

Ε.Μ.ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
Τομέας Πυρηνικής Τεχνολογίας

**Συγκρότηση Θερμωδραυλικού κυκλώματος νερού – ατμού.
Φάση II : Εγκατάσταση Δοχείου συγκεντρώσεως και κλειστού
κυκλώματος κυκλοφορίας νερού. Σύνδεση των αναγκαίων
μεταλλακτών απευθείας συνδεδεμένων σε Η/Υ.**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ

ΑΝΤΩΝΙΟΥ Π.ΣΙΨΑ

Σπουδαστού της Σχολής
Μηχανολόγων Μηχανικών Ε.Μ.Π.

Επίβλεψη: Ε.Π. Χίνης, Επικ. Καθηγητής ΕΜΠ
Συνεργασία: Α.Α. Νικόγλου , ΥΔ-ΕΜΠ

ΑΘΗΝΑ 2008

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Βασικός σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι η σχεδίαση και κατασκευή ενός Κλειστού *Θερμοϋδραυλικού Κυκλώματος* εργαζόμενου μέσου νερού και ειδικότερα το κομμάτι που αφορά την υδραυλική διασύνδεση του δοχείου συγκεντρώσεως, την τοποθέτηση της αντλίας ανακυκλοφορίας και του σχετικού ηλεκτρικού κυκλώματος τροφοδοσίας αυτής, την τοποθέτηση μετρητικών διατάξεων και διατάξεων ελέγχου καθώς και την διασύνδεση αυτών απ' ευθείας σε Η/Υ με σκοπό την καταγραφή και παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο της κατάστασης λειτουργίας του δοχείου. Παράλληλα με αυτήν την διπλωματική εργασία εκπονείται και η διπλωματική εργασία του κ. Κώστα Φωτινόπουλου η οποία έχει ως αντικείμενο την εγκατάσταση του δοχείου βρασμού και των σχετικών διατάξεων μεταλλακτών απ' ευθείας συνδεδεμένων σε Η/Υ. Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω τον συνάδελφο για την συνεργασία και αλληλοβοήθεια τόσο κατά το στάδιο της κατασκευής όσο και κατά το στάδιο της συγγραφής της διπλωματικής εργασίας.

Θερμές ευχαριστίες οφείλω στο Επίκουρο καθηγητή κ. Ευάγγελο Π. Χίνη για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε κατά την ανάθεση της εργασίας αυτής, την πολύτιμη βοήθεια του κατά την διάρκεια της και τέλος για τις υποδείξεις και τις διορθώσεις του στο κείμενο της εργασίας μου.

Ευχαριστίες οφείλω ακόμα στον Υποψήφιο Διδάκτορα κ. Αντρέα Α Νικόγλου για το ενδιαφέρον που έδειξε για την όσο το δυνατό καλύτερη διεξαγωγή της διπλωματικής μου εργασίας καθώς και για την πολύτιμη βοήθεια του, συμμετέχοντας στην κατασκευή διαφορών τμημάτων αυτής.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	Εισαγωγή.....	4
2	Το νέο θερμοϋδραυλικό κύκλωμα του ΕΠΤ – ΕΜΠ.....	6
2.1	Περιγραφή του ΘΥΚ ΙΙ.....	6
2.2	Μετρητικά και ρυθμιστικά όργανα.....	7
2.3	Το δοχείο συγκεντρώσεως.....	9
2.3.1	Γεωμετρικά και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του δοχείου.....	9
2.3.2	Η βάση του δοχείου.....	11
2.4	Το υδραυλικό κύκλωμα.....	12
2.5	Η Αντλία.....	13
2.5.1	Η ηλεκτρολογική σύνδεση της αντλίας.....	14
2.6	Συσκευές διασταθούς κατάστασης λειτουργίας.....	14
3	Σύνδεση μετρητικών συσκευών και μεταλλακτών στο δοχείο συγκεντρώσεως του ΘΥΚ ΙΙ.....	29
3.1	Μεταλλάκτες θερμοκρασίας.....	29
3.2	Μαγνητικό ροόμετρο.....	30
3.3	Εναλλάκτης αντιρροής.....	31
3.4	Ηλεκτροβάνες.....	31
3.5	Σωληνοειδής βαλβίδα.....	32
3.6	Μανόμετρο.....	32
3.7	Ροόμετρο πλωτήρος.....	33
3.8	Σύστημα ελέγχου στάθμης.....	34
3.8.1	Ανιχνευτές στάθμης τύπου αγωγιμότητας.....	35
3.8.2	Ηλεκτρονικό κύκλωμα ελέγχου στάθμης.....	36
3.8.3	Ηλεκτρολογικό κύκλωμα ελέγχου δοχείου συγκεντρώσεως.....	38
3.8.4	Ηλεκτρολογικό κύκλωμα σωληνοειδούς και ηλεκτροβάνας.....	39
4	Απευθείας σύνδεση στο ΘΥΚ ΙΙ μεταλλακτών και επενεργητών. με χρήση μονάδων προσαρμογής σήματος συνδεδεμένων σε Η/Υ.....	59
4.1	Αναλογονηφιακός μετατροπέας.....	60
4.1.1	Βασικά Χαρακτηριστικά.....	60
4.1.2	Ρυθμίσεις του προσαρμογέα.....	63
4.1.3	Θύρες επικοινωνίας με άλλες μονάδες.....	69
4.1.4	Οι καταχωρητές της κάρτας PCL – 818 HG.....	69
4.1.5	Λογισμικό ελέγχου του ADC.....	71
4.2	Ενισχυτής – πολυπλέκτης.....	72
4.2.1	Βασικά χαρακτηριστικά της μονάδας.....	72
4.2.2	Ρυθμίσεις της μονάδας.....	73
4.2.3	Θύρες επικοινωνίας.....	78
4.2.4	Λογισμικό ελέγχου του Ενισχυτή – Πολυπλέκτη.....	78
4.3	Τερματική πλακέτα.....	79
4.4	Συνδεσμολογία Μονάδων.....	79
5	Επέκταση λογισμικού για παρακολούθηση του ΘΥΚ ΙΙ.....	88
5.1	Περιγραφή λειτουργίας.....	88
5.2	Ρουτίνα κανονικής λειτουργίας (Normal).....	90
5.3	Συγκρότηση του προγράμματος RIG.....	96
6	Δοκιμές λειτουργίας.....	110
7	Συμπεράσματα – Επισημάνσεις.....	112
8	Βιβλιογραφία.....	115

1 Εισαγωγή

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία¹ αποτελεί κομμάτι της σχεδίασης και κατασκευής ενός Κλειστού *Θερμοϋδραυλικού Κυκλώματος* εργαζόμενου μέσου νερού.

Στον Τομέα Πυρηνικής Τεχνολογίας του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου υπάρχει ήδη και λειτουργεί από το 1991 κλειστό Θερμοϋδραυλικό Κύκλωμα² εργαζόμενου μέσου νερού, για την εκτέλεση πειραμάτων προσομοίωσης φαινομένων που λαμβάνουν χώρα τόσο κατά την κανονική λειτουργία των Πυρηνικών Αντιδραστήρων Ισχύος³ όσο και κατά την περίπτωση ατυχημάτων απώλειας ψυκτικού. Το τμήμα δοκιμών του κυκλώματος προσομοιάζει μία ράβδο πυρηνικού καυσίμου και το αντίστοιχο υδραυλικό κανάλι αυτής. Το ΘΥΚ αυτό ολοκληρώθηκε στα πλαίσια Διδακτορικής Διατριβής⁴ [2] και εν συνεχεία εκπονήθηκαν Διπλωματικές Εργασίες [4,5], εργαστηριακές ασκήσεις προπτυχιακών και μεταπτυχιακών μαθημάτων αλλά και επιστημονικές εργασίες [8, 9].

Για την κάλυψη των συνεχώς αυξανόμενων αναγκών της προπτυχιακής και μεταπτυχιακής εκπαίδευσης αλλά και της βασικής έρευνας κρίθηκε απαραίτητη η κατασκευή νέου εξελιγμένου ΘΥΚ, το οποίο εφεξής θα αναφέρεται ως ΘΥΚ - II, για την περαιτέρω διεύρυνση του πειραματικού πεδίου στον τομέα της θερμοϋδραυλικής ανάλυσης ΠΑΙ. Βασική καινοτομία του Θ.Υ.Κ. – II, προβλέπεται να είναι το νέο κανάλι δοκιμών το οποίο θα περιλαμβάνει όχι πλέον μία μόνο ράβδο αλλά συγκρότημα ραβδών.

Η παρούσα ΔΕ πραγματεύεται την εγκατάσταση του δοχείου συγκεντρώσεως στο ΘΥΚ - II. Παράλληλα εκπονείται ΔΕ [10], η οποία έχει ως αντικείμενο την εγκατάσταση του δοχείου βρασμού. Τόσο το Δοχείο βρασμού όσο και το δοχείο συγκεντρώσεως αλλά και αρκετά ακόμα εξαρτήματα αποτελούν δωρεά στο ΕΠΤ-ΕΜΠ του Imperial college of Science & Technology του Ηνωμένου βασιλείου.

Με τον όρο *εγκατάσταση* στην παρούσα Δ.Ε. εννοούμε την υδραυλική διασύνδεση, την τοποθέτηση αντλίας ανακυκλοφορίας και του σχετικού ηλεκτρικού κυκλώματος τροφοδοσίας, την τοποθέτηση μετρητικών διατάξεων και διατάξεων ελέγχου καθώς και τη διασύνδεση αυτών απ' ευθείας σε Η/Υ με χρήση μονάδων προσαρμογής

¹ Εφεξής ΔΕ

² Εφεξής ΘΥΚ

³ Εφεξής ΠΑΙ

⁴ Εφεξής ΔΔ

σήματος, με σκοπό την καταγραφή και παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο της κατάστασης λειτουργίας του δοχείου. Η παρακολούθηση της λειτουργίας απ' ευθείας από Η/Υ επιτυγχάνεται μέσω κατάλληλου προγράμματος το οποίο ελέγχει και τυπώνει τις εκάστοτε παραμέτρους του κυκλώματος στην οθόνη του Η/Υ. Στα πλαίσια αυτής της ΔΕ τροποποιήθηκε ο υπολογιστικός κώδικας της ΔΔ [2], που απεικονίζει το μιμικό διάγραμμα της προϋπάρχουσας εγκατάστασης, έτσι ώστε να προσαρμοστεί στα δεδομένα του ΘΥΚ - ΙΙ. Τέλος σχεδιάστηκαν σε Η/Υ λεπτομερείς απεικονίσεις της εγκατάστασης σε δύο και τρεις διαστάσεις.

Αναλυτικότερα, στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται γενική αναφορά στο ΘΥΚ - ΙΙ δίνοντας έμφαση στο δοχείο συγκεντρώσεως και στους κλάδους των σωληνώσεων που καταλήγουν σε αυτό.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύονται οι σταθμοί μέτρησης φυσικών μεγεθών του δοχείου. Η ανάλυση περιλαμβάνει την επεξήγηση λειτουργίας του κάθε σταθμού καθώς τον τρόπο χειρισμού αυτών.

Στο τέταρτο κεφάλαιο εξετάζονται ο αναλογισμικός μετατροπέας, ο πολυπλέκτης καθώς και η τερματική πλακέτα. Γίνεται ανάλυση που αφορά τα κύρια χαρακτηριστικά, τις ρυθμίσεις καθώς και την συνδεσμολογία της κάθε μονάδος προσαρμογής.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται εκτενής αναφορά στο λογισμικό που χρησιμοποιείται για την καταγραφή και απεικόνιση των θερμοδυναμικών μεγεθών αλλά και της κατάστασης λειτουργίας του ΘΥΚ, μέσω μιμικού διαγράμματος.

Το έκτο κεφάλαιο πραγματεύεται την συλλογή και καταγραφή των παρατηρούμενων αποτελεσμάτων κατά τις δοκιμές λειτουργίας της εγκατάστασης. Τα συμπεράσματα, επισημάνσεις και τυχόν ελλείψεις ή βελτιώσεις παρουσιάζονται στο έβδομο και τελευταίο κεφάλαιο.

2 Το νέο θερμοϋδραυλικό κύκλωμα του ΕΠΤ – ΕΜΠ

Τα κυριότερα μέρη αυτής της κατασκευής είναι το δοχείο βρασμού το τμήμα δοκιμών και το δοχείο συγκεντρώσεως τα οποία εξοπλίζονται με κατάλληλες συσκευές ελέγχου και ρυθμίσεως για την διεξαγωγή πειραμάτων. Στο Σχήμα 2.1 φαίνεται μια γενική άποψη της εγκατάστασης.

Η παρούσα ΔΕ πραγματοποιείται την διασύνδεση του δοχείου συγκεντρώσεως στο ΘΥΚ ΙΙ. Εν παραλλήλω εκπονείται ΔΕ [10] η οποία πραγματοποιείται την εγκατάσταση του δοχείου βρασμού. Μετά το πέρας της υδραυλικής διασύνδεσης και του δοχείου βρασμού, στα πλαίσια της παρούσας ΔΕ θα γίνουν δοκιμές ασφαλούς κυκλοφορίας του ρευστού στο κύκλωμα (πειράματα fail –safe). Με τον όρο ασφαλή κυκλοφορία εννοούμε την συνεχή κυκλοφορία του ρευστού από το δοχείο βρασμού στο δοχείο συγκεντρώσεως και επιστροφή στο δοχείο βρασμού, χωρίς διαρροές και χωρίς χειροκίνητους χειρισμούς.

Στα επόμενα υποκεφάλαια θα περιγράψουμε την κατασκευή του ΘΥΚ ΙΙ και ιδίως το κομμάτι που αφορά στο δοχείο συγκεντρώσεως, την αντλία και τον κλάδο νερού από το δοχείο βρασμού προς το δοχείο συγκεντρώσεως.

2.1 Περιγραφή του ΘΥΚ ΙΙ

Η Εγκατάσταση του ΘΥΚ ΙΙ έγινε μέσα στο ΕΠΤ – ΕΜΠ σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο.

Έχουμε ήδη αναφέρει ότι η κυκλοφορία του ρευστού προς το δοχείο συγκέντρωσης είναι φυσική. Έτσι στην περίπτωση όπου το δοχείο βρασμού είναι ανοικτό στην ατμόσφαιρα, το μανομετρικό ύψος της εγκατάστασης αποτελεί το μοναδικό μηχανισμό πρόκλησης ροής. Γίνεται λοιπόν αντιληπτό ότι η εγκατάσταση σχεδιάστηκε με γνώμονα την επίτευξη του μέγιστου δυνατού υδραυλικού ύψους. Για το λόγο αυτό είχαν προβλεφθεί κατά την κατασκευή του κτιρίου δύο φρεάτια επιφάνειας 2.5 x 2.5 m και βάθους 1.3 m, στα οποία σήμερα βρίσκονται τα ΘΥΚ Ι και ΙΙ. Το μέγιστο ύψος της εγκατάστασης περιορίζεται από τη γερανογέφυρα, η οποία χρησιμοποιήθηκε για την ανάρτηση του δοχείου βρασμού στο ικρίωμα της εγκατάστασης. Επιπλέον τμήματα της εγκατάστασης που προστέθηκαν στο δοχείο

βρασμού, μετά την ανάρτησή του στο ικρίωμα, βεβαιώθηκε ότι δεν εμποδίζουν τη λειτουργία της γερανογέφυρας σε ολόκληρο το μήκος διαδρομής της.

Στο Σχήμα 2.2 απεικονίζεται η εγκατάσταση στις τρεις διαστάσεις με τομή του φρεατίου και του ικριώματος υποστήριξης.

Στο σχήμα 2.3 απεικονίζεται η κάτοψη του φρεατίου ενώ στο σχήμα 2.4 μια πλάγια όψη που δείχνει το ύψος της εγκατάστασης

2.2 Μετρητικά και ρυθμιστικά όργανα

Παρακάτω θα αναφέρουμε τα μετρητικά και ρυθμιστικά όργανα που έχουν τοποθετηθεί στην εγκατάσταση. Για λόγους πληρότητας αναφέρουμε και τα όργανα τα οποία τοποθετήθηκαν στα πλαίσια της ΔΕ [10].

Μετρητικά όργανα :

- i. 4 Θερμοστοιχεία τύπου K
- ii. 1 Μεταλλάκτης πίεσης
- iii. 1 Μανόμετρο επαφών
- iv. 2 Οπτικοί σταθμοδείκτες
- v. 1 Ροόμετρο πλωτήρος
- vi. 3 Μανόμετρα

Τα θερμοστοιχεία τύπου K χρησιμοποιήθηκαν για την μέτρηση της θερμοκρασίας στα δύο δοχεία. Στο δοχείο βρασμού χρησιμοποιήθηκαν τρία θερμοστοιχεία, δύο για την μέτρηση της θερμοκρασία του νερού και ένα για τον ατμό. Στο δοχείο συγκεντρώσεως όπου υπάρχει αποκλειστικά υπόψυκτο ρευστό, χρησιμοποιήθηκε ένα μόνο θερμοστοιχείο το οποίο προσαρμόζεται στο κάτω μέρος του δοχείου. Το μήκος του θερμοστοιχείου έχει προβλεφθεί έτσι ώστε να βρίσκεται εντός του ρευστού ακόμα και στην περίπτωση της ελαχίστης στάθμης στο δοχείο βλ § 3.7 .

Στο δοχείο βρασμού για την μέτρηση την καταγραφή αλλά και τον έλεγχο της πίεσης έχουν τοποθετηθεί ένας ενδείκτης, ένας μεταλλάκτης και ένας επενεργητής πίεσεως. Εν αντιθέσει στο δοχείο συγκεντρώσεως, στο οποίο η εμπειρία χρήσης από την προγενέστερη εγκατάσταση προβλέπει, ως επί το πλείστον λειτουργία σε ατμοσφαιρικές συνθήκες, εξαιρουμένων των περιπτώσεων πειραμάτων όπου η πίεση στο τμήμα δοκιμών υπερβαίνει τα 3 bar και στις οποίες απαιτείται μικρή αύξηση της

πίεσης στο δοχείο συγκεντρώσεως, τοποθετείται μόνο ένα μανόμετρο, με μέγιστο 6 bar και θερμοκρασιακό όριο 150 °C.

Ένα ακόμα μανόμετρο αντίστοιχων προδιαγραφών τοποθετείται στον κλάδο κατάθλιψης της αντλίας ανακυκλοφορίας του ρευστού, προκειμένου να υπάρχει εποπτεία της αύξησης της πίεσης κατά τη λειτουργία της αντλίας.

Παρά την ύπαρξη αυτόματου συστήματος ελέγχου στάθμης τόσο στο δοχείο βρασμού [10], όσο και στο δοχείο συγκεντρώσεως (βλ § 3.7) η στάθμη του ρευστού εποπτεύεται άμεσα και στα δύο δοχεία μέσω οπτικών σταθμοδεικτών. Αυτοί χρησιμοποιούν την αρχή των συγκοινωνούντων δοχείων δείχνοντας κάθε φορά στο διάφανο τμήμα που διαθέτουν την αντίστοιχη στάθμη του νερού μέσα στο δοχείο. Στα άκρα τους φέρουν σφαιρικούς διακόπτες οι οποίοι επιτρέπουν την απομόνωση τους από το δοχείο για μεγαλύτερη ασφάλεια σε περίπτωση λειτουργίας υπό πίεση

Ρυθμιστικά όργανα: (εώς την παρούσα φάση της κατασκευής)

- i. 15 Σφαιρικές βάνες
- ii. 3 Ρυθμιστικές βάνες
- iii. 1 Σωληνοειδής βάνα
- iv. 1 Ηλεκτροβάνα

Χρησιμοποιήθηκαν δύο τύπων βάνες: σφαιρικές και ρυθμιστικές. Οι σφαιρικές χρησιμοποιούνται για την άμεση διακοπή της παροχής του ρευστού και χονδρική ρύθμιση παροχής, ενώ οι ρυθμιστικές χρησιμοποιούνται αποκλειστικά και μόνο για ρύθμιση της παροχής.

Η ηλεκτροβάνα και η σωληνοειδής βαλβίδα επιτρέπουν ή διακόπτουν την ροή, χωρίς να έχουν δυνατότητα ρύθμισης της παροχής. Για λόγους ασφαλείας η σωληνοειδής επιλέγεται κατηγορίας normally closed (βλ § 3.4).

Επιπλέον στην κατασκευή χρησιμοποιήθηκαν :

- i. 2 Φίλτρα
- ii. 1 Ατμοπαγίδα
- iii. 2 Ασφαλιστικά
- iv. 1 Ανεπίστροφη βαλβίδα
- v. 2 Εναλλάκτες αντιρροής

Η Ατμοπαγίδα, τοποθετείται στον κλάδο εξαερώσεως του δοχείου βρασμού και σε συνθήκες ατμοπαραγωγής, επιτρέπει την έξοδο του αέρα από το δοχείο δεσμεύοντας

τον υδρατμό. Η αντεπίστροφη βαλβίδα τοποθετείται στον κλάδο κατάθλιψης της αντλίας, έτσι ώστε σε περιπτώσεις όπου το δοχείο βρασμού βρίσκεται υπό πίεση να αποφευχθεί η διαρροή ατμού προς το δοχείο συγκεντρώσεως. Κοκομετρικά φίλτρα χρησιμοποιήθηκαν στον κλάδο του νερού προς το τμήμα δοκιμών και στον κλάδο κατάθλιψης της αντλίας για την συγκράτηση ακαθαρσιών των κλάδων.

Εκτενέστερη ανάλυση των οργάνων που χρησιμοποιήθηκαν θα ακολουθήσει στο κεφάλαιο 3 της παρούσας ΔΕ.

2.3 Το δοχείο συγκεντρώσεως

Το δοχείο συγκεντρώσεως είναι της εταιρείας GG Engineering London και αποτελεί, όπως προαναφέρθηκε, δωρεά του Imperial College of Science and Technology. Σε αυτό καταλήγουν το ρευστό από την έξοδο του τμήματος δοκιμών και το ρευστό από την έξοδο του συμπυκνωτή. Όταν η στάθμη του ρευστού φθάσει στο μέγιστο προκαθορισμένο όριο ενεργοποιείται αυτόματα μία αντλία, η οποία και επιστρέφει το ρευστό στο δοχείο βρασμού, κλείνοντας το θερμοϋδραυλικό κύκλωμα.

2.3.1 Γεωμετρικά και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του δοχείου

Κατασκευαστικά σχέδια του δοχείου δεν έχουν παραδοθεί, κατά συνέπεια στα πλαίσια της παρούσας ΔΕ το δοχείο μετρήθηκε και αποτυπώθηκε όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.5 .

Το δοχείο είναι κυλινδρικού σχήματος κατασκευασμένο από χάλυβα πάχους 8 mm, χωρητικότητας 70.5 lt., έχει διάμετρο $D = 325$ mm και μήκος $L = 850$ mm. Δεδομένου ότι το δοχείο φέρει οπτικό σταθμοδείκτη, είναι πολύ χρήσιμη η δυνατότητα υπολογισμού του όγκου νερού στο δοχείο ανάλογα με την εκάστοτε στιγμιαία στάθμη.

Ο όγκος V του ρευστού στο δοχείο, συναρτήσει της γωνίας θ βλέπε Σχήμα 2.6 δίδεται από την ακόλουθη σχέση:

$$V = L \cdot E = L \cdot \left[r^2 \cdot \frac{\theta}{2} - r^2 \cdot \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) \cdot \sqrt{1 - \cos^2\left(\frac{\theta}{2}\right)} \right] \quad 2-1$$

Όπου E το εμβαδόν του κυκλικού τομέα θ στον οποίο προστίθεται αλγεβρικά το εμβαδόν του τριγώνου AOB βλ Σχ 2.6 (α) & (β), r η ακτίνα του δοχείου και L το μήκος του. Για τα $\cos(\theta/2)$ και $\theta/2$ ισχύει:

$$\cos\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{r-h}{r} = s, \quad \frac{\theta}{2} = a \cos\left(\frac{r-h}{r}\right) = a \cos(s) \quad 2-2$$

Από τις σχέσεις 2-1 και 2-2 προκύπτει ο όγκος V του ρευστού συνάρτηση της παραμέτρου s και κατ' επέκταση του ύψους στάθμης h του ρευστού.

$$V = L \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot (a \cos(s) - s \cdot \sqrt{1-s^2}) \quad 2-3$$

Στο σχήμα 2.7 φαίνεται η γραφική παράσταση της συνάρτησης για τιμές ύψους στάθμης από 0 έως 0.325 m.

Σύμφωνα με τις θέσεις στις οποίες τοποθετήθηκαν οι ιχνηλάτες αγωγιμότητας του αυτόματου συστήματος ελέγχου στάθμης (βλ § 3.7), ο μέγιστος όγκος ρευστού για τον οποίο ενεργοποιείται η αντλία ανακυκλοφορίας υπολογίζεται ~55 lt, ενώ ο ελάχιστος όγκος για τον οποίο διακόπτεται η λειτουργία της αντλίας υπολογίζεται ~22lt. Κατά συνέπεια ο ωφέλιμος όγκος ρευστού ενός κύκλου ροής, κατά τη διεξαγωγή πειραμάτων διαμορφώνεται στα 33 lt.

Το δοχείο στο άνω και κάτω μέρος του φέρει αναμονές για τη διασύνδεση σωληνώσεων, ενώ στη μία πλευρά προσαρμόζεται οπτικός σταθμοδείκτης. Αναλυτικότερα:

- Στο άνω μέρος το δοχείο φέρει:
 - i. 4 αναμονές διαμέτρου 3/8'' και ύψους 140 mm οι οποίες είναι κολλημένες στο δοχείο και στο ελεύθερο άκρο τους φέρουν κοχλιωτές φλάντζες διαμέτρου 97 mm με 4 κοχλίες σύνδεσης διάστασης M12.
 - ii. 1 αναμονή διαμέτρου 2 '' και ύψους 140 mm η οποία είναι κολλημένη στο δοχείο και φέρει στο ελεύθερο άκρο κοχλιωτή φλάντζα διαμέτρου 165 mm με 4 κοχλίες σύνδεσης διάστασης M14
 - iii. 1 αναμονή διαμέτρου 3/8'' με εξωτερικό σπείρωμα και ύψος 130 mm η οποία είναι κολλημένη στο δοχείο

- Στο κάτω μέρος το δοχείο φέρει:
 - i. 1 αναμονή διαμέτρου 3/8'' και ύψους 130 mm η οποία είναι κολλημένη στο δοχείο και φέρει στο ελεύθερο άκρο κοχλιωτή φλάντζα διαμέτρου 97 mm με 4 κοχλίες σύνδεσης διάστασης M12. Σε αυτήν την φλάντζα προσαρμόζεται σφαιρικός διακόπτης 1/2'' ο οποίος χρησιμοποιείται σε περίπτωση εκκένωσης του δοχείου.
 - ii. 1 αναμονή διαμέτρου 34 mm και ύψους 130 mm η οποία είναι κολλημένη στο δοχείο και φέρει στο ελεύθερο άκρο κοχλιωτή φλάντζα διαμέτρου 114 mm με 4 κοχλίες σύνδεσης διάστασης M12
- Στην αριστερή πλευρά το δοχείο φέρει:
 - i. 2 αναμονές διαμέτρου 3/8'' mm και ύψους 125 mm οι οποίες είναι κολλημένες στο δοχείο και στο ελεύθερο άκρο τους φέρουν κοχλιωτές φλάντζες διαμέτρου 97 mm με 4 κοχλίες σύνδεσης διάστασης M12. Οι εν λόγω φλάντζες χρησιμεύουν για την τοποθέτηση του οπτικού σταθμοδείκτη.
- Στην δεξιά το δοχείο φέρει:
 - i. Οπή διαμέτρου 90 mm, η οποία καθιστά το εσωτερικό του δοχείου επισκέψιμο. Η οπή σφραγίζεται με τυφλή φλάντζα από ανοξείδωτο χάλυβα, η οποία προσαρμόζεται με 6 κοχλίες M8.

Το δοχείο φέρει στο κάτω μέρος του δύο χαλύβδινα στηρίγματα ορθογωνικής διατομής που το υπερυψώνουν κατά 170 mm (βλ Σχ. 2.5). Εντούτοις κρίθηκε αναγκαία η κατασκευή μιας επιπλέον βάσης, προκειμένου το δοχείο υπερυψωθεί ακόμα περισσότερο, έτσι ώστε να διευκολυνθεί η πρόσβαση στο κάτω μέρος αυτού κατά τις διαδικασίες καθαρισμού και συντήρησης.

2.3.2 Η βάση του δοχείου

Η βάση αποτελείται από δύο τμήματα, ένα για κάθε στήριγμα του δοχείου. Τα τμήματα αυτά κατασκευάστηκαν από χαλύβδινες δοκούς διατομής Π, διαστάσεων 50 x 100 mm, και πάχους 5 mm, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.8. Για καλύτερη στήριξη στα δύο άκρα κάθε τμήματος συγκολλήθηκαν πέδιλα διαστάσεων 220 x 120 mm, χαλύβδινου ελάσματος πάχους 10 mm.

Οι δοκοί διατομής Π κόπηκαν στις άκρες τους σε γωνίες 45° έτσι ώστε να συγκολληθούν μεταξύ τους και να σχηματίσουν ορθογώνια κατασκευή σχήματος Π, ύψους 350 mm και πλάτους 690 mm όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.8. Το δοχείο προσαρμόζεται στη βάση μέσω δύο περαστών κοχλίων M12 σε κάθε στήριγμα του.

2.4 Το υδραυλικό κύκλωμα

Η εγκατάσταση όπως προαναφέρθηκε είναι κλειστού κυκλώματος, φυσικής κυκλοφορίας, περιλαμβάνει δοχείο βρασμού και δοχείο συγκεντρώσεως και χρησιμοποιεί νερό ως εργαζόμενο μέσο. Στην περίπτωση διεξαγωγής πειραμάτων διφασικής ροής το διφασικό μείγμα παράγεται στο δοχείο βρασμού και εν συνεχεία το κεκορεσμένο ρευστό και ο ατμός οδηγούνται στο τμήμα δοκιμών μέσω ξεχωριστών σωληνώσεων, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.9.

Στην παρούσα φάση της κατασκευής τόσο το τμήμα δοκιμών, όσο και ο συμπυκνωτής που φαίνονται στο Σχήμα 2.9 είναι κομμάτια τα οποία βρίσκονται στο στάδιο του σχεδιασμού και θα υλοποιηθούν μελλοντικά. Παραταύτα θα αναφερόμαστε σε αυτά σαν να είναι μέρη του κυκλώματος καθώς θα βοηθήσουν τον αναγνώστη να αποκτήσει μια πλήρη εικόνα της εγκατάστασης και της λειτουργίας αυτής.

Ο ατμός παράγεται από το άνω μέρος του δοχείου βρασμού και οδηγείται στην είσοδο του τμήματος δοκιμών. Εξερχόμενος από αυτό εισέρχεται στον συμπυκνωτή και το συμπύκνωμα εν συνεχεία οδηγείται στο δοχείο συγκεντρώσεως.

Αντίστοιχα το νερό εκρέει από το κάτω μέρος του δοχείου βρασμού, οδηγείται στην είσοδο του τμήματος δοκιμών, εξέρχεται αυτού και καταλήγει στο δοχείο συγκεντρώσεως. Επιπλέον υπάρχει η δυνατότητα παράκαμψης του τμήματος δοκιμών η οποία οδηγεί το νερό κατ' ευθείαν στο δοχείο συγκεντρώσεως βλ Σχήμα 2.9 (By Pass 1). Ο κλάδος αυτός πρόκειται να χρησιμοποιηθεί κατά τα πειράματα ασφαλούς λειτουργίας της εγκατάστασης (Κεφ. 6). Πρόβλεψη υπάρχει και για μία δεύτερη παράκαμψη του τμήματος δοκιμών, η οποία θα ωφελήσει μελλοντικά τη διεξαγωγή πειραμάτων προσομοίωσης απώλειας ψυχτικού σε κανάλι ΠΑΙ, βλ Σχ. 2.9 (By Pass 2).

Από το δοχείο συγκεντρώσεως το νερό επιστρέφει πίσω στο δοχείο βρασμού με την βοήθεια μιας αντλίας. Ένας κλάδος παρακάμψεως που βρίσκεται μετά την αντλία και

οδηγεί ένα μέρος του νερού πίσω στο δοχείο συγκεντρώσεως εξυπηρετεί τον έλεγχο της ροής του νερού που οδηγείται προς το δοχείο βρασμού.

Με το πέρας της παρούσας ΔΕ η διασύνδεση του δοχείου συγκεντρώσεως αποτυπώνεται στο Σχήμα 2.10. Αναλυτικότερα διακρίνουμε:

- Κλάδος ΙΚ : Αναρρόφηση αντλίας ανακυκλοφορίας
- Κλάδος ΛΜΞ : Κατάθλιψη αντλίας ανακυκλοφορίας.
- Κλάδος ΛΜΕ: Παράκαμψη αντλίας ανακυκλοφορίας.
- Κλάδος ΡΣΤΒ: Κλάδος απευθείας σύνδεσης του δοχείου βρασμού και του δοχείου συγκεντρώσεως, By Pass 1.
- Κλάδος ΟΤΒ: Αναμονή εισόδου νερού από την έξοδο του τμήματος δοκιμών.
- Κλάδος ΠΤΒ: Αναμονή εισόδου νερού για τον κλάδο παράκαμψης του τμήματος δοκιμών By Pass 2.
- Κλάδος ΡΣ: Αναμονή κλάδου εισόδου του νερού στο τμήμα δοκιμών.
- Κλάδος ΛΜΝ : Μανόμετρο αντλίας
- Αναμονή Α : Μανόμετρο δοχείου
- Αναμονή Θ: Σφαιρικός διακόπτης εκκένωσης του δοχείου συγκεντρώσεως
- Αναμονή Ι : Αναρρόφηση αντλίας ανακυκλοφορίας - προσαρμογή θερμοστοιχείου
- Αναμονή Ζ & Η : Θέση οπτικού σταθμοδείκτη
- Αναμονή Γ: Σφαιρικός διακόπτης εξαέρωσης του δοχείου
- Αναμονές Δ, Ψ: Αδέσμευτες αναμονές

2.5 Η Αντλία

Πρόκειται για αντλία μανομετρικού ύψους 72 m και παροχής 1.8 m³/h στις 1400 rpm, εργαζόμενου μέσου νερού. Διαθέτει τριφασικό κινητήρα 380V – 50Hz, ισχύος 3HP.

Η αντλία αγοράστηκε από την εταιρία ΖΩΝΑΣ Α.Ε. και παραδόθηκε κομπλαρισμένη σε βάση με εξωτερικά κουζινέτα.

Η λειτουργία της αντλίας ελέγχεται χειροκίνητα ή αυτόματα από το σύστημα ελέγχου στάθμης, το οποίο ενεργοποιεί και διακόπτει την αντλία σε συγκεκριμένες θέσεις της στάθμης του νερού στο δοχείο συγκέντρωσης. Ο τρόπος ελέγχου λειτουργίας της αντλίας θα αναλυθεί διεξοδικά στην § 3.7.2.

2.5.1 Η ηλεκτρολογική σύνδεση της αντλίας

Η αντλία τροφοδοτείται με ρεύμα τριών φάσεων από το γενικό πίνακα της εγκατάστασης. Το κύκλωμα τροφοδοσίας της αντλίας απεικονίζεται στο Σχ. 2.11 και έχει ως εξής:

Οι τρεις φάσεις *R*, *S*, *T* της παροχής του πίνακα οδηγούνται στον γενικό διακόπτη της αντλίας. Πρόκειται για τριφασικό διακόπτη μέγιστης εντάσεως 40 A. Η έξοδος του διακόπτη τροφοδοτεί έναν τριφασικό ηλεκτρονόμο ισχύος (relay) με πηνίο οπλισμού 220 V και θερμική ασφάλεια 40 A. Σε κάθε φάση στην έξοδο του διακόπτη συνδέεται ενδεικτική λυχνία 220 V, έτσι ώστε να υπάρχει άμεση εποπτεία για την τροφοδοσία κάθε φάσης. Στην έξοδο του relay συνδέεται θερμική ασφάλεια-διακόπτης τύπου C μεγίστης εντάσεως 25 A και εν συνεχεία οι τρεις φάσεις καταλήγουν στον κινητήρα της αντλίας. Για τη συνδεσμολογία χρησιμοποιήθηκε καλώδιο ισχύος, διαμέτρου 1.5 mm.

Η τροφοδοσία του οπλισμού του τριφασικού relay ισχύος και κατ' επέκταση η τροφοδοσία της αντλίας, ελέγχεται από το σύστημα ελέγχου στάθμης του δοχείου συγκεντρώσεως, το οποίο θα αναλύσουμε στην § 3.7.

2.6 Συσκευές δισταθούς κατάστασης λειτουργίας

Συσκευές όπως οι αντιστάσεις, η αντλία, οι σωληνοειδής βαλβίδες κ.α. διέπονται από την αρχή της δισταθούς λειτουργίας. Με άλλα λόγια αυτές οι συσκευές μπορούν να βρίσκονται σε δυο καταστάσεις, την κατάσταση της λειτουργίας και την κατάσταση της μη λειτουργίας. Ο χειριστής του ΘΥΚ Π θα πρέπει όχι μόνο να είναι ενήμερος κάθε στιγμή για την κατάσταση που βρίσκεται κάθε συσκευή κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης, αλλά θα πρέπει να έχει άμεση εποπτεία του συνόλου των μονάδων

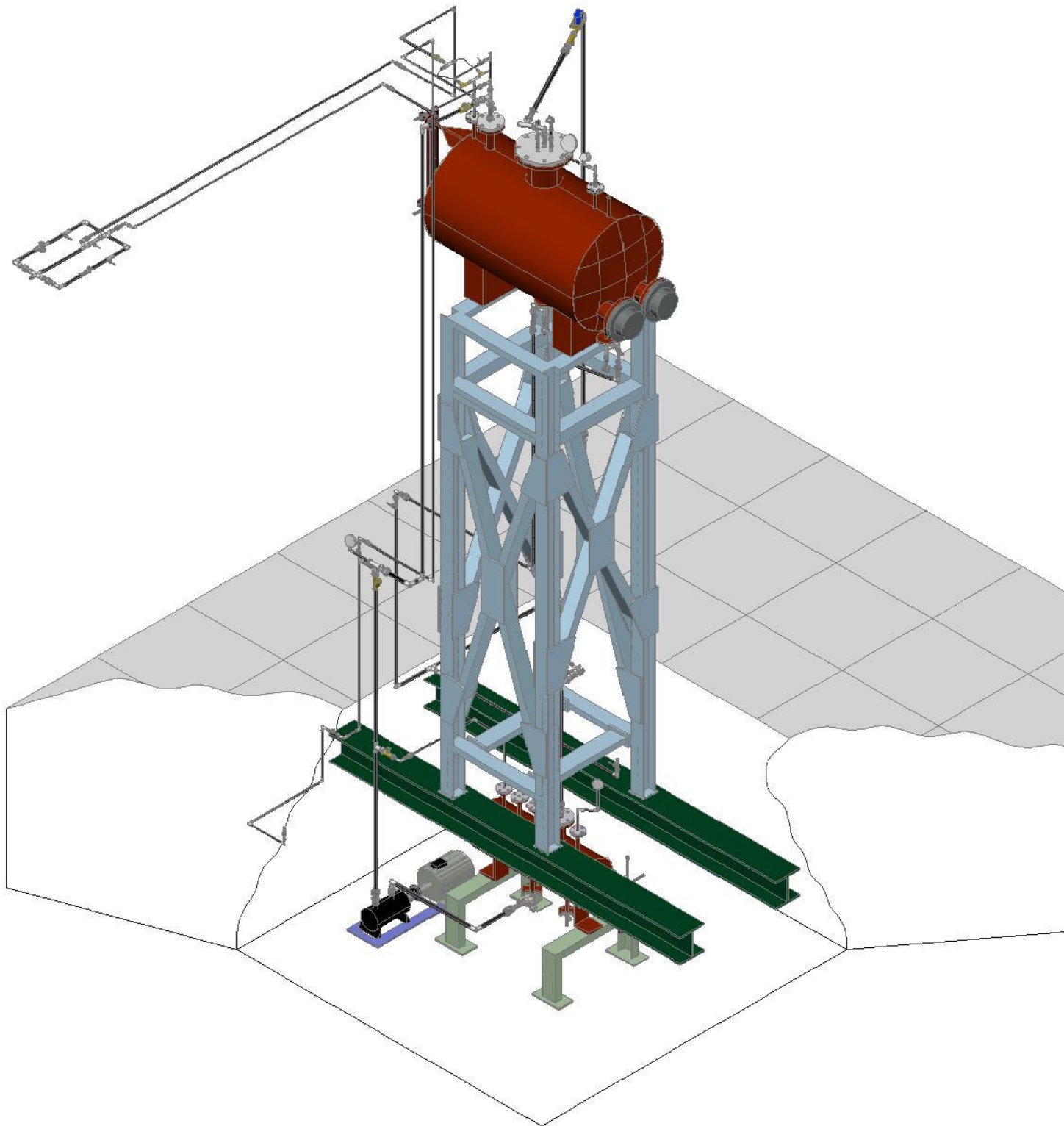
του ΘΥΚ II, χωρίς να χρειάζεται να ελέγχει την κατάσταση λειτουργίας κάθε συσκευής ξεχωριστά. Έτσι στα πλαίσια της κατασκευής του ΘΥΚ II αποφασίστηκε η δημιουργία ενός ηλεκτρικού κυκλώματος παρόμοιου με αυτό που υπάρχει στο ΘΥΚ I το οποίο θα μας βοηθήσει στο να απεικονίσουμε την κατάσταση κάθε συσκευής στην οθόνη του Η/Υ μέσω του μιμικού διαγράμματος. Το ηλεκτρικό αυτό κύκλωμα ουσιαστικά αντιστοιχίζει την κατάσταση λειτουργίας της κάθε συσκευής με ψηφιακή πληροφορία. Η πληροφορία αυτή ανιχνεύεται από τον κώδικα του μιμικού διαγράμματος, ώστε να εμφανιστεί στην οθόνη η αντίστοιχη κατάσταση λειτουργίας. Στο σχήμα 2.13 φαίνεται η αρχή λειτουργίας του κυκλώματος και ο τρόπος με τον οποίο αντιστοιχείται η κατάσταση λειτουργίας με ψηφιακή πληροφορία. Όπου CN2 αντιστοιχεί στην ψηφιακή είσοδο του ADC (βλ § 4.1.3).

- Στην περίπτωση που ο διακόπτης είναι ανοιχτός, δηλαδή η συσκευή δεν τροφοδοτείται με ρεύμα, παρέχεται ένα σήμα TTL-HIGH (+5 VDC) στο pin 1 το οποίο διαμορφώνει την ψηφιακή τιμή "1"
- Στην περίπτωση που ο διακόπτης είναι κλειστός, δηλαδή η συσκευή τροφοδοτείται με ρεύμα, παρέχεται ένα σήμα TTL-LOW (+0 VDC) στο pin 1 το οποίο διαμορφώνει την ψηφιακή τιμή "0"

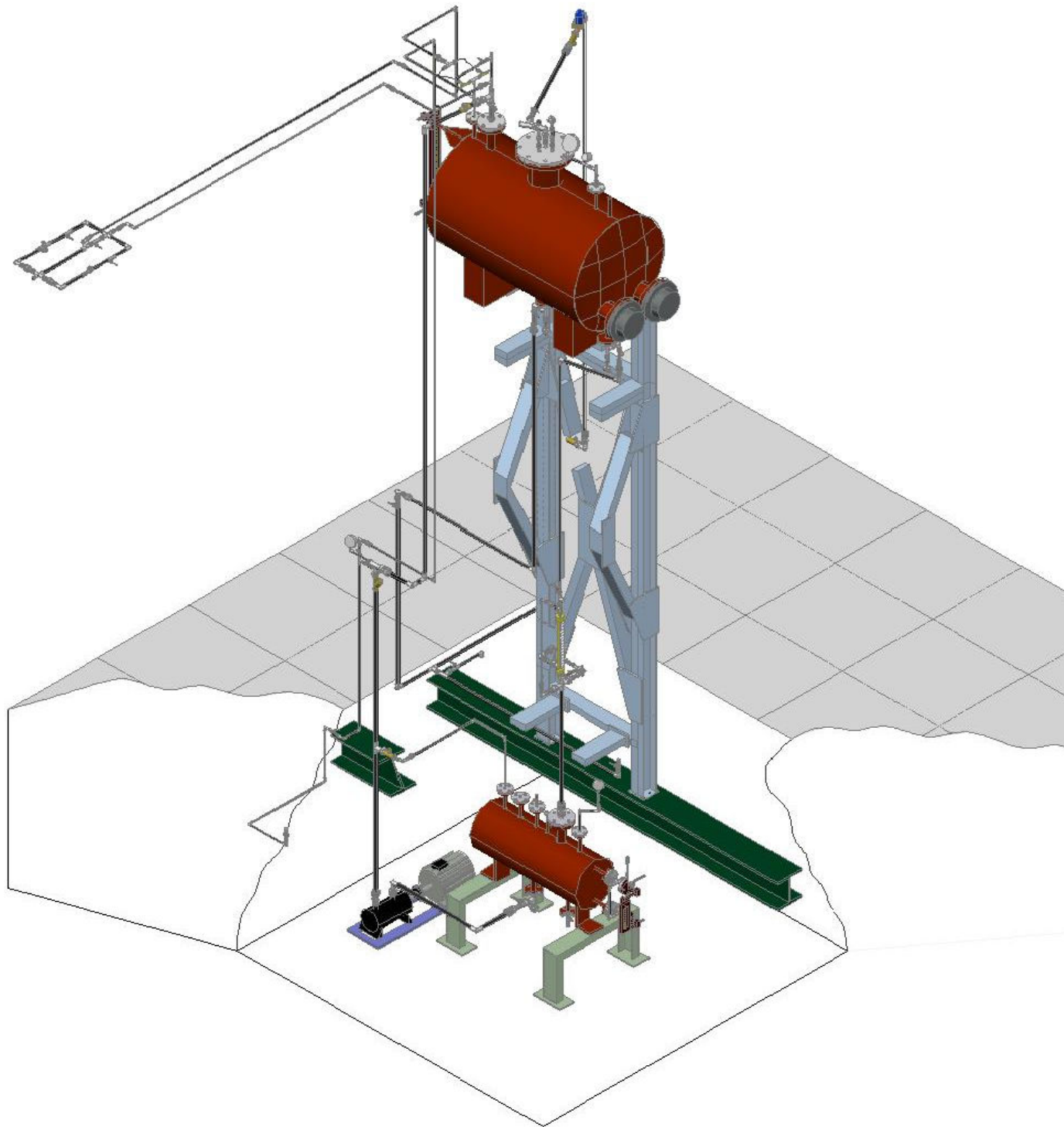
Στην παρούσα φάση το παραπάνω λογικό κύκλωμα επαναλήφθηκε άλλες 9 φορές για τα pin από 2 έως 10 του CN2 και έτσι κατασκευάστηκε η πλακέτα του σχήματος 2.14, με την οποία μπορούν να ελεγχθούν μέχρι και 10 συσκευές δισταθούς λειτουργίας. Στο πίνακα 1 φαίνεται η αντιστοιχία της κάθε συσκευής με το κάθε pin του connector

Πίνακας 2-1 : Πίνακας αντιστοιχίας της κάθε συσκευής με το pin του connector

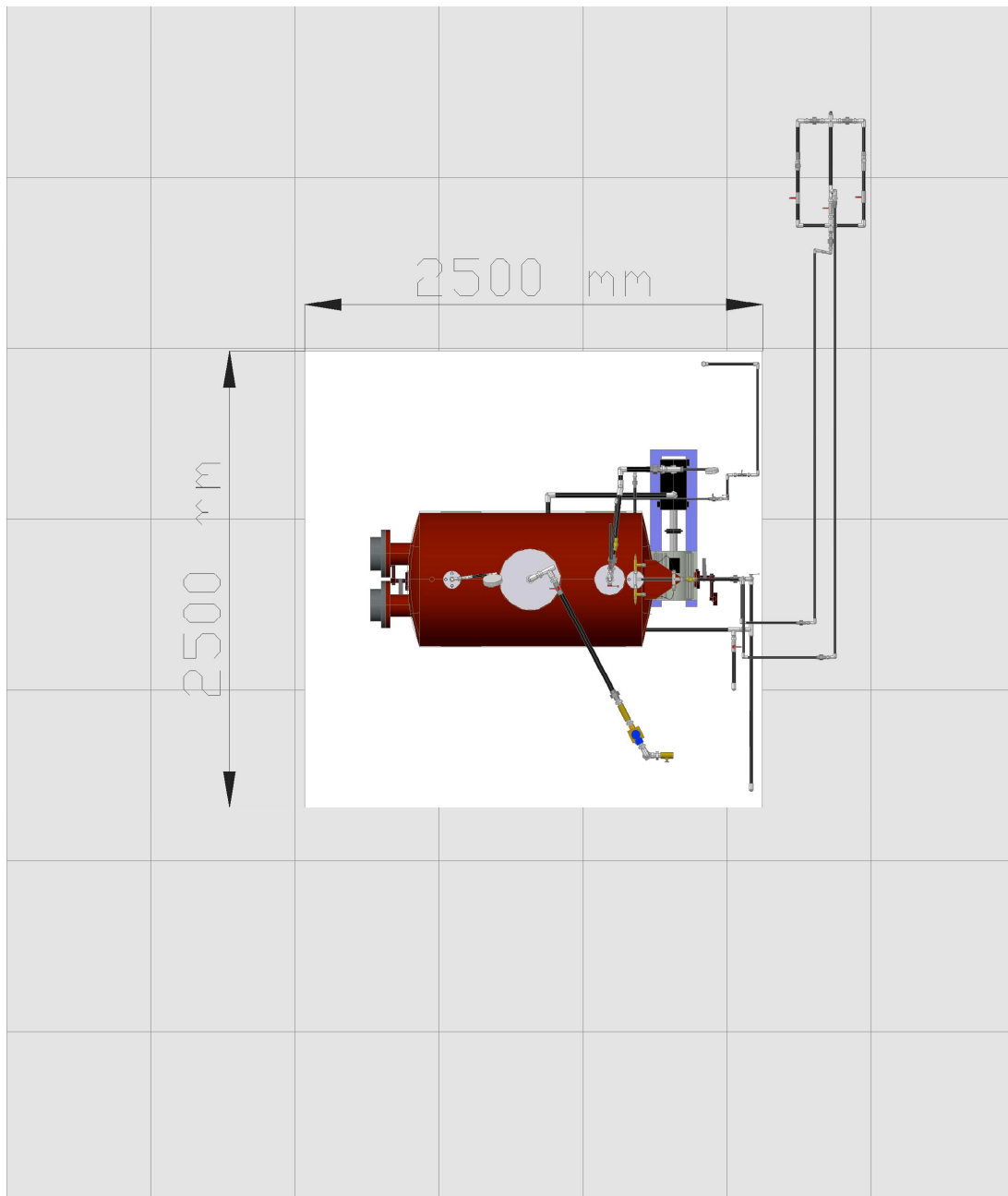
Connector's pin	Συσκευή
Pin 1	Σωληνοειδής βαλβίδα ατμού
Pin 2	Κενό
Pin 3	Κενό
Pin 4	Κενό
Pin 5	Κενό
Pin 6	Αντλία
Pin 7	Κενό
Pin 8	Δεξιά Αντίσταση
Pin 9	Κενό
Pin 10	Αριστερή Αντίσταση



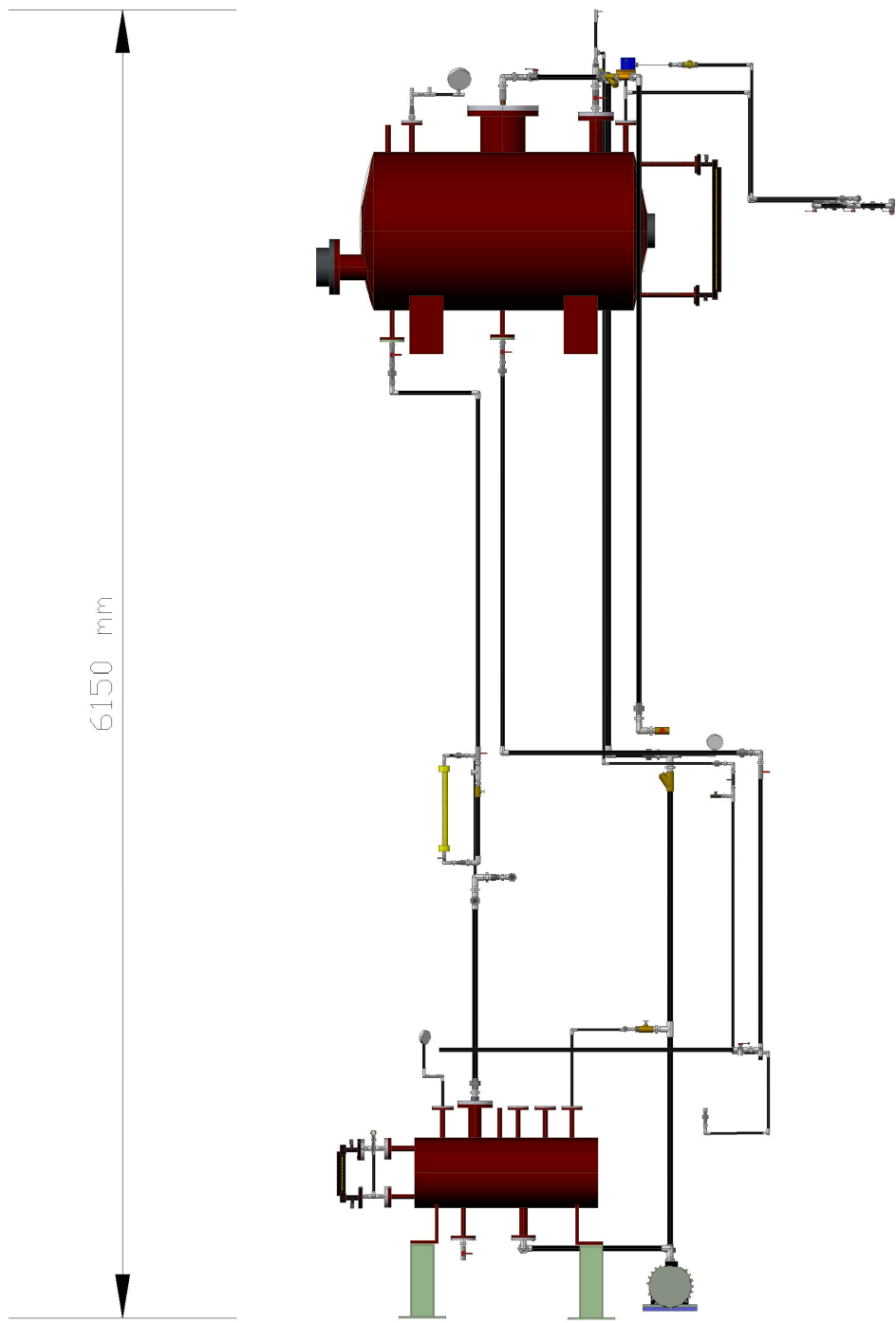
Σχήμα 2-1: Γενική άποψη της εγκατάστασης



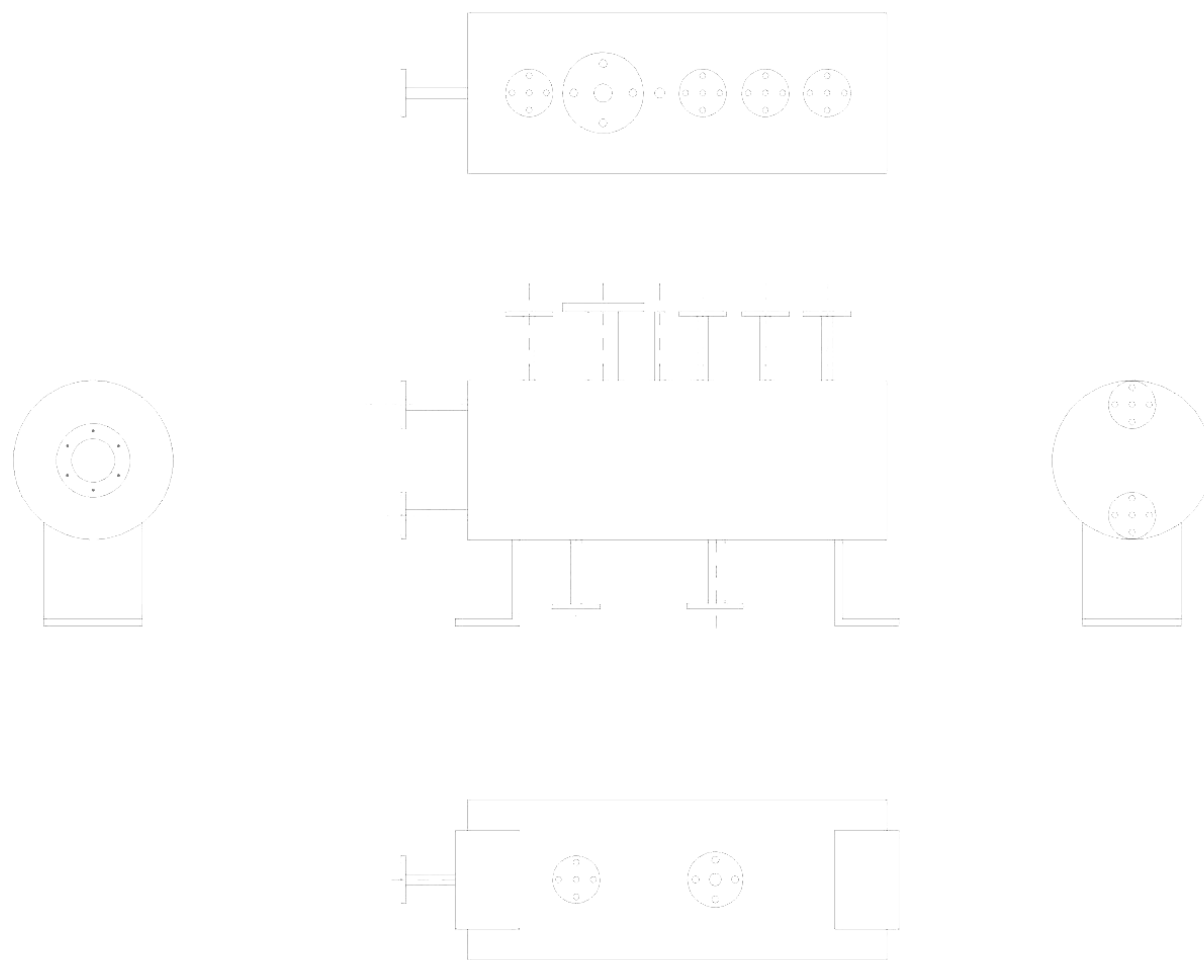
Σχήμα 2-2 : Τομή φρεατίου – Τομή ικριώματος



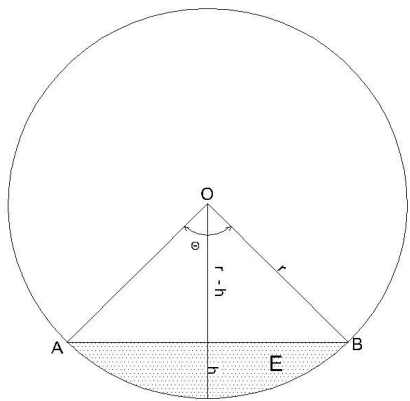
Σχήμα 2-3: Κάτοψη φρεατίου



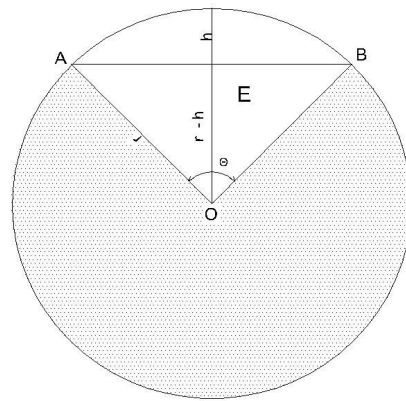
Σχήμα 2-4 : Ύψος εγκατάστασης



Σχήμα2-5: Το δοχείο συγκεντρώσεως



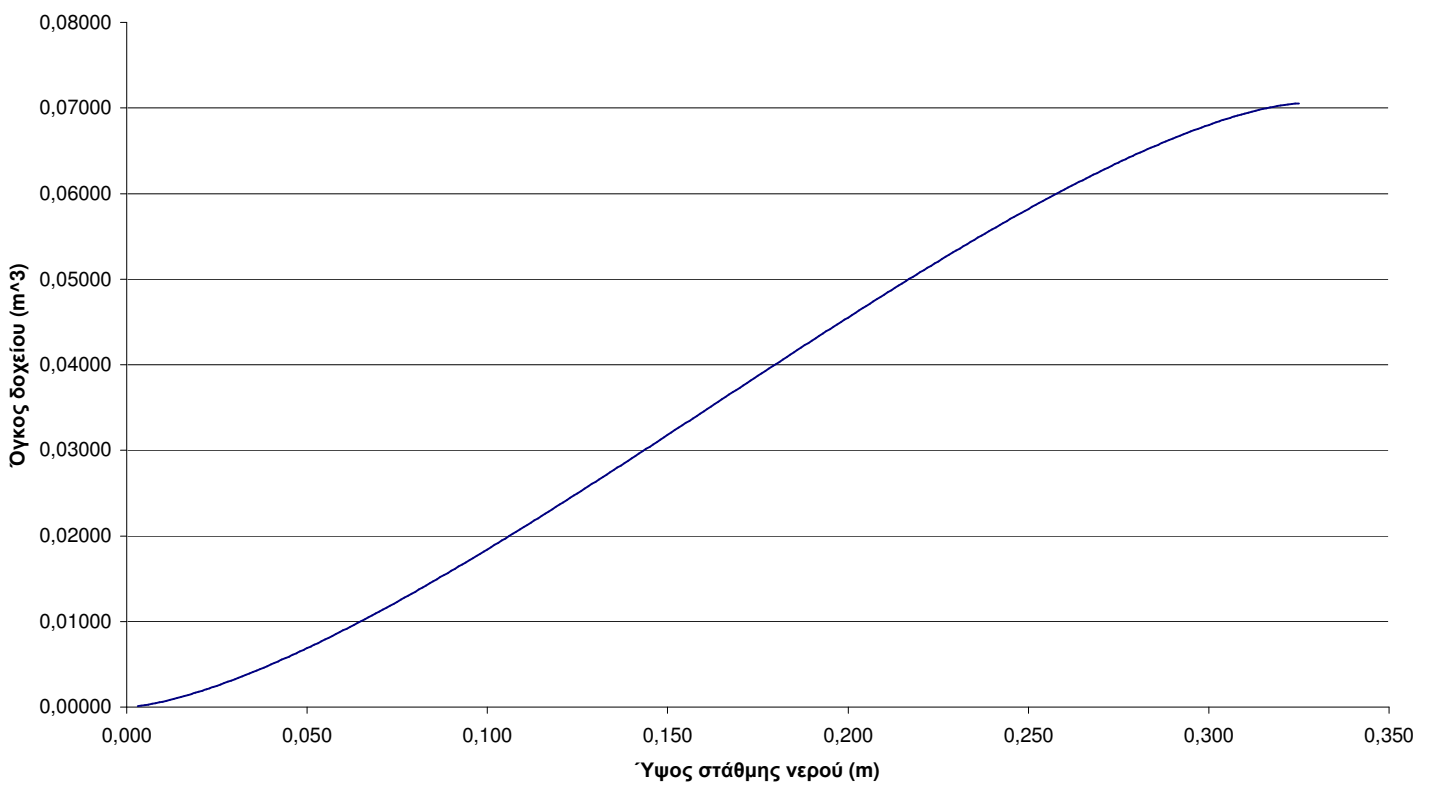
(α) $0 < \Theta < \pi$



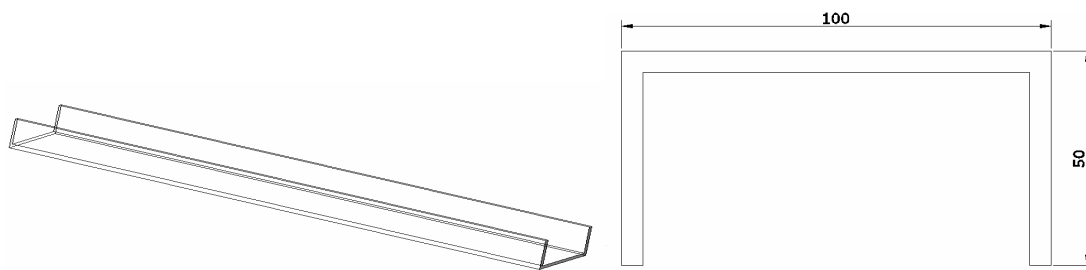
(β) $\pi < \Theta < 2\pi$

Σχήμα 2-6: Τριγωνομετρικά σχήματα υπολογισμού του όγκου V του δοχείου

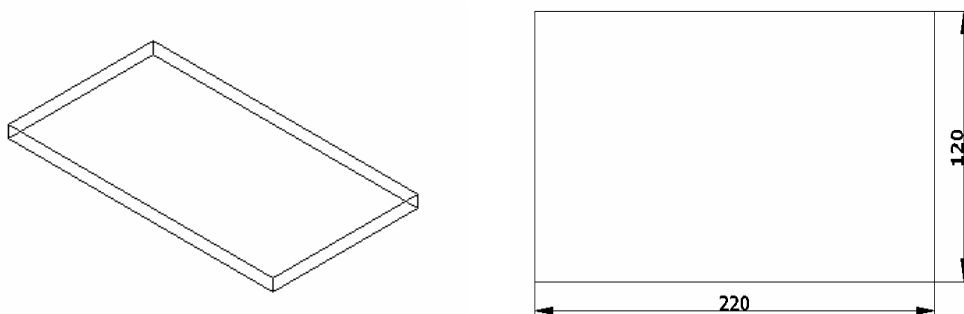
Διάγραμμα Όγκου δοχείου - Ύψους στάθμης υγρού



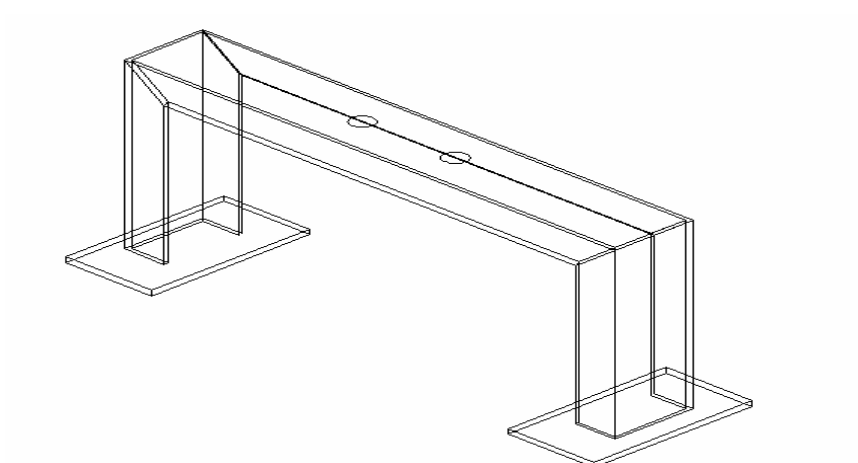
Σχήμα 2-7 : Διάγραμμα Όγκου δοχείου συγκέντρωσης συνάρτηση του ύψους στάθμης



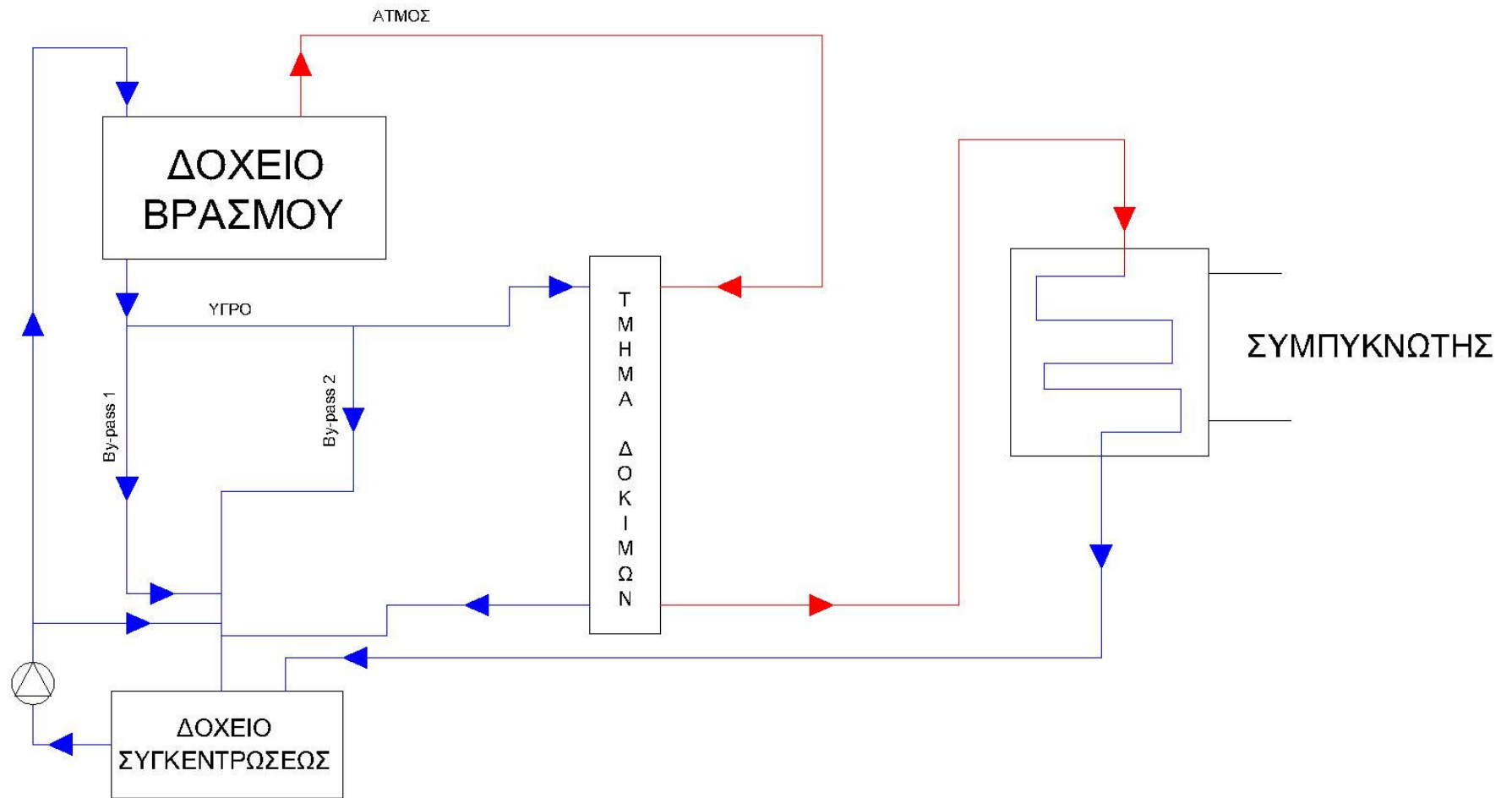
Χαλύβδινοι δοκοί διατομή Π



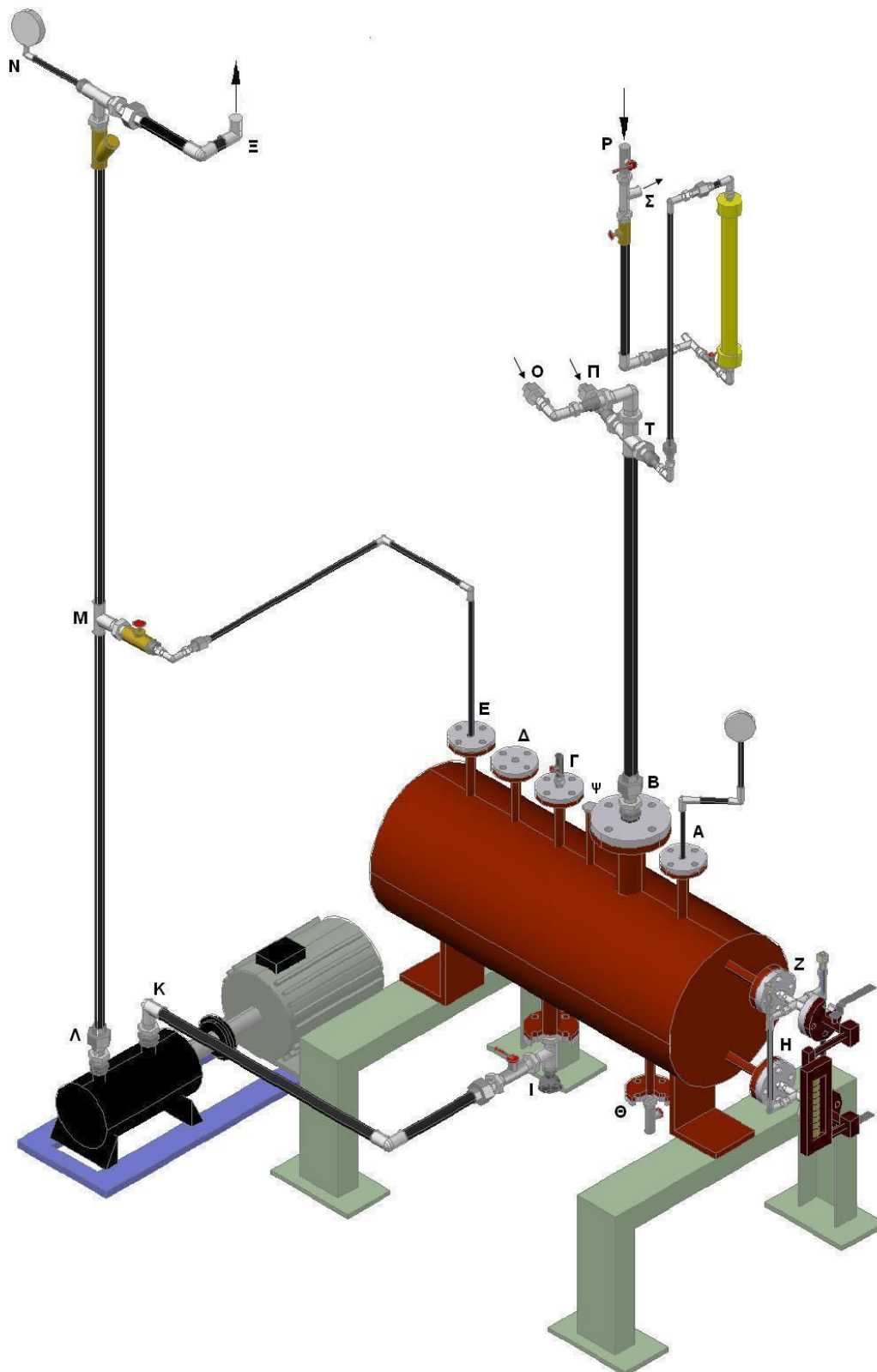
Πέδιλα συγκόλλησης



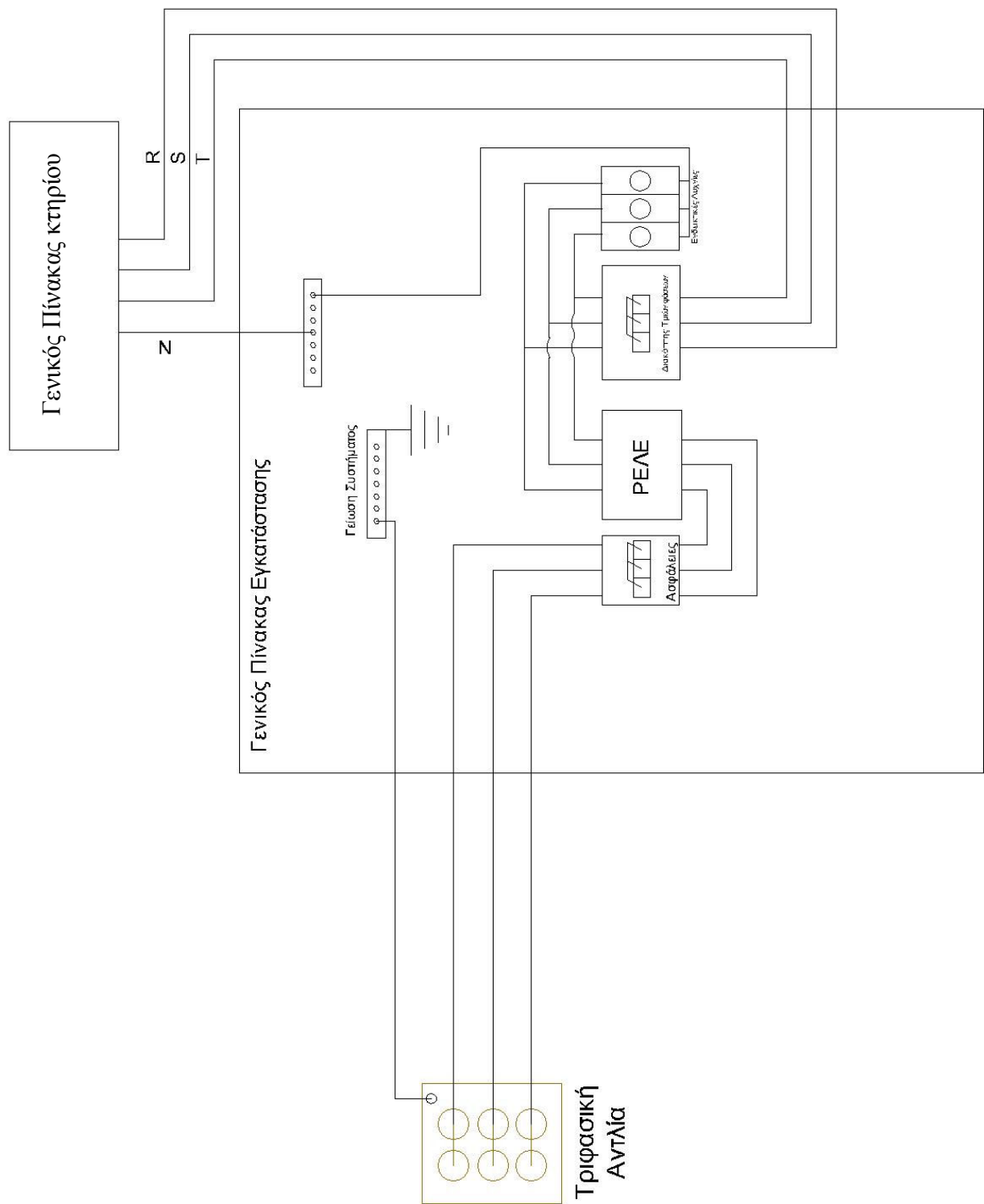
Σχήμα 2-8: Χαλύβδινοι δοκοί διατομής Π - Πέδιλα συγκόλλησης - Κατασκευή σχήματος Π



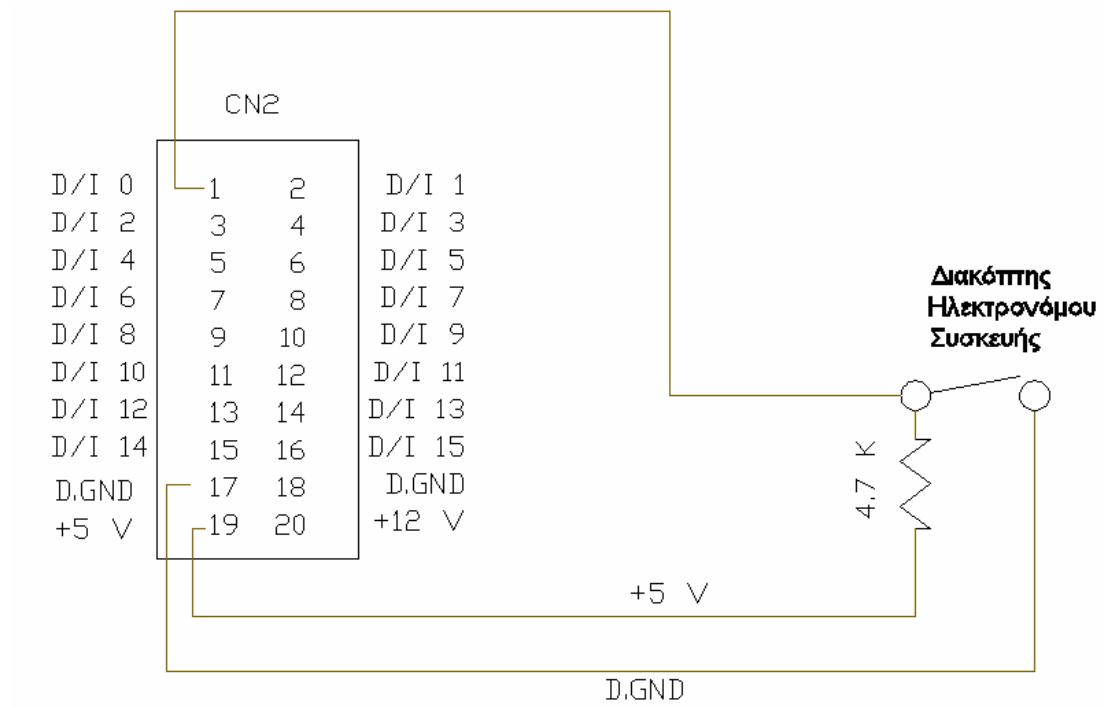
Σχήμα 2-9: Το υδραυλικό κύκλωμα



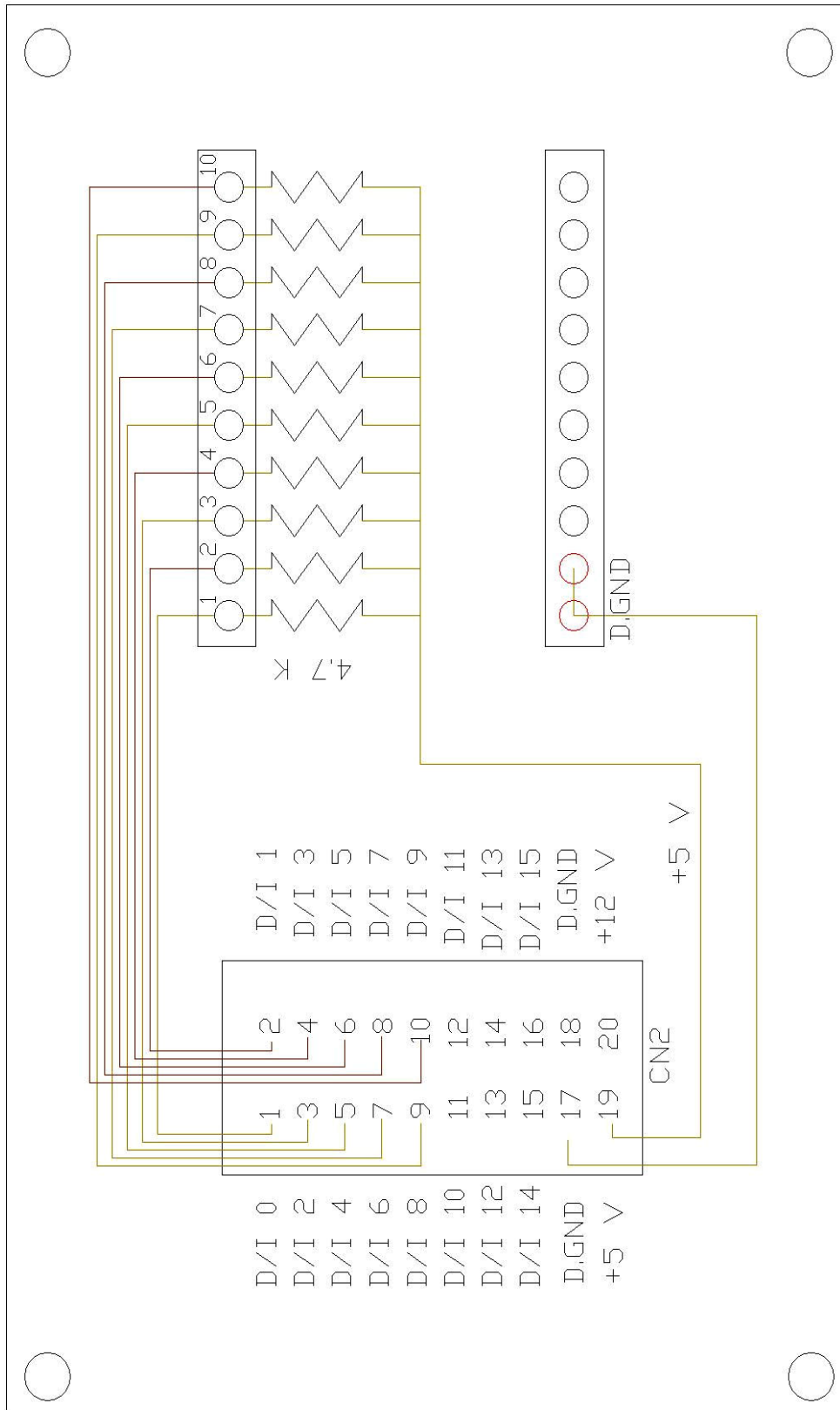
Σχήμα 2-10: Η διασύνδεση του δοχείου συγκεντρώσεως



Σχήμα 2-11: Ηλεκτρολογική σύνδεση της αντλίας



Σχήμα 2-12: Αρχή λειτουργίας του κυκλώματος



Σχήμα 2-13: Πλακέτα για τον έλεγχο συσκευών δισταθούς λειτουργίας

3 Σύνδεση μετρητικών συσκευών και μεταλλακτών στο δοχείο συγκεντρώσεως του ΘΥΚ II

3.1 Μεταλλάκτες θερμοκρασίας.

Τα θερμοστοιχεία που χρησιμοποιούνται στην εγκατάσταση για την μέτρηση της υγρής και αέρια φάσης του εργαζόμενου μέσου είναι τύπου Κ. Λόγω των συνθηκών της εφαρμογής και της αξιοπιστίας των μετρήσεων που απαιτείται, επιλέχθηκαν θερμοστοιχεία βαρέως τύπου, τα οποία είναι κατάλληλα για βιομηχανική χρήση. Κατασκευάστρια εταιρία είναι η Omega⁵ και ο τύπος τους NB1-CASS –316U.

Όπου ο κωδικός NB1 αναφέρεται στο υλικό του προστατευτικού κλωβού των επαφών, ο οποίος είναι από χυτοσίδηρο. Ο κωδικός CASS αφορά στον τύπο Κ του θερμοστοιχείου και στο υλικό του χιτωνίου προστασίας, το οποίο είναι από ανοξείδωτο χάλυβα (SS) 304. Τέλος ο κωδικός 316U αναφέρεται στο πάχος του χιτωνίου προστασίας το οποίο είναι ίσο με 3/16’’ (ή 4.762 mm).

Σχηματική απεικόνιση των εν λόγω θερμοστοιχείων παρατίθεται στο Σχήμα 3.1

Στο δοχείο συγκεντρώσεως τοποθετήθηκε ένα θερμοστοιχείο στο κάτω μέρος του και συγκεκριμένα στη φλάντζα όπου συνδέεται ο κλάδος αναρρόφησης της αντλίας. Το μήκος του θερμοστοιχείου είναι 420 mm και προσαρμόζεται στο δοχείο μέσω σπειρώματος 1/2’’. Το μήκος του θερμοστοιχείου επιλέχθηκε βάσει των ακόλουθων περιορισμών:

- I. Να μπορεί να τοποθετηθεί, χωρίς να καμφθεί, στο περιορισμένο ύψος της φλάντζας από το έδαφος
- II. Το σημείο μέτρησής του αφενός μεν να βρίσκεται στον χώρο του δοχείου και όχι εντός της προέκτασης της αναμονής, αφετέρου δε να βρίσκεται κάτω από την ελάχιστη δυνατή στάθμη στο δοχείο.

⁵ www.omega.com

3.2 Μαγνητικό ροόμετρο

Η αρχή λειτουργίας του μαγνητικού ροόμετρου βασίζεται στον νόμο επαγωγής του Faraday. Μέσα σε ένα μετρητικό σωλήνα (βλ. Σχήμα 3.2)ο οποίος είναι επικαλυμμένος με μονωτικό υλικό ρέει ρευστό με ταχύτητα V και παροχή όγκου Q . Ο σωλήνας διαπερνάται από γραμμές μαγνητικού πεδίου B κάθετα προς τον άξονα του οι οποίες προκαλούνται από δύο πηνία διέγερσης. Λόγω της κινήσεως του έστω και ελαφρά αγωγιμού ρευστού εντός του μαγνητικού πεδίου αναπτύσσεται ΗΕΔ εξ' επαγωγής η οποία μετριέται με ζεύγος ηλεκτροδίων που έρχονται σε επαφή με το ρευστό. Η τιμή της ΗΕΔ είναι ανάλογη της ταχύτητας ροής του ρευστού [1].

Το μαγνητικό ροόμετρο που χρησιμοποιήθηκε είναι της εταιρίας Heinrichs, είναι τύπου ΕΡΥΕ – UMF και είναι κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα ώστε να αντέχει σε πίεση 40Bar (PN40). Η μονωτική επίστρωση του σωλήνα είναι υλικού PFA ενώ τα ηλεκτρόδια είναι κατασκευασμένα από κράμα Hastelloy. Για την σύνδεση του στο δίκτυο διαθέτει φλαντζωτά άκρα κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα και διαστάσεων DN 25.

Τα κύρια χαρακτηριστικά του είναι τα εξής:

- Παροχή όγκου 630 l/h
- Τιμή αγωγιμότητας ρευστού: 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Τάση τροφοδοσίας 220V
- Ακρίβεια: $\pm 5 \%$ της μετρούμενης τιμής της παροχής
- Σήμα εξόδου 4 -20 mA

Το μαγνητικό ροόμετρο τοποθετείται στο κλάδο του νερού που οδηγείται στην είσοδο του τμήματος δοκιμών. Στην παρούσα φάση ο εν λόγω κλάδος βρίσκεται υπό κατασκευή. Στο σχήμα 3.3 απεικονίζεται ο τρόπος κατασκευής του κλάδου που περιλαμβάνει και τον κλάδο παράκαμψης του τμήματος δοκιμών By Pass 2.

Η χρήση του μαγνητικού ροομέτρου είναι αναγκαία για την ακριβή μέτρηση της παροχής του νερού προς το τμήμα δοκιμών. Ην εν λόγω παράμετρος είναι σημαντική για την παρακολούθηση και μελέτη των προς μελέτη φαινομένων.

3.3 Εναλλάκτης αντιρροής

Σε πολλές εφαρμογές απαιτείται η μετάδοση θερμότητας μεταξύ δυο ρευστών. Οι διεργασίες αυτές λαμβάνουν χώρα σε συσκευές που καλούνται *εναλλάκτες θερμότητας* (heat exchangers). Ως εναλλάκτης θερμότητας ορίζεται μια συσκευή που διευκολύνει την μετάδοση του θερμικού φορτίου από ένα ρευστό σε ένα άλλο και συναντάτε σε συστήματα θέρμανσης και ψύξης. Πιο συνηθισμένοι είναι οι εναλλάκτες στους οποίους τα δυο ρευστά δεν έρχονται σε επαφή μεταξύ τους εξαιτίας της ύπαρξης κάποιου παρεμβαλλόμενου τοιχώματος. Αυτός ο τύπος εναλλάκτη μπορεί να φέρει είτε ένα απλό επίπεδο τοίχωμα, ώστε να επιτυγχάνεται η απομόνωση των δυο ρευστών, είτε πιο πολύπλοκες γεωμετρίες με πολλαπλές διαδρομές. Στο ΘΥΚ - II όπως και στο ΘΥΚ I χρησιμοποιούνται εναλλάκτες αντιρροής *σωλήνα - κελύφους* (shell & tube) τυπικό δείγμα του οποίου φαίνεται στο σχήμα 3.4 (πρόσοψη). Η διαφορά του εναλλάκτη θερμότητας κατ' αντιρροή από τον εναλλάκτη θερμότητας παράλληλης ροής έγκειται στην αντίθετη κατεύθυνση ροής των δύο ρευστών.

Οι εναλλάκτες που χρησιμοποιήθηκαν κατασκευάστηκαν από το εξειδικευμένο μηχανουργείο "Μεταλλοβιοτεχνική Α.Ε.", βάσει σχεδίων που συντάχθηκαν στο πλαίσιο της παρούσης Δ.Ε. Το υλικό κατασκευής τους είναι χαλκός και αποτελούνται από δύο ομοαξονικούς σωλήνες βλ. Σχήμα 3.4 . Ο εσωτερικός σωλήνας είναι διαμέτρου $\Phi 22$ mm, πάχους 1.0 mm, μήκους 480 mm και φέρει στα άκρα του ορειχάλκινους μαστούς διαστάσεως $\frac{3}{4}$ ". Ο εξωτερικός σωλήνας είναι διαμέτρου $\Phi 54$ mm, πάχους 1.2 mm, μήκους 450 mm και φέρει στα άκρα του ορειχάλκινους μαστούς διαστάσεως $\frac{1}{2}$ ".

Στο ΘΥΚ - II θα χρησιμοποιηθούν σε σειρά δύο ίδιοι εναλλάκτες.

3.4 Ηλεκτροβάνες

Οι ηλεκτροβάνες νερού επιτελούν την ίδια διεργασία με τις απλές βάνες νερού με τη διαφορά ότι ανοιγοκλείνουν με τη βοήθεια ηλεκτρικού ρεύματος. Η περιστροφή του στεγανωτικού μηχανισμού σε αυτή την περίπτωση γίνεται με τη βοήθεια ενός βηματικού κινητήρα.

Στην εγκατάσταση χρησιμοποιείται μία ηλεκτροβάνα της εταιρείας TUV, τύπου JES 220 volt, η οποία τοποθετείται στον κλάδο εξαερώσεως του δοχείου προς το περιβάλλον.

Αποτελείται από δύο τμήματα, το πρώτο από γαλβανιζέ σίδηρο είναι η βάση που συνδέεται στον υδραυλικό κλάδο διάστασης $\frac{3}{4}$ '' και το δεύτερο τμήμα το οποίο περιέχει τον βηματικό κινητήρα για την περιστροφή

Η ηλεκτροβάννα αυτή επιτρέπει την εύκολη απομόνωση του δοχείου βρασμού από το περιβάλλον, για περιπτώσεις συνθηκών διασπαστικής ροής.

Η ηλεκτροβάννα τροφοδοτείται με ρεύμα 220 V και ο τρόπος ηλεκτρικής διασύνδεσης της αναλύεται στην παράγραφο § 3.7.4

3.5 Σωληνοειδής βαλβίδα

Η σωληνοειδής βαλβίδα είναι μια ηλεκτρομηχανική βαλβίδα της οποίας η λειτουργία βασίζεται στο φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής. Στο εσωτερικό της διαθέτει ένα πηνίο, το οποίο όταν διαρέεται από ρεύμα έλκει ένα έμβολο το οποίο ανοίγει ή κλείνει την βαλβίδα. Όταν διακοπεί η τροφοδοσία του πηνίου το έμβολο επανέρχεται στην αρχική του θέση με την βοήθεια ενός ελατηρίου.

Οι βαλβίδες αυτές χωρίζονται σε δύο κατηγορίες τις *normally open* και *normally closed* ανάλογα με το αν είναι ανοικτές ή κλειστές αντίστοιχα, όταν το πηνίο τους δεν είναι διεγερμένο.

Στην εγκατάσταση χρησιμοποιήθηκε σωληνοειδής βαλβίδα ατμού λειτουργίας *normally closed* της εταιρείας DANFOSS, τύπου EV 225B (Σχήμα 3.5) η οποία τοποθετείται στον κλάδο του ατμού που οδηγείται στην είσοδο του τμήματος δοκιμών. Η βαλβίδα είναι κατασκευασμένη από ανοξείδωτο χάλυβα και αντέχει σε πίεση μέχρι 10 bar και θερμοκρασία 185 °C. Τροφοδοτείται με τάση 220V και η λειτουργία της ελέγχεται μέσω ενός διακόπτη όπως περιγράφεται στην παράγραφο 3.7.4

3.6 Μανόμετρο

Τα μανόμετρα που χρησιμοποιήθηκαν είναι κοινά μανόμετρα σωλήνα Bourdon. Πρόκειται για μεταλλάκτες τύπου μετατοπίσεως, στους οποίους η ένδειξη της πίεσης προκύπτει με απ' ευθείας ανάγνωση της θέσης ισορροπίας του δείκτη στην

βαθμονομημένη κλίμακα του οργάνου. Τοποθετήθηκαν δύο μανόμετρα, ένα στο δοχείο συγκεντρώσεως και ένα στον κλάδο κατάθλιψης της αντλίας ανακυκλοφορίας του ρευστού, προκειμένου να υπάρχει εποπτεία της αύξησης της πίεσης κατά τη λειτουργία της αντλίας. Τα μανόμετρα διαθέτουν οθόνη διαμέτρου 10mm, κλίμακας 0 έως 6 bar, και προσαρμόζονται μέσω σπειρώματος 1/2'', ενώ η μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας τους είναι 150 °C.

3.7 Ροόμετρο πλωτήρος

Το ροόμετρο πλωτήρος τοποθετείται στον κλάδο όπου συνδέει απ' ευθείας το δοχείο βρασμού και το δοχείο συγκεντρώσεως. Είναι εταιρείας κατασκευής Mobrey τύπου 134-1/2''-C2-M10-I-S0-Z1-Z7. Όπου ο κωδικός σηματοδοτεί ότι: Είναι ροόμετρο της σειράς 134, δηλαδή ο σωλήνας ροής είναι κατασκευασμένος από πυρίμαχο γυαλί (borosilicate glass), με άκρα σύνδεσης διαστάσεως 1/2'', κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα SS 316 (C2). Η περιοχή λειτουργίας του είναι 30 έως 300 l/h για νερό 20°C και ο πλωτήρας είναι κατασκευασμένος από ανοξείδωτο χάλυβα χωρίς μαγνήτη στο εσωτερικό του (M10-I). Δεν προβλέπεται σύστημα αισθητήρων ώστε να ανιχνεύεται η θέση ισορροπίας του πλωτήρα (S0), (δευτερεύων μεταλλάκτης). Η στεγάνωση του σωλήνα ροής με τα μεταλλικά εξαρτήματα σύνδεσης επιτυγχάνεται μέσω παρεμβυσμάτων φθοριούχου άνθρακα (fluorocarbon seals) (Z1), τα οποία αντέχουν σε θερμοκρασίες έως 150 °C. Ο σωλήνας ροής είναι ορατός και από τις δύο όψεις του οργάνου (Z7), αν και μόνο η εμπρόσθια όψη φέρει βαθμονομημένη κλίμακα. Περισσότερες τεχνικές λεπτομέρειες σχετικά με το ροόμετρο υπάρχουν στο εγχειρίδιο του κατασκευαστή [14].

Το ροόμετρο είναι βαθμονομημένο για νερό θερμοκρασίας 20 °C στην περιοχή 30 έως 300 l/h, ενώ η ακρίβεια του οργάνου ισούται με ± 2.0 % της μέγιστης κλίμακας. Δεδομένου ότι το ΘΥΚ II πρόκειται να λειτουργεί σε ευρύ πεδίο πιέσεων και θερμοκρασιών έγινε αναγωγή της βαθμονόμησης του οργάνου ώστε να υπολογίζονται η εκάστοτε πραγματικές τιμές της παροχής. Στον πίνακα 3.1 αναγράφονται οι πραγματικές τιμές της παροχής για θερμοκρασίες από 20°C έως 160°C. Η σχέση αναγωγής της πραγματικής θερμοκρασίας ως την θερμοκρασία ανάγνωσης από την κλίμακα του οργάνου είναι:

$$V_{\pi} = V_{\varepsilon} \cdot \sqrt{\frac{\rho_{\varepsilon}}{\rho_{\pi}}}$$

3-1

Όπου :

V_{π} = η πραγματική ογκομετρική παροχή

V_{ε} = η ενδεικνύμενη παροχή του οργάνου

ρ_{ε} = η πυκνότητα του νερού σε συνθήκες 20° C , 1 bar

ρ_{π} = η πυκνότητα του νερού στις πραγματικές συνθήκες ροής

Η εν λόγω σχέση προκύπτει από τον λόγο της χαρακτηριστικής εξίσωσης του οργάνου για δύο διαφορετικές θερμοκρασίες του εργαζόμενου μέσου [1].

Στο σχήμα 3.6 απεικονίζονται οι καμπύλες αναγωγής για διάφορες θερμοκρασίες όπου παρατηρείται ότι η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί αύξηση της απόκλισης μεταξύ της πραγματικής και αναγραφόμενης τιμής της παροχής.

3.8 Σύστημα ελέγχου στάθμης

Κατά τη λειτουργία του δοχείου συγκεντρώσεως του ΘΥΚ II ελλοχεύουν δύο βασικοί κίνδυνοι αναλόγως του ύψους της στάθμης του νερού σε αυτό.

Σε περίπτωση όπου η στάθμη του νερού είναι ιδιαίτερα υψηλή, υπάρχει κίνδυνος υπερχειλίσης του δοχείου. Εξυπακούεται λοιπόν ότι υπάρχει ανάγκη εξασφάλισης μέγιστης στάθμης⁶, την οποία δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το νερό στο δοχείο συγκεντρώσεως. Στην περίπτωση όπου η στάθμη του νερού είναι ιδιαίτερα χαμηλή, υπάρχει κίνδυνος κατά τη λειτουργία της αντλίας να αποκαλυφθούν τα υδρόψυχτα δακτυλίδια στεγάνωσης και να καταστραφούν εξαιτίας υπερθέρμανσης. Είναι επομένως κατανοητό ότι υπάρχει ανάγκη εξασφάλισης και της ελάχιστης ποσότητας νερού⁷ προκειμένου για ασφαλή λειτουργία της αντλίας.

Έτσι κρίθηκε αναγκαία η εγκατάσταση αυτόματου συστήματος ελέγχου στάθμης στο δοχείο συγκεντρώσεως, το οποίο ανιχνεύει το επίπεδο της στάθμης και ανάλογα ενεργοποιεί και διακόπτει την λειτουργία της αντλίας, τηρώντας την συνθήκη για το Άνω και Κάτω όριο. Σε αντίθετη περίπτωση όπου οι ανωτέρω έλεγχοι και λειτουργίες θα έπρεπε να γίνουν χειροκίνητα, η εισαγωγή του ανθρώπινου παράγοντα θα επέφερε μεγάλη πιθανότητα σφάλματος με σοβαρές επιπτώσεις στην ίδια την εγκατάσταση αλλά και στην ασφάλεια των εργαζομένων σε αυτή. Παρόμοιο σύστημα τοποθετήθηκε και στο δοχείο βρασμού του ΘΥΚ II [10] όπου το κάτω όριο

⁶ Εφεξής Άνω όριο

⁷ Εφεξής Κάτω όριο

προφυλάσει τις αντιστάσεις από υπερθέρμανση, σε περίπτωση όπου η στάθμη του νερού πέσει κάτω από το ύψος των αντιστάσεων, ενώ το άνω όριο εξασφαλίζει επαρκή όγκο ατμοποίησης.

Το σύστημα ελέγχου στάθμης που εγκαταστάθηκε είναι της εταιρείας Endress + Hauser⁸ και βασίζεται στην αρχή λειτουργίας της ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Αποτελείται από τρία κυρίως μέρη. Τον ελεγκτή στάθμης τύπου Nivotester FTW325 [11,12] και δύο ανιχνευτές στάθμης αγωγιμότητας τύπου 11961Z [13].

3.8.1 Ανιχνευτές στάθμης τύπου αγωγιμότητας.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως το μοντέλο των ανιχνευτών στάθμης, ή ιχνηλατών αγωγιμότητας είναι το: Rod probe 11961z κατασκευής Endress+Hauser σχήμα 3.7. Όπως όλα τα άλλα όργανα που έχουν χρησιμοποιηθεί πληρούν τις βασικές συνθήκες αντοχής σε πίεση 10 bar και θερμοκρασία 200° C.

Στο δοχείο συγκεντρώσεως τοποθετούνται δύο ιχνηλάτες σε ασύμμετρα μήκη. Ο ιχνηλάτης που σηματοδοτεί το άνω όριο είναι κοντότερος και έρχεται σε επαφή με το νερό μόνο όταν η στάθμη αυτού ξεπεράσει το άνω όριο. Αντίθετα ο ιχνηλάτης που σηματοδοτεί το κάτω όριο είναι μακρύτερος και βρίσκεται σε συνεχή επαφή με το νερό όσο η στάθμη αυτού είναι υψηλότερη του κάτω ορίου.

Κάθε ιχνηλάτης τροφοδοτείται με εναλλασσόμενο υψηλής συχνότητας ρεύμα από το ηλεκτρονικό κύκλωμα του ελεγκτή. Λόγω του ότι το δοχείο είναι κατασκευασμένο από αγωγικό υλικό η επαφή του νερού με τους ανιχνευτές προκαλεί βραχυκύκλωμα. Έτσι δημιουργούνται δύο υποκύκλωμα ελέγχου, ένα για το άνω όριο και ένα για το κάτω. Όσον αφορά το άνω όριο, όταν ο ιχνηλάτης έρθει σε επαφή με το νερό βραχυκυκλώνεται με το δοχείο λόγω της αγωγιμότητας του νερού. Το βραχυκύκλωμα αυτό ανιχνεύεται από τον ελεγκτή και σηματοδοτεί ότι η στάθμη βρίσκεται στα επίπεδα άνω ορίου. Όσον αφορά το κάτω όριο, ο ιχνηλάτης είναι σε συνεχές βραχυκύκλωμα με το δοχείο. Όταν η στάθμη του νερού πέσει κάτω από το κάτω όριο το βραχυκύκλωμα διακόπτεται και έτσι ο ελεγκτής αντιλαμβάνεται το επίπεδο της στάθμης.

Για την τοποθέτηση των ιχνηλατών έγινε ιδιαίτερη μελέτη και σχεδίαση. Παρά το γεγονός ότι το δοχείο συγκεντρώσεως διαθέτει αρκετές αναμονές στο άνω μέρος του (

⁸ www.endress.com

§ 2.3) , η διάμετρος τους είναι ελάχιστα μεγαλύτερη από την διάμετρο του άξονα του ιχνηλάτη, με πιθανό κίνδυνο σε συνθήκες αυξημένης θερμοκρασίας στο δοχείο τα συμπυκνώματα των υδρατμών να δημιουργούν βραχυκυκλώματα, δίνοντας εσφαλμένες πληροφορίες στον ελεγκτή για την πραγματική στάθμη του ρευστού στο δοχείο.

Λύση σε αυτό το πρόβλημα αποτέλεσε η τοποθέτηση των ιχνηλατών σε ειδική κατασκευή από σωλήνες διαστάσεως ½'', η οποία προσαρμόσθηκε στις πλευρικές αναμονές του δοχείου, προ του οπτικού σταθμοδείκτη. Στο σχήμα 3.8 φαίνεται προοπτικό σχέδιο της κατασκευής.

Τα μήκη των ανιχνευτών αγωγιμότητας προκειμένου να τηρούνται με ασφάλεια το Άνω και Κάτω όριο στάθμης επιλέχθηκαν 250 mm και 114 mm αντίστοιχα.

3.8.2 Ηλεκτρονικό κύκλωμα ελέγχου στάθμης

Το ηλεκτρονικό κύκλωμα ελέγχου στάθμης τύπου Nivotester FTW325, επιτρέπει ή όχι τη λειτουργία της αντλίας ανάλογα με το ύψος της στάθμης στο δοχείο.

Τα κυριότερα τεχνικά χαρακτηριστικά του οργάνου συνοψίζονται ως εξής:

- Τάση τροφοδοσίας: 220 volt @ 50 Hz
- Έξοδος: Δύο relay, 2 A @ 253 volt (AC) και 2 A @ 40 volt (DC)
- Θερμοκρασία περιβάλλοντος εργασίας: -20 έως +600°C.

Ο ελεγκτής ρυθμίστηκε μέσω 2 διακοπών A,C 3-θέσεων και ενός πολυδιακόπτη B ο οποίος διαθέτει 8 ξεχωριστούς διακόπτες 2-θέσεων (ON/OFF), και ένα ροοστάτη D βλέπε σχήμα 3.9

- Διακόπτης A : Ο διακόπτης αυτός ελέγχει τον χρόνο που απαιτείται για να ανοίξει ή να κλείσει το relay από την στιγμή που θα λάβει σήμα από έναν ανιχνευτή στάθμης (Delay time). Παρέμεινε η εργοστασιακή ρύθμιση των 0.5 sec, μεσαία θέση.
- Πολυδιακόπτης B:
 - Ρυθμίζεται η εσωτερική αντίσταση του οργάνου μέσω των διακοπών 1,2,3. Ρυθμίστηκε στη μέγιστη τιμή της 200 KΩ, έτσι ώστε να μειωθεί

η ευαισθησία του οργάνου λόγω λειτουργίας του σε περιβάλλον υδρατμών. Η ρύθμιση είναι 1 = OFF , 2 = OFF , 3 = ON

- Επιλογή Δs για έλεγχο αντλίας. Ενεργοποιήθηκε θέτοντας τον διακόπτη 4 στην θέση ON.
 - Τα CH1 και CH2 ορίζονται ως MIN θέτοντας τους διακόπτες 5 και 6 στη θέση ON.
 - Επιλογή Alarm , παρέμεινε η εργοστασιακή ρύθμιση OFF
 - Επιλογή Slave η Master λειτουργίας του ελεγκτή. Εφόσον έχουμε μόνο έναν ελεγκτή ο διακόπτης 8 ρυθμίστηκε 8 = ON δηλαδή λειτουργία Master
- Διακόπτης C: παρέμεινε η εργοστασιακή ρύθμιση των δύο relay CH1 και CH2
 - Ροοστάτης D: Μέσω του ροοστάτη D υπάρχει δυνατότητα λεπτής ρυθμίσεως της αντίστασης. Ο ροοστάτης παρέμεινε στην εργοστασιακή του ρύθμιση.

Περισσότερες τεχνικές πληροφορίες και οδηγίες λειτουργίας παρατίθενται στα εγχειρίδια [11,12] της εταιρείας.

Η συνδεσμολογία του ελεγκτή και των ανιχνευτών στάθμης έχει ως εξής (βλ Σχ 3.10 & 3.13)

Στις θέσεις 1-2 γίνεται η τροφοδοσία του καταγραφικού με 220 volt @ 50 Hz.

Στις θέσεις 7-8-9 η σύνδεση με τα σταθμόμετρα επαφών με την εξής αντιστοιχία:

7-γείωση στο δοχείο

8-έλεγχος κάτω στάθμης

9-έλεγχος άνω στάθμης

Η έξοδος CH1 βρίσκεται στις θέσεις 4,5 και 6, η έξοδος CH2 βρίσκεται στις θέσεις 15,16 και 17. Για να επιτύχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα κατά το οποίο θα μπορούμε να τροφοδοτήσουμε την αντλία με ηλεκτρικό ρεύμα επιλέξαμε την έξοδο CH1 ως προ τις θέσεις 4,5

Ο κύκλος λειτουργίας του ηλεκτρονικού συστήματος ελέγχου έχει ως εξής: (σχημα 3.11) Θεωρούμε ότι το κύκλωμα τίθεται σε λειτουργία ενώ η στάθμη του δοχείου βρίσκεται μεταξύ του άνω και του κάτω ορίου. Αμέσως το relay κλείνει και άγει ρεύμα προς την αντλία η οποία ενεργοποιείται και μεταφέρει το υγρό από το δοχείο συγκεντρώσεως στο δοχείο βρασμού. Όταν η στάθμη του υγρού βρεθεί κάτω από το

κάτω όριο τότε το relay ανοίγει, διακόπτοντας τη λειτουργία της αντλίας. Κατά την λειτουργία της εγκατάστασης το νερό οδηγείται από το δοχείο βρασμού στο δοχείο συγκεντρώσεως. Όταν η στάθμη του υγρού στο δοχείο συγκεντρώσεως εξισωθεί και υπερβεί το κάτω όριο το relay παραμένει ανοικτό μέχρις ότου η στάθμη εξισωθεί με το άνω όριο οπότε και το relay κλείνει πάλι ενεργοποιώντας την αντλία, της οποίας η λειτουργία θα διακοπεί μόλις η στάθμη πέσει κάτω από το κάτω όριο. Η κατάσταση του relay σηματοδοτείται μέσω των ενδεικτικών λυχνιών που διαθέτει ο ελεγκτής και απεικονίζονται στο σχήμα 3.11.

3.8.3 Ηλεκτρολογικό κύκλωμα ελέγχου δοχείου συγκεντρώσεως

Το ηλεκτρολογικό κύκλωμα του δοχείου συγκεντρώσεως κατασκευάστηκε στο πλαίσιο της παρούσας Δ.Ε. εντός ηλεκτρολογικού κουτιού (box) από αλουμίνιο. Για την διαστασιολόγηση του κουτιού μετρήθηκαν τα όργανα που θα χρησιμοποιηθούν και έγινε σχεδιασμός που να εξασφαλίζει εργονομία και καλή λειτουργία αυτών. Έτσι χρησιμοποιήθηκε κουτί διαστάσεων 260 x 150 x 180 mm (Π x Υ x Β).

Τα όργανα που φέρει το κουτί είναι τα εξής:

- i. 1 Ελεγκτής αυτόματου συστήματος ελέγχου στάθμης (FTW 325)
- ii. 1 Διακόπτη 2 θέσεων (ON/OFF)
- iii. 1 Κουμπί (button) Push – On
- iv. 1 Κουμπί (button) Push – Off
- v. 2 Ενδεικτικές λυχνίες τύπου LED

Στο σχήμα 3.12 φαίνεται η πρόσοψη και η πίσω όψη του κουτιού μετά το πέρας της κατασκευής του, ενώ στο σχήμα 3.13 το ηλεκτρολογικό κύκλωμα του δοχείου. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει η αντλία τροφοδοτείται με τριφασικό ρεύμα το οποίο διέρχεται μέσω ενός ηλεκτρονόμου (relay) ο οποίος ενεργοποιεί και διακόπτει την λειτουργία της. Η τάση τροφοδοσίας του πηνίου οπλισμού του relay είναι 220V AC και ελέγχεται από το ηλεκτρολογικό κύκλωμα του δοχείου συγκεντρώσεως. Αναλυτικότερα το κουτί τροφοδοτείται με ρεύμα 220V AC μέσω ενός βύσματος (3 – pin) το οποίο διαθέτει και ασφάλεια 220V @ 2A. Ταυτόχρονα τροφοδοτείται και ο ελεγκτής FTW325. Η φάση L οδηγείται από το κουτί στο πηνίο οπλισμού, μέσω ενός διακόπτη ON-OFF. Ο ουδέτερος οδηγείται από το κουτί στο πηνίο οπλισμού μέσω της εξόδου CH1 του ελεγκτή FTW325 (βλ. § 3.7.2). Προκειμένου να οπλίσει το

τριφασικό relay της αντλίας θα πρέπει τόσο ο διακόπτης της φάσης, όσο και το relay του Nivotester να βρίσκονται σε κατάσταση ON.

Η τροφοδοσία της φάσης στο πηνίο σηματοδοτείται από μία λυχνία τύπου LED, χρώματος πορτοκαλί. Αντίστοιχα η κατάσταση του τριφασικού relay και κατ' επέκταση η λειτουργία της αντλίας σηματοδοτείται από μία λυχνία ιδίων χαρακτηριστικών. Η σύνδεση του ελεγκτή με τους ιχνηλάτες γίνεται μέσω καλωδίου τύπου UTP-5. και ενός βύσματος εννέα ακροδεκτών (9 - Pin). Το βύσμα είναι τοποθετημένο στο πίσω μέρος του δοχείου βλέπε σχήμα 3.12. Το UTP καλώδιο αποτελείται από 8 καλώδια πάχους 0.195 χιλιοστών διαφορετικού χρώματος κάθε ένα εκ των οποίων αντιστοιχίζεται με ένα pin. Στο πίνακα 3.2 φαίνεται η αντιστοιχία του κάθε pin με το αντίστοιχο χρώμα καθώς και οι θέσεις συνδεσμολογίας τους. Αν και από τα οκτώ καλώδια του UTP-5 χρησιμοποιήθηκαν μόνο τρία από αυτά, εντούτοις στο βύσμα συγκολλήθηκαν όλα, ώστε να υπάρχουν ως αναμονές σε πιθανή εξέλιξη – μετατροπή του κυκλώματος.

Το κουμπί (button) Push –On ενεργοποιεί την αντλία σε ενδιάμεσες τιμές της στάθμης καθώς βραχυκυκλώνει τον άνω ιχνηλάτη με το δοχείο. Αντίθετα το κουμπί (button) Push – Off διακόπτει την λειτουργία της αντλίας διακόπτοντας το βραχυκύκλωμα του κάτω ιχνηλάτη με το δοχείο.

3.8.4 Ηλεκτρολογικό κύκλωμα σωληνοειδούς και ηλεκτροβάνας

Το ηλεκτρολογικό κύκλωμα της σωληνοειδούς βαλβίδας και της ηλεκτροβάνας κατασκευάστηκε εντός ηλεκτρολογικού κουτιού (box) από αλουμίνιο διαστάσεων 160 x 100 x 150 mm (ΠxΥxB) και για την κατασκευή του χρησιμοποιήθηκαν:

- i. 7 ενδεικτικές λυχνίες τύπου LED
- ii. 5 Διακόπτες 2 θέσεων (ON/OFF) 4 ακροδεκτών
- iii. 1 Διακόπτη 2 θέσεων (ON/ ON) 2 ακροδεκτών

Παρόλο που στην παρούσα φάση έχει τοποθετηθεί μόνο η ηλεκτροβάνα και μία σωληνοειδής βαλβίδα, αυτή στον κλάδο εισόδου του ατμού στο τμήμα δοκιμών, έγινε σχεδιασμός και κατασκευή του κουτιού για όλες τις σωληνοειδής βαλβίδες, καθώς και για την τροφοδοσία των μαγνητικών ροομέτρων, που θα χρησιμοποιηθούν σε μελλοντικό χρόνο, στα πρότυπα του ΘΥΚ Ι. Στο σχήμα 3.14 φαίνεται η πρόσοψη και η πίσω όψη του κουτιού ενώ στο σχήμα 3.15 φαίνεται η ηλεκτρική σύνδεση των

σωληνοειδών και της ηλεκτροβάνας. Οι δύο ακροδέκτες κάθε διακόπτη ελέγχουν τη φάση τροφοδοσία των σωληνοειδών.

Οι άλλοι δύο ακροδέκτες χρησιμοποιούνται για το κύκλωμα απεικόνισης συσκευών δισταθούς λειτουργίας βλ. § 2.7 & Σχ. 3.16. Όταν ο διακόπτης είναι στη θέση ON δηλαδή η σωληνοειδής διαρέεται από ρεύμα παρέχεται ένα σήμα TTL-LOW (+0 VDC) στο pin 1 (βλ. πίνακα 2.1), δηλαδή γειώνονται τα +5 V με το GND της πλακέτας.

Για αυτό το κύκλωμα χρησιμοποιήθηκε όπως και στην περίπτωση του κυκλώματος ελέγχου στάθμης, καλώδιο UTP – 5, το οποίο συνδεσμολογείται μέσω ενός βύσματος 9 ακροδεκτών (9 pin). Στο πίνακα 3.3 φαίνεται η αντιστοιχία του κάθε pin με τον χρωματικό κώδικα του UTP καθώς και οι θέσεις συνδεσμολογίας τους.

Η ηλεκτροβάνα τροφοδοτείται με 5 καλώδια χρώματος κίτρινο, κόκκινο, καφέ, μαύρο, μπλε στα οποία αντιστοιχούν η γείωση ,η επιστροφή ,η τροφοδοσία διακόπτη, η φάση και ο ουδέτερος. Η τροφοδοσία της βάνας με ρεύμα 220V είναι συνεχής σε αντίθεση με την σωληνοειδή βαλβίδα η οποία τροφοδοτείται μόνο όταν θέλουμε να αλλάξει η κατάσταση της .Όσο η βάνα τροφοδοτείται μόνο με τα 220V παραμένει κλειστή, για να ανοίξει τροφοδοτούμε με φάση τον διακόπτη ο οποίος ενεργοποιεί τον κινητήρα της ηλεκτροβάνας και ανοίγει την βαλβίδα. Όταν η βάνα είναι ανοιχτή εμφανίζεται στην επιστροφή τάση 220V. Αυτή η τάση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δοθεί ρεύμα σε μια άλλη διάταξη της οποίας η λειτουργία θα εξαρτάται άμεσα από την κατάσταση λειτουργίας της ηλεκτροβάνας. Στην συγκεκριμένη εφαρμογή δεν χρησιμοποιήθηκε την επιστροφή.

Πίνακας 3-1: Πραγματικές τιμές παροχής συναρτήσει της ενδεικνύμενης για θερμοκρασίες από 0° έως 160° C

		Παροχή m ³ /h													
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
Θερμοκρασία °C	20	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0	140.0	150.0	160.0
	25	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.1	100.1	110.1	120.1	130.1	140.1	150.1	160.1
	30	30.0	40.1	50.1	60.1	70.1	80.1	90.1	100.1	110.1	120.2	130.2	140.2	150.2	160.2
	35	30.1	40.1	50.1	60.1	70.1	80.2	90.2	100.2	110.2	120.3	130.3	140.3	150.3	160.3
	40	30.1	40.1	50.2	60.2	70.2	80.2	90.3	100.3	110.3	120.4	130.4	140.4	150.5	160.5
	45	30.1	40.2	50.2	60.2	70.3	80.3	90.4	100.4	110.5	120.5	130.5	140.6	150.6	160.7
	50	30.2	40.2	50.3	60.3	70.4	80.4	90.5	100.5	110.6	120.6	130.7	140.7	150.8	160.8
	55	30.2	40.3	50.3	60.4	70.4	80.5	90.6	100.6	110.7	120.8	130.8	140.9	151.0	161.0
	60	30.2	40.3	50.4	60.5	70.5	80.6	90.7	100.8	110.8	120.9	131.0	141.1	151.2	161.2
	65	30.3	40.4	50.5	60.5	70.6	80.7	90.8	100.9	111.0	121.1	131.2	141.3	151.4	161.4
	70	30.3	40.4	50.5	60.6	70.7	80.8	90.9	101.0	111.2	121.3	131.4	141.5	151.6	161.7
	75	30.4	40.5	50.6	60.7	70.8	81.0	91.1	101.2	111.3	121.4	131.6	141.7	151.8	161.9
	80	30.4	40.5	50.7	60.8	71.0	81.1	91.2	101.4	111.5	121.6	131.8	141.9	152.0	162.2
	85	30.5	40.6	50.8	60.9	71.1	81.2	91.4	101.5	111.7	121.8	132.0	142.1	152.3	162.4
	90	30.5	40.7	50.9	61.0	71.2	81.4	91.5	101.7	111.9	122.0	132.2	142.4	152.6	162.7
	95	30.6	40.8	50.9	61.1	71.3	81.5	91.7	101.9	112.1	122.3	132.5	142.6	152.8	163.0
	100	30.6	40.8	51.0	61.2	71.5	81.7	91.9	102.1	112.3	122.5	132.7	142.9	153.1	163.3
	105	30.7	40.9	51.1	61.4	71.6	81.8	92.0	102.3	112.5	122.7	133.0	143.2	153.4	163.6
	110	30.7	41.0	51.2	61.5	71.7	82.0	92.2	102.5	112.7	123.0	133.2	143.5	153.7	164.0
	115	30.8	41.1	51.3	61.6	71.9	82.1	92.4	102.7	113.0	123.2	133.5	143.8	154.0	164.3
120	30.9	41.2	51.5	61.7	72.0	82.3	92.6	102.9	113.2	123.5	133.8	144.1	154.4	164.6	
125	30.9	41.2	51.6	61.9	72.2	82.5	92.8	103.1	113.4	123.7	134.1	144.4	154.7	165.0	
130	31.0	41.3	51.7	62.0	72.3	82.7	93.0	103.4	113.7	124.0	134.4	144.7	155.0	165.4	
135	31.1	41.4	51.8	62.2	72.5	82.9	93.2	103.6	114.0	124.3	134.7	145.0	155.4	165.7	
140	31.2	41.5	51.9	62.3	72.7	83.1	93.5	103.8	114.2	124.6	135.0	145.4	155.8	166.1	
145	31.2	41.6	52.0	62.5	72.9	83.3	93.7	104.1	114.5	124.9	135.3	145.7	156.1	166.5	
150	31.3	41.7	52.2	62.6	73.0	83.5	93.9	104.4	114.8	125.2	135.7	146.1	156.5	167.0	
155	31.4	41.8	52.3	62.8	73.2	83.7	94.2	104.6	115.1	125.5	136.0	146.5	156.9	167.4	
160	31.5	42.0	52.4	62.9	73.4	83.9	94.4	104.9	115.4	125.9	136.4	146.9	157.3	167.8	

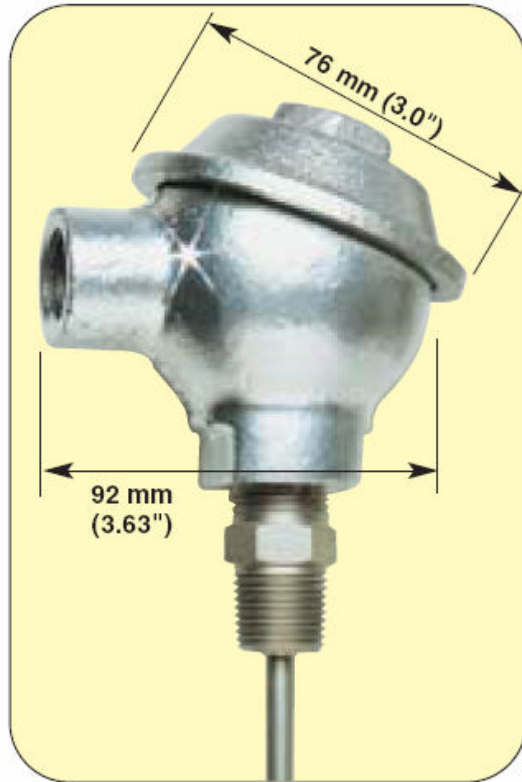
		Παροχή m ³ /h													
		170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300
Θερμοκρασία °C	20	170.0	180.0	190.0	200.0	210.0	220.0	230.0	240.0	250.0	260.0	270.0	280.0	290.0	300.0
	25	170.1	180.1	190.1	200.1	210.1	220.1	230.1	240.1	250.1	260.2	270.2	280.2	290.2	300.2
	30	170.2	180.2	190.2	200.3	210.3	220.3	230.3	240.3	250.3	260.3	270.3	280.4	290.4	300.4
	35	170.4	180.4	190.4	200.4	210.4	220.5	230.5	240.5	250.5	260.5	270.6	280.6	290.6	300.6
	40	170.5	180.5	190.6	200.6	210.6	220.7	230.7	240.7	250.8	260.8	270.8	280.8	290.9	300.9
	45	170.7	180.7	190.8	200.8	210.9	220.9	230.9	241.0	251.0	261.1	271.1	281.1	291.2	301.2
	50	170.9	180.9	191.0	201.0	211.1	221.1	231.2	241.2	251.3	261.3	271.4	281.5	291.5	301.6
	55	171.1	181.1	191.2	201.3	211.3	221.4	231.5	241.5	251.6	261.7	271.7	281.8	291.9	301.9
	60	171.3	181.4	191.5	201.5	211.6	221.7	231.8	241.8	251.9	262.0	272.1	282.1	292.2	302.3
	65	171.5	181.6	191.7	201.8	211.9	222.0	232.1	242.2	252.3	262.4	272.4	282.5	292.6	302.7
	70	171.8	181.9	192.0	202.1	212.2	222.3	232.4	242.5	252.6	262.7	272.8	282.9	293.0	303.1
	75	172.0	182.2	192.3	202.4	212.5	222.6	232.8	242.9	253.0	263.1	273.2	283.4	293.5	303.6
	80	172.3	182.5	192.6	202.7	212.9	223.0	233.1	243.3	253.4	263.5	273.7	283.8	294.0	304.1
	85	172.6	182.8	192.9	203.1	213.2	223.4	233.5	243.7	253.8	264.0	274.1	284.3	294.4	304.6
	90	172.9	183.1	193.2	203.4	213.6	223.8	233.9	244.1	254.3	264.4	274.6	284.8	294.9	305.1
	95	173.2	183.4	193.6	203.8	214.0	224.2	234.3	244.5	254.7	264.9	275.1	285.3	295.5	305.7
	100	173.5	183.7	193.9	204.2	214.4	224.6	234.8	245.0	255.2	265.4	275.6	285.8	296.0	306.2
	105	173.9	184.1	194.3	204.5	214.8	225.0	235.2	245.5	255.7	265.9	276.1	286.4	296.6	306.8
	110	174.2	184.5	194.7	204.9	215.2	225.4	235.7	245.9	256.2	266.4	276.7	286.9	297.2	307.4
	115	174.6	184.8	195.1	205.4	215.6	225.9	236.2	246.4	256.7	267.0	277.2	287.5	297.8	308.1
120	174.9	185.2	195.5	205.8	216.1	226.4	236.7	247.0	257.3	267.5	277.8	288.1	298.4	308.7	
125	175.3	185.6	195.9	206.2	216.6	226.9	237.2	247.5	257.8	268.1	278.4	288.7	299.1	309.4	
130	175.7	186.0	196.4	206.7	217.0	227.4	237.7	248.1	258.4	268.7	279.1	289.4	299.7	310.1	
135	176.1	186.5	196.8	207.2	217.5	227.9	238.3	248.6	259.0	269.3	279.7	290.1	300.4	310.8	
140	176.5	186.9	197.3	207.7	218.1	228.4	238.8	249.2	259.6	270.0	280.4	290.7	301.1	311.5	
145	177.0	187.4	197.8	208.2	218.6	229.0	239.4	249.8	260.2	270.6	281.0	291.5	301.9	312.3	
150	177.4	187.8	198.3	208.7	219.1	229.6	240.0	250.4	260.9	271.3	281.8	292.2	302.6	313.1	
155	177.9	188.3	198.8	209.2	219.7	230.2	240.6	251.1	261.6	272.0	282.5	292.9	303.4	313.9	
160	178.3	188.8	199.3	209.8	220.3	230.8	241.3	251.8	262.2	272.7	283.2	293.7	304.2	314.7	

Πίνακας 3-2: Πίνακας χρωματικού κώδικα καλωδίων – Συνδεσμολογία

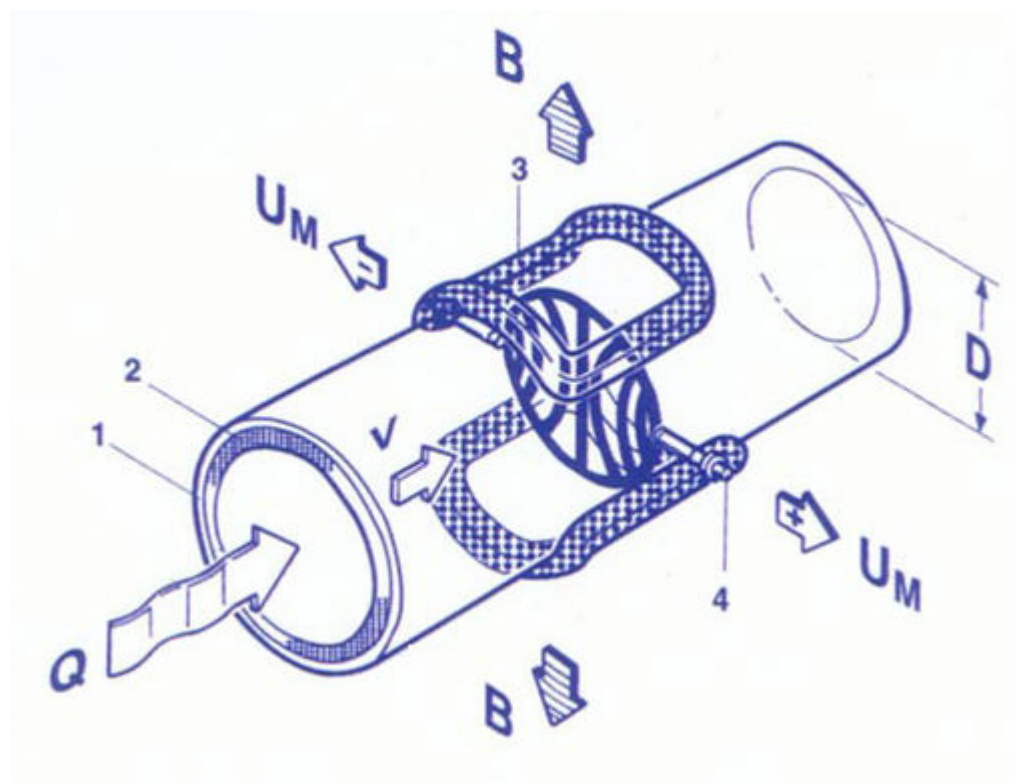
Καλωδίωση UTP -5		
Pin	Χρώμα	Αντιστοίχιση συσκευής
1	Μπλε	7-γείωση στο δοχείο
2		
3	Μπλε – άσπρο	9-έλεγχος άνω στάθμης
4	Πράσινο – άσπρο	
5	Πράσινο	8-έλεγχος κάτω στάθμης
6	Καφέ	
7	Καφέ – άσπρο	
8	Πορτοκαλί – άσπρο	
9		

Πίνακας 3-3: Πίνακας χρωματικού κώδικα καλωδίων – Συνδεσμολογία συσκευών

Καλωδίωση UTP -5		
Pin	Χρώμα	Σύνδεση
1	Μπλε	SV1 – Ατμού
2	Μπλε – άσπρο	SV2 – Εισόδου νερού
3	Πράσινο	SV3 – Εξόδου νερού
4	Πράσινο – άσπρο	SV4 – By pass
5	Καφέ	MFM
6	Πορτοκαλί	GND
7		
8		
9		

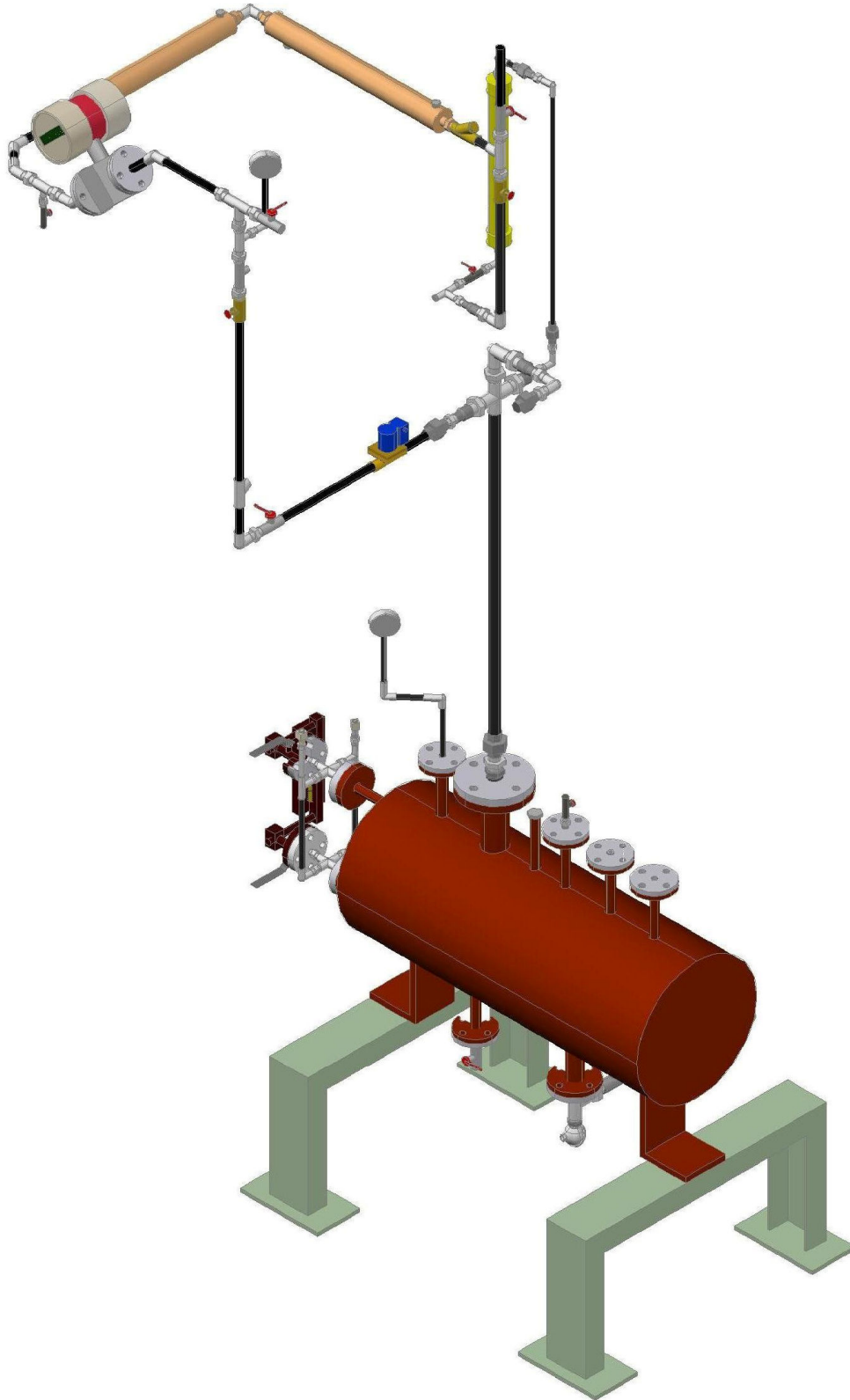


Σχήμα 3-1: Θερμοστοιχείο τύπου K

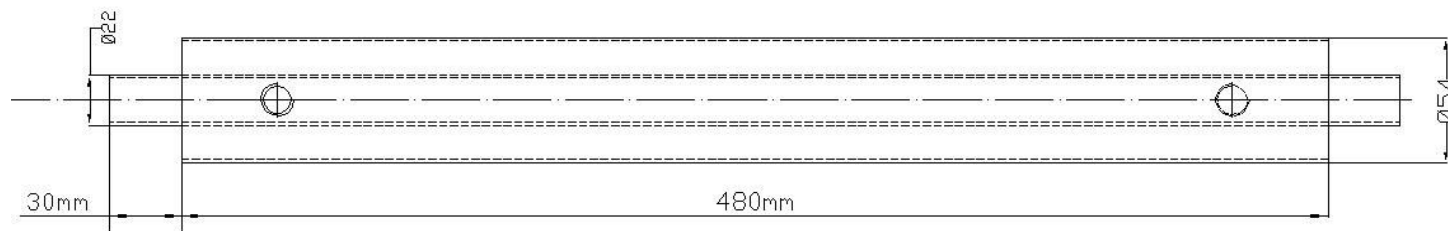
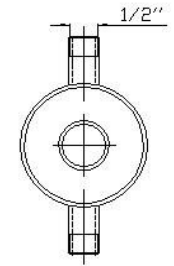
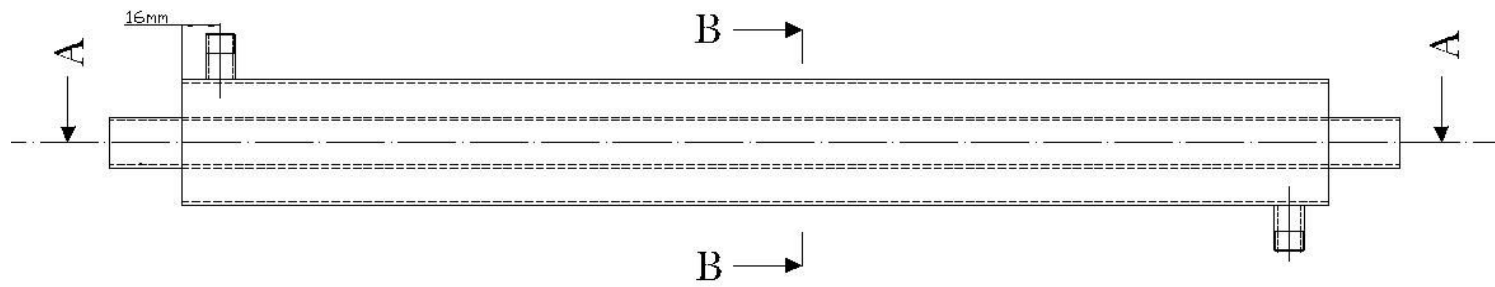


1	Μετρητικός σωλήνας
2	Μονωτική επάλειψη
3	Πηνίο Διέγερσης
4	Ηλεκτρόδια
B	Μαγνητικό πεδίο
U_m	ΗΕΔ
Q	Παροχή όγκου
V	Ταχύτητα ρευστού

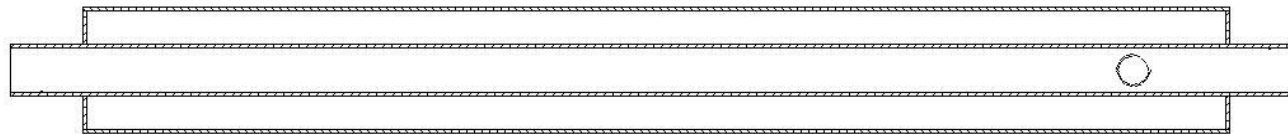
Σχήμα 3-2: Αρχή λειτουργίας μαγνητικού ροόμετρου



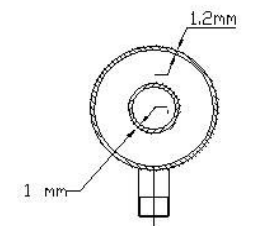
Σχήμα 3-3: Κλάδος τοποθέτησης μαγνητικού ροομέτρου - Κλάδος παράκαμψης του τμήματος δοκιμών By Pass 2.



A - A

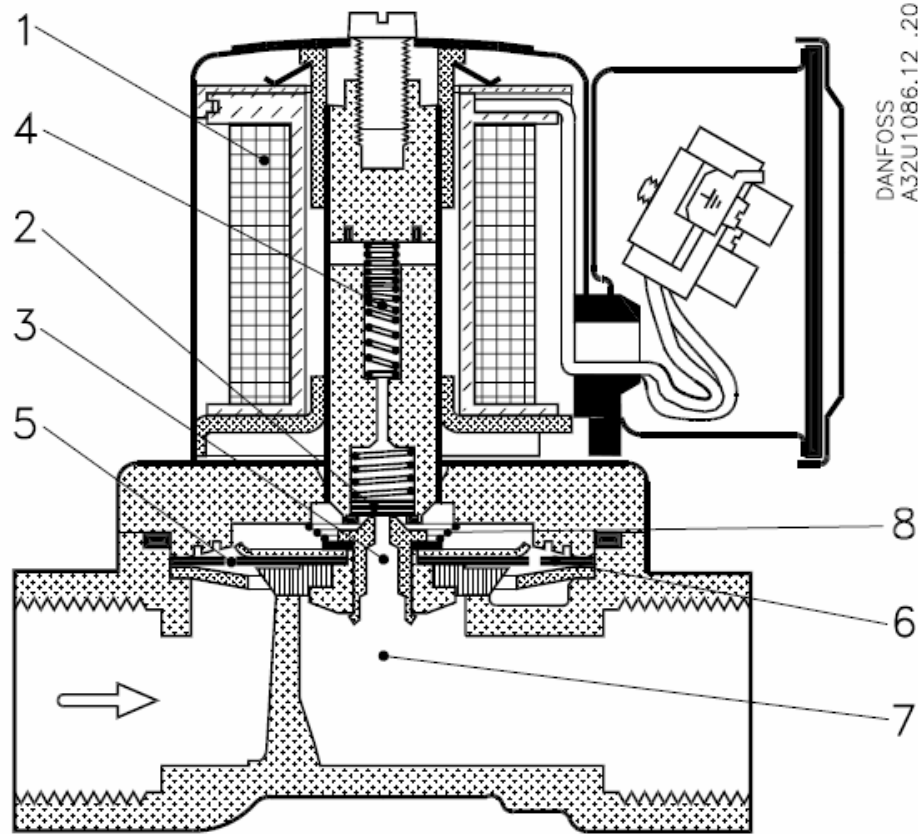


B - B



Σχήμα 3-4: Εναλλάκτης αντιρροής

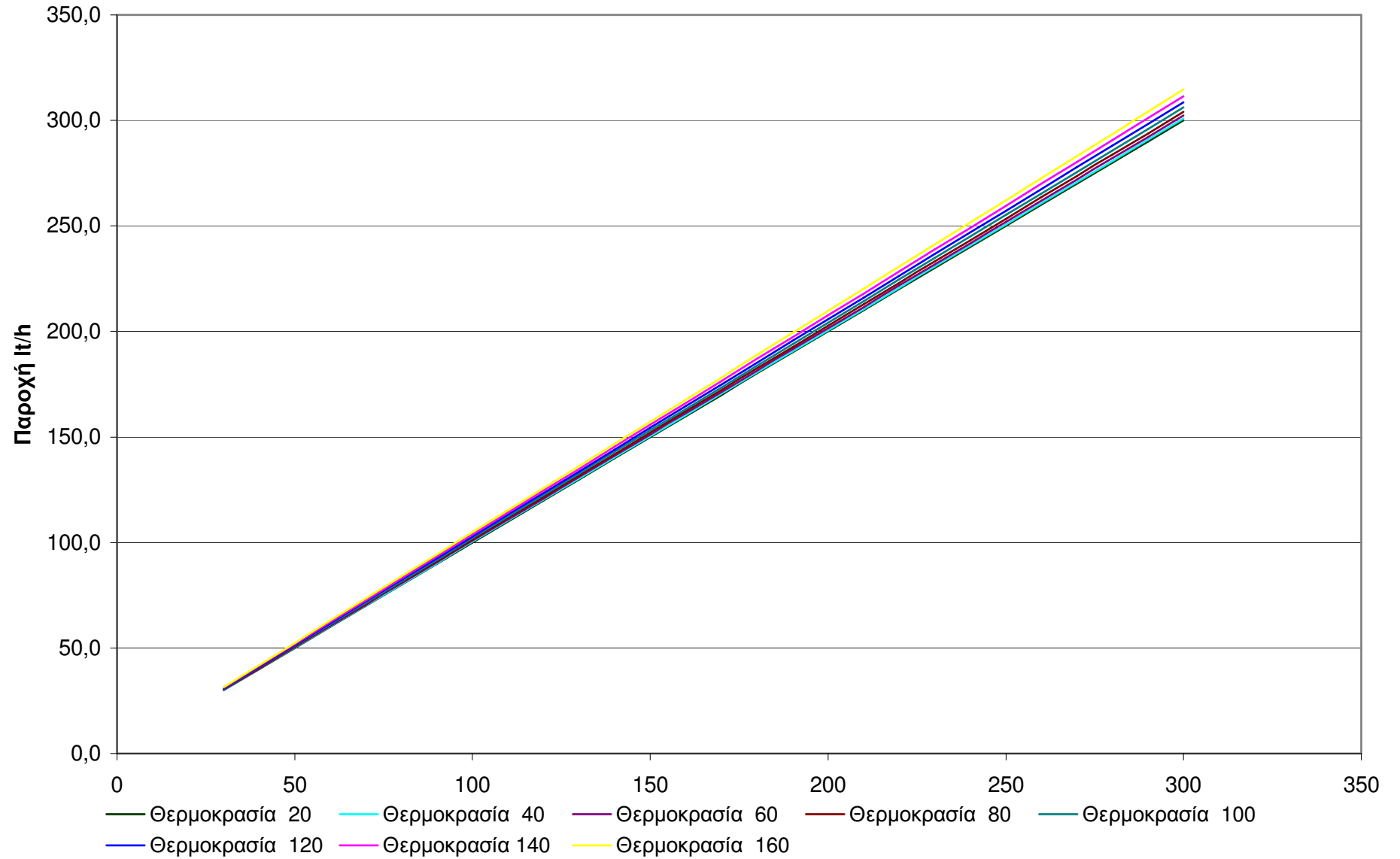
EV225B



1	Πηνίο οπλισμού
2	Έλασμα στεγάνωσης οδηγού διαφράγματος
3	Στόμιο οδηγού διαφράγματος
4	Ελατήριο οπλισμού
5	Διάκενο εξίσωσης πίεσης κατά μήκος του διαφράγματος
6	Διάφραγμα
7	Κεντρικό διάκενο
8	Ελατήριο επαναφοράς ελάσματος στεγάνωσης οδηγού διαφράγματος

Σχήμα 3-5: Σωληνοειδής βαλβίδα

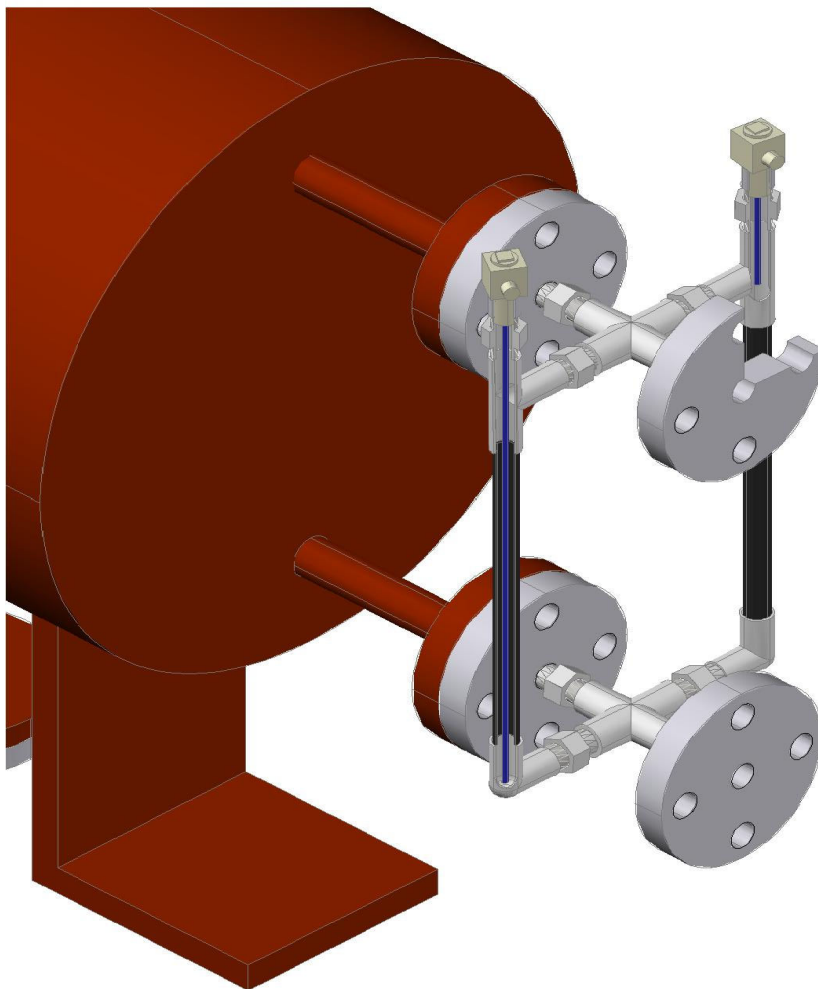
Καμπύλες παροχής για Θερμοκρασίες C



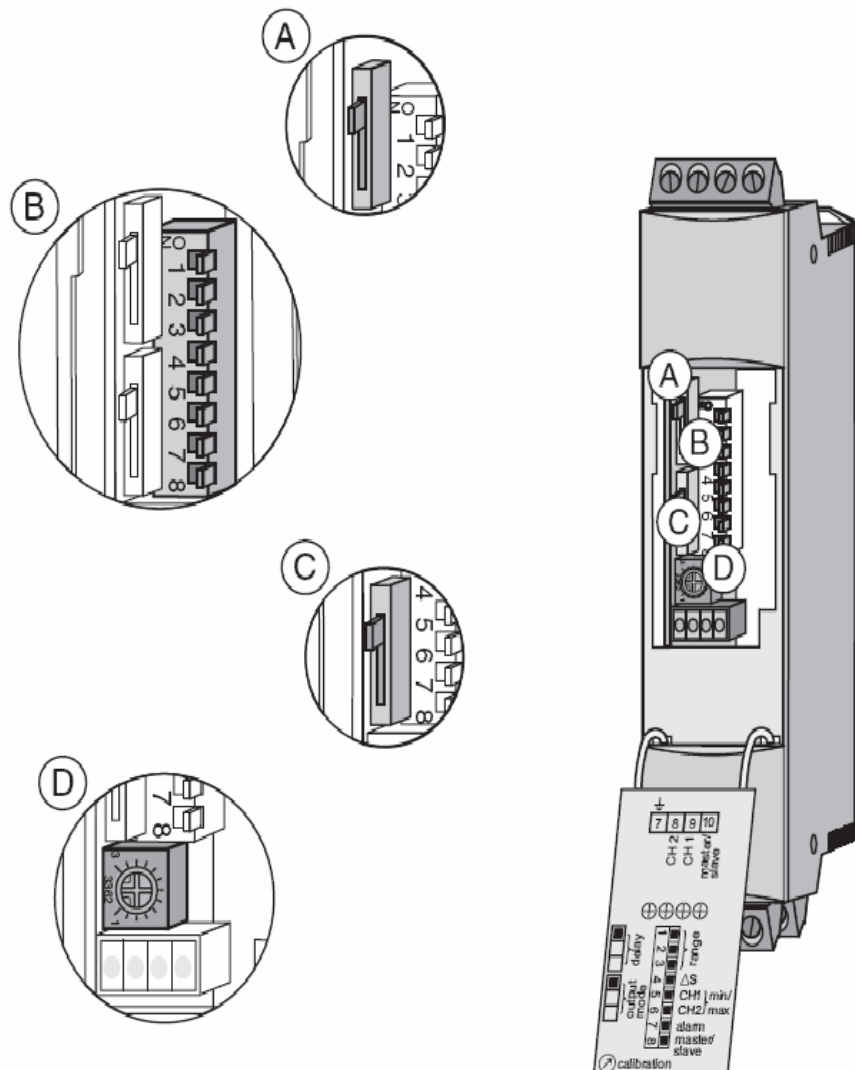
Σχήμα 3-6: Καμπύλες πραγματικής παροχής για θερμοκρασίες °



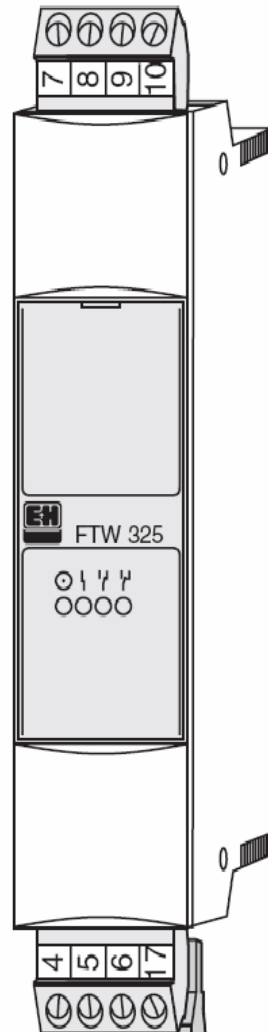
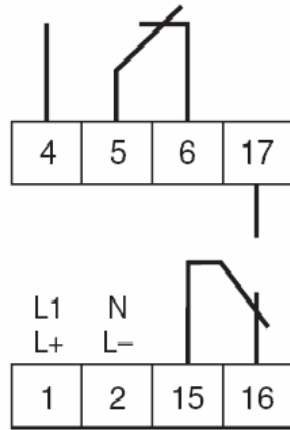
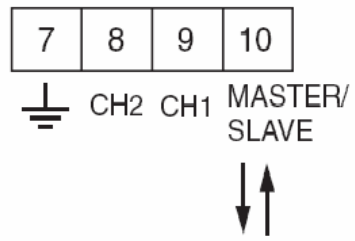
Σχήμα 3-7: Ιχνηλάτης



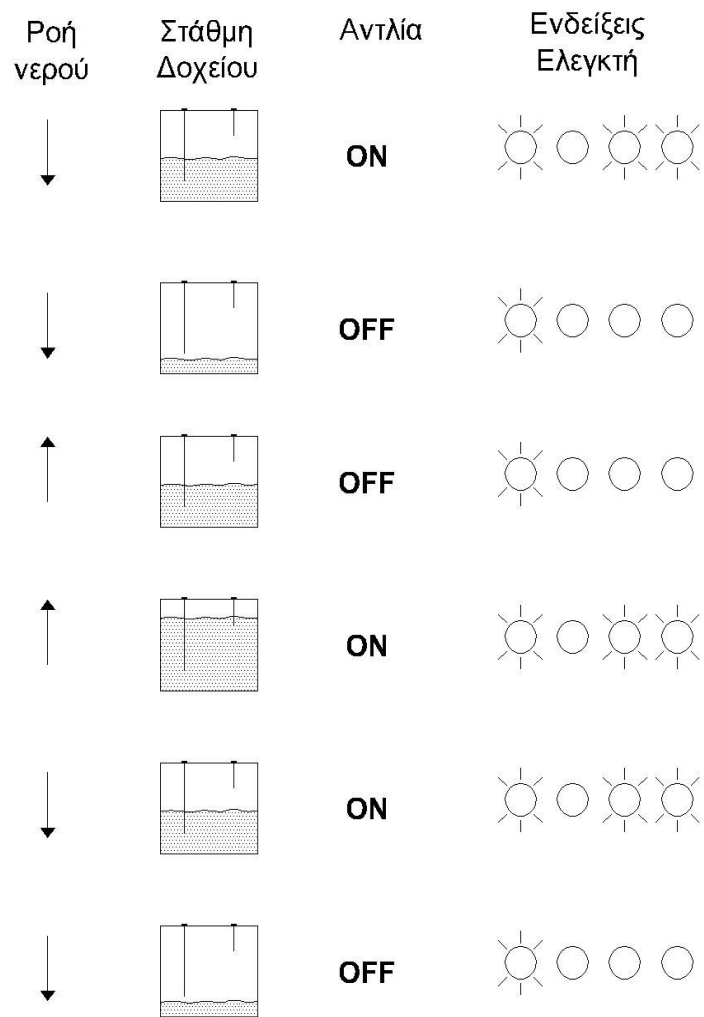
Σχήμα 3-8: Τοποθέτηση ιχνηλατών



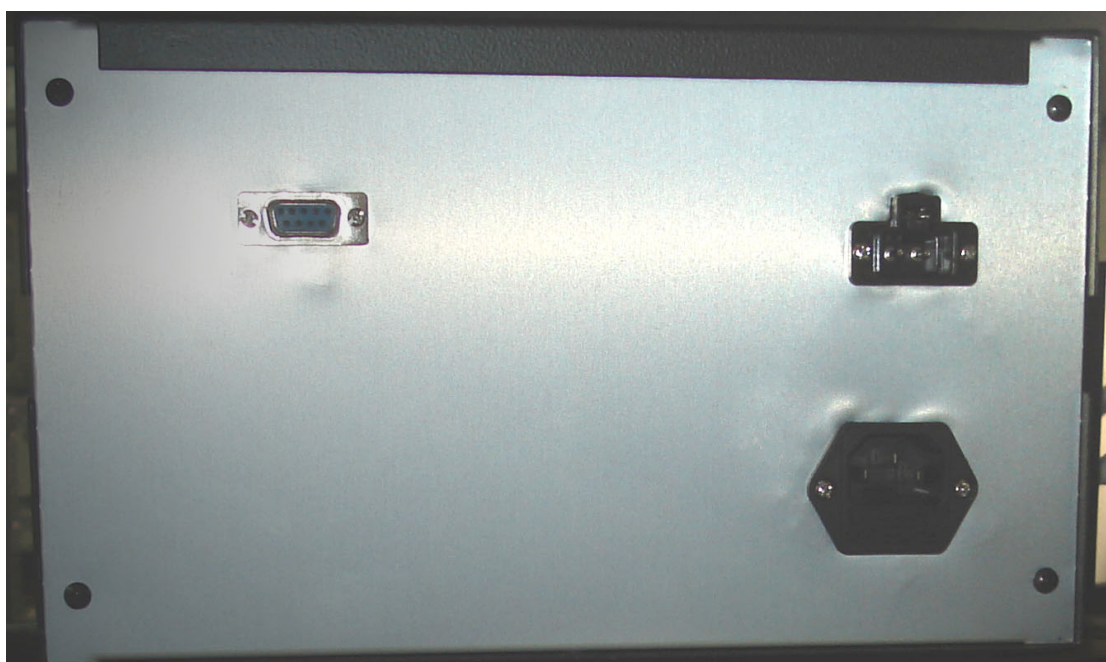
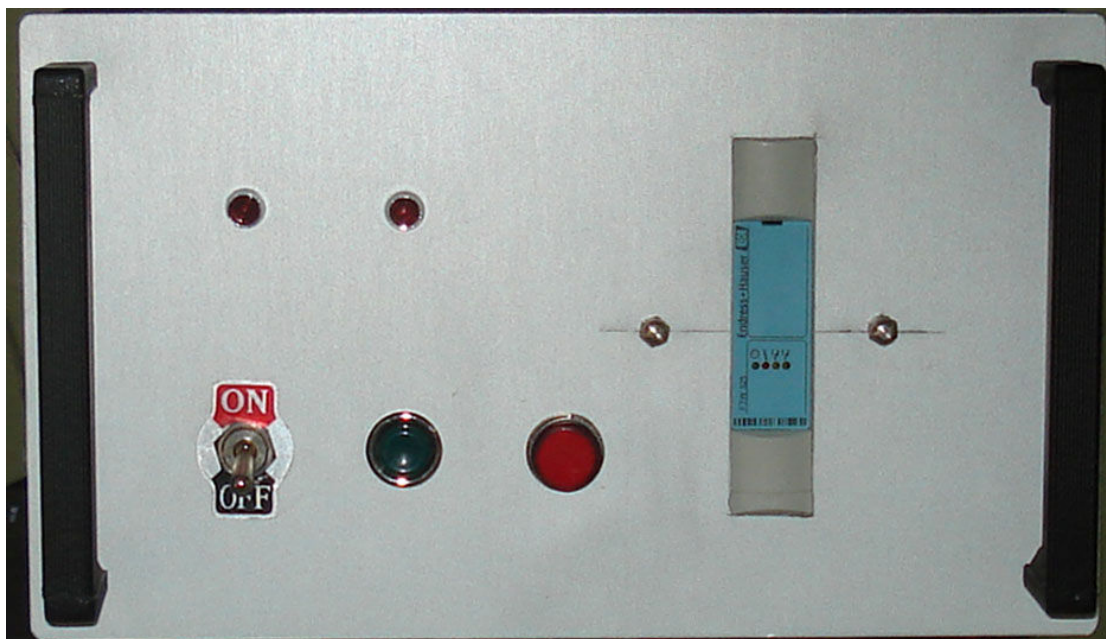
Σχήμα 3-9: Διακόπτες και ροοστάτης ρύθμισης ελεγκτή



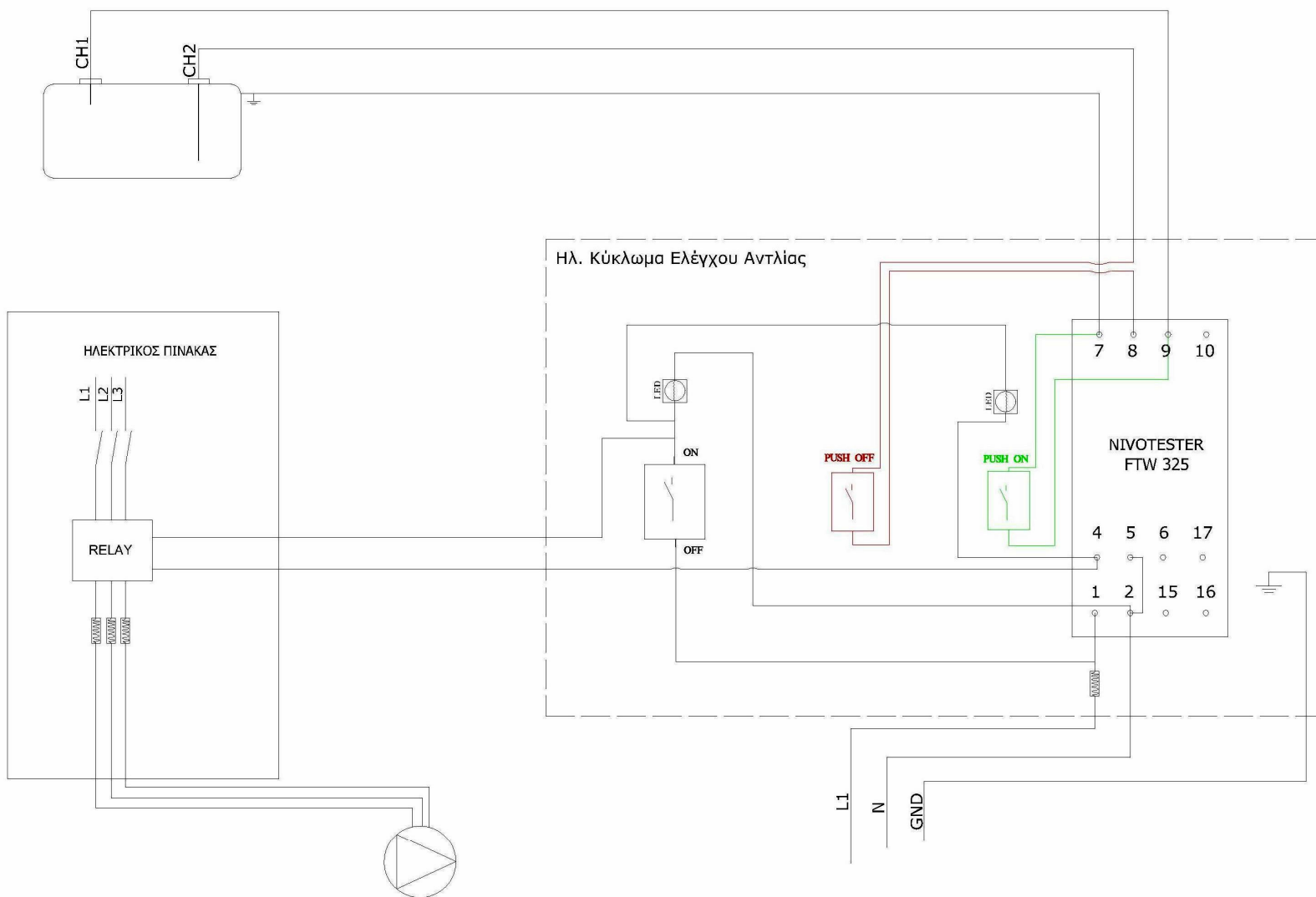
Σχήμα 3-10: Συνδεσμολογία του ελεγκτή



Σχήμα 3-11: Κύκλος λειτουργίας του ηλεκτρονικού συστήματος ελέγχου



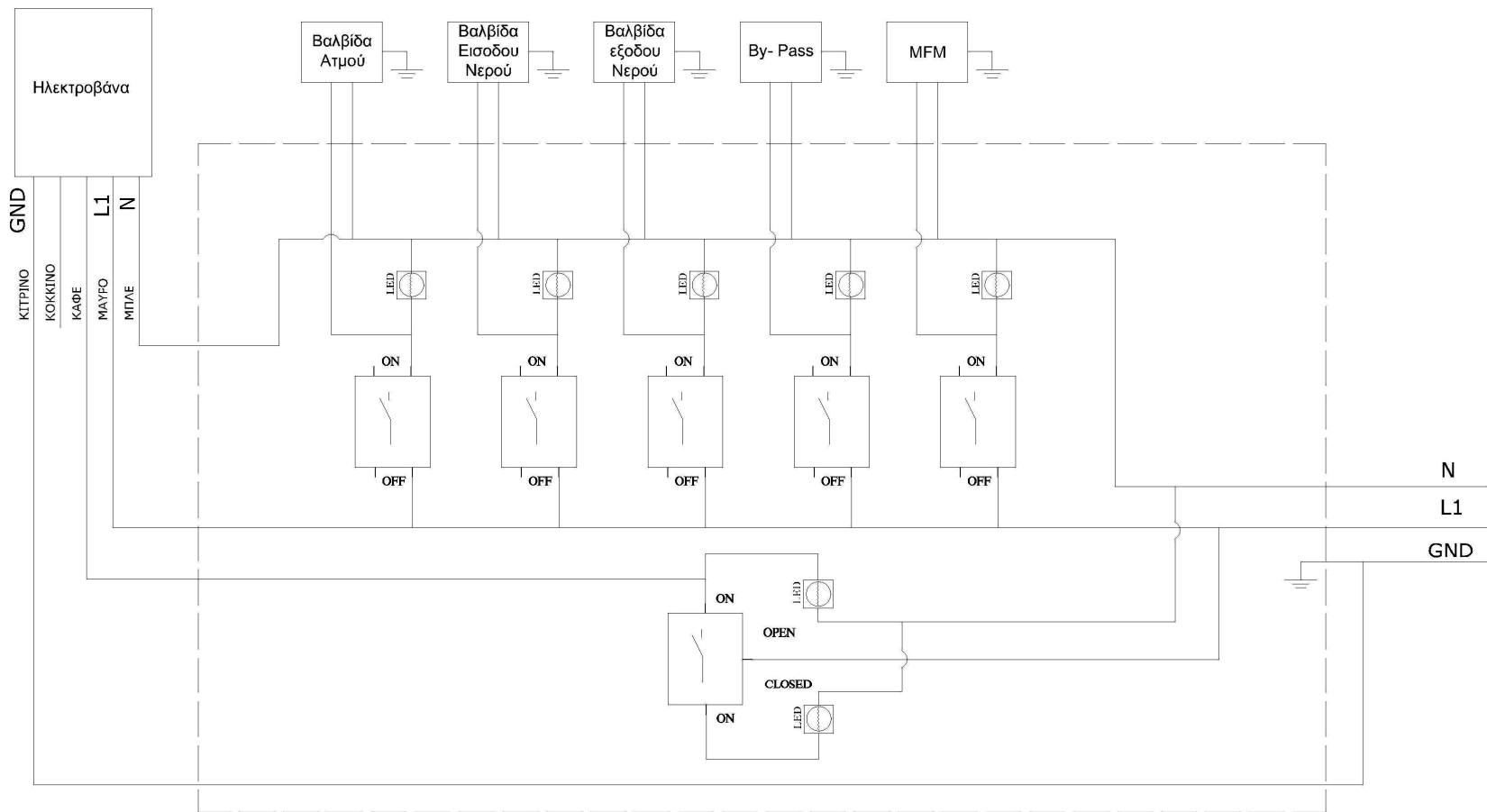
Σχήμα 3-12: Πρόσοψη και πίσω όψη ηλεκτρολογικού κουτιού



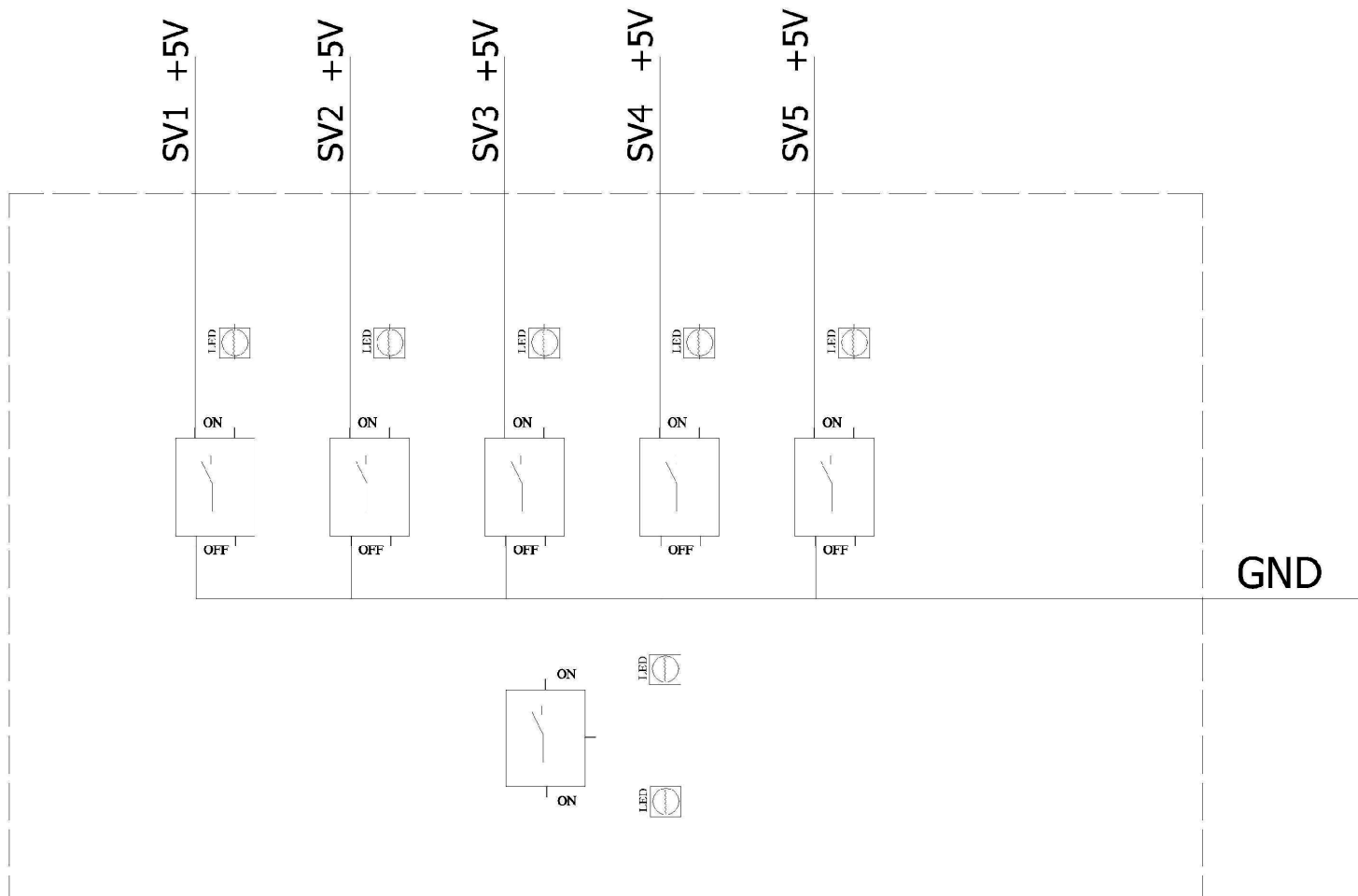
Σχήμα 3-13: Ηλεκτρολογικό κύκλωμα δοχείου συγκεντρώσεως



Σχήμα 3-14: Πρόσωση και πίσω όψη ηλεκτρολογικού



Σχήμα 3-15: Ηλεκτρικό κύκλωμα σωληνοειδούς – ηλεκτροβάννα



Σχήμα 3-16: Ηλεκτρικό κύκλωμα απεικόνισης συσκευών δισταθούς λειτουργίας

4 Απευθείας σύνδεση στο ΘΥΚ II μεταλλακτών και επενεργητών. με χρήση μονάδων προσαρμογής σήματος συνδεδεμένων σε Η/Υ

Σε προηγούμενο κεφάλαιο αναφερθήκαμε σε συσκευές ελέγχου και παρακολούθησης της εγκατάστασης. Τέτοιες συσκευές όπως είναι οι μεταλλάκτες πίεσης και τα θερμοστοιχεία παράγουν κατά κύριο λόγο αναλογικό σήμα, δηλαδή μια μικρή τάση. Αυτό το σήμα πρέπει να μετατραπεί σε ψηφιακή πληροφορία ώστε να είναι εκμεταλλεύσιμη από τον Η/Υ. Ο Η/Υ με την χρήση κατάλληλων προγραμμάτων θα μετατρέψει την ψηφιακή πληροφορία στην αντίστοιχη μονάδα μέτρησης (πίεση ή θερμοκρασία στην περίπτωση μας.) Για να μετατρέψουμε την πληροφορία από αναλογική σε ψηφιακή χρησιμοποιούμε ειδική μονάδα προσαρμογής συνδεδεμένη στον δίαυλο (Bus) του Η/Υ. Αυτή η μονάδα ονομάζεται αναλογικό-ψηφιακός μετατροπέας (ADC - Analog to Digital Converter). Παράλληλα με τον ADC χρησιμοποιείται και εξωτερική μονάδα ενισχυτή – πολύπλέκτη (Multiplexer). Ο πολυπλέκτης δεν έχει την δυνατότητα να κάνει αναλογό – ψηφιακές μετατροπές, αλλά εξυπηρετεί δύο βασικούς σκοπούς:

- Πρώτον συλλέγει αναλογικά σήματα από σταθμούς μέτρησης που παράγουν σήματα πολύ χαμηλής τάσης (όπως τα θερμοστοιχεία) και τα ενισχύει σε υψηλότερες τάξεις μεγέθους ώστε να μπορούν να διαβαστούν από τον ADC.
- Δεύτερον έχει την δυνατότητα να πλέκει τα κανάλια εισόδου του σε ένα μόλις κανάλι εξόδου. Αυτό είναι πολύ σημαντικό γιατί αν αναλογιστούμε ότι ένας κοινός ADC έχει μόνο 8 κανάλια εισόδου, τότε θα έπρεπε να παίρνουμε μετρήσεις μόνο από 8 σταθμούς μέτρησης. Με τον πολυπλέκτη όμως έχουμε την δυνατότητα να συνδέσουμε την μοναδική του έξοδο σε μία είσοδο του ADC και έτσι από ένα κανάλι αυτού να πάρουμε παραπάνω από μία μετρήσεις από διαφορετικά όργανα.

Στην εγκατάσταση μας χρησιμοποιούνται μονάδες προσαρμογής της εταιρίας ADVANTECH Co. Ltd. και πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν:

- 1 Αναλογοψηφιακός μετατροπέας τύπου PCL- 818 HG
- 1 Ενισχυτής πολυπλέκτης τύπου PCLD- 789D
- 1 Τερματική πλακέτα τύπου PLCD -8115

Αντίστοιχες μονάδες προσαρμογής της ίδιας εταιρίας αλλά άλλου τύπου έχουν χρησιμοποιηθεί και στο ΘΥΚ Ι. Στην συνέχεια θα παρατεθούν τα βασικότερα χαρακτηριστικά της κάθε μονάδας και ο τρόπος που αυτές συγκροτήθηκαν. Για περισσότερες πληροφορίες για τις εν λόγω μονάδες βλ [3] [10]

4.1 Αναлогоψηφιακός μετατροπέας

Η μονάδα PCL-818HG της Advantech Co. Ltd διαθέτει δύο συστήματα μετατροπής:

- Το υποσύστημα αναлогоψηφιακής μετατροπής που μετατρέπει την αναλογική πληροφορία σε ψηφιακή
- Το υποσύστημα ψηφιοαναλογικής μετατροπής που μετατρέπει την ψηφιακή πληροφορία σε αναλογικό σήμα

Στην παρούσα φάση της διπλωματικής εργασίας γίνεται χρήση μόνο του πρώτου υποσυστήματος . Επιπλέον η μονάδα διαθέτει δύο ψηφιακά κανάλια. ένα για την είσοδο και ένα για την έξοδο. Το κανάλι εισόδου όπως είδαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο χρησιμοποιήθηκε για το έλεγχο των συσκευών δισταθούς κατάστασης λειτουργίας (βλ § 2.6).

Η σύνδεση του ADC με τον πολυπλέκτη και την τερματική πλακέτα γίνεται μέσω τριών ακροδεκτών (connectors) CN1, CN2 & CN3, ψηφιακής εξόδου, εισόδου και αναλογικής εισόδου-εξόδου αντίστοιχα.

4.1.1 Βασικά Χαρακτηριστικά

i. Διακριτική ικανότητα

Διακριτική ικανότητα ορίζεται ως το ελάχιστο σήμα εισόδου που προκαλεί μεταβολή στην έξοδο. Αν θεωρήσουμε ότι ο καταχώρησης δεδομένων (Data Buffer Register) του ADC έχει n το πλήθος δυαδικά ψηφία τότε το αναλογικό σήμα εισόδου ψηφιοποιείται το πολύ σε 2^n τιμές. Στην περίπτωσή μας ο PCL-818HG έχει $n = 12$. δηλαδή η διακριτική του ικανότητα είναι δώδεκα το πλήθος δυαδικά ψηφία που σημαίνει ότι:

- Το μέγιστο σήμα εισόδου που αντιστοιχεί στην V_{max} μετατρέπεται στην ψηφιακή πληροφορία $4095 (2^{12} - 1)$
- Το ελάχιστο σήμα εισόδου που αντιστοιχεί στην V_{min} μετατρέπεται στην ψηφιακή πληροφορία $0 (2^0 - 1)$

- Για το τυχαίο V όπου $V_{\min} < V < V_{\max}$ θα έχω:

$$\text{Ψηφιακή πληροφορία} = (2^v - 1) * (V - V_{\min}) / (V_{\max} - V_{\min})$$

Η διακριτική ικανότητα του ADC σε μονάδες τάσης ορίζεται ως :

$$\text{Διακριτική ικανότητα} = \frac{1}{2^v} * (V_{\max} - V_{\min}) .$$

Δηλαδή σε περιοχή λειτουργίας 0 -10 V $\text{Διακριτική ικανότητα} = 0.00244 \text{ V} = 2.44 \text{ mV}$

ii. Περιοχή λειτουργίας

Περιοχή λειτουργίας του αναλογικό – ψηφιακού μετατροπέα ορίζεται ως όλες οι τιμές των τάσεων (εύρος τάσεων) εισόδου που μπορεί να δεχθεί ο ADC και να τις μετατρέψει σε ψηφιακή πληροφορία. Η περιοχή αυτή εξαρτάται άμεσα από το σήμα εισόδου. Στον ADC μπορεί να τροφοδοτηθεί είτε μονοπολικό (unipolar) είτε διπολικό (bipolar) σήμα εισόδου :

Για μονοπολικό σήμα εισόδου οι τιμές των τάσεων (περιοχή λειτουργίας) που μπορεί να δεχθεί ο ADC είναι οι εξής:

Από 0 V εως +0.01 V

ή 0 V εως +0.1 V

ή 0 V εως +1 V

ή 0 V εως +10 V

Για διπολικό σήμα εισόδου οι τιμές των τάσεων (περιοχή λειτουργίας) που μπορεί να δεχθεί ο ADC είναι οι εξής:

Από -0.005 V εως +0.005 V

ή -0.01 V εως +0.01 V

ή -0.05 V εως +0.05 V

ή -0.1 V εως +0.1 V

ή -0.5V εως +0.5 V

ή -1 V εως +1 V

ή -5V εως +5 V

ή $-10V$ εως $+10 V$

Επίσης θα πρέπει να αναφέρουμε ότι η μέγιστη επιτρεπόμενη τάση που μπορεί να δεχθεί ως είσοδο (Overvoltage είναι $\pm 30 V$

iii. Συνδεσμολογία αναλογικής εισόδου:

Το σήμα εισόδου που μπορεί να τροφοδοτηθεί στον ADC εξαρτάται άμεσα από τον τρόπο που θα συνδεθεί η πηγή του προς ψηφιοποίηση αναλογικού σήματος. Για μονοπολικό σήμα εισόδου ακολουθούμε την αναφερόμενη ως απλή σύνδεση. ενώ για διπολικό σήμα εισόδου ακολουθούμε την αναφερόμενη ως διαφορική σύνδεση Έστω μια πηγή τάσεως με δύο ακροδέκτες (θετικό – αρνητικό) και ένα κανάλι του ADC όπως φαίνεται στο σχήμα 4.1

- Απλή Σύνδεση (single – ended): Εδώ απαιτείται η σύνδεση μόνο του θετικού πόλου της πηγής τάσεως προς το κανάλι High του ADC . Ο άλλος πόλος της πηγής καθώς και ο ακροδέκτης Low βραχυκυκλώνονται με την γη του συστήματος. Η τάση που μετράμε είναι η τάση του θετικού πόλου ως προς την γη. δηλαδή γίνεται μέτρηση δυναμικού.
- Διαφορική Σύνδεση (diferential): Εδώ απαιτείται η σύνδεση και των δύο πόλων της πηγής τάσεως. Ο θετικός πόλος συνδέεται οδηγείται στο κανάλι High του ADC.ενώ ο αρνητικός πόλος στο κανάλι Low του ADC . Συνίσταται να γειώνεται ο αρνητικό ακροδέκτης με την γη του ADC. Εδώ μετράτε η διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο ακροδεκτών της πηγής τάσεως.

iv. Εσωτερικός πολυπλέκτης

Η μονάδα διαθέτει εσωτερικό πολύπλεκτη με δυνατότητα επιλογής 16 καναλιών απλής σύνδεσης (single – ended) η 8 καναλιών διαφορικής σύνδεσης (differential) . Η επιλογή γίνεται από κατάλληλο διακόπτη (jumper) .

Εδώ θα πρέπει να αναφέρουμε ότι διατίθεται επιπλέον ένα κανάλι στον χρήστη για ψηφιοαναλογική μετατροπή, όμως όπως αναφέραμε και πριν δεν θα ασχοληθούμε στην παρούσα διπλωματική εργασία με τέτοιου είδους μετατροπή. Επιπλέον διατίθενται 16 ψηφιακά κανάλια εισόδου και 16 ψηφιακά κανάλια εξόδου συμβατά με την τεχνολογία TLL/DTL .

v. Χρόνος Δειγματοληψίας

Χρόνος δειγματοληψίας ορίζεται ως η συχνότητα με την οποία ο ADC ανατρέχει στα κανάλια του για να μετατρέψει τις αναλογικές πληροφορίες σε ψηφιακές. Οι κατασκευαστές της εν λόγω μονάδας δίνουν στον χρήστη την δυνατότητα να επιλέξει ανάμεσα σε 2 συχνότητες:

- 1 Mhz
- 10 Mhz

vi. Σκανδαλισμός

Δίνονται στον χρήστη τρεις δυνατότητες για την έναρξη μια αναλογικό-ψηφιακής μετατροπής:

- Είτε από πρόγραμμα που θα ορίζει ο χρήστης πότε θα ξεκινά η μετατροπή
- Είτε από εσωτερικό προγραμματιζόμενο ρυθμοδότη που βρίσκεται πάνω στην μονάδα
- Είτε από εξωτερικό ρυθμοδότη

4.1.2 Ρυθμίσεις του προσαρμογέα

Στο σχήμα 4.2 εμφανίζονται οι σχετικές θέσεις των βραχυκυκλωτήρων των διακοπών και των ποτενσιόμετρων του ADC. Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε ο PCL – 818 HG διαθέτει 2 διακόπτες (switches) 6 βραχυκυκλωτήρες (jumpers) 6 ποτενσιόμετρα οι οποίοι ρυθμίζουν την μονάδα ως εξής:

Διακόπτης SW1



Εδώ πρέπει να επιλεγθούν οι διευθύνσεις με τις οποίες θα επικοινωνεί ο ADC με τον H/Y. Ανάλογα με τον αν έχουμε τον καταχωρητή FIFO ενεργό η ανενεργό αλλάζει και ο αριθμός των απαιτούμενων διευθύνσεων. Για ενεργό καταχωρητή απαιτούνται 32 θέσεις διευθύνσεων ενώ για ανενεργό 16.

Επιλέχθηκε η δεκαεξαδική διεύθυνση (hex) 300 – 30F . η οποία είναι προτεινόμενη από τον κατασκευαστή

Σε περίπτωση που εισάγουμε παρόμοια μονάδα προσαρμογής στην H/Y τότε θα πρέπει να αλλάξουμε τις διευθύνσεις της μίας εκ των δυο μονάδων. Για να επιλέξουμε κάποιο άλλο εύρος διευθύνσεων πρέπει να απευθυνθούμε στον πίνακα επιλογής διευθύνσεων που υπάρχει στον οδηγό [15] του μετατροπέα.

Διακόπτης SW2









Από την μονάδα προσφέρονται είτε 16 κανάλια απλής απόληξης η 8 διαφορικά. Τοποθετώντας τον διακόπτη στην θέση DIFF (differential) επιλέγονται τα διαφορικά κανάλια. ενώ αν τοποθετηθεί στην θέση S/E (Single – ended) επιλέγονται τα απλά

Switches	Function Description	
SW2		Differential (default)
		Single-ended

Επιλέχθηκε η τιμή DIFF

Βραχυκυκλωτήρας JP1 – JP4

Οι βραχυκυκλωτήρες JP1 – JP4 εναλλάσσουν την ψηφιακή έξοδο των καναλιών 0 - 3 μεταξύ του Connector CN1 και CN3. Και στους τέσσερις διακόπτες παρέμειναν οι προεπιλεγμένες ρυθμίσεις.

Jumpers	Function Description	
JP1 (first)		S0
		D0 (default)
JP1 (second)		S1
		D1 (default)
JP1 (third)		S2
		D2 (default)
JP1 (fourth)		S3
		D3 (default)

Επιλέχθηκε η τιμή D0





Επιλέχθηκε η τιμή D1

Επιλέχθηκε η τιμή D2

Επιλέχθηκε η τιμή D3

Βραχυκυκλωτήρας JP5

Ο εν λόγω βραχυκυκλωτήρας αποτελείται από 2 επιμέρους βραχυκυκλωτήρες. Ο πάνω βραχυκυκλωτήρας επιλέγει την πηγή σκανδαλισμού της μονάδας ενώ ο κάτω βραχυκυκλωτήρας την θύρα ελέγχου για τον μετρητή 0 του ενσωματωμένου Intel 8254 timer. Και στις δύο περιπτώσεις οι βραχυκυκλωτήρες παρέμειναν στις προεπιλεγμένες θέσεις από τον κατασκευαστή.



Jumpers	Function Description	
JP5 (Upper)		G0 (default)
		DI2
JP5 (Lower)		Ext. (default)
		DI0

Επιλέχθηκε η τιμή G0

Επιλέχθηκε η τιμή EXT.

Βραχυκυκλωτήρας JP6



Εδώ γίνεται η επιλογή για τον αν θα είναι ενεργοποιημένος η όχι ο καταχωρήσης FIFO. Όπως είδαμε και προηγούμενος αν ενεργοποιήσουμε τον καταχωρητή διπλασιάζονται οι απαιτούμενες θέσεις διεύθυνσεως καθώς τα δεδομένα αποθηκεύονται και στον καταχωρητή δεδομένων αλλά και στον καταχωρητή FIFO.

Jumpers	Function Description	
JP6		Disabled
		Enabled (default)

Επιλέχθηκε η τιμή Disabled

Βραχυκυκλωτήρας JP7



Η μονάδα δίνει την δυνατότητα να γίνεται απευθείας μεταφορά των δεδομένων της προς την μνήμη. Δύναται επιλογή μεταξύ δυο καναλιών. Channel 1 και Channel 3. Στην παρούσα διπλωματική εργασία δεν γίνεται χρήση αυτής της επιλογής. οπότε αφήνετε ο βραχυκυκλωτήρας στην προεπιλεγμένη θέση από τον κατασκευαστή.

Jumpers	Function Description	
JP7		Channel 3 (default)
		Channel 1

Επιλέχθηκε η τιμή Channel 3

Βραχυκυκλωτήρας JP8

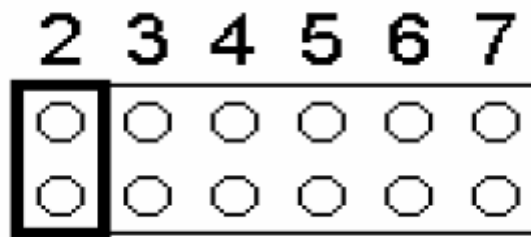
Στην μονάδα του ADC είναι ενσωματωμένος ο εσωτερικός ρυθμοδότης Intel 8254 timer ο οποίος μπορεί να προγραμματιστεί ανάμεσα σε δύο συχνότητες: το 1MHz και τα 10MHz. Στην παρούσα διπλωματική εργασία η ρυθμοδότηση θα γίνεται μέσω προγράμματος οπότε αφαιθήκε η προεπιλογή του κατασκευαστή.

Jumpers	Function Description	
JP8		1 MHz (default)
		10 MHz

Επιλέχθηκε η τιμή 1 MHz (default)

Βραχυκυκλωτήρας JP9



Από εδώ ελέγχεται η παρενθετική διακοπή (interrupt) 2 έως 7 που δημιουργεί η FIFO όταν είναι κατά το ήμισυ γεμάτη. Όπως προαναφέρθηκε στην παρούσα διπλωματική δεν χρησιμοποιήθηκε η λειτουργία της FIFO και έτσι ο βραχυκυκλωτήρας παρέμεινε στην προεπιλεγμένη θέση.



Επιλέχθηκε η τιμή 2

Βραχυκυκλωτήρας JP11



Σε αυτόν τον βραχυκυκλωτήρα επιλέγεται η πηγή της τάσεως αναφοράς για τους ψηφιοαναλογικούς μετατροπείς (D/A). Η πηγή μπορεί να είναι εσωτερική η εξωτερική

Jumpers	Function Description	
JP11		External
		Internal (default)

Επιλέχθηκε η τιμή Internal

Βραχυκυκλωτήρας JP10

Σε περίπτωση που έχει επιλεγθεί η εσωτερική τάση αναφοράς (βραχυκυκλωτήρας JP11) τότε αυτή μπορεί να πάρει δύο τιμές : 5 V ή 10 V .

Jumpers	Function Description	
JP10		5 V (default)
		10 V

Επιλέχθηκε η τιμή 10V

4.1.3 Θύρες επικοινωνίας με άλλες μονάδες

Η μονάδα PCL – 818 HG διαθέτει τρεις θύρες επικοινωνίας (Connectors) για να μπορεί να συνδεθεί με άλλες μονάδες . Οι θύρες αυτές είναι οι CN1 , CN2 και CN3. Οι δύο πρώτες CN1 και CN2 διαθέτουν από 20 ακροδέκτες (20 pin) η κάθε μία ενώ η CN3 δέχεται υποδοχέα τύπου DB-37. Στο σχήμα 4.3 εικονίζονται όλες θύρες όπου:

CN1: Υποδοχή ψηφιακής εξόδου

CN2: Υποδοχή ψηφιακής εισόδου

CN3: Υποδοχή αναλογικής εισόδου – εξόδου / μετρητής

Τα εικονιζόμενα σύμβολα είναι τα εξής:

A/D S = Αναλογική είσοδο (απλά κανάλια)

A/D H = Αναλογική είσοδος high (διαφορεικά κανάλια)

A/D L = Αναλογική είσοδος low (διαφορεικά κανάλια)

A.GND = Αναλογική γείωση

D/A = Αναλογική έξοδος

D/O = Ψηφιακή έξοδος

D/I = Ψηφιακή είσοδος

D.GND = Ψηφιακή γείωση και παροχή ισχύος γείωση

CLK = Είσοδος ρολογιού για τον timer /counter 8254

GATE = Πύλη σεισόδου για τον timer /counter 8254

OUT = Έξοδος σήματος για τον timer /counter 8254

VREF = Τάση αναφοράς

REFIN = Είσοδος εξωτερικής τάσης αναφοράς

NC = Καμία σύνδεση

4.1.4 Οι καταχωρητές της κάρτας PCL – 818 HG

Σε αυτό το κεφαλαίο θα αναφερθούμε εν συντομία στους καταχωρητές της μονάδος PCL – 818HG .Όπως ήδη αναφέραμε περισσότερες πληροφορίες για το προσαρμογέα μπορούν να αντληθούν από [3] καθώς και από το εγχειρίδιο (manual) της κατασκευάστριας εταιρίας [15].

Οι καταχωρητές παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο σε μια μονάδα καθώς μέσω αυτών γίνεται η επικοινωνία της με τον υπολογιστή. Σε αυτούς αποθηκεύονται πληροφορίες

προσωρινά η μόνιμα που αργότερα θα διαβαστούν από τον Η/Υ μέσω των κατάλληλων προγραμμάτων (software). Έτσι υπάρχουν διάφοροι τύποι καταχωρητών. Καταχωρητές που διαθέτουν τα δεδομένα τους μόνο για ανάγνωση, καταχωρητές που διατίθενται μόνο για καταχώρηση καθώς και καταχωρητές που ο χρήστης έχει δικαίωμα και γραφής και ανάγνωσης σε αυτούς. Γενικότερα οι καταχωρητές διακρίνονται σε 2 βασικές κατηγορίες:

- Τους καταχωρητές δεδομένων (Data Registers) οι οποίοι χρησιμοποιούνται για να αποθηκεύονται τα αποτελέσματα των αναλογικό – ψηφιακών μετατροπών.
- Τους καταχωρητές καταστάσεως ελέγχου (Control Status Registers) στους οποίους αποθηκεύονται πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση λειτουργίας της μονάδας.

Και στα δύο είδη καταχωρητών η αποθήκευση των πληροφοριών γίνεται σε δυαδική μορφή.

Ο PCL – 818 HG διαθέτει καταχωρητές με χωρητικότητα 8 bits. Πολύ σημαντικό είναι να διευκρινίσουμε το εξής: Παραπάνω αναφέραμε ότι ο ADC έχει διακριτική ικανότητα 12 bits, δηλαδή δώδεκα το πλήθος δυαδικά ψηφία στον καταχωρητή δεδομένων (Data Buffer Register), για να συμβεί αυτό απαιτείται η συνεργασία δύο καταχωρητών της μονάδας.

Στο πίνακα 4.1 φαίνεται η διεύθυνση κάθε καταχωρητή της μονάδας και η λειτουργία του. Η διεύθυνση ενός καταχωρητή υπολογίζεται ως το άθροισμα δύο τιμών:

- Μια βασικής τιμής που αποκαλείται BASE ADDRESS και η οποία έχει καθοριστεί από τον διακόπτη SW2 (300h)
- Μιας δευτερεύουσας τιμής που αποκαλείται OFFSET

Έτσι ένας καταχωρητής που βρίσκεται στην θέση BASE +4 (όπως φαίνεται στον πίνακα 4.2.4) έχει διεύθυνση $300h + 4h = 304h$.

4.1.5 Λογισμικό ελέγχου του ADC

Ο ADC – PCL 818HG συνοδεύεται από βιβλιοθήκη ρουτινών χειρισμού γραμμένες σε γλώσσα C. BASIC. PASCAL. Επίσης διατίθενται από τον κατασκευαστή DLL Drivers που τρέχουν σε περιβάλλον Windows. Λόγω του περιορισμού ότι το μόνο περιβάλλον λογισμικού που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε είναι το DOS αποφασίστηκε η χρησιμοποίηση υπορουτίνας σε γλώσσα ASSEMBLY, η οποία έχει αναπτυχθεί από το ΕΠΤ - ΕΜΠ. Η εν λόγω γλώσσα προγραμματισμού έχει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Οι υπορουτίνες σε γλώσσα ASSEMBLY είναι ταχύτερες και εκμεταλλεύονται καλύτερα το υλικό του Η/Υ
- Μπορεί να καλείται από ανώτερες γλώσσες όπως είναι η FORTRAN
- Δίνει την δυνατότητα ευρέων και εύκολων τροποποιήσεων ως προς τη ρυθμοδότηση της μονάδας.

Υπήρχαν ήδη έτοιμες υπορουτίνες που λειτουργούσαν σε παλαιότερες μονάδες στο ΕΠΤ - Ε.Μ.Π. Έτσι χρησιμοποιώντας τον τροποποιημένο κώδικα του μοντέλου PCI718 για τον ADC PCL - 818HG που δημιουργήθηκε στα πλαίσια της ΔΕ [3] τον προσαρμόσαμε στις ανάγκες του νέου συστήματος εισάγοντας τις κατάλληλες διευθύνσεις (base address εύρος αναλογικής εισόδου κ.α)

Η επικοινωνία της ρουτίνας με το καλούν πρόγραμμα fortran γίνεται μέσω ενός πίνακα 3 στοιχείων. Όπου το πρώτο στοιχείο του πίνακα είναι το κανάλι που θέλουμε να διαβαστεί. στο δεύτερο κανάλι του πίνακα αποθηκεύετε το αποτέλεσμα της αναλογοψηφιακής μετατροπής και στο τρίτο το σφάλμα της μετατροπής:

Για καλύτερη κατανόηση έστω:

Πίνακας array 3 στοιχείων με στοιχεία array1 .array2.array3

Θέτουμε array1 = X . όπου X το κανάλι που θέλουμε να διαβάσουμε

Call toadck(array)

array2 = παίρνουμε την ψηφιακή τιμή του καναλιού X

array 3 = παίρνουμε το σφάλμα της μετατροπής

4.2 Ενισχυτής – πολυπλέκτης

Για την νέα εγκατάσταση του ΕΠΤ - Ε.Μ.Π επιλέχθηκε να εγκατασταθεί μονάδα ενισχυτή πολυπλέκτη τύπου PCLD – 789D η οποία μπορεί να συνεργαστεί με την μονάδα αναλογοψηφιακής μετατροπής τύπου PCL – 818HG. Επιπλέον η μονάδα πλήρη τις βασικές προϋποθέσεις που απαιτούνται για την κάλυψη των αναγκών της καινούργιας εγκατάστασης και οι οποίες είναι:

- Να μπορεί να δεχθεί σήματα από θερμοστοιχεία τα οποία θα ενισχύονται κατάλληλα ώστε να είναι δυνατή η επεξεργασία τους από τον ADC .
- Την δυνατότητα αντιστάθμισης της θερμοηλεκτρικής τάσης επαφής αναφοράς. δηλαδή τη δυνατότητα ενός ενσωματωμένου <<Ηλεκτρονικού Σημείου Πάγου >>

4.2.1 Βασικά χαρακτηριστικά της μονάδας

Πριν ξεκινήσει η ανάλυση των βασικών χαρακτηριστικών της μονάδας θα γίνουν κάποιες διευκρινίσεις ώστε να γίνει πιο εύκολα αντιληπτό από τον αναγνώστη ο τρόπος λειτουργίας. Η μονάδα διαθέτει μόνο 16 διαφορεικά κανάλια δηλαδή δεν υπάρχει η δυνατότητα απλής σύνδεσης ενός μεταλλάκτη. Έτσι ουσιαστικά μετريέται η διαφορά τάσης μεταξύ του HI και του LOW ενώ θα πρέπει να υπάρξει γείωση μεταξύ του LOW και του A.GND. Η σωστή μέθοδος συνδεσμολογίας είναι αντίστοιχη της διαφορικής σύνδεσης μεταλλάκτη σε κανάλι του ADC όπως φαίνεται στο σχήμα 4.1. Επίσης ο αναγνώστης θα πρέπει να γνωρίζει ότι η μονάδα δεν διαθέτει καταχωρητές , δηλαδή δεν μπορεί να συνδεθεί απευθείας στο BUS του H/Y. Η επικοινωνία του ενισχυτή πολυπλέκτη με τον H/Y γίνεται μέσω του ADC.

i. Πολυπλέκτης

Η μονάδα πολυπλέκει τα 16 διαφορεικά κανάλια εισόδου σε ένα κανάλι εξόδου. Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η εξής: ένα κανάλι εισόδου του ενισχυτή πολυπλέκτη οδηγείται κάθε φορά στην έξοδο του. δηλαδή στην είσοδο του ADC. Έτσι και τα 16 κανάλια (ένα κάθε φορά) οδηγούνται ύστερα από δοθείσα εντολή στην είσοδο του ADC και μετατρέπονται σε ψηφιακή πληροφορία. Το ποιο κανάλι θα οδηγηθεί προς την είσοδο του ADC επιλέγετε με την τροφοδότηση κατάλληλης

ψηφιακής πληροφορίας προς το κανάλι ψηφιακής εισόδου που διαθέτει ο πολυπλέκτης.

ii. Ενισχυτής

Η μονάδα διαθέτει την ικανότητα να ενισχύει τα κανάλια εισόδου σε προκαθορισμένες τιμές κέρδους ή σε κέρδη που ορίζει ο ίδιος ο χρήστης. Οι προκαθορισμένες τιμές κέρδους είναι: 1. 2. 10. 50. 100. 200. 500 και 1000. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει μία από αυτές τις τιμές μέσω πολυδιακόπτη που βρίσκεται πάνω στην πλακέτα της μονάδας. Επίσης δίνεται η δυνατότητα ο χρήστης να δημιουργήσει δικά του κέρδη διαφορετικά από τις προκαθορισμένες τιμές (βλ § 4.2.2).

iii. Ηλεκτρονικό σημείο πάγου.

Η μονάδα διαθέτει ενσωματωμένο ηλεκτρονικό σημείο πάγου για να υποστηρίζει μετρήσεις από θερμοστοιχεία. Η αντιστάθμιση επιτυγχάνεται με παραγωγή τάσεως +24.4 mV ανά 1 C, όπου 0° C αποτελούν την χαμηλότερη θερμοκρασία για την οποία μπορεί να γίνει αντιστάθμιση και αντιστοιχείται σε 0V. Τα θερμοστοιχεία που υποστηρίζονται από την μονάδα είναι τύπου: T. J. E. K. R. και S .

4.2.2 Ρυθμίσεις της μονάδας

Στο σχήμα 4.4 εμφανίζονται οι σχετικές θέσεις των βραχυκυκλωτήρων των διακοπών και των ποτενσιόμετρων του Ενισχυτή - Πολυπλέκτη. Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε ο PCLD – 789D διαθέτει 1 διακόπτη (switch) 36 βραχυκυκλωτήρες (jumpers) και 7 ποτενσιόμετρα που ρυθμίζουν την μονάδα ως εξής:

Διακόπτης SW1

Switch Position									
	1	2	3	4	5	6	7	8	Gain
*	●	○	○	○	○	○	○	○	1
	○	●	○	○	○	○	○	○	2
	○	○	●	○	○	○	○	○	10
	○	○	○	●	○	○	○	○	50
	○	○	○	○	●	○	○	○	100
	○	○	○	○	○	●	○	○	200
	○	○	○	○	○	○	●	○	500
	○	○	○	○	○	○	○	●	1000
	○	○	○	○	○	○	○	○	USER

○ = OFF ● = ON * = Default

Εδώ επιλέγετε η ενίσχυση που θέλουμε να υπάρξει στα κανάλια του πολυπλέκτη. Η επιλογή γίνεται μέσω ενός πολυδιακόπτη 8 θέσεων με την ονομασία GAIN (=Κέρδος) . Το επιθυμητό κέρδος μπορεί να είναι της τάξεως του : x1. x2. x10. x50 x100. x200 .x500 .x1000. Η επιλογή του επιθυμητού κέρδους γίνεται θέτοντας το διακόπτη του στην θέση ON ενώ όλους του υπόλοιπους διακόπτες των υπόλοιπων κερδών στην θέση OFF. Στη εφαρμογή μας *επιλέχθηκε ενίσχυση επί 1000*.

Επίσης δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να δημιουργήσει δικά του κέρδη. Η διαδικασία που ακολουθείται για να δημιουργήσει ο χρήστης δική του ενίσχυση είναι η εξής: Πρώτον τοποθετούνται όλοι οι διακόπτες στην θέση OFF . δεύτερον τοποθετείται μία αντίσταση R_{user} πάνω στην πλακέτα του πολυπλέκτη στην θέση που αναφέρεται ως USER (η σχετική θέση φαίνεται στο σχήμα 4.3.1) Η αντίσταση που θα τοποθετηθεί ορίζει το επιθυμητό κέρδος σύμφωνα με την σχέση.

$$\text{Voltage gain} = ((2 \times R_F) / R_{user}) + 1$$

4-1

Όπου Voltage gain = κέρδος

R_{user} = αντίσταση

$R_F = 20 \text{ K}\Omega \pm 0.1\%$

Βραχυκυκλωτήρας JP1

Μέσω αυτής της επιλογής οδηγείται προς τον ADC σήμα τάσης που αντιστοιχεί στη θερμοκρασία αντιστάθμισης, δηλαδή στη θερμοκρασία που επικρατεί στην πλακετα του πολυπλέκτη (θερμοκρασία περιβάλλοντος). Η οδήγηση προς τον ADC γίνεται μέσω ενός καναλιού, από τα 10 που υπάρχουν διαθέσιμα, κανάλι 0 έως κανάλι 9.

Επιλέχθηκε κανάλι 6

Βραχυκυκλωτήρας JP2

Μέσω αυτής της επιλογής οδηγείται προς τον ADC η αναλογική έξοδος των καναλιών της μονάδας, τα οποία όπως προαναφέρθηκε πολυπλέκονται σε ένα κανάλι εξόδου. Η οδήγηση προς τον ADC γίνεται μέσω ενός καναλιού, από τα 10 που υπάρχουν διαθέσιμα 0 έως 9.

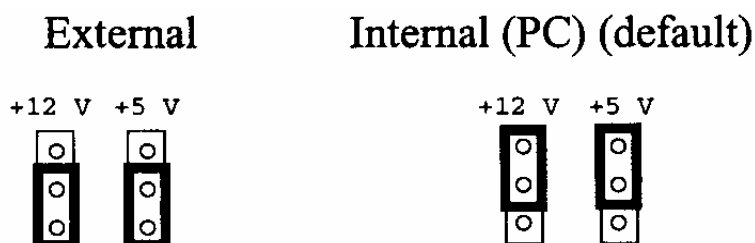
Επιλέχθηκε κανάλι 7

Όπως αναφέρθηκε η μονάδα αναλογικοψηφιακής μετατροπής που χρησιμοποιείται στην παρούσα διπλωματική (PCL -818HG) διαθέτει 8 κανάλια εισόδου ενώ ο πολυπλέκτης διαθέτει <<10 κανάλια εξόδου>>, δηλαδή μπορεί να χρησιμοποιηθεί με μονάδες αναλογικό-ψηφιακής μετατροπής που διαθέτουν μέχρι και 10 κανάλια εισόδου. Σε αυτήν την περίπτωση τα 8 πρώτα κανάλια του ενισχυτή – πολυπλέκτη αντιστοιχίζονται με τα 8 κανάλια του ADC. Τα δύο τελευταία κανάλια του πολυπλέκτη (κανάλι 8, κανάλι 9) δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν καθώς δεν μπορούν να οδηγηθούν πληροφορίες μέσω αυτών.

Όπως είναι σαφές και από τα παραπάνω σε μια μονάδα ADC τύπου PCL -818 HG μπορούν να συνδεθούν μέχρι 8 μονάδες ενισχυτή- πολυπλέκτη τύπου PLCD – 789D. Αυτό μας δίνει την δυνατότητα να αυξήσουμε του σταθμούς μετρήσεις μας από 8 σε 128. Βεβαίως τα παραπάνω ισχύουν στην περίπτωση που δεν χρησιμοποιείται το ηλεκτρονικό σημείο πάγου των μονάδων. Σε περίπτωση που γίνει χρήση αυτού, τότε κάθε μονάδα πολυπλέκτη δεσμεύει ένα επιπλέον κανάλι από τον ADC και έτσι ο μέγιστος αριθμός μονάδων πολυπλέκτη που θα μπορούν να συνδεθούν στον αναλογικό-ψηφιακό μετατροπέα περιορίζεται σε τέσσερις. Αντίστοιχα οι σταθμοί μέτρησης μειώνονται από 128 σε 64.

Βραχυκυκλωτήρας JP4

Μέσω αυτού του βραχυκυκλωτήρα επιλέγεται ο τρόπος τροφοδοσίας της μονάδος. Η τροφοδοσία μπορεί να γίνει είτε μέσω εξωτερικής πηγής (EXTERNAL) είτε μέσω του ADC (INTERNAL) .



Επιλέχθηκε INTERNAL

Βραχυκυκλωτήρας JP3

Με τον βραχυκυκλωτήρα αυτόν επιλέγεται η όχι η δράση ενός φίλτρου που αποκόπτει τον θόρυβο που έχει δημιουργηθεί από την ενίσχυση των σημάτων . Το φίλτρο αποτελείται από ένα πυκνωτή 0.1 μ F . μία αντίσταση 5.11 K Ω και έχει συχνότητα αποκοπής (cutoff frequency) 310 Hz. Η αρχή λειτουργίας του φίλτρου είναι να αφήνει τις χαμηλές συχνότητες να περάσουν (low – pass) ενώ ταυτόχρονα εξασθενεί τα σήματα με συχνότητες υψηλότερες από την συχνότητα αποκοπής. Για την ενεργοποίηση του φίλτρου πρέπει να τοποθετηθεί ο βραχυκυκλωτήρας.



Επιλέχθηκε FILTER ON

Βραχυκυκλωτήρας JP5 – JP20

Το φίλτρο αυτό χρησιμοποιείται για να αποκόψει το θόρυβο από τις υψηλές συχνότητες που υπάρχουν σε χαμηλά σήματα εισόδου. Η αρχή λειτουργίας του φίλτρου είναι παρόμοια με αυτήν που αναφέρθηκε παραπάνω καθώς φιλτράρει τις

υψηλές συχνότητες (υψηλότερες από την συχνότητα αποκοπής) ενώ αφήνει τις χαμηλές να περάσουν ελεύθερα (low-pass). Η δομή όμως διαφέρει καθώς αποτελείται από πυκνωτή χωρητικότητας 1 μF και δύο αντιστάσεις των 1.2 $\text{k}\Omega$ και έχει συχνότητα αποκοπής (cutoff frequency) 310 Hz. Η συχνότητα αποκοπής είναι 66 Hz . η οποία όμως μπορεί να μεταβληθεί αλλάζοντας τις αντιστάσεις ή τον πυκνωτή.

Η συχνότητα αποκοπής του φίλτρου υπολογίζεται με τον παρακάτω τύπο :

$$Freq = \frac{1}{2 \times \pi \times C \times R} \quad 4-2$$

Όπου C η τιμή της χωρητικότητας του πυκνωτή (μF)
R η τιμή της αντίστασης ($\text{k}\Omega$)

Αντιστρέφοντας αυτήν την σχέση και θεωρώντας την συχνότητα αποκοπής σταθερή, υπολογίζουμε την αντίσταση που χρειαζόμαστε για την δεδομένη συχνότητα αποκοπής.

$$R = \frac{1}{Freq \times 2 \times \pi \times C} \quad 4-3$$

Για την ενεργοποίηση του φίλτρου πρέπει να τοποθετηθεί ο βραχυκυκλωτήρας.

Επιλέχθηκε FILTER ON

Βραχυκυκλωτήρας JP21 – JP36

Αυτοί οι βραχυκυκλωτήρες χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές μέτρησης θερμοκρασίας όπου απαιτείται απομόνωση των καναλιών. Τοποθετώντας τους βραχυκυκλωτήρες στις ενδεδειγμένες θέσεις πάνω στην πλακέτα κάθε CH LO γειώνεται με το GND μέσω μιας αντίστασης των 10 $\text{k}\Omega$.

Off



On (default)



Παρέμεινε η εργοστασιακή ρύθμιση ON

4.2.3 Θύρες επικοινωνίας

Η μονάδα ενισχυτή πολυπλέκτη διαθέτει τρεις θύρες επικοινωνίας (Connectors) για να μπορεί να συνδεθεί με άλλες μονάδες . Οι θύρες αυτές είναι οι CN1 , CN2 και CN3. Οι δύο πρώτες θύρες CN1 και CN2 διαθέτουν από 20 ακροδέκτες (20 pin) η κάθε μία ενώ η CN3 είναι τύπου DB-37 και διαθέτει 37 ακροδέκτες,. Στο σχήμα 4.5 εικονίζονται όλες θύρες όπου:

CN1: Υποδοχή αναλογικής εξόδου

CN2: Υποδοχή εισόδου ελέγχου και ισχύος

CN3: Υποδοχή σχεδιασμένη για να υποστηρίξει την σε αλυσίδα σύνδεση πολλών μεταλλακτών (daisy chain), καθώς περιέχει όλες τις λειτουργίες των υποδοχέων CN1 και CN2.

4.2.4 Λογισμικό ελέγχου του Ενισχυτή – Πολυπλέκτη

Για τον έλεγχο της μονάδος ο κατασκευαστής παρέχει μια σειρά από εφαρμογές γραμμένες σε γλώσσα TURBO C . BASICA . Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής οι εν λόγω εφαρμογές δεν χρησιμοποιήθηκαν καθόλου καθώς χρησιμοποιήθηκε η ήδη υπάρχουσα υπορουτίνα με την ονομασία TOMUX, η οποία χρησιμοποιείται στο RIG I. Η υπορουτίνα αυτή διατρέχει τα κανάλια του πολυπλέκτη και συλλέγει τις τιμές από αυτά. Καλείται μέσω πίνακα τεσσάρων στοιχείων όπου: το πρώτο στοιχείο του πίνακα είναι το κανάλι που θέλουμε να εκτελεσθεί αναλογιοψηφιακή μετατροπή το δεύτερο αποτελεί το κανάλι του ADC στο οποίο οδηγείται η πληροφορία, το τρίτο το αποτέλεσμα της αναλογικοψηφιακής μετατροπής και στο τέταρτο το σφάλμα της μετατροπής:

4.3 Τερματική πλακέτα

Η μονάδα του ADC δεν διαθέτει θύρες τύπου Klemmen για την σύνδεση των μεταλλακτών. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιείται η τερματική πλακέτα τύπου PLCD-8115 η οποία διαθέτει τις εν λόγω θύρες πάνω στις οποίες μπορούν να συνδεθούν τα σήματα από τους μεταλλάκτες. Ουσιαστικά η τερματική πλακέτα αποτελεί ένα σύνδεσμο ανάμεσα στους μεταλλάκτες και τον ADC καθώς μεταφέρει τα αναλογικά σήματα. Στο σχήμα 4.6 φαίνεται η τερματική πλακέτα. Η πλακέτα διαθέτει 5 υποδοχείς για συνδέσεις. Ο υποδοχέας CN2 είναι τύπου Klemmen και χρησιμοποιείται για απλή ή διαφορική σύνδεση μεταλλακτών. Όμοια ο υποδοχέας CN1 είναι και αυτός τύπου Klemmen αλλά αποτελεί θύρα γενικής χρήσης καθώς πάνω σε αυτήν μπορούν να συνδεθούν εξωτερικές συσκευές. Οι υποδοχείς CN1, CN2 και CN3 που είναι τύπου DB – 37 και 20-pin αντίστοιχα χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία της πλακέτας με τις άλλες μονάδες προσαρμογής.

Τα γενικά χαρακτηριστικά της μονάδος είναι τα εξής :

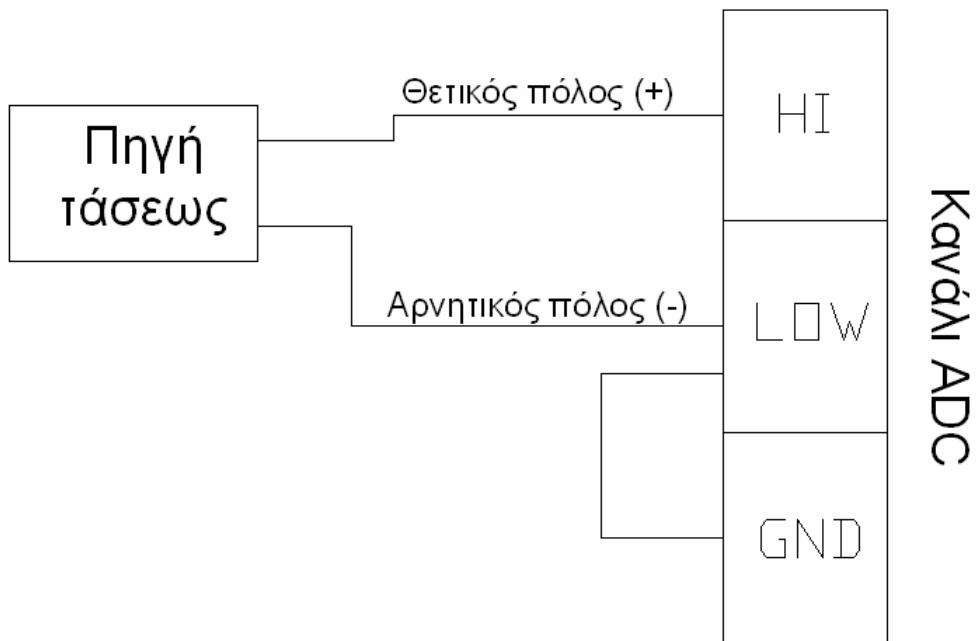
- Διαθέτει ενσωματωμένο ηλεκτρονικό σημείο πάγου για απευθείας μέτρηση θερμοκρασίας από θερμοστοιχείο.
- Διαθέτει εφεδρικό χώρο για τοποθέτηση κυκλωμάτων επεξεργασίας του σήματος όπως φίλτρα χαμηλών συχνοτήτων .

4.4 Συνδεσμολογία Μονάδων.

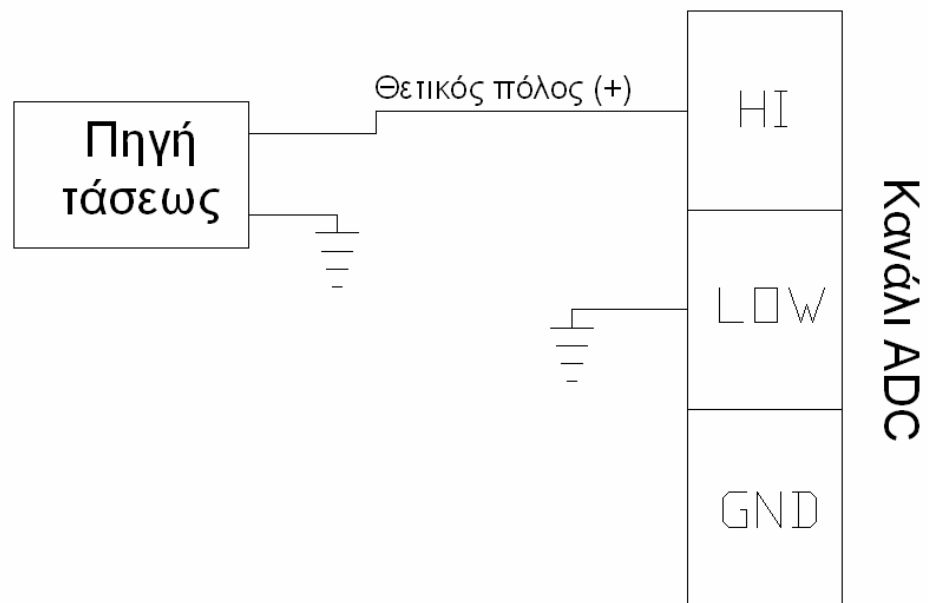
Στο σχήμα 4.7 φαίνεται η συνδεσμολογία των τριών μονάδων προσαρμογής μεταξύ τους .

Πίνακας 4-1: Καταχωρητές του αναλογικό-ψηφιακού μετατροπέα

ADDRESS	READ	WRITE
BASE+0	A/D low byte & channel	Software A/D trigger
BASE+1	A/D high byte	A/D range control
BASE+2	MUX scan channel	MUX scan channel and range control pointer
BASE+3	D/I low byte (DIO-7)	D/O low byte (DO0-7)
BASE+4	N/A	D/A 0 low byte
BASE+5	N/A	D/A 0 high byte
BASE+6	N/A	FIFO interrupt
BASE+7	N/A	N/A
BASE+8	Status	Clear interrupt request
BASE+9	Control	Control
BASE+10	N/A	Counter enable
BASE+11	D/I high byte (DI8 -15)	D/O high byte (D08-15)
BASE+12	Counter 0	Counter 0
BASE+13	Counter 1	Counter 1
BASE+14	Counter 2	Counter 2
BASE+15	N/A	Counter Control
BASE+20	N/A	Clear FIFO Interrupt req.
BASE+23	A/D low byte & channel	N/A
BASE+24	A/D high byte from FIFO	N/A
BASE+25	FIFO status	Clear FIFO

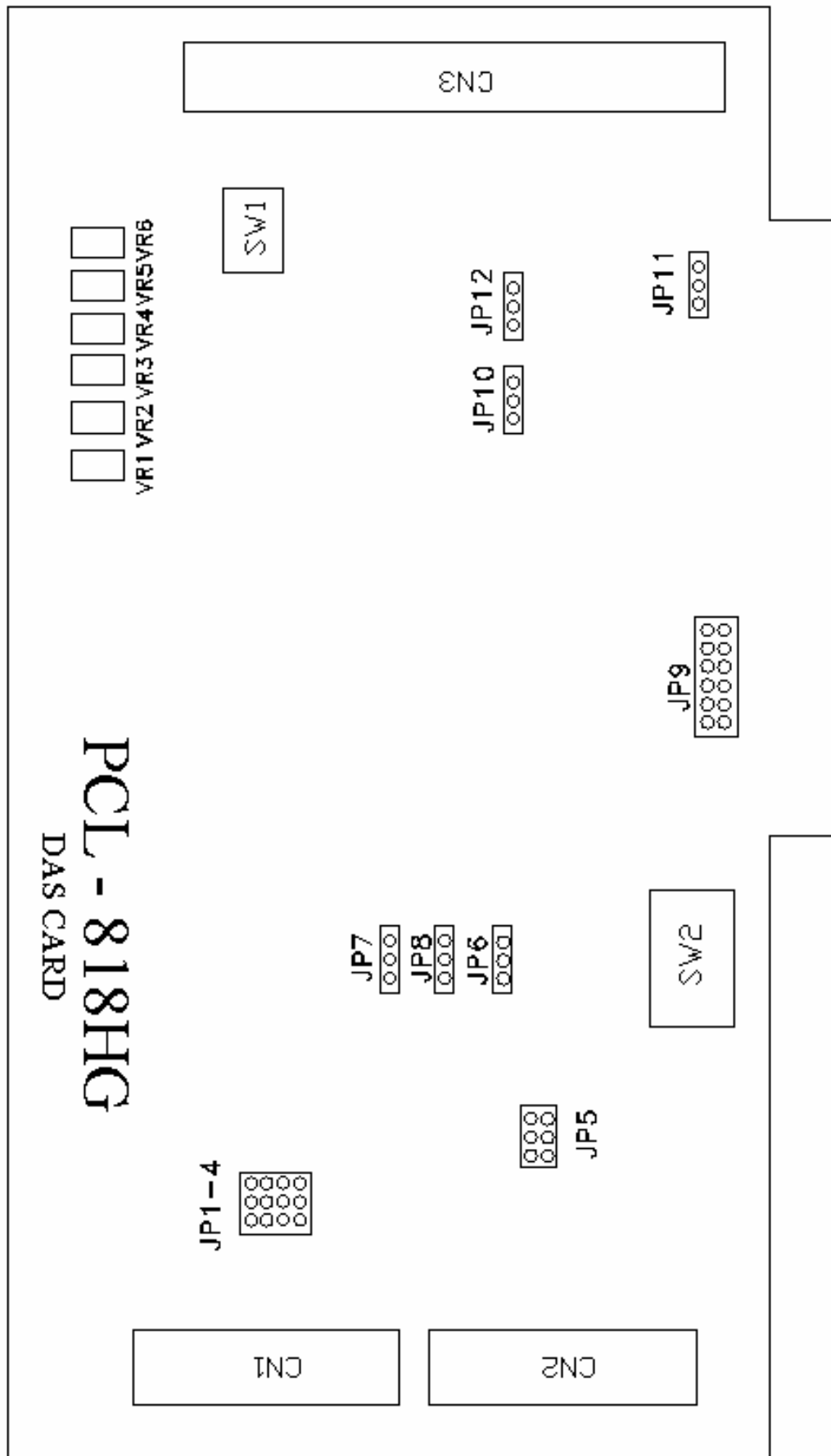


Διαφορική Σύνδεση

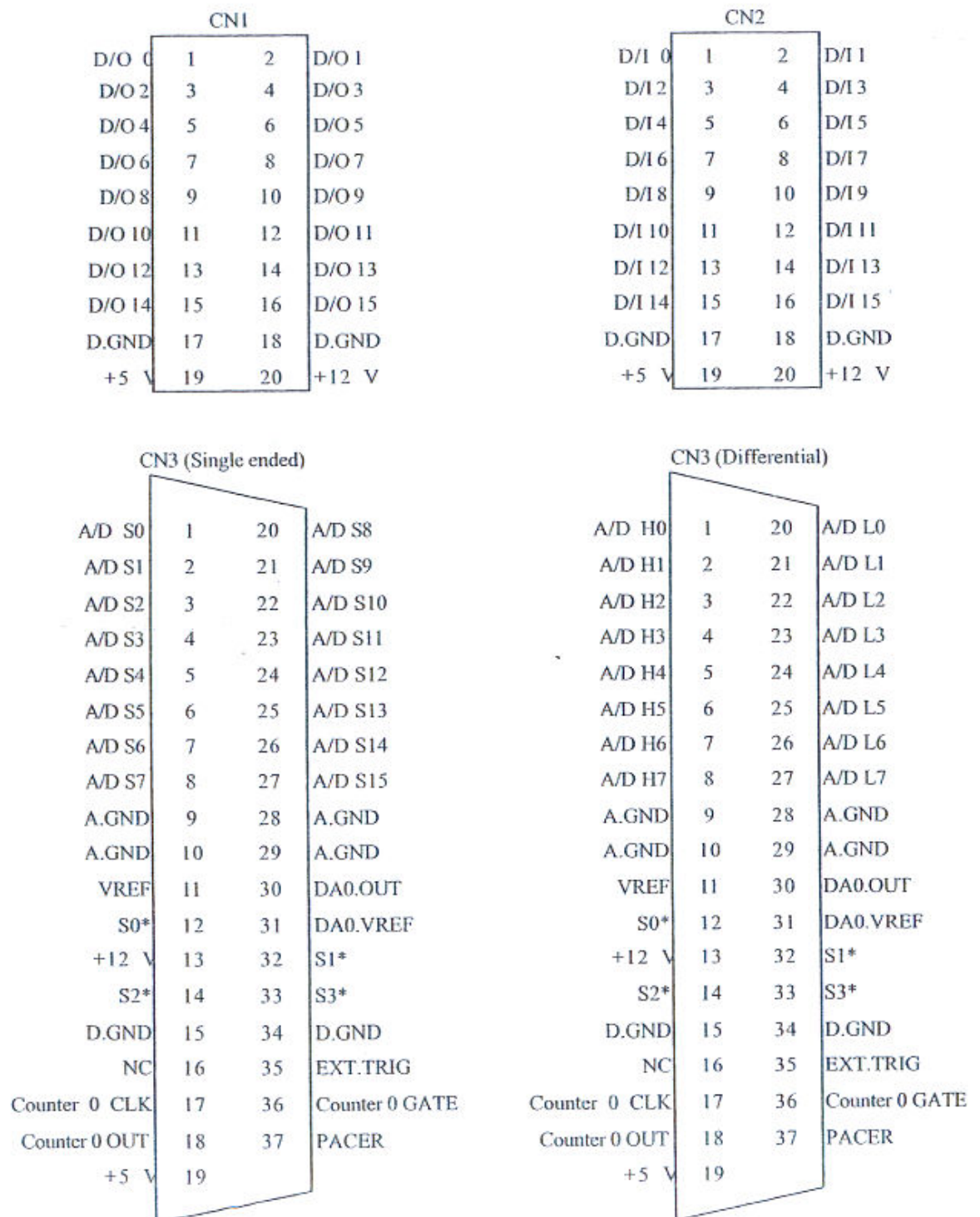


Απλή Σύνδεση

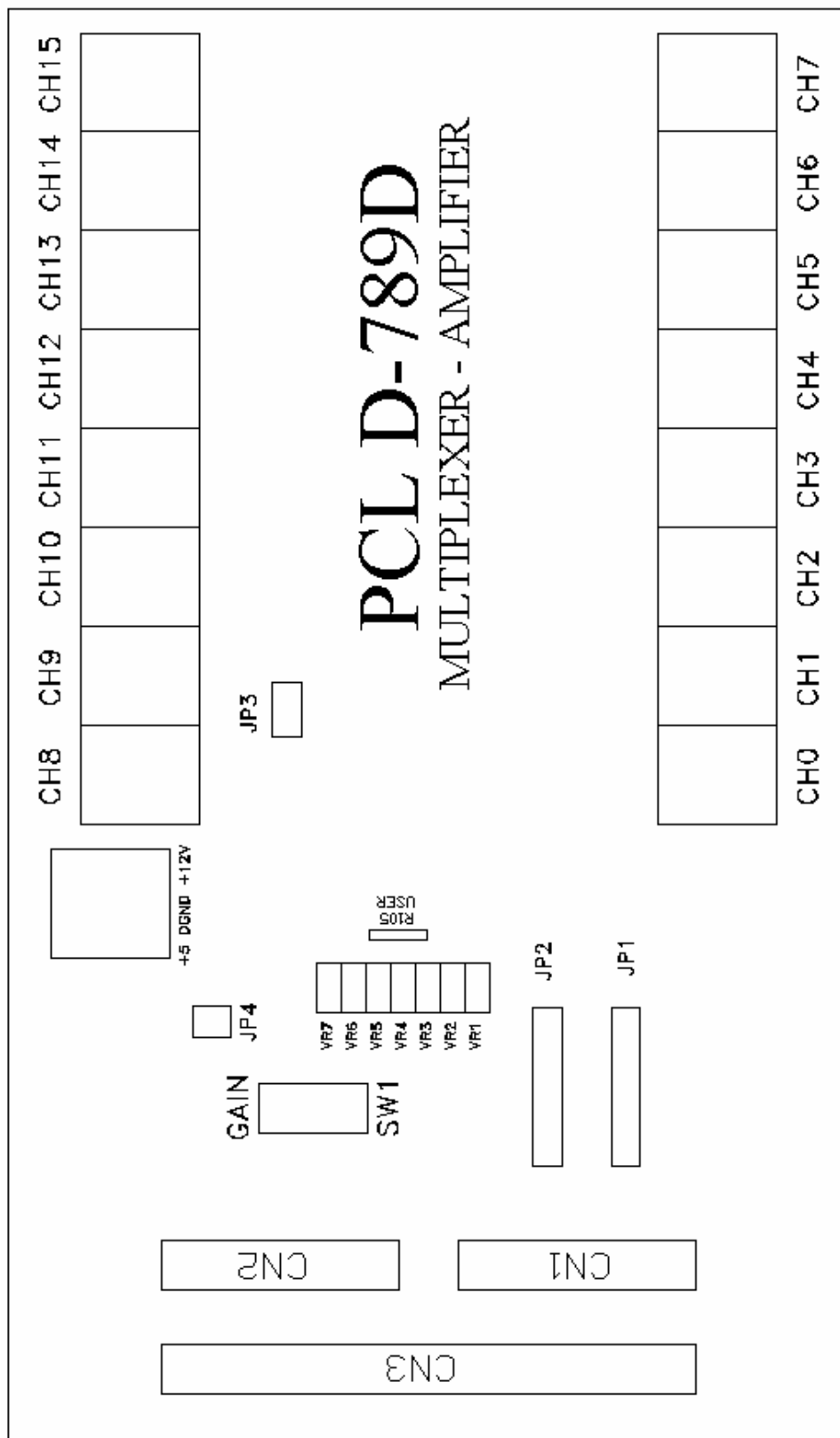
Σχήμα 4-1: Απλή και διαφορική σύνδεση πηγής σε κανάλι του ADC



Σχήμα 4-2: Σχετικές θέσεις των βραχυκυκλωτήρων των διακοπών και των ποτενσιόμετρων της μονάδος PCL – 818HG



Σχήμα 4-3: Θύρες επικοινωνίας της μονάδος PCL – 818HG



Σχήμα 4-4: Σχετικές θέσεις των βραχυκυκλωτήρων των διακοπών και των ποτενσιόμετρων της μονάδος PCLD – 789D.

Connector CN1 – Analog output

ANA out 0	1	2	A.GND
ANA out 1	3	4	A.GND
ANA out 2	5	6	A.GND
ANA out 3	7	8	A.GND
ANA out 4	9	10	A.GND
ANA out 5	11	12	A.GND
ANA out 6	13	14	A.GND
ANA out 7	15	16	A.GND
ANA out 8	17	18	A.GND
ANA out 9	19	20	A.GND

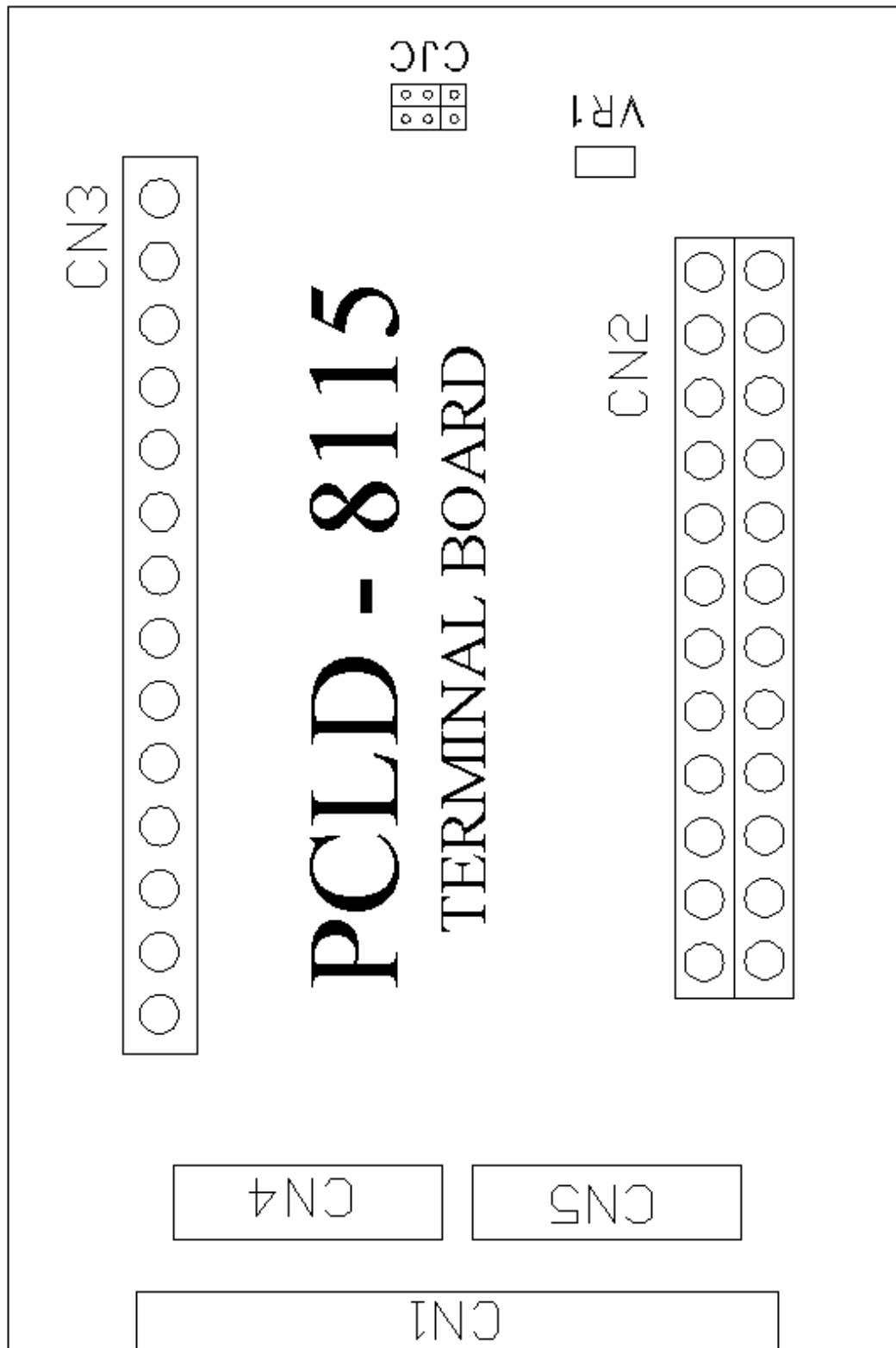
► Connector CN2 — Multiplexer input control, ground and power supply

D/I 0	1	2	D/I 1
D/I 2	3	4	D/I 3
	5	6	
	7	8	
	9	10	
	11	12	
	13	14	
	15	16	
D.GND	17	18	D.GND
+5 V	19	20	+12 V

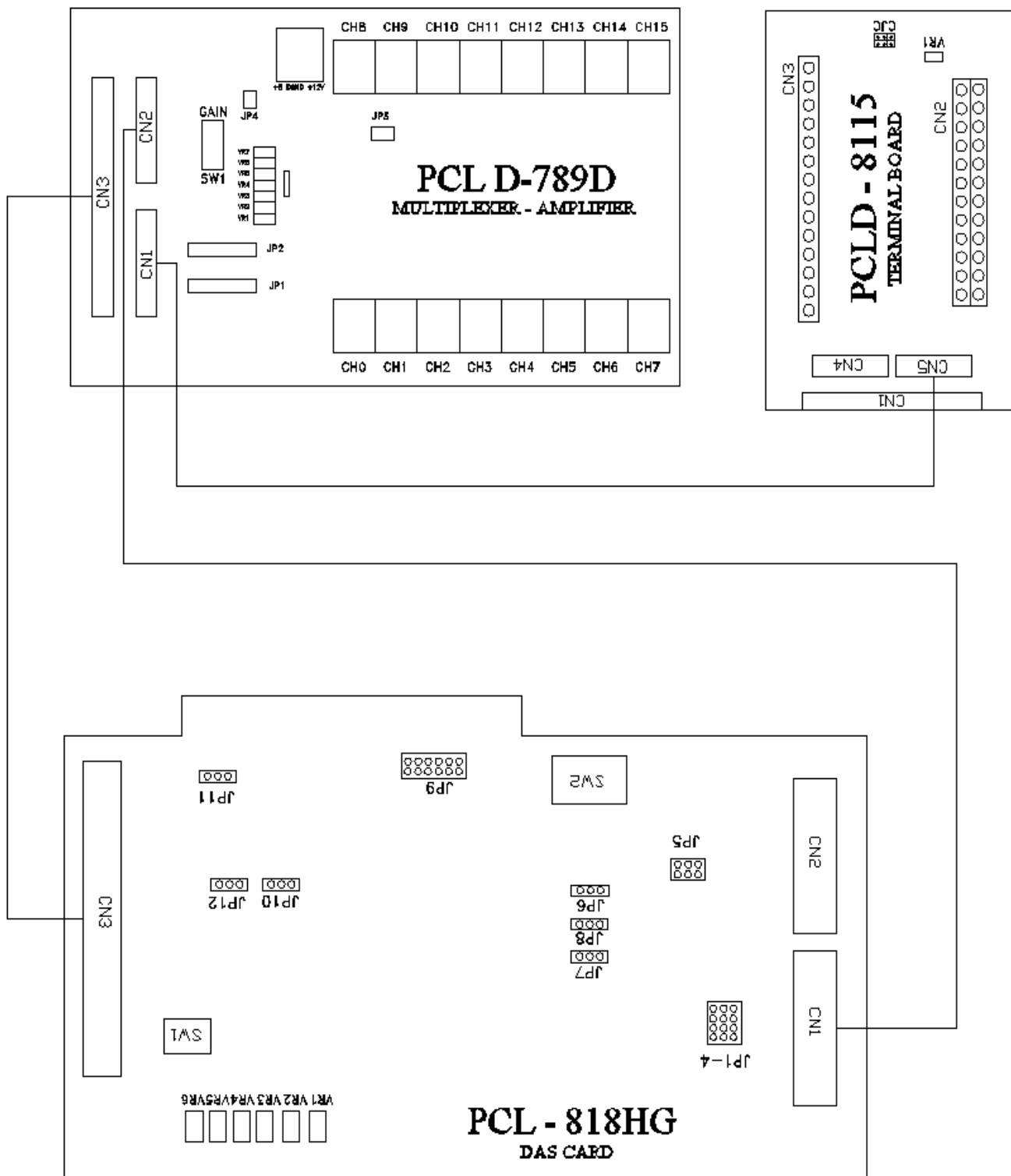
► Connector CN3 – Analog output channels, multiplexer input control, ground and power supply

ANA out 0	1	20	A.GND
ANA out 1	2	21	A.GND
ANA out 2	3	22	A.GND
ANA out 3	4	23	A.GND
ANA out 4	5	24	A.GND
ANA out 5	6	25	A.GND
ANA out 6	7	26	A.GND
ANA out 7	8	27	A.GND
A.GND	9	28	A.GND
A.GND	10	29	A.GND
N/C	11	30	N/C
S0	12	31	N/C
+12 V	13	32	S1
S2	14	33	S3
D.GND	15	34	D.GND
N/C	16	35	N/C
N/C	17	36	N/C
N/C	18	37	N/C
+5 V	19		

Σχήμα 4-5: Θύρες επικοινωνίας της μονάδος PCLD – 789D.



Σχήμα 4-6: Θύρες επικοινωνίας της μονάδος PCLD – 8115



Σχήμα 4-7: Συνδεσμολογία των μονάδων προσαρμογής.

5 Επέκταση λογισμικού για παρακολούθηση του ΘΥΚ II

Στην παρούσα φάση της διπλωματικής εργασίας θα γίνει επεξήγηση του τρόπου δόμησης και απεικόνισης του μιμικού διαγράμματος της εγκατάστασης καθώς και των συνιστωσών του. Το πρόγραμμα έχει συνταχθεί σε γλώσσα FORTRAN στα πλαίσια της Δ.Δ [2], χρησιμοποιώντας πολλές υπορουτίνες συνταγμένες σε γλώσσα προγραμματισμού ASSEMBLY, και τροποποιήθηκε κατάλληλα ώστε να προσαρμόζεται στις ανάγκες του νέου ΘΥΚ - II. Υπορουτίνες που αφορούν στον έλεγχο της οθόνης, τον έλεγχο της κατάστασης του πληκτρολογίου, καθώς και την ανάγνωση ημερομηνίας και ώρας χρησιμοποιήθηκαν ακέραιες χωρίς να χρειάζονται κάποια μεταβολή στον κώδικα τους. Το πρόγραμμα θα τρέχει σε λειτουργικό σύστημα DOS και θα απεικονίζει έγχρωμα το μιμικό διάγραμμα.

Σε πρωταρχικό στάδιο δουλέψαμε πάνω στο ήδη υπάρχον μιμικό διάγραμμα της πρώτης εγκατάστασης με σκοπό την ανάλυση του τρόπου λειτουργίας του. Στο σχήμα 5.1 φαίνεται το λογικό διάγραμμα του κυρίως προγράμματος του Θ.Υ.Κ – I. Κατά την ανάλυση αυτού κρατήσαμε όλα τα απαραίτητα κομμάτια που χρειάζονται για το ΘΥΚ - II και έτσι φτιάξαμε ένα νέο λογικό διάγραμμα προσαρμοσμένο στην εγκατάσταση μας σχήμα 5.2. Θα πρέπει εδώ να αναφέρουμε ότι έχει χρησιμοποιηθεί ίδια ονοματολογία για τις μεταβλητές, τα αρχεία, τα προγράμματα και ότι άλλο σχετίζεται με τα μιμικά διαγράμματα ώστε να υπάρχει πλήρης αντιστοιχία μεταξύ αυτών. Έτσι ο εκάστοτε χειριστής των εγκαταστάσεων θα μπορεί να τις λειτουργήσει ή να τροποποιήσει το πρόγραμμα τους με μεγαλύτερη ευκολία. Το κυρίως πρόγραμμα ονομάζεται RIG

5.1 Περιγραφή λειτουργίας

Στην συνέχεια θα γίνει επεξηγήσει του λογικού διαγράμματος ώστε να γίνει αντιληπτό από τον αναγνώστη ο τρόπος λειτουργίας του προγράμματος:

i. *APXH*

Εκκίνηση του προγράμματος γίνεται πληκτρολογώντας **rig** στην γραμμή εντολών του H/Y.

ii. *EXCOB.DAT*

Η πρώτη λειτουργία που συντελείτε κατά την εκκίνηση του προγράμματος είναι η ανάγνωση τιμών από ένα εξωτερικό αρχείο το <<excob.dat>> . Το πρόγραμμα διαβάζει τιμές από αυτό το αρχείο και τις ορίζει ως αρχικές τιμές σε μεταβλητές του προγράμματος. Αυτή η λειτουργία είναι πολύ σημαντική καθότι μπορούμε να αλλάζουμε αυτές τις τιμές ανάλογα με τις απαιτήσεις μας χωρίς να χρειάζεται να ξανακάνουμε Linking η Compilation τον κώδικα.

iii. *MENU*

Σε αυτό το βήμα εμφανίζεται η πρώτη εικόνα στην οθόνη του υπολογιστή, σχήμα 5.3. Στην εικόνα αυτή φαίνονται οι επιλογές που έχει χρήστης καθώς και η τρέχουσα ημερομηνία (στο πάνω αριστερά μέρος της οθόνης).

Πατώντας το (0) ο χρήστης επανέρχεται στην γραμμή εντολών του H/Y δηλ. βγαίνει από το πρόγραμμα. Πατώντας το (9) στην οθόνη του χρήστη εμφανίζεται μία νέα εικόνα , σχήμα 5.4, η οποία του ζητάει να ορίσει χρόνο δειγματοληψίας. Χρόνος δειγματοληψίας (Δt) είναι η συχνότητα με την οποία το πρόγραμμα λαμβάνει τιμές από τον ADC και τον πολυπλέκτη. Αυτός είναι και ο χρόνος ανανέωσης της οθόνης που απεικονίζει το μιμικό διάγραμμα.

Όπως φαίνεται και στο λογικό διάγραμμα σε περίπτωση που οριστεί χρόνος δειγματοληψίας μικρότερος του 0.00001 λεπτού τότε ο χρόνος γίνεται ίσος με 2 λεπτά.

Στην περίπτωση που θα πατηθεί το πλήκτρο (1) καλείται η υπορουτίνα Display

iv. *Display*

Όταν καλείται η Display εμφανίζεται στην οθόνη του H/Y το Μιμικό διάγραμμα. Στο σχήμα 5.5, φαίνεται το μιμικό διάγραμμα στην αρχική του μορφή. Προσοχή αυτή η εικόνα δεν εμφανίζεται στο πρόγραμμα σε αυτήν την μορφή καθώς αλλάζει το περιεχόμενο της όταν καλείται η Normal. Έχουμε εισάγει αυτήν την απλουστευμένη

εικόνα μόνο για επεξηγηματικούς λόγους και για να έχει ο αναγνώστης μια πρώτη επαφή με την μορφή του μιμικού διαγράμματος. Όπως έχει ήδη αναφερθεί η καινούργια εγκατάσταση ακολουθεί παρόμοια μορφή κατασκευής και δόμησης με αυτήν του ΘΥΚ Ι. Συνεπώς η κύρια οθόνη απεικόνισης του μιμικού διαγράμματος παρέμεινε η ίδια με αυτήν του ΘΥΚ Ι τροποποιώντας μόνο τους κλάδους που δεν έχουν ακόμα κατασκευαστεί

Στο διάγραμμα με μπλε χρώμα απεικονίζονται οι σωλήνες από τους οποίους περνάει νερό , ενώ με κόκκινο οι σωλήνες από τους οποίους θα περνάει ατμός. Με άσπρο χρώμα απεικονίζονται τα στοιχεία της εγκατάστασης που είναι υπό κατασκευή και τα οποία θα ολοκληρωθούν σε μελλοντικό χρόνο . Στο άνω αριστερά άκρο της οθόνης φαίνεται το δοχείο βρασμού (Heating Tank) και στο κάτω αριστερό το δοχείο συγκεντρώσεως (Holding Tank). Στο πάνω μέρος της οθόνης και στο κλάδο που οδηγεί τον ατμό από το δοχείο βρασμού στο Test Section φαίνεται η σωληνοειδής βαλβίδα SV1. Στην συνέχεια αυτού του κεφαλαίου θα υπάρξει αναλυτικότερη περιγραφή του μιμικού διαγράμματος.

ν. *NORMAL*

Στο τελευταίο επίπεδο του λογικού διαγράμματος καλείται η ρουτίνα NORMAL η αλλιώς ρουτίνα κανονικής λειτουργίας. Αυτή είναι η σημαντικότερη από όλες τις υπορουτίνες καθώς επεξεργάζεται όλα τα σήματα που λαμβάνονται από τον ADC και τον πολυπλέκτη ώστε να τα απεικονίσει κατάλληλα στο μιμικό διάγραμμα. Για τον λόγο αυτό θα αναλυθεί εκτενέστερα στο επόμενο κεφάλαιο.

5.2 Ρουτίνα κανονικής λειτουργίας (Normal)

Όπως ήδη προαναφέρομαι η NORMAL είναι η σημαντικότερη υπορουτίνα καθότι μέσα σε αυτήν περιλαμβάνονται όλες οι δομές που συντελούν στην πλήρη απεικόνιση του μιμικού διαγράμματος. Με λίγα λόγια στην NORMAL λαμβάνονται οι ψηφιακές πληροφορίες από της μονάδες προσαρμογής, μετατρέπονται σε θερμοκρασίες και τάσεις αντίστοιχα και ύστερα τυπώνονται στην οθόνη του H/Y. Ενώ επίσης καλούνται όλες οι υπορουτίνες που ελέγχουν τις συσκευές δισταθούς λειτουργίας και

ενημερώνουν την οθόνη για την κατάσταση αυτών. Στο σχήμα 5.6 φαίνεται το λογικό διάγραμμα της υπορουτίνας, το οποίο και θα αναλυθεί εκτενέστερα.

i. APXH

Όπως είδαμε στο προηγούμενο υπόκεφαλαίο η ρουτίνα καλείται μέσα στο βασικό πρόγραμμα (rig). Εδώ όμως είναι σημαντικό να αναφερθούμε στο δείκτη Pinter της ρουτίνας. Όπως φαίνεται από το λογικό διάγραμμα η Normal είναι μία κλειστή ρουτίνα η οποία επαναλαμβάνεται συνέχεια. Η Pinter είναι ουσιαστικά μια μεταβλητή (με αρχική τιμή Pinter = 0), της οποίας η τιμή αλλάζει όταν πατηθεί το πλήκτρο 0 (Pinter = 1) και οδηγεί στην έξοδο από την Normal και επιστροφή στο κεντρικό Menu

ii. Υπολογισμός Χρόνου σε TIC

Έστω $h : m : s : t$ είναι η τρέχουσα ώρα όπου:

h : είναι η ώρα

m : τα λεπτά

s : τα δευτερόλεπτα

t : τα TIC

για τον υπολογισμό έχω:

$$TIC = 360.000 * h + 6.000 * m + 100 * s + t \quad 5-1$$

Αυτή η διαδικασία αναφέρεται διότι όπως θα δούμε στην συνέχεια (συνθήκη λογικού διαγράμματος) έχει άμεση σχέση με τον χρόνο δειγματοληψίας.

iii. 3. Ανάγνωση πληροφοριών

Η υπορουτίνα ανατρέχει στα κανάλια του ADC και του Πολυπλέκτη που είναι συνδεδεμένα τα θερμοστοιχεία καθώς και τα άλλα μετρητικά όργανα και συλλέγει τις ψηφιακές πληροφορίες.. Η συλλογή των πληροφοριών γίνεται με τις υπορουτίνες *tomux* και *toadck* .

Οι πληροφορίες που διαβάζονται από κάθε κανάλι είναι οι εξής:

Κανάλι 1 πολυπλέκτη : Θερμοκρασία ατμού στο δοχείο βρασμού

Κανάλι 2 πολυπλέκτη : Θερμοκρασία νερού στο δοχείο βρασμού

Κανάλι 3 πολυπλέκτη : Θερμοκρασία δοχείου συγκεντρώσεως

Κανάλι 6 πολυπλέκτη : Αντιστάθμιση ηλεκτρονικού σημείου πάγου

Κανάλι 5 ADC: Μεταλλάκτης πίεσης δοχείου βρασμού.

Κανάλι 6 ADC: Ηλεκτρονικό σημείο πάγου

Κανάλι 7 ADC: Κανάλι επικοινωνίας με πολυπλέκτη

iv. 4. Επεξεργασία τιμών

Για Θερμοκρασία

Έστω $idata$ πληροφορία που παίρνεται από ένα κανάλι ($0 < idata < 4095$), και $data_{aj}$ η πληροφορία που παίρνεται από το κανάλι του ηλεκτρονικού σημείου πάγου, ακολούθως θα δούμε τα βήματα για την μετατροπή της σε θερμοκρασία $^{\circ}C$

Μετατροπή της ψηφιακής πληροφορία σε τάση

$$data = (float(idata) / 4095.) * 10 \quad 5-2$$

$$VA = data * 100$$

Μετατροπή της τάσης σε θερμοκρασία

$TA = TEMPK(VA)$, όπου η $TEMPK$ είναι ρουτίνα που έχει την τάση σαν είσοδο και στην έξοδο σου βγάζει την αντίστοιχη θερμοκρασία.

Ηλεκτρονικό σημείου πάγου

$$ACJC = data_{aj} * 1000. / 24.4 \quad 5-3$$

Τελική θερμοκρασία

$$TA = ACJC + TA \quad 5-4$$

B. Για την Πίεση

Έστω dat πληροφορία που παίρνεται από ένα κανάλι ($0 < \text{idata} < 4095$), ακολούθως θα δούμε τα βήματα για την μετατροπή της σε πίεση bar

$$P = 0 + 1 * \text{dat}$$

5-5

v. 5. STEM.

Η υπορουτίνα STEM έχει σαν είσοδο την πίεση (σε bar) που επικρατεί μέσα στο δοχείο του βρασμού, και σαν έξοδο υπολογίζει την θερμοκρασία κορεσμού νερού σε βαθμούς κελσίου.

Τρόπος που καλείται: *CALL STEM (p,ts,error)*

Παράμετρος σφάλματος:

Αν error = 0 ο υπολογισμός ήταν επιτυχής

Αν error = 1 ο υπολογισμός δεν ήταν επιτυχής

vi. 6. Εκτύπωση πληροφοριών στην οθόνη

Στην σχήμα 5.7 φαίνονται οι θέσεις που τυπώνονται οι τιμές της πίεσης και της θερμοκρασίας μέσα στο μιμικό διάγραμμα καθώς και κάποιες επιπλέον πληροφορίες οι οποίες θα επεξηγηθούν:

Θέση 1 : Θερμοκρασία δοχείου συγκεντρώσεως

Θέση 2 : Θερμοκρασία ατμού στο δοχείο βρασμού

Θέση 3 : Θερμοκρασία νερού στο δοχείο βρασμού

Θέση 4 : Θερμοκρασία κορεσμού

Θέση 5 : Πίεση στο δοχείο βρασμού

Θέσεις 6 & 7 : Σε αυτές τις θέσεις τυπώνονται τα σύμβολα ($<$), ($=$), ($>$)

($<$) : αν η θερμοκρασία του νερού η του ατμού είναι μικρότερη από την θερμοκρασία κορεσμού

($=$) : αν η θερμοκρασία του νερού η του ατμού είναι ίση με την

θερμοκρασία κορεσμού

(>) : αν η θερμοκρασία του νερού η του ατμού είναι μεγαλύτερη από την

θερμοκρασία κορεσμού

Θέση 8 : Τρέχουσα ημερομηνία

Θέση 9 : Τρέχουσα ώρα

Θέση 8 : Χρόνος που έχει τρέξει η το πρόγραμμα σε Normal operat

vii. 7. DIGIT – PWAY – VALVES – RESIS

Η DIGIT είναι η υπορουτίνα που ελέγχει τις συσκευές με δισταθή κατάσταση λειτουργίας. Η DIGIT καλεί την ψηφιακή είσοδο του ADC και παίρνει την ψηφιακή πληροφορία 1 η 0 για τις διάφορες συσκευές βλ. § 2.6. Αυτές τις πληροφορίες εκμεταλλεύονται μετέπειτα οι υπορουτίνες PWAY ,VALVES ,RESIS για να απεικονίσουν την κατάσταση της συσκευής στην οθόνη του H/Y.

Υπορουτίνα PWAY

Η υπορουτίνα αυτή αφορά την αντλία του δοχείου συγκεντρώσεως καθώς και τον κλάδο από την αντλία μέχρι το δοχείο βρασμού. Όταν η αντλία είναι κλειστή ο κλάδος έχει χρώμα μαύρο που υποδυκνείει ότι δεν περνάει νερό, επίσης το σήμα <<rump >> της αντλίας είναι και αυτό μαύρο. Όταν η αντλία ανοίξει ο κλάδος γίνεται χρώματος μπλε που υποδυκνείει δηλαδή ότι διέρχεται νερό μέσα από αυτόν, ενώ το σήμα <<rump >> της αντλίας γίνεται χρώματος κόκκινο και αναβοσβήνει. Η δύο διαφορετικές καταστάσεις φαίνονται στις εικόνες 5.3.2 και 5.3.

Τρόπος που καλείται: *CALL PWAY(IT)*

IT = 0 Η αντλία είναι κλειστή

IT = 1 Η αντλία είναι ανοιχτή

Υπορουτίνα VALVES (SOWAY - _S1WAY)

Η υπορουτίνα αυτή αφορά την σωληνοειδή βαλβίδα SV1 καθώς και τους κλάδους που καταλήγουν σε αυτήν. Μεσω της VALVES καλούνται οι υπορουτίνες SOWAY και SIWAY που αφορούν τους κλάδους ,από το δοχείο βρασμού μέχρι και την βαλβίδα και από την βαλβίδα μέχρι την είσοδο του test section αντίστοιχα..

Όταν η βαλβίδα είναι κλειστή ο κλάδος SIWAY έχει χρώμα μαύρο που υποδηλώνει ότι δεν περνάει ατμός, επίσης εμφανίζεται ένα (X) στο κάτω μέρος της βαλβίδας .

Όταν η βαλβίδα ανοίξει το (X) δεν εμφανίζεται πλέον στην οθόνη ενώ ο κλάδος

Αν υπάρχει ατμοπαραγωγή γίνεται χρώματος κόκκινου

Αν δεν υπάρχει ατμοπαραγωγή παραμένει μαύρος

Για τον κλάδο SOWAY ισχύει:

Αν υπάρχει ατμοπαραγωγή γίνεται χρώματος κόκκινου

Αν δεν υπάρχει ατμοπαραγωγή παραμένει μαύρος

Ανεξάρτητα αν η σωληνοειδή βαλβίδα είναι ανοιχτή η κλειστή

Τρόπος που καλείται: *CALL VALVES (IS1,IS2,IS3,IS4)*

Όπως φαίνεται η υπορουτίνα έχει τέσσερις δείχτες καθένα από τους οποίους αντιστοιχεί σε μία βαλβίδα . Εμείς χρησιμοποιήσαμε την VALVES ενεργοποιώντας μόνο τον δείκτη IS1 που αντιστοιχεί στην SV1.

IS = 0 Η βαλβίδα είναι κλειστή

IS = 1 Η βαλβίδα είναι ανοιχτή

Τρόπος που καλείται: *CALL SIWAY (IT,ITP)*

IT = 0 Δεν υπάρχει ατμοπαραγωγή και η βαλβίδα είναι κλειστή

IT = 1 Υπάρχει ατμοπαραγωγή και η βαλβίδα είναι κλειστή

IT = 3 Δεν υπάρχει ατμοπαραγωγή και η βαλβίδα είναι κλειστή

IT = 1 Υπάρχει ατμοπαραγωγή και η βαλβίδα είναι ανοιχτή

Τρόπος που καλείται: *CALL SOWAY (IT)*

IT = 0 Δεν υπάρχει ατμοπαραγωγή και ο κλάδος δεν διαρέεται από ατμό.

IT = 1 Υπάρχει ατμοπαραγωγή και ο κλάδος διαρέεται από ατμό.

Όλες οι παραπάνω διαφορετικές καταστάσεις φαίνονται στις εικόνες 5.8 ,5.9
5.10 και 5.11

Υπορουτίνα RESIS

Η υπορουτίνα αυτή αφορά τις δυο αντιστάσεις στο δοχείο βρασμού. Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι στο μιμικό διάγραμμα η κάθε αντίσταση απεικονίζεται με μία παύλα μέσα στο δοχείο βρασμού. Όταν οι αντιστάσεις τροφοδοτούνται με ρεύμα οι δύο παύλες αυτές γίνονται χρώματος κόκκινου. Όταν δεν τροφοδοτούνται είναι μαύρες. Η δύο διαφορετικές καταστάσεις φαίνονται στις εικόνες 5.8 και 5.11

viii. 8. Η συνθήκη της Normal

Έχοντας υπολογιστεί ο χρόνος σε TIC στην αρχή και στο τέλος της ρουτίνας Normal ,μπορούμε να αφαιρέσουμε αυτές τις δύο τιμές μεταξύ τους και να πάρουμε τον χρόνο που έχει τρέξει η ρουτίνα. Αυτός ο χρόνος, συγκρινόμενος με τον χρόνο που έχουμε ορίσει ως χρόνο δειγματοληψίας καθορίζει την συχνότητα που επαναλαμβάνεται η normal και ταυτόχρονα ανανεώνεται η οθόνη και οι πληροφορίες του Μιμικού διαγράμματος.

5.3 Συγκρότηση του προγράμματος RIG

- Η μετάφραση (compilation) του προγράμματος έγινε με το αρχείο του DOS **cmpfor.bat**. Με το ίδιο αρχείο έγινε και η μετάφραση όλων των υπορουτίνων.
- Η συγκρότηση του προγράμματος (linking) επιτεύχθηκε με το αρχείο του DOS **lnkrig.bat**
- Το πρόγραμμα τίθεται σε λειτουργία πληκτρολογώντας **rig** στην γραμμή εντολών του H/Y

Το πρόγραμμα RIG (II) που ελέγχει το νέο ΘΥΚ αποτελείται από τις εξής ρουτίνες

- i. RIG_MAIN : αποτελεί το κύριο πρόγραμμα
Αρχείο DOS RIG.FOR
- ii. NORMAL : ρουτίνα επιτήρησης του ΘΥΚ σε κανονική λειτουργία
Αρχείο DOS N.FOR
- iii. Τις υπορουτίνες αναλογικών και ψηφιακών μετατροπών
 - TOADC : Την υπορουτίνα αναλογικοψηφιακών μετατροπών που μετατρέπει τις πληροφορίες στα κανάλια του ADC :
Αρχείο DOS TOADC.ASM
 - TOMUX Την υπορουτίνα της αναλογιοψηφιακής μετατροπής στα κανάλια του πολυπλέκτη μέσω ενός καναλιού του ADC :
Αρχείο DOS TOMUX.ASM
 - Την υπορουτίνα ελέγχου της ψηφιακής εισόδου DIGIT
Αρχείο DOS DIGIT.ASM
- iv. Τις υπορουτίνες για τον έλεγχο των περιφερειακών του H/Y
 - CLR : υπορουτίνα καθαρισμού της οθόνης
Αρχείο DOS CRL.ASM
 - DSPSCR* : υπορουτίνα εμφάνισης κειμένου σε συγκεκριμένο σημείο της οθόνης - επιλογή χρώματος για το κείμενο
 - READKB* : υπορουτίνα ανάγνωσης του πληκτρολογίου
 - KEYBRD* : υπορουτίνα παρακολούθησης του πληκτρολογίου
 - MVCUR* : υπορουτίνα μετακίνησης του δρομέα σε συγκεκριμένη θέση επί της οθόνης

- οι εν λόγω υπορουτίνες περιλαμβάνονται μέσα στην SCREENZ.ASM
- v. Τις υπορουτίνες που ελέγχουν τα όργανα και συγκροτούν το μιμικό Διαγραμμα. Όλες οι παρακάτω υπορουτίνες εμπεριέχονται μέσα στο αρχείο S1.FOR

- BACKGR : Υπορουτίνα επιλογής του χρωματικού υποβάθρου . Στο τέλος του κεφαλαίου παρατείνονται οι πίνακες 5.1 , 5.2 σύμφωνα με τους οποίους επιλέχθηκαν οι κατάλληλοι χρωματικοί συνδυασμοί
- DISPL : Υπορουτίνα εμφάνισης του μιμικού διαγράμματος
- VALVES:Υπορουτίνα παρακολούθησης των σωληνοειδών βαλβίδων
- RESIS : Υπορουτίνα παρακολούθησης των αντιστάσεων
- PWAY : Υπορουτίνα παρακολούθησης της αντλίας
- SOWAY : Υπορουτίνα παρακολούθησης κλάδου
- S1WAY : Υπορουτίνα παρακολούθησης κλάδου

6. Τις υπορουτίνα βοηθητικών υπολογισμών

- TEMPK: υπολογίζει την θερμοκρασία που αντιστοιχεί στην θερμοηλεκτρική τάση του θερμοστοιχείου τύπου K

Αρχείο DOS S5.FOR

7. Τις υπορουτίνες ανάγνωσης ώρας και ημερομηνίας.

- IDATE
- ITIME

Αρχείο DOS DAT.ASM Η βιβλιοθήκη DATTIM που χρησιμοποιείται για την ανάγνωση της ημερομηνίας και της ώρας από το ρολόι του H/Y έχει συνταχθεί στα πλαίσια της Δ.Ε [7] του

Περισσότερες πληροφορίες που αφορούν τις υπορουτίνες, τη γλώσσα που έχουν γραφτεί, τον τρόπο που καλούνται, καθώς και σύντομη περιγραφή της λειτουργίας τους μπορούν να βρεθούν στην Δ.Δ [2].

Το πρόγραμμα τροφοδοτείται με δεδομένα για την λειτουργία του, από δύο πηγές

Το Blok Data Displmen (περιέχετε μέσα στο αρχείο του DOS S2.FOR) περιέχει δεδομένα τα οποία δεν χρειάζονται συχνή ενημέρωση και τα οποία μπορούν να θεωρηθούν ως σταθερές. Τα κυριότερα αρχεία αυτού είναι οι μεταβλητές τύπου character οι οποίες συγκροτούν το μιμικό διάγραμμα καθώς και αριθμητικές μεταβλητές οι οποίες ορίζουν :

- Την ενίσχυση που επιβάλει ο ενισχυτής
- Τα κανάλια του ADC και του πολυπλέκτη.
- Τον εξορισμού χρόνο δειγματοληψίας

Το αρχείο εισόδου Excob.dat το οποίο περιέχει δεδομένα που χρειάζονται συχνότερη αλλαγή των τιμών τους. Τέτοια δεδομένα είναι αριθμητικές τιμές οι οποίες δίνουν:

- Τιμές σε μεταβλητές χρώματος
- Τιμές στους συντελεστές βαθμονόμησης του μεταλλάκτη πίεσης
- Τιμές στους χρησιμοποιούμενους από την υπορουτίνα STEM συντελεστές, για τον υπολογισμό της θερμοκρασίας κορεσμού του νερού.

Χρωματολόγιο για Συμπαγές κείμενο

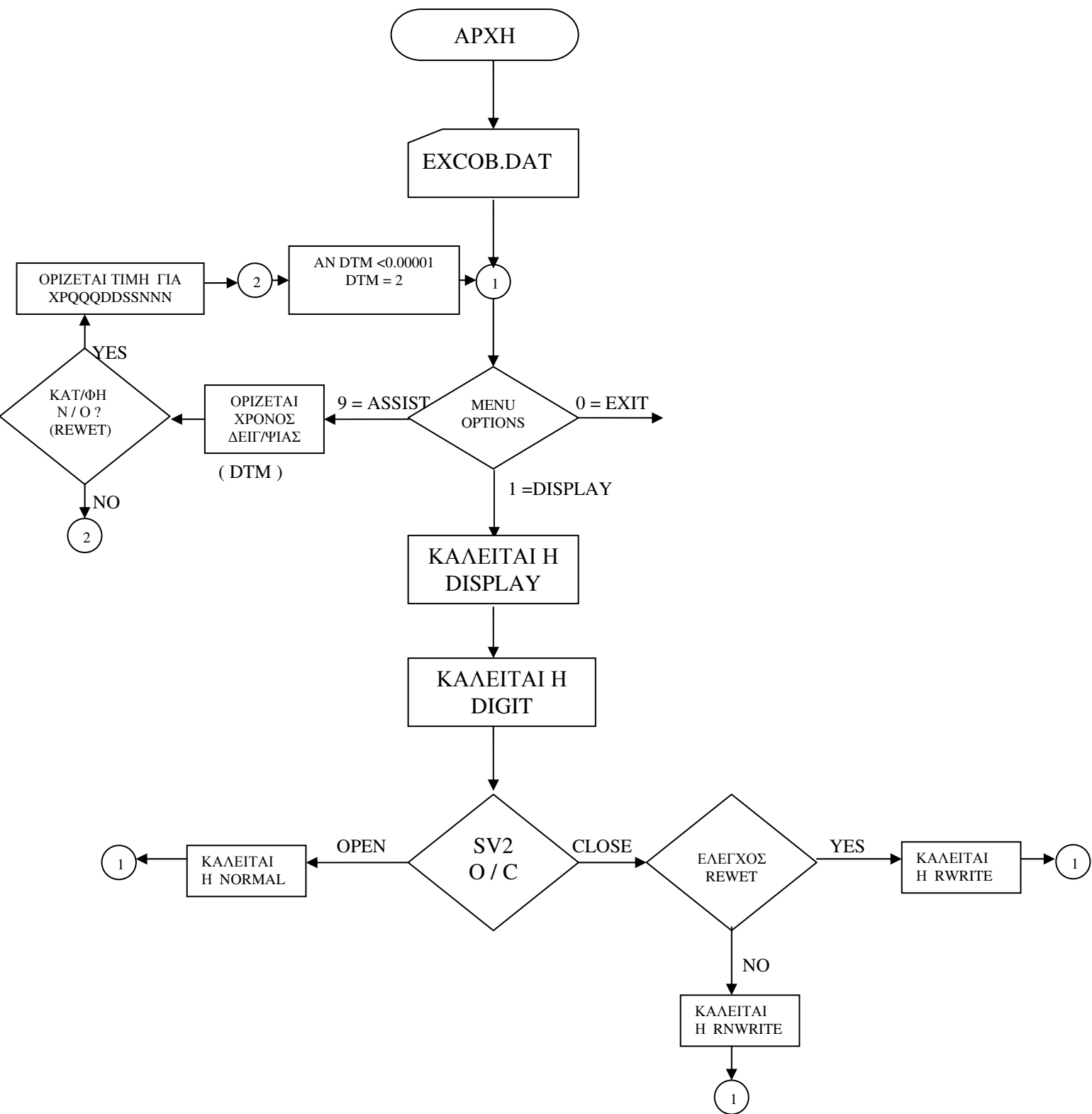
ΥΠΟΒΑΘΡΟ (Background)									
ΧΡΩΜΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΩΝ (Foreground)		Μάυρο	Μπλε	Πράσινο	Γαλάζιο	Κόκκινο	Μωβ	Καφέ	Αν.γκρι
	Μάυρο	0	16	32	48	64	80	96	112
	Μπλε	1	17	33	49	65	81	97	113
	Πράσινο	2	18	34	50	66	82	98	114
	Γαλάζιο	3	19	35	51	67	83	99	115
	Κόκκινο	4	20	36	52	68	84	100	116
	Μωβ	5	21	37	53	69	85	101	117
	Καφέ	6	22	38	54	70	86	102	118
	Αν.Γκρι	7	23	39	55	71	87	103	119
	Σκ.Γκρι	8	24	40	56	72	88	104	120
	Αν.Μπλε	9	25	41	57	73	89	105	121
	Αν.Πράσινο	10	26	42	58	74	90	106	122
	Αν.Γαλάζιο	11	27	43	59	75	91	107	123
	Αν.Κόκκινο	12	28	44	60	76	92	108	124
	Αν.Μωβ	13	29	45	61	77	93	109	125
Κίτρινο	14	30	46	62	78	94	110	126	
Λευκό	15	31	47	63	79	95	111	127	

Πίνακας 5-1 : Χρωματολόγιο για συμπαγές κείμενο

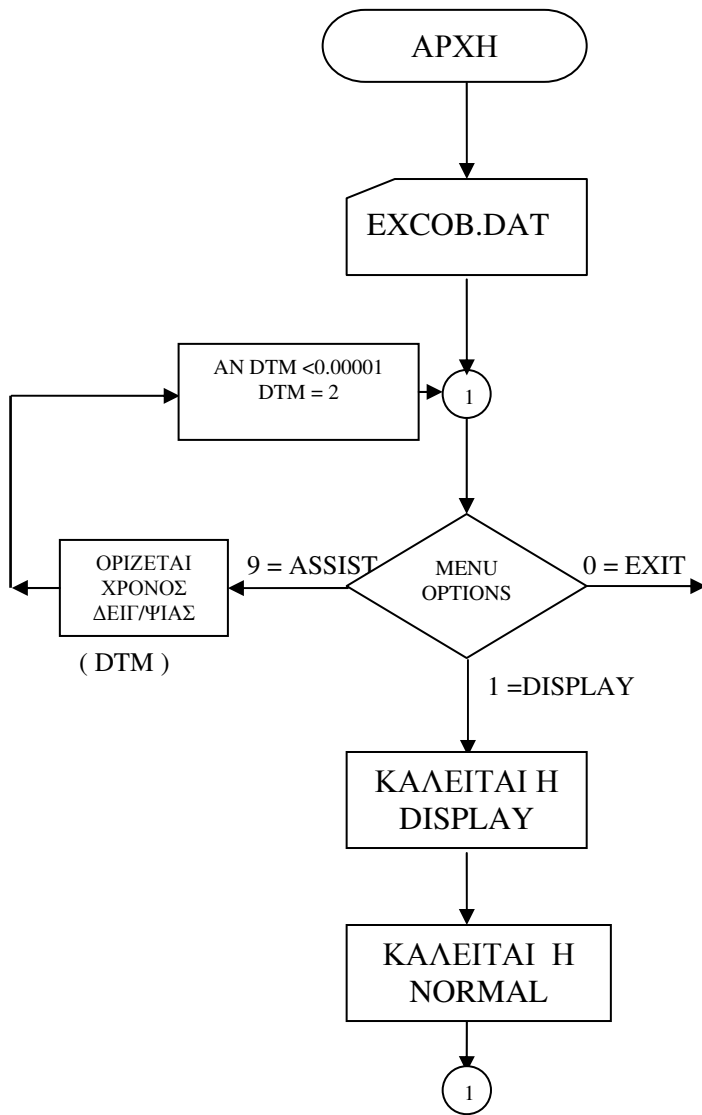
Χρωματολόγιο για Αναλαμπών κείμενο

ΥΠΟΒΑΘΡΟ (Background)									
ΧΡΩΜΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΩΝ (Foreground)		Μάυρο	Μπλε	Πράσινο	Γαλάζιο	Κόκκινο	Μωβ	Καφέ	Αν.γκρι
	Μάυρο	128	144	160	176	192	208	224	240
	Μπλε	129	145	161	177	193	209	225	241
	Πράσινο	130	146	162	178	194	210	226	242
	Γαλάζιο	131	147	163	179	195	211	227	243
	Κόκκινο	132	148	164	180	196	212	228	244
	Μωβ	133	149	165	181	197	213	229	245
	Καφέ	134	150	166	182	198	214	230	246
	Αν.Γκρι	135	151	167	183	199	215	231	247
	Σκ.Γκρι	136	152	168	184	200	216	232	248
	Αν.Μπλε	137	153	169	185	201	217	233	249
	Αν.Πράσινο	138	154	170	186	202	218	234	250
	Αν.Γαλάζιο	139	155	171	187	203	219	235	251
	Αν.Κόκκινο	140	156	172	188	204	220	236	252
	Αν.Μωβ	141	157	173	189	205	221	237	253
Κίτρινο	142	158	174	190	206	222	238	254	
Λευκό	143	159	175	191	207	223	239	255	

Πίνακας 5-2: Χρωματολόγιο για αναλαμπών κείμενο



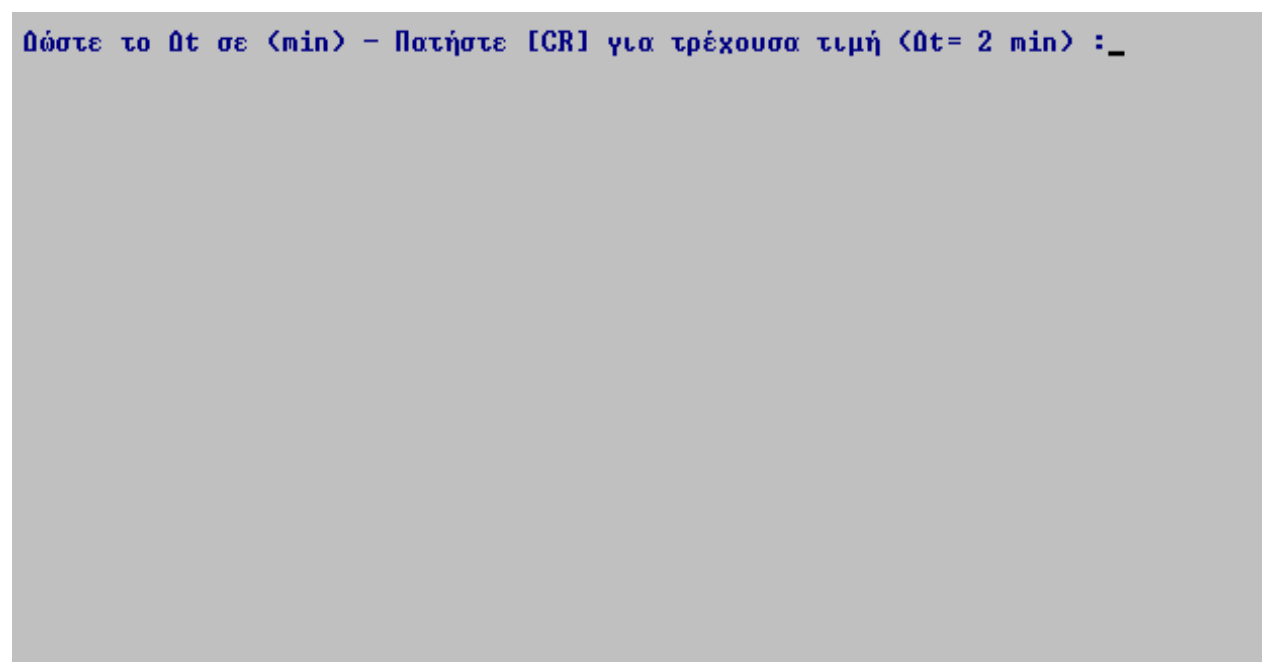
5-1: Λογικό διάγραμμα προγράμματος rig



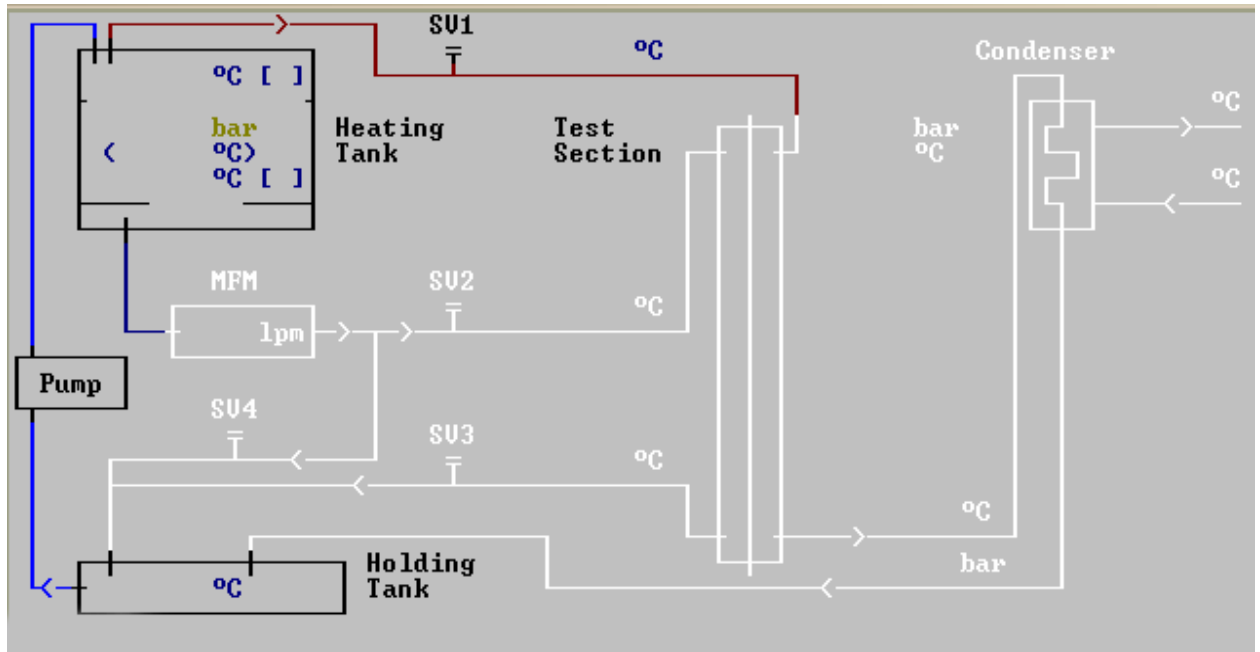
Σχήμα 5-2: Λογικό διάγραμμα προγράμματος rig2



Σχήμα 5-3: Κύρια οθόνη μιμικού διαγράμματος

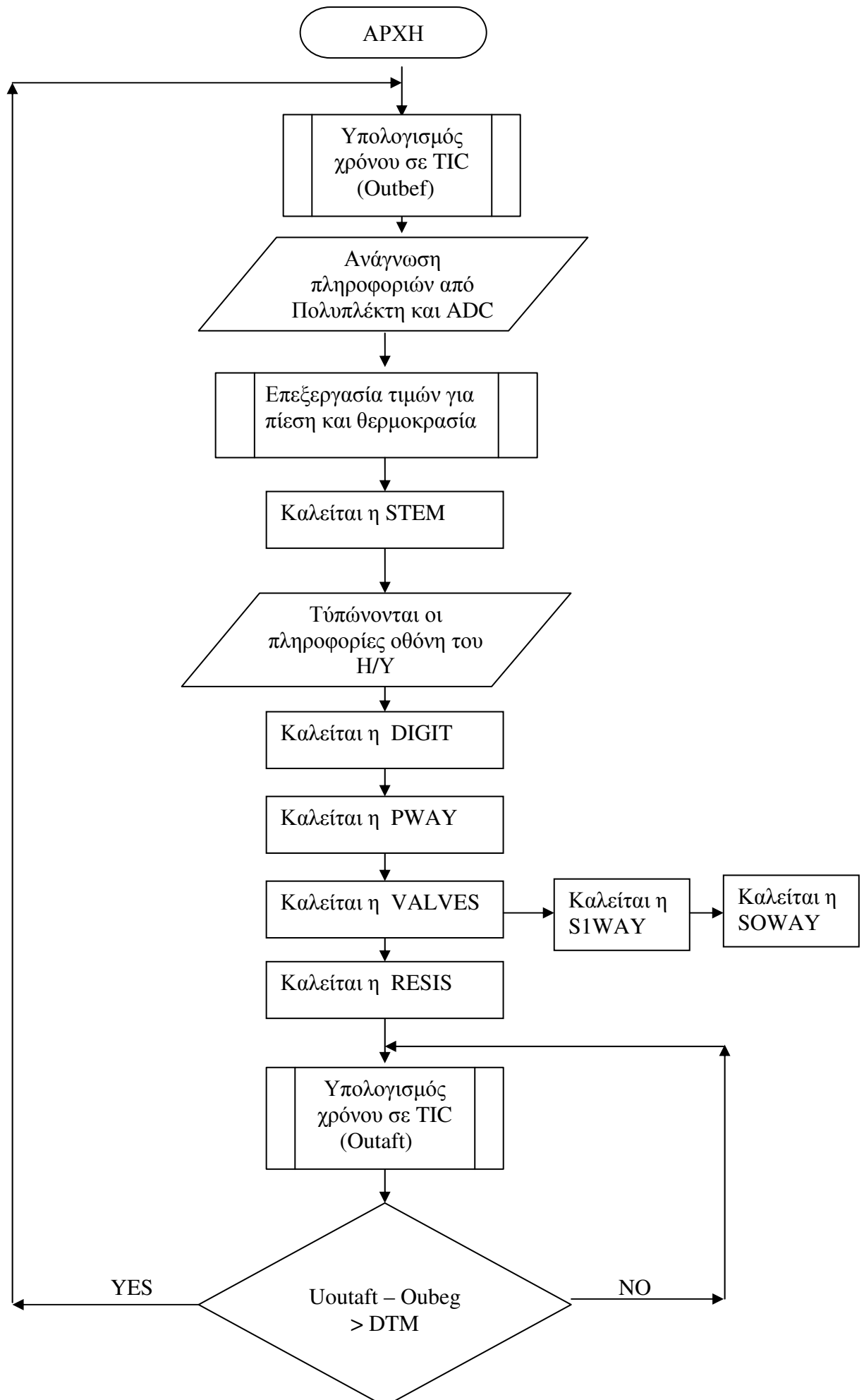


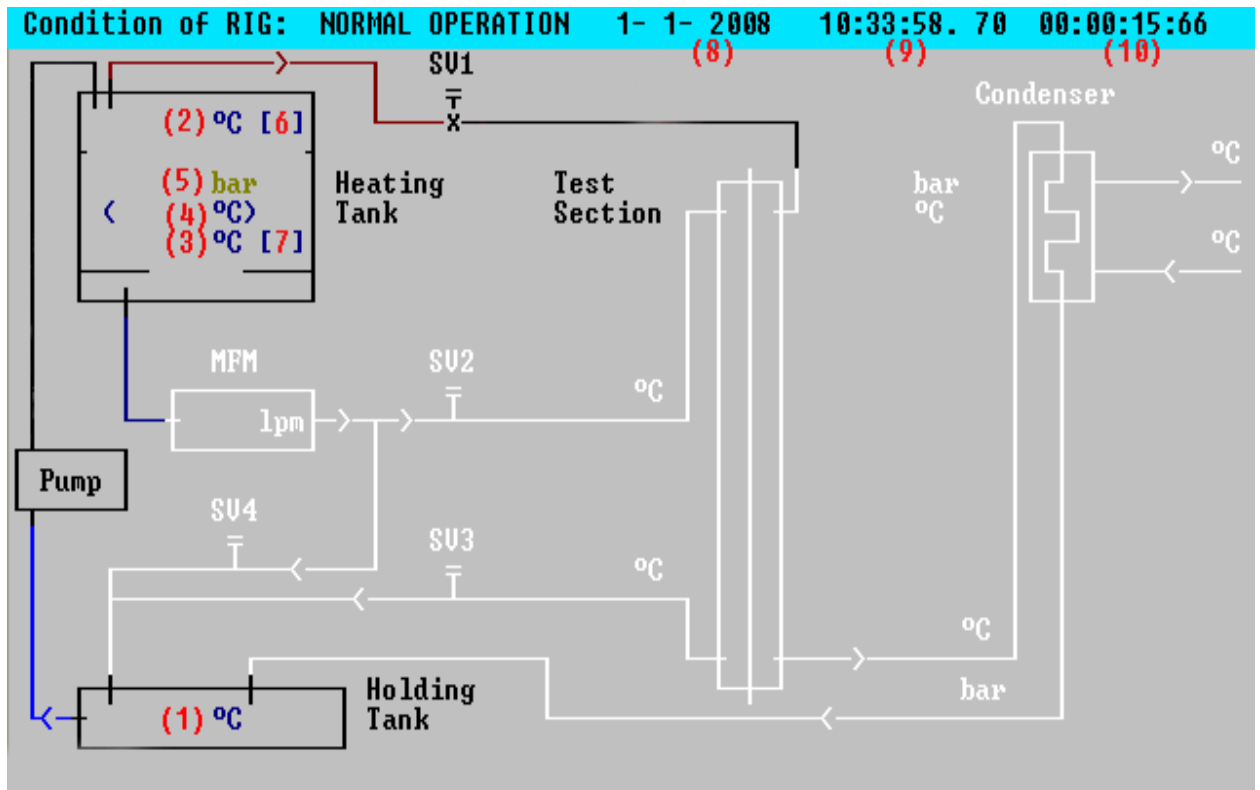
Σχήμα 5-4: Οθόνη επιλογής χρόνου απεικόνιση



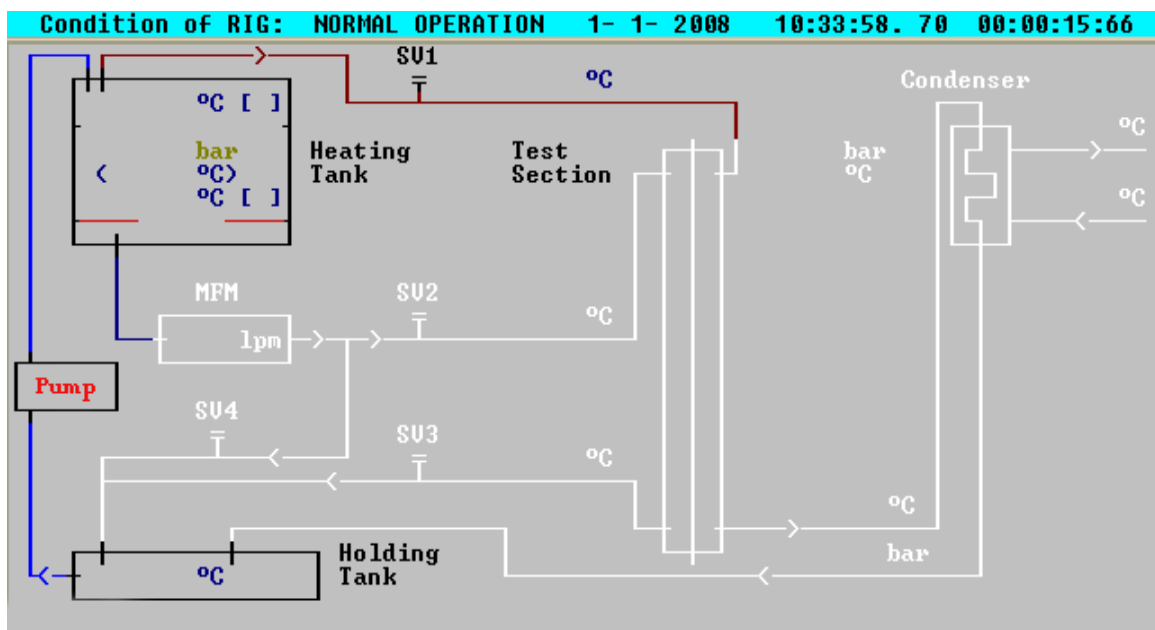
Σχήμα 5-5: Απεικόνιση του Μιμικού διαγράμματος

Σχήμα 5-6: Λογικό διάγραμμα ρουτίνας Normal

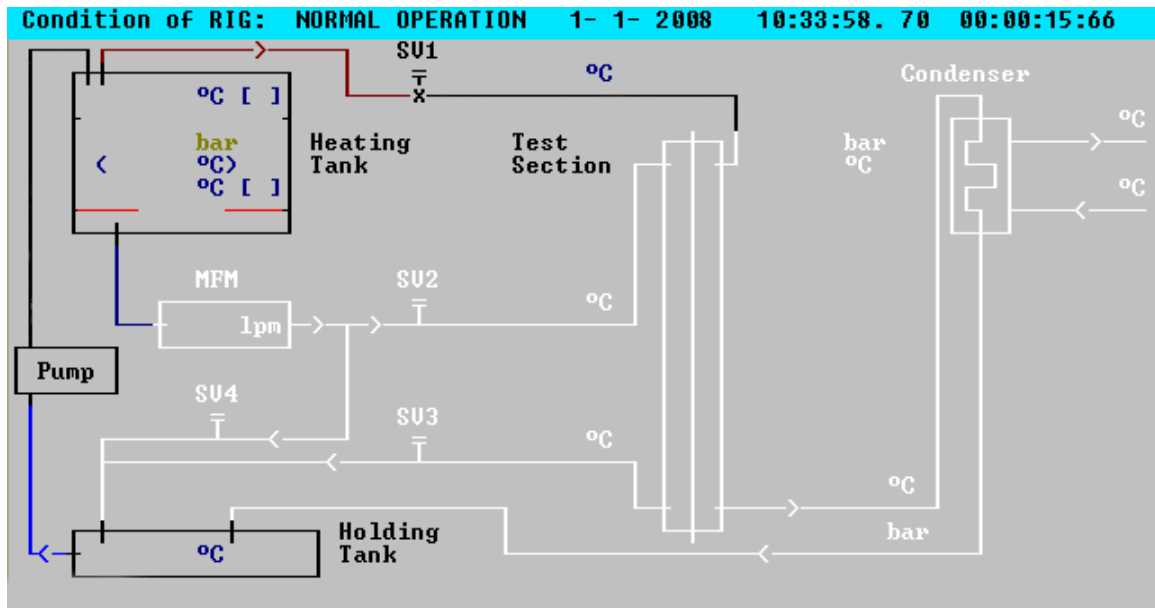




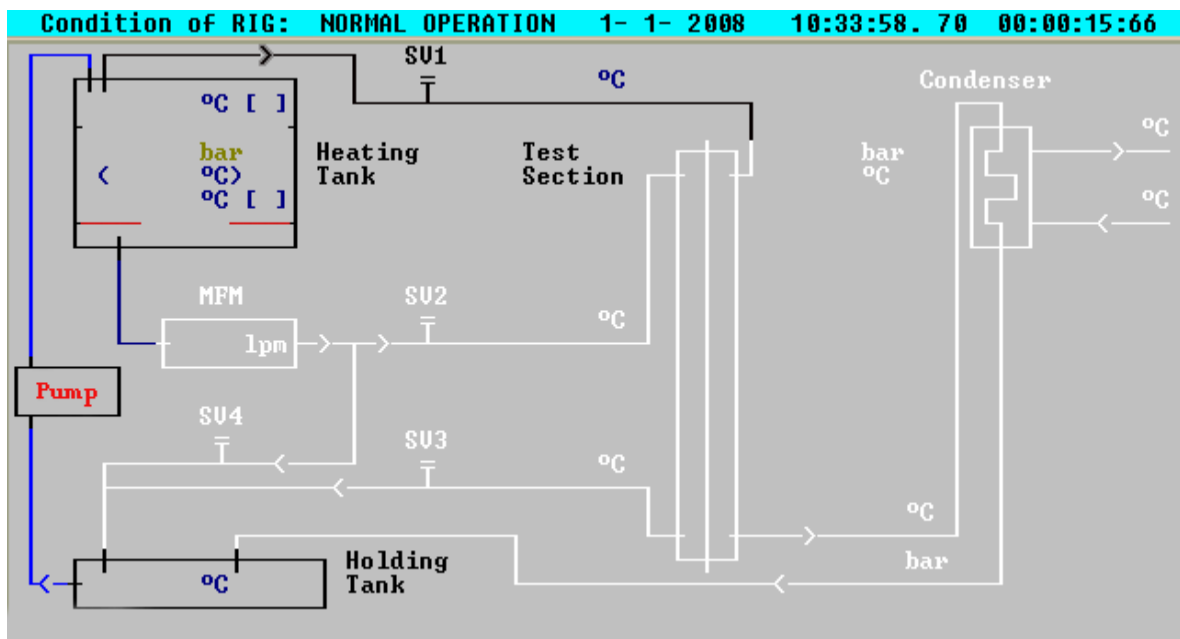
Σχήμα 5-7: Θέσεις απεικόνισης των πληροφοριών



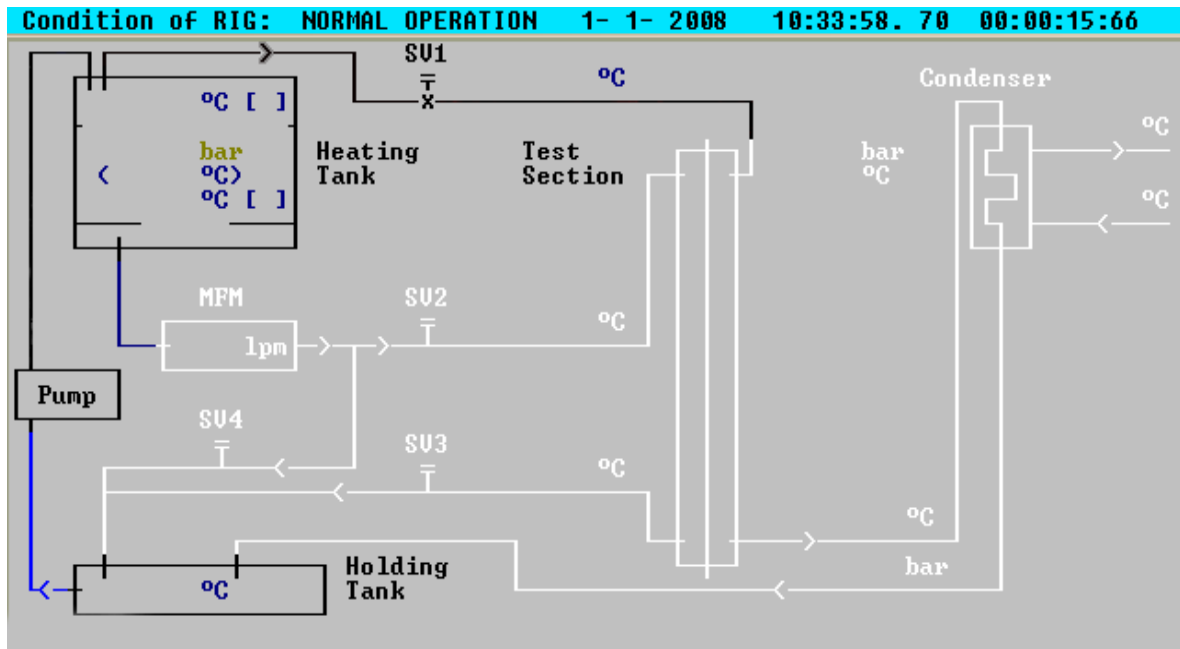
Σχήμα 5-8: Αντλία ανοιχτή , Αντιστάσεις ανοιχτές, Σωληνοειδής βαλβίδα ανοιχτή, Υπάρχει ατμόπαραγωγή



Σχήμα 5-9: Αντλία κλειστή , Αντιστάσεις ανοιχτές, Σωληνοειδής βαλβίδα κλειστή, Υπάρχει ατμόπαραγωγή



Σχήμα 5-10: Αντλία ανοιχτή , Αντιστάσεις ανοιχτές, Σωληνοειδής βαλβίδα ανοιχτή, Δεν υπάρχει ατμόπαραγωγή



Σχήμα 5-11: Αντλία κλειστή , Αντιστάσεις Κλειστές, Σωληνοειδής βαλβίδα κλειστή,
Δεν υπάρχει ατμόπαραγή

6 Δοκιμές λειτουργίας

Μετά το πέρας των κατασκευών που αφορούσαν την υδραυλική διασύνδεση του δοχείου συγκεντρώσεως, την ηλεκτρολογική σύνδεση των μετρητικών διατάξεων καθώς και την μετατροπή του κώδικα του μιμικού διαγράμματος για την απεικόνιση των συσκευών δισταθούς λειτουργίας έγιναν δοκιμές λειτουργίας ώστε να ελεγχθεί η σωστή συμπεριφορά τόσο της εγκατάστασης όσο και του προγράμματος.

Έγινε πλήρωση του δοχείου συγκεντρώσεως με νερό το οποίο εξήλθε από το δοχείο βρασμού και οδηγήθηκε στο δοχείο συγκεντρώσεως μέσω του κλάδου By-pass 1 βλ. §2.4. Κατά την διάρκεια της πλήρωσης, το δοχείο παρέμενε ανοιχτό στην ατμόσφαιρα και δεν παρατηρήθηκαν διαρροές από τους κλάδους. Με την ολοκλήρωση της πληρώσεως του δοχείου, το δοχείο απομονώθηκε από το εξωτερικό περιβάλλον καθώς και από το δοχείο βρασμού.

Με την χρήση μια χειροκίνητης αντλίας νερού άρχισε η συμπίεση του δοχείου. Αρχικά η συμπίεση έγινε μέχρι τα 5 bar χωρίς να παρατηρηθούν διαρροές στο δοχείο και τους περιβάλλοντες κλάδους. Στην συνέχεια η πίεση αυξήθηκε στα 6 bar χωρίς πάλι να παρατηρηθούν διαρροές. Το άδειασμα του δοχείου έγινε μέσω του σφαιρικού διακόπτη που βρίσκεται στο κάτω μέρος αυτού, αφού προηγουμένως είχε ανοιχτεί στην ατμόσφαιρα ώστε η πίεση του να παραμείνει ίση με την ατμοσφαιρική.

Το ηλεκτρολογικό κουτί στο οποίο είναι τοποθετημένο ο ελεγκτής στάθμης που ελέγχει το κύκλωμα του δοχείου συγκεντρώσεως καθώς και το ηλεκτρολογικό κουτί στο οποίο είναι τοποθετημένοι οι διακόπτες ελέγχου των σωληνοειδών βαλβίδων και της ηλεκτροβάνας ελεγχθήκαν μετά το πέρας της κατασκευής τους για βραχυκυκλώματα και διαρροή ως προς την γη. Πιθανά βραχυκυκλώματα θα μπορούσαν να προκαλέσουν αφενός ζημία στα μετρητικά όργανα τα οποία είναι τοποθετημένα σε αυτά και αφετέρου κίνδυνο ατυχήματος. Με την εξασφάλιση της σωστής ηλεκτρικής διασύνδεσης των κουτιών ελέγχου έγινε τροφοδότηση αυτών με ρεύμα 220V για τον έλεγχο της σωστής λειτουργίας των διακοπών, των λυχνιών καθώς και των οργάνων που φέρουν.

Όσον αφορά στο κουτί ελέγχου του δοχείου συγκεντρώσεως, κατά την τροφοδότηση αυτού με ρεύμα τέθηκε σε λειτουργία ο ελεγκτής στάθμης του δοχείου. Ο διακόπτης παρέμεινε στην θέση OFF και οι δύο ενδεικτικές λυχνίες σβηστές. Με το άνοιγμα

του διακόπτη, άναψε και η ενδεικτική λυχνία που σηματοδοτεί την έναρξη λειτουργίας του αυτόματου συστήματος ελέγχου στάθμης. Με το πάτημα του κουμπιού **Push-on** ενεργοποιήθηκε η λειτουργία της αντλίας ενώ ταυτόχρονα άναψε η ενδεικτική λυχνία που σηματοδοτεί την λειτουργία της. Με το πάτημα του κουμπιού **Push-Off** σταμάτησε η λειτουργία της αντλίας ενώ έσβησε και η ένδειξη που σηματοδοτούσε την λειτουργία της. Επιπλέον μετά την τοποθέτηση των ιχνηλατών στο δοχείο συγκεντρώσεως έγινε έλεγχος σωστής λειτουργίας αυτών.

Όσον αφορά το κουτί ελέγχου των σωληνοειδών και της ηλεκτροβάνας έγινε τροφοδοσία αυτού έχοντας όλους τους διακόπτες κλειστούς . Η σωληνοειδής βαλβίδα άνοιξε τοποθετώντας τον διακόπτη της στην θέση ON, κατάσταση η οποία σηματοδοτείται και από μία ενδεικτική λυχνία. Κλείνοντας τον διακόπτη, η βαλβίδα επανήλθε στην αρχική της κατάσταση. Η κατάσταση της ηλεκτροβάνας σηματοδοτείται από δύο λυχνίες. Όταν η ηλεκτροβάνα είναι κλειστή η μία λυχνία παραμένει ανοιχτή, πράγμα που σηματοδοτεί ότι η ηλεκτροβάνα τροφοδοτείται με ρεύμα βλ. 3.8.4. Όταν η ηλεκτροβάνα ανοίξει και οι δύο λυχνίες έχουν φωτεινές ενδείξεις.

Τέλος με την χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή και του προγράμματος του **rig** έγινε έλεγχος της σωστής απεικόνισης της λειτουργίας των σωληνοειδών βαλβίδων , της λειτουργίας της αντλίας καθώς και της ένδειξης του θερμοστοιχείου στην οθόνη του μμικού διαγράμματος.

7 Συμπεράσματα – Επισημάνσεις

Με την ολοκλήρωση της παρούσα Διπλωματική Εργασία η οποία πραγματεύεται την εγκατάσταση του δοχείου συγκεντρώσεως και αποτελεί κομμάτι της σχεδίασης και κατασκευής ενός Κλειστού *Θερμοϋδραυλικού Κυκλώματος* εργαζόμενου μέσου νερού κρίθηκε αναγκαία μια ανασκόπηση των κυριότερων σημείων της που αποτελούν την συμβολή του γράφοντος στη προσπάθεια δημιουργίας του RIG II.

Βασικός στόχος της ΔΕ αποτέλεσε η κατάλληλη υδραυλική διασύνδεση του δοχείου συγκεντρώσεως, η τοποθέτηση αντλίας ανακυκλοφορίας και του ηλεκτρικού κυκλώματος τροφοδοσίας αυτής, η τοποθέτηση μετρητικών διατάξεων και διατάξεων ελέγχου καθώς και τη διασύνδεση αυτών απ' ευθείας σε Η/Υ με σκοπό την καταγραφή και παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο της κατάστασης λειτουργίας του δοχείου.

Οι εργασίες που διενεργήθηκαν στο πλαίσιο της παρούσης Δ.Ε. και σε μερικές περιπτώσεις σε συνδυασμό με την Δ.Ε. [10] κατά χρονολογική σειρά είναι οι εξής:

- Συνδέθηκε ο οπτικός σταθμοδείκτης στο δοχείο συγκεντρώσεως
- Κατασκευάστηκε βάση πάνω στην οποία τοποθετήθηκε το δοχείο συγκεντρώσεως. Η κατασκευή της βάσης περιελάμβανε την αγορά δοκών από χάλυβα, την συγκόλληση αυτών σε σχήμα Π καθώς και την τοποθέτηση της στο χώρο του φρεατίου.
- Διενεργήθηκε έρευνα για την προμήθεια κατάλληλης αντλίας ανακυκλοφορίας. Με την ολοκλήρωση της παραγγελίας και την αγορά της αντλίας, έγινε τοποθέτηση αυτής στο χώρο του Θ.Υ.Κ II
- Έγινε μέτρηση και αποτύπωση σε σχέδιο των κατασκευαστικών χαρακτηριστικών του δοχείου συγκεντρώσεως.
- Ξεκίνησε η υδραυλική διασύνδεση του δοχείου συγκεντρώσεως η οποία ολοκληρώθηκε με το τέλος της Δ.Ε. Κατά την διασύνδεση του δοχείου έγινε προμήθεια όλων των υδραυλικών εξαρτημάτων που κρίθηκαν απαραίτητα για την ολοκλήρωση αυτής.

- Διενεργήθηκε έρευνα και αγορά καταλλήλων οπτικών ροόμετρων .
- Πραγματοποιήθηκε βαθμονόμηση του οπτικού ροομέτρου το οποίο τοποθετήθηκε στο κύκλωμα.
- Επιλέχθηκαν η μονάδα αναλογοψηφιακής μετατροπής, ο εξωτερικός πολυπλέκτης και η τερματική πλακέτα. Μελετήθηκαν οι ομοιότητες και οι διαφορές των συγκεκριμένων μονάδων με αυτές που είναι εγκατεστημένες και λειτουργούν στην παλαιά εγκατάσταση(RIG I).
- Πραγματοποιήθηκε βαθμονόμηση του αναλογοψηφιακού μετατροπέα προκειμένου να εξάγονται ακριβή αποτελέσματα.
- Έγινε συγκρότηση και σύνδεση των μονάδων προσαρμογής ώστε να καλυφθούν οι απαιτήσεις της τρέχουσας εφαρμογής.
- Αναλύθηκε και τροποποιήθηκε ο υπάρχον κώδικας του μιμικού διαγράμματος ώστε να προσαρμοστεί στις ανάγκες του νέου Θερμοδραυλικού κυκλώματος..
- Αγοράστηκαν ηλεκτρολογικά κουτιά καθώς και όλα τα απαραίτητα περιφερειακά (διακόπτες, ενδεικτικές λυχνίες κ.α.) για την κατασκευή των ηλεκτρολογικών κυκλωμάτων ελέγχου του δοχείου συγκεντρώσεως της ηλεκτροβάνας και των σωληνοειδών βαλβίδων.
- Αγοράστηκε αυτόματο σύστημα για τον έλεγχο της στάθμης του δοχείου συγκεντρώσεως.
- Έγιναν τρισδιάστατες απεικονίσεις των υδραυλικών κλάδων της εγκατάστασης
- Συνδέθηκαν στο δοχείο συγκεντρώσεως ο μεταλλάκτης πίεσης, το θερμοστοιχείο, και έγινε κατάλληλη ηλεκτρολογική καλωδίωση για την μεταφορά των σημάτων τους στον χώρο του Η/Υ.
- Πραγματοποιήθηκαν δοκιμές αφαλούς λειτουργίας της εγκατάστασης .

Εδώ θα πρέπει να αναφέρουμε ότι όλα τα όργανα που φέρουν οπτική ένδειξη τοποθετήθηκαν κατάλληλα ώστε να εποπτεύονται από τον χώρο που είναι τοποθετημένος ο Η/Υ. Σκοπός είναι ο χειριστής του Θ.Υ.Κ ΙΙ να έχει

συγκεντρωμένες όλες τις απαραίτητες πληροφορίες που απαιτούνται για την λειτουργία της εγκατάστασης.

Εν συνεχεία θα αναφέρουμε τα προβλήματα που ανέκυψαν κατά την διάρκεια της Δ.Ε.

- I. Αν και το δοχείο έφερε στο κάτω μέρος χαλύβδινα στηρίγματα τα οποία το υπερέψωναν περίπου κατά 170 mm ωστόσο αυτό το ύψος δεν εξασφάλιζε τη σωστή λειτουργία της εγκατάστασης. Λύση σε αυτό το πρόβλημα αποτέλεσε η κατασκευή μιας καινούργιας βάσης όπως περιγράφεται στην §2.3.2 .
- II. Κατά την τοποθέτηση των ιχνηλατών στο δοχείο συγκεντρώσεως δημιουργήθηκε το εξής πρόβλημα: Η διάμετρος των αναμονών του δοχείου είναι ελάχιστα μεγαλύτερες από την διάμετρο του άξονα του ιχνηλάτη, με πιθανό κίνδυνο σε συνθήκες αυξημένης θερμοκρασίας στο δοχείο τα συμπυκνώματα των υδρατμών να δημιουργούν βραχυκυκλώματα, δίνοντας εσφαλμένες πληροφορίες στον ελεγκτή για την πραγματική στάθμη του ρευστού στο δοχείο. Λύση σε αυτό το πρόβλημα αποτέλεσε η τοποθέτηση των ιχνηλατών σε ειδική κατασκευή από σωλήνες διαστάσεως ½” .
- III. Παρουσιάστηκε δυσλειτουργία στη μονάδα του εξωτερικού πολυπλέκτη. Η εν λόγω μονάδα αν και διαθέτει 16 κανάλια εισόδου έχει περιοριστεί στα 4 καθώς επαναλαμβάνει τις τιμές που λαμβάνει από τα κανάλια 0 - 3 στα κανάλια 4 - 7 , 8 - 11 και 12 -16 αντίστοιχα. Αναλυτικότερα η τιμή που λαμβάνεται στο κανάλι 0, επαναλαμβάνεται στο τέταρτο, στο όγδοο και στο δωδέκατο, ενώ αντίστοιχα επαναλαμβάνονται οι τιμές από τα κανάλια 1 ,2, 3. Λύση σε αυτό το πρόβλημα αναζητήθηκε στην τροποποίηση της υπορουτίνας tomux.asm η οποία καλεί τα κανάλια του πολυπλέκτη.

Παρά το γεγονός ότι δεν βρέθηκε λύση στο ανωτέρω πρόβλημα εντούτοις δεν επηρεάστηκε η ορθή λειτουργία του Μιμικού διαγράμματος καθώς ήταν αναγκαία ή λήψη αναλογικών σημάτων μόνο από τρεις σταθμούς μέτρησης. Έτσι τροποποιήθηκε κατάλληλα ο κώδικας του μιμικού διαγράμματος ώστε να λαμβάνει τις εν λόγω μετρήσεις από τα κανάλια 0 έως 3.

8 Βιβλιογραφία

[1] Σ.Ε. Σιμόπουλος

«Μετρήσεις Τεχνικών Μεγεθών» Β' ΕΚΔΟΣΗ
Αθήνα 1989

[2] Ευάγγελος Π. Χίνης

Διδακτορική Διατριβή: «Πειραματική εγκατάσταση προσομοίωσης φαινομένων βρασμού σε υδρόψυκτους πυρηνικούς αντιδραστήρες ισχύος Εφαρμογή: Μελέτη του φαινομένου της επαναψύξεως ράβδων πυρηνικού καυσίμου »
Αθήνα 1994

[3] Ευάγγελος Καλετζής

Διπλωματική Εργασία: «Μελέτη της συμπεριφοράς ηλεκτρικού κυκλώματος με χρήση ADC και DAC απευθείας συνδεδεμένων σε προσωπικό Η/Υ κάτω από Λ/Σ DOS»
Αθήνα 2003

[4] Πλαστουργός

Διπλωματική Εργασία: «Πειραματική μελέτη επαναψύξεως υπερθερμανθείσων επιφανειών με παράμετρο την υπόψυξη σε πιέσεις 1 και 2 bar »
Αθήνα 2000

[5] Καρασούλου

Διπλωματική Εργασία: «Πειραματική μελέτη επαναψύξεως με παράμετρο την υπόψυξη.»
Αθήνα 1997

[6] Ανδρέας Κ. Βοσύνης

Διπλωματική Εργασία: «Μελέτη του συστήματος μετρήσεων , ελέγχου και ρυθμίσεως του θερμοδραυλικού κυκλώματος ελαφρού ύδατος του Ε.Μ.Π»
Αθήνα 1988

[7] Σταυρός Βοσνιώτης

Διπλωματική Εργασία: «Σύνδεση ψηφιακών συσκευών σε θύρα RS – 232 H/Y κάτω από Λ/Σ DOS»

Αθήνα 1990

[8] E.P Hinis and S.E Simopoulos. Experimental investigation of the rewetting process at pressures of 1-7 bar. *Kerntechnik*. vol.68,pp 17-22.2003

[9] A.A Nikoglou, E.P Hinis and S.E Simopoulos. Experimental investigation of free falling water film characteristics. 5th International Symposium on Multiphase flow. Heat Mass Transfer and Energy Conversion

[10] Κώστας Φωτινόπουλος

Διπλωματική Εργασία: «Συγκρότηση θερμοδραυλικού κυκλώματος νερού – ατμού Φάση I :Εγκατάσταση δοχείου βρασμού και σχετικών διατάξεων μεταλλακτών απ' ευθείας συνδεδεμένων σε H/Y»

Αθήνα 2008

[11] Level Limit Switch *nivotester FTW 325*

Technical Information

[12] Level Limit Switch *nivotester FTW 325*

Operating instructions

[13] Rod probe 11961Z

Technical Information

[14] Rotameter Series 134

Technical specification sheet

[15] PCL – 818 Series High- performance e Multifunction DAS Cards

User manual

[16] PCLD – 789D Amplifier and Multiplexer Board
User manual

[17] PCLD 8115 Wiring Terminal Board
User manual