπάνω δεδομένων, για τον έλεγχο της μονάδας επεξεργασίας από τον Η/Υ. Η εφεδρική θύρα RS-232 της μονάδας επεξεργασίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη περίπτωση που η ασύρματη επικοινωνία είναι εκτός λειτουργίας.

Όλα τα λειτουργικά τμήματα της μονάδας επεξεργασίας έχουν τοποθετηθεί σε μία κύρια πλακέτα, εκτός από την οθόνη υγρών κρυστάλλων και το τμήμα ασύρματης επικοινωνίας. Η τροφοδότηση της κύριας πλακέτας γίνεται με τάση 9-12 Volt.

Η κύρια πλακέτα αποτελείται από τα εξής τμήματα:

- ◆ Το τμήμα του μικροελεγκτή αποτελούμενο από τον μικροελεγκτή και τα απαραίτητα για τη λειτουργία του, περιφερειακά.
- ◆ Το τμήμα της μνήμης.

Ο μικροελεγκτής που χρησιμοποιείται είναι ο 80196KC, ο οποίος δε διαθέτει εσωτερική ROM/EPROM για τον κώδικα εκτέλεσης. Για το χρονοισμό του μικροελεγκτή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί κρυσταλλικός ταλαντωτής 8 MHz έως και 20 MHz. Στην προκειμένη περίπτωση χρησιμοποιείται ταλαντωτής στα 16 MHz. Ο 80196KC εμπεριέχει μονάδα μετατροπεία A/D, οπότε δεν απαιτείται προσθήκη εξωτερικού A/D.

Για την εξασφάλιση της ορθής λειτουργίας του μικροελεγκτή όσο αφορά την τάση τροφοδοσίας, χρησιμοποιείται κατάλληλο κύκλωμα μηδενισμού . Σε περίπτωση που η τάση κυμανθεί εκτός ορίων ανοχής, που είναι 5 Volt \pm 10%, δίνεται σήμα μηδενισμού στο μικροελεγκτή και διατηρείται, όσο η τάση βρίσκεται εκτός ορίων. Ο παραπάνω τρόπος μηδενισμού, σε συνδυασμό με τον Watchdog Timer του μικροελεγκτή, επαναφέρει το σύστημα από πολλές απρόβλεπτες

καταστάσεις στην ορθή λειτουργία, επιτρέποντας στο σύστημα να λειτουργεί αυτόνομα, χωρίς συνεχή επιτήρηση από τον χρήστη.

Το τμήμα της μνήμης του συστήματος χρησιμοποιείται για την αποθήκευση τόσο του κώδικα όσο και των δεδομένων. Αποτελείται από ολοκληρωμένα τύπου FLASH ή EPROM, όπου αποθηκεύεται ο κώδικας εκτέλεσης και από ολοκληρωμένα τύπου RAM, όπου αποθηκεύονται τα δεδομένα.

Η οθόνη υγρών κρυστάλλων είναι των 16 χαρακτήρων (5x7 Dot Matrix), 2 γραμμών και τροφοδοτείται με τάση 5 Volt. Η μεταφορά δεδομένων και εντολών ελέγχου, γίνεται με παράλληλη επικοινωνία με εύρος διαύλου 8 bit από τη θύρα 1 του μικροελεγκτή. Οι ακροδέκτες P 2.6 και P 2.7 της θύρας 2 του μικροελεγκτή χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία των αναγκαίων σημάτων ελέγχου στους αντίστοιχους ακροδέκτες Enable και RS της οθόνης (Παράρτημα Α Σχήμα 9-6)

Η μονάδα επεξεργασίας απαιτεί για την ομαλή της λειτουργία μόνο μια μη-σταθεροποιημένη τάση των 9-12 Volt. Εσωτερικά, στην κύρια πλακέτα του ελεγκτή παράγονται για εσωτερική χρήση οι παρακάτω τάσεις:

- ◆ 5 Volt σταθεροποιημένα, για την τροφοδοσία των κοινών ψηφιακών ολοκληρωμένων κυκλωμάτων, με τη χρήση του σταθεροποιητή τάσης τύπου (voltage regulator) 7805.
- ◆ 12 Volt, ελεγχόμενα on/off, αναγκαία για τον προγραμματισμό της μνήμης τύπου Flash, με τη χρήση του Step- Up Converter MAX734 του οίκου Maxim.
- ◆ 5 Volt ακριβείας (Reference), για τάση αναφοράς του A/D- μετατροπέα του μικροελεγκτή, με τη χρήση του ολοκληρωμένου MAX675 (ή REF02) του οίκου Maxim. Η τάση αναφοράς παρέχει με άνεση 15 mA, που είναι αρκετά για την τροφοδότηση του A/D- μετατροπέα (6 mA). Η τάση αυτή, διατίθεται και στους ακροδέκτες σύνδεσης των αισθητηρίων.

Η απαίτηση της μονάδας επεξεργασίας είναι της τάξεως των 250-300 mA. Το τροφοδοτικό που συνοδεύει τη διάταξη παρέχει την τάση των 12V και την απαραίτητη ισχύ.

Πρέπει να σημειωθεί, ότι τάση τροφοδοσίας μικρότερη των 9 Volt μπορεί να προκαλέσει απόκλιση στην τάση αναφοράς των 5 Volt, ιδίως όταν αυτή η τάση

χρησιμοποιείται και από εξωτερικά κυκλώματα όπως τα αισθητήρια. Τάση μεγαλύτερη των 12 Volt μπορεί να προκαλέσει υπερβολική αύξηση της θερμοκρασίας στο σταθεροποιητή της βασικής τάσης τροφοδοσίας των 5 Volt.

4.3 Περιγραφή του λογισμικού

Έχουν αναπτυχθεί δύο προγράμματα, ένα για τη μονάδα επεξεργασίας και ένα για τον υπολογιστή. Το πρόγραμμα της μονάδας επεξεργασίας υλοποιεί τις διαδικασίες της συλλογής των μετρήσεων από τα αισθητήρια, τον αλγόριθμο ελέγχου της άρδευσης και προσφέρει δυνατότητες άμεσης παρέμβασης και επέμβασης, όπως διαχείριση της οθόνης υγρών κρυστάλλων και παροχή σειριακής επικοινωνίας.

Το πρόγραμμα του υπολογιστή προβάλλει στην οθόνη οποιαδήποτε πληροφορία δέχεται από τον ελεγκτή. Αυτή η πληροφορία είναι οι συνεχώς ανανεωμένες περιβαλλοντικές μετρήσεις.

4.3.1 Ο αλγόριθμος της μονάδας επεξεργασίας

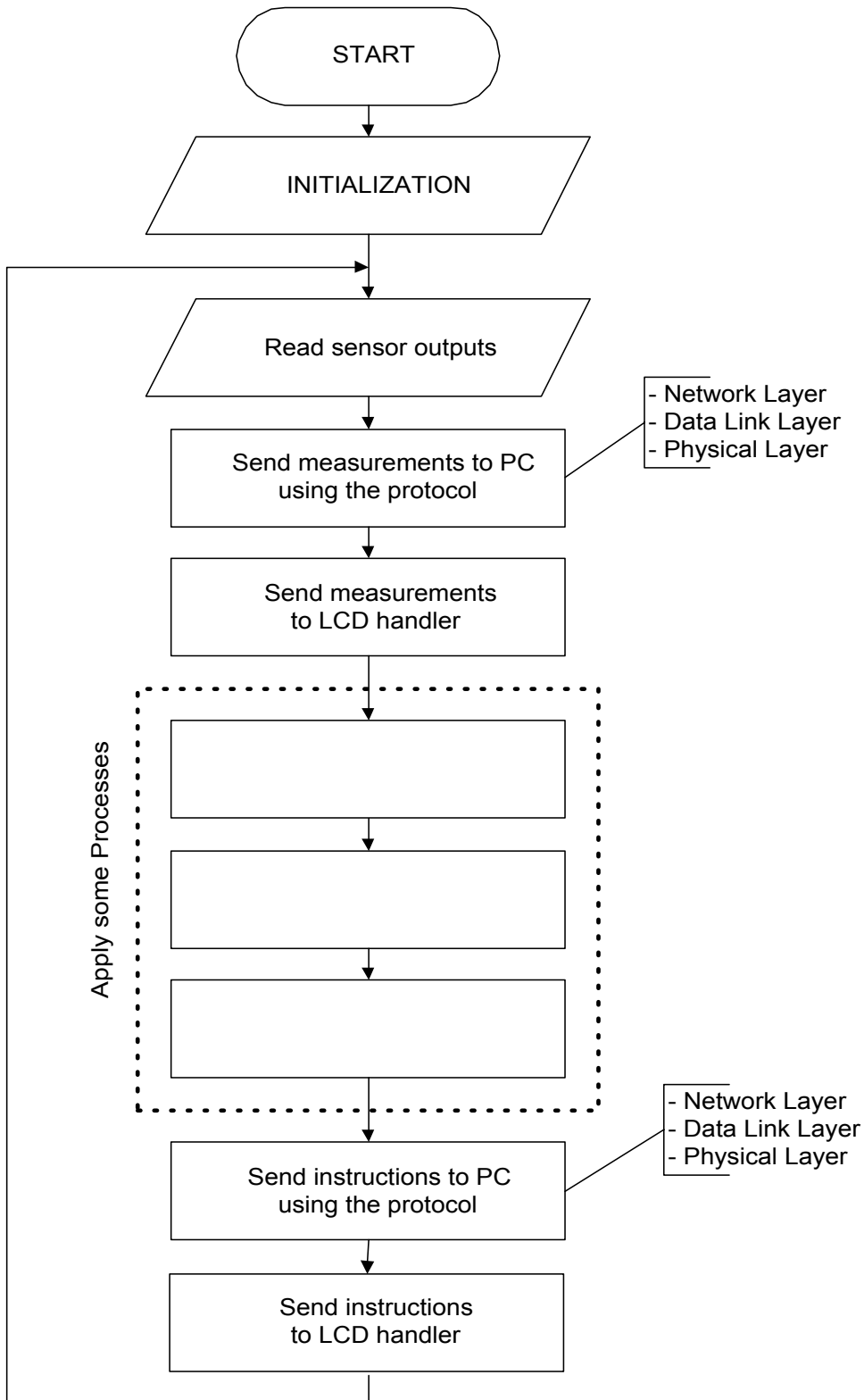
Το διάγραμμα ροής, το οποίο απεικονίζεται στο σχήμα που ακολουθεί, δείχνει τη δομή και τη σειρά διεξαγωγής των επιμέρους διαδικασιών του προγράμματος της μονάδας επεξεργασίας. Η ροή του προγράμματος μπορεί σφαιρικά να διακοπεί σε οποιοδήποτε σημείο. Έχουν προβλεφθεί κρίσιμα σημεία, όπου δεν επιτρέπεται η διακοπή (interrupt). Οι διακοπές προκαλούνται από το χρονιστή (timer) του μικροελεγκτή, τον εξωτερικό διακόπτη μηδενισμού (Reset) ή όταν λαμβάνεται κατάλληλο σήμα, από τη σειριακή θύρα RS232.

Περιγράφοντας το διάγραμμα ισχύουν τα ακόλουθα: Αμέσως μετά την εκκίνηση, ή μετά από μηδενισμό αρχικοποιούνται οι ειδικοί καταχωρητές, άλλες απαραίτητες μεταβλητές, η οθόνη υγρών κρυστάλλων και καθορίζονται οι παράμετροι της σειριακής επικοινωνίας με τον υπολογιστή.

Ακολουθεί ο κύριος και με χωρίς τέλος βρόγχος του προγράμματος. Αν δε διακοπεί από εισερχόμενες διακοπές (interrupts) εκτελεί με τη σειρά τις

διαδικασίες της συλλογής των μετρήσεων, της σειριακής επικοινωνίας και της ενημέρωσης της οθόνης υγρών κρυστάλλων.

Η πρώτη ενέργεια που γίνεται στο βρόγχο, είναι η ανάγνωση των μετρήσεων των αισθητηρίων, από τις 8 αναλογικές εισόδους του μικροελεγκτή, που είναι σε μορφή τάσης. Στην συνέχεια, εκτελείται ο αλγόριθμος ελέγχου όπου λαμβάνονται αποφάσεις για την άρδευση. Έπειτα, προετοιμάζονται οι μετρήσεις σε πακέτα προς μετάδοση και η διαδικασία, που εφαρμόζει το πρωτόκολλο ABP αναλαμβάνει να τα μεταδώσει. Ακόμη, στέλνονται τα δεδομένα στη διαδικασία διαχείρισης της οθόνης υγρών κρυστάλλων.



Σχήμα 4-1 Διάγραμμα ροής του προγράμματος της μονάδας επεξεργασίας

Η διαδικασία διαχείρισης της οθόνης υγρών κρυστάλλων αναλαμβάνει την οργανωμένη προβολή της πληροφορίας σε μία μικρή οθόνη υγρών κρυστάλλων των 2x16 χαρακτήρων. Η ένδειξη της έχει δυο καταστάσεις:

- 1) Την ένδειξη των 4 πρώτων συνεχώς μετρούμενων πραγματικών τιμών.
- 2) Την ένδειξη των 4 δευτέρων. Η αλλαγή της κατάστασης γίνεται κυκλικά.

Η εναλλαγή προκαλείται είτε με το πάτημα κατάλληλου πλήκτρου στην πρόσοψη του περιβλήματος της μονάδας επεξεργασίας είτε από ειδικό σήμα ελέγχου που προέρχεται μέσω σειριακής σύνδεσης από τον υπολογιστή.

Η λήψη πληροφορίας από τη σειριακή γραμμή επικοινωνίας εκτελείται από ιδιαίτερη διαδικασία, η οποία ενεργοποιείται όταν εμφανιστεί σήμα στη γραμμή λήψης (interrupt routine) και αποκωδικοποιείται, όταν εφαρμοστεί το πρωτόκολλο ABP.

4.3.2 Ο αλγόριθμος του υπολογιστή

Το πρόγραμμα του υπολογιστή επεξεργάζεται τα δεδομένα, που λαμβάνει από τη μονάδα επεξεργασίας, τα εμφανίζει στην οθόνη και τα αποθηκεύει σε αρχείο. Επίσης, επιτρέπει στο χρήστη να αρχικοποιήσει τη σειριακή θύρα του Η/Υ.

Κεφάλαιο 5

ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ Β

5. ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ Β

5.1 Εισαγωγή

Όπως έχει ήδη αναπτυχθεί στο Κεφάλαιο 2 με το παρόν σύστημα γίνεται εφικτή η καταγραφή μετρήσεων της υγρασίας του εδάφους και της διατομής του κορμού σε Η/Υ. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η δυνατότητα περαιτέρω επεξεργασίας τους, ώστε να μπορούν οι ειδικοί να εξάγουν συμπεράσματα για το μεθοδικό πότισμα των ελαιώνων.

Η παρούσα υλοποίηση αποτελείται από δυο τμήματα:

- ◆ Τον υπολογιστή, ο οποίος χρησιμοποιείται για τη συλλογή των δεδομένων και περιέχει κατάλληλες κάρτες δειγματοληψίας και ψηφιακής εξόδου. Αυτός είναι τοποθετημένος σε θέση κοντά στα ελαιόδεντρα.
- ◆ Το λογισμικό του Η/Υ, το οποίο δέχεται τα δεδομένα τα καταγράφει και τα παρουσιάζει στους χρήστες με τρόπο τέτοιο, που επιτρέπεται η εξαγωγή συμπερασμάτων για το πότισμα των δέντρων, την ανάπτυξη των φυτών κτλ, ενώ παράλληλα αναλαμβάνει και τον έλεγχο της άρδευσης.

5.2 Περιγραφή του υπολογιστή

Ο υπολογιστής που βρίσκεται κοντά στα ελαιόδεντρα περιέχει δύο κάρτες χαμηλού κόστους του οίκου Advantech την κάρτα δειγματοληψίας τύπου PCL-813 και την κάρτα ψηφιακής εξόδου τύπου PCL-724. Με την βοήθειά τους, γίνεται η δειγματοληψία των δεδομένων και η ελεγχόμενη άρδευση.

Η κάρτα δειγματοληψίας PCI-813 είναι εξοπλισμένη με 32 απομονωμένες ασύμμετρες αναλογικές εισόδους. Τα χαρακτηριστικά της την καθιστούν κατάλληλη για μια μεγάλη ποικιλία βιομηχανικών και εργαστηριακών εφαρμογών, όπως μετρήσεις δεδομένων από αισθητήρες, συλλογή και μετρήσεις κυματομορφών, έλεγχο διαδικασιών και μεταβατική ανάλυση συστημάτων. **[813-94]**

Μερικά από τα χαρακτηριστικά της κάρτας δειγματοληψίας PCL-813 είναι τα ακόλουθα:

- ◆ Διαθέτει 32 ασύμμετρες απομονωμένες εισόδους.
- ◆ Διαθέτει μετατροπέα αναλογικού σήματος σε ψηφιακό ανάλυσης 12 bit.
- ◆ Διαθέτει προγραμματιζόμενες κλίμακες αναλογικών εισόδων:
+/-5V, +/-2.5V, +/-1.25V, +/-0.625V, 0-10V, 0-5V, 0-2.5V, 0-1.25V.
- ◆ Υποστηρίζει σκανδαλισμό μέσω λογισμικού.
- ◆ Παρέχονται οδηγοί (drivers) σε διάφορες γλώσσες προγραμματισμού όπως Basic, Pascal, C.

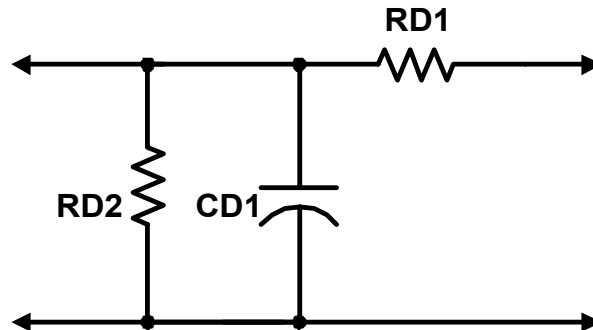
Στο Παράρτημα Β δίδονται τεχνικές λεπτομέρειες για την κάρτα δειγματοληψίας.

Η κάρτα δειγματοληψίας συνδέεται με τη βιομηχανική τερματική πλακέτα τύπου PCLD-881 του οίκου Advantech. Η κάρτα PCLD-881 είναι σχεδιασμένη για καλωδίωση σήματος σε βιομηχανικές εφαρμογές πεδίου. Μπορεί να συνδεθεί σε ψηφιακές και αναλογικές θύρες διαφόρων PCLabCard με συνδετήρα 37 επαφών τύπου D. Σχεδιάστηκε ειδικά για να πληρεί τις απαιτήσεις παθητικών σημάτων.**[813-94]**

Τα χαρακτηριστικά της κάρτας PCLD-881 είναι τα ακόλουθα:

- ◆ Χαμηλού κόστους γενική τερματική πλακέτα για βιομηχανικές εφαρμογές
- ◆ 40 τερματικά σημεία για μια μόνο θύρα DB-37
- ◆ Δεσμευμένος χώρος για κυκλώματα διαμόρφωσης σήματος όπως χαμηλοπερατά φίλτρα διακλαδωτές ρεύματος και εξασθενητές τάσης.
- ◆ Η βιομηχανικού τύπου τερματική συσκευή επιτρέπει ασφαλείς συνδέσεις σημάτων κάτω από δύσκολες συνθήκες

Σε κάθε είσοδο της κάρτας PCLD-881 τοποθετείται η ηλεκτρονική διάταξη του σχήματος 5-1. Ανάλογα με την περίπτωση του σήματος επιλέγονται οι τιμές των στοιχείων του κυκλώματος.



Σχήμα 5-1 Το κύκλωμα προσαρμογής εισόδου της PCLD-881

Περιπτώσεις:

1. Απευθείας σύνδεση

RD1=0Ω

RD2= παραλείπεται

CD1= παραλείπεται

2. Χαμηλοπερατό φίλτρο με συχνότητα αποκοπής 1.6KHz

RD1=10KΩ

RD2= παραλείπεται

CD1=10nF

3. 10:1 πολλαπλασιαστής τάσης

RD1=9KΩ

RD2=1KΩ

CD1= παραλείπεται

Η συγκεκριμένη διάταξη χρησιμοποιήθηκε στα πρώτα 12 κανάλια τις κάρτας στην παρούσα υλοποίηση.

4. Μετατροπή της περιοχής 4 έως 20 mA σε 1 έως 5V DC

RD1=0Ω

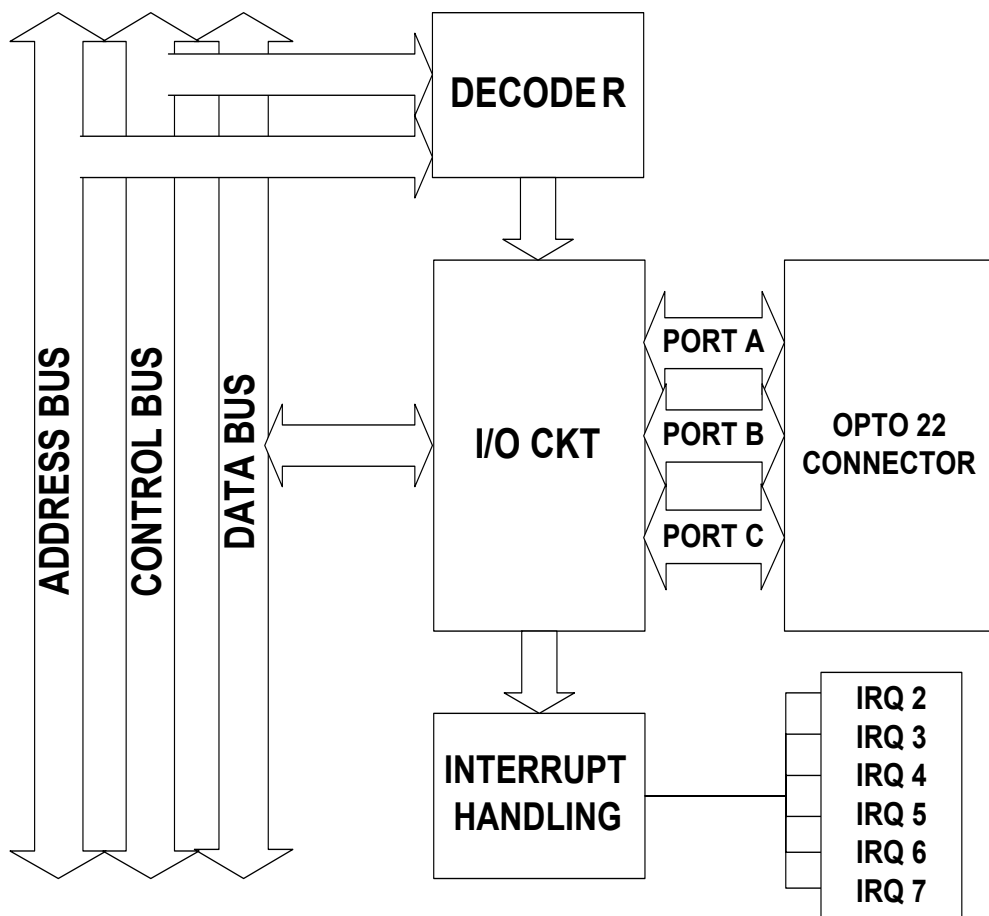
RD2=250Ω 0.1%

CD1= παραλείπεται

Σε αυτήν την κάρτα συνδέθηκαν 32 αισθητήρες με τα κατάλληλα κυκλώματα οδήγησης όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

CHANNEL 0	LVDT
CHANNEL 1	LVDT
CHANNEL 2	LVDT
CHANNEL 3	LVDT
CHANNEL 4	LVDT
CHANNEL 5	LVDT
CHANNEL 6	LVDT
CHANNEL 7	LVDT
CHANNEL 8	LVDT
CHANNEL 9	LVDT
CHANNEL 10	LVDT
CHANNEL 11	LVDT
CHANNEL 12	BLOCK
CHANNEL 13	BLOCK
CHANNEL 14	BLOCK
CHANNEL 15	BLOCK
CHANNEL 16	BLOCK
CHANNEL 17	BLOCK
CHANNEL 18	BLOCK
CHANNEL 19	BLOCK
CHANNEL 20	BLOCK
CHANNEL 21	BLOCK
CHANNEL 22	BLOCK
CHANNEL 23	BLOCK
CHANNEL 24	TENSIOMETER
CHANNEL 25	TENSIOMETER
CHANNEL 26	TENSIOMETER
CHANNEL 27	TENSIOMETER
CHANNEL 28	TENSIOMETER
CHANNEL 29	TENSIOMETER
CHANNEL 30	
CHANNEL 31	

Η κάρτα ψηφιακής εξόδου PCL-724 παρέχει 24 γραμμές παράλληλης ψηφιακής εισόδου/εξόδου και προσομοιώνει το ρυθμό 0 του προγραμματιζόμενου ολοκληρωμένου περιφερειακής διασύνδεσης 8255. Με τον 50 επαφών, συμβατό κατά OPTO-22 συνδετήρα, η PCL-724 είναι κατάλληλη ειδικά για τον έλεγχο SSR (Solid State Relay). Επιπρόσθετα, μια γραμμή της κάρτας PCL-724 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δημιουργηθεί ένα hardware interrupt στον υπολογιστή. Το παρακάτω σχηματικό διάγραμμα δίνει μια γενική εικόνα. [724-94]



Σχήμα 5-2 Σχηματικό διάγραμμα της κάρτας ψηφιακής εξόδου PCL-724

Η κάρτα PCL-724 έχει πολλές εφαρμογές μερικές από τις οποίες είναι οι ακόλουθες

- ◆ Παρακολούθηση και έλεγχος βιομηχανικών εναλλασσομένων ή συνεχών εισόδων /εξόδων.
- ◆ Παρακολούθηση και έλεγχος relay και διακοπών.
- ◆ Παράλληλη μεταφορά δεδομένων
- ◆ Ανίχνευση σημάτων λογικής TTL, DTL και CMOS.
- ◆ Για οδήγηση led ένδειξης

Στο Παράρτημα Γ δίδονται τεχνικές λεπτομέρειες για την κάρτα PCL-724.

5.3 Το λογισμικό του υπολογιστή

Το πρόγραμμα του υπολογιστή παρέχει στο χρήστη μια άμεση εικόνα της κατάστασης των μεγεθών, που παρακολουθούνται με τους αισθητήρες. Παράλληλα, οι τιμές αυτές καταγράφονται σε αρχείο, το οποίο φέρει ως όνομα την ημερομηνία της ημέρας που έγιναν οι μετρήσεις. Η καταγραφή σε αρχείο γίνεται ανά 15 λεπτά της ώρας, περίοδος η οποία προτείνεται από τους γεωπόνους του Ινστιτούτου Ελιάς. Επίσης, με έναν κατάλληλο αλγόριθμο ελέγχεται η διαδικασία ποτίσματος.

Κεφάλαιο 6

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΔΥΟ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΩΝ & ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

6. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΔΥΟ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΩΝ & ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

6.1 Σύγκριση των προσεγγίσεων Α και Β.

Στα πλαίσια του προβλήματος της άρδευσης που τέθηκε από το Ινστιτούτο Ελιάς προέκυψαν οι δύο προσεγγίσεις που περιγράφονται παραπάνω, οι οποίες είναι ικανές να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα. Ωστόσο και στις δύο προσεγγίσεις υπάρχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τα οποία θα παρουσιαστούν παρακάτω.

Και οι δύο προσεγγίσεις επιτρέπουν την παρακολούθηση των φυσικών μεγεθών που απαιτούνται. Όμως, η προσέγγιση Α είναι πολύ πιο φθηνή συγκρινόμενη με την προσέγγιση Β. Και αυτό γιατί, δεν καθιστά αναγκαία την αγορά ενός υπολογιστή, αφού όπως δείχθηκε μπορεί να λειτουργήσει και χωρίς αυτόν, σε αντίθεση με τη προσέγγιση Β, όπου ο υπολογιστής αποτελεί μέρος του συστήματος. Η προσέγγιση Α είναι ευέλικτη αφού επιτρέπει παραλλαγές σε αντίθεση με την προσέγγιση Β. Το πλεονέκτημα της προσέγγιση Β ως προς την Α είναι ότι υλοποιείται σε σύντομο χρονικό διάστημα, αφού τα βασικά της μέρη είναι βιομηχανικές κάρτες. Σε επίπεδο μετρήσεων τόσο η Α όσο και η Β είναι αξιόπιστες. Επίσης, η προσέγγιση Α μπορεί να εξελιχθεί σε βιομηχανικό προϊόν χαμηλού κόστους κατάλληλο να χρησιμοποιηθεί και από αγρότες σε οποιαδήποτε καλλιέργεια, σε αντίθεση με την Β που αποτελεί κυρίως εργαστηριακή λύση.

6.2 Αποτελέσματα

Παρακάτω ακολουθεί μια σειρά από μετρήσεις από τον τόπο παρακολούθησης. Συγκεκριμένα οι μετρήσεις αυτές έχουν ληφθεί κατά την διάρκεια της 31/10/1998 και της 3/11/1998. Οι μετρήσεις της 31/10 έχουν γίνει όταν τα λυσίμετρα ήταν απότιστα ενώ της 3/11 μετά από πότισμα. Οι μετρήσεις αυτές αποθηκεύθηκαν σε αρχεία τα οποία περιέχουν στην αρχή την ημερομηνία, τις μονάδες των καναλιών και τις μετρήσεις των 32 αισθητήρων μαζί με τον

χρόνο δειγματοληψίας. Η μορφή των αρχείων είναι τέτοια, έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να τα επεξεργαστεί σε οποιοδήποτε λογισμικό πακέτο όπως στο EXCEL χωρίς καμία μεταβολή. Η δειγματοληψία γίνεται κάθε 15 λεπτά καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας, ενώ κάθε ημέρα αλλάζει το αρχείο αποθήκευσης. Εδώ, δίδονται μετρήσεις από τις 0.00πμ έως τις 4.00π.μ.

Οι ενδείξεις C0 έως C11 είναι οι τιμές εξόδου των LVDT, από C12 έως C23 είναι οι τιμές εξόδου των Blocks, ενώ από C24 έως C30 είναι οι τιμές εξόδου των τενσιομέτρων. Κάθε λυσίμετρο έχει τουλάχιστον δυο αισθητήρια.

Από την μελέτη των αποτελεσμάτων φαίνεται η διαφορά των μετρήσεων πριν και μετά την άρδευση. Για παράδειγμα το λυσίμετρο το οποίο παρακολουθείται από το C0 LVDT είχε στις 12 τα μεσάνυχτα της 31/10 μια τιμή της τάξεως των -4,21143V ενώ για την ίδια ώρα της 3/11 είχε -4,27246V. Δηλαδή, παρατηρείται μια αύξηση του κορμού η οποία αντιστοιχεί σε 0,06103V. Για το ίδιο λυσίμετρο την ίδια ώρα το Block C12 δίνει για την 31/10 μια τιμή 3,92090V ενώ για την 3/11 3,20068V. Τέλος το τενσιόμετρο C24 του λυσιμέτρου στην ίδια ώρα δίνει 2,89551V και 2,90283V και την 31/10 και την 3/11 αντίστοιχα. Είναι, δηλαδή, ευκρινής η μεταβολή των φυσικών μεγεθών πριν και μετά την άρδευση.

The date is : 31 / 10 / 1998.

Time C0 = V C1 = V C2 = V C3 = V C4 = V C5 = V C6 = V C7 = V C8 = V C9 = V
C10 = V C11 = V C12 = V C13 = V C14 = V C15 = V C16 = V C17 = V C18 = V C19 = V
C20 = V C21 = V C22 = V C23 = V C24 = V C25 = V C26 = V C27 = V C28 = V C29 = V
C30 = V C31 = V

Time: 0:00 C0=-4.21143 C1=-2.45850 C2=-0.01465 C3=-4.79004 C4=0.68359 C5=-5.00000 C6=-3.46191 C7=-3.47656
C8=-2.42432 C9=-4.88770 C10=0.39307 C11=-4.54346 C12=3.92334 C13=3.92090 C14=0.51514 C15=0.12939 C16=
0.74219 C17=3.20068 C18=3.70850 C19=2.20947 C20=2.51465 C21=2.13623 C22=4.99756 C23=0.60791 C24=
2.89551 C25=2.93457 C26=2.87598 C27=2.89062 C28=2.90527 C29=2.84668 C30=1.72119 C31=-0.07568

Time: 0:15 C0=-4.21387 C1=-2.42432 C2=0.02686 C3=-5.00000 C4=0.76904 C5=-3.19580 C6=-3.43506 C7=-3.47900
C8=-2.40479 C9=-4.79980 C10=0.45654 C11=-4.52881 C12=3.95508 C13=3.93799 C14=0.54199 C15=0.07812 C16=
0.79590 C17=3.22510 C18=3.70361 C19=2.22656 C20=2.52197 C21=2.11182 C22=4.99756 C23=0.60059 C24=
2.89062 C25=2.90283 C26=2.92725 C27=2.86621 C28=2.91260 C29=2.86865 C30=2.90039 C31=2.90283

Time: 0:30 C0=-4.21387 C1=-2.42188 C2=0.00732 C3=-4.78760 C4=0.73975 C5=-5.00000 C6=-3.42041 C7=-3.47656
C8=-2.40723 C9=-4.80225 C10=0.42236 C11=-4.57031 C12=3.87939 C13=3.95020 C14=0.56885 C15=0.08301 C16=
0.73975 C17=3.38867 C18=3.72314 C19=2.20215 C20=2.49756 C21=2.07275 C22=4.99756 C23=0.65430 C24=
2.89551 C25=2.93213 C26=2.83203 C27=2.86133 C28=2.89307 C29=2.88574 C30=3.13965 C31=2.17529

Time: 0:45 C0=-4.19678 C1=-2.45605 C2=0.00000 C3=-4.80225 C4=0.75928 C5=-3.26660 C6=-3.42041 C7=-3.47412
C8=-2.35107 C9=-4.81689 C10=0.44189 C11=-4.54102 C12=3.93066 C13=3.95508 C14=0.64453 C15=0.07568 C16=
0.75195 C17=3.40088 C18=3.72314 C19=2.24365 C20=2.53906 C21=2.13623 C22=4.99756 C23=0.66406 C24=
2.91260 C25=2.94434 C26=2.86133 C27=2.89551 C28=2.92236 C29=2.81250 C30=1.83350 C31=-5.00000

Time: 1:00 C0=-4.21143 C1=-2.44385 C2=-0.00488 C3=-4.75342 C4=0.59326 C5=-3.26904 C6=-3.46680 C7=-3.47656
C8=-2.40479 C9=-4.81934 C10=0.34424 C11=-4.57764 C12=3.88916 C13=3.95752 C14=0.56641 C15=0.07080 C16=
0.74219 C17=3.48877 C18=3.73047 C19=2.22168 C20=2.52930 C21=2.14111 C22=4.99756 C23=0.60303 C24=
2.89551 C25=2.98828 C26=2.92480 C27=2.91016 C28=2.90527 C29=2.89062 C30=2.24854 C31=-0.19043

Time: 1:15 C0=-4.21143 C1=-2.44141 C2=-0.04395 C3=-4.81201 C4=0.71289 C5=-3.21777 C6=-3.39844 C7=-3.47412
C8=-2.42432 C9=-4.80225 C10=0.43945 C11=-4.57520 C12=3.87207 C13=3.96729 C14=0.49072 C15=0.07324 C16=
0.74707 C17=3.56689 C18=3.73047 C19=2.23145 C20=2.53418 C21=2.12891 C22=4.99756 C23=0.62256 C24=
2.90771 C25=2.94922 C26=-5.00000 C27=2.89062 C28=2.91504 C29=2.81006 C30=2.46826 C31=-5.00000

Time: 1:30 C0=-4.19922 C1=-2.41699 C2=-0.01953 C3=-4.76562 C4=0.72266 C5=-3.23242 C6=-3.43750 C7=-3.47900
C8=-2.40479 C9=-4.81445 C10=0.41016 C11=-4.50195 C12=3.84766 C13=3.95508 C14=0.61523 C15=0.08545 C16=
0.74219 C17=3.59131 C18=3.72070 C19=2.20703 C20=2.51465 C21=2.10938 C22=4.99756 C23=0.64697 C24=
2.89307 C25=2.94678 C26=2.83447 C27=2.86377 C28=2.89551 C29=2.88574 C30=2.17285 C31=-5.00000

Time: 1:45 C0=-4.20654 C1=-2.43896 C2=-0.01709 C3=-4.72900 C4=0.70801 C5=-3.22021 C6=-3.37646 C7=-3.47656
C8=-2.42432 C9=-4.79492 C10=0.44189 C11=-4.56055 C12=3.87695 C13=3.96240 C14=0.55420 C15=0.07080 C16=
0.73730 C17=3.56689 C18=3.73535 C19=2.24365 C20=2.55371 C21=2.10938 C22=4.99756 C23=0.68359 C24=
2.89551 C25=2.93213 C26=2.86133 C27=2.90527 C28=2.90527 C29=2.87109 C30=1.86523 C31=-5.00000

Time: 2:00 C0=-4.19434 C1=-2.45361 C2=-0.00977 C3=-5.00000 C4=0.66895 C5=-3.21533 C6=-3.45703 C7=-3.46924
C8=-2.40479 C9=-4.79980 C10=-5.00000 C11=-4.56055 C12=3.84033 C13=3.96729 C14=0.54932 C15=0.08057 C16=
0.73975 C17=3.71094 C18=3.74756 C19=2.24609 C20=2.55371 C21=2.10449 C22=4.99756 C23=0.57617 C24=
2.89307 C25=2.92969 C26=2.89307 C27=2.87354 C28=2.90771 C29=-5.00000 C30=1.96289 C31=-4.96338

Time: 2:15 C0=-4.20410 C1=-2.44873 C2=0.00244 C3=-4.72900 C4=0.70557 C5=-3.19824 C6=-3.42773 C7=-3.46924
C8=-2.43652 C9=-4.80713 C10=0.37109 C11=-4.55078 C12=3.82080 C13=3.98438 C14=0.51514 C15=0.07812 C16=
0.73486 C17=3.77930 C18=3.73779 C19=2.25342 C20=2.56348 C21=2.06543 C22=4.99756 C23=0.63477 C24=
2.90039 C25=2.92725 C26=2.87354 C27=2.84668 C28=2.89795 C29=2.88330 C30=2.86377 C31=3.33984

Time: 2:30 C0=-4.20410 C1=-2.41455 C2=0.00977 C3=-4.82422 C4=0.67383 C5=-3.20801 C6=-3.37646 C7=-3.47412
C8=-2.42188 C9=-4.80225 C10=0.42480 C11=-4.57031 C12=3.81348 C13=3.98193 C14=0.61035 C15=0.06104 C16=
0.72998 C17=3.83301 C18=3.74023 C19=2.25830 C20=2.57080 C21=2.08008 C22=4.99756 C23=0.61279 C24=
2.91504 C25=2.93457 C26=2.92969 C27=2.90771 C28=2.91016 C29=2.85889 C30=3.31299 C31=3.04932

Time: 2:45 C0=-4.18457 C1=-2.41699 C2=-0.00977 C3=-4.80469 C4=0.75928 C5=-3.20801 C6=-5.00000 C7=-3.47412
C8=-2.40479 C9=-4.79492 C10=0.43457 C11=-4.53857 C12=3.85010 C13=3.99414 C14=0.61279 C15=0.07080 C16=
0.77148 C17=3.50098 C18=3.74756 C19=2.25586 C20=2.57324 C21=2.06055 C22=4.99756 C23=0.63477 C24=
2.90039 C25=2.91748 C26=2.87109 C27=2.84668 C28=3.16650 C29=2.87842 C30=2.94434 C31=2.52441

Time: 3:00 C0=-4.20166 C1=-2.43164 C2=0.01465 C3=-4.83643 C4=0.74219 C5=-3.25195 C6=-3.43262 C7=-3.46191
C8=-2.40234 C9=-4.80957 C10=0.44922 C11=-4.58008 C12=3.95264 C13=3.98682 C14=0.59570 C15=0.06836 C16=
0.72510 C17=3.52051 C18=3.75488 C19=2.24121 C20=2.57324 C21=2.08740 C22=4.99756 C23=0.61523 C24=
2.91016 C25=2.92969 C26=2.82471 C27=2.90039 C28=2.89795 C29=2.80762 C30=1.80664 C31=0.08545

Time: 3:15 C0=-4.19922 C1=-2.43408 C2=-0.02197 C3=-4.74121 C4=0.73486 C5=-3.29590 C6=-5.00000 C7=-3.46436
C8=-2.40234 C9=-4.83154 C10=0.40527 C11=-4.57764 C12=3.86475 C13=3.98193 C14=0.60059 C15=0.07812 C16=
0.67139 C17=3.40332 C18=3.74756 C19=2.24609 C20=2.57324 C21=2.11426 C22=4.99756 C23=0.62256 C24=
2.86621 C25=4.99756 C26=2.84180 C27=2.86865 C28=2.90283 C29=2.81006 C30=-5.00000 C31=2.41699

Time: 3:30 C0=-4.20166 C1=-2.42432 C2=-0.01709 C3=-4.82422 C4=0.76172 C5=-3.27148 C6=-3.43262 C7=-3.46924
C8=-2.40234 C9=-4.81689 C10=0.40283 C11=-4.71436 C12=3.85254 C13=3.99902 C14=0.54688 C15=0.06836 C16=
0.73242 C17=3.87939 C18=3.75732 C19=2.23877 C20=2.56592 C21=2.10693 C22=4.99756 C23=0.68604 C24=
2.88330 C25=2.90771 C26=-5.00000 C27=2.91260 C28=2.90039 C29=2.81250 C30=2.39990 C31=3.29590

Time: 3:45 C0=-4.20166 C1=-2.43896 C2=-0.01221 C3=-4.73145 C4=0.72998 C5=-3.20801 C6=-3.40332 C7=-3.47168
C8=-2.41699 C9=-4.80225 C10=0.37598 C11=-4.56543 C12=3.85742 C13=3.99170 C14=0.52734 C15=0.06836 C16=
0.72510 C17=3.88184 C18=3.77686 C19=2.22656 C20=2.55859 C21=2.10693 C22=4.99756 C23=0.65918 C24=
2.89307 C25=2.93213 C26=-5.00000 C27=2.91748 C28=2.91260 C29=-5.00000 C30=2.18262 C31=0.20264

Time: 4:00 C0=-4.19189 C1=-2.42432 C2=0.01465 C3=-4.74854 C4=0.68359 C5=-3.20068 C6=-3.38379 C7=-3.46924
C8=-2.41211 C9=-4.79980 C10=0.44922 C11=-4.55811 C12=3.82324 C13=3.99658 C14=0.52979 C15=0.07568 C16=
0.72510 C17=3.64746 C18=3.77441 C19=2.25342 C20=2.57568 C21=2.15820 C22=4.99756 C23=0.53467 C24=-
5.00000 C25=2.91504 C26=-5.00000 C27=2.86377 C28=2.90527 C29=2.86133 C30=2.29736 C31=0.42480

The date is : 3 / 11 / 1998.

Time C0 = V C1 = V C2 = V C3 = V C4 = V C5 = V C6 = V C7 = V C8 = V C9 = V
C10 = V C11 = V C12 = V C13 = V C14 = V C15 = V C16 = V C17 = V C18 = V C19 = V
C20 = V C21 = V C22 = V C23 = V C24 = V C25 = V C26 = V C27 = V C28 = V C29 = V
C30 = V C31 = V

Time: 0:00 C0=-4.27246 C1=-2.50732 C2=-1.59424 C3=-4.78760 C4=0.77637 C5=-3.22510 C6=-3.38379 C7=-3.47168
C8=-2.41699 C9=-4.79736 C10=0.44434 C11=-4.55322 C12=3.20068 C13=3.18359 C14=0.28564 C15=0.02197 C16=
0.93506 C17=4.07227 C18=3.89893 C19=1.90430 C20=1.66016 C21=2.46582 C22=4.99756 C23=0.40527 C24=
2.90283 C25=2.91260 C26=-4.96338 C27=2.89307 C28=2.89795 C29=2.87109 C30=2.61475 C31=0.94238

Time: 0:15 C0=-4.28467 C1=-2.52197 C2=-1.57471 C3=-4.78027 C4=0.72998 C5=-3.14697 C6=-3.35693 C7=-3.45459
C8=-2.40723 C9=-4.81445 C10=0.43945 C11=-4.56055 C12=3.18115 C13=3.18359 C14=0.28564 C15=0.01953 C16=
0.93018 C17=4.11377 C18=3.88428 C19=1.92871 C20=1.64551 C21=2.49268 C22=4.99756 C23=0.37598 C24=
2.89551 C25=2.91260 C26=-4.98291 C27=2.89307 C28=4.99756 C29=2.81982 C30=2.48291 C31=0.99121

Time: 0:30 C0=-4.28467 C1=-2.50488 C2=-1.57227 C3=-4.79980 C4=0.78613 C5=-3.15674 C6=-3.41553 C7=-3.45215
C8=-2.41699 C9=-4.80469 C10=0.45410 C11=-4.54346 C12=3.16406 C13=3.19580 C14=0.27832 C15=0.02930 C16=
0.93018 C17=4.13818 C18=3.90381 C19=1.89697 C20=1.61621 C21=2.41699 C22=4.99756 C23=0.36133 C24=
2.89795 C25=2.90039 C26=2.87842 C27=2.87842 C28=2.92236 C29=2.83936 C30=2.52197 C31=0.94727

Time: 0:45 C0=-4.27734 C1=-2.50732 C2=-1.57959 C3=-4.75586 C4=0.75439 C5=-3.18359 C6=-3.40820 C7=-3.46436
C8=-2.41455 C9=-4.79980 C10=0.44434 C11=-4.56299 C12=3.13721 C13=3.20312 C14=0.29541 C15=0.07568 C16=
0.92285 C17=4.18213 C18=3.88916 C19=1.89209 C20=1.60156 C21=2.39990 C22=4.99756 C23=0.34668 C24=
2.88086 C25=2.91260 C26=2.82715 C27=2.86621 C28=2.91016 C29=2.83936 C30=2.52686 C31=0.91064

Time: 1:00 C0=-4.28467 C1=-2.52686 C2=-1.58691 C3=-4.75830 C4=0.76172 C5=-5.00000 C6=-3.37402 C7=-3.46436
C8=-2.41455 C9=-4.80713 C10=0.44189 C11=-4.56787 C12=3.11768 C13=3.20801 C14=0.27344 C15=0.01953 C16=
0.92529 C17=4.17480 C18=3.89893 C19=1.88232 C20=1.58447 C21=2.46338 C22=4.99756 C23=0.37354 C24=
2.88330 C25=2.90527 C26=2.84668 C27=2.89551 C28=2.91260 C29=2.82715 C30=2.53418 C31=1.01562

Time: 1:15 C0=-4.27246 C1=-2.50488 C2=-1.58447 C3=-4.76318 C4=0.73486 C5=-3.15918 C6=-3.35449 C7=-3.46191
C8=-2.41455 C9=-4.80469 C10=0.36621 C11=-4.62402 C12=3.09814 C13=3.21777 C14=0.27588 C15=0.01221 C16=
0.92285 C17=4.16748 C18=3.89893 C19=1.87988 C20=1.56494 C21=2.41943 C22=4.99756 C23=0.31006 C24=
2.89062 C25=3.07373 C26=2.82959 C27=2.89795 C28=2.91016 C29=2.83203 C30=2.47559 C31=0.94727

Time: 1:30 C0=-4.28223 C1=-2.52197 C2=-1.57959 C3=-4.76562 C4=0.78857 C5=-3.19824 C6=-3.35693 C7=-3.44727
C8=-2.41455 C9=-4.80469 C10=0.44922 C11=-4.55566 C12=3.07861 C13=3.22021 C14=0.27344 C15=0.02197 C16=
0.92529 C17=4.20166 C18=3.89404 C19=1.87256 C20=1.54541 C21=2.45850 C22=4.99756 C23=0.30029 C24=
2.96631 C25=2.91260 C26=2.90527 C27=2.86133 C28=2.90039 C29=2.86621 C30=2.43652 C31=0.84473

Time: 1:45 C0=-4.27490 C1=-2.51221 C2=-1.58936 C3=-4.80469 C4=0.73730 C5=-3.19092 C6=-3.41064 C7=-3.44971
C8=-2.40967 C9=-4.82178 C10=0.41748 C11=-4.61182 C12=3.04688 C13=3.22754 C14=0.26611 C15=0.02686 C16=
0.92041 C17=4.22607 C18=3.89648 C19=1.86768 C20=1.52588 C21=2.42432 C22=4.99756 C23=0.41992 C24=
2.86377 C25=2.89307 C26=2.88818 C27=2.87354 C28=2.90771 C29=2.83936 C30=2.52686 C31=0.97168

Time: 2:00 C0=-4.26270 C1=-2.52686 C2=-1.59180 C3=-4.79492 C4=0.74707 C5=-4.29932 C6=-3.38379 C7=-3.45215
C8=-2.41211 C9=-4.81934 C10=0.45654 C11=-4.54590 C12=3.02002 C13=3.23242 C14=0.26611 C15=0.01221 C16=
0.85938 C17=4.21631 C18=3.89160 C19=1.86035 C20=1.49902 C21=2.44873 C22=4.99756 C23=0.31494 C24=
2.89062 C25=2.90283 C26=2.87354 C27=2.87842 C28=2.91992 C29=2.83691 C30=2.59033 C31=1.03271

Time: 2:15 C0=-4.27734 C1=-2.52930 C2=-1.57959 C3=-4.79736 C4=0.75195 C5=-3.18115 C6=-3.36182 C7=-3.46191
C8=-2.40479 C9=-4.81934 C10=0.45654 C11=-4.51172 C12=2.99805 C13=3.23730 C14=0.25879 C15=0.02197 C16=
0.92041 C17=4.23828 C18=3.89893 C19=1.85791 C20=1.49170 C21=2.44141 C22=4.99756 C23=0.30029 C24=
2.88574 C25=2.91260 C26=2.89551 C27=2.87598 C28=2.90771 C29=2.86621 C30=2.50977 C31=0.99365

Time: 2:30 C0=-4.27734 C1=-2.50488 C2=-1.56738 C3=-4.78271 C4=0.73486 C5=-3.13721 C6=-3.36914 C7=-3.45947
C8=-2.40967 C9=-4.80225 C10=0.38086 C11=-4.55811 C12=2.97119 C13=3.24707 C14=0.30762 C15=0.02441 C16=
0.93262 C17=4.20410 C18=3.89404 C19=1.84814 C20=1.46973 C21=2.47070 C22=4.99756 C23=0.35889 C24=
2.90039 C25=2.90283 C26=2.89062 C27=2.84424 C28=2.91504 C29=2.81982 C30=2.48047 C31=0.97412

Time: 2:45 C0=-4.27734 C1=-2.52197 C2=-1.55762 C3=-4.80225 C4=0.79346 C5=-3.18115 C6=-3.37158 C7=-3.44482
C8=-2.40479 C9=-4.80713 C10=0.37354 C11=-4.57764 C12=2.95654 C13=3.25195 C14=0.25635 C15=0.02197 C16=
0.91553 C17=4.16260 C18=3.90137 C19=1.85303 C20=1.45996 C21=2.46582 C22=4.99756 C23=0.28320 C24=
2.89307 C25=2.89307 C26=2.89062 C27=2.87354 C28=2.91016 C29=2.85889 C30=2.46826 C31=0.90820

Time: 3:00 C0=-4.27734 C1=-2.52686 C2=-1.56006 C3=-4.77051 C4=0.74219 C5=-3.21289 C6=-3.37158 C7=-3.45703
C8=-2.40234 C9=-4.79980 C10=0.42969 C11=-4.55078 C12=2.93945 C13=3.25684 C14=0.25635 C15=-0.01953 C16=
0.91309 C17=4.15527 C18=3.89648 C19=1.82129 C20=1.44287 C21=2.39990 C22=4.99756 C23=0.40283 C24=
2.89062 C25=2.90771 C26=-5.00000 C27=2.90527 C28=2.91016 C29=2.83447 C30=2.51221 C31=0.92529

Time: 3:15 C0=-4.27002 C1=-2.46582 C2=-1.56006 C3=-4.76807 C4=0.78613 C5=-3.35205 C6=-3.40332 C7=-3.45459
C8=-2.41211 C9=-4.81201 C10=0.44434 C11=-4.54102 C12=2.91504 C13=3.26416 C14=0.25146 C15=0.01953 C16=
0.90820 C17=4.17969 C18=3.88184 C19=1.82617 C20=1.42334 C21=2.38525 C22=4.99756 C23=0.36377 C24=
2.89062 C25=2.91504 C26=2.83203 C27=2.84912 C28=2.89307 C29=2.83447 C30=2.53906 C31=-5.00000

Time: 3:30 C0=-4.26270 C1=-2.51709 C2=-1.55518 C3=-4.75098 C4=0.77637 C5=-3.14209 C6=-3.35205 C7=-3.44238
C8=-2.41699 C9=-4.79492 C10=0.40771 C11=-4.54102 C12=2.88818 C13=3.26660 C14=0.18555 C15=0.02197 C16=
0.91309 C17=4.15771 C18=3.88184 C19=1.81885 C20=1.41113 C21=2.34375 C22=4.99756 C23=0.41504 C24=
2.89307 C25=2.89795 C26=2.85400 C27=2.90283 C28=2.90283 C29=2.83936 C30=2.53662 C31=1.02783

Time: 3:45 C0=-4.25293 C1=-2.50000 C2=-1.56006 C3=-4.78271 C4=0.76416 C5=-3.14453 C6=-3.41064 C7=-3.44727
C8=-2.39990 C9=-4.81689 C10=0.40283 C11=-4.65332 C12=2.86865 C13=3.27637 C14=0.25146 C15=-0.04395 C16=
0.85449 C17=4.16504 C18=3.89160 C19=1.81641 C20=1.40137 C21=2.45361 C22=4.99756 C23=0.35400 C24=
2.89062 C25=2.90283 C26=2.82959 C27=2.89307 C28=2.89307 C29=2.86377 C30=2.44141 C31=-5.00000

Time: 4:00 C0=-4.25781 C1=-2.50244 C2=-1.58447 C3=-4.79736 C4=0.77148 C5=-3.13232 C6=-3.35693 C7=-3.43994
C8=-2.39990 C9=-4.80225 C10=0.45410 C11=-4.56299 C12=2.85400 C13=3.28125 C14=0.24902 C15=0.08545 C16=
0.90332 C17=4.17480 C18=3.90137 C19=1.81152 C20=1.40137 C21=2.39746 C22=4.99756 C23=0.29053 C24=
2.88818 C25=2.89795 C26=2.83203 C27=2.84180 C28=2.90771 C29=2.80762 C30=2.53662 C31=0.97900

Κεφάλαιο 7

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας σχεδιάσθηκε ένα ολοκληρωμένο σύστημα με δύο προσεγγίσεις A και B, με σκοπό να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της αυτόματης άρδευσης σε ελαιώνες, στα πλαίσια της συνεργασίας σε ερευνητικό πρόγραμμα του Πολυτεχνείου Κρήτης με το Ινστιτούτο Ελιάς. Τόσο η προσέγγιση A όσο και η B είναι το ίδιο αξιόπιστες, όπου η προσέγγιση A στοχεύει στην ανάπτυξη προϊόντος για χρήση από τους αγρότες ενώ η B έχει εργαστηριακό προσανατολισμό. Η δοκιμή της λειτουργίας της προσέγγισης B στον τόπο εγκατάστασης έδειξε τη χρησιμότητα και την αξιοπιστία της συσκευής καθώς αυτοματοποιήθηκαν όλες οι λειτουργίες, η καταγραφή των μεγεθών και το πότισμα.

Η ευελιξία της προσέγγισης A μπορεί να αυξηθεί περισσότερο στο μέλλον με την αντικατάσταση των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων ψηφιακής λογικής με προγραμματιζόμενα ολοκληρωμένα (FPGA's κ.λ.π.), οπότε ο επανασχεδιασμός της λογικής ελέγχου γίνεται πολύ ευχερής. Επίσης, μειώνονται δραστικά το κόστος και το μέγεθος της συσκευής, παράγοντες σημαντικοί για την ανάπτυξη τελικού προϊόντος.

Επίσης, μια σημαντική όσο και αναγκαία μελλοντική επέκταση για την προσέγγιση A, είναι η δημιουργία ενός αναλογικού πολυπλέκτη, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα στο σύστημα της παρακολούθησης περισσότερων από 8 αισθητηρίων.

Μια μελλοντική επέκταση που αυξάνει την αξιοπιστία του συστήματος είναι η αλλαγή του φυσικού επιπέδου της σειριακής επικοινωνίας (δηλ. της RS-232), με ένα άλλο πιο αξιόπιστο πρωτόκολλο (π.χ RS425).

Μια σημαντική αναβάθμιση του συστήματος είναι η χρήση ασαφούς λογικής (Fuzzy Logic) με την οποία βελτιώνεται η ανάπτυξη των ελαιοδέντρων. Επίσης, η χρήση νευρωνικών αλγορίθμων στο σύστημα ελέγχου πετυχαίνει την καλλίτερη προσαρμογή του συστήματος άρδευσης στις τοπικές ανάγκες κάθε καλλιέργειας.

Επιπλέον, ακόμα μια ενδιαφέρουσα μελλοντική επέκταση είναι η παροχή της δυνατότητας στους υπεύθυνους των ελαιώνων να συμπληρώνουν το λογισμικό με δικούς τους κανόνες ελέγχου (παραμετροποίηση), ώστε να επιτυγχάνεται καλύτερος έλεγχος σε περιπτώσεις που δεν είχαν προβλεφτεί αρχικά. Αυτό μπορεί να γίνει με τη δημιουργία ενός user interface που να δίνει μεγαλύτερη δυνατότητα παρεμβολής στο χρήστη.

Κεφάλαιο 8

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [Skye95] Skye Instruments LTD: SKT-600 Series Tensiometer, 1995.
- [Tom88] Tompkins W., Webster J.: Interfacing Sensors to the IBM-PC, Prentice Hall, New Jersey, 1988.
- [Ιωαν95] Ιωαννίδης Θ.: Σχεδιασμός και Υλοποίηση Γενικευμένης Διάταξης Ελέγχου με Μικροελεγκτή και Εφαρμογή σε Έλεγχο βασισμένο στην Ασαφή Λογική, Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά, 1995.
- [813-94] Advantech Co Ltd: PCL-813 32-Channel Single-ended Isolate Analog Input Card, Taiwan, 1994
- [724-94] Advantech Co Ltd: PCL-724 24 bit Digital I/O Card, Taiwan, 1994
- [FAIR95] Ινστιτούτο Ελιάς και Υποτροπικών Χανίων: Πρακτικά από το πρόγραμμα FAIR-CT-95-0030
- [Sow98] Sowacs.com: Gypsum Block/ Electrical Resistance, 1998
- [Aurel] Manual Aurel Wireless System: Digital Data RF Transceiver
- [1] Schilling, D. L. [et al.]: Electronic Circuits, 3rd ed. McGraw Hill, New York, 1989.
- [2] Mano, M.: Ψηφιακή Σχεδίαση, 2η έκδοση Prentice-Hall - Παπασωτηρίου, Αθήνα, 1992.
- [3] Walrand J.: Communication Networks, Irwin, Boston, 1993.
- [4] Rudolph G., Rudolph S.: C-Crash-Kurs, McGraw Hill, Hamburg, 1990.
- [5] Schafer T., Chevalier M.: Distributed Motor Control Using the 80C196KB, Intel - Application Note, 1989.
- [6] Ryan D. P.: MCS-96 Analog Aquisition Primer, Intel - Application Note, December 1987.
- [7] Yoder D.: Memory Expansion for the 8096, Intel - Application Brief, April 1989.

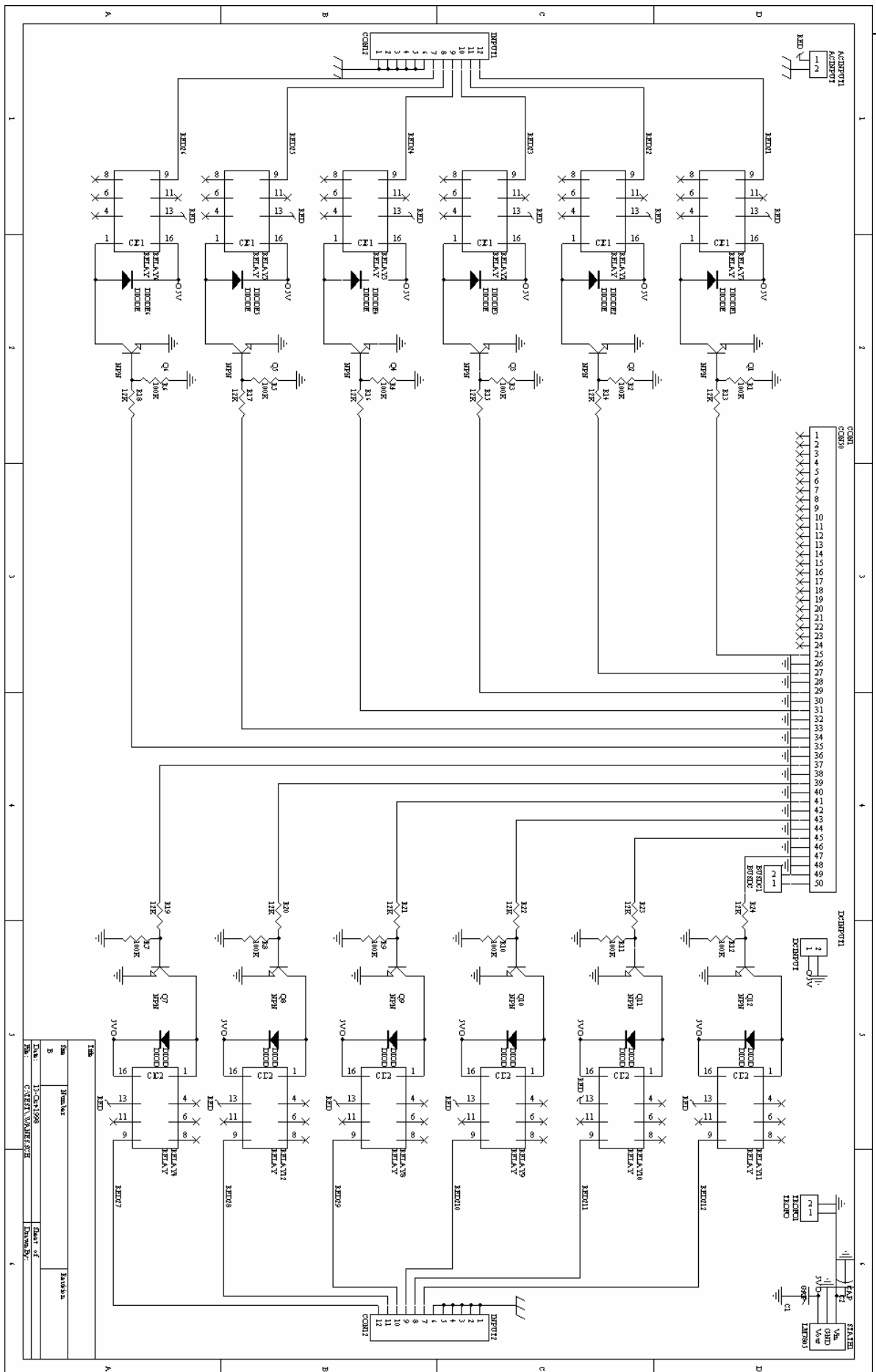
-
- [8] Intel, 80C196KC User's Guide, Intel Development Literature, California, October 1990.
- [9] Intel, EV80C196KB Microcontroller Evaluation Board Users Manual, Intel Development Literature, California, 1989.
- [10] Intel, MCS-96 Macro Assembler User's Guide, Intel Development Solutions, May 1990.
- [11] Intel, iC-96 Compiler User's Guide, Intel Development Solutions, November 1991.
- [12] Intel, ICE-196KC/PC In-circuit Emulator User's Guide, Intel Development Solutions, October 1990.
- [13] Intel, Embedded Microcontrollers and Processors, Data Book, Volume I, 1995.
- [14] Dallas Semiconductor, Product Databook, 1992-93.
- [15] Linear-IC, Memory Products, Logic-IC and other Data Books, several Vendors.
- [16] Michelakis N., and Barbopoulou E., 1997. Olive tree diameter variations under irrigation based on plant and soil parameters. Presented at the Third International Symposium on Olive Erowing. Under edition
- [17] Kozolwski, T.T. 1965. Expansion and contraction of plants. Advan. Frontiers Plant Sci. :10:63-74
- [18] Michelakis N., 1997. Daily Stem Diameter Variations as indicators to optimize olive tree irrigation scheduling. Proceeding of the second International Symposium on irrigation of Horticultural Crops, Acta Horticultural, 449(1): 297-304
- [19] Σφακιωτάκης , E. M., 1993. Μαθήματα Ελαιοκονομίας, ΤυροMan, Θεσσαλονίκη.

Κεφάλαιο 9

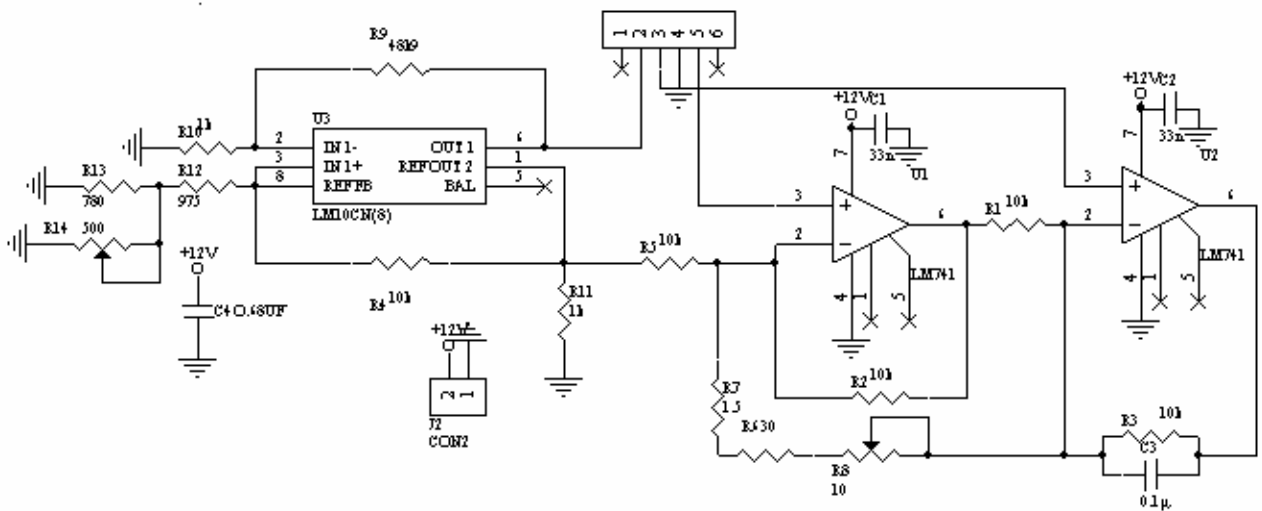
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

9. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

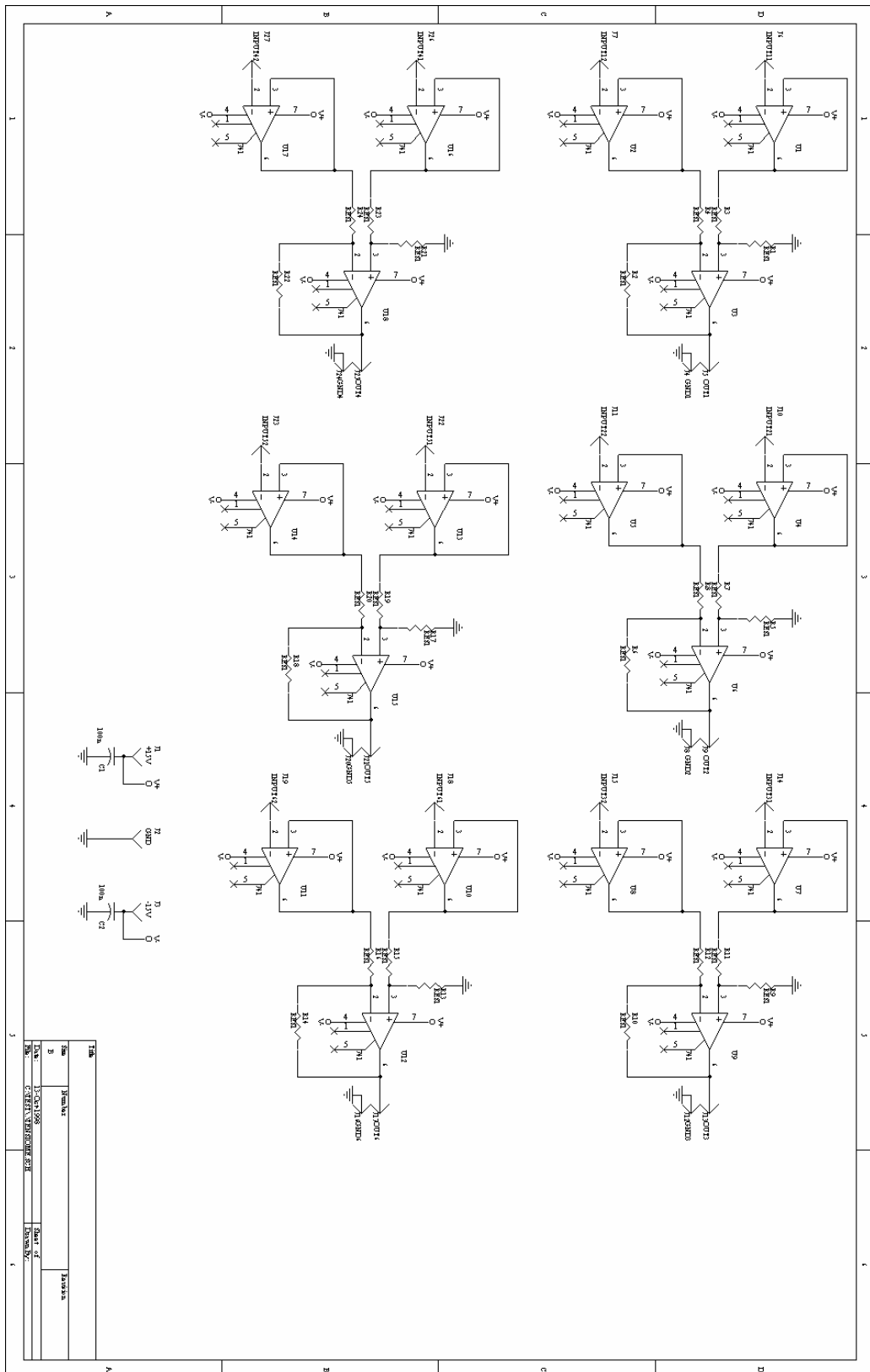
Στο παράρτημα αυτό δίνονται τα σχηματικά διαγράμματα των κυκλωμάτων οδήγησης των αισθητήρων και των ηλεκτρικών βανών, καθώς και το pin out του 80196. Πιο συγκεκριμένα, στο **Σχήμα 9-1** δίνεται το σχηματικό διάγραμμα του κυκλώματος οδήγησης των ηλεκτρικών βανών, στο **Σχήμα 9-2** δίνεται το σχηματικό διάγραμμα του κυκλώματος οδήγησης του εργαστηριακού τενσιομέτρου, στο **Σχήμα 9-3** δίνεται το σχηματικό διάγραμμα του κυκλώματος οδήγησης του βιομηχανικού τενσιομέτρου, στο **Σχήμα 9-4** δίνεται το σχηματικό διάγραμμα του κυκλώματος οδήγησης του LVDT, στο **Σχήμα 9-5** δίνεται το σχηματικό διάγραμμα του κυκλώματος οδήγησης του Block, στο **Σχήμα 9-6** δίνεται το pin out του 80196.



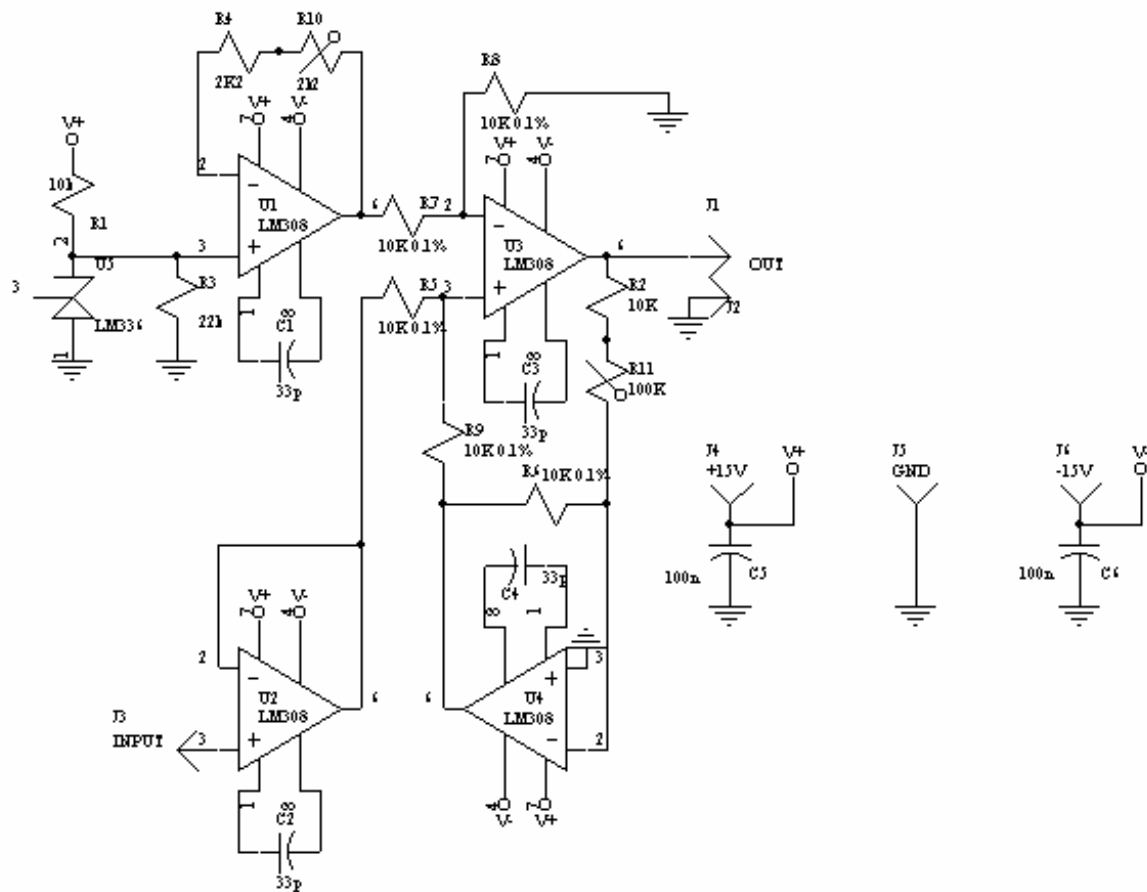
Σχήμα 9-1 Σχηματικό διάγραμμα του κυκλώματος οδήγησης των ηλεκτροβανών



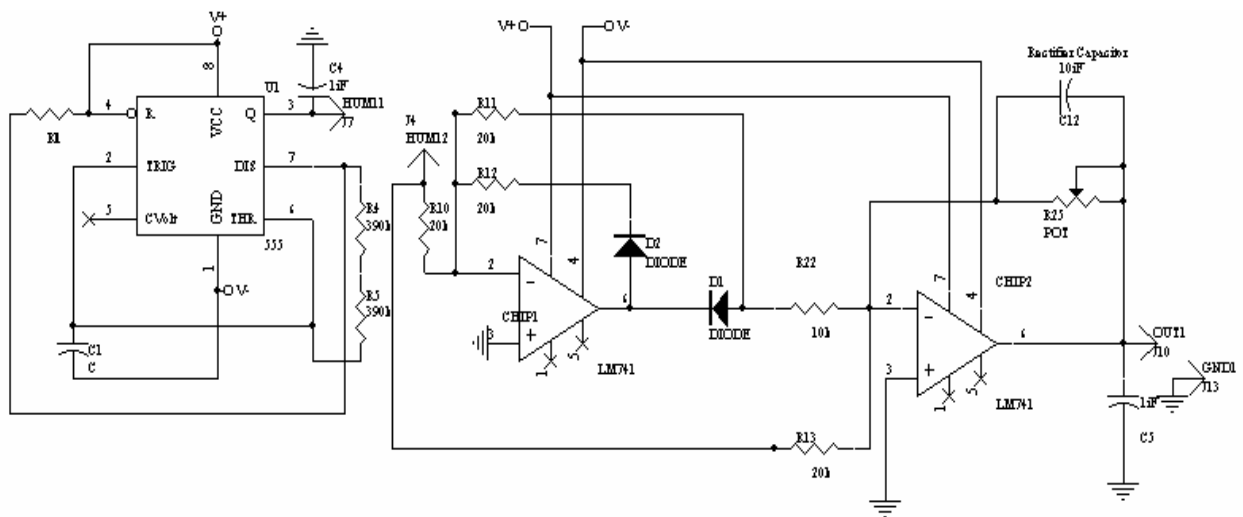
Σχήμα 9-2 Σχηματικό διάγραμμα του κυκλώματος οδήγησης του εργαστηριακού τενσιομέτρου



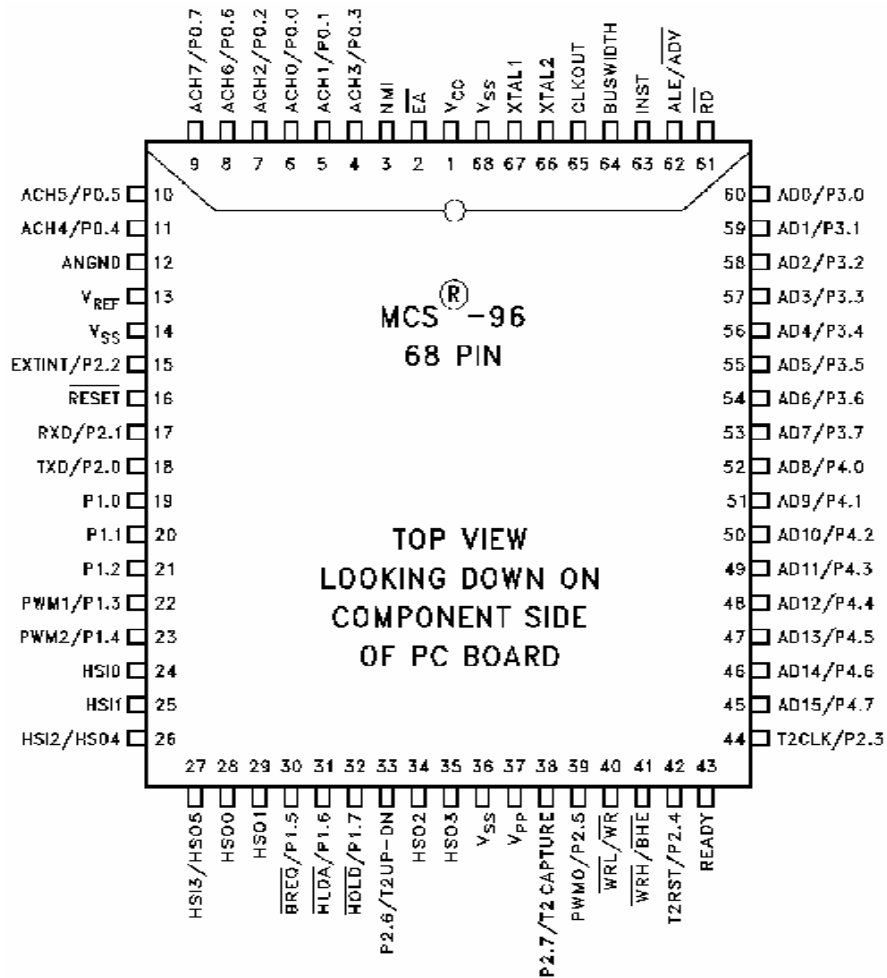
Σχήμα 9-3 Σχηματικό διάγραμμα του κυκλώματος οδήγησης του βιομηχανικού тенσιομέτρου



Σχήμα 9-4 Σχηματικό διάγραμμα του κυκλώματος οδήγησης του LVDT



Σχήμα 9-5 Σχηματικό διάγραμμα του κυκλώματος οδήγησης του Block



Σχήμα 9-6 Οι ακροδέκτες του 80196ΚC

Κεφάλαιο 10

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

10. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Στο Παράρτημα Β δίδονται τεχνικές λεπτομέρειες για την κάρτα δειγματοληψίας PCL-813b.

Χαρακτηριστικά αναλογικής εισόδου (μετατροπέας A/D)

Κανάλια	32 ασύμμετρα με απομόνωση
Ανάλυση	12 bit επιτυχούς προσέγγισης
Περιοχή εισόδων	διπολική προγραμματιζόμενη μέσω λογισμικού +/- 5V, +/-2.5V, +/-1.25V, +/-0.625V μονοπολική προγραμματιζόμενη μέσω λογισμικού 0-10V, 0-5V, 0-0.5V,0-1.25V
Μετατροπέας	AD574 ή ισοδύναμος με χρόνο μετατροπής 25μsec
Μέσο μεταφοράς δεδομένων	25K μέγιστο, έλεγχος μέσω λογισμικού
Τάση απομόνωσης	> 500V DC από είσοδο έως έξοδο
Ακρίβεια	0.01% +/-1LSB
Μη γραμμικότητα	+/- 1bit μέγιστο
Ενίσχυση	X1, X2, X4, X8 προγραμματιζόμενη μέσω λογισμικού
Ρυθμός σκανδαλισμού	μέσω λογισμικού
Θερμοκρασιακός συντελεστής	+/-25 ppm ανά βαθμό Κελσίου
Υπέρταση	συνεχής +/-30V μέγιστη
Αντίσταση εισόδου	>10 MΩ

Γενικά χαρακτηριστικά

Κατανάλωση ισχύος	στα +5V 660mA τυπικά στα +12V 140mA τυπικά
Συνδετήρας εισόδων εξόδων (I/O)	συνδετήρας 37 επαφών τύπου D για τη θύρα αναλογικών εισόδων
Θερμοκρασία λειτουργίας	0 έως 50 βαθμούς Κελσίου
Θερμοκρασία αποθήκευσης	από -20 έως 50 βαθμούς Κελσίου
Διαστάσεις πλακέτας	99mm X 219mm
Βάρος	210 gm

Επιλογή διευθύνσεων εισόδου-εξόδου (I/O)

Οι περισσότερες περιφερειακές συσκευές και κάρτες διασύνδεσης ελέγχονται από τις I/O θύρες και το bus των προσωπικών υπολογιστών. Πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα, έτσι ώστε να μην υπάρχουν συγκρούσεις μεταξύ των άλλων και της κάρτας δειγματοληψίας PCL-813. Η κάρτα PCL-813 χρησιμοποιεί 16 περιοχές διευθύνσεων στην περιοχή εισόδου-εξόδου του υπολογιστή. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται ο χάρτης των διευθύνσεων της θύρας εισόδου-εξόδου. Οι βασικές διευθύνσεις της θύρας εισόδου-εξόδου επιλέγονται από ένα DIP switch 6 θέσεων (SW1) που βρίσκεται πάνω στην κάρτα PCL-813. Οι κατάλληλες διευθύνσεις είναι από 000h έως 3F0h, ενώ η αρχική διεύθυνση της κάρτας είναι 220h. Αν υπάρχει όμως σύγκρουση με άλλη περιφερειακή συσκευή ή κάρτα, τότε επιλέγεται διαφορετική διεύθυνση.

I/O διεύθυνση	Θέση διακοπών					
	1	2	3	4	5	6
Δεκαεξαδικό	A9	A8	A7	A6	A5	A4
000-100	0	0	0	0	0	0
100-10F	0	1	0	0	0	0
.
.
200-20F	1	0	0	0	0	0
210-21F	1	0	0	0	0	1
*220-22F	1	0	0	0	1	0
.
300-30F	1	1	0	0	0	0
.
3F0-3FF	1	1	1	1	1	1

Σημείωση: 0=ON, 1=OFF

*= Αρχική διεύθυνση κάρτας

Οι A4 έως A9 ανταποκρίνονται στις διευθύνσεις του υπολογιστή

Χάρτης διευθύνσεων θύρας εισόδου-εξόδου

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει ποιες βασικές διευθύνσεις εισόδου-εξόδου χρησιμοποιούνται από την κάρτα PCL-813. 16 καταχωρητές, σε αντιστοιχία με τις διευθύνσεις εισόδου-εξόδου, χρησιμοποιούνται για να ελέγξουν τις λειτουργίες της κάρτας δειγματοληψίας PCL-813.

Θέση	Ανάγνωση	Γραφή
BASE+0	N/U	N/U
BASE+1	N/U	N/U
BASE+2	N/U	N/U
BASE+3	N/U	N/U
BASE+4	A/D low byte	N/U
BASE+5	A/d high byte	N/U
BASE+6	N/U	N/U
BASE+7	N/U	N/U
BASE+8	N/U	N/U
BASE+9	N/U	Gain control
BASE+10	N/U	Multiplexer scan control
BASE+11	N/U	N/U
BASE+12	N/U	Software A/D trigger
BASE+13	N/U	N/U
BASE+14	N/U	N/U
BASE+15	N/U	N/U

A/D καταχωρητές δεδομένων

Η κάρτα δειγματοληψίας PCL-813 χρησιμοποιεί τους καταχωρητές δεδομένων που βρίσκονται στις περιοχές της θύρας I/O BASE+4 και BASE+5, για να αποθηκεύσει τα ψηφιακά δεδομένα της μετατροπής. Το λιγότερο σημαντικό byte αποθηκεύεται στη θέση BASE+4 και το περισσότερο σημαντικό BASE+5

BASE+4 αναλογικοψηφιακά δεδομένα χαμηλού byte

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2	AD1	AD0

BASE+5 αναλογικοψηφιακά δεδομένα υψηλού byte

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
X	X	X	DRDY	AD11	AD10	AD9	AD8

Από το AD0 έως το AD11 είναι τα bits δεδομένων της μετατροπής. Το AD0 είναι το LSB και AD11 το MSB. Το DRDY είναι το Data ready bit. Σε διαδικασία μετατροπής από αναλογικό σε ψηφιακό το bit είναι 1, ενώ όταν η διαδικασία τελειώσει είναι 0.

Καταχωρητής έλεγχου κέρδους

Ο καταχωρητής BASE+9 χρησιμοποιείται για την αποθήκευση του κέρδους ενίσχυσης κατά την αναλογικοψηφιακή μετατροπή. Η κάρτα PCL-813 παρέχει τέσσερα κέρδη x1, x2, x4, x8.

BASE+9 καταχωρητής έλεγχου κέρδους

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
-	-	-	-	-	-	G1	G0

Εάν JP100 δείχνει στη θέση «B»

G1	G0	Gain	Input Range
0	0	x1	+/-5V
0	1	x2	+/-2.5V
1	0	x4	+/-1.25V
1	1	x8	+/-0.625V

Εάν JP100 δείχνει στη θέση «U»

G1	G0	Gain	Input Range
0	0	x1	0-10V
0	1	x2	0-5V
1	0	x4	0-2.5V
1	1	x8	0-1.25V

Καταχωρητής ελέγχου πολυπλεξίας

Η κάρτα PCL-813 πολυπλέκει 32 κανάλια αναλογικών εισόδων. Ο χρήστης ρυθμίζει τον καταχωρητή της θέσης BASE+10 για την επιλογή του καναλιού που θα μετρηθεί πριν γίνει η μετατροπή από αναλογικό σε ψηφιακό. Η μορφή του καταχωρητή φαίνεται στους παρακάτω πίνακες

BASE+10 έλεγχος σάρωσης πολυπλέκτη

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
-	-	-	C4	C3	C2	C1	C0

C4	C3	C2	C1	C0	CH
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	2
0	0	0	1	1	3
0	0	1	0	0	4
0	0	1	0	1	5
0	0	1	1	0	6
0	0	1	1	1	7
0	1	0	0	0	8
.
.
1	1	1	1	1	31

Κεφάλαιο 11

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

11. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

Στο Παράρτημα Γ δίδονται τεχνικές λεπτομέρειες για την κάρτα ψηφιακής εισόδου-εξόδου PCL-724.

Χαρακτηριστικά σήματος εισόδου

Τάση υψηλής στάθμης (λογικό 1)	από 2 έως 5V
Τάση χαμηλής στάθμης (λογικό 0)	από 0 έως 0.8V
Ρεύμα εισόδου υψηλής στάθμης	20μΑ
Ρεύμα εισόδου χαμηλής στάθμης	-0.2mA

Χαρακτηριστικά σήματος εξόδου

Τάση υψηλής στάθμης (λογικό 1)	2.4V min
Τάση χαμηλής στάθμης (λογικό 0)	0.4V max
Ρεύμα εισόδου υψηλής στάθμης	-15mA
Ρεύμα εισόδου χαμηλής στάθμης	24mA

Ρυθμός διαμεταγωγής

Τυπικά	300Kbyte/sec
Μέγιστο	500Kbyte/sec

Κατανάλωση ισχύος

Τυπική ισχύς	0.5A στα 5V DC +/- 5%
Μέγιστη ισχύς	0.8A στα 5V DC +/- 5%

Βασικές ρυθμίσεις διευθύνσεων

Η κάρτα PCL-724 απαιτεί 4 περιοχές διεύθυνσης του χώρου εισόδων/εξόδων του υπολογιστή. Μερικές περιοχές διεύθυνσης εισόδου/εξόδου δεσμεύονται από εσωτερικές συσκευές του υπολογιστή. Για να αποφευχθούν συγκρούσεις μ' αυτές τις συσκευές, η κάρτα PCL-724 έχει ένα διακόπτη 8 θέσεων με τον οποίο δηλώνεται η διεύθυνση I/O η οποία μπορεί να είναι από 200 μέχρι 3FFh.

Πίνακας διευθύνσεων για τη ρύθμιση του διακόπτη

I/O Θύρα	Θέση διακόπτη							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Διεύθυνση (HEX)	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	-
200-203	0	0	0	0	0	0	0	X
.
22C0-2C3*	0	1	1	0	0	0	0	X
.
3FC-3FF	1	1	1	1	1	1	1	X

Σημείωση : 0 = ON, 1 = OFF, X = αδιάφορο.

Από A2 έως A8 έχουμε τις διευθύνσεις γραμμών του δίαυλου του υπολογιστή.

*Εργοστασιακή ρύθμιση.

Σύνθεση

Ο ρυθμός 0 του 8255 παρέχει απλές λειτουργίες εισόδου / εξόδου. Δε χρειάζεται αρχική αμοιβαία αναγνώριση επειδή τα δεδομένα γράφονται ή διαβάζονται κατευθείαν από μια καθορισμένη θύρα. Η συνάρτηση readback είναι μια συγκεκριμένη λειτουργία που επιτρέπει την παρακολούθηση της εξόδου κάθε θύρας.

- ◆ Ορισμός της λειτουργίας του 8255 σε ρυθμό 0.
- ◆ 2 θύρες 8 bit (Port A, Port B).
- ◆ 2 θύρες 4 bit (Port C upper, Port C lower).
- ◆ Κάθε θύρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για είσοδο ή έξοδο δεδομένων.
- ◆ Οι έξοδοι μανδαλώνονται ενώ οι εισοδοί όχι.
- ◆ 16 διαφορετικές ρυθμίσεις παρέχονται στο mode 0.

Χάρτης διευθύνσεων του 8255

Καταχωρητής	Διεύθυνση	Λειτουργία
Port A	BASE ADDRESS + 0	Read/Write
Port B	BASE ADDRESS + 1	Read/Write
Port C	BASE ADDRESS + 2	Read/Write
CFG REG.	BASE ADDRESS + 3	Write Only

Παράδειγμα:

Θύρες	Διεύθυνση
Port A	2A0
Port B	2A1
Port C	2A2
CFG Port	2A3

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	0	0	?	?	0	?	?
			1: input	1: input		1: input	1: input
			0:output	0:output		0:output	0:output
			for Port A	for Port C		for Port B	for Port C
			high nibble			low nibble	

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τις πιθανές εντολές για τη ρύθμιση της κάρτας στο ρυθμό 0.

	D4	D3	D1	D0
Config.	PA0-PA7	PC4PC7	PB0-PC7	PC0-PC3
80H	output	output	output	output
81H	output	output	output	input
82H	output	output	input	output
83H	output	output	input	input
88H	output	input	output	output
89H	output	input	output	input
8AH	output	input	input	output
8BH	output	input	input	input
90H	input	output	output	output
91H	input	output	output	input
92H	input	output	input	output
93H	input	output	input	input
98H	input	input	output	output
99H	input	input	output	input
9AH	input	input	input	output
9BH	input	input	input	input

Κεφάλαιο 12

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

12. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

Στο παράρτημα αυτό δίδονται φωτογραφίες από τον τόπο εγκατάστασης της προσέγγισης Β στο Ινστιτούτο Ελιάς και Υποτροπικών. Πιο συγκεκριμένα, στο **Σχήμα 10-1** δίνεται μια γενική άποψη του χώρου των λυσιμέτρων, στο **Σχήμα 10-2** δίνεται η φωτογραφία ενός λυσιμέτρου, όπου φαίνονται οι αισθητήρες της υγρασίας και της μεταβολής της διατομής. Στο **Σχήμα 10-3** δίνεται μια φωτογραφία της ηλεκτροβάνας που χρησιμοποιήθηκε, στο **Σχήμα 10-4** δίνεται μια φωτογραφία του Η/Υ, ο οποίος περιέχει τις κάρτες δειγματοληψίας και ψηφιακής εισόδου-εξόδου και εκτελεί τον αλγόριθμο άρδευσης. Στο **Σχήμα 10-5** δίνονται φωτογραφίες των οδηγών των αισθητήρων και των ηλεκτροβανών.



Σχήμα 12-1 Φωτογραφία Λυσιμέτρων



Σχήμα 12-2 Φωτογραφία Αισθητήρων Λυσιμέτρου



Σχήμα 12-3 Φωτογραφία Ηλεκτροβάνας



Σχήμα 12-4 Φωτογραφία του Η/Υ



Σχήμα 12-5 Φωτογραφίες των Οδηγών

Κεφάλαιο 13

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε

13. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε

Παρατίθεται ο κατάλογος των σχημάτων που υπάρχουν στο κείμενο:

Σχήμα 1-1 Γράφημα ημερησίων μεταβολών υγρασίας και ατμοσφαιρικού υδατικού δυναμικού.....	11
Σχήμα 2-1 Σχηματικό διάγραμμα της εφαρμογής Α1	19
Σχήμα 2-2 Σχηματικό διάγραμμα της εφαρμογής Α2	20
Σχήμα 2-3 Σχηματικό διάγραμμα της εφαρμογής Β1.....	22
Σχήμα 2-4 Σχηματικό διάγραμμα της εφαρμογής Β2.....	24
Σχήμα 3-1 Το τασίμετρο	27
Σχήμα 3-2 0-10%	28
Σχήμα 3-3 10-20%	28
Σχήμα 3-4 30-60%	28
Σχήμα 3-5 70% και πάνω	29
Σχήμα 3-6 Ο αισθητήρας.....	29
Σχήμα 3-7 Εσωτερική δομή του αισθητήρα.....	32
Σχήμα 3-8 Φυσικές διαστάσεις του αισθητήρα	33
Σχήμα 3-9 Σχηματικό διάγραμμα του εργαστηριακού тенσιομέτρου και του κυκλώματος οδήγησης.....	34
Σχήμα 3-10 Σχηματικό διάγραμμα του βιομηχανικού тенσιομέτρου και του κυκλώματος οδήγησης.....	36
Σχήμα 3-11 Σχηματικό διάγραμμα του Block αισθητήρα και κυκλώματος οδήγησης.....	38
Σχήμα 3-12 Διάταξη πηνίων του LVDT	39
Σχήμα 3-13 Σχηματικό διάγραμμα για το LVDT τύπου Α.....	43
Σχήμα 3-14 Σχηματικό διάγραμμα για το LVDT τύπου Β.....	43
Σχήμα 3-15 Σχηματικό διάγραμμα ηλεκτροβάνας και κυκλώματος οδήγησης.....	44
Σχήμα 4-1 Διάγραμμα ροής του προγράμματος της μονάδας επεξεργασίας.....	52
Σχήμα 5-1 Το κύκλωμα προσαρμογής εισόδου της PCLD-881	57
Σχήμα 5-2 Σχηματικό διάγραμμα της κάρτας ψηφιακής εξόδου PCL-724	60
Σχήμα 9-1 Σχηματικό διάγραμμα του κυκλώματος οδήγησης των ηλεκτροβανών.....	75
Σχήμα 9-2 Σχηματικό διάγραμμα του κυκλώματος οδήγησης του εργαστηριακού тенσιομέτρου.....	76
Σχήμα 9-3 Σχηματικό διάγραμμα του κυκλώματος οδήγησης του βιομηχανικού тенσιομέτρου	77
Σχήμα 9-4 Σχηματικό διάγραμμα του κυκλώματος οδήγησης του LVDT	78
Σχήμα 9-5 Σχηματικό διάγραμμα του κυκλώματος οδήγησης του Block.....	79
Σχήμα 9-6 Οι ακροδέκτες του 80196KC.....	80
Σχήμα 12-1 Φωτογραφία Λυσιμέτρων.....	95
Σχήμα 12-2 Φωτογραφία Αισθητήρων Λυσιμέτρου	95
Σχήμα 12-3 Φωτογραφία Ηλεκτροβάνας	96
Σχήμα 12-4 Φωτογραφία του Η/Υ	97
Σχήμα 12-5 Φωτογραφίες των Οδηγών	98
Σχήμα 12-6 Φωτογραφίες των Οδηγών	98