ΗΥ/
97

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα
Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Εισαγωγή στην λειτουργία και τις βασικές αρχές των PLC»

Επώνυμο: Χαλικιόπουλος

Όνομα: Γιώργος

Α.Μ.: 37082

Υπεύθυνος καθηγητής: Αναστασία Βελώνη

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

Στους γονείς μου

Μιχάλη και Ελένη

Στον αδερφό μου

Αλέξανδρο

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ 1
Κεφάλαιο 1° : 'Εισαγωγή στον αυτόματο έλεγχο.' 2
Κεφάλαιο 2°: "Στοιχεία των PLC και ανάλυση της ηλεκτροβάνας" 7
Χαρακτηριστικά 7
ΜΟΝΤΕΛΑ PLC 17
Κεφάλαιο 3° : "ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΝΕΣ" 19
Εξαρτήματα 22
Υλικά 23
Χρήσεις 24
Κεφάλαιο 4ο: "Χαρακτηριστικά που καθιστούν τα PLC θεμελιώδη για τον βιομηχανικό έλεγχο." 25
Σύγκριση PLC με άλλα συστήματα αυτόματου ελέγχου 34
Κεφάλαιο 5° : "Παρουσίαση στις βασικές έννοιες εγγραφής προγραμμάτων PLC." 35
ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ 39
Τρόποι Προγραμματισμού 41
ΤΥΠΟΙ ΤΩΝ ΔΙΑΘΕΣΙΜΩΝ ΜΠΛΟΚ 43
ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΜΠΛΟΚ 48
Κεφάλαιο 6° : "TIA Portal Basic v11." 49
Δημιουργία Νέου Project 49
Το πρώτο μας πρόγραμμα στο OB1 59
Βασικά στοιχεία συγγραφής ενός προγράμματος 60
Βασικές Εντολές Προγραμματισμού 62
Κεφάλαιο 7° : Πείραμα 74
Προγραμματισμός 75
Υλικά: 79
Διαδικασία κατασκευής 85
Συμπεράσματα: 88
Βιβλιογραφία 89

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ

Εισαγωγή στην άσκηση

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία παρουσιάζεται τμήμα ενός αυτοματισμού μιας βιομηχανικής διεργασίας. Πιο συγκεκριμένα, αφορά τον έλεγχο και την εποπτεία ενός συστήματος γέμισμας δεξαμενής, με αυτοματοποιημένο τον διαμοιρασμό του υγρού (στην συγκεκριμένη άσκηση έχουμε νερό). Για τον έλεγχο του αυτοματισμού χρησιμοποιείται ένας προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής (P.L.C) της σειράς SIMATIC S7-1200 της Siemens.
Στην μεγάλη δεξαμενή υπάρχει το υγρό προς διαμοιρασμό. Όταν ανοίξει η βάνα το υγρό θα περνάει στις σωληνώσεις τις κατασκευής μας. Θα χρησιμοποιήσουμε 3 ηλεκτροβάνες για να γίνει ο διαμοιρασμός του νερού στο κάθε δοχείο. Το μοίρασμα γίνετε με βάση τον χρόνο, η πρώτη ηλεκτροβάνα μένει ανοιχτή για 20sec, η δεύτερη για 30sec και τέλος η τρίτη για 40sec. Όταν γεμίσει και το τρίτο δοχείο το σύστημα επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση ηρεμίας μέχρι να του ξαναδώσουμε εντολή να ξεκινήσει. Οι 3 ηλεκτροβάνες μας έρχονται σε λειτουργία με ένα τροφοδοτικό στα 24VDC.

Οδηγίες

Για να ξεκινήσει η λειτουργία του συστήματος, ο χειριστής οφείλει:

- Να ανοίξει την βάνα κάτω από την δεξαμενή.
- Να πατήσει το κουμπί "START".

Για λόγους ασφαλείας του εξοπλισμού και του προσωπικού το σύστημα διαθέτει button emergency "STOP".

Στο πρώτο μέρος της εργασίας , γίνεται μία εισαγωγή στις βασικές αρχές του βιομηχανικού ελέγχου καθώς και στα PLC όσων αφορά τη εγκατάσταση, διαμόρφωση, δομή, τον προγραμματισμό και τη λειτουργία τους. Οι βασικές αρχές που αναφέρονται ισχύουν σε γενικές γραμμές για όλα τα PLC, αλλά οι αναφορές είναι στοχευμένες στη σειρά S7-1200 της Siemens μια και αυτός είναι το PLC με το οποίο έχει υλοποιηθεί το πρακτικό μέρος της πτυχιακής

εργασίας .

Στο δεύτερο μέρος (Παράρτημα Ι), υπάρχει ο πλήρης φάκελος έργου με τον προγραμματισμό και τη διαμόρφωση του PLC, μέσω του λογισμικού πακέτου STEP-7 TIA Portal Basic v11.

Κεφάλαιο 1^{ο} : 'Εισαγωγή στον αυτόματο έλεγχο.'

Τι είναι η μηχανική αυτόματου ελέγχου?

Είναι η επιστήμη που εφαρμόζει την θεωρία του ελέγχου για το σχεδιασμό συστημάτων με επιθυμητές συμπεριφορές. Χρησιμοποιούνται αισθητήρες για την καταμέτρηση της επίδοσης της συσκευής που ελέγχεται. Οι μετρήσεις που προέρχονται από την παραπάνω μέτρηση μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δώσουν ανατροφοδότηση στους ενεργοποιητές εισόδου που μπορούν να κάνουν διορθώσεις ως προς την επιθυμητή ανατροφοδότηση. Όταν μια συσκευή έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί χωρίς την ανθρώπινη εισροή για την διόρθωση τότε λέμε πως έχουμε **αυτόματο έλεγχο**.

Οι δραστηριότητες των συστημάτων αυτόματου ελέγχου επικεντρώνονται στην εφαρμογή συστημάτων ελέγχου που προέρχονται από την μαθηματική μοντελοποίηση των συστημάτων αυτών.

PLC: ***Ορισμός***

Ένα PLC είναι ένας ψηφιακός υπολογιστής που χρησιμοποιείται για την αυτοματοποίηση ηλεκτρομηχανολογικών διεργασιών, όπως είναι ο έλεγχος των γραμμών συναρμολόγησης ενός εργοστασίου, ενός λούνα παρκ ή διάφορα φωτιστικά σώματα. Σε αντίθεση με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές γενικής χρήσης, τα PLC είναι σχεδιασμένα για να δέχονται και να παράγουν αντίστοιχα πολλαπλές εισόδους και εξόδους, να έχουν ανοσία στον ηλεκτρικό θόρυβο και μεγάλη αντίσταση σε κραδασμούς και συγκρούσεις.

Συνοπτικά ένα PLC είναι ένα τρανταχτό παράδειγμα ενός συστήματος πραγματικού χρόνου καθώς τα αποτελέσματα (έξοδος/οι) πρέπει να αναπαραχθούν σε συνάρτηση με τις εισόδους μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό πλαίσιο διαφορετικά οδηγούμαστε σε σφάλμα.

Η ιστορία των Plc.

Πριν απο τα PLC (αυτόματοι λογικοί ελεγκτές), ο έλεγχος, η αλληλουχία και η λογική κατασκευής αυτοματισμών αποτελείτο κυρίως από ρελέ (relays), χρονοδιακόπτες, drum sequencers και ελεγκτές κλειστού βρόγχου. Δεδομένου ότι τα ανωτέρω εξαρτήματα μπορεί να ανέρχονται σε εκατοντάδες ή ακόμη και χιλιάδες για μια απλή βιομηχανική εφαρμογή, η διαδικασία για την εκσυγχρόνιση μιας τέτοιας εφαρμογής με τα εν λόγω μέσα ήταν πολύ χρονοβόρα και δαπανηρή διότι απαιτούνται ηλεκτρολόγοι για να αλλάξουν.

Οι ψηφιακοί υπολογιστές, όντας γενικής χρήσης προγραμματιζόμενες συσκευές σύντομα προσαρμόστηκαν στην εφαρμογή ελέγχου βιομηχανικών διεργασιών. Αρχικά οι υπολογιστές χρειαζόντουσαν εξειδικευμένοι προγραμματιστές και την πραγματοποίηση σκληρού περιβαλλοντικού ελέγχου για την θερμοκρασία, την καθαριότητα και τη ποιότητα ισχύος. Η χρήση ενός υπολογιστή γενικής χρήσης για τον έλεγχο των διαδικασιών απαιτούσε την προστασία του υπολογιστή από το κλήμα που επικρατεί στο εργοστάσιο (Υψηλές θερμοκρασίες για παράδειγμα).

Αντιθέτως ένας υπολογιστής βιομηχανικού ελέγχου θα έχει σημαντικά χαρακτηριστικά όπως: Αντοχή σε ακραίες περιβαλλοντολογικές καταστάσεις, εύκολα επεκτάσιμες εισόδους και εξόδους, δεν απαιτεί χρόνια εκπαίδευσης για να χρησιμοποιηθεί και επιτρέπει την παρακολούθηση της λειτουργίας του. Επιπλέον ο χρόνος απόκρισης του κάθε υπολογιστικού συστήματος θα πρέπει να είναι αρκετά γρήγορος για να έχει νόημα ο έλεγχος.

Η δημιουργία του πρώτου PLC μας πηγαίνει πίσω στο 1968, όπου η General Motors Hydra-Matic αναζητούσε κάποιον αποτελεσματικό τρόπο να αντικαταστήσει ηλεκτρονικά τα συστήματα ρελέ. Η απάντηση ήρθε από το Bedford Associates of Bedford, Massachusetts. Το πρώτο PLC ήταν το 084, το όνομα προήλθε επειδή ήταν το 84 ο έργο της εταιρίας. Κατά

συνέπεια η Bedford Associates ξεκίνησε μια νέα εταιρία που ασχολείτο με την κατασκευή , την ανάπτυξη, την πώληση και την εξυπηρέτηση αυτού του νέου προϊόντος: το MODICON (MOdular, DIgital, CONtroller). Ένας από τους ανθρώπους που εργάστηκαν στο συγκεκριμένο προϊόν είναι ο Dick Morley που θεωρείται ο «πατέρας» του PLC.

Εξέλιξη

Αρχικά τα PLC δημιουργήθηκαν για να αντικαταστήσουν τη λογική των συστημάτων ρελέ. Αυτά τα πρώτα PLC σχεδιάστηκαν σε λογική «LADDER» που θυμίζει έντονα ένα σχηματικό διάγραμμα της λογικής ρελέ. Αυτό έγινε για να μειωθούν οι απαιτήσεις κατάρτισης για τους ήδη υπάρχοντες τεχνικούς. Άλλα PLC εκείνη την περίοδο προγραμματίζονταν με λίστες οδηγιών βασισμένες στην λογική της στοίβας (stack-based).

Τα σύγχρονα PLC έχουν μεγάλη ποικιλία στους τρόπους προγραμματισμού τους. Από λογική «LADDER» μέχρι συγκεκριμένες γλώσσες προγραμματισμού όπως η BASIC και η C. Μια άλλη σύγχρονη μέθοδος είναι η «State Logic», μια υψηλού επιπέδου γλώσσα προγραμματισμού σχεδιασμένη για να προγραμματίζει PLC με βάση τα διαγράμματα μετάβασης κατάστασης.

Πολλά PLC στην αρχή δεν διέθεταν κάποιο σύστημα για γραφική αναπαράσταση της λογικής που ακολουθούσαν. Έτσι η λογική που αντ' αυτού παριστάνεται ως μια σειρά λογικών εκφράσεων σε κάποια έκδοση της μορφής Boolean, παρόμοια με την άλγεβρα Boole. Με τον καιρό αναπτύχθηκαν τα συστήματα γραφικής αναπαράστασης και η χρήση της «LADDER» λογικής όλο και πιο διαδεδομένη για τους παραπάνω λόγους, και επειδή είναι μια οικεία μορφή που χρησιμοποιείται στους ηλεκτρομηχανικούς πίνακες ελέγχου. Νεότερες μορφές όπως η State logic και Block Λειτουργία (η οποία είναι παρόμοια με τον τρόπο λογικής απεικονίζεται κατά τη χρήση ψηφιακών ολοκληρωμένων λογικών κυκλωμάτων) υπάρχουν , αλλά δεν είναι ακόμη τόσο δημοφιλής όσο η λογική σκάλα . Ένας κύριος λόγος για αυτό είναι ότι τα PLC λύνουν τη λογική σε μια προβλέψιμη και επαναλαμβανόμενη σειρά , και η «LADDER» επιτρέπει στον

προγραμματιστή (αυτός που γράφει τη λογική) να δει τυχόν προβλήματα με το χρονοδιάγραμμα της λογικής ακολουθίας πιο εύκολα από ό, τι θα ήταν δυνατό σε άλλα μορφές .

Προγραμματισμός

Τα PLC μέχρι τα μέσα του '90 προγραμματίζονταν με την χρήση ιδιόκτητων προγραμματικών πάνελ ή με τερματικά ειδικού προγραμματισμού. Τα οποία συχνά είχαν ειδικά πλήκτρα λειτουργίας που αντιπροσωπεύουν τα διάφορα λογικά στοιχεία των προγραμμάτων PLC. Κάποια από τα ιδιόκτητα τερματικά εμφάνιζαν τα στοιχεία των PLC με γραφικά σύμβολα, αλλά και απλοί ASCII χαρακτήρες παρουσίαζαν επαφές , πηνία και καλώδια αρκετά συχνά. Τα προγράμματα αποθηκεύονταν και φυλάσσονταν σε κασέτες. Εγκαταστάσεις για την εκτύπωση και την τεκμηρίωση ήταν ελάχιστες, κυρίως λόγω των μικρών δυνατοτήτων μνήμης.

Πλέον τα PLC προγραμματίζονται με την χρήση ειδικού λογισμικού εφαρμογών για προσωπικούς υπολογιστές, όπου η λογική αναπαριστάτε σε γραφική μορφή και όχι με χαρακτήρες. Ο υπολογιστής είναι συνδεδεμένος με το PLC μέσω Ethernet , RS - 232 , RS - 485 ή RS – 422. Το λογισμικό προγραμματισμού επιτρέπει την είσοδο και την επεξεργασία της λογικής «LADDER». Γενικά το λογισμικό παρέχει λειτουργίες για τον εντοπισμό σφαλμάτων και την αντιμετώπιση προβλημάτων του λογισμικού PLC, για παράδειγμα, τονίζοντας τμήματα της λογικής για να δείξει την τρέχουσα κατάσταση κατά τη διάρκεια της λειτουργίας ή εν μέσω κάποιας προσομοίωσης. Το λογισμικό θα περνάει το πρόγραμμα από και προς το PLC, για την δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας και λόγους επαναφοράς.

Λειτουργικότητα

Οι λειτουργίες των PLC με τα χρόνια εξελίχθηκαν και σήμερα περιλαμβάνουν, διαδοχικό έλεγχο ρελέ, έλεγχο κίνησης, διαδικασίες ελέγχου, κατανεμημένα συστήματα ελέγχου καθώς και την δικτύωση. Οι δυνατότητες χειρισμού δεδομένων, την αποθήκευση, την επεξεργαστική ισχύ και την επικοινωνία των μερικών σύγχρονων PLCs είναι περίπου ισοδύναμη με επιτραπέζιους υπολογιστές (PC). Προγραμματισμός παρόμοιος με αυτόν των PLC σε συνδυασμό με τηλεχειρισμό των συσκευών εισόδου/εξόδου, επιτρέπουν σε έναν επιτραπέζιο υπολογιστή

γενικής χρήσης να επικαλύπτει μερικά PLCs σε ορισμένες εφαρμογές. Όσον αφορά την πρακτικότητα των εν λόγω επιτραπέζιων υπολογιστών, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι δεν έχουν γίνει γενικά αποδεκτοί στην βαριά βιομηχανία , διότι οι desktop υπολογιστές λειτουργούν με λιγότερο σταθερά λειτουργικά συστήματα από ότι τα PLCs, και επειδή το υλικό του υπολογιστή δεν είναι σχεδιασμένα στα ίδια επίπεδα ανοχής θερμοκρασίας ,υγρασίας , δονήσεων και μακροζωίας , όπως οι επεξεργαστές που χρησιμοποιούνται σε PLCs. Εκτός από τους περιορισμούς που αναφέραμε, λειτουργικά συστήματα , όπως τα Windows δεν προσφέρονται για εκτέλεση σε ντετερμινιστική λογική , με αποτέλεσμα ότι η λογική δεν μπορεί πάντα να ανταποκρίνεται στις αλλαγές της λογική κατάστασης ή των εισόδων με συνέπεια την χρονική ανεπάρκεια. Παρόλα αυτά ,desktop εφαρμογές μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε λιγότερο κρίσιμες καταστάσεις, όπως το εργαστήριο αυτοματισμού και τη χρήση σε μικρές εγκαταστάσεις , όπου η εφαρμογή είναι λιγότερο απαιτητική και κρίσιμη , επειδή είναι γενικά πολύ λιγότερο δαπανηρό από ό, τι τα PLCs.

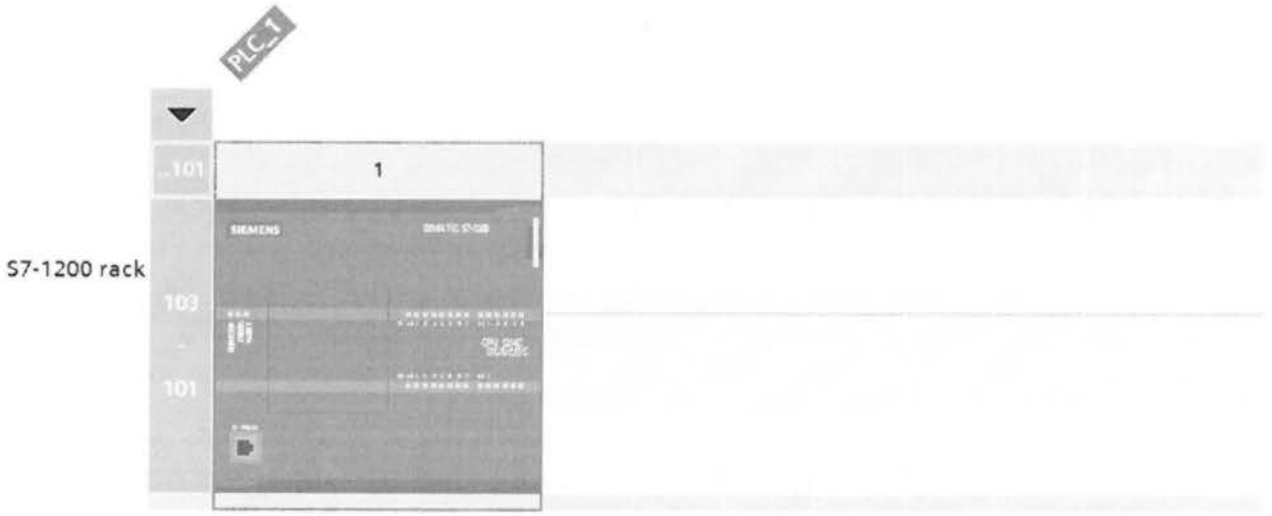
Κεφάλαιο 2ο: "Στοιχεία των PLC και ανάλυση της ηλεκτροβάνας"

Χαρακτηριστικά

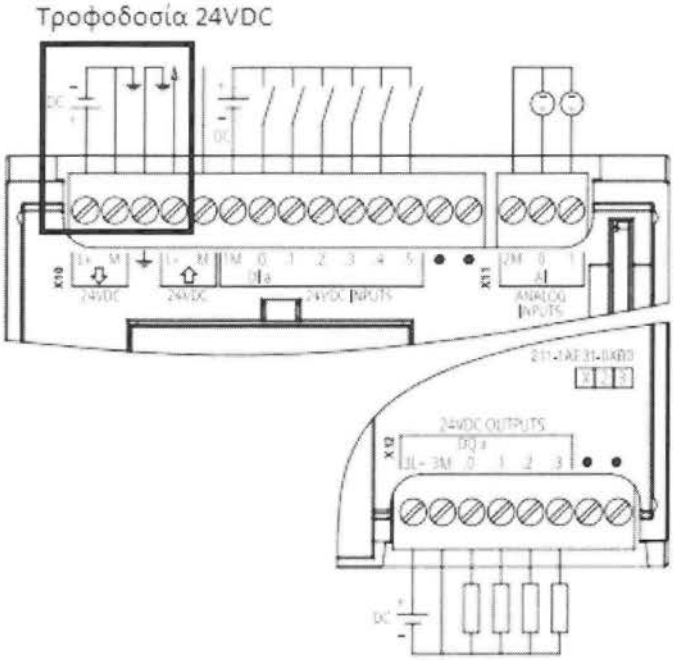
Ονομασία	Λειτουργία
Πλαίσιο στήριξης (Rack)	Ο ρόλος του είναι απλά να στηρίζει τις διάφορες κάρτες που θα συνθέσουν το σύστημα αυτοματισμού.
Τροφοδοτικό PS (Power Supply)	Μετατρέπει την τάση του δικτύου τροφοδοσίας στην κατάλληλη τάση λειτουργίας του PLC
Κεντρική μονάδα επεξεργασίας (Central Processing Unit)	Εκτελεί λειτουργικό πρόγραμμα του PLC και το πρόγραμμα του χρήστη. Ελέγχει τις επικοινωνίες σε ένα MPI δίκτυο
Κάρτες Εισόδων / Εξόδων Ψηφιακές - αναλογικές (Analog- Digital SM)	Προσαρμόζουν τα ηλεκτρικά σήματα από το εξωτερικό περιβάλλον προς την CPU και αντιστρόφως.
Καλώδιο σύνδεσης προγραμματιστή (Ethernet cable)	Συνδέει τη CPU με την συσκευή προγραμματισμού PG (μπορεί ως προγραμματιστής να χρησιμοποιηθεί ένας Η/Υ με adaptor cable).

ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΤΗΡΙΞΗΣ (RACK)

Ο ρόλος του είναι να στηρίζει απλά τις διάφορες κάρτες που θα συνδέσουν το σύστημα αυτοματισμού. Πάνω σε κάθε rack πρέπει να τηρήσουμε μια ορισμένη σειρά στην σύνθεση του συστήματος μας. Στην πρώτη θέση του rack πρέπει να κουμπώσουμε την κάρτα του τροφοδοτικού, στην δεύτερη θέση πρέπει να τοποθετήσουμε την CPU, την τρίτη θέση είτε χρησιμοποιούμε είτε όχι κάρτα διασύνδεσης των rack (IM) πρέπει να την διαθέσουμε για αυτήν, από την τέταρτη θέση και πέρα πάνω στο rack συνδέω τα υπόλοιπα στοιχεία. Αυτά ισχύουν για το αρχικό rack (rack 0), Στα rack επέκτασης ξεκινάμε από την θέση 3 η οποία είναι αφιερωμένη για την κάρτα διασύνδεσης και πέρα. Κάθε rack εκτός από τα σταθερά που έχει (τροφοδοτικό, CPU, κάρτα διασύνδεσης) μπορεί να πάρει άλλες οκτώ κάρτες. Παρακάτω εμφανίζεται το πλαίσιο στήριξης όπως φαίνετε στο λογισμικό Step-7 TIA Portal v11.



ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ PS (Power Supply)

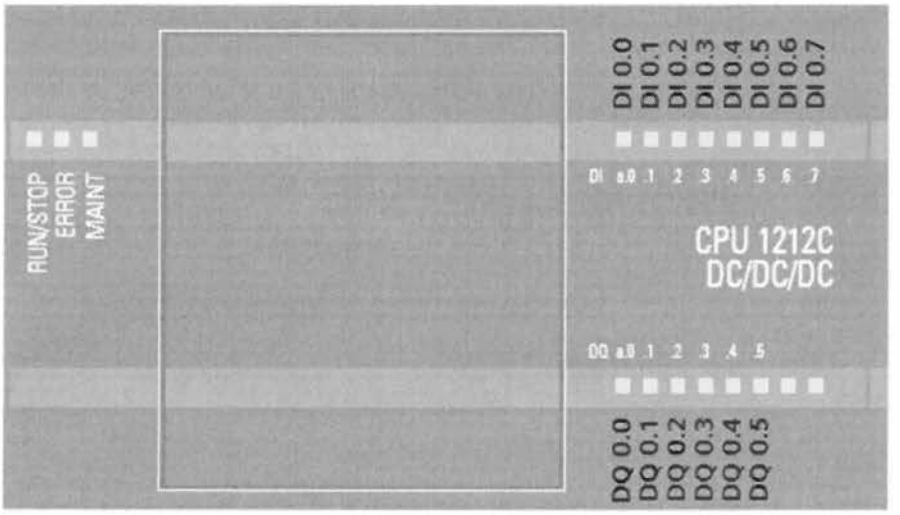


Ο ρόλος του είναι να δημιουργήσει τις αναγκαίες τάσεις που χρειάζεται το PLC για την τροφοδοσία του. Το τροφοδοτικό πρέπει να παρέχει τάση στις εξής λειτουργίες στην άσκηση μας:

- Στην τροφοδοσία του PLC (L+ , M)
- Στην τροφοδοσία των εισόδων μας (1-2-3-4-5-6-7 , Γείωση)
- Στην τροφοδοσία των εξόδων μας (3L+, 3M)

Στην κατασκευή μας, χρησιμοποιούμε ένα τροφοδοτικό GW στα 24VDC. Μορφολογικά αυτό παρουσιάζεται στην επόμενη εικόνα

ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ - CPU



Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας η οποία συνηθίζεται να συμβολίζεται με CPU (Central Processing Unit) είναι ταυτόχρονα ο εγκέφαλος και η κινητήριος δύναμη ενός PLC. Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας πραγματοποιεί πολλαπλές βασικές λειτουργίες:

• Διάβασμα, ερμηνεία και εκτέλεση, με τη σωστή διαδοχή, των οδηγιών, που περιέχονται στην μνήμη.

• Έλεγχο του πρωτοκόλλου επικοινωνίας που έχουμε καθορίσει στο σύστημα μας.

• Αποθήκευση των πληροφοριών .

• Εκτέλεση αριθμητικών πράξεων .

Κατά μια άποψη εάν συγκρίνουμε την CPU με την καλωδιωμένη λογική, τότε η CPU είναι το στοιχείο εκείνο το οποίο πραγματοποιεί τις καλωδιώσεις οι οποίες ζητούνται από τον κύκλο εργασίας της μηχανής ή της εγκατάστασης. Σε αντίθεση όμως από την καλωδιωμένη λογική της οποίας η λειτουργία είναι «παράλληλη», το PLC εκτελεί τις λειτουργίες του με «σειριακό» τρόπο, για τον λόγο αυτό στα PLC είναι χαρακτηριστική η ταχύτητα λειτουργίας των κυκλωμάτων.

Εσωτερικά για CPU περιέχει:

α) ΤΟΝ ΜΙΚΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΗ Αυτός εκτελεί τις εντολές των προγραμμάτων που έχει αποθηκευμένες η μνήμη, καθορίζει την σειρά εκτέλεσης των λειτουργιών του συστήματος και ελέγχει για τυχόν σφάλματα.

β) Η ΜΝΗΜΗ

Η μνήμη μιας CPU χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες.

1. Μνήμη φόρτωσης (Load Memory)

2. Μνήμη εργασίας (Work memory)

3. Μνήμη συστήματος (System memory)

Οι περιοχές (ομάδες) που χωρίζεται η μνήμη συστήματος είναι:

• Μνήμη απεικόνισης εισόδων PII

Σ΄ αυτήν την περιοχή αποθηκεύονται οι τιμές των εισόδων που διαβάζει η CPU από τις κάρτες εισόδου στην αρχή κάθε κύκλου λειτουργίας.

• Μνήμη απεικόνισης εξόδων PIQ

Σ' αυτήν την περιοχή αποθηκεύεται η τιμή κάθε μια από τις χρησιμοποιούμενες εξόδους κατά την χρονική περίοδο του κύκλου λειτουργίας κατά την οποία εκτελείται το πρόγραμμα του χρήστη. Αυτή η περιοχή μνήμης στο τέλος του κύκλου στέλνεται για να ενημερώσει τις κάρτες εξόδου.

• Βοηθητικά M (Memory)

Σ' αυτήν την περιοχή της μνήμης αποθηκεύονται ενδιάμεσα αποτέλεσμα τα οποία έχουν υπολογιστεί κατά την εκτέλεση του προγράμματος.

• Χρονικά T (Timers)

Είναι η περιοχή της μνήμης του συστήματος όπου αποθηκεύονται οι χρόνοι των χρονικών που χρησιμοποιούμε.

• Απαριθμητές C (Counters)

Είναι η περιοχή της μνήμης του συστήματος όπου αποθηκεύονται τα περιεχόμενα των απαριθμητών.

• Τοπικά βοηθητικά L (Local Data)

Είναι η περιοχή της μνήμης του συστήματος όπου αποθηκεύονται προσωρινά δεδομένα ενός μπλοκ που περιέχει κώδικα (π.χ. ενός OB, FB, FC) .Τα τοπικά βοηθητικά έχουν ισχύ όσο τρέχει το συγκεκριμένο μπλοκ το οποία το περιέχει.

• Διαγνωστικά (Diagnostics)

Καταχωρούνται διάφορες ενέργειες που έχουν γίνει στο σύστημα με ώρα και ημερομηνία όπως CPU σε RUN/STOP, βραχυκυκλωμένη κάρτα αναλογικών και άλλα.

Στην οικογένεια S7 – 1200 υπάρχει μια μεγάλη γκάμα από διαφορετικές CPU στην διάθεση του χρήστη. Διαφέρουν κυρίως ως προς το:

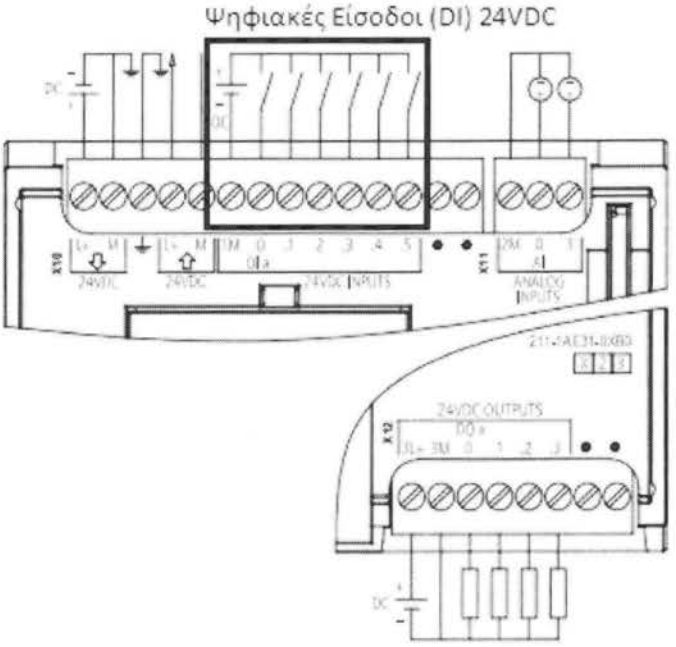
- Εάν έχουν ή όχι ενσωματωμένες εισόδους / εξόδους.

- Εάν έχουν ή όχι ενσωματωμένο profibus DP intarface.

- Πλήθος των εισόδων / εξόδων που υποστηρίζουν

- Μέγεθος της ενσωματωμένης μνήμης RAM

ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΙΣΟΔΩΝ DI (Digital Input)



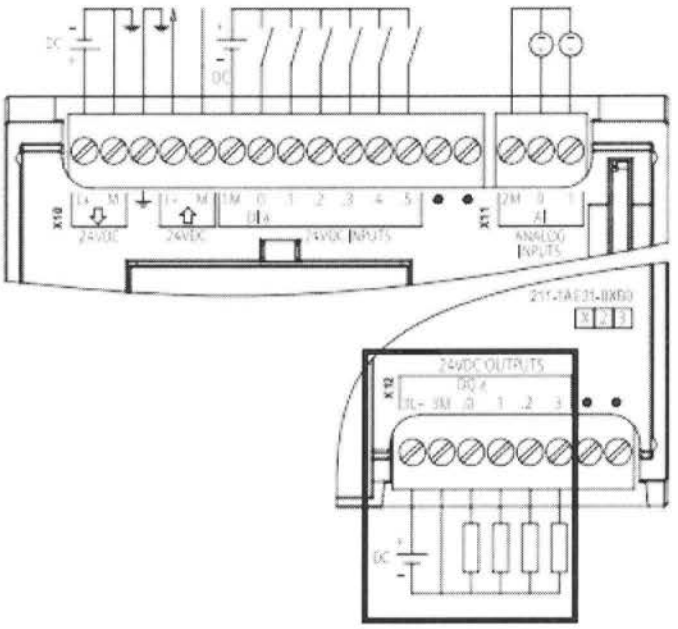
Η χρήση των μονάδων ψηφιακών εισόδων έχει τον σκοπό να μεταφέρει στην CPU τις καταστάσεις των διαφόρων αισθητηρίων ή διακοπτών ελέγχου που χρησιμοποιούμε στην εγκατάσταση.

Μια μονάδα εισόδων έχει 8,16 ή 32 εισόδους ανάλογα με τον τύπο και τάση που χρησιμοποιεί. Οι περισσότερο συνηθισμένες τάσεις για τα σήματα εισόδου είναι 24 VDC ή 230 VAC. Στα όρια μιας κάρτας πρέπει να χρησιμοποιείται η ίδια τάση, στα όρια όμως όλου του συστήματος μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μονάδες ψηφιακών εισόδων με διαφορετικές τάσεις.

Μια κάρτα ψηφιακών εισόδων των 24 VDC αναγνωρίζει σαν σήμα «+1» τα +24 VDC και σαν σήμα «0» τα 0 V. Στις περιπτώσεις εκείνες που υπάρχει διακύμανση στην τάση (μη

σταθεροποιημένο τροφοδοτικό) οι ψηφιακές κάρτες εισόδων έχουν ανοχές. Έτσι σαν σήμα «+1» καταλαβαίνει τις τάσεις από +13 ÷ +30 VDC και σαν σήμα «0» τις τάσεις από –3 ÷ + 5 VDC. Για τις ενδιάμεσες τιμές τάσεων δηλαδή από +6 ÷ +12 VDC δεν είναι δυνατόν να προκαθοριστεί για το πώς θα τις κατανοήσει το PLC. Στην κάτω εικόνα παρουσιάζεται η μορφολογία και η αρχή λειτουργίας μιας ψηφιακής κάρτας εισόδων.

ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΞΟΔΩΝ DO (DIGITAL OUTPUT)



Ψηφιακές Έξοδοι
(DQ/DO) 24VDC

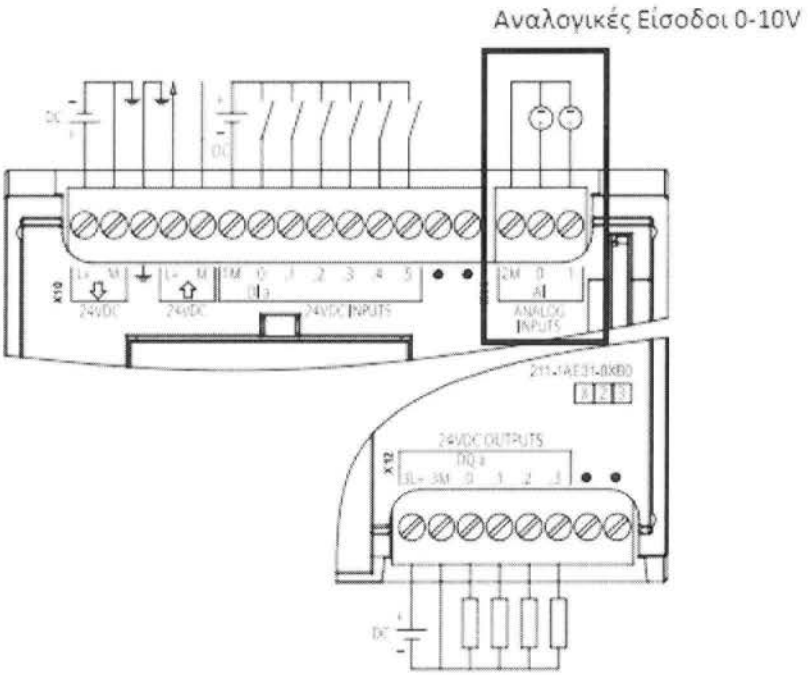
Ο ρόλος τους είναι να μετατρέπουν τις αποφάσεις που παίρνει η CPU σε εντολές προς την εγκατάσταση. Οι αποφάσεις αυτές βρίσκονται καταχωρημένες στην μνήμη απεικόνισης των εξόδων στην CPU και μετατρέπονται σε ηλεκτρικά σήματα από τις κάρτες εξόδων. Οι κάρτες εξόδων λειτουργούν σαν διακόπτες, στους οποίους δίνουμε εμείς την τάση (εξωτερικά) και όταν κλείσει ο διακόπτης η τάση περνάει και πηγαίνει προς το υπόλοιπο κύκλωμα.

Σε αντιστοιχία με τις κάρτες εισόδου το πρώτο χαρακτηριστικό που πρέπει να λάβουμε υπ' όψη μας είναι η τάση και το ρεύμα εξόδου της κάρτας, αυτά θα πρέπει να συμφωνούν με τα αντίστοιχα του φορτίου (π.χ. ρελέ) που θα συνδέσουμε σε κάθε ψηφιακή έξοδο. Μια κάρτα

ψηφιακών εξόδων έχει 8, 16, ή 32 εξόδους ανάλογα με τον τύπο και την τάση που έχουν. Στα όρια μιας κάρτας χρησιμοποιείται πάντοτε η ίδια τάση. Στην κάτω εικόνα παρουσιάζεται η μορφολογία και η αρχή λειτουργίας μιας ψηφιακής κάρτας εξόδων.

Ένα επί πλέον ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των DO είναι το στοιχείο εξόδου (αυτό που παρέχει την ισχύ στο φορτίο). Αυτό συνήθως είναι τρανζίστορ αν πρόκειται για DC κάρτα εξόδων ή triac ή ρελέ εάν πρόκειται για AC κάρτα εξόδου. Όλες οι ψηφιακές έξοδοι είναι γαλβανικά απομονωμένες.

ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΝΑΛΟΓΙΚΩΝ ΕΙΣΟΔΩΝ AI (ANALOG INPUT)



Για να επεξεργαστούμε ηλεκτρικά σήματα, με συνεχή μεταβολή της τιμής τους, στο PLC χρειαζόμαστε κάρτες αναλογικών σημάτων. Οι κάρτες αναλογικών εισόδων έχουν τον ρόλο να διαβάζουν ένα ηλεκτρικό μέγεθος και να το μετατρέπουν σε ένα αριθμό (δυαδική αναπαράσταση) το οποίο πλέον μπορεί η CPU να αναγνωρίσει και να επεξεργαστεί. Οι κάρτες

αναλογικών εισόδων δέχονται ηλεκτρικά σήματα τάσης ή έντασης. Οι τυποποιημένες τιμές έντασης τις οποίες μπορεί να διαβάσει μια αναλογική κάρτα εισόδων είναι 0 –20 mA ή 4 – 20 mA για δε τα σήματα τάσης έχουμε 0 ÷ 10 V ή ± 10 V. Ένα άλλο μέγεθος που μας ενδιαφέρει στην επιλογή μιας κάρτας αναλογικών εισόδων είναι η διακριτική τους ικανότητα (ακρίβεια). Κάθε αναλογικό σήμα καταλαμβάνει χώρο 16 bit.

Ένα ακόμα μεγάλο πλεονέκτημα της σειράς S7 είναι ότι μια αναλογική κάρτα εισόδων μπορεί να γίνει τάσης ή έντασης και να μεταβάλουμε την περιοχή μέτρησης της επεμβαίνοντας τόσο εξωτερικά πάνω στην ίδια την κάρτα όσο και στο software.
Το μοντέλο που διαθέτουμε στην πτυχιακή εργασία είναι το CPU 1212C DC/DC/DC το οποίο περιέχει 2 αναλογικές εισόδους.

ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΝΑΛΟΓΙΚΩΝ ΕΞΟΔΩΝ Α/Ο (Analog Output)

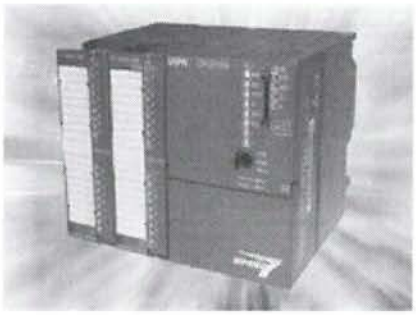
Οι κάρτες αναλογικών εξόδων έχουν τον ρόλο να μετατρέψουν το αριθμητικό μέγεθος με το οποίο «σκέπτεται» η CPU στην κατάλληλη τιμή έντασης ή τάσης ώστε να μπορεί να οδηγηθεί το ανάλογο εξάρτημα που ελέγχει το φυσικό μέγεθος της εγκατάστασης μας.

Όλα τα χαρακτηριστικά των καρτών είναι σε πλήρη αντιστοιχία με αυτή των αναλογικών εισόδων μια και εκτελούν απλώς την αντίστροφη διαδικασία όποτε δεν απαιτείται κάποια ιδιαίτερη συζήτηση.

ΜΟΝΤΕΛΑ PLC

Τα PLC χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες:

1. Unitary PLC



Είναι συνήθως το μικρότερο και το λιγότερο δαπανηρό. Θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε ένα μικρό μηχάνημα ή σε κάποια σταθερή εφαρμογή όπως, έλεγχος πόρτας ή αυτόνομα μέρη ενός συστήματος επιθεώρησης. Δεν είναι όμως επεκτάσιμο, οπότε η κάθε εφαρμογή είναι περιορισμένη στις εισόδους και εξόδους του βασικού PLC. Υπάρχουν όμως κάποια πολύ δυνατά μοντέλα με ενσωματωμένα GSM, έγχρωμες οθόνες και εξυπηρετητές ιστού. Τα περισσότερα μοντέλα διαθέτουν 1 με 2 αναλογικά κανάλια I/O καθώς επίσης και μια είσοδο υψηλής ταχύτητας και έξοδο με παλμούς για να έχουμε και απλό έλεγχο κίνησης.

2. Modular PLC

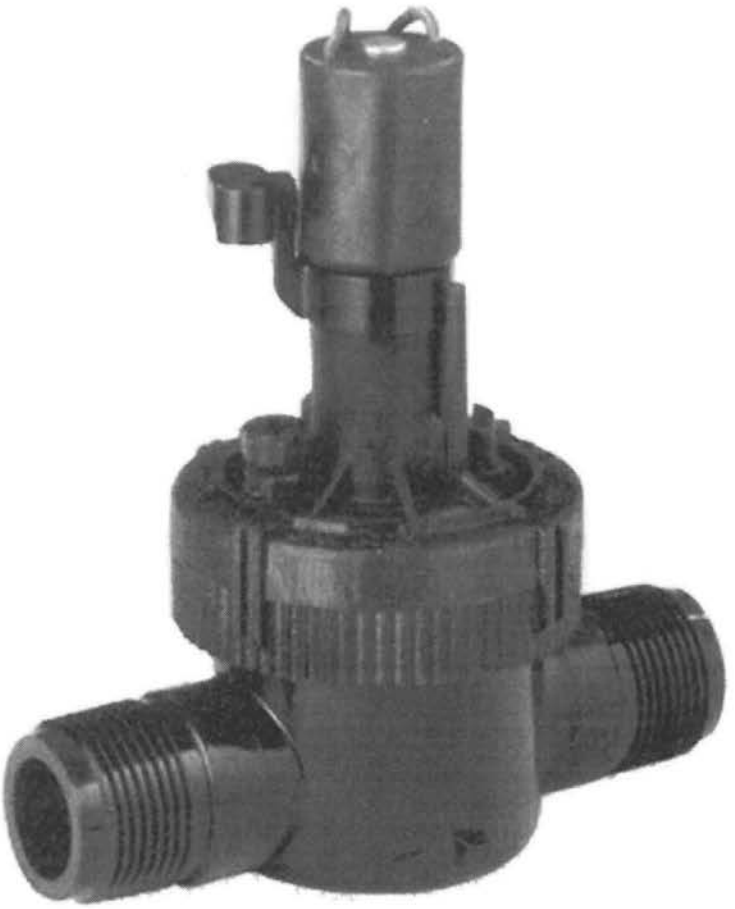
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

Τα modular plc από μόνα τους έχουν έναν επεξεργαστή με ενσωματωμένα λίγα ή καθόλου I/O. Κατά κανόνα κουμπώνουν πάνω σε ράγες DIN και πολλές φορές απαιτούν ξεχωριστή τροφοδοσία. Πρόσθετες I/O κουμπώνουν στην DIN ράγα και συνδέονται στο επεξεργαστή ή στην ακριβώς διπλανή προέκταση. Τα συγκεκριμένα PLC χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπου έχουμε ανάγκη από υψηλό αριθμό I/O ή όταν χρησιμοποιούνται ειδικές μονάδες όπως κωδικοποιητές τετραγωνισμού, είσοδοι θερμοστοιχείων κ.α. Είναι επίσης χρήσιμα σε μικρές εφαρμογές που έχουν διαθέσιμες επιλογές ή «αναβαθμίσεις» στον τελικό χρήστη. Τα συστήματα μπορούν να επεκταθούν (εντός ορισμένων ορίων) χωρίς την προσθήκη επιπλέον χώρου στο rack.

3. Rack-style

Τα Plc σε στυλ Rack είναι συνήθως πιο ακριβά, πιο επεκτάσιμα και πιο ισχυρά από τα unitary και modular μοντέλα. Το rack προσφέρει τέτοια δύναμη στην επικοινωνία που αυξάνεται σημαντικά ο ο ρυθμός επικοινωνίας μεταξύ του επεξεργαστή και των μονάδων καθώς επιτρέπει σε κάποιες ειδικές μονάδες να επικοινωνούν μεταξύ τους χωρίς να είναι απαραίτητη η μεσολάβηση του επεξεργαστή. Σε ορισμένες μάρκες πολλαπλοί επεξεργαστές μπορεί να βρίσκονται στο ίδιο rack και να μοιράζονται τις εισόδους. Τα racks επιτρέπουν επιπλέον επεξεργαστές για κρίσιμα συστήματα, όπως αντλίες λυμάτων ή συστήματα ελέγχου πυρκαγιάς. Η γκάμα μονάδων που διατίθενται για τα συστήματα rack είναι πολύ πιο εκτεταμένη από ό, τι modular συστήματα. Ο αριθμός των διαθέσιμων I / O είναι επίσης πολύ υψηλότερος στα συστήματα rack. Συγκεκριμένα αντιστοιχούν γύρω στις 1000 για ορισμένα modular PLCs έναντι πάνω από 100.000 για σύστημα rack της ίδιας εταιρίας.

Κεφάλαιο 3^{ο} : "ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΝΕΣ"



Ένα από τα πιο σημαντικά εργαλεία της εργασίας μας είναι και η ηλεκτροβάνα ή ηλεκτροβαλβίδα. «Ηλέκτρο» και «βάνα» (ή βρύση), είναι μια βρύση η οποία χρειάζεται ηλεκτρική τροφοδοσία για να ανοίξει και κλείσει. Συγκεκριμένα μετατρέπει την ηλεκτρική δύναμη που παράγεται από το τροφοδοτικό σε μαγνητική έτσι ώστε να ελέγχει και να κινεί ένα έμβολο το οποίο ανοίγει και κλείνει την ηλεκτροβάνα μας.

Οι ηλεκτροβάνες είναι τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα στοιχεία στον έλεγχο των ρευστών. Η δουλεία τους είναι να κλείνουν, να απελευθερώνουν , να δοσολογούν, να διανέμουν ή αναμιγνύουν υγρά. Υπάρχει μεγάλο εύρος λειτουργιών που βρίσκουν εφαρμογή. Οι ηλεκτροβάνες προσφέρουν γρήγορη και ασφαλή μεταγωγή, υψηλή αξιοπιστία , μεγάλη διάρκεια ζωής , καλή συμβατότητα των υλικών που χρησιμοποιούνται , χαμηλή ισχύ ελέγχου και συμπαγή σχεδιασμό.

Οι ηλεκτροβάνες χαρακτηρίζονται επίσης από το πώς λειτουργούν. Μία κατά προσέγγιση σχέση μεταξύ της απαιτούμενης δύναμη Fs , της πίεσης του ρευστού P , και της διαμέτρου του στομίου που ρέει το υγρό (προς/από) είναι :

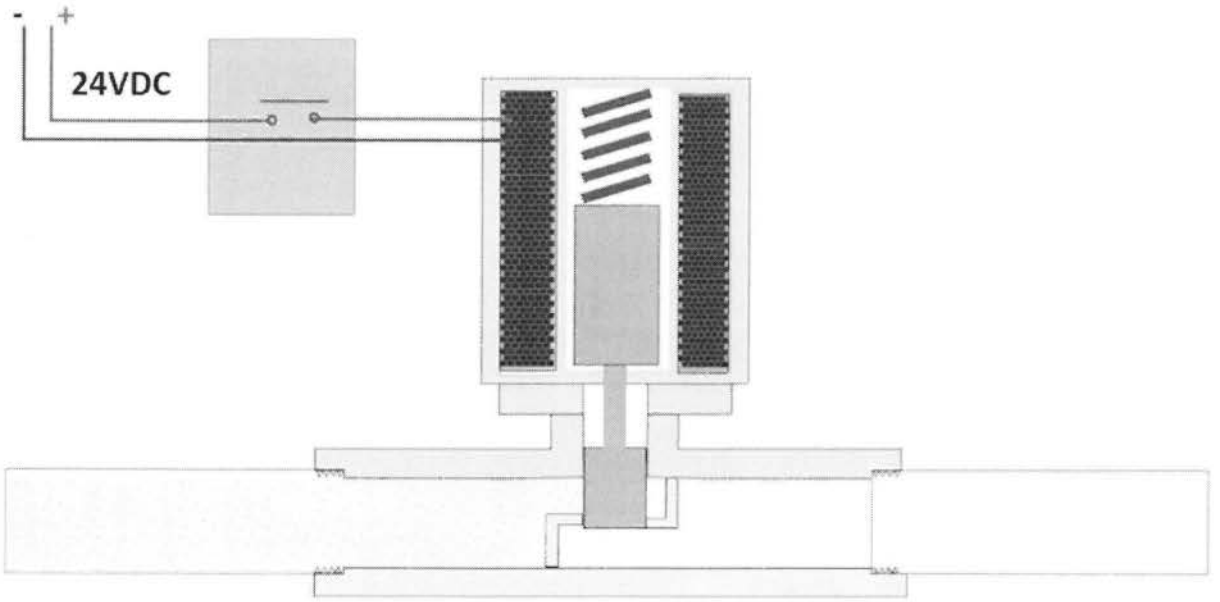
$$F_s = PA = P\pi d^2/4$$

Όπου d είναι η διάμετρος του στομίου. Μια τυπική ισχύς (Fs) μπορεί να είναι 15 N (3,4 lbf). Μια εφαρμογή μπορεί να είναι μια χαμηλή πίεση (π.χ. 10 λίβρες ανά τετραγωνική ίντσα (69 kPa)) αερίου με ένα μικρό στόμιο διαμέτρου (π.χ., 3/8 in (9,5 χιλ.) για μια περιοχή στομίου 0,11 τετραγωνικά σε (7,1 χ 10 - 5 m2) και κατά προσέγγιση ισχύ 1,1 lbf (4,9 N)).

Οι ηλεκτροβάνες χαρακτηρίζονται επίσης από τον τρόπο λειτουργίας τους. Η λειτουργία μιας ηλεκτροβάνας είναι ως εξής:

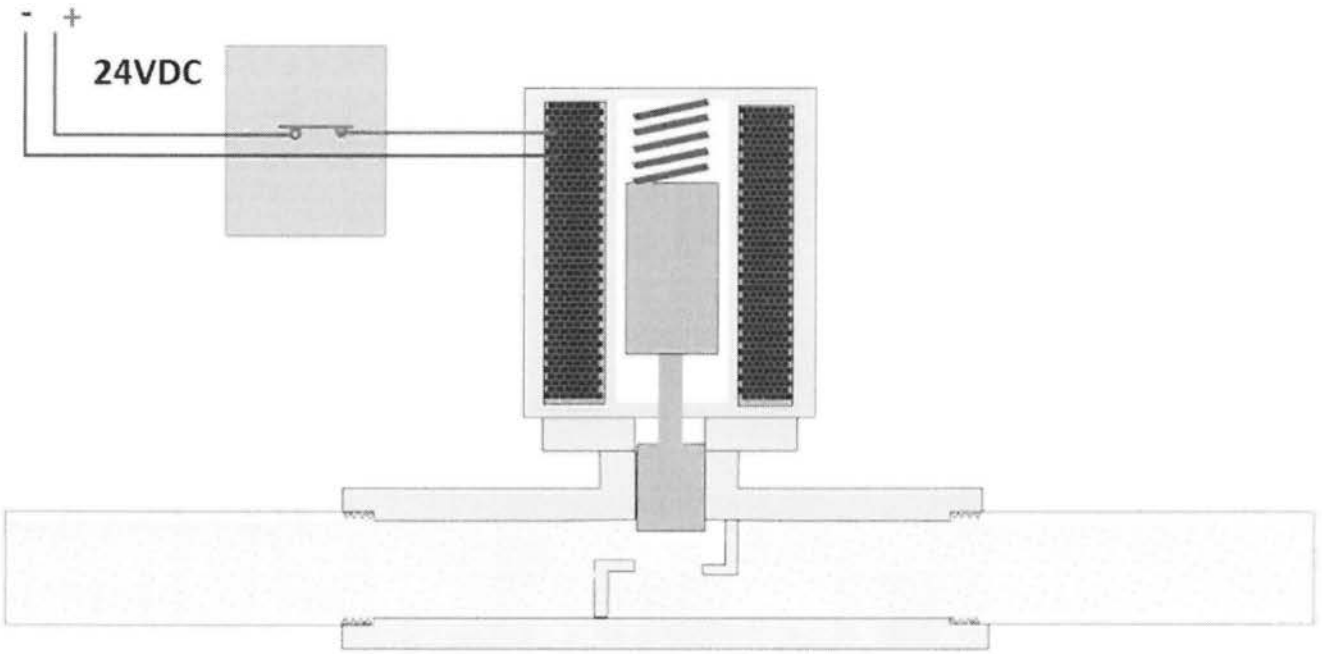
- Κατάσταση: Ανοιχτό κύκλωμα (αρχική κατάσταση)

Εδώ βλέπουμε την αρχική κατάσταση του κυκλώματος οπού δεν το διαπερνάει ρεύμα, άρα το πηνίο της ηλεκτροβάνας δεν είναι φορτισμένο, άρα το έμβολο παραμένει στην θέση του εμποδίζοντας την διέλευση του υγρού.



➢ Κατάσταση: Κλειστό κύκλωμα

Εδώ βλέπουμε την κατάσταση όπου το κύκλωμα μας είναι ενεργοποιημένο και το πηνίο της ηλεκτροβάνας είναι υπό τάση άρα «τραβάει» το έμβολο προ τα πάνω και έτσι έχουμε διέλευση του υγρού.



Όπως παρατηρήσαμε η λειτουργία μια ηλεκτροβάνας είναι αρκετά απλή. Μερικά επιπλέον χαρακτηριστικά τα οποία χρήζουν παρατήρησης είναι:

- ✓ Υπερθέρμανση του πηνίου. Όταν το κύκλωμα κλείνει και το ρεύμα διαπερνάει το πηνίο παράγεται θερμική ενέργεια.
- ✓ Η ηλεκτροβάνα έχει μόνο μια ροή για το υγρό, η φορά της οποίας αναγράφετε πάνω στην ηλεκτροβάνα.

Εξαρτήματα

Η κατασκευή μιας ηλεκτροβαλβίδας αποτελείται από πολλά εξαρτήματα. Τα πιο συνηθισμένα από αυτά είναι:

1. Solenoid subassembly
    - Retaining clip (a.k.a. coil clip)
    - Solenoid coil (with magnetic return path)
    - Core tube (a.k.a. armature tube, plunger tube, solenoid valve tube, sleeve, guide assembly)
    - Plugnut (a.k.a. fixed core)
    - Shading coil (a.k.a. shading ring)
    - Core spring (a.k.a. counter spring)

Core (a.k.a. plunger, armature)

2. Core tube–bonnet seal
3. Bonnet (a.k.a. cover)
4. Bonnet–diaphram–body seal
5. Hanger spring
6. Backup washer
7. Diaphram
    - Bleed hole
8. Disk
9. Valve body
    - Seat

Το κεντρικό έμβολο (core tube) είναι το μαγνητικό εξάρτημα που κινείται όταν η ηλεκτροβάνα ενεργοποιείται. Το έμβολο είναι ομοαξονικό με την κίνηση της ηλεκτροβάνας. Η κίνηση του εμβόλου εμποδίζει ή απελευθερώνει την ροή του ρευστού. Όταν το πηνίο δεν είναι ενεργοποιημένο , το ελατήριο θα κρατήσει το έμβολο στην κανονική του θέση.

Το plugnut είναι επίσης ομοαξονικό .

Το έμβολο περιέχει και καθοδηγεί τον πυρήνα . Επίσης διατηρεί το plugnut και μπορεί να εμποδίζει το υγρό . Για να βελτιστοποιήσουν την κίνηση του πυρήνα, το έμβολο να είναι μη-μαγνητικό. Εάν το έμβολο ήταν μαγνητικό , τότε θα δημιουργεί μια διαδρομή διακλάδωσης για τις γραμμές του πεδίου . Σε ορισμένους σχεδιασμούς , το έμβολο είναι ένα κλειστό μεταλλικό κέλυφος που παράγεται με κοίλανση. Ένας τέτοιος σχεδιασμός απλοποιεί τα προβλήματα στεγανοποίησης , διότι το υγρό δεν μπορεί να διαφύγει από το περίβλημα , αλλά ο σχεδιασμός αυτός επίσης αυξάνει την μαγνητική αντίσταση διαδρομής , επειδή η μαγνητική διαδρομή πρέπει να διασχίσει το πάχος του πυρήνα σωλήνα δύο φορές: μία κοντά στην plugnut και μία φορά κοντά στον πυρήνα . Σε ορισμένα άλλα σχέδια, το έμβολο δεν είναι κλειστό , αλλά ένας ανοικτός σωλήνας που γλιστρά πάνω από το ένα άκρο του plugnut . Για να διατηρήσει το plugnut , το έμβολο θα μπορούσε να τσακίζεται στην plugnut . Ένα στεγανοποιητικό δακτύλιο μεταξύ του σωλήνα και του plugnut θα εμποδίσει το υγρό να διαφύγει.

Το σωληνοειδές πηνίο αποτελείται από πολλές σπείρες σύρματος χαλκού που περιβάλλουν τον πυρήνα του σωλήνα και επάγουν την κίνηση του πυρήνα. Το πηνίο είναι συχνά έγκλειστα σε εποξική . Το πηνίο έχει επίσης ένα σιδερένιο πλαίσιο που παρέχει μια μικρή μαγνητική αντίσταση διαδρομής.

Υλικά

Το υλικό της ηλεκτροβάνας πρέπει να είναι συμβατό με το ρευστό. Κοινά υλικά είναι:

- Ορείχαλκο
- ανοξείδωτο χάλυβα αλουμίνιο
- πλαστικό

Οι σφραγίδες πρέπει να είναι συμβατές με το ρευστό.

Για να απλοποιηθεί το ζήτημα της στεγανοποίησης, το plugnut, πυρήνα, ελατήρια, δαχτυλίδι σκίασης, και τα άλλα συστατικά συχνά εκτίθενται στο ρευστό, καθώς πρέπει και αυτά να είναι συμβατά. Οι απαιτήσεις παρουσιάζουν κάποια ιδιαίτερα προβλήματα. Το έμβολο πρέπει να είναι μη-μαγνητικό πεδίο για να περάσει την ηλεκτρομαγνητικό πεδίο μέσω της plugnut και του πυρήνα. Η plugnut και ο πυρήνας χρειάζονται ένα υλικό με καλές μαγνητικές ιδιότητες, όπως ο

σίδηρος, αλλά ο σίδηρος είναι επιρρεπής σε διάβρωση. Ανοξείδωτοι χάλυβες μπορούν να χρησιμοποιηθούν διότι υπάρχουν μαγνητικές και μη μαγνητικές ποικιλίες. Για παράδειγμα, μια ηλεκτροβάνα θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει ανοξείδωτο χάλυβα 304 για το σώμα, ανοξείδωτο χάλυβα 305 για το έμβολο, ανοξείδωτο χάλυβα 302 για τα ελατήρια, και 430 F ανοξείδωτο χάλυβα για τον πυρήνα και plugnut. Έχοντας λοιπόν στο μυαλό μας.

Χρήσεις

- Ηλεκτροβάνες χρησιμοποιούνται σε πνευματικά και υδραυλικά συστήματα, για τον έλεγχο των κυλίνδρων, υδροκίνητων μηχανών ή για μεγαλύτερες βιομηχανικές βαλβίδες.
- Αυτόματα συστήματα άρδευσης χρησιμοποιούν επίσης ηλεκτροβάνες με έναν αυτόματο ελεγκτή.
- Οικιακά πλυντήρια ρούχων και πιάτων χρησιμοποιούν ηλεκτροβάνες για να ελέγχει την είσοδο του νερού στο μηχάνημα.
- Χρησιμοποιούνται σε οδοντιατρικές καρέκλες για τον έλεγχο της ροής αέρα και του νερού.
- Στη βιομηχανία paintball, οι σωληνοειδείς βαλβίδες συνήθως αναφέρεται απλώς ως "πηνία".
- Συνήθως χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο μιας μεγαλύτερης βαλβίδας που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του προωθητικού (συνήθως συμπιεσμένος αέρας ή CO2).
- Εκτός από αυτό, αυτές οι βαλβίδες χρησιμοποιούνται σε συστήματα καθαρισμού νερού οικιακής χρήσης (συστήματα RO).

Κεφάλαιο 4ο: "Χαρακτηριστικά που καθιστούν τα PLC θεμελιώδη για τον βιομηχανικό έλεγχο."

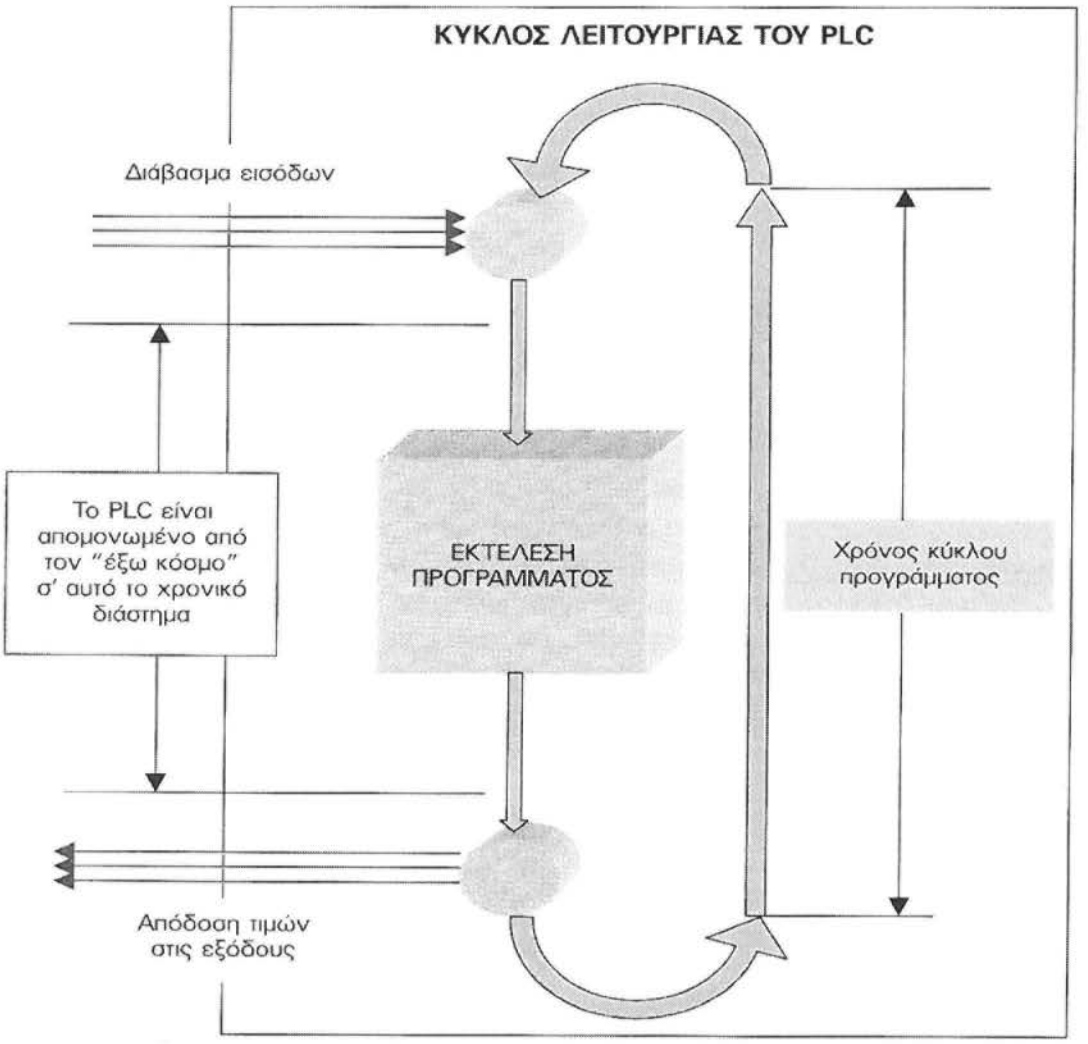
Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλύσουμε γιατί τα PLC είναι ο βασικός τρόπος ελέγχου στις βιομηχανίες. Ποια χαρακτηριστικά τα καθιστούν τόσο δημοφιλή;

Αντοχή

Η βασική διαφορά των PLC από άλλους υπολογιστές είναι η ανθεκτικότητα τους σε πολύ δύσκολες καταστάσεις (όπως η σκόνη, υγρασία, ζέστη, κρύο) και ότι έχουν πληθώρα ρυθμίσεων για εισόδους/εξόδους. Αυτές οι είσοδοι έξοδοι συνδέουν το PLC με τους αισθητήρες και τους ενεργοποιητές. Κάποια χρησιμοποιούν ακόμη και μηχανική όραση. Τα PLC έχουν την δυνατότητα να διαβάσουν διακόπτες ορίου, αναλογικές μεταβλητές των διαδικασιών (π.χ. θερμοκρασία και πίεση) καθώς και τις θέσεις πολύπλοκων συστημάτων εντοπισμού θέσης. Από την πλευρά του ενεργοποιητή, τα PLCs μπορούν να λειτουργούν ηλεκτροκινητήρες, πνευματικούς ή υδραυλικούς κυλίνδρους, μαγνητικά ρελέ, πηνία, ή αναλογικές εξόδους. Οι ρυθμίσεις εισόδου / εξόδου μπορούν να γραφτούν σε ένα απλό PLC, ή το PLC μπορεί να έχει εξωτερικές μονάδες I / O που συνδέονται σε ένα δίκτυο υπολογιστών που συνδέεται με το PLC.

Σάρωση

Ένα από τα πιο απλά αλλά πολύ σημαντικό σημείο που πρέπει να κατανοήσουμε είναι ο λεγόμενος κύκλος λειτουργίας μιας CPU. Ο κύκλος αυτός (scan cycle) παρουσιάζεται στο



Ένα πρόγραμμα PLC γενικά εκτελείται επανειλημμένα όσο το ελεγχόμενο σύστημα είναι σε λειτουργία. Η κατάσταση των φυσικών σημείων εισόδου αντιγράφεται σε μια περιοχή της μνήμης προσβάσιμη στον επεξεργαστή , που μερικές φορές ονομάζεται " I / O image table". Το πρόγραμμα στη συνέχεια, εκτελείτε από την πρώτη εντολή στο σκαλί μέχρι το τελευταίο σκαλοπάτι (rung). Χρειάζεται κάποιον χρόνο ο επεξεργαστής του PLC να αξιολογήσει όλες τις βαθμίδες και να ενημερώσει τον image table "I / O" με την κατάσταση των αποτελεσμάτων.

Αυτός ο χρόνος σάρωσης μπορεί να είναι μερικά χιλιοστά του δευτερολέπτου για ένα μικρό πρόγραμμα ή αν έχουμε ένα γρήγορο επεξεργαστή , αλλά παλαιότερα PLCs που τρέχουν πολύ μεγάλα προγράμματα έχουν πολύ μεγαλύτερους χρόνους (για παράδειγμα , έως και 100 ms). Εάν ο χρόνος σάρωσης πάρει πάρα πολύ ώρα, η απόκριση του PLC για την επεξεργασία συνθηκών θα ήταν πάρα πολύ αργή για να είναι χρήσιμη. Όπως για τα PLCs έτσι αναβαθμιστήκαν ,αναπτύχθηκαν μέθοδοι για να αλλάξετε τη σειρά εκτέλεσης της σκάλας και μέθοδοι για την δημιουργία υπορουτίνων. Αυτός ο απλοποιημένος προγραμματισμό θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να εξοικονομήσετε χρόνο σάρωσης (scan time) για διαδικασίες υψηλής ταχύτητας. Για παράδειγμα , τμήματα του προγράμματος που χρησιμοποιούνται μόνο για τη ρύθμιση του μηχανήματος μπορεί να διαχωρίζονται από τα τμήματα εκείνα που απαιτούνται για να λειτουργούν σε υψηλότερη ταχύτητα.

Ειδικές μονάδες I / O, όπως μονάδες χρονοδιακόπτη, μονάδες μετρητή όπως κωδικοποιητές , μπορούν να χρησιμοποιηθούν εκεί όπου ο χρόνος σάρωσης του επεξεργαστή είναι πολύ μεγάλος για να είναι αξιόπιστος. Τα σχετικά αργά PLCs μπορεί ακόμη να ερμηνεύσει τις τιμές που υπολογίζονται για τον έλεγχο μιας μηχανής , αλλά η συσσώρευση των παλμών γίνεται με μια ειδική μονάδα που δεν επηρεάζεται από την ταχύτητα της εκτέλεσης του προγράμματος .

Κλιμάκωση συστήματος

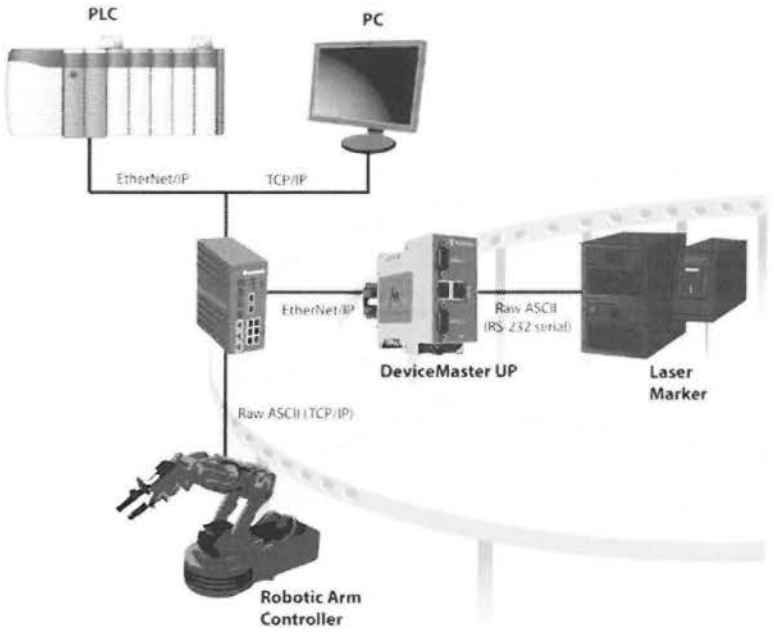
Ένα μικρό PLC θα έχει ένα σταθερό αριθμό των συνδέσεων για τις εισόδους και εξόδους. Συνήθως, οι επεκτάσεις είναι διαθέσιμες, αν και το βασικό μοντέλο έχει ανεπαρκή I / O.

Τα Modular PLCs έχουν ένα σασί (που ονομάζεται επίσης ένα ράφι), μέσα στο οποίο τοποθετούνται ενότητες με διαφορετικές λειτουργίες. Ο επεξεργαστής και η επιλογή των μονάδων I / O είναι προσαρμοσμένες για τη συγκεκριμένη εφαρμογή. Πολλά ράφια (racks) μπορούν να χορηγηθούν με έναν επεξεργαστή, και μπορεί να έχουν χιλιάδες εισόδους και εξόδους. Μια ειδική υψηλής ταχύτητας σειριακή σύνδεση I / O χρησιμοποιείται έτσι ώστε τα ράφια μπορούν να διανεμηθούν μακριά από τον επεξεργαστή, μειώνοντας το κόστος καλωδίωσης για τις μεγάλες μονάδες.

Διεπαφή χρήστη

Τα PLCs μπορεί να χρειαστεί να αλληλεπιδρούν με τους ανθρώπους για τους σκοπούς της διαμόρφωσης, την υποβολή εκθέσεων συναγερμού ή για καθημερινό έλεγχο. Μια διεπαφή ανθρώπου-μηχανής (HMI) χρησιμοποιείται για το σκοπό αυτό. Οι HMIs αναφέρεται επίσης ως διεπαφές ανθρώπου-μηχανής (MMIs) και γραφικές διεπαφές χρήστη (GUIs). Ένα απλό σύστημα μπορεί να χρησιμοποιεί τα πλήκτρα και φώτα για να αλληλεπιδρά με το χρήστη. Οθόνες με κείμενο είναι διαθέσιμα, καθώς και γραφικές οθόνες αφής. Πιο πολύπλοκα συστήματα χρησιμοποιούν το λογισμικό προγραμματισμού και παρακολούθησης που έχει εγκατασταθεί σε έναν υπολογιστή, με το PLC να συνδέεται μέσω μιας διεπαφής.

Επικοινωνία

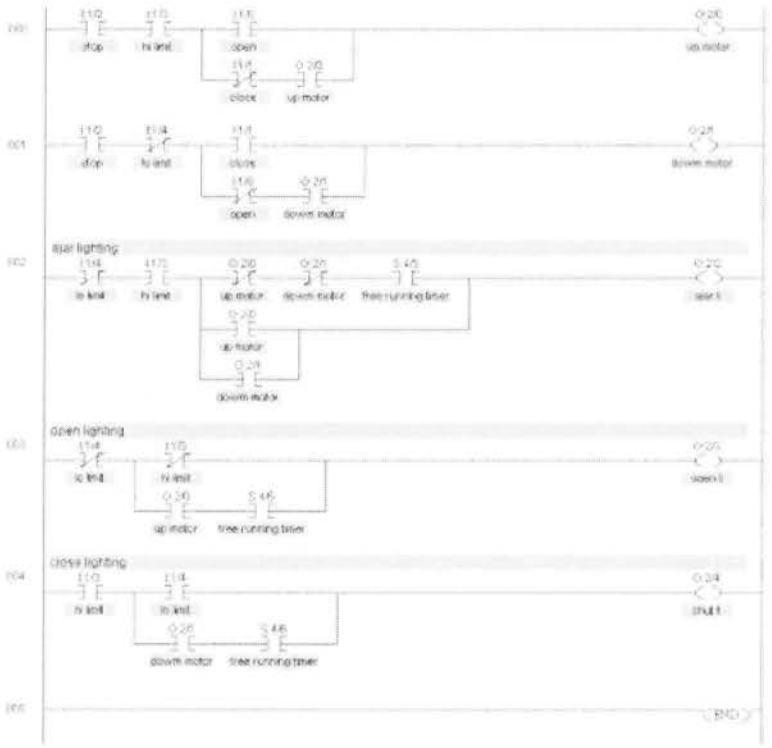


PLCs έχουν κατασκευαστεί σε θύρες επικοινωνίας, συνήθως 9-pin RS-232, αλλά και σε EIA-485 ή Ethernet. Modbus, BACnet ή DF1 συνήθως περιλαμβάνονται ως πρωτόκολλα επικοινωνίας. Άλλες επιλογές περιλαμβάνουν διάφορες fieldbuses όπως DeviceNet ή Profibus. Τα άλλα πρωτόκολλα επικοινωνίας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν περιλαμβάνονται στον κατάλογο των πρωτοκόλλων αυτοματισμού.

Τα περισσότερα σύγχρονα PLCs μπορούν να επικοινωνήσουν πάνω από ένα δίκτυο σε κάποιο άλλο σύστημα, όπως με έναν υπολογιστή που εκτελεί ένα σύστημα ή ένα πρόγραμμα περιήγησης web SCADA (Data Acquisition Εποπτικού Ελέγχου).

Τα PLCs χρησιμοποιούνται σε μεγαλύτερα συστήματα I / O και μπορούν να έχουν peer-to-peer (P2P) επικοινωνία μεταξύ των επεξεργαστών. Αυτό επιτρέπει χωριστά μέρη μιας σύνθετης διαδικασίας να έχουν ατομικό έλεγχο, επιτρέποντας ταυτόχρονα στα υποσυστήματα να συντονιστούν μέσω της ζεύξης επικοινωνίας. Αυτές οι συνδέσεις επικοινωνίας χρησιμοποιούνται επίσης συχνά για συσκευές HMI, όπως πληκτρολόγια ή σταθμούς εργασίας PC τύπου.

Προγραμματισμός



Τα προγράμματα PLC συνήθως είναι γραμμένα σε μια ειδική εφαρμογή σε έναν προσωπικό υπολογιστή , στη συνέχεια, φορτώνονται από ένα καλώδιο απευθείας σύνδεσης ή μέσω ενός δικτύου στο PLC. Το πρόγραμμα αποθηκεύεται στο PLC είτε σε ειδική RAM ή κάποια άλλη μνήμη (μη-πτητική φλας). Συχνά , ένα ενιαίο PLC μπορεί να προγραμματιστεί για να αντικαταστήσει χιλιάδες ρελέ.

Σύμφωνα με το πρότυπο IEC 61131-3 , PLCs μπορεί να προγραμματιστεί με τη χρήση πρότυπων γλωσσών προγραμματισμού. Μια γραφική σημειογραφία προγραμματισμού που ονομάζεται Sequential Function Charts είναι διαθέσιμή σε ορισμένα PLC . Αρχικά τα περισσότερα PLCs χρησιμοποιούσαν Ladder Logic Διάγραμμα για να προγραμματιστούν, ένα μοντέλο που μιμήθηκε τις ηλεκτρομηχανικές συσκευές του πίνακα ελέγχου (όπως η επαφή και πηνία των ρελέ), τα οποία τα PLCs έχουν αντικαταστήσει. Αυτό το μοντέλο παραμένει μέχρι σήμερα .

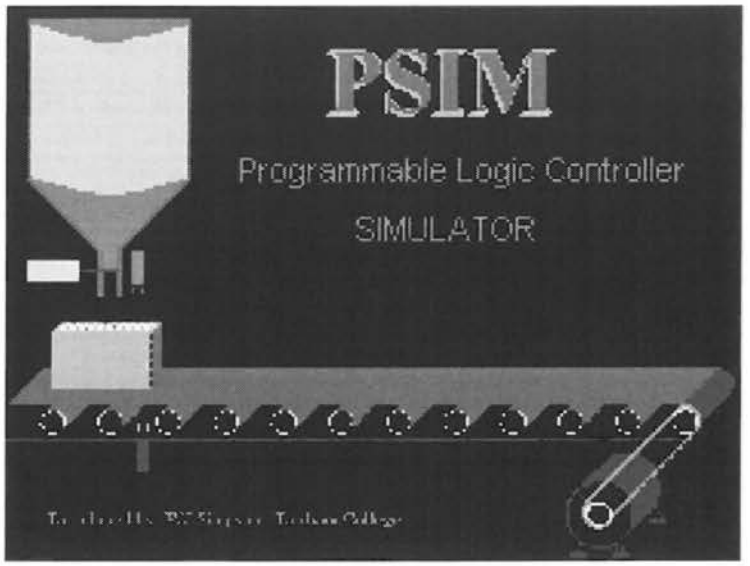
Το πρότυπο IEC 61131-3 ορίζει σήμερα πέντε γλώσσες προγραμματισμού για προγραμματιζόμενα συστήματα ελέγχου : λειτουργικό μπλοκ διάγραμμα (FBD) , Ladder diagram (LD) , δομημένο κείμενο (structure text/ST παρόμοιοο με τη γλώσσα προγραμματισμού Pascal) , λίστα εντολών (instruction list/ IL παρόμοιο με συμβολική γλώσσα) και διαδοχικό διάγραμμα λειτουργίας (SFC) . Αυτές οι τεχνικές δίνουν έμφαση λογική οργάνωση των εργασιών.

Ενώ οι θεμελιώδεις έννοιες του προγραμματισμού των PLC είναι κοινές σε όλους τους κατασκευαστές , οι διαφορές στην διευθυνσιοδότηση των I / O, στην οργάνωση της μνήμης και στον τρόπο λειτουργίας σημαίνει ότι τα προγράμματα PLC δεν είναι ποτέ απόλυτα εναλλάξιμα μεταξύ των διαφόρων κατασκευαστών . Ακόμη και μέσα στην ίδια γραμμή προϊόντων ενός ενιαίου κατασκευαστή , διαφορετικά μοντέλα μπορεί να μην είναι άμεσα συμβατά.

Ασφάλεια

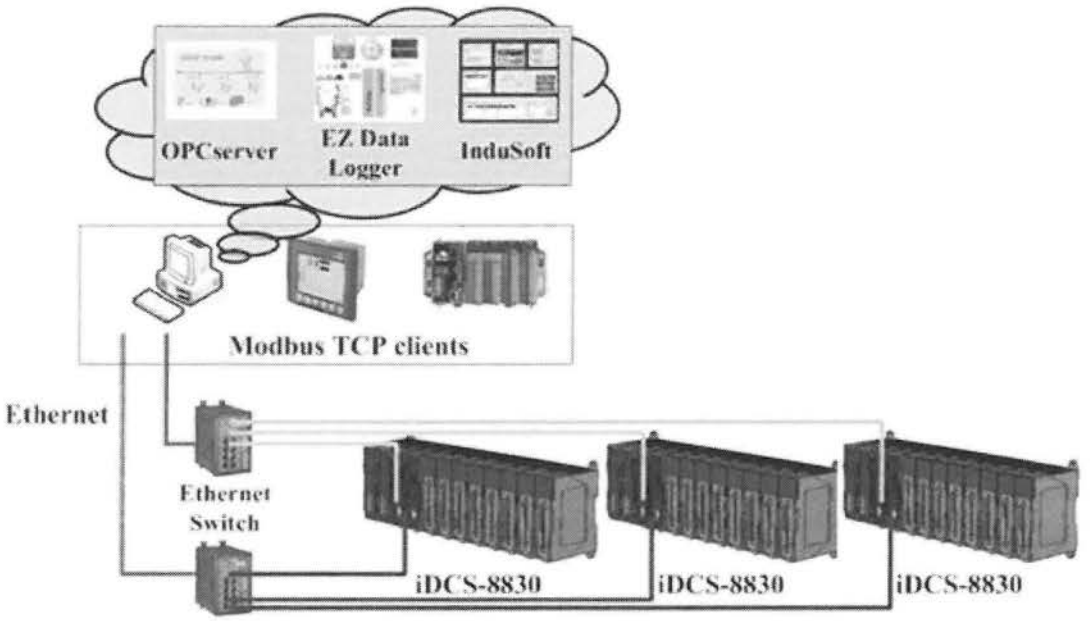
Πριν από την ανακάλυψη του ιού υπολογιστών Stuxnet τον Ιούνιο του 2010, η ασφάλεια των PLCs λάμβανε λίγη προσοχή. Τα PLCs γενικά περιέχουν ένα λειτουργικό σύστημα πραγματικού χρόνου, όπως OS-9 ή VxWorks και είναι τόσο επιρρεπή στα προβλήματα και τις επιθέσεις όσο και τα λειτουργικά συστήματα desktop υπολογιστή, όπως τα Microsoft Windows. Ένας ιός μπορεί να μεταφερθεί στο PLC ακόμη και μέσω της σύνδεσής του με έναν ήδη προσβεβλημένο υπολογιστή.

Προσομοίωση



Για να κατανοηθεί σωστά τη λειτουργία του PLC, είναι αναγκαίο να δαπανήσει κάποιος μεγάλο χρονικό διάστημα στον προγραμματισμό, τον έλεγχο, και την απασφαλμάτωση των προγραμμάτων PLC. Καταρχάς τα PLCs είναι αρκετά ακριβά και κάθε φορά που χρειάζεται να αναπτύξουμε και άλλο την ήδη υπάρχουσα λειτουργία γίνετε και δαπανηρό. Επιπλέον, εάν ένα PLC είναι προγραμματισμένο λανθασμένα μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια παραγωγικότητας και επικίνδυνες συνθήκες λογισμικό προσομοίωσης PLC είναι ένα πολύτιμο εργαλείο για την κατανόηση και την εκμάθηση των PLCs καθώς και για να κρατήσει αυτή τη γνώση ενημερωμένη. Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση εργαλείων προσομοίωσης PLC όπως RSLogix είναι ότι εξοικονομούν χρόνο στο σχεδιασμό των αυτοματοποιημένων εφαρμογών ελέγχου και μπορούν επίσης να αυξήσουν το επίπεδο της ασφάλειας που σχετίζονται με τον εξοπλισμό, δεδομένου ότι υπάρχει η δυνατότητα να ελεγχθούν και να δοκιμαστούν πολλά "what if" σενάρια πριν το σύστημα ενεργοποιηθεί.

Πλεονασμός



Ορισμένες ειδικές διαδικασίες θα πρέπει να εργάζονται σε μόνιμη βάση, με την ελάχιστη ανεπιθύμητη διακοπή. Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητο να σχεδιάσουμε ένα σύστημα το οποίο είναι ανεκτική σε σφάλματα και ικανά να αντέξουν τη διαδικασία με ελαττωματικά στοιχεία. Σε τέτοιες περιπτώσεις, για να αυξηθεί η διαθεσιμότητα του συστήματος σε περίπτωση βλάβης ενός εξαρτήματος υλικού, περιττές μονάδες CPU ή I / O με την ίδια λειτουργικότητα μπορούν να προστεθούν με τη διαμόρφωση υλικού για την πρόληψη ολικής ή μερικής διακοπή λειτουργίας που θα οφείλεται σε πρόβλημα υλικού οποιουδήποτε είδους.

Σύγκριση PLC με άλλα συστήματα αυτόματου ελέγχου

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ PLC ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟΝ ΚΛΑΣΙΚΟ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟ

• Είναι συσκευές γενικές χρήσης (δεν είναι κατασκευασμένα για ένα συγκεκριμένο είδος εφαρμογής).

• Δεν ενδιαφέρει ο συνολικός αριθμός των επαφών, χρονικών, απαριθμητών (δεν είναι φυσικά στοιχεία, αλλά στοιχεία μνήμης)

• Η λειτουργία του αυτοματισμού μπορεί να αλλάξει σε οποιοδήποτε στάδιο θελήσουμε.

• Εύκολος οπτικός έλεγχος της λειτουργίας ή μη στοιχείων της εγκατάστασης με την βοήθεια των LED που υπάρχουν σε όλες τις κάρτες.

• Με την βοήθεια της προγραμματίστριας μπορούμε να παρακολουθήσουμε την ροή της εκτέλεσης του προγράμματος και μέσω διαγνωστικών να εντοπίσουμε τυχόν βλάβες.

• Κάθε αλλαγή στο πρόγραμμα του χρήστη αποθηκεύεται στην μνήμη του PLC, έτσι ο τεχνικός δεν βρίσκεται προ απρόοπτου να διαβάζει ένα σχέδιο και άλλο να βρίσκεται πραγματικά στην εγκατάσταση.

• Τα PLC καταλαμβάνουν πολύ μικρό χώρο απ' ότι ένα αντίστοιχος πίνακας αυτοματισμού.

• Μπορούν να τοποθετηθούν και μέσα σε πεδίο ισχύος χωρίς πρόβλημα εφ' όσον τηρήσουμε τις οδηγίες του κατασκευαστή.

• Έχουμε την δυνατότητα να συνδέσουμε επάνω τους οθόνες, εκτυπωτές, πληκτρολόγια και HMI συστήματα.

• Οι γλώσσες προγραμματισμού καλύπτουν όλο το φάσμα των ανθρώπων που καλούνται να ασχοληθούν με την τεχνολογία αυτή.

• Είναι επεκτάσιμα.

• Έχουν μεγάλες δυνατότητες δικτύωσης με πρότυπα βιομηχανικά δίκτυα.

• Μας δίνουν δυνατότητα αντιγραφής εφαρμογών.

• Απαιτούν ελάχιστη συντήρηση.

Κεφάλαιο 5^{ο} : "Παρουσίαση στις βασικές έννοιες εγγραφής προγραμμάτων PLC."

Διευθυνσιοδότηση

Κάθε διαφορετική θέση μνήμης έχει μια μοναδική διεύθυνση. Πρόγραμμα χρήστη σας χρησιμοποιεί αυτές τις διευθύνσεις για την πρόσβαση στις πληροφορίες στη θέση μνήμης. Η απόλυτη διεύθυνση αποτελείται

από τα ακόλουθα στοιχεία:

- Αναγνωριστικό περιοχής μνήμης (όπως το I, Q, ή M)
- Το μέγεθος των δεδομένων που πρόκειται να προσπελαστεί («B» για το Byte, "W" για το Word, ή "D" για DWord)
- Η διεύθυνση εκκίνησης των δεδομένων (όπως byte 3 ή λέξη 3)

Κατά την πρόσβαση σε ένα κομμάτι της διεύθυνσης για μια λογική τιμή, δεν εισάγετε ένα μνημονικό για το μέγεθος. Μπορείτε να εισαγάγετε μόνο την περιοχή της μνήμης, τη θέση byte, και η θέση bit για τα δεδομένα

(όπως I0.0, Q0.1, ή M3.4).

Ονοματολογία

Για να ορίσουμε μια παράμετρο σ' ένα σύστημα αυτοματισμού με PLC χρησιμοποιούμε ένα συνδυασμό γραμμάτων και αριθμών. Τα μεν γράμματα είναι τα διευκρινιστικά εκείνα στοιχεία που κατατάσσουν την παράμετρο σε μια ομάδα (π.χ. είσοδοι, έξοδοι, εσωτερικά, βοηθητικά, ...) οι δε αριθμοί είναι τα στοιχεία εκείνα τα οποία ορίζουν την διεύθυνση μιας συγκεκριμένης παραμέτρου. Για την σειρά S7 και στην αγγλική γλώσσα χρησιμοποιείται η εξής ονοματολογία.

- ΕΙΣΟΔΟΙ I (Input)

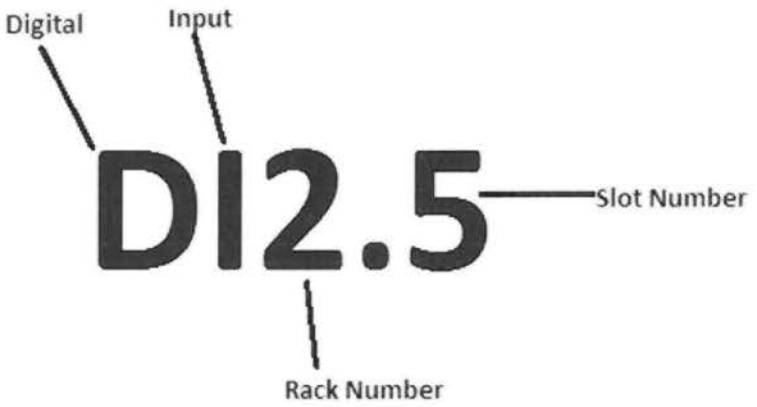
Μια ψηφιακή είσοδος συμβολίζεται με το γράμμα I και η ονοματολογία της έχει τημορφή.

Ix.y όπου x: Διεύθυνση byte (0 …n)

y: Διεύθυνση bit (0 … 7)

Παραδείγματα διευθυνσιοδότησης

Παράδειγμα ψηφιακής εισόδου:



Έχουμε την δυνατότητα να παρουσιάσουμε ή να ζητήσουμε

- Byte εισόδων: IBX

Παράδειγμα: IB3 με αυτήν την ονοματολογία δηλώνουμε τις εισόδους I3.0 …I3.7

- Word εισόδων: IWX

Παράδειγμα: IW2 με αυτήν την ονοματολογία δηλώνουμε τις εισόδους I2.0 … I2.7,

I3.0, I3.1, …I3.7

- Double word εισόδων: IDX

Παράδειγμα: ID4 με αυτήν την ονοματολογία δηλώνουμε τις εισόδους I4.0 ..... I4.7,

I5.0 ... I5.7 , I6.0 ... I6.7, I7.0 ... I7.7

- <u>ΈΞΟΔΙ Q (Output)</u>

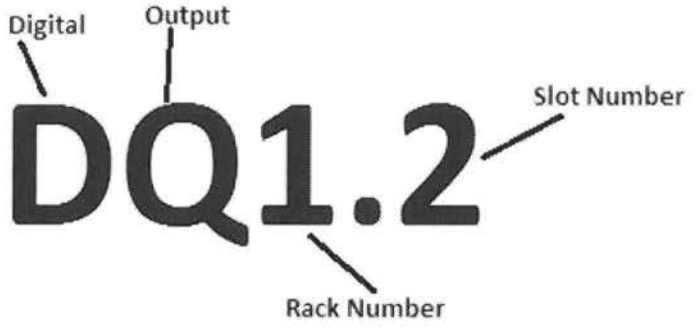
Μια ψηφιακή έξοδος συμβολίζεται με το γράμμα Q και η ονοματολογία της έχει τημορφή.

Q x.y όπου x: διεύθυνση byte

y: διεύθυνση bit (0...7)

Όπως στις ψηφιακές εισόδους έτσι και για τις ψηφιακές εξόδους έχουμε byte εξόδων, Word εξόδων, double word εξόδων.

Παράδειγμα ψηφιακής εξόδου:



Οπότε αν θέλουμε να δηλώσουμε μια ψηφιακή είσοδο στο 1° rack στην 3η έξοδο το γράφουμε ως εξής: **DI1.3**

ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ M (Memory bit)

Τα βοηθητικά παίζουν τον ρόλο των βοηθητικών ρελέ στον κλασικό αυτοματισμό, τα χρησιμοποιούμε στο πρόγραμμα για να αποθηκεύσουμε λογικό αποτέλεσμα τμήματος του προγράμματος (ειδικά όταν αυτό είναι επαναλαμβανόμενο). Είναι ρελέ του οποίου το λογικό αποτέλεσμα δεν μπορώ να πάρω απ' ευθείας στην κάρτα εξόδου. Ένα βοηθητικό συμβολίζεται με το γράμμα M και η ονοματολογία του έχει τη μορφή:

M x.y όπου x: διεύθυνση byte (0…N)

y: διεύθυνση bit (0 … 7) Και εδώ έχουμε MBX, MWX, MDX

ΑΠΑΡΙΘΜΗΤΕΣ C (counters)

Οι λειτουργίες απαριθμητή μας δίνουν τη δυνατότητα να εκτελούμε εργασίες απαρίθμησης απ' ευθείας από την CPU. Με τον όρο απαριθμητής εννοούμε μια λέξη (Word) σε μια ειδική περιοχή της μνήμης, αυτή των απαριθμητών. Ο απαριθμητής συμβολίζονται με το γράμμα C και η ονοματολογία που έχει τη μορφή: Cx, όπου x : αριθμός του απαριθμητή (0… n)

ΧΡΟΝΙΚΑ T (Timers)

Η λειτουργία χρονικών χρησιμοποιείται για να υλοποιήσει αλγορίθμους που έχουν σχέση με χρόνο (επιτήρηση, αναμονή, μέτρηση χρονικών διαστήματος, δημιουργία παλμών). Με τον όρο «χρονικό» εννοούμε μια λέξη (word) σε μια ειδική περιοχή της μνήμης, αυτή των χρονικών. Τα χρονικά συμβολίζονται με το γράμμα T και η ονοματολογία του έχει τη μορφή : Tx όπου x: αριθμός του χρονικού (0… n)

ΔΟΜΗ PROJECT

Στη φάση του σχεδιασμού του project μας ένα από τα πρώτα πράγματα που πρέπει να κάνουμε είναι στο να αποφασίσουμε με ποιόν τρόπο θα δομήσουμε το πρόγραμμα μας δηλαδή στο τι μπλοκ θα περιέχει και πως θα συνδέονται μεταξύ τους αυτά τα μπλοκ. Ας δούμε όμως πρώτα πως είναι οργανωμένο ένα πρόγραμμα στην CPU. **Κάθε CPU περιλαμβάνει δύο προγράμματα ανεξάρτητα το ένα από το άλλο:**

- Πρόγραμμα λειτουργικού συστήματος.

Όλα τα γνωστά μας λειτουργικά συστήματα (Windows,Linux…) πριν ακόμη περάσουμε στην διαδικασία εγγραφής κάποιου προγράμματος ή στην εγκατάσταση κάποιου λογισμικού έχουν απο πριν κάποιον εγκαταστημένο κώδικα.

Το λειτουργικό σύστημα: είναι το σύνολο των ορισμών και εντολών που ελέγχουν τους πόρους του συστήματος. Είναι αυτό που ενημερώνει το ρολόι του πραγματικού χρόνου στη CPU, που ελέγχει την κατάσταση του διακόπτη της CPU, (RUN, STOP, …), ελέγχει να ανάψει τα LED στη CPU, να ρυθμίσει τις επικοινωνίες μέσα απ το MPI interface, … Στο λειτουργικό σύστημα δεν μπορούμε να κάνουμε μεταβολές, μπορούμε όμως να διαβάσουμε ή να χρησιμοποιήσουμε ορισμένα αποτελέσματα αυτού (π.χ. το ρολόι πραγματικού χρόνου).

- Πρόγραμμα της εφαρμογής.

Το πρόγραμμα εφαρμογής είναι το σύνολο των εντολών και ορισμών που χρειάζεται το PLC για τον έλεγχο της εγκατάστασης.

- ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΧΡΗΣΤΗ:

Είναι το πρόγραμμα που εμείς γράφουμε για τις λειτουργικές ανάγκες της εγκατάστασης και του αυτοματισμού. Αυτό μπορεί να περιέχει μπλοκ λογικής (εντολές) και μπλοκ δεδομένων (όπου καταχωρούνται λίστες με αριθμούς).

- ΜΠΛΟΚ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ:

Είναι λειτουργίες που είναι από πριν ορισμένες και καταχωρημένες στο λειτουργικό σύστημα του PLC. Στο πρόγραμμα του ο χρήστης καλεί αυτά τα μπλοκ σε οποιοδήποτε σημείο θέλει, τους δίνει κάποιες παραμέτρους και παίρνει μόνο τα αποτελέσματα, χωρίς να ενδιαφέρεται για το πώς έχουν αυτά παραχθεί.

- STANDARD ΜΠΛΟΚ:

Είναι μπλοκ που μας προσφέρουν έτοιμες λύσεις για τυποποιημένες εργασίες αυτοματισμού που πιθανόν να μας ενδιαφέρουν.

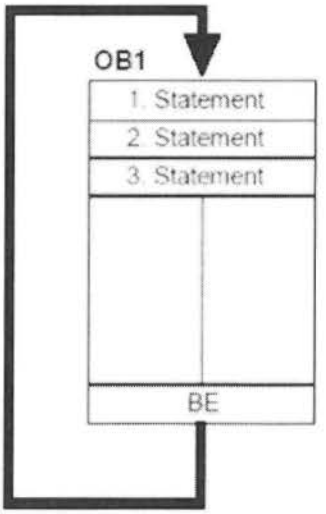
Ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο χτίζουμε ένα πρόγραμμα (πρόγραμμα χρήστη) έχουμε τρία διαφορετικά είδη δόμησης του προγράμματος.

- ΓΡΑΜΜΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

Όλο το πρόγραμμα του χρήστη βρίσκεται σ' ένα συνεχόμενο μπλοκ (OB1 που καλείται αυτόματα σε κάθε κύκλο λειτουργίας). Η CPU επεξεργάζεται τις εντολές σειριακά την μια μετά την άλλη μέχρι το τέλος του μπλοκ και ξαναρχίζει η ίδια διαδικασία πάλι από την αρχή.

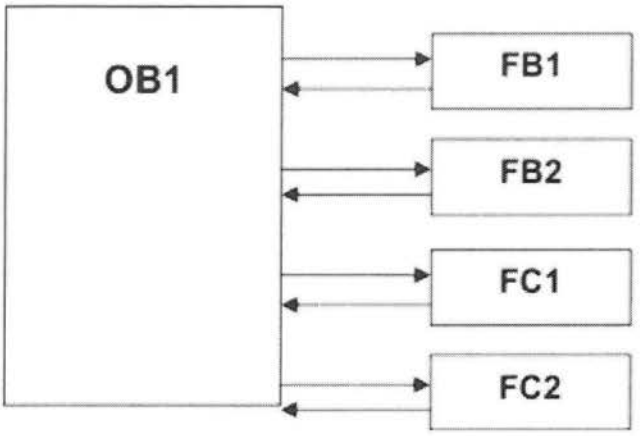
Πλεονέκτημα: Ότι εύκολα και γρήγορα αρχίζει κάποιος τη φάση του προγραμματισμού.

Μειονέκτημα: ότι σε μεγάλα προγράμματα είναι δύσκολο να εντοπίσουμε που γίνεται μια συγκεκριμένη εργασία. Χρησιμοποιείται για μικρές εφαρμογές.



- ΤΜΗΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

Το πρόγραμμα χωρίζεται σε μπλοκ όπου κάθε ένα από αυτά υλοποιεί μια συγκεκριμένη εργασία. Για τον τρόπο κλήσης, την σωστή λειτουργία τους καθώς και την σωστή σειρά εκτέλεσης τους φροντίζει ένα ειδικό μπλοκ το οποίο λέγεται μπλοκ οργάνωσης (OB1).

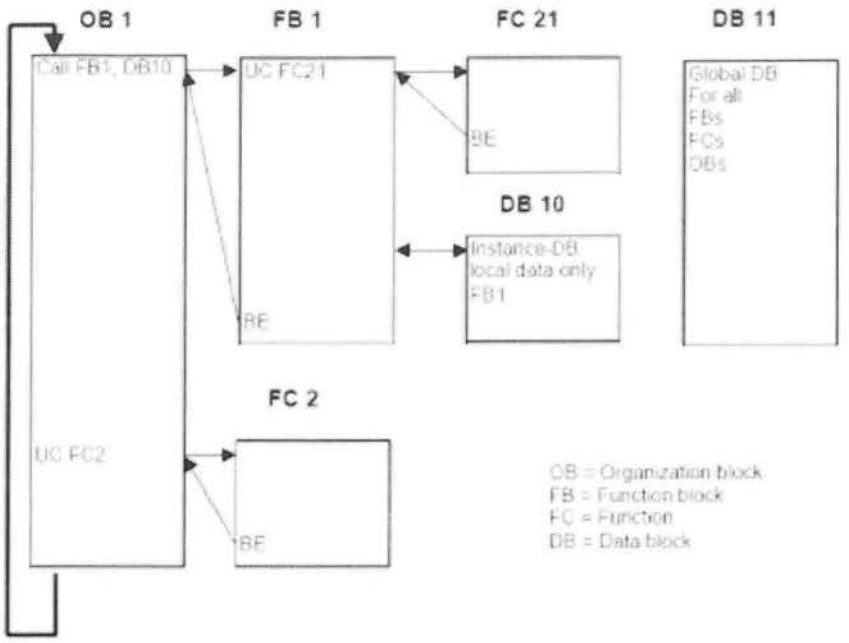


- ΔΟΜΗΜΕΝΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

Ένα δομημένο πρόγραμμα μπορεί να περιλαμβάνει παραμετροποιημένα μπλοκ. Αυτά τα μπλοκ είναι έτσι σχεδιασμένα ώστε να μπορούν να είναι γενικής χρήσης. Όταν καλείται ένα τέτοιο μπλοκ του δίνουμε τιμές στις παραμέτρους για την διαδικασία που μας ενδιαφέρει (διευθύνσεις εισόδων, εξόδων, χρονικά). Ο δομημένος προγραμματισμός μας προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα, όπως :

• Εξοικονόμηση μνήμης (δεν επαναλαμβάνουμε το γράψιμο ίδιων προγραμμάτων)

• Οποιαδήποτε αλλαγή στη λογική του αυτοματισμού την περνάμε μια φορά στο πρόγραμμα και αυτόματα γίνεται η διόρθωση της λειτουργίας όπου χρειάζεται (εξοικονόμηση χρόνου και ελαχιστοποίηση της πιθανότητας σφάλματος από λανθασμένη πληκτρολόγηση).



Ένα δομημένο πρόγραμμα μπορεί να περιλαμβάνει παραμετροποιημένα μπλοκ. Αυτά τα μπλοκ είναι έτσι σχεδιασμένα ώστε να μπορούν να είναι γενικής χρήσης. Όταν καλείται ένα τέτοιο μπλοκ του δίνουμε τιμές στις παραμέτρους για την διαδικασία που μας ενδιαφέρει (διευθύνσεις εισόδων, εξόδων, χρονικά). Ο δομημένος προγραμματισμός μας προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα, όπως :

• Εξοικονόμηση μνήμης (δεν επαναλαμβάνουμε το γράψιμο ίδιων προγραμμάτων)

• Οποιαδήποτε αλλαγή στη λογική του αυτοματισμού την περνάμε μια φορά στο πρόγραμμα και αυτόματα γίνεται η διόρθωση της λειτουργίας όπου χρειάζεται (εξοικονόμηση χρόνου και ελαχιστοποίηση της πιθανότητας σφάλματος από λανθασμένη πληκτρολόγηση).

ΤΥΠΟΙ ΤΩΝ ΔΙΑΘΕΣΙΜΩΝ ΜΠΛΟΚ

Για το χτίσιμο της εφαρμογής μας έχουμε στην διάθεση μας διαφορετικά είδη μπλοκ προγραμματισμού. Το τι θα χρησιμοποιήσουμε και πως θα τα διασύνδεουμε είναι τις περισσότερες φορές υποκειμενική υπόθεση και εξαρτάται από την εφαρμογή που έχουμε να προγραμματίσουμε. Οι διάφοροι τύποι των διαθέσιμων μπλοκ είναι:

- ΜΠΛΟΚ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ OB (Organization Blocks).

Έχουν τον ρόλο του διαμεσολαβητή μεταξύ του λειτουργικού συστήματος και του προγράμματος του χρήστη. Κατά την εκδήλωση κάποιων ειδικών γεγονότων, όπως για παράδειγμα μιας χρονικής διακοπής, μιας διακοπής τροφοδοσίας, ..., το λειτουργικό σύστημα της CPU καλεί το αντίστοιχο μπλοκ οργάνωσης. Ένα από τα διάφορα μπλοκ οργάνωσης, σημαντικότερο απ' όλα είναι το OB1. Αυτό είναι ένα μπλοκ το οποίο η CPU καλεί αυτόματα και το εκτελεί συνεχώς κυκλικά. Μέσα σ' αυτό το μπλοκ βρίσκεται το κύριο πρόγραμμα του χρήστη. Άλλο σημαντικό μπλοκ είναι το OB100 που εκτελείται μία φορά όταν δίνουμε τάση στο σύστημα.

Τα OBs ελέγχουν την εκτέλεση του προγράμματος του χρήστη. Κάθε OB πρέπει να έχει ένα μοναδικό αριθμό OB. Οι προεπιλεγμένοι αριθμοί OB προορίζονται κάτω από 200. Άλλα OBs πρέπει να αριθμούνται από το 200 και πάνω. Ειδικές εκδηλώσεις στο CPU προκαλέσει την εκτέλεση ενός τμήματος οργάνωσης .Τα OBs δεν μπορούν να κληθούν μεταξύ τους ή να κληθούν από ένα FC (συνάρτηση) ή FB (μπλοκ συνάρτησης) . Μόνο ένα συμβάν εκκίνησης, όπως μια διαγνωστική διακοπή ή ένα χρονικό διάστημα, μπορεί να ξεκινήσει την εκτέλεση ενός OB.

Η CPU χειρίζεται OBs σύμφωνα με τις αντίστοιχες κατηγορίες προτεραιότητας. Η χαμηλότερη κατηγορία προτεραιότητας 1 είναι (για τον πλήρη κύκλο του προγράμματος), και η υψηλότερη τάξη προτεραιότητας είναι 26 (για διακοπές από χρονικά σφάλματα).

Δίνετε ο πίνακας των OB μαζί με τις προτεραιότητες τους.

Event	OB number	Quantity allowed	Start event	OB priority
Program cycle	OB 1, OB 200 to OB 65535	1 program cycle event Multiple OBs allowed	• Startup OB ends • Last program cycle OB ends	1
Startup	OB 100, OB 200 to OB 65535	1 startup event [1,2] Multiple OBs allowed	STOP-to-RUN transition	1
Time	OB 200 to OB 65535	Up to 4 time events[3] 1 OB per event	Time-delay OB event is scheduled	3
			Cyclic OB event is scheduled	7
Process	OB 200 to OB 65535	Up to 50 process events[4] 1 OB per event	Edges: • Rising edge events: 16 max. • Falling edge events: 16 max.	5
			For HSC: • CV=PV: 6 max. • Direction changed: 6 max. • External reset: 6 max.	6

Event	OB number	Quantity allowed	Start event	OB priority
Diagnostic error	OB 82	1 event (only if OB 82 was loaded)	Module transmits an error	9
Time error	OB 80	1 event (only if OB 80 was loaded)[5]	• Maximum cycle time was exceeded • A second time interrupt (cyclic or time-delay) started before the CPU had finished execution of the first interrupt	26

- Συναρτήσεις (FC)

Μια συνάρτηση (FC) είναι ένα μπλοκ κώδικα που εκτελεί συνήθως μια συγκεκριμένη λειτουργία σε ένα σύνολο τιμών εισόδου. Η FC αποθηκεύει τα αποτελέσματα αυτής της λειτουργίας σε θέσεις μνήμης. Ένα FC περιέχει ένα πρόγραμμα το οποίο εκτελείται όταν το FC καλείται από ένα

άλλο μπλοκ που περιέχει κώδικα.

Τα FC χρησιμοποιούνται για:

- Υπολογισμό κάποιας συνάρτησης και απόδοσης τιμής στο μπλοκ που το έχει καλέσει (π.χ. υπολογισμός μαθηματικών συναρτήσεων).
- Έλεγχο μιας τεχνολογικής συνάρτησης (π.χ. έλεγχος ανεξάρτητων τμημάτων εγκατάστασης.
- Συχνά επαναλαμβανόμενες λειτουργίες αυτοματισμού.

Μια FC μπορεί επίσης να καλείται πολλές φορές σε διαφορετικά σημεία σε ένα πρόγραμμα. Η επαναχρησιμοποίηση απλοποιεί τον προγραμματισμό συχνά επαναλαμβανόμενων εργασιών.

Μια FC δεν έχει μια σχέση με τα μπλοκ δεδομένων(DB). Το FC χρησιμοποιεί την τοπική στοίβα δεδομένων για να χρησιμοποιήσει τα προσωρινά δεδομένα για τον υπολογισμό της λειτουργίας. Τα προσωρινά δεδομένα δεν αποθηκεύονται. Για να αποθηκεύσετε τα δεδομένα μόνιμα, αναθέτουμε την τιμή εξόδου σε μια global θέση μνήμης, όπως η μνήμη M ή σε ένα global DB.

- <u>Μπλοκ Συναρτήσεων (FB)</u>

Ένα μπλοκ λειτουργίας (FB) είναι ένα μπλοκ κώδικα που χρησιμοποιεί ένα μπλοκ δεδομένων (DB) για τις παραμέτρους και στατικά δεδομένα του.

Τα FBs έχουν μεταβλητή μνήμη που βρίσκεται σε ένα μπλοκ δεδομένων (DB), ή μια "instance" DB.

Η "instance" DB παρέχει ένα μπλοκ μνήμης που σχετίζεται με αυτό το παράδειγμα (ή κλήση) και αποθηκεύει τα δεδομένα μόλις η FB τελειώσει. Μπορείτε να συνδέσει διαφορετικές στιγμιαίες DB με διαφορετικές κλήσεις της FB. Οι στιγμιαίες DB σας επιτρέπουν να χρησιμοποιήσετε μία γενική FB για τον έλεγχο πολλαπλών συσκευών.

Μπορούμε να δομήσουμε το πρόγραμμα μας με το να καλέσουμε μέσω ενός μπλοκ κώδικα μια FB και μια στιγμιαία DB. Η CPU εκτελεί στη συνέχεια τον κώδικα του προγράμματος σε αυτό το FB, και αποθηκεύει τις παραμέτρους μπλοκ και τις στατικές τοπικά δεδομένα στην στιγμιαία

DB. Όταν η εκτέλεση του FB τελειώνει, η CPU επιστρέφει στο μπλοκ κώδικα που κάλεσε την FB. Η στιγμιαία DB διατηρεί τις τιμές για την τρέχουσα χρονική περίοδο της FB.

Αυτές οι τιμές είναι διαθέσιμες για τις επόμενες κλήσεις της FB, είτε στον ίδιο κύκλο σάρωσης ή άλλους κύκλους σάρωσης (scan cycles).

- Μπλοκ δεδομένων (DB)

Μπορούμε να δημιουργήσουμε μπλοκ δεδομένων (DB) στο πρόγραμμα χρήστη (user program) για να αποθηκεύσει δεδομένα για τα μπλοκ κώδικα . Όλα τα μπλοκ του προγράμματος έχουν πρόσβαση στα δεδομένα μιας global DB, αλλά μια στιγμιαία DB αποθηκεύει δεδομένα για ένα συγκεκριμένο μπλοκ λειτουργίας (FB).

Τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα σε μια DB δεν διαγράφονται, όταν η εκτέλεση του σχετικού μπλοκ κώδικα έρχεται σε ένα τέλος. Υπάρχουν δύο τύποι της DB:

- Μια global DB αποθηκεύει δεδομένα για τα μπλοκ κώδικα στο πρόγραμμά σας. Κάθε OB, FB ή FC μπορεί να πρόσβαση στα δεδομένα σε μια παγκόσμια DB.

- Μια στιγμιαία DB αποθηκεύει τα δεδομένα για ένα συγκεκριμένο FB. Η δομή των δεδομένων σε μια στιγμιαία DB αντανακλά τις παραμέτρους (είσοδος, έξοδος και InOut) και τα στατικά δεδομένα για το FB. (Η Μνήμη Temp για το FB δεν είναι αποθηκευμένα στη στιγμιαία DB.)

ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΜΠΛΟΚ

Σε γενικές γραμμές ένα μπλοκ που περιέχει κώδικα αποτελείται από τα εξής μέρη:

- Την κεφαλή του μπλοκ (block header). Αυτό περιλαμβάνει τις ιδιότητες του μπλοκ και το όνομα του.
- Την περιοχή των δηλώσεων (declarations) όπου δηλώνονται οι τοπικές μεταβλητές του μπλοκ (Local Variables – L)
- Τέλος την περιοχή η οποία περιλαμβάνει τον κώδικα του χρήστη και τα τυχόν σχόλια.

Τα μπλοκ δεδομένων (DB) είναι και αυτά δομημένα ως εξής:

- Την κεφαλή του μπλοκ (block header) που περιλαμβάνει τις ιδιότητες του μπλοκ.
- Την περιοχή των δηλώσεων declarations όπου δηλώνονται οι τοπικές μεταβλητές του μπλοκ (οι διευθύνσεις των δεδομένων και ο τύπος τους).
- Το τμήμα με τις αρχικές τιμές, τις τιμές δηλαδή που θα έχουν κατά την πρώτη εκκίνηση του συστήματος.

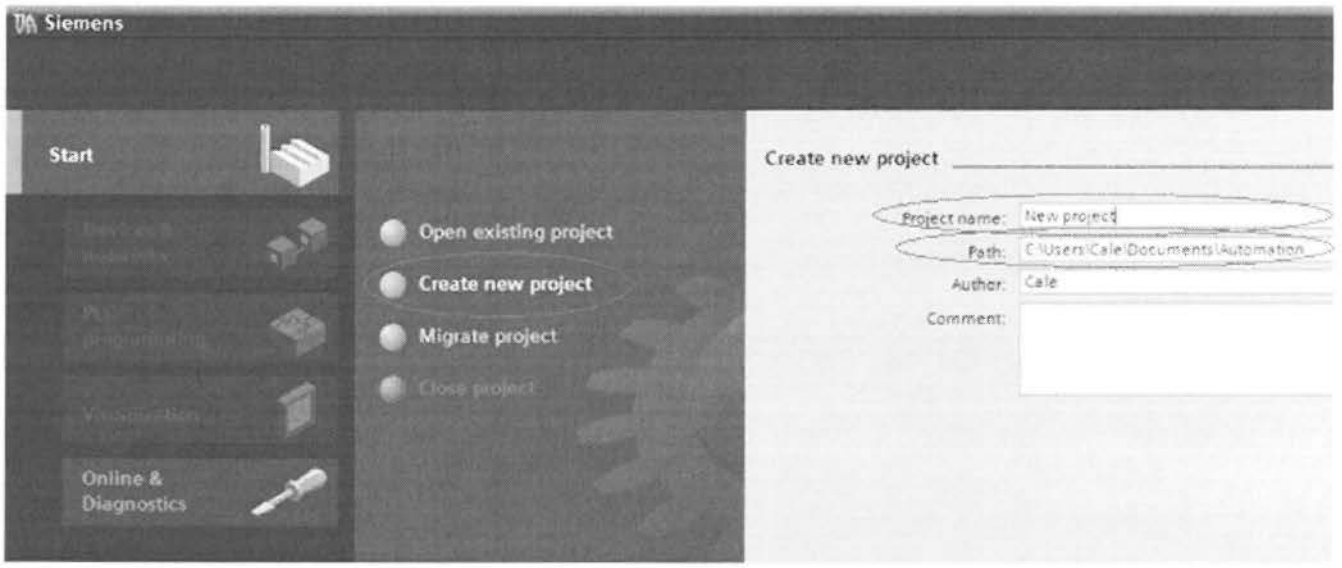
Κεφάλαιο 6^{ο} : "TIA Portal Basic v11."

Το βασικό εργαλείο με το οποίο προγραμματίζουμε το PLC μας είναι το Tia Portal Basic v11. Η εκκίνηση αυτού γίνεται με διπλό κλικ στο αντίστοιχο εικονίδιο της επιφάνειας εργασίας του Η/Υ μας :

TIA Portal V11

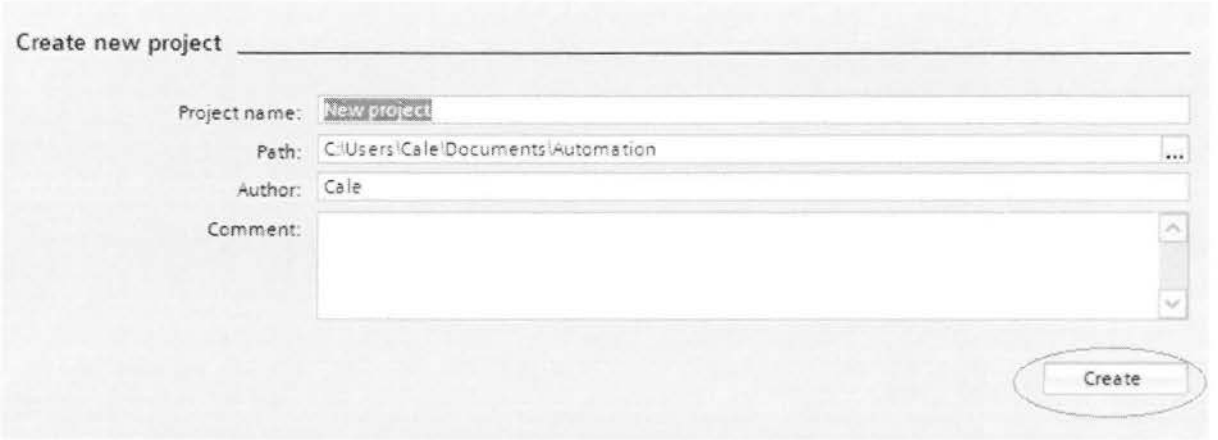
Δημιουργία Νέου Project

Ας ξεκινήσουμε τώρα με την δημιουργία του πρώτου μας project. Η σειρά εργασιών για τη δημιουργία ενός νέου project είναι:

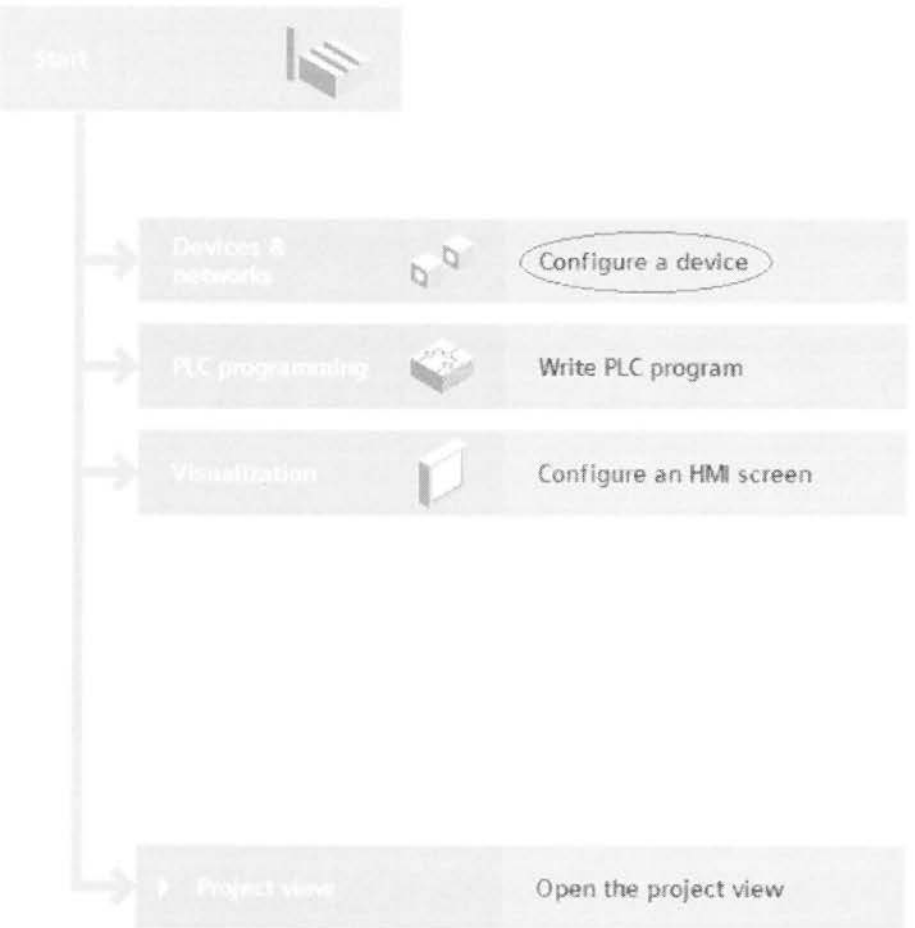


Πατάμε την επιλογή "Create a new project" και Ονομάζουμε στο "project name" το πρόγραμμά μας. Η επιλογή "path" μας δείχνει σε ποιον φάκελο θα αποθηκευτεί το πρόγραμμά μας.

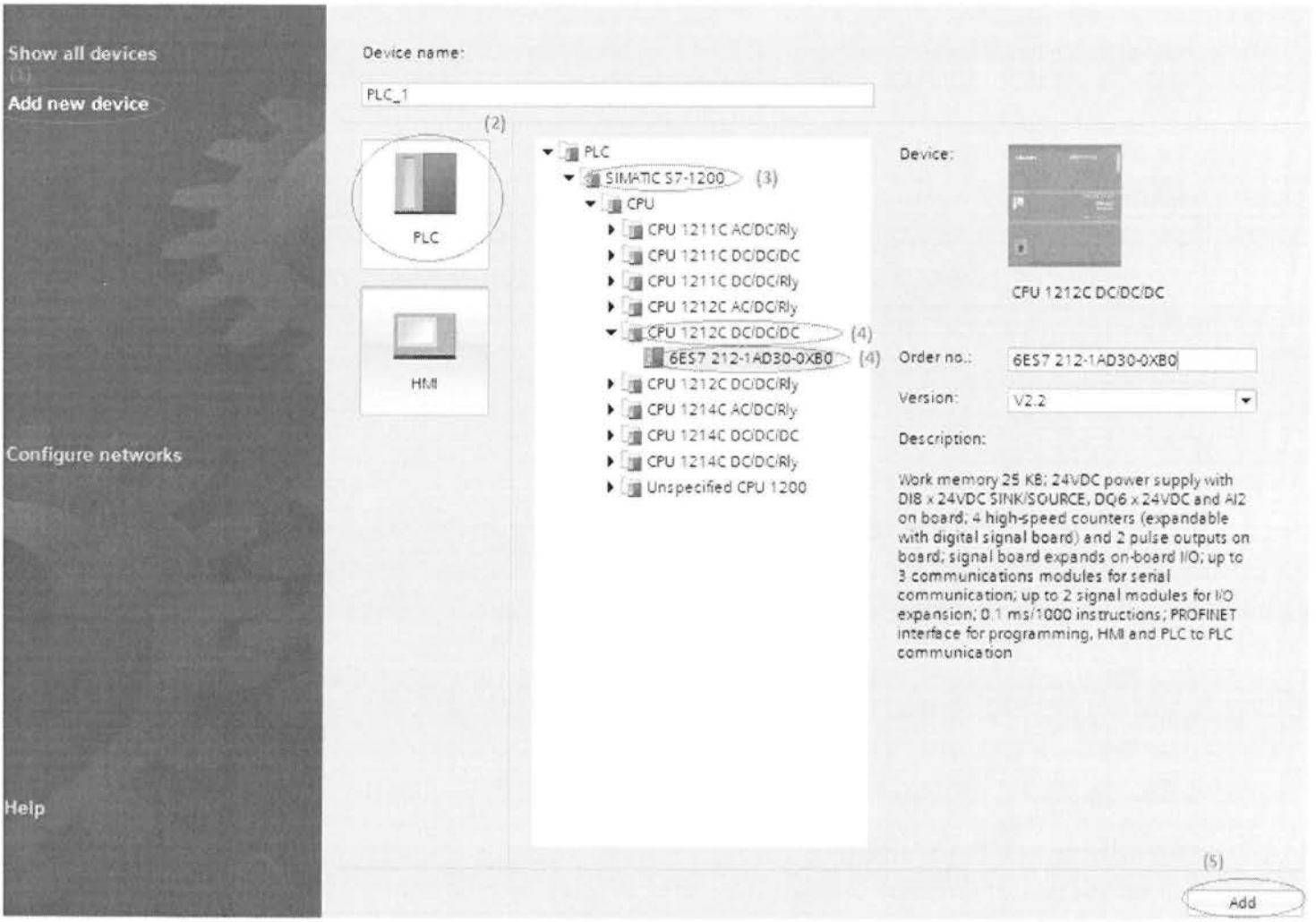
Πατάμε "create".



Αρχικά, βλέπουμε τα στάδια δημιουργίας ενός project και στην συνέχεια επιλεγούμε να διαμορφώσουμε την συσκευή που θα χρησιμοποιήσουμε πατώντας "configure a device".

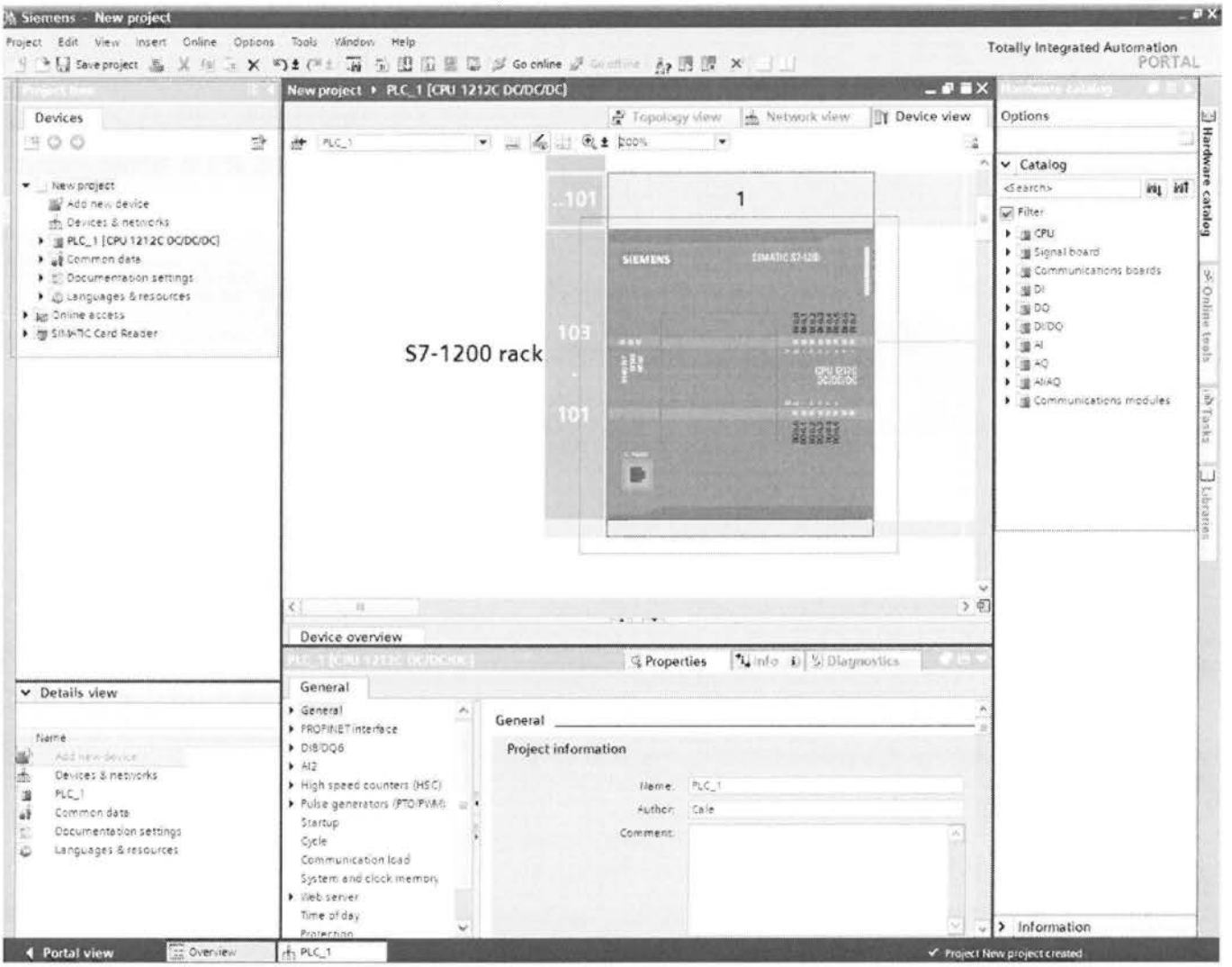


1. Στο επόμενο βήμα επιλέγουμε τι συσκευή θα προσθέσουμε στο project (επιλέγουμε μεταξύ HMI συσκευών και PLC).
2. Επιλέγουμε το κουμπί "PLC".
3. Στη συνέχεια επιλέγουμε το μοντέλο του PLC μας, δηλαδή το "Simatic S7-1200".
4. Τέλος ορίζουμε την CPU της συσκευής μας. Στην προκειμένη περίπτωση την CPU-1212C DC/DC/DC ή γνωστή και ως 6ES7 212-1AD30-0XB0 σειρά.
5. Πατάμε το κουμπί "Add".



ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ PLC

Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε πως είναι η επιφάνεια εργασίας μας για να δουλέψουμε το PLC:



Αριστερά βλέπουμε τα σημεία του PLC που μπορούμε να επέμβουμε και να επεξεργαστούμε. Στο κέντρο είναι μια σχηματική απεικόνιση της συσκευής μας. Δεξιά βρίσκεται ο κατάλογος του υλικού. Σε αυτών τον κατάλογο υπάρχουν επιπλέον περιφερειακές συσκευές οι οποίες μπορούν να «κουμπωθούν» όπως για παράδειγμα συσκευές για επέκταση εισόδων εξόδων.

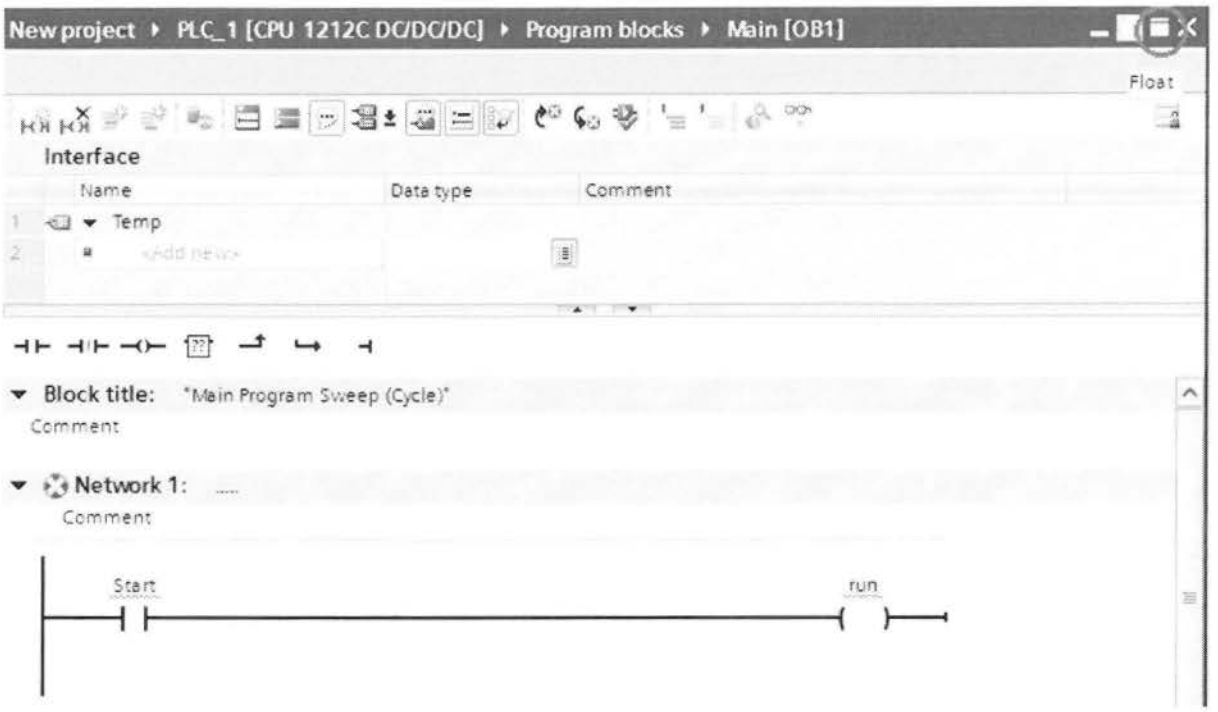
Μεταβολή διευθύνσεων I/O καρτών

Εδώ θα περιγράψουμε πως μπορούμε να μεταβάλλουμε τις λογικές διευθύνσεις των εισόδων και εξόδων που διαθέτει το σύστημα μας.

Έχουμε 2 τρόπους διευθυνσιοδότησης. Ο πρώτος είναι όταν δηλώνουμε για πρώτη φορά τις εισόδους και τις εξόδους μας και ο δεύτερος όταν έχουν ήδη δημιουργηθεί και θέλουμε να μεταβάλουμε την διεύθυνση τους.

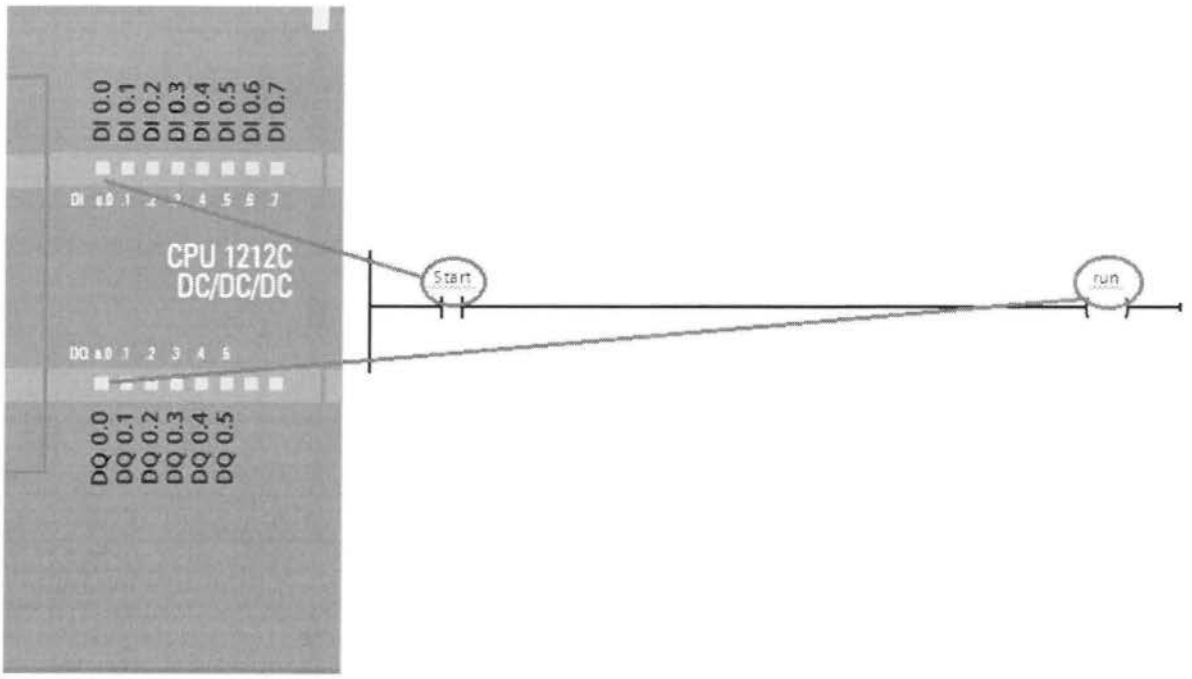
- 1ος τρόπος

Στο παραπάνω παράδειγμα βλέπουμε το "Start" και το "Run" είναι υπογραμμισμένα με μια κόκκινη γραμμή (ίδια με αυτήν που υπογραμμίζονται τα λάθη στο Word). Αυτό σημαίνει ότι δεν έχουν διευθυνσιοδοτηθεί.

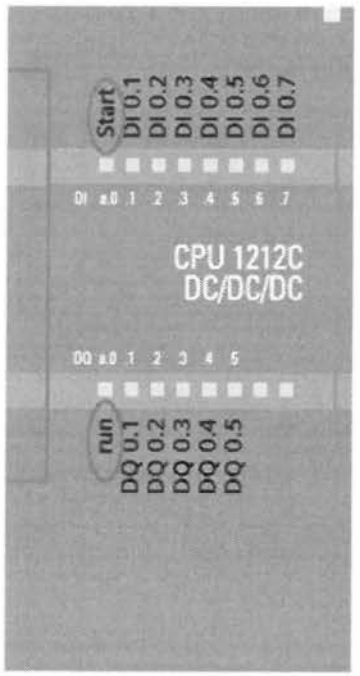


Πατάμε το κουμπί "float" (άνω δεξιά). Για να έχουμε τον κώδικα μας δίπλα από το PLC. Έτσι μας δίνετε η δυνατότητα να δώσουμε διευθύνσεις στα στοιχεία μας με την απλή μέθοδο "Drag and drop". Όπως θα δείξουμε παρακάτω. **Προσοχή:** Πριν την διευθυνσιοδότηση οι έξοδοι και οι είσοδοι στο PLC έχουν τα default όνομα τα τους (DI0.0 κτλ.) με βάση τους κανόνες που αναπτύξαμε προηγουμένως.

Κατά της διευθυνσιοδότηση



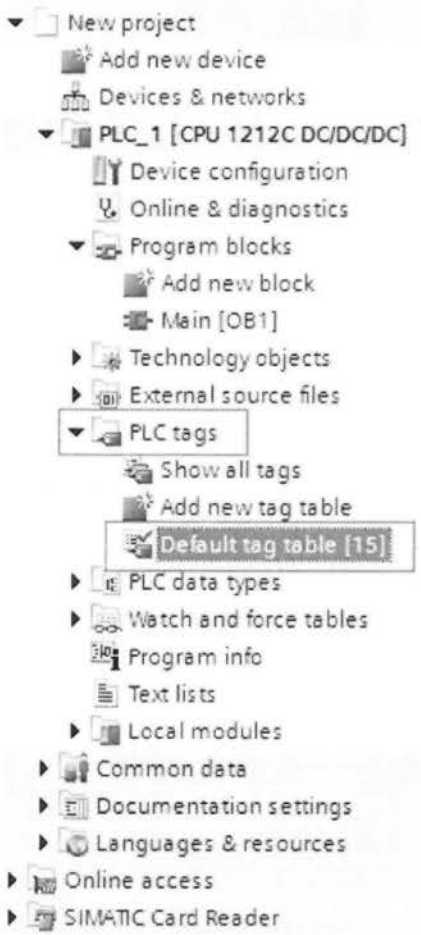
Μετά την διευθυνσιοδότηση



- $2^{ος}$ τρόπος

Στον δεύτερο τρόπο έχουμε ήδη δωσει τις διευθύνσεις στις εισόδους και τις εξόδους μας και θέλουμε να αλλάξουμε αυτές τις διευθύνσεις. Η παρακάτω εικόνα είναι ένα παράδειγμα με έτοιμη διευθυνσιοδότηση.

Για να αλλάξουμε την διεύθυνση πάμε στον δεξή πίνακα που έχει τα εργαλεία των συσκευών και επιλέγουμε **PLC Tags > Default Tag Table (..)**



Έχουμε μπροστά μας πλέον έναν πίνακα ο οποίος έχει όλες τις εισόδους μας και τις εξόδους μας καταχωρημένες. Εκεί μπορούμε να αλλάξουμε το είδος του I/O (Data type) την διεύθυνση της (address) καθώς και το αν είναι ορατή (visible from Hmi) ή προσβασίμη για επεξεργασία από τις HMI συσκευές μας (Accessible from Hmi).

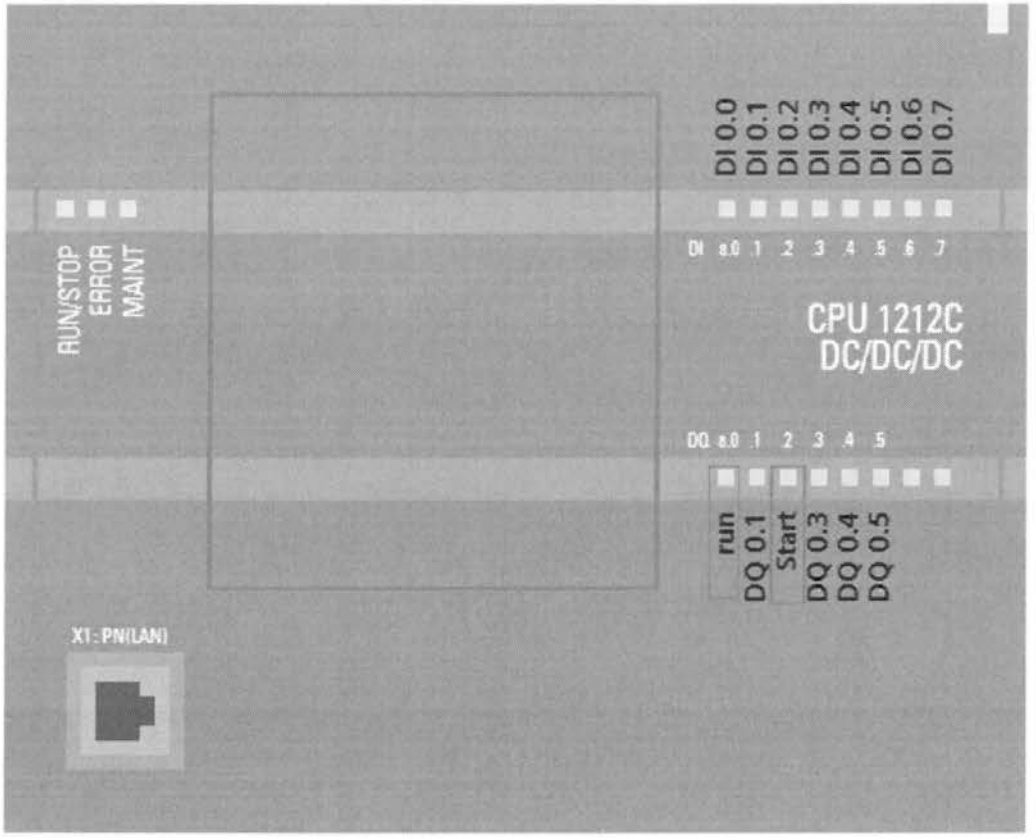
Default tag table

	Name	Data type	Address	Retain	Visible...	Acces...	Comment
1	Start	Bool	%I0.0		✓	✓	
2	run	Bool	%Q0.0		✓	✓	
3	<Add new>				✓	✓	

Επιλέγουμε το κελί που αντιστοιχεί στην έξοδο/είσοδο που θέλουμε και στο είδος της αλλαγής που θέλουμε να κάνουμε και απλά το αλλάζουμε.

	Name	Data type	Address	Retain	Visible...	Accessi..	Comment
1	Start	Bool	%Q0.2		✓	✓	
2	run	Bool	%Q0.0		✓	✓	
3	<Add new>				✓	✓	

Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε την αλλαγή στην δεύτερη διευθυνσιοδότηση. Παρατηρήστε τις διαφορές μεταξύ της πρώτης κατάστασης (σελ 42) μετά την πρώτη διευθυνσιοδότηση και στην δεύτερη κατάσταση μετά τις αλλαγές.



Αναζήτηση CPU

Πριν φορτώσουμε το πρόγραμμά μας στο PLC πρέπει να έχουμε σύνδεση μεταξύ του PLC και του υπολογιστή μας. Για να γίνει αυτό πρέπει να έχουμε στην διάθεση μας ένα καλώδιο Ethernet το οποίο συνδέει την συσκευή μας με τον υπολογιστή. Επιλέγουμε το κουμπί

Accessible Devices

Το οποίο μας στέλνει σε μια οθόνη για να επιλέξουμε τον τρόπο με τον οποίο θα εντοπιστεί η συσκευή μας. Επιλέγουμε "Ethernet".

Φόρτωση Προγράμματος στο PLC

Έχοντας λοιπόν τελειώσει με τη διαμόρφωση και τις ρυθμίσεις σώζουμε το πρόγραμμα Save project , και το φορτώνουμε στο PLC (download) .

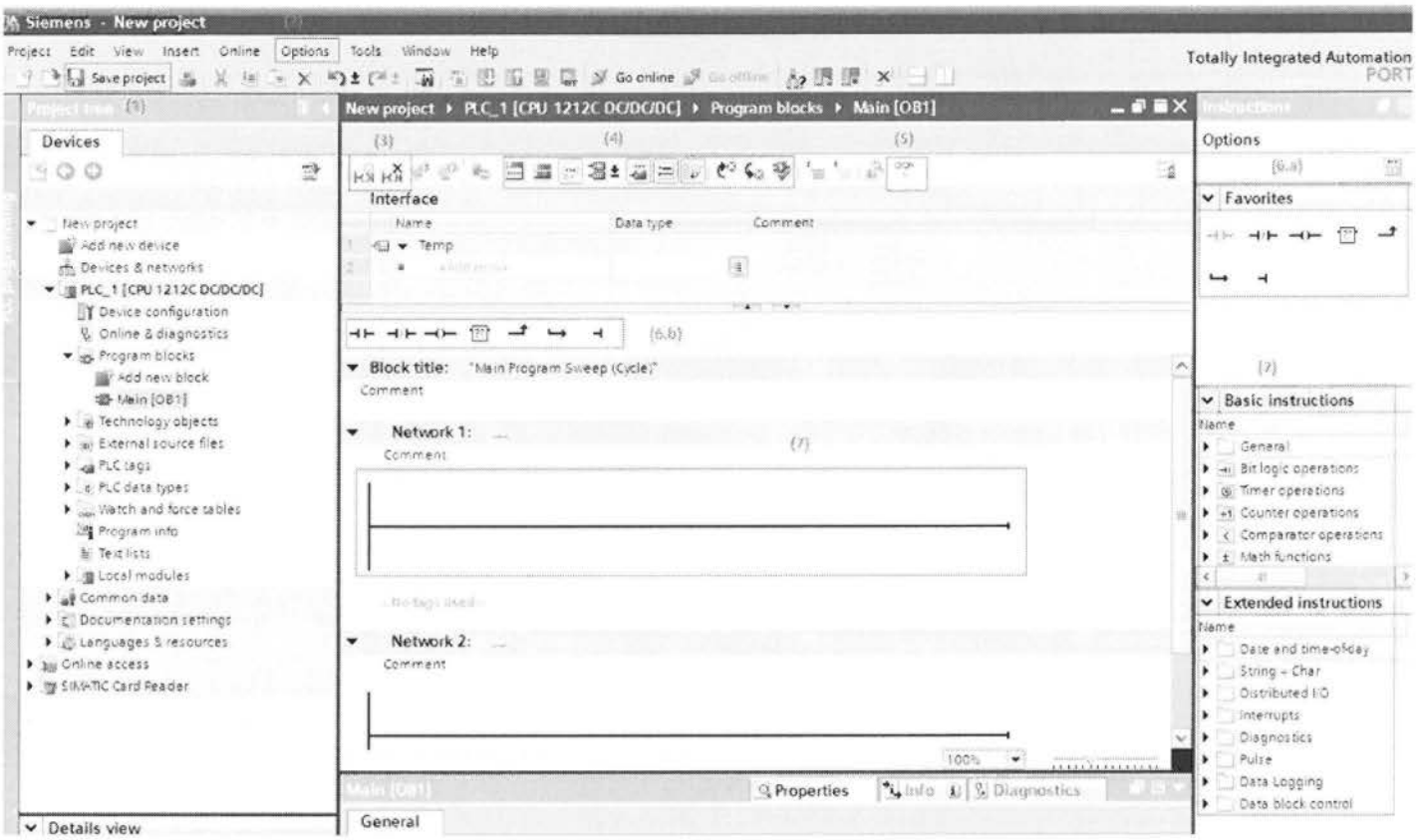
Προτείνεται κατά το download η CPU να είναι σε κατάσταση STOP.

Εάν σε κάποια slot θέση στην Hardware Configuration έχουμε δηλώσει υλικό το οποίο δεν υπάρχει πραγματικά στην εγκατάσταση (κενή θέση) κάνοντας download ο Simatic Manager δεν το αντιλαμβάνεται σαν λάθος (θεωρεί ότι μελλοντικά μπορεί να εγκατασταθεί) εάν όμως σε κάποια slot θέση στην Hardware Configuration δηλώσουμε υλικό διαφορετικό από αυτό που πραγματικά υπάρχει (π.χ. διαφορετική CPU) τότε το Simatic Manager με προειδοποιεί για την υπάρχουσα διαφορά (ως σφάλμα).

Το πρώτο μας πρόγραμμα στο OB1

Στην στήλη με τα εργαλεία των συσκευών μας (project tree) επιλέγουμε **Program Blocks > Main[OB1]** και κάνουμε διπλό κλικ πάνω στο **Main Block[OB1]**.

Έτσι ερχόμαστε σε επαφή με την σύνταξη του προγράμματος μας (σε default γλώσσα LADDER).



Βασικά στοιχεία συγγραφής ενός προγράμματος

1. Αποθήκευση προγράμματος

2. Αλλαγές στον τρόπο εμφάνισης της γλώσσας προγραμματισμού (γραμματοσειρά, μέγεθος γραμμάτων, χρώματα). Για την ρύθμιση από OPTIONS CUSTOMIZE βγάζει παράθυρο διαλόγου.

3. Δημιουργία/Διαγραφή νέου network.

4. Επιλογές μορφοποίησης του προγράμματος μας (π.χ. ανοιχτά tags).

5. Άνοιγμα/Κλείσιμο παρακολούθησης του κυκλώματος μας.

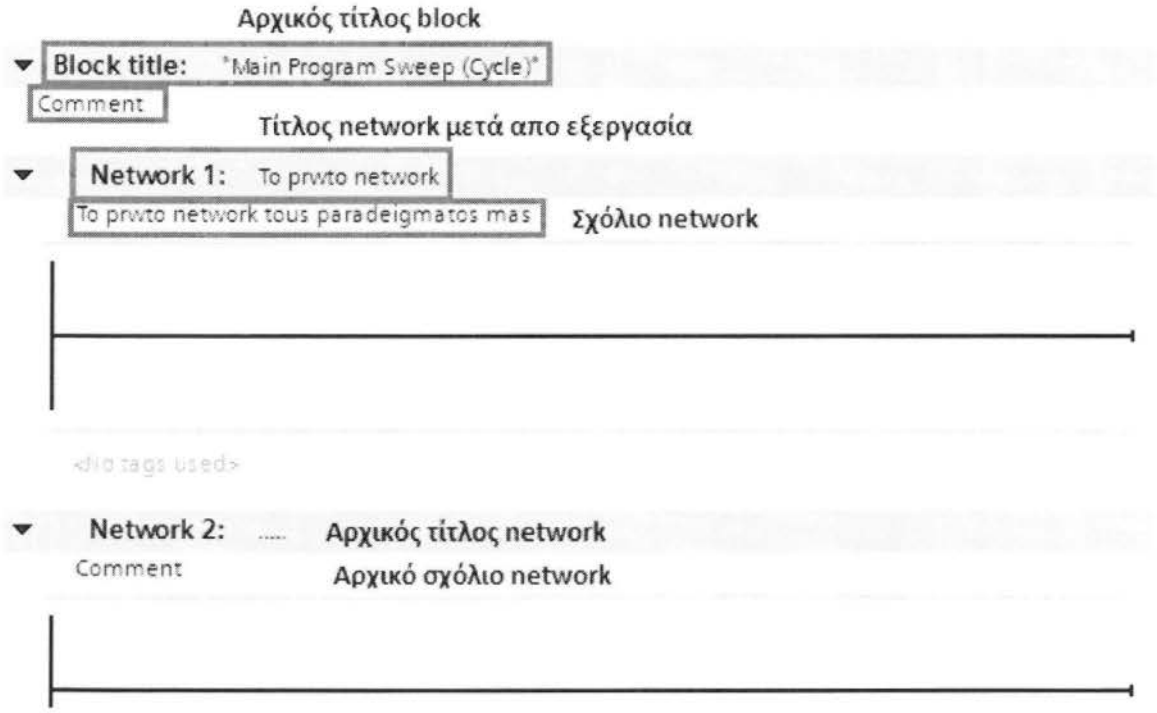
6α. Στοιχεία προγραμματισμού LADDER.

6β. Το ίδιο με το 6.α.

7. Βασικές εντολές και στοιχεία για την σύνταξη του προγράμματός μας όπως, χρονιστές, απαριθμητές.

Εισαγωγή σχολίων στον κώδικα.

Πολλές φορές θα χρειαστεί να εμπλουτίσουμε τον κώδικα μας με μερικά σχόλια για την διευκόλυνση μας στις αλλαγές του κώδικα (π.χ. η διόρθωση του απο τρίτους). Με διπλό κλικ δίπλα από τα "block title" και "network #" μπορούμε να αλλάξουμε τα σχόλια του κάθε network και block.



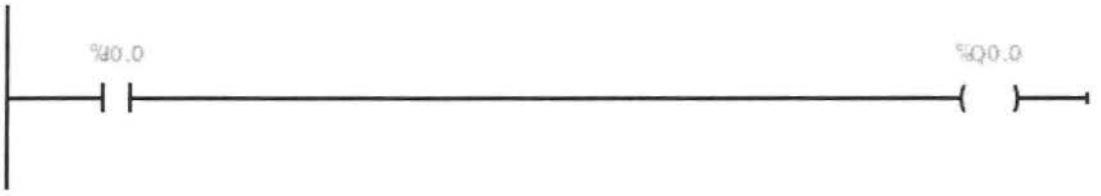
ΔΥΑΔΙΚΕΣ ΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΑΞΕΙΣ – Εντολές bit

Οι εντολές bit λειτουργούν με δύο τιμές 1 και 0. όταν μία επαφή ή ένα πηνίο εξόδου είναι 1 τότε είναι ενεργοποιημένο. Όταν είναι 0 τότε είναι απενεργοποιημένο. Οι εντολές bit συνδυάζουν τα 0 και 1 σήματα των μεταβλητών και αναλόγως των συνδυασμών δίνουν ένα αποτέλεσμα που είναι επίσης 0 ή 1. Αυτό το αποτέλεσμα αναφέρεται και ως RLO (Result of Logic Operation).

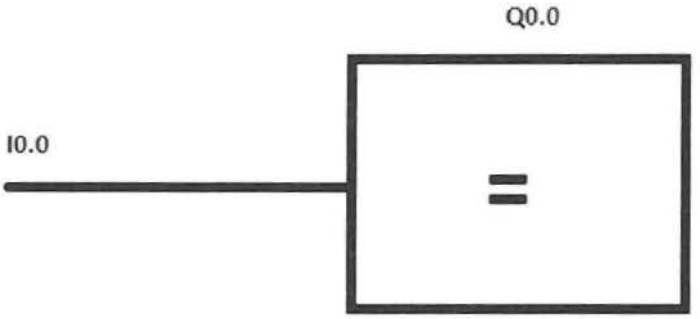
A Ix.y		Έλεγχος για λογικό '1'.
AN Ix.y		Έλεγχος για λογικό '0'.
=Qx.y		Εκχώριση αποτελέσματος λογικής πράξης σε έξοδο.
= A Qx.y		Αναστροφή αποτελέσματος λογικής πράξης στην έξοδο.
S Qx.y		Κάνει την λογική έξοδο «set»
R Qx.y		Κάνει την λογική έξοδο «reset»
	%DB1 "IEC_Timer_0_DB" TON Time IN Q T#5S PT ET ...	Set/reset το flip-flop.

ΕΚΧΩΡΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΟΣ – ASSIGNMENT

- Ladder



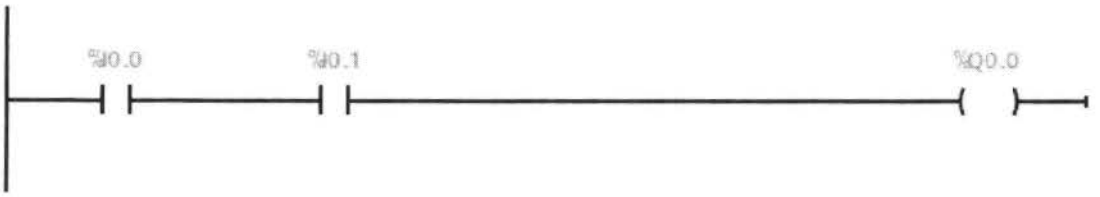
- FBD



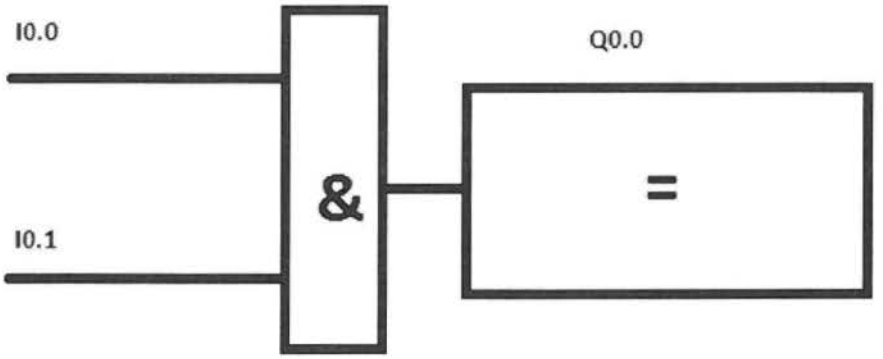
ΛΟΓΙΚΗ ΠΡΑΞΗ AND

Η AND αντιστοιχεί σε μία εν σειρά σύνδεση. Αν στο παρακάτω παράδειγμα έστω και μία από τις εισόδους έχει τιμή ''0'', τότε η Q0.0 θα έχει τιμή ''0''. Για να έχει η Q0.0 κατάσταση ''1'' θα πρέπει όλες οι είσοδοι να έχουν κατάσταση ''1''.

- Ladder



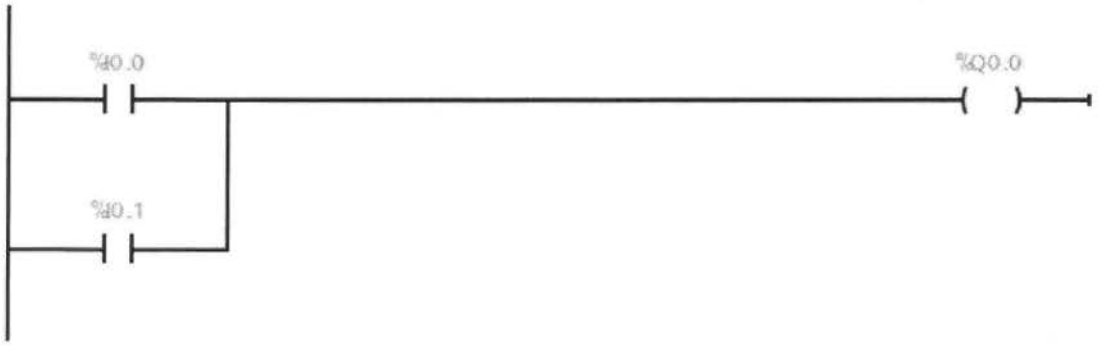
- FBD



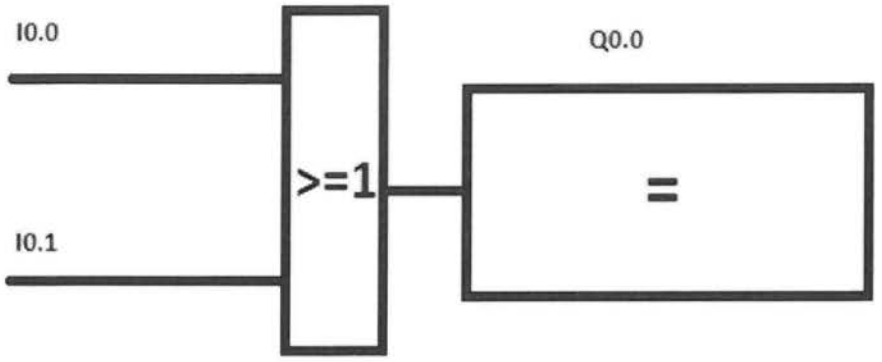
ΛΟΓΙΚΗ ΠΡΑΞΗ OR

Η OR αντιστοιχεί σε μία παράλληλη σύνδεση επαφών του κυκλωματικού διαγράμματος. Αν στο παρακάτω παράδειγμα έστω και μία από τις εισόδους έχει τιμή ''1'', τότε η Q0.1 θα έχει τιμή ''1''. Για να έχει η Q0.0 κατάσταση ''0'' θα πρέπει όλες οι είσοδοι να έχουν κατάσταση ''0''.

- Ladder



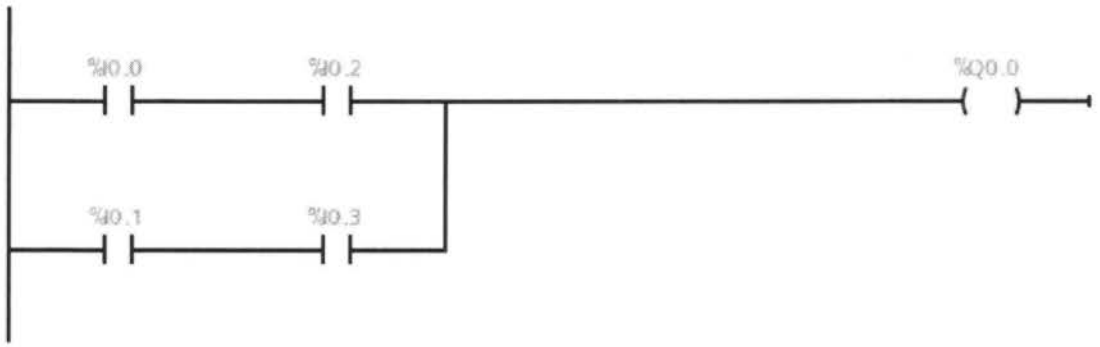
- FBD



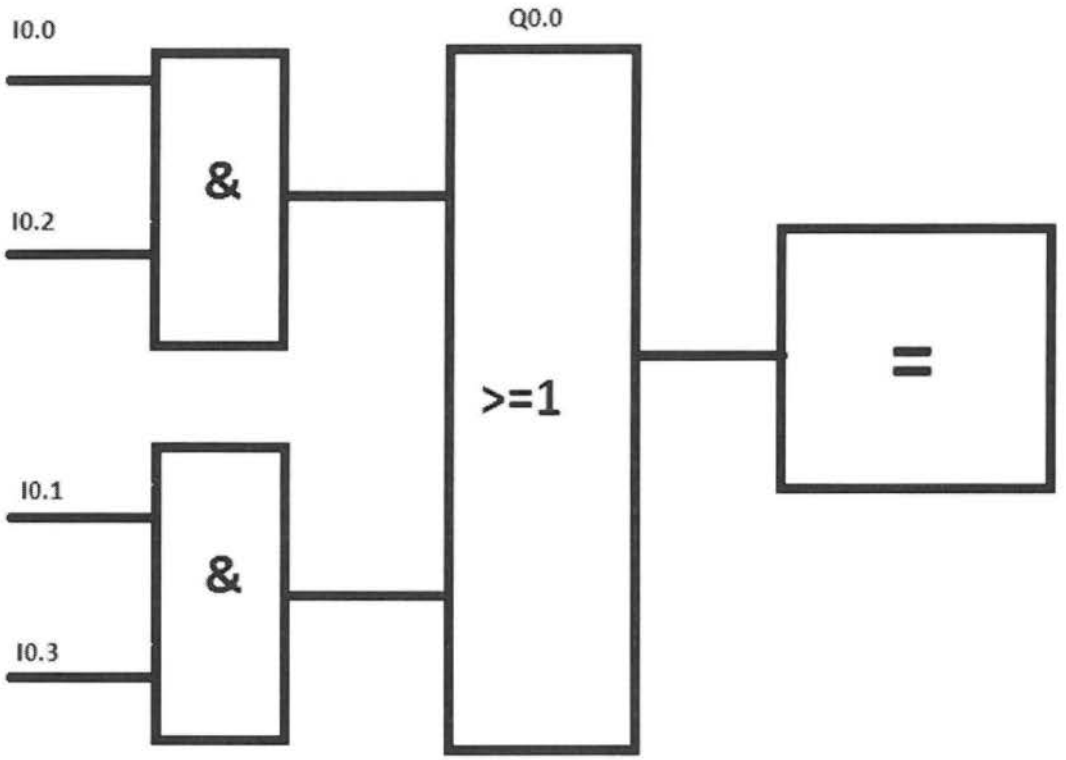
ΣΥΝΔΙΑΣΜΟΣ AND & OR

Η ''AND πριν το OR'' αντιστοιχεί σε μία παράλληλη σύνδεση ομάδων επαφών που εν σειρά συνδεδεμένες μεταξύ τους. Στο παρακάτω παράδειγμα για να έχει η Q0.1 κατάσταση ''1'' θα πρέπει τουλάχιστον όλες οι επαφές ενός κλάδου να έχουν κατάσταση ''1''.

- Ladder



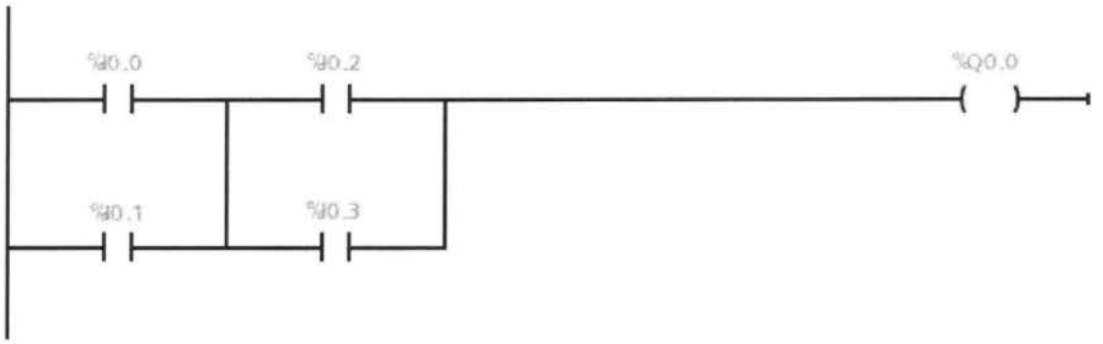
- FBD



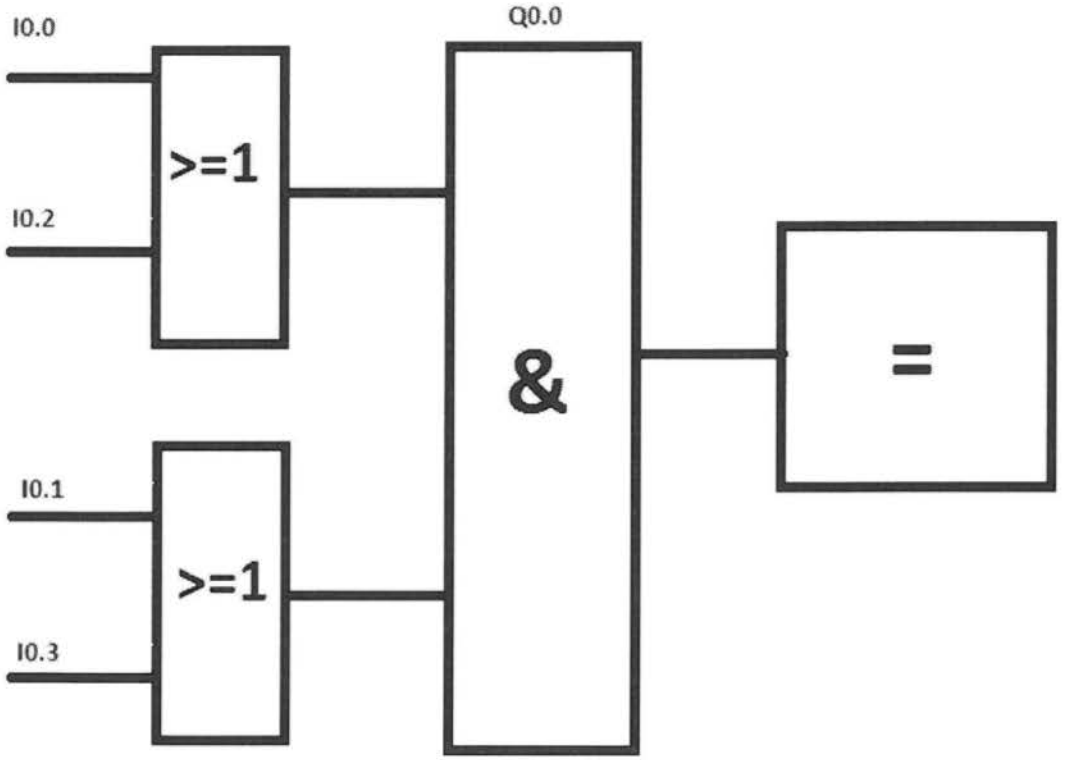
ΣΥΝΔΙΑΣΜΟΣ OR & AND

Η '' OR πριν το AND'' αντιστοιχεί σε μία εν σειρά σύνδεση ομάδων επαφών που συνδεδεμένες μεταξύ τους παράλληλα. Στο παρακάτω παράδειγμα για να έχει η Q1.0 κατάσταση ''1'' θα πρέπει τουλάχιστον μία επαφή του κάθε κλάδου να έχει κατάσταση ''1''.

- Ladder



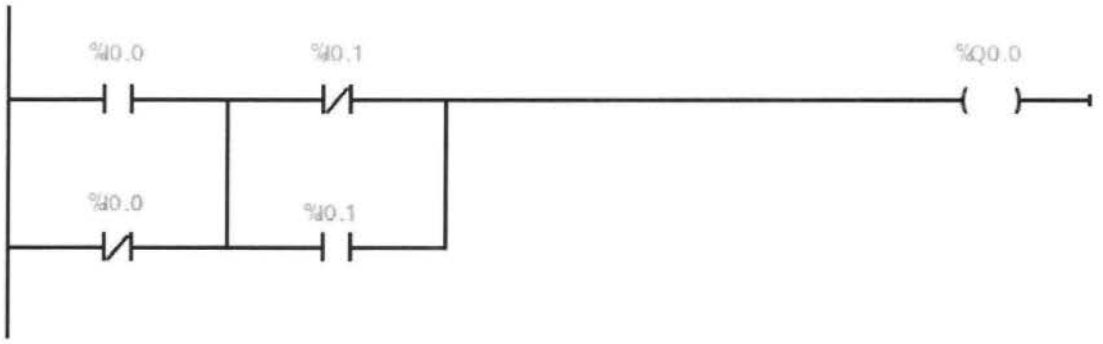
- FBD



Exclusive OR (XOR)

Στο παράδειγμα βλέπουμε τη λειτουργία και τον προγραμματισμό της λογικής πράξης EX-OR. Για να γίνει η Q1.0 ''1'', θα πρέπει μόνο μία επαφή να είναι κλειστή (''1'').

- Ladder

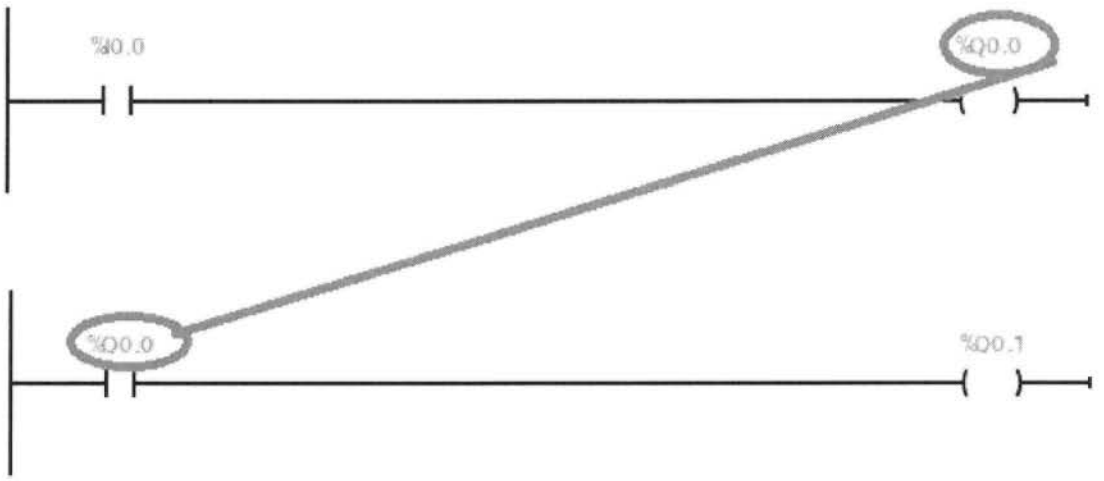


- FBD

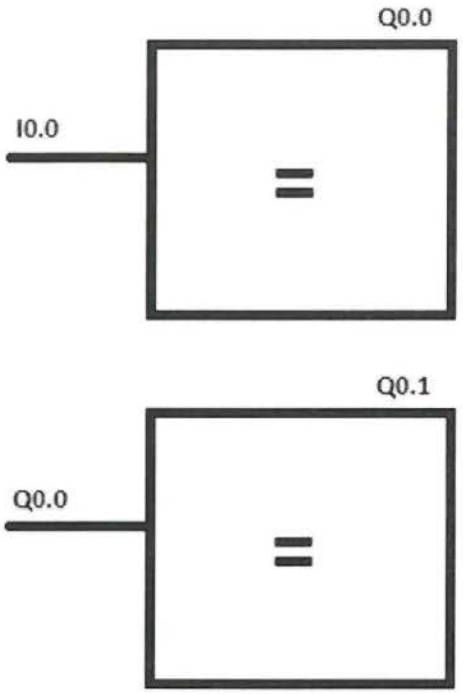
ΑΝΑΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗ

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και τις εξόδους Q (όπως και τις μνήμες M) σαν τελεστές μιας λογικής πράξης (AND,OR…).

- Ladder



- FBD



ΧΡΟΝΙΣΤΕΣ (TIMERS)

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τις οδηγίες του χρονοδιακόπτη για να δημιουργήσετε προγραμματισμένες χρονικές καθυστερήσεις. Ο αριθμός των χρονομέτρων που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το πρόγραμμα χρήστη σας περιορίζεται μόνο από την ποσότητα της μνήμης του επεξεργαστή. Κάθε χρονόμετρο χρησιμοποιεί 16 byte IEC_Timer δομή τύπου δεδομένων DB για την αποθήκευση του χρονοδιακόπτη δεδομένα που καθορίζεται στην κορυφή του box ή στις οδηγίες του πηνίου.

Για να δουλέψει ένα χρονικό πρέπει να ανιχνευτεί στην είσοδό του μια μεταβολή από λογικό «0» σε λογικό «1».

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

Υπάρχουν 4 είδη χρονιστών.

Ladder/FBD Χρονιστές	SCL	Περιγραφή
%DB1 "IEC_Timer_0_DB" TP Time IN Q T#5S PT ET ...	"IEC_Timer_0_DB".TP(IN:=_bool_in_, PT:=_time_in_, Q=>_bool_out_, ET=>_time_out_);	Το χρονόμετρο TP παράγει έναν παλμό με ένα προκαθορισμένο εύρος χρόνου.
%DB1 "IEC_Timer_0_DB" TON Time IN Q T#5S PT ET ...	"IEC_Timer_0_DB".TON (IN:=_bool_in_, PT:=_time_in_, Q=>_bool_out_, ET=>_time_out_);	Το χρονόμετρο TON θέτει έξοδο Q σε ON μετά από ένα προκαθορισμένο χρονική καθυστέρηση.
%DB1 "IEC_Timer_0_DB" TOF Time IN Q T#5S PT ET ...	"IEC_Timer_0_DB".TOF (IN:=_bool_in_, PT:=_time_in_, Q=>_bool_out_, ET=>_time_out_);	Το χρονόμετρο TOF επαναφέρει έξοδος Q στη θέση OFF μετά από ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα.
%DB1 "IEC_Timer_0_DB" TONR Time IN Q ... R ET ... T#5S PT	"IEC_Timer_0_DB".TONR (IN:=_bool_in_, R:=_bool_in_ PT:=_time_in_, Q=>_bool_out_, ET=>_time_out_);	Το χρονόμετρο TONR θέτει την έξοδο Q σε κατάσταση ON μετά από ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα. Ο χρόνος που παρήλθε είναι συσσωρευμένος σε πολλαπλές περιόδους χρονισμού μέχρις ότου η είσοδος R χρησιμοποιείθει για να επαναφέρουμε το χρόνο που παρήλθε.

Ο μέγιστος χρόνος που μπορούμε να θέσουμε είναι από -24μέρες 20ώρες 31λεπτά 23 δευτερόλεπτα και 648μίλιδευτερόλεπτα έως 24 μέρες 20 ώρες 31λεπτά 23 δευτερόλεπτα και 648 μίλιδευτερόλεπτα.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Δεν μπορούμε να θέσουμε αρνητικές τιμές στον χρονιστή μας. Όποια χρονική περίοδος τεθεί κάτω του μηδενός ορίζεται ως μηδέν όταν εκτελείτε ο χρονιστής.

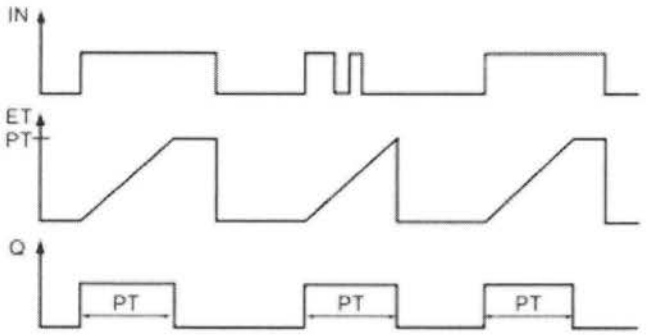
Διαγράμματα χρονιστών

IN: Κατάσταση εισόδου (digital), «περνάει ρεύμα» άρα λογικό «1», δεν περνάει ρεύμα άρα λογικό «0».

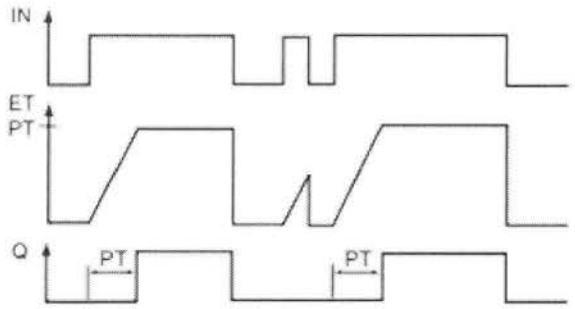
ET/PT: Χρόνος που θέτει ο προγραμματιστής στο χρονιστή για να λειτουργήσει. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα έστω ET/PT: 5s.

Q: Κατάσταση εξόδου (digital), «περνάει ρεύμα» άρα λογικό «1», δεν περνάει ρεύμα άρα λογικό «0».

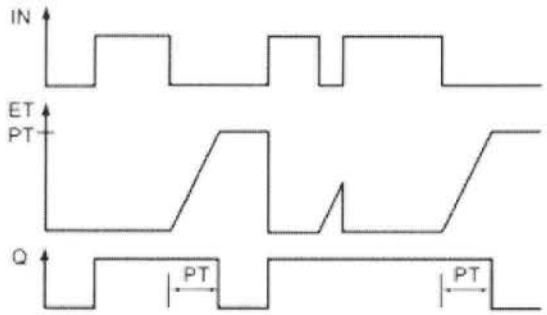
Διάγραμμα Χρονιστή Παλμού (PT)



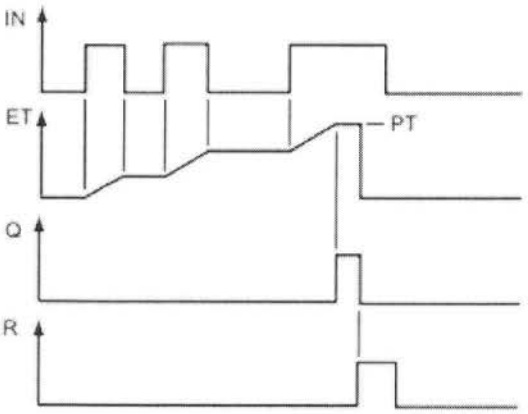
Διάγραμμα Χρονιστή με Καθυστέρηση ON



Διάγραμμα Χρονιστή με Καθυστέρηση OFF



Διάγραμμα Επαναλαμβανόμενου Χρονιστή με καθυστέρηση ON



Κεφάλαιο 7ο : Πείραμα

Περιγραφή:

Έχουμε μια δεξαμενή η οποία είναι γεμάτη με νερό και από την οποία θα γίνεται διανομή νερού σε μικρότερες δεξαμενές. Μέσω μιας ηλεκτροβάνας θα ελέγχουμε τη ροή του νερού. Για να ελέγξουμε την μετάδοση του νερού στις μικρότερες δεξαμενές θα χρησιμοποιήσουμε άλλες 2 ηλεκτροβάνες ίδιου τύπου με την 1η.

Η διεργασία θα ξεκινάει όταν πατήσουμε το κουμπί "Start" και στείλουμε σήμα στο plc ότι το πρόγραμμά μας είναι σε λειτουργία. Από την έξοδο του plc στέλνετε σήμα στην πρώτη ηλεκτροβάνα ανοίξει η ηλεκτροβάνα που ελέγχει την ροή του νερού προς τις άλλες 2 ηλεκτροβάνες. Μετά από 10 δευτερόλεπτα το plc στέλνει σήμα για να ανοίξει η δεύτερη ηλεκτροβάνα και να παραμείνει ανοιχτή για 20 δευτερόλεπτα. Μόλις κλείσει η δεύτερη ηλεκτροβάνα το plc στέλνει σήμα στην Τρίτη ηλεκτροβάνα για να παραμείνει ανοιχτή για 40 δευτερόλεπτα.

Το πείραμα μας πραγματεύεται τις βασικές αρχές του αυτοματισμού, την **χρονοκαθυστέρηση** και την **αναγνώριση σημάτων**. Στα networks η αναγνώριση σημάτων γίνεται στην αρχή καθώς το πρώτο network πρέπει να διαβάσει το σήμα που του δίνουμε από το button «START» και τα υπόλοιπα διαβάζουν τα σήματα των "first","firstflag" ,"second", "secondflag" ,"third" και "thirdflag". Η χρονοκαθυστέρηση υπάρχει με την μορφή παλμού στις περιπτώσεις που:

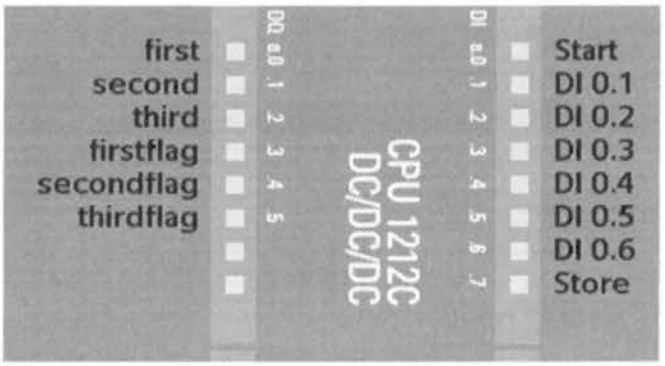
- Ξεκινάει η λειτουργία και περιμένουμε 5sec πριν ανοίξει η πρώτη ηλεκτροβάνα (first).
- Η πρώτη ηλεκτροβάνα είναι ανοιχτή και περιμένουμε 5 sec για να ανοίξει η δεύτερη (second).
- Η δεύτερη ηλεκτροβάνα παραμένει ανοιχτή για 20 sec.
- Κλείνει η δεύτερη ηλεκτροβάνα και αμέσως ανοίγει η τρίτη για 20sec (third).
- Κλείνει και η τρίτη και 5 sec μετά το σύστημα είναι εκτός λειτουργίας.

Προγραμματισμός

Αφού αναλύσαμε τις βασικές αρχές που προγραμματίζουμε με το TIA θα ξεκινήσουμε τον προγραμματισμό του κυκλώματος μας.

❖ *Επισκόπηση PLC*

Με την βοήθεια του TIA PORTAL V11 μπορούμε να έχουμε μια επισκόπηση των εισόδων και των εξόδων του PLC.



❖ *Ανάλυση του κώδικα LADDER*

Flags

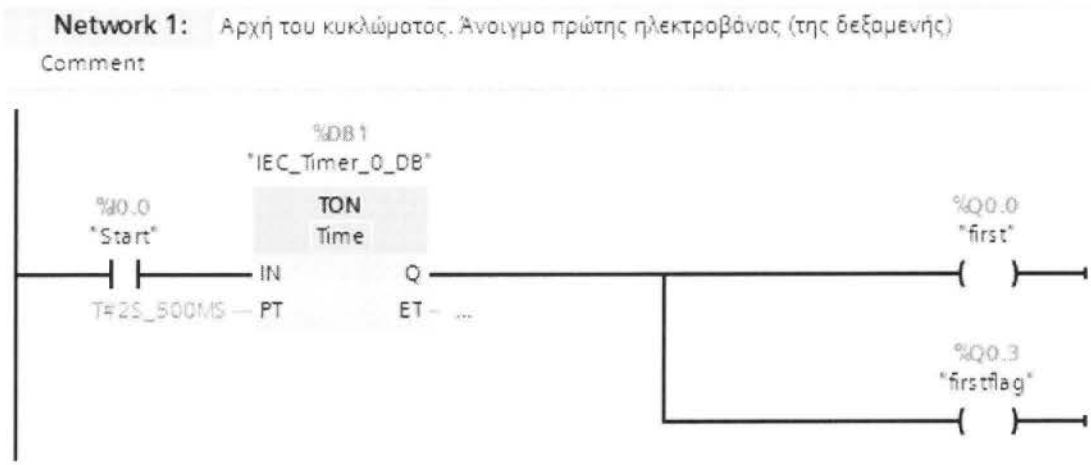
Πριν προχωρήσουμε στην ανάλυση πρέπει να εξηγήσω κάποια σημεία του κώδικα τα οποία έχω ονομάσει flags. Τα flags είναι βοηθητικοί δείκτες οι οποίοι δείχνουν πότε το κύκλωμα μας βρίσκεται σε μια επιθυμητή κατάσταση.

Γιατί λοιπόν να χρησιμοποιήσουμε flags;

Διότι είναι ένας απλός και εύκολος τρόπος να ελέγχουμε καταστάσεις που ειδάλλως θα ήταν πιο δύσκολο να ελεγχθούν. Για παράδειγμα, θέλουμε η τρίτη ηλεκτροβάνα να ανοίγει μόλις κλείσει η δεύτερη αλλά όχι πιο πριν, άρα χρησιμοποιούμε το secondflag και το second που όταν είναι σε κατάσταση ON και OFF αντίστοιχα τότε αυτό σημαίνει πως η δεύτερη ηλεκτροβάνα μόλις έκλεισε.

Network #1

Εδώ βλέπουμε την αρχή του προγράμματος μας. Πρέπει να πατηθεί το κουμπί «Start» για να ξεκινήσει η διαδικασία. Έχουμε προσθέσει και έναν χρονιστή με χρονοκαθυστέρηση (TON – type) για να ανοίξει η ηλεκτροβάνα μετά από 2,5sec αφότου έχει κλείσει το κύκλωμα.

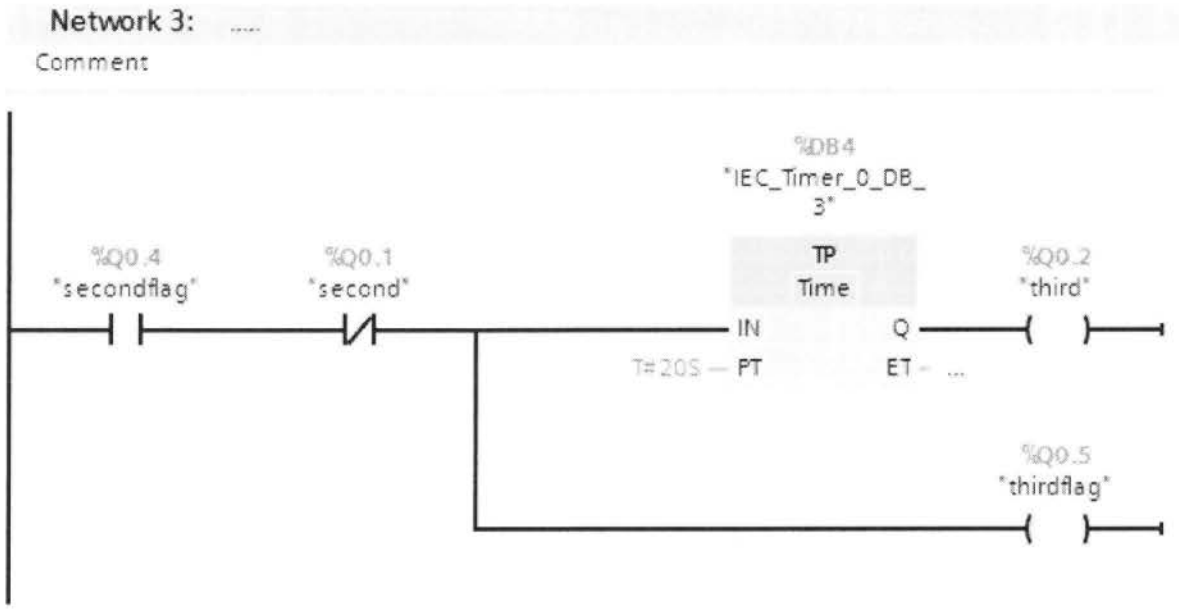


Network #2

Σε αυτό το network βλέπουμε το επόμενο βήμα αφού ανοίξει η πρώτη δεξαμενή. Δεν θέλουμε οι δεξαμενές να ανοίγουν ταυτόχρονα γιαυτό βάζουμε στην αρχή έναν χρονιστή με χρονοκαθυστέρηση (TON-type) 2,5sec Και μετά ανοίγουμε την δεύτερη ηλεκτροβάνα (πρώτη διανομή νερού) για 20sec.

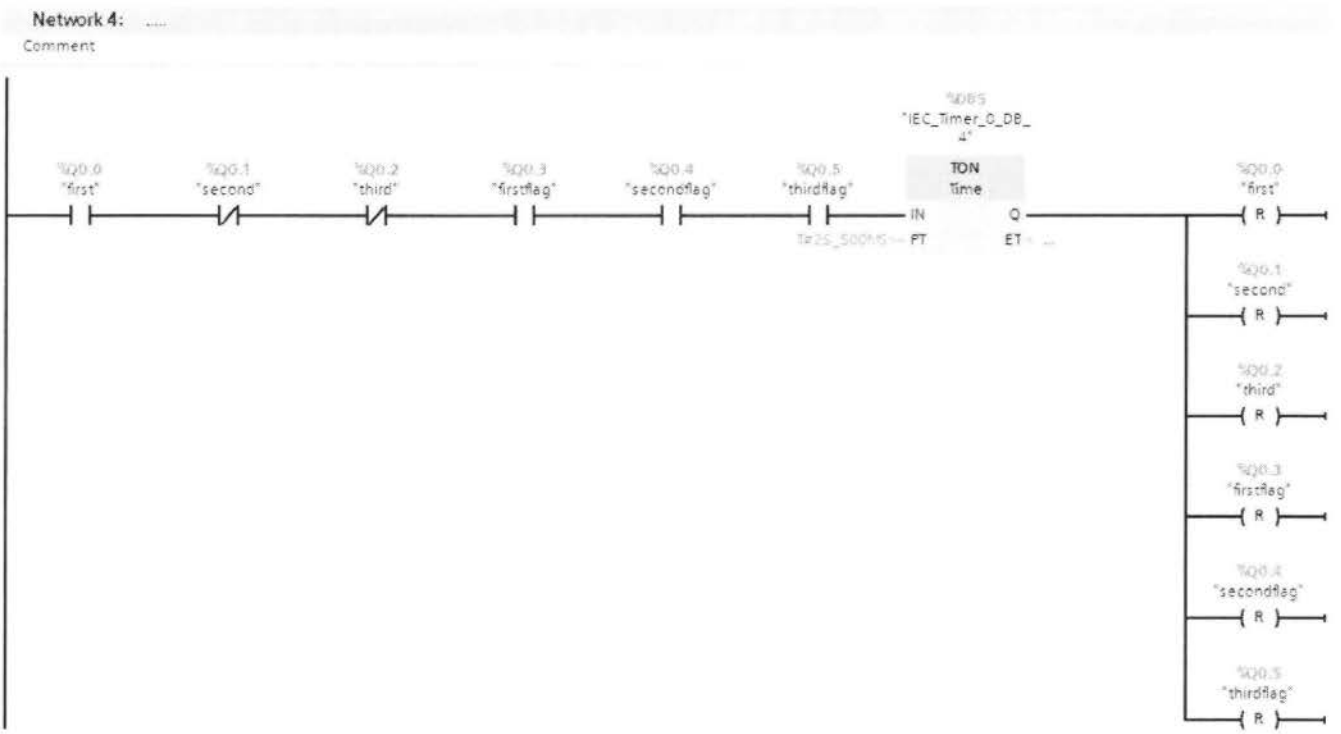
Network #3

Σε αυτό το network βλέπουμε την διαδικασία μετά το κλείσιμο της δεύτερης ηλεκτροβάνας. Για να ανοίξει η Τρίτη ηλεκτροβάνα (δεύτερη διανομή νερού). Πρέπει να έχει προηγηθεί το άνοιγμα, η λειτουργία και το κλείσιμο της δεύτερης ηλεκτροβάνας (κατάσταση secondflag = ON & second = OFF).



Network #4

Το συγκεκριμένο network είναι το τελευταίο βήμα του προγράμματος μας το οποίο ουσιαστικά τελειώνει την διαδικασία διανομής του νερού και θέτει το πρόγραμμα σε λειτουργία OFF 2,5 sec αφού έχει ολοκληρωθεί η εργασία μας.



Βήμα #2 Δημιουργία υλικού μέρους της εργασίας.

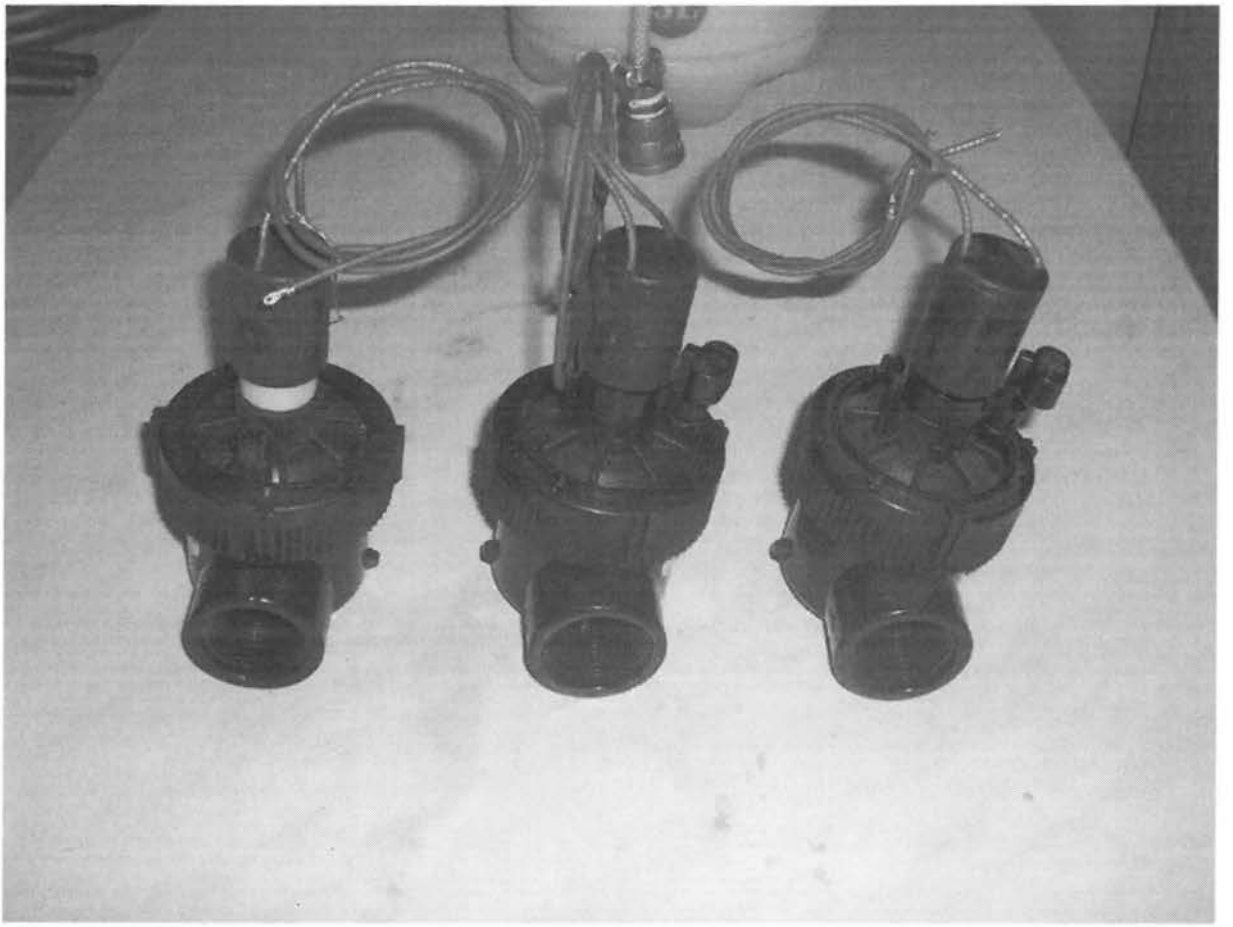
Σε αυτό το κομμάτι θα αναλύσουμε την κατασκευή μας, από την δημιουργία μέχρι την λειτουργία του κυκλώματος.

Υλικά:

1) Siemens SIMATIC S7-1200.

Το βασικότερο κομμάτι της εργασίας μας. Ο ελεγκτής της Siemens είναι ο εγκέφαλος που καταχωρούμε το πρόγραμμα μας.

2) Ηλεκτροβάνες x 3 EZ Flo Plus Series.



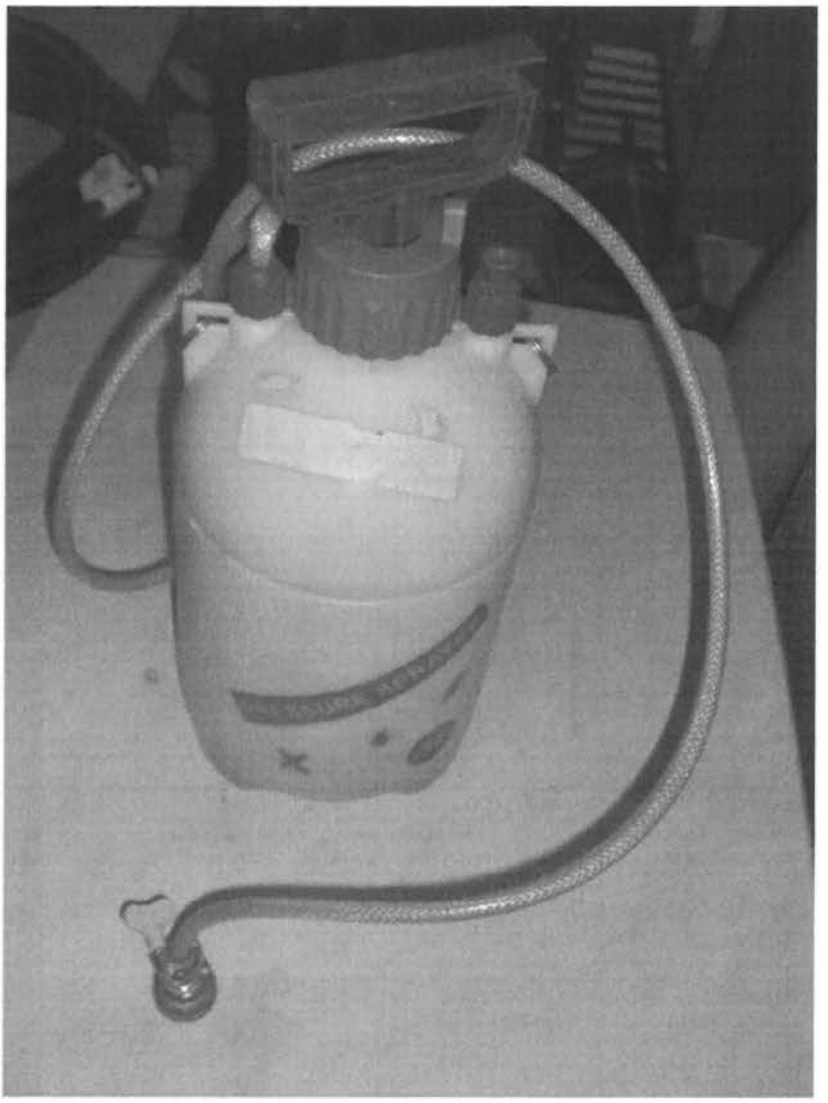
Ηλεκτροβάνες μονής κατεύθυνσης που λειτουργούν στα 24V & 50Hz.

3) Μεταβλητό τροφοδοτικό στα 24V.

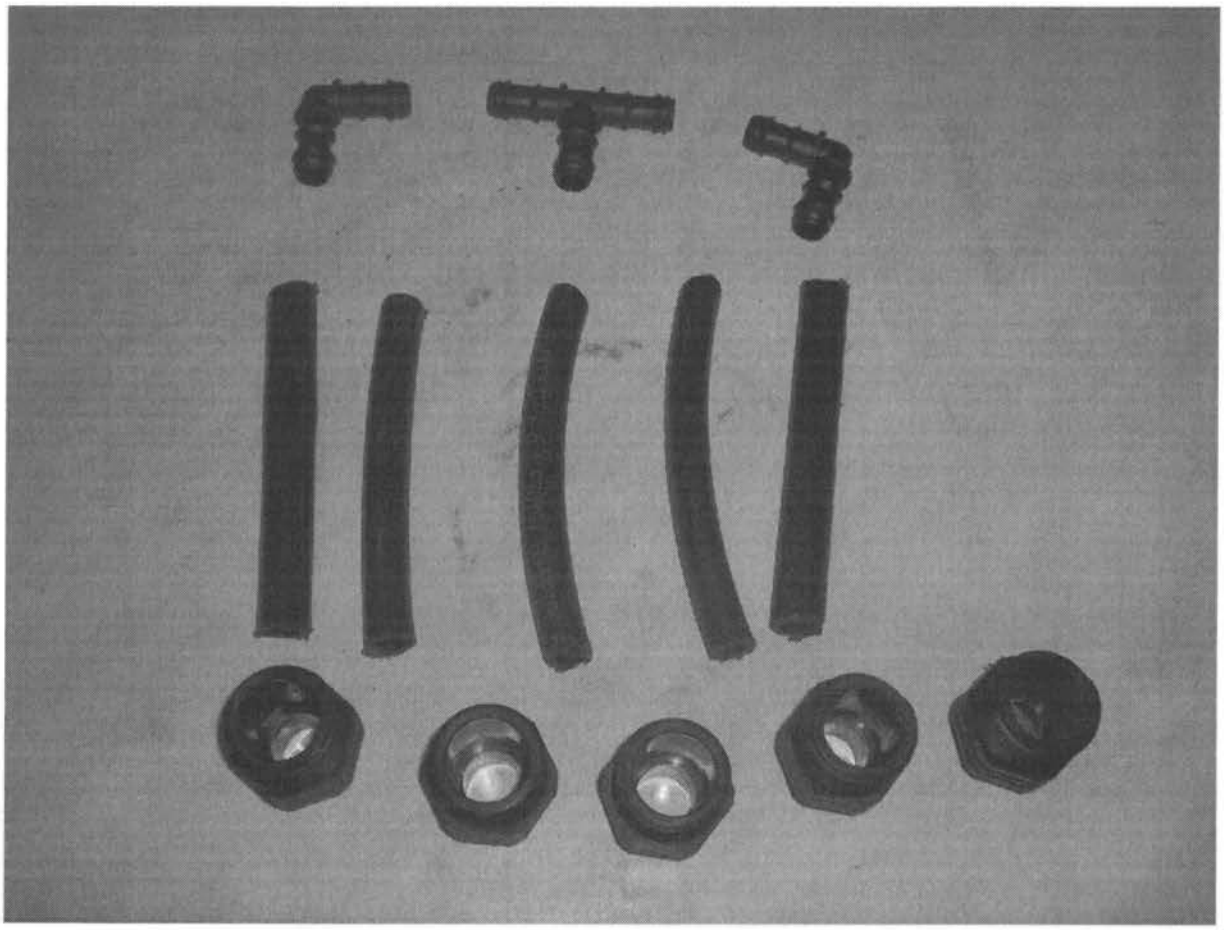
Με αυτό τροφοδοτούμε όλο το σύστημα (εισόδους, εξόδους και PLC).

4) Ψεκαστήρας πίεσης (10lt).

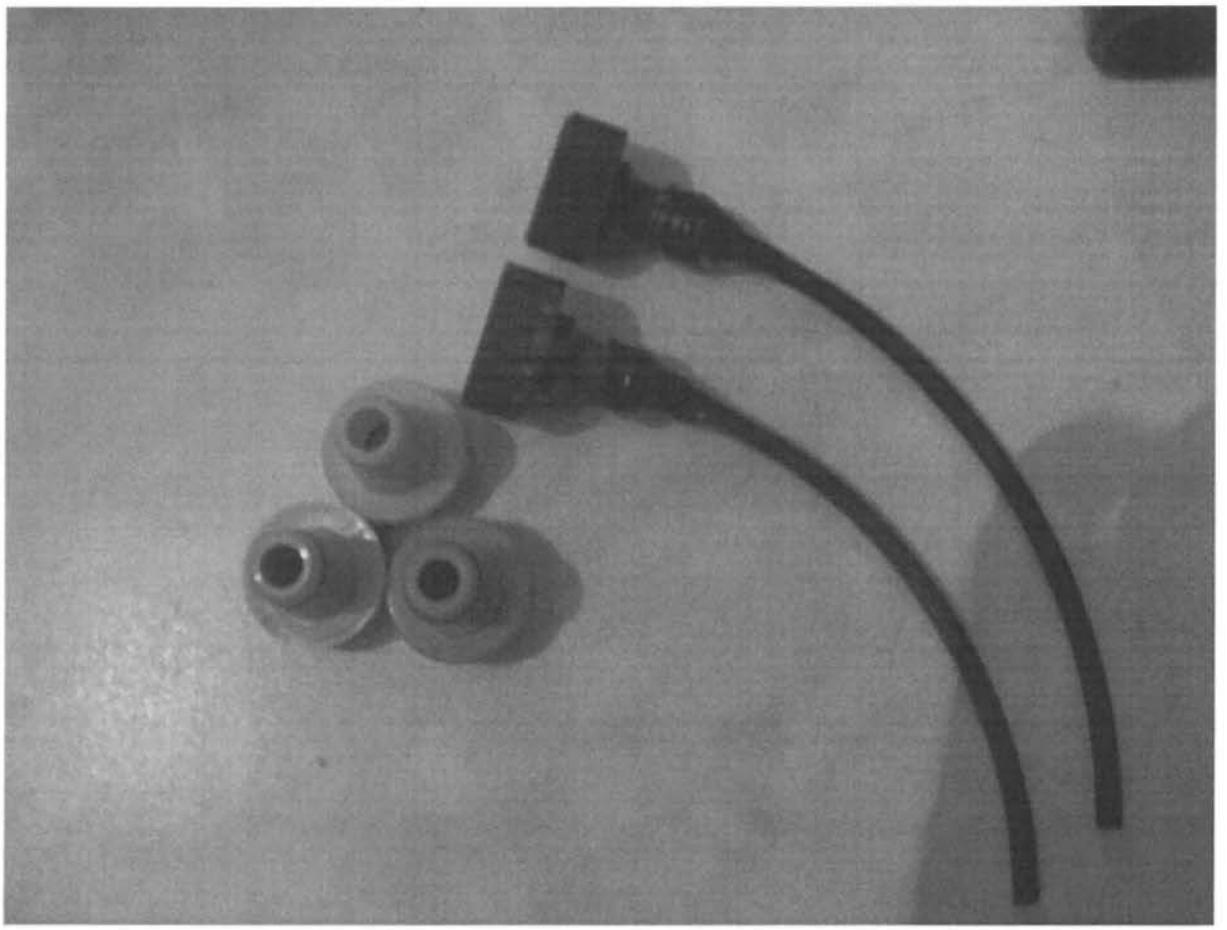
Ο συγκεκριμένος ψεκαστήρας λειτουργεί σαν την αρχική/βασική δεξαμενή μας. Ο λόγος για τον οποίο τον χρησιμοποιούμε είναι γιατί για να λειτουργήσει η ηλεκτροβάνα πρέπει το νερό που την διαρρέει να έχει συγκεκριμένη πίεση.



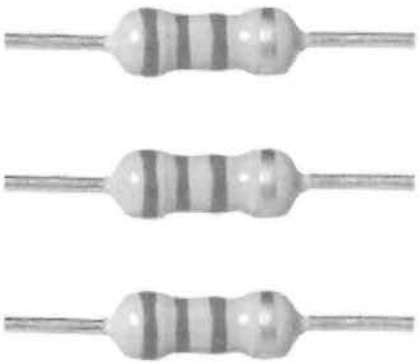
5) Μειωτήρες, λάστιχα των (10-12cm) και μετατροπείς διαδρομής ρευστού. Είναι τα υλικά που χρειαζόμαστε για να δημιουργήσουμε την σύνδεση μεταξύ των ηλεκτροβάνων.



6) Μειωτήρες και μικρά λάστιχα τα οποία τα βάζουμε στην έξοδο της κάθε ηλεκτροβάνας.



7) 3x Αντιστάσεις 2κΩ (χρώμα κόκκινο/κόκκινο/κόκκινο)



8) 3x Πράσινα LEDS

Διαδικασία κατασκευής

Πρώτα έφτιαξα βάση που θα στηρίξουμε το όλο σύστημα. Για την εργασία αυτή χρησιμοποίησα ένα κομμάτι ξύλο με διαστάσεις 50x70 cm. Αργότερα, δημιούργησα την βασική δεξαμενή στην οποία είναι αποθηκευμένο το νερό πριν ξεκινήσει η διανομή. Ήταν καιρός να δοκιμάσω την πρώτη ηλεκτροβάνα.

Πρώτη δοκιμή:

Στην πρώτη δοκιμή της ηλεκτροβάνας μου χρησιμοποίησα μια ηλεκτροβάνα, ένα δοχείο 5lt και το τροφοδοτικό μου. Παρότι η ηλεκτροβάνα μου ήταν σε κατάσταση ON και έπρεπε βάση θεωρίας να τρέχει το νερό από την 5λιτρή δεξαμενή, ροή στο νερό δεν υπήρχε.

Κάτι προφανώς δεν πήγαινε καλά, και έτσι καταλήξαμε στις εξής επιλογές:

1) Χαλασμένη ηλεκτροβάνα.
2) Ανεπαρκής τάση.
3) Ανεπαρκής πίεση νερού.

Η πρώτη και η δεύτερη επιλογή απορρίφθηκαν σχεδόν αμέσως καθώς :

- Ακούγεται ένα χαρακτηριστικό «κλικ» όταν ανοίγει η ηλεκτροβάνα άρα **περνάει ρεύμα**.
- Δοκιμάστηκαν και οι άλλες 2 ηλεκτροβάνες άρα **δεν υπάρχει περίπτωση βλάβης**.

Άρα μας μένει η τρίτη επιλογή και εκεί εντοπίστηκε το πρόβλημα. Χρησιμοποιώντας μια βρύση και ένα λάστιχο ποτίσματος έδωσα αρκετή πίεση ώστε να υπάρξει αρκετή πίεση για να έχουμε ροή στο νερό. Στο πείραμα μας όμως δεν θα χρησιμοποιείσουμε την πίεση της βρύσης.

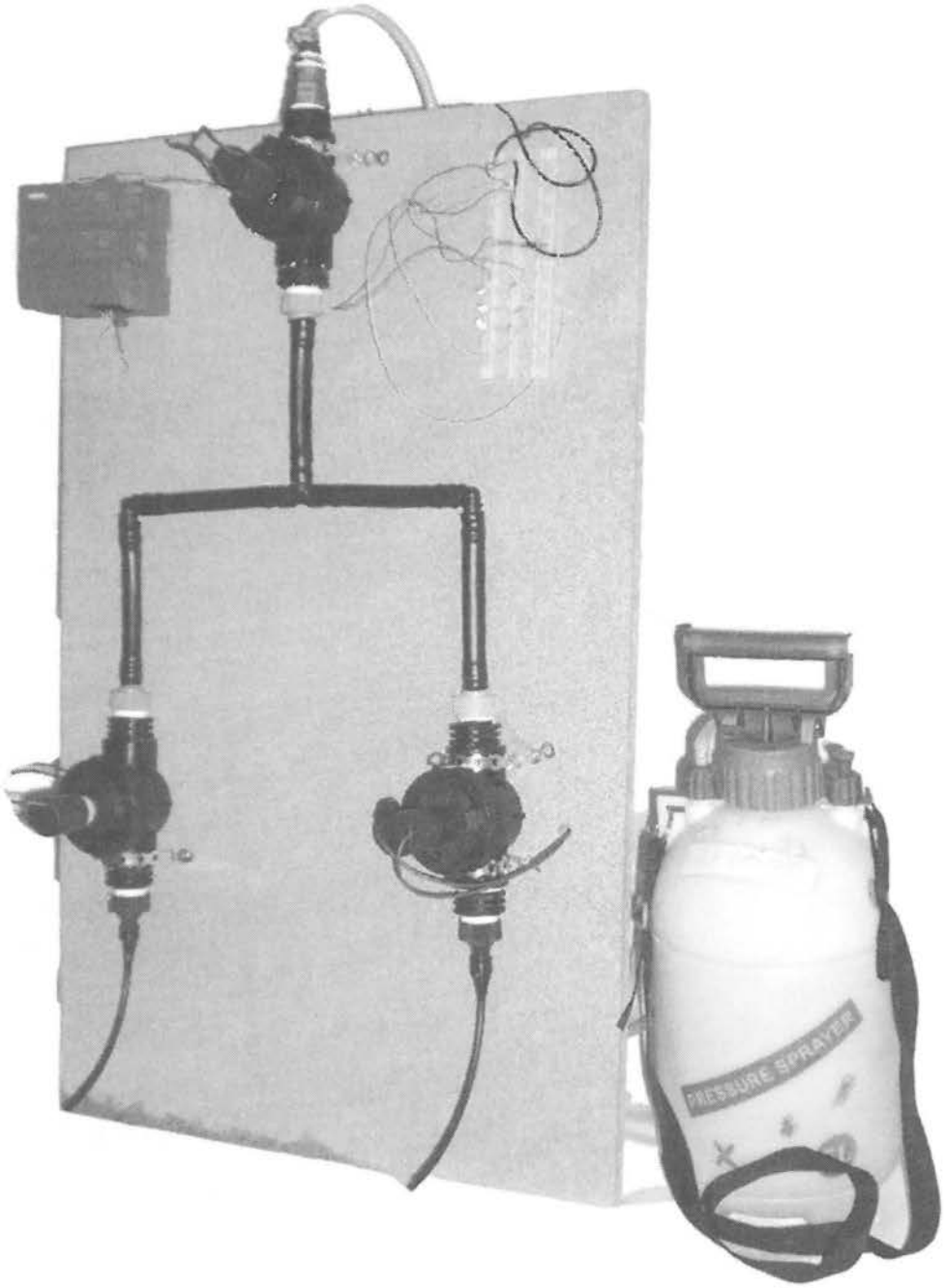
Για την υλοποίηση της πρώτης δοκιμής για το στήσιμο του πειράματος η βασική ιδέα για να ενεργοποιηθούν οι ηλεκτροβάνες ήταν να τοποθετήσουμε την δεξαμενή μας σε ανοιχτό δοχείο και σε τέτοιο ύψος ώστε να εκμεταλευτούμε την ατμοσφαιρική πίεση. Η δοκιμή για να είναι επιτυχής απαιτεί μια απόσταση 2,5 μέτρων μεταξύ της δεξαμενής και της ηλεκτροβάνας.

<u>Δύσκολη και άβολη υλοποίηση</u>

Άρα έπρεπε να βρω κάποια διαφορετική μέθοδο να ασκήσω την πίεση που χρειάζομαι. Η λύση ήρθε με τον **ψεκαστήρα πίεσης**.

Όταν λύθηκε και το πρόβλημα της πίεσης το πείραμα ήταν έτοιμο για λειτουργία.

Κάθε φορά που ανοίγει μια ηλεκτροβάνα ένα από τα πράσινα LEDs ανάβει.


PRESSURE SPRAYER

Συμπεράσματα:

- Μεγαλύτερο ύψος = Μεγαλύτερη πίεση.
- Ανοιχτό δοχείο = Μεγαλύτερη πίεση (λόγο ατμοσφαιρικής πίεσης, παράδειγμα με καλαμάκι κόκα κόλας).
- Η σωστή λειτουργία της ηλεκτροβάνας απαιτεί μια συγκεκριμένη πίεση. Δεν είναι απλά μια «πόρτα που ανοίγει και κλείνει ανάλογα αν την διαπερνάει ρεύμα ή όχι».

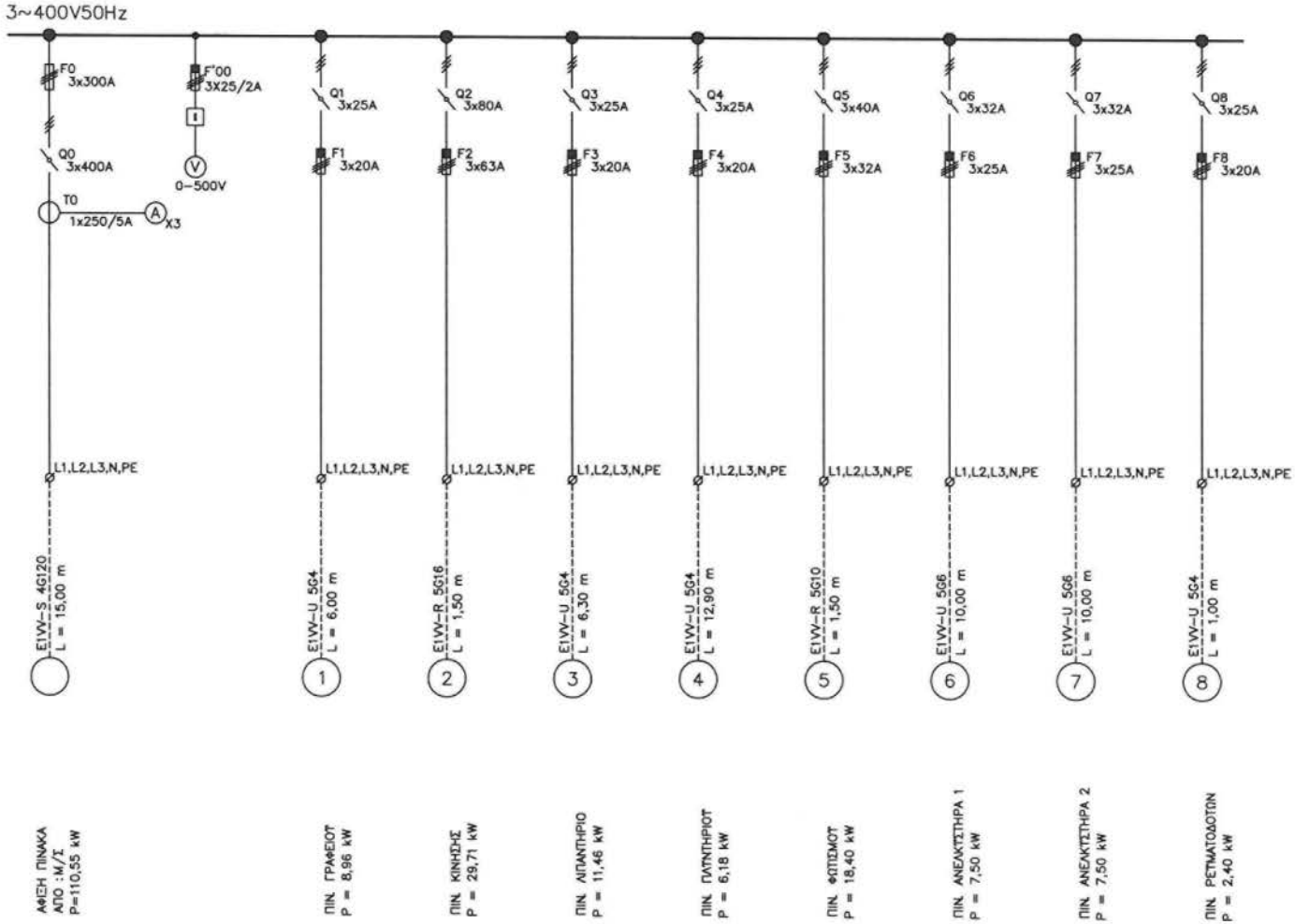
Βιβλιογραφία

1. http://en.wikipedia.org/wiki/Programmable_logic_controller
2. http://eureka.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/1231/gkor_papa_main.pdf?sequence=3
3. Beginner's Guide To PLC Programming by Neal Babcock.
4. Programmable Logic Controllers by William Bolton.
5. Σημειώσεις από το http://sae.teipir.gr/
6. Simatic S7-1200 Document 04-2012.
7. https://www.youtube.com/watch?v=cinbawOwzaQ
8. https://www.youtube.com/watch?v=9dqpmg7mz44
9. Συστήματα Αυτόματου Ελέγχου «Ανάλυση & Προσομοίωση» by Αναστασία Ν. Βελώνη.
10. Programmable Logic Controllers, Fifth Edition by W.Bolton.
11. Plc Programming for Industrial Automation by Kevin Collins.
12. Introduction to PLC controllers by Nebojsa Matic.

ΠΑΡΆΡΤΗΜΑ 2

«ΜΟΝΟΓΡΑΜΜΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ»

1. **Γενικός Πίνακας**
2. **Υποπίνακας Γραφείου**
3. **Υποπίνακας Πλυντηρίου**
4. **Υποπίνακας Λιπαντηρίου**
5. **Υποπίνακας Κίνησης**
6. **Υποπίνακας Φωτισμού**
7. **Υποπίνακας Ρευματοδοτών**
8. **Υ.Δ.Ε.**

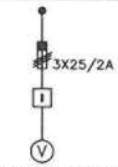


ΤΥΠΟΣ ΠΙΝΑΚΑ : ΜΕΤΑΛΙΚΟΣ ΧΩΝΕΥΤΟΣ ΤΥΠΟΥ STAB
ΒΑΘΜΟΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ : IP31

ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΣΥΜΒΟΛΩΝ

3-ΠΟΛΙΚΗ ΚΟΧΛΙΩΤΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ

3-ΠΟΛΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ PACCO

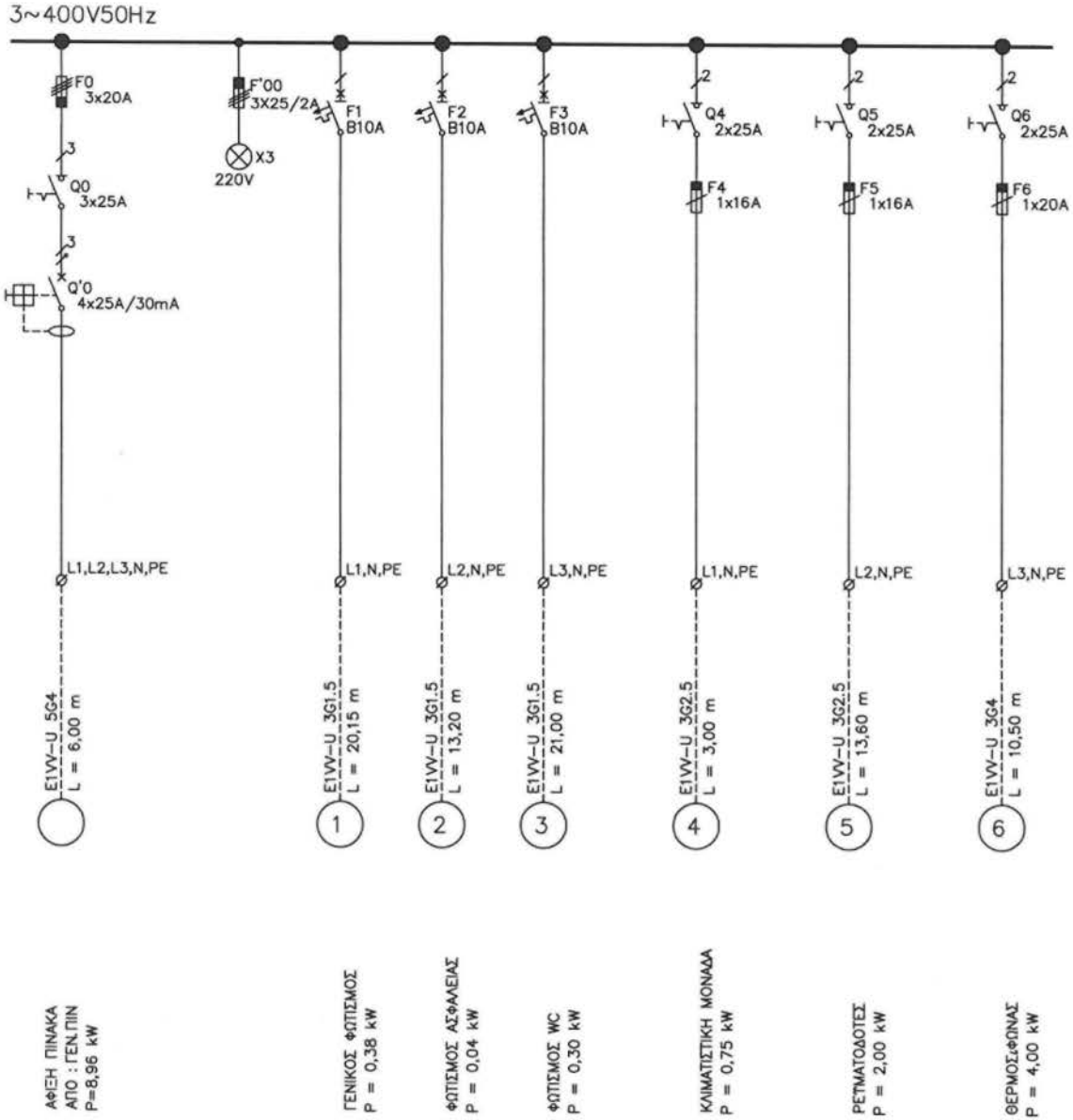


1 V-ΜΕΤΡΟ ΜΕ ΕΠΙΛΟΓΙΚΟ ΔΙΑΚΟΠΤΗ

3-ΠΟΛΙΚΗ ΜΑΧΑΙΡΩΤΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ

3 A-ΜΕΤΡΑ ΚΑΙ 3 Μ/Σ ΕΝΤΑΣΗΣ

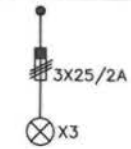
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΣΤΕΦ	ΤΜΗΜΑ ΗΛ/ΓΙΑΣ
ΜΠΟΥΤΖΑΡΕΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ	Α.Μ:30677
ΓΕΝΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ	ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



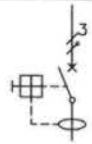
ΤΥΠΟΣ ΠΙΝΑΚΑ : ΜΕΤΑΛΙΚΟΣ ΧΩΝΕΥΤΟΣ ΤΥΠΟΥ STAB
ΒΑΘΜΟΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ : IP31

ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΣΥΜΒΟΛΩΝ

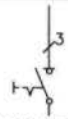
3–ΠΟΛΙΚΗ ΚΟΧΛΙΩΤΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ



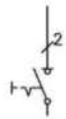
3 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΛΥΧΝΙΕΣ ΣΤΟΥΣ ΖΥΓΟΥΣ



4–ΠΟΛΙΚΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΔΙΑΡΡΟΗΣ



3–ΠΟΛΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ

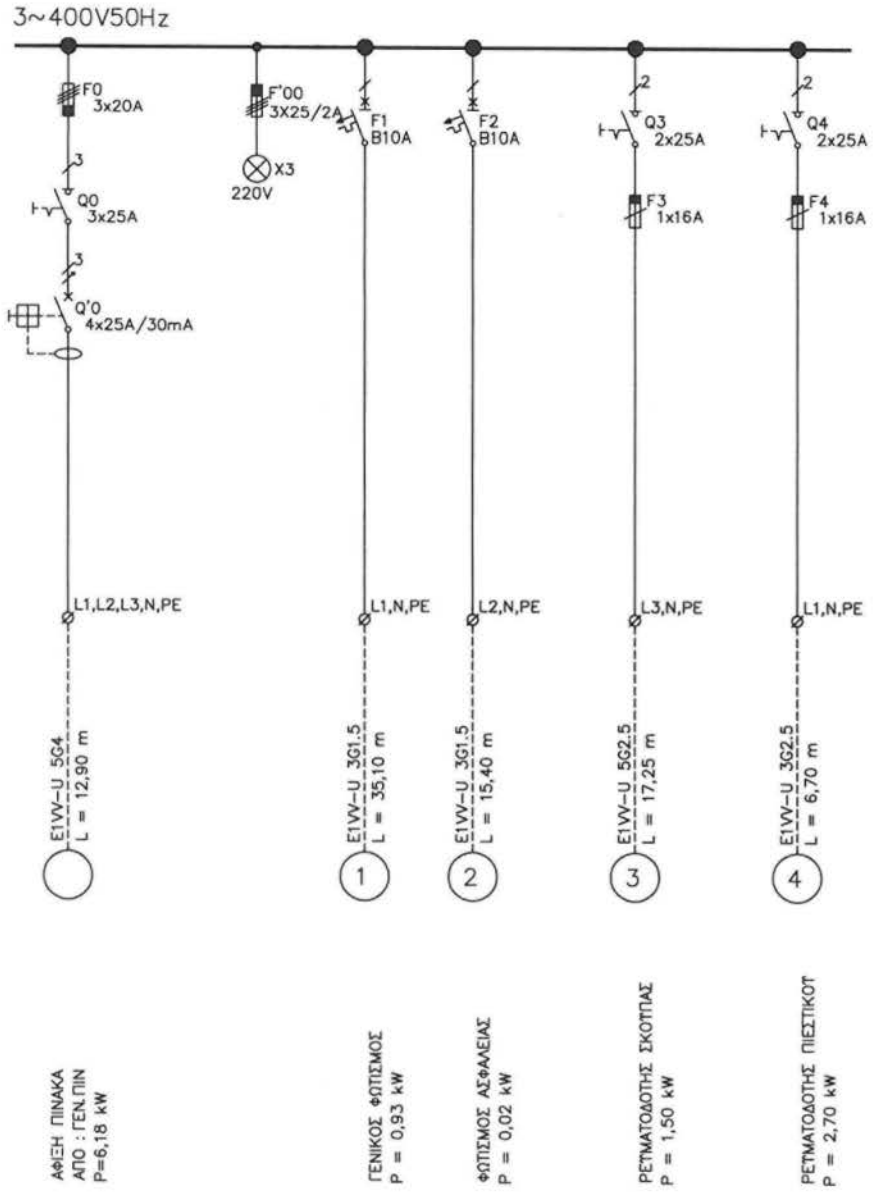


2–ΠΟΛΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ

1–ΠΟΛΙΚΗ ΚΟΧΛΙΩΤΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ

1–ΠΟΛΙΚΟΣ ΜΙΚΡΟ–ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ

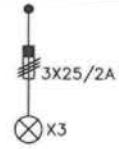
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΣΤΕΦ	ΤΜΗΜΑ ΗΛ/ΓΙΑΣ
ΜΠΟΥΤΖΑΡΕΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ	Α.Μ:30677
ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ ΓΡΑΦΕΙΟΥ	ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



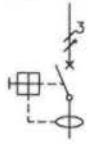
ΤΥΠΟΣ ΠΙΝΑΚΑ : ΜΕΤΑΛΙΚΟΣ ΧΩΝΕΥΤΟΣ ΤΥΠΟΥ STAB
ΒΑΘΜΟΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ : IP31

ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΣΥΜΒΟΛΩΝ

3–ΠΟΛΙΚΗ ΚΟΧΛΙΩΤΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ



3 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΛΥΧΝΙΕΣ ΣΤΟΥΣ ΖΥΓΟΥΣ



4–ΠΟΛΙΚΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ

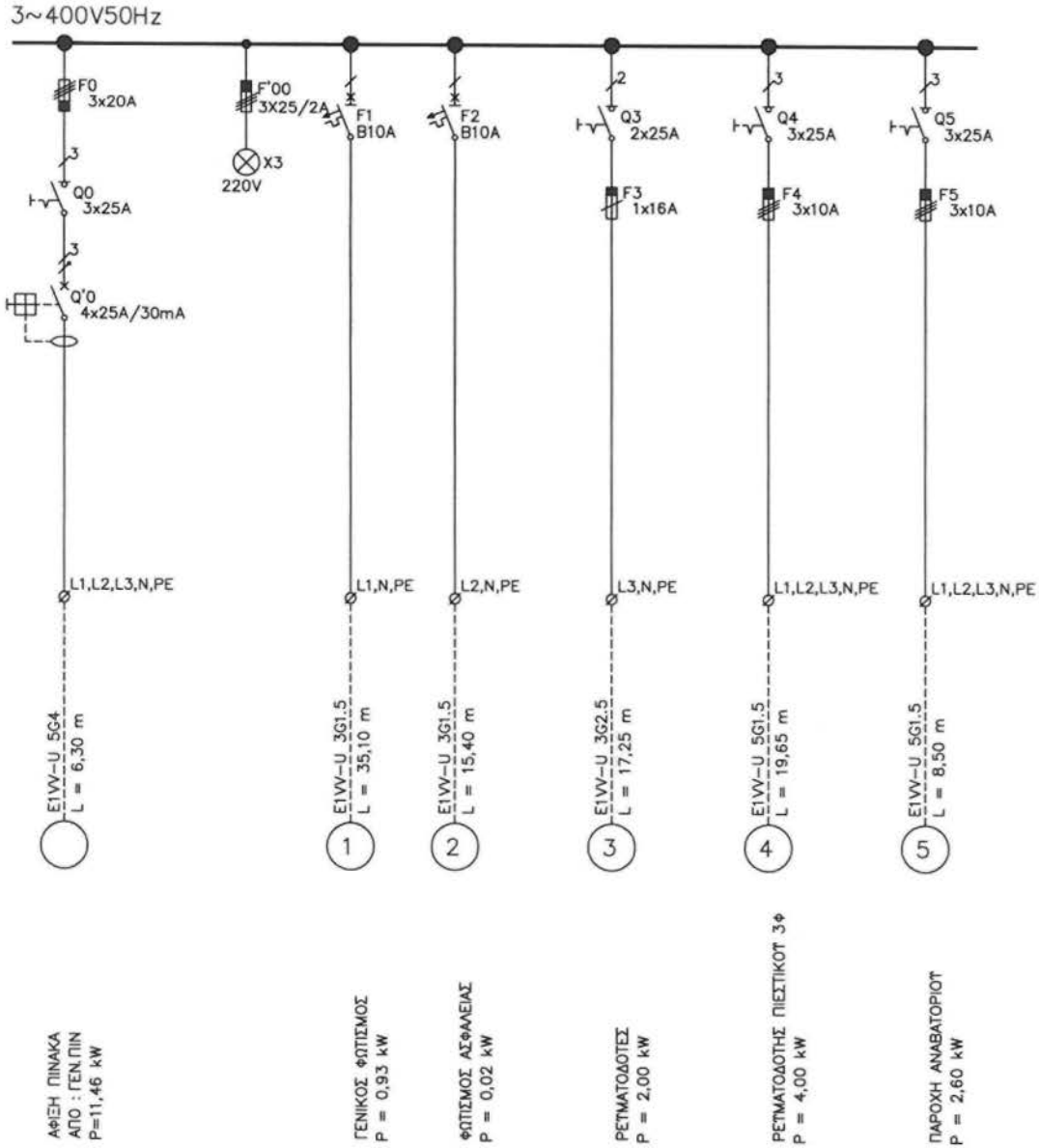
3–ΠΟΛΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ

2–ΠΟΛΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ

1–ΠΟΛΙΚΗ ΚΟΧΛΙΩΤΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ

1–ΠΟΛΙΚΟΣ ΜΙΚΡΟ–ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ

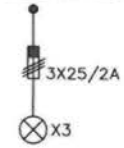
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΣΤΕΦ	ΤΜΗΜΑ ΗΛ/ΓΙΑΣ
ΜΠΟΥΤΖΑΡΕΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ	Α.Μ:30677
ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ ΠΛΥΝΤΗΡΙΟΥ	ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



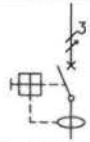
ΤΥΠΟΣ ΠΙΝΑΚΑ : ΜΕΤΑΛΙΚΟΣ ΧΩΝΕΥΤΟΣ ΤΥΠΟΥ STAB
ΒΑΘΜΟΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ : IP23

ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΣΥΜΒΟΛΩΝ

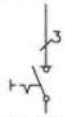
3–ΠΟΛΙΚΗ ΚΟΧΛΙΩΤΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ



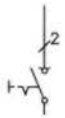
3 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΛΥΧΝΙΕΣ ΣΤΟΥΣ ΖΥΓΟΥΣ



4–ΠΟΛΙΚΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ



3–ΠΟΛΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ

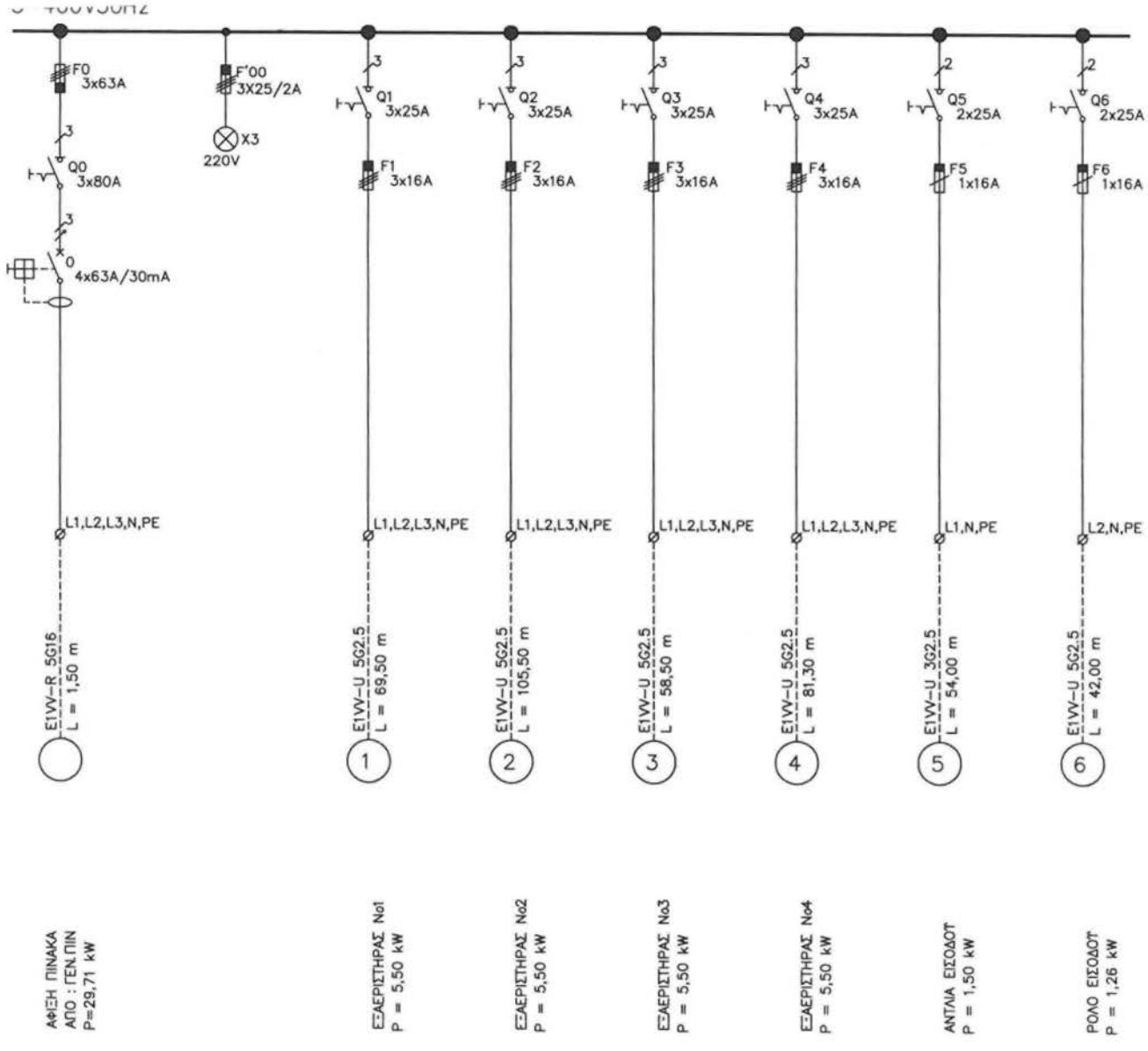


2–ΠΟΛΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ

1–ΠΟΛΙΚΗ ΚΟΧΛΙΩΤΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ

1–ΠΟΛΙΚΟΣ ΜΙΚΡΟ–ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ

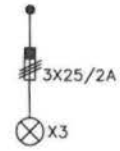
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΣΤΕΦ	ΤΜΗΜΑ ΗΛ/ΓΙΑΣ
ΜΠΟΥΤΖΑΡΕΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ	Α.Μ:30677
ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ ΛΙΠΑΝΤΗΡΙΟΥ	ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



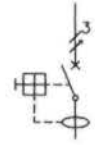
ΤΥΠΟΣ ΠΙΝΑΚΑ : ΜΕΤΑΛΙΚΟΣ ΧΩΝΕΥΤΟΣ ΤΥΠΟΥ STAB
ΒΑΘΜΟΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ : IP23

ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΣΥΜΒΟΛΩΝ

3-ΠΟΛΙΚΗ ΚΟΧΛΙΩΤΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ



3 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΛΥΧΝΙΕΣ ΣΤΟΥΣ ΖΥΓΟΥΣ



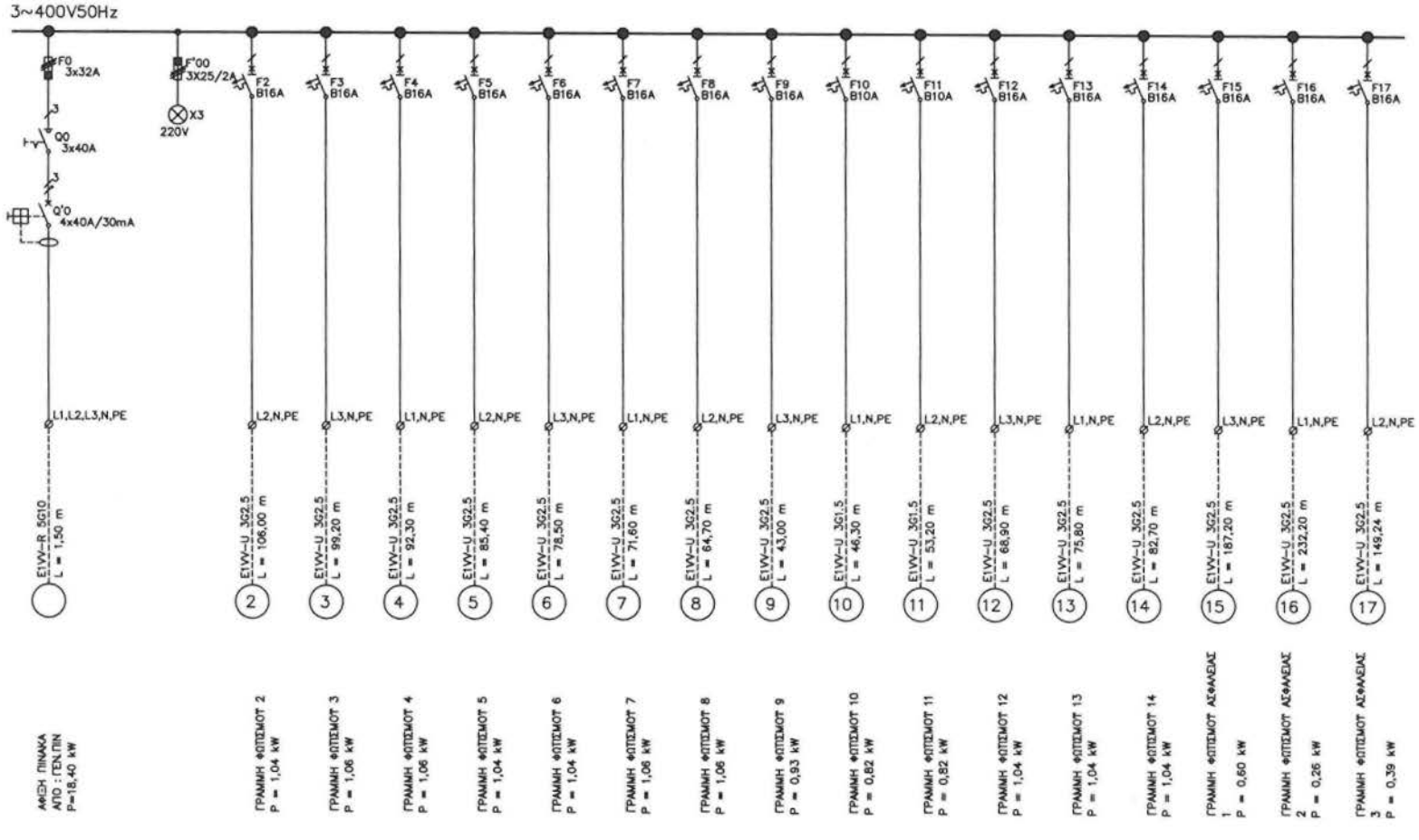
4-ΠΟΛΙΚΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ

3-ΠΟΛΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ

2-ΠΟΛΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ

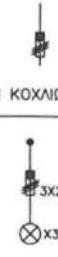
1-ΠΟΛΙΚΗ ΚΟΧΛΙΩΤΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ

ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΣΤΕΦ	ΤΜΗΜΑ ΗΛ/ΓΙΑΣ
ΜΠΟΥΤΖΑΡΕΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ	Α.Μ:30677
ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ	ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

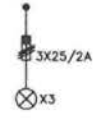


ΤΥΠΟΣ ΠΙΝΑΚΑ : ΜΕΤΑΛΙΚΟΣ ΧΩΝΕΤΤΟΣ ΤΥΠΟΥ STAB
ΒΑΘΜΟΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ : IP23

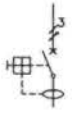
ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΣΥΜΒΟΛΩΝ



3-ΠΟΛΙΚΗ ΚΟΧΛΙΩΤΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ



3 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΛΥΧΝΙΕΣ ΣΤΟΥΣ ΖΥΓΟΥΣ

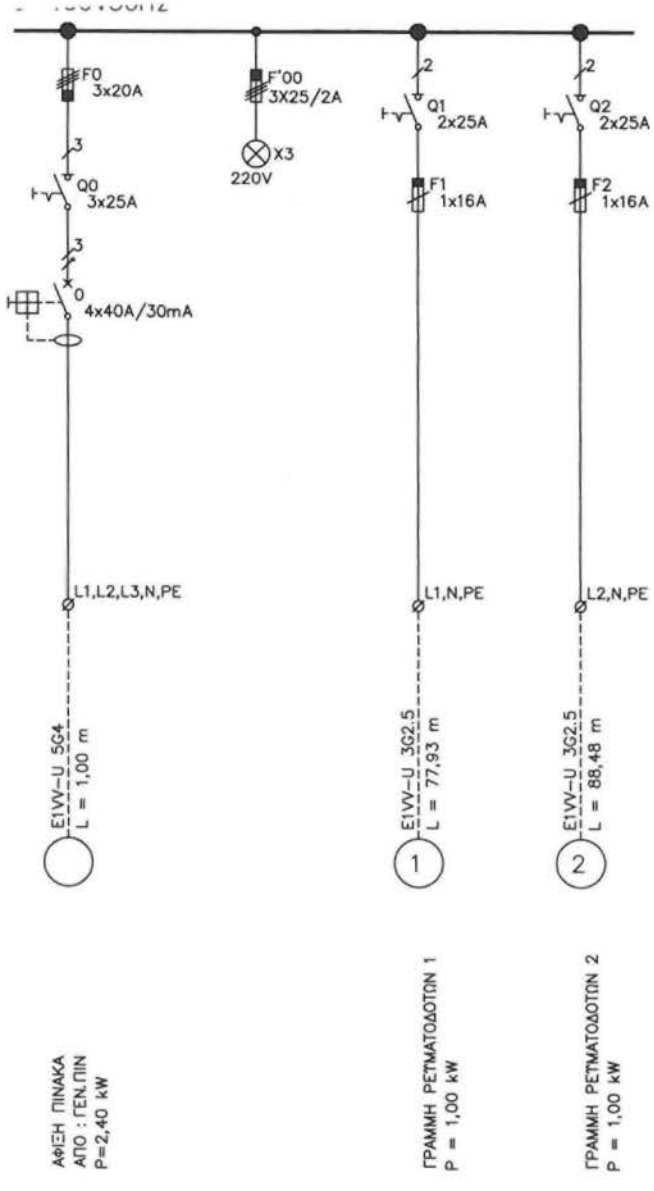


4-ΠΟΛΙΚΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ

3-ΠΟΛΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ

1-ΠΟΛΙΚΟΣ ΜΙΚΡΟ-ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ

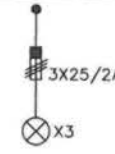
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΣΤΕΦ	ΤΜΗΜΑ ΗΛ/ΓΙΑΣ
ΜΠΟΥΤΖΑΡΕΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ	Α.Μ:30677
ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (1/2)	ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



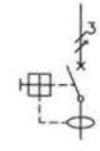
ΤΥΠΟΣ ΠΙΝΑΚΑ : ΜΕΤΑΛΙΚΟΣ ΧΩΝΕΥΤΟΣ ΤΥΠΟΥ STAB
ΒΑΘΜΟΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ : IP23

ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΣΥΜΒΟΛΩΝ

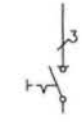
3–ΠΟΛΙΚΗ ΚΟΧΛΙΩΤΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ



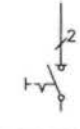
3 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΛΥΧΝΙΕΣ ΣΤΟΥΣ ΖΥΓΟΥΣ



4–ΠΟΛΙΚΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ



3–ΠΟΛΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ



2–ΠΟΛΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ

1–ΠΟΛΙΚΗ ΚΟΧΛΙΩΤΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ

ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΣΤΕΦ	ΤΜΗΜΑ ΗΛ/ΓΙΑΣ
ΜΠΟΥΤΖΑΡΕΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ	Α.Μ:30677
ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΩΝ	ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΑΔΕΙΟΥΧΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΤΗ

(Ν. 4483/1965 αρ. 2, Υ.Α. Φ.7.5/1816/88/27.2.2004, ΚΥΑ Φ Α΄50/12081/642/26.7.2006, Υ.Α. Φ.50/503/168/19.4.2011, όπως ισχύουν)

Αφορά: Νέα εγκατάσταση ☐ Τροποποίηση ☐
Επέκταση ☐ Επανέλεγχο ☐

Προς τη . . . . . Περιοχή/Πρακτορείο
. . . . . .

Ο υπογράφων αδειούχος ηλεκτρολόγος εγκαταστάτης
. . . . . .

δηλώνω υπεύθυνα, με γνώση των συνεπειών των νόμων για ψευδή δήλωση, ότι:

1. Διαθέτω άδεια ηλεκτρολόγου εγκαταστάτη, δεν έχει ανασταλεί η ισχύς της και δεν υπόκειμαι στους περιορισμούς της παραγράφου 3 του άρθρου 6 του Β.Δ. της 4/25 Νοεμβρίου 1949.

2. Η περιγραφόμενη ηλεκτρική εγκατάσταση, παραδίδεται από εμένα σήμερα, σε ασφαλή λειτουργία όπως αναλύεται στο(α) ηλεκτρολογικό(ά) σχέδιο(α), στο πρωτόκολλο ελέγχου και περιγράφεται στην έκθεση παράδοσης.

3. Δίνω την εγγύηση σύμφωνα με το άρθρο 3 του Ν. 4483/1965, όπως ισχύει κάθε φορά, ότι αυτή η ηλεκτρική εγκατάσταση θα λειτουργήσει με ασφάλεια και απρόσκοπτα.

4. Έχει(ουν) τοποθετηθεί διάταξη(εις) διαφορικού ρεύματος σε εφαρμογή της ΚΥΑ Φ Α΄50/12081/642/26.7.2006.

5. Έχουν εκτελεστεί οι ηλεκτρικές εργασίες που περιγράφονται στη δήλωση αυτή με βάση την υφιστάμενη Νομοθεσία, έχω ελέγξει την ηλεκτρική εγκατάσταση με βάση την υφιστάμενη Νομοθεσία και την κρίνω ασφαλή και κατάλληλη για χρήση. Τα αποτελέσματα του ελέγχου και των μετρήσεων είναι σύμφωνα με την υφιστάμενη Νομοθεσία και αναλύονται στο(α) αντίστοιχο(α) πρωτόκολλο(α) ελέγχου.

6. Έχω ενημερώσει τον ιδιοκτήτη ή χρήστη της εγκατάστασης για την υποχρέωση επανελέγχου αυτής της ηλεκτρικής εγκατάστασης με βάση τις ισχύουσες σήμερα Υπουργικές Αποφάσεις

7. Ένα ακριβές αντίγραφο της δήλωσης αυτής μαζί με το(α) ηλεκτρολογικό(ά) σχέδιο(α), το(α) πρωτόκολλο(α) ελέγχου και την έκθεση παράδοσης παραδίδονται στον παραπάνω ιδιοκτήτη ή χρήστη, καθώς και τα πρωτότυπα αυτών για τη . . . . . τα οποία πρέπει να κατατεθούν εντός ενός έτους από την έκδοσή τους και αναλαμβάνω την ευθύνη της φύλαξης ενός αντιγράφου των παραπάνω έως την ημερομηνία του επόμενου επανέλεγχου.

Έγγραφα που συνοδεύουν την ΥΔΕ

- Μονογραμμικό(ά) εγκατάστασης ☐
- Μονογραμμικό(ά) πίνακα(ων) ☐
- Πρωτόκολλο(α) ελέγχου (σελίδ. . . .) ☐
- Εκθεση παράδοσης (σελίδ. . . . .) ☐

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΥΠΟΒΟΛΗΣ . . . . . .

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ:

Αριθ. παροχής εγκατάστασης: . . . . . .

Ονοματ. ιδιοκτήτη εγκατάστασης: . . . . . .
. . . . . .

Ονοματ. χρήστη εγκατάστασης: . . . . . .
. . . . . .

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ:

Δήμος ή Κοινότ.: . . . . . .

Περιοχή/Διαμέρισμα: . . . . . .

Οδός – Αριθ.: . . . . . .

Τ.Κ.: . . . . . Όροφος: . . . . . Αρ. διαμερίσμ.: . . . . . .

Κατηγορία χώρου: . . . . . .

Επόμενος επανέλεγχος έως: . . . . . .
Άρθρο 5 της Υ.Α Φ.7.5/1816/88 (ΦΕΚ Β΄ 470/2004)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΤΗ:

Αριθμός άδειας: . . . . . .

Ειδικότητα: . . . . . Κατηγορία: . . . . . .

Ημερομηνία έκδοσης: . . . . . .

Ημερομηνία λήξης ισχύος: . . . . . .

Όριο ισχύος άδειας σε KW: . . . . . .

Τύπος & Αριθ. Φορολ. στοιχείου (ΤΙΠΥΠ ή ΑΠΥ) . . . . . .

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Τάση (V)/Φάσεις(η)/Συχνότ. (Hz)/dc ή ac . . . . / . . / . . . . / . . . .

Συν. εγκατ. ενεργός/φαινόμενη ισχύς: . . . . . KW/ . . . . . KVA

Εγκατεστημένη ισχύς (KW):

Φωτισμού . . . . . Συσκευών . . . . . Κίνησης . . . . . .

Συνολ. εγκατεσ/νη ισχύs παραγωγικής διαδικασίας: . . . . . KW
(μόνο για Ε.Η.Ε που υπόκεινται στο Ν. 3325/2005)

Ισχύς μεγαλύτερου κινητήρα: . . . . . KW *(εάν υπάρχει)*

Ηλεκτροδότηση πίνακα ανελκυστήρα: ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐

Γραμ. γενικ. πίν.–Μετρητή*(πλήθος x διατ.αγωγών)*: . . . . . mm^2

Γεν. ασφάλεια **ή** Αυτόμ. διακόπτης ισχύος γεν. πίνακα: . . . . . .**A**

Σύστ. σύνδεσης γείωσης : (Άμεση)ΤΤ ☐ (Ουδετ/ση)ΤΝ ☐ ΙΤ ☐

ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ (Συμπληρώνεται εφόσον υπάρχει)		
ΕΙΔΟΣ	Τάση (V)	Ισχύς (KW)
Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος (εφεδρική χρήση)		
Μεταγωγικός διακόπτης : ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐		
Φωτοβολταϊκή μονάδα		
Προστ. έναντι νησιδοποίησης : ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐ Κατά		
Άλλος τύπος		
Προστασία απόζευξης : ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐		

Θεωρήθηκε για το γνήσιο της υπογραφής Αριθ. πρωτοκόλλου θεώρησης . . . . . . *(Άρθρο 2 παραγ. 2 του Ν.4483/1965, όπως ισχύει)*	Ο δηλών αδειούχος ηλεκτρολόγος εγκαταστάτης *(Σφραγίδα, υπογραφή)*
Τόπος . . . . . Ημερ/νία	Τόπος . . . . . Ημερ/νία . . . . .

Έκθεση Παράδοσης Ηλεκτρικής Εγκατάστασης

Έκθεση παράδοσης Νο	**Ιδιοκτήτης** ☐ **Χρήστης** ☐	**Αρ. παροχής:** ..... **Διεύθυνση:** ....
Πρωτόκολλο ελέγχου Νο	**Αδειούχος ηλεκτρολόγος εγκαταστάτης**	**Αριθ. άδειας:** ..... **Κατηγορία:** ..... **Ειδικότητα:** .....
Κατηγ. Εγκατ/σης:		

		Χώρος/τμήμα εγκατάστασης / Αριθμός ηλεκτ. συσκευών & υλικών																		Σύνολο	Βαθμός Προστασίας IP	Εγκατεστημένη Ισχύς (KW)
Ηλεκτρολογικό υλικό	Πίνακας διανομής																					
	Διακόπτης απλός																					
	Διακόπτης διπλός																					
	Διακόπτης αλλε - ρετούρ ακραίος																					
	Διακόπτης κομμυτατέρ																					
	Ρυθμιστής έντασης φωτισμού																					
	Μπουτόν																					
	Ανιχνευτής κίνησης																					
	Πρίζα σούκο: μονή																					
	Πρίζα σούκο: διπλή																					
	Πρίζα σούκο: τριπλή																					
	Θερμοστάτης χώρου																					
Μόνιμες σταθερών ηλεκτρικών συσκευών & κινητήρων	Κουζίνα																					
	Θερμοσίφωνο																					
	Πλυντήριο																					
	Κλιματιστικό																					
	Ανελκυστήρας																					
...σημείο	Απλό																					
	Πολλαπλό																					
	>0,5 KW																					

Συνολική εγκατεστημένη ισχύς (KW)	

Η ηλεκτρική εγκατάσταση παραλήφθηκε έτοιμη προς χρήση σύμφωνα με την παρούσα έκθεση παράδοσης ☐	Παράδοση πρόσθετης τεκμηρίωσης (π.χ. σχέδια) ☐
Ο αδειούχος ηλεκτρολόγος εγκαταστάτης	Ο παραλαμβάνων την έκθεση παράδοσης ιδιοκτήτης ή χρήστης
(Σφραγίδα, Υπογραφή)	(Όνομα, Υπογραφή)
Τος..... Ημερ/νία.....	Τόπος..... Ημερ/νία.....

Πρωτόκολλο Ελέγχου Ηλεκτρικής Εγκατάστασης κατά ΕΛΟΤ HD 384

Πρωτόκολλο ελέγχου Νο .....
με βάση το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 & την Κ.Υ.Α. Φ Α' 50/12081/642/26.07.2006

Ιδιοκτήτης ☐ **Χρήστης** ☐
.....

Αρ. παροχής:.....
Διεύθυνση:.....
.....

Αρχικός έλεγχος ☐
Επανέλεγχος ☐

Αδειούχος ηλεκτρολόγος εγκαταστάτης
.....

Αρ. άδειας: .....
Κατηγορία: .....
Ειδικότητα: .....

Κατηγορία Εγκατάστασης
.....

Αιτία ελέγχου: Τροποποίηση ☐ Επέκταση ☐ Αλλαγή κατηγορίας ☐

Ονομαστική τάση: ..... (V)

Δίκτυο τροφοδοσίας: ΤΤ-Σύστημα ☐ ΤΝ-Σύστημα ☐ ΙΤ-Σύστημα ☐

1. Οπτικός έλεγχος:

	καλά	όχι		καλά	όχι		καλά	όχι
1.1. Μέτρα προστασίας από ηλεκτροπληξία	☐	☐	1.5. Όργανα διακοπής & απομόνωσης	☐	☐	1.9. Κύρια & συμπληρ. ισοδυναμικές συνδέσεις	☐	☐
1.2. Μέτρα προστασίας από πυρκαγιά	☐	☐	1.6. Επιλογή υλικού βάσει εξωτερικών επιδράσεων	☐	☐	1.10.1Σχέδια, διαγράμματα, πινακίδα δοκιμής RCD	☐	☐
1.3. Επιλογή διατομών αγωγών	☐	☐	1.7. Αναγνώριση αγωγών N & PE	☐	☐	1.11. Επάρκεια συνδέσεων αγωγών	☐	☐
1.4. Επιλογή & ρύθμιση των διατάξεων προστασίας	☐	☐	1.8. Δυνατότητα αναγνώρισης. κυκλωμάτων	☐	☐	1.12. Δυνατότητα πρόσβασης & χειρισμών	☐	☐

Παρατηρήσεις: .....

2. Δοκιμές:

	καλά	όχι		καλά	όχι		καλά	όχι
2.1. Έλεγχοι, δοκιμές πολικότητας	☐	☐	2.3.Κατεύθυνση φοράς των 3φ κινητήρων	☐	☐	2.5. Δοκιμές λειτουργίας	☐	☐
2.2. Δοκιμές λειτουργίας διατάξεων διαφορικού ρεύματος	☐	☐	2.4. Κατεύθυνση πεδίου φοράς 3φ πριζών	☐	☐	2.6. Δοκιμές διακοπής & απομόνωσης	☐	☐

Παρατηρήσεις: .....

3. Μετρήσεις:

	καλά	όχι
3.1. Συνέχεια αγωγών προστασίας & συνδέσεις κύριας και συμπληρ. ισοδυναμικής συνδ.	☐	☐

Παρατηρήσεις: .....

3.5. Αντίσταση γείωσης ..... Ω Είδος γείωσης: θεμελιακή ☐ ράβδος ηλεκτρόδιο ☐ (άλλο) ..... ☐

Παρατηρήσεις : .....

Αρ. Ηλεκτρικού Κυκλώματος	Χώρος /Τμήμα εγκατάστασης, Χρήση	Γραμμή τροφοδοσίας/ καλώδιο			3.2 Αντίσταση μόνωσης R_{iso}(MΩ)		Διάταξη προστασίας από υπερένταση		3.3 Διάταξη διαφορικού ρεύματος (RCD)				3.4 Βρόγχος σφάλμ.	Απόκλιση
		Τύπος καλωδίου	Αριθ. Αγωγών	Διατομή αγωγού mm^2	Με καταναλώσεις	Χωρίς καταναλώσεις	Είδος/ Χαρακτηριστική	I_n (A)	Ονομαστικό ρεύμα I_n (A) & τύπος	$I_{\Delta N}$ (mA)	I_{mess} (mA)	U_{mess} (V)	Z_s (Ω) ή I_k (A)	

Χρησιμοποιηθέντα όργανα μετρήσεων	Όργανο	Τύπος	Σειριακός αριθμός	Όργανο	Τύπος	Σειριακός αριθμός
	.....	.....	.....	.....	.....	.....

ποτελέσματα:
:ν διαπιστώθηκαν ελλείψεις /σφάλματα ☐
απιστώθηκαν ελλείψεις/ σφάλματα ☐

Ημερομηνία επικόλλησης ετικέτας ελέγχου στον κεντρικό πίνακα διανομής
.....

Επόμενος επανέλεγχος έως
.....

ηλεκτρική εγκατάσταση αυτή ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του προτύπου ΕΛΟΤ HD 384 & της Κ.Υ.Α. Φ Α' 50/12081/642/26.07.2006
τά τον χρόνο ελέγχου ναι ☐ **όχι** ☐

Ο ελεγκτής αδειούχος ηλεκτρολόγος εγκαταστάτης

(Σφραγίδα,Υπογραφή)

Ο παραλαμβάνων το πρωτόκολλο ελέγχου ιδιοκτήτης ή χρήστης

(Όνομα,Υπογραφή)

τος..... Ημερ/νία..... Τόπος..... Ημερ/νία.....

Πρωτόκολλο Ελέγχου Ηλεκτρικής Εγκατάστασης κατά ΚΕΗΕ

Πρωτόκολλο ελέγχου Νο ..... με βάση τον Κανονισμό ΕΗΕ/1955 & την Κ.Υ.Α. Φ Α' 50/12081/642/26.07.2006	**Ιδιοκτήτης** ☐ **Χρήστης** ☐	**Αρ. παροχής:**..... **Διεύθυνση:**..... .....
Επανέλεγχος ☐ **Κατηγορία Εγκατάστασης**	**Αδειούχος ηλεκτρολόγος εγκαταστάτης**	**Αρ. άδειας:** ..... **Κατηγορία:** ..... **Ειδικότητα:** .....
	Αιτία ελέγχου: Επανέλεγχος ☐ Αλλαγή κατηγορίας εγκατ/σης ☐	
Ονομαστική τάση: ..... (V)	Δίκτυο τροφοδοσίας: ΤΤ -Σύστημα ☐ ΤΝ-Σύστημα ☐ ΙΤ-Σύστημα ☐	

1. Οπτικός έλεγχος:

	καλά	όχι		καλά	όχι		καλά	όχι
1.1. Μέτρα προστασίας από ηλεκτροπληξία (άρθρα 7, 8, 9 & 10)	☐	☐	1.5. Επιλογή διατομών αγωγών (άρθρα 21, 22, 125 έως & 134)	☐	☐	1.9. Μηχανές & εξαρτήματα (άρθρα 104 έως & 113)	☐	☐
1.2. Μέτρα προστασίας από πυρκαγιά (άρθρο 11)	☐	☐	1.6. Αναγνώριση αγωγών ουδετέρου & γείωσης (άρθρα 21 & 22)	☐	☐	1.10. Γραμμές εντός οικοδομών (άρθρα 175 έως & 178)	☐	☐
1.3. Φωτισμός ασφαλείας, οδηγίες & προειδοποιητικές πινακίδες (άρθρα12, 13	☐	☐	1.7. Εγκαταστ. ζεύξεως, πίνακες διανομής, διακόπτες (άρθρα 29 έως & 37 και 43 έως &	☐	☐	1.11. Ειδικές διατάξεις για χώρους ορισμένης κατηγορίας (άρθρα 179 έως & 274)	☐	☐
1.4. Γειώσεις προστασίας (άρθρα 16 έως & 28)	☐	☐	1.8. Επιλογή & ρύθμιση των διατάξεων προστασίας (άρθρα 50 έως & 61)	☐	☐	1.12. Πινακίδα δοκιμής RCD (ΚΥΑ Φ Α' 50/12081/642 της 26/07/2006)	☐	☐

Παρατηρήσεις: .....

2. Δοκιμές:

	καλά	όχι		καλά	όχι		καλά	όχι
2.1. Έλεγχοι, δοκιμές διακοπής φάσεων /ουδετέρου	☐	☐	2.2. Δοκιμές λειτουργίας διατάξεων διαφορικού. ρεύματος (RCD)	☐	☐	2.3. Δοκιμές λειτουργίας γραμμών	☐	☐

Παρατηρήσεις: .....

3. Μετρήσεις:

	καλά	όχι	
3.1 Συνέχεια αγωγών γείωσης (άρθρα 19,20,21)	☐	☐	Παρατηρήσεις: .....

3.5 Αντίσταση γείωσης .....Ω (άρθρο 19 & ΚΥΑ Φ Α' 50/12081/642 της 26/07/2006) Είδος γείωσης: θεμελιακή ☐ ράβδος ηλεκτρόδιο ☐ (άλλο)..... ☐

Παρατηρήσεις: .....

Αρ. Ηλεκτρικού Κυκλώματος	Χώρος /Τμήμα εγκατάστασης, Χρήση	Γραμμή τροφοδοσίας/ καλώδιο			3.2 Αντίσταση μόνωσης R_{iso} (MΩ) (άρθρο 304)		Διάταξη προστασίας από υπερένταση (άρθρα 50 έως & 61)		3.3 Διάταξη διαφορικού ρεύματος (RCD) (ΚΥΑ Φ Α' 50/12081/642 της 26/07/2006)				3.4 Βρόγχος σφάλματος	Από-κλιση
		Τύπος καλωδίου	Αριθ. Αγωγών	Διατομή αγωγού mm^2	Με κατα-ναλώσεις	Χωρίς κα-ταναλώσεις	Είδος/ Χαρακτηρι-στική	I_n (A)	Ονομα-στικό ρεύμα I_n (A) & τύπος	$I_{\Delta N}$ (mA)	I_{mess} (mA)	U_{mes} s (V)	Z_s (Ω) ή I_k (A)	

Χρησιμοποιηθέντα Όργανα μετρήσεων	Όργανο	Τύπος	Σειριακός αριθμός	Όργανο	Τύπος	Σειριακός αριθμός
	.....	.....	.....	.....	.....	.....

ποτελέσματα: εν διαπιστώθηκαν ελλείψεις /σφάλματα ☐ απιστώθηκαν ελλείψεις/ σφάλματα ☐	Ημερομηνία επικόλλησης επικέτας ελέγχου στον κεντρικό πίνακα διανομής	**Επόμενος επανέλεγχος έως** .....

ηλεκτρική εγκατάσταση αυτή ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του ΚΕΗΕ και της Κ.Υ.Α. Φ Α' 50/12081/642/26.07.2006 κατά τον χρόνο .έγχου ναι ☐ όχι ☐

Ο ελεγκτής αδειούχος ηλεκτρολόγος εγκαταστάτης

(Σφραγίδα, Υπογραφή)

Ο παραλαμβάνων το πρωτόκολλο ελέγχου ιδιοκτήτης ή χρήστης

(Όνομα, Υπογραφή)

πος..... Ημερ/νία..... Τόπος..... Ημερ/νία.....