



Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

ΤΜΗΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

480
AY-

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:
ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ
ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΩΝ ΨΥΓΕΙΩΝ**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

ΠΙΣΤΙΚΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ (Α.Μ. 30482)

ΤΣΙΟΛΙΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ (Α.Μ. 31173)

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:
ΠΑΠΟΥΤΣΙΔΑΚΗΣ ΜΙΧΑΗΛ**

**ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ**

**ΑΙΓΑΛΕΩ
ΜΑΡΤΙΟΣ 2012**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1ο	
Εισαγωγή	
1.1 PLC: Ορισμός και ιστορική αναδρομή	2
1.2 Πλεονεκτήματα της χρήσης PLC	3
1.3 Περιγραφή και λειτουργία των PLCs	4
1.3.1 Από τι αποτελείται ένα PLC	4
1.3.2 Δομή και μονάδες του FBS-20MCT	5
1.3.3 Δομή της κάρτας FBS-6AD	12
1.3.4 Δομή της κάρτας FBS-4DA	15
1.3.5 Βαθμίδα επικοινωνίας	17
Κεφάλαιο 2ο	
Περιγραφή της εφαρμογής μας	
2.1 Περιγραφή της αρχής λειτουργίας του ψυγείου	19
2.2 Περιγραφή της διάταξης και της λειτουργίας	20
2.2.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά των συσκευών που συνιστούν το ηλεκτρικό..... μέρος του ψυγείου	20
2.2.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά των επιπλέον αισθητήρων που θα..... τοποθετηθούν στο ηλεκτρικό μέρος του ψυγείου	21
2.3 Προτεινόμενος αυτοματισμός	23
2.3.1 Περιγραφή των μεταβλητών του προτεινόμενου αυτοματισμού	23
2.3.2 Περιγραφή του διαγράμματος ροής του προτεινόμενου αυτ/μου	24
Κεφάλαιο 3ο	
Ηλεκτρολογική εγκατάσταση του προτεινόμενου αυτοματισμού	
3.1 Οι κάρτες PLC που θα χρησιμοποιηθούν	28
3.2 Η επιλογή του υπόλοιπου ηλεκτρολογικού υλικού	28
3.3 Το ηλεκτρολογικό σχέδιο του προτεινόμενου αυτοματισμού σε AutoCAD	38
3.4 Ηλεκτρολογικός πίνακας	39
3.4.1 Επιλογή ερμαρίου και καλωδίων	39
3.4.2 Θέματα εγκατάστασης των προγραμματισμένων λογικών ελεγκτών	40
Κεφάλαιο 4ο	
Προγραμματισμός PLC	
4.1 Εισαγωγή στη γλώσσα προγραμματισμού Ladder	43
4.2 Εργαλείο προγραμματισμού των Fatek PLC	45
4.3 Πρόγραμμα PLC σε Ladder για την εφαρμογή μας	47
4.4 Διαδικασία μεταφοράς προγράμματος σε PLC	55
Κεφάλαιο 5ο	
Υλοποίηση της διεπαφής ανθρώπου μηχανής	
5.1 Περιγραφή της συσκευής οπτικού ελέγχου που θα χρησιμοποιηθεί	58
5.2 Εργαλείο προγραμματισμού της οθόνης MT505-TV	60
Παράρτημα Α	
Βιβλιογραφία	72
Παράρτημα Β	
Ηλεκτρολογικά σχέδια εργασίας	73
Παράρτημα Γ	
Ενδεικτικός τιμοκατάλογος υλικών	86

1.1 PLC: Ορισμός και ιστορική αναδρομή

Τα plcs (programmable logic controllers) είναι οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές της βιομηχανίας. Ο όρος προγραμματισμένος λογικός ελεγκτής προκύπτει από τον αγγλικό όρο programmable logic controllers και ο ορισμός τους είναι ο ακόλουθος:

<<...είναι ένα ψηφιακό ηλεκτρονικό σύστημα, σχεδιασμένο για χρήση σε βιομηχανικό περιβάλλον, το οποίο χρησιμοποιεί μια προγραμματιζόμενη μνήμη για την αποθήκευση εντολών, ώστε να επιτελούνται διάφορες λειτουργίες, όπως λογικές, χρονικές, μετρητικές και αριθμητικές πράξεις και να ελέγχονται μέσω αναλογικών/ψηφιακών μονάδων, διάφορες μηχανές ή διαδικασίες.>>

Τα plcs χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά στις αρχές της δεκαετίας του '60, με σκοπό να αποτελέσουν μια πιο οικονομική, ευέλικτη, και αξιόπιστη λύση για τα πολύπλοκα συστήματα ελέγχου και προστασίας, που βασίζονταν μέχρι τότε σε ηλεκτομηχανικούς ηλεκτρονόμους (relay). Τα μειονεκτήματα των συστημάτων relays ήταν πολλά. Τα relays, ως ηλεκτρομηχανικές συσκευές έχουν περιορισμένη διάρκεια ζωής, απαιτούν μεγάλη κατανάλωση ενέργειας για την λειτουργία τους, και ευθύνονται για σημαντικό ηλεκτρικό θόρυβο. Κατά δεύτερο λόγο, η εύρεση και η διόρθωση βλαβών σε συστήματα με πολλά relays, είναι μια επίπονη διαδικασία. Οι μικρές διαστάσεις των plcs, η ταχύτητα και η ευκολία στον προγραμματισμό τους, αλλά και η μεγάλη διάρκεια ζωής τους, αποτέλεσαν τις αιτίες να διαδοθούν ταχύτατα και να παράγονται από μεγάλο αριθμό εταιρειών. Το βασικό τους πλεονέκτημα είναι πως οι οποιεσδήποτε αλλαγές στον τρόπο ελέγχου, γίνονται αλλάζοντας μόνο το πρόγραμμα στη μνήμη του προγραμματιζόμενου ελεγκτή, χωρίς να χρειαστεί να αλλάξει η συνδεσμολογία του, όπως συμβαίνει στον έλεγχο με ηλεκτρονόμους, όπου οποιαδήποτε αλλαγή είναι πολύ δύσκολη και χρονοβόρα. Στις αρχές της δεκαετίας του '70, άρχισαν να αναπτύσσονται συστήματα επικοινωνίας και δικτύωσης των plcs μεταξύ τους. Το πρώτο σύστημα επικοινωνίας plc ήταν το modbus της modicon, με το οποίο απομακρυσμένα plcs μπορούσαν να επικοινωνούν με το ελεγχόμενο σύστημα. Ανάλογα πρωτόκολλα επικοινωνίας (proprietary), αναπτύχθηκαν και από άλλες εταιρείες, ήταν όμως ασύμβατα μεταξύ τους.

Τη δεκαετία του '80, έγινε μια προσπάθεια να χρησιμοποιηθούν κάποια κοινά πρότυπα (standards) για τα πρωτόκολλα επικοινωνίας των δικτύων plc, τα οποία θα εξασφάλιζαν τη μεταξύ τους συμβατότητα. Εκείνη την εποχή έγινε επίσης προσπάθεια να μειωθεί το μέγεθος των plcs και να αναπτυχθεί το λογισμικό που θα έκανε εφικτό τον προγραμματισμό τους από προσωπικό υπολογιστή και όχι από τερματικά σχεδιασμένα αποκλειστικά για τον προγραμματισμό των plcs. Από κατασκευαστικής απόψεως, ένα plc αποτελείται από ένα μικροελεγκτή (αποτελούμενο βασικά από μια κεντρική μονάδα επεξεργασίας (cpu), από περιοχές μνήμης και από κατάλληλα κυκλώματα για τη λήψη και αποστολή σημάτων εισόδου και εξόδου), ο οποίος επιτρέπει την εισαγωγή και αποθήκευση εντολών από τον χρήστη, οι οποίες ελέγχουν διάφορες παραγωγικές διαδικασίες. Οι εντολές αυτές δίνονται σε ηλεκτρονόμους ή διακόπτες που με τη σειρά τους διεγείρουν ή δέχονται τις αποκρίσεις των ελεγχόμενων ηλεκτρομηχανικών συσκευών. Ο αριθμός των ψηφιακών εξόδων και εισόδων ενός plc, καθορίζεται με βάση της ανάγκες του αυτοματισμού. Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των plcs, είναι η ευκολία με την οποία μπορούν να αλλάζουν την συμπεριφορά τους. Αν για παράδειγμα κάποιο plc έχει ρυθμιστεί να θέτει εκτός λειτουργίας κάποιον ηλεκτρονόμο με τη

χρήση δύο κουμπιών εύκολα μπορεί να κάνει το ίδιο και με ένα – αρκεί μια μικρή επέμβαση στο λογισμικό. Οι χρήσεις τους είναι πολλές και ποικίλλες. Αρχικά σχεδιάστηκαν για να αντικαταστήσουν τα κλασικά “πεδία“, πίνακες με ηλεκτρονόμους, για τον έλεγχο διαφόρων μηχανημάτων και συστημάτων. Αργότερα, λόγω των δυνατοτήτων προγραμματισμού τους και της μεγάλης ποικιλίας εξωτερικών συμπληρωματικών μονάδων (π.χ. εισόδων/εξόδων), η χρήση τους εξαπλώθηκε σε πολύ πιο σύνθετες εφαρμογές, όπως ο έλεγχος και η παρακολούθηση παραγωγικών διαδικασιών σε πραγματικό χρόνο, ενώ χρησιμοποιήθηκαν και ως ελεγκτές κλειστού βρόχου PID, PI ή PD. Με την χρήση των plcs το ηλεκτρικό κύκλωμα έλεγχου των μηχανών απλοποιείται, γίνεται πιο έξυπνο, πιο εύελικο σε μετατροπές, πιο αξιόπιστο στη λειτουργία.

1.2 Πλεονεκτήματα της χρήσης PLC

❖ **Κόστος:** Το κόστος των plcs επιτρέπει σήμερα και στο πιο άπλο μηχανήμα, που έχει κάποιο ηλεκτρικό έλεγχο να το χρησιμοποιεί.

❖ **Επάρκεια επαφών:** Κάτα την ανάπτυξη ενός συμβατικού αυτοματισμού και τη σχεδίαση του αντίστοιχου κυκλώματος γνωρίζουμε ότι πρέπει να εξετάζουμε το θέμα των διακοπτικών βοηθητικών επαφών των ρελέ ισχύος. Όταν οι απαιτούμενες βοηθητικές επαφές είναι πολλές και δεν είναι διαθέσιμες σε ένα ρελέ ισχύος, τότε είτε προσθέτουμε σε αυτό πρόσθετο μπλοκ βοηθητικών επαφών, είτε το παραλληλίζουμε με ένα δεύτερο ρελέ προκειμένου να χρησιμοποιήσουμε τις επαφές του ως βοηθητικές. Στα plcs δεν υφίσταται τέτοιο πρόβλημα. Η επάρκεια των επαφών είναι απεριόριστη. Κάθε εσωτερική θέση μνήμης ενός plc που παίζει το ρόλο του βοηθητικού ρελέ μπορούμε να τη χρησιμοποιήσουμε όσες φορές θέλουμε σε ένα πρόγραμμα.

❖ **Οικονομία χρόνου:** Για την ανάπτυξη ενός συστήματος προγραμματισμένου αυτοματισμού με plc, η γραφή του προγράμματος (σχεδίαση του κυκλώματος αυτοματισμού) μπορεί να γίνει παράλληλα με την εγκατάσταση του plc και τη σύνδεση του με τις συσκευές εισόδου/εξόδου, αφού το πρόγραμμα γράφεται στον προγραμματιστή (ειδική συσκευή ή προσωπικός υπολογιστής). Στο συμβατικό αυτοματισμό κάτι τέτοιο δεν είναι δυνατό. Πρέπει πρώτα να σχεδιασθεί το κύκλωμα αυτοματισμού, μετά να κατασκευασθεί ο βιομηχανικός πίνακας αυτοματισμού και στη συνέχεια να γίνει η εγκατάσταση του και η σύνδεση του με τις συσκευές εισόδου και εξόδου.

❖ **Οικονομία χώρου:** Επειδή τα plc είναι ψηφιακές συσκευές, έχουν συγκριτικά πολύ μικρό όγκο και συγχρόνως διαθέτουν δεκάδες χρονοδιακόπτες, δεκάδες απαριθμητές, και εκατοντάδες βοηθητικά ρελέ. Ο όγκος τους είναι ασύγκριτα μικρότερος από τον αντίστοιχο ένος συμβατικού βιομηχανικού πίνακα με ισοδύναμο βοηθητικό εξοπλισμό.

❖ **Οικονομία ενέργειας:** Η χρήση του plc στο κύκλωμα ελέγχου φέρνει και πιο χαμηλή κατανάλωση ενέργειας.

❖ **Εύκολη τροποποίηση αυτοματισμού:** Αλλαγή ή απλή τροποποίηση της λογικής ενός συμβατικού κυκλώματος αυτοματισμού σημαίνει αφαίρεση καλωδίων, προσθήκη νέων, πιθανή αλλαγή εξοπλισμού και το χειρότερο, παύση της λειτουργίας του ελεγχόμενου συστήματος για κάποιο χρονικό διάστημα. Στα plc όλα τα πιο πάνω σημαίνουν απλή αλλαγή του προγράμματος το οποίο –μετά τις τροποποιήσεις– φορτώνεται στα plc είτε εν λειτουργία είτε με παύση λίγων λεπτών.

❖ **Εύκολος εντοπισμός βλαβών:** Με τη βοήθεια του προγραμματιστή ενός plc μπορούμε να παρακολουθήσουμε την κατάσταση οποιουδήποτε εσωτερικού στοιχείου κατά την εκτέλεση του προγράμματος. Επιπλέον, η κατάσταση ON ή OFF όλων των συσκευών εισόδου και εξόδου διαπιστώνεται με ενδεικτικά LED χωρίς να είναι αναγκαία η επίσκεψη των συσκευών αυτών. Ακόμα, η δυνατότητα πλασματικής αλλαγής της κατάστασης μιας συσκευής εισόδου για παρατήρηση των αντιδράσεων του συστήματος αυτοματισμού και έλεγχο της λογικής του, καθώς και άλλες δυνατότητες που πηγάζουν από την ψηφιακή δομή των plcs επιτρέπουν την πραγματοποίηση διαφόρων δοκιμών και διευκολύνουν στον εντοπισμό βλαβών.

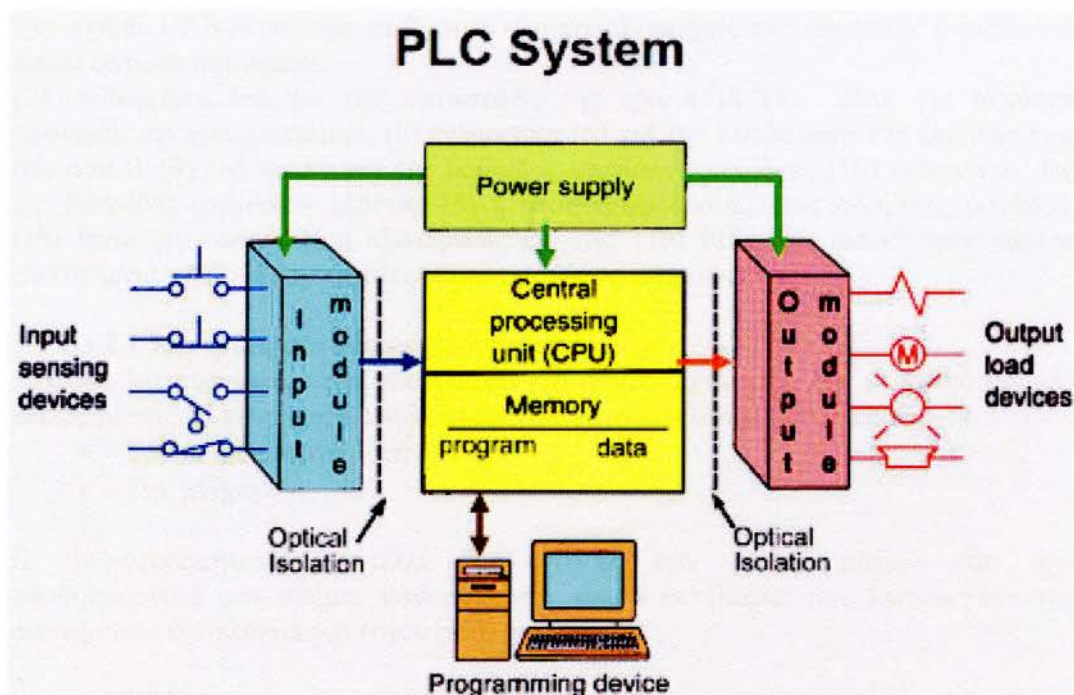
❖ **Σύγχρονος τρόπος και μέσα εργασίας:** Τα plcs έβγαλαν τους μηχανικούς αυτοματισμού από το χώρο καλωδίων, των βοηθητικών ρελέ, κλπ και τους έφερε αναγκαστικά σε χώρο παρόμοιο με αυτό των προσωπικών υπολογιστών. Δουλεύουν με πληκτρολόγιο και ποντίκι, προγραμματίζουν σε περιβάλλον windows, εκτυπώνουν απλά το πρόγραμμα αντί να σχεδιάζουν το κύκλωμα αυτοματισμού και εφαρμόζουν γενικές γνώσεις των ψηφιακών συστημάτων. Όλα αυτά συνιστούν ασφαλώς ένα διαφορετικό κόσμο που προσφέρει ένα πιο ευχάριστο και σύγχρονο περιβάλλον εργασίας.

1.3 Περιγραφή και λειτουργία των PLCs

1.3.1 Από τι αποτελείται ένα PLC

Ένα plc αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη: (Δες σχήμα 1.1)

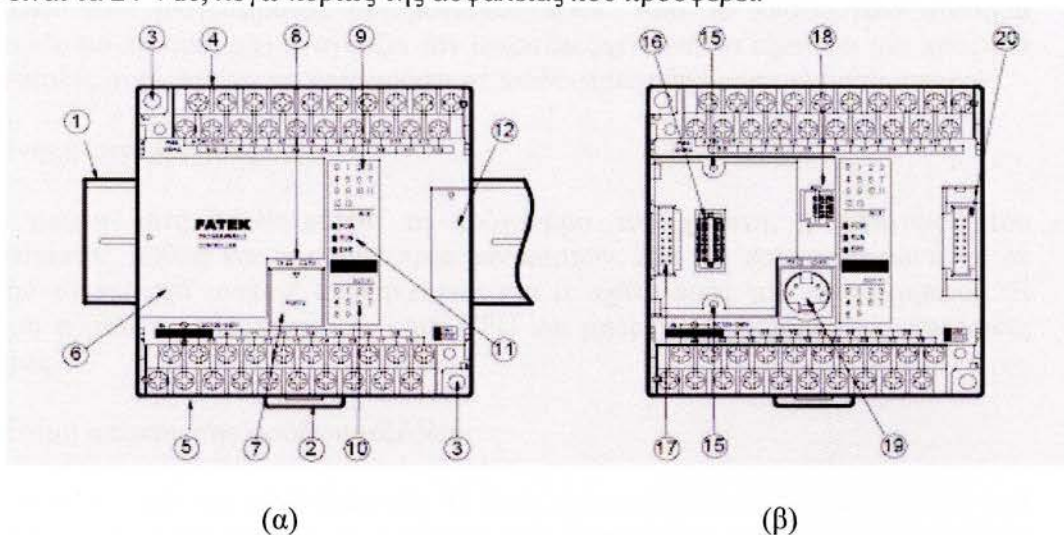
- 1)κεντρική μονάδα επεξεργασίας και βαθμίδα ψηφιακών εισόδων εξόδων
- 2)βαθμίδα αναλογικών εισόδων
- 3)βαθμίδα αναλογικών εξόδων



Σχήμα 1.1: Μπλοκ διάγραμμα ενός plc

1.3.2 Δόμη και μονάδες του FBS-20MCT

Η μονάδα FBS-20MCT που θα χρησιμοποιηθεί στην εφαρμογή μας περιλαμβάνει τα εξής εσωτερικά στοιχεία: α) cpu, β) βαθμίδα ψηφιακών εξόδων, γ) βαθμίδα ψηφιακών εισόδων, τα οποία περιγράφονται παρακάτω. Η συγκεκριμένη βαθμίδα προσφέρεται από τους κατασκευαστές σε διάφορες τάσεις εισόδου AC και DC. Αυτή η οποία θα επιλεγεί στην συγκεκριμένη εφαρμογή είναι τα 24 Vdc, λόγω κυρίως της ασφάλειας που προσφέρει.



Σχήμα 1.2: (α) κάρτα FBS-20MCT με καλύμματα (β) κάρτα FBS-20MCT χωρίς καλύμματα

Στο σχήμα 1.2 διακρίνουμε τα βασικά εξωτερικά στοιχεία της κεντρικής μονάδας τα οποία είναι τα παρακάτω:

(11) ενδεικτικά led για την κατάσταση της cpu, (7)&(19) θέση για σύνδεση συσκευής προγραμματισμού, (8) ενδεικτικά led για την κατάσταση της επικοινωνίας στο port 0, (9) ενδεικτικά led της βαθμίδας ψηφιακών εισόδων, (10) ενδεικτικά led της βαθμίδας ψηφιακών εξόδων, (5) η τάση τροφοδοσίας της κεντρικής μονάδας, (18) θέση για τοποθέτηση εξωτερικής μνήμης, (16) θέση για τοποθέτηση κάρτας επικοινωνίας, (17) θέση για τοποθέτηση μονάδας επικοινωνίας.

1.3.2.1 Κέντρική μονάδα επεξεργασίας

Η όλη λειτουργία του plc υλοποιείται και συντονίζεται από την κεντρική μονάδα επεξεργασίας. Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας αποτελείται από τα εξής:

- Τον μικροεπεξεργαστή
- Την μνήμη

Ο μικροεπεξεργαστής εκτελεί τις εντολές των προγραμμάτων που έχει αποθηκευμένες στη μνήμη, καθορίζει την σειρά εκτέλεσης των λειτουργιών του συστήματος και ελέγχει για τυχόν σφάλματα.

1.3.2.2 Μνήμη

Στη μνήμη ενός plc αποθηκεύονται: το εκτελέσιμο πρόγραμμα, το πρόγραμμα του χρήστη (δηλαδή το πρόγραμμα αυτοματισμού), οι καταστάσεις των εισόδων και των εξόδων και διάφορα δεδομένα προσωρινής φύσης. Με τον όρο “οργάνωση μνήμης” περιγράφεται η διαίρεση της μνήμης σε διάφορα τμήματα όπου το καθένα έχει συγκεκριμένο σκοπό και ανάλογο μέγεθος. Μια τυπική δομή μνήμης, αποτελείται από πέντε επιμέρους τμήματα, τα οποία είναι τα εξής:

ο Λειτουργικό σύστημα

Το λειτουργικό σύστημα αναγκάζει τον μικροεπεξεργαστή να εκτελέσει τις διάφορες λειτουργίες όπως σάρωση των εισόδων, ενημέρωση των εξόδων, εκτέλεση των εντολών του προγράμματος αυτοματισμού κ.λ.π. Άρα το λειτουργικό σύστημα (εκτελέσιμο πρόγραμμα) αναγκάζει τον μικροεπεξεργαστή να εξετάσει μία προς μία τις εντολές αυτές και να τις μεταφράσει σε ισοδύναμες οδηγίες σε γλώσσα μηχανής.

ο Μνήμη καταχώρησης

Στη μνήμη αυτή αποθηκεύεται το πρόγραμμα του χρήστη, η περιγραφή του συστήματος, καθώς και οι παράμετροι των καρτών. Στα πιο πρόσφατα μοντέλα, σε αυτήν τη περιοχή μνήμης αποθηκεύεται και ο σχολιασμός του προγράμματος. Η μνήμη φόρτωσης προϋπάρχει σε κάθε CPU και μπορεί να επεκταθεί με εξωτερικές μνήμες.

ο Μνήμη απεικόνισης εισόδων –εξόδων

Σε αυτήν την περιοχή αποθηκεύονται οι τιμές των εισόδων που διαβάζει η CPU από τις κάρτες εισόδου στην αρχή κάθε κύκλου λειτουργίας. Σε αυτήν την περιοχή αποθηκεύεται η τιμή κάθε μιας από τις χρησιμοποιούμενες εξόδους κατά την χρονική περίοδο του κύκλου λειτουργίας κατά την οποία εκτελείται το πρόγραμμα του χρήστη. Αυτή η περιοχή της μνήμης στέλνεται για να ενημερώσει τις κάρτες εξόδου.

Χαρακτηρισμός:

Είσοδοι:

Bit εισόδων: $X \times$ (όπου x η διεύθυνση του bit εισόδου κινείται μεταξύ 0-255 για τη CPU που θα χρησιμοποιήσουμε)

Word εισόδων: $R \times$ (όπου x η διεύθυνση του word εισόδου κινείται μεταξύ 3840-3903 για τη CPU που θα χρησιμοποιήσουμε)

Έξοδοι:

Bit εξόδων: $Y \times$ (όπου x η διεύθυνση του bit εξόδου κινείται μεταξύ 0-255 για τη CPU που θα χρησιμοποιήσουμε)

Word εξόδων: $R \times$ (όπου x η διεύθυνση του word εξόδου κινείται μεταξύ 3904-3967 για τη CPU που θα χρησιμοποιήσουμε)

ο Μνήμη δεδομένων

Και η μνήμη συστήματος είναι ενσωματωμένη στη CPU και δε μπορεί να επεκταθεί. Σε αυτήν περιέχονται ομαδοποιημένες οι μεταβλητές που χρησιμοποιούμε στο πρόγραμμά μας. Η κάθε ομάδα των μεταβλητών αυτών καταλαμβάνει ένα ορισμένο χώρο, το μέγεθος του οποίου εξαρτάται από τη CPU που χρησιμοποιούμε. Οι περιοχές (ομάδες) που χωρίζεται στην μνήμη του συστήματος είναι:

√ Χρονικά (T x)

Η λειτουργία χρονικών χρησιμοποιείται για να υλοποιήσει αλγόριθμους που έχουν σχέση με χρόνο (επιτήρηση, αναμονή, μέτρηση χρονικού διαστήματος, δημιουργία παλμών). Έτσι για παράδειγμα, θα χρειαστούμε τη χρησιμοποίηση χρονικού αν υπάρχει η απαίτηση όταν εκκινήσει ένα μηχάνημα μετά από 10 δευτερόλεπτα να εκκινήσει ένα άλλο. Με το όρο «χρονικό» εννοούμε μια λέξη (word) σε μια ειδική περιοχή της μνήμης, αυτή των χρονικών. Εκεί βρίσκεται καταχωρημένη η μονάδα (msec,sec) και η τιμή του χρόνου. Όταν υπάρξουν οι κατάλληλες προϋποθέσεις η τιμή αυτή αρχίζει να μειώνεται με το ρυθμό που όριζει η μονάδα του χρόνου (π.χ. κάθε sec) μέχρι να φθάσει την τιμή 0. Όσον αφορά το πρόγραμμά μας, μπορούμε να εκμεταλευτούμε και το διάστημα που μετρά το χρονικό, αλλά και αυτό μετά την ολοκλήρωση της μέτρησης.

Χαρακτηρισμός:

T x

x -αριθμός του χρονικού (0-n, ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη CPU, στην περίπτωση μας 255)

T0-T49 (η τιμή του χρόνου 0.01 sec)

T50-T199 (η τιμή του χρόνου 0.1 sec)

T200-T255 (η τιμή του χρόνου 1 sec)

√ Απαριθμητές(C x)

Οι λειτουργίες του απαριθμητή μας δίνουν την δυνατότητα να εκτελούμε εργασίες απαρίθμησης απ'εύθείας από τον κεντρικό επεξεργαστή. Οι απαριθμητές μετράνε προς τα πάνω και προς τα κάτω μέσα στα όρια (καθόριζονται από το χ). Για να μετρήσουμε, η cpu πρέπει να διαπιστώσει αλλαγή κατάστασης. Με τον απαριθμητή εννοούμε μια λέξη (word) σε μια ειδική περιοχή της μνήμης, αυτή των απαριθμητών.

Σε αυτή τη θέση, βρίσκεται το περιεχόμενο του απαριθμητή (το πόσο έχει δηλαδή μετρήσει), το οποίο το αυξάνουμε, το μειώνουμε ή το μηδενίζουμε από το πρόγραμμα μας.

Χαρακτηρισμός:

C x

x- αριθμός του απαριθμητή

C0-C139 (16 bit απαριθμητής που το word μηδενίζει την τιμή του με το κλείσιμο της τροφοδοσίας)

C140-C199 (16 bit απαριθμητής που το word διατηρεί την τιμή του με το κλείσιμο της τροφοδοσίας)

C200-C239 (32 bit απαριθμητής που το word μηδενίζει την τιμή του με το κλείσιμο της τροφοδοσίας)

C240-C255 (32 bit απαριθμητής που το word διατηρεί την τιμή του με το κλείσιμο της τροφοδοσίας)

√ Βοηθητικά bit-word

Πολλές φορές κατά την εκπόνηση του προγράμματός μας, καλούμαστε να επαναλάβουμε τμήματα του κώδικα για να εκτελέσουμε κάποιες διαδικασίες. Ένας τρόπος είναι να γράψουμε τον επαναλαμβανόμενο τόσες φορές όσες χρειαζόμαστε, πράγμα που μας κοστίζει σε χρόνο (καταγραφής αλλά και εκτέλεσης αργότερα από τη CPU) και σε μνήμη προγράμματος. Η ενδεδειγμένη λύση είναι η χρησιμοποίηση βοηθητικών. Καταγράφεται μια φορά η λογική ή τιμή, αποθηκεύεται σε ένα βοηθητικό bit ή word, και το βοηθητικό χρησιμοποιείται όσες φορές και σε όποιο σημείο του προγράμματος θέλουμε.

Χαρακτηρισμός:

Βοηθητικά bit:

M x (όπου x η διεύθυνση του bit κινείται μεταξύ 0-1911 για τη CPU που θα χρησιμοποιήσουμε)

M0-M799 & M1400-M1911 (τα bit αυτά μηδενίζουν την τιμή τους μετά το κλείσιμο της τροφοδοσίας)

M800-M1399 (τα bit αυτά διατηρούν την τιμή τους μετά το κλείσιμο της τροφοδοσίας)

Βοηθητικά word:

R x ή D x (όπου x η διεύθυνση του word κινείται μεταξύ 0-3839 για τα R και 0-3999 για τα D για τη CPU που θα χρησιμοποιήσουμε)

R0-R2999 & D0-M3999 (τα word αυτά μηδενίζουν την τιμή τους μετά το κλείσιμο της τροφοδοσίας)

R3000-R3839 (τα word αυτά διατηρούν την τιμή τους μετά το κλείσιμο της τροφοδοσίας)

√ Διαγνωστικά

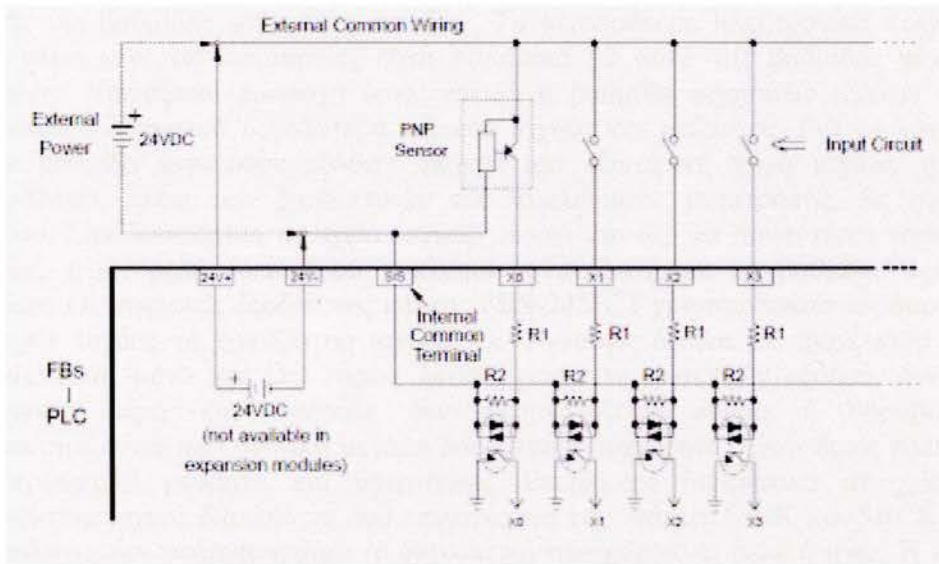
Καταχωρούνται διάφορες ενέργειες που έχουν γίνει στο σύστημα όπως CPU σε RUN/STOP, βραχυκυκλωμένη κάρτα αναλογικών κ.λ.π.

ο Μνήμη εργασίας

Η μνήμη εργασίας είναι ενσωματωμένη στη CPU και δεν μπορεί να επεκταθεί. Είναι RAM υψηλής απόδοσης και διατηρεί το περιεχόμενο της μόνο με τη βοήθεια της μπαταρίας. Αυτός ο τύπος μνήμης χρησιμοποιείται αποκλειστικά από το λειτουργικό σύστημα και στο οποίο ο χρήστης δεν μπορεί να επέμβει. Καθώς το λειτουργικό σύστημα πραγματοποιεί τις διάφορες λειτουργίες μέσω του μικροεπεξεργαστή, αποθηκεύει προσωρινά κάποιες πληροφορίες ή ενδιάμεσα αποτελέσματα στην μνήμη εργασίας.

1.3.2.3 Βαθμίδα ψηφιακών εισόδων

Η κάρτα FBS-20MCT έχει 11 ψηφιακές εισόδους. Η βαθμίδα ψηφιακών εισόδων σχεδιάζεται έτσι ώστε να δέχεται διακριτά σήματα από τις συσκευές του μηχανήματος, να τα μετατρέπει κατάλληλα και να τα απομονώνει ηλεκτρικά πριν μεταφερθούν στη μνήμη του plc. Η συγκεκριμένη κάρτα αναγνωρίζει σαν σήμα 1 τα 24VDC και σαν σήμα 0 τα 0VDC. Στις περιπτώσεις εκείνες που υπάρχει διακύμανση στην τάση οι ψηφιακές κάρτες έχουν ενοχές. Έτσι σαν σήμα 1 καταλαβαίνει τις τάσεις 13-33 VDC και σαν σήμα 0 τις τάσεις -3-5 VDC. Στο σχήμα 1.4 παρατίθεται το ηλεκτρικό διάγραμμα σύνδεσης συσκευής εισόδου.



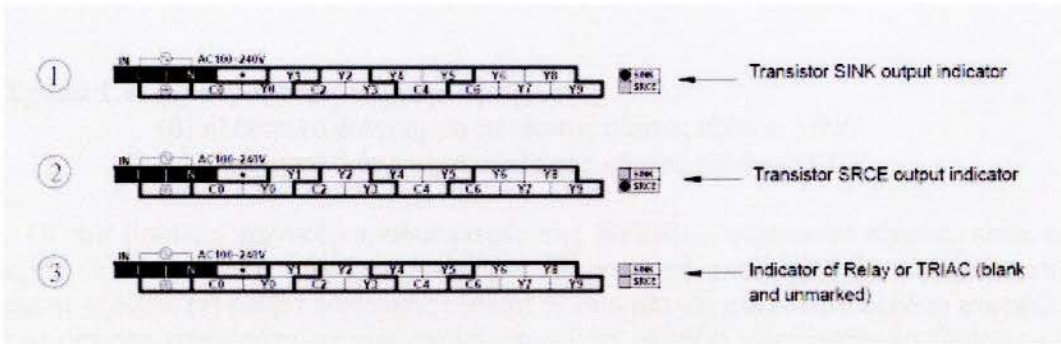
Σχήμα 1.3: Ηλεκτρικό διάγραμμα σύνδεσης συσκευής εισόδου

Παρατηρούμε ότι ο internal common terminal s/s συνδέεται στο -24 vdc. Ενώ στους ακροδέκτες X0-X11 θα συνδεθούν οι συσκευές εισόδου, οι οποίες θα μεταφέρουν την εικόνα της εγκατάστασης στη CPU. Τυπικές συσκευές εισόδου είναι οι εξής: οριακοί διακόπτες, επιλογικοί διακόπτες, μπουτόν κάθε είδους, φωτοκύτταρα, διακόπτες προσέγγισης κ.λ.π. Για την πραγματοποίηση σε μια βαθμίδα ψηφιακών εισόδων των λειτουργιών του απαιτούνται αντίστοιχα ηλεκτρονικά κυκλώματα, τα οποία σε απλοποιημένη μορφή φαίνονται στο σχήμα 1.4. Απαιτείται ένα κύκλωμα αντιστάσεων, το οποίο μετατρέπει την τάση των 24 vdc στην τάση λειτουργίας των

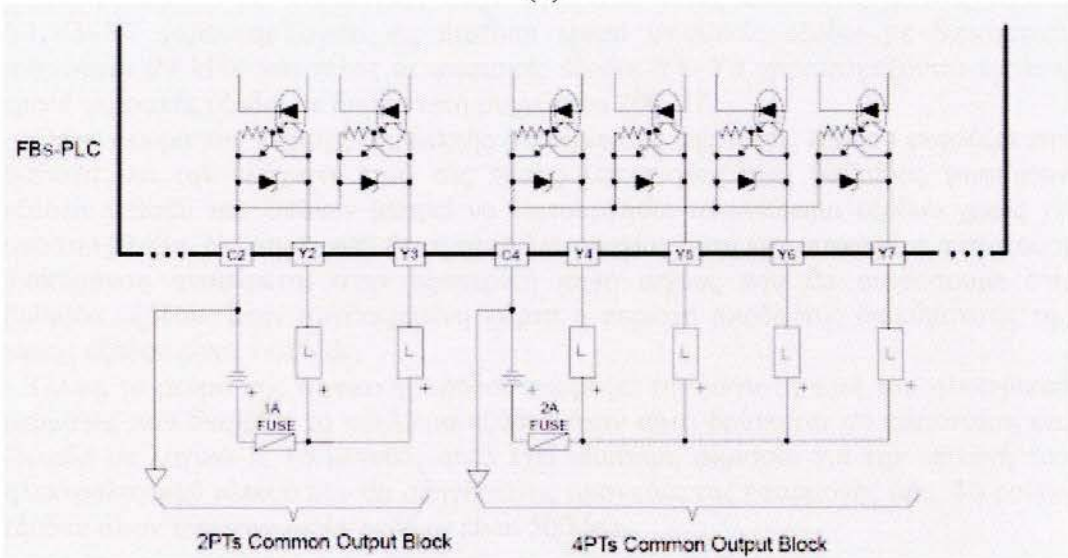
5 vdc του μικροεπεξεργαστή. Αυτή η χαμηλή dc τάση εφαρμόζεται στη δίοδο εκπομπής φωτός (LED) που είναι κατασκευαστικά ενσωματωμένη με ένα φωτοτρανζίστορ. Όταν πέφτει φως από το led στο φωτοτρανζίστορ, αυτό έρχεται σε κατάσταση αγωγιμότητας και επιτρέπει τη δίοδο ρεύματος προς τον αγωγό που εκφράζει την κατάσταση του λογικού σήματος. Ταυτόχρονα με τη δημιουργία του λογικού σήματος, τροφοδοτείται και το led ένδειξης της κατάστασης της συσκευής εισόδου. Οπτικός απομονωτής επιτυγχάνει ηλεκτρική απομόνωση, δηλαδή γίνεται πλήρης απόζευξη μεταξύ των ηλεκτρικών κυκλωμάτων του τμήματος διαμόρφωσης και των αντίστοιχων του μικροεπεξεργαστή. Κατ' αυτό τον τρόπο εξασφαλίζουμε ότι ένα πιθανό βραχυκύκλωμα, ή μια εσφαλμένη σύνδεση, ή ακόμη πρόσθετος θόρυβος που δεν απομακρύνεται από το τμήμα διαμόρφωσης, δεν θα καταστρέψουν τον μικροεπεξεργαστή.

1.3.2.4 Βαθμίδα ψηφιακών εξόδων

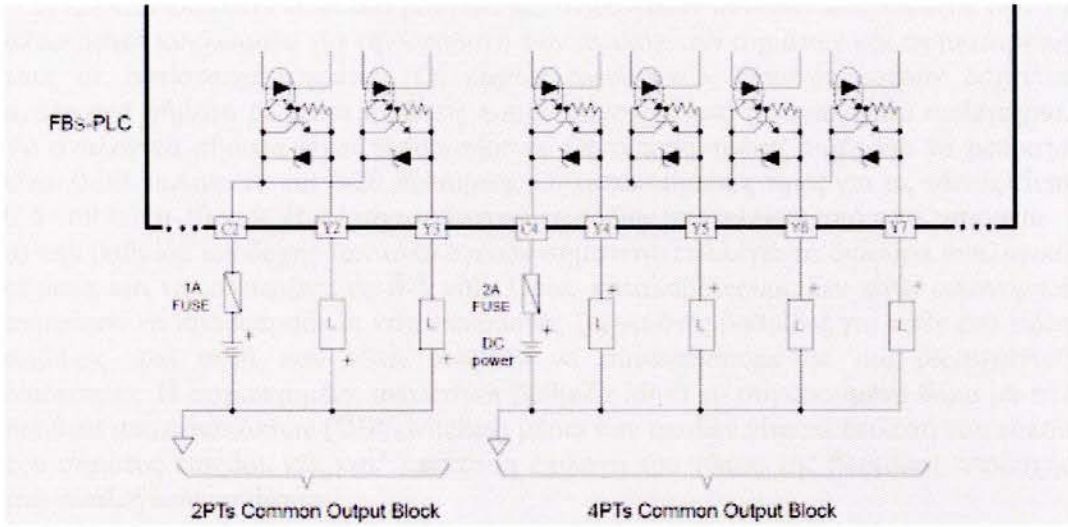
Η κάρτα FBS-20MCT έχει 9 ψηφιακές εισόδους. Ο ρόλος τους είναι να μετατρέπουν τις αποφάσεις που πήρε η CPU σε εντολές προς την εγκατάσταση, όπως για παράδειγμα να εκκινήσει ένας κινητήρας ή να ανάψει μια λυχνία. Οι αποφάσεις αυτές βρίσκονται καταχωρημένες στη μνήμη απεικόνισης εξόδων στη CPU και μετατρέπονται σε ηλεκτρικά σήματα από τις κάρτες εξόδων. Γενικά μπορούμε να πούμε ότι η βαθμίδα ψηφιακών εξόδων πραγματοποιεί μια επεξεργασία των ασθενών λογικών σημάτων που λαμβάνει από το μικροεπεξεργαστή ακριβώς αντίστροφη αυτής της βαθμίδας ψηφιακών εισόδων. Τα περισσότερα ηλεκτρονικά κυκλώματα που υλοποιούν τις λειτουργίες είναι παρόμοια με αυτά της βαθμίδας ψηφιακών εισόδων. Χρειάζεται προσοχή όμως επειδή η βαθμίδα ψηφιακών εξόδων έλεγχει συσκευές με σχετικά μεγαλύτερα επίπεδα ισχύος και ρεύματος. Για το λόγο αυτό κάθε βαθμίδα ψηφιακών εξόδων απαιτεί μια εξωτερική πηγή ισχύος, η οποία τροφοδοτεί, μέσω των διακοπτικών του κυκλώματος μετατροπής, τις συσκευές εξόδου. Σαν διακοπτικά στοιχεία ισχύος μπορεί κανείς να συναντήσει τρανζίστορ ισχύος, triac, ρελέ τυπωμένου κυκλώματος ανάλογα με τη βαθμίδα ψηφιακών εξόδων. Οι ψηφιακές έξοδοι της κάρτας FBS-24MCT χρησιμοποιούν ως διακοπτικό στοιχείο ισχύος τα τρανζίστορ ισχύος. Οι ψηφιακές έξοδοι με τρανζίστορ ισχύος ενδείκνυνται μόνο για DC τάσεις λειτουργίας των συσκευών εξόδου, δεν έχουν μηχανικά μέρη και συνεπώς δεν παρουσιάζουν φθορά ή θόρυβο, ενώ χαρακτηρίζονται από σχετικά μεγάλη διακοπτική συχνότητα. Είναι όμως ευαίσθητες σε κρουστικά ρεύματα και υπερτάσεις. Επειδή το διακοπτικό στοιχείο είναι τρανζίστορ ισχύος διατίθενται δυο επιλογές για την κάρτα: SINK και SRCE. Αυτές οι επιλογές δεν υπάρχουν όταν το διακοπτικό στοιχείο είναι ρελέ ή triac. Η επιλογή SINK σημαίνει ότι από την εξωτερική πηγή ισχύος χρησιμοποιούμε το μείον της DC τροφοδοσίας, τα common point C0,C2,C4,C6 συνδέονται στο μείον της DC τροφοδοσίας. Αντίθετα, η επιλογή SRCE σημαίνει ότι από την εξωτερική πηγή ισχύος χρησιμοποιούμε το συν της DC τροφοδοσίας, τα common point C0,C2,C4,C6 συνδέονται στο συν της DC τροφοδοσίας, όπως φαίνεται στο σχήμα 1.5. Η κάρτα που θα χρησιμοποιήσουμε στην συγκεκριμένη διπλωματική θα είναι η FBS-24MCT SRCE.



(a)



(β)



(γ)

Σχήμα 1.4: (α) ακροδέκτες της κάρτας εξόδου

(β) ηλεκτρικό διάγραμμα σύνδεσης κάρτας εξόδου SINC

(γ) ηλεκτρικό διάγραμμα σύνδεσης κάρτας εξόδου SRCE

Οι πιο βασικές τεχνικές προδιαγραφές της βαθμίδας ψηφιακών εξόδων είναι οι εξής: (α) διακοπτική συχνότητα εξόδου, (β) περιοχή αποδεκτής διακύμανσης της τάσης εξόδου, (γ) ρεύμα ψηφιακής εξόδου. Η διακοπτική συχνότητα εξόδου εκφράζει την μέγιστη συχνότητα με την οποία μπορεί να αλλάζει κατάσταση το διακοπτικό στοιχείο που περιέχει το κύκλωμα μιας ψηφιακής εξόδου. Με απλά λόγια εκφράζει το πόσο γρήγορα μπορεί να ανοίγει και να κλείνει η έξοδος. Στην συγκεκριμένη κάρτα FBS-20MCT οι ψηφιακές έξοδοι Y0,Y2 χαρακτηρίζονται ως high speed ψηφιακές έξοδοι με διακοπτική συχνότητα 120 kHz, ενώ οι ψηφιακές έξοδοι Y1,Y3~Y7 χαρακτηρίζονται ως medium speed ψηφιακές έξοδοι με διακοπτική συχνότητα 20 kHz και τέλος οι ψηφιακές έξοδοι Y8~Y9 χαρακτηρίζονται ως low speed ψηφιακές έξοδοι με διακοπτική συχνότητα 200 Hz.

Όσον αφορά την περιοχή αποδεκτής διακύμανσης της τάσης εξόδου εκφράζει την μέγιστη και την ελάχιστη τιμή της τάσης λειτουργίας μιας βαθμίδας ψηφιακών εξόδων μεταξύ των οποίων μπορεί να λειτουργήσει το κύκλωμα εξόδου χωρίς να υποστεί βλάβη. Να σημειωθεί ότι η τάση λειτουργίας αυτή και συνεπώς η αντίστοιχη διακύμανση αναφέρεται στην εξωτερική πηγή ισχύος που θα συνδέσουμε στη βαθμίδα εξόδου. Στην συγκεκριμένη κάρτα η περιοχή αποδεκτής διακύμανσης της τάσης εξόδου είναι 5-30Vdc.

Τέλος, το ρεύμα της ψηφιακής εξόδου εκφράζει την μέγιστη τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα εξόδου όταν αυτό βρίσκεται σε κατάσταση on, δηλαδή σε λογικό 1. Το μέγεθος αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία για την επιλογή του ηλεκτρολογικού υλικού που θα οδηγήσει τις συσκευές της εφαρμογής μας. Το ρεύμα εξόδου όλων των ψηφιακών εκόδων είναι 500 Ma.

1.3.3 Δόμη της κάρτας FBS-6AD

Η κάρτα FBS-6AD είναι μια βαθμίδα έξι αναλογικών εισόδων που περιέχει όλα τα απαραίτητα κυκλώματα για την υποδοχή των αναλογικών σημάτων και τη μετατροπή τους σε αντίστοιχα ψηφιακά. Οι κάρτες αναλογικών εισόδων λοιπών δέχονται αναλογικά σήματα ρεύματα ή τάσεις που παράγονται από τα αναλογικά αισθητήρια. Τα αναλογικά σήματα είναι τυποποιημένα. Οι τυποποιημένες τιμές για τα ρεύματα είναι 0-20 mAmpere και 4-20 mAmpere. Οι τυποποιημένες τιμές για τις τάσεις είναι 0-5 volt και 0-10 volt. Η κάρτα αναλογικών εισόδων αποτελείται από τρία τμήματα:

α) την βαθμίδα υποδοχής των αναλογικών σημάτων: Συλλέγει τα διάφορα αναλογικά σήματα και τα μετατρέπει σε 0-5 volt. Όπως καταλαβαίνουμε δεν είναι οικονομικά συμφέρον να προσφέρουν οι κατασκευαστές ξεχωριστές βαθμίδες για κάθε ένα είδος σήματος από αυτά που είναι δυνατόν να συναντήσουμε σε μια βιομηχανική διαδικασία. Η συγκεκριμένη αναλογική βαθμίδα λύνει το συγκεκριμένο θέμα με την βοήθεια μικροδιακόπτων (DIP switches) μέσω των οποίων γίνεται επιλογή του τύπου του σήματος εισόδου και κατ' επέκταση επιλογή του τύπου της βαθμίδας υποδοχής των αναλογικών σημάτων.

β) A/D μετατροπέα: Η κύρια μονάδα μιας βαθμίδας αναλογικών εισόδων είναι ο A/D μετατροπέας, ο οποίος μετατρέπει το αναλογικό σήμα εισόδου σε μια ψηφιακή τιμή.

Ένας A/D μετατροπέας χαρακτηρίζεται από την διακριτικότητα του που εκφράζει την μικρότερη διαφορά που αυτός μπορεί να προσδιορίσει σε σχέση με το μεταβαλλόμενο σήμα εισόδου και αναφέρεται στον αριθμό των bits της δυαδικής λέξης που παριστά την ψηφιακή τιμή του αναλογικού σήματος. Στην συγκεκριμένη κάρτα ο A/D μετατροπέας χρησιμοποιεί λέξεις των 14 bits έχει διακριτικότητα 1 βήμα σε 16383 της πλήρους κλίμακας μεταβολής του σήματος εισόδου. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι αν ένα αναλογικό σήμα εισόδου από 0-10 volt εφαρμοστεί στην συγκεκριμένη κάρτα, το αναλογικό σήμα 0 αντιστοιχεί στην ψηφιακή πληροφορία 0, το αναλογικό σήμα 10 αντιστοιχεί στην ψηφιακή πληροφορία 16383, όποτε το μέγεθος του βήματος είναι $10/16383=0,6mV$. Αν τώρα το ίδιο σήμα εφαρμοστεί σε μία άλλη κάρτα στην οποία ο A/D μετατροπέας έχει διακριτικότητα 10 bits τότε το αναλογικό σήμα 0 αντιστοιχεί στην ψηφιακή πληροφορία 0, το αναλογικό σήμα 10 αντιστοιχεί στην ψηφιακή πληροφορία 1024, όποτε το μέγεθος του βήματος είναι $10/1024=9,76mV$. Άρα όσο μεγαλύτερη είναι η διακριτικότητα του A/D μετατροπέα, τόσο πιο ακριβής είναι η ψηφιακή παράσταση της αναλογικής τιμής. Κάθε βαθμίδα αναλογικών εισόδων περιέχει ένα μόνο A/D μετατροπέα κοινό για όλες τις αναλογικές εισόδους. Αυτό ακολουθείται από το σύνολο σχεδόν των κατασκευαστών για λόγους μείωσης του κόστους, το οποίο αυξάνεται σημαντικά όταν κάθε είσοδος έχει το δικό της A/D μετατροπέα. Οπότε χρησιμοποιείται ένας πολυπλέκτης ο οποίος είναι υπεύθυνος για την προώθηση των σημάτων εισόδου προς τον A/D μετατροπέα. Επειδή όλα τα σήματα εισόδου εφαρμόζονται ταυτόχρονα στην βαθμίδα, ο πολυπλέκτης αναλαμβάνει να στέλνει, σε κάθε παλμό ενός ρολογιού το σήμα μιας μόνο εισόδου στον A/D μετατροπέα.



γ) Τοπική μνήμη: Η βαθμίδα αναλογικών εισόδων διαθέτει τοπική μνήμη στην οποία αποθηκεύονται οι ψηφιακές τιμές των αναλογικών εισόδων, π.χ. το αναλογικό σήμα που σύνδεεται στο ch0, η ψηφιακή τιμή της αποθηκεύεται στο register R3840, το αναλογικό σήμα που σύνδεεται στο ch1, η ψηφιακή τιμή της αποθηκεύεται R3841 κ.λ.π

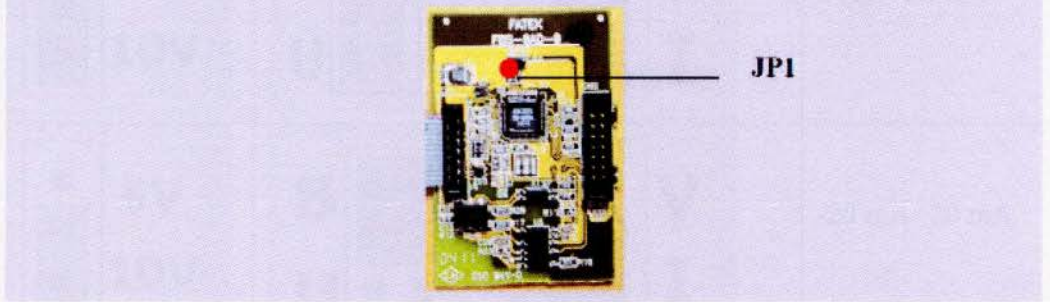


Σχήμα 1.5: Κάρτα FBS-6AD

Όσον αφορά την τοποθέτηση των dip switch, απομακρύνοντας τα πλαστικά περιβλήματα της κάρτας βλέπουμε μια πλακέτα πάνω στην οποία βρίσκεται ένας dip-switch (δείτε σχήμα 1.6 κάτω από την κόκκινη τελεία με την ένδειξη JP1). Αυτός ο dip-switch ρυθμίζει την μορφή της ψηφιακής πληροφορίας που είναι αποθηκευμένη

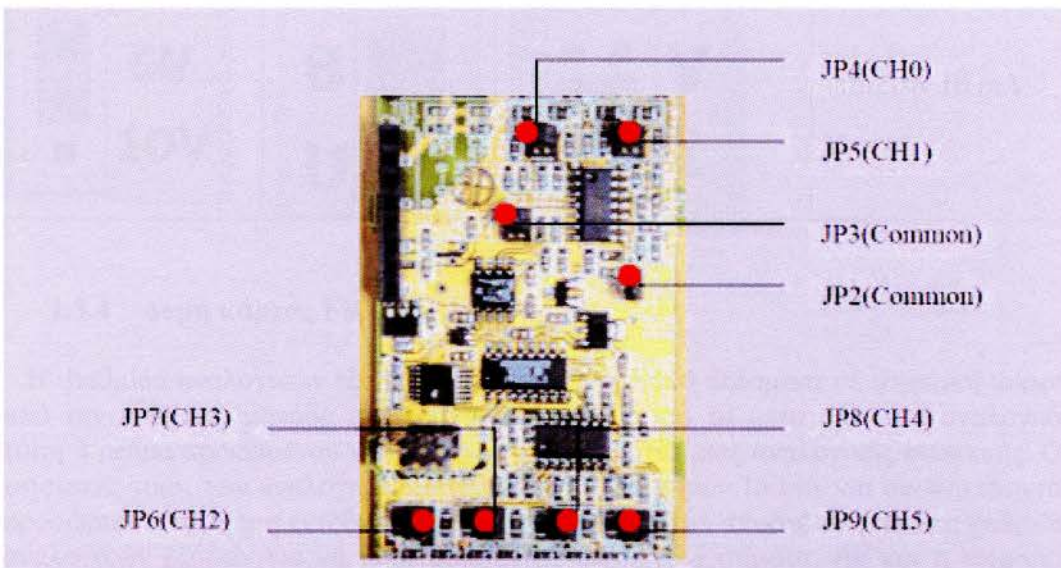
στα register εισόδου. Αν η θέση του dip-switch βρίσκεται στη θέση B(Bipolar) η τιμή που θα είναι αποθηκευμένη στο register εισόδου κυμαίνεται από -8192~8192. Αν η θέση του dip-switch βρίσκεται στη θέση U(Unipolar) η τιμή που θα είναι αποθηκευμένη στο register εισόδου κυμαίνεται από 0~16383.

Code Format	Value Range	JP1 Setting
Bipolar	-8192 ~ +8191	
Unipolar	0 ~ 16383	



Σχήμα 1.6: Τοποθέτηση dip-switch στην κάρτα FBS-6AD

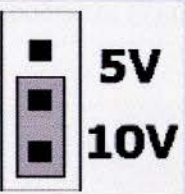
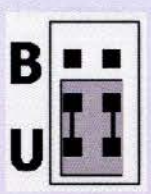
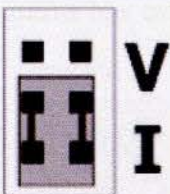
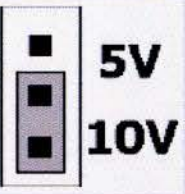
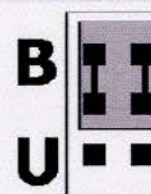
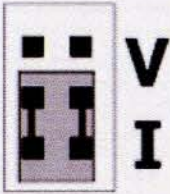
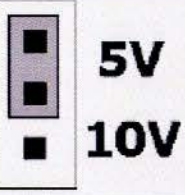
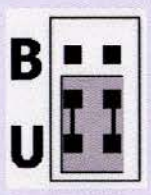
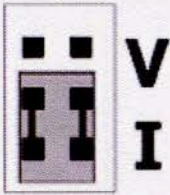
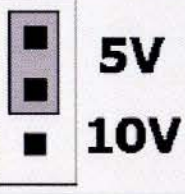
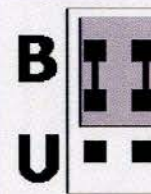
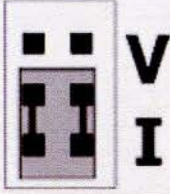
Κάτω από αυτή την πλακέτα υπάρχει μία άλλη πλακέτα στην οποία με την βοήθεια των dip-switch ρυθμίζουμε την μορφή των σημάτων εισόδου. Οι θέσεις των dip-switch που ρυθμίζουν την μορφή των σημάτων εισόδων φαίνονται αναλυτικά στο σχήμα 1.7.



Σχήμα 1.7: Τοποθέτηση dip-switch στην κάρτα FBS-6AD

Το JP2 ρυθμίζει το εύρος των σημάτων εισόδου και για τα έξι κανάλια της κάρτας εισόδου. Το JP3 ρυθμίζει την polarity των σημάτων εισόδου και για τα έξι κανάλια της κάρτας εισόδου. Το JP4 ρυθμίζει το αν στο ch0 συνδεθεί σήμα τάσης ή ρεύματος. Το JP5 ρυθμίζει το αν στο ch1 συνδεθεί σήμα τάσης ή ρεύματος. Το JP6 ρυθμίζει το αν στο ch2 συνδεθεί σήμα τάσης ή ρεύματος. Το JP7 ρυθμίζει το αν στο ch3 συνδεθεί σήμα τάσης ή ρεύματος. Το JP8 ρυθμίζει το αν στο ch4 συνδεθεί σήμα τάσης ή ρεύματος. Το JP9 ρυθμίζει το αν στο ch5 συνδεθεί σήμα τάσης ή ρεύματος.

π.χ

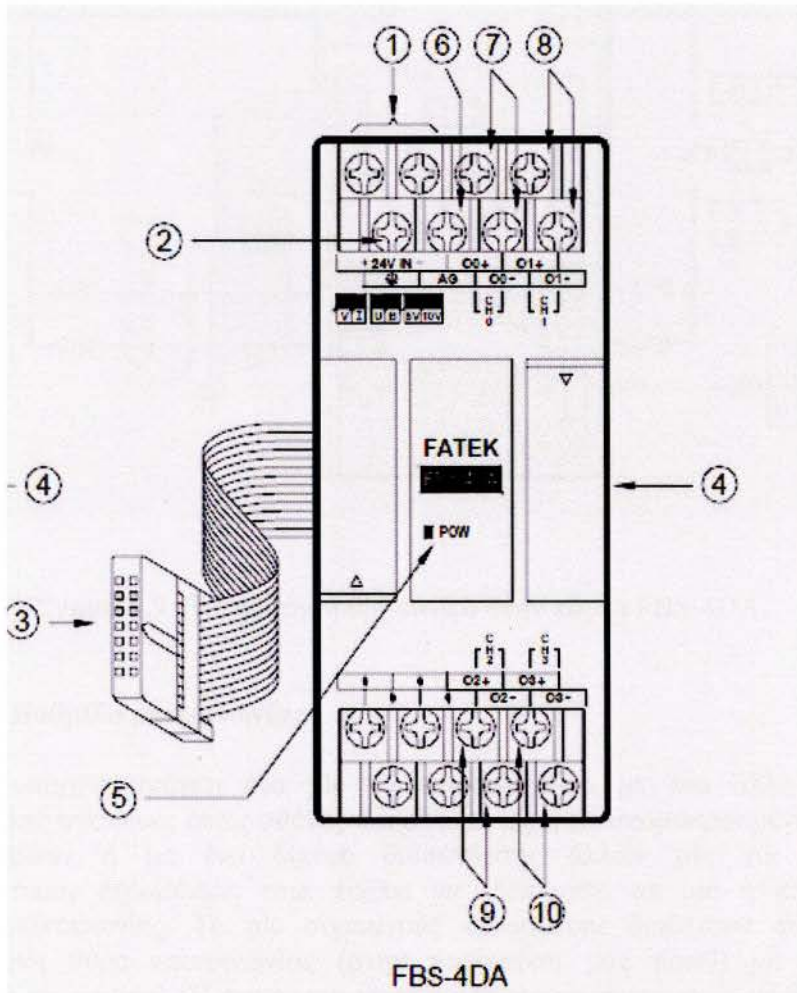
JP2	JP3	JP4	Σήμα εισόδου
			0 mA -20 mA
			-20 mA- 20 mA
			0 mA -10 mA
			-10 mA- 10 mA

1.3.4 Δομή κάρτας FBS-4DA

Η βαθμίδα αναλογικών εξόδων λαμβάνει αριθμητικά δεδομένα σε ψηφιακή μορφή από την κεντρική μονάδα επεξεργασίας του plc και τα μετατρέπει σε αναλογική τάση ή ρεύμα προκειμένου να ελέγξουν τη λειτουργία μιας αναλογικής συσκευής. Οι ψηφιακές τιμές των αναλογικών μεγεθών είναι λέξεις των 16 bits και αποθηκεύονται προσωρινά στη μνήμη εισόδων/εξόδων του plc από όπου αποστέλλονται στη βαθμίδα αναλογικών εξόδων για να μετατραπούν σε αναλογικά σήματα. Αν και η ψηφιακή λέξη μπορεί να έχει μήκος 16 bits από αυτά μόνα τα 13 bits χρησιμοποιούνται για τη ψηφιακή παράσταση του αναλογικού σήματος και αποτελούν μετατρέψιμα δεδομένα, ενώ τα υπόλοιπα χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά γενικής πληροφορίας ή σημάτων χρονισμού. Η κάρτα FBS-4DA που θα χρησιμοποιηθεί στην συγκεκριμένη διπλωματική έχει 4 αναλογικές εξόδους. Όπως και στη μονάδα αναλογικών εισόδων

δεν είναι οικονομικά συμφέρον να προσφέρουν οι κατασκευαστές ξεχωριστές βαθμίδες για κάθε ένα είδος σήματος από αυτά που είναι δυνατόν να συναντήσουμε σε μια βιομηχανική διαδικασία. Η συγκεκριμένη αναλογική βαθμίδα λύνει το συγκεκριμένο θέμα με την βοήθεια μικροδιακόπτων (DIP switches).

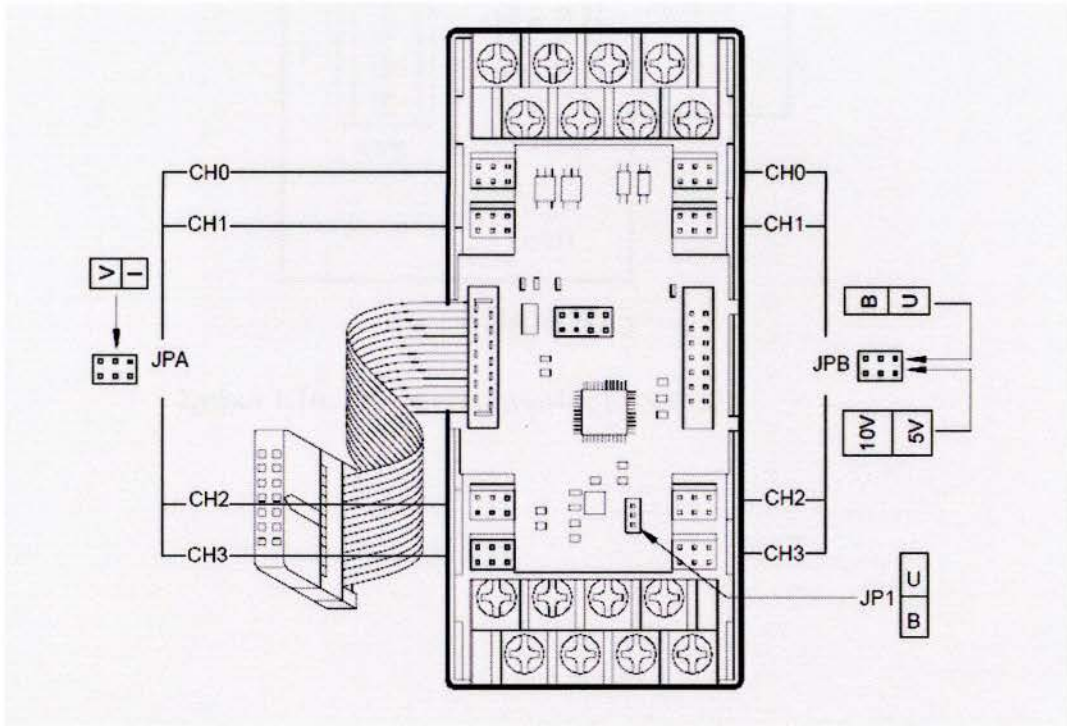
Στο σχήμα 1.8 είναι η βαθμίδα αναλογικών εξόδων όπου στον ακροδέκτη (1) συνδέουμε την τάση τροφοδοσίας της βαθμίδας αναλογικών εξόδων, η οποία είναι 24 Vdc. Η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος της συγκεκριμένης βαθμίδας είναι 170 mA. Στον ακροδέκτη (2) τοποθετούμε τη γείωση του συστήματος. Το καλώδιο επικοινωνίας (3) συνδέει την βαθμίδα αναλογικών εξόδων με την προηγούμενη βαθμίδα των plc. Στον ακροδέκτη (6) δεν συνδέουμε κανένα καλώδιο, ενώ στους ακροδέκτες (7),(8),(9),(10) συνδέουμε τα σήματα των αναλογικών εξόδων:



Σχήμα 1.8: Κάρτα FBS-4DA

Όσον αφορά την τοποθέτηση των dip switch, απομακρύνοντας τα πλαστικά περιβλήματα της κάρτας βλέπουμε μια πλακέτα πάνω στην οποία βρίσκονται οι dip-switch, όπως φαίνεται στο σχήμα 1.8. Ο dip-switch JP1 ρυθμίζει την μορφή της ψηφιακής πληροφορίας που είναι αποθηκευμένη στα register εισόδου. Αν η θέση του dip-switch βρίσκεται στη θέση B(Bipolar) η τιμή που θα είναι αποθηκευμένη στο register εισόδου κυμαίνεται από -8192~8192. Αν η θέση του dip-switch βρίσκεται στη θέση U(Unipolar) η τιμή που θα είναι αποθηκευμένη στο register εισόδου

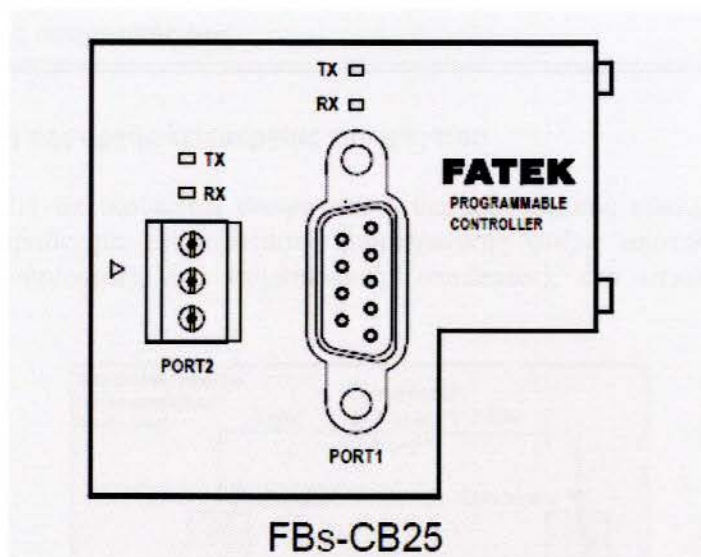
κυμαίνεται από 0~16383. Τα dip-switch της πάνω πλευράς (JPA) ρυθμίζουν το αν στα κανάλια συνδεθούν σήματα τάσης ή ρεύματος. Ενώ τα dip-switch της κάτω πλευράς (JPB) ρυθμίζουν την πόλωση και το εύρος των σημάτων εξόδου και για τα έξι κανάλια της κάρτας εξόδου.



Σχήμα 1.9: Τοποθέτηση dip-switch στην κάρτα FBS-4DA

1.3.5 Βαθμίδα επικοινωνίας

Όταν υπάρχει ανάγκη ένα plc να επικοινωνήσει με ένα άλλο plc ή με περιφερειακές συσκευές όπως οθόνες και εκτυπώτες ή με απομακρυσμένες βαθμίδες εισόδων/εξόδων ή με ένα δίκτυο διασύνδεσης άλλων plc για ανταλλαγή αλφαριθμητικών δεδομένων, τότε πρέπει να εξοπλισθεί με μία ή περισσότερες βαθμίδες επικοινωνίας. Τα plc συμπαγούς κατασκευής διαθέτουν συνήθως μία τυποποιημένη θύρα επικοινωνίας (στην περίπτωση μας port0) με προσωπικό υπολογιστή και μερικοί εξ' αυτών μια επιπλέον θύρα για επικοινωνία με βιομηχανικό δίκτυο διασύνδεσης plc. Οι βαθμίδες επικοινωνίας διαθέτουν δικό τους μικροεπεξεργαστή που καλείται επεξεργαστής επικοινωνίας. Ο επεξεργαστής επικοινωνίας αναλαμβάνει την υλοποίηση του πρωτοκόλλου επικοινωνίας βάσει του οποίου συνομιλεί με τις εξωτερικές συσκευές, είτε αυτές είναι ανεξάρτητες είτε δικτυωμένες, ενώ συγχρόνως επικοινωνεί με την κεντρική μονάδα επεξεργασίας του plc για τη λήψη/αποστολή από και προς αυτή των αλφαριθμητικών δεδομένων που έχουμε καθορίσει στο πρόγραμμα του plc. Στην εφαρμογή μας θα χρησιμοποιήσουμε την κάρτα επικοινωνίας FBS-CB25, η οποία έχει μία θύρα επικοινωνίας RS-232 και άλλη μια θύρα επικοινωνίας RS-485.



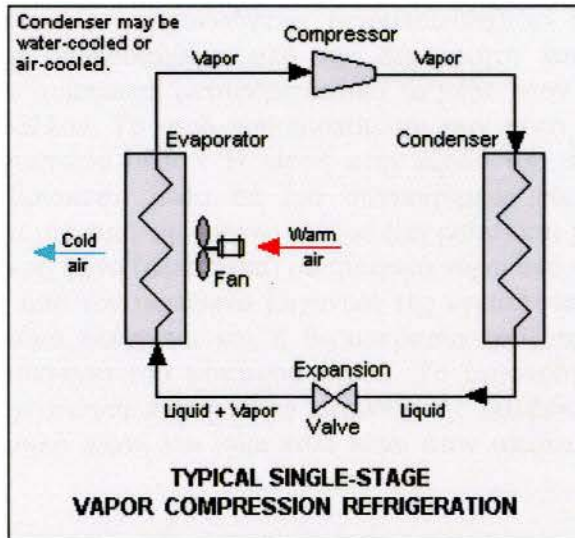
Σχήμα 1.10: Κάρτα επικοινωνίας FBS-CB25

Κεφάλαιο 2ο

Περιγραφή της εφαρμογής μας

2.1 Περιγραφή της αρχής λειτουργίας του ψυγείου

Στο σχήμα 2.1 απεικονίζεται θεωρητικά ο θερμοδυναμικός κύκλος ψύξης. Στην πράξη ένα παράδειγμα εγκατάστασης βιομηχανικής ψύξης αποτελείται από ένα συμπιεστή (compressor), ένα συμπυκνωτή (condenser), ένα ατμοποιητή και το ψυκτικό υγρό.



Σχήμα 2.1: Θεμελιώδης κύκλος ψύξης

Ο ατμοποιητής είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας που χρησιμεύει για την απορρόφηση θερμότητας από το χώρο που προορίζεται για δημιουργία ψύχους. Η θερμότητα που λαμβάνεται από τον αέρα του χώρου ψύξης προκαλεί την ατμοποίηση του ψυκτικού υγρού. Αφού ο αέρας δώσει την θερμότητα στον εξατμιστή, ακολούθως επιστρέφει και διανέμεται στον ψυκτικό θάλαμο, έχοντας χαμηλότερη θερμοκρασία και υγρασία, ώστε να απορροφήσει τη θερμότητα και την υγρασία των τροφίμων. Ο εξατμιστής χρησιμοποιεί ένα εσωτερικό ανεμιστήρα και ένα θερμοστάτη για να επιτύχει το ρόλο του.

Ο θερμοστάτης ανιχνεύει τη θερμοκρασία του εξατμιστή. Ο θερμοστάτης αποτελείται από ένα λεπτό σωλήνα, του οποίου το ένα άκρο είναι κλειστό και τοποθετείται σε επαφή με τον ατμοποιητή, το άλλο δε άκρο συνδέεται με μια μεμβράνη. Με τη μεταβολή της θερμοκρασίας, ανεβοκατεβαίνει η μεμβράνη και ανιχνεύεται η θερμοκρασία του θαλάμου ψύξης. Ο θερμοστάτης διακόπτει τη λειτουργία του συμπυκνωτή, του εξωτερικού ανεμιστήρα όταν η θερμοκρασία του θαλάμου ψύξης κατέλθει μιας συγκεκριμένης τιμής (θερμοκρασία διακοπής) και αποκαθιστά την λειτουργία των παραπάνω συσκευών όταν η θερμοκρασία ανέβει πάνω από μια συγκεκριμένη τιμή (θερμοκρασία εκκίνησης).

Στη συνέχεια το ψυκτικό υγρό οδηγείται στο συμπιεστή. Ο κοχλιοφόρος συμπιεστής (screw compressor) είναι μια διάταξη που λειτουργεί με ζεύγος κοχλιών κατάλληλα τοποθετημένους ώστε η περιστροφή τους να επιτρέπει την 'παγίδευση' ψυκτικού αερίου και εν συνεχεία την σύνθλιψή του σε πολύ μεγαλύτερη πίεση. Η πίεση στην

έξοδο μεταβάλλεται ανάλογα με την παροχή του ψυκτικού αερίου στον συμπιεστή. Η παροχή αυτή ελέγχεται από μια αναλογική βαλβίδα, της οποίας η θέση επιτρέπει να περάσει και μια ανάλογη ποσότητα ψυκτικού μέσου στην είσοδο του συμπιεστή. Αυτή η ρύθμιση επιτυγχάνεται με την βοήθεια του πρεσοστάτη. Ο πρεσοστάτης επιτηρεί την πίεση του ψυκτικού αερίου που πάει στο συμπιεστή, είναι δε ηλεκτρικά συνδεδεμένος με μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ώστε να ρυθμίζει την παροχή του ψυκτικού μέσου στο συμπιεστή.

Το ψυκτικό σε αέρια μορφή, αλλά σε υψηλότερη πίεση εισέρχεται στο συμπυκνωτή. Ο υδρόψυκτος συμπυκνωτής (water-cooled condenser) είναι μια διάταξη που αποτελείται από μια υδρολεκάνη, μία αντλία (pump) και έναν ισχυρό ανεμιστήρα (ventilator). Ο συμπυκνωτής είναι το τμήμα εκείνο της ψυκτικής εγκατάστασης, στο οποίο συμπυκνώνεται (υγροποιείται) το ψυκτικό ρευστό. Η θερμότητα, η οποία απορροφήθηκε από τον ατμοποιητή και η θερμότητα που προστέθηκε από τον συμπιεστή μεταφέρεται από το μέσο στον συμπυκνωτή για να αποδοθεί στο περιβάλλον. Το νερό χρησιμοποιείται σαν μέσο θερμότητας για την συμπύκνωση του ψυκτικού μέσου. Η πίεση στην έξοδο του συμπιεστή πρέπει να ελέγχεται και να βρίσκεται μέσα σε ένα συγκεκριμένο εύρος τιμών. Για τον συμπυκνωτή υπάρχει μία τιμή της πίεσης εξόδου (set point) και μία ποσότητα πίεσης που αφήνεται ως νεκρή ζώνη (dead band) συμμετρικά γύρω από το set point. Οι τιμές αυτές καθορίζονται από τον υπεύθυνο μηχανικό της εγκατάστασης ανάλογα με τις ανάγκες ψύξης. Ακόμα ελέγχεται και η θερμοκρασία του νερού του μέσου που βοηθάει στη συμπύκνωση του ψυκτικού υγρού. Το υγροποιημένο ψυκτικό μέσο τώρα περνά από την υψηλή πίεση μέσω εκτονωτικής βαλβίδας (στραγγαλιστικού μηχανισμού) σε χαμηλή πίεση και πάει πάλι πίσω στον ατμοποιητή όπως φαίνεται στο σχήμα 2.1

2.2 Περιγραφή της διάταξης και της λειτουργίας

2.2.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά των συσκευών που συνιστούν το ηλεκτρικό μέρος του ψυγείου

- Συμπιεστής

Η λειτουργία του έχει αναφερθεί παραπάνω. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συμπιεστή είναι τα παρακάτω:

Frequency	Phases	Voltage ac	Current ac
50Hz	3	380 Vac	5.8 Amps

- Εσωτερικός και εξωτερικός ανεμιστήρας

Η λειτουργία του έχει αναφερθεί παραπάνω. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των ανεμιστήρων είναι:

Frequency	Phases	Voltage ac	Current ac
50Hz	1	220 Vac	0.4 Amps

- Λυχνία (φως)

Όταν ανοίγει η πόρτα του ψυγείου ανοίγει κάποιο φως. Η λυχνία του ψυγείου απαιτεί τάση εισόδου 16 Vac.

- Τερματικός διακόπτης

Είναι καθαρά μηχανική κατασκευή στην οποία η ευθύγραμμη μετακίνηση που προκαλείται σε ένα κινητό στέλεχος μετατρέπεται σε άνοιγμα ή κλείσιμο μιας ή περισσότερων ηλεκτρικών επαφών. Προφανώς η μετακίνηση του στελέχους προκαλείται από κάποιο εξωτερικό αίτιο, στην περίπτωση μας από την πόρτα του ψυγείου.

- Αντίσταση εσωτερική

Σε όλα τα ψυγεία γίνεται η διαδικασία της απόψυξης στην οποία σταματάει η λειτουργία του συμπιεστή και λειτουργεί η εσωτερική αντίσταση, η οποία προκαλεί το λιώσιμο των πάγων στο θάλαμο ψύξης. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της αντίστασης είναι τα παρακάτω:

Frequency	Phases	Voltage ac	Current ac
50Hz	1	220 Vac	5 Amps

- Αντλία πίεσης

Η λειτουργία της έχει αναφερθεί παραπάνω. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συμπιεστή είναι τα παρακάτω:

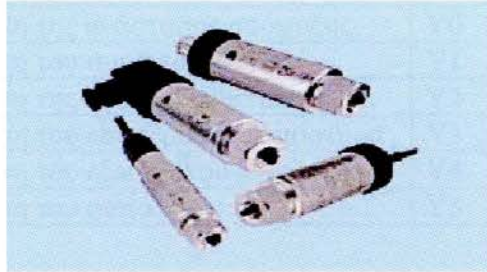
Frequency	Phases	Voltage ac	Current ac
50Hz	3	380 Vac	2.3 Amps

2.2.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά των επιπλέον αισθητήρων που θα τοποθετηθούν στο ηλεκτρικό μέρος του ψυγείου.

Στην παράγραφο στην οποία παραθέσαμε την αρχή λειτουργίας του ψυγείου παρατηρήσαμε δύο αισθητήρες θερμοκρασίας, έναν στο θάλαμο ψύξης και έναν στο κύκλωμα νερού του συμπυκνωτή. Και οι δυο αυτοί αισθητήρες θα μπορούσαν να αντικατασταθούν με Pt-100 (αισθητήριο πλατίνας με ωμική αντίσταση 100 ohm στους 0°C). Το Pt-100 είναι αισθητήριο θερμοκρασίας τύπου αντίστασης, δηλαδή η ηλεκτρική αντίσταση των αγωγίμων υλικών του είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας που μετράει. Χρησιμοποιείται για θερμοκρασίες -100 έως 400°C. Η σχέση μεταξύ αντίστασης και θερμοκρασίας είναι πρακτικά γραμμική. Το πρόβλημα είναι ότι το Pt-100 έχει σαν σήμα εξόδου του ωμική αντίσταση, ενώ η κάρτα εισόδου των ples απαιτεί σήματα τάσης και ρεύματος. Άρα θα πρέπει να σχεδιαστεί ή να αγοραστεί κατάλληλο ηλεκτρονικό κύκλωμα, το οποίο θα μετατρέπει το σήμα εξόδου του pt-100 σε ρεύμα ή τάση. Στην παρούσα εργασία θα αρκεστούμε στο να προτείνουμε ένα έτοιμο κύκλωμα και όχι στην κατασκευή του. Θα τοποθετήσουμε έναν αισθητήρα θερμοκρασίας και στην αντίσταση που είναι υπεύθυνη για την απόψυξη του θαλάμου, λόγος ύπαρξης αυτού του αισθητήριου θερμοκρασίας θα είναι για να προστατέψουμε την αντίσταση μας από υπερθέρμανση.

35 επιστρέφει σήμα συμβατό με την κάρτα αναλογικών εισόδων που θα χρησιμοποιήσουμε.

Δύο πολύ σημαντικές παράμετροι για την λειτουργία του ψυγείου, είναι η πίεση στην έξοδο του συμπυκνωτή και η πίεση στην έξοδο του συμπιεστή. Για αυτό το λόγο θα χρησιμοποιήσουμε δύο μετατροπείς πίεσης για να έχουμε κάθε στιγμή γνώση των πιέσεων στα δυο αυτά σημεία της διαδικασίας.

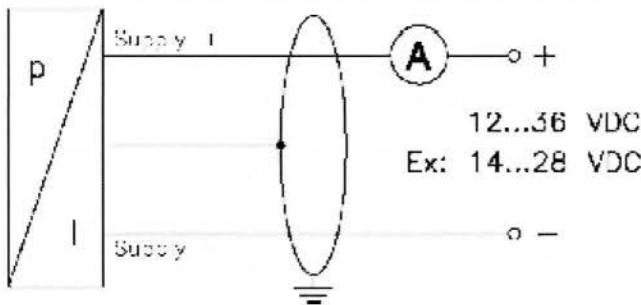


Σχήμα 2.5: Μεταδότες πίεσης

Οι μεταδότες πίεσης αποτελούνται από ένα μηχανικό στοιχείο που είναι ευαίσθητο στην πίεση: πχ μεμβράνη. Το ευαίσθητο στην πίεση στοιχείο μετατρέπει τη διαφορά πίεσης σε μετατόπιση. Η μετατόπιση της διαχωριστικής επιφάνειας μετατρέπεται σε αναλογικό ηλεκτρικό σήμα 4-20 mA στην περίπτωση μας.

Τα χαρακτηριστικά του αισθητηρίου είναι τα παρακάτω:

- Τάση τροφοδοσίας 6-30vdc
- Σήμα Εξόδου 4-20 mA
- Εύρος πίεσης 0-20 bar



Σχήμα 2.6: Συνδεσμολογία του μεταδότη πίεσης

2.3 Προτεινόμενος αυτοματισμός

2.3.1 Περιγραφή των μεταβλητών του προτεινόμενου αυτοματισμού

Σήματα αναλογικών εισόδων

Tag	Description	Type of signal	Plc address
PI1	Πίεση εισόδου του συμπυκνωτή	4-20 mA	R3840
PI2	Πίεση εξόδου του συμπυκνωτή	4-20 mA	R3841
TT1	Θερμοκρασία του εξατμιστή	ohm	R3842

TT2	Θερμοκρασία του νερού	ohm	R3843
TT3	Θερμοκρασία της αντίστασης	ohm	R3844

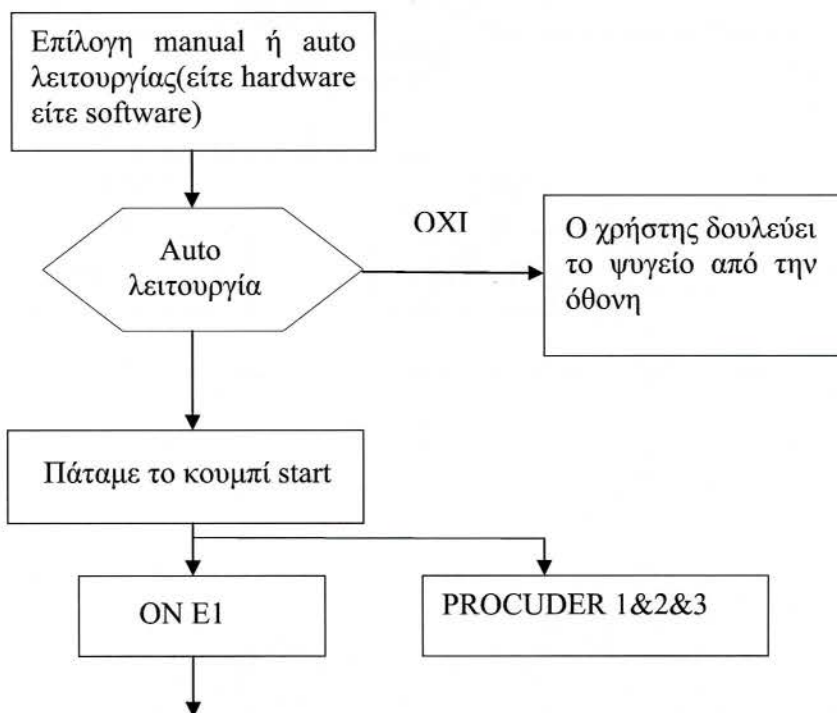
Σήματα ψηφιακών εξόδων

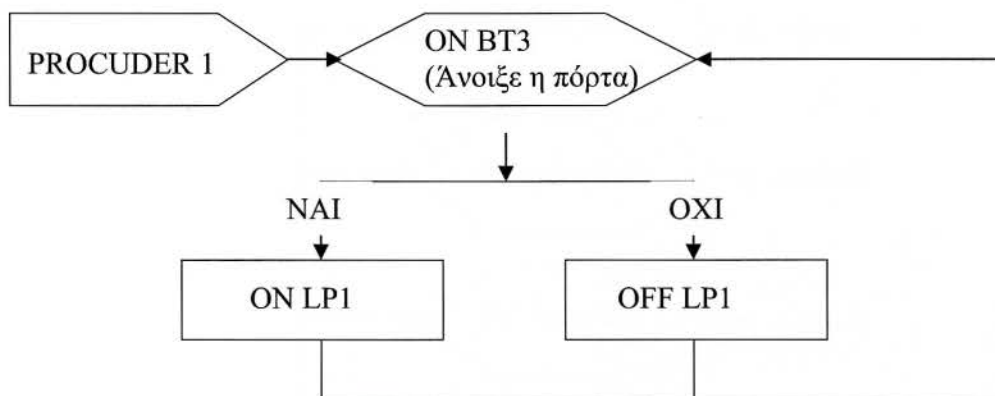
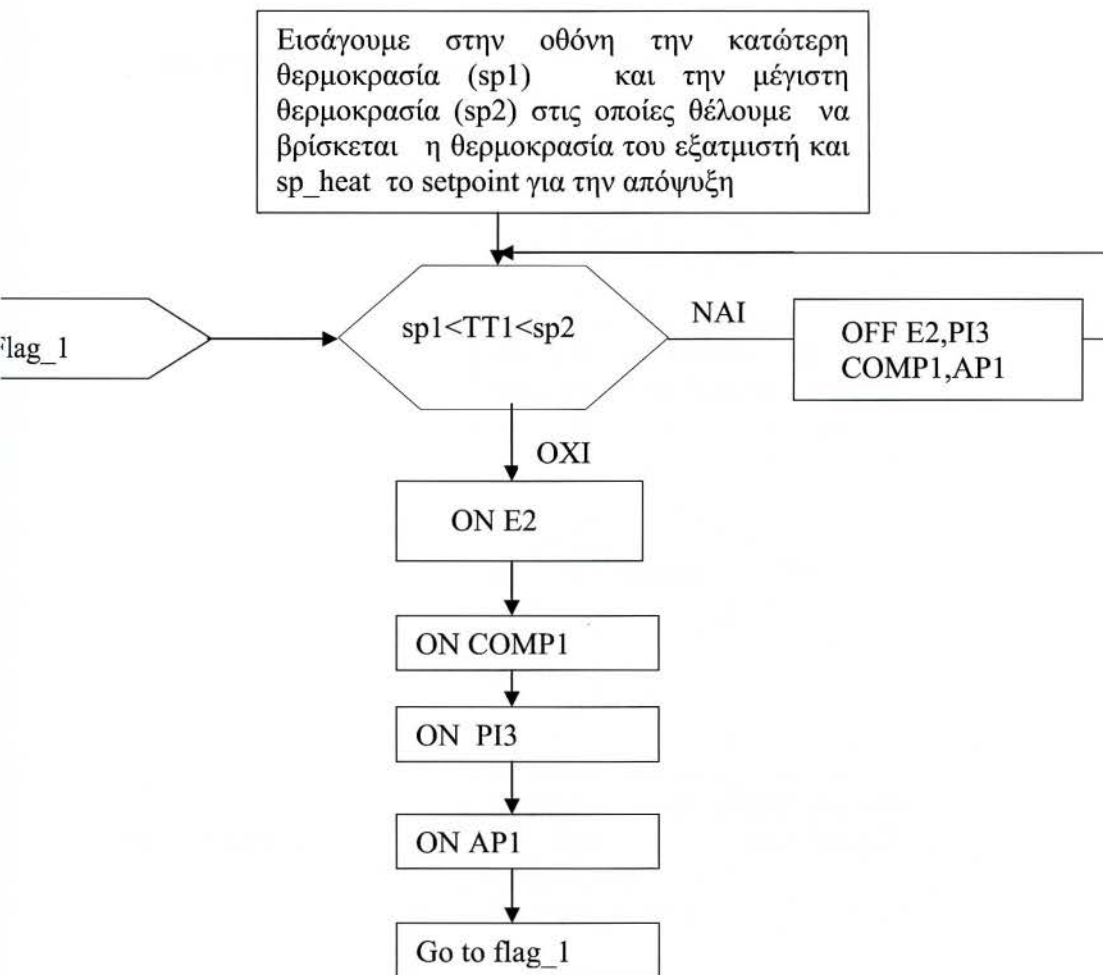
Tag	Description	Plc address
HEAT1	Ενεργοποίηση της ανάστασης απόψυξης	Y0
COMP1	Ενεργοποίηση του συμπιεστή	Y1
AP1	Ενεργοποίηση της αντλίας συμπιεστή	Y2
E1	Ενεργοποίηση του εσωτερικού ανεμιστήρα	Y3
E2	Ενεργοποίηση του εξωτερικού ανεμιστήρα	Y4
LP1	Ενεργοποίηση του φωτός	Y5

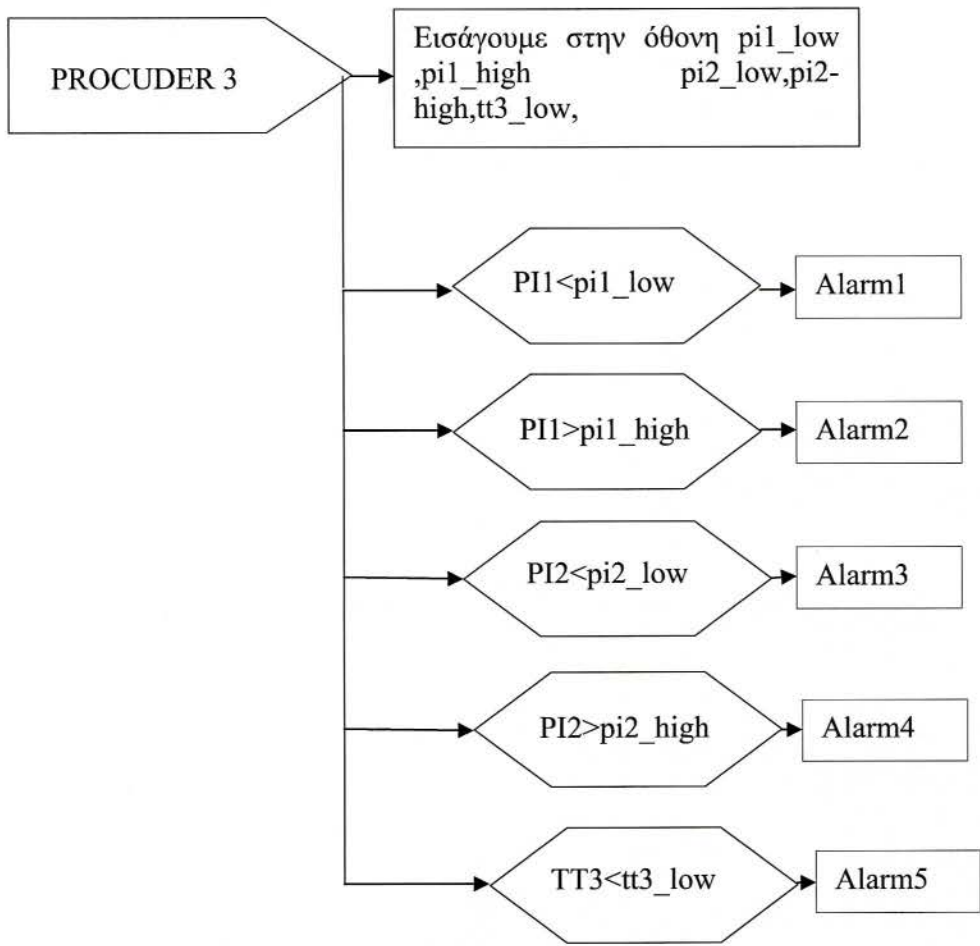
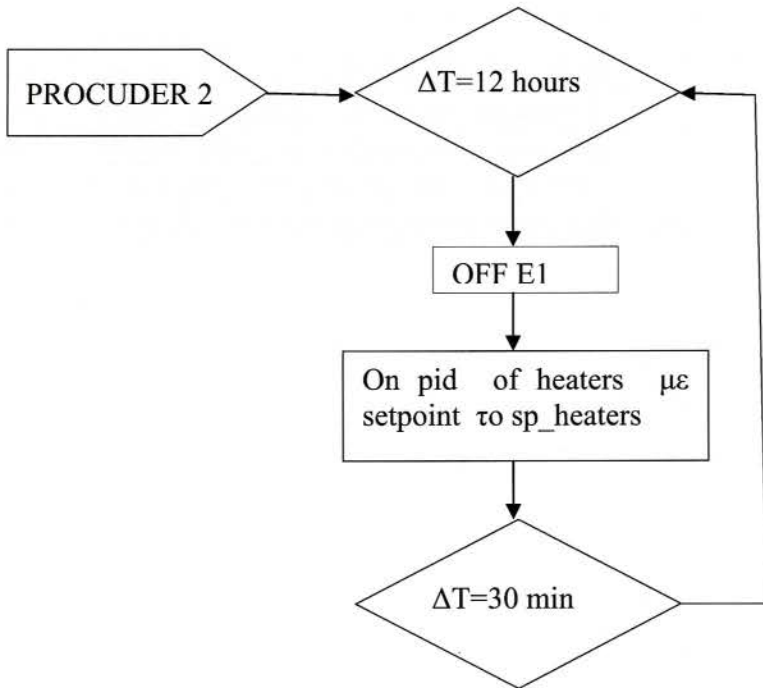
Σήματα ψηφιακών εισόδων

Tag	Description	Plc address
BT1	Κουμπί εκκίνησης	X0
BT2	Κουμπί διακοπής	X1
BT3	Τερματικός διακόπτης	X2
BT4	Κουμπί manual λειτουργίας	X3
BT5	Κουμπί auto λειτουργίας	X4
TH3	Θερμικό του συμπιεστή	X5
TH4	Θερμικό της αντλίας πίεσης	X6

2.3.2 Περιγραφή των διαγράμματος ροής του προτεινόμενου αυτοματισμού







Tag	Περιγραφή
Alarm1	Χαμηλή πίεση στην είσοδο του συμπιεστή
Alarm2	Υψηλή πίεση στην είσοδο του συμπιεστή
Alarm3	Χαμηλή πίεση στην έξοδο του συμπιεστή
Alarm4	Υψηλή πίεση στην έξοδο του συμπιεστή
Alarm5	Αποτυχία λειτουργίας της αντίστασης απόψυξης

Κεφάλαιο 3ο

Ηλεκτρολογική εγκατάσταση του προτεινόμενου αυτοματισμού

3.1 Οι κάρτες PLC που θα χρησιμοποιηθούν

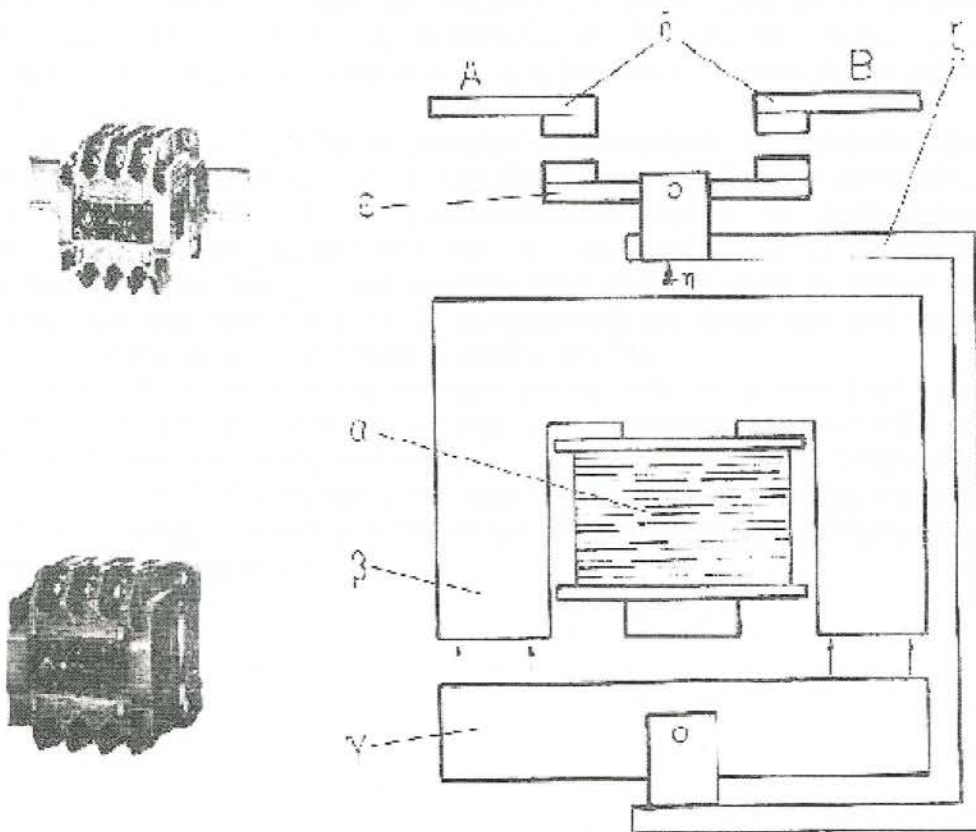
Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται η περιγραφή των ηλεκτρολογικών στοιχείων και οι λόγοι που επιλέχθηκαν τα συγκεκριμένα στοιχεία. Με βάση τις μεταβλητές του προτεινόμενου αυτοματισμού (κεφάλαιο 2) και την περιγραφή των καρτών (κεφάλαιο 1), καταλήγουμε ότι στην συγκεκριμένη εφαρμογή θα χρησιμοποιηθούν οι κάρτες:

- α) FBS-24MCT (13 ψηφιακές είσοδοι και 9 ψηφιακές έξοδοι)
- β) FBS- 6AD (6 αναλογικές είσοδοι)
- γ) Κάρτα επικοινωνίας FBS-CB25

3.2 Η επιλογή του υπόλοιπου ηλεκτρολογικού υλικού

Ηλεκτρομηχανικά ρελέ:

Οι ηλεκτρονόμοι αποτελούν την καρδιά των αυτοματισμών. Είναι οι μηχανισμοί που μετατρέπουν μια ηλεκτρική εντολή σε μηχανική. Έτσι, με την μηχανική δύναμη, κλείνουν τις επαφές τους, και συνδέουν φορτία, πολύ μεγαλύτερα από την ισχύ της εντολής που δέχονται.



Σχήμα 3.1: Δομή του ηλεκτρομηχανικού ρελέ (ή ηλεκτρονόμου)

Οι ηλεκτρονόμοι αποτελούνται από τα παρακάτω τμήματα:

α) **το πηνίο:** είναι το πιο σημαντικό τμήμα του ηλεκτρονόμου. Δημιουργεί το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που είναι απαραίτητο για να δημιουργηθεί η μηχανική δύναμη.

β) **ο μαγνήτης:** είναι η σιδερένια μάζα που γίνεται ηλεκτρομαγνήτης μόλις βρεθεί μέσα σε μαγνητικό πεδίο. Ο μαγνήτης είναι το σταθερό τμήμα του ηλεκτρομαγνήτη.

γ) **ο οπλισμός:** είναι το κινητό τμήμα του ηλεκτρομαγνήτη. Όταν βρεθεί κάτω από την επίδραση του μαγνητικού πεδίου κινείται προς τον μαγνήτη.

δ) **σταθερές επαφές:** αποτελούν τις σταθερές άκρες μέσα από τις οποίες θα περάσει το φορτίο που θα συνδεθεί μέσω του ηλεκτρονόμου.

ε) **κινητές επαφές:** αποτελούν το δεύτερο τμήμα των επαφών του ηλεκτρονόμου. Είναι μηχανικά συνδεδεμένες με τον οπλισμό του ηλεκτρομαγνήτη, και όταν αυτός κινείται, συνδέονται με τις σταθερές επαφές και αποκαθιστούν το κύκλωμα AB.

Την κίνηση του οπλισμού, την εκμεταλλευόμαστε για να πετύχουμε εκτός από την σύνδεση των τριών κύριων επαφών, και την ενεργοποίηση μερικών άλλων επαφών, που τις λέμε **βοηθητικές**. Τα πιο γνωστά είδη βοηθητικών επαφών είναι οι επαφές αδρανείας ή κανονικά κλειστές (NC) και οι επαφές λειτουργίας ή κανονικά ανοικτές (NO). Ανάλογα με τις ανάγκες μας μπορούμε να αυξήσουμε τις βοηθητικές επαφές με ένα βοηθητικό ρελέ που περιέχει μόνο βοηθητικές επαφές. Όπως ξέρουμε στον υπάρχον κλασσικό αυτοματισμό υπάρχουν βοηθητικά ρελέ που περιέχουν μόνο βοηθητικές επαφές. Με την χρησιμοποίηση του PLC δεν θα χρειαστούμε τέτοιου τύπου βοηθητικά ρελέ γιατί την δουλειά των βοηθητικών αυτών επαφών θα την κάνει το πρόγραμμα.

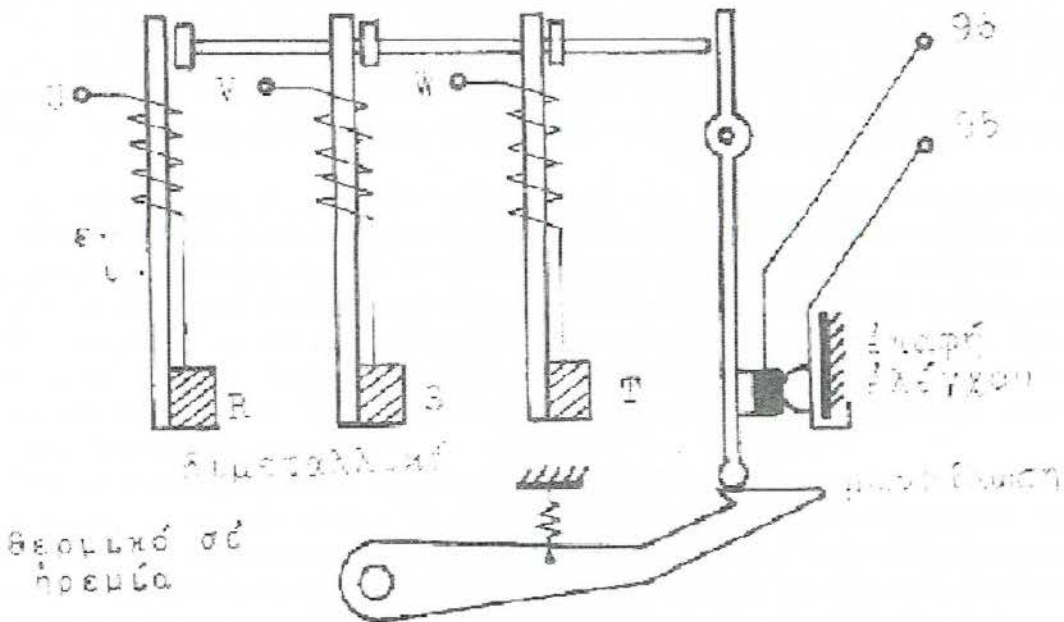
Θα χρειαστούμε 5 ηλεκτρομηχανικά ρελέ. Η λειτουργία των ρελέ, όπως είπαμε και παραπάνω, επιτυγχάνεται από το σχηματισμό δύο ανεξάρτητων κυκλωμάτων, του κυκλώματος ισχύος και του βοηθητικού κυκλώματος. Οι προδιαγραφές του κυκλώματος ισχύος προκύπτουν από την τροφοδοτούμενη με ηλεκτρική ισχύ συσκευή, η οποία πολλές φορές καλείται απλά φορτίο. Ενώ το βοηθητικό κύκλωμα αναφέρεται στο πηνίο του ρελέ. Οι προδιαγραφές του πηνίου του ρελέ προκύπτουν από τις προδιαγραφές των ψηφιακών εξόδων του PLC.

Το ρελέ K1 το οποίο οδηγεί το συμπιεστή θα είναι ένα τριπολικό ρελέ ισχύος, το J7KN-14-10-24VDC. Συγκεκριμένα έχει μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύ 5500 watt στα 400V. Επίσης έχει εκτός από τις τρεις επαφές ισχύος και μία βοηθητική επαφή normally open (NO). Το πηνίο του ρελέ ισχύος είναι 24 VDC και απορροφά ένα ρεύμα της τάξης των 100 mA. Οπότε δεν υπάρχει κίνδυνος να καταστρέψουμε την ψηφιακή έξοδο του plc μας.



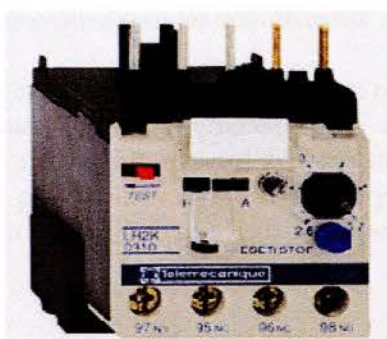
Σχήμα 3.2: Το τριπολικό ρελέ ισχύος J7KN-14-10-24VDC.

Ο συμπίεστης συνιστά έναν κινητήρα μεγάλης ισχύος. Οπότε στο κύκλωμα ισχύος – τροφοδοσίας του, είμαστε υποχρεωμένοι να παρεμβάλουμε θερμικό προκείμενο να επιτηρούμε το απορροφούμενο από αυτούς ρεύμα. Τα θερμικά περιέχουν ενσωματωμένο μηχανισμό που ανιχνεύει την πιθανή υπερφόρτιση, δηλαδή το πραγματικό ρεύμα λειτουργίας που απορροφά ο κινητήρας, να είναι μεγαλύτερο από το ονομαστικό για μεγάλο χρονικό διάστημα. Πιο συγκεκριμένα, το θερμικό αποτελείται από 3 μεταλλικά στοιχεία γύρω από τα οποία περνούν οι φάσεις πριν τροφοδοτήσουν τον κινητήρα. Από το σχήμα 3.3 βλέπουμε ότι το κύκλωμα μεταξύ των σημείων 95-96 είναι κλειστό. Έστω ότι από τις φάσεις περνάει περισσότερο ρεύμα (υπερένταση). Αυτό έχει σαν συνέπεια τη θέρμανση των μεταλλικών, τα οποία λυγίζουν και κινούν τον πλαστικό άξονα, ο οποίος θα ανοίξει την επαφή 95-96 που προκαλεί τελικά το σταμάτημα του κινητήρα. Το θερμικό ελέγχει και τις 3 φάσεις, αλλά σ' όποια φάση και αν φανεί υπερένταση το θερμικό ανοίγει την επαφή που αναφέραμε παραπάνω, όποτε κόβονται και οι τρεις φάσεις του κινητήρα.



Σχήμα 3.3: Δομή του θερμικού

Το θερμικό (1PT) που επιλέχθηκε είναι επίσης της ίδιας εταιρείας με τον ηλεκτρονόμο για να ταιριάζουν και να κουμπώνουν μαζί με αυτούς. Το θερμικό 1PT κουμπώνει κάτω από τον ρελέ 1S. Το θερμικό 1PT (J7TIN-B-6) έχει μεταβαλλόμενο επιτρεπόμενο όριο ρεύματος 4-16Α. Τα θερμικά εκτός από τις τρεις επαφές που κουμπώνουν με τους ηλεκτρονόμους (τα τρία σιδεράκια που φαίνονται στο σχήμα 3.2) έχουν και δύο βοηθητικές επαφές, μία normally open (NO) και μία normally closed (NC). Η NO επαφή του θερμικού θα χρησιμοποιηθεί σαν ψηφιακή είσοδος στα plc για την ένδειξη του σφάλματος, δηλαδή για την ένδειξη της αιτίας διακοπής του κινητήρα. Ενώ η NC επαφή του θερμικού παρεμβάλλεται εν σειρά με το κύκλωμα που ενεργοποιεί το πηνίο του ρελέ ισχύος έτσι ώστε να προκαλείται η απενεργοποίηση αυτού σε ενδεχόμενη υπερφόρτωση, γεγονός που αναφέρεται και ως πτώση θερμικού.



Σχήμα 3.4: Το θερμικό J7TKN-B-6

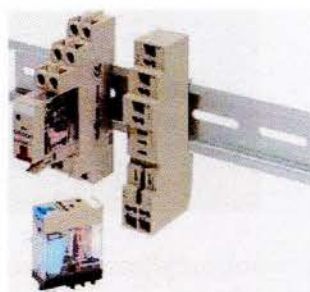
Όπως φαίνεται από το σχήμα 3.4, το θερμικό φέρει μηχανισμό για την ακριβή ρύθμιση της επιθυμητής τιμής του ρεύματος, στην οποία θέλουμε να ενεργοποιείται. Στην πρόσοψη του θερμικού βλέπουμε ένα μικροδιακόπτη, ο οποίος ή βρίσκεται στη θέση A ή βρίσκεται στη θέση X. Όταν ένα θερμικό ενεργοποιηθεί τότε η επαναφορά του μπορεί να γίνει είτε χειροκίνητα (ο μικροδιακόπτης στη θέση X) πατώντας ένα μικρό μπουτόν που υπάρχει πάνω σε αυτό, είτε αυτόματα με ειδικό μηχανισμό, ο οποίος επαναφέρει τις βοηθητικές επαφές στην κανονική τους θέση όταν το θερμικό κρυώσει.

Ο ηλεκτρονόμος K2 είναι πιο μικρής ισχύος από τον προηγούμενο αφού είναι υπεύθυνος για τον μικρό κινητήρα της αντλίας στον συμπυκνωτή. Συγκεκριμένα έχει μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύ για τάση 400V τριφασική 2,2KW. Επίσης, εκτός από τις τρεις επαφές ισχύος έχει και μια βοηθητική επαφή normally open (NO). Το θερμικό 2PT κουμπώνει με τον ηλεκτρονόμο 2S. Έχει μεταβαλλόμενο επιτρεπόμενο όριο ρεύματος 2.7-4.0Α. Ακόμη έχει δύο έξτρα βοηθητικές επαφές, μία normally open και μία normally closed, οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν όπως εξηγήσαμε στην προηγούμενη παράγραφο.

Οι ηλεκτρονόμοι K3, K4 θα οδηγήσουν τους δύο μονοφασικούς ανεμιστήρες (εσωτερικός και εξωτερικός) 70 watt. Οι ηλεκτρονόμοι που επιλέχθηκαν να οδηγήσουν τα συγκεκριμένα φορτία φαίνονται στο σχήμα 3.5. Το συγκεκριμένο ρελέ επιτρέπει μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση 10 amps στις επαφές του υπό τάση 220 Vac. Οπότε δεν θα έχουμε πρόβλημα με το ρεύμα εκκίνησης του κινητήρα. Το πηνίο του ρελέ ισχύος είναι 24 Vac και απορροφά ένα ρεύμα της τάξης των 21.8 am. Οπότε δεν υπάρχει κίνδυνος να καταστρέψουμε την ψηφιακή έξοδο του plc μας.



(α)



(β)

Σχήμα 3.5: (α) Το πηνίο του ρελέ G2R-1
(β) η βάση πάνω στην οποία θα τοποθετηθεί το πηνίο του ρελέ G2R-1

Ο ηλεκτρονόμος K5 θα οδηγήσει το φως που υπάρχει στο εσωτερικό του ψυγείου. Το φως δεν είναι κάποια ισχυρή συσκευή από άποψη ισχύος, οπότε θα χρησιμοποιήσουμε ένα πιο απλό ρελέ άρα και ένα πιο οικονομικό ρελέ. Το ρελέ το οποίο προτείνουμε είναι το plc-risk-24vac-21. Έχει μια yes και μια no επαφή. Εμείς θα χρησιμοποιήσουμε τη no επαφή, η οποία επιτρέπει ρεύμα 6 Amps υπό τάση 230 Vac.



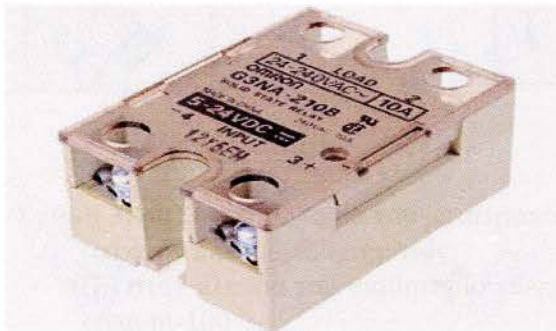
Σχήμα 3.6: Ο ηλεκτρονόμος plc-risk-24-21

Το πρόβλημα είναι ότι η έξοδος του ρελέ όταν ενεργοποιείται είναι 220 Vac, το φως απαιτεί στην είσοδο του τάση 24 Vac. Το παραπάνω πρόβλημα λύνεται με την χρήση μετασχηματιστή. Ο μετασχηματιστής 2T μετατρέπει την τάση της μιας φάσης του δικτύου δηλαδή 220V σε 24V. Ο λόγος είναι, για να τροφοδοτηθεί η λάμπα που βρίσκεται στο εσωτερικό του ψυγείου και η οποία ενεργοποιείται όταν ο χειριστής ανοίξει την πόρτα του ψυγείου.



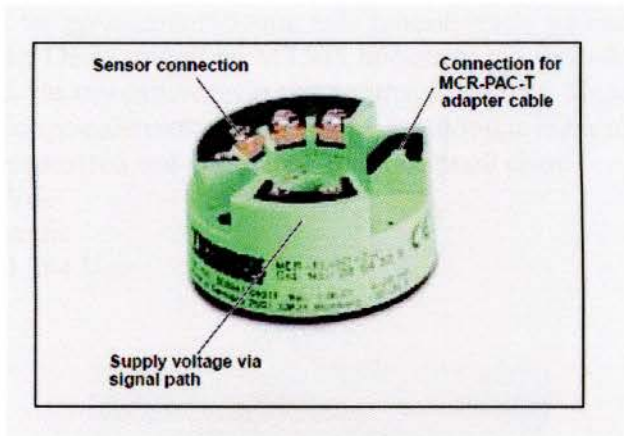
Σχήμα 3.7: Μετασχηματιστής υποβιβασμού

Solid State ρελέ: Θα χρειαστούμε ένα solid state ρελέ, το οποίο θα τροφοδοτεί την αντίσταση απόψυξης. Τα ρελέ στερεάς κατάστασης (solid state ρελέ) διαφέρουν από τα ηλεκτρομηχανικά ρελέ στο γεγονός ότι δεν έχουν μηχανικά μέρη. Άρα η συχνότητα ενεργοποίησης και απενεργοποίησης ενός solid state ρελέ είναι μεγαλύτερη από την συχνότητα ενεργοποίησης και απενεργοποίησης του κλασικού ρελέ. Όπως εξηγήσαμε στο διάγραμμα ροής, κατά την διαδικασία της απόψυξης η θερμοκρασία στις αντιστάσεις θα επιτυγχάνεται με ένα pid ελεγκτή, ο οποίος για να επιτύχει το set point θα ανοιγοκλείνει την τάση τροφοδοσίας των αντιστάσεων. Οπότε το ρελέ το οποίο θα οδηγεί τις αντιστάσεις θα πρέπει να έχει μεγάλη διακοπτική ικανότητα. Το solid state ρελέ το οποίο θα χρησιμοποιήσουμε είναι το G3NA-210B. Έχει μια no επαφή, η οποία επιτρέπει ρεύμα 10 Amps υπό τάση 230Vac, οπότε μπορεί να οδηγήσει το φορτίο των αντιστάσεων. Το πηνίο του ρελέ είναι 5-24 VDC και απορροφά ένα ρεύμα της τάξης των 20 mA. Οπότε δεν υπάρχει κίνδυνος να καταστρέψουμε την ψηφιακή έξοδο του plc μας.

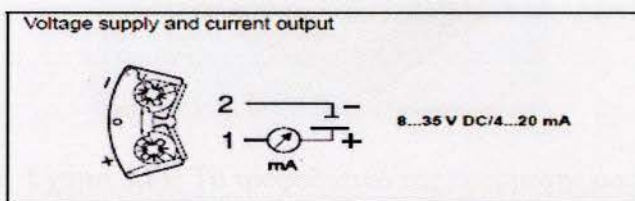


Σχήμα 3.8: Solid State ρελέ

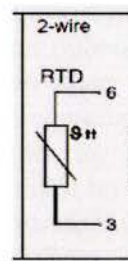
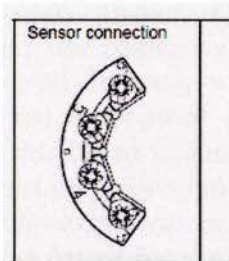
Στο ηλεκτρικό κύκλωμα του ψυγείου υπάρχουν δυο pt-100. Ανάλογα με την θερμοκρασία που μετρούν μεταβάλλεται η αντίσταση των αγώγιμων υλικών τους και αντίστοιχα η αντίσταση που μετράμε στα δύο καλώδια τους. Άρα θα πρέπει να αγοραστεί κατάλληλο ηλεκτρονικό κύκλωμα, το οποίο θα μετατρέπει το σήμα εξόδου του pt-100 την ωμική αντίσταση σε ρεύμα ή τάση. Ο μετατροπέας που προτείνουμε είναι ο MCR-FL-HT-T-I, ο οποίος μετατρέπει τα σήματα θερμοκρασίας από αντίσταση σε σήματα ρεύματος 4-20 mA. Η τάση τροφοδοσίας του κυμαίνεται από 8-36Vdc. Στην είσοδο μπορούν να συνδεθούν διάφορα αισθητήρια θερμοκρασίας pt-100, pt-1000 τεχνολογίας 2-3 καλωδίων, θερμοστοιχεία τύπου K,J κ.λπ.. Στην περίπτωση μας το αισθητήριο θερμοκρασίας είναι το pt-100 οπότε θα ακολουθήσουμε την συνδεσμολογία του σχήματος 3.8.



Σχήμα 3.9: Μετατροπέας PT-100 σε σήμα ρεύματος 4-20 mA



(α)



(β)

Σχήμα 3.10: Συνδεσμολογία του μετατροπέα

(α) στην πλευρά του σήματος

(β) στην πλευρά του αισθητηρίου θερμοκρασίας όταν αυτό είναι pt-100

Στον ηλεκτρολογικό πίνακα υπάρχουν συσκευές που απαιτούν dc τάση 24 volts για να δουλέψουν. Τις συσκευές αυτές τις παραθέτουμε στο παρακάτω πίνακα:

TAG	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	Max power
MCR-FL-HT-T-I	Μετατροπέας pt-100 σε 4-20 mA	2	0,96 watts
PI_1& PI_2	Μεταδότες πίεσης	2	0,96 watts
FIBS-6AD	Κάρτα PLC	1	3 watts
MT505	Οθόνη αφής	1	10 watts
FBS-24MCT	Κάρτα PLC	1	24 watts

Άρα θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα τροφοδοτικό, το οποίο θα τροφοδοτεί αυτές τις συσκευές. Όσον αφορά τη MT505 πρόκειται για μια οθόνη αφής, η οποία θα χρησιμοποιηθεί για την επικοινωνία του χρήστη με τα plus. Περισσότερα θα δούμε στο κεφάλαιο 5. Το τροφοδοτικό που θα χρησιμοποιήσουμε είναι το: S-50-24.

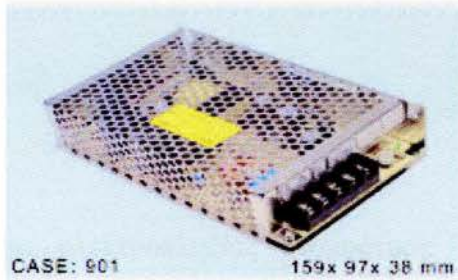
Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του παραπάνω τροφοδοτικού είναι:

Τάση εξόδου: 24 Vdc

Ισχύς εξόδου: 50 watts

Τάση εισόδου: 170-264 Vac

Απόδοση: 82%



Σχήμα 3.11: Το τροφοδοτικό της εφαρμογής μας

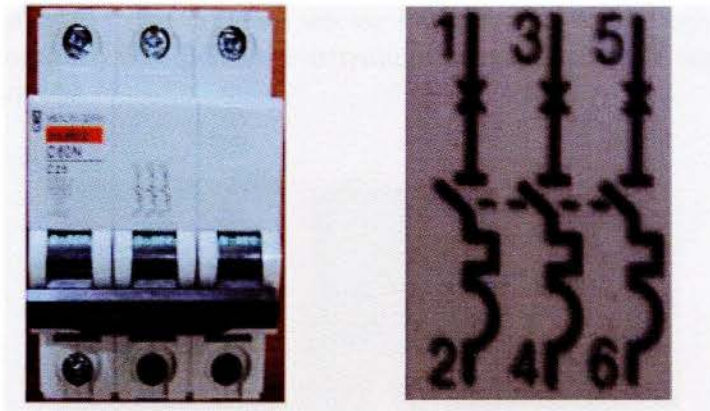
Διακόπτης ηλεκτροπληξίας: Είναι ένα στοιχείο, το οποίο προστίθεται σε κάθε καινούριο ηλεκτρολογικό πίνακα. Όταν η ηλεκτρική εγκατάσταση λειτουργεί κανονικά, το άθροισμα των ρευμάτων των φάσεων και του ουδέτερου είναι μηδέν. Όταν όμως παρουσιαστεί διαρροή, το άθροισμα παύει να είναι μηδέν. Τότε στο δευτερεύον τύλιγμα του διαφορικού μετασχηματιστή του διακόπτη δημιουργείται ρεύμα εξ' επαγωγής. Μόλις το ρεύμα αυτό φθάσει το όριο των 30 χιλιοστών του αμπέρ, αντιδρά αυτόματα ο μηχανισμός προστασίας και διακόπτει την τροφοδότηση ολόκληρου του κυκλώματος μέσα σε 30 χιλιοστά του δευτερολέπτου. Μετά από έρευνες έχει αποδειχθεί ότι τα όρια αυτά είναι τελείως ακίνδυνα για τον ανθρώπινο οργανισμό. Η ονομαστική τους ένταση λειτουργίας, δηλαδή το φορτίο σε A που μπορούν να διακόπτουν χωρίς πρόβλημα, παίρνει διάφορες τιμές. Εμείς θα επιλέξουμε ονομαστικής έντασης 25 Amps. Η καλή λειτουργία του Δ.Δ.Ε μπορεί να ελεγχθεί με την βοήθεια ενός μπουτόν διακοπής (test), το οποίο είναι ενσωματωμένο σε αυτόν όπως φαίνεται στο σχήμα 3.10. Με το πάτημα του μπουτόν δημιουργείται ένα τεχνητό ρεύμα διαρροής και ο Δ.Δ.Ε πρέπει να κάνει την απόζευξη. Η αντίσταση που παρεμβάλλεται στο κύκλωμα ελέγχου έχει κατάλληλη τιμή, ώστε το δημιουργούμενο ρεύμα ελέγχου να είναι μεγαλύτερο από το ονομαστικό ρεύμα διαρροής. Το ονομαστικό ρεύμα διαρροής είναι το ελάχιστο εκείνο χαρακτηριστικό ρεύμα που προκαλεί την αντίδραση του Δ.Δ.Ε.



Σχήμα 3.12: Διακόπτης ηλεκτροπληξίας ονομαστικής έντασης 25 Amps και ρεύματος διαρροής 30 am

Ο Δ.Δ.Ε πρέπει να εγκαθίσταται στην αρχή των κυκλωμάτων που θέλουμε να προστατέψουμε. Ο Δ.Δ.Ε προστατεύει μόνο το τμήμα της εγκατάστασης που βρίσκεται μετά από αυτόν προς την πλευρά των καταναλώσεων. Συνήθως τοποθετείται στην είσοδο του πίνακα μεταξύ γενικού διακόπτη και γενικής ασφάλειας.

Ασφαλειοδιακόπτες: Στο ηλεκτρολογικό κύκλωμα θα χρησιμοποιηθούν ασφαλειοδιακόπτες για την προστασία του εξοπλισμού σε περίπτωση βραχυκυκλώματος, αλλά και σε περίπτωση υπερφόρτισης. Υπερφόρτιση είναι μία μικρή σχετικά υπέρβαση της επιτρεπόμενης φόρτισης (ονομαστικού ρεύματος) για μεγάλο χρονικό διάστημα. Θα χρησιμοποιηθούν ασφάλειες διακόπτες και όχι ασφάλειες γιατί σε περίπτωση βραχυκυκλώματος δεν θέλουν αλλαγή, απλά σήκωμα. Θα χρησιμοποιηθούν μονοφασικοί και τριφασικοί ασφαλειοδιακόπτες ανάλογα με το τι προστατεύουμε. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά μίας ασφάλειας είναι η καμπύλη απόσβεξης που θα είναι η C σε όλες τις ασφάλειες, τις οποίες θα επιλέξουμε για την εφαρμογή μας. Οι ασφάλειες με καμπύλη C χρησιμοποιούνται για προστασία αγωγών σε κτιριακές εγκαταστάσεις. Είναι ιδιαίτερα πλεονεκτικές αυτές οι ασφάλειες για την προστασία συσκευών με υψηλά ρεύματα εκκίνησης. Ανάμεσα στα τεχνικά χαρακτηριστικά της ασφάλειας ανήκει το ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας, το οποίο θα διαφέρει στις ασφάλειες που θα επιλέξουμε για την εφαρμογή μας γιατί εξαρτάται από το ονομαστικό ρεύμα της συσκευής που προστατεύουμε. Η ονομαστική τάση λειτουργίας όλων των ασφαλειών που θα επιλέξουμε είναι τα 400V, ενώ η ικανότητα διακοπής τους θα είναι τα 6000A.



Σχήμα 3.13: Τριφασικός ασφαλειοδιακόπτης ονομαστικής έντασης 25 amps και καμπύλης C

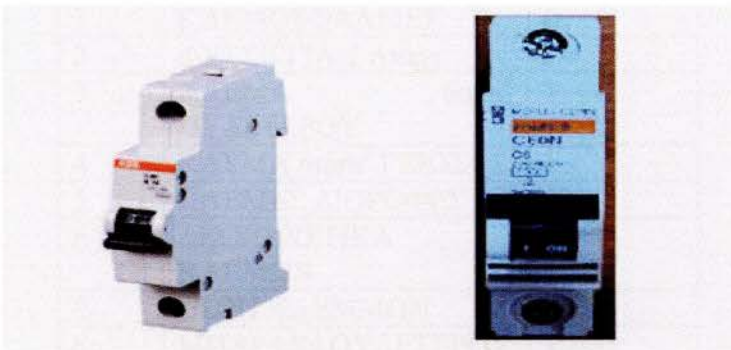
B1: Η γενική ασφάλεια του πίνακα μας, η οποία είναι τριφασική και επιτρέπει μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση 16 amps.

B2: Η ασφάλεια που προστατεύει τον συμπιεστή σε περίπτωση βραχυκυκλώματος, η οποία είναι τριφασική και επιτρέπει μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση 6 amps.

B3: Η ασφάλεια που προστατεύει την αντλία του συμπυκνωτή σε περίπτωση βραχυκυκλώματος, η οποία είναι τριφασική και επιτρέπει μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση 6 amps.

B4: Η ασφάλεια που προστατεύει την αντίσταση σε περίπτωση βραχυκυκλώματος, η οποία είναι μονοφασική και επιτρέπει μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση 6 amps.

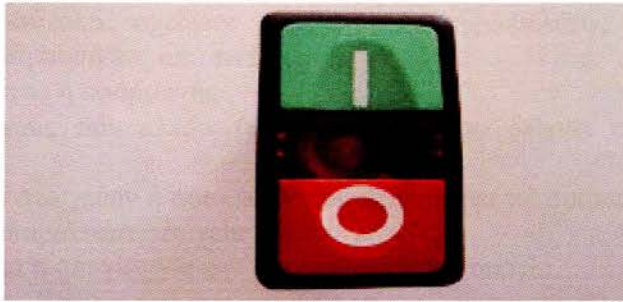
B5: Η ασφάλεια που προστατεύει τα υπόλοιπα στοιχεία της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης σε περίπτωση βραχυκυκλώματος, η οποία είναι μονοφασική και επιτρέπει μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση 4 amps.



Σχήμα 3.14: Μονοφασικοί ασφαλειοδιακόπτες της Merlin Geren και της ABB

Διακόπτες start και stop: Στην είσοδο X0 έχουμε συνδέσει το μπουτόν του start που όταν το πατήσει ο χειριστής θα πρέπει να ξεκινήσει η αυτόματη διαδικασία. Το μπουτόν του start είναι μια normally open επαφή που σημαίνει ότι σε κατάσταση ηρεμίας δεν περνάει ρεύμα στη είσοδο X0 και αυτή μεταβάλλεται στιγμιαία σε κατάσταση 1 όταν ο χειριστής πατήσει το μπουτόν. Ενώ στην είσοδο X1 έχουμε συνδέσει το μπουτόν του stop που όταν το πατήσει ο χειριστής θα πρέπει να διακόπτεται η τροφοδοσία όλων των ηλεκτρονόμων. Το μπουτόν του stop είναι μια

normally close επαφή που σημαίνει ότι σε κατάσταση ηρεμίας περνάει ρεύμα στη είσοδο X1 και αυτή μεταβάλλεται στιγμιαία σε κατάσταση 0 όταν ο χειριστής πατήσει το μπουτόν.



Σχήμα 3.15: Μπουτόν start και stop

Διακόπτες manual/auto: Όταν ο χειριστής διαλέξει manual λειτουργία, τότε μέσα από την ψηφιακή είσοδο X3 περνάει ρεύμα και στην είσοδο X3 εμφανίζεται τάση 24Vdc ενώ στην είσοδο X4 δεν περνάει ρεύμα και εμφανίζεται τάση 0Vdc. Όταν ο χειριστής διαλέξει auto λειτουργία, τότε μέσα από την ψηφιακή είσοδο X4 περνάει ρεύμα και στην είσοδο X4 εμφανίζεται τάση 24Vdc ενώ στην είσοδο X3 δεν περνάει ρεύμα και εμφανίζεται τάση 0Vdc.

Εκτός από τα παραπάνω υλικά θα χρειαστούμε και κάποια άλλα υλικά, τα οποία παραθέτουμε στον παρακάτω πίνακα:

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΤΕΜΑΧΙΑ
1	ΚΛΕΜΟΣΦΑΛΕΙΕΣ	2
2	ΦΥΣΣΙΓΓΙΑ 2 Amps	2
3	ΚΛΕΜΑ 6mm ² ΟΥΔΕΤΕΡΟΥ	1
4	ΚΛΕΜΑ 6mm ² ΓΕΙΩΣΗΣ	1
5	ΚΛΕΜΕΣ ΔΙΟΡΟΦΕΣ	20
6	ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΑ ΚΛΕΜΩΝ	3
7	ΣΤΟΠ ΚΛΕΜΜΩΝ	2
8	ΜΠΑΡΑΚΙ ΟΥΔΕΤΕΡΟΥ	1
9	ΚΑΝΑΛΙ 40X60	2m

3.3 Το ηλεκτρολογικό σχέδιο του προτεινόμενου αυτοματισμού σε autocad

Το ηλεκτρολογικό σχέδιο είναι ένα μέσο επικοινωνίας. Πρέπει να είναι απολύτως σαφές για το σκοπό που γίνεται και να μην περιέχει περιττά στοιχεία ή πολυπλοκότητες που οδηγούν στη δύσκολη ανάγνωσή του. Ασάφειες μπορεί να οδηγήσουν σε σπατάλη χρόνου, ζημιές και οικονομικές επιβαρύνσεις. Εάν ο βασικός

σκοπός του σχεδίου είναι η κατασκευή της εγκατάστασης, τότε απαιτείται ο τύπος του σχεδίου που αναπτύξαμε και εμείς πιο κάτω και είναι το σχέδιο συνδεσμολογίας κατά ICE 113-1. Υπάρχουν και άλλοι τύποι σχεδίων όπως π.χ οι «χάρακες» που δείχνουν περιληπτικά την λειτουργία μιας εγκατάστασης. Με τον τελευταίο τύπο σχεδίων δεν θα ασχοληθούμε στην παρούσα εργασία.

Ένα πλήρες σύνολο σχεδίων κατασκευαστικής μελέτης αποτελείται από σχεδιαστική άποψη συνήθως από τα εξής:

- α) τα σχέδια μελέτης ή εφαρμογής
- β) τους καταλόγους των κλεών (κλεμμολίστα), που δείχνει πως συνδέονται οι κλέμμες
- γ) έναν κατάλογο στοιχείων ή συσκευών που περιγράφει τις συσκευές, τον τύπο τους, γενικώς κάποια απαραίτητα στοιχεία.
- δ) τεύχη με σχόλια ή οδηγίες για την κατασκευή ή λειτουργία.

Ανάλογα με την έκταση του σχεδίου μπορεί να λείπουν τα β), γ) και δ) δηλαδή η κλεμμολίστα ή ο κατάλογος συσκευών ή τα τεύχη με τα σχόλια. Στην περίπτωση μας θα παραθέσουμε μόνο τα σχέδια της εφαρμογής αφού η έκταση του ηλεκτρολογικού σχεδίου της εφαρμογής μας είναι περιορισμένη.

Σήμερα η πλειονότητα των μηχανικών χρησιμοποιεί ψηφιακά συστήματα για σχεδιασμό. Αυτά γενικά ονομάζονται CAD (Computer Aided Design). Πακέτα σχεδιαστικά όπως π.χ. γενικά το AutoCAD και ειδικά το ÉLAN προσφέρονται για το σχεδιασμό ηλεκτρολογικών σχεδίων ενώ το ORCAD ή Smart work χρησιμοποιούνται σε ηλεκτρονικές κατασκευές για σχεδιασμό τυπωμένων κυκλωμάτων. Ο σχεδιασμός και οι αλλαγές γίνονται σε σύντομο χρονικό διάστημα. Υπάρχουν και προγράμματα π.χ. το ÉLAN που συνδέονται με συστήματα CAM, CAE, CAIM (Computer Aided Manufacturing, Computer Aided Engineering, Computer Aided Industrial Manufacturing), όπου υπάρχει δυνατότητα σύνδεσης των σχεδιαστικών πακέτων με άλλα πακέτα που υπολογίζουν κόστος, ενημερώνουν αποθήκες υλικών, κ.τ.λ σε ηλεκτρολογικές βιομηχανίες. Στα πλαίσια αυτής της εργασίας θα περιοριστούμε στο ηλεκτρολογικό σχέδιο της εφαρμογής που έγινε με την βοήθεια του προγράμματος autocad electrical 2012. Τα σχέδια της εφαρμογής φαίνονται στο Παράρτημα Α.

3.4 Ηλεκτρολογικός πίνακας

3.4.1 Επιλογή ερμαρίου και καλωδίων

Ένα πολύ σοβαρό ζήτημα στις ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις είναι η αναγνώριση του κάθε αγωγού και καλωδίου στο σχέδιο και η ταυτοποίηση στην εγκατάσταση. Για να διασφαλισθεί ότι η διαδικασία αλλαγής ενός κατεστραμμένου αγωγού ή εύρεση μιας βλάβης θα είναι εύκολη, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν αγωγοί διαφορετικών χρωμάτων. Όπως είναι φυσικό κάποιοι αγωγοί θα μαρκαριστούν με ειδικές ετικέτες. Η διαδικασία διαχωρισμού των καλωδίων γίνεται με σκοπό να γίνει εύκολο σε οποιονδήποτε να κατανοήσει το ηλεκτρολογικό σχέδιο και αν χρειαστεί να κάνει μια παρέμβαση στην εγκατάσταση ακόμη και αν δεν έχει ασχοληθεί εντατικά με τη μελέτη αυτής.

Όσον αφορά την επιλογή των καλωδίων του ηλεκτρολογικού πίνακα:

ο Τα καλώδια που θα ξεκινήσουν από τις ψηφιακές εξόδους και θα καταλήξουν στα ρελέ θα έχουν χρώμα πορτοκάλι, διατομή $1 \times 0.75 \text{mm}^2$ και θα φέρουν το νούμερο της ψηφιακής εξόδου που καλωδιώνουν. Κάποιες ψηφιακές εξοδοί είναι ελεύθερες.

Παρόλα αυτά και από αυτές θα ξεκινήσουν όμοια καλώδια τα οποία θα καταλήξουν σε κλέμες ώστε να είναι έτοιμες για μελλοντική χρήση.

○Τα καλώδια που θα ξεκινήσουν από τις ψηφιακές εισόδους και θα καταλήξουν σε κλέμες θα έχουν χρώμα άσπρο, διατομή $1 \times 0.75 \text{mm}^2$ και ετικέτες που θα φέρουν το νούμερο της ψηφιακής εισόδου που καλωδιώνουν.

○Τα καλώδια που θα ξεκινήσουν από το + των αναλογικών εισόδων και θα καταλήξουν σε κλέμες θα έχουν χρώμα ροζ, διατομή $1 \times 0.75 \text{mm}^2$ και ετικέτες που θα φέρουν το νούμερο της αναλογικής εισόδου που καλωδιώνουν. Ενώ τα αντίστοιχα – θα έχουν χρώμα γκρι.

○Τα καλώδια των 24 vdc θα έχουν χρώμα κόκκινο ενώ τα gnd των dc θα έχουν χρώμα μαύρο.

○Ότι καλώδιο έχει σχέση με την L1 φάση του δικτύου θα έχει χρώμα μαύρο, με την L2 φάση του δικτύου θα έχει χρώμα καφέ και με την τρίτη και τελευταία φάση χρώμα γκρι. Τα καλώδια του ουδετέρου θα έχουν χρώμα μπλε. Ενώ τα καλώδια του αγωγού προστασίας χρώμα κιτρινοπράσινο.

Τώρα σχετικά με τις διατομές των αγωγών που συνδέουν τις συσκευές του συστήματος μας με τον πίνακα θα επιλέξουμε τις παρακάτω διατομές:

•PI1,PI2,TTS1,TTS2,TTS3,LP1,E1,E2 θα επιλέξουμε καλώδια $3 \times 0.75 \text{mm}^2$. Τα καλώδια με διατομή 0.75 επιτρέπουν μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση 6 amps.

•Το καλώδιο τροφοδοσίας του συμπιεστή θα είναι $5 \times 1 \text{mm}^2$. Ομοίως και τα καλώδια τροφοδοσίας της αντλίας και της αντίστασης.

•Το καλώδιο τροφοδοσίας της συσκευής που θα επιλεγεί θα είναι $5 \times 2.5 \text{mm}^2$.

Σε όλη την εγκατάσταση οι αγωγοί διαρρέονται από ρεύματα πολύ μικρότερα από τις ονομαστικές αντοχές τους. Η υπερδιαστασιολόγηση στους αγωγούς έγινε για λόγους μηχανικής αντοχής και διαχωρισμού των αγωγών.

3.4.2 Θέματα εγκατάστασης των προγραμματισμένων λογικών ελεγκτών.

Η εγκατάσταση και η λειτουργία των προγραμματισμένων λογικών ελεγκτών πρέπει να ακολουθεί ορισμένους κανόνες έτσι ώστε να αποφεύγονται, όσο το δυνατόν περισσότερο, τα λειτουργικά προβλήματα. Με ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να γίνεται η εγκατάσταση των προγραμματισμένων λογικών ελεγκτών που προορίζονται για βιομηχανικό περιβάλλον, επειδή σε αυτό υπάρχουν περισσότερες αιτίες για δυσλειτουργίες. Η πρωταρχική πηγή οδηγιών εγκατάστασης ενός προγραμματισμένου λογικού ελεγκτή είναι πάντα ο κατασκευαστής του και αυτές θα πρέπει να ακολουθούνται πιστά. Πέραν όμως από τις οδηγίες εγκατάστασης του προγραμματισμένου λογικού ελεγκτή, υπάρχουν μερικά γενικότερα θέματα που αφορούν την καλή λειτουργία των προγραμματισμένων λογικών ελεγκτών και τα οποία θα εξετάσουμε σε αυτή την παράγραφο.

3.4.2.1 Ηλεκτρικός πίνακας εγκατάστασης του plc

Ο ηλεκτρολογικός πίνακας είναι ένα κουτί διαστάσεων $60,5 \times 76,5 \text{cm}$. Μέσα υπάρχει μία μεταλλική πλάκα διαστάσεων $56 \times 72 \text{cm}$ όπου πάνω σε αυτή βρίσκονται το PLC, οι ηλεκτρονόμοι, και οι ασφάλειες. Στον πίνακα υπάρχει αρκετός χώρος για εγκατάσταση πρόσθετου ηλεκτρολογικού υλικού που μπορεί να χρειαστεί στο μέλλον. Ο πίνακας που θα χρησιμοποιήσουμε θα πρέπει να ικανοποιεί τον ορισμό του τύπου πίνακα No.12 που είναι κατάλληλος για ηλεκτρονικές συσκευές ελέγχου. Ο

τύπος αυτός παρέχει προστασία έναντι σκόνης, πτώσης μη διαθρωτικών υγρών και γενικών ρύπων του περιβάλλοντος χώρου.

Ένα βασικό θέμα της εγκατάστασης ενός προγραμματισμένου λογικού ελεγκτή είναι η έκλυση θερμότητας εντός του ηλεκτρικού πίνακα στον οποίο θα τοποθετηθεί ο προγραμματισμένος λογικός ελεγκτής. Η θερμοκρασία στο εσωτερικό του ηλεκτρικού πίνακα δεν πρέπει για κανένα λόγο να υπερβαίνει τη μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας που ορίζει ο κατασκευαστής του plc και η οποία είναι περίπου 50°C.

Κατά την τοποθέτηση των υλικών στον πίνακα και κατά την καλωδίωση του θα πρέπει να ακολουθηθούν ορισμένοι απλοί κανόνες:

- Τα καλώδια εντός του πίνακα θα πρέπει να διαχωριστούν στις ακόλουθες τρεις κατηγορίες: ισχύος, σημάτων & ελέγχου και μετρήσεων.
- Τα καλώδια ισχύος, ελέγχου και δεδομένων πρέπει να βρίσκονται στη μεγαλύτερη δυνατή απόσταση μεταξύ τους για να αποφεύγεται η χωρητική και επαγωγική ζεύξη.
- Πρέπει να διαχωρίζονται πάντα οι αγωγοί AC από τους αγωγούς DC.
- Η απόσταση μεταξύ καλωδίων ισχύος και καλωδίων ψηφιακών σημάτων πρέπει να είναι τουλάχιστον 10 cm ενώ η απόσταση μεταξύ των καλωδίων ισχύος και καλωδίων αναλογικών σημάτων τουλάχιστον 30 cm.
- Κατά την τοποθέτηση των μεμονωμένων αγωγών, οι αγωγοί τροφοδοσίας και επιστροφής να διατηρούνται μαζί στο ίδιο κανάλι ώστε λόγω της αντίθετης ροής του ρεύματος να επιτυγχάνεται αντιστάθμιση των πεδίων.
- Οι εξωτερικοί αγωγοί που συγκεντρώνονται από τις διάφορες συσκευές στον πίνακα προκειμένου να συνδεθούν στο plc, δεν συνδέονται ποτέ απευθείας πάνω στους ακροδέκτες των καρτών, αλλά σε πρόσθετες σειρές ακροδεκτών, που τοποθετούνται κατά κανόνα στο κάτω μέρος του πίνακα.

3.4.2.2 Γειώσεις

Στοιχειώδης προϋπόθεση για μια απρόσκοπτη και ασφαλή λειτουργία μιας εγκατάστασης με έναν ή περισσότερους προγραμματισμένους λογικούς ελεγκτές είναι η ορθή γείωση όλων των μονάδων της εγκατάστασης και εν προκειμένω του προγραμματισμένου λογικού ελεγκτή. Η κακή γείωση ενός plc είναι πολλές φορές αιτία για λειτουργικά προβλήματα, τα οποία δεν προσδιορίζονται εύκολα. Επειδή το αντικείμενο αυτό είναι εκτεταμένο και ξεφεύγει από τους σκοπούς της παρούσας εργασίας, θα περιοριστούμε εδώ σε μερικούς γενικούς κανόνες και επισημάνσεις.

- Όλα τα plc ενός κέντρου ελέγχου πρέπει να γειώνονται σταθερά σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή. Πολλά plc φέρουν επιμέρους σημεία γείωσης, τα οποία θα πρέπει όλα ανεξαιρέτως να γειώνονται. Για παράδειγμα, ένα σημείο γείωσης στο τροφοδοτικό και ένα δεύτερο σημείο γείωσης στη βάση στήριξης. Όλες οι συνδέσεις των αγωγών γείωσης θα πρέπει να γίνονται με βιδωτό τρόπο και τότε με κόλληση.
- Κάθε αγωγός γείωσης θα πρέπει να έχει αντίσταση μικρότερη από 0.1 ohm όπως και η αντίσταση της μπάρας γείωσης του πίνακα να είναι μικρότερη από 0.1 ohm. Οι αγωγοί γείωσης θα πρέπει να διαρρέονται από ρεύμα μόνο τη στιγμή του σφάλματος.
- Ολόκληρη η αλυσίδα των γειώσεων θα πρέπει να είναι συνεχής και να μην υπάρχει σημείο ασυνέχειας, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι ένα τμήμα του εξοπλισμού είναι ουσιαστικά αγείωτο ενώ φαίνεται να φέρει συνδέσεις γείωσης.

3.4.2.3 Ηλεκτρομαγνητική θωράκιση καλωδίων

Συνήθως προστατεύουμε τα καλώδια από ηλεκτρομαγνητική παρεμβολή, θωρακίζοντας τα. Σκοπός της θωράκισης είναι να σταματά τις γραμμές πεδίου παρεμβολής και επομένως να εμποδίζει την ηλεκτρομαγνητική αλληλεπίδραση μεταξύ γειτονικών καλωδίων. Το προστατευτικό μεταλλικό πλέγμα απορροφά την παρεμβολή παίζοντας το ρόλο του αγωγού διαφυγής. Υπάρχουν διαφορά είδη μεταλλικού πλέγματος. Τα κυριότερα είναι τα παρακάτω:

- α) απλής ζεύξης
- β) διπλής ζεύξης
- γ) διπλής ζεύξης και με μαγνητικό «επίδεσμο»
- δ) στρώση αλουμινόχαρτου με πλαστική επένδυση

Το καθένα από τα παραπάνω έχει τα δικά του μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα.

Εδώ θα παραθέσουμε δύο βασικούς κανόνες σωστής θωράκισης των γραμμών ασθενών σημάτων.

1) Στα καλώδια αναλογικών σημάτων, το προστατευτικό πλέγμα πρέπει να γειώνεται μόνο στο ένα άκρο (προφανώς στην πλευρά του plc). Αυτό επιβάλλεται για να μην δημιουργούνται βρόχοι γείωσης με αντίστοιχα ρεύματα τα όποια είναι δυνατόν να δημιουργήσουν προβλήματα στον επεξεργαστή του plc.

2) Σε όλους τους άλλους τύπους καλωδίων για μεταφορά δεδομένων, δικτύων κ.λ.π., το πλέγμα θωράκισης αυτών, πρέπει να γειώνεται και στα δύο άκρα. Μόνο η διπλή γείωση και στα δυο άκρα του πλέγματος εξασφαλίζει τη θωράκιση των αγωγών από την επαγωγική και υψηλής συχνότητας παρεμβολή.

Όλα τα καλώδια τα οποία θα χρησιμοποιήσουμε δεν θα έχουν ηλεκτρομαγνητική θωράκιση στην εφαρμογή μας.

3.4.2.4 Αντικεραυνική προστασία

Τα παλαιότερα χρόνια η αντικεραυνική προστασία περιοριζόταν κυρίως στην προστασία των κτιρίων. Σήμερα η κατάσταση αυτή έχει αλλάξει. Η βιομηχανία χρησιμοποιεί πλέον εξοπλισμό αυτοματισμού, ο οποίος περιέχει μεγάλο αριθμό ολοκληρωμένων κυκλωμάτων και μικρό αριθμό επεξεργαστών ελέγχου. Οι μονάδες αυτές είναι πολύ περισσότερο ευαίσθητες σε υπερτάσεις από ότι τα παραδοσιακά ρελέ και από τις υπόλοιπες συσκευές συμβατικού αυτοματισμού. Αρκούν υπερτάσεις λίγων volts πάνω από τις ονομαστικές για να καταστραφούν τα αντίστοιχα ηλεκτρονικά στοιχεία. Για το λόγο αυτό επιβάλλεται ο εξοπλισμός αυτοματισμού να είναι προστατευμένος από κεραυνικές εκφορτώσεις.

Όποτε κάθε βιομηχανικός πίνακας που έχει plc θα πρέπει να έχει και εσωτερική αντικεραυνική προστασία. Η εσωτερική αντικεραυνική προστασία στοχεύει στη μείωση των επιδράσεων του ρεύματος κεραυνού και των εξ αυτών δημιουργουμένων ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων στις μεταλλικές εγκαταστάσεις και στις παντός είδους ηλεκτρικές συσκευές που βρίσκονται εντός ενός κλειστού χώρου. Η εσωτερική αντικεραυνική προστασία πρέπει να αποκλείει τη δημιουργία επικίνδυνων σπινθήρων μεταξύ ηλεκτρικών και τηλεπικοινωνιακών εγκαταστάσεων και μεταλλικών κατασκευών και περιλαμβάνει τα παρακάτω:

- α) την εξίσωση δυναμικών (ισοδυναμίες συνδέσεις)
- β) τη θωράκιση, γενικά τη μόνωση μεταξύ των τμημάτων
- γ) τη χρήση συσκευών προστασίας από υπέρταση όπως ο περιοριστής κρουστικής υπέρτασης.

Κεφάλαιο 4ο

Προγραμματισμός PLC

4.1 Εισαγωγή στη γλώσσα προγραμματισμού ladder

Στο παρελθόν η κύρια μέθοδος ελέγχου μίας διαδικασίας ήταν ο άνθρωπος. Με την πρόοδο της τεχνολογίας, η ανθρώπινη παρέμβαση στον έλεγχο αντικαθίστατο συνεχώς από μηχανές οι οποίες ήταν σε θέση να πάρουν λογικές αποφάσεις. Τα πρώτα συστήματα που μπορούσαν να πάρουν λογικές αποφάσεις ήταν οι ηλεκτρονόμοι. Με την εισαγωγή της τεχνολογίας του ψηφιακού ελέγχου στην βιομηχανία του 1970 τα συστήματα που χρησιμοποιούσαν ηλεκτρονόμους για την εφαρμογή του ελέγχου, έπρεπε να αντικατασταθούν από προγράμματα.

Η κύρια γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται από όλους τους κατασκευαστές plc είναι η γλώσσα ladder. Ένα πρόγραμμα γραμμένο σε γλώσσα κλιμακωτού διαγράμματος (γλώσσα ladder) είναι παρόμοιο με τα κλασσικά συρματωμένα κυκλώματα αυτοματισμού. Η απόφαση να χρησιμοποιηθεί μια τέτοια γλώσσα για τον προγραμματισμό του plc πάρθηκε με γνώμονα το κόστος που θα είχε η μετεκπαίδευση των μηχανικών ελέγχου. Με την ladder είναι πολύ ευκολότερο για ένα σχεδιαστή αυτοματισμών με ηλεκτρονόμους να εκπαιδευτεί στον προγραμματισμό των plcs γιατί αυτή η γλώσσα χρησιμοποιεί επαφές και πηνία για να πραγματοποιήσει τον έλεγχο. Πιο συγκεκριμένα, τα λογικά σύμβολα που χρησιμοποιεί είναι τα παρακάτω:



= Λογική επαφή ανοικτή, αν η μεταβλητή A είναι σε λογικό «0». Με λίγα λόγια η κεντρική μονάδα επεξεργασίας εξετάζει αν στη θέση μνήμης A υπάρχει αποθηκευμένο το λογικό 1. Τότε το αποτέλεσμα της λογικής λειτουργίας είναι 1.



= Λογική επαφή κλειστή, αν η μεταβλητή B είναι σε λογικό «0». Με λίγα λόγια η κεντρική μονάδα επεξεργασίας εξετάζει αν στη θέση μνήμης A υπάρχει αποθηκευμένο το λογικό 0. Τότε το αποτέλεσμα της λογικής λειτουργίας είναι 1.



= Λογικό πηνίο εσωτερικό ή εξόδου μπορεί να βρίσκεται σε λογικό «0» ή «1» αν η λογική του κλάδου που προηγείται είναι 0 ή 1 αντίστοιχα.

M0

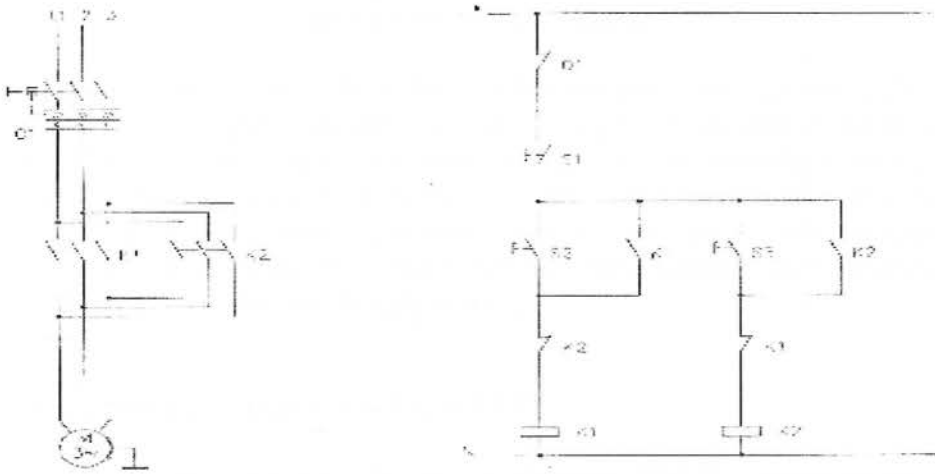
--(S)= Η εντολή ενεργοποίησης set βασίζεται στη λογική ότι θέλουμε μόνιμη ενεργοποίηση της μεταβλητής M0. Συγκεκριμένα αν η λογική λειτουργία που βρίσκεται δεξιά της εντολής set τότε η αντίστοιχη μεταβλητή M0 παραμένει ενεργοποιημένη ακόμα και αν η λογική λειτουργία που βρίσκεται δεξιά της εντολής set γίνει λογικό 0.

M0

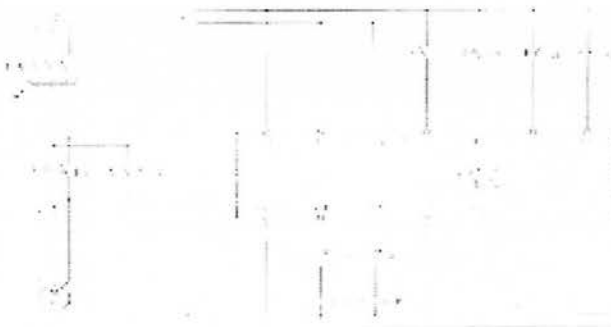
--(R)= Η εντολή ενεργοποίησης reset βασίζεται στη λογική ότι θέλουμε μόνιμη ενεργοποίηση της μεταβλητής M0. Συγκεκριμένα αν η λογική λειτουργία που βρίσκεται δεξιά της εντολής reset τότε η αντίστοιχη μεταβλητή M0 παραμένει απενεργοποιημένη ακόμα και αν η λογική λειτουργία που βρίσκεται δεξιά της εντολής reset γίνει λογικό 0.

Ουσιαστικά το ζεύγος των εντολών set και reset απαιτεί την ψηφιακή υλοποίηση του ρελέ μανδάλωσης. Το ρελέ μανδάλωσης φέρει δυο πηνία, ένα κανονικό για την ενεργοποίηση του ρελέ και ένα δεύτερο για την απενεργοποίηση. Αν το ρελέ μανδάλωσης ενεργοποιηθεί και στη συνέχεια απομακρύνουμε την τάση από το κανονικό πηνίο τότε το κανονικό ρελέ δεν απενεργοποιείται όπως τα κοινά ρελέ, αλλά παραμένει συνεχώς ενεργοποιημένο. Για να απενεργοποιηθεί πρέπει να εφαρμόσουμε ηλεκτρική τάση στο δευτερεύον πηνίο μανδάλωσης.

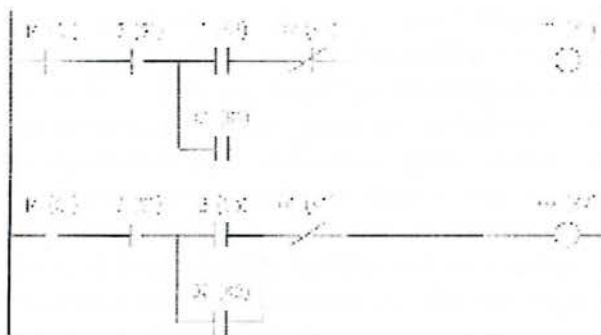
Στο σχήμα 4.1 φαίνεται ένα κύκλωμα ελέγχου για την αναστροφή ενός τριφασικού κινητήρα με την χρήση κλασσικών αυτοματισμών. Στο σχήμα 4.2 φαίνεται η συνδεσμολογία του αντίστοιχου αυτοματισμού με την χρήση plc. Με απλή παρατήρηση των δύο σχημάτων καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ή γλώσσα ladder μιμείται τα διαγράμματα ελέγχου με ηλεκτρονόμους.



Σχήμα 4.1: Κλασσικός αυτοματισμός κινητήρα



(α)



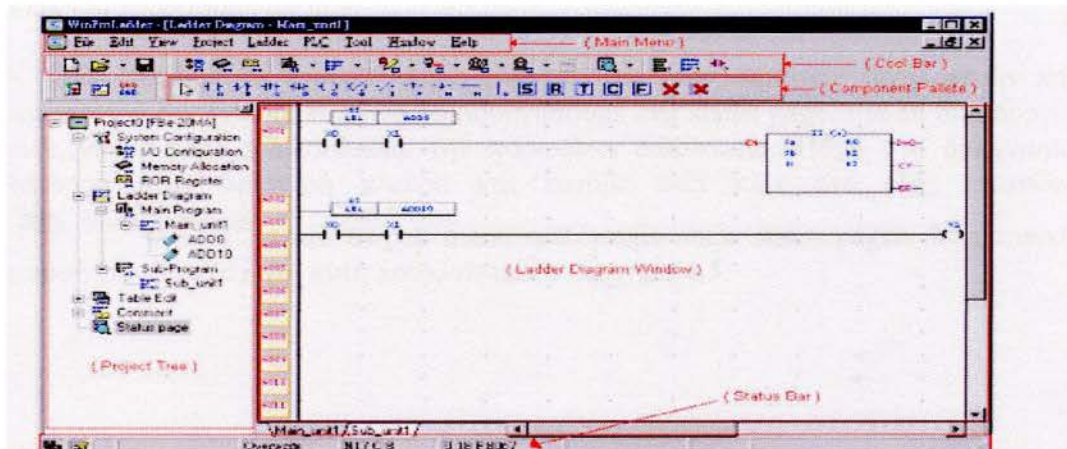
(β)

Σχήμα 4.2: Αυτοματισμός κινητήρα με plc
(α) συνδεσμολογία του plc
(β) το πρόγραμμα σε ladder

Για ένα πρόγραμμα γραμμένο σε γλώσσα ladder υπάρχουν δύο τρόποι εκτέλεσης των εντολών τους. Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας μπορεί να εκτελεί τις εντολές είτε σειριακά κατά σειρά-σειρά είτε παράλληλα κατά στήλη-στήλη. Εμείς θα ακολουθήσουμε την σειριακή εκτέλεση, δηλαδή εκτελούνται πρώτα όλες οι εντολές μιας σειράς και μετά προχωράμε στην επόμενη σειρά. Ακόμα σε ένα πρόγραμμα ladder έχει σημασία η σειρά με την οποία εισάγουμε τους κλάδους και επηρεάζει το τελικό αποτέλεσμα εκτέλεσης του προγράμματος.

4.2 Εργαλείο προγραμματισμού των Fatek PLC

Για τον προγραμματισμό των plc μας, η εταιρεία FATEK χρησιμοποιεί την εφαρμογή winproladder. Το winproladder είναι μια εφαρμογή που τρέχει σε περιβάλλον windows. Με το winproladder ο προγραμματιστής μπορεί να δημιουργήσει μια εφαρμογή, να τη φορτώσει στο plc και να την εκσφαλματώσει σε πραγματικό χρόνο, την ώρα δηλαδή που το plc τρέχει το πρόγραμμά του. Επιτρέπει διάφορους τρόπους επικοινωνίας μεταξύ plc και pc όπως καλώδιο, ίντερνετ, modem. Στο σχήμα 4.3 φαίνεται το περιβάλλον και η μορφή του winproladder.

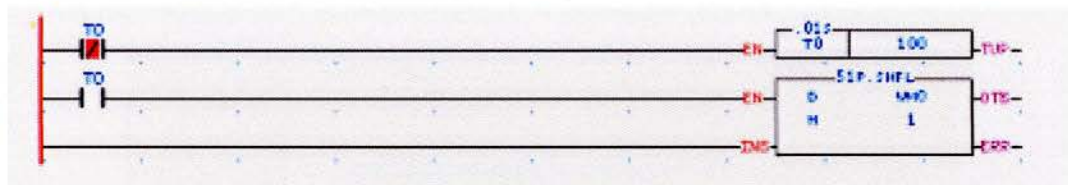


Σχήμα 4.3: Το περιβάλλον του win-proladder

Παρατηρώντας το περιβάλλον εργασίας του winproladder βλέπουμε ότι αποτελείται από οριζόντιους κλάδους μεταξύ δύο κάθετων γραμμών, που ορίζουν την «αρχή της λογικής» και το «τέλος της λογικής». Οι οριζόντιοι κλάδοι περιλαμβάνουν λογικά στοιχεία ή συνδυασμούς αυτών, τα οποία καλούνται “Rungs” ή “Networks” και είναι αυτά που συνιστούν την «κλίμακα». Κάθε κλάδος καταλήγει στη δεξιά πλευρά σε ένα μόνο λογικό πηνίο, χωρίς να είναι λάθος να παραλληλίσουμε δύο ή περισσότερα λογικά πηνία. Εκτός των πολύ απλών λογικών στοιχείων για τα οποία έγινε λόγος παραπάνω, το winproladder διαθέτει μπλοκ σύμβολα για όλες τις βασικές συναρτησιακές λειτουργίες που χρειαζόμαστε σε ένα σύστημα αυτοματισμού όπως χρονιστές, απαριθμητές, πράξεις αριθμών. Για παράδειγμα, στο πρόγραμμα του σχήματος 4.3 χρησιμοποιείται το μπλοκ διάγραμμα της άθροισης. Εκτός από το παράθυρο στο οποίο συντάσσουμε το πρόγραμμα παρατηρούμε ότι υπάρχει ακόμα η γραμμή μενού, δύο γραμμές εργαλείων και ένα διάγραμμα δένδρου στην αριστερή πλευρά.

Στη συνέχεια θα παραθέσουμε κάποιες παρατηρήσεις σχετικά με τις δυνατότητες του προγράμματος:


- Το winproladder έχει την δυνατότητα την ώρα που το plc τρέχει, να δείχνει την κατάσταση των εσωτερικών bits και register. Παρατηρώντας το σχήμα 4.4, βλέπουμε ότι η επαφή T0 δεν είναι ζωγραφισμένη κόκκινη που σημαίνει ότι το εσωτερικό bit T0 βρίσκεται στο λογικό «0». Ενώ η inverse επαφή T0 που βρίσκεται στο λογικό «1» είναι ζωγραφισμένη κόκκινη. Η αριστερή κάθετη κόκκινη γραμμή σημαίνει ότι το plc τρέχει το πρόγραμμα του. Παρατηρούμε ότι στην συνάρτηση SHFL, το εσωτερικό register δεν δείχνει την τιμή που έχει αποθηκευμένη. Αν θέλουμε να την μάθουμε αρκεί να πατήσουμε F11.



Σχήμα 4.4: Πρόγραμμα plc σε winproladder

- Όλα τα ψηφιακά σήματα (είσοδοι, έξοδοι, εσωτερικά bit) μπορούν να εξαναγκασθούν είτε σε on είτε σε off κατάσταση. Πάμε πάνω στο σήμα, πατάμε δεξί κλικ και επιλέγουμε disable.

- Εάν θέλουμε να έχουμε πλήρη έλεγχο όλων των σημάτων (αναλογικών και ψηφιακών) δεν έχουμε παρά να δημιουργήσουμε ένα status page. Για τη δημιουργία ενός status page ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία. Πάμε στο διάγραμμα δένδρου στην αριστερή πλευρά και πατάμε δεξί κλικ στο εξής εικονίδιο

 Status Page

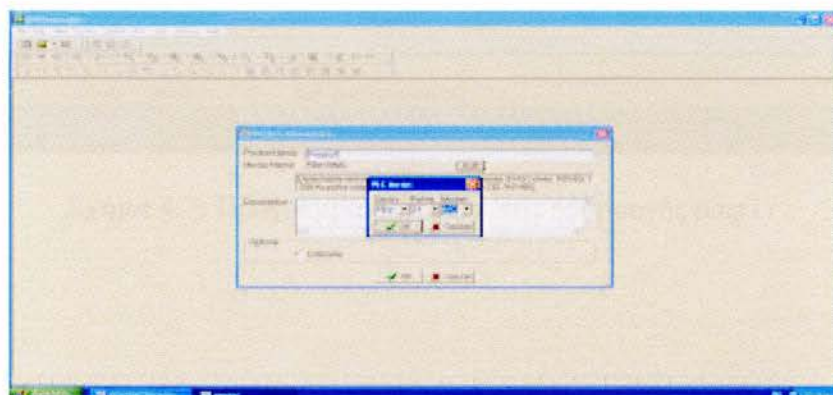
Από το pop menu επιλέγουμε «new status page». Μια τυπική μορφή status page είναι αυτή που φαίνεται στο σχήμα 4.5.

Ref. No.	Status	Data	Ref. No.	Status	Data
X0	Enable	OFF			
X1	Enable	OFF			
X2	Enable	OFF			
X3	Enable	OFF			
X4	Enable	OFF			
R0	Decimal	1			
R1	Decimal	2			
R2	Decimal	3			
R3	Decimal	4			
R4	Decimal	5			
R5	Decimal	6			

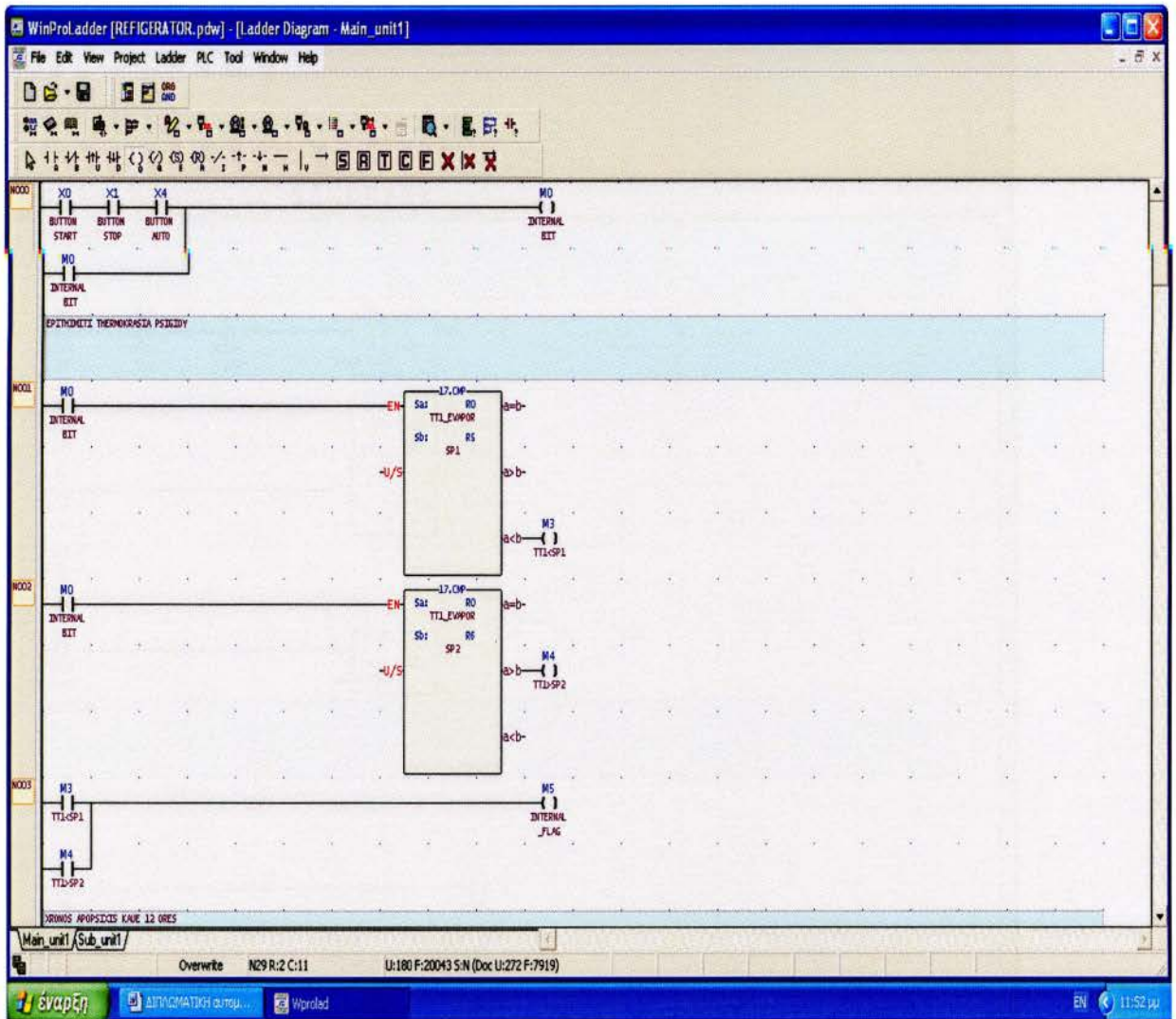
Σχήμα 4.5: Τυπική μορφή status page

4.3 Πρόγραμμα PLC σε Ladder για την εφαρμογή μας

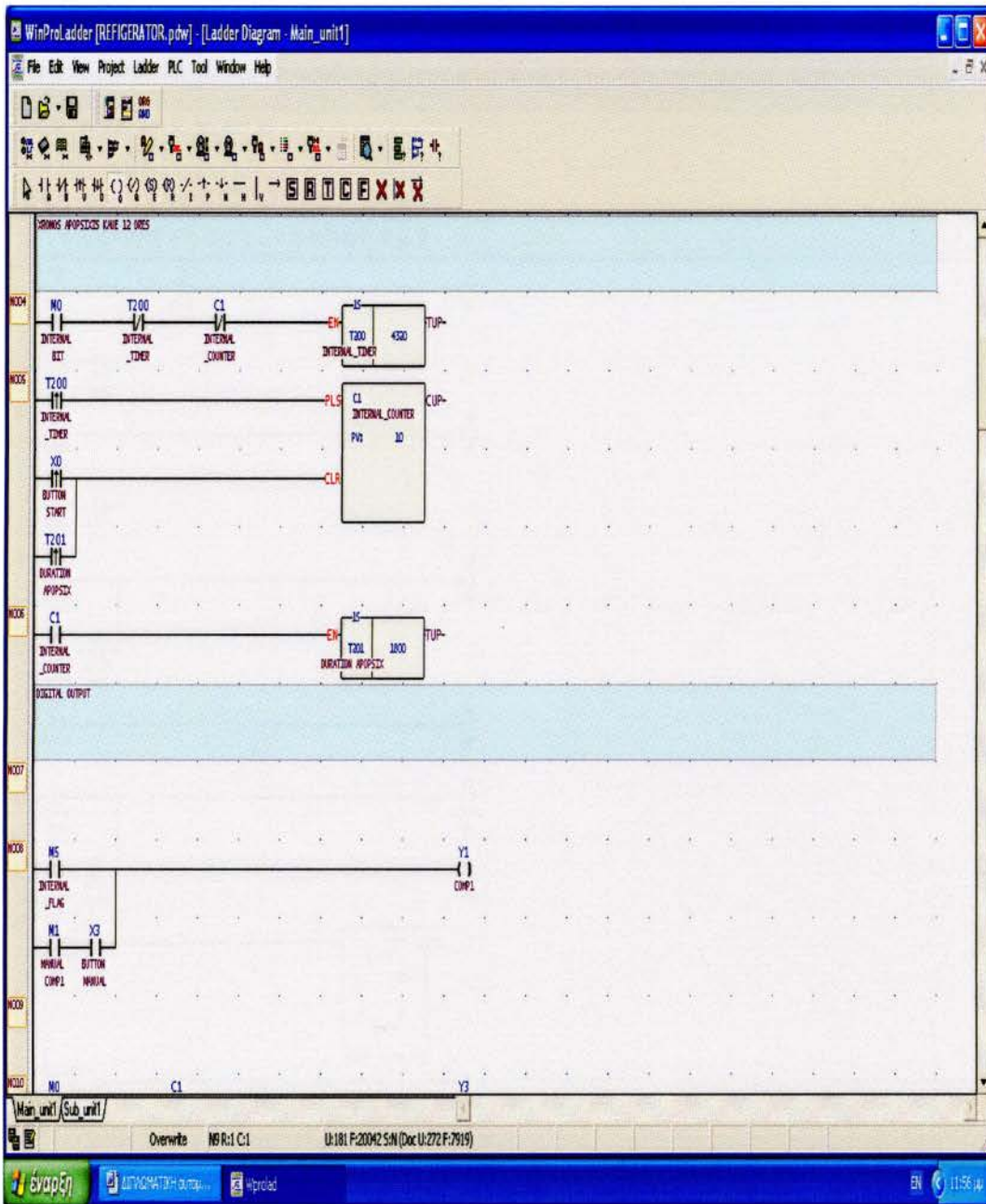
Με βάση τα διαγράμματα ροής του κεφαλαίου 2 θα πρέπει να συντάξουμε πρόγραμμα σε plc. Μόλις πατήσουμε file->new project θα πρέπει να διαλέξουμε την κεντρική μονάδα στην οποία δουλεύουμε. Στην περίπτωση μας θα επιλέξουμε FBS-24-MC όπως φαίνεται στο σχήμα 4.6.



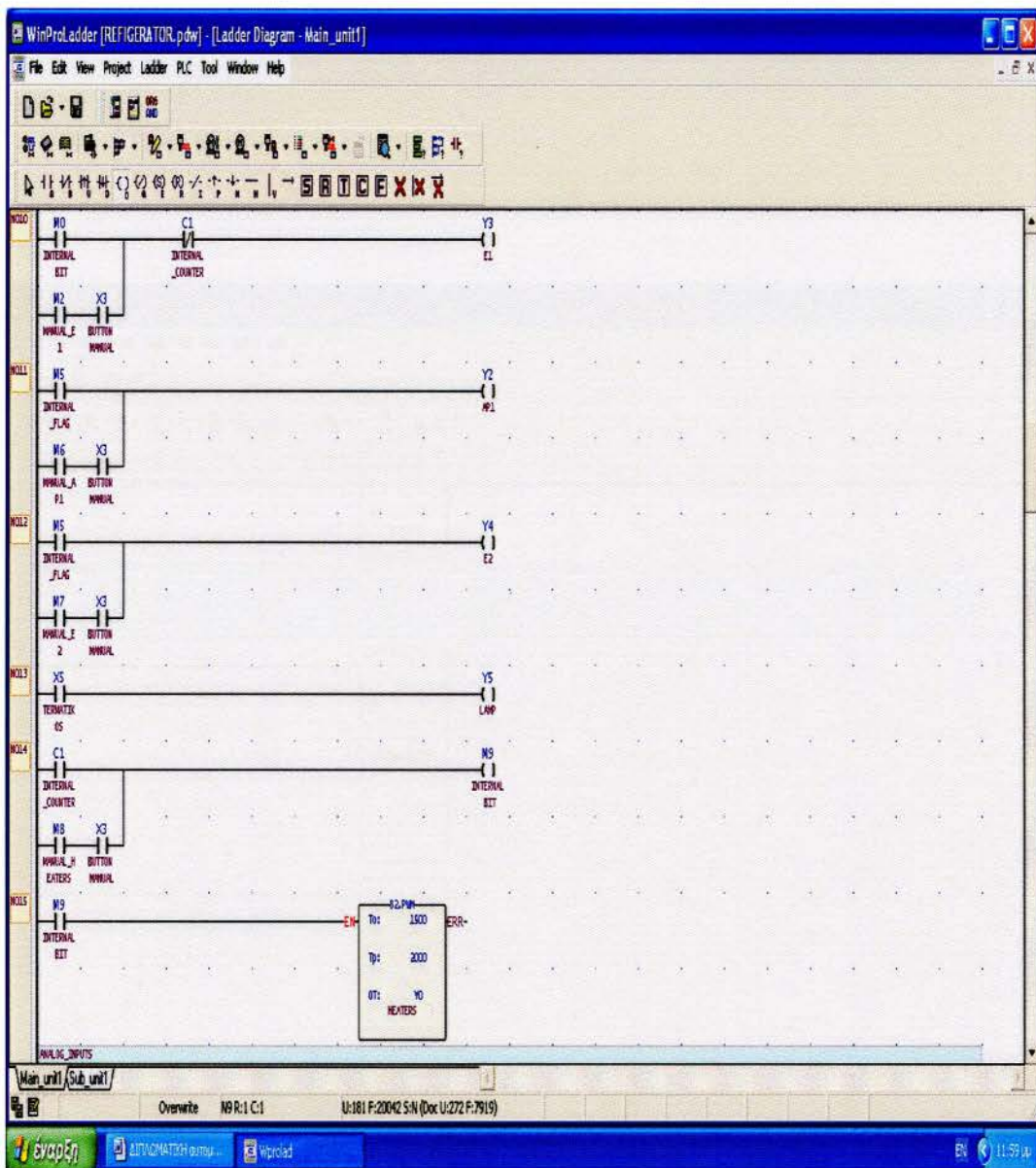
Σχήμα 4.6: Επιλογή κεντρικής μονάδας plc



Σχήμα 4.7: Πρόγραμμα σε ladder της εφαρμογής μας(1)

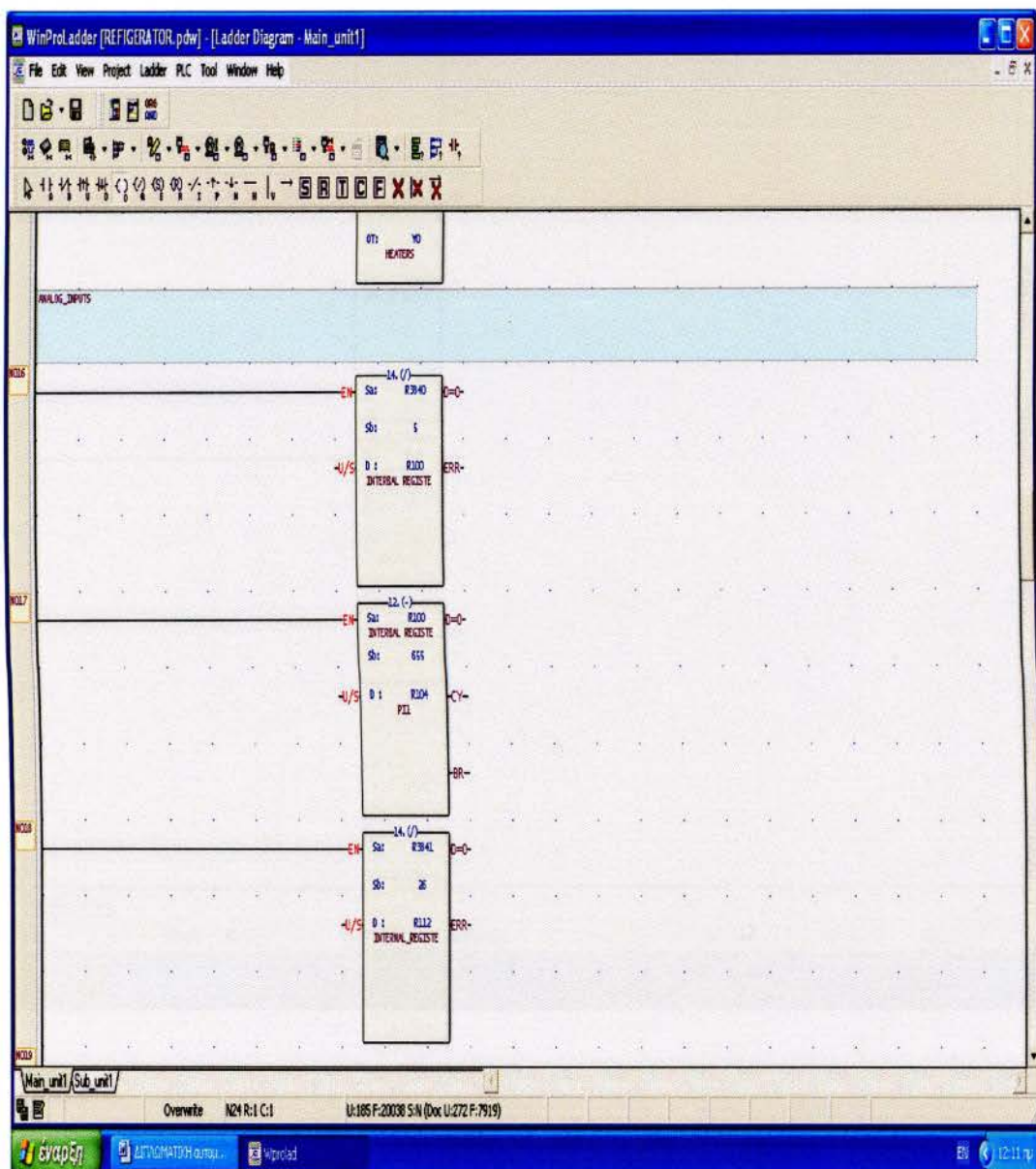


Σχήμα 4.8: Πρόγραμμα σε ladder της εφαρμογής μας(2)

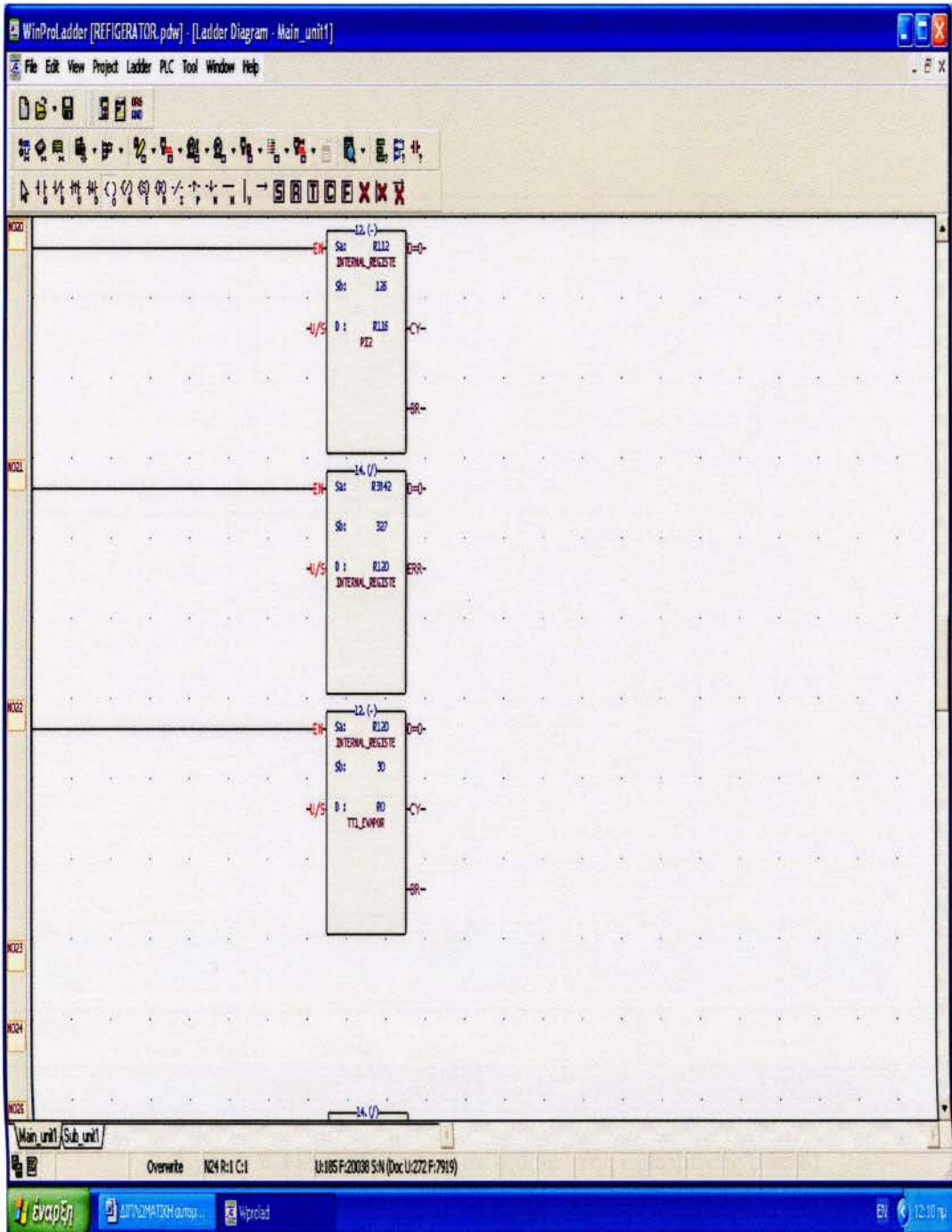


Σχήμα 4.8: Πρόγραμμα σε ladder της εφαρμογής μας(3)

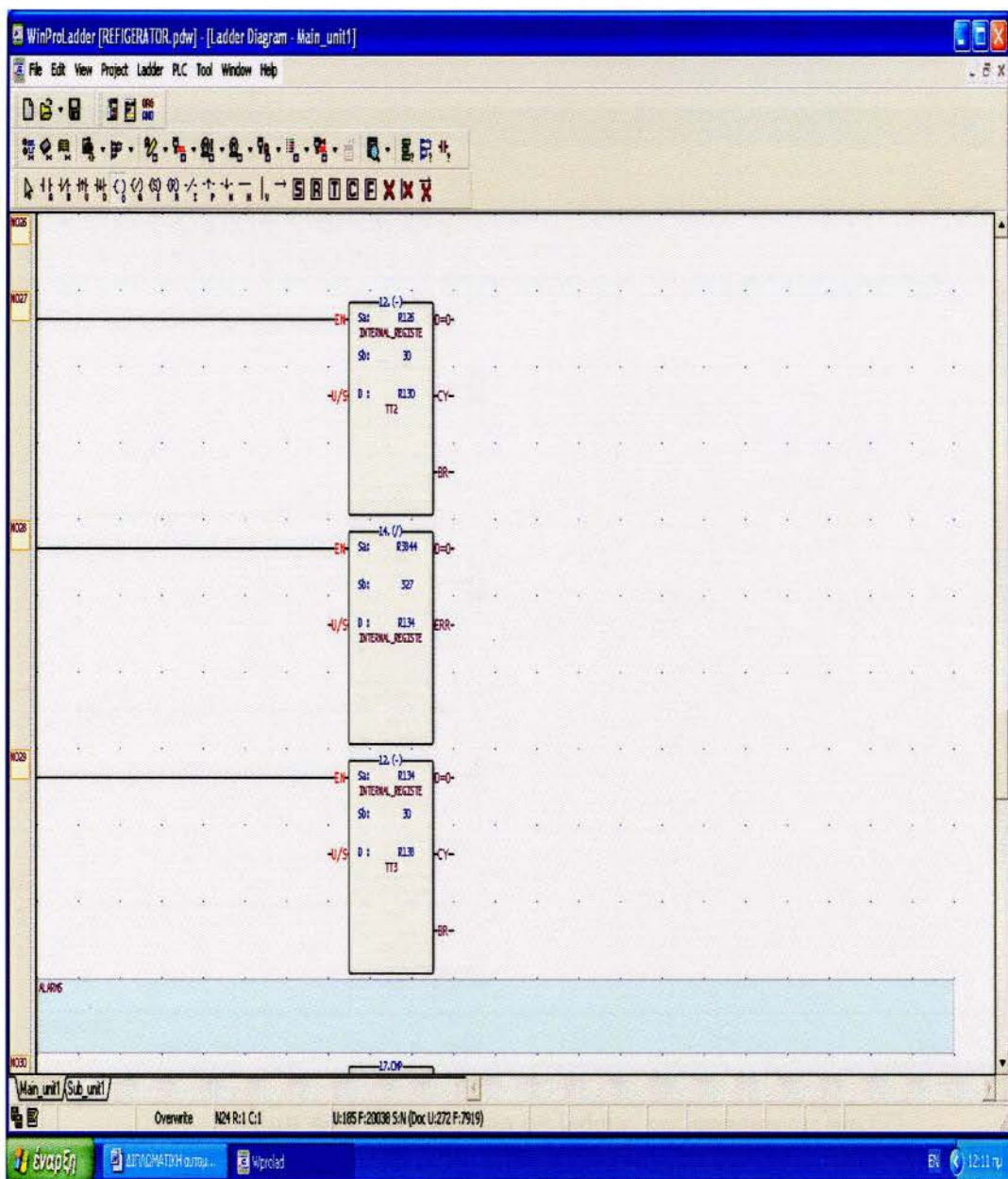
Σε αυτό το τμήμα του προγράμματος παρατηρούμε την συνάρτηση rwm η οποία παράγει παλμούς περιόδου 2000 msec(T_o) και διάρκειας on 1500msec(T_p). Η συνάρτηση rwm πρόκειται για μια παλμογεννήτρια της οποίας η συχνότητα κυμαίνεται από 0.1Hz σε 500Hz. Η διάρκεια που το παραγόμενο σήμα βρίσκεται σε λογικό 1 καθορίζεται από την τιμή που εισάγουμε T_o , ενώ η διάρκεια που το παραγόμενο σήμα βρίσκεται σε λογικό 0 καθορίζεται από την διαφορά των τιμών που εισάγουμε στα T_o και T_p . Ο λόγος που δεν εφαρμόζουμε σταθερή τάση στις αντιστάσεις είναι ότι αυξάνεται ο κίνδυνος να καούν. Επίσης παρατηρούμε μια άλλη δυνατότητα του προγράμματος να μπορούμε να εισάγουμε σχόλια, όποτε το πρόγραμμα μας δεν γίνεται εύκολα κατανοητό από έναν τρίτο.



Σχήμα 4.9: Πρόγραμμα σε ladder της εφαρμογής μας(4)

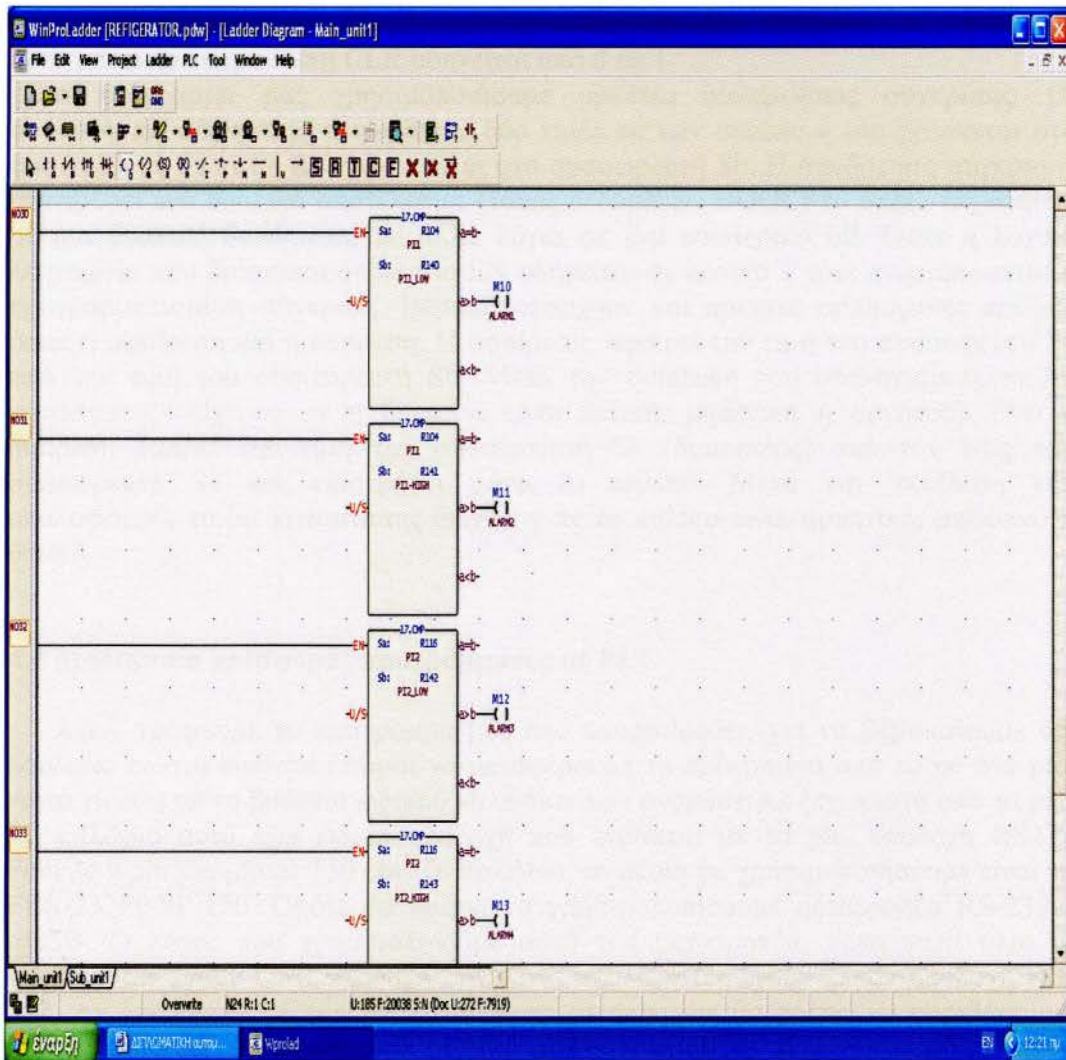


Σχήμα 4.10: Πρόγραμμα σε ladder της εφαρμογής μας(5)



Σχήμα 4.11: Πρόγραμμα σε ladder της εφαρμογής μας(6)

Στα τρία παραπάνω σχήματα βλέπουμε το τμήμα του προγράμματος στο οποίο γίνεται αντιστοίχιση των αναλογικών σημάτων εισόδου σε φυσικά μεγέθη. Ο πρώτος μεταδότης πίεσης μετράει πίεση, η οποία κυμαίνεται μεταξύ 0-25 bar. Ο δεύτερος μεταδότης πίεσης μετράει πίεση η οποία κυμαίνεται μεταξύ 0-5 bar. Ενώ τα τρία pt-100 έχουν ρυθμιστεί με τη βοήθεια μικροδιακοπών να μετράνε θερμοκρασία μεταξύ -20 Celsius +20 Celsius.



Σχήμα 4.12: Πρόγραμμα σε ladder της εφαρμογής μας(7)

Στο τελευταίο κομμάτι του προγράμματος βρίσκονται τα αλάρμ για τα οποία έχει γίνει λόγος στο δεύτερο κεφάλαιο.

Στο πρόγραμμα της εφαρμογής μας χρησιμοποιήσαμε διάφορες συναρτήσεις. Ανάμεσα σε αυτές χρησιμοποιήσαμε δύο χρονιστές T200-T201. Ο πρώτος βοηθάει στην μέτρηση των 12 ωρών, ενώ ο δεύτερος τη διάρκεια του χρόνου απόψυξης. Οι δύο αυτοί χρονιστές, είναι χρονιστές καθυστέρησης έλξης. Δηλαδή οι έξοδοι τους (T200-T201) ενεργοποιούνται μετά την πάροδο χρόνου (4320 sec για τον πρώτο και 1800 sec για το δεύτερο) από την στιγμή ενεργοποίησης των εισόδων τους και παραμένουν ενεργοποιημένες για όσο χρονικό διάστημα οι εισόδοι είναι ενεργοποιημένες. Αν η ενεργοποίηση της εισόδου ενός χρονιστή σταματήσει πριν την πάροδο του χρόνου T, τότε προφανώς η έξοδος του χρονιστή δεν ενεργοποιείται και η επανέναρξη μέτρησης του χρόνου T απαιτεί νέο θετικό ανερχόμενο παλμό στην είσοδο.

Χρησιμοποιήσαμε έναν απαριθμητή του οποίου το περιεχόμενο αυξάνεται κάθε φορά που το αποτέλεσμα της λογικής λειτουργίας που προηγείται του ακροδέκτη plc

μεταβληθεί από 0 σε 1. Μόλις συμβεί αυτό, το περιεχόμενο του απαριθμητή c1 αυξάνεται κατά 1. Όταν ο απαριθμητής φθάσει την τιμή 10, η έξοδος του οδηγείται στο λογικό 1. Όταν μηδενισθεί το περιεχόμενο του απαριθμητή, η έξοδος του οδηγείται στο λογικό '0'. Ο απαριθμητής μηδενίζεται όταν η λογική λειτουργία που προηγείται του ακροδέκτη CLR οδηγείται από 0 σε 1.

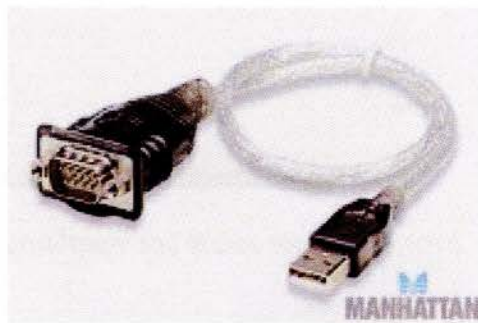
Στο πρόγραμμα μας χρησιμοποιήσαμε αρκετές συναρτήσεις σύγκρισης. Οι συναρτήσεις σύγκρισης, συγκρίνουν δύο τιμές εκ των οποίων η μια βρίσκεται στο συσσωρευτή Sa και η άλλη βρίσκεται στο συσσωρευτή Sb. Η συνάρτηση σύγκρισης επιστρέφει ένα δυαδικό αποτέλεσμα (τύπος δεδομένων BOOL) το οποίο εκχωρείται σε μια δυαδική διεύθυνση, με άλλα λόγια σε ένα εσωτερικό bit. Όταν η λογική λειτουργία που βρίσκεται δεξιά του EN οδηγείται σε λογικό 1 τότε ενεργοποιείται η προγραμματισμένη σύγκριση. Βέβαια, υπάρχουν και αρκετές αριθμητικές πράξεις όπως η αφαίρεση και η διαίρεση. Η αφαίρεση αφαιρεί την τιμή του συσσωρευτή Sa από την τιμή του συσσωρευτή Sb. Μετά την εκτέλεση του υπολογισμού, τα bit κατάστασης δείχνουν αν η διαφορά είναι θετική, μηδενική ή αρνητική. Ενώ η διαίρεση διαιρεί την τιμή του συσσωρευτή Sb (διαιρετέος) από την τιμή του συσσωρευτή Sa και επιστρέφει μόνο το πηλίκο. Μετά την εκτέλεση του υπολογισμού, τα bit κατάστασης δείχνουν αν το πηλίκο είναι αρνητικό, μηδενικό ή θετικό.

4.4 Διαδικασία μεταφοράς προγράμματος σε PLC

Αφού γράψουμε το πρόγραμμα μας στο winproladder, για να βεβαιωθούμε ότι δουλεύει σωστά είμαστε έτοιμοι να μεταφέρουμε το πρόγραμμα από το pc στα plc. Αυτό γίνεται με τη βοήθεια ειδικού καλωδίου που αγοράστηκε ξεχωριστά από τα plc. Το καλώδιο αυτό έχει ειδική υποδοχή που ενώνεται με τα plc, υποδοχή RS232 Female 9 pin και μήκος 150 cm. Το καλώδιο, το οποίο θα χρησιμοποιήσουμε είναι το FBS-232P0-9F-150. Οπότε θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε μετατροπέα RS-232 ->USB. Ο λόγος που χρησιμοποιούμε αυτό τον μετατροπέα, είναι γιατί όλοι οι υπολογιστές έχουν USB υποδοχή ενώ λίγοι υπολογιστές έχουν πλέον υποδοχή RS-232. Αν δεν αναγνωρίζει ο υπολογιστής το μετατροπέα, θα πρέπει να κατεβάσουμε από το internet το set-up του prolific-usb-vista-setup ή το prolific-usb-xp-setup ανάλογα με το λειτουργικό στο οποίο δουλεύουμε.



(α)

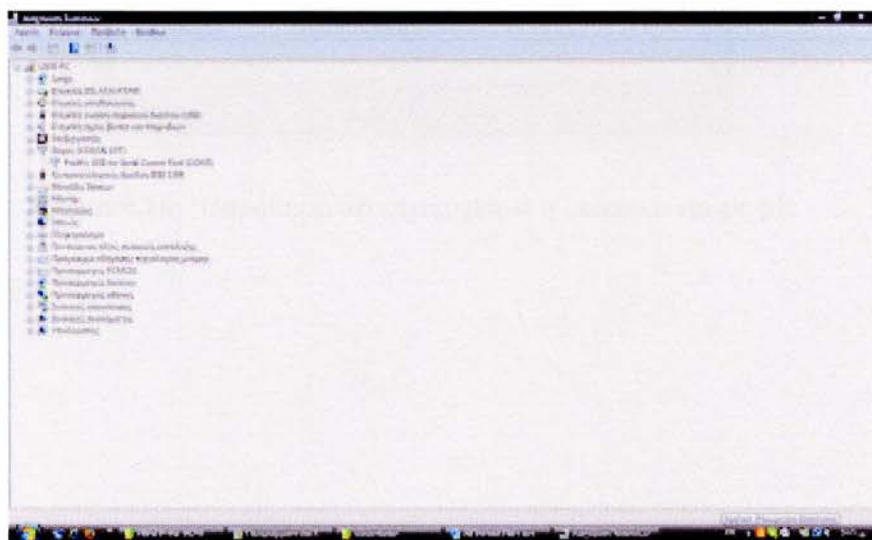


(β)

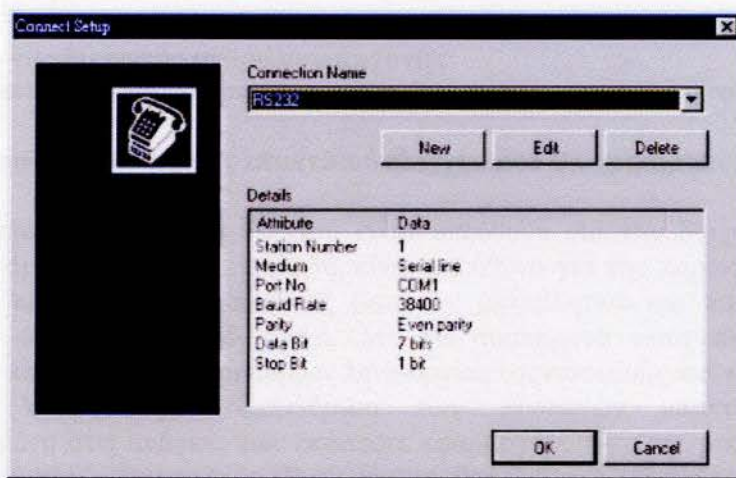
Σχήμα 4.13: (α) Καλώδιο επικοινωνίας PLC με PC
(β) Μετατροπέας RS-232 σε USB

Η διαδικασία που ακολουθούμε για την μεταφορά του προγράμματος από τα plc στα pc είναι η παρακάτω:

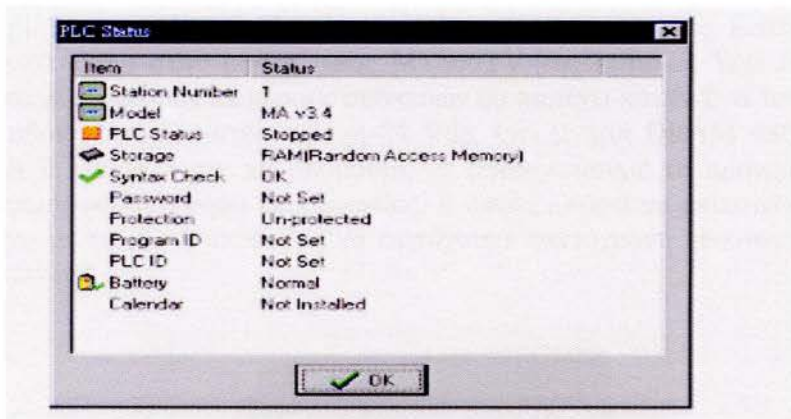
- 1) Συνδέουμε το καλώδιο των plc με τον μετατροπέα.
- 2) Η ειδική υποδοχή συνδέεται στο port0 της κεντρικής μονάδος του plc.
- 3) Η sub υποδοχή συνδέεται σε μια θύρα sub του υπολογιστή.
- 4) Στη συνέχεια πατάμε με την σειρά: Ρυθμίσεις->Πίνακας ελέγχου->Σύστημα->Διαχείριση Συσκευών->Θύρες. Οπότε βλέπουμε σε ποια θύρα του υπολογιστή συνδεθήκαμε. Όπως φαίνεται στο σχήμα 4.14 το καλώδιο μας έχει συνδεθεί στο com7 του υπολογιστή. Πατάμε κλικ πάνω στο com7 και επισκεπτόμαστε την καρτέλα «Ρυθμίσεις θυρών» και κάνουμε τις εξής ρυθμίσεις: bit ανά δευτερόλεπτο: 9600, bit δεδομένων: 7, Ισοτιμία: Άρτια, bit διακοπής: 1, έλεγχος ροής: Κανένα.
- 5) Ανοίγουμε το winproladder και στη συνέχεια το αρχείο που φτιάξαμε για την εφαρμογή μας (refrigerator.pdw)
- 6) Πάμε στη γραμμή μενού και επιλέγουμε PLC-ON LINE. Οπότε, εμφανίζεται το παράθυρο του σχήματος 4.15. Στο Connection name υπάρχουν τρεις επιλογές: RS-232, TCP, UDP. Επιλέγουμε τον προ-επιλεγμένο τύπο επικοινωνίας RS-232. Ακόμα επιλέγουμε το κουμπί EDIT και επιλέγουμε τις κατάλληλες παραμέτρους για την RS-232 επικοινωνία. Πατώντας το κουμπί OK το πρόγραμμα προσπαθεί να επικοινωνήσει με το a. Αν καταφέρουμε να επικοινωνήσουμε με τα plc θα εμφανιστεί το παράθυρο του σχήματος 4.16. Πατάμε το κουμπί OK. Παρόλα αυτά, η δεξιά κάθετη γραμμή του προγράμματος συνεχίζει να είναι μαύρη που σημαίνει ότι το plc δεν είναι σε κατάσταση “run”.
- 7) Ακολουθούμε την εξής διαδικασία: Γραμμή μενού->plc->run. Μετά από αυτό το plc βρίσκεται σε κατάσταση run.



Σχήμα 4.14: Παράθυρο ρύθμισης των παραμέτρων της θύρας του υπολογιστή



Σχήμα 4.15: Παράθυρο ρύθμισης των παραμέτρων της RS-232 επικοινωνίας στο winproladder.



Σχήμα 4.16: Παράθυρο ότι επιτεύχθηκε η επικοινωνία pc-plc

Κεφάλαιο 5ο

Υλοποίηση της διεπαφής ανθρώπου μηχανής

5.1 Περιγραφή της συσκευής εποπτικού ελέγχου που θα χρησιμοποιηθεί

Τα συστήματα εποπτικού ελέγχου είναι υπεύθυνα για την διαχείριση και τον έλεγχο διαφόρων διεργασιών. Δηλαδή, είναι υπεύθυνα για την παρακολούθηση, την καταγραφή και τον έλεγχο πλήθους βασικών μεταβλητών και παραμέτρων των διεργασιών των οποίων ελέγχονται. Με τα συστήματα αυτά επιτυγχάνεται η λεπτομερής καταγραφή των συνθηκών λειτουργίας της συσκευής και των βλαβών της συσκευής. Υπάρχει μια διαβάθμιση των συσκευών εποπτικού ελέγχου προσαρμοσμένη στις ανάγκες των εκάστοτε εφαρμογών. Έτσι για μικρές εφαρμογές χρησιμοποιούνται μπουτονιέρες (Push button Panels), για μεγαλύτερες εφαρμογές χρησιμοποιούνται ειδικές οθόνες αφής (Operator Interfaces) και τέλος για σύνθετες εφαρμογές χρησιμοποιούνται συστήματα βασισμένα σε υπολογιστές για επιτήρηση και χειρισμούς (SCADA). Τα συστήματα SCADA αποτελούν εφαρμογή της βιομηχανικής πληροφορικής.

Στην περίπτωση μας καταλήξαμε στην χρήση μιας οθόνης αφής. Κατόπιν έρευνας αγοράς, καταλήξαμε στην οθόνη αφής MT505TV της εταιρίας Weintek, η οποία εκτός από το χειρισμό των επιμέρους συσκευών θα παρέχει και εικόνα τους ανά πάσα στιγμή. Η οθόνη αφής απαιτεί παροχή 24 Vdc, έχει μνήμη DRAM 480 Mbyte και μνήμη flash 2 Mbyte, ώστε να μπορούμε να αποθηκεύουμε τα προγράμματα μας. Έχει μια διαμορφωμένη θύρα επικοινωνίας, η οποία μπορεί να επικοινωνεί μόνο με το pc ή μόνο με τα plc ή μπορούμε να επιτύχουμε ταυτόχρονη επικοινωνία και των τριών συσκευών

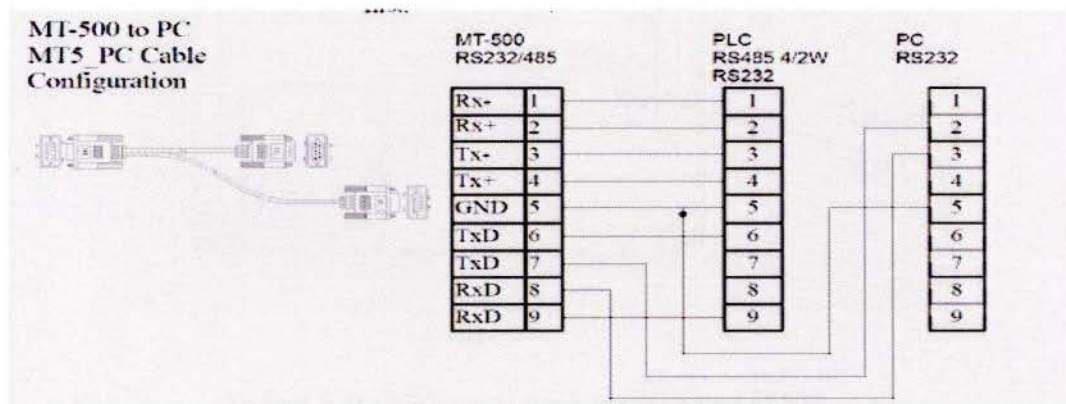


Σχήμα 5.1: Η οθόνη αφής που θα χρησιμοποιηθεί

Pin#	Symbol	PLC [RS485] 4 wire	PLC [RS485] 2 wire	PLC [RS232]	PC [RS232]
1	Rx-	Rx-	Data-		
2	Rx+	Rx+	Data+		
3	Tx-	Tx-			
4	Tx+	Tx+			
5	GND	Signal Ground			
6	TxD			Transmit	
7	TxD				Transmit
8	RxD				Receive
9	RxD			Receive	

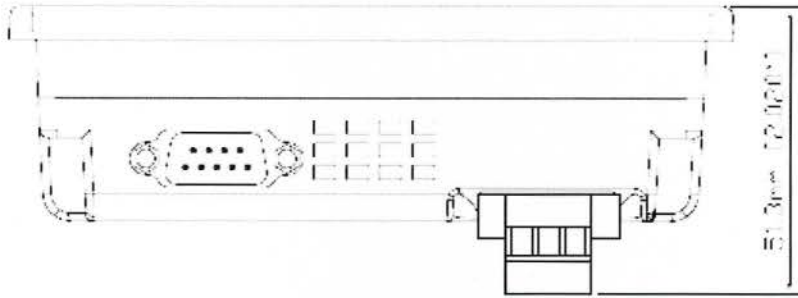
Σχήμα 5.2: Η διαμόρφωση των 9 pins της θύρας επικοινωνίας της οθόνης MT-505

Στο σχήμα 5.3 απεικονίζεται το καλώδιο, το οποίο κατασκευάστηκε για την επικοινωνία μεταξύ plc-MT505-pc.

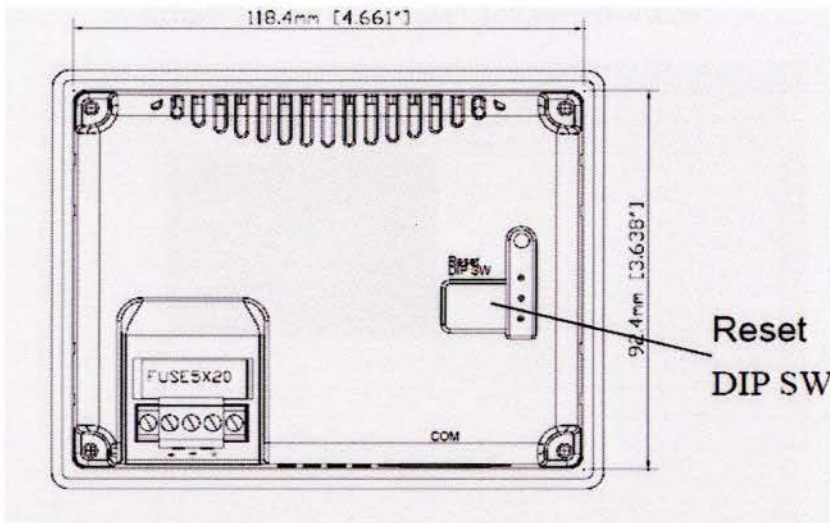


Σχήμα 5.3: Καλώδιο επικοινωνίας οθόνης MT505

Αφού φτιάξαμε το καλώδιο του σχήματος 5.3, το συνδέουμε στις κατάλληλες θέσεις του pc-plc-mt505. Η θέση που συνδέεται το καλώδιο στο plc είναι πάνω στην κάρτα επικοινωνίας FBS-CM25. Στο πίσω μέρος της οθόνης βρίσκονται 4 μικροδιακόπτες που πρέπει να βρίσκονται σε θέση off. Στη συνέχεια, τοποθετούμε τα καλώδια της τροφοδοσίας και της γείωσης στο φισάκι τροφοδοσίας της οθόνης που βρίσκεται στην κάτω πλευρά της.



(α)



(β)

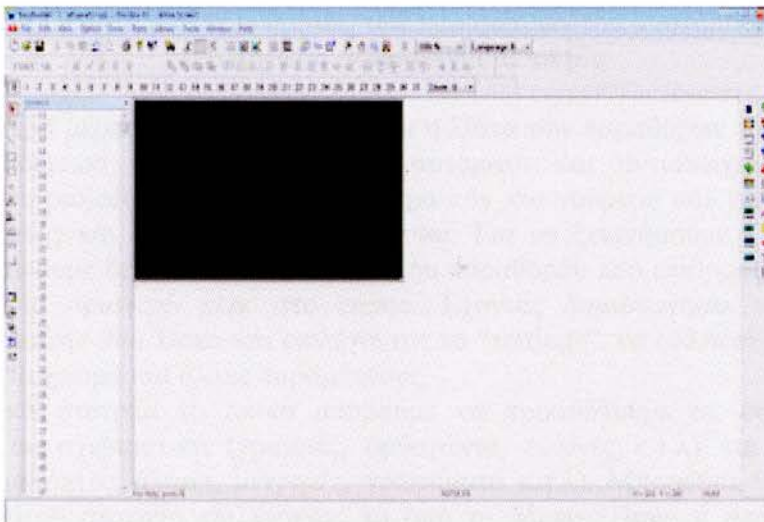
Σχήμα 5.4: (α)Κάτω πλευρά της οθόνης MT505
(β)Πίσω πλευρά της οθόνης MT505

5.2 Εργαλείο προγραμματισμού της οθόνης MT505-TV

Για τον προγραμματισμό της οθόνης μας, η εταιρεία Weintek χρησιμοποιεί την εφαρμογή easy manager. Το easy-manager είναι μια εφαρμογή που τρέχει σε περιβάλλον Windows. Με το easy-manager ο προγραμματιστής μπορεί να δημιουργήσει μια εφαρμογή και να τη φορτώσει στην οθόνη. Το περιβάλλον του easy-manager φαίνεται στο σχήμα 5.5. Κάνουμε κλικ στο easy-builder που είναι το γραφικό περιβάλλον (σχήμα 5.6), στο οποίο θα δομήσουμε το πρόγραμμα της οθόνης.

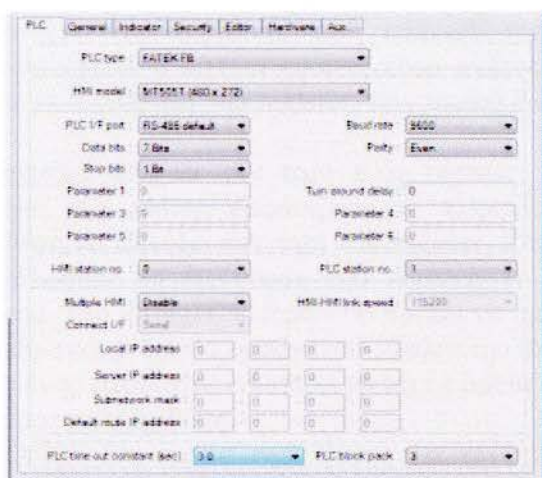


Σχήμα 5.5: Το περιβάλλον του easy-manager



Σχήμα 5.6: Το περιβάλλον του easy-builder

Αφού ανοίξουμε το περιβάλλον του easy-builder θα πρέπει να ρυθμίσουμε τις παραμέτρους του συστήματος. Ανοίγουμε την καρτέλα plc (Edit->System parameters) στην οποία επιλέγουμε το τύπο του plc που θα χρησιμοποιήσουμε καθώς και το τύπο της οθόνης που θα έχουμε στην εφαρμογή μας. Τέλος επιλέγουμε το πρωτόκολλο επικοινωνίας με τα plc και ρυθμίζουμε τις παραμέτρους της επικοινωνίας (baud rate, parity, stop bits και data bits).Οι κατάλληλες ρυθμίσεις για την καρτέλα plc φαίνεται στο σχήμα 5.7.



Σχήμα 5.7: Οι κατάλληλες ρυθμίσεις των παραμέτρων του συστήματος ώστε να επιτευχθεί η επικοινωνία με τα plc

Στο αριστερό μέρος της οθόνης βρίσκεται η λίστα των παραθύρων του project. Το παράθυρο νούμερο «10» δημιουργείται αυτόματα και αντιστοιχεί στο πρώτο παράθυρο του project. Τα παράθυρα νούμερο «4» και νούμερο «6» είναι παράθυρα του συστήματος και δεν πρέπει να σβήνονται. Για να ξεκινήσουμε ένα καινούριο παράθυρο κάνουμε δεξί κλικ στο νούμερο του παραθύρου που επιθυμούμε μέσα από την λίστα και αριστερό κλικ στο create. Έχοντας δημιουργήσει το παράθυρο μπορούμε από την ίδια λίστα και επιλέγοντας το “settings”, να αλλάξουμε το όνομα, το μέγεθος, το χρώμα και άλλες παραμέτρους.

Τα βασικά στοιχεία τα οποία μπορούμε να προσθέσουμε σε ένα παράθυρο χωρίζονται σε σχεδιαστικά (γραμμές, ορθογώνια, εικόνες κ.τ.λ) και λειτουργικά (κουμπιά, διακόπτες, αλάρμ, μετρητές, γραφήματα κ.τ.λ). Μπορούμε να εισάγουμε ένα σχεδιαστικό στοιχείο επιλέγοντας το από το Menu->Draw ή από τη γραμμή εργαλείων στο αριστερό μέρος της οθόνης. Αντίστοιχα για κάποιο λειτουργικό στοιχείο πηγαίνουμε στο menu->parts ή από τη δεξιά γραμμή εργαλείων.

Τα βασικά αντικείμενα τα οποία χρησιμοποιήσαμε κατά τη δημιουργία του προγράμματος είναι τα παρακάτω:

•**Toggle switch:** Το Toggle switch ορίζει μια περιοχή της οθόνης αφής, η οποία όταν ενεργοποιείται, αλλάζει κατάσταση σε ένα συγκεκριμένο bit. Αφού τοποθετήσουμε το γραφικό του σχήματος 5.8(α) στο μαύρο φόντο, κάνουμε κλικ πάνω στο γραφικό. Οπότε ανοίγει η καρτέλα στην οποία ρυθμίζουμε τις παραμέτρους του Toggle switch. Στα tags «read address» και «write address» γράφουμε το εσωτερικό bit, το οποίο θα ελέγχει ο Toggle switch. Ενώ στο switch style επιλέγουμε toggle.

•**Bit Lamp:** Το bit lamp ορίζει μια περιοχή της οθόνης αφής, η οποία δείχνει την κατάσταση ενός συγκεκριμένου bit. Κάνουμε κλικ πάνω στο γραφικό (σχήμα 5.8(β) και 5.8(γ)). Οπότε ανοίγει η καρτέλα στην οποία ρυθμίζουμε τις παραμέτρους του bit lamp. Στο πεδίο «tag read address» γράφουμε το εσωτερικό bit του οποίου την κατάσταση θα δείχνει το bit lamp. Ενώ στο «function» επιλέγουμε normal.

•**Function Key:** Το Function Key χρησιμοποιείται για την δημιουργία ενεργού κομματιού της οθόνης και βοηθά στην εναλλαγή και στην πλοήγηση των παραθύρων της οθόνης. Το γραφικό φαίνεται στο σχήμα 5.8(δ). Στην καρτέλα ρύθμισης των παραμέτρων επιλέγουμε «change window» ενώ στο «window no» βάζουμε τον αριθμό του παραθύρου στο οποίο θα μεταβαίνουμε κάθε φορά που ενεργοποιούμε την συγκεκριμένη περιοχή της οθόνης.

•**Numeric data:** Δείχνει την τρέχουσα τιμή κάποιου register. Δεν συσχετίζεται απευθείας με κάποιο σχήμα ή κάποια εικόνα, είναι σκέτος αριθμός. Στο «tag read address» γράφουμε τη διεύθυνση του register, του οποίου θα βλέπουμε την τρέχουσα τιμή.

•**Numeric input extend:** Δείχνει την τιμή ενός register. Όταν ενεργοποιηθεί το συγκεκριμένο τμήμα της οθόνης εμφανίζεται το πληκτρολόγιο εισαγωγής και ο χρήστης είναι σε θέση να αλλάξει την τιμή του register. Στα “tags read address” και “write address” γράφουμε τη διεύθυνση του register, το οποίο ελέγχουμε με το numeric input extend. Στο «trigger address» θα πρέπει να εισάγουμε το LB 9000. Αν δεν εισάγουμε το παραπάνω δεν θα εμφανιστεί το πληκτρολόγιο.

•**Alarm scan:** Είναι ένας κατάλογος εσωτερικών bit τα οποία όταν ενεργοποιούνται θα εμφανίζονται μηνύματα στην οθόνη.

•**Alarm Display:** Ορίζει ένα τμήμα της οθόνης για την εμφάνιση των μηνυμάτων συναγερμού που ορίζονται στην λίστα alarm scan. Οι συναγερμοί που εμφανίζονται διατηρούνται, εφόσον είναι ενεργοί. Κάθε νέο μήνυμα εμφανίζεται στην κορυφή της λίστας και μετατοπίζει τα υπόλοιπα προς τα κάτω.



Σχήμα 5.8: (α) Το γραφικό του toggle switch
(β)(γ) Το γραφικό του bit lamp
(δ) Το γραφικό του function key

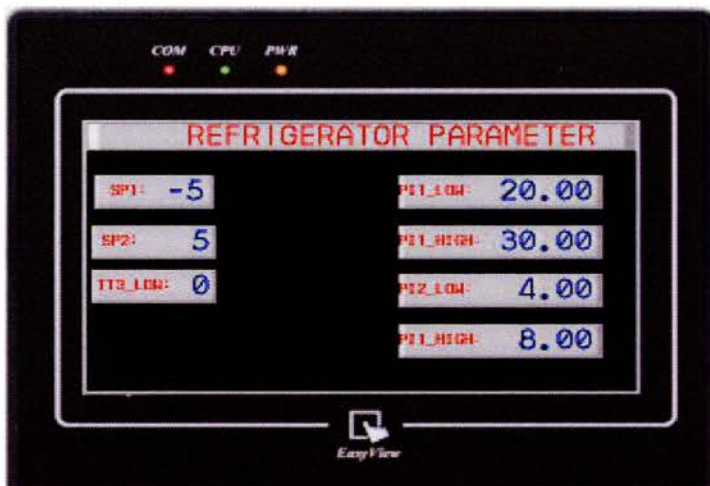
Αφού φτιάξουμε το πρόγραμμα της οθόνης θα πρέπει να το σώσουμε ως εξής: menu->file->save και μόνο τότε μπορούμε να κάνουμε «compile». Για να κάνουμε compile, επιλέγουμε menu->tools->compile. Έτσι δημιουργείται το αρχείο .eob (object file) το οποίο μπορούμε πλέον να κατεβάσουμε στην οθόνη. Για ταχύτητα και ευκολία μπορούμε να πάρουμε μια πρώτη εικόνα του αποτελέσματος κάνοντας μια προσομοίωση. Έχουμε την δυνατότητα της off line προσομοίωσης. Menu->Tools->off line προσομοίωση στην οποία δεν έχουμε επικοινωνία με το plc. Έχουμε όμως και την δυνατότητα της on line προσομοίωσης. Menu->Tools->on line προσομοίωση στην οποία έχουμε επικοινωνία με το plc. Στο τελικό στάδιο κατεβάζουμε το αρχείο .eob στην οθόνη μέσα από το menu->tools-> download και όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία πατάμε “ok” για να ξεκινήσει η εφαρμογή.

Το πρόγραμμα που θα χρησιμοποιήσουμε για την εφαρμογή μας είναι το παρακάτω. Μόλις τροφοδοτήσουμε την MT-505 με 24 Vdc, η πρώτη εικόνα που θα δούμε φαίνεται στο σχήμα 5.9. Είναι ένα παράθυρο το οποίο μας βοηθά στην πλοήγηση των διαφόρων παραθύρων της οθόνης.



Σχήμα 5.9: Παράθυρο εναλλαγής εικόνων

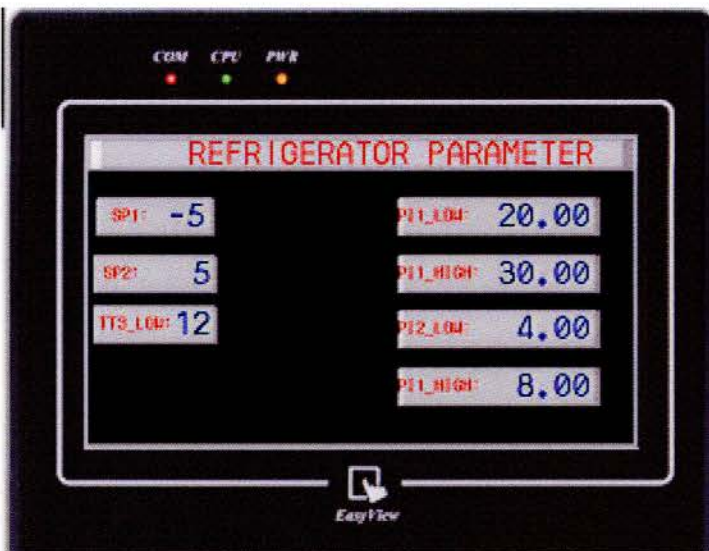
Το παράθυρο “refrigerator parameter” βοηθά το χρήστη να ρυθμίσει τις παραμέτρους του συστήματος. Οι παράμετροι του συστήματος έχουν αναφερθεί στο κεφάλαιο 2, παρόλα αυτά θα αναφερθούμε σε αυτές εν συντομία. Το ψυγείο θέλουμε να δουλεύει μέσα σε ένα επιθυμητό εύρος θερμοκρασιών. Το $sp1$ είναι το κάτω όριο αυτού του επιθυμητού εύρους, ενώ το $sp2$ το άνω όριο. Το $PI1$ είναι ένας μεταδότης πίεσης στην είσοδο του συμπυκνωτή. Η πίεση αυτή πρέπει να κινείται μέσα σε ένα εύρος τιμών του οποίου τα όρια είναι $pi1_low$, $pi1_high$. Ομοίως για το $PI2$ το οποίο βρίσκεται στην έξοδο του συμπυκνωτή. Ομοίως το $TT3$ μετράει την θερμοκρασία στην αντίσταση απόψυξης, η οποία αν πέσει κάτω από το $TT3_low$ καθώς η αντίσταση δουλεύει, καταλαβαίνουμε ότι η αντίσταση έχει καεί. Στις εικόνες που παραθέτουμε παρακάτω μπορεί κανείς να δει τη διαδικασία που πρέπει να ακολουθήσει ο χρήστης αν θέλει να αλλάξει την τιμή κάποιας παραμέτρου του συστήματος. Αν ο χρήστης ενεργοποιήσει την περιοχή της οθόνης που φέρει το τίτλο της, θα μεταβεί στην αρχική σελίδα πλοήγησης.



(α)



(β)



(γ)

Σχήμα 5.10: (α):Παράθυρο παραμέτρων ψυγείου
(β),(γ):Διαδικασία αλλαγής μιας παραμέτρου



(α)



(β)

Σχήμα 5.11: (α),(β):Παράθυρο παραμέτρων του εξατμιστή

Στο παράθυρο του εξατμιστή βλέπουμε την τιμή του register στην οποία αποθηκεύεται η τιμή της θερμοκρασίας του εξατμιστή. Ακόμα ενημερωνόμαστε σε ποια κατάσταση είναι ο διακόπτης auto-manual, αν η πόρτα του ψυγείου είναι ανοιχτή, σχήμα 5.11(β) και τέλος για την κατάσταση του εσωτερικού ανεμιστήρα που βρίσκεται στον εξατμιστή. Τέλος, όταν ο διακόπτης auto-manual βρίσκεται σε κατάσταση manual, μπορούμε ενεργοποιώντας το toggle switch του E1 να θέσουμε σε λειτουργία τον εσωτερικό ανεμιστήρα του εξατμιστή.

Στο παράθυρο του συμπιεστή βλέπουμε την τιμή των registers στις οποίες αποθηκεύονται οι τιμές της θερμοκρασίας του εξατμιστή και η πίεση στην έξοδο του συμπιεστή. Ακόμα, ενημερωνόμαστε σε ποια κατάσταση είναι ο διακόπτης auto-

manual και τέλος για την κατάσταση του συμπιεστή. Τέλος, όταν ο διακόπτης auto-manual βρίσκεται σε κατάσταση manual, μπορούμε ενεργοποιώντας το toggle switch του comp1 να θέσουμε σε λειτουργία τον συμπιεστή. Ίσως μια πολύ σημαντική ένδειξη είναι το φωτάκι με την ένδειξη TH3, το οποίο είναι το θερμικό του συμπιεστή. Όταν το bit lamp TH3 έχει χρώμα κόκκινο αυτό σημαίνει ότι έχει ενεργοποιηθεί το θερμικό του συμπιεστή και άρα έχει κοπεί η λειτουργία του. Παρατηρούμε (σχήμα 5.12(α)) όμως, ότι το bit lamp του συμπιεστή συνεχίζει να είναι πράσινο. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η ψηφιακή έξοδος του plc συνεχίζει να είναι ενεργοποιημένη. Σε αυτή τη σελίδα, αν ο χρήστης ενεργοποιήσει την περιοχή της οθόνης που φέρει τον τίτλο της, θα μεταβεί στην αρχική σελίδα πλοήγησης. Στα σχήματα 5.12(β) και 5.13(α) παρατηρούμε ότι είμαστε στην αυτο λειτουργία και η θερμοκρασία του εξατμιστή δεν είναι μέσα στο επιθυμητό εύρος τιμών, το οποίο ρυθμίζεται στην σελίδα “refrigerator parameter”, οπότε έχουν ενεργοποιηθεί ο συμπιεστής, ο εξωτερικός ανεμιστήρας και η αντλία πίεσης.



(α)



(β)

Σχήμα 5.12: (α) Παράθυρο παραμέτρων του συμπιεστή σε manual λειτουργία
(β) Παράθυρο παραμέτρων του συμπιεστή σε auto λειτουργία

Στο παράθυρο του συμπυκνωτή βλέπουμε τις απευθείας τιμές που επιστρέφουν οι αισθητήρες: α) της πίεσης στην έξοδο του συμπυκνωτή, β) της θερμοκρασίας του συμπυκνωτή και γ) της θερμοκρασίας του εξατμιστή. Στο σχήμα 5.13(α) είμαστε σε auto λειτουργία, η θερμοκρασία του εξατμιστή δε, είναι μέσα στο επιθυμητό εύρος τιμών οπότε η αντλία πίεσης και ο εξωτερικός ανεμιστήρας είναι ενεργοποιημένοι. Παρόμοια με τη προηγούμενη οθόνη, το bit lamp TH4 δείχνει την κατάσταση του θερμικού της αντλίας πίεσης, το οποίο έχει χρώμα πράσινο, πράγμα που σημαίνει ότι το θερμικό δεν έχει ενεργοποιηθεί. Στο σχήμα 5.13(β) βρισκόμαστε σε manual λειτουργία, οπότε αν θέλουμε να ενεργοποιήσουμε είτε την αντλία πίεσης είτε τον εξωτερικό ανεμιστήρα δεν έχουμε παρά να ενεργοποιήσουμε είτε το toggle switch του AP1 είτε το toggle switch του E2. Όπως και στις άλλες οθόνες έτσι και εδώ, αν θέλουμε να γυρίσουμε στην αρχική σελίδα απλά ενεργοποιούμε την περιοχή της οθόνης αφής που φέρει τον τίτλο της οθόνης.



(α)



(β)

Σχήμα 5.13: (α) Παράθυρο παραμέτρων του συμπυκνωτή σε manual λειτουργία
 (β) Παράθυρο παραμέτρων του συμπυκνωτή σε auto λειτουργία

Στο παράθυρο της απόψυξης βλέπουμε απευθείας την τιμή της θερμοκρασίας της αντίστασης. Στα σχήματα 5.14(α) και 5.14(β) παρατηρούμε ότι βρισκόμαστε σε auto λειτουργία και ο χρόνος “status of timer” είναι 720 λεπτά, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι έχουν περάσει 12 ώρες από την τελευταία φορά που έγινε η διαδικασία της απόψυξης, οπότε ξεκίνησε πάλι η διαδικασία αυτή. Ο χρόνος “duration of defrosting” χρονομετρεί την διαδικασία της απόψυξης. Κατά τη διαδικασία της απόψυξης, λειτουργεί η αντίσταση. Στο σχήμα 5.14(α) βλέπουμε ότι το bit lamp της αντίστασης είναι “on”, ενώ στο σχήμα 5.14(β) είναι “off”. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στην αντίσταση δεν εφαρμόζουμε σταθερή τάση, αλλά παλμούς. Στο σχήμα 5.14(γ) βρισκόμαστε σε manual λειτουργία, οπότε αν θέλουμε να ενεργοποιήσουμε την αντίσταση δεν έχουμε παρά να ενεργοποιήσουμε το toggle switch του heater. Όπως και στις άλλες οθόνες, έτσι και εδώ αν θέλουμε να γυρίσουμε στην αρχική σελίδα απλά ενεργοποιούμε την περιοχή της οθόνης αφής που φέρει τον τίτλο της οθόνης



(α)



(β)



(γ)

Σχήμα 5.14: (α),(β) Παράθυρο παραμέτρων του defrosting σε αυτο λειτουργία
 (γ) Παράθυρο παραμέτρων του defrosting σε manual λειτουργία

Στο πρόγραμμα της οθόνης, θα προστεθεί μια ακόμη οθόνη, στην οποία θα εμφανίζονται τα alarm. Τα alarm έχουν αναφερθεί στο κεφάλαιο 2. Τα bit των alarms καθώς και τα μηνύματα που θα εμφανίζονται όταν ενεργοποιούνται, φαίνονται στο σχήμα 5.15. Ενώ στο σχήμα 5.16 φαίνεται η μορφή της οθόνης alarm.

Alarm Scan Object		
Address	Alarm	Content
0: M14	On	HEATERS_FAILED
1: M10	On	LOW OUTPUT COMPRESSOR PRESSURE
2: M11	On	HIGH OUTPUT COMPRESSOR PRESSURE
3: M12	On	LOW OUTPUT CONDENSER PRESSURE
4: M13	On	HIGH OUTPUT CONDENSER PRESSURE

Buttons: Add ...
Delete
Setting ...
Close

Σχήμα 5.15: Ορισμός των alarm της συσκευής



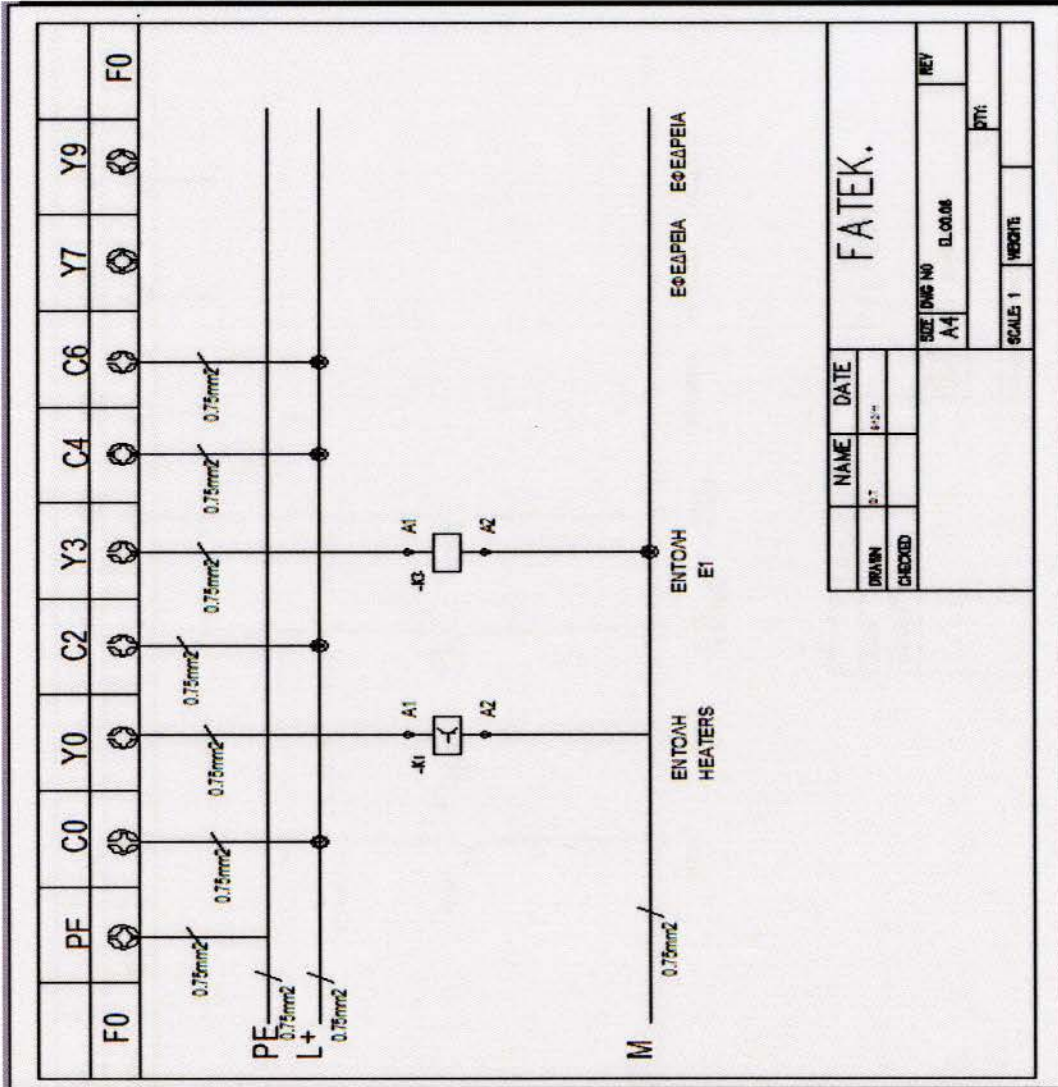
Σχήμα 5.17: Ορισμός της οθόνης alarm

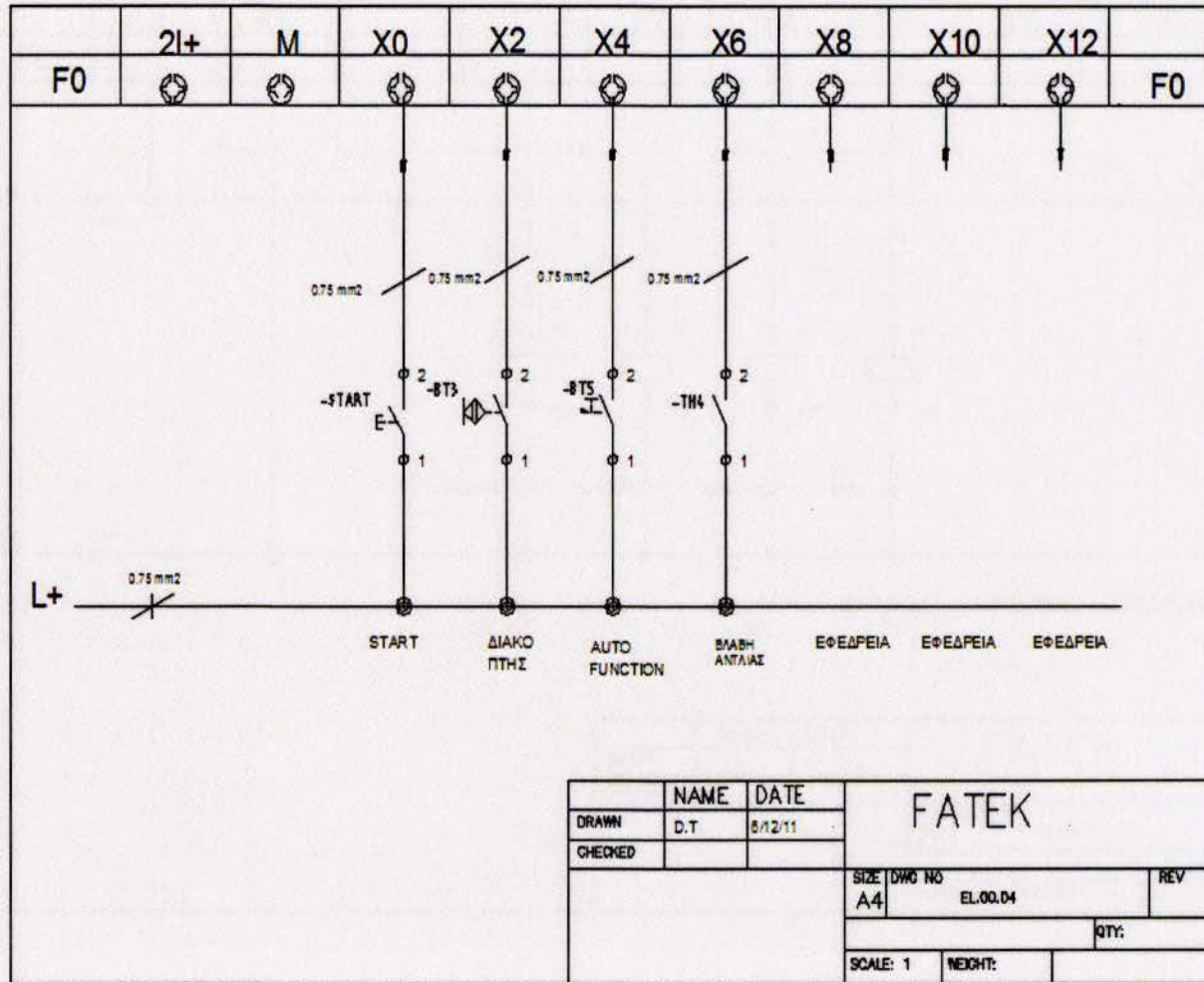
Παράρτημα Α

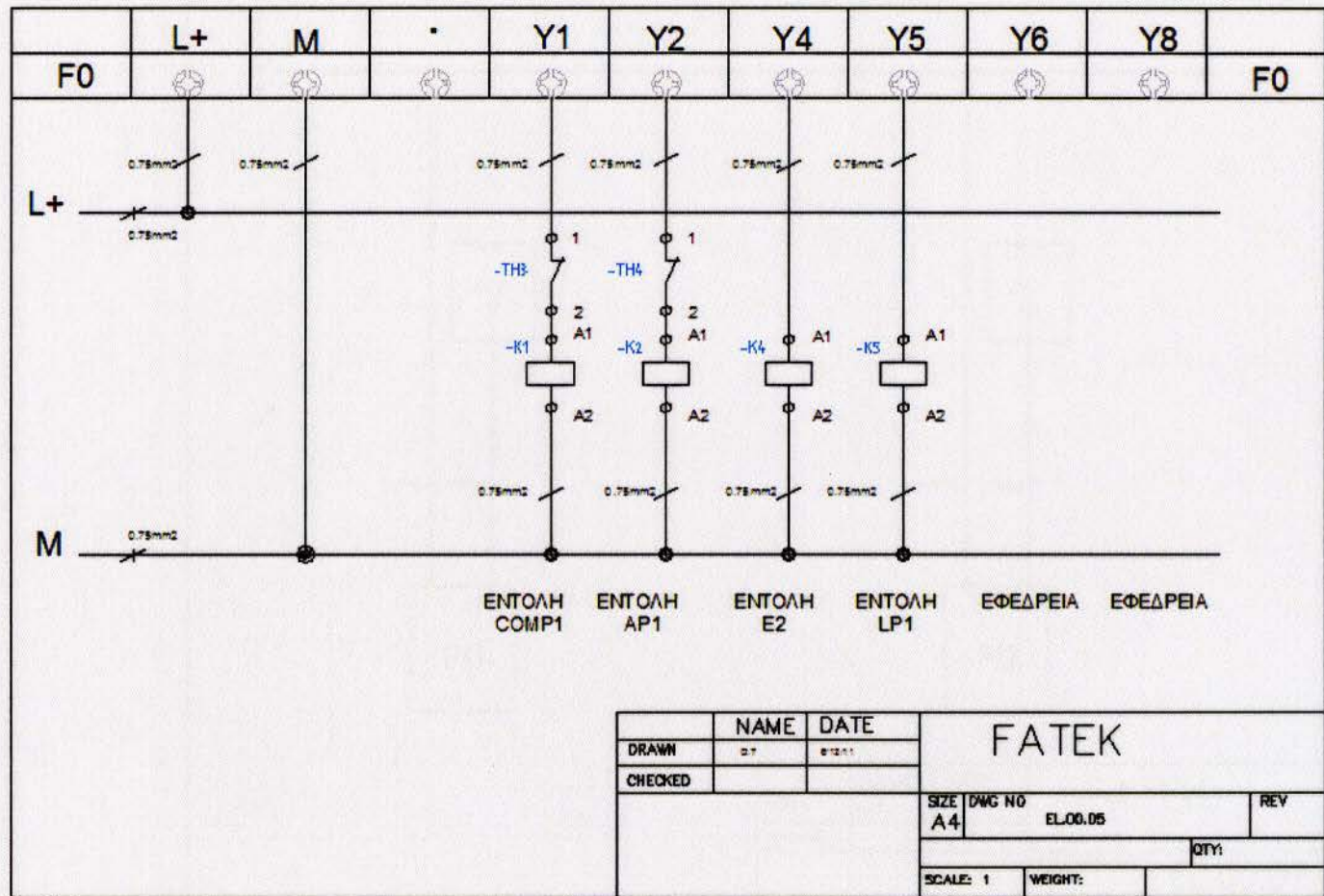
Βιβλιογραφία

- [B.1] Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές Frank Petruzella
- [B.2] Προγραμματιζόμενοι ελεγκτές. Ένας πρακτικός οδηγός. Dennis Collins – Eamonn Lane
- [B.3] Συστήματα προγραμματιζόμενων βιομηχανικών αυτοματισμών. Σταμάτης Μάνεσης
- [B.3] Συστήματα βιομηχανικών αυτοματισμών. Σταμάτης Μάνεσης.
- [B.4] Ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις καταναλωτών. Πέτρος Ντοκόπουλος
- [B.5] Εισαγωγή στο Autocad 2008. Γιαννής Κάππος
- [B.6] Αυτοματισμός. Υλικά-Θεωρία-Εφαρμογές. Ηρακλής Σωτηράκης
- [B.7] Online ηλεκτρονική εγκυκλοπαίδεια Wikipedia (<http://en.wikipedia.org/>)
- [B.8] Εγχειρίδιο του αναλογικού αισθητηρίου LM35Z
(<http://www.ece.osu.edu/~passino/LM35.pdf>)
- [B.9] Εγχειρίδιο του αναλογικού αισθητηρίου πίεσης DMP331
(http://www.proavtomatika.ru/products/BD/datasheet_dmp_331_en_004.pdf)
- [B.10] Εγχειρίδιο της κύριας μονάδας plc FBS-24MCT
(<http://www.servotechnica.ru/files/doc/documents/file-940.pdf>)
- [B.11] Εγχειρίδιο της κάρτας αναλογικών εισόδων FBS-6AD
(<http://www.controlplus.com.au/Automation/Fatek/FBs-6AD.pdf>)
- [B.12] Εγχειρίδιο της οθόνης αφής MT505-TV
(http://www.fam-electric.ru/pdf/weintek/mt505tv5_070921_datasheet.pdf)
- [B.13] Εγχειρίδιο χρήσης του Winproladder
(<http://www.fatek.com/Download%20Page/English/WinProladder/winpro-tuto.pdf>)
- [B.14] Εγχειρίδιο χρήσης EasyManager
(http://www.aplus-hmi.com/archivos/Weintek/EB500Manuales/UserManual/03_Software_Reference_Guide.pdf)
- [B.15] Εγχειρίδιο χρήσης του αισθητηρίου PT-100
(http://www.eetasia.com/ARTICLES/2005JUN/A/2005JUN07_STECH_AN.PDF)
- [B.16] Εγχειρίδιο χρήσης του μετατροπέα MCR-FL-HT-T-I
(<http://eshop.phoenixcontact.de/phoenix/treeViewClick.do?UID=2864529>)
- [B.17] Εγχειρίδιο χρήσης του τροφοδοτικού S-50-24
(<http://www.meanwell.com/search/s-50/s-50-spec.pdf>)
- [B.18] Εγχειρίδιο χρήσης ρελέ plc-rsc-24/21
(<http://www.partsprocurement.com/Itemimages/2966171.pdf>)
- [B.19] Εγχειρίδιο χρήσης ρελέ J7KN-14-10-24vdc
(<https://www.distrelec.com/ishop/Datasheets/03624202.pdf>)
- [B.20] Εγχειρίδιο χρήσης του solid state ρελέ
(http://www.ia.omron.com/data_pdf/data_sheet/g3na_dsheet_csm165.pdf)
- [B.21] Εταιρεία ηλεκτρολογικού υλικού
(www.ksa.gr)

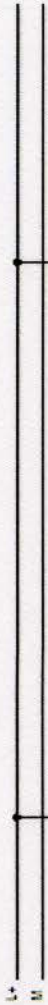
Παράρτημα Β
Ηλεκτρολογικά σχέδια εργασίας



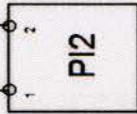




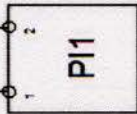
	NAME	DATE	FATEK	
DRAWN	D.T	01/2011		
CHECKED			SIZE A4	DWG NO EL.06.05
				REV
			QTY: 1	
			SCALE: 1	WEIGHT:



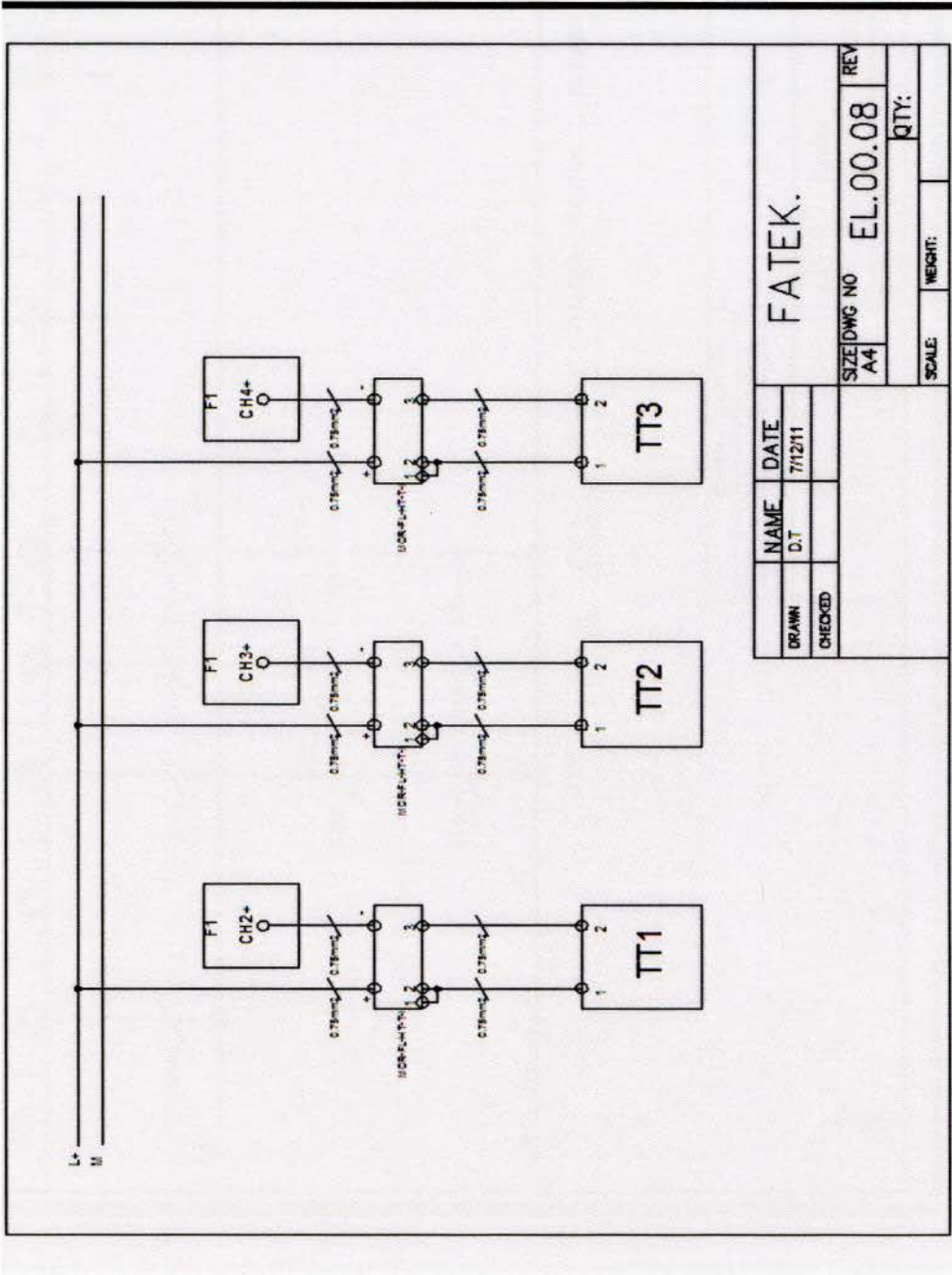
0.75mm² / 0.75mm²



0.75mm² / 0.75mm²

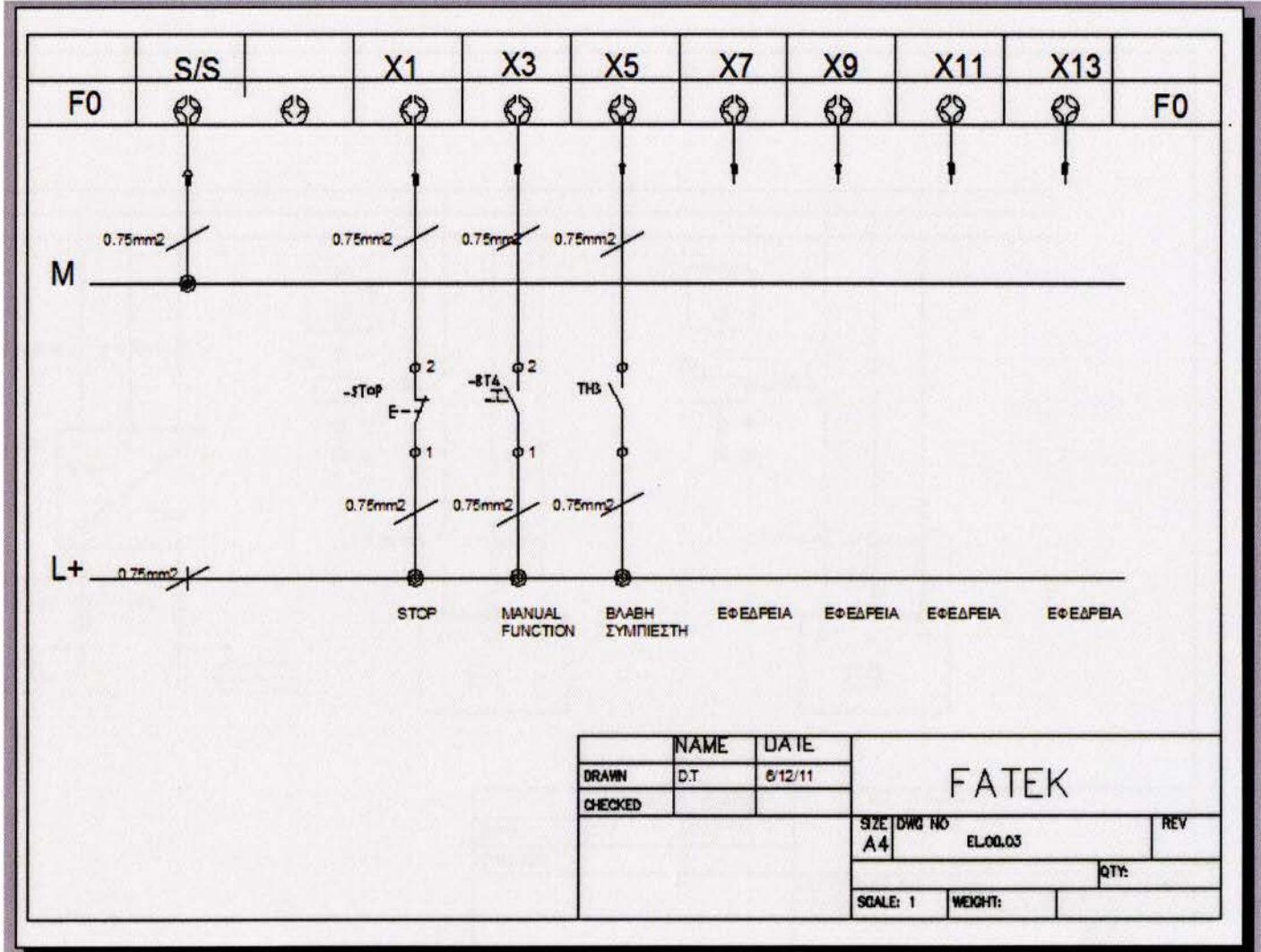


NAME		DATE		FATEK.	
DRAWN		D.T		7/12/11	
CHECKED					
SIZE/DWG NO		EL.00.07		REV	
A4				QTY:	
SCALE:		WEIGHT:			

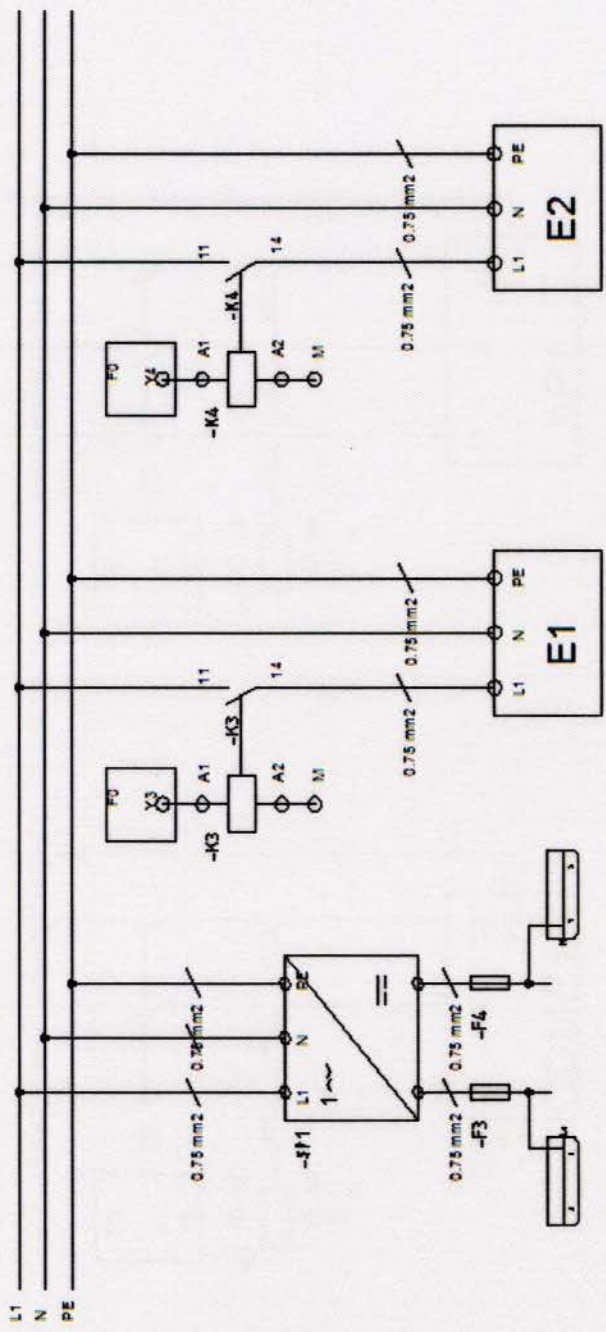


NAME		DATE		FATEK.	
DRAWN		D.T		7/12/11	
CHECKED					
SIZE		DWG NO		REV	
A4		EL.00.08			
SCALE:		WEIGHT:		QTY:	

BIBΛΙΟΘΗΚΗ
 ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ



	NAME	DATE	FATEK	
DRAWN	D.T	6/12/11		
CHECKED				
			SIZE DWG NO	REV
			A4 EL00.05	
			QTY:	
			SCALE: 1	WEIGHT:

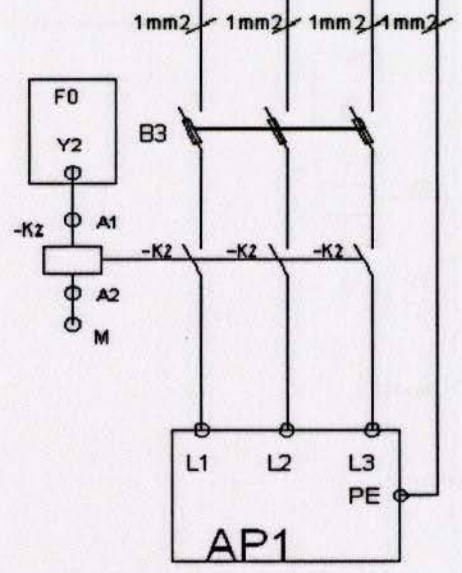
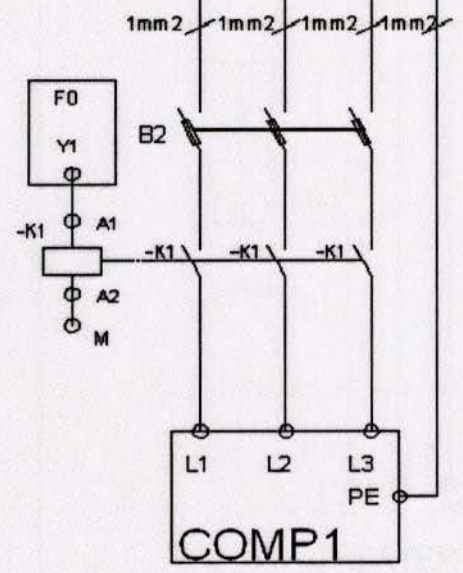


FATEK.

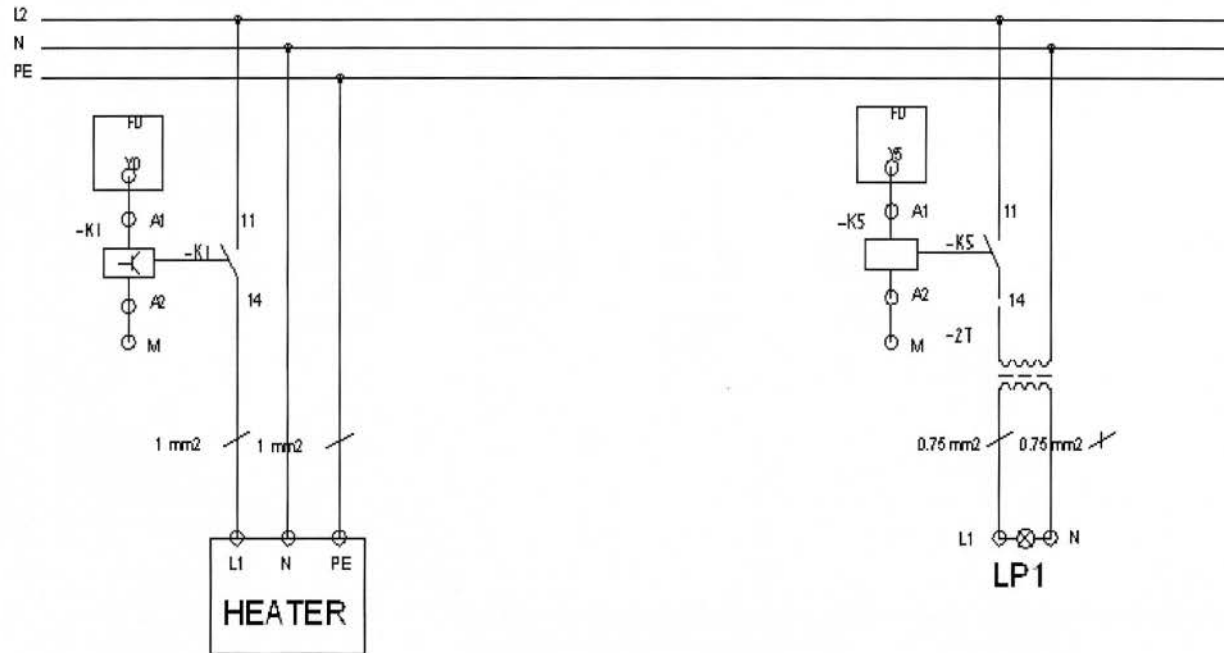
NAME	DATE
DRAWN	D.T
CHECKED	6/12/11

SIZE	DWG NO	EL.00.09	REV
A4			
SCALE:		WEIGHT:	
QTY:			

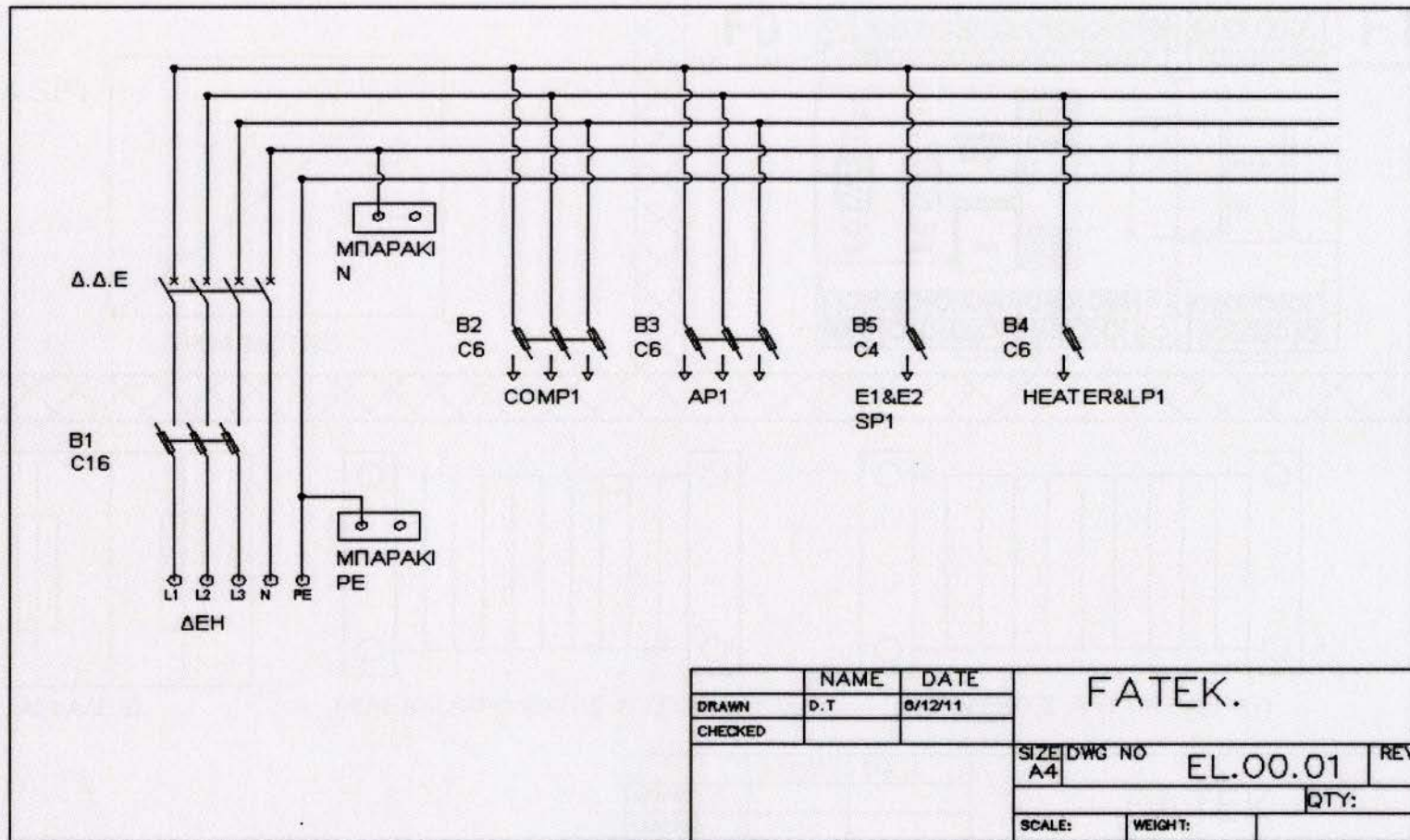
L1
L2
L3
N
PE



	NAME	DATE	FATEK.		
DRAWN	D.T	7/12/11			
CHECKED					
			SIZE A4	DWG NO EL.00.10	REV
			QTY:		
SCALE:		WEIGHT:			

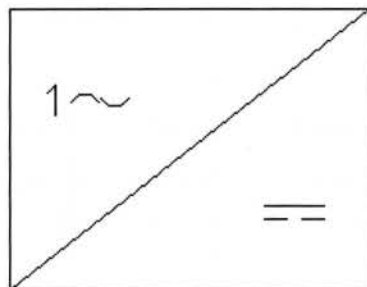


	NAME	DATE	FATEK.	
DRAWN	D.T	6/12/11		
CHECKED				
			SIZE DWG NO	REV
			A4 EL.00.11	
			QTY:	
SCALE:		WEIGHT:		



	NAME	DATE	FATEK.	
DRAWN	D.T	0/12/11	SIZE	DWG NO
CHECKED			A4	EL.00.01
			REV	
			QTY:	
	SCALE:	WEIGHT:		

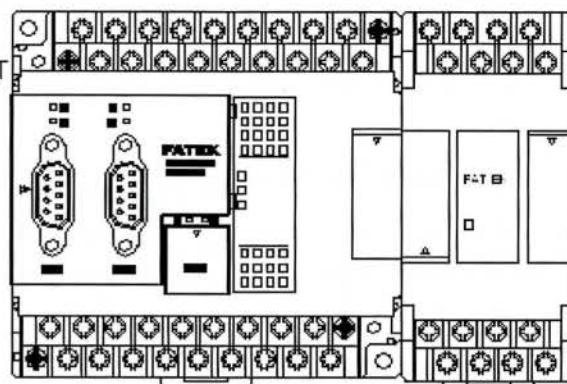
-SP1



ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ

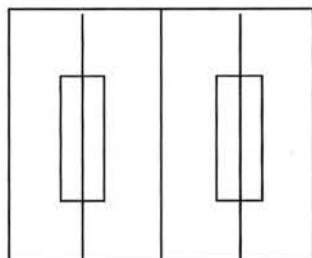
F0

FBS-24MCT

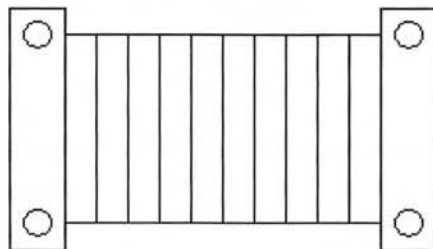


F1

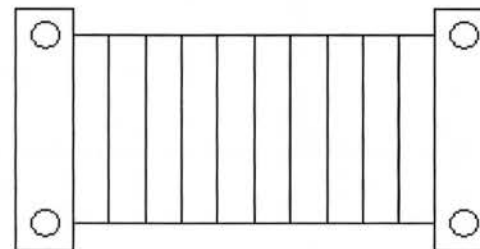
FBS-6AD



ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ

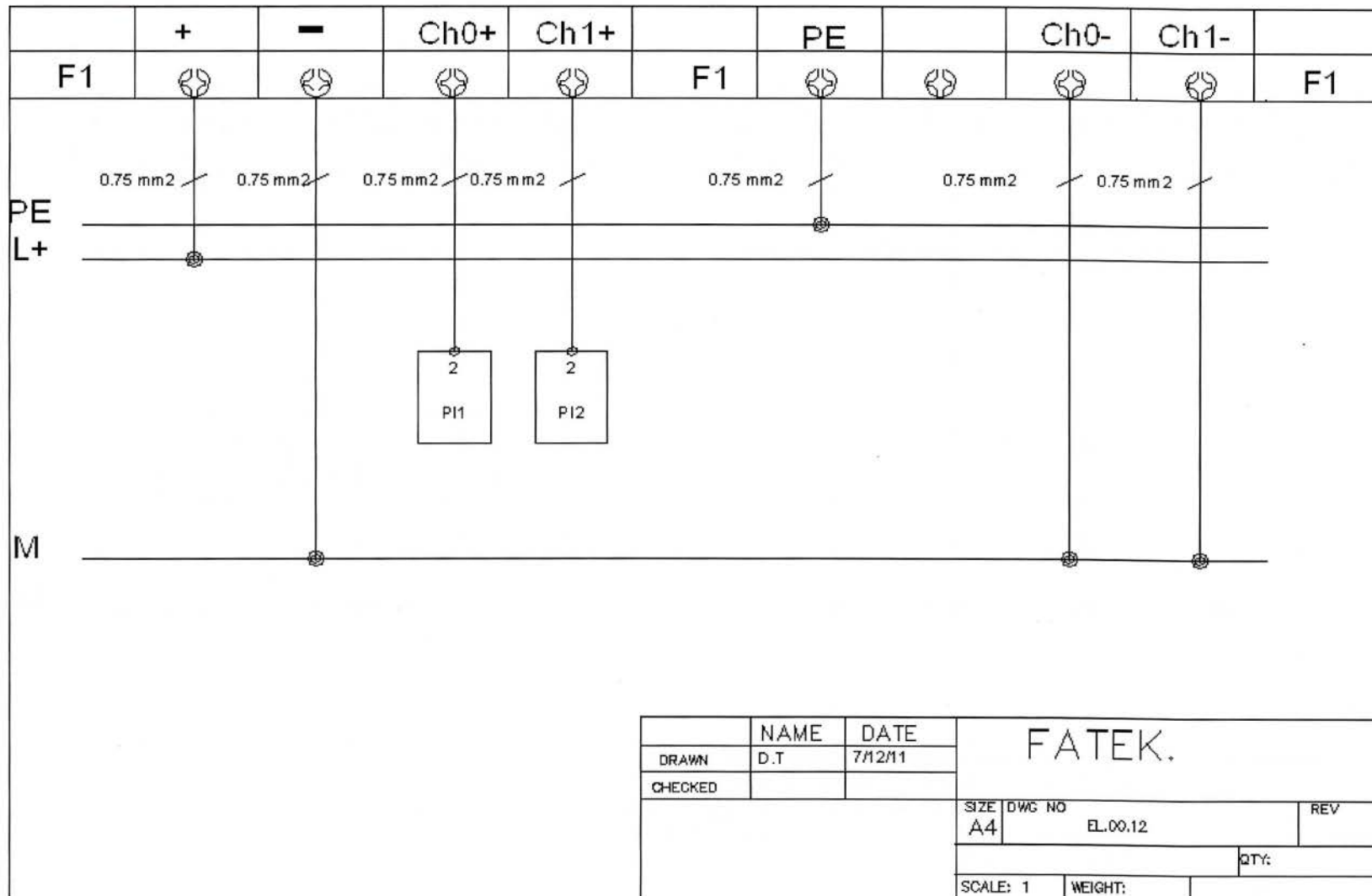


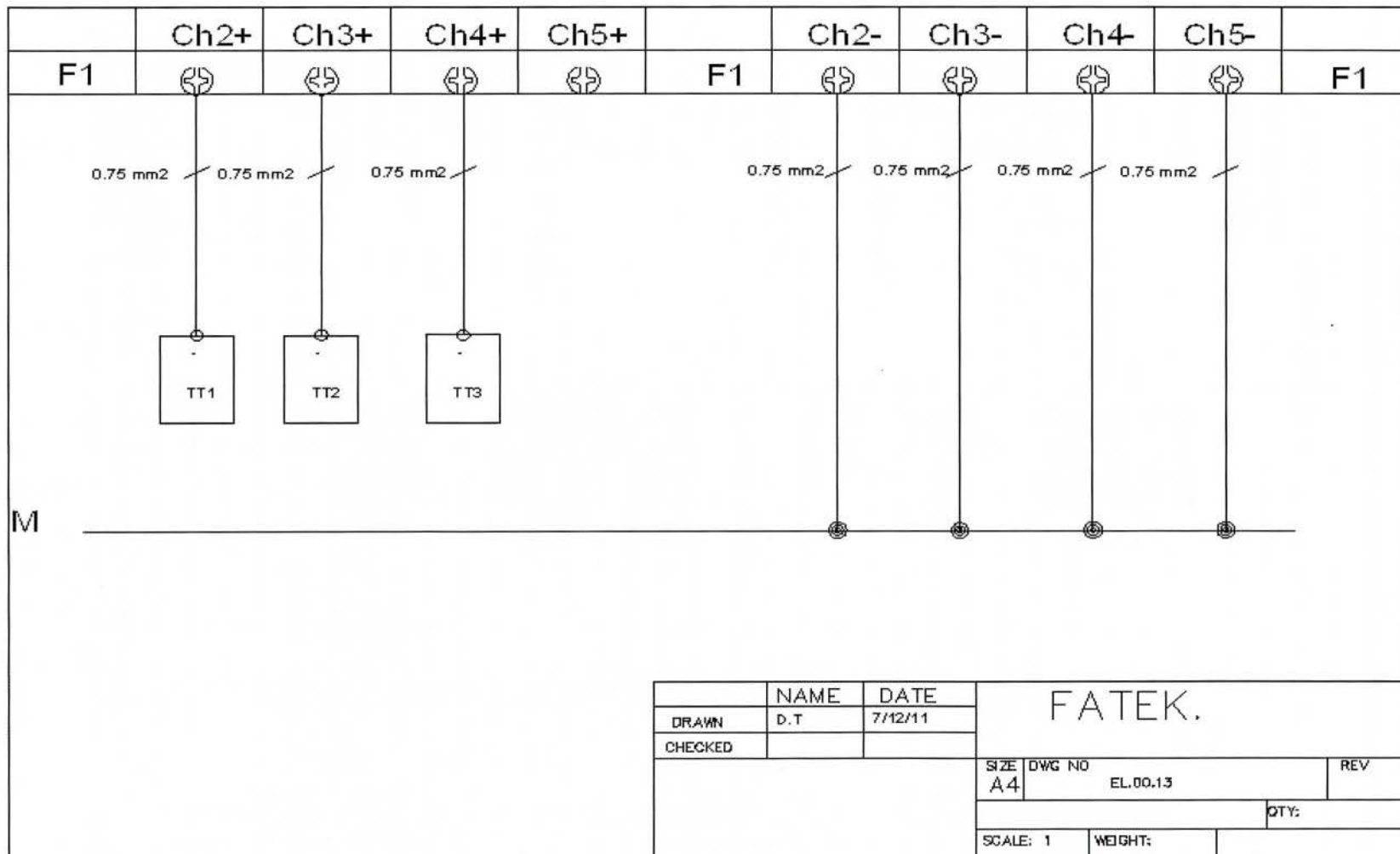
ΡΕΛΕ ΚΑΙ ΑΚΡΟΔΕΚΤΕΣ ΑΓΩΓΩΝ ΙΣΧΥΟΣ



ΑΚΡΟΔΕΚΤΕΣ ΑΓΩΓΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ

	NAME	DATE	FATEK		
DRAWN					
CHECKED					
			SIZE A4	DWG NO EL.00.02	REV
			QTY:		
			SCALE: 1	WEIGHT:	





	NAME	DATE	FATEK.		
DRAWN	D.T	7/12/11			
CHECKED					
			SIZE A4	DWG NO EL.00.13	REV
			QTY:		
			SCALE: 1	WEIGHT:	

Παράρτημα Γ

Ενδεικτικός τιμοκατάλογος υλικών

ΕΝΤΥΠΟ ΥΛΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΑ					
ΕΠΩΝΥΜΙΑ ΠΕΛΑΤΗ					
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΙΝΑΚΑ					
A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΛΙΚΩΝ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΤΕΜ	ΤΙΜΗ ΤΕΜ	ΣΥΝΟΛΟ
1	FATEK PLC	FBS-24MCT	1	240	240
2	FATEK PLC	FBS-CB25	1	70	70
3	FATEK PLC	FBS-6AD	1	218	218
4	ΚΟΥΤΙ RITTAL 380x600x210	AE 1038500	1	85	85
5	ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ 24VDC S-50-24		1	35	35
6	ΚΛΕΜΕΣ ΔΙΟΡΟΦΕΣ	UKK3	20	0,94	18,8
7	ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΑ ΚΛΕΜΩΝ	ATP-UKK3/5	3	0,37	1,11
8	ΣΤΟΠ-ΚΛΕΜΜΩΝ	E/UK	2	0,28	0,56
9	ΔΙΠΛΟ ΜΠΟΥΤΟΝ START-STOP		1	4	4
10	ΕΠΑΦΕΣ NO	ZBE-101	3	0,5	1,5
11	ΕΠΑΦΕΣ NC	ZBE-102	1	0,5	0,5
12	ΔΙΑΚΟΠΤΑΚΙ AUTO -MANUAL		1	3	3
13	ΡΕΛΕ PHOENIX 24Vdc	PLC-RSC-24DC/24	1	9,5	9,5
14	ΚΑΝΑΛΙ 40X60 (m)		2	2,85	5,7
15	ΤΡΙΠΟΛΙΚΟ ΡΕΛΕ ΙΣΧΥΟΣ	J7KN-14-10-24	2	41	82
16	ΤΡΙΠΟΛΙΚΟ ΘΕΡΜΙΚΟ	J7KTN-B-6	2	35	70
17	ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟ ΡΕΛΕ	G2R-1	2	3,5	7
18	SOLID STATE ΡΕΛΕ	G3NA-210B	1	25	25
19	ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ PT-100 ΣΕ 4-20mA	MCR-FL-HT-T-I	1	280	280
20	ΟΘΟΝΗ ΑΦΗΣ	MT-505TV	1	260	260
21	ΚΛΕΜΜΟΑΣΦΑΛΕΙΕΣ		2	2,35	4,7
22	ΦΥΣΣΙΓΙΑ 2 AMPS		2	0,1	0,2
23	ΚΛΕΜΑ 4mm ΟΥΔΕΤΕΡΟΥ	UK5NBU	1	0,31	0,31
24	ΚΛΕΜΑ 4mm ΓΕΙΩΣΗΣ	USLKG5N	1	1,5	1,5
25	ΜΠΑΡΑΚΙ ΟΥΔΕΤΕΡΟΥ		1	1	1
26	A/Δ 3X16C		1	19,5	19,5
27	A/Δ 3X6C		2	19,5	39
28	A/Δ 1X6C		1	4,9	4,9
29	A/Δ 1X4C		1	4,9	4,9
30	Δ.Δ.Ε 25 AMPS		1	61	61
31	ΤΑΜΠΕΛΑΚΙ AUTO-MANUAL		1	0,25	0,25
32	ΤΑΜΠΕΛΑΚΙ START-STOP		1	0,25	0,25

