



**ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ**

**«ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ
ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ S7-200»**



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ. Ν. ΦΡΑΓΚΙΑΔΑΚΗΣ

ΜΑΡΓΩΝΗΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

ΧΑΝΙΑ 2007

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εργασία αυτή αποτελεί την απαραίτητη εργασία που πρέπει να εκπονηθεί, καλούμενη "πτυχιακή εργασία" ώστε να καταστεί κανείς πτυχιούχος.

Η πτυχιακή εργασία έχει ως στόχο την εμπάθунση μου σ' ένα συγκεκριμένο αντικείμενο από αυτά που έχω διδαχθεί κατά τη διάρκεια της φοίτησής μου στο τμήμα Ηλεκτρονικής.

Έτσι στην εργασία αυτή που έχει τίτλο "Προγραμματισμός και μελέτη του μικροελεγκτή S7-200", αναπτύσσεται η υπάρχουσα θεωρία προγραμματισμού της K.M.E του plc S7-200 της σειράς simatic της siemens.

Η εκπόνηση της ξεκίνησε το Σεπτέμβριο του 2006 και ολοκληρώθηκε το Μάρτιο του 2007.

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι να αναδείξει τα πλεονεκτήματα των plc στον σύγχρονο αυτοματισμό, κάνοντας μια γενική εισαγωγή στους προγραμματιζόμενους ελεγκτές (plc) <<Γιατί ο αυτοματισμός εξαπλώνεται συνεχώς και γιατί οι χρήστες των συσκευών δεν είναι πάντα εξοικειωμένοι με την ψηφιακή τεχνολογία. Είτε για τι πρόκειται για την τελευταία ίσως γενιά τεχνικών που ξέρει μόνο την τεχνολογία του κλασσικού αυτοματισμού. Ή γιατί πρόκειται για τεχνικούς άλλων ειδικοτήτων (π.χ. πολιτικούς μηχανικούς) που θέλουν να εφαρμόσουν αυτοματισμούς σε ένα κτίριο. Είτε ακόμα (καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται και γίνεται όλο και πιο φιλική για τους χρήστες) αν πρόκειται για ενθουσιώδεις ιδιώτες, ανθρώπους που θέλουν να υλοποιήσουν μόνοι τους μία εφαρμογή για τον εαυτό τους ή κάποιο φίλο>>, καθώς και στην εξοικείωση με το μικροελεγκτή S7-200 της siemens, παραθέτοντας βήμα βήμα την διαδικασία προγραμματισμού της κεντρικής μονάδας επεξεργασία του.

Η Siemens κατέχει σταθερά, εδώ και πολλά χρόνια, την ηγετική θέση στην αγορά των PLC παγκοσμίως. Σχεδιάζει και παράγει την κορυφαίας τεχνολογίας και αξιοπιστίας σειρά προϊόντων SIMATIC S7 που αποτελείται από τις οικογένειες S7-200, S7-300 και S7-400. Συγκεκριμένα η σειρά S7-200 ανήκει στην κατηγορία των "μικρών" PLC (micro PLC) λόγω του πολύ μικρού μεγέθους των συστημάτων. Τα PLC S7-200 με το χαρακτηριστικό κυβοειδές σχήμα έχουν ενσωματωμένο το υποσύστημα τροφοδοσίας και επίσης ενσωματωμένες εισόδους και εξόδους. Τα PLC S7-200 είναι ιδανικά για μικρές αυτόνομες εφαρμογές, π.χ. ανελκυστήρες, πλυντήρια αυτοκινήτων, μικρές μηχανές κ.α. Ωστόσο τα S7-200 είναι "επεκτεινόμενα" συστήματα, μπορούν δηλαδή να προστεθούν στη βασική μονάδα επιπλέον μονάδες εισόδων-εξόδων ή μονάδες επικοινωνίας και έτσι τα PLC S7-200 μπορούν να "μεγαλώσουν" ή να λειτουργήσουν με παραπάνω της μιας μονάδες συνεργαζόμενες (συνδεδεμένες σε δίκτυο) και έτσι να ελέγχουν πιο σύνθετες μηχανές ή διεργασίες.

Από τη μεριά μου θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή Κύριο Ν.Φραγκιαδακη για την αμέριστη συμπαράσταση που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΥΣ ΛΟΓΙΚΟΥΣ ΕΛΕΓΚΤΕΣ. 7	7
1.1	Περιγραφή και λειτουργία του PLC	7
1.2	Πλεονεκτήματα	8
1.3	Δομή του PLC	9
1.4	Προγραμματισμός του PLC	13
1.4.1	Γενικά	13
1.4.2	Συσκευή Προγραμματισμού	14
2.	PLC S7-200 Ο ΕΛΕΓΚΤΗΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΜΑΣ	15
2.1	Το micro PLC S7-200	15
2.2	Εξωτερικές μονάδες : μνήμης, ρολογιού και μπαταρίας	15
2.3	Μονάδες επέκτασης	16
2.4	Ενδεικτικές λυχνίες LED	17
2.5	Εγκατάσταση	18
2.6	Εξωτερική τροφοδοσία	18
2.7	Συνδέσεις	19
2.7.1	Σύνδεση εισόδων	19
2.7.2	Σύνδεση εξόδων	19
2.8	Αποσπώμενη κλεμμοσειρά	20
2.9	Συσκευή ενδείξεων και χειρισμών TD200	21
2.10	Ελεύθερα προγραμματιζόμενο σειριακό πρωτόκολλο (Freeport Mode)	22
2.11	Σύνδεση εκτυπωτή	22
2.12	Δικτύωση	23
3.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΟΥ PLC.....	24
3.1	Γενικά	24
3.2	Ανοίγοντας τον "Simatic Manager"	24
3.3	Δημιουργία Project	26
3.4	Εισαγωγή σταθμού	27
3.5	Ορισμός υλικού HW Configurations	29
3.6	Δημιουργία μπλοκ στο S7	31
3.7	Δημιουργία κώδικα με χρήση του LAD/STL/FBD Editor	33
3.8	Μεταφορά του προγράμματος στο PLC	36
4.	ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΣΗΜΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ ΜΙΑΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ (ΚΜΕ - CPU) S7-200	38
4.1	Κανόνες σχετικά με τον σχεδιασμό μιας λύσης αυτοματισμού μέσω ενός Micro-SPS (Ελέγχου με προγραμματισμό μνήμης)	38
4.1.1	Υποδιαίρεση της διαδικασίας ή της εγκατάστασης σε διάφορα τμήματα	38
4.1.2	Περιγραφή των τομέων λειτουργίας	38
4.1.3	Σχεδιασμός των ρευματοφόρων κυκλωμάτων ασφαλείας	39
4.1.4	Καθορισμός των σταθμών χειρισμού	39

4.1.5	Δημιουργία των σχεδίων διάρθρωσης σχετικά με το Σύστημα Αυτοματισμού (ΣΑ)	40
4.1.6	Κατάστρωση καταλόγου με συμβολικές διευθύνσεις	40
4.2	Προγράμματα S7-200 - Παραπομπές σε εισόδους και εξόδους στο πρόγραμμα	40
4.3	Γλώσσες προγραμματισμού S7-200	41
4.3.1	Τα βασικά στοιχεία ενός Σχεδίου Επαφής	42
4.3.2	Οι οδηγίες σ' ένα Κατάλογο Οδηγιών	43
4.4	Βασικά στοιχεία για τον σχεδιασμό ενός προγράμματος	44
4.4.1	Η δόμηση του προγράμματος	44
4.5	Ο κύκλος της ΚΜΕ.....	46
4.5.1	Ανάγνωση των ψηφιακών εισόδων	47
4.5.2	Η επεξεργασία του προγράμματος.....	47
4.5.3	Η επεξεργασία των απαιτούμενων προϋποθέσεων για επικοινωνία	48
4.5.4	Εκτέλεση της αυτοδιάγνωσης στην ΚΜΕ	48
4.5.5	Αναγραφή στις ψηφιακές εξόδους	48
4.5.6	Η διακοπή του κύκλου	48
4.5.7	Εικόνες σχετικά με τη διαδικασία στις εισόδους – εξόδους.....	49
4.5.8	Άμεσος χειρισμός των Εισόδων – Εξόδων	49
4.6	Ρύθμιση του είδους λειτουργίας για την ΚΜΕ	50
4.6.1	Ρύθμιση του είδους λειτουργίας μέσω του διακόπτη για τα είδη λειτουργίας	50
4.6.2	Ρύθμιση του είδους λειτουργίας μέσω του STEP 7-Micro/WIN	50
4.6.3	Ρύθμιση του είδους λειτουργίας μέσω του προγράμματος.....	51
4.7	Δημιουργία ενός κώδικα πρόσβασης για την ΚΜΕ	51
4.7.1	Οι βαθμίδες προστασίας της ΚΜΕ	51
4.7.2	Υπόδειξη.....	52
4.7.3	Δημιουργία ενός κώδικα πρόσβασης για την ΚΜΕ	52
4.7.4	Μέτρα που λαμβάνονται, αν ξεχαστεί ο κώδικας πρόσβασης	53
4.7.5	Προειδοποίηση.....	53
4.8	Έλεγχος και επίβλεψη του προγράμματός σας.....	54
4.8.1	Επίβλεψη του προγράμματός σας μέσω εκτέλεσης ενός ορισμένου πλήθους κύκλων.....	54
4.8.2	Χειρισμός και παρακολούθηση του προγράμματός σας μέσω ειδικού πίνακα για τη σχετική κατάσταση	54
4.8.3	Ενίσχυση των τιμών στον πίνακα κατάσταση.....	55
4.9	Διόρθωση λαθών στην ΚΜΕ S7-200.....	57
4.9.1	Διόρθωση σοβαρών λαθών	57
4.9.2	Διόρθωση μικρών λαθών	58
5.	ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΠΟΠΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ	60
5.1	Εισαγωγή στο SCADA	60
5.1.1	Γενικά	60
5.1.2	Αρχή λειτουργίας.....	61

5.1.3	Σύγχρονα καταναμημένα συστήματα SCADA	62
5.1.4	Εφαρμογές των SCADA	64
6.	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ PLC	66
6.1	ΠΟΥ ΤΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕ	66
6.2	Οπτικοποίηση Εφαρμογής μέσω PLC	66
6.2.1	Περιγραφή του προβλήματος.....	66
6.2.2	Έλεγχος της διαδικασίας	67
6.2.3	Δημιουργία των Runtime Screens.....	67
6.3	Μία Προγραμματιζόμενη Ηλεκτρολογική Εγκατάσταση.....	73
6.3.1	Λειτουργία Ε.Η.Ε. σε καθημερινή Βάση.....	75
6.3.2	Λειτουργία Ε.Η.Ε. κατά την ώρα αποχώρησης μας.....	75
6.3.3	Λειτουργία Ε.Η.Ε. κατά την περίοδο των διακοπών.....	75
6.3.4	PLC για ποιο σύνθετες περιπτώσεις	76
6.3.5	Πλεονεκτήματα της τεχνικής PLC	76
6.3.6	Μειονεκτήματα της τεχνικής PLC.....	77
6.4	Συμπεράσματα.....	77
7.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	78

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο Αυτοματισμός είναι μια παλιά, πολύ παλιά ιστορία. Και σε μεγάλο βαθμό είναι Ελληνική ιστορία. Η λέξη «αυτόματο» είναι Ελληνική και τη συναντάμε κατ' αρχάς στα Ομηρικά έπη. Στην αρχαιότητα οι Έλληνες, αρχικά φαντάζονταν, οραματίζονταν αυτόματα συστήματα και στη συνέχεια οι Έλληνες Μηχανικοί της αρχαιότητας μελετούσαν, σχεδίαζαν και κατασκεύαζαν αυτόματα και επιπλέον έγραφαν γι αυτά. Ιδιαίτερη άνθηση γνώρισε η Τέχνη του Αυτοματισμού κατά την Ελληνιστική περίοδο. Στα γραπτά των μηχανικών της εποχής όπως του Κτησίβιου, τους Φίλωνος του Βυζάντιου και κυρίως του Ήρωνος του Αλεξανδρέως (όπως αυτά διασώθηκαν με το πρωτότυπο κείμενο ή σε μεταφράσεις) βασίστηκε η εξέλιξη του Αυτοματισμού για όλο το επόμενο διάστημα μέχρι την Αναγέννηση. Μετά τη Βιομηχανική Επανάσταση ο Αυτοματισμός άρχισε να εφαρμόζεται ευρέως στις παραγωγικές διαδικασίες. Ο ηλεκτρισμός έδωσε ώθηση στις δυνατότητες των αυτόματων συστημάτων και ήταν πλέον ένα όπλο στα χέρια των μηχανικών που μπορούσαν να υλοποιήσουν τη «λογική» του συστήματος με τις γνωστές διατάξεις του «κλασσικού αυτοματισμού». Στη συνέχεια η ανάπτυξη της ηλεκτρονικής και ειδικά η ανακάλυψη των ημιαγωγών, κυριολεκτικά απογείωσε τις δυνατότητες και άνοιξε, μέχρι την εποχή μας, νέους ορίζοντες στο χώρο. Στην συγκεκριμένη εργασία θα ασχοληθούμε με το plc s7-200 της siemens . Ας δούμε το θέμα πιο αναλυτικά με βάση την ιστορία των συστημάτων και προϊόντων της Siemens, που είναι σταθερά εδώ και δεκαετίες η κυρίαρχη εταιρία στο χώρο και εκ των πραγμάτων καθορίζει τις εξελίξεις στον αυτοματισμό:

Για τους ελεγκτές προγραμματιζόμενης λογικής PLC, η χρονιά με την ιστορική σημασία ήταν το 1958. Τότε η εμπορική ονομασία Simatic που είχε ήδη γίνει συνώνυμη με τα PLC και ήταν η σειρά που κυριαρχούσε στην παγκόσμια αγορά, έγινε καταχωρημένο εμπορικό σήμα. Παρ' όλο όμως που οι πρώτοι απλοί ηλεκτρονικοί λογικοί ελεγκτές εμφανίσθηκαν πριν από 50 χρόνια, η επανάσταση έγινε το 1984. Τη χρονιά αυτή παρουσιάσθηκε hardware «με ευφυΐα» και δυνατότητα προγραμματισμού με χρήση γλωσσών υψηλού επιπέδου. Στο μεταξύ το 1975 παρουσιάστηκε στην αγορά η σειρά SIMATIC® S3 που αντικαταστάθηκε το 1978/1979 από τη σειρά SIMATIC® S5 που αντίστοιχα αντικαταστάθηκε το 1995 από τη σειρά SIMATIC® S7 η οποία παράγεται μέχρι και σήμερα. Οι ελεγκτές προγραμματιζόμενης λογικής εξακολουθούν σήμερα να είναι το βασικό σύστημα σε κάθε εξελιγμένη λύση αυτοματισμού. Τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα των PLC: η αντοχή, η στιβαρή κατασκευή και η απλότητα στο χειρισμό εξακολουθούν να αποτελούν την εγγύηση για την επιτυχημένη χρήση τους στις εφαρμογές. Τα PLC μαζί με μια σειρά περιφερειακών, συνεργαζόμενων και παρελκόμενων συστημάτων και προϊόντων δίνουν την ευκαιρία στους σημερινούς μηχανικούς να σχεδιάζουν και να υλοποιούν ολοκληρωμένες εφαρμογές αυτοματισμού, γρήγορα, και εύκολα αλλά και στους τελικούς πελάτες να διαθέτουν συστήματα φιλικά, ανοιχτά σε συνεργασία με υφιστάμενα συστήματα, εύκολα στη διάγνωση και αποκατάσταση βλαβών, τη συντήρηση αλλά και τις μελλοντικές επεκτάσεις

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΥΣ ΛΟΓΙΚΟΥΣ ΕΛΕΓΚΤΕΣ

1.1 Περιγραφή και λειτουργία του PLC

Το PLC είναι μια ηλεκτρονική διάταξη η οποία από την άποψη της λειτουργίας θα μπορούσε κάλλιστα να προσομοιωθεί με έναν πίνακα κλασσικού αυτοματισμού. Αυτό, γιατί το PLC, όπως και ο πίνακας αυτοματισμού, έχει εισόδους και εξόδους που συνδέονται με τα στοιχεία μιας εγκατάστασης και βέβαια έναν αλγόριθμο που καθορίζει ποιος συνδυασμός εισόδων παράγει ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα στις εξόδους (π.χ. η πίεση του πειστικού διακόπτη start ενεργοποιεί έναν κινητήρα, ενώ η πίεση του μπουτόν stop τον απενεργοποιεί). Οι ομοιότητες όμως σταματούν εδώ, αφού σε ένα πίνακα κλασσικού αυτοματισμού ο αλγόριθμός που αποφασίζει ποιος συνδυασμός εισόδων ενεργοποιεί μια ή και περισσότερες εξόδους συνίσταται από την καλωδίωση του πίνακα και άρα είναι σταθερός για κάθε πίνακα, ενώ στο PLC εξαρτάται από το εκάστοτε αποθηκευμένο πρόγραμμα στη μνήμη του και μπορεί να αλλάξει «κατεβάζοντας» ένα νέο πρόγραμμα στη μνήμη του. Με λίγα λόγια ενώ η «λογική» ενός συστήματος κλασσικού αυτοματισμού είναι σταθερή, αφού εξαρτάται από το hardware, στο PLC είναι μεταβαλλόμενη, αφού εξαρτάται από το software. Ένα PLC, από τη σκοπιά του υλικού, αποτελείται από την CPU, την κάρτα εισόδων, την κάρτα εξόδων, το τροφοδοτικό και τις διατάξεις ενδείξεων και χειρισμών. Η CPU περιέχει τη λογική του αυτοματισμού και η οποία αφού διαβάσει την κατάσταση των καρτών εισόδου, ενεργοποιεί τις κάρτες εξόδου σύμφωνα με το αποθηκευμένο πρόγραμμα στη μνήμη του PLC. Ειδικότερα ένα PLC λειτουργεί ως εξής :

- Αρχικά η CPU διαβάσει τις εισόδους, δηλαδή παρατηρεί την κάθε είσοδο, και αν σε αυτή έχει εμφανιστεί τάση (που σημαίνει ότι έχει ο κλείσει ο διακόπτης που είναι συνδεδεμένος στην είσοδο αυτή), καταχωρεί ένα λογικό 1 σε μια περιοχή μνήμης του που είναι ειδική για αυτόν το σκοπό (input image). Η περιοχή αυτή περιέχει σε κάθε στιγμή την κατάσταση των εισόδων και λειτουργεί ως ενδιάμεσος σταθμός ανάμεσα στον έξω κόσμο και τη CPU.

- Εν συνεχεία, εκτελείται το πρόγραμμα, δηλαδή εξετάζεται η τιμή των εισόδων και αποφασίζεται η τιμή των εξόδων, η οποία και καταχωρείται σε μια μνήμη εξόδου (output image).

- Τέλος, η μνήμη εξόδου μεταφέρεται στην κάρτα εξόδου η οποία με τη σειρά της ενεργοποιεί ρελέ ή οτιδήποτε άλλο είναι συνδεδεμένο σ' αυτή.

Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται από την αρχή και διαρκώς, δηλαδή σαρώνονται και πάλι οι εισοδοί και ενεργοποιούνται ξανά οι έξοδοι. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται κυκλικά και για αυτό λέμε ότι το πρόγραμμα υπόκειται σε κυκλική επεξεργασία στο PLC.

Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να τονίσουμε ότι η πληροφορία για την κατάσταση των εισόδων ανακτάται στην αρχή του κύκλου και θεωρείται σταθερή για όλη τη διάρκεια του κύκλου (μερικά msec). Άρα οποιαδήποτε αλλαγή της εισόδου του PLC η οποία

διαρκεί λιγότερο από τον χρόνο εκτέλεσης ενός κύκλου από το PLC δε γίνεται αντιληπτή από αυτό. Υπάρχει βέβαια και η δυνατότητα, με χρήση ειδικής κάρτας εισόδων και hardware interrupt, η άμεση πληροφόρηση της CPU για κάθε αλλαγή της εισόδου, ανεξάρτητα αν αυτή γίνεται στην αρχή ή στο μέσον του κύκλου.

Με βάση τα παραπάνω, παρατηρούμε ότι ένα PLC με σταθερή καλωδίωση μπορεί ανάλογα με το πρόγραμμα που «τρέχει» να συμπεριφέρεται τελείως διαφορετικά σε ίδια διέγερση. Αυτό είναι ένα από τα πλεονεκτήματα του PLC έναντι του κλασσικού αυτοματισμού, τα οποία θα αναπτύξουμε ευθύς αμέσως.

1.2 Πλεονεκτήματα

Συγκριτικά με τον κλασσικό αυτοματισμό τα πλεονεκτήματα του PLC είναι πάρα πολλά. Ενδεικτικά αναφέρουμε τα πιο σημαντικά από αυτά :

- Είναι συσκευές γενικής χρήσεως, δεν είναι δηλαδή κατασκευασμένοι για ένα συγκεκριμένο είδος παραγωγής.
- Δεν ενδιαφέρει κατά τη σχεδίαση, ο συνολικός αριθμός βοηθητικών επαφών, χρονικών, απαριθμητών, κλπ, αφού αποτελούν στοιχεία μνήμης του PLC και όχι φυσικές οντότητες.
- Η λειτουργία του αυτοματισμού, μπορεί να αλλάξει οποιαδήποτε χρονική στιγμή, χωρίς καμία επέμβαση στο υλικό μέρος, με αλλαγή στο πρόγραμμα που «τρέχει» το PLC.
- Εύκολος οπτικός εντοπισμός της κατάστασης των εισόδων και των εξόδων με τη βοήθεια των ενσωματωμένων LED στις κάρτες εισόδων και εξόδων του PLC. Με τη βοήθεια Η/Υ μπορούμε να παρακολουθήσουμε και τη ροή εκτέλεσης του προγράμματος του PLC.
- Τα PLC ως αμιγώς ηλεκτρονικές – ψηφιακές συσκευές καταλαμβάνουν μικρότερο χώρο, οδηγώντας έτσι σε μείωση του συνολικού όγκου του αυτοματισμού.
- Τοποθετούνται άφοβα σε πεδία ισχύος μιας και ο κατασκευαστής τους δίνει συγκεκριμένες οδηγίες για την εγκατάσταση σε τέτοιους χώρους.
- Δεν χρειάζονται κάποια ανώτερη γλώσσα προγραμματισμού, αλλά προγραμματίζονται με βάση το γνωστό στους ηλεκτρολόγους συνδεσμολογικό σχέδιο με επαφές, χρονικά κ.τ.λ. (διάγραμμα **LADDER**), με λογικό διάγραμμα ή με την γλώσσα **STL** (statement list).
- Η εμπειρία έχει δείξει ότι μόνο το **5%** των σφαλμάτων ολόκληρου του προς αυτοματοποίηση συστήματος προέρχεται από σφάλμα του PLC.
- Επίσης, έχουν τη δυνατότητα διασύνδεσης, καταργώντας έτσι τα όρια στον αριθμό, εισόδων και εξόδων ενός συστήματος αυτοματισμού.
- Τέλος, μπορούν να συνδεθούν με συστήματα SCADA, δίνοντας μια εποπτική εικόνα λειτουργίας του αυτοματισμού, αλλά και επιτρέποντας την τηλεμετρία και τον τηλεχειρισμό του συστήματος αυτοματισμού.

1.3 Δομή του PLC

Ένα PLC αποτελείται από τις κάτωθι βαθμίδες :

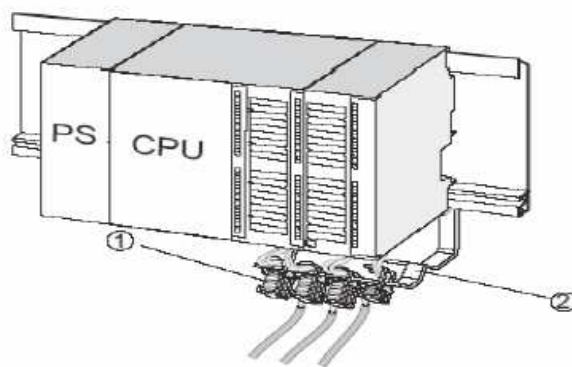
➤ Πλαίσιο στήριξης των επιμέρους καρτών (rack)

Ο ρόλος του είναι να στηρίζει τις διάφορες κάρτες που θα συνδεθούν στο σύστημα αυτοματισμού. Η επικοινωνία μεταξύ καρτών και CPU γίνεται με ένα συνδετήρα σχήματος Π στο πίσω μέρος των καρτών. Μέσω αυτού υλοποιούνται οι δίαυλοι εσωτερικής επικοινωνίας :

- P-Bus (Peripheral Bus), το οποίο μεταφέρει πληροφορίες που αφορούν τις εισόδους και τις εξόδους του PLC. Το P-Bus είναι σειριακό και η ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων είναι 1.5 Mbps.
- K-Bus (Communication Bus) που αφορά την επικοινωνία της CPU με ειδικές κάρτες (πχ FM). Το K-Bus είναι σειριακό και η ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων είναι 187.5 Kbps (σαφώς πιο αργό σε σχέση με το P-Bus).



Σχήμα 1.1: Ένα Rack με ένα PLC και 8 κάρτες εισοδων/εξοδων



Σχήμα 1.2: Πλάγια όψη του Rack

➤ **Μονάδα Τροφοδοσίας (Ps)**

Σκοπός της είναι να παρέχει την απαραίτητη για τη λειτουργία της CPU και των καρτών εισόδων / εξόδων DC τάση λειτουργίας των 24 V. Στη σειρά PLC Simatic S7 της Siemens υπάρχουν τρεις διαθέσιμοι τύποι τροφοδοτικών ανάλογα με την ικανότητα παρεχόμενης ισχύος.

	PS 307/2A	PS 307/5A	PS 307/10A
Τάση Εισόδου	120V/230V AC	120V/230V AC	120V/230V AC
Ρεύμα Εξόδου	2A	5A	10A
Απορροφούμενη Ισχύς	58W	138W	270W

➤ **Κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU)**

Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας, CPU (Central Processing Unit) είναι ο «**εγκέφαλος**» όλου του συστήματος και έχει ακριβώς την ίδια δομή με την CPU οποιουδήποτε Ηλεκτρονικού Υπολογιστή. Τα ηλεκτρονικά στοιχεία που την αποτελούν επιλέγονται πάρα πολύ προσεκτικά, ώστε να πληρούν τις αυστηρότερες προδιαγραφές αξιοπιστίας. Δηλαδή, θα πρέπει να είναι σε θέση να λειτουργούν σε ένα αρκετά ευρύ θερμοκρασιακό περιβάλλον και βέβαια η μηχανική τους στήριξη θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να μη διαταράσσεται η λειτουργία τους από συνήθεις κραδασμούς.

Τα δεδομένα εισόδου που επεξεργάζεται μια CPU είναι δυαδικής μορφής αποτελούμενα από bits. Για τον λόγο αυτό λέμε συνήθως ότι τα PLCs είναι **1 bit Boolean Processors (επεξεργαστές του 1 bit)**. Υπάρχουν βέβαια και επεξεργαστές με δυνατότητα επεξεργασίας πέραν του ενός bit.

Ο μικροεπεξεργαστής της κεντρικής μονάδας (CPU) αφού δεχθεί τα ψηφιακά σήματα εισόδου, τα επεξεργάζεται και πραγματοποιεί τις λογικές αποφάσεις σύμφωνα με τις εντολές ενός προγράμματος που βρίσκεται αποθηκευμένο στη μνήμη. Η επεξεργασία του προγράμματος γίνεται συνεχώς (**κυκλική επεξεργασία**). Ο μικροεπεξεργαστής ελέγχει συνεχώς τις διάφορες εισόδους, αν έχουν δηλαδή τάση ή όχι (επαφές κλειστές ή ανοιχτές), επεξεργάζεται τις εντολές του προγράμματος και βάσει των λογικών αποφάσεων που παίρνει, εξαναγκάζει τις εξόδους να διεγερθούν ή όχι, ενεργοποιώντας ή απενεργοποιώντας έτσι τα διάφορα εξωτερικά στοιχεία (ρελέ, βαλβίδες κ.λ.π.) που βρίσκονται συνδεδεμένα σε αυτές.

Συνήθως ένα PLC έχει μία μόνο CPU η οποία όμως μπορεί να εξυπηρετεί ταυτόχρονα πολλές εισόδους και εξόδους. Από τα παραπάνω εξάγεται το συμπέρασμα ότι μία CPU περιλαμβάνει έναν **επεξεργαστή (processor)** και μία **μονάδα μνήμης (memory)** στην οποία αποθηκεύεται το πρόγραμμα και τα δεδομένα. Το πρόγραμμα μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα σύνολο εντολών που καθορίζουν την σχέση μεταξύ εισόδων και εξόδων.

➤ **Κάρτες εισόδων / εξόδων, ψηφιακές ή αναλογικές (Signal Modules)**

▪ **Μονάδες ψηφιακών εισόδων**

Ο ρόλος τους είναι να μεταφέρουν την εικόνα της εγκατάστασης στη CPU, όπως για παράδειγμα ότι ενεργοποιήθηκε ένας τερματικός διακόπτης ή ότι πατήθηκε από τον χειριστή ένα μπουτόν. Η πληροφορία αυτή μεταφέρεται ηλεκτρικά σε κλέμμα της κάρτας εισόδων, ψηφιοποιείται και αποθηκεύεται στη μνήμη απεικόνισης εισόδων.

Ως ψηφιακή πληροφορία εννοούμε αυτήν που μπορεί να πάρει μόνο δύο διακριτές τιμές, τη λογική τιμή 1, που αντιστοιχεί σε επίπεδα τάσης 1330 VDC και τη λογική τιμή 0 που αντιστοιχεί σε επίπεδα τάσης 0-5 VDC. Την ενδιάμεση περιοχή τάσεων 6-12 VDC η ψηφιακή κάρτα εισόδων δεν την αντιλαμβάνεται και την αγνοεί.

Υπάρχει μονάδα εισόδων του ενός byte, των 2 bytes και των 4 bytes. Γνωρίζοντας ότι ένα byte αποτελείται από 8 bit και ότι κάθε bit ισοδυναμεί με μία είσοδο, έχουμε κάρτες με 8,16 και 32 εισόδους αντίστοιχα.

Μια σημαντική παράμετρος της κάρτας εισόδων είναι η καθυστέρηση που εισαγάγει στη μεταφορά του σήματος προς την CPU. Μια τυπική τιμή για τα PLC της Siemens είναι της τάξης των 1.2-25 msec.

Τέλος, πρέπει να τονίσουμε ότι οι κάρτες εισόδου διαθέτουν γαλβανική απομόνωση, δηλαδή η τάση εισόδου δεν οδηγεί απευθείας τα κυκλώματα της CPU αλλά μέσω ενός optocoupler, ενός εξαρτήματος που αποτελείται από μια φωτοδίοδο που μετατρέπει το ηλεκτρικό ρεύμα σε φως και ενός φωτοτρανζίστορ που υλοποιεί το αντίστροφο. Το σημαντικό πλεονέκτημα που προσφέρει η γαλβανική απομόνωση συνίσταται στην ασφάλεια των κυκλωμάτων της CPU έναντι τυχόν υπερτάσεων ή εσφαλμένων τροφοδοτήσεων στην κάρτα εισόδων.

▪ **Μονάδες ψηφιακών εξόδων**

Ο ρόλος τους είναι να μετατρέπουν τις αποφάσεις που πήρε η CPU σε εντολές προς την εγκατάσταση. Οι αποφάσεις αυτές βρίσκονται καταχωρημένες στη μνήμη απεικόνισης εξόδων στη CPU και μετατρέπονται σε ηλεκτρικά σήματα από τις κάρτες εξόδων.

Οι κάρτες εξόδου λειτουργούν ως διακόπτες, στους οποίους δίνουμε εμείς τάση και όταν κλείσει ο διακόπτης, η τάση διοχετεύεται προς το υπόλοιπο κύκλωμα.

Κατ' αντιστοιχία με τις κάρτες εισόδων έχουμε κάρτες εξόδων των 1,2,4 byte ή των 8,16,32 εξόδων αντίστοιχα. Στην περίπτωση των καρτών εξόδου όταν μια έξοδος είναι ενεργοποιημένη εμφανίζει τάση 24 VDC, ενώ όταν είναι ανενεργή τάση 0 VDC.

Τέλος και οι κάρτες ψηφιακών εξόδων διαθέτουν γαλβανική απομόνωση για προστασία της CPU

▪ **Μονάδες αναλογικών εισόδων**

Επιτελούν την ίδια λειτουργία με τις μονάδες ψηφιακών εισόδων, με τη μόνη διαφορά ότι αυτές μπορούν να διαβάζουν συνεχείς τιμές. Δηλαδή μια κάρτα

αναλογικών εισόδων «διαβάζει» την τιμή του αναλογικού σήματος, εύρους 0-10 V για παράδειγμα, και τη μετατρέπει σε ένα ακέραιο αριθμό από 0-255. Προφανώς για να γίνει η μετατροπή αυτή πρέπει να υπάρχει ενσωματωμένη στην κάρτα μονάδα A/D (μετατροπής αναλογικού σήματος σε ψηφιακό), της οποίας όμως η περιγραφή της λειτουργίας ξεφεύγει από το σκοπό της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Οι συνέχεις τιμές που αντιλαμβάνονται οι κάρτες αναλογικών εισόδων είναι είτε τιμές συνεχούς τάσης εύρους 0-10 V είτε τιμές συνεχούς ρεύματος εύρους 0-20 mA ή 4-20 mA. Γίνεται φανερό ότι πριν την κάρτα αναλογικών εισόδων πρέπει να υπάρχει κατάλληλος μορφοτροπέας ο οποίος θα μετατρέπει το προς μέτρηση σήμα σε μια από τις παραπάνω αποδεκτές τιμές τάσης ή ρεύματος.

Τέλος, κάθε είσοδος μπορεί να μετρήσει είτε τάση είτε ρεύμα με την κατάλληλη συνδεσμολογία και την απαραίτητη δήλωση στο περιβάλλον προγραμματισμού του PLC, και ονομάζεται «κανάλι» της κάρτας. Έτσι έχουμε κάρτες με 2,4 ή 8 κανάλια. Κάθε κανάλι καταλαμβάνει 12 ή 14 bits στη input image, ανάλογα με την ακρίβεια και το είδος του A/D που χρησιμοποιεί η κάρτα.

▪ **Μονάδες αναλογικών εξόδων**

Κατ' αναλογία με τις μονάδες ψηφιακών εξόδων, ο συγκεκριμένος τύπος καρτών επιτρέπει την ενεργοποίηση (π.χ. κινητήρων) ή τη ρύθμιση (π.χ. παροχή καυσίμου σε μπεκ, στροφών κινητήρα) διαφόρων διατάξεων με βάση την κατάσταση των εισόδων αλλά και το αποθηκευμένο πρόγραμμα στο PLC.

Η πιο σημαντική διαφορά των καρτών αναλογικών εξόδων από τις αντίστοιχες ψηφιακές, είναι ότι η έξοδος δεν είναι ένα διακριτό σήμα με δύο δυνατές τιμές, αλλά ένα συνεχές σήμα τάσης (0 -10 V) ή ρεύματος (0-20 mA , 4-20 mA). Το συνεχές αυτό σήμα μπορεί να οδηγήσει διάφορα είδη αναλογικών ενεργοποιητών.

Η λειτουργία των καρτών αυτών είναι αντίστοιχη με αυτή των αναλογικών εισόδων, με τη διαφορά ότι αυτές φέρουν μετατροπέα ψηφιακού σε αναλογικό (D/A), αφού σ' αυτές η ψηφιακή πληροφορία (12 ή 14 bits) όπως αυτή προκύπτει από την επεξεργασία του προγράμματος του PLC, μετατρέπεται σε ένα αναλογικό σήμα τάσης ή ρεύματος. Και εδώ υπάρχει γαλβανική απομόνωση με χρήση οπτοζευκτών.

▪ **Ενεργοποιητές (Actuators)**

Είναι εκτελεστικά όργανα. Πολλές φορές ενισχύουν το ασθενές σήμα εξόδου και στη συνέχεια ενεργοποιούν ρελέ, ανοίγουν βάνες, διακόπτες, κ.λ.π.

❖ **Τύποι ενεργοποιητών**

- Ηλεκτροϋδραυλικοί κινητήρες (βηματικοί κινητήρες με servo – drivers)
- Ηλεκτρικοί κινητήρες (DC, σύγχρονοι AC, βηματικοί κινητήρες)
- Alarms (λάμπες, ηχητικές διατάξεις, κουδούνια κ.λ.π.)
- Πνευματικοί ή υδραυλικοί κύλινδροι (πιστόνια), συνοδευόμενοι από διάφορους τύπους βαλβίδων κ.λ.π.

➤ **Κάρτες επεξεργασίας σύνθετων και χρονικά κρίσιμων διαδικασιών (Function Modules, FM)**

Μια ειδική κάρτα, όπως λέει και το όνομα της, αναλαμβάνει να ελέγξει μια συγκεκριμένη λειτουργία αυτοματισμού. Έτσι μια λειτουργία που είναι επαναλαμβανόμενη και συνηθισμένη (και άρα τυποποιημένη) μπορεί να υλοποιηθεί, τόσο σε επίπεδο hardware όσο και σε επίπεδο software, από μια ειδική κάρτα.

Μια κάρτα ειδικών διεργασιών λειτουργεί ως αυτόνομη μονάδα, δηλαδή έχει τις δικές της εισόδους και εξόδους αλλά και το δικό της επεξεργαστή με ενσωματωμένο το κατάλληλο πρόγραμμα οδήγησης για όλα αυτά, και λαμβάνει από την CPU μόνο setpoint. Με λίγα λόγια γίνεται φανερό ότι μια κάρτα ειδικών διεργασιών δεν χρησιμοποιεί τη CPU για να εκτελεί λογικές πράξεις, αφού αυτές τις εκτελεί ο ενσωματωμένος επεξεργαστής της κάρτας, παρά μόνο για να διακινεί δεδομένα σε άλλες διασυνδεδεμένες μονάδες.

➤ **Κάρτες επικοινωνίας (Communication Processor, CP)**

Είναι κάρτες με τη βοήθεια των οποίων μπορούμε να δημιουργήσουμε τοπικά δίκτυα είτε PLC είτε PLC και Η/Υ (ή/και συστήματα HMI). Το πρωτόκολλο επικοινωνίας, την ταχύτητα της ζεύξης καθώς και άλλες παραμέτρους (όπως το μέγιστο μήκος καλωδίων) τις καθορίζουν οι διεπαφές των Η/Υ και οι κάρτες επικοινωνίας. Είναι προφανές, ότι πρέπει να χρησιμοποιούνται, αν όχι ίδια, συμβατά πρωτόκολλα επικοινωνίας για να μπορεί να εγκαθιδρυθεί η ζεύξη. Υπάρχουν διαφόρων τύπων πρωτόκολλα, όπως για παράδειγμα το TCP/IP ή το Profibus, τα οποία έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά και προορίζονται για διαφορετικές εφαρμογές. Έτσι ή επιλογή της κάρτας επικοινωνίας στηρίζεται κυρίως στο είδος της εφαρμογής που πρέπει να υποστηρίξει.

Στις μέρες μας οι κάρτες επικοινωνίας αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι του αυτοματισμού, αφού με αυτές γίνεται εφικτή η τηλεμετρία και ο τηλεχειρισμός μιας εγκατάστασης μέσω πολύ φιλικών, ως προς το χρήστη, προγραμμάτων SCADA.

1.4 Προγραμματισμός του PLC

1.4.1 Γενικά

Ο προγραμματισμός του PLC δε γίνεται με κάποια από τις γνώστες ανώτερες γλώσσες προγραμματισμού, αλλά με χρήση ειδικού λογισμικού που υποστηρίζει τρεις δυνατές επιλογές :

- με βάση το γνωστό στους ηλεκτρολόγους συνδεσμολογικό σχέδιο με επαφές, χρονικά κ.τ.λ. (διάγραμμα **LADDER**)
- με λογικό διάγραμμα και
- με τη γλώσσα **STL** (statement list).

Οι κανόνες προγραμματισμού δίδονται από το **DIN 19239** και για τρεις διαφορετικές γλώσσες. Ο προγραμματιστής επιλέγει το κατάλληλο είδους πρόγραμμα, ανάλογα με τη φύση του προβλήματος, το εισάγει στη συσκευή, η οποία το μεταφράζει στον κατάλληλο κώδικα μηχανής και το μεταβιβάζει στην CPU προς επεξεργασία.

1.4.2 Συσκευή Προγραμματισμού

Η κάθε συσκευή προγραμματισμού έχει ως σκοπό να γράφει και να διορθώνει προγράμματα, να τα μεταφράζει σε γλώσσα μηχανής του PLC, να τα μεταφέρει (<<κατεβάζει>>) σε αυτό και να τα ελέγχει.

- **Ηλεκτρονικός Υπολογιστής (Personal Computer - PC)**

Ο προσωπικός υπολογιστής χρησιμοποιείται σήμερα ευρύτατα για να γράφουμε ένα πρόγραμμα, να το διορθώνουμε και να το μεταφέρουμε μεταφρασμένο στο PLC.

- **Φορητές Συσκευές Προγραμματισμού (Pocket Programmers)**

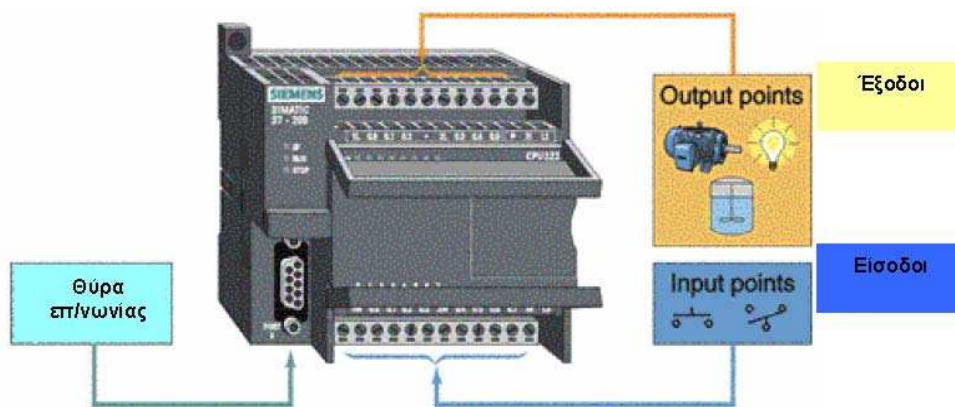
Χρησιμοποιούνται κυρίως για τον επί τόπου έλεγχο της καλής λειτουργίας του αυτοματισμού. Χρησιμοποιούνται επίσης πάρα πολύ για απ' ευθείας προγραμματισμό όταν έχουμε μικρά προγράμματα, αλλά και για να κάνουμε μικροδιορθώσεις στο ήδη υπάρχον πρόγραμμα. Στις μέρες μας πλέον τείνουν να εξαλειφθούν αυτού του είδους οι συσκευές, λόγω της προσιτότητας των φορητών υπολογιστών (Laptops). Άρα η «προγραμματίστρια» είναι η γέφυρα επικοινωνίας ανάμεσα στο PLC και στον προγραμματιστή. Από την στιγμή που θα δοθεί το πρόγραμμα στο PLC, αυτό θα εκτελείται συνεχώς, γρήγορα και αξιόπιστα.

Κατά τη διάρκεια λειτουργίας του PLC (runtime mode) η «προγραμματίστρια» δεν είναι πλέον απαραίτητη. Το PLC είναι ικανό από μόνο του, κρατώντας στη μνήμη το πρόγραμμα, να επιτελεί τον αυτοματισμό. Γι αυτό οι διάφορες κατασκευάστριες εταιρίες φτιάχνουν τη συσκευή προγραμματισμού ως ξεχωριστή μονάδα, η οποία ενσωματώνεται η συνδέεται καλωδιακά με τη μονάδα του PLC κάθε φορά που θέλουμε να το προγραμματίσουμε. Κατόπιν, αποσυνδέεται και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προγραμματισμό κάποιας άλλης συσκευής PLC ή για την αλλαγή του προγράμματος της ίδιας συσκευής.

2. PLC S7-200 Ο ΕΛΕΓΚΤΗΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΜΑΣ

2.1 Το micro PLC S7-200

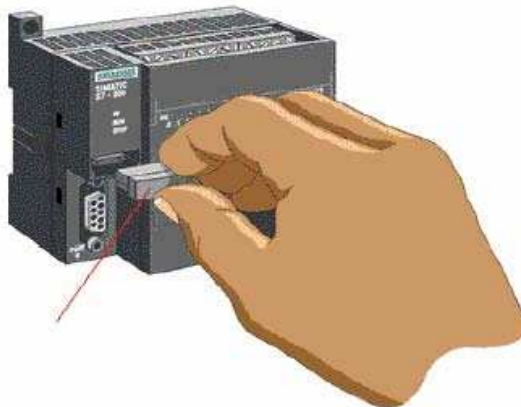
Το micro PLC S7-200 είναι το μικρότερο μέλος της οικογένειας των ελεγκτών προγραμματιζόμενης λογικής Simatic. Η βασική μονάδα διαθέτει CPU και ενσωματωμένες εισόδους και εξόδους. Στις εισόδους συνδέονται διακόπτες, επαφές, αισθητήρια και άλλες συσκευές που μεταφέρουν πληροφορίες και εντολές στο PLC. Στις εξόδους συνδέονται τα ελεγχόμενα στοιχεία, τα φορτία, όπως κινητήρες, βαλβίδες, αντλίες, φώτα κ.α. Η θύρα προγραμματισμού χρησιμοποιείται για σύνδεση με ηλεκτρονικό υπολογιστή και μεταφορά του προγράμματος.



Σχήμα 2. 1: PLC S7-200

2.2 Εξωτερικές μονάδες : μνήμης, ρολογιού και μπαταρίας

Στα PLC συχνά χρησιμοποιούμε διάφορες εξωτερικές μονάδες μνήμης. Στο S7-200 για παράδειγμα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε εξωτερική μονάδα μνήμης EEPROM στην οποία αποθηκεύεται το πρόγραμμα για φύλαξη ή μεταφορά σε διάφορες (παραπάνω από μία) συσκευές PLC.



Σχήμα 2. 2 : Τοποθέτηση εξωτερικής μονάδας μνήμης

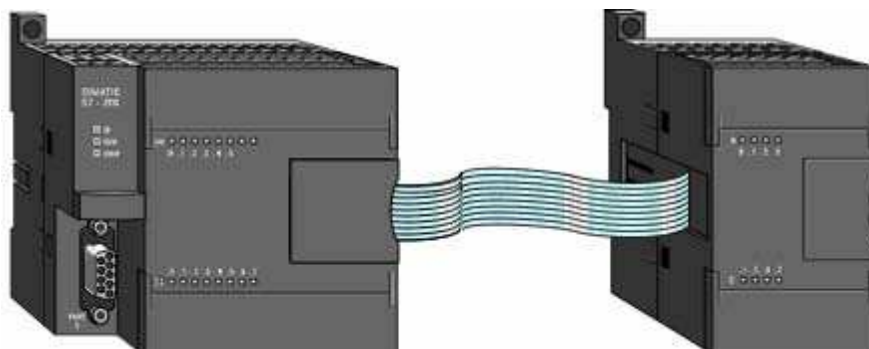
Επίσης υπάρχουν μονάδες ρολογιού πραγματικού χρόνου (Real Time Clock) για τις CPU 221 και 222 που δεν έχουν αντίστοιχη μονάδα ενσωματωμένη όπως συμβαίνει στις μεγαλύτερες CPU 224 και 226. Ακόμα υπάρχει εξωτερική μονάδα μπαταρίας που επεκτείνει το χρόνο διατήρησης δεδομένων της μνήμης, σε περίπτωση διακοπής τάσης.



Σχήμα 2.3: S7-200 με εξωτερική μονάδα μνήμης

2.3 Μονάδες επέκτασης

Τα Simatic S7-200 είναι επεκτάσιμα συστήματα PLC. Αυτό σημαίνει ότι μπορούμε να επεκτείνουμε τη βασική συσκευή προσθέτοντας μονάδες επιπλέον εισόδων- εξόδων, μονάδες επικοινωνίας ή άλλες μονάδες ειδικού τύπου (π.χ. ελέγχου σερβοκινητήρων).



Σχήμα 2. 4: Επέκταση PLC S7-200

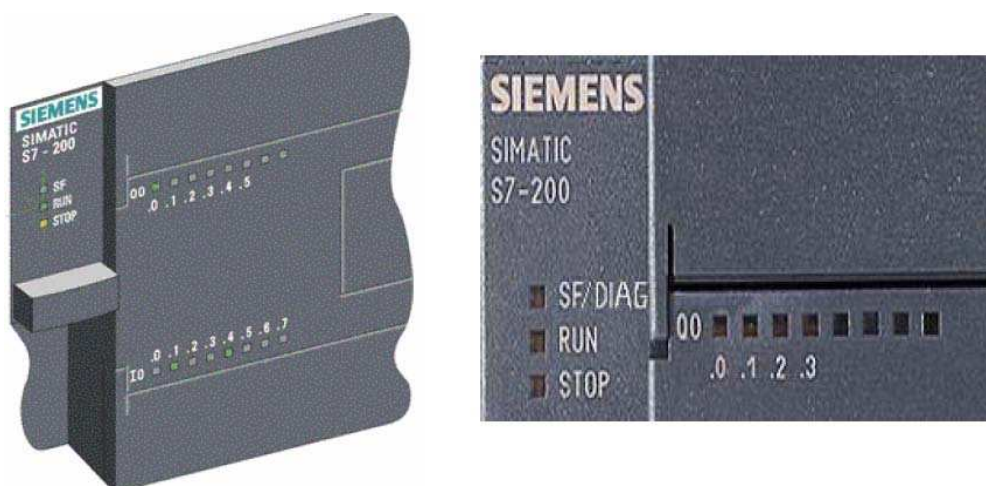
Η σύνδεση γίνεται μέσω καλωδιοταινίας (ribbon cable) που αφού συνδεθεί τοποθετείται μεταξύ των μονάδων που τελικά εφάπτονται προστατεύοντας έτσι την καλωδιοταινία.



Σχήμα 2.5: Καλωδιοταινία (ribbon cable)

2.4 Ενδεικτικές λυχνίες LED

Τρεις ενδεικτικές λυχνίες LED δείχνουν την κατάσταση λειτουργίας της CPU. Η πράσινη λυχνία LED για παράδειγμα είναι αναμμένη όταν η CPU βρίσκεται σε κατάσταση RUN. Η κίτρινη λυχνία είναι αναμμένη όταν η CPU βρίσκεται σε κατάσταση STOP. Και η τρίτη (και χειρότερη!!!), η λυχνία με το “απεχθές” κόκκινο χρώμα, που κανείς τεχνικός δε θέλει να βλέπει γιατί σημαίνει προβλήματα, είναι αναμμένη όταν υπάρχει σφάλμα στη λειτουργία της CPU.



Σχήμα 2. 6: Λυχνίες κατάστασης λειτουργίας

Ενδεικτικές λυχνίες, επίσης, υπάρχουν στα PLC για να δείχνουν την κατάσταση (ON ή OFF) των εισόδων και των εξόδων του συστήματος. Για κάθε είσοδο ή έξοδο υπάρχει και η αντίστοιχη ενδεικτική λυχνία LED που όταν είναι αναμμένη, με πράσινο χρώμα, σημαίνει ότι η είσοδος ή η έξοδος βρίσκεται σε κατάσταση ON. Όταν η λυχνία είναι σβηστή η είσοδος ή η έξοδος βρίσκεται σε κατάσταση OFF.

2.5 Εγκατάσταση

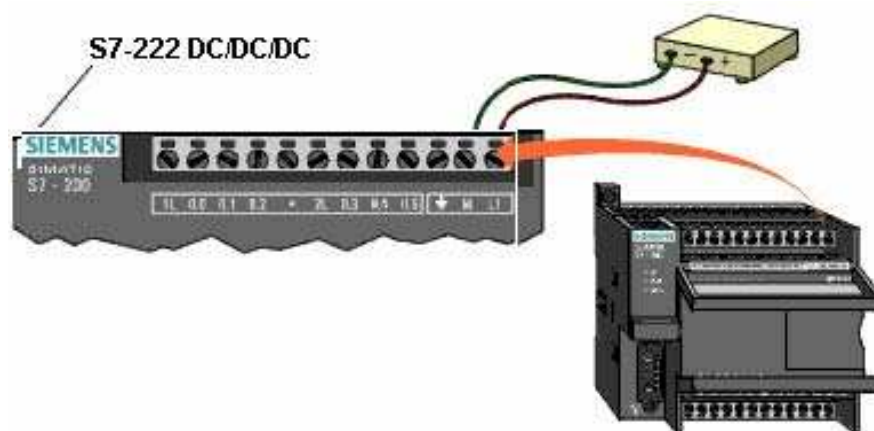
Το S7-200 μπορεί να εγκατασταθεί με δύο τρόπους: είτε να στηριχθεί σε ηλεκτρολογική ράγα όπως τα συμβατικά υλικά και να σταθεροποιηθεί πάνω της με ειδικά κλιπ ή να βιδωθεί σε κάποια πλάτη υπάρχουν κατάλληλες τρύπες για τις βίδες.



Σχήμα 2.7: Εγκατάσταση του S7-200 σε ράγα

2.6 Εξωτερική τροφοδοσία

Ανάλογα με το μοντέλο τα S7-200 χρειάζονται τάση τροφοδοσίας 24V DC ή 120/230V AC. Για παράδειγμα μια CPU 222 DC/DC/DC χρειάζεται τροφοδοσία 24V DC και πρέπει να συνδεθεί με εξωτερικό τροφοδοτικό. Οι κλέμμες σύνδεσης της τροφοδοσίας βρίσκονται στο δεξιό άκρο της πάνω κλεμμοσειράς του PLC.

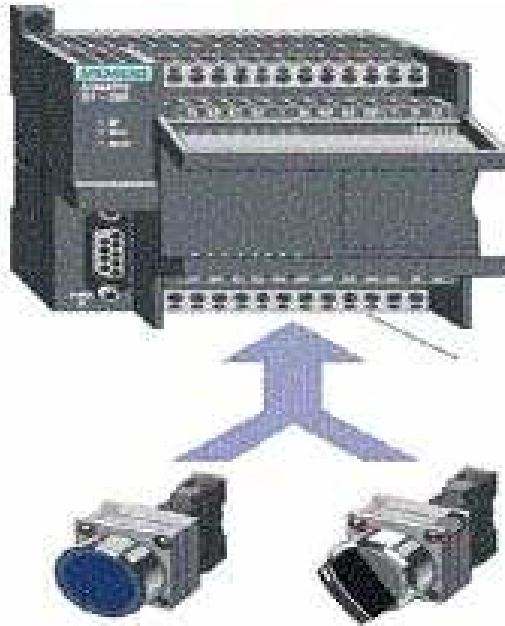


Σχήμα 2.8: Τροφοδοσία του S7-200

2.7 Συνδέσεις

2.7.1 Σύνδεση εισόδων

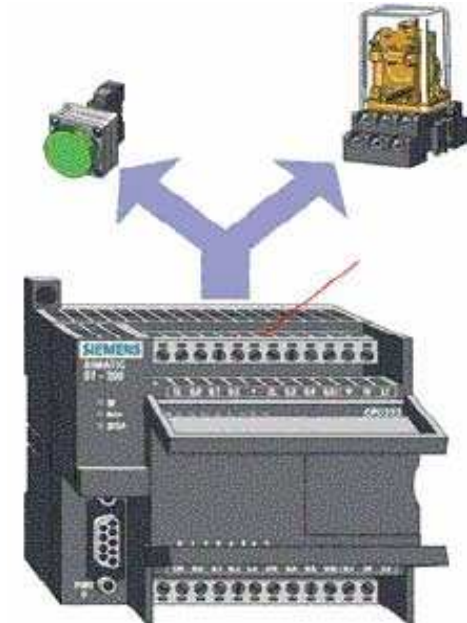
Οι συσκευές εισόδου (μπουτόν, διακόπτες και άλλα αισθητήρια) συνδέονται στις κλέμμες των εισόδων, στην κλεμμοσειρά που βρίσκεται στο κάτω μέρος του PLC σκεπασμένη (όπως και όλες) με προστατευτικό κάλυμμα.



Σχήμα 2.9: Σύνδεση εισόδων

2.7.2 Σύνδεση εξόδων

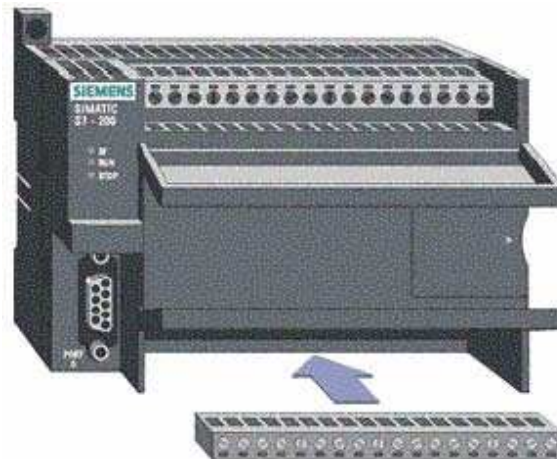
Οι συσκευές εξόδου (ρελέ, φώτα κ.λ.π.) συνδέονται στις κλέμμες των εξόδων, στην κλεμμοσειρά που βρίσκεται στο πάνω μέρος του PLC σκεπασμένη (όπως και όλες) με προστατευτικό κάλυμμα. Όταν δοκιμάζουμε κάποιο πρόγραμμα δεν είναι απαραίτητο να έχουμε συνδέσει συσκευές στις εξόδους. Τα ενδεικτικά LED δείχνουν ποιες εξοδοί είναι ενεργοποιημένες.



Σχήμα 2.10: Σύνδεση εξόδων

2.8 Αποσπώμενη κλεμμοσειρά

Στις CPU 224 και 226 η κλεμμοσειρά είναι αποσπώμενη. Έτσι, αν χρειαστεί να μετακινήσουμε ή να αλλάξουμε τη CPU δεν χρειάζεται να μετακινήσουμε ούτε ένα καλώδιο.



Σχήμα 2.11: Αποσπώμενη κλεμμοσειρά

2.9 Συσσκευή ενδείξεων και χειρισμών TD200

Στη θύρα προγραμματισμού του S7-200 μπορούμε να συνδέσουμε συσκευές διαφόρων τύπων. Μια τέτοια συσκευή είναι το TD200.



Σχήμα 2.12: Συσσκευή TD200

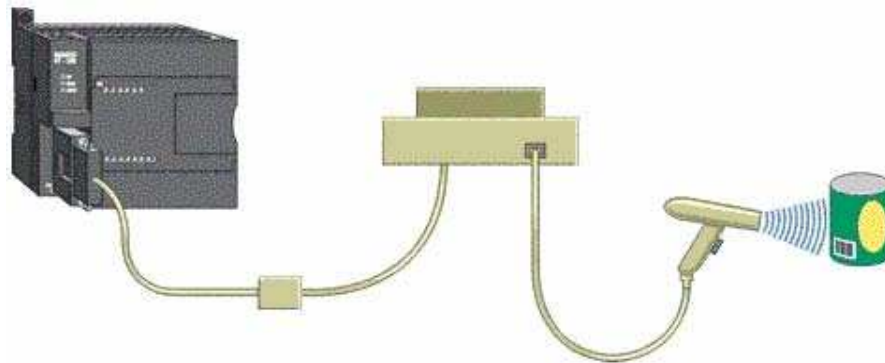
Το TD200 παρέχει τη δυνατότητα ενδείξεων (μηνυμάτων που είναι αποθηκευμένα στο S7-200) και χειρισμών (αλλαγή παραμέτρων, τιμών, χρόνου, ημερομηνίας κ.λ.π.). Χρειάζεται εξωτερικό τροφοδοτικό εκτός αν η απόσταση από το PLC είναι μικρή (καλώδιο 3m περίπου).



Σχήμα 2.13: Οθόνη ενδείξεων του TD 200

2.10 Ελεύθερα προγραμματιζόμενο σειριακό πρωτόκολλο (Freeport Mode)

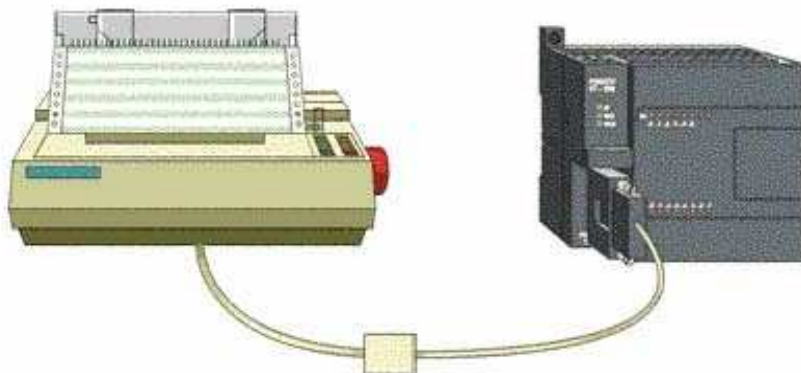
Η θύρα προγραμματισμού του PLC μπορεί να λειτουργήσει και με ένα τρόπο επικοινωνίας που ονομάζεται F Mode. Αυτό μας επιτρέπει να συνδέουμε απ' ευθείας στο PLC διάφορες "έξυπνες" συσκευές που επικοινωνούν με τον ίδιο τρόπο όπως για παράδειγμα συσκευές ανάγνωσης γραμμών του κώδικα (bar code readers).



Σχήμα 2.14: Freeport Mode

2.11 Σύνδεση εκτυπωτή

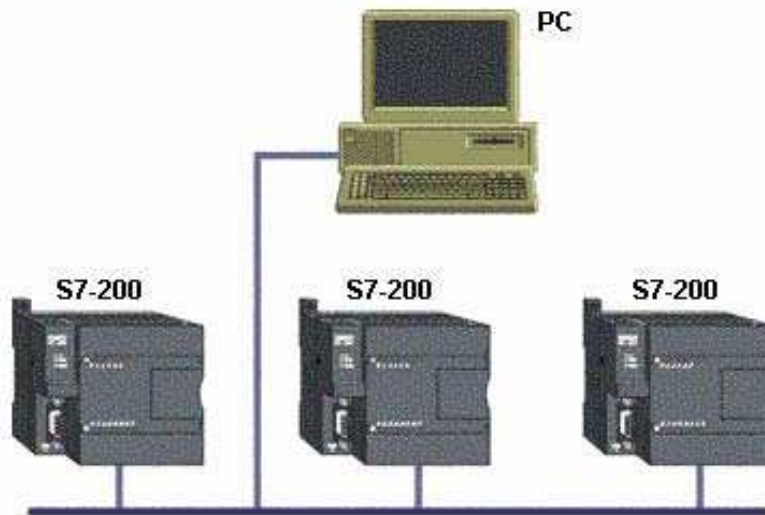
Επίσης αξιοποιώντας την δυνατότητα επικοινωνίας με Freeport Mode, μπορούμε να συνδέσουμε απ' ευθείας στο S7-200 ένα σειριακό εκτυπωτή (εκτυπωτή που επικοινωνεί σειριακά) ή ένα κανονικό εκτυπωτή που επικοινωνεί παράλληλα μέσω παράλληλου σειριακού μετατροπέα.



Σχήμα 2.15: Σύνδεση του S7-200 με εκτυπωτή

2.12 Δικτύωση

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



Σχήμα 2.16: Δικτύωση

3. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΟΥ PLC

3.1 Γενικά

Μια προσεκτική ματιά σε μια εγκατάσταση που θέλουμε να αυτοματοποιήσουμε μας δείχνει ότι αυτή αποτελείται από επιμέρους τμήματα τα οποία είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους με κάποια λογική. Η πρώτη δουλειά μας είναι λοιπόν να χωρίσουμε την διαδικασία παραγωγής σε επιμέρους διαδικασίες.

Hardware:

- a. Αριθμό και τύπο εισόδων και εξόδων
- b. Αριθμό και τύπο μονάδων
- c. Αριθμό των απαιτούμενων rack
- d. Χωρητικότητα και τύπο CPU
- e. HMI συστήματα
- f. Συστήματα δικτύωσης

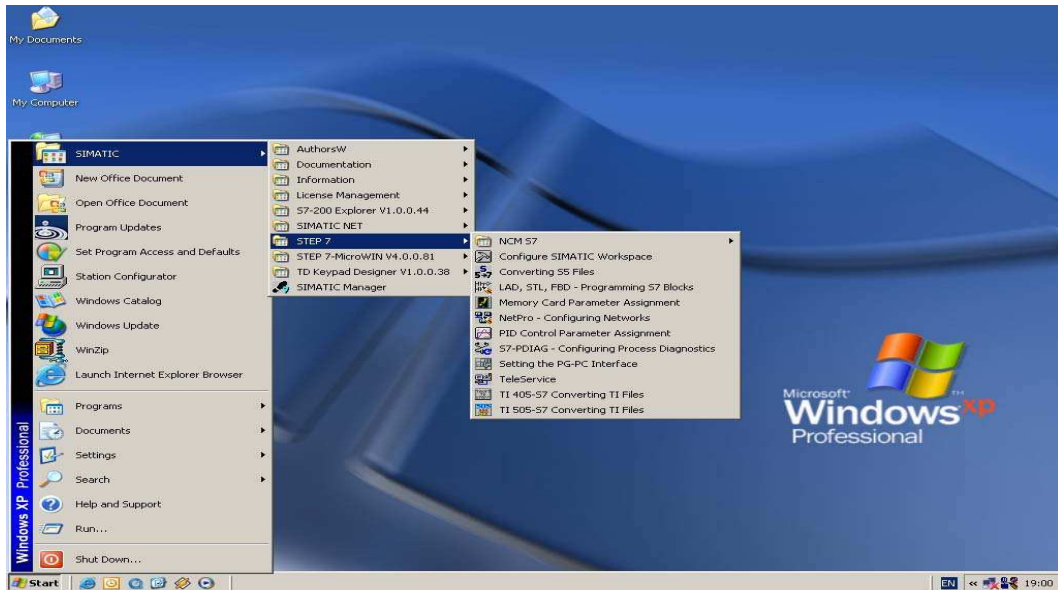
Software:

- a. Δομή προγράμματος
- b. Διαχείριση δεδομένων για τη διαδικασία αυτοματισμού
- c. Δεδομένα διαμόρφωσης (Configuration)
- d. Δεδομένα επικοινωνίας
- e. Τεκμηρίωση προγράμματος και project

Στο Simatic S7 όλες οι απαιτήσεις σε Hardware και Software μιας διαδικασίας αυτοματισμού διαχειρίζονται μέσα από ένα project. Ένα project περιλαμβάνει το απαραίτητο Hardware (με τη διαμόρφωση του υλικού), το δίκτυο (με τη διαμόρφωση του), όλα τα προγράμματα καθώς και ολόκληρη τη διαχείριση δεδομένων για μια λύση αυτοματισμού.

3.2 Ανοίγοντας τον “Simatic Manager”

Ο Simatic Manager είναι το κύριο εργαλείο στο Step 7 αφού είναι αυτός που διαχειρίζεται τα project. Το χαρακτηριστικό του εικονίδιο υπάρχει στο Desktop των Windows και πατώντας διπλό κλικ του εκκινεί το πρόγραμμα. Ένας άλλος τρόπος εκκίνησης είναι και από την επιλογή **Start> Simatic >Step 7** ,όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί:



Σχήμα 3.1: Εκκίνηση Simatic Manager

➤ **Περιγραφή των σημαντικότερων επιλογών**

NCM S7: για τη παραμετροποίηση καρτών δικτύου.

Configure SIMATIC Workspace: για διαμόρφωση των παραμέτρων του πακέτου όταν χρησιμοποιείται από περισσότερους χρήστες σε δίκτυο.

Converting S5 Files: Μετατροπή προγραμμάτων από S5 σε S7.

LAD,STL,FBD : για τη δημιουργία προγραμμάτων σε μια από τις τρεις γλώσσες προγραμματισμού-Σχέδιο επαφών (LAD), λίστα εντολών (STL) και πύλες (FBD).

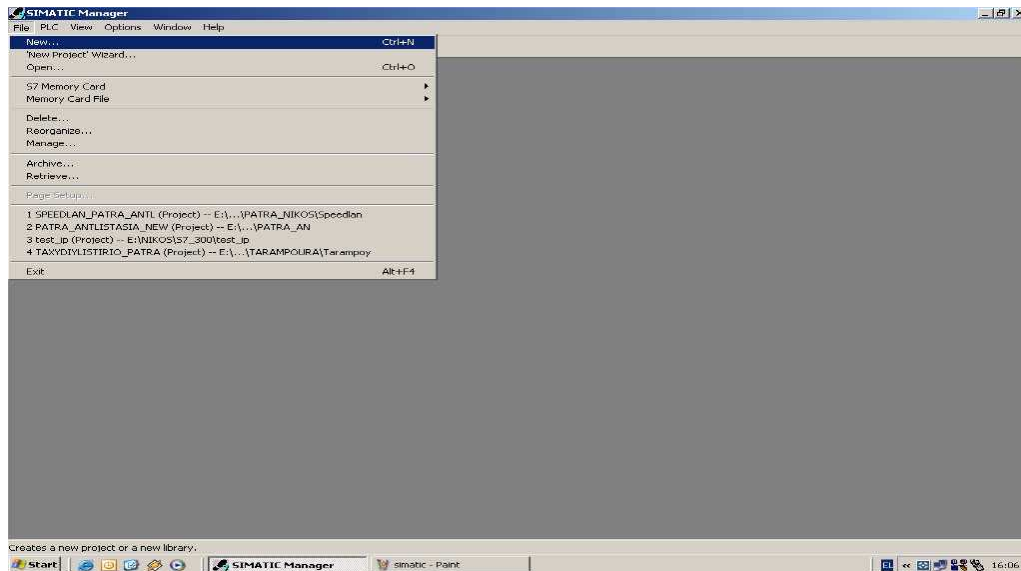
Memory Card Parameter Assignment: για αποθήκευση προγραμμάτων σε EPROM, σβήσιμο EPROM.

PID Control Parameter Assignment: για τη παραμετροποίηση των μπλοκ που υλοποιούν έλεγχο κλειστού βρόγχου.

Setting the PG-PC Interface: παραμετροποίηση της κάρτας MPI (αριθμός σταθμού , ταχύτητα μετάδοσης κτλ).

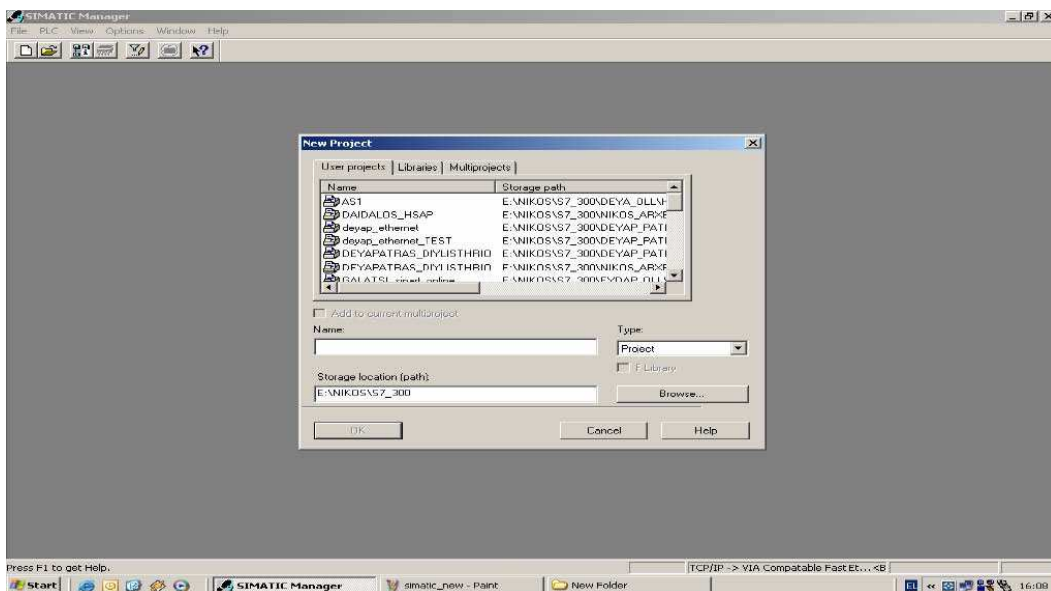
3.3 Δημιουργία Project

Στο περιβάλλον του Simatic Manager επιλέγουμε **File > New** όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα :



Σχήμα 3.2: Άνοιγμα νέου αρχείου

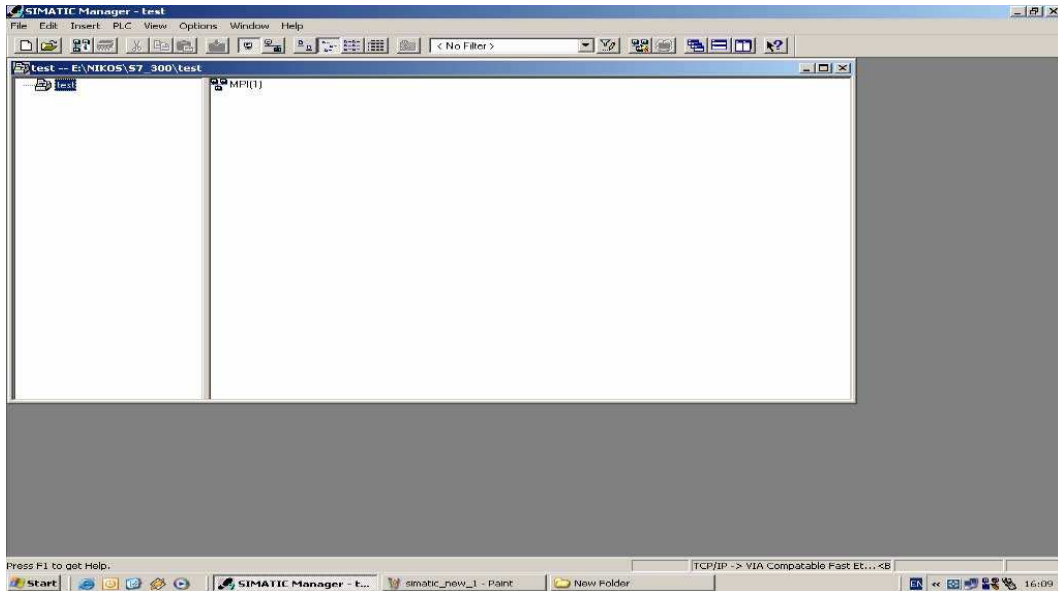
οπότε και εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο δημιουργίας νέας εφαρμογής στο οποίο ονομάζουμε το project και τον κατάλογο στον οποίο θα αποθηκευτεί στο σκληρό δίσκο :



Σχήμα 3.3: Αποθήκευση project

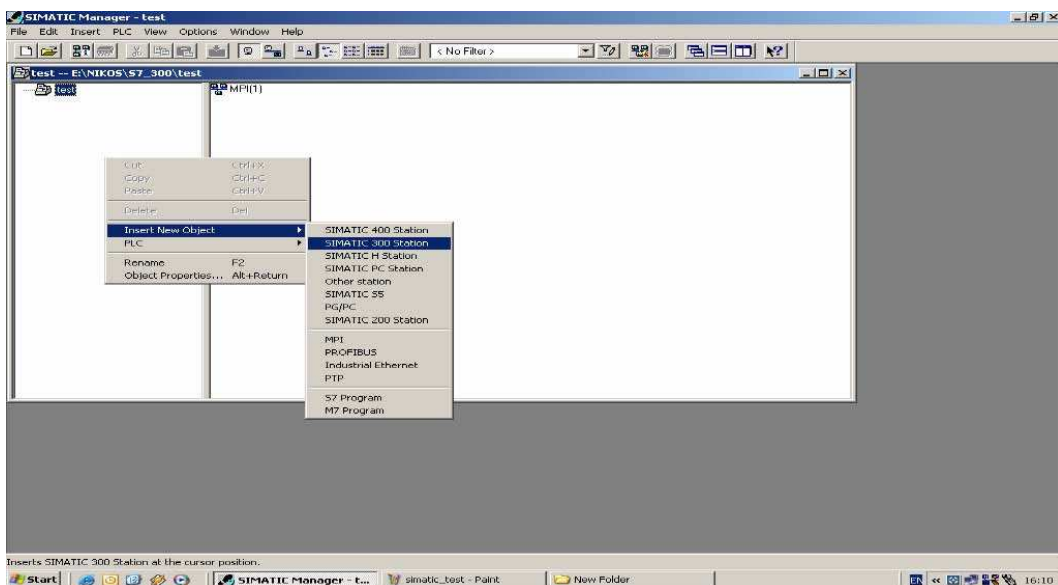
3.4 Εισαγωγή σταθμού

Μετά την δημιουργία του project όπως φαίνεται στο σχήμα 3.4 θα δηλώσουμε όλα τα PLC που υπάρχουν στην εγκατάστασή μας. Στο παράδειγμα μας θα φτιάξουμε έναν σταθμό S7-300.



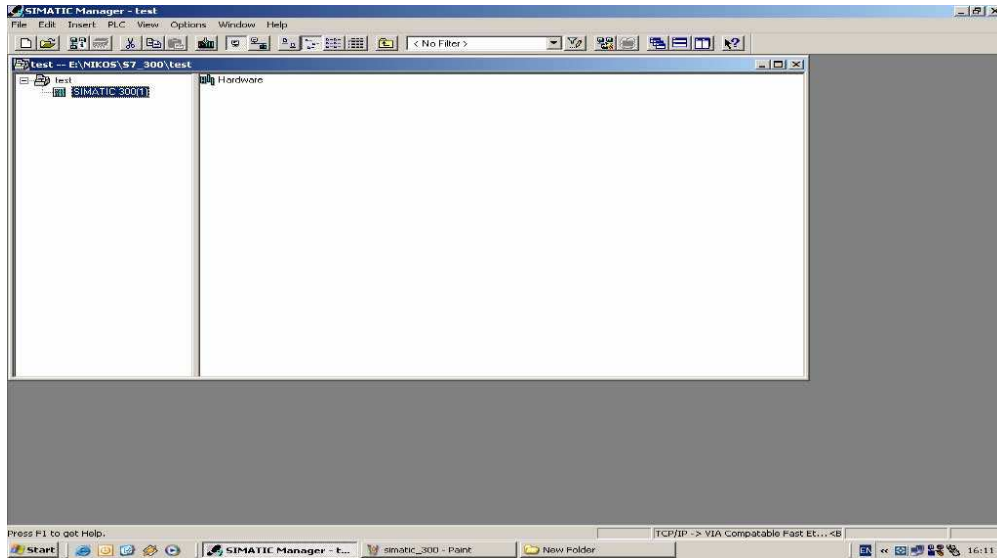
Σχήμα 3.4: Δήλωση των PLC

Αυτό γίνεται επιλέγοντας το project (κάνοντας κλικ στο όνομα του) και κατόπιν : **Insert New Object > SIMATIC 300 Station** Σχ. 3.5.



Σχήμα 3.5: Δημιουργία σταθμού

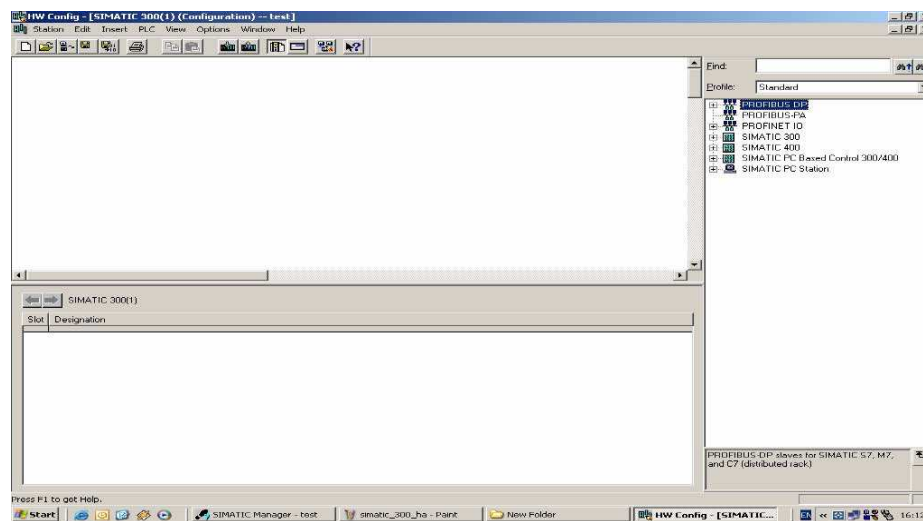
Το σύστημα μας προτείνει ένα όνομα για το σταθμό κι εμείς το αλλάζουμε (αν θέλουμε) με ένα όνομα της επιλογής μας.



Σχήμα 3.6: Ονομασία σταθμού

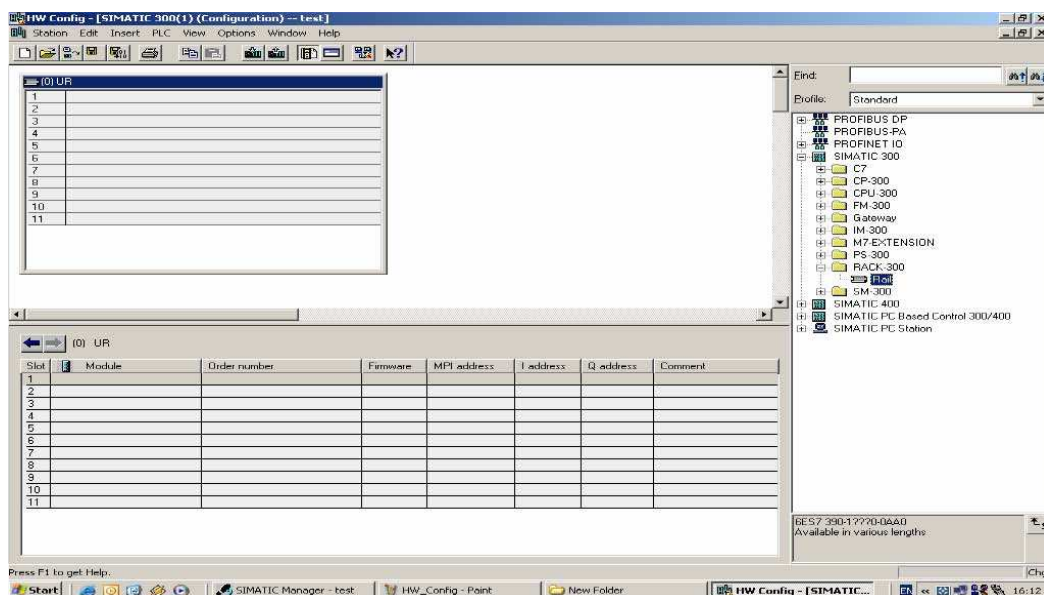
3.5 Ορισμός υλικού HW Configurations

Επιλέγοντας το όνομα του σταθμού εμφανίζεται ένα εικονίδιο με την ένδειξη Hardware. Με διπλό κλικ στο εικονίδιο αυτό καλούμε το πρόγραμμα HW Configurations. Το παράθυρο που εμφανίζεται αποτελείται από 3 περιοχές τη σύντομη περιγραφή (πάνω αριστερά), την αναλυτική (με κωδικό και διευθύνσεις, κάτω αριστερά) και τον κατάλογο του Hardware.



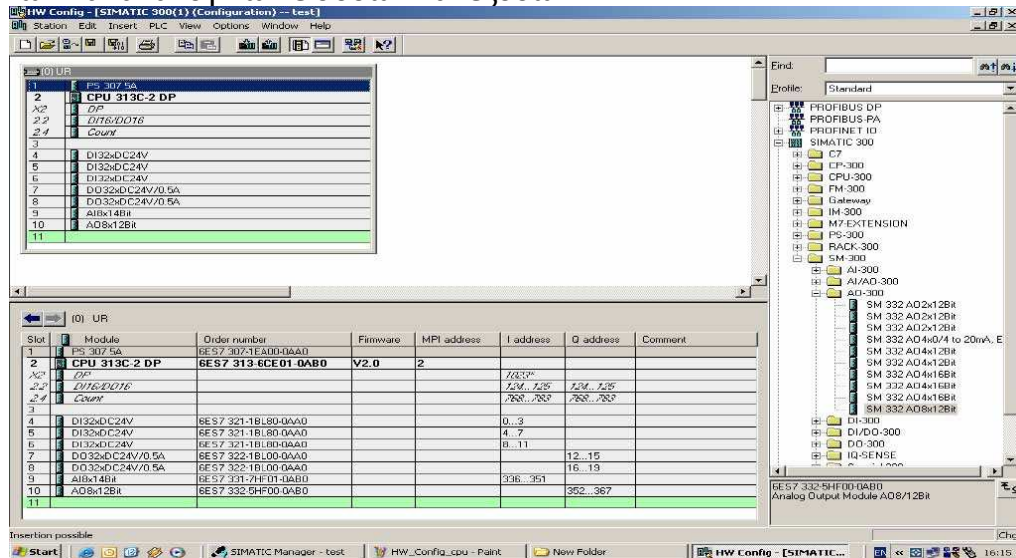
Σχήμα 3.7: Πρόγραμμα HW Configurations

Από τον κατάλογο του Hardware επιλέγουμε πρώτα το rack οπότε κατόπιν θα τοποθετήσουμε τις κάρτες (**Simatic 300 – Rack 300 – Rail**)



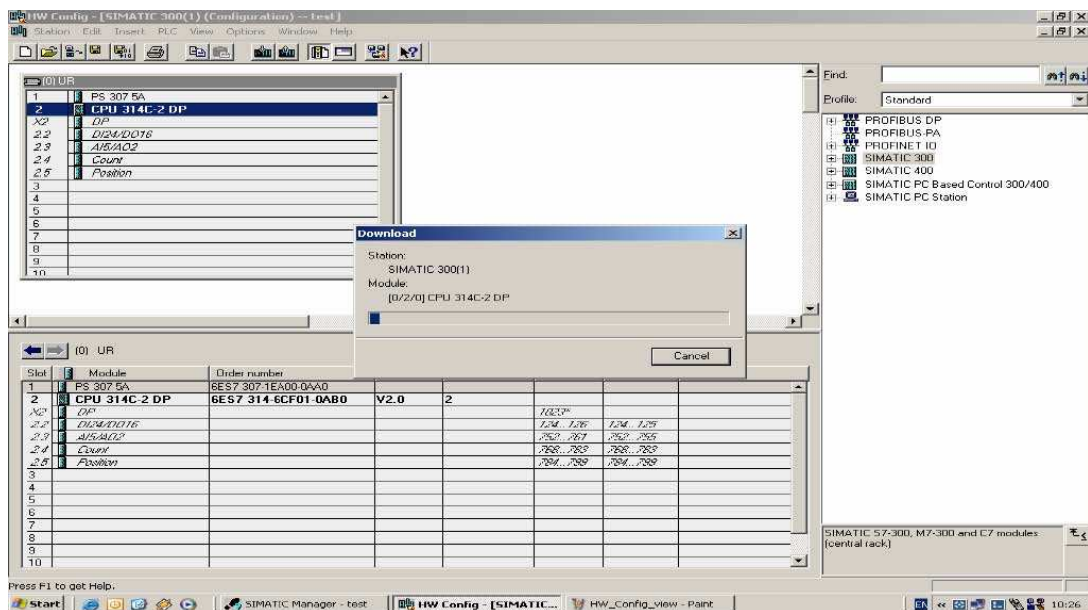
Σχήμα 3.7: Επιλογή του rack

Οι θέσεις πάνω στο rack είναι τυποποιημένες ,δηλαδή στην θέση 1 έχουμε το τροφοδοτικό , θέση 2 τη CPU, θέση 3 τη κάρτα διασύνδεσης αν υπάρχει και άλλο rack και θέσεις από 4 έως 11 κάρτες SM, FM και CP. Στο σχήμα 3.8 φαίνεται το hardware ενός σταθμού PLC με το τροφοδοτικό του, την CPU και τις κάρτες ψηφιακών και αναλογικών εισόδων και εξόδων.



Σχήμα 3.8: Παράδειγμα PLC

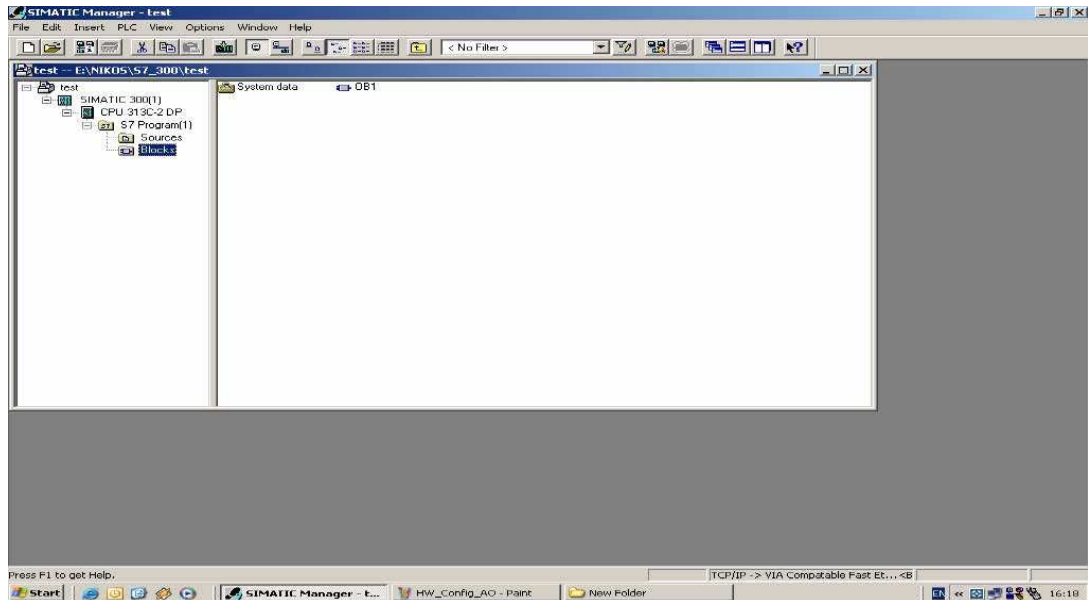
Αφού έχουμε τελειώσει με την δημιουργία του Hardware , η επόμενη ενέργεια που πρέπει να κάνουμε είναι ο έλεγχος για τη σωστή τοποθέτηση και παραμετροποίηση του Hardware. Αυτό γίνεται επιλέγοντας **Station > Consistency Check**. Εάν είναι όλα εντάξει αποθηκεύουμε τα δεδομένα στο σκληρό δίσκο επιλέγοντας **Station > Save and Compile** .Επόμενη κίνηση είναι να <<κατεβάσουμε>> (Download) το Hardware στο PLC .



Σχήμα 3.9: Έλεγχος και Παραμετροποίηση

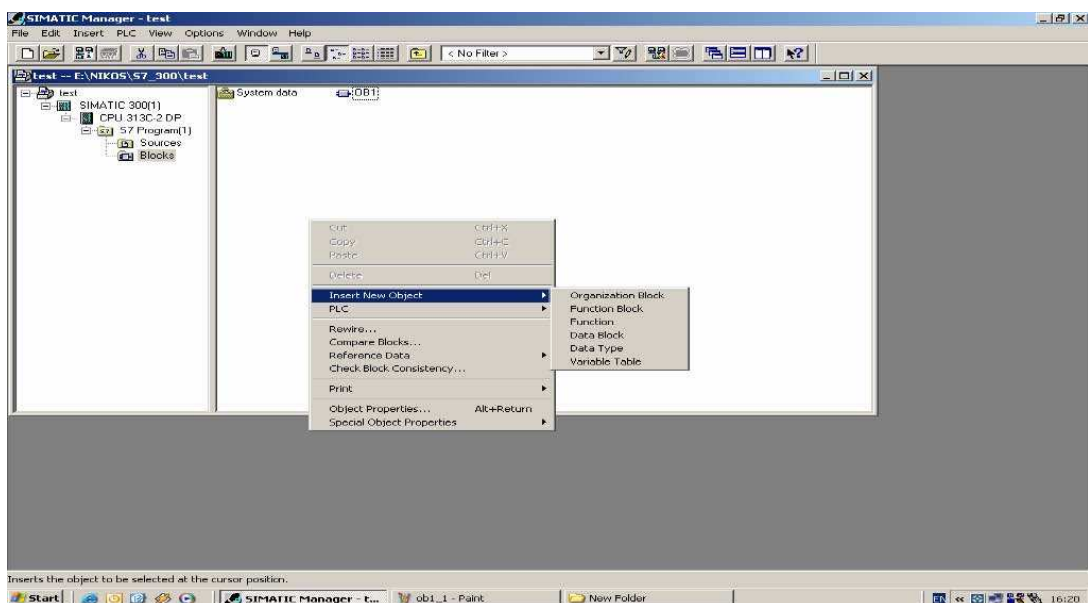
3.6 Δημιουργία μπλοκ στο S7

Μετά τον ορισμό του Hardware είμαστε σε θέση να γράψουμε το πρόγραμμα για την υλοποίηση του αυτοματισμού. Στο project που έχουμε δημιουργήσει επιλέγουμε το εικονίδιο Blocks όπως φαίνεται στο σχήμα 3.10.



Σχήμα 3.10: Επιλογή Blocks

Εδώ υπάρχει ήδη το OB1 που είναι ένα ειδικό μπλοκ το οποίο εκτελείται κυκλικά και είναι το μόνο που ελέγχει άμεσα ο επεξεργαστής του PLC. Εάν θέλουμε να δημιουργήσουμε και άλλα μπλοκ για την ευκολότερη επεξεργασία του προγράμματος μας επιλέγουμε Blocks δεξί κλικ με το ποντίκι **Insert New Object** > όπως φαίνεται στο σχήμα 3.11.



Σχήμα 3.11: Δημιουργία νέων block

Εδώ έχουμε να επιλέξουμε μια από τις προτεινόμενες επιλογές:

- a. Organizations Block (OB)
- b. Function (FC)
- c. Function Block (FB)
- d. Data Block (DB)
- e. Data Type (UDT)
- f. Variable Table VAT)

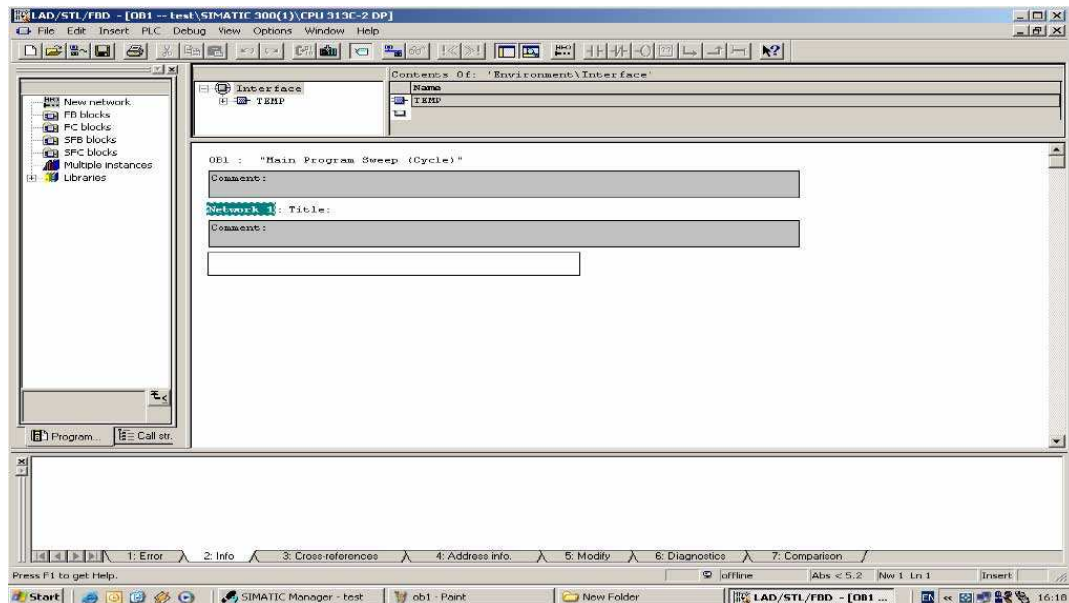
Organization Blocks (OB): Αυτά παίζουν το ρόλο του μεσάζοντα μεταξύ του λειτουργικού συστήματος και του προγράμματος μας. Το λειτουργικό σύστημα της CPU καλεί τα OB όταν συμβεί κάποιο ειδικό γεγονός, όπως για παράδειγμα κάποιο σφάλμα στις επικοινωνίες ή κάποιο λάθος στον προγραμματισμό. Το σημαντικότερο και άκρως απαραίτητο σε κάθε πρόγραμμα είναι το OB1, αφού αυτό επεξεργάζεται κυκλικά η CPU και από δω καλούνται τα υπόλοιπα block του προγράμματος μας. Ένα άλλο σημαντικό μπλοκ είναι το OB100, το οποίο εκτελείται μόνο μια φορά, μετά την παροχή τάσης, στο σύστημα και πριν την συνεχόμενη κυκλική επεξεργασία του OB1. Στη συνέχεια θα εξηγήσουμε πως επεξεργάζεται κυκλικά η CPU τα προγράμματα της. Όταν τροφοδοτούμε το σύστημα με τάση, ο επεξεργαστής ελέγχει ένα υπάρχον δημιουργημένο OB100. Εάν υπάρχει, εκτελεί τις εντολές που υπάρχουν σ' αυτό και ξεκινά την κυκλική επεξεργασία. Στην αρχή διαβάζονται τα σήματα από τις κάρτες εισόδων και εξόδων και η κατάσταση τους αποθηκεύεται στη μνήμη απεικόνισης εισόδων (PII). Με βάση τις τιμές στο PII εκτελείται το πρόγραμμα και παράγονται οι τιμές εξόδων, οι οποίες δεν εκτελούνται άμεσα, αλλά αποθηκεύονται προσωρινά στην μνήμη απεικόνισης εξόδων (PIQ). Όταν ολοκληρωθεί η εκτέλεση του προγράμματος, οι τιμές που βρίσκονται αποθηκευμένες στο PIQ μεταφέρονται για υλοποίηση στις κάρτες εξόδων. Μετά την ενέργεια αυτή αρχίζει και πάλι ο κύκλος σάρωσης από την αρχή .

Function Blocks (FB): Αυτό είναι ένα μπλοκ που γράφουμε κώδικα, το χαρακτηριστικό του δε είναι ότι μπορεί να έχει «μνήμη». Αυτό γίνεται με τη βοήθεια του μπλοκ δεδομένων (Instance data block). Τα FB μπορούν να παραμετροποιηθούν έχουν δε μια μεταβλητή μνήμη όπου αποθηκεύονται οι τρέχουσες τιμές τους. **Functions (FC)**. Αυτά είναι κατ' εξοχήν μπλοκ που γράφουμε το πρόγραμμά μας για σύνθετες και μη διαδικασίες. Μπορούν να παραμετροποιηθούν και να χρησιμοποιηθούν σε περιπτώσεις που έχουμε επαναλαμβανόμενη λογική στο πρόγραμμά μας. Μέσα από τα μπλοκ αυτά μπορούμε να «καλούμε» άλλα του ίδιου ή και διαφορετικού τύπου, για να οργανώσουμε καλύτερα το πρόγραμμα μας.

Data Blocks (DB): Αυτά τα μπλοκ είναι ένας χώρος όπου αποθηκεύονται τα δεδομένα του προγράμματος . Τα δεδομένα αυτά μπορεί να είναι για παράδειγμα μετρήσεις από αναλογικά σήματα, τιμές για set point, χρόνοι για χρονικά, περιεχόμενα απαριθμητών. Προγραμματίζοντας το DB ορίζουμε σε ποια μορφή θα σώζονται τα δεδομένα, με ποια σειρά και τι τύπου δεδομένα είναι (δυαδικά, ακέραιος αριθμός, πραγματικός αριθμός κλπ.) Τα μπλοκ δεδομένων διαφέρουν από τα άλλα μπλοκ ως προς το περιεχόμενο τους (περιέχουν μόνο αριθμούς όχι εντολές), και ως προς το τρόπο κλήσης τους στο πρόγραμμα. Τα DB μπορεί να είναι για κοινή χρήση σε όλο το πρόγραμμα (Global DB) ή συνδεδεμένα με κάποιο συγκεκριμένο FB (Instance FB).

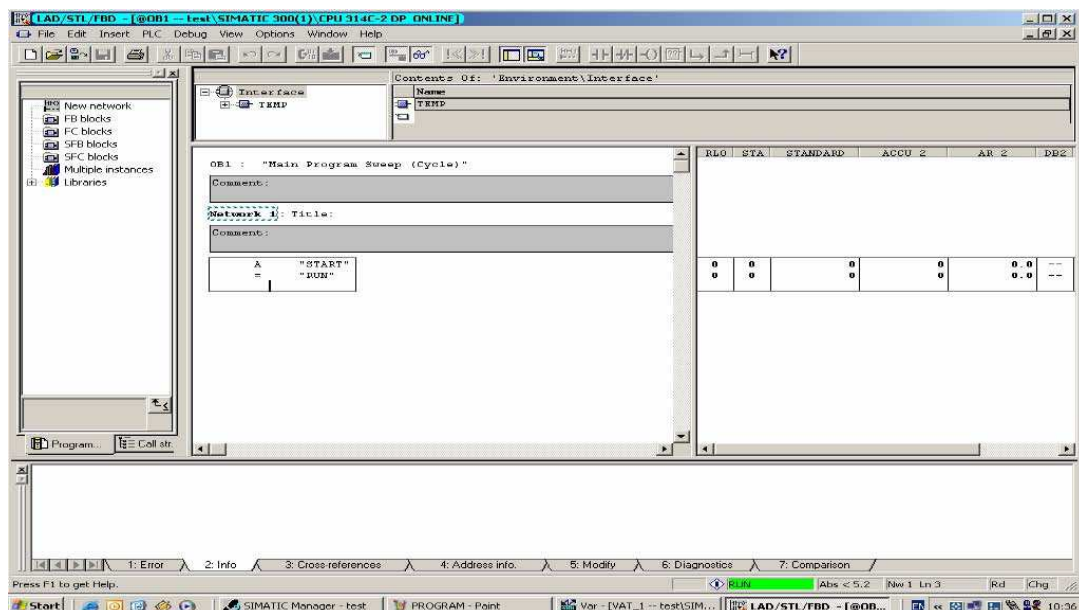
3.7 Δημιουργία κώδικα με χρήση του LAD/STL/FBD Editor

Η προσθήκη κώδικα στο OB1, στα FB και στις FC γίνεται κάνοντας διπλό κλικ πάνω τους, οπότε καλείται από το σύστημα η εφαρμογή LAD/STL/FBD η οποία αποτελεί έναν συντάκτη εντολών (editor).



Σχήμα 3.12: Προσθήκη κώδικα

Η συγκεκριμένη εφαρμογή είναι εξαιρετικά «δυνατή», αφού εκτός των άλλων έχει τη δυνατότητα σύνδεσης και on-line παρακολούθησης του προγράμματος, όπως αυτό εκτελείται στο PLC . Αυτό γίνεται επιλέγοντας **Debug > Monitor** ή επιλέγοντας **το εικονίδιο με τα γυαλλάκια από το Toolbar**



Σχήμα 3.13: On-line παρακολούθηση του προγράμματος

Για τη δημιουργία κώδικα υπάρχουν τρεις γλώσσες προγραμματισμού στο STEP 7 που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σύμφωνα με τις προτιμήσεις και τη γνώση μας:

A) LAD (LADDER Logic ή γλώσσα ηλεκτρολογικών γραφικών)

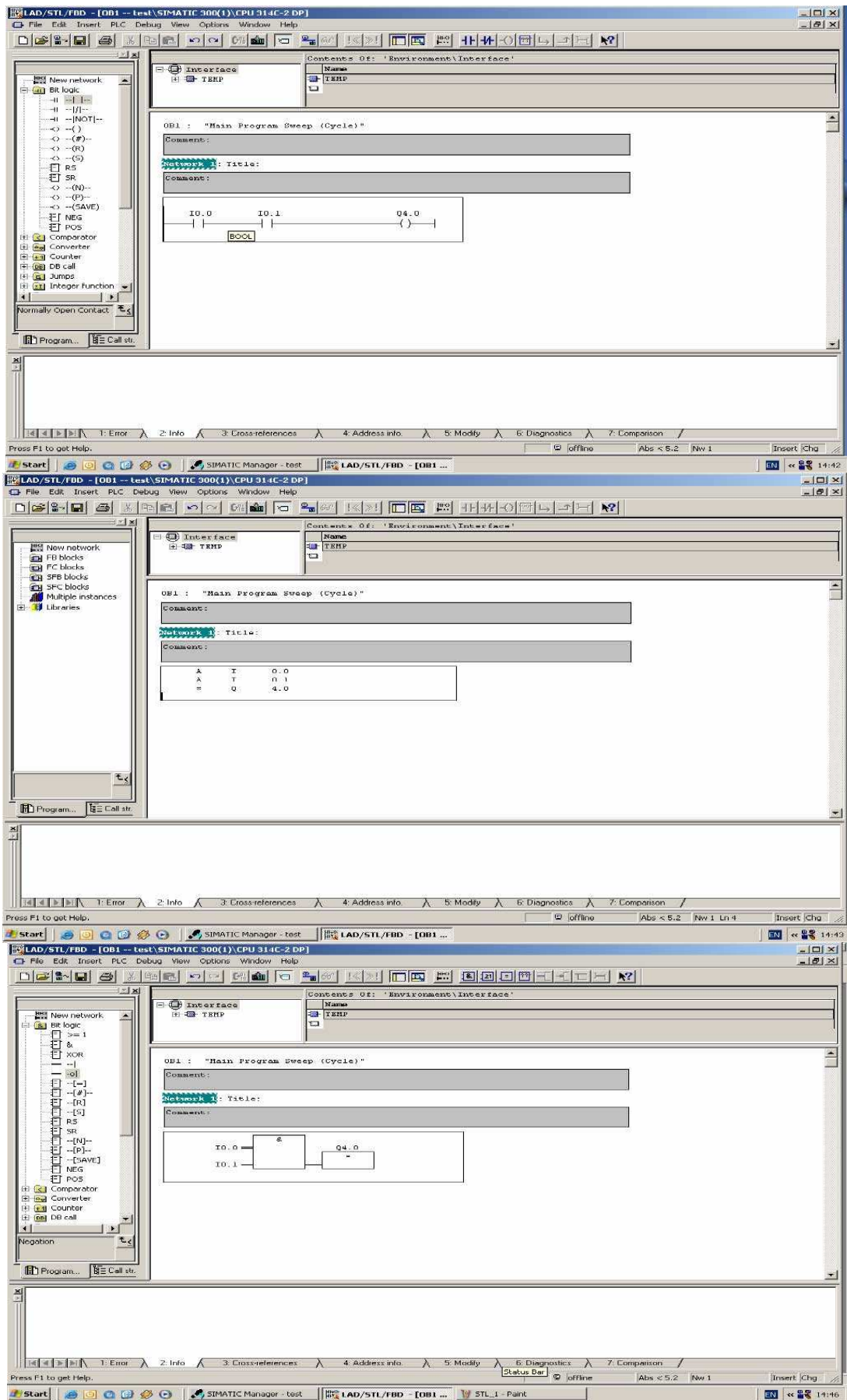
Η πρώτη γλώσσα προγραμματισμού είναι η Ladder Logic (LAD) που είναι μια γλώσσα γραφικών που χρησιμοποιεί ηλεκτρομηχανικά σύμβολα και επιτρέπει ουσιαστικά τη μεταφορά του ηλεκτρολογικού σχεδίου στο PLC. Με τη γλώσσα αυτή η εκπαίδευση των τεχνικών, που ήταν συνηθισμένοι στον κλασσικό αυτοματισμό, γινόταν εύκολα και γρήγορα, αφού δεν άλλαζε ουσιαστικά την εργασία σχεδιασμού του αυτοματισμού. Η γλώσσα LADDER χρησιμοποιεί όχι την Ευρωπαϊκή τυποποίηση στο σχεδιασμό των ηλεκτρικών επαφών, αλλά την Αμερικάνικη. Αυτό ίσως οφείλεται στο γεγονός ότι τα πρώτα PLC αναπτύχθηκαν στην Αμερική. Όμως στη συνέχεια αυτός ο σχεδιασμός "βόλεψε" και έτσι διατηρήθηκε και από τις Ευρωπαϊκές εταιρίες, με αποτέλεσμα σήμερα να είναι καθιερωμένος. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται το περιβάλλον της γλώσσας Ladder.

B) STL (Statement List ή γλώσσα λογικών εντολών)

Η δεύτερη γλώσσα προγραμματισμού είναι η Statement List (STL) που αναπτύχθηκε σχεδόν ταυτόχρονα με τη LADDER, αν και οι εταιρίες έδειξαν στην αρχή δισταγμό να την προωθήσουν, φοβούμενες μην τρομάξουν το τεχνικό κατεστημένο της βιομηχανίας. Η γλώσσα αυτή δημιουργεί λίστα προγράμματος με εντολές, που αντιστοιχούν στις λογικές πύλες (AND, OR NOT κτλ). Στην αρχή η γλώσσα αυτή ήταν πολύ φτωχή και περιοριζόταν μόνο στις βασικές Boolean εντολές. Στη συνέχεια οι γλώσσες αυτές αναπτύχθηκαν πολύ και συναντά κανείς σε αυτές στοιχεία από τις γλώσσες των υπολογιστών και κυρίως των γλωσσών Assembly. Ο προγραμματισμός σε αυτή τη γλώσσα απαιτεί από το χρήστη να έχει στοιχειώδεις γνώσεις προγραμματισμού. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται το περιβάλλον της Statement List.

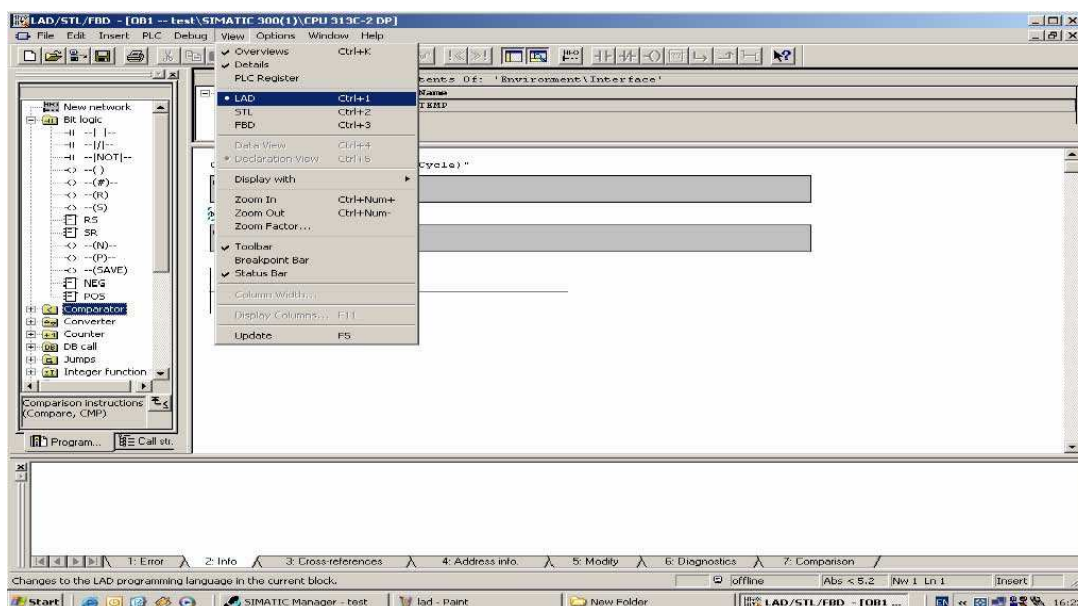
Γ) FBD (Function Block Diagram ή λογικών γραφικών)

Η τρίτη γλώσσα είναι η Function Block Diagram η οποία χρησιμοποιεί και αυτή γραφικά, αλλά αντί του ηλεκτρολογικού σχεδίου του αυτοματισμού χρησιμοποιεί το αντίστοιχο λογικό. Η γλώσσα αυτή είναι νεότερη και δεν χρησιμοποιείται από όλες τις εταιρίες. Στο σχήμα 3.14 φαίνεται το περιβάλλον της Function Block Diagram.



Σχήμα 3.14: Το περιβάλλον της Function Block Diagram

Επιλέγοντας τώρα τη γλώσσα προγραμματισμού με την οποία θέλουμε να γράψουμε των κώδικα , αυτό γίνεται επιλέγοντας **View > LAD / STL / FBD** όπως φαίνεται στο σχήμα 3.15.

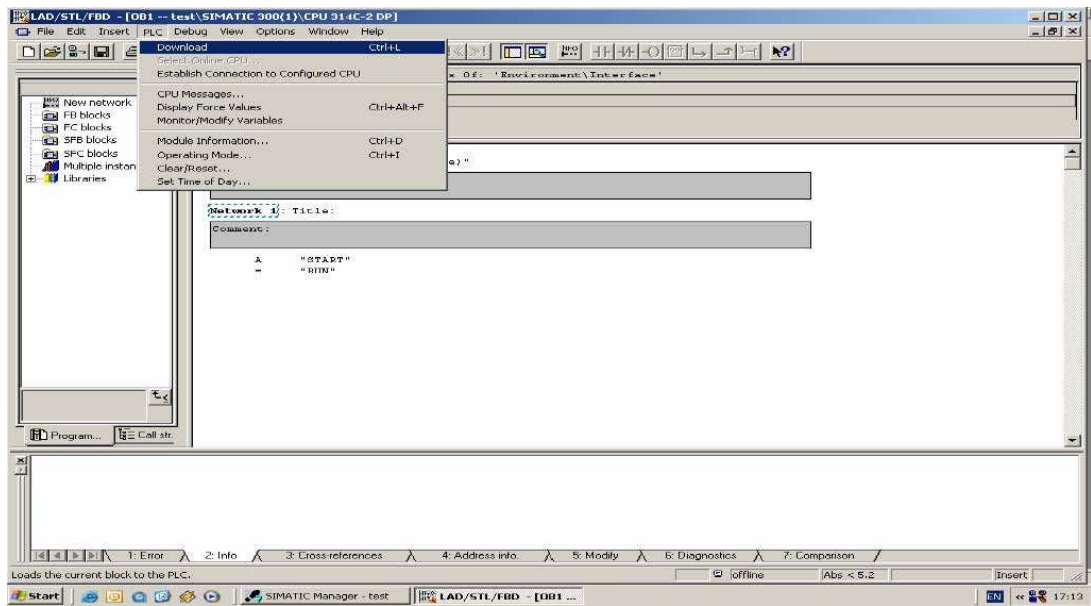


Σχήμα 3.15: Επιλογή γλώσσας προγραμματισμού

Μετά την δημιουργία του προγράμματος μας το αποθηκεύουμε στο σκληρό δίσκο επιλέγοντας **File > Save** Αν έχουμε λάθη στη σύνταξη των εντολών του προγράμματος μας το STEP 7 δεν μας αφήνει να το αποθηκεύουμε.

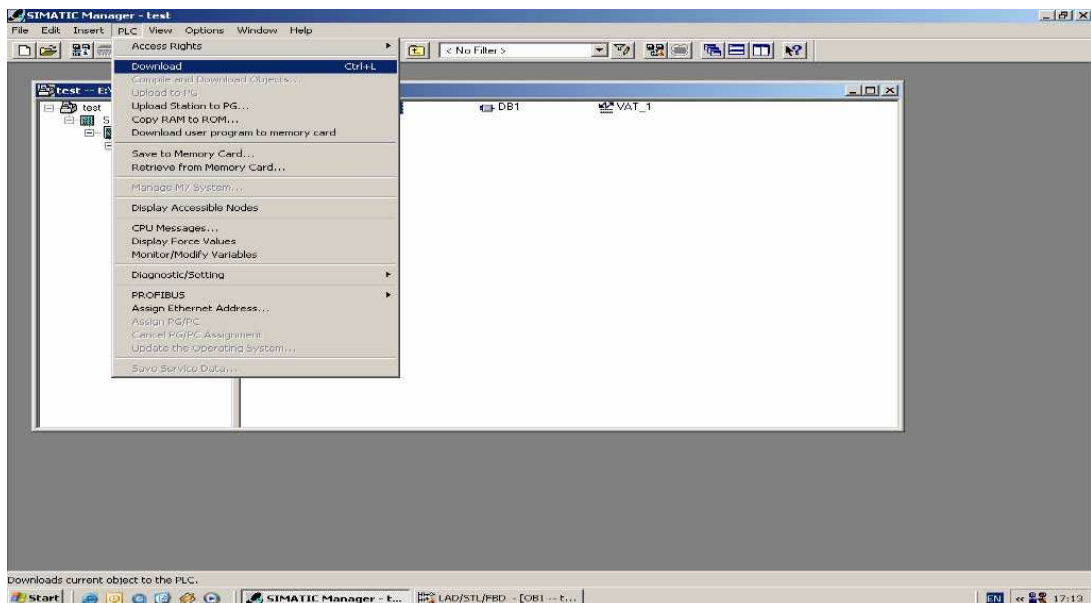
3.8 Μεταφορά του προγράμματος στο PLC

Η δημιουργία των Blocks και ο κώδικας εντολών που έχουμε γράψει μέχρι τώρα είναι στον υπολογιστή μας, το επόμενο βήμα είναι τα μεταφέρουμε στο PLC. Αυτό επιτυγχάνεται είτε από τον LAD/STL/FBD Editor επιλέγοντας **PLC > Download**



Σχήμα 3.16: Μεταφορά των blocks στον PLC από τον LAD/STL/FBD Editor

Είτε από το Simatic Manager και εφόσον έχουμε επιλέξει τον κατάλογο Blocks ξανά με την εντολή **PLC > Download**.



Σχήμα 3.17: Μεταφορά των blocks στον PLC από τον Simatic Manager

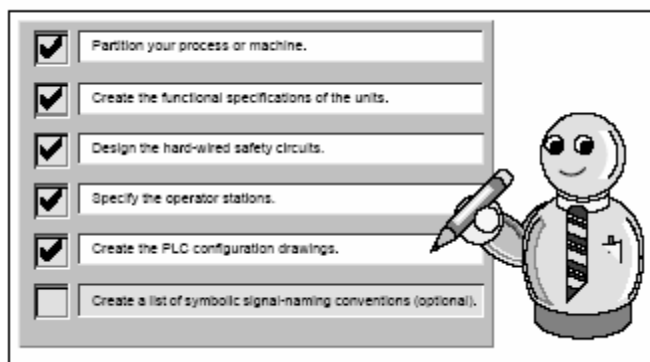
Επιλέγοντας το δεύτερο τρόπο μεταφέρουμε στο PLC όλα Block που έχουμε δημιουργήσει μέσα στο project , ενώ με την πρώτη επιλογή το συγκεκριμένο Block που έχουμε ανοιχτό.

4. ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΣΗΜΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ ΜΙΑΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ (ΚΜΕ - CPU) S7-200

Πριν αρχίσετε με τον προγραμματισμό των εφαρμογών για την ΚΜΕ S7-200, θα ήταν σκόπιμο να εξοικειωθείτε με μερικές βασικές λειτουργίες της ΚΜΕ.

4.1 Κανόνες σχετικά με τον σχεδιασμό μιας λύσης αυτοματισμού μέσω ενός Micro-SPS (Ελέγχου με προγραμματισμό μνήμης)

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι για το σχεδιασμό ενός συστήματος αυτοματισμού. Σ' αυτή την παράγραφο επεξηγούνται μερικοί βασικοί κανόνες τους οποίους μπορείτε να εφαρμόσετε σε κάθε σχετικό σχεδιασμό. Θα πρέπει, όμως, παράλληλα να ακολουθείτε τις αντίστοιχες οδηγίες για κάθε μέθοδο που θέλετε να εφαρμόσετε και να λαμβάνετε υπόψη τις δικές σας εμπειρίες. Το σχήμα 4.1 παριστάνει μερικά βασικά βήματα σχετικά με τον σχεδιασμό ενός συστήματος αυτοματισμού.



Σχήμα 4.1: Βασικά βήματα για τον σχεδιασμό ενός συστήματος αυτοματισμού

4.1.1 Υποδιαίρεση της διαδικασίας ή της εγκατάστασης σε διάφορα τμήματα

Χωρίστε τη σχετική διαδικασία ή την εγκατάστασή σας σε τμήματα, έτσι ώστε το ένα να είναι ανεξάρτητο από το άλλο. Αυτά τα τμήματα θα καθορίσουν τα όρια μεταξύ πολλών συστημάτων αυτοματισμού και θα επηρεάσουν τις περιγραφές των διαφόρων τομέων λειτουργίας καθώς και την αντιστοίχιση των μέσων λειτουργίας.

4.1.2 Περιγραφή των τομέων λειτουργίας

Περιγράψτε τον τρόπο λειτουργίας καθενός τμήματος της διαδικασίας ή της εγκατάστασης. Επισημάνετε τα ακόλουθα σημεία:

- Είσοδοι / Έξοδοι (E/A)
- Περιγραφή του τρόπου λειτουργίας

- Όροι για την έναρξη λειτουργίας (ή ποιες καταστάσεις πρέπει να επιτευχθούν, πριν καταστεί δυνατή η χρήση) καθενός ενεργοποιού στοιχείου (μαγνητικοί διακόπτες, κινητήρες, μετάδοση κινήσεων κ.λ.π.)
- Περιγραφή του συστήματος χειρισμού και παρακολούθησης
- Σημεία εμφάνισης άλλων τμημάτων της σχετικής διαδικασίας ή εγκατάστασης

4.1.3 Σχεδιασμός των ρευματοφόρων κυκλωμάτων ασφαλείας

Εξετάστε κατ' αρχήν ποιες συσκευές απαιτούν διακόπτες οι οποίοι για λόγους ασφαλείας διαθέτουν σταθερές διασυνδέσεις με καλώδια.

Οι συσκευές που χρησιμεύουν για έλεγχο είναι δυνατό να περιέλθουν σε αβέβαιες καταστάσεις κατά τη λειτουργία τους οι οποίες θα μπορούσαν να οδηγήσουν στην εμφάνιση απρόσμενων ιδιοτήτων ή σε αλλοίωση της λειτουργίας σ' όλη την εγκατάσταση. Αν υπάρχει κίνδυνος σε περίπτωση απρόσμενης εξέλιξης ή λανθασμένης πορείας στη λειτουργία της εγκατάστασης – να προκληθούν βαριές σωματικές βλάβες ή υλικές ζημιές, πρέπει να αποφεύγετε τις ασταθείς καταστάσεις λειτουργίας, μέσω ηλεκτρομηχανικών επεμβάσεων στο πρόγραμμα οι οποίες επενεργούν ανεξάρτητα από την ΚΜΕ.

Προς σχεδιασμό των ρευματοφόρων κυκλωμάτων ασφαλείας μπορείτε να ενεργήσετε ως ακολούθως:

- Διαπιστώστε ποιες είναι οι λανθασμένες ή απρόσμενες λειτουργίες ενεργοποιών στοιχείων που υποθάλπτουν πιθανούς κινδύνους.
- Διαπιστώστε ποιες είναι οι συνθήκες υπό τις οποίες η λειτουργία είναι ακίνδυνη και καθορίστε τον τρόπο με τον οποίο αυτές οι συνθήκες αναγνωρίζονται ανεξάρτητα από την ΚΜΕ.
- Διαπιστώστε με ποιο τρόπο η ΚΜΕ και τα διαμορφώματα επέκτασης (moduls) επηρεάζουν την όλη διαδικασία, όταν ανοίγει και μετά κλείνει ο διακόπτης για την τάση και όταν αναγνωρίζονται τα λάθη. Αυτές οι πληροφορίες πρέπει να χρησιμοποιηθούν μόνο προς σχεδιασμό της κανονικής και της αναμενόμενης μη κανονικής λειτουργίας, ενώ δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται για λόγους ασφαλείας.
- Σχεδιάστε τους χειρισμούς που θα κάνετε για διόρθωση των λαθών, μέσω χειρός ή ηλεκτρομηχανικών επεμβάσεων από το πρόγραμμα, με τους οποίους θα αποκλειστούν οι επικίνδυνες λειτουργίες – ανεξάρτητα από την ΚΜΕ.
- Μεταβιβάστε πληροφορίες για την κατάσταση της λειτουργίας στην ΚΜΕ μέσω των ανεξάρτητων ρευματοφόρων κυκλωμάτων, έτσι ώστε το πρόγραμμα και κάθε σημείο διασύνδεσης με συσκευές να διαθέτει τις απαραίτητες πληροφορίες.
- Διαπιστώστε ποιες άλλες απαιτήσεις υπάρχουν επιπλέον ως προς το θέμα της ασφάλειας, έτσι ώστε να μπορέσει η διαδικασία να εξελιχθεί με ασφάλεια.

4.1.4 Καθορισμός των σταθμών χειρισμού

Σχεδιάστε τους σταθμούς χειρισμού αναφορικά με τις απαιτήσεις που αναφέρονται στις περιγραφές των διαφόρων τομέων λειτουργίας. Σημειώστε τα εξής σημεία:

- Θέση όλων των σταθμών χειρισμού αναφορικά με τη διαδικασία ή την εγκατάσταση
- Μηχανική ταξινόμηση των συσκευών (display, διακόπτης, λάμπες κ.λ.π.) στο σταθμό χειρισμού
- Σχέδια των καλωδιώσεων με τις αντίστοιχες εισόδους και εξόδους της ΚΜΕ ή τα διαμορφώματα επέκτασης

4.1.5 Δημιουργία των σχεδίων διάρθρωσης σχετικά με το Σύστημα Αυτοματισμού (ΣΑ)

Καταστρώστε τα σχέδια διάρθρωσης για το σύστημα αυτοματισμού, αναφορικά με τις απαιτήσεις στις περιγραφές των τομέων λειτουργίας. Σημειώστε τα ακόλουθα σημεία:

- Εποπτεία ως προς τη θέση όλων των ΚΜΕ, αναφορικά με τη διαδικασία ή την εγκατάσταση
- Μηχανική ταξινόμηση της ΚΜΕ και των διαμορφωμάτων επέκτασης (περιλαμβανομένων των φραγμάτων κ.λ.π.)
- Σχέδια καλωδιώσεων για όλες τις ΚΜΕ και τα διαμορφώματα επέκτασης (περιλαμβανομένων των αριθμών των συσκευών, των διευθύνσεων για επικοινωνία και των διευθύνσεων των εισόδων και εξόδων)

4.1.6 Κατάστρωση καταλόγου με συμβολικές διευθύνσεις

Αν αποφασίσετε για συμβολικές διευθύνσεις, πρέπει να αντιστοιχίσετε κάποια συμβολικά ονόματα στις απόλυτες διευθύνσεις. Μην καταγράψετε μόνο τις φυσικές εισόδους και εξόδους, αλλά και όλα τα άλλα στοιχεία που χρησιμοποιείτε στο πρόγραμμά σας.

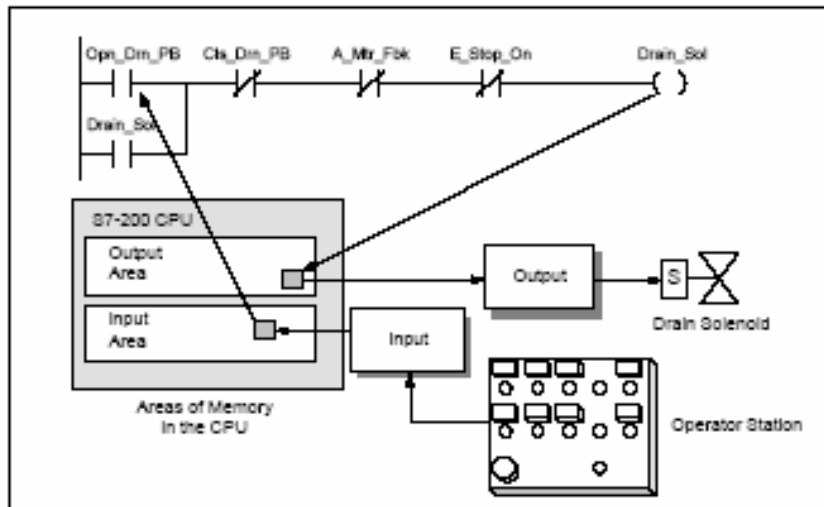
4.2 Προγράμματα S7-200 - Παραπομπές σε εισόδους και εξόδους στο πρόγραμμα

Ο βασικός τρόπος λειτουργίας της ΚΜΕ S7-200 είναι πολύ απλός:

- Η ΚΜΕ «διαβάζει» την κατάσταση των σημάτων στις εισόδους.
- Το πρόγραμμα που είναι αποθηκευμένο στην ΚΜΕ αξιολογεί, με τη βοήθεια των εισόδων, τη λογική. Κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας του προγράμματος, η ΚΜΕ καταγράφει τα νέα δεδομένα.
- Η ΚΜΕ αναγράφει τα δεδομένα στις εξόδους.

Στο σχήμα 4.2 παριστάνεται η διασύνδεση μεταξύ ενός απλού σχεδίου ηλεκτρολογικών συνδέσεων και της ΚΜΕ S7-200. Σ' αυτό το παράδειγμα η κατάσταση των σημάτων της διασύνδεσης στο σταθμό του χειρισμού – στην οποία δημιουργείται η εκροή – μεταφέρεται, προστιθέμενη, στις αντίστοιχες καταστάσεις άλλων εισόδων. Οι υπολογισμοί που προκύπτουν από όλες αυτές τις καταστάσεις καθορίζουν στη συνέχεια την κατάσταση των σημάτων της εξόδου για τον μαγνητικό διακόπτη ο οποίος διακόπτει την εκροή.

Η ΚΜΕ επεξεργάζεται το πρόγραμμα κυκλικά – «διαβάζει» και αναγράφει δεδομένα.



Σχήμα 4.2: Διασύνδεση μεταξύ ενός απλού σχεδίου ηλεκτρολογικών συνδέσεων και της ΚΜΕ S7-200

Η ΚΜΕ αποθηκεύει την κατάσταση των σημάτων από εισόδους και εξόδους σε ορισμένους τομείς μνήμης. Στο σχήμα 4.2 παριστάνεται η απλοποιημένη ροή πληροφοριών: Είσοδος – Τομέας μνήμης – Πρόγραμμα – Τομέας αποθήκευσης – Έξοδος. Σε κάθε τομέα μνήμης αντιστοιχεί ένα χαρακτηριστικό σύμβολο (μνημοτεχνική) – π.χ. «E» για την είσοδο και «A» για την έξοδο, μέσω της οποίας λαμβάνονται τα δεδομένα από κάθε τομέα μνήμης.

Το STEP 7-Micro/WIN παρέχει «απόλυτες» διευθύνσεις για όλους τους τομείς μνήμης. Μπορείτε να έχετε πρόσβαση σε ορισμένες διευθύνσεις, αν επιλέξετε ένα χειριστή (π.χ. E0.0 για την πρώτη είσοδο). Στο STEP 7-Micro/WIN μπορείτε να αντιστοιχίσετε επίσης συμβολικά ονόματα στις απόλυτες διευθύνσεις. Η απόλυτη διεύθυνση ενός τομέα μνήμης δεν αποτελείται μόνο από το σχετικό σύμβολο του τομέα (π.χ. «V»), αλλά και από το μέγεθος (το πολύ τέσσερα bytes ή 32 bits) των δεδομένων στα οποία πρόκειται να γίνει πρόσβαση: B (byte), W (word ή δυο bytes) ή D (doubleword ή 4 bytes). Η απόλυτη διεύθυνση περιλαμβάνει επίσης μια αριθμητική τιμή. Αυτή είτε είναι το πλήθος των bytes από την αρχή του τομέα μνήμης (μετάθεση) ή ο αριθμός του στοιχείου (αυτή η τιμή συμφωνεί με το σύμβολο του σχετικού τομέα)

4.3 Γλώσσες προγραμματισμού S7-200

Η ΚΜΕ S7-200 (και STEP 7-Micro/WIN) υποστηρίζει τις ακόλουθες γλώσσες προγραμματισμού:

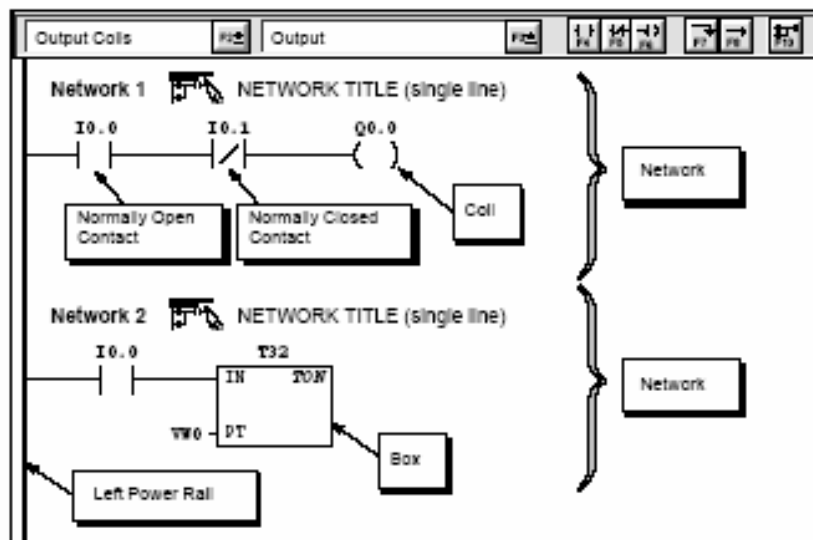
- Ο κατάλογος οδηγιών (AWL) αποτελείται από πολλές λειτουργίες, των οποίων η μνημοτεχνική είναι μια από τις λειτουργίες της ΚΜΕ.
- Το Σχέδιο Επαφής, «ΣΕ» (KOP) είναι μια γλώσσα προγραμματισμού με γραφικές παραστάσεις που μοιάζει με σχέδιο ηλεκτρολογικών συνδέσεων.

- Το STEP 7-Micro/WIN διαθέτει, εκτός αυτού, δυο τρόπους παράστασης για διευθύνσεις και λειτουργίες σ' ένα πρόγραμμα: Διεθνή και SIMATIC. Και οι δυο τρόποι παράστασης, η Διεθνή και η SIMATIC αναφέρονται στο ίδιο σύνολο λειτουργιών για το S7-200.

Μεταξύ των δυο παραπάνω τρόπων παράστασης υπάρχει άμεση συμφωνία και οι λειτουργικότητές τους είναι ταυτοτικά ίδιες.

4.3.1 Τα βασικά στοιχεία ενός Σχεδίου Επαφής

Όταν σχεδιάζετε ένα πρόγραμμα στο σχέδιο επαφής, τότε εργάζεστε με στοιχεία γραφικών παραστάσεων με τα οποία δημιουργείτε τα δίκτυα της «λογικής» σας. Μπορείτε να χρησιμοποιείτε τα ακόλουθα στοιχεία για τη δημιουργία του προγράμματός σας (βλ. σχήμα 4.3).



Σχήμα 4.3: Στοιχεία για τη δημιουργία προγράμματος

- Επαφές: Κάθε επαφή παριστάνει ένα διακόπτη μέσω του οποίου μπορεί να περάσει ρεύμα, όταν αυτός είναι κλειστός.
- Πηνία: Κάθε πηνίο παριστάνει ένα ηλεκτρονόμο (Relais), ο οποίος κατευθύνει το ρεύμα μέσω ροής σημάτων.
- Κουτιά: Κάθε κουτί παριστάνει μια λειτουργία η οποία εκτελείται, όταν διέλθει ρεύμα από το κουτί.
- Δίκτυα: Το δίκτυο σχηματίζει ένα πλήρες ηλεκτρικό κύκλωμα. Το ρεύμα ρέει από την αριστερή γραμμή του ρεύματος – μέσω κλειστών επαφών στα πηνία ή τα κουτιά τα οποία ενεργοποιούνται με αυτόν τον τρόπο.

4.3.2 Οι οδηγίες σ' ένα Κατάλογο Οδηγιών

Ο κατάλογος οδηγιών είναι μια γλώσσα προγραμματισμού στην οποία κάθε οδηγία στο πρόγραμμά σας περιέχει μια λειτουργία. Η μνημοτεχνική αυτής αποτελεί μια λειτουργία της ΚΜΕ. Εσείς θα διασυνδέσετε αυτές τις λειτουργίες σ' ένα πρόγραμμα, ώστε να δημιουργήσετε έτσι τον κατάλληλο έλεγχο στην εφαρμογή που θα κάνετε. Το σχήμα 4.4 παριστάνει τα βασικά στοιχεία ενός προγράμματος στον κατάλογο οδηγιών.

```

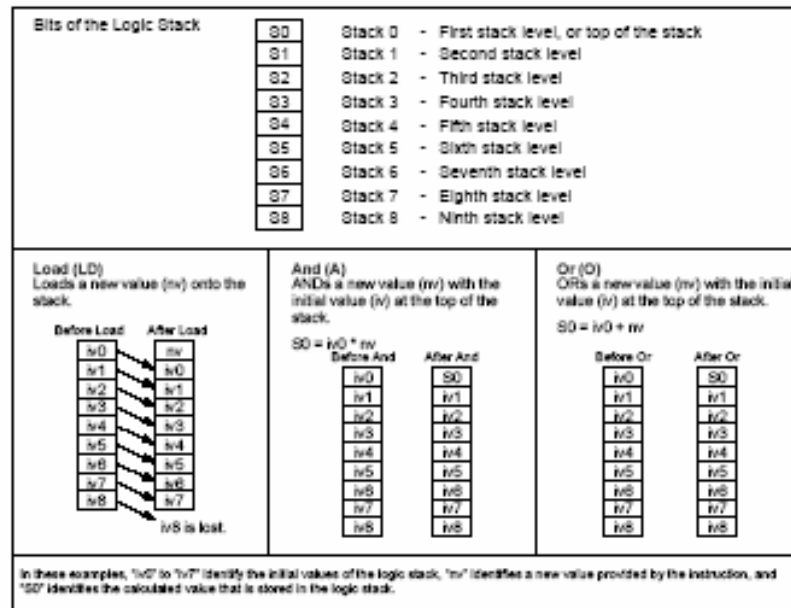
STL Editor - project1.ob1
//Conveyor Line Program
NETWORK //Start Motor:
LD "Start1" //When I0.0 is on
AN "E-Stop1" //and I0.1 is not on,
= Q0.0 //then turn on conveyor motor.

NETWORK //E-stop Conveyor:
LD I0.1 //When E-stop 1 is on
O I0.2 //or when E-stop 2 is on,
R Q0.0, 1 //turn off conveyor motor.

NETWORK //End of Program
MEND
    
```

Σχήμα 4.4: Παράθυρο ενός Editor του καταλόγου οδηγιών (AWL) με ένα παραδειγματικό πρόγραμμα

Οι παραπάνω λειτουργίες (AWL) εργάζονται με ένα λογικό απόθεμα (Stack) στην ΚΜΕ, ώστε να «λύσουν» τη λογική. Αυτό το λογικό απόθεμα έχει βάθος εννέα bit και πλάτος ένα bit (βλ. σχήμα 4.5). Οι περισσότερες λειτουργίες AWL εργάζονται είτε με το πρώτο bit είτε με το πρώτο και το δεύτερο bit του αποθέματος. Μπορούν να τοποθετηθούν, όμως, και νέες τιμές στο απόθεμα συμπληρωματικά. Αν συνδεθούν τα δυο ανώτερα bit του αποθέματος, τότε το απόθεμα ελαττώνεται κατά ένα bit. Ενώ οι περισσότερες λειτουργίες AWL «διαβάζουν» μόνο την τιμή στο λογικό απόθεμα, μερικές λειτουργίες AWL αλλάζουν τις τιμές που είναι αποθηκευμένες στο απόθεμα. Το σχήμα 4.5 παριστάνει τρία παραδείγματα σχετικά με το πώς «εργάζονται» μερικές λειτουργίες με το απόθεμα.



Σχήμα 4.5: Παραδείγματα λειτουργιών με το απόθεμα

4.4 Βασικά στοιχεία για τον σχεδιασμό ενός προγράμματος

Η ΚΜΕ S7-200 επεξεργάζεται συνεχώς το πρόγραμμά της για να κατευθύνει μια εργασία ή μια διαδικασία. Το πρόγραμμα θα το δημιουργήσετε με STEP 7-Micro/WIN και στη συνέχεια θα το μεταφέρετε στην ΚΜΕ. Από το κυρίως πρόγραμμα μπορείτε να καλέσετε διάφορα υποπρογράμματα και προγράμματα παρεμβατικά (Interrupt-programme).

4.4.1 Η δόμηση του προγράμματος

Τα προγράμματα για μια ΚΜΕ S7-200 αποτελούνται από τρία βασικά στοιχεία: ένα κυρίως πρόγραμμα, υποπρογράμματα (προαιρετικά) και παρεμβατικά (προαιρετικά). Στο σχήμα 4.6 βλέπετε ότι ένα πρόγραμμα S7-200 υποδιαιρείται στις ακόλουθες μονάδες διοργάνωσης:

Κυρίως πρόγραμμα:

Σ' αυτό το κυρίως τμήμα του προγράμματος ταξινομείτε τις λειτουργίες που θα κατευθύνουν την εφαρμογή σας. Οι λειτουργίες του κυρίως προγράμματος υφίστανται επεξεργασία σε κάθε κύκλο της ΚΜΕ κατά σειρά. Προς τερματισμό του κυρίως προγράμματος χρησιμοποιείτε στο ΣΕ (Σχέδιο Επαφής) ένα πηνίο προς πλήρη τερματισμό του προγράμματος και στον κατάλογο οδηγιών (AWL) τη λειτουργία για τερματισμό του κυρίως προγράμματος (MEND) [βλ. (1) στο σχήμα 4.6].

Υποπρογράμματα:

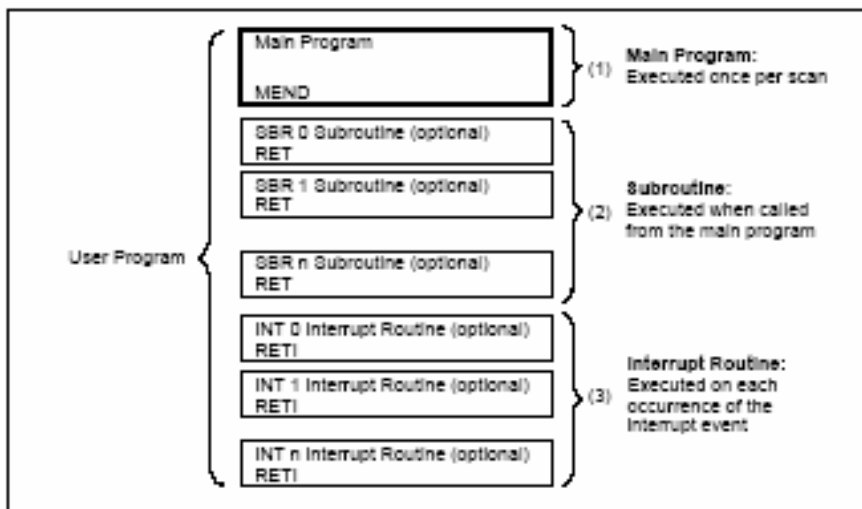
Αυτά τα προαιρετικά μέσα του προγράμματος υφίστανται τότε μόνο επεξεργασία, όταν γίνεται κλήση αυτών από το κυρίως πρόγραμμα. Ταξινομείτε τα

υποπρογράμματα μετά το τέλος του κυρίως προγράμματος (μετά το πηνίο του απόλυτου τερματισμού στο ΣΕ ή μετά τη λειτουργία MEND στον κατάλογο οδηγιών). Τερματίστε κάθε υποπρόγραμμα με τη λειτουργία RET (βλ. (2) στο σχήμα 4.6).

Παρεμβατικά προγράμματα:




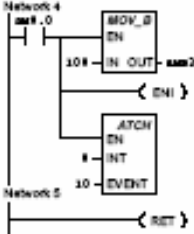


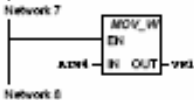

Αυτά τα προαιρετικά στοιχεία του προγράμματος υφίστανται τότε μόνο επεξεργασία, όταν εμφανίζεται ένα παρεμβατικό γεγονός. Ταξινομίστε τα παρεμβατικά προγράμματα μετά το πέρας του κυρίως προγράμματος (μετά το πηνίο του απόλυτου τερματισμού στο ΣΕ ή μετά τη λειτουργία MEND στον κατάλογο οδηγιών). Τερματίστε κάθε παρεμβατικό πρόγραμμα με τη λειτουργία RETI, «Τέλος του παρεμβατικού προγράμματος» (βλ. (3) στο σχήμα 4.6).

Τα υποπρογράμματα και παρεμβατικά προγράμματα ακολουθούν μετά το πηνίο, προς απόλυτο τερματισμό στο ΣΕ ή μετά τη λειτουργία MEND στον κατάλογο οδηγιών του κυρίως προγράμματος. Δεν υπάρχουν άλλοι κανόνες τους οποίους θα έπρεπε να προσέξετε σχετικά με την ταξινόμηση των υποπρογραμμάτων και των παρεμβατικών προγραμμάτων στο πρόγραμμά σας. Μπορείτε να ταξινομήσετε υποπρογράμματα και παρεμβατικά προγράμματα ως συνέχεια του κυρίως προγράμματος με οποιαδήποτε σειρά επιθυμείτε. Αν θέλετε, ωστόσο, να δημιουργήσετε το πρόγραμμά σας έτσι ώστε να διαβάζετε εύκολα και να είναι κατανοητό, θα έπρεπε να τοποθετήσετε όλα τα υποπρογράμματα άμεσα στο κυρίως πρόγραμμα και στη συνέχεια να ταξινομήσετε όλα τα παρεμβατικά προγράμματα, κλειστά, μετά τα υποπρογράμματα.



Σχήμα 4.6: Υποδιαίρεση προγράμματος S7-200

Το σχήμα 4.7 παριστάνει ένα παραδειγματικό πρόγραμμα σχετικά με μια παρέμβαση (interrupt) η οποία γίνεται με χρονική ρύθμιση και με την οποία μπορείτε να διαβάσετε την τιμή μιας αναλογικής εισόδου. Στο σχετικό παράδειγμα η αναλογική είσοδος «ερωτάται» κάθε 100 ms.

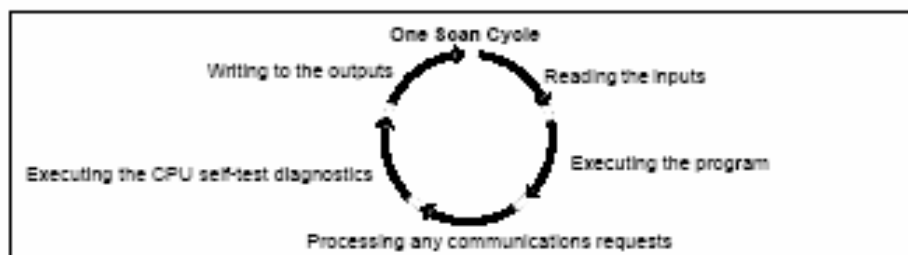
Ladder Logic	Statement List
Main Program	
<p>Network 1 </p> <p>Network 2 </p>	<pre>network 1 ld sm0.1 //when first scan bit //ocuse co CALL 0 //call subroutine 0. network 2 end</pre>
Subroutines	
<p>Network 3 </p> <p>Network 4 </p> <p>Network 5 </p>	<pre>network 3 sm 0 //begin subroutine 0 network 4 ld sm0.0 //always on memory bit. movw 100, sm24 //set timed int. 1. //interval to 100 ms smc 0, 10 //global interrupt enable //attach timed int. 0 to //int. routine 0. network 5 ret //terminate subroutine. network 6 smc # //begin int. routine 0. network 7 smwr sm24, vw100 //sample analog input 4 network 8 smcr //terminate interrupt routine</pre>
Interrupt Routines	
<p>Network 6 </p> <p>Network 7 </p> <p>Network 8 </p>	<pre>network 6 smc # //begin int. routine 0. network 7 smwr sm24, vw100 //sample analog input 4 network 8 smcr //terminate interrupt routine</pre>

Σχήμα 4.7: Παραδειγματικό πρόγραμμα με υποπρογράμματα και παρεμβατικά προγράμματα

4.5 Ο κύκλος της ΚΜΕ

Η ΚΜΕ S7-200 επεξεργάζεται μια σειρά εργασιών – περιλαμβανομένου του προγράμματος της – κυκλικά. Αυτή η κυκλική επεξεργασία των εργασιών ονομάζεται κύκλος. Κατά τη διάρκεια του κύκλου (βλ. εικόνα 4-8), η ΚΜΕ εκτελεί τις περισσότερες ή και όλες από τις ακόλουθες εργασίες:

- Ανάγνωση των εισόδων
- Επεξεργασία του προγράμματος
- Επεξεργασία των απαιτούμενων προϋποθέσεων για επικοινωνία
- Εκτέλεση αυτοδιάγνωσης της ΚΜΕ
- Αναγραφή στοιχείων στις εξόδους



Σχήμα 4.8: Κύκλος της ΚΜΕ S7-200

Οι εργασίες οι οποίες εκτελούνται κατά τη διάρκεια ενός κύκλου προσανατολίζονται στην κατάσταση λειτουργίας της ΚΜΕ. Μια ΚΜΕ S7-200 διαθέτει δυο καταστάσεις λειτουργίας: την κατάσταση λειτουργίας STOP και την κατάσταση λειτουργίας RUN. Αναφορικά με τον κύκλο, η βασική διαφορά μεταξύ των καταστάσεων λειτουργίας STOP και RUN βρίσκεται στο εξής σημείο: ότι το πρόγραμμά σας υφίσταται επεξεργασία σε κατάσταση λειτουργίας RUN, ενώ δεν υφίσταται επεξεργασία σε κατάσταση λειτουργία STOP.

4.5.1 Ανάγνωση των ψηφιακών εισόδων

Κατά την έναρξη ενός κύκλου «διαβάζονται» οι επίκαιρες τιμές των ψηφιακών εισόδων και στη συνέχεια καταγράφονται στην εικόνα της διαδικασίας που αναφέρεται στις εισόδους.

Σχετικά με την ΚΜΕ προβλέπονται τμήματα στην εικόνα της διαδικασίας που αναφέρεται στις εισόδους τα οποία αντιστοιχούν κάθε φορά σε οχτώ bit (ένα byte). Αν η ΚΜΕ ή ένα πηνίο επέκτασης δεν παρέχει σε κάθε bit (του κρατημένου byte) μια φυσική είσοδο, τότε δεν μπορείτε να αντιστοιχίσετε αυτά τα bits στα επόμενα πηνία της αλυσίδας των εισόδων – εξόδων και δεν μπορείτε να τα χρησιμοποιήσετε στο πρόγραμμά σας. Οι ελεύθερες εισοδοί στην εικόνα της διαδικασίας μηδενίζονται από την ΚΜΕ στην αρχή καθενός κύκλου. Αν μπορεί, ωστόσο η ΚΜΕ σας να συμπληρωθεί με περισσότερα πηνία επέκτασης και εσείς δεν εξαντλείτε πλήρως αυτό το δυναμικό (εφόσον δεν έχετε εγκαταστήσει το μέγιστο πλήθος των πηνίων επέκτασης), μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τα ελεύθερα bits εισόδου που προβλέπονται για τα πηνία επέκτασης ως επιπρόσθετες επισημάνσεις. Η ΚΜΕ δεν συμπληρώνει αυτομάτως τις αναλογικές εισόδους ως να ήταν τμήματα του παραπάνω κύκλου και δεν τοποθετεί καμία εικόνα σχετικά με τις αναλογικές εισόδους στη μνήμη. Για την πρόσβασή σας στις αναλογικές εισόδους πρέπει να ενεργήσετε κατευθείαν μέσω του προγράμματος σας.

4.5.2 Η επεξεργασία του προγράμματος

Κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου στον παραπάνω κύκλο η ΚΜΕ επεξεργάζεται το πρόγραμμα από την πρώτη λειτουργία μέχρι την τερματική λειτουργία. Μπορείτε να χειρίζεστε άμεσα τις εισόδους και εξόδους καθώς και να έχετε πρόσβαση σ' αυτές, ενώ το πρόγραμμα ή ένα παρεμβατικό πρόγραμμα υφίσταται επεξεργασία. Αν χρησιμοποιείτε στο πρόγραμμά σας παρεμβάσεις (interrupts), τότε τα παρεμβατικά προγράμματα, που έχουν αντιστοιχηθεί στα παρεμβατικά γεγονότα, αποθηκεύονται ως τμήμα του κυρίως προγράμματος. Τα παρεμβατικά προγράμματα, ωστόσο δεν υφίστανται επεξεργασία ως τμήμα του κανονικού κύκλου, αλλά μόνο τότε, όταν εμφανίζεται ένα παρεμβατικό γεγονός (αυτό μπορεί να συμβεί σε κάθε σημείο του κύκλου).

4.5.3 Η επεξεργασία των απαιτούμενων προϋποθέσεων για επικοινωνία

Κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου στον κύκλο, η ΚΜΕ επεξεργάζεται όλες τις αναφορές που λαμβάνονται μέσω των σημείων όπου είναι δυνατή η επικοινωνία.

4.5.4 Εκτέλεση της αυτοδιάγνωσης στην ΚΜΕ

Κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου στον κύκλο, η ΚΜΕ εξετάζει το Firmware και τη μνήμη του προγράμματος (μόνο σε κατάσταση λειτουργίας RUN). Εξάλλου, εξετάζεται η κατάσταση των πηνίων επέκτασης.

4.5.5 Αναγραφή στις ψηφιακές εξόδους

Στο τέλος του κύκλου αναγράφονται οι τιμές από την εικόνα της διαδικασίας στις εξόδους, στις ψηφιακές εξόδους.

Σχετικά με την ΚΜΕ, προβλέπονται για την εικόνα της διαδικασίας στις εισόδους, κάθε φορά τμήματα με οχτώ bit (ένα byte). Αν η ΚΜΕ ή ένα πηνίο επέκτασης δεν παρέχει για κάθε bit (του κλεισμένου byte) μια φυσική έξοδο, δεν μπορείτε να αντιστοιχίσετε αυτά τα bits στα επόμενα πηνία της αλυσίδας εισόδων – εξόδων. Μπορείτε, ωστόσο, να χρησιμοποιήσετε τα ελεύθερα bits στην εικόνα της διαδικασίας των εξόδων ως επιπρόσθετες εσωτερικές επισημάνσεις.

Η ΚΜΕ δεν ενημερώνει αυτομάτως τις αναλογικές εξόδους ως τμήμα του κύκλου και δεν τοποθετεί καμία εικόνα στη μνήμη σχετικά με τις αναλογικές εξόδους. Σχετικά με αυτές πρέπει να ενεργήσετε απευθείας μέσω του προγράμματός σας.

Όταν η κατάσταση λειτουργίας της ΚΜΕ μετατίθεται από το RUN στο STOP, οι ψηφιακές έξοδοι είτε αντιστοιχίζονται στις τιμές που έχετε προσδιορίσει κατά τη ρύθμιση των εξόδων, είτε παραμένουν στην κατάσταση που βρίσκονται. Οι αναλογικές έξοδοι διατηρούν την τιμή που έχει αναγραφεί τελευταία.

4.5.6 Η διακοπή του κύκλου

Όταν χρησιμοποιείτε στο πρόγραμμά σας παρεμβάσεις, τότε τα παρεμβατικά προγράμματα που αντιστοιχίζονται σε παρεμβατικά γεγονότα αποθηκεύονται ως τμήμα του κυρίως προγράμματος. Τα παρεμβατικά προγράμματα δεν υφίστανται, ωστόσο επεξεργασία ως τμήμα του κανονικού κύκλου, αλλά μόνο τότε όταν εμφανίζεται ένα παρεμβατικό γεγονός (αυτό μπορεί να συμβεί σε κάθε σημείο του κύκλου). Οι παρεμβάσεις υφίστανται διεργασία από την ΚΜΕ κατά τη σειρά της εμφάνισής τους, ενώ λαμβάνεται υπόψη κάθε φορά η αντίστοιχη προτεραιότητα της καθεμίας.

4.5.7 Εικόνες σχετικά με τη διαδικασία στις εισόδους – εξόδους

Συνιστάται να εργάζεται κανείς συνήθως με τις εικόνες των διαδικασιών και να μην επεμβαίνει κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας του προγράμματος άμεσα στις εισόδους και εξόδους. Υπάρχουν τρεις βασικοί λόγοι για τη χρήση των εικόνων διαδικασίας:

- Το σύστημα «ρωτάει» στην αρχή ενός κύκλου τις εισόδους. Με αυτόν τον τρόπο, οι τιμές αυτών των εισόδων συγχρονίζονται και «παγώνουν» καθόλη τη διάρκεια της επεξεργασίας του προγράμματος. Οι έξοδοι ενημερώνονται με νέα στοιχεία, μετά την επεξεργασία του προγράμματος, μέσω της εικόνας της διαδικασίας. Ως συνέπεια αυτού, προκύπτει μια σταθεροποιητική επίδραση στο σύστημα.
- Το πρόγραμμά σας μπορεί να επέμβει πολύ γρηγορότερα στην εικόνα της διαδικασίας, παρά άμεσα στις εισόδους και εξόδους. Αυτό επιταχύνει την επεξεργασία του προγράμματος.
- Οι εισοδοί και έξοδοι είναι μονάδες των bit στις οποίες πρέπει να γίνει επέμβαση σε μέγεθος bit. Στις εικόνες διαδικασίας μπορείτε ωστόσο να επέμβετε σε μέγεθος bit, byte, λέξης και διπλής λέξης. Γι' αυτόν τον λόγο οι εικόνες διαδικασίας προσφέρουν πρόσθετη ελαστικότητα.

Ένα επιπλέον πλεονέκτημα είναι ότι οι εικόνες διαδικασίας είναι αρκετά μεγάλες, ώστε να μπορεί να γίνει επεξεργασία του μέγιστου πλήθους εισόδων και εξόδων. Επειδή ένα «γνήσιο» σύστημα αποτελείται από εισόδους και εξόδους, υπάρχουν στην εικόνα της διαδικασίας πάντα μερικές διευθύνσεις που δεν χρησιμοποιούνται. Αυτές οι ελεύθερες διευθύνσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρόσθετες εσωτερικές επισημάνσεις.

4.5.8 Άμεσος χειρισμός των Εισόδων – Εξόδων

Μέσω των λειτουργιών που προβλέπονται για άμεσο χειρισμό των εισόδων και εξόδων, μπορείτε να επέμβετε απευθείας σε μια είσοδο ή έξοδο, ακόμα και αν οι εικόνες διαδικασίας ισχύουν, γενικά, ως πηγή και στόχος επεμβάσεων σε εισόδους – εξόδους. Αν επέμβετε άμεσα σε μια είσοδο, δεν αλλάζει η αντίστοιχη διεύθυνση στην εικόνα διαδικασίας των εισόδων. Αν επέμβετε άμεσα σε μια έξοδο, τότε ενημερώνεται με νέα στοιχεία, συγχρόνως, η αντίστοιχη διεύθυνση στην εικόνα διαδικασίας των εξόδων.

4.6 Ρύθμιση του είδους λειτουργίας για την ΚΜΕ

Η ΚΜΕ S7-200 διαθέτει δυο είδη λειτουργίας:

- STOP: Η ΚΜΕ δεν επεξεργάζεται το πρόγραμμα. Στην κατάσταση λειτουργίας STOP μπορείτε να μεταφέρετε ένα πρόγραμμα στην ΚΜΕ και να διαρθρώσετε την ΚΜΕ.
- RUN: Η ΚΜΕ επεξεργάζεται το πρόγραμμα. Στην κατάσταση λειτουργίας RUN δεν μπορείτε να μεταφέρετε κανένα πρόγραμμα στην ΚΜΕ, ενώ δεν μπορείτε, παράλληλα, να διαρθρώσετε την ΚΜΕ.

Οι ενδείξεις σχετικά με την κατάσταση που επικρατεί, στην πρόσθια όψη της ΚΜΕ, παρέχουν την επίκαιρη κατάσταση λειτουργίας.

Αν θέλετε να μεταφέρετε ένα πρόγραμμα στη μνήμη του προγράμματος, πρέπει να θέσετε την ΚΜΕ στο σημείο λειτουργίας STOP.

4.6.1 Ρύθμιση του είδους λειτουργίας μέσω του διακόπτη για τα είδη λειτουργίας

Με τον διακόπτη για τα είδη λειτουργίας (που βρίσκεται κάτω από το καπάκι στην ΚΜΕ) μπορείτε να ρυθμίσετε με το χέρι το είδος λειτουργίας της ΚΜΕ:

- Όταν τοποθετείτε τον διακόπτη στο STOP, η επεξεργασία του προγράμματος διακόπτεται.
- Όταν τοποθετείτε τον διακόπτη στο RUN, η επεξεργασία του προγράμματος τίθεται σε λειτουργία.
- Όταν τοποθετείτε τον διακόπτη στο TERM, η κατάσταση λειτουργίας της ΚΜΕ δεν αλλάζει, το λογισμικό του προγράμματος, όμως (STEP 7-Micro/WIN) μπορεί τώρα να κατευθύνει τα είδη λειτουργίας της ΚΜΕ.

Όταν ο διακόπτης για τα είδη λειτουργίας βρίσκεται σε μια από τις θέσεις STOP ή TERM και διακοπεί η παροχή της τάσης του ρεύματος, τότε η ΚΜΕ μεταπίπτει – όταν επιστρέψει η τάση – αυτομάτως στην κατάσταση λειτουργίας STOP. Όταν ο διακόπτης για τα είδη λειτουργίας βρίσκεται στη θέση RUN και διακοπεί η παροχή της τάσης, τότε η ΚΜΕ – όταν επιστρέψει η τάση – μεταπίπτει πάλι στην κατάσταση λειτουργίας RUN.

4.6.2 Ρύθμιση του είδους λειτουργίας μέσω του STEP 7-Micro/WIN

Μπορείτε να ρυθμίσετε την κατάσταση λειτουργίας της ΚΜΕ επίσης μέσω του STEP 7-Micro/WIN (βλ. Σχήμα 4.9). Πρέπει να φέρετε τον διακόπτη για τα είδη λειτουργίας που βρίσκεται στην ΚΜΕ σε μια από τις θέσεις TERM ή RUN, έτσι ώστε το λογισμικό να μπορεί να κατευθύνει την κατάσταση λειτουργίας.



Σχήμα 4-9: Ρύθμιση του είδους λειτουργίας μέσω του STEP 7-Micro/WIN

4.6.3 Ρύθμιση του είδους λειτουργίας μέσω του προγράμματος

Μπορείτε να επιλέξετε στο πρόγραμμά σας τη λειτουργία STOP η οποία θέτει την ΚΜΕ στην κατάσταση λειτουργίας STOP. Με αυτόν τον τρόπο μπορείτε να διακόψετε την επεξεργασία του προγράμματος σε συνάρτηση με τη «λογική» που έχετε. Οι λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τη λειτουργία STOP αναφέρονται σε άλλο κεφάλαιο.

4.7 Δημιουργία ενός κώδικα πρόσβασης για την ΚΜΕ

Όλα τα είδη ΚΜΕ της κατηγορίας S7-200 παρέχουν προστασία σχετικά με τον κώδικα πρόσβασης, περιορίζοντας κατ' αυτόν τον τρόπο την πρόσβαση σε ορισμένες λειτουργίες της ΚΜΕ. Μέσω της δημιουργίας ενός κώδικα πρόσβασης, είναι σε θέση μόνο αρμόδια άτομα να έχουν πρόσβαση σε ορισμένες λειτουργίες και στη μνήμη της ΚΜΕ. Χωρίς κώδικα πρόσβασης, είναι δυνατή η πρόσβαση στην ΚΜΕ χωρίς κανένα περιορισμό. Όταν παρέχεται προστασία μέσω κώδικα πρόσβασης, η ΚΜΕ δεν επιτρέπει την πρόσβαση σε καμία από τις λειτουργίες που απαγορεύονται σύμφωνα με τη διάρθρωση του κώδικα πρόσβασης.

4.7.1 Οι βαθμίδες προστασίας της ΚΜΕ

Οι ΚΜΕ S7-200 παρέχουν τρεις διαφορετικές βαθμίδες προστασίας με διαφορετικούς περιορισμούς ως προς την πρόσβαση σε λειτουργίες της ΚΜΕ (βλ. πίνακα 4-1). Κάθε βαθμίδα προστασίας επιτρέπει επίσης – χωρίς δήλωση του κώδικα πρόσβασης απεριόριστη πρόσβαση σε ορισμένες λειτουργίες. Και στις τρεις βαθμίδες προστασίας έχετε, εφόσον δηλώσετε τον σωστό κώδικα πρόσβασης, πρόσβαση σε όλες τις λειτουργίες της ΚΜΕ. Η κατάσταση στην οποία βρίσκονται οι ΚΜΕ S7-200, πριν τις σχετικές ρυθμίσεις, είναι η βαθμίδα προστασίας 1 (κανένας περιορισμός).

Όταν εισάγετε ένα κώδικα πρόσβασης στο δίκτυο, αυτό δεν επιδρά στην προστασία του κώδικα πρόσβασης για την ΚΜΕ. Όταν ένας χρήστης είναι εξουσιοδοτημένος να έχει πρόσβαση σε προστατευόμενες λειτουργίες της ΚΜΕ, αυτό δεν σημαίνει ότι είναι και άλλοι χρήστες εξουσιοδοτημένοι να έχουν πρόσβαση στις ίδιες λειτουργίες. Μόνο σ' ένα χρήστη παρέχεται απεριόριστο δικαίωμα πρόσβασης στην ΚΜΕ.

Task	Level 1	Level 2	Level 3
Read and write user data	Not restricted	Not restricted	Not restricted
Start, stop and restart the CPU	Not restricted	Not restricted	Not restricted
Read and write the time-of-day clock			
Read the forced data in the CPU		Password required	
Upload the user program, data, and the configuration			
Download to the CPU			
Delete the user program, data, and the configuration ¹			
Force data or single/multiple scan			
Copy to the memory cartridge			

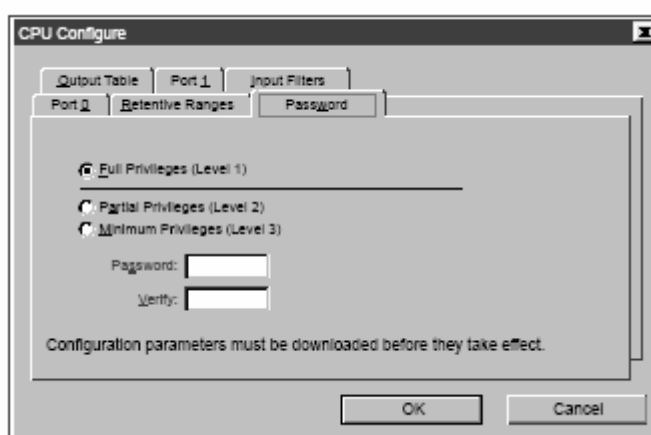
Πίνακας 4.1: Βαθμίδες

4.7.2 Υπόδειξη

Αφότου εισάγετε τον κώδικα πρόσβασης, η σχετική βαθμίδα προστασίας παραμένει μετά τον αποχωρισμό της συσκευής προγραμματισμού από την ΚΜΕ το πολύ για ένα λεπτό ενεργοποιημένη. Η προστασία από διαγραφές ελέγχεται λειτουργικά από τον κώδικα πρόσβασης „clearpl“.

4.7.3 Δημιουργία ενός κώδικα πρόσβασης για την ΚΜΕ

Μπορείτε να δημιουργήσετε ένα κώδικα πρόσβασης για την ΚΜΕ μέσω του STEP 7-Micro/WIN. Επιλέξτε την εντολή **ΚΜΕ Διάρθρωση** από το Μενού και ανοίξτε τον κατάλογο «κώδικας πρόσβασης» (βλ. Σχήμα 4.10). Δηλώστε την βαθμίδα προστασίας που επιθυμείτε και επιβεβαιώστε τον κώδικα πρόσβασης για την ΚΜΕ.



Σχήμα 4.10: Δημιουργία ενός κώδικα πρόσβασης για την ΚΜΕ

4.7.4 Μέτρα που λαμβάνονται, αν ξεχαστεί ο κώδικας πρόσβασης

Αν έχετε ξεχάσει τον κώδικα πρόσβασης, πρέπει να φέρετε – μέσω διαγραφών – τη μνήμη της ΚΜΕ στην πρωταρχική της κατάσταση και να εισάγετε εκ νέου το πρόγραμμά σας στην ΚΜΕ. Κατά την παραπάνω διαδικασία διαγραφών στη μνήμη της ΚΜΕ, η ΚΜΕ πρέπει πρώτα να περιέλθει στην κατάσταση λειτουργίας STOP και στη συνέχεια να επανέλθει στις τιμές που είχαν τοποθετηθεί αρχικά από τον κατασκευαστή. Από αυτή τη διαδικασία εξαιρούνται η διεύθυνση του χρήστη και το ρολόι της ΚΜΕ που δεν μπορούν να επανέλθουν στην προηγούμενη κατάσταση.

Για να εκτελέσετε την παραπάνω διαδικασία διαγραφής του προγράμματος σας στην ΚΜΕ, επιλέξτε την εντολή **ΚΜΕ – Διαγραφή (Urlöschen)** από το Μενού.

Μετά από αυτό, θα εμφανιστεί στο σχετικό πεδίο διαλόγου η ένδειξη «Διαγραφή». Επιλέξτε στη συνέχεια την εντολή «Όλα» („Alles“) και επιβεβαιώστε τις δηλώσεις σας μέσω του «OK». Κατόπιν αυτού, εμφανίζεται ένα πεδίο διαλόγου στο οποίο απαιτείται η εισαγωγή του κώδικα πρόσβασης. Αν εισάγετε τον κώδικα πρόσβασης „clearple“ (Διαγραφή του Συστήματος Αυτοματισμού [ΣΑ]), θα μπορείτε να διαγράψετε όλη τη μνήμη της ΚΜΕ, ώστε να επανέλθει αυτή στην πρωταρχική κατάσταση.

Κατά την παραπάνω διαγραφή δεν διαγράφετε το πρόγραμμα στο πηνίο μνήμης. Επειδή στο πηνίο μνήμης – εκτός του προγράμματος – έχει αποθηκευτεί και ο αντίστοιχος κώδικας πρόσβασης, πρέπει να προγραμματίσετε το πηνίο μνήμης εκ νέου, ώστε να διαγράψετε τον ξεχασμένο κώδικα πρόσβασης.

4.7.5 Προειδοποίηση

Όταν γίνεται η παραπάνω διαδικασία διαγραφής στην ΚΜΕ, οι έξοδοι πρέπει να θέτονται εκτός λειτουργίας (οι αναλογικές έξοδοι «παώνουν» μέσω μιας ορισμένης τιμής).

Αν η ΚΜΕ S7-200 είναι κατά την παραπάνω διαδικασία διαγραφής συνδεδεμένη με συσκευές, είναι δυνατό να μεταβιβαστούν οι αλλαγές της κατάστασης των σημάτων που γίνονται στις εξόδους, πάνω στις συνδεδεμένες συσκευές. Αν έχετε αλλάξει την «ασφαλή κατάσταση» των εξόδων που είχαν τοποθετηθεί αρχικά από τον κατασκευαστή, τότε μπορεί οι αλλαγές καταστάσεων στις εξόδους να επιφέρουν απρόσμενες αντιδράσεις στις συσκευές. Με αυτόν τον τρόπο, είναι δυνατό να προκληθούν σωματικές βλάβες και ή υλικές ζημιές.

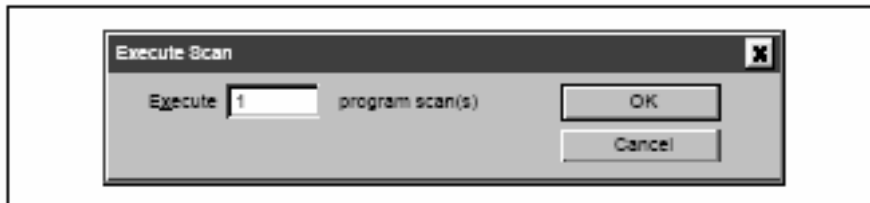
Γι' αυτόν τον λόγο πρέπει να λαμβάνονται όλα τα μέτρα ασφαλείας και εσείς να είσαστε βέβαιοι ότι επικρατεί γενικά μια ασφαλής κατάσταση, πριν ασχοληθείτε με την παραπάνω διαδικασία διαγραφής στην ΚΜΕ.

4.8 Έλεγχος και επίβλεψη του προγράμματός σας

Το STEP 7-Micro/WIN σας παρέχει διάφορα εργαλεία προς έλεγχο και επίβλεψη του προγράμματός σας.

4.8.1 Επίβλεψη του προγράμματός σας μέσω εκτέλεσης ενός ορισμένου πλήθους κύκλων

Μπορείτε να δώσετε εντολή να επεξεργαστεί η ΚΜΕ το πρόγραμμά σας για ένα ορισμένο πλήθος κύκλων (από 1 κύκλο έως 65.535 κύκλους). Αν επιλέξετε πόσους κύκλους πρέπει να εκτελέσει η ΚΜΕ, μπορείτε να παρακολουθήσετε την επεξεργασία των μεταβλητών που περιλαμβάνονται στη διαδικασία. Μέσω της εντολής στο μενού: **Έλεγχος – Εκτέλεση κύκλων**, δηλώνετε το πλήθος των κύκλων που πρέπει να εκτελέσει η ΚΜΕ. Το σχήμα 4.11 παριστάνει το πεδίο διαλόγου στο οποίο μπορείτε να δηλώσετε το πλήθος των κύκλων.



Σχήμα 4.11: Εκτέλεση του προγράμματος για ένα ορισμένο πλήθος κύκλων

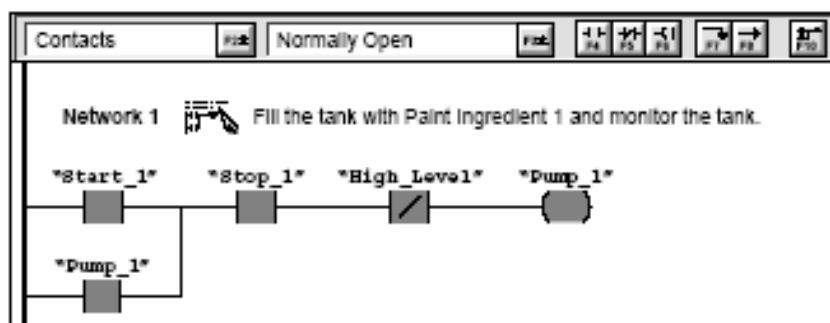
4.8.2 Χειρισμός και παρακολούθηση του προγράμματός σας μέσω ειδικού πίνακα για τη σχετική κατάσταση

Μπορείτε μέσω ενός ειδικού πίνακα για την κατάσταση που επικρατεί να διαβάζετε, να γράφετε, να ενισχύσετε και να παρακολουθείτε μεταβλητές, ενόσω το πρόγραμμά σας υφίσταται επεξεργασία (βλ. σχήμα 4.12). Από την παράγραφο 4.8 μπορείτε να λάβετε λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τη δημιουργία ενός «πίνακα κατάστασης».

Address	Format	Current Value	Change Value
Start 1	Bit	2#0	
Start 2	Bit	2#0	1
Stop 1	Bit	2#0	
Stop 2	Bit	2#0	
High Level	Bit	2#0	
Low Level	Bit	2#0	
Reset	Bit	2#0	
Pump 1	Bit	2#0	
Pump 2	Bit	2#0	
Mixer Motor	Bit	2#0	
Steam Valve	Bit	2#0	
Drain Valve	Bit	2#0	
Drain Pump	Bit	2#0	
Hi Lev Reached	Bit	2#0	
Mix Timer	Signed	+0	
Cycle Counter	Signed	+0	

Σχήμα 4.12: ενδείξεις σχετικά με την κατάσταση στο πρόγραμμα του σχεδίου επαφής (ΣΕ)

Μέσω του προγράμματος Editor στο STEP 7-Micro/WIN μπορείτε να επιβλέπετε την κατάσταση ενός προγράμματος online (βλ. σχήμα 4.13). Θα πρέπει τότε, όμως, το πρόγραμμα να εμφανίζεται στο Σχέδιο Επαφής. Με αυτόν τον τρόπο μπορείτε να επιβλέπετε την κατάσταση των λειτουργιών στο πρόγραμμα, ενώ η ΚΜΕ επεξεργάζεται το πρόγραμμα.



Σχήμα 4.13: Ενδείξεις της κατάστασης σ' ένα πρόγραμμα Σχεδίου Επαφής

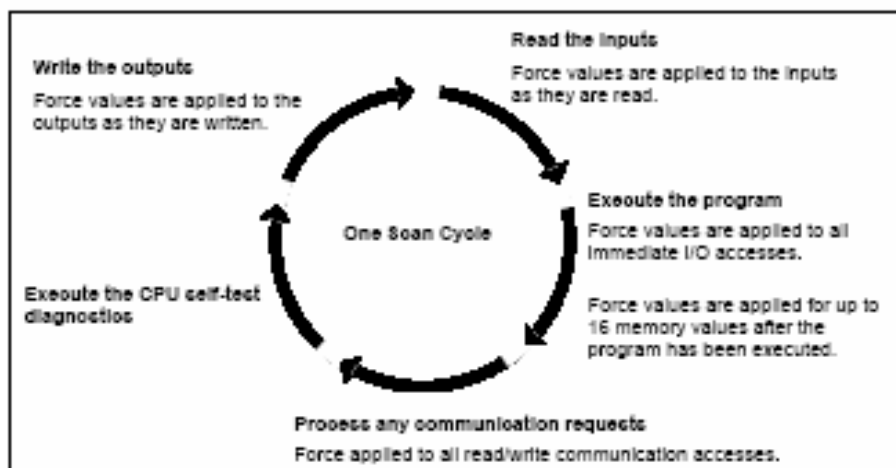
4.8.3 Ενίσχυση των τιμών στον πίνακα κατάστασης

Μέσω της ΚΜΕ S7-200 μπορείτε να ενισχύσετε μερικές ή όλες τις εισόδους και εξόδους (bits Εισόδου και Εξόδου) κατά ορισμένες τιμές. Μπορείτε, επιπρόσθετα, να ενισχύσετε συνολικά 16 εσωτερικές επισημάνσεις (V ή M), καθώς και αναλογικές εισόδους ή εξόδους („AE“ ή „AA“). Οι τιμές στη μνήμη των μεταβλητών και οι τιμές επισημάνσεων μπορούν να ενισχυθούν ως bytes, λέξεις κα διπλές λέξεις. Οι αναλογικές τιμές μπορούν να ενισχυθούν μόνο ως λέξεις και μάλιστα σε άρτια bytes (π.χ. AEW6 ή AAW14). Όλες οι ενισχυμένες τιμές τοποθετούνται στο EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory Ηλεκτρικά αποσβέσιμη

προγραμματιζόμενη μνήμη με δυνατότητα μόνο ανάγνωσης) της ΚΜΕ που λειτουργεί σταθερά ανεξάρτητα από την τάση του ρεύματος.

Κατά τη διάρκεια του κύκλου είναι δυνατό να αλλάξουν οι ενισχυμένες τιμές των στοιχείων (από το πρόγραμμα, κατά την ενημέρωση των εισόδων και εξόδων με νέα στοιχεία ή μέσω επεξεργασίας της επικοινωνίας). Γι' αυτόν τον λόγο, η ΚΜΕ μεταβιβάζει τις ενισχυμένες τιμές, επανειλημμένα, σε διαφορετικούς χρόνους στον κύκλο. Το σχήμα 4.14 δείχνει σε ποια σημεία στον κύκλο η ΚΜΕ ενημερώνει σχετικά με τις ενισχυμένες τιμές.

Η λειτουργία της ενίσχυσης ελέγχει τις λειτουργίες που αναφέρονται στην άμεση ανάγνωση ή την αναγραφή εισόδων και εξόδων. Η λειτουργία της ενίσχυσης κατευθύνει επίσης τη διάρθρωση μιας εξόδου η οποία – κατά τη μετάβαση στην κατάσταση λειτουργίας STOP – πρέπει να περιέλθει σε μια ορισμένη κατάσταση σημάτων. Αν η ΚΜΕ περιέλθει στην κατάσταση STOP, η έξοδος διατηρεί την ενισχυμένη τιμή και δεν λαμβάνει τη διαρθρωμένη τιμή.



Σχήμα 4.14: Κύκλος μιας ΚΜΕ S7-200

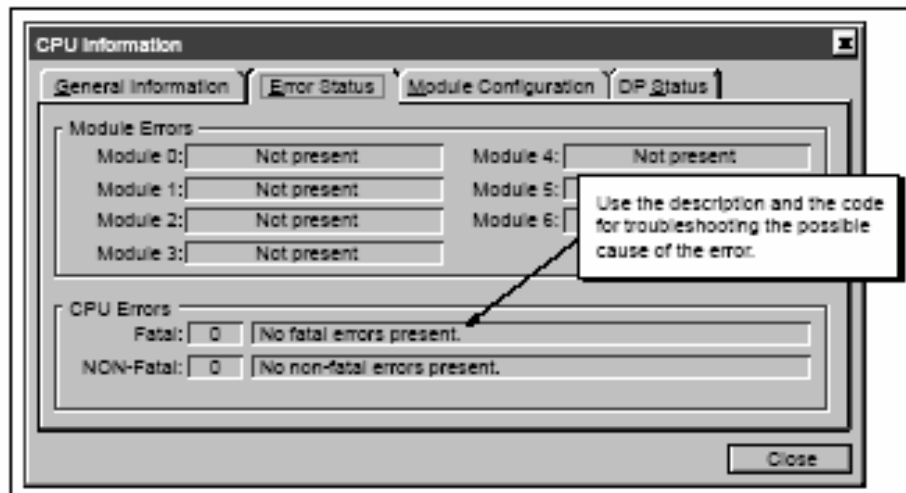
Το σχήμα 4.15 δείχνει ένα παράδειγμα για έναν πίνακα κατάστασης. Μπορείτε να λάβετε λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο εργασίας μέσω ενός πίνακα κατάστασης.

Address	Format	Current Value	Change Value
"Start 1"	Bit	2#0	
"Start 2"	Bit	2#0	1
"Stop 1"	Bit	2#0	
"Stop 2"	Bit	2#0	
"High Level"	Bit	2#0	
"Low Level"	Bit	2#0	
"Reset"	Bit	2#0	
"Pump 1"	Bit	2#0	
"Pump 2"	Bit	2#0	
"Mixer Motor"	Bit	2#0	
"Steam Valve"	Bit	2#0	
"Drain Valve"	Bit	2#0	
"Drain Pump"	Bit	2#0	
"Hi Lev Reached"	Bit	2#0	
"Mix Timer"	Signed	+0	
"Cycle Counter"	Signed	+0	

Σχήμα 4.15: Παράδειγμα για έναν πίνακα κατάστασης

4.9 Διόρθωση λαθών στην ΚΜΕ S7-200

Η ΚΜΕ S7-200 υποδιαιρεί τα εμφανιζόμενα λάθη σε σοβαρά και μικρά. Μέσω του STEP 7-Micro/WIN μπορείτε να εμφανίσετε τους κωδικούς των λαθών οι οποίοι παράχθηκαν από τα εμφανισθέντα λάθη. Το σχήμα 4.16 δείχνει το πεδίο διαλόγου «Πληροφορίες – ΚΜΕ», στο πεδίο εμφανίζονται ο κωδικός του λάθους και η περιγραφή του. Από το Παράρτημα C μπορείτε να λάβετε ένα πλήρη κατάλογο για όλους του κωδικούς λαθών.



Σχήμα 4.16: Κατάλογος «Κατάσταση λαθών» στο πεδίο διαλόγου «Πληροφορίες – ΚΜΕ»

4.9.1 Διόρθωση σοβαρών λαθών

Όταν εμφανισθεί ένα σοβαρό λάθος, η ΚΜΕ διακόπτει την επεξεργασία του προγράμματος. Ανάλογα με τον βαθμό σοβαρότητας του λάθους, η ΚΜΕ μπορεί να

μην εκτελέσει πλέον μερικές ή και καμία λειτουργία. Ο σκοπός της διόρθωσης των σοβαρών λαθών είναι να περιέλθει η ΚΜΕ σε μια ασφαλή κατάσταση, ώστε να μπορούν να ληφθούν πληροφορίες σχετικά με τις συνθήκες των λαθών στην ΚΜΕ. Όταν η ΚΜΕ αναγνωρίσει ένα σοβαρό λάθος, περιέρχεται στο είδος λειτουργίας STOP, και ανάβει τη φωτεινή ένδειξη (LED) σχετικά με Λάθος Συστήματος (SF) καθώς και τη φωτεινή ένδειξη για STOP, ενώ διακόπτει τη λειτουργία των εξόδων. Η ΚΜΕ παραμένει σ' αυτή την κατάσταση, μέχρι να παύσουν να επικρατούν οι συνθήκες για το λάθος.

Όταν έχετε παύσει τις συνθήκες λάθους για το σοβαρό λάθος, πρέπει να θέσετε εκ νέου σε λειτουργία την ΚΜΕ. Σχετικά με αυτό τον σκοπό, μπορείτε είτε να διακόψετε και να επαναφέρετε την τάση του ρεύματος είτε να φέρετε τον διακόπτη για τα είδη λειτουργίας στην ΚΜΕ, από τη θέση RUN ή TERM, στη θέση STOP. Μέσω της νέας έναρξης της ΚΜΕ, διαγράφεται η συνθήκη λάθους, ενώ στη συνέχεια εκτελείται μια διάγνωση για να ελεγχθεί αν έχει διορθωθεί, πράγματι, το σοβαρό λάθος. Αν αναγνωριστεί πάλι ένα σοβαρό λάθος, ανάβει εκ νέου η φωτεινή ένδειξη της ΚΜΕ, υπό την έννοια ότι υπάρχει ακόμα κάποιο λάθος. Διαφορετικά, η ΚΜΕ αρχίζει πάλι να λειτουργεί κανονικά.

Υπάρχουν διάφορες πιθανές συνθήκες λαθών που καθιστούν την ΚΜΕ ανίκανη προς επικοινωνία. Σ' αυτές τις περιπτώσεις δεν μπορείτε να δείτε την ένδειξη του κωδικού για το λάθος στην ΚΜΕ. Αυτό το είδος λαθών συνδέεται συνήθως με το ηλεκτρονικό υλικό του υπολογιστή και αυτά διορθώνονται μόνο μέσω επισκευής της ΚΜΕ. Παρόμοιες συνθήκες λαθών δεν μπορούν αν εξαλειφθούν μέσω αλλαγών στο πρόγραμμα ή διαγραφών στη μνήμη της ΚΜΕ, ώστε να επανέλθει αυτή στην πρωταρχική της μορφή.

4.9.2 Διόρθωση μικρών λαθών

Τα μικρά λάθη μπορούν να περιορίσουν μερικώς τη λειτουργία της ΚΜΕ. Η ΚΜΕ είναι ωστόσο σε θέση να επεξεργαστεί περαιτέρω το πρόγραμμα και να ενημερώνει τις εισόδους και εξόδους με νέα στοιχεία.

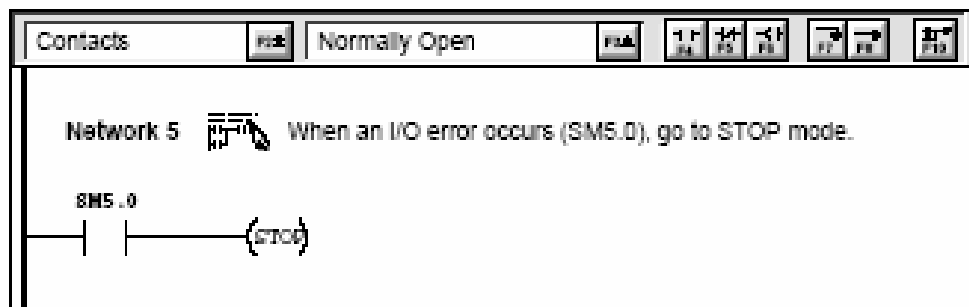
Μπορείτε μέσω του STEP 7-Micro/WIN να εμφανίσετε τους κωδικούς των λαθών που παράχθηκαν από μικρά λάθη (βλ. σχήμα 4.16). Υπάρχουν τρεις βασικές ομάδες μικρών λαθών:

- Λάθη ως προς τον χρόνο λειτουργίας: Όλα τα μικρά λάθη που αναγνωρίζονται κατά τη διάρκεια της κατάστασης λειτουργίας RUN, τοποθετούνται σε ιδιαίτερες επισημάνσεις. Το πρόγραμμά σας μπορεί να επιβλέπει αυτές τις ιδιαίτερες επισημάνσεις και να τις αξιολογεί. Μπορείτε από το Παράρτημα D να λάβετε λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με ιδιαίτερες επισημάνσεις που αναφέρονται σε μικρά λάθη ως προς τον χρόνο λειτουργίας. Όταν αρχίζει η λειτουργία της ΚΜΕ, αυτή «διαβάζει» τη διάρθρωση των εισόδων και εξόδων, αποθηκεύοντας αυτές τις πληροφορίες στη μνήμη των δεδομένων του συστήματος και στις ιδιαίτερες επισημάνσεις. Κατά τη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας, η κατάσταση των εισόδων και εξόδων ενημερώνεται τακτικά με νέα στοιχεία και τοποθετείται στις ιδιαίτερες επισημάνσεις. Αν η ΚΜΕ αναγνωρίσει διαφορές στη διάρθρωση των εισόδων και εξόδων, τότε η ΚΜΕ θέτει το bit προς ένδειξη μιας αλλαγμένης διάρθρωσης στο byte του πηνίου που υπάρχει το λάθος. Το πηνίο επέκτασης τότε δεν ενημερώνεται με νέα στοιχεία, μέχρι να επανέλθει αυτό το

bit στην αρχική κατάσταση. Προκειμένου να μπορέσει η ΚΜΕ να επαναφέρει το bit στην αρχική κατάσταση, πρέπει οι είσοδοι και έξοδοι του πηνίου να «συμφωνούν» πάλι με τη διάρθρωση των εισόδων και εξόδων που έχει τοποθετηθεί στη μνήμη των δεδομένων του συστήματος.

- Λάθη κατά την αποκωδικοποίηση του προγράμματος: Όταν μεταφέρετε ένα πρόγραμμα στην ΚΜΕ, η ΚΜΕ αποκωδικοποιεί το πρόγραμμα. Αν διαπιστώσει η ΚΜΕ ότι το πρόγραμμα παραβιάζει έναν κανόνα κατά την αποκωδικοποίηση, τότε η ΚΜΕ διακόπτει τη μεταφορά του προγράμματος σ' αυτήν, παράγοντας έναν κωδικό λάθους. (Αν είχε μεταφερθεί ήδη ένα πρόγραμμα στην ΚΜΕ, αν υπάρχει ακόμα αυτό το πρόγραμμα στην EEPROM, τότε δεν χάνεται). Αφότου διορθώσετε το πρόγραμμά σας, μπορείτε να το μεταφέρετε εκ νέου στην ΚΜΕ.
- Λάθη προγραμματισμού ως προς το χρόνο λειτουργίας: Εσείς οι ίδιοι (δηλαδή το πρόγραμμά σας) μπορεί να προκαλέσετε συνθήκες λάθους οι οποίες παρουσιάζονται, ενώ το πρόγραμμα υφίσταται επεξεργασία. Θα ήταν δυνατό π.χ., ένας άμεσος δείκτης διευθύνσεων (addresspointer) ο οποίος κατά την αποκωδικοποίηση του προγράμματος ήταν σε ισχύ – να έχει αλλάξει κατά την επεξεργασία του προγράμματος, ώστε να δείχνει κάποια διεύθυνση που είναι εκτός του ισχύοντος τομέα. Αυτό χαρακτηρίζεται ως λάθος προγραμματισμού ως προς το χρόνο λειτουργίας. Μέσω του πεδίου διαλόγων «Πληροφορίες – ΚΜΕ» (βλ. σχήμα 4.16) μπορείτε να διαπιστώσετε ποιο είδος λάθους έχει παρουσιαστεί.

Η ΚΜΕ δεν περιέρχεται στην κατάσταση λειτουργίας STOP, όταν αναγνωρίζεται ένα μικρό λάθος. Τοποθετεί τα αποτελέσματα σε ειδικές επισημάνσεις (SM) και συνεχίζει την επεξεργασία του προγράμματος. Μπορείτε, όμως, να γράψετε το πρόγραμμά σας με τέτοιο τρόπο, ώστε κατά την εμφάνιση ενός μικρού λάθους να γίνει αναγκαστικά μετάβαση της λειτουργίας στην κατάσταση STOP. Το σχήμα 4.17 δείχνει το δίκτυο ενός προγράμματος που επιβλέπει μια ειδική επισήμανση. Η σχετική λειτουργία φέρει την ΚΜΕ στην κατάσταση λειτουργίας STOP, όταν αναγνωριστεί ένα λάθος Εισόδου / Εξόδου (E/A).



Σχήμα 4.17: Αναγνώριση συνθηκών για μικρά λάθη στο πρόγραμμα εφαρμογής σας.

5. ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΠΟΠΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

5.1 Εισαγωγή στο SCADA

5.1.1 Γενικά

Ξεκινώντας την περιγραφή των συστημάτων SCADA είναι σκόπιμο να αναφέρουμε τι είναι το SCADA. Η λέξη SCADA αποτελεί τα αρχικά των λέξεων Supervisory, Control And Data Acquisition System, δηλαδή σύστημα εποπτείας, ελέγχου και συλλογής πληροφοριών. Είναι συνεπώς συστήματα τηλεμετρίας και τηλεχειρισμού, τα οποία συλλέγουν πληροφορίες από διάφορες διεργασίες και χρησιμοποιούνται για τον εποπτικό τους έλεγχο. Τα SCADA βρίσκουν τεράστιες εφαρμογές, τόσο σε βιομηχανικές μονάδες όσο και σε συστήματα μεταφορές και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό γιατί επιτρέπουν την διαχείριση και την εποπτεία ενός συστήματος που μπορεί να βρίσκεται αρκετές εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά από τον χώρο ελέγχου, όπως συνήθως συμβαίνει με τα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και τις μεγάλες βιομηχανικές μονάδες. Παρά όλα αυτά δεν συναντάμε συστήματα SCADA σε μικρομεσαίες βιομηχανικές μονάδες, λόγω του μεγάλου κόστους της υλικοτεχνικής υποδομής (hardware) αλλά και του λογισμικού (software).

Ένα σύστημα SCADA είναι υπεύθυνο για την διαχείριση και τον έλεγχο διαφόρων διεργασιών, δηλαδή είναι υπεύθυνο για την παρακολούθηση, την καταγραφή και τον έλεγχο ενός πλήθους βασικών μεταβλητών και παραμέτρων του συστήματος. Οι στόχοι του SCADA αναφέρονται ευθύς αμέσως :

- Η διασφάλιση της ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος.
- Η μεγιστοποίηση της παραγωγής με χρήση των ελάχιστων δυνατών (ενεργειακών) πόρων.
- Η βέλτιστη διαχείριση του εξοπλισμού, των υλικών και της ενέργειας της εγκατάστασης.
- Η ασφάλεια του εξοπλισμού και του προσωπικού παρακολούθησης της διεργασίας.

Είναι σημαντικό όλοι οι παραπάνω στόχοι να επιτυγχάνονται παράλληλα. Δεν είναι δυνατό να επιδιώκουμε μεγιστοποίηση της παραγωγής χωρίς πρώτα να έχουμε εξασφαλίσει την βελτιστοποίηση διαχείρισης των διαθέσιμων πόρων και υλικών. Επιπλέον ο έλεγχος των διεργασιών θα πρέπει να είναι εξαιρετικά γρήγορος, ώστε να έχουμε επίγνωση της κατάστασης των επιτηρούμενων μεγεθών σε πραγματικό χρόνο (real time). Αυτό γίνεται αμέσως εμφανές αν αναφερθούμε στο θέμα της ασφάλειας. Η επέμβαση στις διεργασίες σε περίπτωση κινδύνου θα πρέπει να είναι άμεση και αποτελεσματική ώστε να αποφεύγουμε μερική ή ολική καταστροφή του εξοπλισμού, ακόμα και ανθρώπινες απώλειες.

Εκτός των παραπάνω, ένα σύστημα SCADA μπορεί να επιτηρεί και να χειρίζεται ένα πλήθος μεταβλητών του συστήματος αυτομάτου ελέγχου, αλλά και να διαχειρίζεται και οικονομικά μεγέθη (παραγγελίες-παραδόσεις προϊόντων) σε συνεργασία με

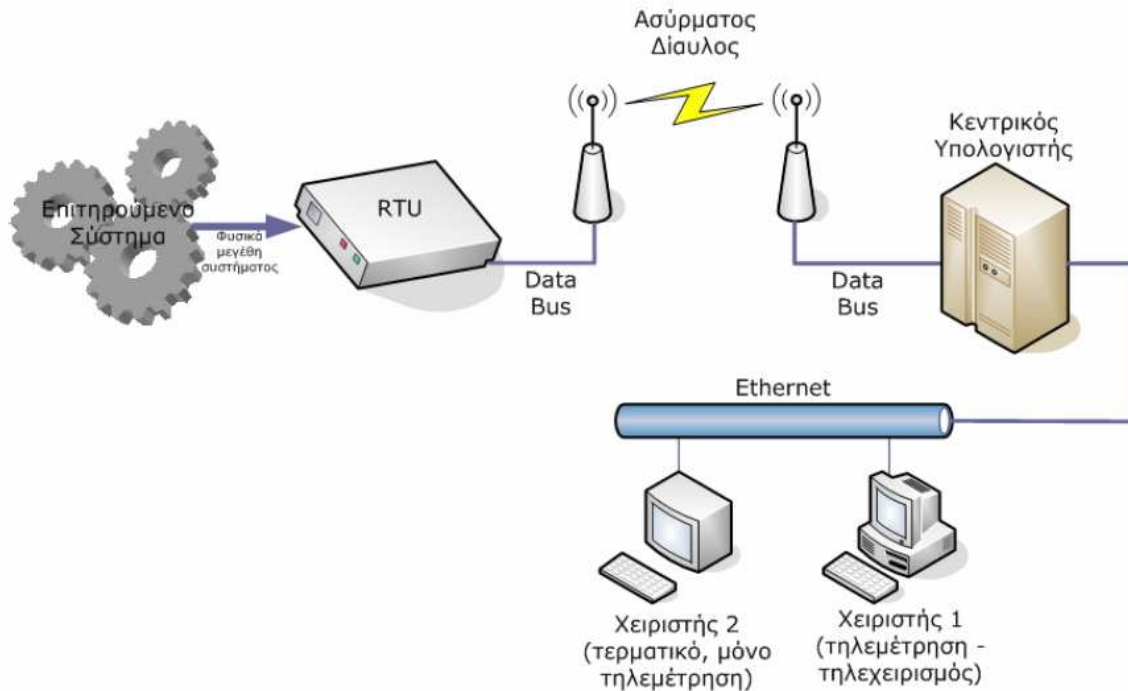
οικονομικά πακέτα, προκειμένου να παρέχει στον χειριστή του συνολική εποπτεία της παραγωγικής μονάδας. Πιο συγκεκριμένα, ένα σύστημα SCADA προσφέρει :

- Άμεση πληροφόρηση της κατάστασης της διεργασίας.
- Αντιστάθμιση των μεταβλητών ελέγχου της διεργασίας με στόχο τη διατήρηση των δεδομένων ονομαστικών τους τιμών (setpoints) καθώς και τη διατήρηση των απαιτούμενων επιπέδων παραγωγής.
- Έγκαιρη σήμανση των βλαβών και της κακής λειτουργίας του εξοπλισμού στις διάφορες διεργασίες, ώστε να παρέχεται η μέγιστη ασφάλεια του εξοπλισμού και των εργαζομένων.
- Πρόγνωση και διάγνωση των βλαβών του εξοπλισμού και έγκαιρο εντοπισμό τους για την μεγιστοποίηση της διαθεσιμότητάς του.
- Καταγραφή και αποθήκευση πληροφοριών σχετικά με την παραγωγή και τη διαχείρησή της.
- Καλή λειτουργία του εξοπλισμού με στόχο τη βελτιστοποίηση της χρήσης και επομένως της παραγωγικότητάς του.

5.1.2 Αρχή λειτουργίας

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει ένα σύστημα SCADA αποτελεί ένα πλήρες σύστημα τηλεμετρίας και τηλεχειρισμού. Έτσι χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις όπου το προσδιαχείριση σύστημα απέχει αρκετά από το χώρο διαχείρισης. Προκειμένου λοιπόν να υλοποιήσουμε ένα SCADA απαιτούνται, εκτός των άλλων, ένα σύστημα τηλεμετρίας. Το σύστημα αυτό υλοποιείται με τη βοήθεια σταθμών RTU (Remote Telemetry Units), οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με τη παραγωγική διαδικασία, «διαβάζουν» τις τιμές διαφόρων φυσικών μεγεθών που μας ενδιαφέρουν, Π.χ. πίεση, θερμοκρασία, συχνότητα, τα μετατρέπουν σε ηλεκτρικά σήματα και τα μεταδίδουν μέσω ενός ενσύρματου ή ασύρματου διαύλου (ανάλογα με τις ανάγκες της εφαρμογής) στον υπολογιστή που φέρει το λογισμικό SCADA, σε τακτά χρονικά διαστήματα. Το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί ανάμεσα στις διαδοχικές μεταδόσεις εξαρτάται αφενός από την ταχύτητα εξέλιξης της επιτηρούμενης διεργασίας και αφετέρου από την ακρίβεια που επιθυμούμε για το σύστημα μας.

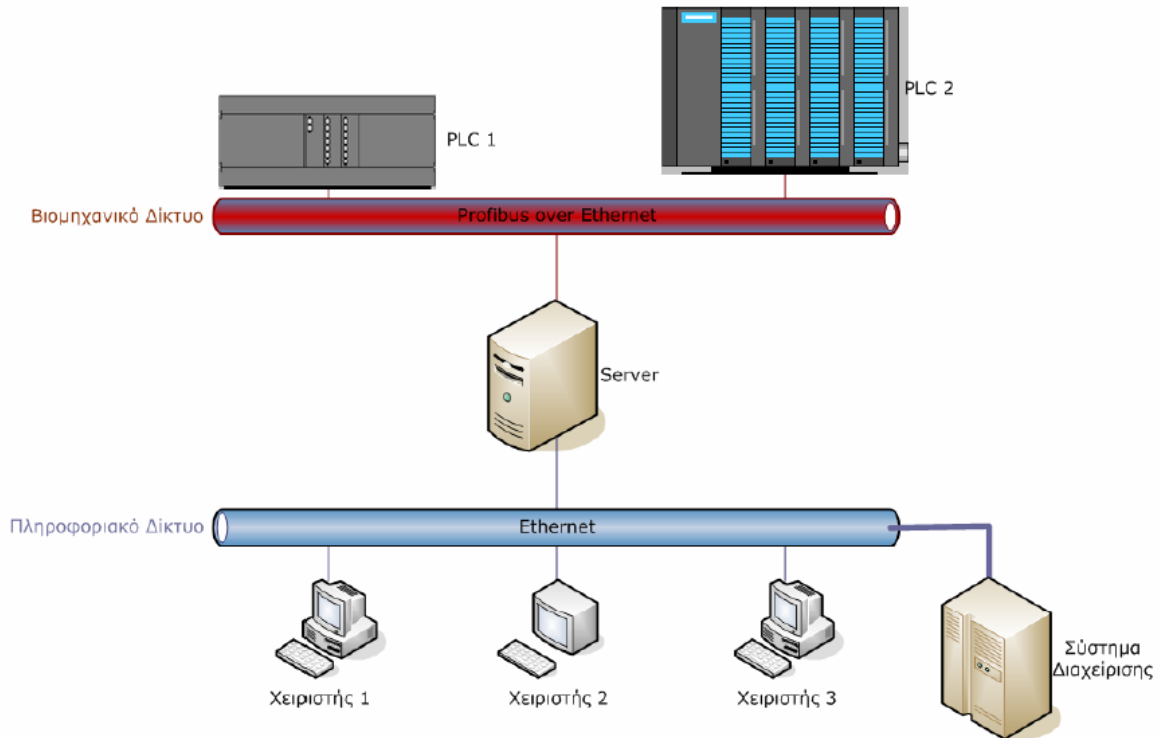
Εκτός των RTU, για την υλοποίηση του SCADA, απαιτούνται και ένας κεντρικός υπολογιστής, αρκετά μεγάλης υπολογιστικής ισχύος, που θα φέρει το λογισμικό SCADA και στον οποίο θα καταλήγουν οι μετρήσεις από όλους τους σταθμούς RTU καθώς και οι απαιτούμενες τηλεπικοινωνιακές ζεύξεις ανάμεσα στους σταθμούς RTU και τον κεντρικό υπολογιστή. Στο σχήμα 5.1 φαίνεται μια συνηθισμένη τοπολογία ενός συστήματος SCADA.



Σχήμα 5.1: Τοπολογία ενός συστήματος SCADA

5.1.3 Σύγχρονα καταναμεμένα συστήματα SCADA

Στις μέρες μας, όπου οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές έχουν κατακλύσει την αγορά, οι κατασκευαστές λογισμικού SCADA καλούνται να αναπτύξουν περιβάλλοντα SCADA τα οποία θα μπορούν να «τρέχουν» σε προσωπικούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές (PC), θα είναι σχεδιασμένα με βάση την 32μπιτη αρχιτεκτονική των σύγχρονων λειτουργικών συστημάτων καθώς και θα υποστηρίζουν τα πιο διαδεδομένα πρωτόκολλα διασύνδεσης υπολογιστών (Ethernet, Token Ring) αλλά και PLC (Profibus, Industrial Ethernet, TCP/IP). Επίσης, από τα σύγχρονα SCADA απαιτείται να είναι εξαιρετικά φιλικά ως προς τον χρήστη αλλά και να μην απαιτούν ιδιαίτερες γνώσεις προγραμματισμού. Τέλος, πρέπει να είναι πλήρως αντικειμενοστραφή (object-oriented) σε επίπεδο δεδομένων (data) και λειτουργιών (functions), έτσι ώστε να περιέχουν όλους τους απαραίτητους οδηγούς (drivers) για επικοινωνία με τις εισόδους, τις εξόδους και τις μνήμες του PLC.



Σχήμα 5.2: Κατανεμημένη Αρχιτεκτονική Συστήματος Συλλογής Πληροφοριών και Εποπτικού Ελέγχου SCADA

Όπως φαίνεται από το σχήμα 5.2, η κατανεμημένη αρχιτεκτονική αποτελείται από δύο ανεξάρτητα δίκτυα. Το πρώτο είναι το βιομηχανικό δίκτυο και περιέχει τα PLC. Στην κορυφή του δικτύου αυτού βρίσκεται ένας εξυπηρετητής (server), ο οποίος συνήθως είναι ένας σταθμός εργασίας (π.χ. Alpha, Vaxstation, RISC, Sun SPARK, IBM RS6000 κλπ.) με λειτουργικό σύστημα ικανότητας επεξεργασίας πολλαπλών έργων (multitasking) (όπως π.χ. UNIX, Sun Solaris, WINDOWS-NT κλπ.) ή ένας μικροϋπολογιστής μεγάλης υπολογιστικής ισχύος, όπως ο Pentium4 3.2GHz με 1 GB RAM, επίσης με λειτουργικό ικανότητας διαχείρισης πολλαπλών έργων (όπως UNIX, WINDOWS-NT, Linux).

Ο εξυπηρετητής αφενός διαχειρίζεται το βιομηχανικό δίκτυο, δηλαδή ελέγχει και καθορίζει της εκπομπές πακέτων από και προς τα PLC, και αφετέρου φέρει δύο βάσεις δεδομένων. Η πρώτη είναι μια βάση δεδομένων πραγματικού χρόνου (Real Time Data Base, RTDB) στην οποία αποθηκεύονται όλες οι πληροφορίες που συλλέγονται από το PLC που βρίσκονται προσδεδεμένα στην επιτηρούμενη παραγωγική διαδικασία. Η δεύτερη αποτελεί μια σχεσιακή βάση δεδομένων (Relational Data Base-RDB), στην οποία βρίσκονται αποθηκευμένες όλες οι απαραίτητες πληροφορίες για την λειτουργία του συστήματος.

Ένας ακόμη ρόλος του server είναι να εξυπηρετεί τα διάφορα μικροϋπολογιστικά συστήματα που είναι συνδεδεμένα στο δεύτερο ανεξάρτητο δίκτυο του συστήματος SCADA. Πρόκειται για το πληροφοριακό δίκτυο (information network), υψηλής ταχύτητας που συνήθως είναι τύπου Thin ή Thich Ethernet (π.χ. Novell). Η αρχιτεκτονική που αναφέραμε παραπάνω είναι η κλασική "πελάτηεξυπηρετητή" (client-server), που συνηθίζεται στα σύγχρονα κατανεμημένα πληροφορικά συστήματα. Κάθε μικροϋπολογιστής στο πληροφοριακό δίκτυο έχει το κατάλληλο λογισμικό εφαρμογής και εκτελεί τις δικές του εφαρμογές ανεξάρτητα των άλλων και

ανάλογα με τις απαιτήσεις του συγκεκριμένου χρήστη. Για παράδειγμα ένας χρήστης (σχήμα 7.2 - χειριστής 2) μπορεί να είναι ο χειριστής της διαδικασίας, η οποία έχει προσπέλαση σε ορισμένα παραγωγικά στοιχεία της υπό έλεγχο διαδικασίας (αφού χρησιμοποιεί απλούστερα στοιχεία), ενώ ένας δεύτερος χρήστης (σχήμα 5.2 - χειριστής 1) μπορεί να είναι ο μηχανικός παραγωγής που έχει προσπέλαση σε όλα τα τμήματα (σημεία) της παραγωγής, αφού χρησιμοποιεί υπολογιστικό σύστημα. Έτσι κάθε χρήστης του συστήματος SCADA έχει το δικό του ηλεκτρονικό υπολογιστή, ή τερματικό, ανάλογα με τις ανάγκες, μέσω του οποίου μπορεί να ανακαλέσει πληροφορίες (information retrieval) που είναι αποθηκευμένες στον εξυπηρετητή, να τις επεξεργαστεί και να τις απεικονίσει κατάλληλα.

Ο server συνεπώς έχει διττό ρόλο, αφού αφενός είναι ο συνδετικός κρίκος των δύο ανεξάρτητων δικτύων και αφετέρου αποτελεί τον πυρήνα του συστήματος Συλλογής Πληροφοριών και Εποπτικού Ελέγχου. Πρέπει να γίνει σαφές ότι ένας χρήστης μέσω του υπολογιστή του δεν μπορεί να επεμβαίνει άμεσα στο βιομηχανικό δίκτυο με τα PLC. Αυτό συμβαίνει διότι ο τελικός χρήστης αυτό που βλέπει και χειρίζεται στην οθόνη του υπολογιστή του είναι μια εικόνα (image) του συστήματος αυτοματισμού, όπως αυτή βρίσκεται στην βάση δεδομένων του server. Η αρχιτεκτονική αυτή δεν επιβαρύνει το βιομηχανικό δίκτυο από τους χρήστες, αφού τα P_C προσπελούνται μόνο από το server και επιπλέον προσφέρει πρόσθετη ασφάλεια των πληροφοριών.. Τέλος, σημαντικό ρόλο στη λειτουργία του SCADA διαδραματίζει η επίδοση του δικτύου, η οποία προφανώς δεν είναι σταθερή σε όλα τα σημεία του δικτύου, αφού τα χρησιμοποιούμενα πρωτόκολλα του βιομηχανικού δικτύου διαφέρουν συνήθως από αυτά του πληροφοριακού. Τα πιο συνηθισμένα πρωτόκολλα για το βιομηχανικό δίκτυο είναι το Profibus, το TCP/IP και το Industrial Ethernet, ενώ για το πληροφοριακό δίκτυο το Ethernet και το Token Ring, τα οποία μελετώνται στο κεφάλαιο 6 της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

5.1.4 Εφαρμογές των SCADA

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει τα συστήματα SCADA έχουν τεράστια εφαρμογή στη βιομηχανία και τα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας. Η πιο ολοκληρωμένη και πιο μεγάλη σε μέγεθος εφαρμογή SCADA στη χώρα μας, έχει γίνει από τη ΔΕΗ για τον έλεγχο και την διαχείριση του δικτύου της.

Σε κάθε υποσταθμό (ομάδα ζυγών) υπάρχει εγκατεστημένο ένα RTU, το οποίο καταγράφει την τάση κάθε ζυγού, την ενεργό και άεργο ισχύ που παράγεται ή δαπανάται ανάλογα με το είδος του ζυγού (παραγωγής ή φορτίου αντίστοιχα). Ακόμη λαμβάνονται μετρήσεις στους μετασχηματιστών, όπως τάσεις και ρεύματα σε πρωτεύον και δευτερεύον, θερμοκρασία κλπ. Όλα αυτά τα δεδομένα αποστέλλονται με τη χρήση ενσύρματων τηλεπικοινωνιακών ζεύξεων, στο Κέντρο Ελέγχου Ενέργειας τη ΔΕΗ, το οποίο είναι εγκατεστημένο στον Άγιο Στέφανο. Εκεί τα δεδομένα αυτά εισάγονται σε μια βάση δεδομένων πραγματικού χρόνου και χρησιμοποιούνται από ειδικά προγράμματα, οικονομικής ανάλυσης και εκτίμησης κατάστασης, τα οποία χρησιμοποιούν αλγορίθμους βελτιστοποίησης και τεχνητής νοημοσύνης. Έτσι ελέγχεται αν υπάρχει πτώση τάσης σε κάποιο ζυγό ή αν υπάρχει υπερφόρτιση κάποιας γραμμής. Επίσης δίνονται εντολές για την εκκίνηση ή το σταμάτημα μιας γεννήτριας ενός σταθμού παραγωγής (θερμικού, υδροηλεκτρικού

κλπ). Η βάση δεδομένων που αναφέραμε πιο πάνω μεταβάλλεται δυναμικά με την σάρωση των πληροφοριών από τους σταθμούς RTU. Υπάρχει όμως και μια δεύτερη βάση δεδομένων στην οποία αποθηκεύονται οι τιμές των μεταβλητών μιας δεδομένης χρονικής στιγμής. Έτσι είναι δυνατόν αργότερα να μελετηθεί η συμπεριφορά του συστήματος, για παράδειγμα σε ένα βραχυκύκλωμα ή ένα black-out και να βρεθεί ο καλύτερος χειρισμός που θα μπορούσε να γίνει σε περίπτωση επανάληψης του φαινομένου αυτού .

6. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ PLC

6.1 ΠΟΥ ΤΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕ

Ασανσέρ, διυλιστήρια, καράβια, υδροηλεκτρικά φράγματα, συστήματα γεννητριών, ανεμογεννήτριες, βιολογικοί καθαρισμοί, αντλιοστάσια, φανάρια σε διασταυρώσεις δρόμων, κυλιόμενες σκάλες, τούνελ κυκλοφορίας αυτοκινήτων, «έξυπνα» σπίτια, συναγερμοί, γραμμές παραγωγής στην βιομηχανία, αυτόματες μηχανές συσκευασίας εμφιάλωσης, γκαραζόπορτες, κυλιόμενες διαφημιστικές πινακίδες είναι μόνο λίγες από τις εφαρμογές που χρησιμοποιούνται τα PLC. Τα τελευταία 20 χρόνια στην Ελλάδα χρησιμοποιούνται σε πάρα πολλές εφαρμογές τείνοντας να αντικαταστήσουν τον κλασσικό αυτοματισμό. Καλύπτουν λοιπόν ένα τεράστιο φάσμα εφαρμογών και για αυτό το λόγο πολλοί μηχανικοί από διάφορους κλάδους έχουν στραφεί στην ενασχόλησή με αυτά.

Τα τελευταία χρόνια βέβαια έχει αναπτυχθεί ένας αρκετά κερδοφόρος κλάδος που ονομάζεται <<τεχνολογία των έξυπνων σπιτιών>>. Αυτή η τεχνολογία αποτελεί στην ουσία ένα υποσύνολο των δυνατοτήτων των PLC όπως τα γνωρίζουμε στην κλασσική μορφή τους και οι μηχανικοί των PLC που ασχολούνται με αυτήν, προσαρμόζονται πολύ πιο εύκολα.

6.2 Οπτικοποίηση Εφαρμογής μέσω PLC

Ο έλεγχος και η παρακολούθηση των δεδομένων που σχετίζονται με μία παραγωγική διαδικασία, είναι από τα στοιχεία στα οποία πολλές φορές απαιτείται να έχουμε άμεση πρόσβαση.

Στο παραδειγμα που ακολουθεί θα παρουσιάσουμε την χρήση ενός απλού προγράμματος που μας παρέχει τη δυνατότητα να οπτικοποιήσουμε μία εφαρμογή που ελέγχεται από ένα PLC. Το πρόγραμμα αυτό είναι περιορισμένων δυνατοτήτων και μπορεί να εφαρμόζεται σε απλές εφαρμογές όπου δεν υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις, όπως για παράδειγμα η πλήρης ημερολογιακή καταγραφή συμβάντων σε μία βάση δεδομένων.

Το πρόγραμμα αυτό είναι ενσωματωμένο στο λογισμικό **PL7 PRO** της Schneider Automation S.A. και φέρει το όνομα **Runtime Screens**.

6.2.1 Περιγραφή του προβλήματος

Η διάταξη στην οποία θέλουμε να εφαρμόσουμε την οπτικοποίηση, είναι ένα κοπτικό μηχάνημα, το οποίο κόβει αυτόματα τμήματα μπάρας συγκεκριμένου μήκους. Η αρχική μπάρα, η οποία είναι μεγάλου μήκους και μικρής διατομής, φορτώνεται σε μία μεταφορική ταινία και εφόσον ικανοποιούνται οι αρχικές συνθήκες, αρχίζει να κινείται με συγκεκριμένη ταχύτητα και κόβεται σε τμήματα προκαθορισμένου μήκους.

Από την περιγραφή είναι φανερό ότι έχουμε να αντιμετωπίσουμε ένα πρόβλημα που ανήκει στην κατηγορία του *ελέγχου θέσεως*, όπου η μέτρηση του απαιτούμενου μήκους μπάρας, γίνεται μέσω μίας παλμογεννήτριας αυξητικού τύπου.

Ο κινητήρας που κινεί τη μεταφορική ταινία και κατά συνέπεια την μπάρα,

τροφοδοτείται μέσω ενός Inverter, προκειμένου να έχουμε δυνατότητα ρύθμισης της ταχύτητας με την οποία κινείται η μπάρα. Μέχρι η μπάρα να διανύσει το 95% του προκαθορισμένου μήκους, ο κινητήρας εργάζεται με υψηλή ταχύτητα (S1), ενώ όταν διανύει το υπόλοιπο 5%, η ταχύτητα του κινητήρα γίνεται πολύ μικρή (S2). Όταν η παλμογεννήτρια δώσει εντολή ότι η μπάρα μετακινήθηκε τόσο μήκος όσο είχε προκαθοριστεί, η ταχύτητα του κινητήρα μηδενίζεται, ενώ ένα κοπτικό εργαλείο, που είναι τοποθετημένο στο βάκτρο ενός πνευματικού κυλίνδρου απλής ενέργειας με ελατήριο επαναφοράς, κόβει την μπάρα στο σημείο αυτό. Η όλη διαδικασία επαναλαμβάνεται, αυτόματα, έως ότου κοπεί όλη η μπάρα.

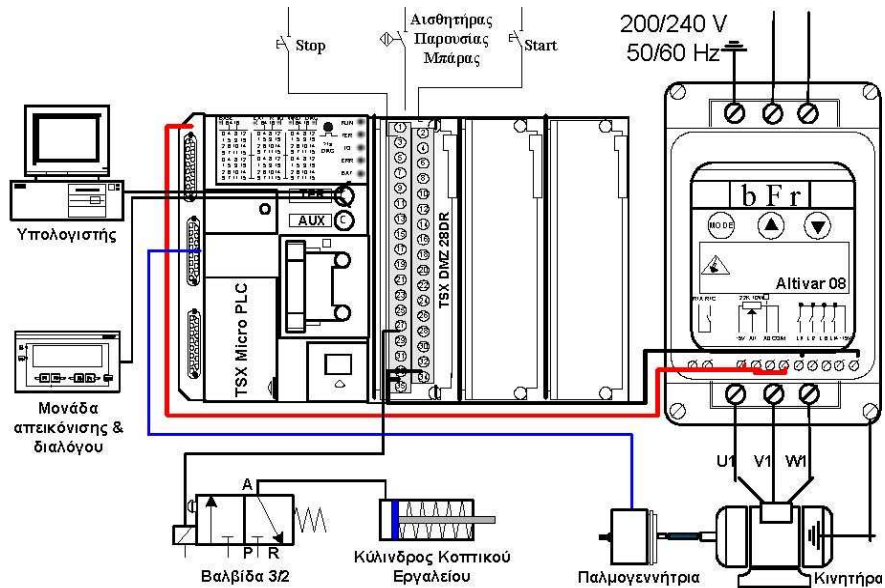
6.2.2 Έλεγχος της διαδικασίας

Η όλη διαδικασία ελέγχεται από ένα PLC που φέρει εκτός των άλλων, μία αναλογική έξοδο 0-10V για τον έλεγχο ταχύτητας του Inverter και ένα μετρητή 10 KHz για τη σύνδεση της παλμογεννήτριας. Το PLC είναι επίσης εφοδιασμένο και με κάρτα ψηφιακών εισόδων / εξόδων η οποία είναι απαραίτητη τόσο για την σύνδεση των στοιχείων εισόδων (μπουτόν start, μπουτόν stop και αισθητήρας παρουσίας μπάρας), όσο και για την σύνδεση των δύο στοιχείων εξόδων (μία για το πηνίο ηλεκτροπνευματικής βαλβίδας 3/2 που απαιτείται για τον έλεγχο του πνευματικού κυλίνδρου και μία για τον έλεγχο λειτουργίας του Inverter).

Οι τιμές των ταχυτήτων S1 και S2, καθώς και το απαιτούμενο μήκος που θέλουμε να έχει η μπάρα, έχουν τη δυνατότητα να εισάγονται είτε μέσω μίας μονάδας απεικόνισης και διαλόγου της σειράς Magelis, είτε μέσω του προγράμματος Runtime Screens. Στην δεύτερη περίπτωση, απαιτείται το PLC να είναι μόνιμα συνδεδεμένο με έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Στο σχήμα 6.1, μπορούμε να δούμε όλα τα στοιχεία που αναφέρθηκαν και τα οποία συνθέτουν την αυτόματη μηχανή κοπής μπάρας.

6.2.3 Δημιουργία των Runtime Screens

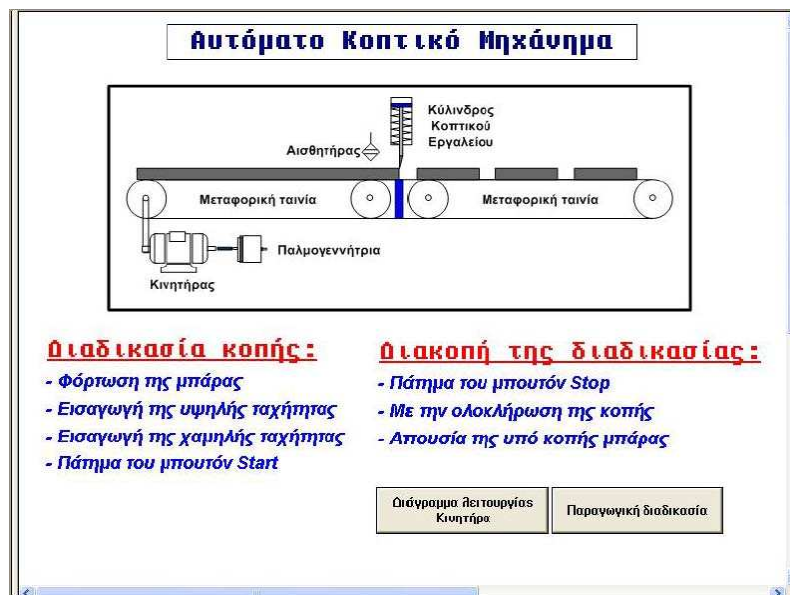
Η οπτικοποίηση της εφαρμογής με την χρήση των Runtime Screens απαιτεί, όπως αναφέρθηκε και στην αρχή, την χρήση του λογισμικού PL7 PRO. Μέσω του λογισμικού αυτού θα επιτευχθεί ο προγραμματισμός του PLC σε μία από τις τέσσερις γλώσσες προγραμματισμού που διαθέτει. Η διαδικασία που ακολουθούμε για να οπτικοποιήσουμε την εφαρμογή μέσω Runtime Screens είναι η ακόλουθη:



Σχήμα 6.1. Απαιτούμενος εξοπλισμός εφαρμογής

Αποφασίζουμε για τον αριθμό των απαιτούμενων οθονών που θα χρησιμοποιήσουμε, καθώς και για το όνομα της κάθε μίας. Στην συγκεκριμένη εφαρμογή που παρουσιάζουμε, χρησιμοποιήσαμε 3 οθόνες: Την Οθόνη 0, με όνομα: **Επιστροφή στην αρχική σελίδα**, την Οθόνη 1, με όνομα: **Παραγωγική διαδικασία**, και την Οθόνη 2, με όνομα: **Διάγραμμα λειτουργίας κινητήρα**.

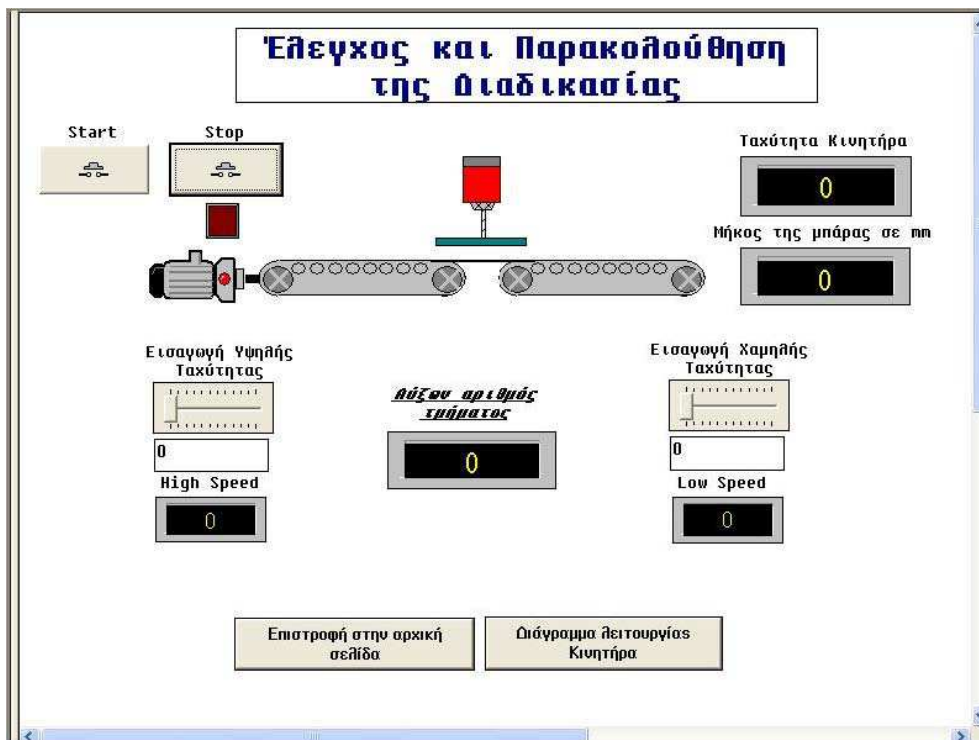
Στο σχήμα 6.2, μπορούμε να παρατηρήσουμε την Οθόνη 0 και κάτω δεξιά μπορούμε να δούμε τα δύο πλήκτρα ελέγχου, όπου με ένα 'κλικ' του ποντικιού, μπορούμε να μεταφερθούμε στις Οθόνες 1 και 2.



Σχήμα 6.2: Οθόνη 0 (αρχική οθόνη)

Σκοπός της Οθόνης 0 είναι να μας δώσει γενικές πληροφορίες για την εφαρμογή μέσω ενός σχήματος, το οποίο παρουσιάζει τα βασικά σημεία του κοπτικού μηχανήματος, και ταυτόχρονα να μας υποδείξει, μέσω κειμένων, την διαδικασία που πρέπει να ακολουθήσουμε, προκειμένου να ξεκινήσουμε ή να σταματήσουμε την εφαρμογή. Όπως παρατηρούμε το όνομα της κάθε Οθόνης μπορεί να είναι διαφορετικό από τον τίτλο που μπορεί να φέρει. Για παράδειγμα, η Οθόνη 0 έχει όνομα **Έπιστροφή στην αρχική σελίδα** και τίτλο **Αυτόματο κοπτικό μηχάνημα**. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να κάνουμε την διευκρίνιση, ότι ο μοναδικός σκοπός των ονομάτων που δίνουμε στις Οθόνες, είναι μας επιτρέπεται να κινούμαστε μεταξύ αυτών, με την χρήση των Screen Browse που περιγράφουμε στη συνέχεια.

Το επόμενο βήμα είναι να τοποθετήσουμε σε κάθε Οθόνη τα στοιχεία εκείνα (κείμενα, σχήματα κ.τ.λ.) που θεωρούμε ότι είναι απαραίτητα για την οπτικοποίηση της εφαρμογής. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να είναι κανείς πολύ προσεκτικός, διότι δεν θα πρέπει να ξεχνάμε ότι τις οθόνες τις χειρίζονται χρήστες που δεν έχουν ιδιαίτερες γνώσεις, και κατά συνέπεια θα πρέπει να είναι όσο το δυνατό περισσότερες φιλικές. Στο σχήμα 6.3 μπορούμε να δούμε την Οθόνη 2 που έχει όνομα **Παραγωγική διαδικασία** και τίτλο **Έλεγχος και Παρακολούθηση της Διαδικασίας**, και είναι η κύρια Οθόνη της εφαρμογής.



Σχήμα 6.3: Οθόνη 1, σε κατάσταση stop

Η Οθόνη 1 αποτελείται από τα ακόλουθα στοιχεία:

Από 2 Screen Buttons με τα ονόματα Start και Stop. Σκοπός αυτών των δύο είναι να επιτρέπουν στον χρήστη την εκκίνηση και την κράτηση του συστήματος κάνοντας 'κλικ' με το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού.

Ακριβώς κάτω από τα δύο Screen Buttons υπάρχουν δύο ενδεικτικά που δείχνουν

την κατάσταση λειτουργίας της εφαρμογής. Αυτή τη στιγμή, όπως παρατηρούμε στο σχήμα 3, εμφανίζεται μόνο το κόκκινο ενδεικτικό που δηλώνει ότι η εφαρμογή είναι σταματημένη. Ενώ στο σχήμα 4 μπορούμε να δούμε ξανά την Οθόνη 1 σε κατάσταση Run, όπου εμφανίζεται μόνο το πράσινο ενδεικτικό, το οποίο είναι τοποθετημένο κάτω από το Screen Button με την ένδειξη 'Start', και που δηλώνει η εφαρμογή βρίσκεται σε κατάσταση λειτουργίας.

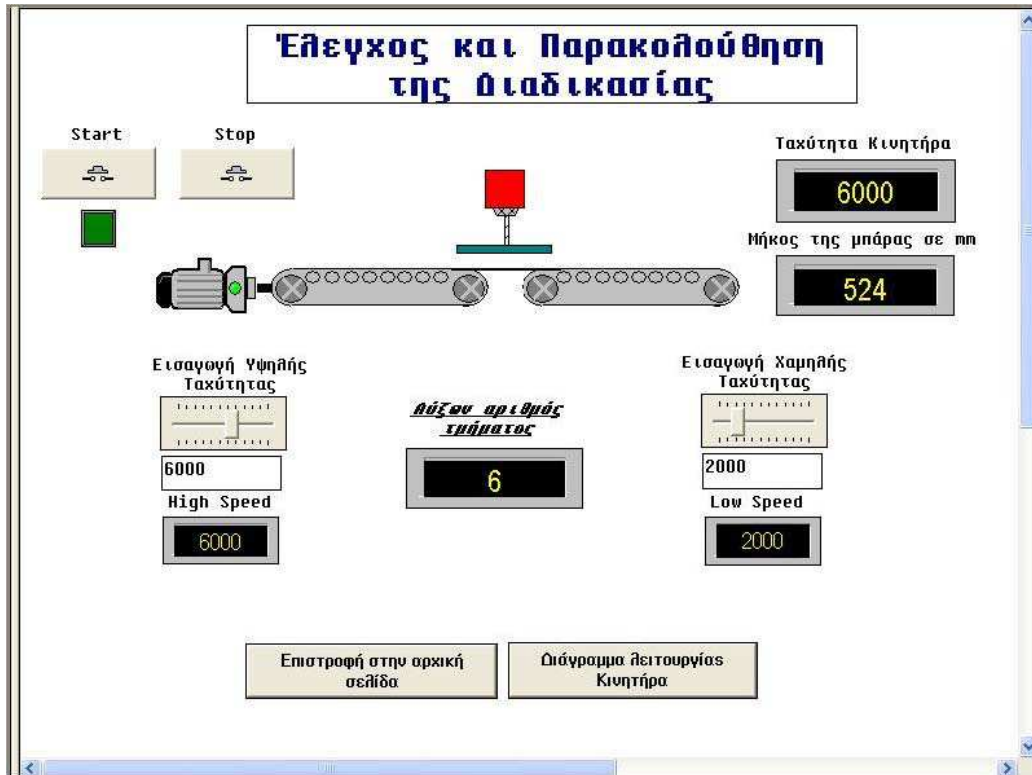
Κάτω από τον κινητήρα υπάρχει ένας Scale Indicator με την ένδειξη 'Εισαγωγή Υψηλής Ταχύτητας' και ακριβώς από κάτω ένα Entry Field. Σκοπός και των δύο είναι να εισάγουμε την αρχική ταχύτητα του κινητήρα με την οποία θα κινείται η μπάρα μέχρι να περάσει μπροστά από το κοπτικό εργαλείο το 95% του επιθυμητού μήκους. Η εισαγωγή της τιμής μπορεί να γίνει με δύο τρόπους: Είτε πιάνοντας τον δρομέα του Scale Indicator και μετακινώντας αυτόν προς τα δεξιά, ή κάνοντας 'κλικ' στο Entry Field και μέσω του πληκτρολογίου να εισάγουμε την τιμή. Κάτω από το Entry Field υπάρχει το εργαλείο Text το οποίο μας δείχνει την τιμή της υψηλής ταχύτητας που έχουμε εισάγει.

Δεξιά από τα εργαλεία που παρουσιάστηκαν, υπάρχει ένα Text το οποίο μας δείχνει τον αύξοντα αριθμό των τμημάτων που έχουν κοπεί, και από κάτω δύο Screen Browse με τις ενδείξεις 'Επιστροφή Στην Αρχική Σελίδα' και 'Διάγραμμα Λειτουργίας Κινητήρα'. Σκοπός αυτών των δύο πλήκτρων είναι να μας επιτρέπουν να κινούμαστε μεταξύ των Οθονών, κάνοντας 'κλικ' στο αντίστοιχο πλήκτρο.

Στο κάτω δεξιό μέρος της οθόνης υπάρχουν αντίστοιχα εργαλεία με αυτά που ήδη προαναφέρθηκαν, και χρησιμοποιούνται για την εισαγωγή της χαμηλής ταχύτητας του κινητήρα, δηλαδή την ταχύτητα με την οποία θα κινείται η μπάρα αφού έχει περάσει το 95% του επιθυμητού μήκους.

Στο πάνω δεξιό μέρος της Οθόνης 1 μπορούμε να δούμε δύο ακόμη εργαλεία τύπου Text τα οποία μας δείχνουν την τρέχουσα τιμή της ταχύτητας του κινητήρα και το μήκος της μπάρας που έχει περάσει μπροστά από το κοπτικό εργαλείο σε mm.

Τέλος, στο μέσον της οθόνης βλέπουμε σε σχηματική μορφή την παραγωγική διαδικασία η οποία αποτελείται από έναν κινητήρα, δύο μεταφορικές ταινίες και μία κοπτική διάταξη ανάμεσά τους. Τα σχήματα αυτά υπάρχουν έτοιμα στη βιβλιοθήκη του προγράμματος Runtime Screens και το μόνο που απαιτείται είναι να τα τοποθετήσουμε σε μία λογική διάταξη και να τα συσχετίσουμε με τις πραγματικές μεταβλητές της εφαρμογής. Αξίζει να σημειώσουμε ότι όταν το σύστημα βρίσκεται σε κατάσταση Run (δείτε σχήμα 6.4), οι μεταφορικές ταινίες μας δίνουν την αίσθηση ότι κινούνται, η κόκκινη ένδειξη του κινητήρα αλλάζει σε πράσινη, και όταν περάσει το 100% του προκαθορισμένου μήκους της υπό κοπής μπάρας, τότε το κοπτικό εργαλείο κινείται προς τα κάτω, δίνοντάς μας ξανά την αίσθηση ότι εκτελείται διαδικασία κοπής.



Σχήμα 6.4: Οθόνη 1, σε κατάσταση λειτουργίας

Στο σχήμα 6.4 μπορούμε να δούμε την Οθόνη 1 σε κατάσταση λειτουργίας, όπου ο κινητήρας έχει καθοριστεί να εργάζεται με υψηλή ταχύτητα ίση με 6000 και με χαμηλή ταχύτητα ίση με 2000. Στο ίδιο σχήμα παρατηρούμε επίσης ότι η τρέχουσα ταχύτητα του κινητήρα είναι 6000 (επειδή δεν έχει περάσει το 95% του προκαθορισμένου μήκους). Τέλος μπορούμε να διακρίνουμε ότι μπροστά από το κοπτικό εργαλείο έχουν περάσει 524 mm μπάρας και ότι έχουν κοπεί ήδη 6 τμήματα.

Το τελευταίο και σημαντικότερο στάδιο της δημιουργίας των Runtime Screens, μετά από τον καθορισμό του αριθμού των Οθονών και την εισαγωγή των απαραίτητων εργαλείων σε κάθε μία από αυτές, είναι η σύνδεση των εργαλείων αυτών με τα πραγματικά στοιχεία της εφαρμογής. Για τον σκοπό αυτό θα πρέπει να έχει πρώτα δημιουργηθεί το πρόγραμμα του PLC, σε μία από τις γνωστές γλώσσες, και στη συνέχεια να συσχετίσουμε το κάθε εργαλείο των Runtime Screens με τις διευθύνσεις που χρησιμοποιήθηκαν στο πρόγραμμα του PLC.

Για να γίνει κατανοητή αυτή η σχέση, θα εξηγήσουμε την σύνδεση του μπουτόν start (δείτε το αντίστοιχο Screen Button στην Οθόνη 1, του σχήματος 6.3 ή 6.4) με το αντίστοιχο στοιχείο (διεύθυνση) του PLC. Επιλέγουμε το Screen Button και κάνουμε 'κλικ' με το δεξιό πλήκτρο του ποντικιού και επιλέγουμε 'Properties', αμέσως εμφανίζεται ένα παράθυρο διαλόγου με τίτλο 'Object Properties: Screen Button'. Επιλέγουμε το μενού 'Control' και στο πεδίο 'Address' εισάγουμε την διεύθυνση %I1.1. Όπως μπορείτε να διακρίνεται στο σχήμα 1, το μπουτόν Start είναι συνδεδεμένο στην είσοδο %I1.1 του PLC. Στη συνέχεια στο μενού 'Animation Type' επιλέγουμε 'Standard Display' με σκοπό το εργαλείο αυτό να εμφανίζεται πάντα, ανεξάρτητα από την λογική κατάσταση της εισόδου %I1.1

Ακολουθώντας ανάλογες διαδικασίες, μπορούμε να συσχετίσουμε το σύνολο των εργαλείων που εμφανίζονται στις Οθόνες με τις χρησιμοποιούμενες διευθύνσεις του PLC και να αποφασίσουμε κάτω από ποιες συνθήκες θα εμφανίζονται τα στοιχεία αυτά.

Εκτός από τις Οθόνες 0 και 1 που παρουσιάστηκαν, η οπτικοποίηση της εφαρμογής αποτελείται και από μία επιπρόσθετη Οθόνη, την 2, η οποία έχει το ίδιο όνομα και τίτλο: **‘Διάγραμμα Λειτουργίας Κινητήρα’**, και η οποία παρουσιάζεται στο σχήμα 6.5. Κύριος σκοπός της Οθόνης αυτής, είναι να παρακολουθείται η ταχύτητα του κινητήρα μέσω ενός διαγράμματος. Εκτός της παρακολούθησης της εξέλιξης της ταχύτητας του κινητήρα μέσω του διαγράμματος, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να βλέπει τόσο την υψηλή ταχύτητα, όσο και την χαμηλή ταχύτητα που έχουν εισαχθεί με τη βοήθεια της Οθόνης 1 (δείτε τα Text που έχουν την σήμανση **HS** και **LS** αντίστοιχα). Επιπρόσθετα, ο χρήστης μέσω της ίδιας Οθόνης μπορεί να θέσει την εφαρμογή σε κατάσταση λειτουργίας ή κράτησης κάνοντας ‘κλικ’ με το ποντίκι στα δύο Screen Buttons με τις ενδείξεις Start και Stop ή να μεταπηδήσει στις άλλες οθόνες πατώντας τα αντίστοιχα Screen Browse. Τέλος, μία ένδειξη ανάμεσα στα δύο Screen Buttons δηλώνει ότι η εφαρμογή είναι σε κατάσταση Run ή Stop.



Σχήμα 6.5: Οθόνη 2-Διάγραμμα λειτουργίας κινητήρα

Εκτός από τις Οθόνες που παρουσιάσαμε, είναι δυνατό να δημιουργήσουμε και διάφορα μηνύματα, τα οποία μπορούν να εμφανίζονται σε συγκεκριμένες θέσεις, όταν μία δυσλειτουργία λάβει χώρα. Εκτός από την εμφάνιση των μηνυμάτων, μας παρέχεται η δυνατότητα ημερολογιακής καταγραφής αυτών σε αρχείο που έχει εκ των προτέρων καθοριστεί.

6.3 Μία Προγραμματιζόμενη Ηλεκτρολογική Εγκατάσταση.

Με το παραδειγμα αυτό θα γίνει μία πρώτη προσπάθεια παρουσίασης μίας νέας τεχνικής για την δημιουργία μίας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης. Στην εποχή μας οι εγκαταστάσεις γίνονται με δύο τρόπους, με την συμβατική μέθοδο και με το σύστημα bus. Η πρώτη μέθοδος χρησιμοποιείται σε κατασκευές χωρίς απαιτήσεις και χωρίς καμία δυνατότητα επέκτασης και αλλαγής του τρόπου λειτουργίας. Από την άλλη μεριά, η τεχνική bus, η οποία σε καμία περίπτωση δεν είναι συγκρίσιμη με τον συμβατικό τρόπο, έρχεται και καλύπτει όλες τις σύγχρονες ανάγκες με μοναδικό τρόπο, αλλά με ένα μεγάλο μειονέκτημα: το πολύ μεγάλο κόστος, το οποίο είναι πολλές φορές πολλαπλάσιο μίας συμβατικής εγκατάστασης.

Στο άρθρο αυτό παρουσιάζεται μία ενδιαμέση λύση ως προς το κόστος κατασκευής αλλά με δυνατότητες που πλησιάζουν πολύ την τεχνική bus. Η πρόταση αυτή από ό,τι είμαι σε θέση να γνωρίζω, δεν έχει εφαρμοστεί σε πραγματική εγκατάσταση, αλλά είναι σίγουρο ότι σε θεωρητικό επίπεδο, διαθέτει όλα εκείνα τα στοιχεία που θα την κάνουν πιθανώς εφαρμόσιμη στο άμεσο μέλλον.

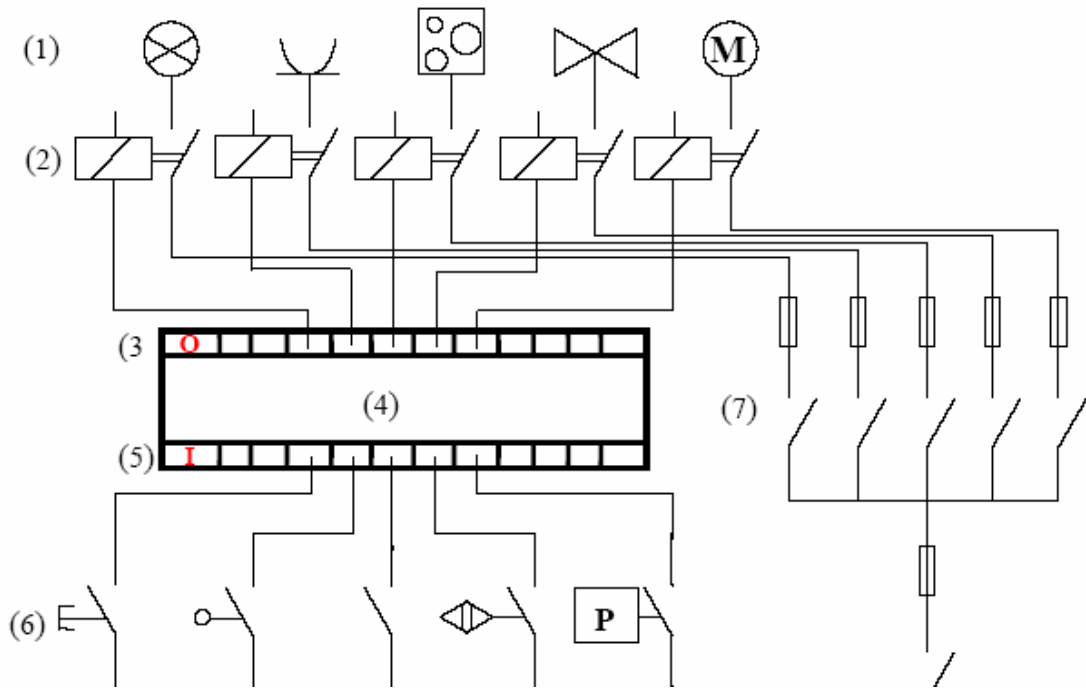
Η τεχνική αυτή έχει σαν βάση τα PLCs (Programmable Logic Controllers) τα οποία κάνανε την εμφάνιση τους στο τέλος της δεκαετίας του 1960 για τις ανάγκες αυτοματοποίησης της αμερικάνικης βιομηχανίας κατασκευής αυτοκινήτων. Από εκείνη την εποχή μέχρι σήμερα τα PLCs έχουν εξελιχθεί σε πολύ μεγάλο βαθμό, έχουν αποκτήσει απεριόριστες δυνατότητες, προγραμματίζονται εύκολα σε περιβάλλον Windows, και κυρίως έχουν πολύ χαμηλό κόστος.

Μία ηλεκτρολογική εγκατάσταση με τεχνική PLC αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη: **Από τις γραμμές ισχυρών ρευμάτων (220/380V)**, μέσω των οποίων τροφοδοτούνται οι καταναλώσεις της οικίας (φωτιστικά σώματα, ρευματοδότες, συσκευές κτλ.). Οι γραμμές αυτές καταλήγουν σε ένα ή περισσότερα κεντρικά σημεία, όπου μέσω ρελέ ελέγχονται από τις εξόδους του PLC.

Από τις γραμμές ασθενών ρευμάτων (24V), όπου με την χρήση τηλεφωνικών καλωδίων συνδέουμε τα στοιχεία ελέγχου της εγκατάστασης (διακόπτες, μπουτόν, χειριστήρια, αισθητήρια κτλ.) με τις εισόδους του PLC.

Από το PLC, όπου από τις επαφές εισόδους (I) και εξόδου (O) αναχωρούν όλες οι απαραίτητες καλωδιώσεις της E.H.E. Εσωτερικά του PLC υπάρχει το πρόγραμμα το οποίο με την βοήθεια ενός PC έχει δημιουργηθεί. Ο προγραμματισμός γίνεται κάνοντας χρήση μίας από τις γλώσσες προγραμματισμού που καθορίζει το πρότυπο IEC 1131-3: Instruction List, Ladder Diagram, Function Block Diagram και Structured Text. Το PLC, ουσιαστικά αυτό που κάνει, είναι να θέτει σε λογική κατάσταση '1' ή '0' τις εξόδους του (όταν αυτές είναι ψηφιακές) συναρτήσει των λογικών καταστάσεων των εισόδων και του προγράμματος που έχουμε δημιουργήσει.

Θα πρέπει να τονίσουμε ότι εκτός από τις γραμμές και το PLC υπάρχουν φυσικά, και όλα εκείνα τα στοιχεία που σκοπό έχουν να προστατεύσουν τις γραμμές από υπερφορτίσεις και βραχυκυκλώματα (ασφάλειες, διακόπτες κτλ.). Στο σχήμα 6.6 φαίνεται απλοποιημένα το ηλεκτρολογικό διάγραμμα μίας E.H.E. ελεγχόμενης από PLC.



Σχήμα 6.6: Σχηματική παράσταση μίας Ε.Η.Ε. ελεγχόμενης από PLC

1. Καταναλώσεις Ε.Η.Ε.
2. Ηλεκτρονόμοι ελεγχόμενοι από το PLC.
3. Επαφές εξόδου του PLC (O)
4. PLC.
5. Επαφές εισόδου του PLC (I)
6. Στοιχεία ελέγχου της Ε.Η.Ε.
7. Στοιχεία για τον έλεγχο και προστασία των γραμμών.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονίσουμε την ουσιαστική διαφορά μεταξύ της τεχνικής PLC και της τεχνικής Bus. Στην πρώτη ο έλεγχος της εγκατάστασης γίνεται με τηλεφωνικά καλώδια όπου ο απαιτούμενος αριθμός αγωγών είναι $n+1$ (όπου n ο αριθμός των στοιχείων εισόδων), ενώ στην δεύτερη ο έλεγχος της εγκατάστασης γίνεται και πάλι με τηλεφωνικά καλώδια και απαιτείται μόνο ένα ζευγάρι αγωγών, το οποίο "τρέχει" στην εγκατάσταση και οδεύει προς τα σημεία ελέγχου.

Τα PLCs διαθέτουν ψηφιακές και αναλογικές εισόδους χαμηλής τάσης, όπου στις πρώτες μπορούμε να συνδέσουμε στοιχεία με κατάσταση ON-OFF π.χ μπουτόν, διακόπτες κ.τ.λ., ενώ στις δεύτερες μπορούμε να συνδέσουμε στοιχεία όπου επιθυμούμε να κάνουμε ρύθμιση μίας τιμής π.χ ένα ποτενσιόμετρο για έλεγχο της θερμοκρασίας. Οι αναλογικοί εισόδοι δέχονται τάσεις 0-10V ή ρεύματα 0-20mA από αναλογικές συσκευές, και στην συνέχεια μετατρέπονται σε ψηφιακές τιμές. Οι αναλογικές εισόδοι χρησιμοποιούνται για έλεγχο και ρύθμιση της θερμοκρασίας, της έντασης φωτισμού, της πίεσης κτλ.

Με αντίστοιχο τρόπο τα PLCs διαθέτουν ψηφιακές και αναλογικές εξόδους, όπου στις πρώτες μπορούμε να συνδέσουμε στοιχεία δύο καταστάσεων ON-OFF, όπου μέσω ηλεκτρονόμων μπορούμε να ελέγξουμε ηλεκτρικά φορτία. Οι αναλογικοί έξοδοι των

PLCs παράγουν τάσεις 0-10V ή ρεύματα 0-20mA, και μπορούν με την σειρά τους να ελέγξουν αναλογικές συσκευές εξόδου.

Για να γίνει αντιληπτός ο τρόπος λειτουργίας μιας εγκατάστασης που λειτουργεί με PLC, θα αναφερθούμε σε μία υποθετική οικία όπου μέσα από τρεις χαρακτηριστικές καταστάσεις θα αναδειχθούν τα πλεονεκτήματα του PLC.

6.3.1 Λειτουργία E.H.E. σε καθημερινή Βάση

- Αποσύνδεση των ρευματοδοτών από τα παιδικά δωμάτια με το πάτημα ενός μπουτόν.
- Αποσύνδεση των ηλεκτρικών συσκευών (κουζίνα, πλυντήριο κτλ.) με το πάτημα ενός μπουτόν.
- Συνολικός έλεγχος του εξωτερικού φωτισμού από ένα ή περισσότερα σημεία (φυσικά ο ίδιος φωτισμός ελέγχεται και ξεχωριστά από τα επιλεγόμενα σημεία ελέγχου).
- Δυνατότητα αυτόματης αποσύνδεσης προεπιλεγμένων ηλεκτρικών φορτίων, σε περίπτωση υπερφόρτισης.
- Δυνατότητα αλλαγής του τρόπου λειτουργίας της E.H.E. χωρίς αλλαγές στην καλωδίωση.
- Το κάθε μπουτόν μπορεί να έχει διπλή λειτουργία, ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο θα πατηθεί.
- Σε επιλεγμένα σημεία μπορεί να υπάρχουν μπουτόν ανάγκης, τα οποία όταν πατηθούν θα διακόπτεται η παροχή τάσης και θα τίθεται σε λειτουργία ο φωτισμός ασφαλείας σε περίπτωση που η φωτεινότητα του χώρου δεν βρεθεί σε ικανοποιητικά επίπεδα.
- Ρύθμιση της θερμοκρασίας και αυτόματη απενεργοποίηση της θέρμανσης ή του κλιματισμού με το άνοιγμα των παραθύρων.

6.3.2 Λειτουργία E.H.E. κατά την ώρα αποχώρησης μας

- Ένα μπουτόν το οποίο μπορεί να βρίσκεται δίπλα στην κύρια είσοδο του σπιτιού, μπορεί όταν πατηθεί την ώρα αναχώρησης για την εργασία μας, να εκτελεί τα ακόλουθα:
 1. Αποσύνδεση των συσκευών και των ρευματοδοτών.
 2. Σβήσιμο τυχών αναμμένων φωτιστικών σημείων.
 3. Κατέβασμα ηλεκτρικών ρολών αν υπάρχουν.
 4. Ενεργοποίηση του συναγερμού μετά από προκαθορισμένο χρόνο.

6.3.3 Λειτουργία E.H.E. κατά την περίοδο των διακοπών

- Μέσω ενός μπουτόν ανάλογο με αυτό της λειτουργίας (II), θα μπορούσε όταν πατηθεί να γίνουν όλα εκείνα που πραγματοποιούνται στην προαναφερόμενη λειτουργία, και επιπροσθέτως να εκτελούνται τα ακόλουθα:
 1. Διακοπή της παροχής νερού και της παροχής του φυσικού αερίου.

2. Έναρξη διαδικασίας αυτομάτου ποτίσματος σύμφωνα με το πρόγραμμα που έχει εκ των προτέρων δημιουργηθεί, και το οποίο είναι συνάρτηση της εποχής και των καιρικών συνθηκών.
3. Εκτέλεση προγράμματος εικονικής λειτουργίας του σπιτιού για την αποτροπή των διαρρηκτών. Αυτό γίνεται με προγραμματισμένο άναμμα και σβήσιμο προεπιλεγμένων φωτιστικών σωμάτων, έτσι ώστε να δηλώνεται ανθρώπινη παρουσία στο σπίτι.

6.3.4 PLC για ποιο σύνθετες περιπτώσεις

Οι δυνατότητες που μας παρέχουν οι σημερινοί προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές είναι απεριόριστες και ταυτόχρονα καταπληκτικές. Στην συνέχεια παρουσιάζονται μερικές πιο σύνθετες καταστάσεις.

- Μέσω ενός πίνακα ελέγχου, μπορεί κανείς να ελέγχει διάφορες λειτουργίες και να δίνει τιμές σε μεταβλητές για τον τρόπο λειτουργίας του φωτισμού, την ρύθμιση της θερμοκρασίας, την ώρα απενεργοποίησης του εξωτερικού φωτισμού κτλ.
- Με συνδυασμό αισθητήρων φωτεινότητας και ανιχνευτού κίνησης, μπορούμε να ελέγξουμε τον φωτισμό ενός χώρου. Φυσικά, οι ίδιοι ανιχνευτές κίνησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την λειτουργία του συναγερμού.
- Δυνατότητα οπτικοποίησης και ελέγχου της εγκατάστασης μέσω ενός PC. Οι λειτουργίες μίας εγκατάστασης μπορούν να παρακολουθούνται από το μόνιτορ ενός υπολογιστή, ενώ με την βοήθεια του πληκτρολογίου και του ποντικιού μπορούμε να επεμβαίνουμε στο τρόπο που δουλεύει.
- Σήματα από συναγερμό ή ανιχνευτή φωτιάς, ή άλλων ανεπιθύμητων συμβάντων, μπορούν να στέλνονται μέσω modem σε συγκεκριμένο τηλεφωνικό νούμερο, ή να εκτυπώνονται σε ένα εκτυπωτή, ή να απεικονίζονται σε πίνακα ελέγχου ή να ενεργοποιούν ανάλογα συστήματα πχ. πυρασφάλεια.

6.3.5 Πλεονεκτήματα της τεχνικής PLC

- Εύκολη και γρήγορη ηλεκτρική εγκατάσταση.
- Εύκολη και γρήγορη αλλαγή του τρόπου λειτουργίας της E.H.E. χωρίς αλλαγή στη καλωδίωση.
- Επέκταση των δυνατοτήτων με απλή επέκταση του PLC.
- Εύκολη και γρήγορη διάγνωση βλαβών.
- Έλεγχος της E.H.E. σε τοπικό και/ή κεντρικό επίπεδο.
- Δυνατότητα ελέγχου και παρακολούθησης της E.H.E. μέσω ενός PC.
- Όλα τα σημεία ελέγχου λειτουργούν με χαμηλή τάση 24V.
- Δυνατότητα σύνδεσης με άλλη E.H.E. μέσω modem.
- Μικρότερο κόστος κατασκευής μιας E.H.E. συγκρινόμενο με ένα σύστημα bus.
- Φιλικός προγραμματισμός σε περιβάλλον Windows.

6.3.6 Μειονεκτήματα της τεχνικής PLC

- Ο προγραμματισμός μπορεί να γίνει μόνο από άτομα με γνώσεις προγραμματισμού PLC, πχ. ηλεκτρολόγους μηχανικούς, και είναι πιο σύνθετος σε σχέση με αυτόν που απαιτεί η τεχνική bus.
- Δεν υπάρχουν συσκευές στο εμπόριο που να συνεργάζονται άμεσα με τα PLCs. Για τον σκοπό αυτό απαιτούνται ειδικά interfaces.
- Τα μπουτόν τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο της Ε.Η.Ε. δεν είναι εύκολο να διαθέτουν LEDs τα οποία θα δείχνουν πότε ένα κύκλωμα είναι ενεργοποιημένο και πότε όχι.
- Δεν υπάρχουν στο εμπόριο, σε μεγάλη ποικιλία, απλά μπουτόν χειρισμού με διπλά, τετραπλά και οκταπλά σημεία ελέγχου με μοντέρνα γραμμή.
- Ο έλεγχος της εγκατάστασης δεν μπορεί να γίνει μόνο με ένα καλώδιο bus με δύο αγωγούς, αλλά με χρήση τηλεφωνικού καλωδίου που αποτελείται τουλάχιστον από n+1 αγωγούς.
- Θα πρέπει σε κάθε σημείο ελέγχου της Ε.Η.Ε. να υπάρχει εφεδρεία αγωγών, για να μπορεί η εγκατάσταση στο μέλλον να δεχθεί αλλαγές.

6.4 Συμπέρασματα

Η τεχνική που αναφέρθηκε είχε σαν σκοπό να αναδείξει την χρήση των PLCs και μέσα στον χώρο των Ε.Η.Ε., που δυστυχώς έχει περιοριστεί από τα πρώτα χρόνια της εμφάνισης του μέχρι και σήμερα, κυρίως, στον χώρο της αυτοματοποίησης της βιομηχανικής διαδικασίας. Η χρήση ενός PLC μέσα σε μία Ε.Η.Ε. θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί με εξαιρετικά αποτελέσματα και με σημαντική μείωση του κόστους κατασκευής παρά τα μειονεκτήματα που αναφέρθησαν.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Hans Berger, (2002) Σχεδίαση Εφαρμογών Αυτοματισμού με τη γλώσσα STEP 7 σε STL και SCL, Προγραμματιζόμενοι Ελεγκτές SIMATIC S7-300/400, Εκδόσεις Τζιόλα.
2. Κιαμάλ Πεκμεστζή, (2003) Εργαστήριο Μικροϋπολογιστών, (Εκδόσεις Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου).
3. Νικόλαος Μαραντίδης, (2000) Αυτοματισμός με Simatic S7, Εκδόσεις Siemens.
4. Νικόλαος Σμυρλής – Λάμπρος Ζαρογιάννης, (2004) Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου – Εργαστηριακές Ασκήσεις, 1^η Έκδοση, (Εκδόσεις Τζιόλα).

Ηλεκτρονικά Εγχειρίδια

1. Siemens Simatic Step7 documentation
2. Simatic NET Networking for Industry Manual Collection
3. S7-CPs for Industrial Ethernet Configuring and Commissioning (mn_s7-cps-ie_76.pdf)
4. Simatic WinCC V6 SP2 documentation CD3/5
5. WinCCbasis_V6_e.pdf
6. GettingStarted.pdf
7. Ελληνικά εντυπα.pdf (siemens)