ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΣΤΕΦ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΤΙΤΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ: ΣΧΕΔΙΑΣΗ,ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΜΗΧΑΝΟΚΙΝΗΤΟΥ ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΥ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΕΛΕΚΤΗ

Σπουδαστές : Καραβίτης Αντρέας Α.Μ. 3879

Χατζηκαλύμνιος Αιμίλιος Α.Μ. 3533

Επιβλέπων καθηγητής : Τζαγκαράκης Γεώργιος

Ακαδημαϊκό Έτος 2013

Περιεχόμενα…….

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 :ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΟΙ (ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ-ΧΡΗΣΤΕΣ-ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ)

1.1 Χρήσεις-εφαρμογές
1.2 Δομή ταινιόδρομου
1.3 Κατηγορίες ταινιόδρομων
1.3.1 Ευέλικτοι ταινιόδρομοι
1.3.2 Πνευματικοί ταινιόδρομοι
1.3.2 Δονούμενοι ταινιόδρομοι

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΛΟΓΙΚΟΙ ΕΛΕΓΚΤΕΣ

2.1 Ιστορική αναδρομή
2.2 Περιγραφή και λειτουργία PLC
2.3 Πλεονεκτήματα έναντι κλασικού αυτοματισμού
2.4 Στάδια εργασίας
2.5 Δομή ενός προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή
2.6 Η μνήμη της κεντρικής μονάδας
2.7 Αρχή λειτουργίας ενός προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή
2.8 Κύριες λειτουργίες προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών

ΚΕΦΑΛΑΛΑΙΟ 3 : ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ PLC

3.1 Ανάπτυξη προγράμματος σε προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή
3.2 Προγραμματιστικά χαρακτηριστικά και ονοματολογία των στοιχείων ενός προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή
3.2.1 Εισόδων
3.2.2 Εξόδων
3.2.3 Βοηθητικών μνημών
3.2.4 Τις ειδικές συναρτήσεις του PLC
3.3 Τύποι μεταβλητών 57-200
3.4 Μοντέλα 57-200 και τα χαρακτηριστικά τους
3.5 S7-200 χαρακτηριστικά
3.6 Διακόπτες λειτουργίας και αναλογικός ρυθμιστής
3.7 Προαιρετική κασέτα
3.8 Μονάδες επέκτασης
3.9 Αναλογικές μονάδες επέκτασης
3.10 Είσοδοι
3.11 Έξοδοι
3.12 Σύνδεση εξωτερικών συσκευών
3.12.1 Touch Panels
3.12.2 Συσκευή ενδείξεων και χειρισμού tp200
3.12.3 Ελεύθερο προγραμματιζόμενο σειριακό πρωτόκολλο

3.12.4 Σύνδεση εκτυπωτή
3.13 Δικτύωση

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΟΥ S7-200
4.1 Περιβάλλον προγραμματισμού 57-200
4.2 Γλώσσες προγραμματισμού PLC
4.3 Micro-win
4.4 Περιγραφή-επεξήγηση των εντολών
4.4.1 Εντολές Normally open-close
4.4.2 Η εντολή αντιστροφής Not
4.4.3 Εντολές θετικής-αρνητικής
4.4.4 Οι εντολές Set-Reset
4.4.5 Ρολόι πραγματικού χρόνου
4.4.6 Χρονικό με καθυστέρηση στην έναρξη
4.4.7 Χρονικό με καθυστέρηση στην απόζευξη
4.4.8 UP μετρητές
4.4.9 Down μετρητές
4.4.10 Up/Down μετρητές
4.4.11 Οι συγκρίσεις byte
4.4.12 Πρόσθεση και αφαίρεση ακεραίων αριθμών
4.4.13 Πολλαπλασιασμός και διαίρεση ακεραίων αριθμών
4.4.14 Η εντολή move byte
4.4.15 Οι εντολές ενεργοποίησης-απενεργοποίησης
4.4.16 Εντολή επιστροφής interrupt με σύνθεση
4.4.17 Εντολή δημιουργίας interrupt
4.4.18 Οι εντολές transmit-receive

5. Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ RFID
5.1 Ορολογία
5.2 Ιστορική αναδρομή
5.3 Συστατικά μέρη του RFID
5.4 Η λειτουργία ενός συστήματος RFID
5.5 Περιγραφή του συστήματος RFID
5.5.1 Οι ετικέτες και αναμεταδότες (tags) rfid σε σχέση με την τροφοδοσία τους
5.5.1.1 Παθητικές ετικέτες
5.5.1.2 Ημί-παθητικές ετικέτες
5.5.1.3 Ενεργητικές ετικέτες
5.5.1.4 Ημι-ενεργητικές ετικέτες
5.5.1.5 Διαφορές ενεργών και παθητικών ετικετών
5.5.1.6 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ετικετών
5.5.2 Ετικέτες σε σχέση με την δυνατότητα ανάγνωσης-εγγραφής
5.5.2.1 read-write
5.5.2.2 read-only

5.5.3 Αναγνώστες
5.6 Εφαρμογές
5.6.1 Αλυσίδα προμηθειών-εφοδιασμού
5.6.2 Έλεγχος πρόσβασης
5.6.3 Πληρωμή μεταφορών
5.6.4 Ηλεκτρονικά διαβατήρια
5.6.5 Ασφάλεια οχημάτων
5.6.6 Ταυτοποίηση ζώων
6. Σχεδίαση, ανάπτυξη και προγραμματισμός διάταξης διαχωρισμού και καταγραφής αντικειμένων με τη χρήση μηχανοκίνητου ταινιόδρομου και προγραμματιζόμενου βιομηχανικού ελεγκτή.
6.1 Διάγραμμα ροής
6.2 Μέρη συστήματος
6.3 Επιλογή προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή
6.4 Επιλογή CPU
6.5 Περιγραφή εξαρτημάτων
6.5.1 Ζυγαριά
6.5.2 encoder
6.5.3RFID
6.5.4Μετατροπέας σήματος rfid
6.5.5 Ενισχυτής σήματος
7.Δυνατότητες και περιγραφή λογισμικού
7.1 Μέτρηση μήκους
7.2 Διαχωρισμός υλικών
7.3 Ζύγιση υλικών
7.4 Προγραμματισμός ρολογιού
7.5 RFID
7.6 Καταγραφή και αποθήκευση δεδομένων σε πίνακα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1 ραουλόδρομος μιας φάσης
Εικόνα 1.2 Δονούμενος μεταφορέας TR για μεταφορά οποιουδήποτε προϊόντος
Εικόνα 2.1 : Δομή PLC
Εικόνα 2.2 : Κύκλος λειτουργίας PLC
Εικόνα 3.1 : κατηγορίες αυτοματισμού
Εικόνα 3.2 : micro 57-200
Εικόνα 3.3 : Διακόπτης λειτουργίας και αναλογικός ρυθμιστής
Εικόνα 3.4 : Φορητή μνήμη του PLC
Εικόνα 3.5 : Μονάδα επέκτασης
Εικόνα 3.6 : Αναλογική μονάδα επέκτασης
Εικόνα 3.7 : Είσοδοι του PLC
Εικόνα 3.8 : Έξοδοι του PLC

Εικόνα 3.9 : Touch Panel TP 17013
Εικόνα 3.10 : Χειριστήριο TD200
Εικόνα 3.11 : Freeport Mide
Εικόνα 3.12 : Σύνδεση του PLC με εκτυπωτή
Εικόνα 3.13 : Δικτύωση του PLC
Εικόνα 4.1 : Γενική περιγραφή του Micro/win
Εικόνα 4.2 : Εντολές normally open-close
Εικόνα 4.3 : Παράδειγμα Ladder εντολών Normally Open-Close
Εικόνα 4.4 : Παράδειγμα FBD εντολών Normally Open-Close
Εικόνα 5.1 : Σύστημα RFID
Εικόνα 5.2 : Ετικέτα RFID
Εικόνα 5.3: Έλεγχος πρόσβασης
Εικόνα 5.4: rfid chip σε ηλεκτρονικό διαβατήριο
Εικόνα 6.5.1:TEDEA 1040
Εικόνα 6.5.2:OMRON E6C-CWZ
Εικόνα 6.5.3 :MOD RFID
Εικόνα 6.5.4:Μετατροπέας σήματος
Εικόνα 6.5.5:Ενισχιτής σήματος
Εικόνα 7.4: Εντολές read ,set ,real-time clock
Εικόνα 7.4.1: Διευθυνσιοδότηση εντολών read ,set ,real-time clock

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.1:Περιοχές μνήμης του plc
Πίνακας 3.2:Περιοχές τοπικών μεταβλητών του plc
Πίνακας 3.3:Τύποι cpu s7-200 και μονάδες τροφοδοσίας
Πίνακας 3.4:Χαρακτηριστικά οικογένειας s7-200
Πίνακας 5.1:Τεχνικά χαρακτηριστικά ετικετών
Πίνακας 5.2:Πλεονεκτήματα –Μειονεκτήματα ετικετών
Πίνακας 6.1: Διάγραμμα ροής
Πίνακας 6.5.1:Βασικά χαρακτηριστικά δυναμοκυψέλης
Πίνακας 6.5.3:Κατάσταση LED
Πίνακας 7.2:Ταξινόμηση ανάλογα το μήκος

Σκοπός - Εισαγωγή

Σε ένα εργοστάσιο μια από τις γραμμές παραγωγής έχει ως σκοπό την μέτρηση βάρους των υλικών, την μέτρηση μήκους των υλικών ,την ταυτοποίηση τους από το σύστημα RFID και τον διαχωρισμό αυτών σε 4 κατηγορίες ανάλογα με τις ανάγκες του εργοστασίου. Επίσης την καταγραφή των παραπάνω σε πίνακες και την καταγραφή της ημερομηνίας και ώρας που βγήκε το υλικό από την γραμμή παραγωγής.

1.ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΟΙ (ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ – ΧΡΗΣΕΙΣ - ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ)

1.1 Χρήσεις – Εφαρμογές

Οι ταινιόδρομοι χρησιμοποιούνται στην αυτοματοποιημένη παραγωγή και την αποθήκευση και τους συναντάμε σε διάφορους τομείς όπως στην βιομηχανία τροφίμων, στην ξυλουργία, στην χαρτοποιία, στην υφαντουργεία ,στη γεωργία, στα πλαστικά, στα αεροδρόμια και ταχυδρομεία και γενικά όπου απαιτείται μεταφορά ημικατεργασμένων ή έτοιμων αγαθών. Θεωρείται σύστημα αποταμίευσης εργασίας που επιτρέπει στους μεγάλους όγκους να κινηθούν πιο γρήγορα και επιτρέπει στις επιχειρήσεις να στείλει ή να λάβει μεγάλες ποσότητες στο μικρότερο χρονικό διάστημα και με τη λιγότερη δαπάνη εργασίας.

1.2 Δομή ταινιόδρομου

Ένας ταινιόδρομος αποτελείται από δύο τροχαλίες ,με ένα συνεχή βρόγχο του υλικού και τον ιμάντα που περιστρέφεται για αυτές. Η τροχαλία που τροφοδοτείται ονομάζεται τροχαλία κίνησης ενώ η άλλη ονομάζεται ενδιάμεσος τροχός μετάδοσης κίνησης. Ο ιμάντας αποτελείται από ένα ή περισσότερα στρώματα υλικού. Οι περισσότεροι ιμάντες αποτελούνται από δύο στρώματα υλικού. Ένα κατώτερο στρώμα υλικού για να παρέχουν τη γραμμική δύναμη και τη μορφή το οποίο ονομάζεται σφάγιο και από ένα στρώμα πλεονάσματος για την κάλυψη του .Το σφάγιο αποτελείται από ένα βαμβάκι ή έναν πλαστικό ιστό ή ένα πλέγμα και το στρώμα πλεονάσματος αποτελείται από λαστιχένιες ή πλαστικές ενώσεις που εξαρτώνται από την χρήση του ιμάντα .

1.3 Κατηγορίες ταινιόδρομων

Υπάρχουν δύο κύριες κατηγορίες ταινιόδρομων, οι γενικού υλικού όπως εκείνοι που μεταφέρουν τα κιβώτια ή τις παλέτες κατά μήκος σε μια βιομηχανία ή ένα εργοστάσιο και οι μαζικού υλικού οι οποίοι μεταφέρουν γεωργικά υλικά, βιομηχανικά υλικά, μεταλλεύματα και πολλά άλλα.

1.3.1 Ευέλικτοι ταινιόδρομοι

Το υλικό με το οποίο κατασκευάζονται οι ευέλικτοι ταινιόδρομοι είναι βασισμένο στο αλουμίνιο ή τον ανοξείδωτο χάλυβα ,τα ράουλα του έχουν χαμηλό συντελεστή ολίσθησης τα οποία καθοδηγούν μια πλαστική εύκαμπτη αλυσίδα. Τα προϊόντα μεταφέρονται εύκολα και με ασφάλεια πάνω στον ταινιόδρομο είτε πάνω σε παλέτες.

1.3.2 Πνευματικοί ταινιόδρομοι

Οι πνευματικοί ταινιόδρομοι είναι είτε συστήματα μεταφοράς μιας φάσης είτε συστήματα διπλής φάσης. Τα συστήματα μεταφοράς μιας φάσης ωθούν απλά τα αντικείμενα από ένα σημείο εισόδου σε ένα σημείο εξόδου μέσω των ραούλων και μέσω της πίεσης του αέρα που επιτρέπει την πρόσθετη κάθετη μεταβλητότητα. Τα συστήματα μεταφοράς διπλής φάσης χρησιμοποιούν την πίεση του αέρα για να εισέλθουν ή να εξέλθουν τα αντικείμενα από τον ταινιόδρομο.

ΕΙΚΟΝΑ 1.1: Ραουλόδρομος μιας φάσης.

1.3.3 Δονούμενοι ταινιόδρομοι

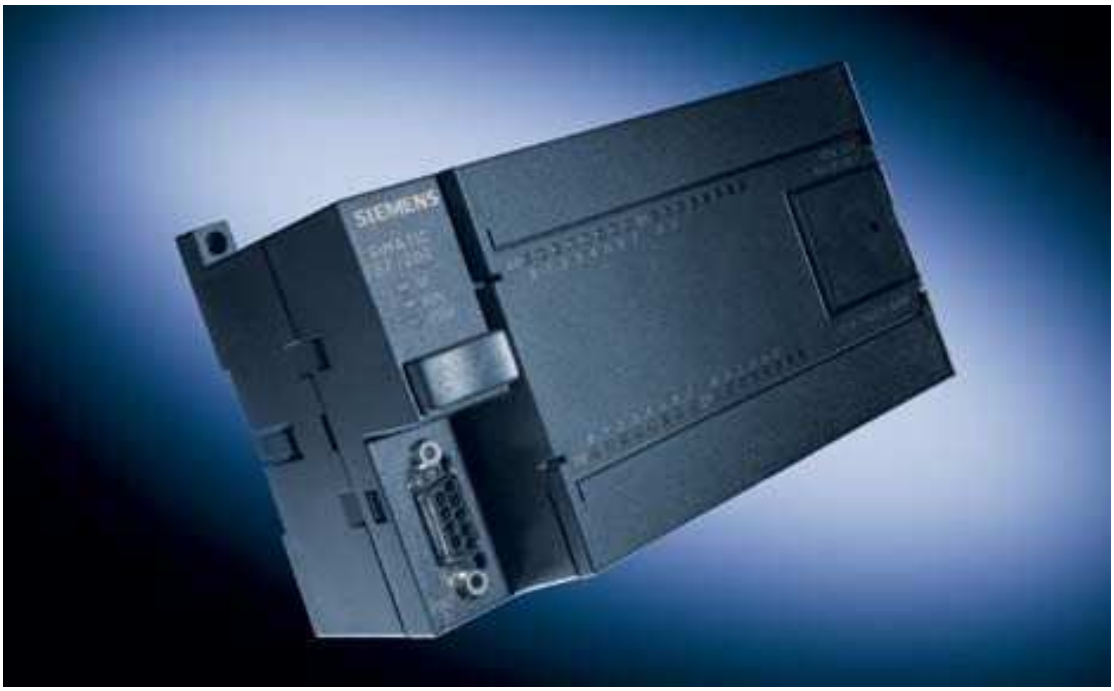
Οι δονούμενοι ταινιόδρομοι χρησιμοποιούνται για την μεταφορά ,την διαλογή και την διανομή σε μεγάλο εύρος προϊόντων και βιομηχανιών . Η λειτουργία αυτού του τύπου των μεταφορέων αποτελείται από ένα απλό κινητήρα ο οποίος αιωρείται και ισορροπεί σε ένα σύστημα οδηγών που έχει σαν αποτέλεσμα το σύνολο του κινητήρα να παραμένει ακίνητος χωρίς να επηρεάζεται από τις δονήσεις που προέρχονται από τα ταλαντευόμενα μέρη του συνόλου.

Αυτά τα συστήματα μεταφοράς μπορούν να αντικαταστήσουν τις μεταφορικές ταινίες και παρουσιάζουν τα εξής πλεονεκτήματα:

- Τα υλικά δεν κολλάνε και δεν σημειώνονται απώλειες
- Δυνατότητα μεγάλων διαδρομών δόνησης, γεγονός που προσφέρει την δυνατότητα μεταφοράς δύσκολων προϊόντων.
- Δυνατότητα δοσομετρητή με εγκατάσταση μετατροπέα συχνότητας.
- Στο τέλος της παραγωγής ,ο δονούμενος μεταφορέας καθαρίζεται πιο εύκολα.
- Οι δονούμενοι μεταφορείς χαρίζουν υψηλά επίπεδα υγιεινής και μεγάλη ασφάλεια προϊόντος καθώς είναι πλήρως ανοξείδωτοι.

ΕΙΚΟΝΑ 1.2: Δονούμενος μεταφορέας TR για μεταφορά οποιουδήποτε προϊόντος.

2. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΛΟΓΙΚΟΙ ΕΛΕΓΚΤΕΣ



2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η τεχνολογία του αυτοματισμού υπάρχει στην ανθρωπότητα από τα αρχαία χρόνια, με την τότε υπάρχουσα τεχνολογική υποδομή. Στα πρώτα βήματα οι αυτοματισμοί ήταν αποκλειστικά μηχανικοί, δηλαδή ο έλεγχός τους γινόταν με την χρήση γραναζιών και μοχλών.

Αργότερα με την χρήση του ηλεκτρισμού παρατηρούμε ραγδαίες εξελίξεις στην τεχνολογία των αυτοματισμών. Σαν κύριο εξάρτημα των ηλεκτρολογικών αυτοματισμών παρουσιάζεται ο ηλεκτρονόμος (**ρελέ**). Πολύ σύντομα περάσαμε στην ηλεκτρονική εποχή, παρατηρώντας στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, τις πρώτες ηλεκτρονικές συσκευές όπως το ραδιόφωνο και αργότερα τους ασύρματους, τα ραντάρ, την τηλεόραση καθώς και τον πρώτο ηλεκτρονικό υπολογιστή, ο οποίος λόγω της τότε υπάρχουσας τεχνολογίας ήταν χρήσιμος μόνο στην λύση μαθηματικών εξισώσεων. Για την λειτουργία των παραπάνω συσκευών κύριο εξάρτημα αποτελούσε η ηλεκτρονική λυχνία.

Η αρχή της ηλεκτρονικής επανάστασης έρχεται με την ανακάλυψη του τρανζίστορ. Το στοιχείο αυτό αντικατέστησε αμέσως την ηλεκτρονική λυχνία, η

οποία είχε μεγάλο κόστος, όγκο και κατανάλωση ενέργειας. Έτσι οι ηλεκτρονικές συσκευές γίνανε μικρότερες, ευκολότερες στην κατασκευή και σαφώς πιο οικονομικές. Με την χρήση των τρανζίστορ παρατηρούμε αλματώδη εξέλιξη και στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, καθώς τώρα έχουν την δυνατότητα αποθήκευσης και διαχείρισης μεγάλων αρχείων δεδομένων.

Παρατηρούμε στην δεκαετία του '60 τους μηχανικούς της βιομηχανίας να αρχίζουν να σκέφτονται τρόπους για να αξιοποιήσουν τις δυνατότητες των υπολογιστών. Οι πρώτες εφαρμογές που υλοποιήθηκαν, ήταν οι αυτόματες εργαλειομηχανές, όπως τόρνοι, φρέζες κτλ. Η επιτυχία σε αυτές τις εφαρμογές, ήταν το έναυσμα για την αντικατάσταση όλων των αυτοματισμών ενός εργοστασίου από έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Αυτό αρχικά ήταν δύσκολο να γίνει, επειδή ο υπολογιστής τότε ήταν μια ακριβή και δύσκολη στην χρήση συσκευή.

Με το πέρασμα των χρόνων ήρθε η ανάπτυξη στον τομέα της πληροφορικής. Συγκεκριμένα το 1975 κατασκευάστηκε ο πρώτος μικροϋπολογιστής, ο οποίος έφερε αλλαγές στην τεχνολογία καθώς η χρήση του έγινε ευρέως διαδεδομένη σε οποιοδήποτε τομέα και εφαρμογή.

Στις αρχές της δεκαετίας του '80, οι εταιρείες παραγωγής ηλεκτρολογικού υλικού, εμφάνισαν στην αγορά της βιομηχανίας ένα νέο προϊόν αυτοματισμού το οποίο ονόμασαν PLC. Η πλήρης ονομασία της νέας αυτής συσκευής ήταν Programmable Logic Controller (**Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής**).

Το PLC στην ουσία είναι ένας μικροϋπολογιστής, κατάλληλα προσαρμοσμένος, έτσι ώστε να χρησιμοποιείται για τη λειτουργία αυτοματισμών. Σκοπός ήταν η αντικατάσταση του κλασσικού αυτοματισμού, όπως και έγινε. Οι εταιρείες παραγωγής PLC έπαιξαν ένα παιχνίδι μάρκετινγκ για την προώθησή του. Προσάρμοσαν τον τρόπο χρήσης του PLC, στον τρόπο που δούλευε μέχρι τότε η βιομηχανία, δηλαδή:

- Απέφυγαν να χρησιμοποιήσουν λέξεις που θα τρόμαζαν το τεχνικό κατεστημένο της βιομηχανίας, όπως για παράδειγμα υπολογιστής, προγραμματισμός κτλ. Επίσης δεν αναφέρανε αρχικά το ολοκληρωμένο όνομα της συσκευής και την αποκαλούσαν απλά PLC.

- Προσπάθησαν να μην αλλάξουν τον μέχρι τότε τρόπο εργασίας στον τομέα των αυτοματισμών. Δεν άλλαξαν δηλαδή τίποτα σε σχέση με τον σχεδιασμό ενός αυτοματισμού. Απλά είπαν στους τεχνικούς *"αυτό το σχέδιο αντί να το δώσετε στον ηλεκτρολόγο για να το κατασκευάσει, θα το φτιάξετε με τον τρόπο που θα σας δείξουμε"*, έτσι στην ουσία τους μάθαιναν προγραμματισμό.

- Οι πρώτες γλώσσες προγραμματισμού δεν έκαναν τίποτα παραπάνω από το να αντιγράφουν με πλήκτρα σε μια ειδική συσκευή προγραμματισμού το σχέδιο του ηλεκτρολογικού αυτοματισμού.

Με αυτό τον τρόπο η είσοδος του PLC στην βιομηχανία υπήρξε επιτυχής και ομαλή. Στις μέρες μας ο κλασσικός αυτοματισμός με ηλεκτρονόμους τείνει να εκλείψει. Οι συσκευές PLC έχουν εξελιχθεί πάρα πολύ από τα πρώτα μοντέλα, όπως επίσης έχει εξελιχθεί και η εκπαίδευση των τεχνικών που χειρίζονται τα PLC. Δηλαδή ένας ηλεκτρολόγος σήμερα θα πρέπει να γνωρίζει στοιχειώδη πράγματα από τα ηλεκτρονικά και τις βασικές αρχές των υπολογιστών, για να έχει την δυνατότητα να διαβάσει και να κατανοήσει έστω και το πιο απλό εγχειρίδιο ενός PLC.

2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ PLC

Το PLC είναι μια ηλεκτρονική διάταξη, η οποία μπορεί να προσομοιωθεί με έναν πίνακα αυτοματισμού. Έχει εισόδους και εξόδους που συνδέονται με τα στοιχεία μιας εγκατάστασης και έναν αλγόριθμο που καθορίζει ότι κάποιος συνδυασμός εισόδων παράγει ένα αποτέλεσμα στις εξόδους (π.χ. η ενεργοποίηση ενός τερματικού διακόπτη σταματά τον κινητήρα ενός ταινιόδρομου, επίσης μπορεί να μας ειδοποιήσει με ένα ηχητικό σήμα ή με κάποιον φωτεινό σηματοδότη.) Οι ομοιότητες όμως σταματούν εδώ μιας και το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των PLC είναι ότι οι "κανόνες" που καθορίζουν την συμπεριφορά των εξόδων δεν είναι σταθεροί και "καλωδιωμένοι" όπως σε κάποιον κλασσικό πίνακα αυτοματισμού, αλλά μπορούν να μεταβάλλονται με την επέμβαση στο πρόγραμμα του PLC χωρίς καμία επέμβαση στο Hardware του συστήματος. Δηλαδή η λογική της λειτουργίας που ενσωματώνεται στο PLC μέσω του προγραμματισμού του είναι μεταβαλλόμενη.

Έτσι σε ότι αφορά το υλικό όλα τα PLC αποτελούνται από την CPU, η οποία περιέχει την λογική του αυτοματισμού και αφού διαβάσει την κατάσταση των καρτών εισόδου (**input modules**) ενεργοποιεί τις κάρτες εξόδου (**output**

modules) σύμφωνα με το πρόγραμμα που έχουμε αποθηκεύσει στην μνήμη του.

Βέβαια το σύστημα συμπληρώνεται από το τροφοδοτικό και πιθανόν από διατάξεις ενδείξεων και χειρισμών (**operator panel, operator display**). Η CPU με την βοήθεια της κάρτας εισόδου γνωρίζει κάθε στιγμή την κατάσταση ενός διακόπτη εάν δηλαδή είναι διεγερμένος ή όχι. Επιπλέον με την βοήθεια της κάρτας εξόδου οπλίζει ένα ρελέ και μέσω αυτού ενεργοποιεί μια διάταξη κίνησης, φωτισμού κτλ.

Αυτό που απομένει είναι η "λογική", δηλαδή πότε πρέπει να οπλίσει το ρελέ. Αυτή η λογική είναι το πρόγραμμα του PLC που συντάσσεται σε συγκεκριμένη γλώσσα με την βοήθεια ειδικού λογισμικού και αποθηκεύεται στην μνήμη του PLC. Έτσι τώρα το σύνολο του συστήματος λειτουργεί ως εξής :

Αρχικά η CPU διαβάζει τις εισόδους, δηλαδή παρατηρεί την κάθε είσοδο, και αν σε αυτή έχει εμφανισθεί τάση (δηλαδή ο διακόπτης έχει κλείσει) καταχωρεί ένα λογικό 1 σε μια περιοχή της μνήμης του που είναι ειδική για τον σκοπό αυτό (**Input Image**). Η περιοχή αυτή περιέχει σε κάθε στιγμή την κατάσταση των εισόδων και λειτουργεί σαν ενδιάμεσος σταθμός ανάμεσα στον "έξω κόσμο" και την CPU.

Στην συνέχεια εκτελείται το πρόγραμμα, δηλαδή εξετάζεται η τιμή των εισόδων και αποφασίζεται η τιμή της εξόδου η οποία και καταχωρείται σε μια αντίστοιχη περιοχή μνήμης εξόδου (**Output Image**). Τέλος η περιοχή της μνήμης εξόδου μεταφέρεται στην κάρτα εξόδου και διεγείρει με την σειρά της το ρελέ. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται από την αρχή και διαρκώς και ονομάζεται "κυκλική" επεξεργασία στο PLC.

Είναι ιδιαίτερα σημαντικό εδώ να τονιστεί ότι η πληροφορία για την κατάσταση της εισόδου αποκτάται μόνο στην αρχή του κύκλου και θεωρείται σταθερή κατά τον χρόνο εκτέλεσης του προγράμματος (πράγμα που μπορεί και να μην συμβαίνει), όμως ο κύκλος του PLC είναι τόσο σύντομος (μερικά **ms**) που ακόμα και αν αλλάξει κατάσταση η είσοδος, η CPU θα το αντιληφθεί στον αμέσως επόμενο κύκλο (**π.χ. μετά από 3 ms**) και θα δράσει ανάλογα με καθυστέρηση χιλιοστών του δευτερολέπτου. Φυσικά για ιδιαίτερα κρίσιμες εισόδους υπάρχουν τεχνικές που επιτρέπουν την ακαριαία πληροφόρηση και δράση της CPU (**Event Driven Interupt**).

Εδώ θα πρέπει επίσης να υπογραμμιστεί, όπως εξάλλου φάνηκε και πιο πάνω, ότι το αποτέλεσμα του αυτοματισμού (διέγερση εξόδου) καθορίζεται από το πρόγραμμα και όχι από τις καλωδιώσεις.

Διατηρώντας τις ίδιες ακριβώς καλωδιώσεις και αλλάζοντας μόνο το πρόγραμμα, το σύστημα μπορεί να συμπεριφέρεται τελείως διαφορετικά. Αυτή είναι βέβαια και η μεγάλη διαφορά του PLC από οποιοδήποτε άλλο σύστημα αυτοματισμού που καθορίζει και το όνομά του, δηλαδή Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής.

2.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΝΑΝΤΙ ΚΛΑΣΣΙΚΟΥ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Συγκριτικά με τον κλασσικό αυτοματισμό τα πλεονεκτήματα του προγραμματισμού με PLC είναι πάρα πολλά. Ενδεικτικά μπορούμε να πούμε ότι :

- Είναι συσκευές γενικής χρήσεως, δεν είναι δηλαδή κατασκευασμένοι για ένα συγκεκριμένο είδος παραγωγής.

- Δεν ενδιαφέρει ο συνολικός αριθμός των επαφών, χρονικών, απαριθμητών κτλ που θα χρησιμοποιηθούν μιας και αποτελούν στοιχεία μνήμης της CPU και όχι φυσικές οντότητες.

- Η λειτουργία του αυτοματισμού μπορεί να αλλάξει σε οποιοδήποτε στάδιο θελήσουμε (μελέτη, κατασκευή, θέση σε λειτουργία ή αργότερα) χωρίς επέμβαση στο υλικό.

- Εύκολος οπτικός εντοπισμός με μια ματιά, της λειτουργίας ή μη στοιχείων της εγκατάστασης με τη βοήθεια των LED που υπάρχουν σε όλες τις κάρτες εισόδου - εξόδου. Με τη βοήθεια συσκευής προγραμματισμού μπορεί να παρακολουθηθεί και η ροή εκτέλεσης του προγράμματος.

- Η κατασκευή του πίνακα που θα τοποθετηθεί το PLC γίνεται παράλληλα με τον προγραμματισμό του, πράγμα το οποίο οδηγεί στη συντομότερη παράδοση του αυτοματισμού.

- Πολύ συχνό είναι το φαινόμενο ο τεχνικός να κληθεί να επισκευάσει μια βλάβη και να δει έκπληκτος ότι άλλα υπάρχουν στα σχέδια και άλλα βλέπει ο ίδιος στην εγκατάσταση. Το πρόβλημα αυτό δεν υπάρχει στα

PLC αφού πάντα υπάρχει μόνο ένα κύκλωμα αποθηκευμένο, το τελευταίο πρόγραμμα που του έχουμε φορτώσει. Εάν απαιτούνται περισσότερα προγράμματα, αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση δισκετών.

- Τα PLC ως ηλεκτρονικές συσκευές καταλαμβάνουν πολύ μικρότερο χώρο στον πίνακα σε σχέση με τα υλικά του κλασσικού αυτοματισμού και καταναλώνουν πολύ λιγότερη ενέργεια από αυτά.

- Τοποθετούνται άφοβα και σε πεδία ισχύος, ο κατασκευαστής δίνει οδηγίες γι' αυτές τις περιπτώσεις οι οποίες πρέπει να τηρούνται (αποστάσεις, γειώσεις κτλ).

- Οι γλώσσες προγραμματισμού καλύπτουν όλο το φάσμα των ανθρώπων που καλούνται να ασχοληθούν με την τεχνολογία αυτή, υπάρχει γλώσσα προγραμματισμού για ανθρώπους με γνώση στο συμβατικό αυτοματισμό (**Ladder**), γλώσσες για όσους έχουν υπόβαθρο σε υπολογιστές (**Statement List, SCL, FBD, C++**) καθώς και γλώσσες εξειδικευμένες για διάφορες τεχνολογίες (**GRAPH 7, HIGRAPH, CSF**).

- Τέλος, σαν ψηφιακές συσκευές σήμερα δίνουν τη δυνατότητα να συνδεθούν επάνω τους οθόνες, εκτυπωτές, πληκτρολόγια και να καταργηθούν έτσι τα κλασσικά μιμικά διαγράμματα και οι πίνακες χειρισμών. Εύκολη είναι επίσης και η διασύνδεση μεταξύ τους για ανταλλαγή πληροφοριών, ο τηλεχειρισμός και η τηλεποπτεία, ο εξ αποστάσεως προγραμματισμός τους και η σύνδεσή τους στο Internet.

2.4 ΣΤΑΔΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Έξι είναι τα στάδια εργασίας που πρέπει να ακολουθηθούν για να υλοποιηθεί ένας αυτοματισμός :

1. **Τεχνική περιγραφή :** Καταγραφή δηλαδή των απαιτήσεων του πελάτη όσον αφορά τη σημερινή κατάσταση της εγκατάστασης, τις απαιτήσεις από τον αυτοματισμό αλλά και τις πιθανές μελλοντικές επεκτάσεις.

2. **Επιλογή τύπου και μονάδων PLC :** Η επιλογή γίνεται πάντα με βάση τεχνικοοικονομικά κριτήρια, την καλύτερη τεχνική λύση δηλαδή με το χαμηλότερο κόστος, μέσα από μια πληθώρα συστημάτων και των συνιστωσών τους.

3. **Εκπόνηση σχεδίων :** Κατασκευή πίνακα όπου θα τοποθετηθεί το PLC.

4. Προγραμματισμός : Υλοποίηση των προδιαγραφών που έθεσε ο πελάτης. Το πρόγραμμα δοκιμάζεται εν μέρει για τη σωστή του λειτουργία, αφού μια ολοκληρωμένη δοκιμή του είναι πρακτικά αδύνατη επειδή οι συνθήκες είναι συνήθως πολύ πιο διαφορετικές από αυτές της εγκατάστασης.

5. Τοποθέτηση / Ενεργοποίηση : Το PLC τοποθετημένο στον πίνακα μεταφέρεται και τοποθετείται στην εγκατάσταση, συρματώνεται με τα περιφερειακά στοιχεία (κινητήρες, βάνες, τερματικούς), γίνεται έλεγχος για την σωστή συρμάτωση και τέλος μεταφέρεται το πρόγραμμα στο PLC. Εδώ γίνεται ο οριστικός έλεγχος της σωστής σύμφωνα με τη τεχνική περιγραφή λειτουργίας του αυτοματισμού.

6. Φάκελος έργου : Δημιουργείται φάκελος του έργου με τα τελικά διορθωμένα σχέδια και το πρόγραμμα εκτυπωμένο με επεξηγηματικά σχόλια.

2.5 ΔΟΜΗ ΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΥ ΛΟΓΙΚΟΥ ΕΛΕΓΚΤΗ

Στην αγορά υπάρχουν σήμερα πάρα πολλά μοντέλα PLC κατασκευασμένα από πολλές εταιρίες. Η επιλογή ενός προγραμματιζόμενου ελεγκτή (τύπος, μέγεθος, κόστος) εξαρτάται από το πλήθος των στοιχείων που δίνουν εντολή σ' αυτόν (είσοδοι) και το πλήθος των στοιχείων που δέχονται εντολή απ' αυτόν (έξοδοι), καθώς και από το πλήθος των λειτουργιών που απαιτείται να κάνει ο αυτοματισμός (μέγεθος προγράμματος, δηλαδή απαιτούμενη μνήμη και δυνατότητες της κεντρικής μονάδας).

Ανεξάρτητα όμως από τον τύπο και το μέγεθος, ένας προγραμματιζόμενος ελεγκτής, συνίσταται από τα εξής απαραίτητα στοιχεία :

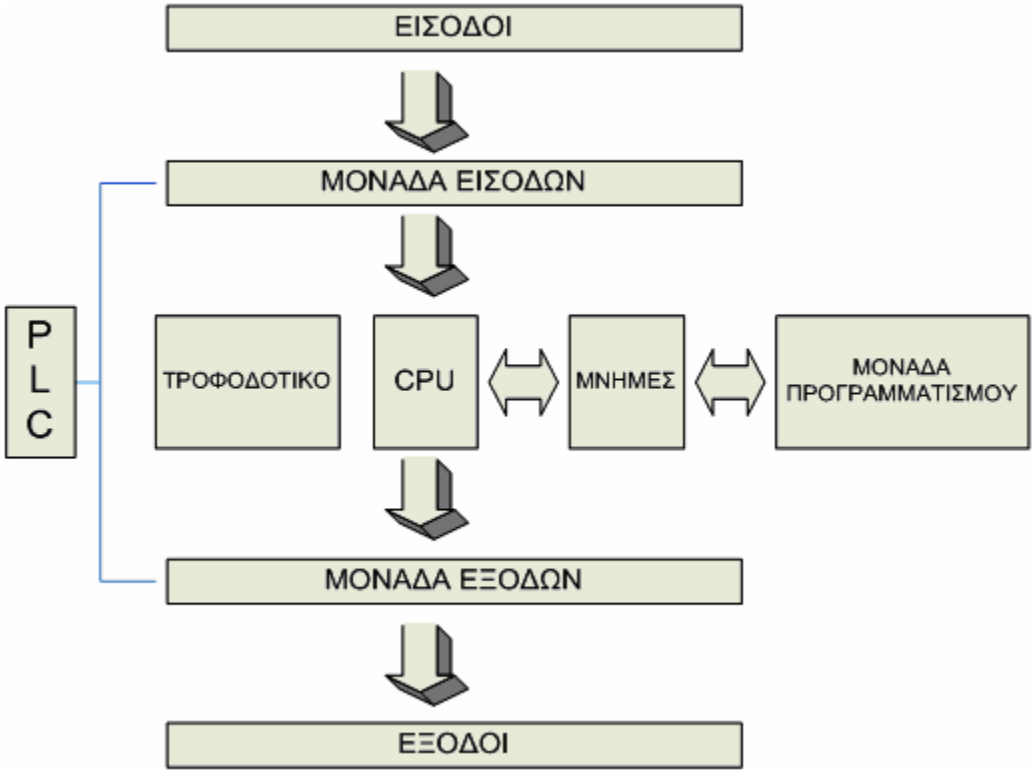
Α. Πλαίσιο τοποθέτησης των μονάδων.

Β. Μονάδα τροφοδοσίας.

Γ. Κεντρική μονάδα επεξεργασίας (**CPU**) που αποτελεί τον εγκέφαλο του PLC.

Δ. Μονάδες εισόδων / εξόδων.

Ε. Συσκευή προγραμματισμού.



ΕΙΚΟΝΑ 2.1 : Δομή PLC (Προγραμματιζόμενου Λογικού Ελεγκτή)

Α. Πλαίσιο τοποθέτησης μονάδων

Όλες οι μονάδες, από τις οποίες αποτελείται ένας προγραμματιζόμενος ελεγκτής, πρέπει να τοποθετηθούν σε κάποιο πλαίσιο. Σ' αυτό είναι ενσωματωμένο το σύστημα αγωγών (BUS), μέσω των οποίων επικοινωνούν οι διάφορες μονάδες μεταξύ τους για την ανταλλαγή πληροφοριών και για την τροφοδοσία τους.

Αν οι θέσεις του κεντρικού πλαισίου που διατίθεται, δεν επαρκούν για να τοποθετηθούν οι μονάδες εισόδων και εξόδων που απαιτούνται σε μια συγκεκριμένη εφαρμογή, τότε χρησιμοποιούνται περισσότερα πλαίσια επέκτασης για την τοποθέτηση των επιπλέων μονάδων. Κάθε πλαίσιο επέκτασης συνδέεται με το κεντρικό πλαίσιο ή με τα άλλα πλαίσια μέσω ειδικής μονάδας διασύνδεσης και καλωδίου.

Β. Μονάδα τροφοδοσίας

Η μονάδα τροφοδοσίας χρησιμεύει για να δημιουργήσει από την τάση του δικτύου τις απαραίτητες εσωτερικές τάσεις για την τροφοδοσία αποκλειστικά των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων, που υπάρχουν μέσα στον προγραμματιζόμενο ελεγκτή (τρανζίστορ, ολοκληρωμένα κτλ). Οι τυπικές εσωτερικές τάσεις των ελεγκτών είναι συνήθως : DC 5V, DC 9V, DC 24V.

Γ. Κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU)

Είναι η βασική μονάδα του ελεγκτή, η οποία είναι υπεύθυνη για τη λειτουργία του αυτοματισμού. Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας είναι στην ουσία ένας μικροϋπολογιστής και διακρίνουμε σ' αυτήν όλα τα κύρια μέρη ενός μικροϋπολογιστή, δηλαδή τον μικροεπεξεργαστή και τη μνήμη. Ο μικροεπεξεργαστής είναι αυτός που εκτελεί όλες τις λειτουργίες του προγραμματιζόμενου ελεγκτή.

Δ. Μονάδες εισόδων / εξόδων

Οι μονάδες των εισόδων και των εξόδων αποτελούν τις μονάδες επικοινωνίας της κεντρικής μονάδας με τον έξω κόσμο, δηλαδή με τους αισθητήρες, τους διακόπτες, τα μπουτόν κ.α., που δίνουν τις εντολές στην κεντρική μονάδα, καθώς και με τα ρελέ ισχύος των κινητήρων, ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες, ενδεικτικές λυχνίες και γενικά τους αποδέκτες που εκτελούν τις εντολές της κεντρικής μονάδας.

Η κεντρική μονάδα μπορεί να δεχτεί ψηφιακά σήματα εισόδου και εξόδου χαμηλής τάσης και πολύ μικρού ρεύματος. Η τάση που δέχεται είναι συνήθως 0 volt για το λογικό "0" και 5 volt για το λογικό "1". Το ρεύμα εισόδου καθώς και το ρεύμα εξόδου δεν μπορεί να ξεπεράσει τα λίγα mA. Οι μονάδες εισόδων και εξόδων αναλαμβάνουν να προσαρμόσουν τα σήματα εισόδου και εξόδου, που έχουμε στον αυτοματισμό, σε σήματα που μπορεί να δεχτεί η κεντρική μονάδα, τόσο από άποψη τάσεων όσο και από άποψη ρευμάτων. Η προσαρμογή αυτή γίνεται με χρήση ηλεκτρονικών στοιχείων ισχύος, είτε με τη χρήση κατάλληλων μικρορελέ.

Κάθε σύστημα PLC καταλήγει πάντα σε ακροδέκτες (κλέμες). Οι ακροδέκτες αυτοί ανήκουν στις μονάδες εισόδων και εξόδων του. Στους ακροδέκτες εισόδων καταλήγουν οι αγωγοί που έρχονται από αισθητήρες ή τερματικούς διακόπτες, πιεζοστάτες, διακόπτες μπουτόν, κτλ. Στους ακροδέκτες εξόδων καταλήγουν οι αγωγοί που τροφοδοτούν πηνία ρελέ ισχύος, ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες, λυχνίες ένδειξης και λοιπούς αποδέκτες.

Στους διάφορους τύπους PLC που υπάρχουν, οι μονάδες εισόδων και εξόδων αντιμετωπίζονται με διαφορετικό τρόπο. Γενικά όμως ισχύουν τα παρακάτω :

- Μια μονάδα εισόδων ή εξόδων μπορεί να λειτουργεί με συνεχή τάση ή με εναλλασσόμενη τάση. Τυπικές τάσεις λειτουργίας είναι : DC 24V, 48V, 60V & AC 24V, 48V, 115V, 230V, με συνηθέστερες τις DC 24V, AC 115V & AC 230V.

- Τα κυκλώματα και οι τάσεις των εισόδων είναι τελείως ανεξάρτητα από τα αντίστοιχα κυκλώματα των εξόδων. Επομένως η τάση για τις εισόδους μπορεί να είναι διαφορετική από την τάση για τις εξόδους. Αν τώρα αυτές οι τάσεις είναι ίδιες μπορεί να χρησιμοποιηθεί το ίδιο τροφοδοτικό (για DC τάσεις), ή μετασχηματιστής χειρισμού (για AC τάσεις) για τις εισόδους και τις εξόδους.

- Η τάση εισόδων (δηλαδή η τάση που φτάνει σε μια είσοδο, όταν ενεργοποιηθεί ο αντίστοιχος αισθητήρας) συνήθως διαχωρίζεται γαλβανικά από το υπόλοιπο εσωτερικό κύκλωμα του PLC. Τα ίδια ισχύουν και για τις εξόδους. Αν σε κάποιες μονάδες εξόδων δεν έχουμε γαλβανική απομόνωση πρέπει να προσέξουμε ιδιαίτερα το θέμα των γειώσεων.

- Στο συγκεκριμένο PLC η τάση τροφοδοσίας είναι 230V AC η οποία παρέχεται από το δίκτυο. Οι είσοδοι δέχονται τάση DC. Οι έξοδοι είναι διακόπτες ρελέ και δίνουν την τάση που έχουν στα άκρα τους.

Ε. Συσκευή προγραμματισμού

Η συσκευή προγραμματισμού είναι μια τελείως ξεχωριστή συσκευή από τη μονάδα αυτοματισμού. Χρησιμοποιείται για την εισαγωγή του προγράμματος στο PLC και την παρακολούθηση της εξέλιξης του αυτοματισμού μέσα από την οθόνη που διαθέτει. Με έναν μόνο προγραμματιστή μπορεί να γίνει ο χειρισμός όλων των μονάδων της ίδιας εταιρίας PLC σε μια αυτοματοποιημένη εγκατάσταση.

2.6 Η ΜΝΗΜΗ ΤΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

Η μνήμη της κεντρικής μονάδας επεξεργασίας (CPU) διακρίνεται σε μνήμη RAM, ROM και EEPROM.

Μνήμη RAM : Η μνήμη RAM (Random Access Memory, μνήμη τυχαίας προσπέλασης) είναι εκείνη στην οποία μπορούν να γραφτούν και να σβηστούν δεδομένα και η οποία χάνει τα περιεχόμενά της μόλις πέσει η τροφοδοσία της. Στη μνήμη RAM η κεντρική μονάδα αποθηκεύει μια σειρά από πληροφορίες σε ξεχωριστές περιοχές εργασίας. Μπορούν να διακριθούν οι εξής περιοχές :

- Περιοχή μνήμης όπου αποθηκεύονται οι καταστάσεις των εισόδων και των εξόδων. Η περιοχή αυτή ονομάζεται για τις εισόδους "εικόνα εισόδου" και για τις εξόδους "εικόνα εξόδου".

- Περιοχή μνήμης όπου αποθηκεύονται οι ενδιάμεσες πληροφορίες που αφορούν τη λειτουργία του αυτοματισμού.

- Περιοχή μνήμης των χρονικών.

- Περιοχή μνήμης των απαριθμητών.

- Περιοχή μνήμης όπου αποθηκεύονται τα προγράμματα του χρήστη, δηλαδή τα προγράμματα που λειτουργούν ένα συγκεκριμένο αυτοματισμό.

Μνήμη ROM : Στη μνήμη ROM (Read Only Memory) ο κατασκευαστής του προγραμματιζόμενου ελεγκτή αποθηκεύει το λειτουργικό σύστημα του PLC, δηλαδή το πρόγραμμα για όλες τις βασικές λειτουργίες που είναι απαραίτητες για να δουλέψει το PLC.

Μνήμη EEPROM : Επειδή η μνήμη RAM με την απώλεια της τροφοδοσίας χάνει τα δεδομένα της (εκτός αν χρησιμοποιείται μπαταρία), τα PLC χρησιμοποιούν έναν άλλο τύπο μνήμης, την EEPROM (Electricaly Erasable Read Only Memory), η οποία προγραμματίζεται και σβήνει ηλεκτρικά. Πρόκειται για μνήμη που με την πτώση της τροφοδοσίας διατηρεί τα δεδομένα της και η οποία μπορεί να γραφτεί και να σβηστεί μέσω ειδικού μηχανήματος.

2.7 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΥ ΛΟΓΙΚΟΥ ΕΛΕΓΚΤΗ

Έστω ότι ένα PLC βρίσκεται σε κατάσταση εκτέλεσης του αυτοματισμού (RUN). Τα βήματα που ακολουθεί κατά τη λειτουργία του είναι τα εξής :

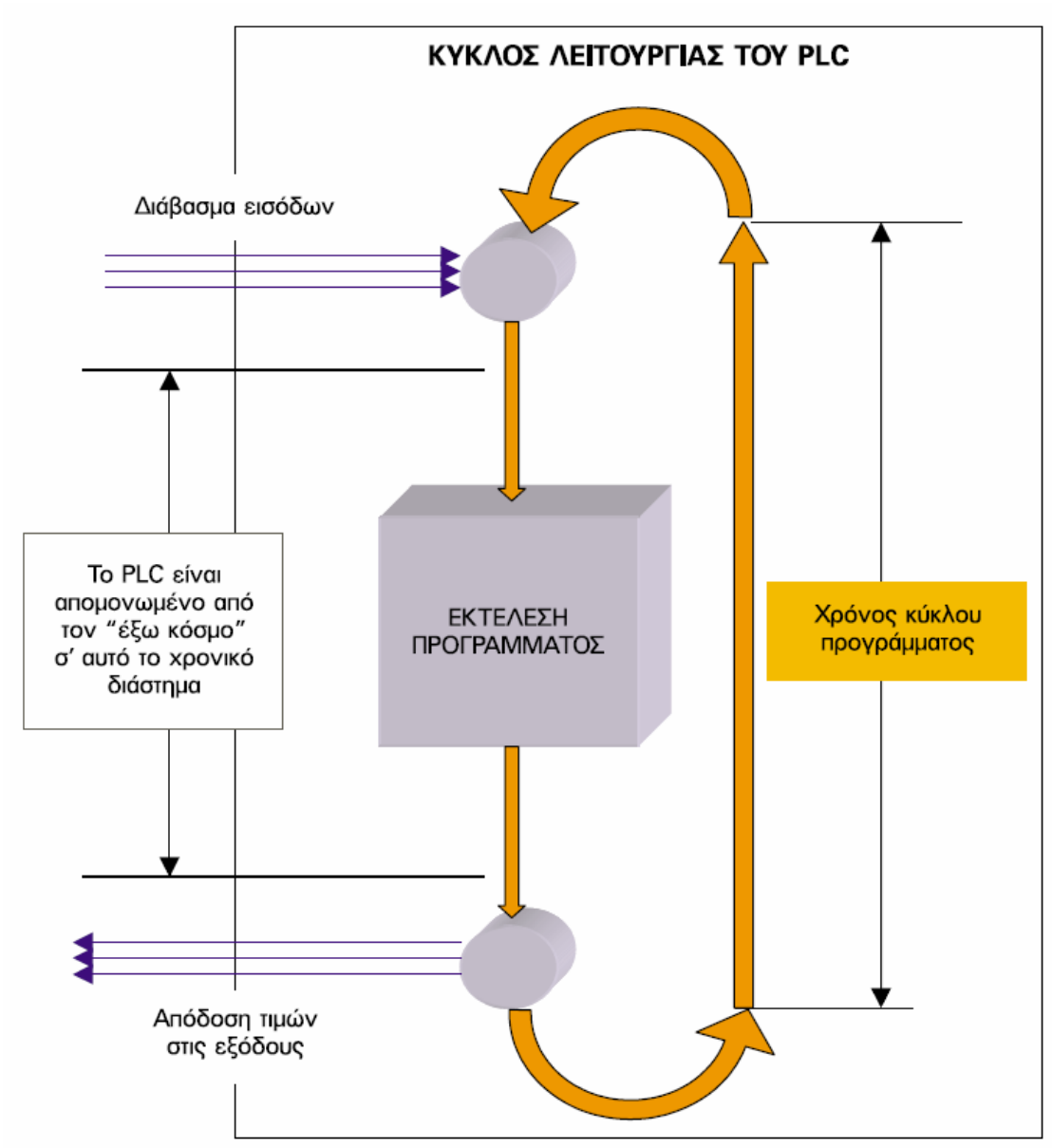
Βήμα 1^{ο} : Στην αρχή ο μικροεπεξεργαστής "διαβάζει" τις εισόδους. Αυτό σημαίνει ότι για κάθε είσοδο ελέγχει αν έχει "υψηλή" τάση (λογικό "1") ή "χαμηλή" τάση (λογικό "0"). Η τιμή "0" ή "1" για κάθε είσοδο αποθηκεύεται σε μια ειδική περιοχή της μνήμης η οποία ονομάζεται εικόνα εισόδων (Input Image). Την εικόνα εισόδων μπορείτε να την φανταστείτε σαν έναν πίνακα, όπου ο μικροεπεξεργαστής σημειώνει τις τιμές που διάβασε. Π.Χ. είσοδος I1="1" , I2="0" , I3="0" κ.ο.κ.

Βήμα 2^{ο} : Στη συνέχεια ο μικροεπεξεργαστής χρησιμοποιώντας σαν δεδομένα τις τιμές των εισόδων, που διάβασε, εκτελεί τις εντολές του προγράμματος. Το πρόγραμμα αυτό στην ουσία περιέχει μια σειρά από λογικές πράξεις. Η εκτέλεση του προγράμματος θα δώσει αποτελέσματα για τις εξόδους. Τα αποτελέσματα αυτά αποθηκεύονται στην ειδική περιοχή της μνήμης που ονομάζεται εικόνα εξόδων (Output Image). Όπως η εικόνα εισόδων, έτσι και η εικόνα εξόδων περιέχει την τιμή ("0" ή "1") για κάθε

έξοδο. Σημειώνουμε ότι οι τιμές αυτές προκύπτουν από την εκτέλεση των λογικών πράξεων του προγράμματος.

Βήμα 3^{ο} : Στη συνέχεια ο μικροεπεξεργαστής θέτει τις τιμές της εικόνας εξόδων στις εξόδους. Αυτό σημαίνει ότι θα παρουσιαστεί "υψηλή" τάση σε όποια έξοδο έχει "1" και χαμηλή τάση σε όποια έξοδο έχει "0".

Με τη συμπλήρωση του 3^{ου} βήματος συμπληρώνεται ένας πλήρης κύκλος λειτουργίας και η διαδικασία αρχίζει από την αρχή. Ο κύκλος λειτουργίας εκτελείται συνεχώς όσο το PLC βρίσκεται σε κατάσταση RUN. Δηλαδή ένα PLC εκτελεί συνεχώς τα βήματα του κύκλου λειτουργίας. Στο σχήμα 1.2 φαίνεται ένας κύκλος λειτουργίας PLC.



ΕΙΚΟΝΑ 2.2 : Κύκλος λειτουργίας PLC

Ο χρόνος που χρειάζεται για να εκτελέσει το PLC ένα πλήρη κύκλο λειτουργίας ονομάζεται χρόνος κύκλου και εξαρτάται από την ταχύτητα του επεξεργαστή του PLC, αλλά και από τον αριθμό και το είδος των εντολών του προγράμματος. Δηλαδή στο ίδιο PLC για ένα μεγαλύτερο πρόγραμμα έχουμε μεγαλύτερο χρόνο κύκλου.

Ο χρόνος κύκλου αποτελεί ένα μέτρο σύγκρισης μεταξύ των PLC. Για να μπορούν να συγκριθούν τα PLC ως προς την ταχύτητα εκτέλεσης ενός προγράμματος, ορίζουμε τον μέσο χρόνο κύκλου, σαν το χρόνο κύκλου ενός προγράμματος που περιλαμβάνει 1 Kbytes δυαδικές εντολές. Πάντως στη χειρότερη περίπτωση και σε ένα αργό PLC, ο χρόνος κύκλου δεν ξεπερνά τις μερικές εκατοντάδες millisecond.

2.8 ΚΥΡΙΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΩΝ ΛΟΓΙΚΩΝ ΕΛΕΓΚΤΩΝ

Τα PLC σήμερα έχουν και επιπλέον λειτουργίες που βοηθούν στην δημιουργία του αυτοματισμού. Οι λειτουργίες αυτές αυξάνουν συνεχώς καθώς τα PLC εξελίσσονται με ταχύτατους ρυθμούς. Αναφέρονται ενδεικτικά οι σημαντικότερες από αυτές.

- **Λειτουργία απαριθμητών :** Οι απαριθμητές αποτελούν ακόμα ένα πολύ σημαντικό στοιχείο των PLC. Οι απαριθμητές μπορούν να απαριθμούν εξωτερικούς ή εσωτερικούς παλμούς. Η απαρίθμηση μπορεί να είναι προς τα πάνω (Count Up) ή προς τα κάτω (Count Down). Η λειτουργία των απαριθμητών δεν είναι ίδια σε όλα τα PLC.

- **Δυνατότητα πραγματικού ρολογιού :** μέσω του οποίου μπορούμε να προγραμματίσουμε κάποιες εξόδους σε πραγματικό χρόνο, ημερομηνία και ώρα.

- **Αριθμητικές επεξεργασίες :** Τα σύγχρονα PLC έχουν προσεγγίσει πάρα πολύ τις δυνατότητες των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Σχεδόν όλα τα PLC έχουν σήμερα την δυνατότητα να επεξεργάζονται αριθμητικές πράξεις.

- **Αναλογικές είσοδοι-έξοδοι :** Τα PLC ενώ αρχικά ήρθαν για να αντικαταστήσουν τους αυτοματισμούς καλωδιωμένης λογικής (αυτοματισμούς με ρελέ), οι δυνατότητές τους έχουν εξαπλωθεί με προοπτική να καλύψουν πλήρως και τα συστήματα αυτόματου ελέγχου, όπως είναι αναλογικοί έλεγχοι θερμοκρασίας, πίεσης, στάθμης, στροφών κινητήρων κτλ. Αυτό γίνεται δυνατό με την δυνατότητα των PLC να δέχονται και να επεξεργάζονται αναλογικές εισόδους, όπως και να παρέχουν αναλογικές εξόδους. Το PLC

μετατρέπει τις αναλογικές τιμές των εισόδων σε ψηφιακές τιμές και στη συνέχεια επεξεργάζεται τις τιμές αυτές αξιοποιώντας τις δυνατότητες για επεξεργασία ψηφιακών αριθμών όπως ήδη προαναφέρθηκε. Η δυνατότητα επεξεργασίας αναλογικών σημάτων έχει δώσει άλλη δυναμική στην εξέλιξη στα PLC.

- **Δικτύωση PLC :** Συνεργασία μεταξύ τους και με ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Η εξέλιξη των PLC σήμερα αλλάζει την μορφή της βιομηχανίας. Τα PLC μπορούν να συνδέονται μεταξύ τους ανταλλάσσοντας πληροφορίες, όπως και να συνεργάζονται με ηλεκτρονικούς υπολογιστές, οι οποίοι ασχολούνται με τον έλεγχο όλης της παραγωγής και ακόμη με τον έλεγχο της αποθήκης και του λογιστηρίου του εργοστασίου. Όλα αυτά μαζί αποτελούν ένα βασικό Βιομηχανικό Δίκτυο Αυτοματισμού (Computer Automatic Network, CAN).

3. ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ PLC

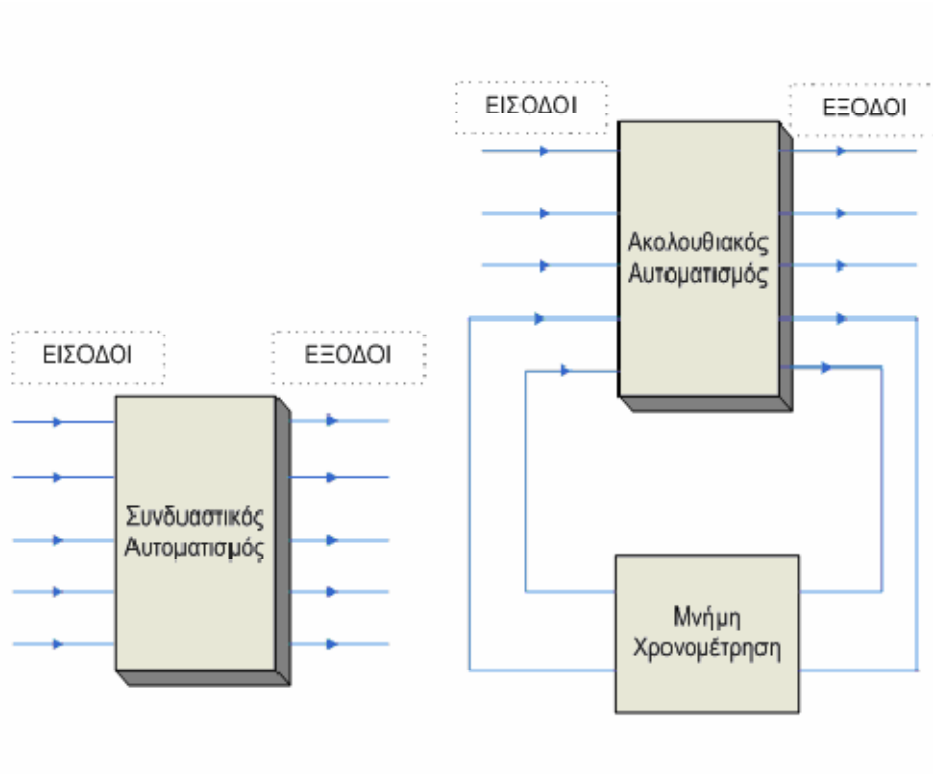
3.1 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΣΕ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟ ΛΟΓΙΚΟ ΕΛΕΓΚΤΗ

Οι ενότητες που ακολουθούν δείχνουν γενικά πως προγραμματίζεται ένα PLC. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι το ηλεκτρολογικό σχέδιο του αυτοματισμού δεν είναι απαραίτητο προκειμένου να αναπτυχθεί το πρόγραμμα σε PLC για τον αυτοματισμό. Σε σύνθετους πολύπλοκους αυτοματισμούς η ανάπτυξη του ηλεκτρολογικού σχεδίου του αυτοματισμού είναι πολύ δυσκολότερη από την ανάπτυξη του προγράμματος. Μάλιστα σε ορισμένες περιπτώσεις είναι πιο εύκολο να αναπτυχθεί το πρόγραμμα άμεσα από τα δεδομένα του αυτοματισμού παρά χρησιμοποιώντας ένα έτοιμο ηλεκτρολογικό σχέδιο αυτοματισμού.

Εδώ θα παρουσιαστεί ο προγραμματισμός των PLC σε δύο ενότητες. Στην πρώτη ενότητα θα γίνει προγραμματισμός σε ένα PLC με **συνδυαστικούς αυτοματισμούς** και στη δεύτερη ενότητα με **ακολουθιακούς αυτοματισμούς**. Αυτό γίνεται, γιατί οι βασικές διαφορές στον προγραμματισμό των PLC εμφανίζονται όταν υπάρχει χρήση χρονικών, απαριθμητών και των λοιπών ειδικών συναρτήσεων των ακολουθιακών αυτοματισμών.

Συνδυαστικός αυτοματισμός : Είναι ο αυτοματισμός στον οποίο οι έξοδοι εξαρτώνται μόνο από τις εισόδους. Αυτό σημαίνει ότι οι κινητήρες, βαλβίδες και οι υπόλοιποι αποδέκτες του αυτοματισμού λαμβάνουν εντολές μόνο από τους αισθητήρες και τους διακόπτες εισόδου και δεν εξαρτώνται από το χρόνο ή από προηγούμενες καταστάσεις των εξόδων.

Ακολουθιακός αυτοματισμός : Είναι ο αυτοματισμός στον οποίο οι έξοδοι εξαρτώνται όχι μόνο από τις εισόδους, αλλά και από το χρόνο ή και από προηγούμενες καταστάσεις των εξόδων. Σχηματικά οι δύο κατηγορίες των αυτοματισμών φαίνονται στο σχήμα 2.1.



Εικόνα 3.1 : Κατηγορίες αυτοματισμού

3.2 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΕΝΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΥ ΛΟΓΙΚΟΥ ΕΛΕΓΚΤΗ

Όταν ξεκινάει η μελέτη πως θα προγραμματιστεί ένα PLC, πρέπει να γνωρίζεται ο αριθμός και η περιγραφή των :

3.2.1 Εισόδων

Οι είσοδοι ενός PLC συμβολίζονται με το γράμμα I (Input).

Μονοσήμαντα μια είσοδος χαρακτηρίζεται από δύο στοιχεία :

i. σε ποια οκτάδα ανήκει (byte) και
ii. σε ποια επιμέρους θέση στα όρια αυτής της οκτάδας (bit).

Χαρακτηρισμός

Ix.y

x - Διεύθυνση byte (0 ... n, ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη CPU)

y - Διεύθυνση bit (0 ... 7)

Παράδειγμα

I0.0, I14.5, I20.7

Byte εισόδων : π.χ. IB 5, περιλαμβάνει τα bit I5.0 ... I5.7

Word εισόδων : π.χ. IW 8, περιλαμβάνει τα byte I B8 και I B9

Double Word εισόδων : π.χ. I D4, περιλαμβάνει τις word IW4 και IW6

3.2.2 Εξόδων

Τα ίδια που ισχύουν για τις εισόδους, ισχύουν και για τις εξόδους.

Οι έξοδοι ενός PLC συμβολίζονται με το γράμμα Q (Output). Μονοσήμαντα μια έξοδος χαρακτηρίζεται από δύο στοιχεία :

i. σε ποιά οκτάδα ανήκει (byte) και
ii. σε ποιά επιμέρους θέση στα όρια αυτής της οκτάδας (bit).

Χαρακτηρισμός

Qx.y

x - Διεύθυνση byte (0 ... n, ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη CPU)

y - Διεύθυνση bit (o ... 7)

Παράδειγμα

Q5.0, Q12.7, Q2.1

Byte εξόδων : π.χ. QB5, περιλαμβάνει τα bit Q5.0 ... Q5.7

Word εξόδων : π.χ. QW8, περιλαμβάνει τα byte QB8 και QB9

Double Word εξόδων : π.χ. QD4 περιλαμβάνει τις word QW4 και QW6

3.2.3 Βοηθητικών μνημών

Προκειμένου να γραφτεί ο επαναλαμβανόμενος κώδικας τόσες φορές όσες χρειάζεται, πράγμα που κοστίζει σε χρόνο και σε μνήμη προγράμματος, είναι προτιμότερη η χρήση βοηθητικών διευθύνσεων. Καταγράφεται μια φορά η λογική, αποθηκεύεται σε μια βοηθητική διεύθυνση και αυτή χρησιμοποιείται όσες φορές και σε όποιο σημείο του προγράμματος είναι αναγκαίο.

Οι βοηθητικές μνήμες παίζουν το ρόλο των βοηθητικών ρελέ στον κλασσικό αυτοματισμό. Χρησιμοποιούνται στο πρόγραμμα για να αποθηκευτούν ορισμένες καταστάσεις. Τα bit εδώ παρομοιάζονται όσον αφορά τη λειτουργία τους με τις εξόδους, με τη διαφορά ότι αυτά δεν απεικονίζονται σε LED (δεν πηγαίνουν απ' ευθείας στην εγκατάσταση και φαίνεται η κατάστασή τους μόνο με τη βοήθεια συσκευής προγραμματισμού).

Χαρακτηρισμός

Mx.y

x - Διεύθυνση byte (0 ... n, ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη CPU)

y - Διεύθυνση bit (0 ... 7)

Παράδειγμα

M15.0, M102.7, M42.1

Byte βοηθητικών : π.χ. MB7, περιλαμβάνει τα bit M7.0 ... M7.7

Word βοηθητικών : π.χ. MW6, περιλαμβάνει τα byte MB6 και MB7

Double Word βοηθητικών : π.χ. MD4, περιλαμβάνει τις word MW4 και MW6

3.2.4 Τις ειδικές συναρτήσεις του PLC

Οι ειδικές συναρτήσεις είναι :

- χρονικά
- απαριθμητές
- συγκριτές
- γεννήτριες παλμοσειρών
- μετρητής πραγματικού χρόνου

3.3 Τύποι Μεταβλητών S7-200

Elementary Data	Description	Data Range
BOOL (1 bit)	Boolean	0 to 1
BYTE (8 bits)	Unsigned byte	0 to 255
WORD (16 bits)	Unsigned integer	0 to 65,535
INT (16 bits)	Signed integer	-32768 to +32767
DWORD (32 bits)	Unsigned double Integer	0 to 2^{32} -1
DINT (32 bits)	Signed double Integer	-2^{32} to $+2^{32}$ -1
REAL (32 bits)	IEEE 32-bit Floating point	-10^{38} to $+10^{38}$

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1 : ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΝΗΜΗΣ ΤΟΥ PLC

User Selected Addresses	Assigned Equivalent Data Type
V0.0	BOOL
VB0	BYTE
VW0	WORD, INT
VD0	DWORD, DINT, REAL

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2 : ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΤΟΥ PLC

3.4 Μοντέλα S7-200 και τα χαρακτηριστικά τους

Το S7-200 αναφέρεται ως micro PLC λόγω του μικρού του μεγέθους. Το S7-200 έχει συμπαγής σχεδίαση το οποίο σημαίνει ότι τροφοδοσία και είσοδοι / έξοδοι είναι on-board. Το S7-200 μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μικρότερες, αυτόνομες εφαρμογές όπως ανελκυστήρες, πλυντήρια αυτοκινήτων ή μηχανές ανάδευσης. Μπορούνε επίσης να χρησιμοποιηθούνε σε περισσότερο πολύπλοκες βιομηχανικές εφαρμογές όπως μηχανές συσκευασίας και εμφιάλωσης.

Το S7-200 Micro PLC είναι το μικρότερο μέλος της οικογένειας των προγραμματιζόμενων ελεγκτών SIMATIC S7. Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU) είναι στο εσωτερικό του. Είσοδοι και έξοδοι (I/O) είναι τα σημεία ελέγχου του συστήματος. Οι είσοδοι επιτηρούν την κατάσταση συσκευών όπως διακόπτες και αισθητήρες. Οι έξοδοι ελέγχουν άλλες συσκευές όπως κινητήρες και αντλίες. Η θύρα προγραμματισμού είναι η σύνδεση με την συσκευή προγραμματισμού.

Εικόνα 3.2 : Micro S7-200

Είναι τέσσερις τύποι S7-200 CPU : S7-221, S7-222, S7-224, S7-226 και S7-226 XM καθώς και τρείς μονάδες τροφοδοσίας διαμορφωμένες για κάθε CPU.

S7-200 CPU
CPU 221 DC/DC/DC 6 Inputs/ 4 Outputs **CPU 221 AC/DC/Relay 6 Inputs/ 4 Relays**
CPU 222 DC/DC/DC 8 Inputs/ 6 Outputs
CPU 222 AC/DC/Relay 8 Inputs/ 6 Relays
CPU 224 DC/DC/DC 14 Inputs/ 10 Outputs **CPU 224 AC/DC/Relay 14 Inputs/ 10 Relays**
CPU 224XP DC/DC/DC 14 Inputs/ 10 Outputs
CPU 224XP AC/DC/Relay 14 Inputs/ 10 Relays **CPU 226 DC/DC/DC 24 Inputs/ 16 Outputs** **CPU 226 AC/DC/Relay 24 Inputs/ 16 Relays**

Πίνακας 3.3 : Τύποι CPU S7-200 και μονάδες τροφοδοσίας

Η περιγραφή του μοντέλου δείχνει τον τύπο της CPU, της μονάδας τροφοδοσίας, τον τύπο των εισόδων και τον τύπο των εξόδων.

3.5 *S7-200 Χαρακτηριστικά*

Feature	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 224XP	CPU 226
Physical Size (mm)	90x80x62	90x80x62	120.5x80x 62	140x80x62	190x80x62
Program memory : with run mode edit without run mode edit	 4096 bytes 4096 bytes	 4096 bytes 4096 bytes	 8192 bytes 12288 bytes	 12288 bytes 16384 bytes	 16384 bytes 24576 bytes
Data memory	2048 bytes	2048 bytes	8192 bytes	10240 bytes	10240 bytes
Memory Back up	50 hours	50 hours	100 hours	100 hours	100 hours
Local on-board I/O Digital Analog	 6 In/4 Out -	 8 In/6 Out -	 14 In/10 Out -	 14 In/10 Out 2 In/1 Out	 24 In/16 Out -
Expansion modules	0 modules	1 modules	7 modules	7 modules	7 modules
Pulse Outputs (DC)	2 at 20 KHz	2 at 20 KHz	2 at 20 KHz	2 at 100 KHz	2 at 20 KHz
Communications ports	1 RS-485	1 RS-485	1 RS-485	2 RS-485	2 RS-485
Real-Time-Clock	optional	optional	Built-in	Built-in	Built-in
Floating point math	yes	Yes	yes	yes	Yes
Flags/Timers/Counters	256/256/256	256/256/256	256/256/256	256/256/256	256/256/256
Incorporated possibilities of communication	PPI Master/ Slave MPI Slave Free ASCII	PPI Master/ Slave MPI Slave Free ASCII	PPI Master/ Slave MPI Slave Free ASCII	PPI Master/ Slave MPI Slave Free ASCII	PPI Master/ Slave MPI Slave Free ASCII

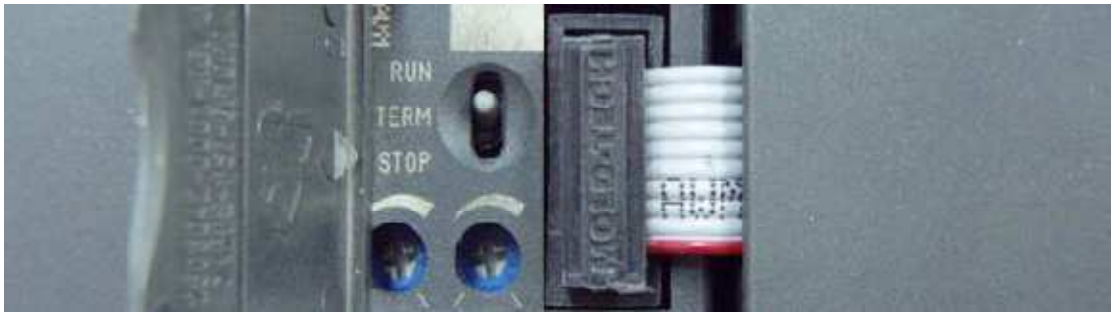
Additional possibilities of communication	Profibus DP Slave AS Interface Master/ Ethernet Internet/ Modem	Profibus DP Slave AS Interface Master/ Ethernet Internet/ Modem	Profibus DP Slave AS Interface Master/ Ethernet Internet/ Modem	Profibus DP Slave AS Interface Master/ Ethernet Internet/ Modem	Profibus DP Slave AS Interface Master/ Ethernet Interne/ Modem
High speed counters	4x30KHz	4x30KHz	6x30KHz	6x30KHz	6x30KHz

Πίνακας 3.4 : Χαρακτηριστικά οικογένειας S7-200

3.6 *Διακόπτης Λειτουργίας και Αναλογικός Ρυθμιστής*

Όταν ο **διακόπτης λειτουργίας** είναι σε θέση RUN η CPU είναι σε λειτουργία και εκτελεί το πρόγραμμα. Όταν ο διακόπτης λειτουργίας είναι σε θέση TERM τότε η συσκευή προγραμματισμού μπορεί να επιλέξει τον τρόπο λειτουργίας.

Ο **αναλογικός ρυθμιστής** χρησιμοποιείται για να αυξήσει ή να μειώσει τιμές που είναι αποθηκευμένες στην ειδική μνήμη (special memory). Αυτές οι τιμές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ανανεώσουν τις τιμές ενός χρονικού ή ενός απαριθμητή ή ακόμη μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να θέσουν όρια.



Εικόνα 3.3 : Διακόπτης λειτουργίας και αναλογικός ρυθμιστής

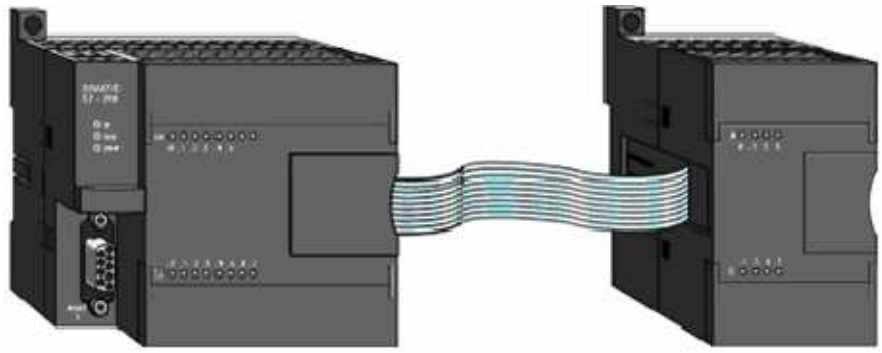
3.7 Προαιρετική κασέτα

Το S7-200 υποστηρίζει μια προαιρετική κασέτα μνήμης, η οποία παρέχει μια φορητή μνήμη EEPROM για την αποθήκευση του προγράμματος. Η κασέτα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αντιγραφεί το πρόγραμμα από ένα S7-200 PLC σε ένα άλλο S7-200 PLC.

Εικόνα 3.4 : Φορητή μνήμη του PLC

3.8 Μονάδες επέκτασης

Τα Simatic S7-200 είναι επεκτάσιμα συστήματα PLC. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να γίνει επέκταση της βασικής συσκευής προσθέτοντας μονάδες επιπλέον εισόδων-εξόδων, μονάδες επικοινωνίας ή άλλες μονάδες ειδικού τύπου (π.χ. ελέγχου σερβοκινητήρων)



Εικόνα 3.5 : Μονάδα επέκτασης Εισόδων/Εξόδων

3.9 Αναλογικές μονάδες επέκτασης

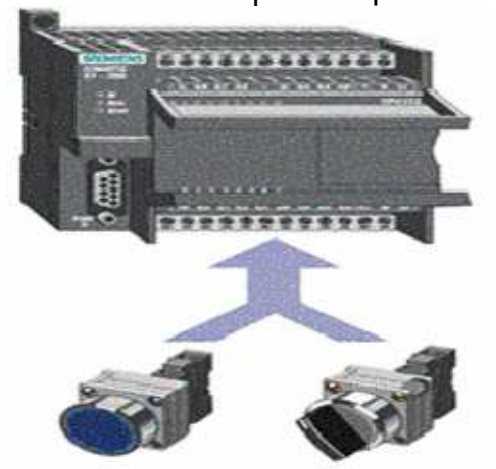
Το PLC μπορεί να επεξεργαστεί εκτός από ψηφιακά σήματα, από σήματα δηλαδή που έχουν δύο μόνο δυνατές καταστάσεις (“ON”-“OFF” ή “1” και “0”) και συνεχώς μεταβαλλόμενα σήματα, αναλογικά. Τέτοια σήματα έχουν τυπικά μεταβαλλόμενες τιμές από 0 έως 10V DC ή 4 έως 20mA.

Εικόνα 3.6 : Αναλογική μονάδα επέκτασης

Τα αναλογικά, συνεχώς μεταβαλλόμενα ηλεκτρικά σήματα αναπαριστούν συνεχώς μεταβαλλόμενα φυσικά μεγέθη και φαινόμενα, όπως ταχύτητα, θερμοκρασία, πίεση, βάρος, ροή, στάθμη κ.α. Η ίδια η CPU του PLC μπορεί να επεξεργαστεί πληροφορίες μόνο σε ψηφιακή μορφή. Άρα τα αναλογικά σήματα πρέπει να μετατραπούν σε ψηφιακά. Αυτό γίνεται με τις μονάδες αναλογικών σημάτων που προστίθενται στη βασική μονάδα του PLC. Αυτές (στην περίπτωση του S7-200) μετατρέπουν τα αναλογικά σήματα σε ψηφιακή μορφή αποτελούμενη από 12 ψηφιακά bit. Αυτή η ψηφιακή πληροφορία (κωδικοποιημένη με 12 bit) μεταφέρεται στη CPU του PLC που είναι σε θέση να την καταλάβει και να την επεξεργαστεί.

3.10 Είσοδοι

Συσκευές εισόδου, όπως διακόπτες, μπουτόν, και άλλα αισθητήρια συνδέονται στην κλέμα κάτω από το κέλυφος του PLC.



Εικόνα 3.7 : Είσοδοι του PLC

3.11Έξοδοι

Συσκευές εξόδου, όπως ρελέ, συνδέονται στην κλέμα κάτω από το κέλυφος του PLC. Τα ενδεικτικά LED κατάστασης ανάβουν αν κάποια έξοδος ενεργοποιηθεί

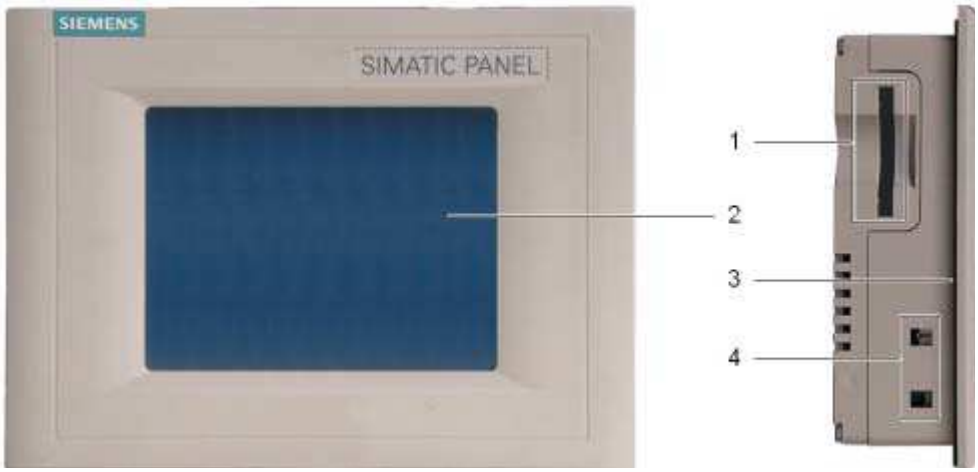
Εικόνα 3.8 : Έξοδοι του PLC

3.12 Σύνδεση εξωτερικών συσκευών

Στη θύρα προγραμματισμού του S7-200 μπορούν να συνδεθούν συσκευές διαφόρων τύπων. Μερικές από αυτές είναι οι ακόλουθες:

3.12.1 Touch Panels (TP)

Οι οθόνες αφής είναι συσκευές που προγραμματίζονται μέσω ειδικού λογισμικού ώστε να επιτρέπεται ο χειρισμός του PLC από αυτές. Παρέχουν ευκολία στη χρήση τους διότι δεν χρειάζεται να ψάχνει κανείς το σωστό πλήκτρο. Πατώντας κάποιο γραφικό που υπάρχει στην οθόνη ενεργοποιείται το αντίστοιχο πρόγραμμα που δίνει εντολή στο PLC.



Εικόνα 3.9 : Touch Panel TP 170B

1. Κάρτα μνήμης
2. Οθόνη αφής
3. Θέση εγκατάστασης
4. Υποδοχή τερματικού

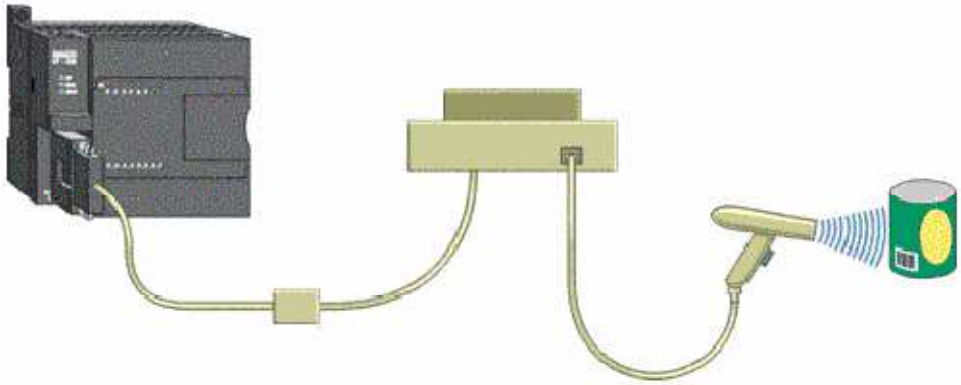
3.12.2 Συσκευή ενδείξεων και χειρισμών TD200

Το TD200 παρέχει τη δυνατότητα ενδείξεων (μηνυμάτων που είναι αποθηκευμένα στο S7-200) και χειρισμών (αλλαγή παραμέτρων, τιμών, χρόνου, ημερομηνίας κ.τ.λ.). Χρειάζεται εξωτερικό τροφοδοτικό εκτός αν η απόσταση από το PLC είναι μικρή (καλώδιο 3m περίπου).

Εικόνα 3.10 : Χειριστήριο TD200

3.12.3 Ελεύθερα προγραμματιζόμενο σειριακό πρωτόκολλο (Freeport Mode)

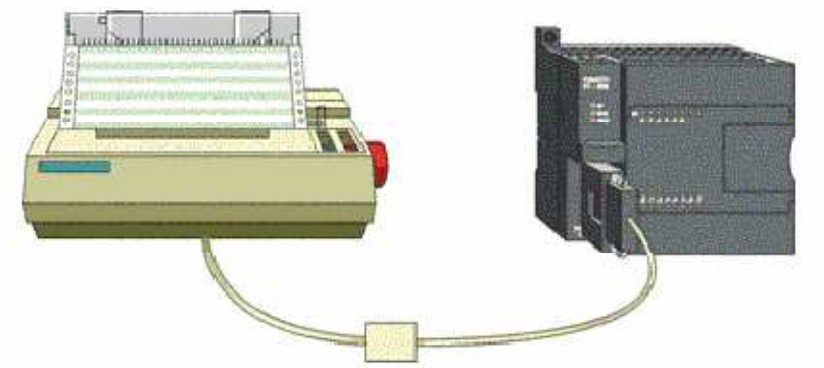
Η θύρα προγραμματισμού του PLC μπορεί να λειτουργήσει και με ένα τρόπο επικοινωνίας που ονομάζεται F.Mode. Αυτό επιτρέπει την σύνδεση απ' ευθείας στο PLC διάφορων "έξυπνων" συσκευών που επικοινωνούν με τον ίδιο τρόπο όπως για παράδειγμα συσκευές ανάγνωσης γραμμών του κώδικα (bar code readers).



Εικόνα 3.11 : Freeport mode

3.12.4 Σύνδεση εκτυπωτή

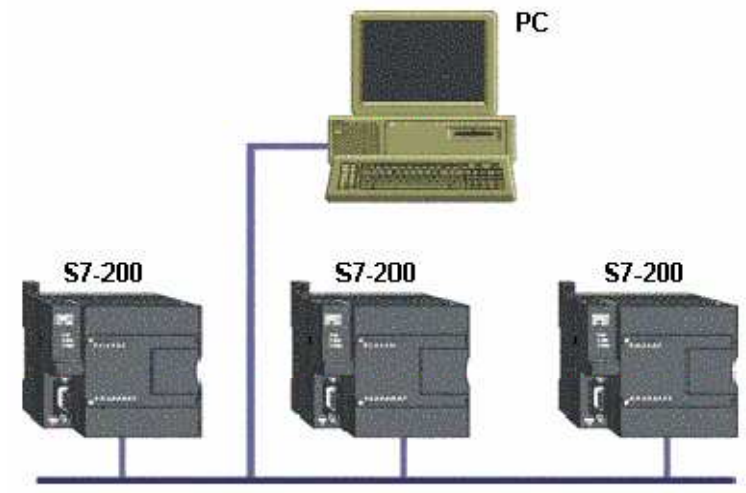
Επίσης αξιοποιώντας την δυνατότητα επικοινωνίας με Freeport Mode, επιτυγχάνεται η σύνδεση απ' ευθείας στο S7-200 με ένα σειριακό εκτυπωτή ή ένα κανονικό εκτυπωτή που επικοινωνεί παράλληλα μέσω παράλληλου σειριακού μετατροπέα.



Εικόνα 3.12 : Σύνδεση του PLC με εκτυπωτή

3.13 Δικτύωση

Μπορεί να γίνει σύνδεση (χωρίς τη χρήση ενισχυτή γραμμής-repeater) έως και 31 PLC σε δίκτυο με το ενσωματωμένο πρωτόκολλο, να δοθεί διαφορετική διεύθυνση στο καθένα και ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής να συνδέεται με όλα.



Εικόνα 3.13 : Δικτύωση του PLC

4. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΟΥ S7-200

4.1 Περιβάλλον Προγραμματισμού S7-200

Τα PLC από μόνα τους είναι ουδέτερες συσκευές αφού δεν είναι από πριν κατασκευασμένες για μια συγκεκριμένη εφαρμογή. Κάθε φορά, ανάλογα με τις απαιτήσεις της εκάστοτε εγκατάστασης προγραμματίζονται ποικίλες ενέργειες.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι προγραμματισμού που ποικίλουν ακριβώς γιατί ποικίλουν και τα επίπεδα γνώσης και εμπειριών του κάθε προγραμματιστή. Οι ουσιαστικές διαφορές είναι στο τι βλέπουμε στην οθόνη του υπολογιστή μας, αφού το τελικό αποτέλεσμα είναι πάντα ένα, η γλώσσα μηχανής MC7 (Machine Code 7) που καταλαβαίνει το PLC.

4.2 Γλώσσες προγραμματισμού PLC

Υπάρχουν τρείς τυποποιημένες μορφές προγραμματισμού που έχουν επικρατήσει διεθνώς :

- Λίστα εντολών (STL-Statement List).
- Σχέδιο επαφών (LAD-Ladder Diagram) και
- Διάγραμμα λογικών πυλών (FBD-Function Block Diagram).

Η **STL** είναι η γλώσσα προγραμματισμού με μορφή κειμένου. Η σύνταξη των εντολών είναι παραπλήσια με αυτή του κώδικα μηχανής (Machine Code), όπου οι εντολές και οι λειτουργίες ακολουθούνται από διευθύνσεις. Η γλώσσα αυτή είναι αυτή που ενδείκνυται για βέλτιστη χρήση της μνήμης και εκτέλεση του προγράμματος.

Η **LAD** είναι γλώσσα προγραμματισμού, όπου η σύνταξη των εντολών μοιάζει με το διάγραμμα κυκλώματος κλασσικού αυτοματισμού και επιτρέπει να παρακολουθείται εύκολα η ροή του σήματος από τις επαφές και τα πηνία. Τα στοιχεία αυτά επιλέγονται και τοποθετούνται στον LAD/STL/FBD Editor από το ειδικό παράθυρο επιλογής στοιχείων.

Η **FBD** είναι και αυτή γλώσσα προγραμματισμού με γραφικά. Οι εντολές εδώ αναπαρίστανται με λογικά "κουτιά", παρόμοια με αυτά που συναντάμε στην άλγεβρα Bool. Κι εδώ όπως και στα διαγράμματα στη ψηφιακή τεχνολογία μπορούμε να παρακολουθήσουμε τη ροή του σήματος ανάμεσα στα "κουτιά". Τα στοιχεία αυτά επιλέγονται και τοποθετούνται στον LAD/STL/FBD Editor από το ειδικό παράθυρο επιλογής στοιχείων.

Και οι τρεις αυτές μορφές υπάρχουν ενσωματωμένες στο πακέτο προγραμματισμού Step 7. Η επιλογή τους είναι ελεύθερη και μπορεί να γίνει οποιοσδήποτε συνδυασμός στα όρια ενός project.

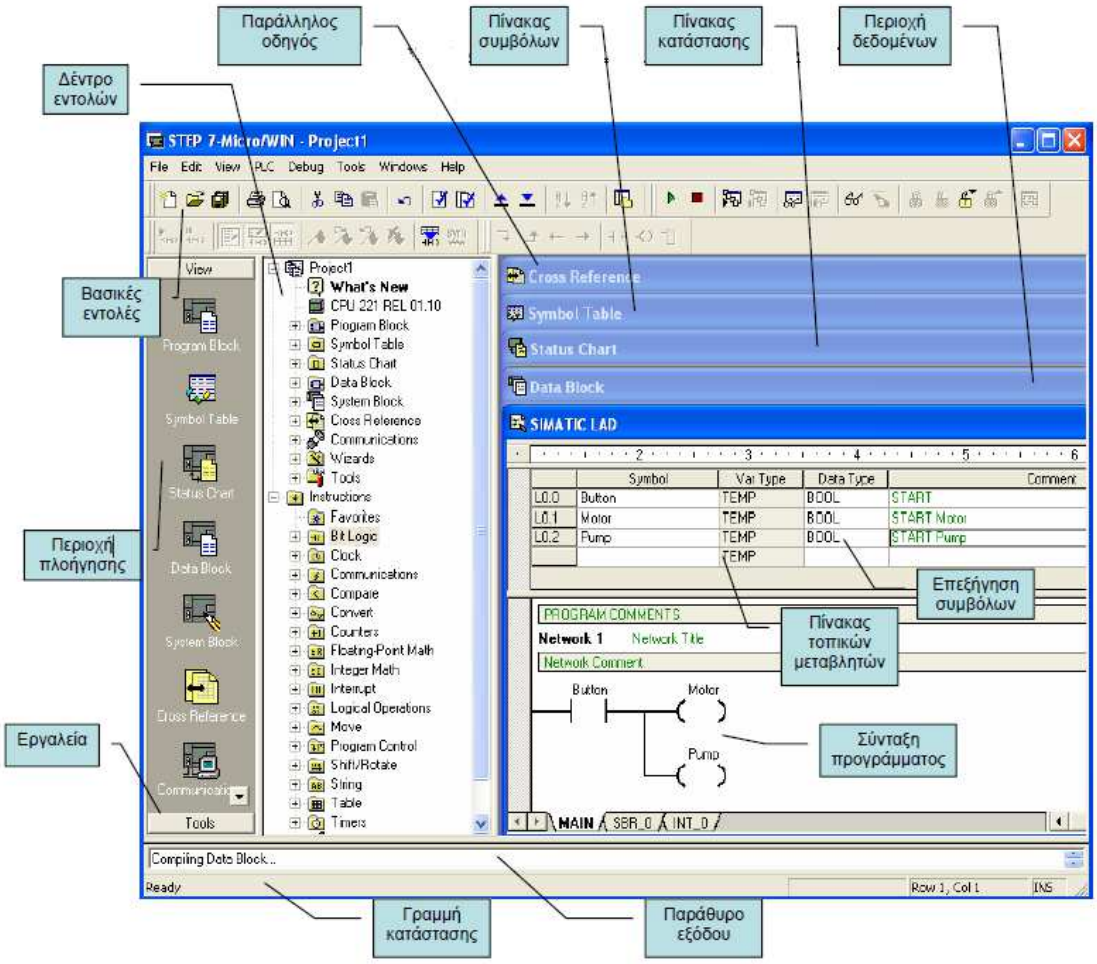
Υπάρχει δυνατότητα της μετατροπής ενός μπλόκ από μια μορφή απεικόνισης σε μια άλλη. Αυτό είναι πάντα δυνατό από LAD ή FBD σε STL ενώ δεν ισχύει πάντοτε το αντίθετο, αφού στη λίστα εντολών μπορούν να προγραμματιστούν πράγματα που είναι αδύνατο να απεικονιστούν σε γραφική μορφή.

4.3 MICRO-WIN

Ο προγραμματισμός στις παραπάνω γλώσσες γίνεται μέσω ενός ειδικού λογισμικού για τη σειρά S7-200 της Siemens. Το λογισμικό αυτό είναι το Micro-Win.

Μια γενική άποψη του λογισμικού Micro-Win φαίνεται στην εικόνα 3.1 στην οποία μπορούμε να διακρίνουμε τα επίπεδα ανάπτυξης και επεξεργασίας του κώδικα.

Στην αριστερή πλευρά βρίσκεται η **περιοχή πλοήγησης** η οποία χρησιμοποιείται για την μετάβαση στο αντίστοιχο παράθυρο επεξεργασίας και ανάπτυξης του προγράμματός μας. Στα δεξιά από την περιοχή πλοήγησης βρίσκεται το **δέντρο εντολών** το οποίο χρησιμεύει για την προεπισκόπηση των εντολών αλλά και για την εισαγωγή τους στην περιοχή σύνταξης-ανάπτυξης του προγράμματος. Ακριβώς δίπλα από το δέντρο εντολών βρίσκεται η περιοχή στην οποία μπορούν να εμφανίζονται διάφορα παράθυρα επεξεργασίας και ανάπτυξης του προγράμματος. Στην κάτω πλευρά βρίσκεται το **παράθυρο εξόδου** το οποίο χρησιμεύει για την προβολή μηνυμάτων είτε κατά την μεταγλώττιση του προγράμματος είτε κατά την αποστολή του κώδικα στο PLC.



Εικόνα 4.1 : Γενική περιγραφή του Micro/Win

Όπως κάθε παράθυρο λογισμικού, το Micro-Win διαθέτει τα βασικά μενού επεξεργασίας όπως είναι : το αρχείο, η επεξεργασία, η προβολή κ.τ.λ.

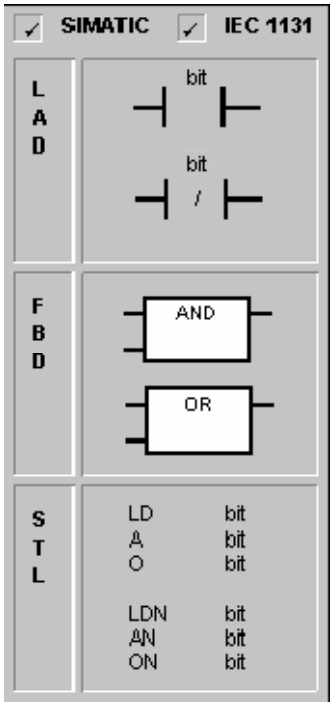
4.4 Περιγραφή-Επεξήγηση των εντολών

Σε αυτήν την παράγραφο ακολουθεί η περιγραφή εντολών καθώς και ο τρόπος σύνταξής τους στο παράθυρο σύνταξης του Micro-Win. Παράλληλα με τις εντολές θα δίνονται και σε μερικές παραδείγματα προγράμματος που θα επεξηγούν την λειτουργία τους, για να δίνουν μια γενική εικόνα της χρήσης τους (Παράρτημα). Ο τρόπος σύνταξης των εντολών θα παρατίθενται και στις τρεις μορφές (LAD/STL/FBD) έτσι ώστε να είναι κατανοητός το ίδιο καλά σε οποιαδήποτε μορφή έκφρασης.

Στο παρών κεφάλαιο θα αναλυθεί μόνο η πρώτη εντολή και οι υπόλοιπες θα έχουν μια σύντομη περιγραφή. Στο παράρτημα θα βρίσκεται η αναλυτική περιγραφή των υπόλοιπων εντολών.

4.4.1 Εντολές Normally Open-Close

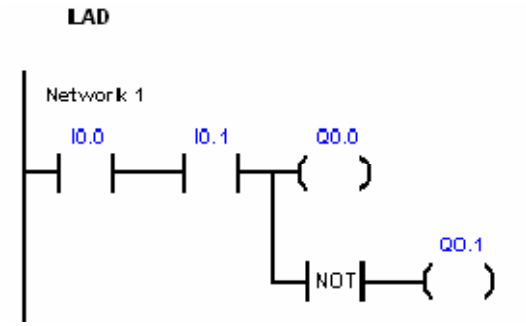
Η σύνταξη των εντολών Normally Open-Close στις γλώσσες (LAD/STL/FBD) φαίνεται στην εικόνα 3.2 που ακολουθεί :



Εικόνα 4.2 : Εντολές Normally Open-Close

Σε LAD η Normally Open (LD, A, O) είναι κλειστή όταν το bit της εικόνας 3.2 είναι ίσο με 1. Η Normally Close (LDN, AN, ON) είναι κλειστή όταν το bit της εικόνας 3.2 είναι ίσο με 0.

Ένα σχηματικό παράδειγμα LAD φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 3.3

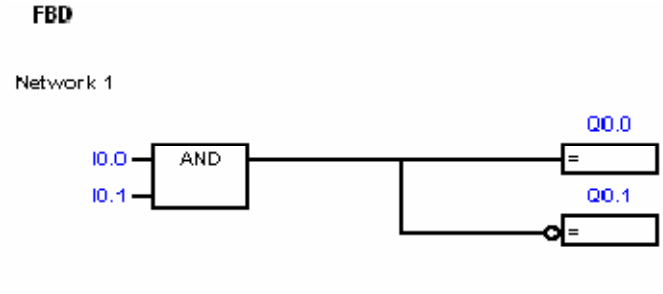


Εικόνα 4.3 : Παράδειγμα Ladder εντολών Normally Open-Close

Όταν διεγερθεί η I0.0 και η I0.1 τότε δίνει έξοδο στην Q0.0 ενώ δεν δίνει έξοδο στην Q0.1.

Η σύνταξη σε FBD είναι όπως αυτή των λογικών πυλών. Όταν η μια είσοδος της AND είναι 1 και η άλλη είναι και αυτή ίση με 1 τότε δίνεται έξοδος σε κάποιο φορτίο. Στην OR σύνταξη, αρκεί έστω μια από τις εισόδους να είναι ίση με 1 για να έχει έξοδο. Στην FBD σύνταξη μπορούν να διαχειριστούν μέχρι 32 είσοδοι οι οποίες θα δίνουν την κατάλληλη έξοδο ανάλογα με την λογική σχέση που τις συνδέει.

Η FBD σύνταξη του παραδείγματος στο σχήμα 3.1 φαίνεται στο σχήμα 3.2 που ακολουθεί :



Εικόνα 4.4 : Παράδειγμα FBD εντολών Normally Open-Close

Παρομοίως και εδώ όταν η I0.0 και η I0.1 διεγερθούν τότε παίρνουμε έξοδο στην Q0.0 και όχι στην Q0.1.

Στην STL η Normally Open αντιπροσωπεύεται από τις LOAD AND και OR εντολές όπως φαίνεται στην εικόνα 3.2. Όταν έχει σε μια είσοδο I0.0 σήμα 1 και σε μια άλλη είσοδο I0.1 σήμα 1 με σύνδεση AND τότε η έξοδος θα είναι 1. Παρομοίως όταν σε μια είσοδο I0.0 έχει σήμα 1 και σε μια άλλη είσοδο I0.1 σήμα 0 με σύνδεση OR τότε η έξοδος θα είναι πάλι 1.

Η STL σύνταξη είναι κάπως πιο πολύπλοκη αλλά προσεγγίζει στην γλώσσα μηχανής όπως έχουμε πει σε προηγούμενο κεφάλαιο. Η σύνταξη αυτού του τρόπου φαίνεται παρακάτω.

Η STL σύνταξη

```
LD  I0.0
A   I0.1
=   Q0.0
NOT
=   Q0.1
```

4.4.2 Η εντολή αντιστροφής NOT

Η χρήση της NOT συνίσταται στο ότι είσοδο πάρει έχει την ιδιότητα να το αντιστρέφει. Δηλαδή, όταν η είσοδος είναι 0 το αποτέλεσμα είναι 1 και το αντίστροφο.

4.4.3 Εντολές Θετικής-Αρνητικής μετάβασης

Η Positive transition αφήνει να περάσει σήμα για 1 scan του προγράμματος κατά την μετάβαση από την κατάσταση off σε on.

Η Negative transition αφήνει να περάσει σήμα για 1 scan του προγράμματος κατά την μετάβαση από την κατάσταση on σε off.

4.4.4 Οι εντολές Set – Reset

Η λειτουργία των Set – Reset στηρίζεται στο ότι όταν έρθει θετικός παλμός 1 στην είσοδο της Set τότε κάνει το bit εξόδου στο οποίο αναφέρεται ίσο με 1 μέχρις ότου να έρθει το Reset στο ίδιο bit εξόδου και να ξαναγίνει 0.

4.4.5 Ρολόι Πραγματικού χρόνου (Real – Time Clock)

Η Real – Time clock εντολή διαβάζει την τρέχουσα ώρα και ημερομηνία από το ρολόι και την φορτώνει σε μια 8-byte προσωρινή μνήμη (buffer) ξεκινώντας από την διεύθυνση T.

4.4.6 Χρονικό με καθυστέρηση στην έναυση (TON)

Το χρονικό με καθυστέρηση στην έναυση (TON), μετρά χρόνο όταν η είσοδός του ενεργοποιηθεί. Όταν η τρέχουσα τιμή (current value) γίνει ίση ή μεγαλύτερη από τον προκαθορισμένο χρόνο (preset time), τότε το bit εξόδου του χρονικού ενεργοποιείται.

4.4.7 Χρονικό με καθυστέρηση στην απόζευξη (TOF)

Για όση ώρα ενεργοποιηθεί και κλείσει μια επαφή, το φορτίο διεγείρεται. Όταν ανοίξει η επαφή, το φορτίο θα συνεχίσει να διεγείρεται μέχρι να μετρηθεί ο χρόνος που έχουμε προκαθορίσει στον Timer.

4.4.8 Up μετρητές (Up counters)

Η εντολή Count Up (CTU) για μέτρηση προς τα πάνω από την τωρινή τιμή γίνεται κάθε φορά που η είσοδος CU εναλλάσσεται από off σε on. Όταν η τωρινή τιμή (Cxxx) γίνει μεγαλύτερη ή ίση από την προεπιλεγμένη τιμή (PV) το bit του counter Cxxx διεγείρεται.

4.4.9 Down Μετρητές (Down Counters)

Η αντίστροφη μέτρηση (Count Down) μετράει προς τα κάτω από μια τωρινή τιμή κάθε φορά που η είσοδος αντίστροφης μέτρησης (Count Down CD) εναλλάσσεται από off σε on. Όταν η τωρινή τιμή Cxxx γίνει ίση με το μηδέν το bit του counter ανοίγει.

4.4.10 Up/Down Μετρητές

Ο μετρητής Up/Down αυξάνεται κάθε φορά που η είσοδος count-up CU εναλλάσσεται από off σε on και μειώνεται κάθε φορά που η είσοδος count-down εναλλάσσεται από off σε on.

4.4.11 Οι συγκρίσεις byte (compare)

Οι εντολές για συγκρίσεις Byte χρησιμοποιούνται για να συγκρίνουν 2 τιμές ακεραίων αριθμών (INTEGER). Όταν η τιμή του ενός γίνει ίση ή μεγαλύτερη ή μικρότερη (ανάλογα την σύγκρισή), με την τιμή του άλλου, τότε η εντολή δίνει έξοδο.

4.4.12 Πρόσθεση και αφαίρεση ακέραιων αριθμών (Add and Subtract Integer)

Οι Add Integer και Subtract Integer εντολές, προσθέτουν ή αφαιρούν δύο 16-bit ακέραιους αριθμούς και παράγουν ένα 16-bit αποτέλεσμα (OUT).

4.4.13 Πολλαπλασιασμός και Διαίρεση ακέραιων αριθμών (Multiply and Divide Integer)

Η Multiply Integer εντολή πολλαπλασιάζει δυο 16-bit ακέραιους αριθμούς και παράγει ένα 16-bit γινόμενο.

Η Divide Integer εντολή διαιρεί δυο 16-bit ακέραιους αριθμούς και παράγει ένα 16-bit πηλίκο. Κανένα υπόλοιπο δεν κρατείται.

4.4.14 Η εντολή Move Byte (MOV_B)

Η εντολή Move Byte (MOVB) μεταφέρει το byte στην είσοδο byte (IN) στην αντίστοιχη έξοδο (OUT) χωρίς να αλλάξει την τιμή της.

Η MOV κάνει το ίδιο και για Word ή Double Word και για Real δεδομένα.

4.4.15 Οι εντολές ενεργοποίησης - απενεργοποίησης Interrupt

Οι εντολές αυτές ενεργοποιούνε ή απενεργοποιούνε ένα Interrupt. Με τον όρο Interrupt εννοούμε την προτεραιότητα διαδικασιών που έχουμε ορίσει στο πρόγραμμα του PLC.

4.4.16 Εντολή επιστροφής interrupt με συνθήκη

Η εντολή επιστροφής Interrupt με συνθήκη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επιστρέψει interrupt εφ' όσον ισχύσει μια συνθήκη.

4.4.17 Εντολή δημιουργίας interrupt

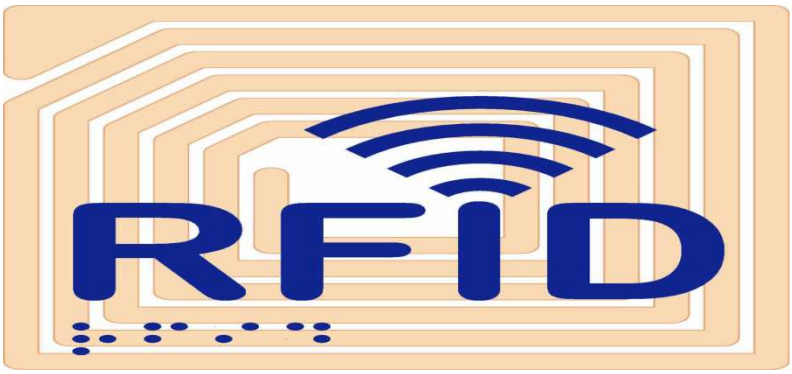
Η εντολή δημιουργίας interrupt (ATCH) δημιουργεί ένα συμβάν Interrupt (EVNT) με ένα χαρακτηριστικό αριθμό (INT) και ενεργοποιεί το Interrupt.

4.4.18 Οι εντολές Transmit – Receive

Η εντολή Transmit (XMT) χρησιμοποιείτε στην ελεύθερη θύρα για να περνάει δεδομένα μέσω των θυρών επικοινωνίας.

Η εντολή Receive ξεκινάει ή τερματίζει την λειτουργία λήψης δεδομένων.

5. Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ RFID.



5.1 Ορολογία

Το rfid είναι τα αρχικά του όρου radio frequency identification ,η απόδοση του στα ελληνικά ορίζεται ως «ταυτοποίηση μέσω ραδιοσυχνοτήτων». Τα συστήματα rfid αποτελούν ένα υποσύνολο των συστημάτων αυτόματου προσδιορισμού(automatic identification systems). Ειδικότερα λειτουργεί ως γενικός όρος των τεχνολογιών που χρησιμοποιούν ραδιοκύματα για να προσδιορίσουν αυτόματα ανθρώπους ή αντικείμενα και αποτελεί την τεχνολογική εξέλιξη των ραβδωτών κωδικών.

5.2 Ιστορική αναδρομή

Οι περισσότερες πηγές αναφέρουν ότι τα rfid χρησιμοποιήθηκαν πρώτα για στρατιωτικούς σκοπούς από την εποχή του δεύτερου παγκόσμιου πόλεμου με την χρήση τον radar.

Η ανακάλυψη έγινε το 1935 από ένα σκοτσέζο φυσικό ονόματι Robert Alexander Watt ο οποίος κατασκεύασε το πρώτο σύστημα για να μπορεί να ξεχωρίζει τα φιλικά ή τα εχθρικά αεροσκάφη ,βάζοντας έναν πομπό σε κάθε βρετανικό αεροπλάνο. Όταν ο πομπός λάμβανε σήματα από σταθμούς ραντάρ στο έδαφος ,άρχιζε να εκπέμπει πίσω ένα σήμα από το αεροσκάφος που το προσδιόριζε ως φιλικό. Τα συστήματα rfid λειτουργούν πάνω στην ίδια ιδέα.

Κατά τις δεκαετίες 1960 και 1970 σημειώθηκε αυξημένο ενδιαφέρον για τα rfid από την ερευνητική κοινότητα. Διάφορες τεχνικές σύζευξης, μεταφοράς

ενέργειας και επικοινωνίας αναπτύχθηκαν σε αυτό το διάστημα. Η εμπορευματοποίηση ενισχύθηκε τις δεκαετίες 1980 και 1990 με μεγάλο ενδιαφέρον σε όλο τον κόσμο. Το 1980 αρχίζει να χρησιμοποιείτε για πρώτη φορά για τον εντοπισμό των ζώων ,ενώ το 1990 ξεκινούν οι εμπορικές εφαρμογές σε επιχειρήσεις.

Η είσοδος στον εικοστό πρώτο αιώνα βρίσκει τις εφαρμογές των rfid μπροστά σε νέες προκλήσεις για ακόμη μεγαλύτερη αποδοχή, βοηθούμενη από την πρόοδο σε τεχνικό και κατασκευαστικό επίπεδο που μπορεί να παρέχει η τεχνολογία.

5.3 Συστατικά μέρη του rfid.

Γενικά μπορούμε να πούμε ότι ένα σύστημα RFID,αποτελείται από:

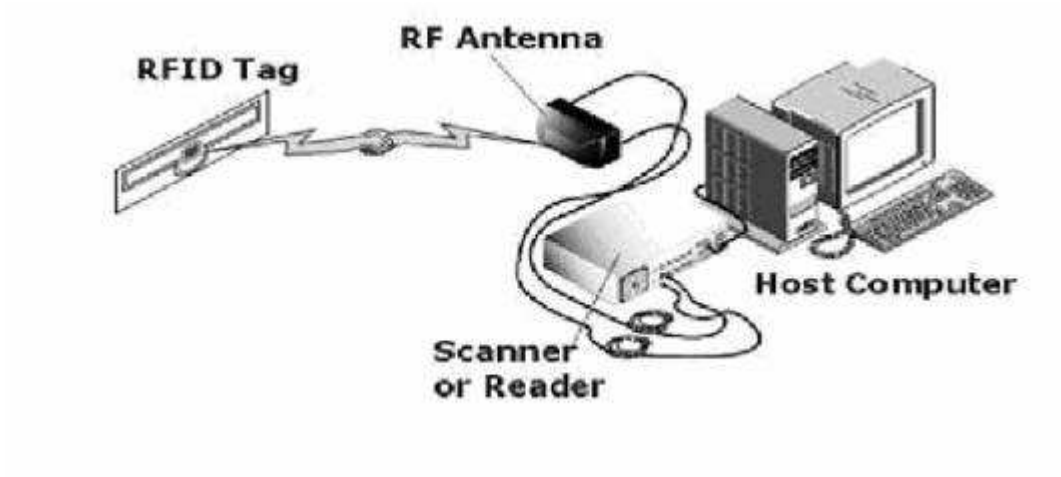
- Μία ή περισσότερες ετικέτες (tags) που στην επιστήμη των ηλεκτρονικών αντιστοιχεί σε έναν αναμεταδότη ,δηλαδή ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα για την αποθήκευση και την επεξεργασία πληροφορίας.

- Έναν ή περισσότερους αναγνώστες(readers).

- Δύο ή περισσότερες κεραίες, για την λήψη και την μετάδοση του σήματος.

- Το λογισμικό που συνοδεύει και θέτει σε λειτουργία όλα τα προηγούμενα και τέλος

- Τον υπολογιστή που καταλήγουν τα δεδομένα για την επεξεργασία τους (host cumputer).



ΕΙΚΟΝΑ 5.1 : Σύστημα RFID.

5.4 Η λειτουργία ενός συστήματος rfid.

Η διαδικασία λειτουργίας του συστήματος έχει ως εξής:

Η μονάδα ή το αντικείμενο που φέρει την ετικέτα rfid (tag) εισέρχεται στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που δημιουργεί ο αναγνώστης (reader) εκπέμποντας ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Η κεραία ενεργοποιείται και αποστέλλει μέσω του ασύρματου δικτύου με ραδιοκύματα τις πληροφορίες που έχει αποθηκευμένες η ετικέτα rfid .Ο αναγνώστης τις λαμβάνει τις επεξεργάζεται και τις μετατρέπει σε δεδομένα τα οποία αποστέλλονται σε ένα τοπικό υπολογιστή ή στην συνέχεια σε ένα απομακρυσμένο πληροφοριακό σύστημα.

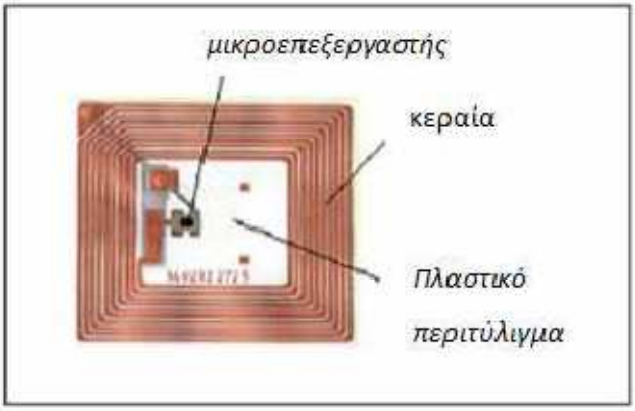
5.5 Περιγραφή του συστήματος rfid.

5.5.1 Οι ετικέτες ή αναμεταδότες (tags) rfid σε σχέση με την τροφοδοσία τους

Η ετικέτα rfid είναι μια συσκευή ,μικρών διαστάσεων που τοποθετείται σε προϊόντα ,σε ζώα αλλά και σε ανθρώπους με σκοπό την αναγνώριση – ταυτοποίηση τους μέσω ραδιοκυμάτων.

Στην πιο βασική του μορφή αποτελείται από ένα ηλεκτρονικό τσιπάκι και μια κεραία. Συνήθως τα δυο αυτά μέρη που συνιστούν την ετικέτα rfid προστατεύονται από κάποιου είδους περίβλημα το οποίο και την προστατεύει

.Επίσης ορισμένες ετικέτες περιέχουν μπαταρίες και αυτό τις διαχωρίζει σε ενεργές και παθητικές ετικέτες όπως θα δούμε παρακάτω.



ΕΙΚΟΝΑ 5.2 : Ετικέτα rfid.

5.5.1.1Παθητικές ετικέτες.(Passive tags)

Οι παθητικές ετικέτες χρησιμοποιούν το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που εκπέμπει ο αναγνώστης για να φορτίσουν το εσωτερικό τους κύκλωμα αφού δεν διαθέτουν εσωτερική πηγή ενέργειας. Για την μετάδοση της πληροφορίας προς τον αναγνώστη χρησιμοποιούν επανασκέδαση , δηλαδή ανάκλαση κυμάτων προς τον αναγνώστη, αφού δεν διαθέτουν πομπό.

Με αυτές τις προδιαγραφές οι παθητικές ετικέτες αποτελούν τη λιγότερο περίπλοκη και ως εκ τούτου τη φθηνότερη κατασκευή. Χωρίς να χρειάζονται εσωτερική τροφοδοσία ή συντήρηση έχουν απεριόριστη διάρκεια ζωής, γεγονός που τις καθιστά συμφέρουσα επιλογή για τις εφαρμογές που χρησιμοποιούνται .Έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι αρκετά μικρές με αποτέλεσμα να βρίσκουν εφαρμογή σε πολλά προϊόντα.

Το μόνο μειονέκτημα που προκύπτει για τις παθητικές ετικέτες καταλογίζεται στο γεγονός ότι για να λειτουργήσουν είναι απαραίτητη η παρουσία του αναγνώστη σε αρκετά κοντινή απόσταση έτσι ώστε να είναι δυνατή η κατάλληλη φόρτιση τους.

5.5.1.2 Ημιπαθητικές ετικέτες (semi - passive tags).

Οι ημί-παθητικές ετικέτες στην κατασκευή τους και στον τρόπο επικοινωνίας τους είναι ίδιες με τις παθητικές ετικέτες. Αυτό που τις κάνει να διαφέρουν είναι ότι διαθέτουν εσωτερική πηγή ενέργειας (μπαταρία). Την μπαταρία τους την χρησιμοποιούν για να ενεργοποιήσουν την μνήμη του chip τους αλλά επικοινωνούν απορροφώντας ενέργεια από τα ραδιοκύματα του reader κατά την διαδικασία της λήψης και αποστολής των δεδομένων. Άρα τα ημι-παθητικά tag χρησιμοποιούν την εσωτερική πηγή ενέργειας για να ελέγξουν τις συνθήκες στο περιβάλλον τους όμως χρειάζονται την ενέργεια των ραδιοκυμάτων για να απαντήσουν στους αναγνώστες. Επιπλέον οι ημί-παθητικές ετικέτες είναι μεγαλύτερες και ακριβότερες από τις παθητικές και έχουν μεγαλύτερη εμβέλεια επικοινωνίας.

5.5.1.3 Ενεργητικές ετικέτες (active tags)

Οι ενεργές ετικέτες διαθέτουν ένα πομπό και την δική τους πηγή ενέργειας που χρησιμοποιείται για την λειτουργία του chip και την μετάδοση του σήματος στο reader .Σε σύγκριση με τις παθητικές ετικέτες είναι πιο αξιόπιστες έχουν μεγαλύτερη εμβέλεια ανάγνωσης και διαθέτουν μεγαλύτερη μνήμη .Παρόλα αυτά οι μπαταρίες αυξάνουν το κόστος και το μέγεθος της ετικέτας και επιπλέον περιορίζουν τον κύκλο ζωής της.

5.5.1.4 Ημι-ενεργητικές ετικέτες

Οι ημι ενεργητικές ετικέτες είναι ενεργητικές ετικέτες που παραμένουν αδρανοποιημένες μέχρι να πάρουν σήμα από τον αναγνώστη και έπειτα μπορούν να χρησιμοποιήσουν την μπαταρία τους για να επικοινωνήσουν με τον αναγνώστη. Οι ημι ενεργητικές ετικέτες όπως και οι ενεργητικές μπορούν να επικοινωνήσουν σε απόσταση μεγαλύτερη αυτής των απλών παθητικών. Το κύριο πλεονέκτημα τους σε σχέση με τις ενεργητικές είναι ότι η μπαταρία τους διαρκεί περισσότερο. Το μειονέκτημα τους όμως είναι ότι κατά την διαδικασία ενεργοποίησης της παρατηρείται χρονική καθυστέρηση όταν οι ετικέτες περάσουν με μεγάλη ταχύτητα από την περιοχή των αναγνωστών ή όταν πολλές ετικέτες πρέπει να διαβαστούν σε μια μικρή χρονική περίοδο.

5.5.1.5 Διαφορές ενεργών και παθητικών ετικετών

Τεχνικά χαρακτηριστικά	Παθητικές ετικέτες	Ενεργητικές ετικέτες
Πηγή ενέργειας	Από τους αναγνώστες μέσω των RF σημάτων	Εσωτερικά των tag
Μπαταρία	Δεν περιλαμβάνει	Περιλαμβάνει
Διαθεσιμότητα ενέργειας	Μόνο κατά τον εντοπισμό της ετικέτας από τον αναγνώστη	Συνεχόμενη
Ένταση σήματος από αναγνώστη σε ετικέτα	Υψηλή	Χαμηλή
Ένταση σήματος από ετικέτα σε αναγνώστη	Χαμηλή	Υψηλή
Εμβέλεια επικοινωνίας	Μικρή εμβέλεια (<3m)	Μεγάλη εμβέλεια(>100m)
Πολλαπλή αναγνώριση ετικετών	Δυνατότητα αναγνώρισης >100 ετικετών από απόσταση έως 3m	Δυνατότητα αναγνώρισης 1000 ετικετών σε απόσταση 100m και πάνω.
Επικοινωνία με αισθητήρες	• Δυνατότητα να διαβαστούν και να μεταφέρουν τα δεδομένα των αισθητήρων μόνο όταν είναι ενεργοποιημένα από τους αναγνώστες • Δεν καταγράφονται δεδομένα ημερομηνίας και ώρας.	• Δυνατότητα συνεχούς ελέγχου και εγγραφής των εισερχόμενων σημάτων από τους αισθητήρες • Καταγραφή ημερομηνίας και ώρας
Αποθήκευση δεδομένων	Μικρή δυνατότητα αποθήκευσης , εγγραφής και αναγνώρισης δεδομένων	Μεγάλη δυνατότητα αποθήκευσης , εγγραφής και αναγνώρισης δεδομένων

Πίνακας 5.1 :Τεχνικά χαρακτηριστικά ετικετών

5.5.1.6 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα των ετικετών.

Στις πιο πάνω παραγράφους είδαμε τα χαρακτηριστικά των διάφορων τύπων ετικετών σε σχέση με τις ενεργειακές τους απαιτήσεις .Όπως έχει ήδη αναφερθεί οι παθητικές ετικέτες είναι αυτές που χρησιμοποιούνται και επιλέγονται στις περισσότερες εφαρμογές .Η κύρια αιτία που επιλέγονται είναι ότι αποτελούν την πλέον οικονομική και απλούστερη σε εξοπλισμό επιλογή για τις επιχειρήσεις .

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα βασικότερα και σημαντικότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ετικετών:

Τύπος ετικέτας	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Παθητικές ετικέτες	• Μεγαλύτερος χρόνος ζωής • Χαμηλό κόστος • Χαμηλό βάρος • Απεριόριστη διάρκεια λειτουργίας	• Περιορισμένη απόσταση 4-5 μέτρα • Αυστηρά ελεγχόμενες από τοπικούς κανονισμούς • Απαιτούν την ύπαρξη μιας συσκευής ανάγνωσης
Ενεργές ετικέτες	• Δεν υπάρχουν αυστηροί κανονισμοί όπως στις παθητικές ετικέτες • Έχουν μεγαλύτερο εύρος ανάγνωσης σε σχέση με τις παθητικές	• Η ύπαρξη πολλών ενεργών αναμεταδοτών παρουσιάζει περιβαλλοντικό κίνδυνο λόγω των τοξικών που υπάρχουν στις μπαταρίες • Μεγάλο μέγεθος • Μεγάλο κόστος • Χαμηλός μέσος όρος ζωής
Ημι-παθητικές	• Καλύτερες στην επικοινωνία από απόσταση • Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στη διαχείριση άλλων συσκευών όπως οι αισθητήρες	• Μεγαλύτερο κόστος εξαιτίας της μπαταρίας • Δυσκολία προσδιορισμού εάν μια μπαταρία είναι καλή ή όχι ειδικά σε περιβάλλον που υπάρχουν πολλοί αναμεταδότες.
Ημι-ενεργές	• Μεγαλύτερη διάρκεια μπαταρίας	• Δημιουργία χρονικών καθυστερήσεων κατά την αναγνώριση τους σε μεγάλες ταχύτητες • Αδυναμία γρήγορης αναγνώρισης πολλών ετικετών σε λίγο χρόνο

Πίνακας 5.2 : Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα ετικετών.

5.5.2 Ετικέτες σε σχέση με την δυνατότητα ανάγνωσης-εγγραφής.

5.5.2.1 read-write

Είναι οι ετικέτες στις οποίες μπορούμε να προσθέσουμε πληροφορίες ή να γράψουμε πάνω σε υπάρχουσες πληροφορίες όταν οι ετικέτες βρίσκονται σε ακτίνα ενός αναγνώστη. Συνήθως οι ετικέτες αυτές έχουν σειριακό αριθμό τον οποίο μπορούμε να διαγράψουμε, ενώ μπορούμε να κλειδώσουμε και κάποια δεδομένα ώστε να μην παραγραφούν.

5.5.2.2 Read only

Είναι οι ετικέτες στις οποίες ενσωματώνουμε πληροφορίες σε αυτές κατά την διάρκεια της κατασκευής τους και δεν μπορούν ποτέ να τροποποιηθούν.

5.5.3 Αναγνώστες

Το δεύτερο βασικό στοιχείο ενός συστήματος rfid είναι ο αναγνώστης .Τεχνικά οι reader είναι πομποδέκτες ωστόσο λόγω του ότι ο συνηθέστερος ρόλος τους είναι να επικοινωνούν με τις ετικέτες και να λαμβάνουν δεδομένα από αυτές χρησιμοποιείται ο όρος αναγνώστης(reader).Ο αναγνώστης είναι μια συσκευή η οποία ελέγχεται από κάποιο υπολογιστή και η οποία μεταδίδει τα RF κύματα προς τις ετικέτες οι οποίες θα πρέπει να βρίσκονται εντός μιας καθορισμένης ακτίνας ώστε να εντοπιστούν και να ενεργοποιηθούν.

Έτσι οι ποιο βασικές λειτουργίες ενός αναγνώστη είναι να διαβάζει τα δεδομένα από τις ετικέτες ,να γράφει δεδομένα σε αυτές και τέλος να τις τροφοδοτεί.

5.6 Εφαρμογές

5.6.1 Αλυσίδα προμηθειών-εφοδιασμού

Η αλυσίδα προμηθειών μπορεί να επωφεληθεί σε σημαντικό βαθμό από τη χρήση του rfid ,τα οποία είναι σε θέση να επιταχύνουν χρονοβόρες διαδικασίες και να επιλύσουν διαφόρων ειδών προβλήματα .Στην αλυσίδα εφοδιασμού ενός οργανισμού ή μιας επιχείρησης υπάρχουν διάφορες βαθμίδες που ξεκινούν από την παραγωγή και καταλήγουν στην κατανάλωση. Ένα εμπόρευμα ξεκινώντας από τον χώρο παραγωγής του περνά από διάφορα στάδια έως ότου φτάσει στον τελικό προορισμό του που είναι αποθήκες και κέντρα διανομής. Έτσι, καθ' όλη την διάρκεια και σε όλα τα στάδια μιας τόσο πολύπλοκης διαδικασίας είναι χρήσιμη η βοήθεια που μπορούν να προσφέρουν τα συστήματα rfid με τον κατάλληλο έλεγχο και τη διαρκή παρακολούθηση των αγαθών που διακινούνται. Πιο αναλυτικά επιτρέπει τον αυτοματισμό στην αποθήκευση και διανομή όπως για παράδειγμα την έγκαιρη αποστολή οδηγιών δρομολόγησης του προϊόντος. Επιτρέπει επίσης την καλύτερη παρακολούθηση των αγαθών περιορίζοντας τις απώλειες όπως εμποδίζει και την εμφάνιση πλαστών προϊόντων.

5.6.2 Έλεγχος πρόσβασης

Άλλος ένας τομέας στον οποίο η τεχνολογία rfid χρησιμοποιείτε ευρέος είναι ο έλεγχος πρόσβασης σε εγκαταστάσεις ή όπου είναι απαραίτητη η άδεια εισόδου για λόγους ασφαλείας .

Στα συστήματα ελέγχου πρόσβασης χρησιμοποιούνται ειδικές κάρτες που περιέχουν μια επαγωγική παθητική ετικέτα rfid. Ο αριθμός ταυτοποίησης της που αντιστοιχεί βέβαια στον κάτοχο της αναγνωρίζεται από τον αναγνώστη επιτρέποντας την αυτόματη πιστοποίηση της αυθεντικότητας του κατόχου.

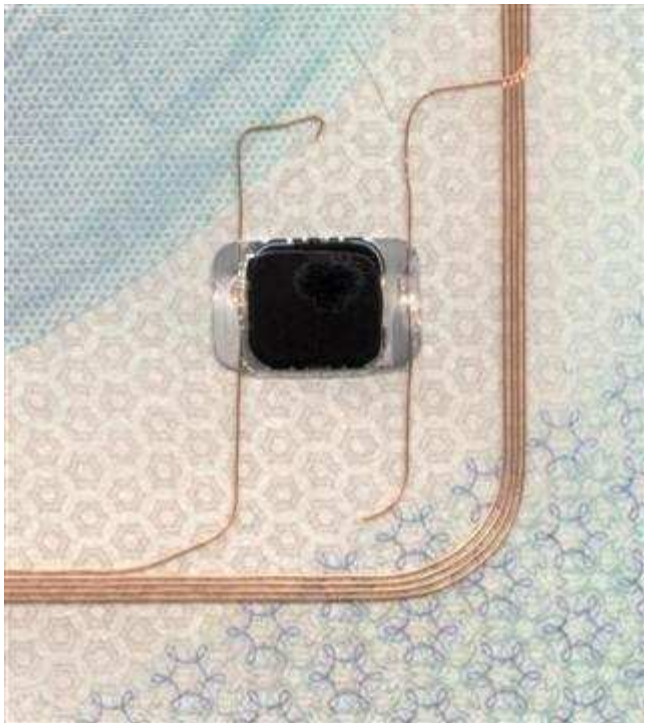
Εικόνα 5.3 :Έλεγχος πρόσβασης

5.6.3 Πληρωμή μεταφορών

Τα συστήματα rfid για πληρωμή μεταφορών χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση προσώπων ή οχημάτων καθώς και για την καταγραφή προπληρωμένων διελεύσεων.

5.6.4 Ηλεκτρονικά διαβατήρια

Το ολοκληρωμένο κύκλωμα της ετικέτας του διαβατηρίου μπορεί να περιέχει εκτός των βασικών πληροφοριών και άλλες χρηστικές πληροφορίες που είναι επιθυμητό να ενσωματωθούν. Αυτές οι πληροφορίες μπορεί να είναι ένα ιστορικό ταξιδιών στο οποίο να καταγράφονται ο χρόνος, η ημερομηνία και ο προορισμός εισόδων εξόδων από την χώρα ή και ακόμα μα ψηφιακή φωτογραφία του κατόχου.



Εικόνα 5.4: rfid chip σε ηλεκτρονικό διαβατήριο

5.6.5 Ασφάλεια οχημάτων

Η χρήση αυτών των συστημάτων σε εφαρμογές ασφάλειας οχημάτων είναι πολύ συνηθισμένη. Σε πολλά καινούργια αυτοκίνητα χρησιμοποιούνται τέτοια συστήματα τα οποία επιτρέπουν μόνο σε ειδικά κλειδιά εφοδιασμένα με rfid να ξεκινήσουν το όχημα .Οι εφαρμογές αυτές αποτελούν ένα ισχυρό αντικλεπτικό μέτρο.

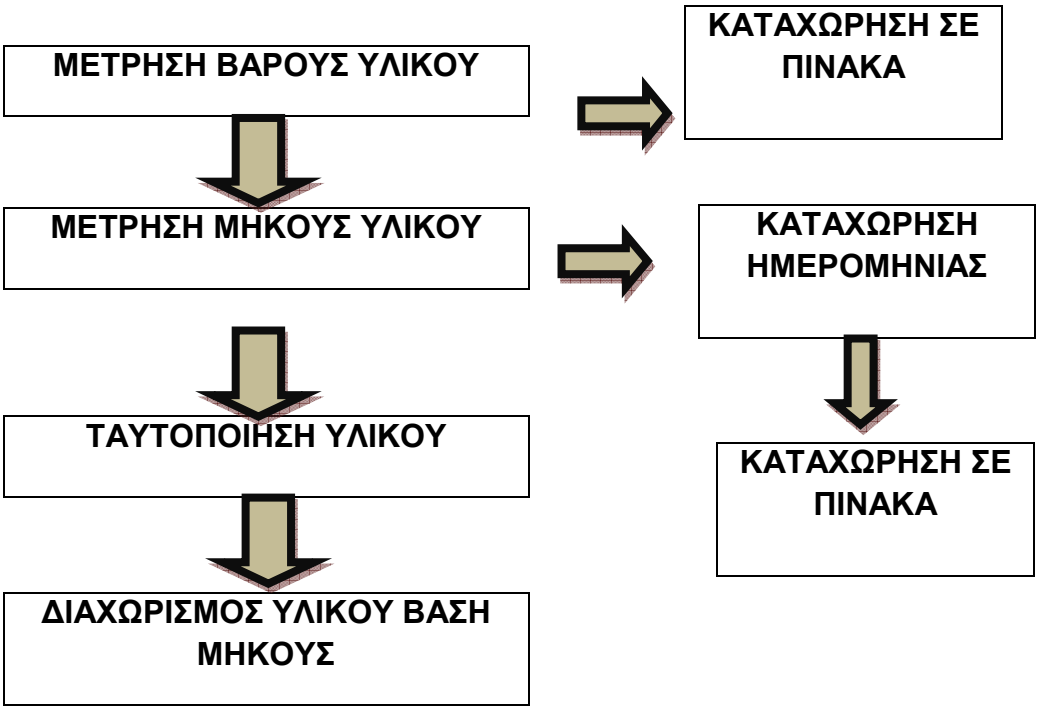
5.6.6 Ταυτοποίηση ζώων

Η χρησιμοποίηση αυτής της τεχνολογίας για την αναγνώριση ζώων επιτυγχάνει την καλή διαχείριση σε φάρμες ζώων και τον έλεγχο των ασθενειών που εκδηλώνονται σε κάθε ζώο. Επίσης καθίσταται δυνατή η εύρεση χαμένων ζώων.

Άλλες εφαρμογές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι σε κρατούμενους φυλακών ,σε βιβλιοθήκες ,σε νοσοκομεία για την ταυτοποίηση του ασθενούς ή ακόμα και για την αντιστοίχηση μητέρας-νεογνού.

6. ΣΧΕΔΙΑΣΗ,ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΜΗΧΑΝΟΚΙΝΗΤΟΥ ΤΑΙΝΙΟΔΡΟΜΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΥ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΕΛΕΚΤΗ.

6.1 Διάγραμμα ροής



Πίνακας 6.1 : Διάγραμμα ροής

6.2 Μέρη συστήματος

Το σύστημα αποτελείται από:

1) Ευέλικτο Ταινιόδρομο μήκους 2,5 m .
2) Κινητήρα ισχύος 370 w και τάσης 230/400 vac
3) Encoder
4) 2 ηλεκτροπνευματικές βαλβίδες τύπου 5/2
5) 2 κύλινδροι πεπιεσμένου αέρα διπλής ενέργειας

6) Πτερύγια διαχωρισμού (κλαπέτα)

7) Φωτοκύτταρο

8) Ζυγαριά (Δυναμοκυψέλες)

9) RFID

10) PLC S7-200

6.3 Επιλογή προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή

Για να επιτευχθεί το δυνατότερο δυνατό αποτέλεσμα ο χρήστης έχει να επιλέξει ανάμεσα σε μια μεγάλη ποικιλία υλικών όπως cpu,μονάδων εισόδων – εξόδων και συνιστωσών όπως τεχνικά χαρακτηριστικά μέγεθος μνήμης, ταχύτητα , δυνατότητα δικτύωσης και άλλα πολλά. Το κριτήριο επιλογής πρέπει να είναι πάντα τεχνοοικονομικό. Πρέπει να επιλέγεται το σύστημα που θα καλύπτει τις σύγχρονες ανάγκες καθώς και τις άμεσα προβλέψιμες για το επόμενο διάστημα, με το μικρότερο δυνατό κόστος.

6.4 Επιλογή CPU

Η CPU επιλέγεται λαμβάνοντας υπόψη των αριθμό των εισόδων-εξόδων που θα έχει το σύστημα ,τις απαιτήσεις σε όγκο προγράμματος ,την επιθυμητή ταχύτητα λήψης αποφάσεων ,τις γνωστές ανάγκες δικτύωσης και επικοινωνίας με άλλα συστήματα. Με βάση αυτά τα στοιχεία, μας καλύπτει η σειρά S7-200 της Siemens που υποστηρίζει ως 1024 ψηφιακά σήματα, διαθέτει αρκετή μνήμη για την εφαρμογή μας .

Πολλές φορές έχει προκύψει η ερώτηση <πως μπορεί κανείς να υπολογίσει πόση μνήμη θα χρειαστεί για να υλοποιήσει τον αυτοματισμό του ;>Δυστυχώς δεν υπάρχει σίγουρη απάντηση σε αυτό το ερώτημα. Συνήθως υπολογιζόταν με βάση τον αριθμό εισόδων και εξόδων του συστήματος. Αυτό σήμερα έχει ξεπεραστεί αφού μπορεί κάποιος με 20 εισόδους και 20 εξόδους να γράψει πρόγραμμα 300 σελίδων. Η μόνη λύση είναι η εμπειρία του καθενός.

6.5 Περιγραφή εξαρτημάτων

6.5.1 Ζυγαριά (Δυναμοκυψέλες)

Εικόνα 6.5.1: TEDEA 1040

Το load cell ή αλλιώς δυναμοκυψέλη είναι ένας μετατροπέας, ο οποίος δέχεται τάση από μία πήγη και στην έξοδό του εμφανίζεται σήμα χαμηλής τάσης, όταν εφαρμόζεται σε αυτό κάποια δύναμη. Αυτή η μετατροπή επιτυγχάνεται από τη φυσική παραμόρφωση των πιεζοαντιστάσεων, οι οποίες είναι κολλημένες πάνω στη δοκό της δυναμοκυψέλης και είναι συνδεδεμένες σε συνδεσμολογία γέφυρας Wheatstone. Όταν δεν υπάρχει φορτίο στη δυναμοκυψέλη, οι δύο γραμμές σήματος έχουν ίδια τάση. Όταν εφαρμόζεται φορτίο στη δυναμοκυψέλη, η τάση στη μία γραμμή σήματος αυξάνεται ελάχιστα και ελατόνεται ελάχιστα στην άλλη. Η διαφορά τάσης των δύο σημάτων αναλογεί στο βάρος του φορτίου. Η δυναμοκυψέλη συνήθως είναι κατασκευασμένη από ατσάλι ή αλουμίνιο. Παρόλο που υπάρχουν πολλά είδη δυναμοκυψελών, οι δυναμοκυψέλες που είναι βασισμένες στις πιεζοαντιστάσεις είναι οι πιο συνηθισμένες.

TEDEA MODEL 1040 SINGLE POINT LOAD CELL	
INPUT VOLTAGE	10-15 VOLTS DC OR AC
RATED CAPACITIES	0-100 KG
CAMBLE	6 WIRE PVC (SENSE CIRCUIT)

Πίνακας 6.5.1: Βασικά χαρακτηριστικά δυναμοκυψέλης

6.5.2 Encoder

Εικόνα 6.5.2 :OMRON E6C-CWZ

Ο encoder που χρησιμοποιήθηκε είναι τύπου incremental. Η παλμογεννήτρια δίνει στην μια έξοδο παλμοσειρά ο αριθμός της οποίας εξαρτάται από την γωνία περιστροφής του άξονα. Ο encoder δεν δίνει παλμούς όταν ο άξονας δεν περιστρέφεται. Η γωνία περιστροφής γίνεται αντιληπτή από τον αριθμό των παλμών.

6.5.3 R.F.I.D

Εικόνα 6.5.3 : MOD-RFID125

Το RFID που έχει χρησιμοποιηθεί είναι το MOD-RFID125-BOX της OLIMEX. Είναι τύπου Read Only, δηλαδή διαβάζει ετικέτες οι οποίες έχουν ενσωματωμένες πληροφορίες κατά την κατασκευή τους, οι οποίες δεν μπορούν να τροποποιηθούν. Οι πληροφορίες που δέχεται είναι κάποιο κωδικοποιημένο μήνυμα 64-bit, με συχνότητα 64 περιόδων ανά bit δεδομένων.

Υποστηρίζει τρείς διακριτές καταστάσεις λειτουργίας που ενεργοποιούνται από το πάτημα ενός μπουτόν και απεικονίζονται με την εναλλάξ ή ταυτόχρονη εναλλαγή κατάστασης των LED διαφορετικού χρώματος.

LED Status		Description	
Red	Green	Previous State	State after Button Is Released
Blinks	Off	UART	USB HID
Off	Blinks	USB HID	USB CDC
Blinks	Blinks	USB CDC	UART

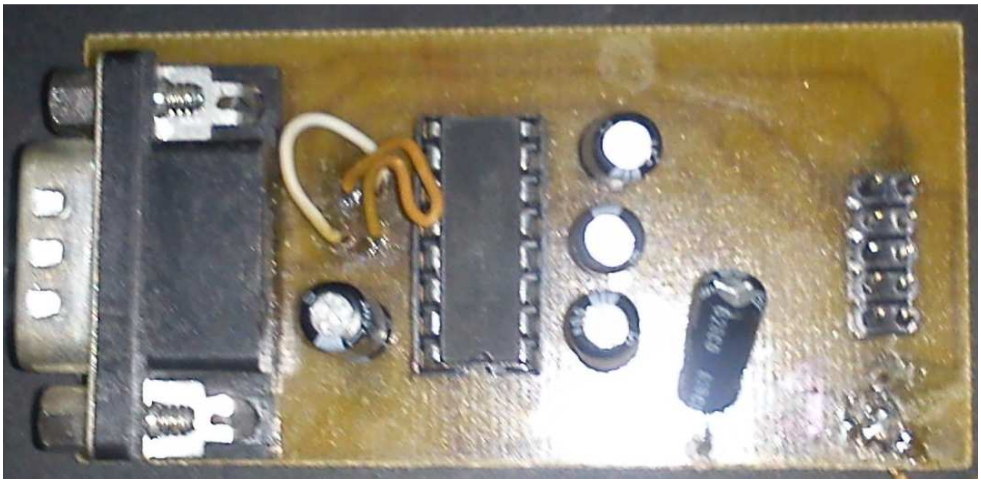
Πίνακας 6.5.3 :κατάσταση των led.

Η πρώτη κατάσταση είναι η USB HID ,στην συγκεκριμένη κατάσταση μπορούμε να διαβάσουμε την πληροφορία της ετικέτας από κάποιες εφαρμογές των windows όπως το σημειωματάριο.

Η δεύτερη κατάσταση είναι η USB CDC σειριακή θύρα για εύκολη πρόσβαση σε εξειδικευμένες εφαρμογές χρησιμοποιώντας ένα τυποποιημένο κώδικα για πρόσβαση σε θύρα com.

Και τέλος η Τρίτη κατάσταση επιτρέπει την πρόσβαση από οποιοδήποτε πρότυπο 5v UART επιτρέποντας την εύκολη ανάγνωση του κώδικα από έναν μικροελεγκτής.

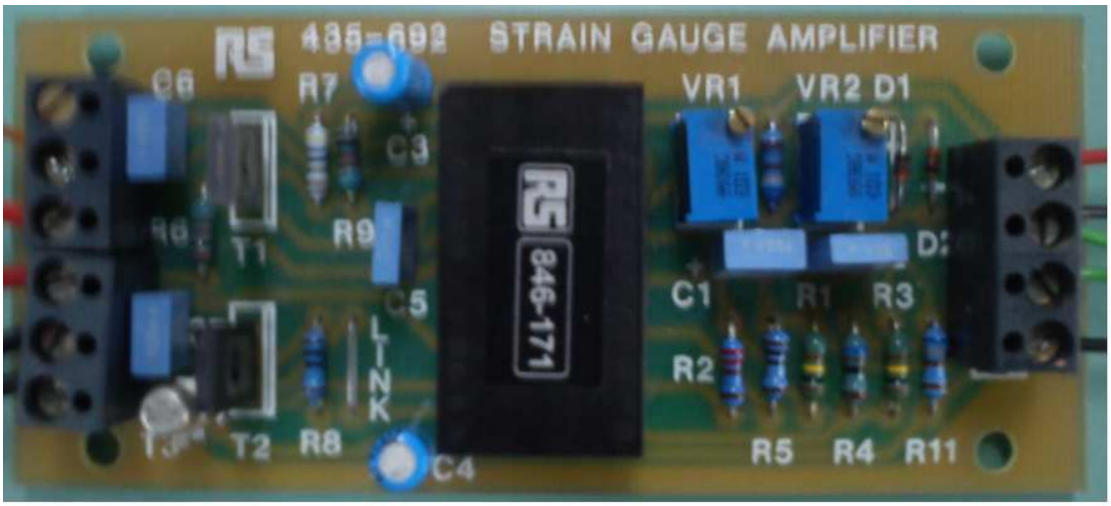
6.5.4 Μετατροπέας σήματος του rfid



Εικόνα 6.5.4 : Μετατροπέας σήματος

Χρησιμοποιήσαμε ένα μετατροπέα έτσι ώστε να μπορέσουμε να λαμβάνουμε και να στέλνουμε πληροφορίες από το plc στο σύστημα του rfid και αντίστροφα. Αυτό το επιτύχαμε κατασκευάζοντας την πλακέτα της εικόνας 6.5.4 που μετατρέπει το UEXT connector του rfid σε RS232 .

6.5.5 Ενισχυτής σήματος ζυγαριάς



Εικόνα 6.5.5 : Ενισχυτής κυψέλης

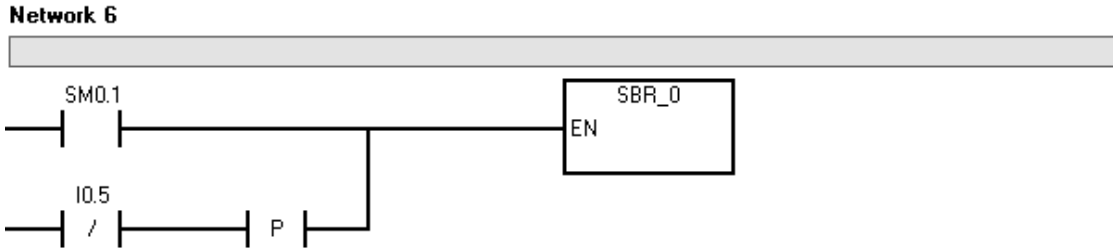
Η δυναμοκυψέλη για να λειτουργήσει χρειάζεται τάση ,έτσι χρησιμοποιήσαμε ένα τροφοδοτικό dc με τάση +5v, -5v ,για να την τροφοδοτήσουμε μέσω του ενισχυτή . Από τον ενισχυτή παίρνουμε την διαφορά τάσης ενισχυμένη που δημιουργείται από το βάρος που εφαρμόζεται στην δυναμοκυψέλη ,για να καταφέρουμε να την διαβάσουμε στην αναλογική είσοδο του plc.

7. ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

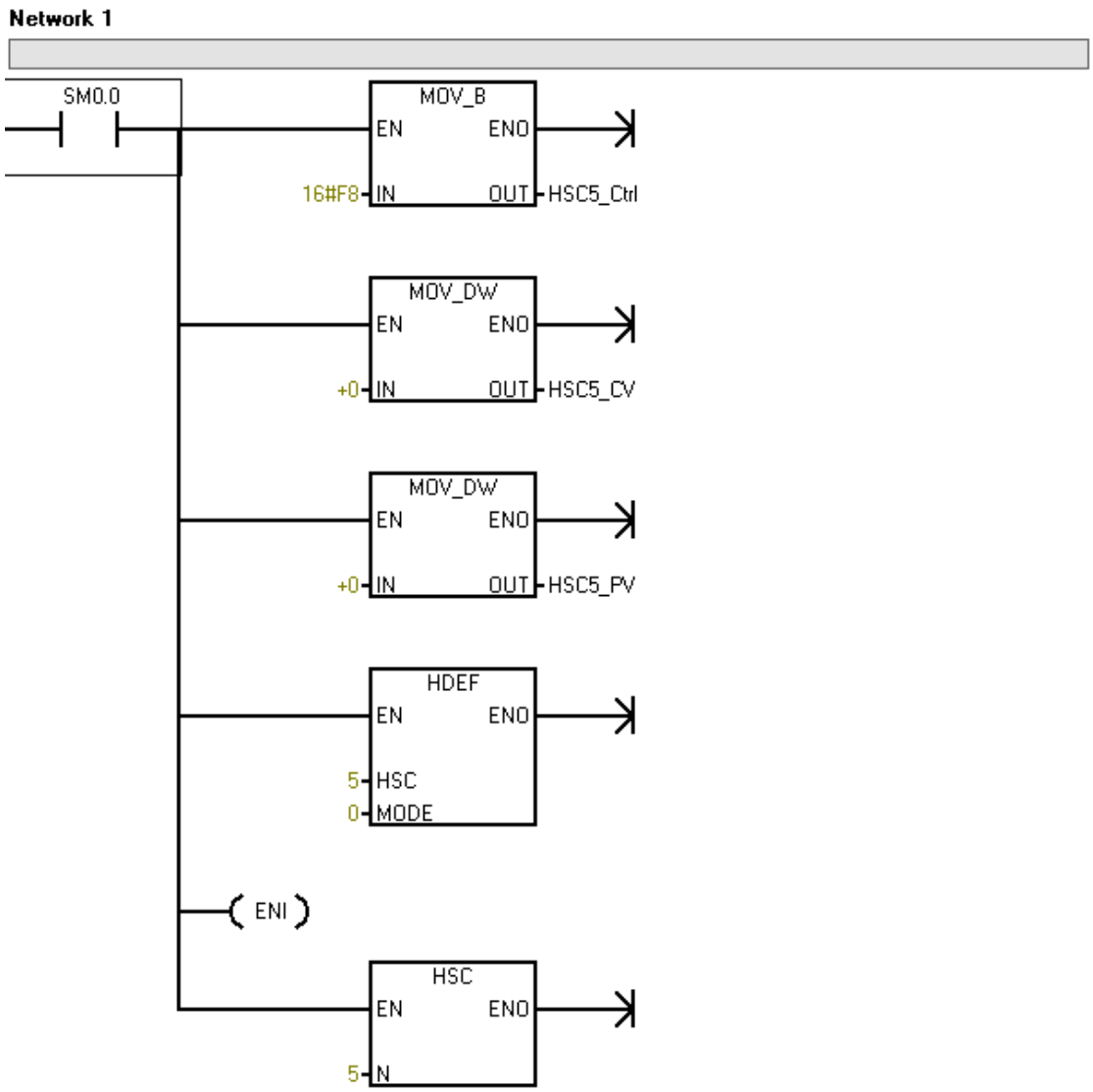
7.1 Μέτρηση μήκους

Για την μέτρηση του μήκους έχουμε χρησιμοποιήσει ένα απλό φωτοκύτταρο της εταιρίας e3x a51 omron το οποίο σε συνεργασία με τους παλμούς που λαμβάνουμε μέσω του encoder και τον κατάλληλο προγραμματισμό του PLC, μας δίνει το πραγματικό μήκος του υλικού.

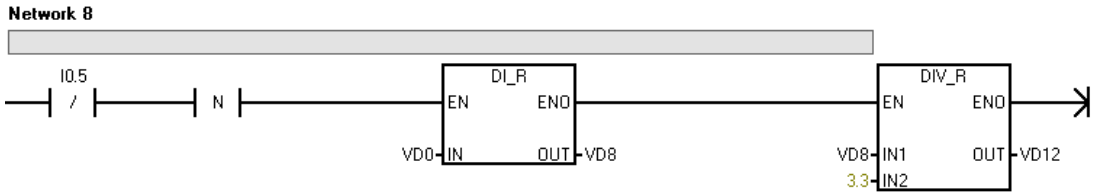
Η διεργασία γίνεται ως εξής :



Μόλις το υλικό περάσει μπροστά από το φωτοκύτταρο και κόψει την δέσμη (|P| θετικός παλμός) ενεργοποιείται η SBR_0.



Με τον παραπάνω κώδικα της υπορουτίνας SBR_0 λαμβάνουμε τους παλμούς από τον encoder , χρησιμοποιώντας ένα High Speed Counter. Οι παλμοί που παίρνουμε είναι σε μορφή Double Integer και τους μετατρέπουμε σε Real έτσι ώστε να μπορούμε να κάνουμε την πράξη της διαίρεσης για να πάρουμε το πραγματικό μήκος του υλικού, όπως φαίνεται παρακάτω.



Το 3.3 προέκυψε, μετρώντας τους παλμούς της εξόδου του encoder ανά μέτρο κίνησης του ταινιόδρομου διατηρώντας σταθερή ταχύτητα.

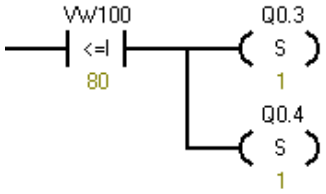
Επίσης μπορούμε να το υπολογίσουμε από τον εξής τύπο :

Παλμοί/mm = (παλμοί/περιστρ)/(Δ.Τ*Π) = 933/90mm*Π =3.3

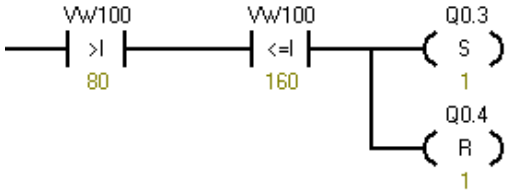
Δ.Τ =Διάμετρος Τυμπάνου

7.2 Διαχωρισμός υλικών βάση μήκους

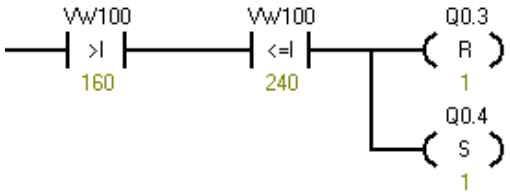
Network 13



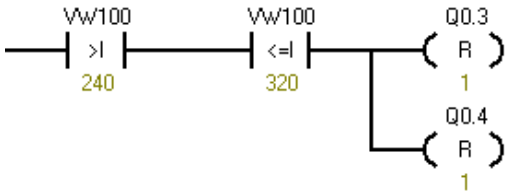
Network 14



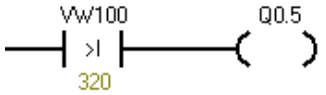
Network 15



Network 16



Network 17



Με τον παραπάνω κώδικα, χρησιμοποιώντας τους συγκριτές, συγκρίνουμε το μήκος των υλικών και γίνεται η ταξινόμησή τους βάση αυτού. Έχουμε τέσσερις κατηγορίες βάση μήκους. Η πρώτη είναι από 0cm έως 8cm, η δεύτερη από 8cm έως 16cm, η Τρίτη από 16cm έως 24cm και η τέταρτη από 24cm έως 32cm. Εάν κάποιο υλικό ξεπερνάει τα 32cm παίρνουμε μια ειδοποίηση από το buzzer και έχουμε διακοπή λειτουργίας του ταινιόδρομου. Σύμφωνα με τις παραπάνω κατηγορίες καθορίζεται και η κίνηση στα κλαπέτα και πραγματοποιείται ο διαχωρισμός.

α/α	Μήκος (mm)	Παλμοί
1	0-80	0-264
2	81-160	265-528
3	161-240	529-792
4	241-320	793-1056
5	>321 (alarm)	>1057 (alarm)

Πίνακας 7.2 :Ταξινόμηση ανάλογα το μήκος

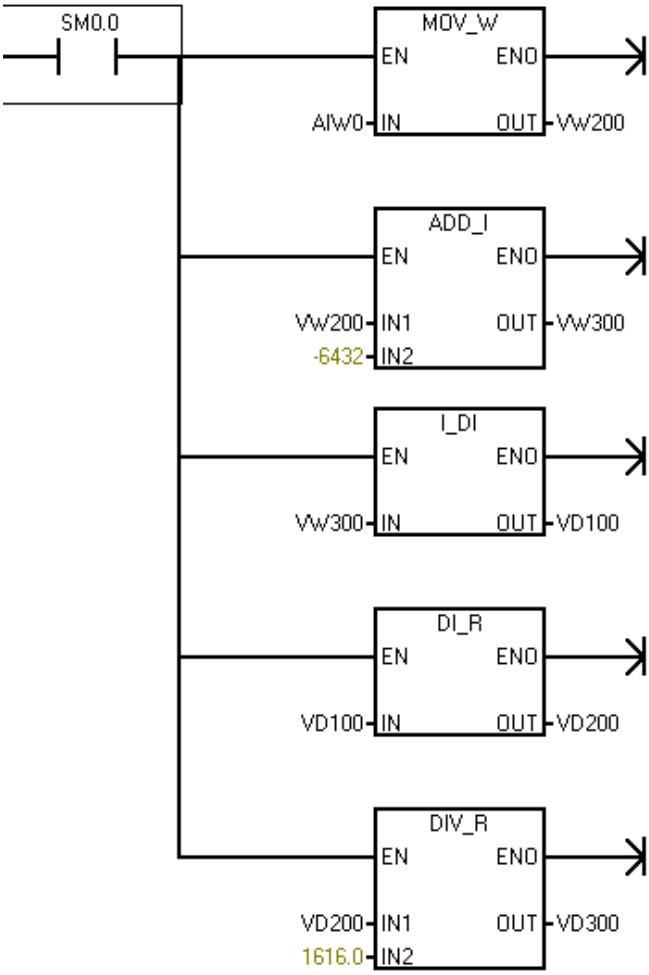
7.3 Ζύγιση υλικών

Η ζυγαριά μας δίνει στην έξοδο της κάποιο αναλογικό σήμα. Εκτελώντας τον παρακάτω κώδικα το μετατρέπουμε σε Real,

έτσι ώστε να μπορούμε να κάνουμε την πράξη της διαίρεσης DIV_R και να πάρουμε το πραγματικό βάρος του υλικού σε κιλά. Η τιμή που χρησιμοποιούμε για να πραγματοποιηθεί η διαίρεση προκύπτει, από την μέτρηση του αναλογικού σήματος στην έξοδο της ζυγαριάς, ζυγίζοντας υλικό με πραγματικό βάρος ένα κιλό (1kg). Επίσης έχουμε χρησιμοποιήσει τον Timer T37 (Ton) για να επιτύχουμε τον διαχωρισμό του πρώτου υλικού από το δεύτερο, του δευτέρου από το τρίτο κ.ο.κ

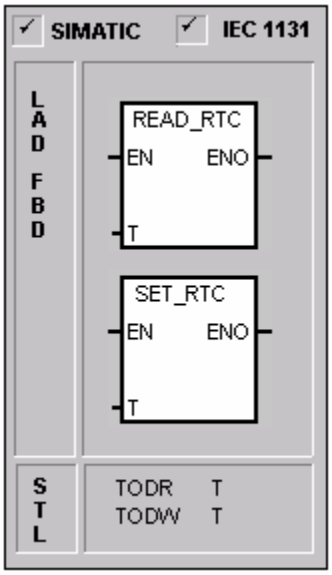
Network 1 Network Title

Network Comment



7.4 Προγραμματισμός ρολογιού

Η σύνταξη ενός Real-Time Clock στις γλώσσες (LAD/STL/FBD) καθώς και η διευθυνσιοδότηση φαίνονται στις εικόνες 7.4.1 και 7.4.2.



Εικόνα 7.4 : Εντολές Read, Set, Real-Time Clock

Inputs/Outputs	Data Types	Operands
T	BYTE	IB, QB, VB, MB, SMB, SB, LB, *VD, *LD, *AC

T	T+1	T+2	T+3	T+4	T+5	T+6	T+7
Year: 00 to 99	Month: 01 to 12	Day: 01 to 31	Hours: 00 to 23	Minutes: 00 to 59	Seconds: 00 to 59	0	Day of Week: 0 to 7*

*T+7 1=Sunday, 7=Saturday
0 disables the day of week.

Εικόνα 7.4.1 : Διευθυνσιοδότηση εντολών Read, Set, Real-Time Clock

Η Read Real-Time clock εντολή διαβάζει την τρέχουσα ώρα και ημερομηνία από το ρολόι και την φορτώνει σε μια 8-byte προσωρινή μνήμη (buffer) ξεκινώντας από την διεύθυνση T.
Η Set Real-Time Clock γράφει την τρέχουσα ώρα και ημερομηνία στην αρχή του ρολογιού σε μια 8-byte προσωρινή μνήμη και σε μια διεύθυνση που ορίζεται από την T.
Σε STL, οι TODR και TODW εντολές αντιπροσωπεύονται ως Ανάγνωση Χρόνου Ημέρας [Time of Day Read (TODR)] και Εγγραφή Χρόνου Ημέρας [Time of Day Write (TODW)], .αντίστοιχα.

7.5 RFID

Για να επιτύχουμε την επικοινωνία μεταξύ του RFID συστήματος και του PLC, κάνουμε τις εξής ρυθμίσεις στο PLC.

-Επιλέγουμε σειριακή είσοδο "PORT_0"

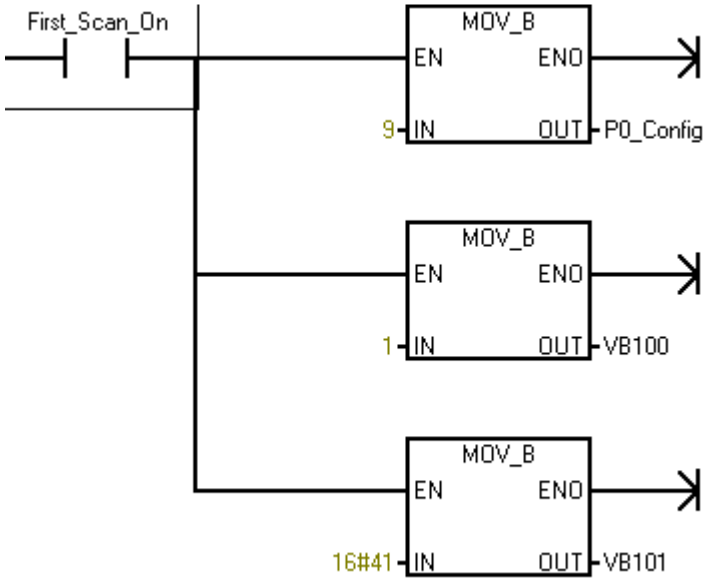
-Επιλέγουμε σύνδεση "FREEPORT MODE"

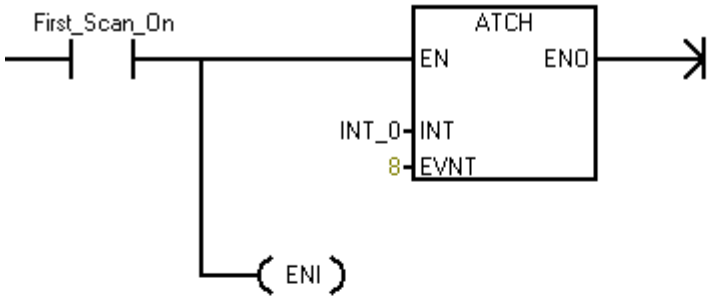
-Ρυθμίζουμε το "baud rate" στο 9600

-Επιλέγουμε "8 bit per character"

-και τέλος επιλέγουμε "no parity bit"

Μόλις ο δέκτης ανιχνεύσει το προϊόν, μεταδίδει την πληροφορία σειριακά στο PLC. Στον παρακάτω κώδικα που ακολουθεί βλέπουμε πως γίνεται η λήψη της πληροφορίας με την ενεργοποίηση ενός Interrupt μέσω της εντολής ATCH και στην συνέχεια πως μεταδίδεται στο PLC μέσω της εντολής XMT.

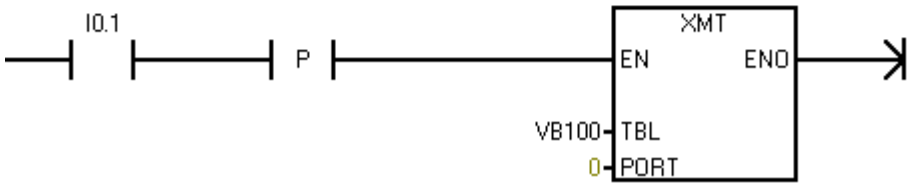


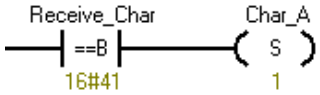


Symbol	Address	Comment
First_Scan_On	SM0.1	This bit is on for the first scan cycle only.
INT_0	INT0	

Network 3 Transmit

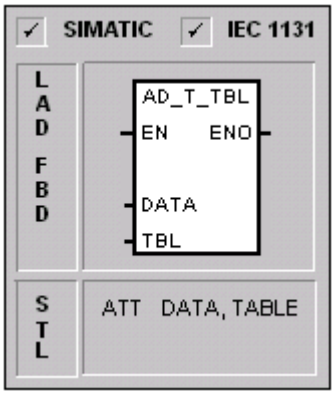
Load input I0.1. When there is a positive edge at input I0.1, transmit by means of Port 0 the data buffer (TABLE) that starts at variable memory byte VB100.

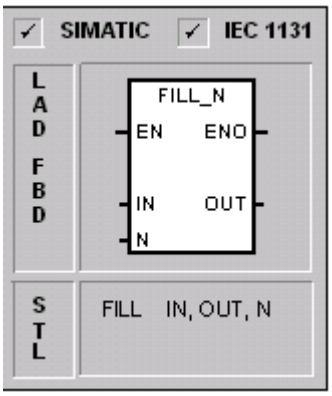




7.6 Καταγραφή και αποθήκευση δεδομένων σε πίνακα

Για την δημιουργία ενός πίνακα και την καταγραφή των δεδομένων μέσα σε αυτόν εκτελούμε τις παρακάτω εντολές

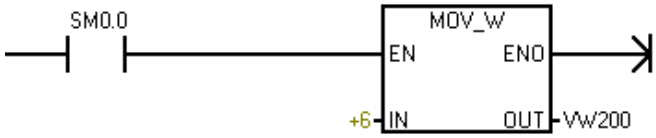




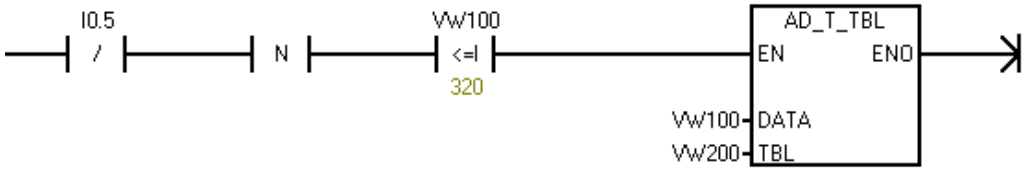
Οι πληροφορίες που έχουμε συλλέξει από τις λειτουργίες που έχουμε προαναφερθεί αποθηκεύονται σε έναν πίνακα.

Στην μέτρηση του μήκους η αποθήκευση γίνεται παίρνοντας τον αρνητικό παλμό |N| από το φωτοκύτταρο. Δηλαδή μόλις το υλικό προσπεράσει την δέσμη του φωτοκυττάρου. Επίσης πρέπει να ικανοποιεί την συνθήκη σύγκρισης, δηλαδή να είναι μικρότερο ή ίσο των 32cm.

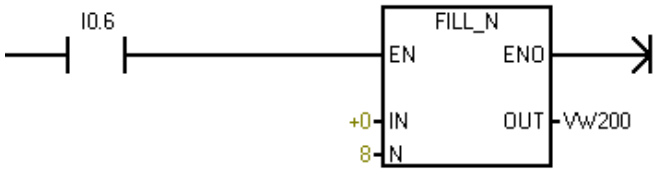
Network 10



Network 11

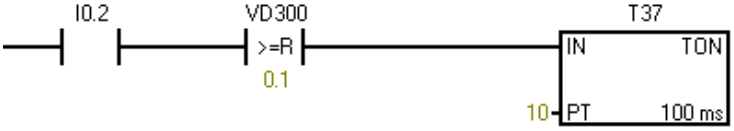


Network 12

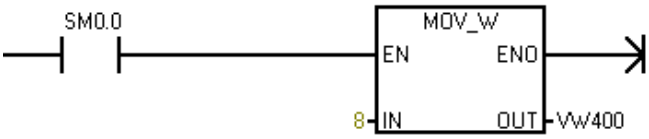


Στην ζύγιση, η καταχώρηση στον πίνακα γίνεται με τον θετικό παλμό |P| του T37, μόλις αυτός μετρήσει 1sec.

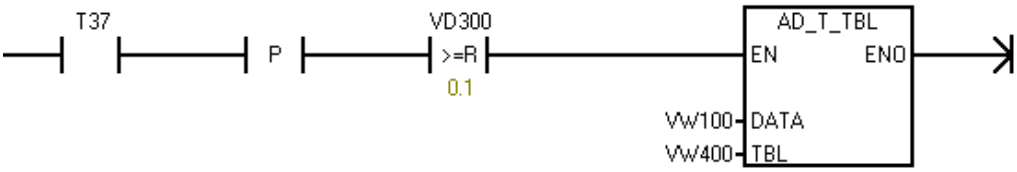
Network 3



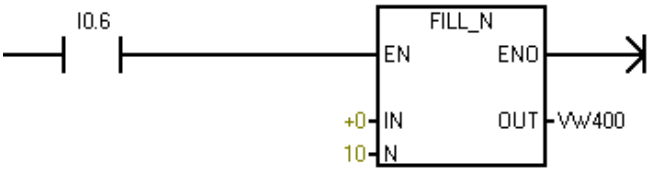
Network 4



Network 5

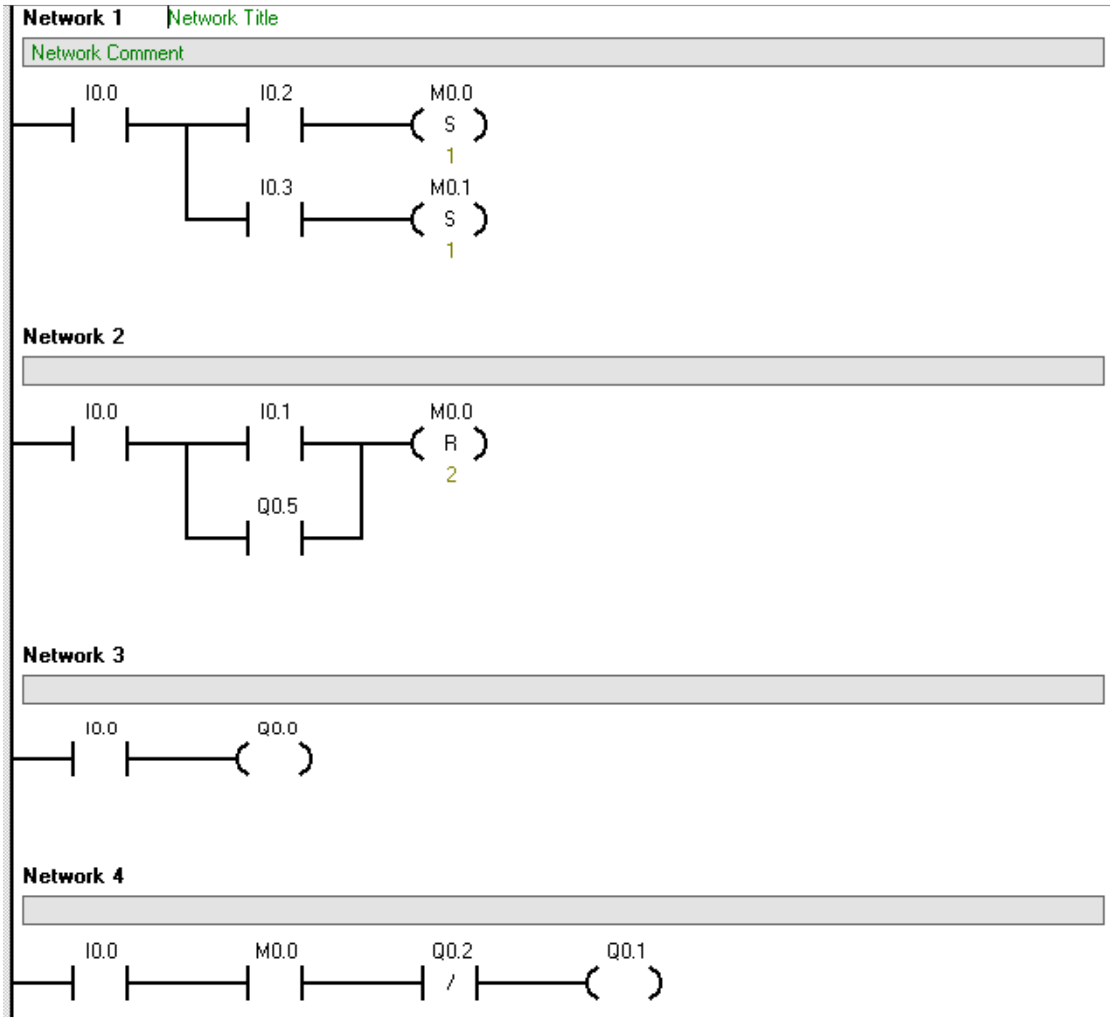


Network 6

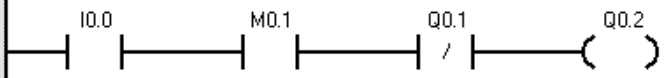


ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

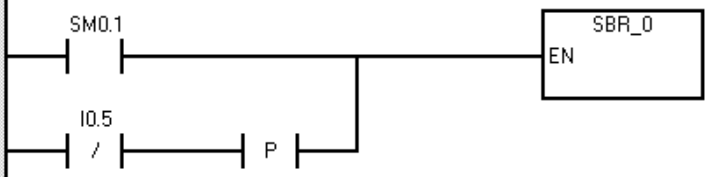
Main program



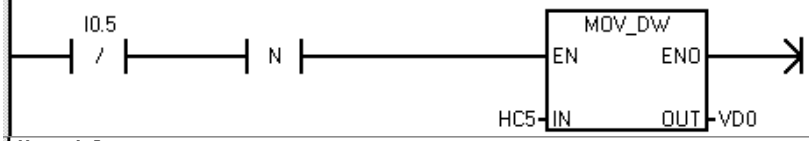
Network 5



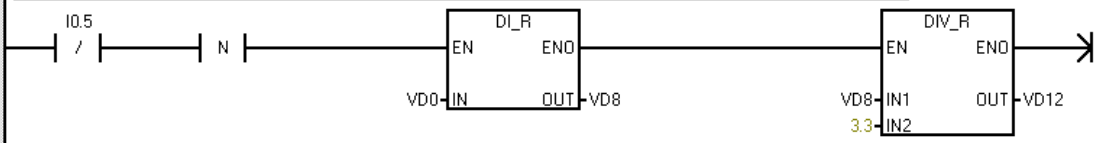
Network 6



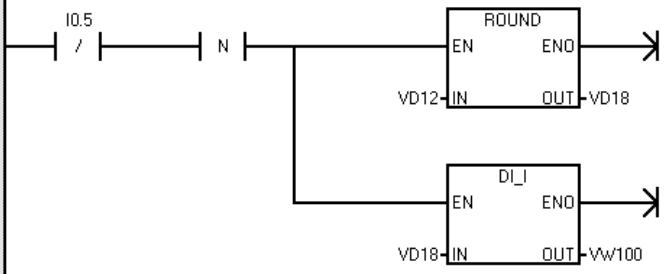
Network 7



Network 8

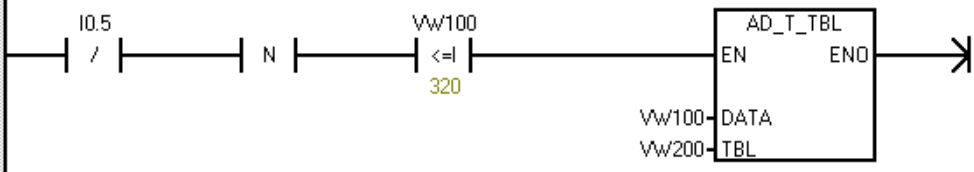


Network 9

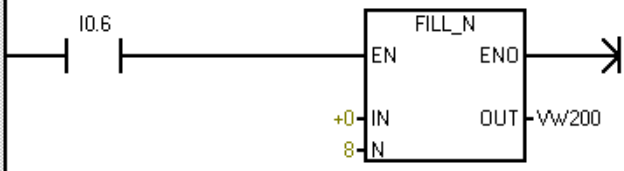


Network 10

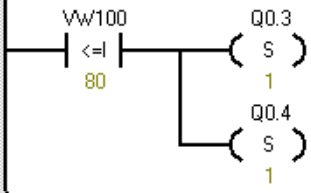
Network 11



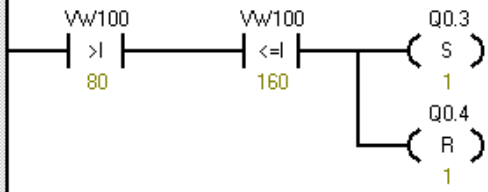
Network 12



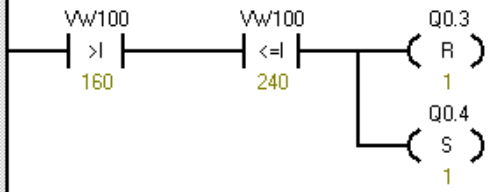
Network 13



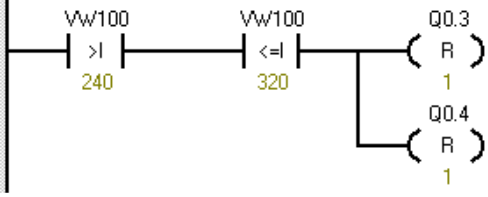
Network 14



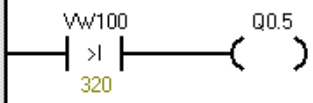
Network 15



Network 16

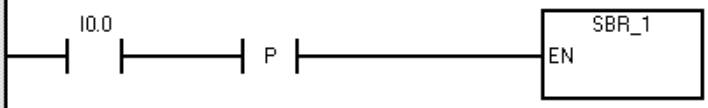


Network 17

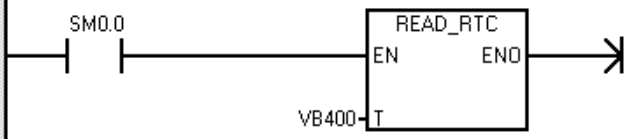


Network 18 Network Title

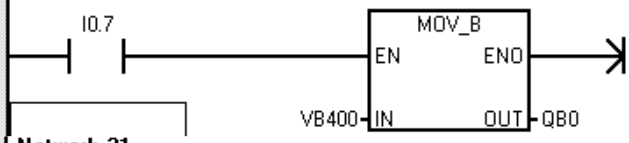
Network Comment



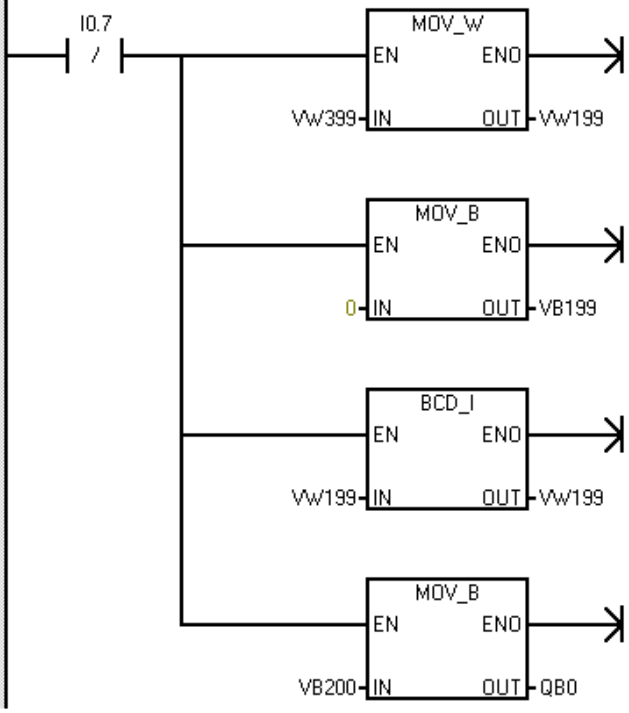
Network 19

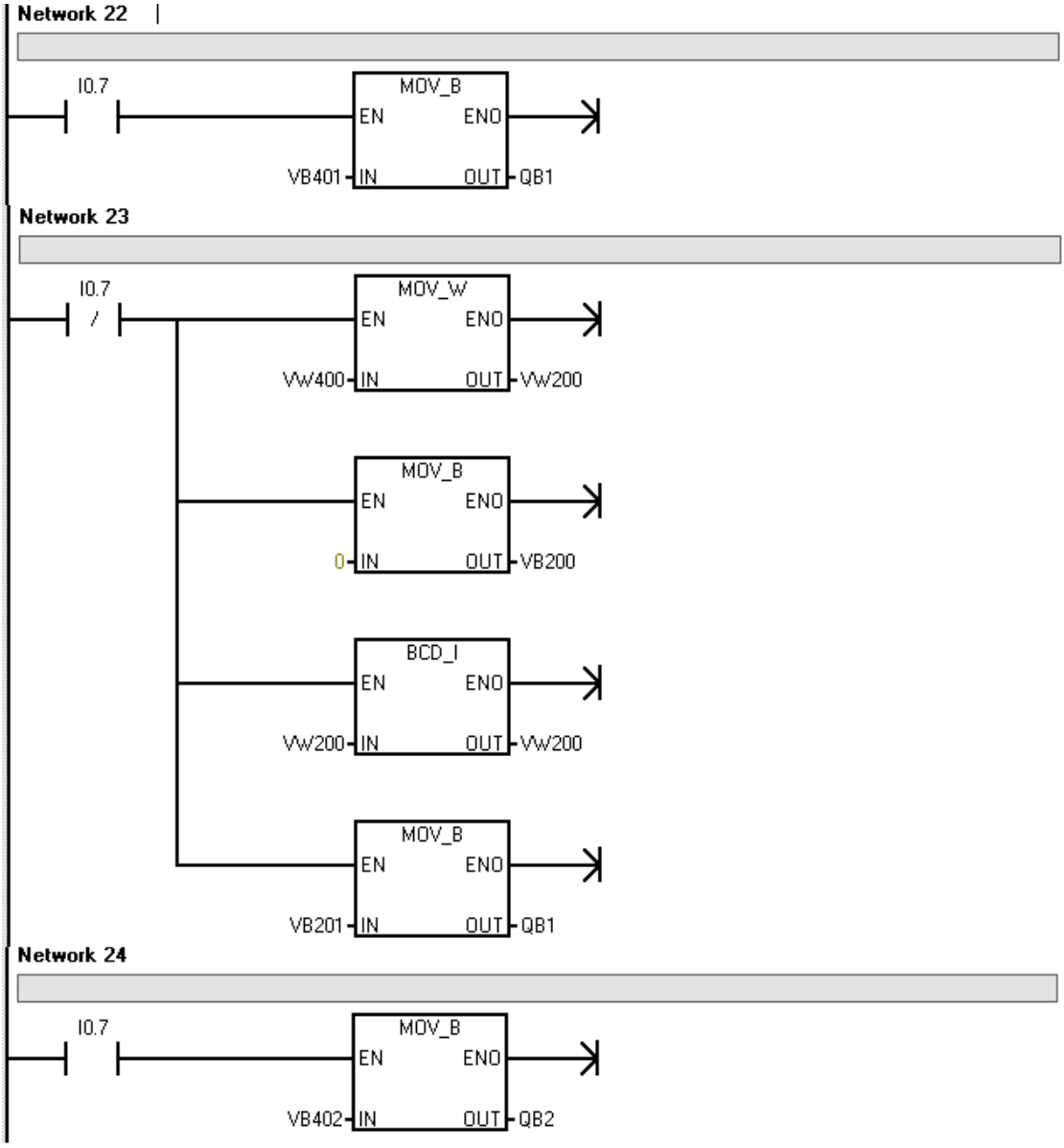


Network 20

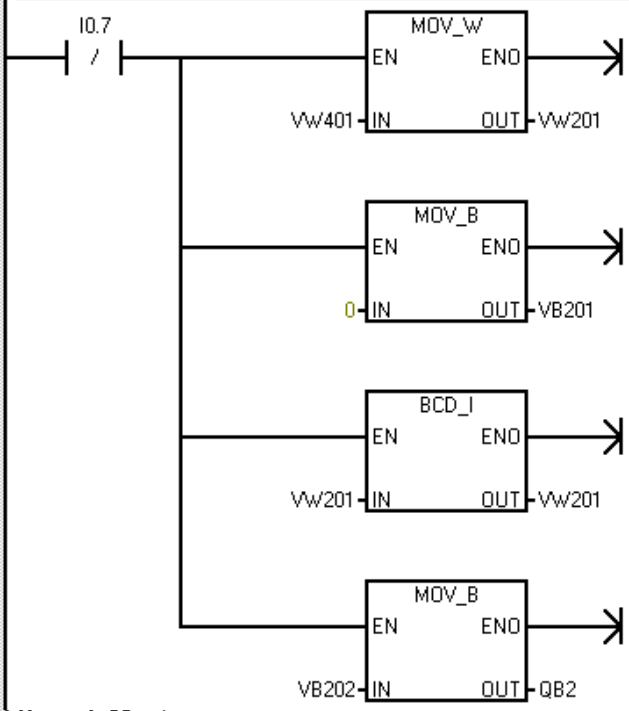


Network 21

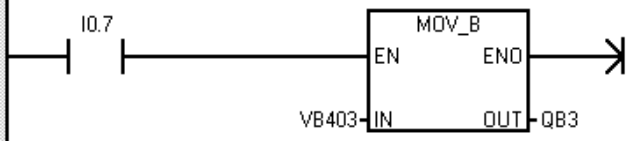



Network 22
I0.7
MOV_B
EN
ENO
VB401
IN
OUT
QB1
Network 23
I0.7
/
MOV_W
EN
ENO
VW400
IN
OUT
VW200
MOV_B
EN
ENO
0
IN
OUT
VB200
BCD_I
EN
ENO
VW200
IN
OUT
VW200
MOV_B
EN
ENO
VB201
IN
OUT
QB1
Network 24
I0.7
MOV_B
EN
ENO
VB402
IN
OUT
QB2

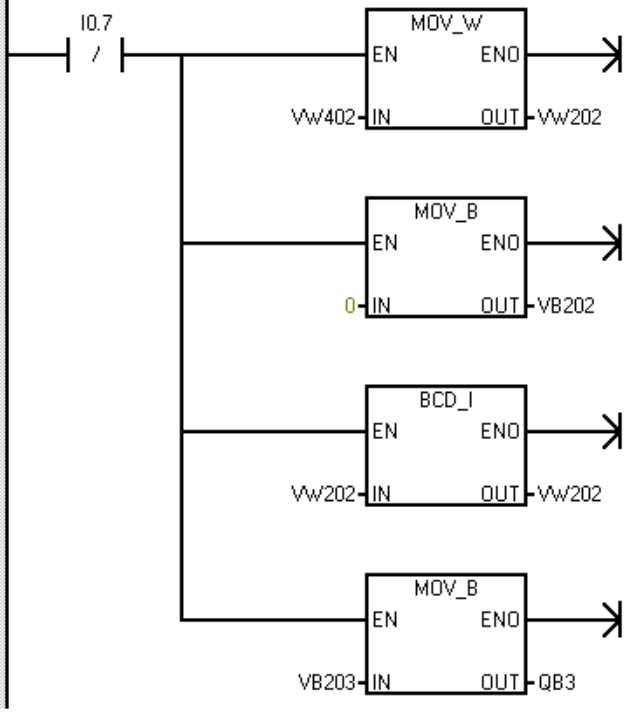
Network 25

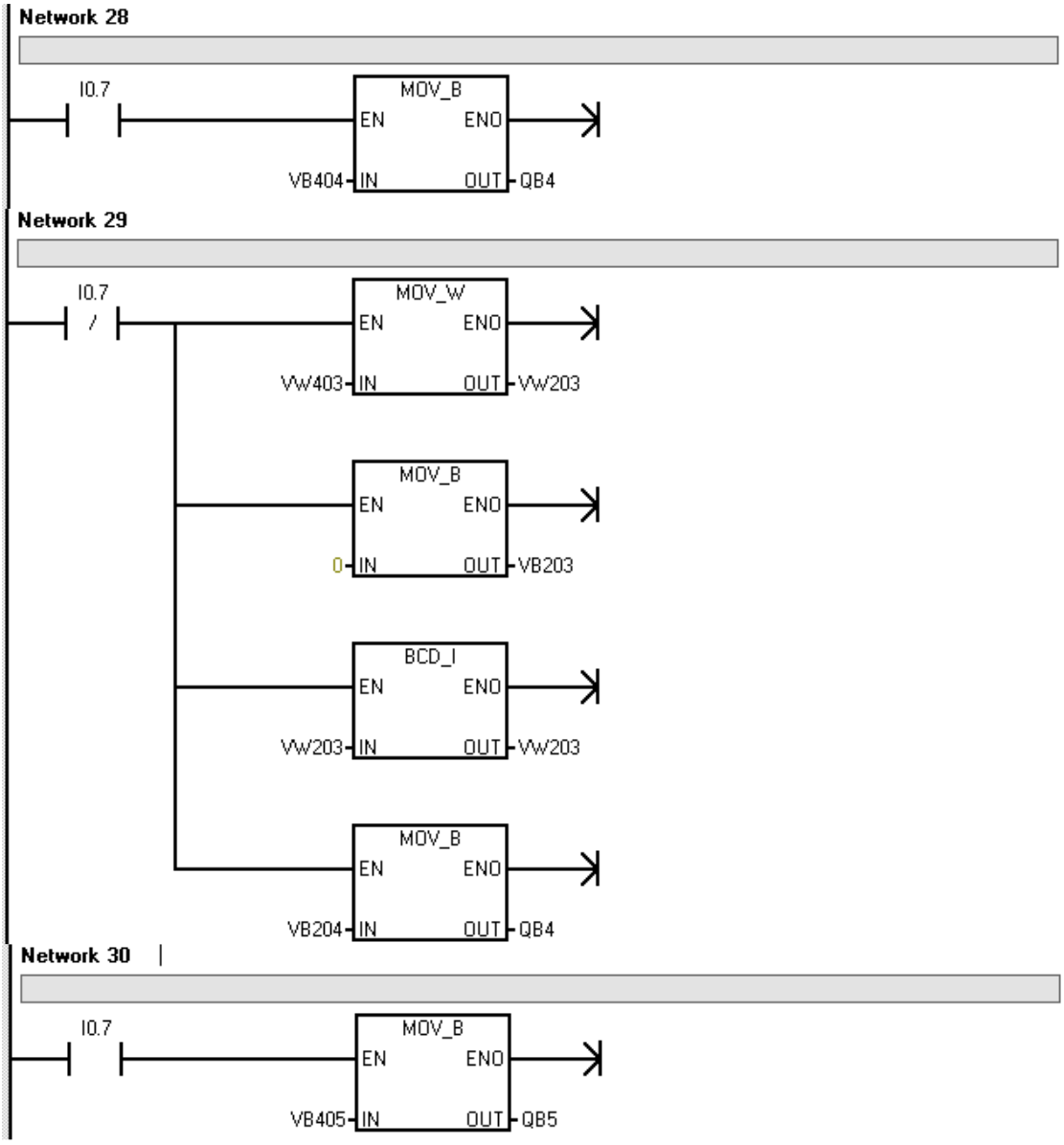


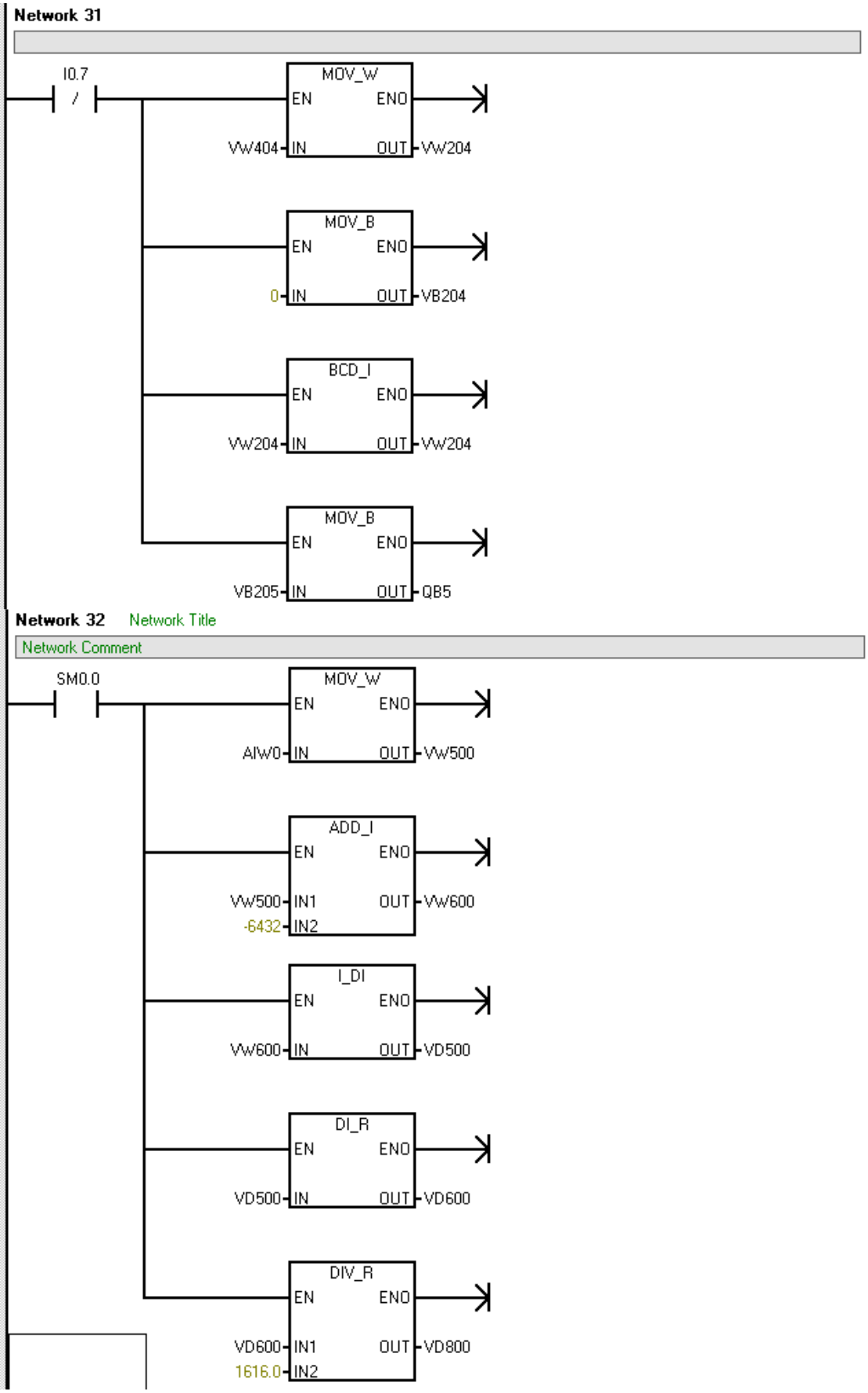
Network 26



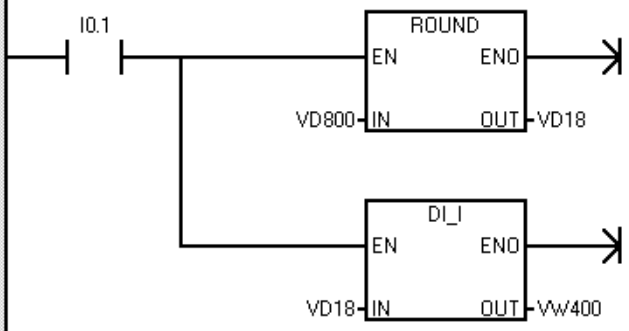
Network 27



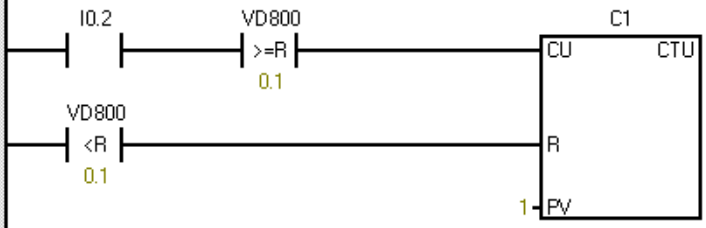

Network 28
I0.7
MOV_B
EN
ENO
VB404
IN
OUT
QB4
Network 29
I0.7
/
MOV_W
EN
ENO
VW403
IN
OUT
VW203
MOV_B
EN
ENO
0
IN
OUT
VB203
BCD_I
EN
ENO
VW203
IN
OUT
VW203
MOV_B
EN
ENO
VB204
IN
OUT
QB4
Network 30
I0.7
MOV_B
EN
ENO
VB405
IN
OUT
QB5


Network 31
I0.7
MOV_W
EN
ENO
VW404
IN
OUT
VW204
MOV_B
EN
ENO
0
IN
OUT
VB204
BCD_I
EN
ENO
VW204
IN
OUT
VW204
MOV_B
EN
ENO
VB205
IN
OUT
QB5
Network 32
Network Title
Network Comment
SM0.0
MOV_W
EN
ENO
AIW0
IN
OUT
VW500
ADD_I
EN
ENO
VW500
IN1
OUT
VW600
-6432
IN2
I_DI
EN
ENO
VW600
IN
OUT
VD500
DI_R
EN
ENO
VD500
IN
OUT
VD600
DIV_R
EN
ENO
VD600
IN1
OUT
VD800
1616.0
IN2

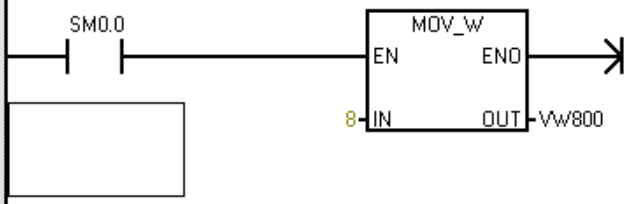
Network 33



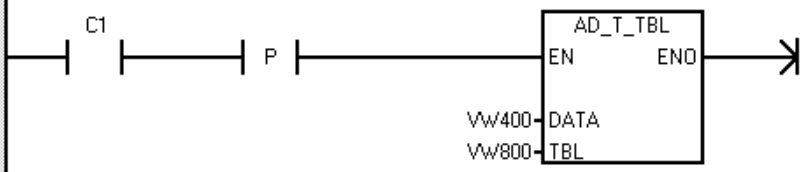
Network 34



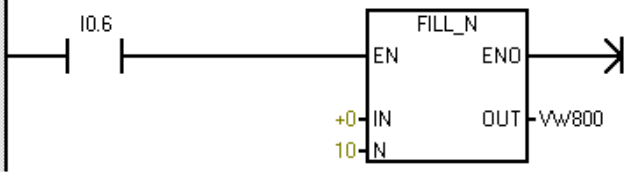
Network 35

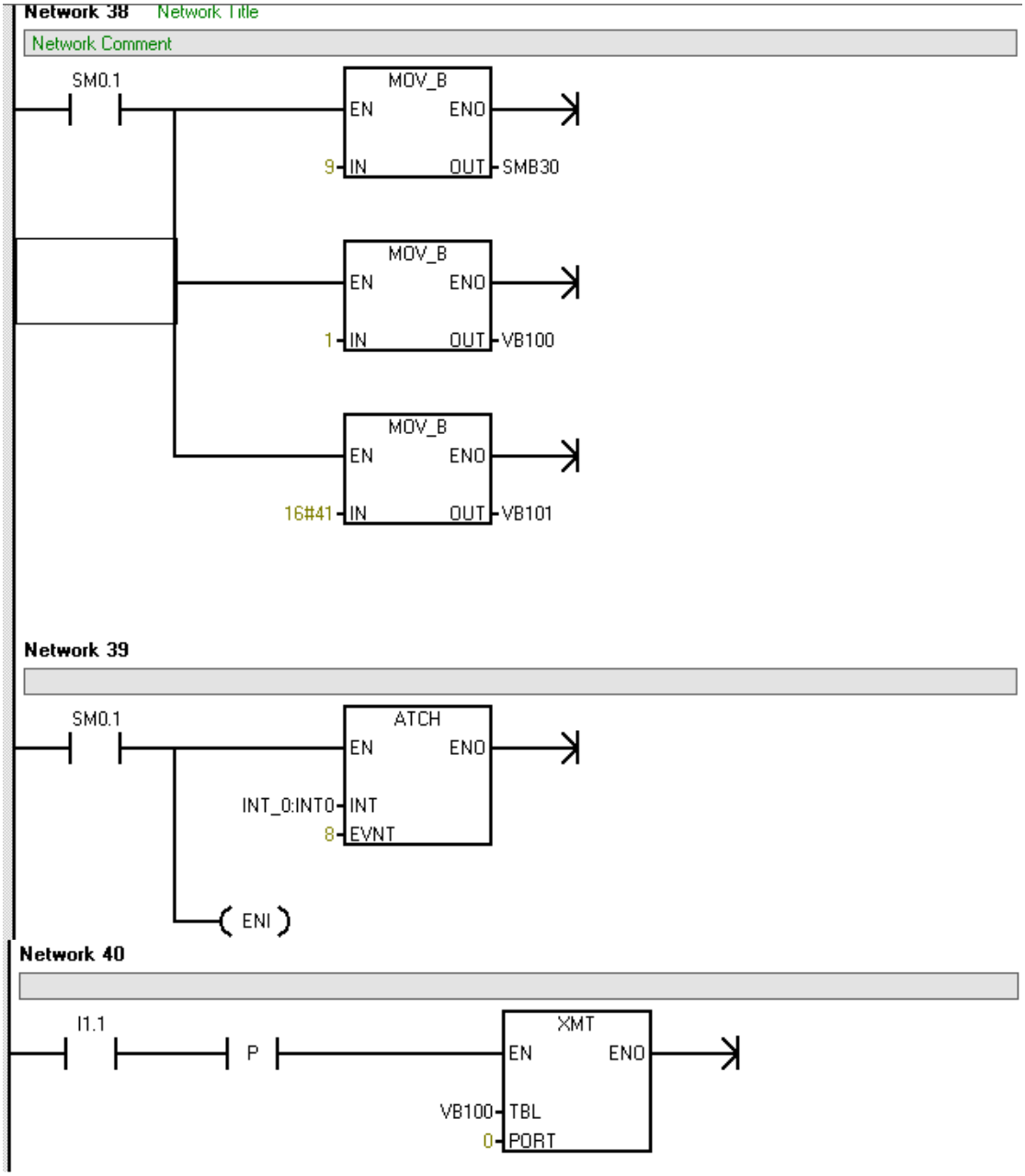


Network 36



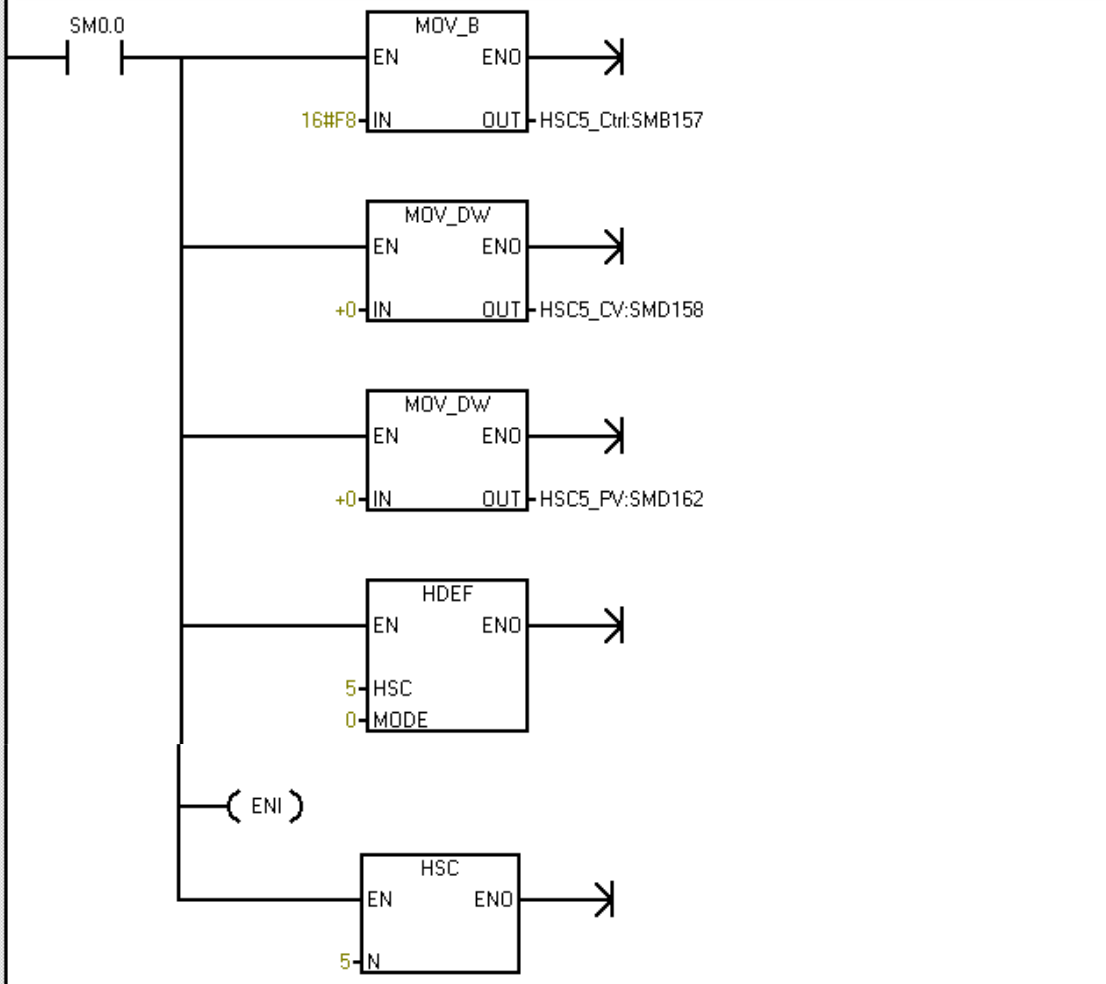
Network 37




Network 38
Network Title
Network Comment
SM0.1
MOV_B
EN
ENO
9
IN
OUT
SMB30
MOV_B
EN
ENO
1
IN
OUT
VB100
MOV_B
EN
ENO
16#41
IN
OUT
VB101
Network 39
SM0.1
ATCH
EN
ENO
INT_0:INT0
INT
8
EVNT
ENI
Network 40
I1.1
P
XMT
EN
ENO
VB100
TBL
0
PORT

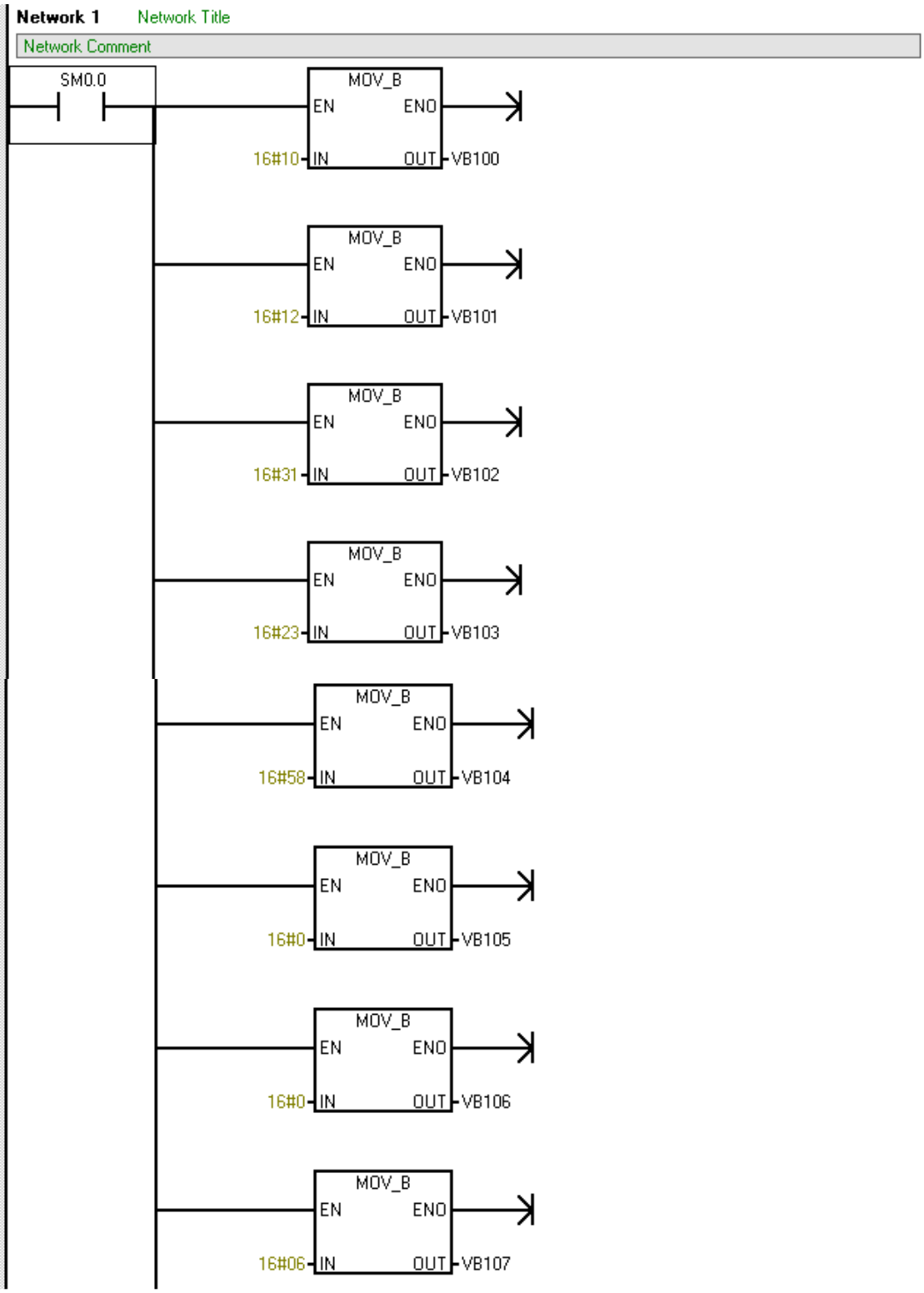
Subroutine 0

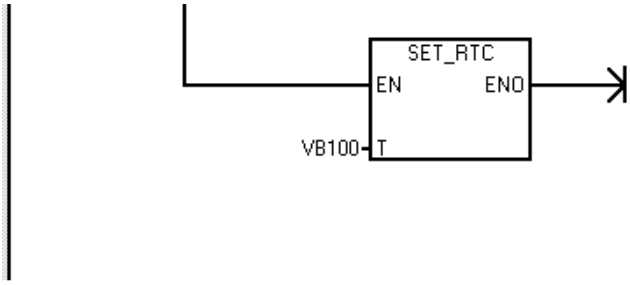
Network 1



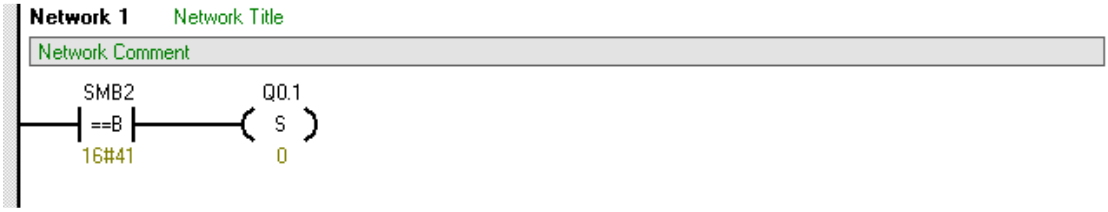
Symbol	Address	Comment
HSC5_Ctrl	SMB157	CONFIGURE AND CONTROL HSC5
HSC5_CV	SMD158	HSC5 NEW CURRENT VALUE
HSC5_PV	SMD162	NEW PRESET VALUE

Subroutine 1





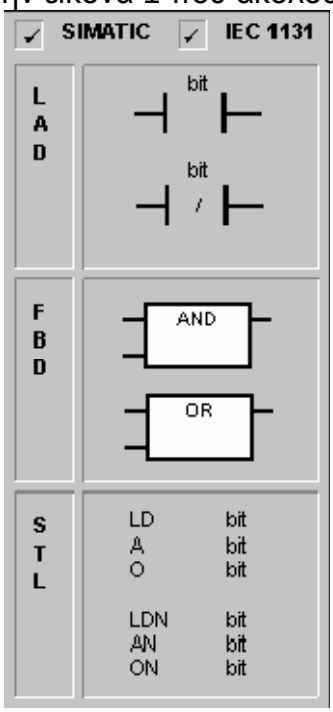
INTERRUPT ROUTINE



Ανάλυση εντολών προγραμματισμού S7-200

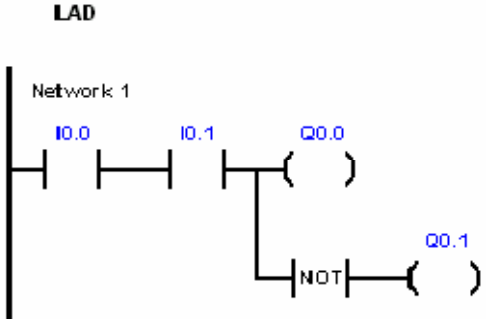
1. Εντολές Normally Open – Close

Η σύνταξη των εντολών Normally Open – Close στις γλώσσες (LAD/STL/FBD) φαίνεται στην εικόνα 1 που ακολουθεί:



Εικόνα 1 : Εντολές Normally Open – Close

Σε LAD η Normally Open (LD, A, O) είναι κλειστή όταν το bit της εικόνας 1 είναι ίσο με 1. Η Normally Close (LDN, AN, ON) είναι κλειστή όταν το bit της εικόνας είναι 1 είναι ίσο με 0.
Ένα σχηματικό παράδειγμα LAD φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 1



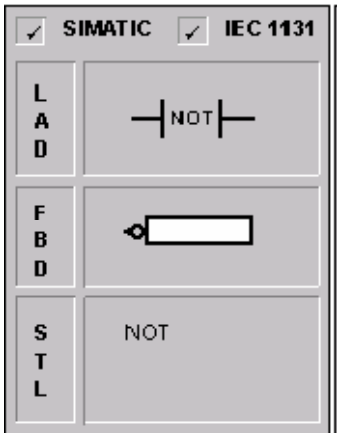
Σχήμα 1 : Παράδειγμα Ladder εντολών Normally Open – Close

Όταν διεγερθεί η I0.0 και η I0.1 τότε δίνει έξοδο στην Q0.0 ενώ δεν δίνει έξοδο στην Q0.1.
Η σύνταξη σε FBD είναι όπως αυτή των λογικών πυλών. Όταν η μια είσοδος της AND είναι 1 **και** η άλλη είναι και αυτή ίση με 1 τότε δίνεται έξοδος σε κάποιο φορτίο. Στην OR σύνταξη, αρκεί έστω μια από τις εισόδους να είναι

ίση με 1 για να έχει έξοδο. Στην FBD σύνταξη μπορούν να διαχειριστούν μέχρι 32 είσοδοι οι οποίες θα δίνουν την κατάλληλη έξοδο ανάλογα με την λογική σχέση που τις συνδέει.

Παρομοίως και εδώ όταν η I0.0 και η I0.1 διεγερθούν τότε παίρνουμε έξοδο στην Q0.0 και όχι στην Q0.1.

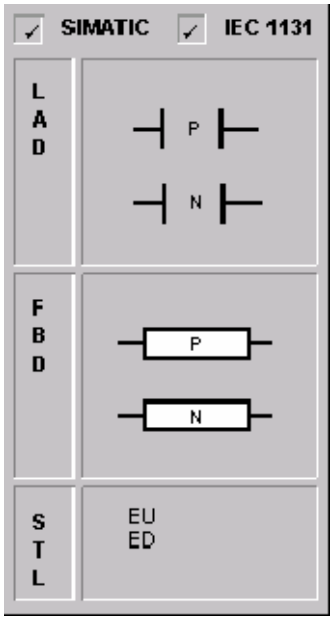
2. Η εντολή αντιστροφής NOT
Η σύνταξη της εντολής NOT στις γλώσσες (LAD/STL/FBD) φαίνεται στην εικόνα 2 που ακολουθεί:



Εικόνα 2 : Εντολή NOT

Η χρήση της NOT συνίσταται στο ότι είσοδο πάρει έχει την ιδιότητα να το αντιστρέφει.
Στην LAD σύνταξη της όπως φαίνεται στην εικόνα 1 δίνει αντίστροφη έξοδο στην Q0.1 από ότι πάει στην Q0.0.

3. Εντολές Θετικής - Αρνητικής μετάβασης.
Η σύνταξη των εντολών Positive – Negative transition στις γλώσσες (LAD/STL/FBD) καθώς και η διευθυνσηοδότηση φαίνονται στις εικόνες 3 και 4.

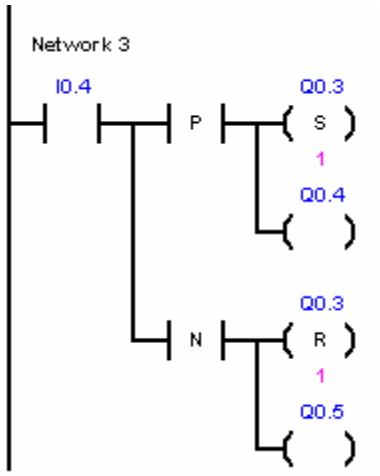


Εικόνα 4 : Εντολές Positive – Negative transition

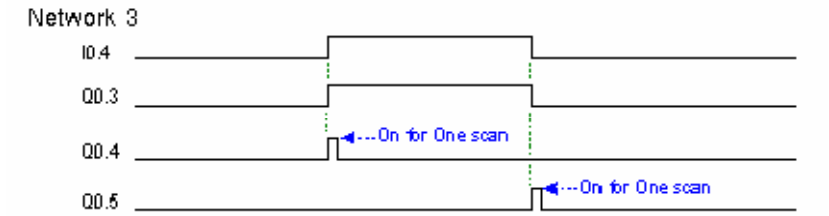
Inputs/Outputs	Data Type	Operands
Bit	BOOL	I, Q, V, M, SM, S, T, C, L, Power Flow
Bit (immediate)	BOOL	I

Εικόνα 5 : Διευθυνσηοδότηση Positive – Negative transition

Η Positive transition αφήνει να περάσει σήμα για 1 scan του προγράμματος κατά την μετάβαση από την κατάσταση off σε on.
Η Negative transition αφήνει να περάσει σήμα για 1 scan του προγράμματος κατά την μετάβαση από την κατάσταση on σε off.
Στην LAD σύνταξη τους οι Positive – Negative transition εκφράζονται με συνδέσεις όπως φαίνεται στην εικόνα 4.
Στο σχήμα 4 που ακολουθεί περιγράφεται ένα παράδειγμα χρησιμοποίησης των Positive – Negative transition. Για την καλύτερη κατανόηση του παραδείγματος ακολουθεί και το διάγραμμα 1 που παρουσιάζει τις κυματομορφές. Σε αυτήν την περίπτωση όταν η I0.4 μεταβεί από 0 σε 1 η Q0.4 γίνεται 1 για 1 scan time ενώ παράλληλα η Q0.3 γίνεται set δηλ 1 μέχρις
ότου έρθει το reset και γίνει 0. Όταν τώρα η I0.4 μεταβεί από 1 σε 0 η Q0.5 γίνεται 1 για 1 scan time ενώ παράλληλα η Q0.3 παίρνει reset και μεταβαίνει στο 0.

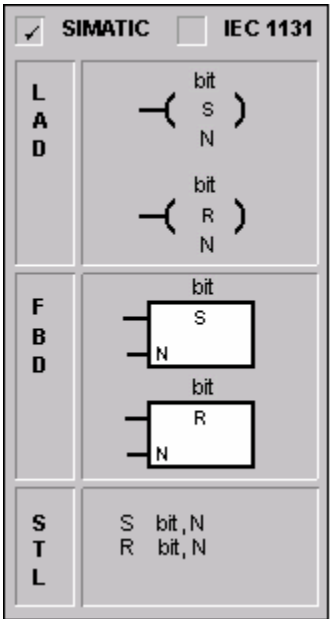


Σχήμα 4 : Παράδειγμα LADDER εντολών Positive – Negative transition



Διάγραμμα 1 : Κυμματομορφές σχήματος 4

4. Οι εντολές Set – Reset.
Η σύνταξη των εντολών Set - Reset στις γλώσσες (LAD/STL/FBD) καθώς και η διευθυνσηοδότηση φαίνονται στις εικόνες 6 και 7.

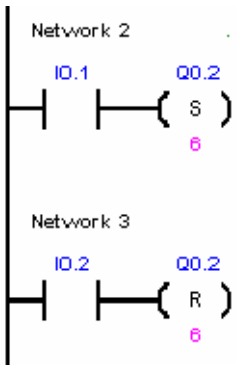


Εικόνα 6 : Εντολές Set – Reset

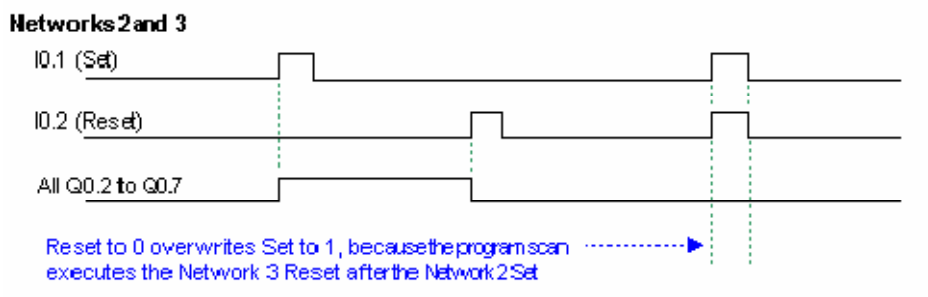
Inputs/Outputs	Data Type	Operands
Bit	BOOL	I, Q, V, M, SM, S, T, C, L
Bit (immediate)	BOOL	Q
N	BYTE	IB, QB, VB, MB, SMB, SB, LB, AC, *VD, *LD, *AC, Constant

Εικόνα 7 : Διευθυνσηοδότηση εντολών Set - Reset

Η λειτουργία των Set - Reset στηρίζεται στο ότι όταν έρθει θετικός παλμός 1 στην είσοδο της Set τότε κάνει το bit εξόδου στο οποίο αναφέρεται ίσο με 1 μέχρις ότου να έρθει το Reset στο ίδιο bit εξόδου και να ξαναγίνει 0. Αν η εντολή Reset αναφέρεται σε bit κάποιου timer – counter η εντολή reset ξεκινά από την αρχή την μέτρηση του timer – counter.
Στην LAD σύνταξη των Set - Reset εκφράζεται με συνδέσεις όπως φαίνεται στην εικόνα 6.
Η λειτουργία των εντολών Set και Reset εξηγήθηκε κατά την περιγραφή του παραδείγματος στο σχήμα 4 και των κυματομορφών του (διάγραμμα 1). Ένα άλλο παράδειγμα που φαίνεται πιο ξεκάθαρα η λειτουργία των εντολών Set – Reset παρατίθεται στο σχήμα 6 και διάγραμμα 2.



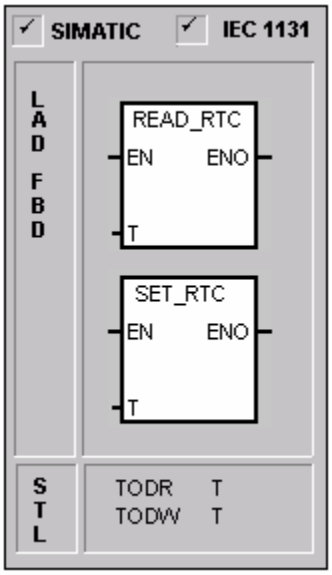
Σχήμα 6 : Παράδειγμα LADDER εντολών Set – Reset



Διάγραμμα 2 : Κυμματομορφές σχήματος 6

5. Ρολόι Πραγματικού Χρόνου(Read, Set, Real-Time Clock)

Η σύνταξη ενός Real-Time Clock στις γλώσσες (LAD/STL/FBD) καθώς και η διευθυνσιοδότηση φαίνονται στις εικόνες 8 και 9.



Εικόνα 8 : Εντολές Read, Set, Real-Time Clock

Inputs/Outputs	Data Types	Operands
T	BYTE	IB, QB, VB, MB, SMB, SB, LB, *VD, *LD, *AC

T	T+1	T+2	T+3	T+4	T+5	T+6	T+7
Year: 00 to 99	Month: 01 to 12	Day: 01 to 31	Hours: 00 to 23	Minutes: 00 to 59	Seconds: 00 to 59	0	Day of Week: 0 to 7*

*T+7 1=Sunday, 7=Saturday
0 disables the day of week.

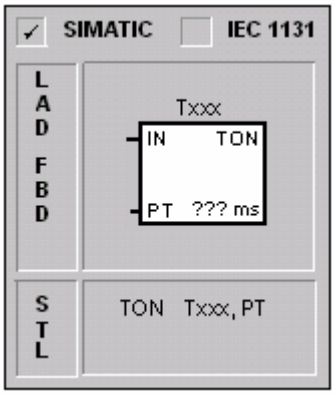
Εικόνα 9 : Διευθυνσιοδότηση εντολών Read, Set, Real-Time Clock

Η Read Real-Time clock εντολή διαβάζει την τρέχουσα ώρα και ημερομηνία από το ρολόι και την φορτώνει σε μια 8-byte προσωρινή μνήμη (buffer) ξεκινώντας από την διεύθυνση T.
Η Set Real-Time Clock γράφει την τρέχουσα ώρα και ημερομηνία στην αρχή του ρολογιού σε μια 8-byte προσωρινή μνήμη και σε μια διεύθυνση που ορίζεται από την T.

Σε STL, οι TODR και TODW εντολές αντιπροσωπεύονται ως Ανάγνωση Χρόνου Ημέρας [Time of Day Read (TODR)] και Εγγραφή Χρόνου Ημέρας [Time of Day Write (TODW)], .αντίστοιχα.

6. Χρονικό με καθυστέρηση στην έναυση (TON)

Η σύνταξη ενός χρονικού (TON) στις γλώσσες (LAD/STL/FBD) καθώς και η διευθυνσηοδότηση φαίνονται στις εικόνες 10 και 11.



Εικόνα 10 : Εντολή χρονικού (TON)

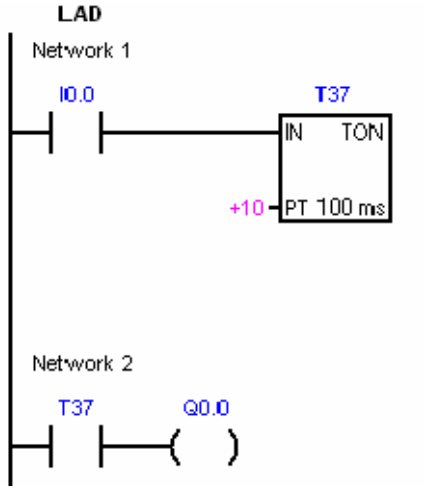
Inputs/Outputs	Data Types	Operands
Txx	WORD	Constant (T0 to T255)
IN	BOOL	I, Q, V, M, SM, S, T, C, L, Power Flow
PT	INT	IW, QW, VW, MW, SMW, SW, T, C, LW, AC, AIW, *VD, *LD, *AC, Constant

Εικόνα 11 : Διευθυνσηοδότηση χρονικού

Το χρονικό με καθυστέρηση στην έναυση (TON), μετρά χρόνο όταν η είσοδος του ενεργοποιηθεί. Όταν η τρέχουσα τιμή (current value) γίνει ίση ή μεγαλύτερη από τον προκαθορισμένο χρόνο (preset time),τότε το bit εξόδου του χρονικού ενεργοποιείται.
Η τρέχουσα τιμή του χρονικού μηδενίζει όταν η επαφή εισόδου απενεργοποιηθεί.
Το χρονικό σταματάει να μετράει όταν φτάνει την μέγιστη του τιμή (32.767).
Υπάρχουν 3 τύποι (TON) ανάλογα με την ακρίβεια που χρειαζόμαστε:

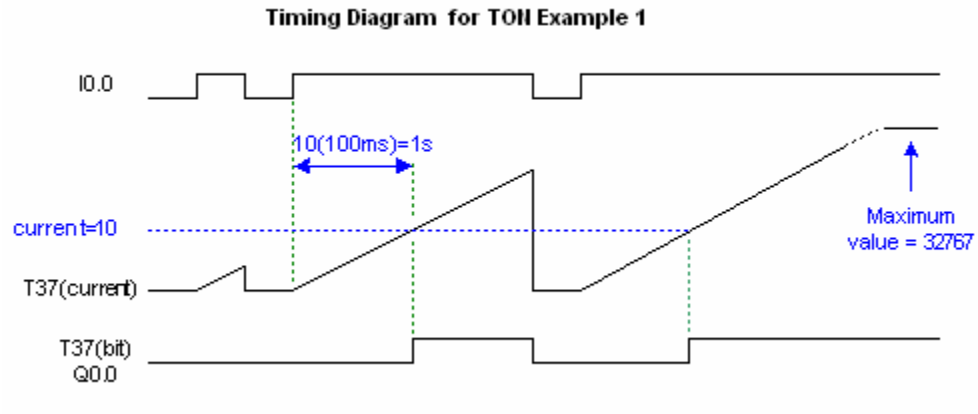
- 1ms
- 10ms
- 100ms

Για τον υπολογισμό του χρόνου αρκεί το γινόμενο της βάσης, δηλαδή την ακρίβεια του χρονικού επί την τρέχουσα τιμή (current value)
π.χ.: : Έστω χρονικό των 100ms με προκαθορισμένο χρόνο (preset time) 50 μετράει χρόνο 5 sec.
Σημείωση: Επειδή υπάρχει μια και μοναδική ονομασία για την διεύθυνση κάθε χρονικού, δεν πρέπει να δίνουμε την ίδια ονομασία σε παραπάνω από 1 timer είτε είναι ON-Delay Timer είτε είναι OFF-Delay Timer.
Παράδειγμα ON-Delay Timer φαίνεται στο σχήμα 8 που ακολουθεί:



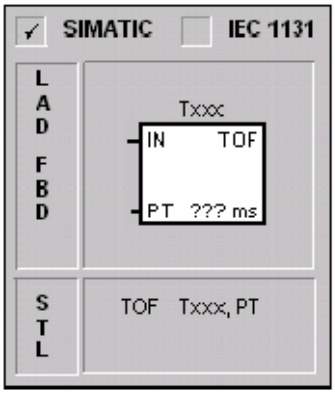
Σχήμα 8 : Παράδειγμα LADDER εντολής χρονικού (TON)

Η επεξήγηση της λειτουργίας του παραδείγματος μπορεί να γίνει ευκολότερα κατανοητή αν ανατρέξουμε στις κυμματομορφές του διαγράμματος 3 που ακολουθεί.

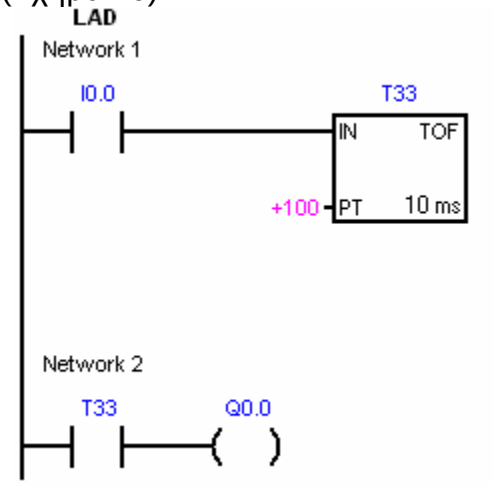


Διάγραμμα 3 : Κυμματομορφές σχήματος 8
Όταν η επαφή I0.0 ενεργοποιηθεί και κλείσει, τότε ο Timer θα μετρήσει 1 sec και θα ενεργοποιήσει με την σειρά του την έξοδο του (T37), με αποτέλεσμα να διεγερθεί το πηνίο Q0.0.

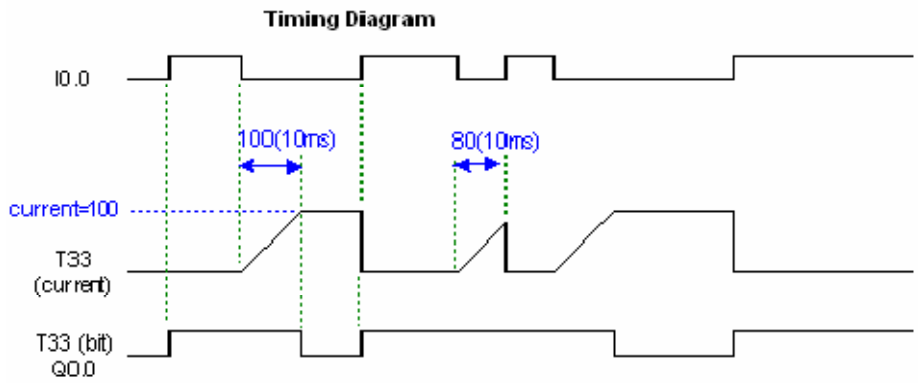
7. Χρονικό με καθυστέρηση στην απόζευξη (TOF)
Η σύνταξη ενός χρονικού (TOF) στις γλώσσες (LAD/STL/FBD) φαίνεται στην εικόνα 12.



Εικόνα 12 : Εντολή χρονικού (TOF)
Η διευθυνσηοδότηση είναι ίδια με το (TON).
Για την καλύτερη επεξήγηση του (TOF) ακολουθεί το παρακάτω παράδειγμα (Σχήμα 10) :

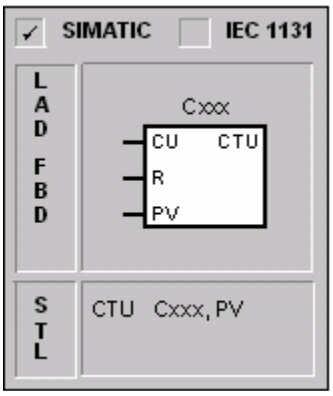


Σχήμα 10 : Παράδειγμα LADDER εντολής χρονικού (TOF)
Για όση ώρα ενεργοποιηθεί και κλείσει η επαφή I0.0, το φορτίο Q0.0 διεγείρεται μέσο του T33. Όταν ανοίξει η επαφή I0.0, το φορτίο Q0.0 θα συνεχίσει να διεγείρεται μέχρι να μετρηθεί ο χρόνος που έχουμε προκαθορίσει στον Timer.
Η επεξήγηση της λειτουργίας του παραδείγματος μπορεί να γίνει ευκολότερα κατανοητή αν ανατρέξουμε στις κυμματομορφές του διαγράμματος 4 που ακολουθεί.



Διάγραμμα 4 : Κυμματομορφές σχήματος 10

8. Up μετρητές (Up counters)
Η σύνταξη ενός Up counter στις γλώσσες (LAD/STL/FBD) καθώς και η διευθυνσιοδότηση φαίνονται στις εικόνες 13 και 14.



Εικόνα 13 : Εντολή Up counter

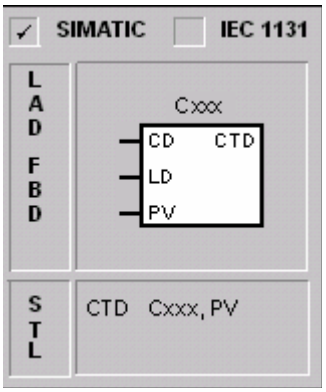
Inputs/Outputs	Data Types	Operands
Cxx	WORD	Constant (C0 to C255)
CU, CD, LD, R	BOOL	I, Q, V, M, SM, S, T, C, L, Power Flow
PV	INT	IW, QW, VW, MW, SMW, SW, LW, T, C, AC, AIW, *VD, *LD, *AC, Constant

Εικόνα 14 : Διευθυνσηοδότηση Up counter

Η εντολή Count Up (CTU) για μέτρηση προς τα πάνω από την τωρινή τιμή γίνεται κάθε φορά που η είσοδος CU εναλλάσσεται από off σε on. Όταν η τωρινή τιμή (Cxxx) γίνει μεγαλύτερη ή ίση από την προεπιλεγμένη τιμή (PV) το bit του counter Cxxx ανοίγει. Ο μετρητής ξαναρχίζει σε κάθε παλμό της εισόδου reset (R). Ο μετρητής σταματάει να μετράει όταν φτάνει την μέγιστη του τιμή (32.767). Οι διευθύνσεις Cxxx των μετρητών κυμαίνονται από C0 έως C255. Στην STL το reset του counter είναι στην κορυφή της σύνταξης ενώ η είσοδος της Up μέτρησης είναι στην αμέσως επόμενη σειρά της σύνταξης.
Σημείωση: Επειδή υπάρχει μια και μοναδική τιμή για την διεύθυνση κάθε μετρητή, δεν πρέπει να δίνουμε την ίδια τιμή σε παραπάνω από 1 counter είτε είναι Up είτε είναι Down είτε είναι Up/Down.
Παραδείγματα Up μετρητών είναι παρόμοια με αυτά του μετρητή Up/Down που ακολουθεί. Το ίδιο ισχύει και στην σύνταξη των Up μετρητών που είναι παρόμοια με αυτή του Up/Down που ακολουθεί.

9. Down Μετρητές (Down counters)

Η σύνταξη ενός Down counter στις γλώσσες (LAD/STL/FBD) φαίνεται στην εικόνα 15.

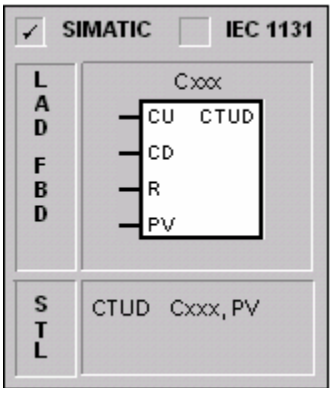


Εικόνα 15: Εντολή Down counter

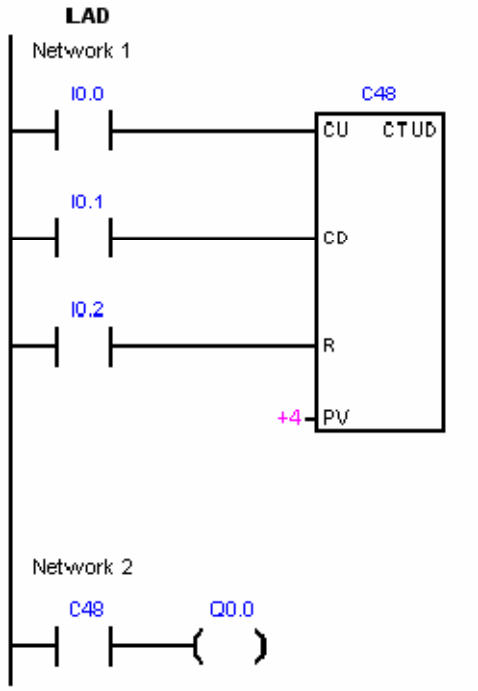
Η διευθυνσιοδότηση είναι ίδια με τον Up counter.
Η αντίστροφη μέτρηση (Count Down) μετράει προς τα κάτω από μια τωρινή τιμή κάθε φορά που η είσοδος αντίστροφης μέτρησης (Count Down CD)

εναλλάσσεται από off σε on. Όταν η τωρινή τιμή Cxxx γίνει ίση με το μηδέν το bit του counter ανοίγει. Ο μετρητής κάνει reset το bit του counter και φορτώνει την τωρινή τιμή με την προεπιλεγμένη τιμή όταν διεγείρεται η είσοδος φορτίου LD. Ο αντίστροφος μετρητής σταματάει να μετράει όταν
πιάσει την τιμή 0 και το bit του counter Cxxx ανοίγει. Οι διευθύνσεις των αντίστροφων μετρητών κυμαίνονται από C0 έως C255.
Σημείωση: Όπως αναφέραμε και παραπάνω δεν πρέπει ποτέ δυο counter είτε Up είτε Down είτε Up/Down να έχουν την ίδια διεύθυνση.

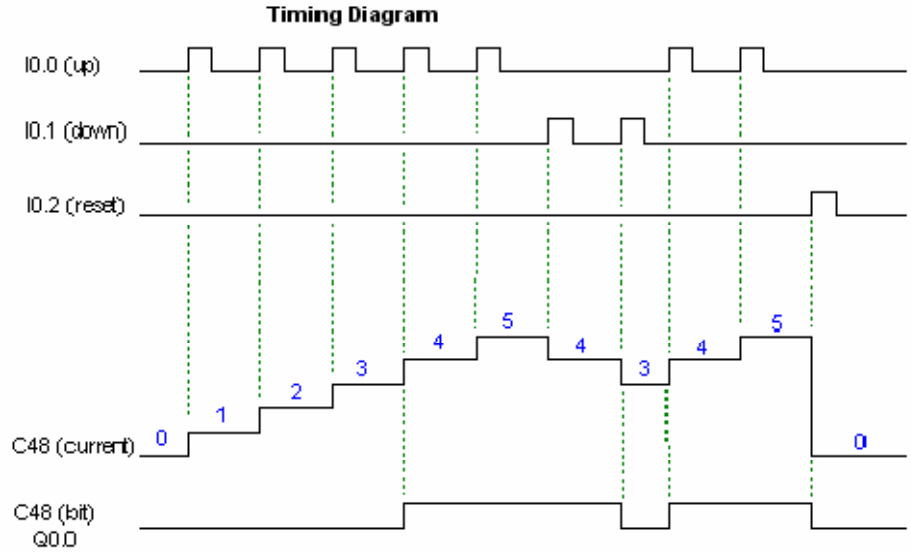
10. Up/Down Μετρητές.
Η σύνταξη ενός Up/Down counter στις γλώσσες (LAD/STL/FBD) φαίνεται στην εικόνα 16.



Εικόνα 16 : Εντολή Up/Down counter
Η διευθυνσιοδότηση είναι ίδια με τον Up counter.
Ο μετρητής Up/Down αυξάνεται κάθε φορά που η είσοδος count-up CU εναλλάσσεται από off σε on και μειώνεται κάθε φορά που η είσοδος countdown εναλλάσσεται από off σε on. Η τωρινή τιμή Cxxx του counter κρατάει την τωρινή μέτρηση. Η προεπιλεγμένη τιμή PV συγκρίνεται με την τωρινή τιμή κάθε φορά που η εντολή μέτρησης εκτελείται.
Όταν ο μετρητής φτάσει την μέγιστη τιμή (32.767) ο αμέσως επόμενος παλμός στην είσοδο count-up κάνει τον μετρητή να επιστρέφει στην ελάχιστη του τιμή (-32.768). Όταν ο μετρητής φτάσει την ελάχιστη τιμή (-32.768) ο αμέσως επόμενος παλμός στην είσοδο count-down κάνει τον μετρητή να επιστρέφει στην μέγιστη του τιμή (32.767).
Όταν η τωρινή τιμή Cxxx του μετρητή γίνει μεγαλύτερη ή ίση από την προεπιλεγμένη τιμή PV το bit του μετρητή δίνει έξοδο. Αλλιώς το bit του μετρητή παραμένει στην off του τιμή. Ο μετρητής επανέρχεται στις αρχικές του συνθήκες όταν η είσοδος Reset διεγείρεται ή όταν η εντολή Reset εκτελείται.
Ο Up/Down μετρητής σταματάει το μέτρημα όταν πιάσει την τιμή PV.
Οι διευθύνσεις του μετρητή Up/Down κυμαίνονται από C0 έως C255.
Σημείωση: Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται 2 ή περισσότεροι counter με την ίδια διεύθυνση.

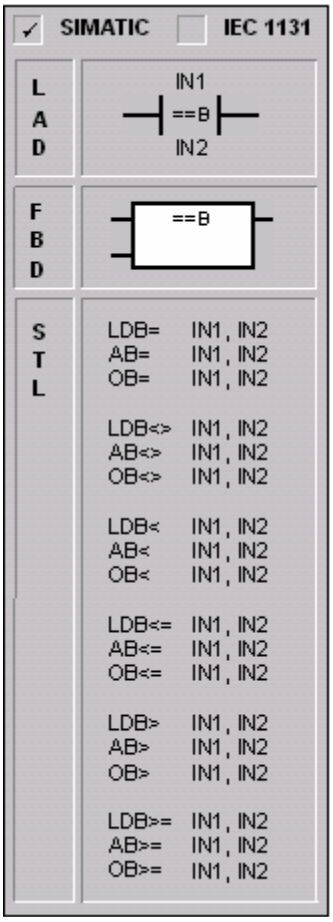


Σχήμα 12 : Παράδειγμα LADDER εντολής Up/Down counter
Η επεξήγηση της λειτουργίας του σχήματος 12 μπορεί να γίνει ευκολότερα κατανοητή αν ανατρέξουμε στις κυμματομορφές του διαγράμματος 5 που ακολουθεί.



Διάγραμμα 5 : Κυμματομορφές σχήματος 12
Όταν η count-up είσοδος δίνει παλμούς τότε η τιμή του counter αυξάνεται μέχρι να φτάσει την τιμή 4 που είναι και η PV όπου και δίνει έξοδο στην επαφή C48 διεγείροντας την έξοδο Q0.0. Όταν τώρα η count-down είσοδος δίνει παλμούς τότε πάλι μειώνεται ο counter μέχρις ότου η τιμή του να πέσει κάτω από 4 όπου και γυρνάει την επαφή C48 και το φορτίο Q0.0 στο off μέχρι πάλι να έρθει παλμοσειρά στην count-up είσοδο να υπερβεί την PV και να διεγερθεί ξανά η C48 και το φορτίο Q0.0.

11. Οι συγκρίσεις byte (Compare).
Η σύνταξη των εντολών για συγκρίσεις byte στις γλώσσες (LAD/STL/FBD) καθώς και η διευθυνσηοδότηση φαίνεται στις εικόνες 16 και 17.



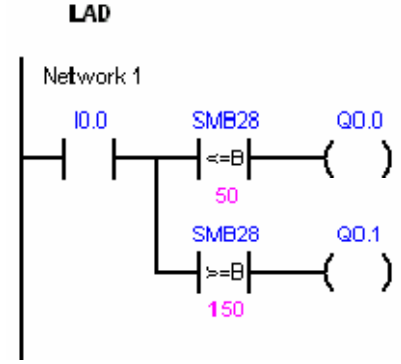
Εικόνα 16 : Εντολή σύγκρισης byte

Inputs/Outputs	Type	Operands
IN1, IN2	BYTE	IB, QB, VB, MB, SMB, SB, LB, AC, *VD, *LD, *AC, Constant
	INT	IW, QW, VW, MW, SMW, SW, T, C, LW, AC, AIW, *VD, *LD, *AC, Constant
	DINT	ID, QD, VD, MD, SMD, SD, LD, AC, HC, *VD, *LD, *AC, Constant
	REAL	ID, QD, VD, MD, SMD, SD, LD, AC, *VD, *LD, *AC, Constant
Output (or OUT)	BOOL	I, Q, V, M, SM, S, T, C, L, Power Flow

Εικόνα 17 : Διευθυνσηοδότηση σύγκρισης byte
Οι εντολές για συγκρίσεις Byte χρησιμοποιούνται για να συγκρίνουν 2 τιμές IN2 με IN2. Οι συγκρίσεις αυτές μπορούν να είναι:
IN2 = IN2,
IN2 >= IN2,
IN2 <= IN2,
IN2 > IN2,
IN2 < IN2,
IN2 <> IN2.

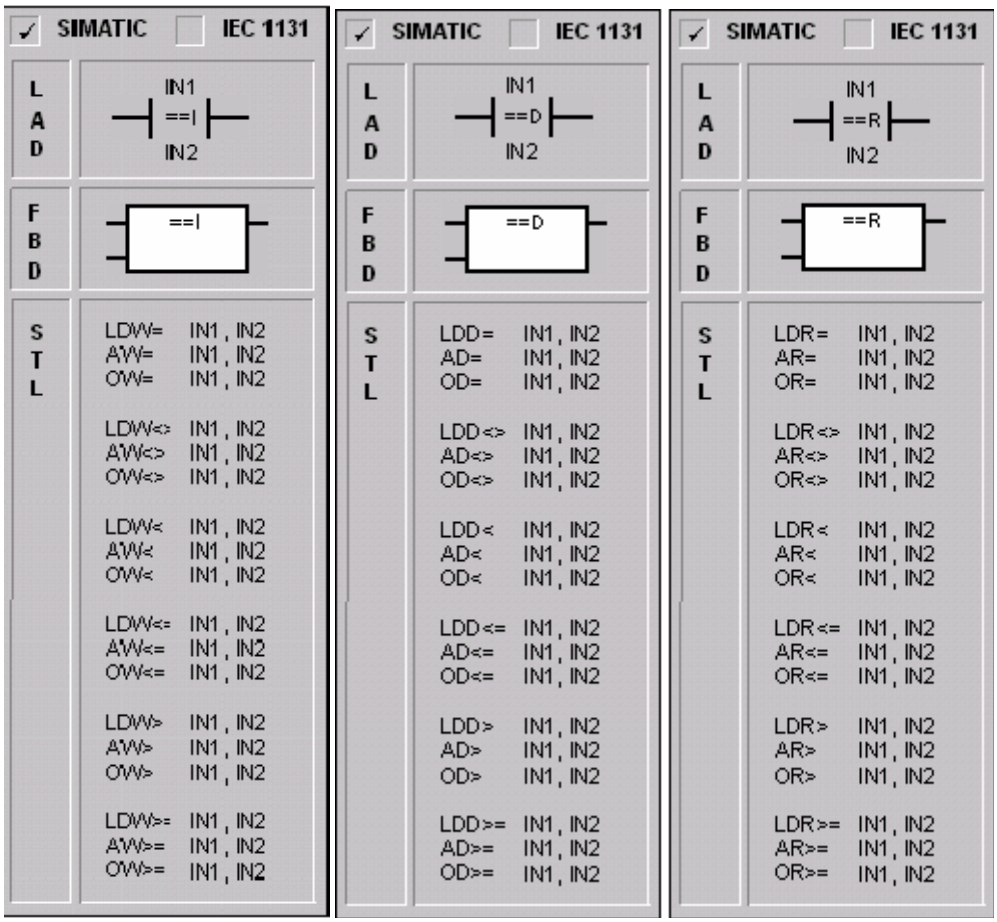
Οι συγκρίσεις byte είναι χωρίς πρόσημο. Στην LAD η επαφή είναι on όταν η σύγκριση είναι αληθής. Στην FBD η έξοδος είναι on όταν πάλι όταν η συνθήκη

είναι αληθής. Στην STL η εντολή κάνει AND ή OR το 1 μαζί με την διεύθυνση της κορυφής του κώδικα όταν η σύγκριση είναι αληθής.
Σημείωση: Οι συνθήκες που ακολουθούν είναι σοβαρά λάθη και προκαλούν το σταμάτημα της εκτέλεσης του προγράμματος στο S7-200.
• Η λανθασμένη έμμεση διεύθυνση μπερδευτεί.
• Ο λανθασμένος πραγματικός αριθμός μπερδευτεί.
Για την αντιμετώπιση αυτών των περιπτώσεων πρέπει να σιγουρευτούμε ότι έχουμε δώσει τις κατάλληλες αρχικές τιμές στους δείκτες και στις μεταβλητές που περιλαμβάνουν πραγματικούς αριθμούς πριν την εκτέλεση της σύγκρισης που χρησιμοποιεί αυτές τις τιμές. Οι εντολές σύγκρισης εκτελούνται ανεξάρτητα από το κομμάτι της ροής ισχύος.
Παράδειγμα σύγκρισης byte σε LAD φαίνεται στο σχήμα 14



Σχήμα 14 : Παράδειγμα LADDER εντολής σύγκρισης byte
Στο παραπάνω σχήμα όταν η τιμή του SMB28 είναι μικρότερη ή ίση του 50 η Q0.0 είναι ενεργή. Επίσης όταν η τιμή του SMB28 είναι μεγαλύτερη ή ίση του 150 τότε η Q0.1 είναι ενεργή. Όλα αυτά βέβαια ισχύουν όταν είναι διεγερμένη η I0.0 οπότε ενεργοποιούνται και οι συγκρίσεις.

12. Συγκρίσεις Integer, Double Integer, Real.
Η σύνταξη των εντολών για συγκρίσεις Integer, Double Integer, Real στις γλώσσες (LAD/STL/FBD) φαίνονται στην εικόνα 18.



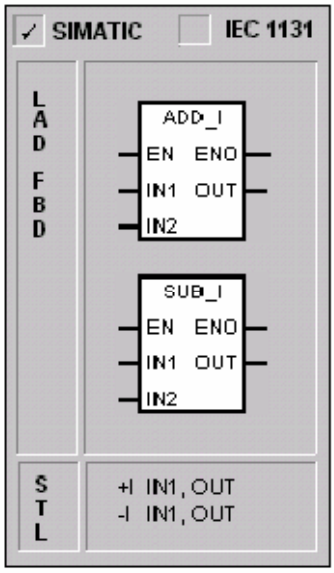
Εικόνα 18 : Εντολές σύγκρισης Integer, Double Integer, Real

Η διευθυνσηοδότηση είναι ίδια με τις συγκρίσεις byte.

Η λειτουργία των εντολών είναι ταυτόσημη με την λειτουργία της σύγκρισης Byte,το μόνο που αλλάζει εδώ είναι η σύνταξη τους η οποία παρατίθεται στην εικόνα 18.

13. Πρόσθεση και αφαίρεση ακέραιων αριθμών (Add and Subtract Integer)

Η σύνταξη των εντολών για πρόσθεση και αφαίρεση ακέραιων αριθμών στις γλώσσες (LAD/STL/FBD) καθώς και η διευθυνσηοδότηση φαίνονται στις εικόνες 19 και 20.



Εικόνα 19 : Εντολές Add and Subtract Integer

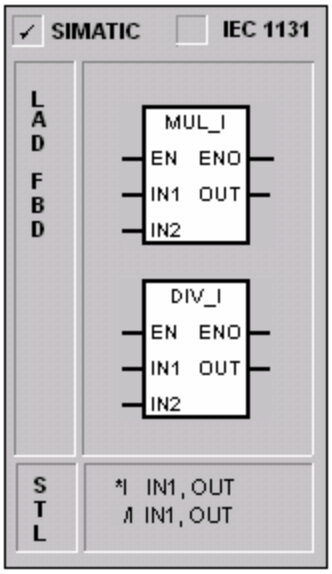
Inputs/Outputs	Data Types	Operands
IN1, IN2	INT	IW, QW, VW, MW, SMW, SW, T, C, LW, AC, AIW, *VD, *AC, *LD, Constant
	DINT	ID, QD, VD, MD, SMD, SD, LD, AC, HC, *VD, *LD, *AC, Constant
	REAL	ID, QD, VD, MD, SMD, SD, LD, AC, *VD, *LD, *AC, Constant
OUT	INT	IW, QW, VW, MW, SMW, SW, LW, T, C, AC, *VD, *AC, *LD
	DINT, REAL	ID, QD, VD, MD, SMD, SD, LD, AC, *VD, *LD, *AC

Εικόνα 20 : Διευθυνσηοδότηση εντολών Add and Subtract Integer

Οι Add Integer και Subtract Integer εντολές, προσθέτουν ή αφαιρούν δύο 16-bit ακέραιους και παράγουν ένα 16-bit αποτέλεσμα (OUT).
Όροι λάθους που θέτουν ENO = 0: SM1.1 (overflow),
SM4.3 (run-time), 0006 (indirect address).
Αυτές οι εντολές έχουν επιπτώσεις στα ακόλουθα Special Memory bits:
SM1.0 (zero); SM1.1 (overflow); SM1.2 (negative).

14. Πολλαπλασιασμός και Διαίρεση ακέραιων αριθμών (Multiply and Divide Integer)

Η σύνταξη των εντολών για πολλαπλασιασμό και διαίρεση ακέραιων αριθμών στις γλώσσες (LAD/STL/FBD) φαίνονται στην εικόνα 21.



Εικόνα 21 : Εντολές Multiply and Divide Integer

Η διευθυνσηοδότηση είναι ίδια με την πρόσθεση και αφαίρεση ακέραιων αριθμών.

Η Multiply Integer εντολή πολλαπλασιάζει δυο 16-bit ακέραιους και παράγει ένα 16-bit γινόμενο.

Η Divide Integer εντολή διαιρεί δυο 16-bit ακέραιους και παράγει ένα 16- bit πηλίκο. Κανένα υπόλοιπο δεν κρατείται.

Το bit υπερχείλισης (overflow bit) τίθεται εάν το αποτέλεσμα είναι μεγαλύτερο από μια λέξη εξόδου.

Όροι λάθους που θέτουν ENO = 0: SM 1.1 (overflow), SM1.3 (divide-byzero), SM4.3 (run-time), 0006 (indirect address).

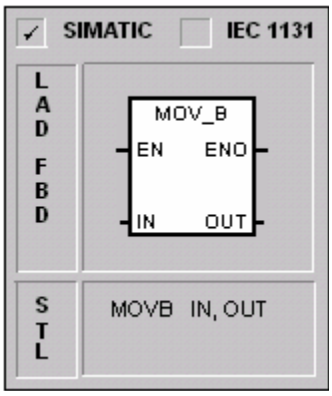
Αυτές οι εντολές έχουν επιπτώσεις στα ακόλουθα Special Memory bits: SM1.0 (zero); SM1.1 (overflow); SM 1.2 (negative); SM1.3 (divide-by-zero).

Εάν το SM 1.1 (overflow) ενεργοποιηθεί κατά τη διάρκεια πράξης πολλαπλασιασμού ή διαίρεσης, η έξοδος δεν θα γραφτεί, και όλα τα αλλά bits μαθηματικής Θέσης (math status bits) Θα γίνουν μηδέν.

Εάν το SM1.3 (divide by zero) ενεργοποιηθεί κατά την διάρκεια πράξης διαίρεσης, τότε τα άλλα bits μαθηματικής θέσης αφήνονται ανέπαφα και οι αρχικοί τελεστές εισόδου δεν αλλάζουν. Διαφορετικά, όπου υποστηρίζονται bits μαθηματικής θέσης περιέχουν την έγκυρη Θέση με την ολοκλήρωση της μαθηματικής πράξης.

15. Η εντολή Move Byte (MOV_B)

Η σύνταξη της εντολής Move Byte για μεταφορά byte στις γλώσσες (LAD/STL/FBD) καθώς και η διευθυνσηοδότηση φαίνεται στις εικόνες 22 και 23.



Εικόνα 22 : Εντολή Move Byte

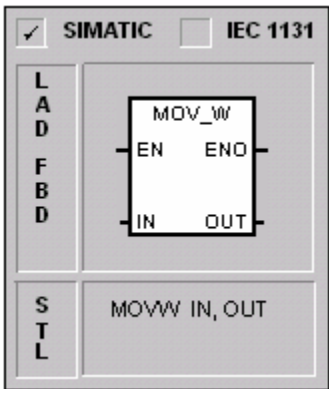
Inputs/Outputs	Data Types	Operands
IN	BYTE	IB, QB, VB, MB, SMB, SB, LB, AC, *VD, *LD, *AC, Constant
	WORD, INT	IW, QW, VW, MW, SMW, SW, T, C, LW, AC, AIW, *VD, *AC, *LD, Constant
	DWORD, DINT	ID, QD, VD, MD, SMD, SD, LD, HC, &VB, &IB, &QB, &MB, &SB, &T, &C, &SMB, &AIW, &AQW, AC, *VD, *LD, *AC, Constant,
	REAL	ID, QD, VD, MD, SMD, SD, LD, AC, *VD, *LD, *AC, Constant
OUT	BYTE	IB, QB, VB, MB, SMB, SB, LB, AC, *VD, *LD, *AC
	WORD, INT	IW, QW, VW, MW, SMW, SW, T, C, LW, AC, AQW, *VD, *LD, *AC
	DWORD, DINT, REAL	ID, QD, VD, MD, SMD, SD, LD, AC, *VD, *LD, *AC

Εικόνα 23 : Διευθυνσηοδότηση εντολής Move Byte

Η εντολή Move Byte (MOVB) μεταφέρει το byte από την είσοδο byte (IN) στην αντίστοιχη έξοδο (OUT) χωρίς ν' αλλάξει την τιμή του. Σφάλματα κατά την μεταφορά η την λανθασμένη διευθυνσιοδότηση τα παίρνουμε από την ENO.

16. Η εντολή Move Word (MOV_W).

Η σύνταξη της εντολής Move Word για μεταφορά word στις γλώσσες (LAD/STL/FBD) φαίνεται στην εικόνα 24.



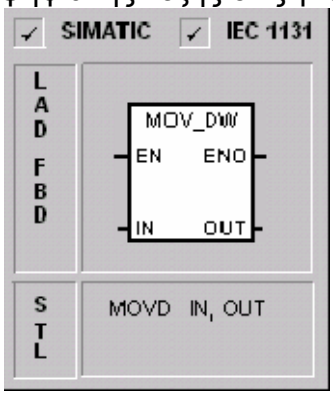
Εικόνα 24 : Εντολή Move Word

Η διευθυνσηοδότηση είναι ίδια με την εντολή Move Byte.
Η εντολή Move Word (MOV_W) μεταφέρει το word από την είσοδο word (IN) στην αντίστοιχη έξοδο (OUT) χωρίς ν' αλλάξει την τιμή της. Σφάλματα κατά την μεταφορά η την λανθασμένη διευθυνσιοδότηση τα παίρνουμε από την ENO.

17. Εντολή Move Double Word (MOV_DW).

Η σύνταξη της εντολής Move Double Word για μεταφορά διπλής

ψηφιακής λέξης στις γλώσσες (LAD/STL/FBD) φαίνεται στην εικόνα 25.



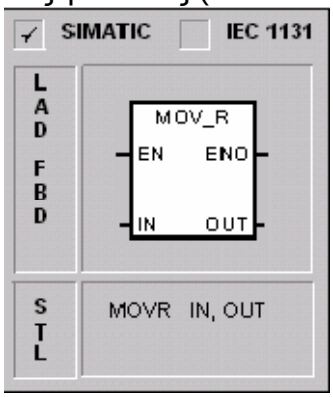
Εικόνα 25 : Εντολή Move Double Word

Η διευθυνσηοδότηση είναι ίδια με την εντολή Move Byte.

Η εντολή Move Double Word (MOV_DW) μεταφέρει το word από την είσοδο word (IN) στην αντίστοιχη έξοδο (OUT) χωρίς ν' αλλάξει την τιμή της. Σφάλματα κατά την μεταφορά η την λανθασμένη διευθυνσιοδότηση τα παίρνουμε από την ENO.

18. Η εντολή Move Real (MOV_R).

Η σύνταξη της εντολής Move Real για μεταφορά 32-bit πραγματικού αριθμού στις γλώσσες (LAD/STL/FBD) φαίνεται στην εικόνα 26.



Εικόνα 26 : Εντολή Move Real

Η διευθυνσηοδότηση είναι ίδια με την εντολή Move Byte.

Η εντολή Move Real (MOV_R) μεταφέρει το word από την είσοδο word (IN) στην αντίστοιχη έξοδο (OUT) χωρίς ν' αλλάξει την τιμή της. Σφάλματα κατά την μεταφορά η την λανθασμένη διευθυνσιοδότηση τα παίρνουμε από την ENO.

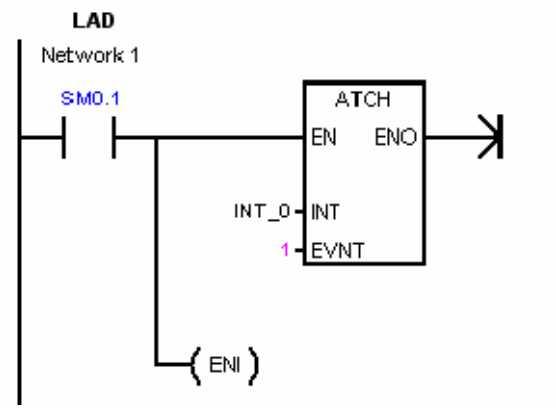
19. Οι εντολές ενεργοποίησης – απενεργοποίησης Interrupt.

Η σύνταξη των εντολών Enable Interrupt (ENI) και Disable Interrupt (DISI) για ενεργοποίηση και απενεργοποίηση Interrupt στις γλώσσες (LAD/STL/FBD) καθώς και η διευθυνσηοδότηση φαίνονται στις εικόνες 27 και 28.

Εικόνα 27 : Εντολές Enable Interrupt (ENI) και Disable Interrupt (DISI)

Inputs/Outputs	Data Types	Operands		
INT	BYTE	Constant (0 to 127)		
EVNT	BYTE	Constant	*CPU 221 and CPU 222:* *CPU 224:* *CPU 224XP and CPU 226:*	0 to 12, 19 to 23, and 27 to 33 0 to 23 and 27 to 33 0 to 33

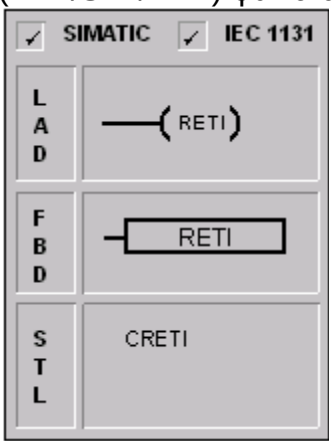
Εικόνα 28 : Διευθυνσηοδότηση εντολών Enable Interrupt (ENI) και Disable Interrupt (DISI)
Η εντολή ενεργοποίησης Interrupt (ENI) ενεργοποιεί την γενική χρήση όλων των επισυναπτόμενων interrupt. Η εντολή απενεργοποίησης Interrupt απενεργοποιεί την γενική χρήση όλων των interrupt. Όταν γίνεται η μετατροπή στην RUN λειτουργία τα interrupts απενεργοποιούνται. Στην RUN λειτουργία μπορούν να ενεργοποιηθούν interrupt εκτελώντας την εντολή ενεργοποίησης interrupt. Εκτελώντας την εντολή απενεργοποίησης interrupt
σε RUN λειτουργία εμποδίζεται η επεξεργασία των interrupt, όμως τα ενεργά interrupt θα συνεχίσουν να εκτελούνται. Σφάλματα κατά την εκτέλεση της εντολής δίνουν την τιμή 0 στην ENO.
Στα σχήματα 15 και 16 φαίνεται ένα παράδειγμα σε LAD/FBD για την εντολή ενεργοποίησης Interrupt. Πιο συγκεκριμένα στην πρώτη σάρωση του προγράμματος ορίζεται το interrupt INT_0 να είναι ένα interrupt falling-edge για την I0.0 ενώ παράλληλα ενεργοποιεί τα γενικά interrupt για όλο το πρόγραμμα. Την αναλυτικότερη λειτουργία της ATCH θα την δούμε παρακάτω.



Σχήμα 15 : Παράδειγμα LADDER εντολής Enable Interrupt (ENI)

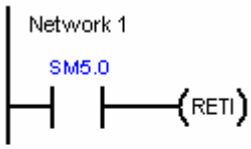
.

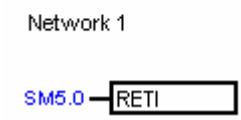
20. Εντολή επιστροφής interrupt με συνθήκη.
Η σύνταξη της εντολής επιστροφής interrupt με συνθήκη στις γλώσσες (LAD/STL/FBD) φαίνεται στην εικόνα 29.



Εικόνα 29 : Εντολή επιστροφής interrupt με συνθήκη
Η διευθυνσηοδότηση είναι ίδια με τις εντολές ενεργοποίησης – απενεργοποίησης Interrupt.

Η εντολή επιστροφής interrupt με συνθήκη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επιστρέψει interrupt εφ' όσον ισχύσει μια συνθήκη. Παράδειγμα μιας τέτοιας χρήσης φαίνεται στο παράδειγμα του σχήματος 19 και αναφέρεται στην χρήση της εντολής με τους 2 διαφορετικούς τρόπους σύνταξης.



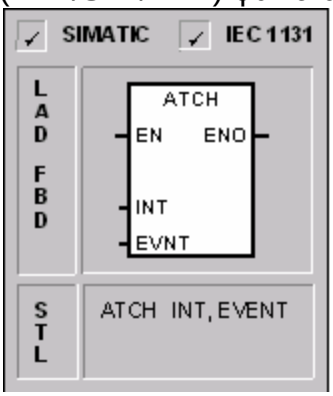


Σχήμα 19 : Παραδείγματα LADDER/FBD εντολής επιστροφής interrupt με συνθήκη

Στα παραπάνω παραδείγματα η RETI ενεργοποιείται όταν διεγερθεί η SM5.0.

21. Εντολή δημιουργίας interrupt

Η σύνταξη της εντολής Attach Interrupt για δημιουργία interrupt στις γλώσσες (LAD/STL/FBD) φαίνεται στην εικόνα 30.



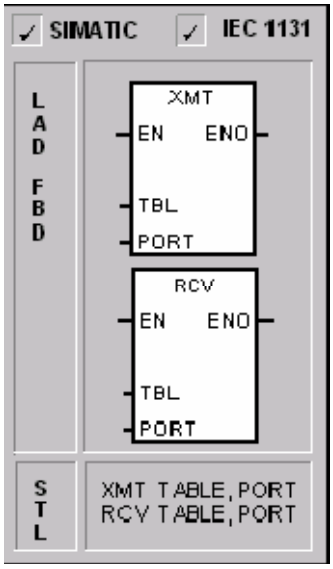
Εικόνα 30 : Εντολή δημιουργίας interrupt

Η διευθυνσηοδότηση είναι ίδια με τις εντολές ενεργοποίησης – απενεργοποίησης Interrupt.

Η εντολή δημιουργίας interrupt (ATCH) δημιουργεί ένα συμβάν interrupt (EVNT) με ένα χαρακτηριστικό αριθμό (INT) και ενεργοποιεί το interrupt. Σε περίπτωση σφάλματος η έξοδος ENO γίνεται 0.

22. Οι εντολές Transmit – Receive

Η σύνταξη των εντολών Transmit – Receive στις γλώσσες (LAD/STL/FBD) καθώς και η διευθυνσηοδότηση φαίνονται στις εικόνες 31 και 32.



Εικόνα 31 : Εντολές Transmit – Receive

Inputs/Outputs	Data Type	Operands		
TBL	BYTE	IB, QB, VB, MB, SMB, SB, *VD, *LD, *AC		
PORT	BYTE	Constant	*for CPU 221, CPU 222, CPU 224:* *for CPU 224XP, CPU 226:*	0 0 or 1

Εικόνα 32 : Διευθυνσηοδότηση εντολών Transmit – Receive

Η εντολή Transmit (XMT) χρησιμοποιείται στην ελεύθερη θύρα για να περνάει δεδομένα μέσω των θυρών επικοινωνίας.

Η εντολή receive ξεκινάει η τερματίζει την λειτουργία λήψης δεδομένων. Για να λειτουργήσει θα πρέπει να οριστεί μια συνθήκη έναρξης και λήξης . Τα μηνύματα που λαμβάνονται μέσω της καθορισμένης θύρας (PORT X) αποθηκεύονται στην μνήμη πληροφοριών (TBL). Η πρώτη είσοδος στην μνήμη πληροφοριών (data buffer) καθορίζει τον αριθμό των bytes που θα ληφθούν.

Στις LAD και FBD σύνταξη των Transmit και receive έχουμε κοινή έκφραση με κουτιά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- SIMATIC S7-200 Programmable Controller System Manual.
- SIMATIC HMI Device TP 170B Equipment Manual.
- Συστήματα αυτόματου ελέγχου, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
- ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΕ SIMATIC S7, Μαραντίδης Νικόλαος, Εκδόσεις Τζιόλα, Αθήνα 2000.
- Γεωργίου Θ. Τζουνίδη, Εφαρμογές αυτοματισμών με PLC's, Εκδόσεις Τέρτιος, 2001.
- Ν. Πανταζή, Αυτοματισμοί με PLC, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 1998.
- Γ. Κράνα – Ε. Δασκαλόπουλου, Βιομηχανικοί αυτοματισμοί &Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτες PLC, Εκδόσεις ΙΩΝ, 2001.
- ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΕΛΕΓΚΤΕΣ ένας πρακτικός οδηγός, DenisCollins – Eammon Lane, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη 1997.
- F. Petrauzella : Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές, Εκδόσεις Τζιόλα,Θεσσαλονίκη 2000.

WEBSITES

- http://techteam.gr/wiki/RFID
- http://www.go-online.gr/ebusiness/specials/article.html?article_id=1592
- http://www.go-online.gr/ebusiness/specials/article.html?article_id=1593
- http://www.advanced-media.eu/el/texnologia-rfid/perigrafi-texnologias.html
- http://www.teotec.gr/articleb3cd.html?cat=89
- http://knol.google.com/k/rfid
- http://openarchives.gr/search/%CE%A4%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1%20RFID
- http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms954628.aspx
- http://www.rcdtechnology.com/rfid-applications-in-supply-chain-management/592/
- http://www.plant-management.gr/index.php?id=14405
- http://www.pemptousia.com/2011/06/rfid-radio-frequency-identification/
- http://www.commercialsecuritydevices.com/
- http://www.ibns.gr/ibns/fsn-solutions/fsn-epharmoges-rfid.html