



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ**

-Πτυχιακή Εργασία-

**ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΓΙΑ ΕΠΙΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ.**



**Αλέξανδρος Κατσικανδαράκης
Α.Μ. 1864**

Επιβλέπων Καθηγητής: Βλησίδης Ανδρέας

ΗΡΑΚΛΕΙΟ, Σεπτέμβριος 2009

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - Εισαγωγή

1.1 Περίληψη	4
1.2 Δομή εργασίας.....	5
1.3 Εισαγωγή.....	6
1.4 Η ιστορία του βιομηχανικού αυτοματισμού.....	7
1.5 Λόγοι που οδήγησαν στην εισαγωγή των συστημάτων αυτόματου ελέγχου στην βιομηχανία.....	8

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – PLC's και αισθητήρια

2.1 Αισθητήρια	11
2.1.2 Ανάλυση των αισθητήρων που χρησιμοποιήσαμε.....	13
2.1.3 Τι είναι οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές (PLC's).....	14
2.1.4 Τρόπος λειτουργία.....	15
2.1.5 Τοποθέτηση των PLC.....	15
2.1.6 Προγραμματισμός των PLC.....	16
2.1.7 Ποιες εργασίες αναλαμβάνονται από ένα σύστημα PLC.....	16
2.1.8 Ποιες ανάγκες καλύπτει η χρήση PLC.....	17
2.1.9 Σε ποιες εγκαταστάσεις προτείνεται ή είναι απαραίτητη η χρήση συστήματος PLC.....	17
2.1.10 Πλεονεκτήματα των PLC.....	17
2.2 Siemens Logo.....	19
2.3 Siemens S200.....	20
2.4 Siemens S300.....	21
2.5 Expansion Modules.....	23

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – Βιομηχανικά Δίκτυα

3 Εισαγωγή στα βιομηχανικά δίκτυα.....	25
3.1 AS – Interface.....	26
3.2 Industrial Ethernet.....	27
3.3 Profinet - Profibus	28

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4- Ταινιόδρομος

4.1 Ταινιόδρομος.....	29
4.2.1 Ο Ασύγχρονος τριφασικός κινητήρας	29
4.2.2 Αρχή λειτουργίας των κινητήρων εναλλασσόμενου ρεύματος.....	30
4.2.3 Συνδεσμολογία αστέρα τρίγωνου.....	30
4.2.4 Ο ασύγχρονος τριφασικός κινητήρας Motovario NMRV 030.....	31
4.3 Ρυθμιστής στροφών Siemens micro Master Vector.....	33

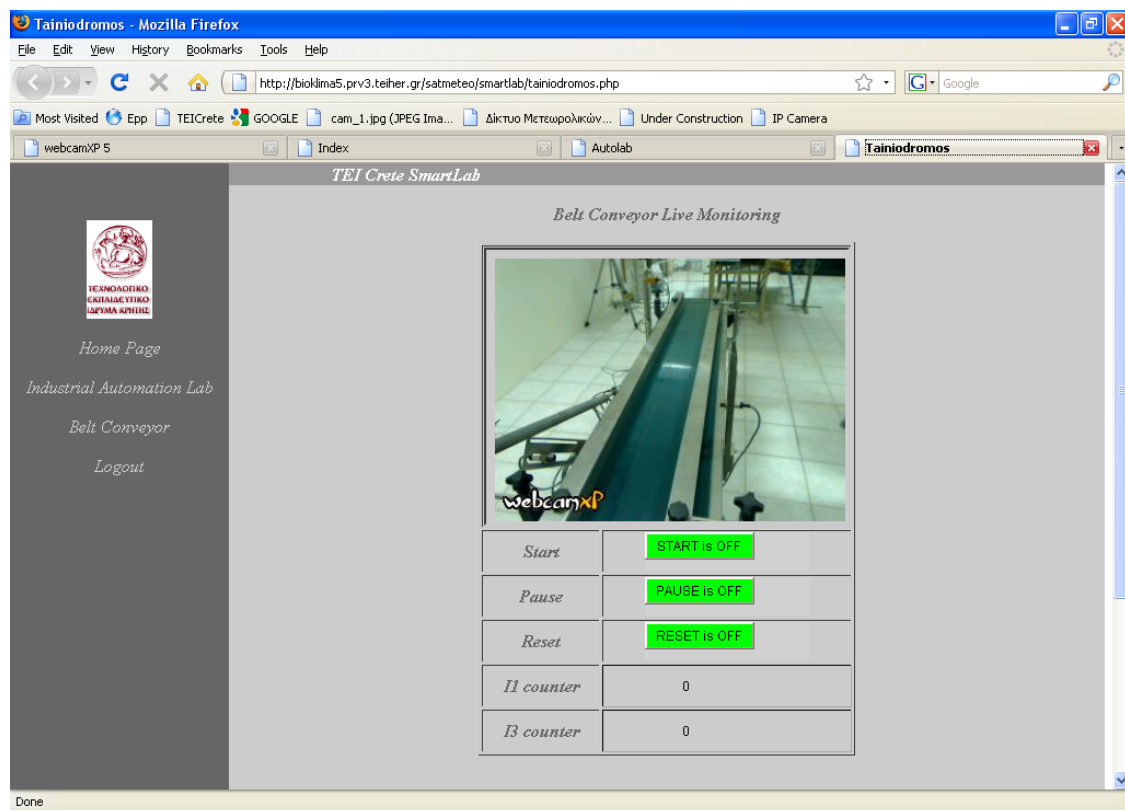
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5- Ανάλυση του Συστήματος

5.1 Περιγραφή του συστήματος.....	34
5.2.1 Siemens Logo και το πρόγραμμα του ταινιοδρόμου.....	38
5.2.2 Ανάλυση σεναρίου ταινιοδρόμου.....	39
5.3.1 Ανάλυση προγράμματος Siemens S 200	40

5.3.2 Internet Wizard.....	43
5.3.3 AS-Interface Wizard.....	49
5.3.4 Counters.....	51
5.3.5 Εσωτερική θερμοκρασία LM 35.....	52
5.4.1 Το πρόγραμμα του PLC S 300.....	52
5.4.2 Περιγραφή των κυριότερων Blocks.....	53
5.4.3 Γενικές ρυθμίσεις λειτουργίας του εγκατεστημένου υλικού	56
5.4.4 Ρύθμιση δικτύων Industrial Ethernet και PROFINET και MPI.....	58
5.4.5 Ανάλυση του προγράμματος.....	58
5.5 Απομακρυσμένη διαχείριση	60
5.6.1 Java applets.....	61
5.6.2 S7 Beans and Siemens Library.....	62
5.7 Web Site	66
5.8 Η Web camera του ταινιοδρόμου	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6- Ερευνητικό μέρος	
6.1 Human Machine Interface	68
6.2 Simatic WinCC.....	68
6.3 Ερευνητικό κομμάτι.....	70
6.4 Επίσκεψη στα Πλαστικά Κρήτης.....	72
6.5 Επίσκεψη στο εργοστάσιο Καράτζης Α.Ε	76
6.6 Επίσκεψη στο εργοστάσιο Megaplast S.A.....	79
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7- Συμπεράσματα	81
Επίλογος – Ευχαριστίες	82
Βιβλιογραφία	83

1.1 Περίληψη

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι υλοποίηση ενός μοντέλου που σαν κύρια λειτουργία του θα έχει την επίβλεψη και έλεγχο μιας γραμμής παραγωγής μέσω του Internet καθώς και η διεξαγωγή μιας έρευνας για τις χρήσεις των αυτοματισμών στις βιομηχανίες του Ηρακλείου . Όσον αφορά το μοντέλο ανάπτυξης το οποίο θα μας προσφέρει τις δυνατότητες του μέσω μιας ιστοσελίδας, ο χρήστης θα μπορεί να επιβλέπει είκοσι τέσσερις ώρες το εικοσιτετράωρο μια γραμμή παραγωγής και επιπλέον θα μπορεί να την επηρεάσει δυναμικά και με αρκετά καλό χρόνο απόκρισης. Τη γραμμή παραγωγής στην προκειμένη περίπτωση αποτελεί ένας ταινιοδρόμος πάνω στον οποίο είναι εγκατεστημένοι τέσσερις αισθητήρες. Εμείς μπορούμε να σταματήσουμε να ξεκινήσουμε και να κάνουμε γενική επανεκκίνηση της γραμμής παραγωγής ανά πάσα στιγμή μέσω μιας ειδικά κατασκευασμένης ιστοσελίδας και ενός user interface. Επιπλέον μέσα από τη ιστοσελίδα μας, έχουμε άμεση απεικόνιση του αριθμού των αντικειμένων που πέρασαν μπροστά από τους αισθητήρες, που υπάρχουν εγκατεστημένοι στο ταινιοδρόμο.



1.1 Η ιστοσελίδα για την επίβλεψη και έλεγχο του ταινιοδρόμου.

Για να πραγματοποιηθούν όμως οι παραπάνω λειτουργίες, χρειάστηκε να υλοποιηθεί πρώτα μια πολύ σημαντική παράμετρος. Αυτή η παράμετρος ήταν η εγκατάσταση και προγραμματισμός, των προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών ή αλλιώς PLC

(Programmable Logic Control). Ένα PLC, είναι μία αυτόνομη προγραμματιζόμενη μονάδα επεξεργασίας διαφόρων σημάτων, δηλαδή ψηφιακών ή αναλογικών εισόδων-εξόδων. Για την εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας χρειάστηκαν 3 διαφορετικά PLC, το καθένα με το ξεχωριστό και πολύ σημαντικό ρόλο του, καθώς και 3 δίκτυα βιομηχανικού τύπου.

1.2 Δομή Εργασίας

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια μικρή εισαγωγή στην έννοια του βιομηχανικού αυτοματισμού, στις χρήσεις και στην ιστορία του. Ακόμη υπάρχει η περίληψη και η περιγραφή της δομής της εργασίας .

Συνεχίζοντας στο κεφάλαιο 2 υπάρχει μια μικρή εισαγωγή έτσι ώστε ο αναγνώστης να καταλάβει τι είναι ο προγραμματιζόμενος ελεγκτής και ποια η χρησιμότητα των αισθητήριων , τα οποία αποτελούν τις εισόδους του. Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει μια παρουσίαση των PLC που χρησιμοποιήθηκαν στη πτυχιακή εργασία.

Στο 3 κεφάλαιο σειρά έχουν τα βιομηχανικά δίκτυα με μια εκτενή περιγραφή. Εδώ θα αναλυθούν τα δίκτυα AS-I Industrial, Ethernet και ProfiBus και θα δούμε τα οφέλη και τις δυνατότητες, που μας προσφέρει το καθένα.

Το κεφάλαιο 4 πραγματεύεται την εγκατάσταση και λειτουργία του ταινιοδρόμου. Εδώ αναλύονται τα χαρακτηριστικά του ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα που χρησιμοποιήσαμε καθώς και ρόλος του ρυθμιστή στροφών Micro Master Vector της Siemens.

Το 5^ο κεφάλαιο αποτελεί το μεγαλύτερο κομμάτι της εργασίας στο οποίο ξεκινά η εκτενής ανάλυση του συστήματος .

Στο 6^ο κεφάλαιο γίνεται μια μικρή έρευνα όσον αφορά τους βιομηχανικούς αυτοματισμούς και τις νέες τεχνικές που χρησιμοποιούν οι μεγαλύτερες βιομηχανίες του νομού Ηρακλείου , καθώς και στις χρήσεις που έχουν τα PLC που χρησιμοποιήσα για την πτυχιακή μου, σε αυτές τις βιομηχανίες.

Το 7^ο και τελευταίο κεφάλαιο είναι τα τελικά συμπεράσματα της εργασίας και της έρευνας.

1.3 Εισαγωγή

Τη σημερινή εποχή οι απαιτήσεις σε όλους τους παραγωγικούς τομείς είναι αυξημένες. Αυτό που επιζητά η αγορά είναι ταχύτητα, αξιοπιστία, συνεχή και αδιάλειπτη παραγωγή. Πράγμα που υλοποιείται μόνο μέσα σε αυτοματοποιημένα περιβάλλοντα, τα οποία στηρίζονται σε μικρής ή μεγάλης κλίμακας αυτοματισμούς.

Η έννοια αυτοματισμός είναι πολυσύνθετη και χωρίζεται σε πολλές κατηγορίες. Αυτοματισμούς κάποιος συναντά συνέχεια στην καθημερινή του ζωή. Για παράδειγμα τα φώτα τις σκάλας τα οποία ενεργοποιούμε με το διακόπτη και μετά από κάποια λεπτά κλείνουν, θεωρούνται ένας πολύ μικρής κλίμακας, απλός αυτοματισμός. Όπως το παραπάνω, υπάρχουν πολλά παραδείγματα τα οποία συναντά κανείς σε καθημερινή βάση. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα ασχοληθούμε με τους βιομηχανικούς αυτοματισμούς και πιο συγκεκριμένα μέσα από ένα πρότυπο μοντέλο, θα κατανοήσουμε το τρόπο λειτουργίας τους καθώς και τα πλεονεκτήματα που μας προσφέρουν αυτοί οι αυτοματισμοί σε επίπεδο βιομηχανίας.

Ο Βιομηχανικός Αυτοματισμός είναι αποτέλεσμα της τεχνολογίας όπου υπόσχεται να βοηθήσει τις επιχειρήσεις να μειώσουν το κόστος παραγωγής ενώ παράλληλα θα καταφέρουν να αυξήσουν κατακόρυφα την ποιότητα. Ο βιομηχανικός αυτοματισμός βασίζεται στην εκσυγχρόνηση των βιομηχανιών προσφέροντας μια σειρά αυτόματων λειτουργιών που θα αναβαθμίσουν την εκάστοτε βιομηχανία.

Εδώ πρέπει να σημειωθεί η μεγάλη διαφορά ανάμεσα στους συμβατικούς αυτοματισμούς, σε σχέση με της υψηλής ακρίβειας βιομηχανικούς αυτοματισμούς. Έτσι στο χώρο του αυτόματου ελέγχου οι συμβατικοί πίνακες αυτοματισμού (με ρελέ, χρονικά, κ.λ.π.) έχουν πλέον αντικατασταθεί από τους λογικούς ελεγκτές (PLC) τόσο λόγω της πολυπλοκότητας των σημερινών εφαρμογών όσο και λόγω της υψηλής ταχύτητας και ακρίβειας, που απαιτείται στον έλεγχο των διεργασιών της σύγχρονης βιοτεχνίας και βιομηχανίας.

Σημαντικό ακόμα πλεονέκτημα της χρήσης των λογικών ελεγκτών, έναντι στους συμβατικούς αυτοματισμούς, είναι η ικανότητα διαχείρισης αναλογικών σημάτων (π.χ. θερμοκρασία, υγρασία, πίεση κ.α.), η ευκολία προσαρμογής σε νέα δεδομένα και επεκτάσεις, καθώς επίσης και η δυνατότητα καταγραφής όλων των μεγεθών και των σφαλμάτων για περαιτέρω επεξεργασία (στατιστική κ.λ.π.).

Οι αυτοματισμοί οδήγησαν σε αναδιάρθρωση τόσο τη βιομηχανία όσο και την επιστήμη της μηχανολογίας. Οι διαδικασίες παραγωγής γίνονται περισσότερο ομογενείς και αποτελεσματικές, η παραγωγικότητα αυξάνεται, το κόστος ανά παραγόμενη μονάδα πέφτει, η κάθετη ολοκλήρωση των παραγωγικών μονάδων αυξάνεται και τέλος, η καινοτομία στα προϊόντα γίνεται όλο και περισσότερο απαραίτητη με αποτέλεσμα την αυξανόμενη συγκεντρωτικότητα των επιχειρήσεων.

1.4 Η ιστορία του βιομηχανικού αυτοματισμού

Η Βιομηχανία αναπτύχθηκε παράλληλα με τα διάφορα τεχνολογικά επιτεύγματα, στις αρχές του περασμένου αιώνα, όταν η ανθρώπινη εργασία αντικαταστάθηκε σε μεγάλο βαθμό από τις μηχανές. Οι παραγωγικές διαδικασίες είχαν αρχικά διακεκομμένη μορφή με χειροκίνητες επεμβάσεις μεταξύ των διαφόρων τμημάτων τους.

Σύντομα η ανάγκη για συνεχή παραγωγή γινόταν όλο και πιο επιτακτική. Αυτή η τάση ενισχύθηκε ακόμη περισσότερο από το γεγονός ότι η παραγωγή ήταν βασισμένη κυρίως σε συνεχείς ροές πρώτων υλών. Ο τύπος αυτός της βιομηχανικής παραγωγής απαιτούσε την εφαρμογή μεθόδων αυτοματισμού και έτσι συνδέθηκε άμεσα η λειτουργία των βιομηχανικών διαδικασιών συνεχούς λειτουργίας με την πρόοδο της τεχνολογίας του βιομηχανικού αυτοματισμού. Από τα πρώτα στάδια, ο έλεγχος και η εποπτεία της παραγωγής ήταν στην πλήρη αρμοδιότητα των ανθρώπων. Με την ανάπτυξη νέου εξοπλισμού, μερικές λειτουργίες ελέγχου και εποπτείας σταδιακά αυτοματοποιήθηκαν. Παράλληλα παρατηρείται άνθηση στη βιομηχανία παραγωγής οργάνων και συσκευών ελέγχου [5]. Ο αυτοματισμός από τα αρχικά του βήματα περιλαμβάνει τους εξής τρεις βασικούς παράγοντες:

α) τα **αισθητήρια** που συγκεντρώνουν πληροφορίες από το περιβάλλον παραγωγής
β) τους **ενεργοποιητές** που επιτρέπουν την υλοποίηση των αποφάσεων ελέγχου και γ) τα **συστήματα αποφάσεων** που αποφασίζουν, προγραμματίζουν και κατευθύνουν τις ενέργειες ελέγχου. Τα πρώτα χρόνια της βιομηχανικής εποχής, οι παράγοντες αυτοί ήταν τα μάτια, τα χέρια, και το μυαλό των υπευθύνων χειριστών αντίστοιχα.

Στη συνέχεια, στα πρώτα συστήματα ελέγχου, που είχαν αρκετά πρωτόγονη μορφή, οι λειτουργίες ελέγχου είχαν ενσωματωμένες τις λειτουργίες αισθητήρων και ενεργοποιητών. Προς τα μέσα της δεκαετίας του είκοσι υπάρχει ευρεία χρήση του διακοπτικού ελέγχου ενώ προς το τέλος της ίδιας δεκαετίας άρχισε να εφαρμόζεται η χρήση αντισταθμητών P.

Στη δεκαετία τέλος του τριάντα αρχίζει η ευρεία χρήση των αντισταθμητών PID. Οι τεχνολογικές εξελίξεις στη διάρκεια του δευτέρου Παγκοσμίου πολέμου είχαν σημαντική επίδραση στον τομέα του βιομηχανικού ελέγχου. Στις αρχές της δεκαετίας του πενήντα είναι πλέον δεδομένη η χρήση ηλεκτρονικών οργάνων στον έλεγχο με παράλληλη καθιέρωση της τυποποίησης στη μετάδοση σημάτων. Το σύστημα ελέγχου έγινε περισσότερο ευέλικτο και αποκεντρωμένο, αποτελούμενο από αισθητήρες, ρυθμιστές, ενεργοποιητές, και καταγραφικά όργανα. Αυτό διευκόλυνε ιδιαίτερα το σχεδιασμό, την εγκατάσταση, τη λειτουργία, την επέκταση και τη συντήρηση του εξοπλισμού ελέγχου.

Με τη καθιέρωση της τυποποίησης απλοποιήθηκε η διαδικασία συνδυασμού του εξοπλισμού από διαφορετικούς κατασκευαστές. Η γενική αντιμετώπιση στο πρόβλημα του αυτοματισμού ήταν η χρήση αισθητήρων και ενεργοποιητών σε τοπικό επίπεδο, ενώ σε κεντρικό θάλαμο ελέγχου υπήρχαν ελεγκτές PID για τη λήψη των αποφάσεων

ελέγχου. Τα τυποποιημένα συστήματα ελέγχου χρησιμοποιούσαν έλεγχο ονομαστικών τιμών, δηλαδή διατήρηση της τιμής μιας μεταβλητής όσο γίνεται πιο κοντά σε μια επιλεγμένη, από πριν, τιμή.

Λόγω του γεγονότος ότι οι βρόγχοι ελέγχου ήταν αυτόνομα σχεδιασμένοι, δεν ελάμβαναν υπόψη τους αλληλεπιδράσεις από άλλες μεταβλητές. Αυτό πολλές φορές δημιουργούσε αρκετά σημαντικά προβλήματα. Προβλήματα επίσης παρουσιάζονταν κατά τη συνεργασία συστημάτων ελέγχου και ηλεκτρονόμων (τηλεχειριζόμενων διακοπών ή κοινώς ρελέ). Η χρήση των υπολογιστών άρχισε από τα μέσα της δεκαετίας του εξήντα, αλλά σε πολύ περιορισμένη κλίμακα λόγω του μεγάλου όγκου τους και της χαμηλής ταχύτητας επεξεργασίας. Η πραγματική τομή στην τεχνολογία των υπολογιστών ήρθε με την ανάπτυξη των μικροϋπολογιστών στις αρχές της δεκαετίας του εβδομήντα. Το μικρό μέγεθος, το χαμηλό κόστος και η υψηλή ταχύτητα του νέου τύπου υπολογιστή κατέστησαν την υπόθεση του αυτομάτου ελέγχου προσιτή για οποιοδήποτε είδος εφαρμογής. Με τη χρήση των μικροϋπολογιστών ήταν επίσης δυνατή η αλλαγή τεχνολογίας σε λειτουργίες ελέγχου που πραγματοποιούντο ήδη με κλασικά συστήματα ηλεκτρονόμων.

Έτσι κάνει την εμφάνιση του το PLC. Η τεχνολογία των μικροϋπολογιστών έφερε μια επανάσταση στα ψηφιακά ηλεκτρονικά και το PLC, προϊόν αυτής της επανάστασης, εισήλθε στην βιομηχανία σαν βασικό κύτταρο αυτοματισμού. Το αναλογικό υλικό αντικαθίσταται γρήγορα από μικροϋπολογιστές ακόμη και για τον έλεγχο απλών βρόχων, ενώ εγκαθίστανται "αφοσιωμένα" μικροϋπολογιστικά συστήματα για άμεσο ψηφιακό έλεγχο. Παράλληλα τα συστήματα τηλεχειρισμού που προσφέρονται στους χειριστές στο θάλαμο ελέγχου, έχουν βελτιωθεί και χρησιμοποιούν έγχρωμες οθόνες για την παρουσίαση των πληροφοριών.

Παράλληλα αρχίζει η ανάπτυξη ιεραρχικών συστημάτων ελέγχου που περιέχουν μεγάλο αριθμό μικροϋπολογιστών. Τα PLCs έχουν γίνει ευρέως αποδεκτά και κυριαρχούν στη βιομηχανία σαν συσκευές ελέγχου. Οι βιομηχανικές εφαρμογές έδειξαν ότι η συνύπαρξη υπολογιστών και PLCs στο ίδιο σύστημα έχουν μεγάλα πλεονεκτήματα.

Η σημερινή μορφή αυτοματισμού των περισσότερων εκσυγχρονισμένων βιομηχανιών έχει σαν βάση τα συστήματα ιεραρχικού ελέγχου που υλοποιούνται με συνδυασμό υπολογιστών και PLCs. Για τη καλή λειτουργία των ιεραρχικών συστημάτων μεγάλη συμβολή έχουν και τα τοπικά δίκτυα επικοινωνίας τα οποία κάνουν εφικτή την πλήρη αξιοποίησή τους. Τα οικονομικά οφέλη που προκύπτουν είναι τεράστια, όπως έχει αποδειχθεί στην πράξη, από πλευράς αύξησης της ποιότητας, μείωσης του κόστους παραγωγής και ευελιξίας καθώς και αξιοπιστίας της βιομηχανικής παραγωγής.

1.5 Λόγοι που οδήγησαν στην εισαγωγή των συστημάτων αυτόματου ελέγχου στην βιομηχανία.

Αρχικά τα συστήματα αυτομάτου ελέγχου μπήκαν στην βιομηχανία λόγω της **ανάγκης μείωσης του κόστους παραγωγής** - μειώνοντας το κόστος εργατικών και αυξάνοντας τους ρυθμούς παραγωγής [1]. Σε πολλές περιπτώσεις πραγματικά ο αριθμός των

εργαζομένων στις γραμμές παραγωγής μειώθηκε δραστικά . Από την άλλη μεριά όμως οι ανάγκες άκρως εξειδικευμένου προσωπικού όπως και το υψηλό κόστος απόκτησης του εξοπλισμού αντισταθμίζουν τα οικονομικά οφέλη από τη μείωση των εργαζομένων . Έτσι σε πολλές περιπτώσεις τα οικονομικά αποτελέσματα δεν ήταν τόσο ικανοποιητικά όσο αναμενόταν .

Η **ανάγκη περιορισμού των ελαττωματικών** προϊόντων που παράγονται σε μια γραμμή παραγωγής είναι ένας άλλος λόγος για την εισαγωγή συστημάτων αυτομάτου ελέγχου . Τα αυτόματα συστήματα λειτουργούν ασταμάτητα και με την ίδια αξιοπιστία, ενώ τα αναπόφευκτα ανθρώπινα λάθη οδηγούν σε αύξηση των ελαττωματικών προϊόντων . Η ανάγκη παραγωγής προϊόντων **υψηλής ποιότητας - εντός αυστηρών προδιαγραφών** είναι ένας άλλος λόγος που μπορεί από μόνος του να δικαιολογήσει την εγκατάσταση αυτοματοποιημένων συστημάτων. Π.χ. Εξαρτήματα ακριβείας σε μηχανές C.N.C.

Πρέπει ακόμη να αναφερθούμε στην ανάγκη αυτοματοποίησης των συστημάτων εκείνων με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά :

- Λειτουργούν εκεί που δεν μπορεί να επέμβει ο άνθρωπος : Στο φεγγάρι, μη επανδρωμένα διαστημόπλοια, βυθούς των ωκεανών ή στο μολυσμένο περιβάλλον ενός πυρηνικού αντιδραστήρα .
- Εκεί που η διαδικασία ελέγχου είναι πολύ πολύπλοκη έτσι που να μη μπορεί να γίνει από ανθρώπους : Έλεγχος ροής φυσικού αερίου από Σιβηρία προς Ευρώπη .
- Εκεί όπου ορισμένες ενέργειες ελέγχου είναι πολύ κρίσιμες για να αφεθούν στις ικανότητες ενός ανθρώπου : Μοντέρνα συστήματα πλοήγησης αεροσκαφών .

Οποιοσδήποτε κι' αν είναι ο λόγος αυτοματοποίησης μιας διαδικασίας ή της άλλης, αποφασιστικό ρόλο παίζει το κόστος . Πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις οδηγούν στη δραστική μείωση του κόστους απόκτησης μονάδων συστημάτων αυτομάτου ελέγχου . Αναφερόμαστε κυρίως στην εντυπωσιακή μείωση του κόστους μικροϋπολογιστών με την παράλληλη αύξηση των δυνατοτήτων τους .

Τα παραπάνω δικαιολογούν τον ισχυρισμό ότι η τεχνολογία του αυτομάτου ελέγχου είναι ένας **τομέας ταχύτατα εξελισσόμενος** . Η μεγάλη πλειοψηφία των συστημάτων παραγωγής που σχεδιάζονται και εγκαθίστανται σήμερα είναι είτε εξ αρχής πλήρως αυτοματοποιημένα είτε έτσι σχεδιασμένα που μπορούν να αυτοματοποιηθούν εύκολα .

Η αγορά των ηλεκτρονικών κατακλύζεται από λογής - λογής φτηνά αισθητήρια (sensors) που αποτελούν απαραίτητες λειτουργικές μονάδες κάθε αυτομάτου συστήματος ελέγχου : Αισθητήρια θέσης, ταχύτητας, επιτάχυνσης, δύναμης, πίεσης, ροής, στάθμης, θερμοκρασίας, ακτινοβολίας . Ελάχιστα σε διαστάσεις και με τιμές ολοένα και πιο προσιτές .

Οι επενεργητές (actuators), με τη βοήθεια των οποίων έχουμε τη δυνατότητα να επέμβουμε και να ελέγξουμε διαδικασίες, παράγονται και αυτοί μαζικά και

τελειοποιούνται συνεχώς : Υδραυλικοί και πνευματικοί επενεργητές αλλά και ηλεκτρικοί σερβοκινητήρες συνεχούς ή εναλλασσομένου ρεύματος .

Τα επιτεύγματα και οι εξελίξεις στην τεχνολογία των λειτουργικών τμημάτων των συστημάτων αυτομάτου ελέγχου, συμβάλλει στο να αναπτύσσονται σήμερα αξιοζήλευτα συστήματα .

Έλεγχος διεργασιών : Οι Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές (Programmable logical Controllers, PLCs) έχουν την δυνατότητα να ελέγξουν τις πλέον πολύπλοκες διαδικασίες μετρώντας χιλιάδες μεταβλητών και ελέγχοντας συνακόλουθα .

Ρομποτική : Το βιομηχανικό ρομπότ είναι η αιχμή του δόρατος της νέας τεχνολογίας . Προγραμματίζεται και χρησιμοποιείται για να κάνει μονότονα επαναλαμβανόμενες εργασίες, αλλά οι δυνατότητες του συνεχώς αυξάνονται και οι ερευνητικές προσπάθειες στρέφονται στο να το κάνουν ικανό να αισθάνεται το περιβάλλον : Με τεχνητή όραση και τεχνητή νοημοσύνη, ώστε να μπορεί να αντιδρά σε απρόβλεπτες μεταβολές [6].

Αυτόματες Προγραμματιζόμενες Εργαλειομηχανές (CNC : Computer Numerical Control Machines) . Τεχνολογία περίπου ίδια μ' εκείνη του ρομπότ, εξαπλώνεται όλο και σε περισσότερες μηχανές με σκοπό να τις κάνει **προγραμματιζόμενες άρα ευέλικτες** . Εκτός από τις κλασικές εργαλειομηχανές μια σειρά από άλλες σχεδιάζονται και κατασκευάζονται με την παραπάνω τεχνολογία : Μηχανές κοπής μετάλλων, μηχανές για την αυτόματη συναρμολόγηση ηλεκτρονικών πλακετών.

Τα επιτεύγματα στη τεχνολογία των επικοινωνιών μεταξύ υπολογιστικών συστημάτων συμβάλλει στη προσπάθεια διασύνδεσης των επί μέρους συστημάτων είτε μεταξύ τους είτε με άλλα . Φανταστείτε μερικές αυτόματες εργαλειομηχανές και ένα σύστημα (πιθανόν ένα βιομηχανικό ρομπότ) για τη μεταφορά των προς επεξεργασία εξαρτημάτων από την μια μηχανή στην άλλη. Φανταστείτε ακόμη ένα κεντρικό υπολογιστή που αναλαμβάνει να εποπτεύει το όλο σύστημα, "μιλώντας" και δίνοντας οδηγίες στους ελεγκτές (υπολογιστές και αυτοί) των διαφόρων μηχανών . Τότε έχετε ένα όπως ονομάζεται **ευέλικτο κατασκευαστικό κελί (ή σύστημα) παραγωγής (Flexible Manufacturign System, FMS)** . Σ' ένα τέτοιο σύστημα μπορούν να παραχθούν διάφορα εξαρτήματα, που η περιγραφή (γεωμετρία) τους είναι αποθηκευμένη στον κεντρικό υπολογιστή, μάλιστα δε **όποτε αυτά χρειάζονται και όσα χρειάζονται**.

Ένα σκαλοπάτι παραπάνω στην ολοκλήρωση των συστημάτων αποτελεί η διασύνδεση τους σε επίπεδο εργοστασίου . Με τη βοήθεια ενός **τοπικού δικτύου επικοινωνιών (Local Area Network, LAN)**, οι εποπτεύοντες των διαφόρων FMS υπολογιστές, "μιλούν" μεταξύ τους ανταλλάσσοντας πληροφορίες, αλλά και καθοδηγούνται αλλά και ενημερώνουν τον κεντρικό πλέον υπολογιστή του συστήματος παραγωγής .

2.1 Αισθητήρια

Τα αισθητήρια (Sensors) είναι διατάξεις που χρησιμοποιούνται για την μέτρηση ή ανίχνευση ενός φυσικού μεγέθους (φυσική ή χημική ποσότητα : θερμοκρασία , υγρασία, διεύθυνση ανέμου κ.α) και τη μετατρέπουν σε ηλεκτρικό σήμα που μπορεί να εφαρμοσθεί σαν είσοδος, σε ένα προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή [11].



2.1 Διάφοροι τύποι αισθητηρίων.

Η πρώτη κατηγοριοποίηση που μπορεί να γίνει, εξαρτάται από το φυσικό μέγεθος που μετρούν:

- Αισθητήρια θερμοκρασίας.
- Αισθητήρια υγρασίας.
- Διπλά αισθητήρια θερμοκρασίας/υγρασίας.
- Αισθητήρια ποιότητας αέρα.
- Αισθητήρια διαφορικής πίεσης αέρα.
- Αισθητήρια ταχύτητας αέρα.

Ανάλογα με την τοποθέτηση χωρίζονται:

- Αισθητήρια χώρου.
- Αισθητήρια αεραγωγού.
- Αισθητήρια περιβάλλοντος.

Ανάλογα με την ακρίβεια μέτρησης χωρίζονται σε:

- Τυπικά αισθητήρια για κτιριακές εγκαταστάσεις.
- Αισθητήρια υψηλής ακρίβειας.
- Αισθητήρια υψηλής ακρίβειας με πιστοποιητικό.

Ανάλογα με το υλικό που χρησιμοποιείται για μέτρηση:

- Αισθητήρια αντίστασης (π.χ. Ni 1000, PT100, NTC).
- Ενεργά αισθητήρια με έξοδο 0...10 V DC ή 4...20 mA.

Ενώ τα αισθητήρια θερμοκρασίας & υγρασίας είναι γνωστά σχεδόν σε όλους, πρέπει να τονίσουμε τον ιδιαίτερο ρόλο που έχουν και τα αισθητήρια ποιότητας αέρα, όπου εκτός από με την μέγιστη συνθήκη άνεσης που εξασφαλίζουν στον χώρο, επιτρέπουν και μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας. Ενώ στην υπόλοιπη Ευρώπη χρησιμοποιούνται σχεδόν σε όλους τους κτιριακούς χώρους, στην Ελλάδα χρησιμοποιούνται μόνο σε εγκαταστάσεις, όπου η τοποθέτηση τους είναι επιβεβλημένη (π.χ. κέντρα διασκέδασης, κινηματογράφοι, γυμναστήρια).

Εδώ, είναι προφανές ότι ιδιαίτερο ρόλο στην ακρίβεια ελέγχου του συστήματος, εκτός από τον τύπο και την ακρίβεια μέτρησης του αισθητηρίου, έχει πολύ μεγάλη σημασία και η σωστή εγκατάσταση. Λανθασμένη εγκατάσταση (π.χ. αισθητήριο χώρου τοποθετημένο σε ρεύμα αέρα από το κανάλι προσαγωγής) σημαίνει λανθασμένη μέτρηση και κατά συνέπεια λάθος έλεγχος.



2.2 Αισθητήριο θερμοκρασίας PT 100



2.3 Φωτοκύτταρο της εταιρίας Omron.



2.4 Φωτοηλεκτρικό αισθητήριο



2.5 Αισθητήριο θερμοκρασίας LM 35.

2.1.2 Ανάλυση των αισθητήρων που χρησιμοποιήσαμε .

Για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας χρειαστήκαμε 2 διαφορετικού τύπου αισθητήρες. Πρόκειται για τους χωρητικούς και τους αισθητήρες αναγνώρισης χρώματος. Και οι 2 τύποι παρουσιάζονται παρακάτω. Οι εταιρείες που εμπιστευτήκαμε είναι η Carlo Gavazzi και η Omron . Αυτές οι 2 υλοποιήσεις ικανοποιούσαν τις ανάγκες και τις προδιαγραφές που είχαμε θέσει . Τα αισθητήρια

αυτά παρουσιάζονται στις εικόνες 2.3 και 2.4. Για τη μέτρηση της θερμοκρασίας τώρα χρειαστήκαμε 2 αισθητήρια LM 35 (εικόνα 2.5).

Χωρητικοί αισθητήρες

Οι χωρητικοί διακόπτες προσέγγισης χρησιμεύουν για την ανίχνευση αντικειμένων εξ αποστάσεως. Αντίθετα από τους επαγωγικούς, που αναγνωρίζουν μόνο μεταλλικά αντικείμενα, οι χωρητικοί αισθητήρες ανιχνεύουν και τα μη μεταλλικά. Οι τυπικοί τομείς χρήσης βρίσκονται στη βιομηχανία ξύλου, χαρτιού, γυαλιού, πλαστικού, τροφίμων και χημικών προϊόντων.

Αισθητήρες αναγνώρισης χρωμάτων

Τα συστήματα αναγνώρισης χρωμάτων είναι πιο αξιόπιστα και αποδοτικά από το ανθρώπινο μάτι, αφού δεν κάνουν λάθη λόγω κόπωσης, υποκειμενικής αξιολόγησης αποχρώσεων και αργού χρόνου αντίδρασης. Οι αισθητήρες χρώματος εργάζονται με την ενεργή μέθοδο. Τα υλικά φωτίζονται από τον πομπό με ακτίνες φωτός διαφορετικής φασματικής σύστασης. Δεν χρειάζεται έτσι οποιοδήποτε φίλτράρισμα από την πλευρά του δέκτη.

2.1.3 Τι είναι οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές (PLC's)

Ένα PLC, είναι μία αυτόνομη προγραμματιζόμενη μονάδα επεξεργασίας διαφόρων σημάτων, δηλαδή ψηφιακών ή αναλογικών εισόδων-εξόδων. Εφαρμογές όπως, ψύξη-θέρμανση, ενεργοποίηση-απενεργοποίηση ρελέ βαλβίδων και ενδεικτικών λυχνιών, έλεγχος PID, έλεγχος κινήσεως αξόνων-Motion Control- κ.α., γίνονται με τον καλύτερο τρόπο μέσω PLC.

Το PLC, είναι μία ειδική κατηγορία συσκευών που η λειτουργία τους βασίζεται στην χρήση μικροεπεξεργαστών, ανάλογων με αυτούς που χρησιμοποιούνται στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Τα PLC βρίσκουν εφαρμογή στην υλοποίηση και τον έλεγχο σύνθετων κυκλωμάτων αυτοματισμού.

Το PLC ουσιαστικά είναι μια μικρογραφία ενός υπολογιστή σχεδιασμένος πάνω σε ένα και μόνο ολοκληρωμένο κύκλωμα υψηλής κλίμακας ολοκλήρωσης. Το κύκλωμα αυτό περιέχει ένα μικροεπεξεργαστή και μια μνήμη RAM/ROM/EPROM.

Ο μικροεπεξεργαστής, έχει σχεδιαστεί για να ανακαλεί δεδομένα, να κάνει πάνω σ' αυτά περιορισμένες πράξεις και με βάση αυτές τις πράξεις να ελέγχει το περιβάλλον του. Όπως κάθε υπολογιστικό κύκλωμα, περιέχει μονάδες εισόδου/εξόδου, μία κεντρική μονάδα επεξεργασίας, έναν αριθμό καταχωρητών και κυκλώματα μνήμης, εσωτερικούς χρονιστές – απαριθμητές, αριθμητική και λογική μονάδα, μνήμη προγράμματος (ROM η EPROM).

Κάθε PLC είναι ικανό να ανταλλάξει σήματα με το εξωτερικό περιβάλλον. Δέχεται σήματα εισόδου από διάφορους αισθητήρες, (θερμότητας, πίεσης, φωτός, κ.τ.λ). Εκτελεί πράξεις ανάμεσα σε μεταβλητές, καταχωρεί τιμές στη μνήμη RAM που διαθέτει και παράγει σήματα εξόδου που ελέγχουν άλλες συσκευές. Έτσι μπορεί να οδηγήσει ηλεκτρονόμους, διόδους LED, κινητήρες και άλλα κατάλληλα κυκλώματα, που συνήθως περιλαμβάνονται σε κάθε μορφής αυτοματισμό [7].

Για να πραγματοποιήσει αυτές τις λειτουργίες ο μικροελεγκτής χρησιμοποιεί ένα πρόγραμμα που είναι αποθηκευμένο στη μνήμη του. Το πρόγραμμα αυτό γράφεται στη γλώσσα που καταλαβαίνει ο μικροελεγκτής και αποθηκεύεται σε αυτόν με μία συσκευή προγραμματισμού.

2.1.4 Τρόπος λειτουργίας.

Οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές (PLC's) χωρίζονται σε **δύο βασικές κατηγορίες**:

Τα Modular, αυτά δηλαδή όπου το τροφοδοτικό, η CPU και οι διάφορες κάρτες εισόδων-εξόδων και δικτύωσης είναι ξεχωριστά η μία από την άλλη και όπου όλες τοποθετούνται η μία δίπλα στην άλλη επάνω σε ειδικό φορέα, ο οποίος μέσω του τροφοδοτικού, τροφοδοτεί αυτές τις κάρτες συνήθως με 5VDC. Αυτή η τροφοδοσία είναι αναγκαία για την επικοινωνία όλων των καρτών με την CPU.

Τα Compact PLC είναι αυτά, όπου η τροφοδοσία, η CPU, η μονάδα εισόδων και η μονάδα εξόδων είναι μαζί στο ίδιο Module. Εάν απαιτείται κάποια δικτύωση ή επεξεργασία ειδικών σημάτων, π.χ. από αισθητήρια θερμοκρασίας ή άλλα αναλογικά σήματα, τότε μπορούν και σε αυτά τα PLC να συνδεθούν ως Slaves και άλλες κάρτες που μπορούν βεβαίως να θεωρηθούν κάρτες επέκτασης. Τα προς επεξεργασία σήματα, δηλαδή οι εισοδοί, συρματώνονται στις εισόδους του PLC και μέσω του προγράμματος που έχει εισαχθεί στην CPU του, είναι πλέον δυνατός ο έλεγχος των εξόδων της εφαρμογής, ότι και αν είναι αυτές, π.χ. ρελέ, βαλβίδες, λυχνίες, σερβοενισχυτές, αναλογικές βαλβίδες, ενδεικτικά όργανα, κ.α. Από την στιγμή που θα ενεργοποιηθεί ένα σήμα εισόδου, το σήμα αυτό μεταφέρεται και αποθηκεύεται στην μνήμη των εισόδων. Το πρόγραμμα εκτελείται κυκλικά, σαρώνοντας μία προς μία τις εντολές του προγράμματος και αποφασίζει για την ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση των εξόδων. Όταν ενεργοποιηθεί μία έξοδος, το σήμα αυτό μεταφέρεται πρώτα στην μνήμη εξόδων και κατόπιν στο ρελέ ή το τρανζίστορ της εξόδου. Με αυτό τον τρόπο, διασφαλίζεται η απομνημόνευση των καταστάσεων εισόδων-εξόδων αλλά και τιμών ανά πάσα χρονική στιγμή εντός του PLC.

2.1.5 Τοποθέτηση των PLC.

Οι γνώσεις που απαιτούνται για την καλωδίωση αλλά και τον προγραμματισμό ενός PLC, εξαρτώνται από το κατά πόσο ένας τεχνικός ή μηχανικός έχει εντρυφήσει στο αντικείμενο αυτό. Ανάλογα με τον βαθμό δυσκολίας της εφαρμογής, ανάλογα δηλαδή με τον αριθμό των σημάτων ή τις απαιτήσεις της εφαρμογής, μπορεί ο προγραμματισμός και η εγκατάσταση να θεωρηθεί από πολύ απλή έως πολύ δύσκολη.

Γενικά όμως εφαρμογές μικρομεσαίου μεγέθους μπορούν να έλθουν σε πέρας και από ψυκτικούς, τόσο στον προγραμματισμό όσο και στην περάτωση της καλωδίωσης. Βέβαια η ιδανικότερη λύση θα ήταν η καλωδίωση να γίνει από ηλεκτρολόγο ή ψυκτικό, ο οποίος να έχει και πτυχίο ηλεκτρολόγου, για αποφυγή ατυχημάτων.

2.1.6 Προγραμματισμός των PLC.

Ένα PLC, ρυθμίζεται ή καλύτερα προγραμματίζεται μέσω ειδικού λογισμικού και με την βοήθεια Η/Υ. Υπάρχει ειδικό καλώδιο το οποίο συνδέει το PLC με τον Η/Υ. Το λογισμικό που χρησιμοποιείται, δίνει την δυνατότητα προγραμματισμού του ελεγκτή σε διάφορες γλώσσες οι οποίες παρουσιάζονται παρακάτω:

- Ladder ή γλώσσα επαφών
- SFC, Sequential Flow Chart
- STL, Statemant List
- FBD, Function Block Diagram
- ST, Structured Text

* Γλώσσα LADDER είναι η πρώτη γλώσσα που αναπτύχθηκε και επιτρέπει τη μεταφορά του ηλεκτρολογικού σχεδίου μέσω της συσκευής προγραμματισμού.

* Γλώσσα λογικών γραφικών (FBD) ή λογικού διαγράμματος. Είναι και αυτή γραφική αλλά αντί του ηλεκτρολογικού σχεδίου χρησιμοποιείται το αντίστοιχο λογικό κύκλωμα.

* Γλώσσα STL (Γλώσσα λογικών εντολών) Περιέχει εντολές προγράμματος που αντιστοιχούν στις λογικές πύλες (AND, OR, NOT κλπ). Σήμερα έχει εμπλουτιστεί με στοιχεία της γλώσσας assembly και απαιτεί από τον ηλεκτρολόγο να έχει έστω στοιχειώδεις γνώσεις προγραμματισμού.

2.1.7 Ποιες εργασίες αναλαμβάνονται από ένα σύστημα PLC.

Συνεχής έλεγχος της καλής λειτουργίας της εγκατάστασης με σύγκριση αναλογικών μεγεθών, όπως θερμοκρασία, πίεση, στάθμη υγρού [3].

Διαχείριση υλικών (έλεγχος μιας ολοκληρωμένης διαδικασίας παραγωγής από μία και μόνο εργαλειομηχανή).

Επίβλεψη λειτουργίας και διάγνωση σφαλμάτων.

Επίβλεψη λειτουργίας μηχανών συσκευασίας.

Έλεγχος διαδοχής των ενεργειών που πραγματοποιεί ένα πλήθος εργαλειομηχανών για την συνολική ολοκλήρωση μιας διεργασίας.

Επίβλεψη λειτουργίας κλιβάνων και στεγνωτήρων.

Επίβλεψη λειτουργίας μηχανών συναρμολόγησης και ταινιόδρομων.

Επίβλεψη λειτουργίας κινητήρων και αντλιών.

Ρομποτικά συστήματα.

Έλεγχοι ακολουθιών.

Γενική επίβλεψη και συστήματα ασφαλείας, πυρασφάλειας κ.τ.λ.

2.1.8 Ποιες ανάγκες καλύπτει η χρήση PLC.

Ο προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής μπορεί να επιλύσει θέματα αυτοματισμού τα οποία παλιά, αλλά και σήμερα, η συντριπτική πλειοψηφία των ηλεκτρολόγων αλλά και των ηλεκτρονικών, προσπαθεί να τα επιλύσει κάνοντας χρήση της συμβατικής τεχνολογίας, δηλαδή γίνεται ακόμη χρήση των ρελέ στα βοηθητικά κυκλώματα.

Γενικά, οι ανάγκες που μπορεί να καλύψει ένα PLC είναι πάρα πολλές και δύσκολο να περιγράψουν σε λίγες παραγράφους. Συνοπτικά, ένα PLC, καλύπτει όλο το φάσμα των εφαρμογών που απαιτούν λύσεις με αυτοματοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας.

2.1.9 Σε ποιες εγκαταστάσεις προτείνεται ή είναι απαραίτητη η χρήση συστήματος PLC.

Σε όλες τις εγκαταστάσεις, προτείνεται η χρήση συστήματος PLC, διότι ο έλεγχος της εγκατάστασης παύει σιγά-σιγά να υφίσταται με τον κλασσικό αυτοματισμό. Με το PLC έχουμε εξοικονόμηση χρημάτων, αφού οι τιμές είναι χαμηλότερες από ότι στο παρελθόν, επίσης μείωση χώρου σε σχέση με τους πίνακες του κλασσικού αυτοματισμού, καλύτερες επιδόσεις και μεγαλύτερη ευελιξία, αφού με μόνο μια συσκευή μπορούν να προγραμματιστούν διαφορετικές εφαρμογές και να τροποποιούνται ανάλογα με τις ανάγκες, κάτι που ο κλασσικός αυτοματισμός δεν μπορεί εύκολα να κάνει. Επίσης, μειώνεται η ανάγκη για μεγάλο αριθμό ηλεκτρολογικού σχεδίου, αφού τα βοηθητικά ρελέ δεν χρησιμοποιούνται πλέον. Μειώνεται δηλαδή το γνωστό Documentation της εφαρμογής [2].

2.1.10 Πλεονεκτήματα των PLC

Ένα από τα βασικότερα πλεονεκτήματα των PLCs είναι η δυνατότητα επέκτασης του αριθμού των εισόδων και εξόδων τους, με αποτέλεσμα την προσαρμογή κάθε φορά της τελικής διάταξης, ειδικά στις ανάγκες μιας συγκεκριμένης εφαρμογής. Καθώς η λογική λειτουργίας τους βασίζεται στον προγραμματισμό, είναι δυνατή η χρήση του ίδιου μηχανήματος σε εντελώς διαφορετικές εφαρμογές.

Πρέπει να σημειωθεί ότι με την τροποποίηση του προγράμματος που έχει καταχωρηθεί στην συσκευή, γίνονται με πολύ εύκολο τρόπο αλλαγές βελτιώσεις και μετατροπές στην λειτουργία ενός αυτοματισμού. Η δυνατότητα που παρέχουν τα PLC για σύνδεση προγραμματισμό και παρακολούθηση της ροής του προγράμματος μέσω H/Y, ευνοεί τον έλεγχο, την επιτήρηση, τον συντονισμό και την κεντρική οργάνωση σύνθετων διαδικασιών αυτομάτου ελέγχου.

Όπως ήδη αναφέρθηκε με την χρήση των PLC επιτυγχάνεται απλούστευση των κυκλωμάτων ελέγχου ενός αυτοματισμού, με αποτέλεσμα την μείωση τελικά και του χώρου που απαιτείται για την εγκατάσταση τους.

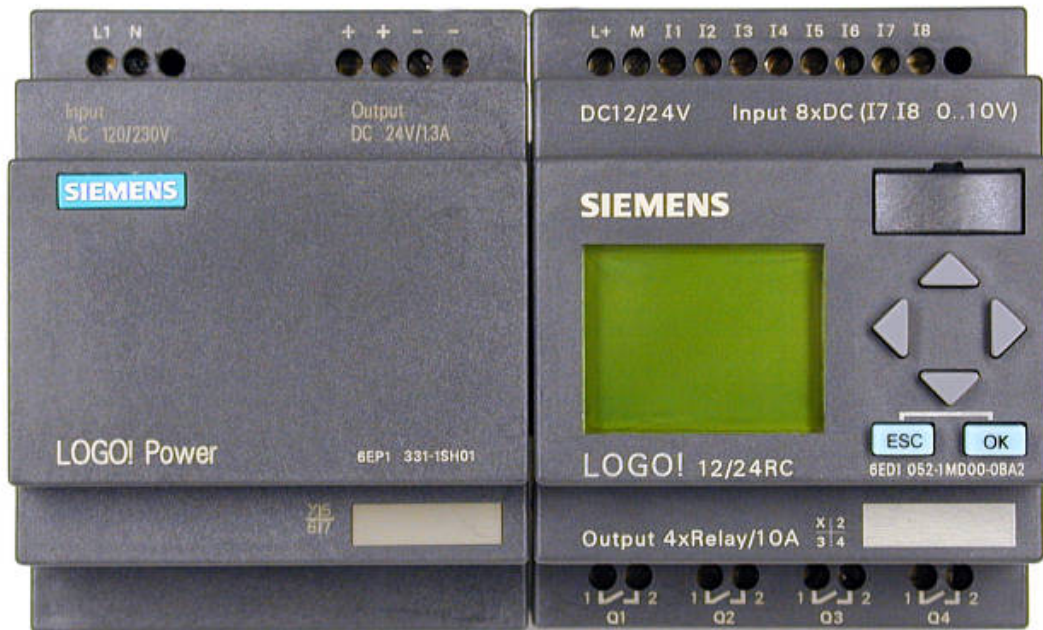
Το γεγονός ότι τα PLCs είναι ηλεκτρονικές διατάξεις χωρίς κινητά μηχανικά μέρη, οδηγεί στην επίτευξη υψηλών ταχυτήτων απόκρισης και μεγάλων χρόνων διάρκειας ζωής του συνόλου των κυκλωμάτων ελέγχου, μιας αυτοματοποιημένης εγκατάστασης.

Άρα μπορούμε να συνοψίσουμε τώρα τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα:

- ✓ Ο χρόνος κατασκευής του αυτοματισμού είναι μηδαμινός σε σχέση με την κατασκευή ενός κλασικού πίνακα αυτοματισμού
- ✓ Ελαχιστοποίηση του κόστους συντήρησης, εφόσον δεν υπάρχει θέμα βλάβης επειδή τα PLC “χαλάνε” σπάνια.
- ✓ Τα PLC είναι ευέλικτα στην τροποποίηση της λειτουργίας του αυτοματισμού, εφόσον η αλλαγή στον αυτοματισμό γίνεται σε λίγα λεπτά , αλλάζοντας μόνο το πρόγραμμα.
- ✓ Αλλάζοντας το πρόγραμμα ή τοποθετώντας νέες μονάδες εισόδων και εξόδων , επεκτείνουμε εύκολα τον αυτοματισμό.
- ✓ Μπορούμε να υλοποιούμε πολύπλοκες και έξυπνες επεξεργασίες που στον κλασικό αυτοματισμό είναι εξαιρετικά δύσκολο να γίνουν.
- ✓ Η δυνατότητα σύνδεσης του PLC με ηλεκτρονικό υπολογιστή, με το σύστημα αποθήκης, λογιστήριο κλπ είναι επίσης σημαντικό πλεονεκτήματα
- ✓ Ένα από τα βασικότερα πλεονεκτήματα των PLC είναι η δυνατότητα επέκτασης του αριθμού εισόδων και εξόδου τους ώστε να προσαρμόζονται ανάλογα με την εκάστοτε εφαρμογή [5].

2.2 Siemens Logo

Το Siemens Logo! αποτελεί μια ολοκληρωμένη λύση σε επίπεδο αυτοματισμών στους τομείς των βιοτεχνιών και μικρών βιομηχανιών. Είναι το μικρότερο σε δυνατότητες από τα PLC που χρησιμοποιήσα για την υλοποίηση της πτυχιακής, αλλά ο ρόλος του ήταν το ίδιο σημαντικός. Ο προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής Logo! έχει στην standard έκδοση OBA5 τα εξής χαρακτηριστικά: 6 ψηφιακές εισόδους, 2 αναλογικές εισόδους, 4 εξόδους, δυνατότητα διασύνδεσης με το βιομηχανικού τύπου δίκτυο AS- Interface μέσω του κατάλληλου expansion module και πολλές δυνατότητες προγραμματισμού μέσω του προγράμματος Logo Soft Comfort.



2.6 Siemens Logo!

Με το Logo! μπορούμε να υλοποιήσουμε ένα αρκετά μεγάλο σύνολο απλών αλλά και πιο σύνθετων σεναρίων και σε συνδυασμό με τη δυνατότητα διασύνδεσης με άλλα PLC, μέσω του δικτύου AS-I, μπορούμε να έχουμε μια ολοκληρωμένη γραμμή παραγωγής [10].

Το Logo είναι ένα PLC το οποίο βρίσκει χρήση και στο πεδίο των κτηριακών αυτοματισμών (Building Automation) μέσω του expansion module EIB. Το συγκεκριμένο expansion module μας δίνει τη δυνατότητα διασύνδεσης με το δίκτυο Instabus.

Η τροφοδοσία της συσκευής πραγματοποιείται με το τροφοδοτικό LOGO! Power24V/1,3A. Όσον αφορά τον προγραμματισμό του μέσω του LOGO SOFT 5, μπορούμε να πούμε ότι είναι ένα αρκετά ευέλικτο πρόγραμμα το οποίο παρέχει βασικές λογικές πύλες, μετρητές, χρόνο καθυστερήσεις (delays), Latching Relay και πολλά άλλα, που μας βοηθάνε στην εύκολη υλοποίηση προγραμμάτων.

Πρέπει να αναφερθεί ότι το Logo έχει χρησιμοποιηθεί ευρύτατα και στην Ελλάδα σε αρκετά αυτοματοποιημένα περιβάλλοντα με μεγάλη επιτυχία. Κατά καιρούς δημοσιεύονται πρωτότυπα συστήματα που χρησιμοποιούνται για παράδειγμα σε

αφαλάτωση νερού σε ξενοδοχειακές μονάδες, σε συστήματα εμφιάλωσης και τυποποίησης και γενικά για έλεγχο μικρών γραμμών παραγωγής.

2.3 Siemens S 200

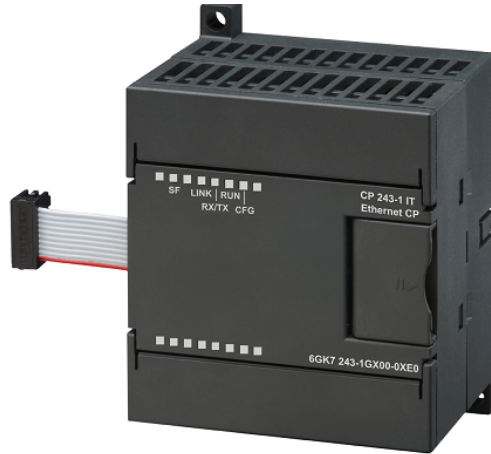


2.7 Siemens S7 200

Το Simatic S-7 200 είναι ένα PLC με αυξημένες δυνατότητες, σχεδιασμένο για να υλοποιεί μια μεγάλη γκάμα σεναρίων σε περιβάλλοντα εργασίας με αυξημένες ανάγκες . Παρά το μικρό του μέγεθος, είναι εξαιρετικά ικανό, με τα μεγάλα του ατού να είναι η ταχύτητα, η μεγάλες δυνατότητες δικτύωσης και το αρκετά φιλικό στο χρήστη περιβάλλον προγραμματισμού που προσφέρει.

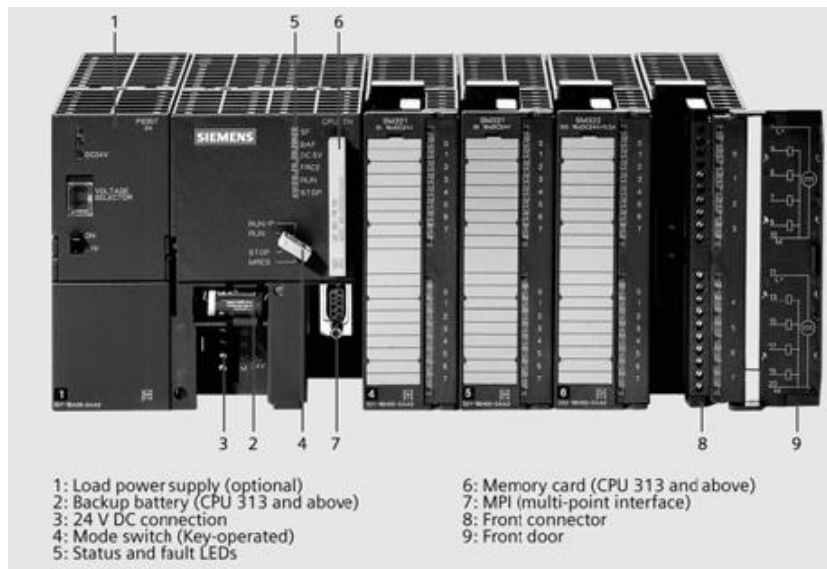
Το SIMATIC S7-200 Micro είναι modular based , δηλαδή είναι ένα PLC με τεράστιες δυνατότητες επέκτασης και σε εισόδους αλλά και σε θέματα δικτύωσης, αφού μπορούμε να συνδέσουμε πολλές ξεχωριστές κάρτες επέκτασης. Άρα μπορούμε να το επεκτείνουμε όποτε θέλουμε στο μέλλον ανάλογα με τις ανάγκες μας . Όλα τα παραπάνω κάνουν το SIMATIC S7-200 Micro PLC μια πολύ αποτελεσματική και οικονομική λύση για αυτοματοποιημένο έλεγχο στο χώρο των compact συστημάτων.

Όσον αφορά τις δυνατότητες επικοινωνίας πρέπει να μείνουμε λίγο παραπάνω και να σημειώσουμε ότι τα PLC S7 200 συνδέονται σε δίκτυο PPI με άλλα S 200, με δίκτυο MPI με τα μεγαλύτερα PLC Simatic S7 300, στο δίκτυο AS-I, στο δίκτυο PROFIBUS, μπορούν να επικοινωνήσουν πρακτικά με οποιαδήποτε σειριακή συσκευή μέσω του ελεύθερα προγραμματιζόμενου πρωτοκόλλου που διαθέτουν, μπορούν να προγραμματιστούν και να ανταλλάξουν δεδομένα από μακριά ενσύρματα μέσω ενός απλού modem, ασύρματα μέσω radio modem αλλά και μέσω του δικτύου GSM της κινητής τηλεφωνίας [9].









2.8 Expansion module για σύνδεση στο δίκτυο Industrial Ethernet

2.4 Siemens S 300



2.8 Siemens S7 300

Ο προγραμματιζόμενος ελεγκτής Siemens S 300 αποτελεί την ναυαρχίδα των PLC που έχουμε αυτή τη στιγμή στην διάθεση μας. Πρόκειται για ένα PLC κατασκευασμένο αποκλειστικά για βιομηχανική χρήση σε περιβάλλοντα εργασίας, αυξημένων απαιτήσεων και προσδοκιών. Εκφράζει την επιτομή της εξέλιξης στους βιομηχανικούς αυτοματισμούς, προσφέροντας μια αξιόπιστη λύση, ακόμη και στους πιο απαιτητικούς. Οι δυνατότητες που μας προσφέρει σε επίπεδο συνδεσιμότητας όσο και σε επίπεδο επέκτασης των καρτών εισόδων εξόδων είναι αρκετές για να καλύψουν μια αρκετά μεγάλη γραμμή παραγωγής. Όπως βλέπουμε και από την εικόνα παραπάνω φαίνονται καθαρά όλα τα επιμέρους στοιχεία που απαρτίζουν το πολύπλοκο PLC S300.

Power supply PS307, 5A	To convert line voltage (123/130 VAC) 24 VDC	
CPU CPU315-2 DP	To evaluate the user program and communicate with the peripherals	
Communication Processor CP 343-1 IT	To connect to Ethernet/Internet	
Signal modules(SM) Digital Input (DI) SM321	It matches different process signal levels to the S7-300 16xDC24V	
Digital Input (DO) SM322	16xDC24V,0.5A	
Analogue Input/output SM334	AI4/AO2x12BIT	
PG cable	Connects PG/PC to the CPU	
RJ45	To connect to internet	

2.8 Όλα τα επιμέρους μέρη του PLC S7 300 με μια σύντομη περιγραφή

Η εξωτερική μνήμη του S300

Μεγάλη σημασία στην λειτουργία του PLC παίζει η σωστή χρήση της μνήμης. Η μνήμη του ελεγκτή χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες. Η πρώτη είναι η μνήμη φόρτισης που βρίσκεται σε μία κάρτα μνήμης (Simatic Micro Memory Card – MMC) που ενσωματώνεται στον ελεγκτή. Η κάρτα είναι απαραίτητη για την λειτουργία της K.M.E. και ανάλογα με το μοντέλο, διαθέτει διαφορετικά μεγέθη. Στη μνήμη φόρτισης αποθηκεύονται τα μπλοκ εντολών, τα μπλοκ δεδομένων και τα δεδομένα του συστήματος όπως οι συνδέσεις με άλλες συσκευές, η τοπολογία του δικτύου και οι παράμετροι του ελεγκτή.

Η δεύτερη κατηγορία αναφέρεται στη μνήμη συστήματος. Σε αυτήν αποθηκεύονται οι διευθύνσεις των απεριθμητών, των μετρητών και των bit που αναφέρονται σε θέσεις μνήμης. Στην αρχή του κύκλου σάρωσης, αποθηκεύεται στη μνήμη συστήματος μια εικόνα των εισόδων (process inputs image). Με αυτό τον τρόπο, δεν μεταβάλλονται οι εισοδοί σε κανένα ενδιάμεσο σημείο του προγράμματος αποφεύγοντας απροσδιόριστες αποκρίσεις. Αντίστοιχα, κάθε μεταβολή των εξόδων γίνεται σε μία εικόνα τους (process outputs image), η οποία μόνο στο τέλος του κύκλου σάρωσης αντιγράφεται στις πραγματικές εξόδους. Τέλος, στην μνήμη συστήματος αποθηκεύονται τα τοπικά δεδομένα κάθε συνάρτησης.

Η τελευταία κατηγορία αποτελείται από τη μνήμη εργασίας. Χρησιμοποιείται για την εκτέλεση του κώδικα και την επεξεργασία των δεδομένων του προγράμματος. Η μνήμη εργασίας και η μνήμη συστήματος είναι μη επεκτάσιμες, σε αντίθεση με τη μνήμη φόρτισης, και το μέγεθός τους εξαρτάται από το μοντέλο της Κ.Μ.Ε. Στον πίνακα 4-2 εμφανίζονται τα χαρακτηριστικά της Κ.Μ.Ε 313C – 2DP.

2.5 Expansion Modules – Κάρτες Επέκτασης

Τα πρώτα modules που θα μελετήσουμε είναι αυτά του AS-I δικτύου. Για την σωστή κατασκευή του δικτύου χρειάζεται να έχουν προστεθεί στα PLC που θα επικοινωνούν οι κατάλληλες επεκτάσεις (expansion modules). Έτσι έχουμε για τον ελεγκτή Logo το module της εικόνας 2.5.1 και για τον ελεγκτή S 200 το module της εικόνας 2.5.2. Αυτά τα 2 διασυνδέονται μέσω ενός δισύρματου καλωδίου. Για να λειτουργήσουν όμως χρειάζεται ρεύμα, το οποίο και παίρνουν από τη κεντρική μονάδα τροφοδοσίας για το δίκτυο AS-I, η οποία είναι εγκατεστημένη στο PLC S300 [4].

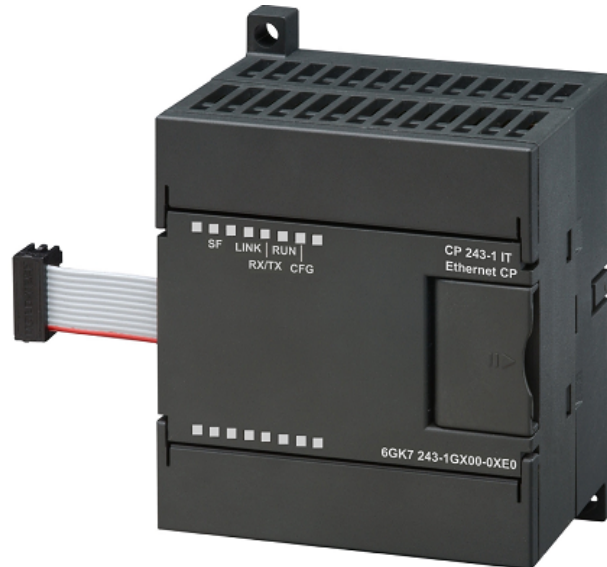


2.5.1 Το AS-I module του LOGO!



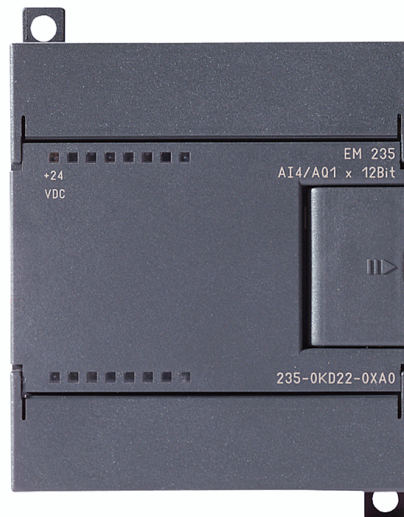
2.5.2 Το AS-I module του S 200

Το δεύτερο ζευγάρι από modules που θα μελετήσουμε έχει να κάνει με το δίκτυο Industrial Ethernet. Πρόκειται για ένα δίκτυο που υλοποιείται ανάμεσα στα PLC S 200 και S 300. Η διασύνδεση σε αυτό το δίκτυο γίνεται μέσω ενός καλωδίου UTP RJ45 τύπου cross. Μετά το τέλος της διασύνδεσης θα μπορούμε να υλοποιήσουμε και άλλα δίκτυα βασισμένα στο Industrial Ethernet όπως είναι το PROFIBUS και PROFINET.



2.5.3 S 200 Industrial Ethernet module

Βέβαια εκτός από τις επεκτάσεις που υπάρχουν για υλοποίηση βιομηχανικών δικτύων, έχουμε και τα modules εκείνα που προσθέτουν παραπάνω εισόδους και εξόδους, αναλογικές ή ψηφιακές, ανάλογα πάντα με τις εκάστοτε ανάγκες μας. Ένα τέτοιο module παρουσιάζεται και παρακάτω στην εικόνα 2.5.4.

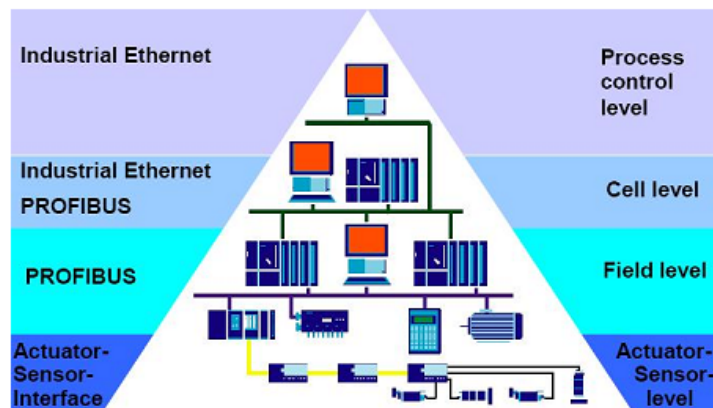


2.5.4 Επέκταση που μας προσφέρει 4 αναλογικές εισόδους και 1 αναλογική έξοδο.

Οι δυνατότητες επέκτασης όπως καταλαβαίνουμε χρησιμοποιώντας τα expansion modules είναι απεριόριστες αφού μπορούμε να προσθέσουμε ένα μεγάλο πλήθος από ψηφιακές / αναλογικές εισόδους – εξόδους και βιομηχανικά δίκτυα.

3 Βιομηχανικά δίκτυα

Η επικοινωνία στους αυτοματισμούς, γίνεται ολοένα και πιο άμεση, τόσο σε οριζόντιο επίπεδο πεδίου (field level), καθώς επίσης και κάθετα, μέσω όλων των συσχετιζόμενων επιπέδων ιεραρχίας. Ανάλογα με την εφαρμογή και την τιμή, τα βιομηχανικά συστήματα επικοινωνιών, όπως το βασισμένο στο Ethernet PROFINet, το PROFIBUS και άλλα συστήματα, όπως συστήματα διαύλου αισθητήρων / ενεργοποιητών AS-interface, προσφέρουν τις προϋποθέσεις για τη διαφανή δικτύωση, σε όλες τις περιοχές και τα επίπεδα της διαδικασίας αυτοματοποίησης. **Η τεχνολογία πληροφοριών (information technology -IT-)**, γνωρίζει όλο και μεγαλύτερη άνθηση στον κόσμο της αυτοματοποίησης. Η ικανότητα επικοινωνίας των συσκευών και η συνεχής και διαφανής ροή πληροφοριών, είναι αναπόφευκτα συστατικά των προσανατολισμένων στο μέλλον, εννοιών αυτοματοποίησης.



3.1 Τα 4 επίπεδα των βιομηχανικών δικτύων

Σε επίπεδο αισθητήρων/ενεργοποιητών (*sensor-actuator level*), τα σήματα διαβιβάζονται μέσω ενός bus αισθητήρων/ενεργοποιητών. Εδώ μια σημαντική απαίτηση, αποτελεί μια ιδιαίτερα απλή και χαμηλού κόστους τεχνική εγκαταστάσεων, μέσω της οποίας τα δεδομένα με μια παροχή ηλεκτρικού ρεύματος 24V που υποστηρίζεται από τα άκρα των συσκευών, διαβιβάζονται χρησιμοποιώντας ένα κοινό μέσο. Η διαβίβαση δεδομένων γίνεται κυκλικά. Το ASInterface είναι ένα κατάλληλο σύστημα bus, για αυτόν τον τομέα των εφαρμογών [8].

Σε επίπεδο πεδίου (*field level*), τα διανεμημένα περιφερειακά όπως μονάδες I/O (Input/Output), μονάδες κίνησης, βαλβίδες και τερματικά χειριστών, επικοινωνούν με τα συστήματα αυτοματοποίησης μέσω ενός real time συστήματος επικοινωνιών. Η διαβίβαση των δεδομένων της διαδικασίας πραγματοποιείται κυκλικά, ενώ οι παράμετροι και τα διαγνωστικά δεδομένα, πρέπει επίσης να διαβιβαστούν ακόμα και μη κυκλικά, εάν αυτό είναι απαραίτητο. Το PROFIBUS καλύπτει αυτές τις απαιτήσεις και προσφέρει λύση για την κατασκευή, καθώς επίσης και για την αυτοματοποίηση της διαδικασίας. Σε επίπεδο κελιών (*cell level*), οι προγραμματιζόμενοι ελεγκτές όπως τα PLCs και IPCs, επικοινωνούν ο ένας με τον άλλον. Η ροή πληροφοριών απαιτεί μεγάλα πακέτα δεδομένων και μεγάλο αριθμό ισχυρών λειτουργιών επικοινωνίας. Η ομαλή ένταξη στα επιχειρησιακά συστήματα επικοινωνιών, όπως το ενδοδίκτυο (intranet) και το διαδίκτυο (internet) μέσω των TCP/IP και Ethernet, αποτελούν σημαντικές απαιτήσεις.

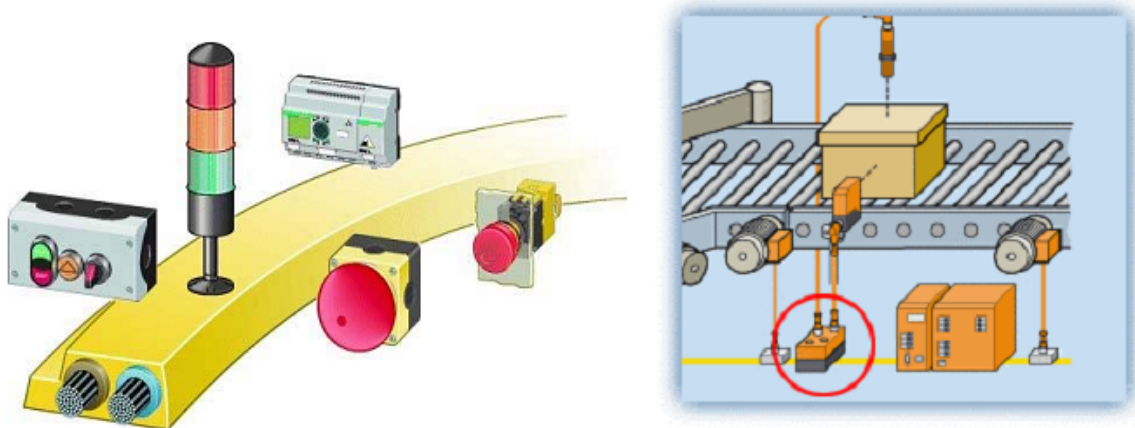
3.1 AS-Interface

Το AS-I (Actuator Sensor Interface) είναι η απλούστερη υλοποίηση των βιομηχανικών πρωτοκόλλων δικτύωσης που χρησιμοποιούνται στα PLC, το DCS και γενικότερα σε συστήματα αυτοματοποίησης. Σχεδιάστηκε για τη σύνδεση των απλών I/O (Input/Output) συσκευών τομέων (π.χ. δυαδικές (ON/OFF) συσκευές όπως οι ενεργοποιητές και αισθητήρες, περιστροφικοί κωδικοποιητές, αναλογικές εισαγωγές, μπουτόν, αισθητήρες θέσης βαλβίδας κ.α.) με τέτοιο τρόπο ώστε η σύνδεση να πραγματοποιείται μόνο με τη χρήση ενός ενιαίου καλωδίου 2 επαφών.

Το AS-I είναι μια «ανοικτή» τεχνολογία που υποστηρίζεται από τους κορυφαίους προμηθευτές αυτοματοποίησης. Πάνω από 14 εκατομμύριο συσκευές AS-I είναι εγκατεστημένες συνολικά.

Το AS-I είναι μια ιδιαίτερα αποδοτική εναλλακτική λύση δικτύωσης στη καλωδίωση των συσκευών τομέων (field devices). Είναι ένα άριστο δίκτυο συνεργασίας για τα υψηλότερου επιπέδου δίκτυα fieldbus, όπως το Profibus, DeviceNet, Interbus και Industrial Ethernet, για τα οποία προσφέρει μια χαμηλού κόστους I/O (input/output) λύση. Αποδεικνύεται στις εκατοντάδες χιλιάδες των εφαρμογών, των βαλβίδων ελέγχου διεργασίας, των ηλεκτρικών συστημάτων διανομής, των ανελκυστήρων, και των γραμμών παραγωγής προϊόντων.

Actuator Sensor Interface

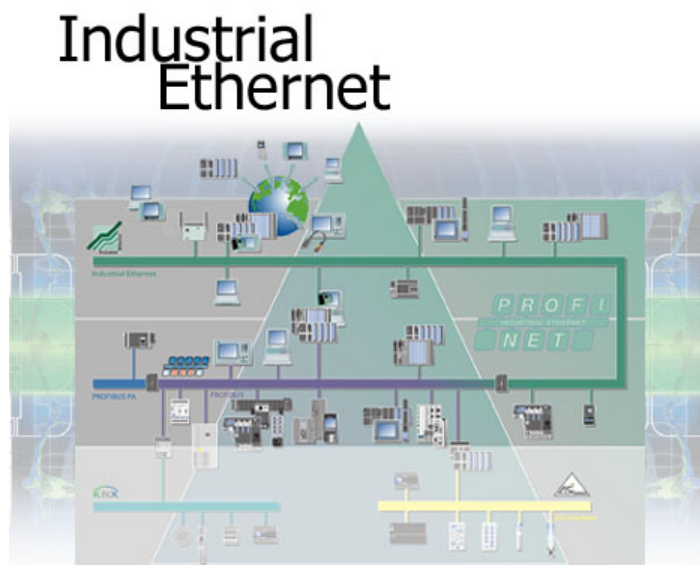


3.2 Μερικές από τις συσκευές που επικοινωνούν μέσω του AS-Interface

3.2 Industrial Ethernet

Industrial Ethernet είναι το όνομα που δόθηκε στη χρήση της διεπαφής επικοινωνιών Ethernet σε ένα βιομηχανικό περιβάλλον, για τον έλεγχο μηχανών αυτοματοποιημένης παραγωγής.

Το Βιομηχανικό Ethernet στρέφεται στην αυξημένη παραγωγή που καθιστά μια επιχείρηση κερδοφόρα. Έχει ως σκοπό να διατηρήσει τον έλεγχο μιας διαδικασίας παραγωγής και να παρακολουθεί πολλές διαφορετικές γραμμές, και τα δεδομένα αυτών που στέλλονται παραδοσιακά σε αναλογική μορφή, όπως τη θερμοκρασία, υγρασία, pH, πίεση, ροή, ιξώδες, πυκνότητα, βάρος, δόνηση, ροπή, περιστροφή/λεπτό, τάση, ρεύμα, ακτινοβολία, δορυφορική πρόσβαση και έλεγχο, CCTV HD με κίνηση, φωνή και ενδοσυνεννόηση, διπλής κατεύθυνσης ράδιο πρόσβαση και έλεγχος κ.λπ.



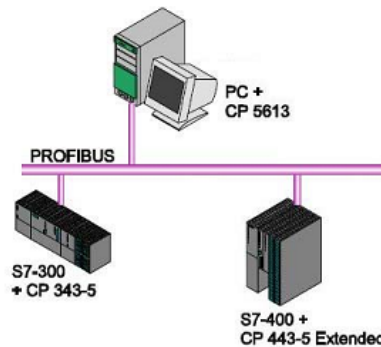
3.3 Η αρχιτεκτονική του βιομηχανικό Ethernet

Για πολλά χρόνια το Ethernet δεν μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε βιομηχανικές εφαρμογές λόγω της αρχιτεκτονικής του, που το έκανε ακατάλληλο για εφαρμογές πραγματικού χρόνου. Απαγορευτικό ήταν και το μεγάλο κόστος υλοποίησης, που το περιορίζει μόνο σε εφαρμογές διασύνδεσης ελεγκτή με ελεγκτή και Η/Υ με ελεγκτή και σε εφαρμογές υψηλού κόστους. Όλα τα παραπάνω άλλαξαν με την ύπαρξη χαμηλού κόστους μικροελεγκτών, οι οποίοι ενσωματώνουν το πρωτόκολλο TCP/IP, και την ύπαρξη ανώτερων πρωτοκόλλων που βελτιστοποιούν τη λειτουργία του Ethernet σε βιομηχανικές εφαρμογές. Το Ethernet παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα, μεταξύ των οποίων συγκαταλέγονται και η διασυνδεσιμότητα σε πολλά άλλα δίκτυα, η σύνδεση με το Internet, η μεγάλη εμπειρία των μηχανικών σήμερα σε αυτή την τεχνολογία, η ώριμη και ασφαλής ασύρματη μετάδοση και ο πολύ φθηνός εξοπλισμός διασύνδεσης. Σε πολλά προβλήματα του παρελθόντος μπορεί να δοθεί λύση από το Ethernet, το οποίο ωστόσο είναι ένα δίκτυο που σχεδιάστηκε για τη δικτύωση πληροφοριών, πράγμα που το καθιστά ακατάλληλο για ακριβή έλεγχο πραγματικού χρόνου σε εφαρμογές, όπως ο έλεγχος ταχύτητας και θέσης σε ηλεκτροκινητήρια συστήματα. Οι διάφοροι οργανισμοί που ασχολούνται με το Fieldbus αντιμετωπίζουν την πρόκληση να ενσωματώσουν το Ethernet σε όσες

πιο πολλές βιομηχανικές εφαρμογές είναι δυνατό, καταφεύγοντας συχνά σε τροποποιήσεις τόσο του πρωτοκόλλου TCP/IP, όσο και του ίδιου του υλικού.

3.3 PROFINET – PROFIBUS

Το PROFIBUS DP, προσδιορίζει τη λειτουργία, τα ηλεκτρικά και τα μηχανικά χαρακτηριστικά για δίκτυα σειριακής μετάδοσης. Δημιουργήθηκε για την εύκολη σύνδεση PLCs και άλλων συσκευών από διαφορετικούς κατασκευαστές, σε δίκτυο. Κάθε συσκευή που βρίσκεται στο δίκτυο λαμβάνει μία μοναδική διεύθυνση και αποτελεί ένα σταθμό, ο οποίος χαρακτηρίζεται είτε ως ενεργητικός είτε ως παθητικός. Ένας ενεργητικός σταθμός έχει το δικαίωμα πρόσβασης στο δίκτυο όταν του δίδεται μια αλληλουχία δεδομένων που ονομάζεται «μάρκα» (token). Η μάρκα περνάει διαδοχικά στους ενεργητικούς σταθμούς κατά αυξανόμενη τιμή της διεύθυνσης (κύκλος διάδοσης μάρκας– token rotation cycle). Οι παθητικοί σταθμοί χρησιμοποιούν το δίκτυο μόνο όταν τους ζητηθεί από τον σταθμό που διαθέτει τη μάρκα. Το PROFIBUS DP έχει σχεδιαστεί για την ανταλλαγή δεδομένων με υψηλές ταχύτητες ανάμεσα σε μία κεντρική συσκευή και τις κατανεμημένες μονάδες που διαθέτει. Οι ενεργητικοί σταθμοί του δικτύου μπορεί να είναι PLCs, προσωπικοί υπολογιστές ή γενικότερα εξελιγμένες μονάδες εποπτείας και ελέγχου. Ορίζονται ως αφέντες (master) ενώ οι μονάδες που ελέγχονται ονομάζονται σκλάβοι (slaves). Ένας master έχει πλήρη δικαιώματα πάνω στα slaves του ενώ η πρόσβασή του σε συσκευές άλλων master είναι εξαιρετικά περιορισμένη.



3.4 Παράδειγμα τοπολογίας και διασύνδεσης σε δίκτυο PROFIBUS

Το PROFINET είναι μια ethernet-based λύση δικτύωσης για τον αυτοματοποιημένο έλεγχο. Είναι παρόμοιο με το PROFIBUS δεδομένου ότι επιτρέπει το διανεμημένο έλεγχο IO (Input- Output) από ένα PLC. Χρησιμοποιεί επίσης παρόμοιες τεχνικές στην εφαρμοσμένη μηχανική, ίδιες διαδικασίες και τις τεχνικές συντήρησης και μπορεί να υποστηρίξει τα παρόμοιες εφαρμογές όπως ο λειτουργικός έλεγχος ασφάλειας και κινήσεων. Ένα νέο πρόγραμμα για την ενεργό διαχείριση της ενέργειας που στοχεύει στη χρησιμοποίηση του PROFINET για να βοηθήσει στη μείωση της βιομηχανικής κατανάλωσης ισχύος, έχει προωθηθεί πρόσφατα.

Το PROFINET (που ουσιαστικά είναι ο συνδυασμός PROFIBUS + ETHERNET) είναι πολύ πιο προσιτό από το PROFIBUS και μπορεί να επιτρέψει μια καλύτερη δικτύωση και γενικότερα εγκατάσταση. Το PROFIBUS πλησιάζει και τον ανταγωνισμό, όσον αφορά την κατηγορία των fieldbuses έτσι ώστε οι υπάρχουσες επενδύσεις και ο εξοπλισμός, να μπορούν να διατηρηθούν κατά τη διάρκεια οποιασδήποτε μεταφοράς σε ethernet-based περιβάλλον, στο μέλλον.

Μέχρι το τέλος του 2008 1.6 εκατομμύριο νέοι κόμβοι εγκαταστάθηκαν, μια αύξηση 40% κατά τη διάρκεια του 2007.

Δίκτυο	Ταχύτητα	Φυσική Τοπολογία	Λογική Τοπολογία	Αριθμός κόμβων	Ακτίνα	Φυσικό μέσο	Κόστος
ProfibusDP	12Mbps/sec	Δίαυλος (bus)	Κεντρική, master/slave peer-to-peer	Devices 32/124 with repeaters	1200m	twisted pair RS485 or fiber	Μέτριο
DeviceNet	500Kbits/sec	Δίαυλος (bus)	Κεντρική, master/slave, peer-to-peer multi-master	64	500m	CAN Δίαυλος(bus), twisted pair	Χαμηλό
CANopen	1Mbps/sec	Δίαυλος (bus)	Κεντρική Master/Slave, Peer-to-peer, multi-cast, multi-master	127	100m	CAN Δίαυλος(bus), twisted pair	Χαμηλό
Interbus	500Kbits/sec	Δίαυλος (bus)	Κεντρική	512 devices, 4096 I/O points	13km	Twisted-pair and fibre	Υψηλό
Modbus RTU	Πολύ αργό	Σταθμός-σε-σταθμό Δίαυλος (bus)	Κεντρική Master / Slave	255	Εξαρτάται από την υλοποίηση	RS232, RS485	Πολύ Χαμηλό
BACNet	Εξαρτάται από την υλοποίηση	Δίαυλος (bus)	Κεντρική Peer-to-peer	Εξαρτάται από την υλοποίηση	Εξαρτάται από την υλοποίηση	RS485, Ethernet, LonTalk & rnet	Χαμηλό
SLM	2.5Mbps/sec	σταθμός-σε-σταθμό	Κεντρική	2	100m	RS485 twisted pair	Μέτριο
CTNet	5Mbps/sec	Δίαυλος (bus)	Αποκεντρωμένη	255	250m	Twisted pair or Fibre	Μέτριο
CTSync	896Kbits/sec	Δίαυλος (bus)	Master – Slave, Simplex	16	100m.	RS485, twisted pair	Χαμηλό
Sercos II	16Mbps/s	Δακτύλιος (Ring)	Κεντρική	255	100m	Fibre	Υψηλό

3.5 Συγκριτικός πίνακας χαρακτηριστικών βιομηχανικών δικτύων.

Κεφάλαιο 4

Ταινιόδρομος

4.1 Ταινιόδρομος

Για την κατασκευή του ταινιοδρόμου δεν έχουμε να πούμε πολλά, αυτά που μας ενδιαφέρουν είναι το μήκος του που είναι στα 220 cm και το πλάτος του που είναι στα 20 cm . Υπάρχουν προεγκατεστημένες 4 θέσεις για να υποδεχτούν αισθητήρια, με τη δυνατότητα να επεκτείνουμε την κατασκευή προσθέτοντας ακόμα 4 αισθητήρες.

4.2.1 Ο Ασύγχρονος τριφασικός κινητήρας

Από τα διάφορα είδη ηλεκτρικών μηχανών εναλλασσόμενου ρεύματος, ο *τριφασικός ασύγχρονος ή επαγωγικός κινητήρας (induction motor)*, χρησιμοποιείται ευρύτατα στις βιομηχανικές εφαρμογές. Ενδεικτικό της καθολικής χρήσης της μηχανής αυτής είναι ότι, οι επαγωγικοί κινητήρες απορροφούν το 60% περίπου, της συνολικά παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Τα πλεονεκτήματα του ασύγχρονου κινητήρα, με κυριότερο την απλή κατασκευαστική δομή του δρομέα, θα εξηγηθούν στη συνέχεια.

Οι επαγωγικές μηχανές χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά ως κινητήρες, εξαιτίας των μειονεκτημάτων που παρουσιάζουν όταν λειτουργούν ως γεννήτριες. Για το λόγο αυτό οι επαγωγικές μηχανές αναφέρονται ως επαγωγικοί κινητήρες. Η αρχή

λειτουργίας των ασύγχρονων κινητήρων διατυπώθηκε από τον *N. Tesla* στα τέλη της δεκαετίας του 1880. Επαγωγικοί κινητήρες με μορφή αντίστοιχη της σημερινής, ήταν εμπορικά διαθέσιμοι από το 1896. Από τότε έως το 1970, οι βελτιώσεις στην ποιότητα των υλικών κατασκευής, στις τεχνικές χύτευσης και στη μόνωση των τυλιγμάτων, επέτρεψε τη δραστική μείωση του μεγέθους και του κόστους κατασκευής των επαγωγικών κινητήρων. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι ένας σημερινός ασύγχρονος κινητήρας των 100hp, έχει τις ίδιες διαστάσεις με ένα κινητήρα 7.5hp του 1897.

Η μείωση στις διαστάσεις των επαγωγικών κινητήρων δεν είχε συνοδευτεί από ουσιαστική βελτίωση του βαθμού απόδοσης, έως την πετρελαϊκή κρίση του 1973, εξαιτίας του μικρού κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας. Όμως, στη συνέχεια, όλοι οι κατασκευαστές ανέπτυξαν επαγωγικούς κινητήρες με το χαρακτηρισμό *υψηλής απόδοσης (high efficiency induction motors)*. Οι κινητήρες αυτοί, αν και έχουν μεγαλύτερο κόστος από τους τυπικούς επαγωγικούς κινητήρες, αποκτούν όλο και μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς.

4.2.2 Αρχή λειτουργίας των κινητήρων εναλλασσόμενου ρεύματος

Οι μηχανές εναλλασσόμενου ρεύματος διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες: τις *σύγχρονες (synchronous)* και τις *ασύγχρονες ή επαγωγικές μηχανές*. Οι σύγχρονες μηχανές, αντίθετα από τις επαγωγικές, χρησιμοποιούνται κυρίως ως γεννήτριες. Οι κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος, όλων των κατηγοριών, έχουν την ίδια αρχή λειτουργίας. Σύμφωνα μ' αυτή, ο δρομέας του κινητήρα στρέφεται από τη ροπή, η οποία τείνει να ευθυγραμμίσει τα μαγνητικά πεδία του αναπτύσσουν τα τυλίγματα του στάτη και του δρομέα. Αν το μαγνητικό πεδίο του στάτη μπορούσε να στραφεί, τότε η αναπτυσσόμενη ροπή θα ανάγκαζε το δρομέα να ακολουθεί το μαγνητικό πεδίο του στάτη. Επομένως, η λειτουργία όλων κινητήρων εναλλασσόμενου ρεύματος στηρίζεται στη δυνατότητα παραγωγής από το τυλίγμα του στάτη ενός *στρεφόμενου μαγνητικού πεδίου*. Στους σύγχρονους κινητήρες η ταχύτητα περιστροφής του δρομέα είναι ίση με την ταχύτητα που στρέφεται το πεδίο του στάτη. Αντίθετα, στους ασύγχρονους κινητήρες, η ταχύτητα του δρομέα είναι μικρότερη από εκείνη του στρεφόμενου πεδίου του στάτη και εξαρτάται από το μέγεθος του φορτίου.

4.2.3 Συνδεσμολογία αστέρα τρίγωνου

Η πιο σημαντική εργασία που έπρεπε να γίνει πριν θέσουμε τον κινητήρα σε λειτουργία ήταν να αποφασίσουμε τι συνδεσμολογία θα χρησιμοποιήσουμε. Οι συνδεσμολογίες που μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε σε αυτού του τύπου τον κινητήρα είναι δυο: αστέρα ή τρίγωνο.

Η σύνδεση αστέρα ή τριγώνου γίνεται σε τριφασικούς κινητήρες, μετασχηματιστές, γεννήτριες και τριφασικούς καταναλωτές.

Για να επιλέξουμε ποια συνδεσμολογία από τις δύο πρέπει να γίνει, παρατηρήσαμε την πινακίδα με τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του κινητήρα.

Στην περίπτωση που αναγράφεται επάνω στον κινητήρα 230/400 Δ/Y (ή σε παλιούς κινητήρες 220/380 Δ/Y) , διαβάζεται ως εξής: αν η πολική τάση του δικτύου (τάση

μεταξύ δύο οποιοδήποτε φάσεων) είναι 230 V (ή 220 V) τότε πρέπει να γίνει σύνδεση τριγώνου (Δ), ενώ αν είναι 400 (ή 380 V) (δηλ. δίκτυο Δ EH) πρέπει να γίνει σύνδεση αστέρα (Y).

Σε περίπτωση που γράφει 400/690 Δ /Y (ή σε παλιούς κινητήρες 380/660 Δ /Y) ή συνηθέστερα 400 V Δ (ή 380 V Δ) αυτό διαβάζεται ως εξής: αν η πολική τάση του δικτύου (τάση μεταξύ δύο (οποιοδήποτε φάσεων) είναι 400 V (ή 380 V) (δηλ. δίκτυο Δ EH) τότε πρέπει να γίνει σύνδεση τριγώνου (Δ) ενώ αν είναι 690 V (ή 660 V) πρέπει να γίνει σύνδεση αστέρα (Y).

Ο διακόπτης αστέρα τριγώνου (αυτόματος ή χειροκίνητος) χρησιμοποιείται σε κινητήρες για να περιορίσουμε το ρεύμα εκκίνησης. Χρησιμοποιείται μόνο σε κινητήρες που συνδέονται στην κανονική τους λειτουργία σε τρίγωνο (Δ) (συνήθως οι μεγάλοι κινητήρες κατασκευάζονται έτσι ώστε να συνδέονται σε τρίγωνο για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί διακόπτης αστέρα-τριγώνου). Ο διακόπτης αστέρα-τριγώνου χρησιμοποιείται σε κινητήρες με ισχύ πάνω από 3 ίππους (περίπου 2.25 kW).

Επειδή ο κινητήρας που έχουμε στη διάθεση μας είναι μικρής ισχύος (230/400 Volt) στα 50 Hz και ιπποδύναμης (0,12 HP) χρησιμοποιήσαμε την συνδεσμολογία τριγώνου.

4.2.4 Ο ασύγχρονος τριφασικός κινητήρας Motovario NMRV 030

Ο Motovario NMRV 030 είναι κινητήρας μικρής δυναμικότητας και ιπποδύναμης, αλλά η χρήση που προορίζεται είναι αυτού του επιπέδου και καλύπτει απόλυτα τις ανάγκες μας.



4.1 Ο κινητήρας Motovario NMRV 030

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Performance Specifications

Gear Ratio (X : 1)	5.00
Rated Output Torque (In-lbs)	159
Maximum Input Power (HP)	1.02
Maximum Input Speed (rpm)	2800
Backlash (arcmin)	
Efficiency (%)	87.00

Gearing	Worm
----------------	------

Reducer and Motor Mounting

Reducer Style	Base Mount; Shaft Mount (optional feature)
Flange(s)	Flange(s) (optional feature)
NEMA Mount	NEMA Mounting Flange (optional feature)

Input and Output Configuration

Reducer Input	Hollow shaft
Reducer Output	Hollow shaft; Solid shaft (optional feature); Reaction-Arm (optional feature); Multiple Output Shafts (optional feature)
Shaft Alignment	Right Angle; Either input shaft or output shaft(s) can be vertical (optional feature)
Shaft Angle (deg)	

Housing Dimensions

Length (inch)	4.21
Height (inch)	3.82
Weight (lbs)	3.00

Operating Temp (F)

Ο ασύγχρονος τριφασικός κινητήρας Motovario NMRV 030 ήταν ακριβώς η λύση που χρειαζόμασταν, για να μπορούμε να κινήσουμε με ευκολία των ταινιόδρομο. Η

ταχύτητες που αναπτύσσει ο ταινιόδρομος δεν πρέπει να είναι μεγάλες , για αυτό και έχουμε τοποθετήσει μειωτήρα στροφών επάνω στον κινητήρα. Ο μειωτήρας μας δίνει ένα ουσιαστικό έλεγχο όσων αφορά την ταχύτητα των στροφών, αναγκάζοντας των κινητήρα να αυξομειώνει ταχύτητα με γραμμικό τρόπο. Άρα με την ρύθμιση του μειωτήρα καταφέρνουμε ουσιαστικά να ελέγχουμε την ταχύτητα στροφών, χωρίς να υπάρχει κίνδυνος για μεγάλες αυξομειώσεις και διακυμάνσεις στην ταχύτητα.

4.3 Ρυθμιστής στροφών Siemens micro Master Vector



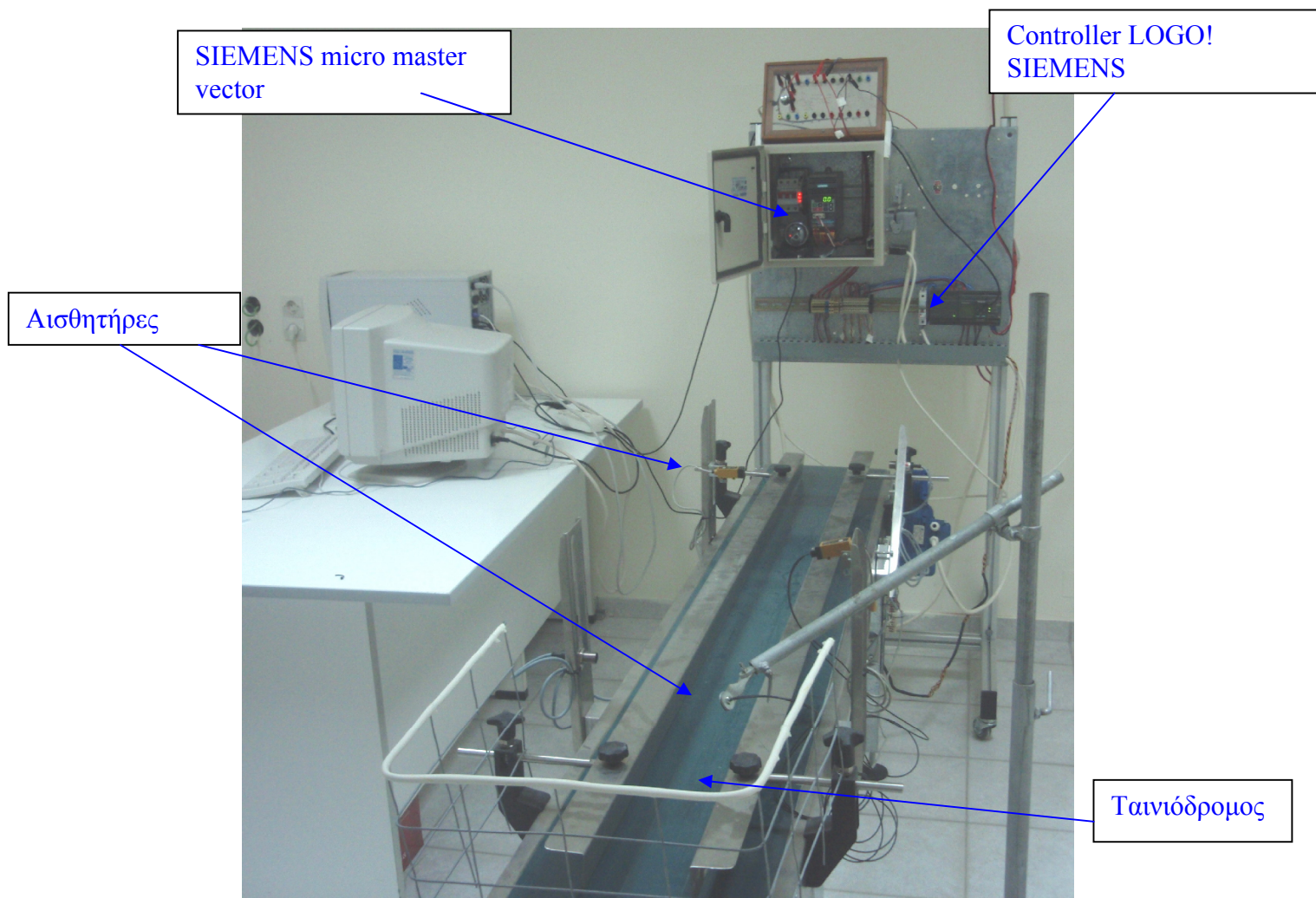
4.2 Ο micro master vector

Ο MICROMASTER 220 είναι ένας ρυθμιστής στροφών (inverter) ειδικά σχεδιασμένος για εφαρμογές που απαιτούν μεγάλη λειτουργικότητα και υψηλή δυναμική απόκριση. Το εξειδικευμένο σύστημα διανυσματικού ελέγχου (vector control) εξασφαλίζει την ποιότητα οδήγησης, ακόμα και όταν συμβεί ξαφνική αλλαγή φορτίου. Οι είσοδοι γρήγορης απόκρισης και οι ράμπες επιβράδυνσης επιτρέπουν τον έλεγχο θέσης ακόμα και χωρίς παλμογεννήτρια. Χάρη στο ενσωματωμένο ελεγκτή φρένου, πετυχαίνει εξαιρετική ακρίβεια στο φρενάρισμα . Η περιοχή ισχύος του, αρχίζει από τα 0.6 kW (0.12 HP) και φτάνει μέχρι τα 150 kW (200HP).

Ο inverter αποτελεί κομβικής σημασίας παράμετρο, αφού είναι η συσκευή που δίνει όλες τις εντολές στον ταινιόδρομο. Με τον ειδικά κατασκευασμένο πίνακα, για το ταινιόδρομο , που ουσιαστικά ελέγχει ο inverter, μας δόθηκε η δυνατότητα να συνδεθούμε παράλληλα μέσω του λογικού ελεγκτή Logo. Με αυτό τον τρόπο οι έξοδοι του Logo βραχυκυκλώνουν τις κατάλληλες επαφές στον πίνακα του inverter και υλοποιούν τις βασικές λειτουργίες του ταινιοδρόμου , μέσω όμως ειδικών σεναρίων (προγράμματα στο Logo). Για αυτό το λόγο, ο ρόλος του inverter είναι από τους πιο σημαντικούς για την υλοποίηση του μοντέλου.

5.1 Περιγραφή του συστήματος

Ξεκινώντας την πτυχιακή εργασία, το πρώτο πράγμα στο οποίο επικεντρώσαμε την προσοχή μας ήταν η σωστή λειτουργία του ταινιοδρόμου που είχαμε μόλις παραλάβει. Ο ταινιοδρόμος αυτός είχε εγκατεστημένο επάνω του ένα τριφασικό ασύγχρονο κινητήρα και ένα ελεγκτή στροφών (inverter) τον micro Master Vector της Siemens. Αυτός ο ελεγκτής μας δίνει τη δυνατότητα να εκτελέσουμε κάποιες βασικές λειτουργίες - εντολές για τον έλεγχο του κινητήρα του ταινιοδρόμου. Μερικές από αυτές τις εντολές είναι για παράδειγμα η εκκίνηση, το σταμάτημα, η γενική επαννεκίνηση, καθώς και η ρύθμιση στροφών του κινητήρα του ταινιοδρόμου.



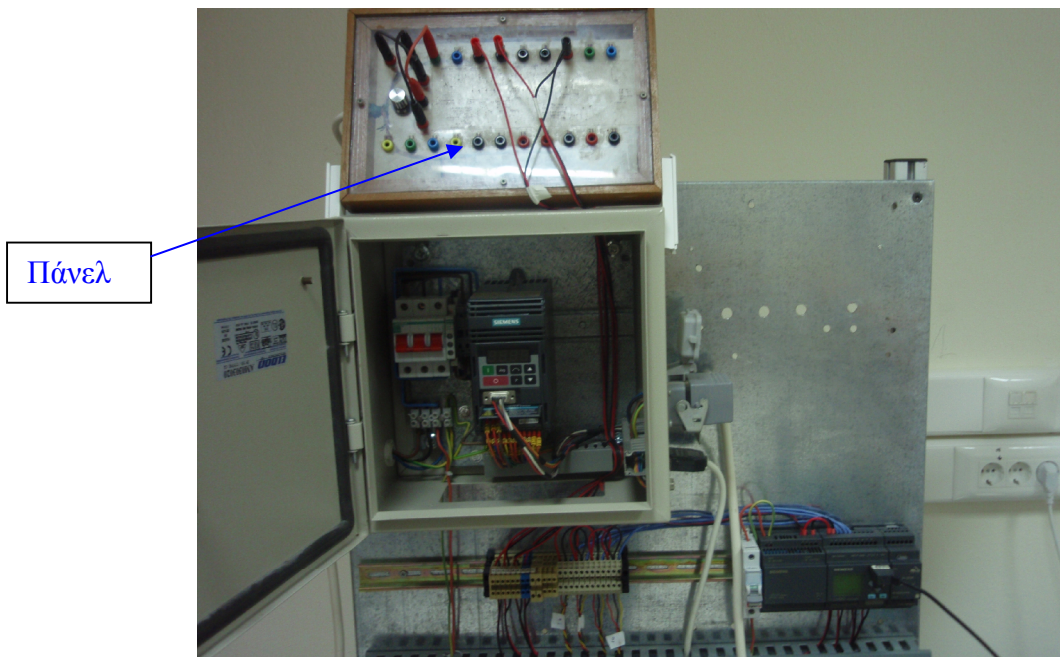
5.1 Το ανάπτυγμα του ταινιοδρόμου

Για να πραγματοποιηθούν όμως τα παραπάνω έπρεπε να γίνουν κάποιες ρυθμίσεις. Κατά αρχάς αλλάξαμε την συνδεσμολογία του κινητήρα από αστέρα σε τρίγωνο και στη συνέχεια προσαρμόσαμε μειωτήρα ο οποίος είναι υπεύθυνος για την αυξομείωση των στροφών ή πιο απλά της ταχύτητας που θα έχει ο κινητήρας.

Έτσι μπορούμε να ξεκινήσουμε να σταματήσουμε να έχουμε έλεγχο ταχύτητας και forward – reverse κίνηση. Όλα τα παραπάνω έγιναν κάτω από την επίβλεψη του κ. Βασίλη Τζιάκη (επιστημονικού συνεργάτη) και του Ανδρέα Βλησίδη.

Όμως το σημαντικό μειονέκτημα της παραπάνω κατασκευής ήταν ότι όλες οι λειτουργίες του ταινιοδρόμου τις χειριζόμασταν μέσω ενός πίνακα διαχείρισης χειροκίνητα. Όπως εύκολα μπορεί κάποιος να καταλάβει η συγκεκριμένη αρχική κατασκευή πρόσφερε ελάχιστα και σε καμία περίπτωση δεν μπορούσε να θεωρηθεί ως ένα αυτοματοποιημένο σύστημα. Μας πρόσφερε όμως και κάτι σημαντικό, την βάση πάνω στην οποία στηριχτήκαμε για να δημιουργήσουμε ένα αυτοματοποιημένο σύστημα, με δυνατότητες επίβλεψης και ελέγχου, μιας γραμμής παραγωγής.

Η αμέσως επόμενη εργασία που έπρεπε να πραγματοποιηθεί ήταν η εγκατάσταση σε συγκεκριμένες θέσεις πάνω στο ταινιόδρομο τεσσάρων φωτοηλεκτρικών αισθητήρων. Οι αισθητήρες αυτοί τοποθετήθηκαν σε τέσσερις διαφορετικές θέσεις, σε σημεία κλειδιά του ταινιοδρόμου. Οι φωτοηλεκτρικοί αισθητήρες ή φωτοκύτταρα που χρησιμοποιήσαμε μπορούν να ανιχνεύσουν οποιοδήποτε αντικείμενο, σε απόσταση 15 cm. Πρέπει βέβαια να σημειωθεί η συγκεκριμένη απόσταση αντιστοιχεί στον τύπο των αισθητήρων που χρησιμοποιήσαμε, καθώς υπάρχουν φωτοκύτταρα που η απόσταση ανίχνευσης τους είναι πολύ μεγαλύτερη. Μέσα στα αισθητήρια που χρησιμοποιήθηκαν είχαμε και ένα αισθητήριο οπτικής ίνας που ανιχνεύει ένα αντικείμενο με συγκεκριμένο χρώμα, κάτι που σημαίνει ότι εάν έχουμε ρυθμίσει να ανταποκρίνεται στο κόκκινο (υπάρχει συγκεκριμένο φάσμα), τότε θα μας δώσει 1 μόνο όταν δει κάποιο κόκκινο αντικείμενο. Τα παραπάνω αισθητήρια θα αποτελούν τις εισόδους (inputs, I), του προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή (PLC) της Siemens, logo.



5.2 Ο ρυθμιστής στροφών Vector .

Το logo είναι το τελευταίο σύστημα που προσθέσαμε στον ταινιόδρομο και ίσως και το πιο σημαντικό καθώς αποτελεί την καρδιά της όλης κατασκευής . Όπως έχω αναφέρει και παραπάνω το Logo δέχεται σαν εισόδους τα 0 και 1 που λαμβάνει από τα αισθητήρια που είναι συνδεδεμένα επάνω του. Εκτός από τις εισόδους έχουμε και τις εξόδους (outputs, Q). Τα Q έχουν κομπλαριστεί επάνω σε μία ειδική κατασκευή, ένα πάνελ που πέφτει παράλληλα επάνω στον micro Master Vector (mVC), με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να μπορούμε να δώσουμε τις εντολές που θέλουμε στον κινητήρα.

Αποτελεί δηλαδή ένα έμμεσο τρόπο παρεμβολής στο κινητήρα μέσα από τον ρυθμιστή των στροφών και της κίνησης , τον inverter mVC. Η διαφορά τώρα με αυτή την αλλαγή που κάναμε είναι ότι μέσω ενός κατάλληλου προγράμματος στο Logo, θα έχουμε την δυνατότητα να εκμεταλλευτούμε τις εισόδους I και μέσω των εξόδων Q θα μπορούμε να εκτελέσουμε όλες τις βασικές κινήσεις που μπορεί να κάνει ο ταινιόδρομος. Σε αυτό το σημείο έχουμε τελειώσει το πρώτο κομμάτι για την υλοποίηση του συστήματος.

Αυτή τη στιγμή προχωράμε στη ανάλυση του δεύτερου κομματιού στην υλοποίηση του συστήματος . Από αυτή τη στιγμή και μετά μπαίνουμε στα βιομηχανικά δίκτυα, μια παράμετρος απαραίτητη για την δημιουργία ενός αυτοματοποιημένου περιβάλλοντος, καθώς δεν νοείται κεντρικός έλεγχος χωρίς την απαραίτητη δικτύωση όλων των επιμερών συστημάτων μεταξύ τους. Το πρώτο βιομηχανικού τύπου δίκτυο που συναντάμε είναι το AS-Interface (Actuator Sensor Interface, AS-i).



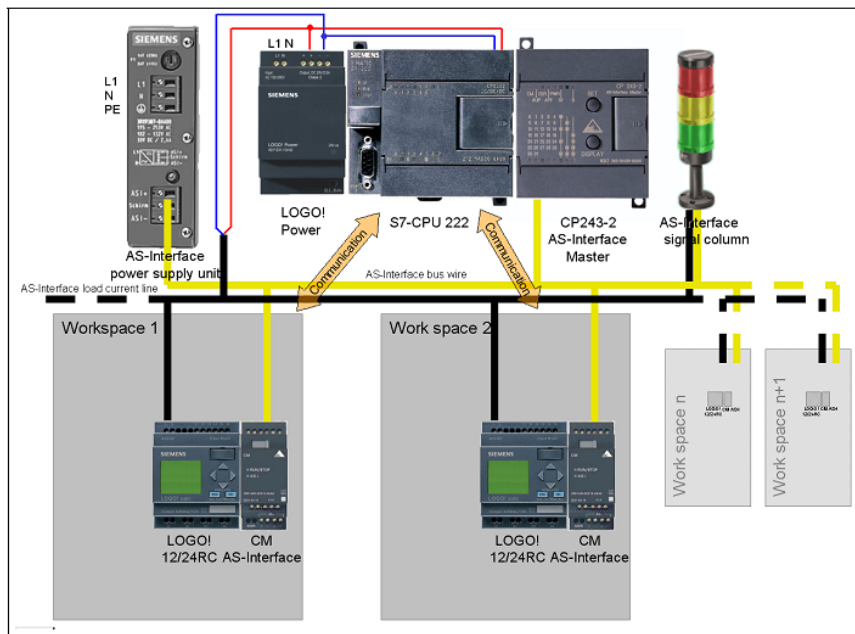
5.3 AS- Interface

Το AS-i είναι ένα δίκτυο χαμηλού επιπέδου (low field level) το οποίο αποτελεί μια αρκετά φθηνή και αξιόπιστη λύση στο χώρο των αυτοματισμών με αρκετά καλή απόκριση, καθώς το μόνο που μεταδίδεται είναι το 0 ή 1 αναλόγως την κατάσταση του συστήματος και το πρόγραμμα. Βασική προϋπόθεση σε αυτό το δίκτυο καθώς και όλα τα υπόλοιπα δίκτυα υπολογιστών είναι η εγκαθίδρυση μιας σύνδεσης ανάμεσα σε δυο ή παραπάνω PLC. Τα δυο αυτά PLC είναι το Siemens Logo και το S200. Πρώτα όμως πρέπει να εγκαταστήσουμε στα δυο αυτά PLC τα κατάλληλα Interfaces για να μπορούν να επικοινωνήσουν. Όπως στους υπολογιστές χρειάζονται κάρτες δικτύου έτσι και στα PLC είναι απαραίτητα τα εκάστοτε κατάλληλα expansion modules για να λειτουργήσει το δίκτυο AS -i. Εδώ πρέπει να τονιστεί ότι το S200 είναι το μόνο από τα μεγάλα PLC το οποίο υποστηρίζει την σύνδεση με τα μικρότερα PLC Logo μέσω του δικτύου AS-i. Όσον αφορά τώρα τη συνδεσμολογία, τα πράγματα είναι πολύ απλά, αφού το μόνο που χρειάζεται είναι ένα δισύρματο καλώδιο (θετικό και αρνητικό). Η σύνδεση πρέπει να γίνει εν σειρά από το ένα PLC στο άλλο, με μέγιστο αριθμό συσκευών μέχρι και τις 24 (1 master, 24 slaves). Με την εγκατάσταση του S200, ανεβαίνουμε σε επίπεδο πολυπλοκότητας, στο λεγόμενο middle level, ένα επίπεδο παραπάνω από το field level. Τώρα μετά την υλοποίηση του δικτύου AS-i

είμαστε σε θέση να στείλουμε εντολές προς το Logo, έτσι ώστε να έχουμε ένα αρχικό σενάριο ελέγχου του ταινιοδρόμου.

Ο τελευταίος κρίκος στην αλυσίδα της υλοποίησης του συστήματος ήταν η σύνδεση των προαναφερθέντων PLC με το μεγαλύτερο ελεγκτή που είχαμε στην διάθεση μας το Siemens S7 300. Το S7 300 αποτελεί την πιο σύγχρονη και αξιόπιστη υλοποίηση PLC, από όλους τους άλλους ελεγκτές που χρησιμοποιήσαμε έως τώρα. Βέβαια το S 300 είναι ένας ελεγκτής κατασκευασμένος αποκλειστικά για βιομηχανική χρήση, για να αντέχει σε περιβάλλοντα με αυξημένες απαιτήσεις. Οι δυνατότητες του είναι γνωστές από την περιγραφή που έχει γίνει στο κεφάλαιο 2. Αυτό που μπορούμε να προσθέσουμε είναι ότι το S300 μας προσφέρει δυνατότητες σύνδεσης με το Internet, μέσω του ενσωματωμένου FTP server. Εμείς αναλάβαμε να προσθέσουμε τα java applets, τα οποία είναι αυτόνομα μικρά προγράμματα με μια και μόνο συγκεκριμένη λειτουργία. Τα java applets επικοινωνούν με το S300 και ανταλλάσσουν δεδομένα, σχετικά με την κατάσταση του PLC. Όπως καταλαβαίνουμε όλα τα δεδομένα από τα PLC που είναι συνδεδεμένα επάνω στο S300 καταλήγουν σε αυτό με αποτέλεσμα να μπορούμε να τροποποιήσουμε μέσω των applets. Τα applets είναι υπεύθυνα για την αλλαγή κατάστασης και λειτουργίας των PLC και όπως είναι φυσικό και του ταινιοδρόμου.

Αυτή τη στιγμή μετά την ανάλυση που έχει ακολουθήσει, μπορεί κάποιος να καταλάβει την βασική αρχή λειτουργίας του συστήματος. Για την επίτευξη ελέγχου και επίβλεψης χρειάστηκε η εγκατάσταση μιας web κάμερας ειδικού τύπου που μπορεί να κινηθεί στο x,y επίπεδο και με τη δυνατότητα για live streaming. Το live streaming δηλαδή συνεχή ροή εικόνας από τη κάμερα στο υπολογιστή πραγματοποιείται με τη βοήθεια ενός FTP server ενσωματωμένου στην κάμερα. Αυτός ο FTP server στέλνει τις εικόνες κατευθείαν στην ιστοσελίδα και έτσι μπορούμε να βλέπουμε τα αντικείμενα που κινούνται στον ταινιόδρομο και γενικά να ελέγχουμε την όλη διαδικασία από απόσταση.



5.4 Η τοπολογία και διασύνδεση του δικτύου AS-I με τα PLC.

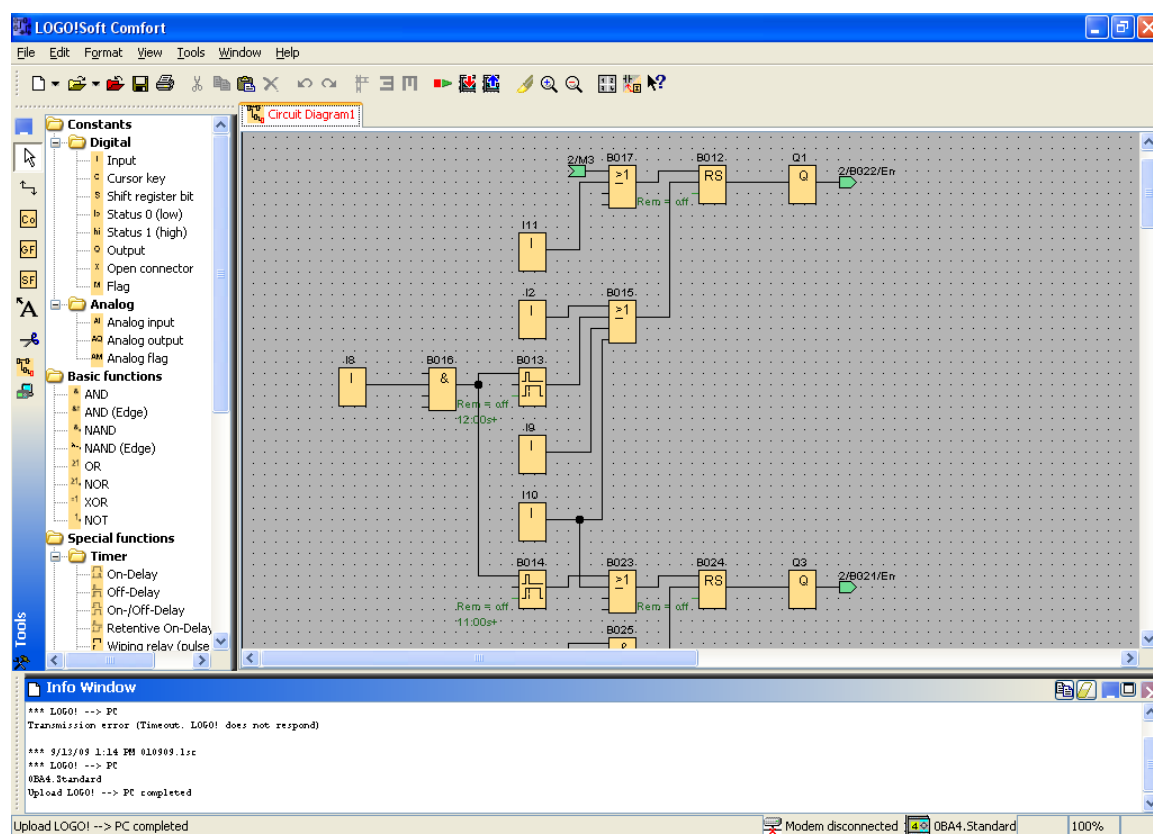
Όσον αφορά τώρα την κατασκευή της ιστοσελίδας, χρειάστηκαν οι γλώσσες HTML και CSS για τον προγραμματισμό της και PHP για την δημιουργία παραμέτρων

ασφάλειας. Η ασφάλεια σε ένα τέτοιο σύστημα, αποτελεί θέμα μείζων σημασίας και δεν μπορεί να παραλειφθεί, αφού κάποιος που θα έχει πρόσβαση θα μπορεί να ελέγχει την γραμμή παραγωγής, με κακόβουλο σκοπό, προκαλώντας μας ζημιά. Για αυτό τον λόγο μεγάλη προσοχή δόθηκε στην δημιουργία ενός ασφαλούς ιστοχώρου με δυνατότητα πρόσβασης μόνο στους εξουσιοδοτημένους χρήστες.

Από την στιγμή που διασυνδέθηκαν και λειτούργησαν όλα τα παραπάνω χωρίς πρόβλημα, οι όποιες παρεμβάσεις έχουν να γίνουν από εδώ και στο εξής, έχουν να κάνουν αποκλειστικά με το προγραμματισμό του κάθε PLC, της ιστοσελίδας και των java applets.

5.2.1 Siemens Logo και το πρόγραμμα του ταινιοδρόμου.

Πρωταρχικός στόχος αποτελεί στη υλοποίηση της πτυχιακής ο προγραμματισμός του Siemens logo. Από την στιγμή που το Logo μοντέλο OBA5 εγκαταστάθηκε και συνδέθηκαν στις εισόδους του οι φωτοηλεκτρικοί αισθητήρες και οι εξόδοι του στις κλέμες του ρυθμιστή στροφών , με επιτυχία, το μόνο που έμενε ήταν να συνδεθεί και το κατάλληλο AS-I expansion module για να γίνει εφικτή η επικοινωνία με το PLC S 200. Το τελευταίο κομμάτι του πάζλ είναι φυσικά ο προγραμματισμός του Logo. Κατά αρχάς το πρόγραμμα του PLC ονομάζεται Logo!Soft Comfort 5 και είναι κατασκευασμένο και αυτό από τη Siemens. Αποτελεί ένα χρήσιμο προγραμματιστικό εργαλείο, δίνοντας τη δυνατότητα κατασκευής απλών προγραμμάτων και σεναρίων.



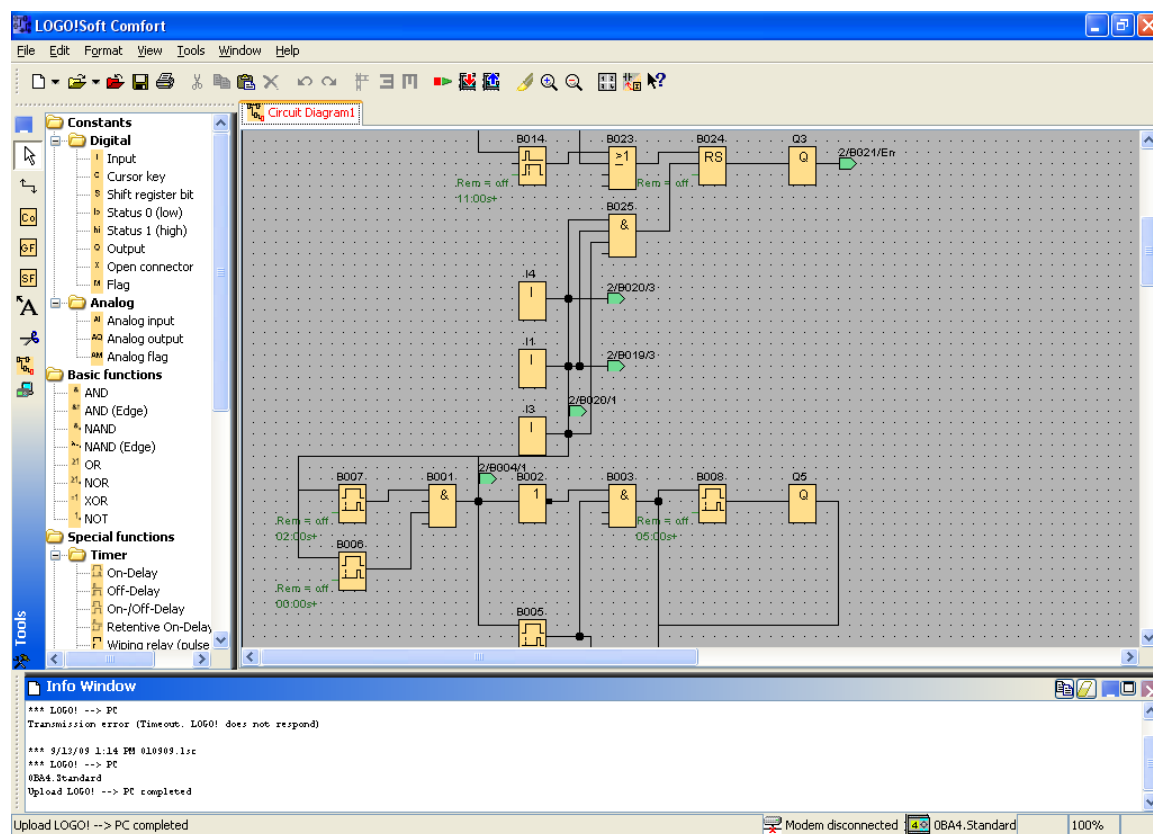
5.2.1 Το πρόγραμμα του Logo

Η γλώσσα που χρησιμοποιείται είναι και σε αυτή την περίπτωση η FBD (Function Block Diagram) και ο προγραμματισμός γίνεται εύκολα με τη χρήση λογικών πυλών , μετρητών, χρόνο καθυστερήσεων, καθώς και μερικών πιο σύνθετων blocks όπως τα Latching relay , weekly timer, asynchronous pulse generator , threshold triggers και

άλλα. Το πρόγραμμα παρέχει και ένα πολύ χρήσιμο εξομοιωτή λειτουργίας (emulator) , στον οποίο προσομοιώνουμε το πρόγραμμα που έχουμε δημιουργήσει πριν να το ανεβάσουμε στο PLC, τρέχοντας το εικονικά, ώστε να βλέπουμε το πώς συμπεριφέρεται. Το ανέβασμα του προγράμματος στο PLC πραγματοποιείται εύκολα μέσω ενός σειριακού καλωδίου. Πρέπει να σημειωθεί ότι για να χρησιμοποιηθούν όλες οι δυνατότητες του Logo!Soft Comfort 5, θα πρέπει να έχουμε στην διάθεση μας ένα Logo κατηγορίας OBA4 τουλάχιστον με αναλογικές εισόδους.

5.2.2 Ανάλυση σεναρίου ταινιοδρόμου

Πρωταρχικός στόχος είναι η λειτουργία του ταινιοδρόμου με ένα βασικό σενάριο, το οποίο και θα τρέχει συνέχεια με τις εξής δυνατότητες: εκκίνηση, παύση, γενική επανεκκίνηση, απόρριψη αντικειμένου και καταμέτρηση των αντικειμένων που έχουν περάσει από τους αισθητήρες. Η βασική φιλοσοφία του σεναρίου είναι, όταν τοποθετείται ένα αντικείμενο στην αρχή του ταινιοδρόμου να γίνεται έλεγχος αυτού, ως προς το μήκος, ύψος, πλάτος και χρώμα. Εάν το αντικείμενο πληροί όλες τις προκαθορισμένες προϋποθέσεις τότε ο ταινιοδρόμος θα ξεκινάει. Στη περίπτωση που κάποια από τις προϋποθέσεις δεν τηρείται τότε μια έξοδος θα ενεργοποιείται και θα στέλνει μέσω του δικτύου AS-I έναν άσσο στο S 200 που με τη σειρά του θα ενημερώνει το S 300. Ο ταινιοδρόμος δεν θα ξεκινήσει, παρά μόνο αν λάβει εντολή από την ιστοσελίδα. Έτσι θα μπορούμε να ελέγχουμε την ποιότητα των αντικειμένων που τοποθετούνται στον ταινιοδρόμο. Οι αρχικές εντολές start, stop, reset θα μπορούν να γίνουν ανά πάσα στιγμή, με επιλογή του χρήστη. Υπάρχουν ακόμη και δυο μετρητές που μετράνε τα αντικείμενα που πέρασαν από τον πρώτο και τελευταίο αισθητήρα.



5.2.2 Ένα άλλο κομμάτι του προγράμματος

Με αυτό τον τρόπο ελέγχουμε πόσα αντικείμενα ξεκίνησαν και πόσα ολοκλήρωσαν την παραγωγική διαδικασία. Όπως καταλαβαίνουμε η σημασία του παραπάνω προγράμματος είναι μεγάλη, καθώς όλες οι λειτουργίες, για να δοθούν οι κατάλληλες εντολές στο ταινιόδρομο, αρχίζουν και τελειώνουν στο Logo. Για την υλοποίηση του προγράμματος χρησιμοποιήσαμε ένα σύνολο λογικών και άλλων συμπληρωματικών πυλών.

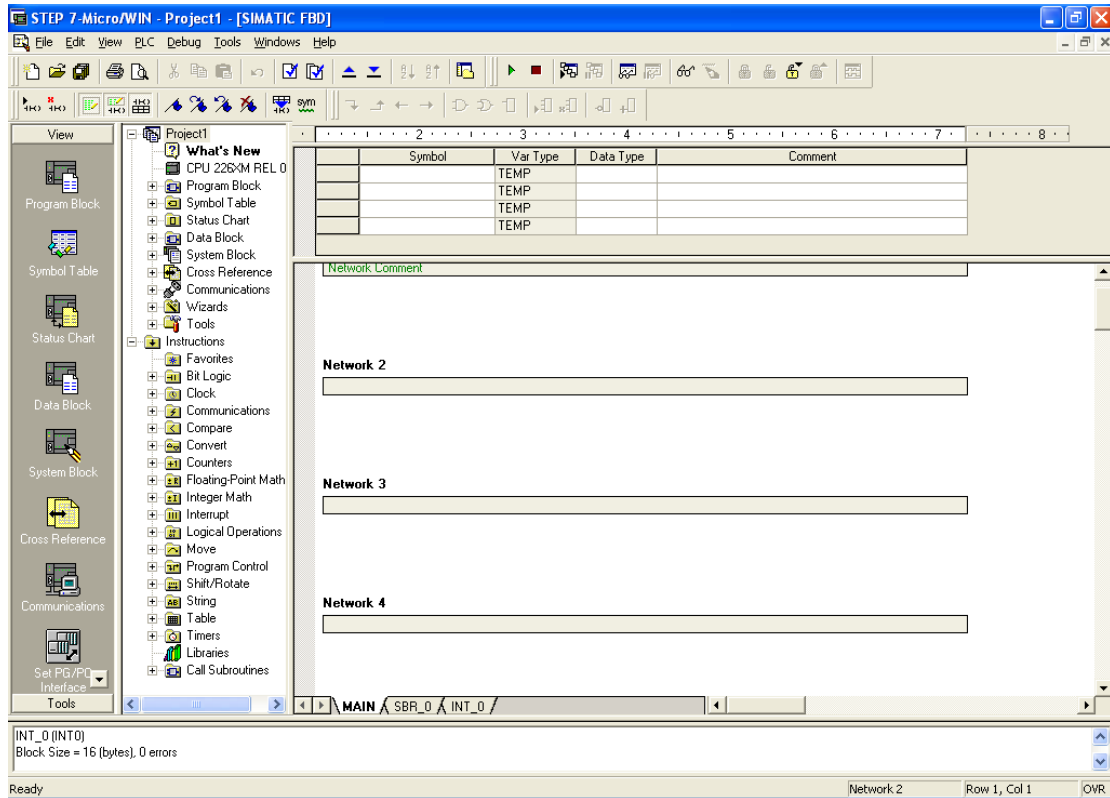
5.3.1 Ανάλυση προγράμματος Siemens S 200

Από αυτό το σημείο και μετά ξεκινάει η περεταίρω ανάλυση της πτυχιακής, εξηγώντας όλες τις επιμέρους εργασίες που έλαβαν χώρα για να έχουμε τον προγραμματισμό του PLC Siemens S 200. Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Step 7 – micro Win και η έκδοση v 4.0.2.29. Το παραπάνω πρόγραμμα αποδείχτηκε ένα αρκετά αξιόπιστο και ευέλικτο πρόγραμμα και γενικά ένα δυνατό εργαλείο στα χέρια του χειριστή. Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιήσαμε ήταν η FBD (Function Block Diagram), που είναι γραφική γλώσσα αλλά αντί του ηλεκτρολογικού σχεδίου χρησιμοποιεί το αντίστοιχο λογικό κύκλωμα.

Το βασικό στοιχείο στο προγραμματισμό του, είναι ότι υπάρχει μια MAIN, όπως και σε πολλές γλώσσες προγραμματισμού, μέσα στη οποία αρχικοποιούμε τις υπορουτίνες (sub routines). Οι υπορουτίνες είναι αυτόνομα προγράμματα τα οποία τρέχουν παράλληλα, χωρίς να επηρεάζονται μεταξύ τους. Όλη η δουλειά πραγματοποιείται μέσα στις υπορουτίνες. Εκεί μέσω των λογικών πυλών (bit logic) και όλων των άλλων συναρτήσεων που μας δίνει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε το Step 7, κατασκευάζουμε το πρόγραμμα ανάλογα με τις ανάγκες μας.

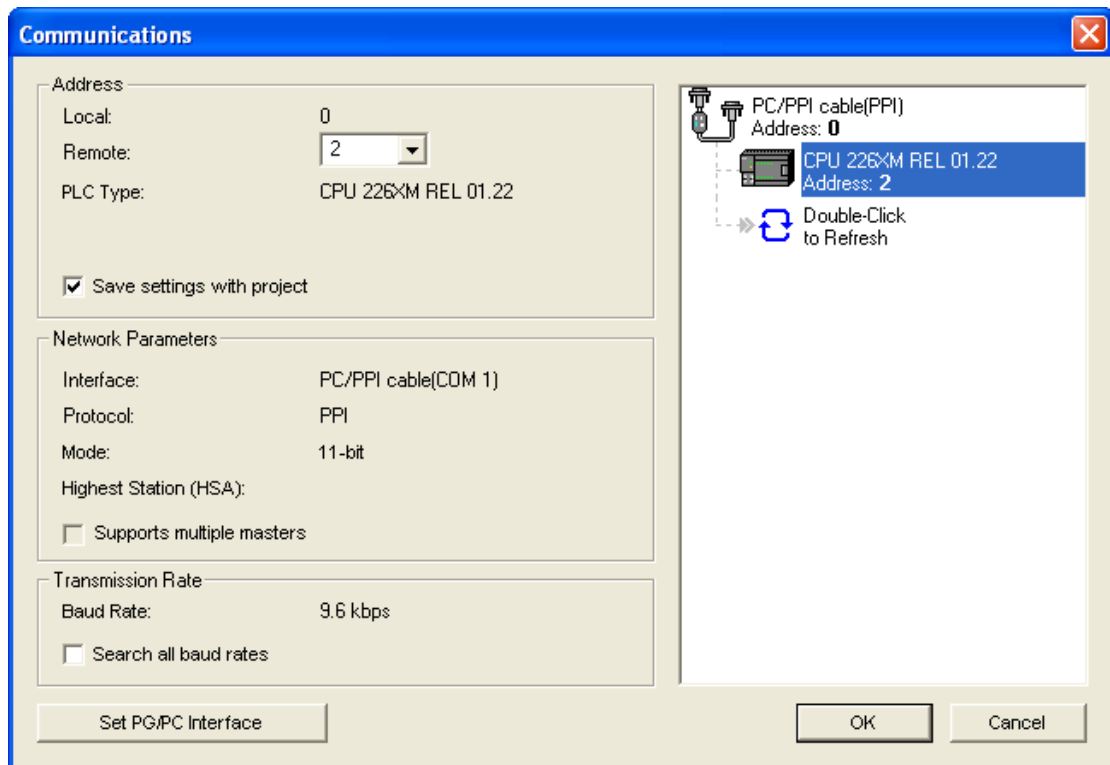
Ακόμα ένα βασικό στοιχείο στο προγραμματισμό του Step 7, είναι τα wizards. Τα wizards είναι αυτόνομες μικρό εφαρμογές που εξυπηρετούν ένα συγκεκριμένο σκοπό. Τις περισσότερες φορές τα wizards μας βοηθούν να σχεδιάσουμε και να υλοποιήσουμε βιομηχανικά δίκτυα, απλά, σωστά και γρήγορα. Μας καθοδηγούν βήμα, βήμα ως την ολοκλήρωση της εργασίας που θέλουμε, δίνοντας μας τη δυνατότητα αλλαγής των παραμέτρων, αν αυτό χρειαστεί στο μέλλον. Μερικά από τα wizards που χρησιμοποίησα και θα δούμε πιο αναλυτικά παρακάτω είναι το AS-I wizard, το Internet wizard και το Ethernet wizard.

Το Step 7 περιλαμβάνει ένα πολύ καλό compiler, που βρίσκει τα συντακτικά και άλλα λάθη που έχουν γίνει κατά τον προγραμματισμό και μας τα υποδεικνύει. Το πρόγραμμα αυτό προσφέρει πολλές δυνατότητες στο χρήστη και αποτελείται από ένα μεγάλο αριθμό παραμέτρων που είναι δύσκολο και ανούσιο να αναλυθούν. Για αυτό το λόγω θα σταθώ περισσότερο σε κάποια σημεία που χρήζουν ενδιαφέροντος παρακάτω, στην συνέχεια της ανάλυσης μου [12].



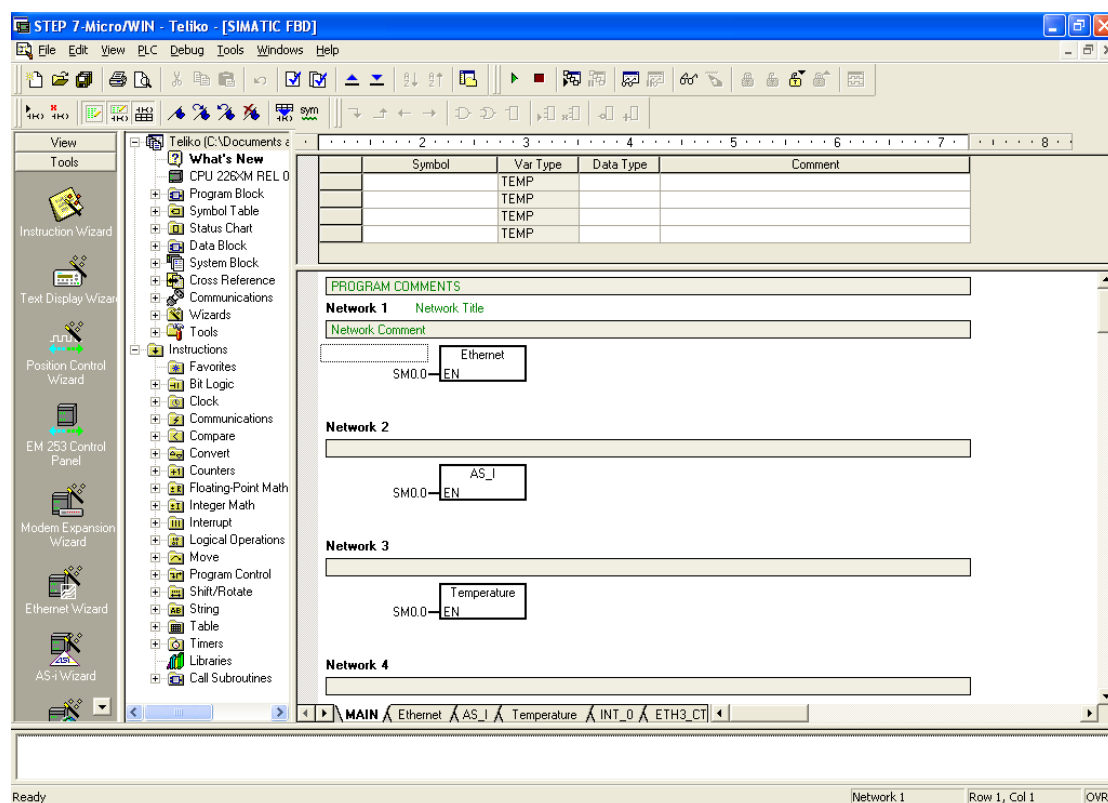
5.2.3 Το πρόγραμμα Step 7

Πάντα η πρώτη δουλειά που κάνουμε όταν ανοίξουμε το πρόγραμμα και ορίσουμε ως γλώσσα προγραμματισμού την FBD, είναι το συνδεθούμε με το PLC μας, πατώντας στο κουμπί των wizards που γράφει communications.



5.2.4 Communication wizard

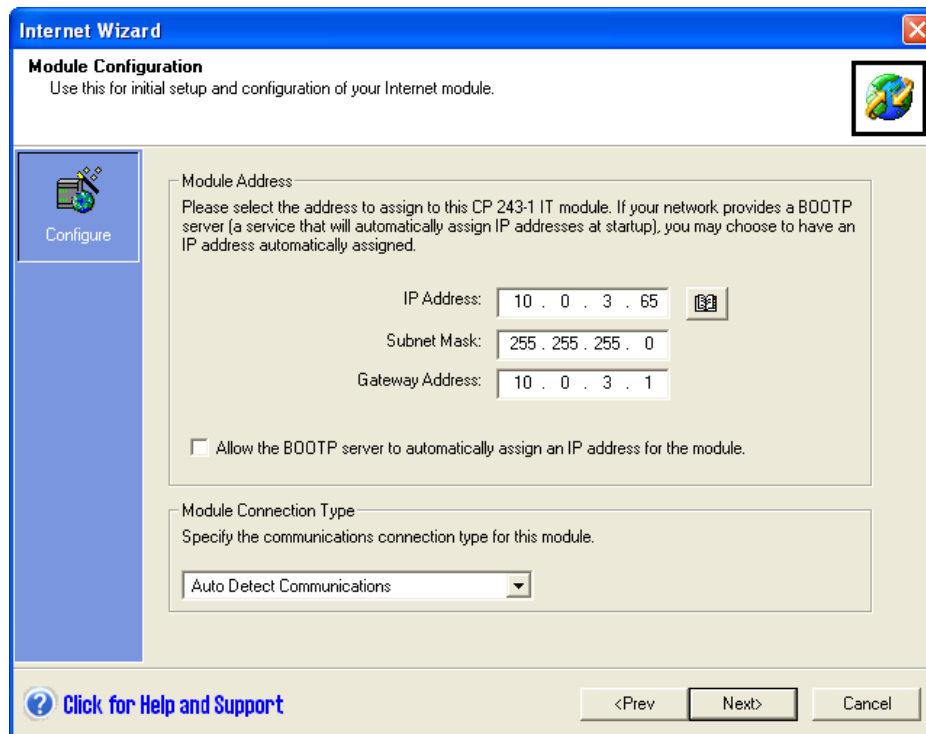
Τώρα στην παραπάνω καρτέλα πατώντας επάνω στο refresh, το πρόγραμμα ψάχνει να δει σε ποια θέση είναι συνδεδεμένο το PLC. Στην προκειμένη περίπτωση μας λέει σαν address το 2. Με αυτόν τον τρόπο καταφέραμε να συνδεθούμε στο PLC. Από εδώ και πέρα μπορούμε να προγραμματίσουμε και στη συνέχεια να ανεβάσουμε το πρόγραμμα στο PLC για να το τρέξουμε. Το αμέσως επόμενο βήμα είναι να χρησιμοποιήσουμε τα wizards και συγκεκριμένα το Internet Wizard, για την επίτευξη επικοινωνίας με το PLC S 300.



5.2.5 Η main() του προγράμματος και οι υπορουτίνες της.

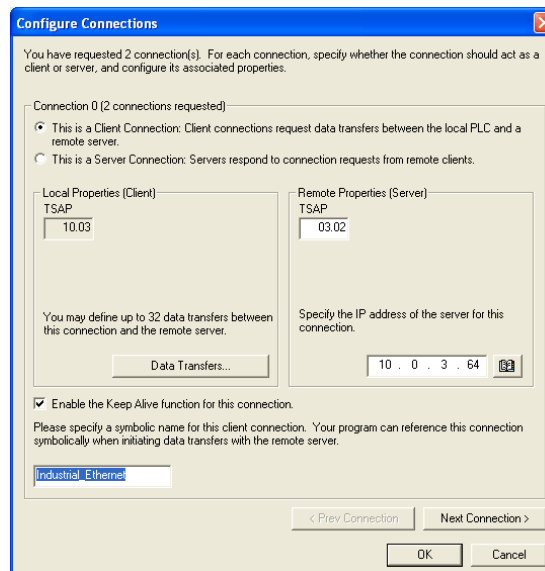
5.3.2 Internet Wizard

Πατώντας του κουμπί Internet wizard στην αριστερή μπάρα του προγράμματος, ξεκινάμε την εφαρμογή που θα μας καθοδηγήσει βήμα, βήμα μέχρι την ολοκλήρωση της εργασίας μας. Το πρώτο παράθυρο που εμφανίζεται μας ζητά να επιλέξουμε το expansion module για το οποίο θα γίνει ο προγραμματισμός. Εμείς έχουμε συνδεδεμένο μόνο ένα module το οποίο και αναγνωρίζει. Στη συνέχεια εμφανίζεται η καρτέλα στην οποία θα ορίσουμε τις παραμέτρους που θα έχει το module. Εδώ ορίζουμε την IP διεύθυνση και άλλες παραμέτρους σχετικές με την μετάδοση των δεδομένων. Έτσι από εδώ και πέρα το module CP 243-1 IT θα έχει τις παραμέτρους που του ορίσαμε στην παρακάτω καρτέλα.



5.2.6 Internet wizard

Στην επόμενη καρτέλα ορίζουμε τον αριθμό των συνδέσεων που θα έχουμε για το συγκεκριμένο module. Εμείς ορίζουμε δυο συνδέσεις και περνάμε στην παρακάτω καρτέλα. Αυτή η καρτέλα έχει ως σκοπό την ρύθμιση των συνδέσεων που θα έχουμε και πιο συγκεκριμένα αν είναι server connection ή client connection, την IP της σύνδεσης και τα TSAP numbers. Το συμβολικό όνομα που έχουμε ορίσει για αυτήν την σύνδεση και θα χρησιμοποιηθεί παρακάτω, είναι το Industrial_Ethernet.



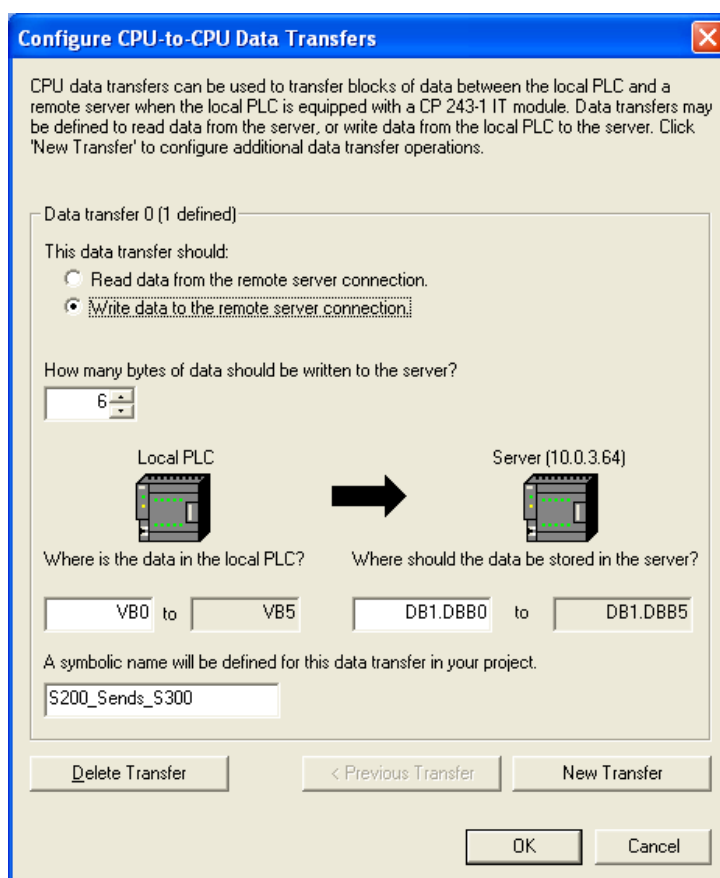
5.2.7 Tsap numbers

Το πιο σημαντικό όμως είναι η σωστή ρύθμιση των data transfers. Πατώντας το κουμπί data transfer , προσθέτουμε ένα νέο data transfer το οποίο είναι και αυτό που ορίζει πόσα δεδομένα θα ανταλλάσσονται και κάνει την αντιστοιχία μεταξύ στις θέσεις μνήμης στα PLC S200 και S300.



5.2.8 Data transfers

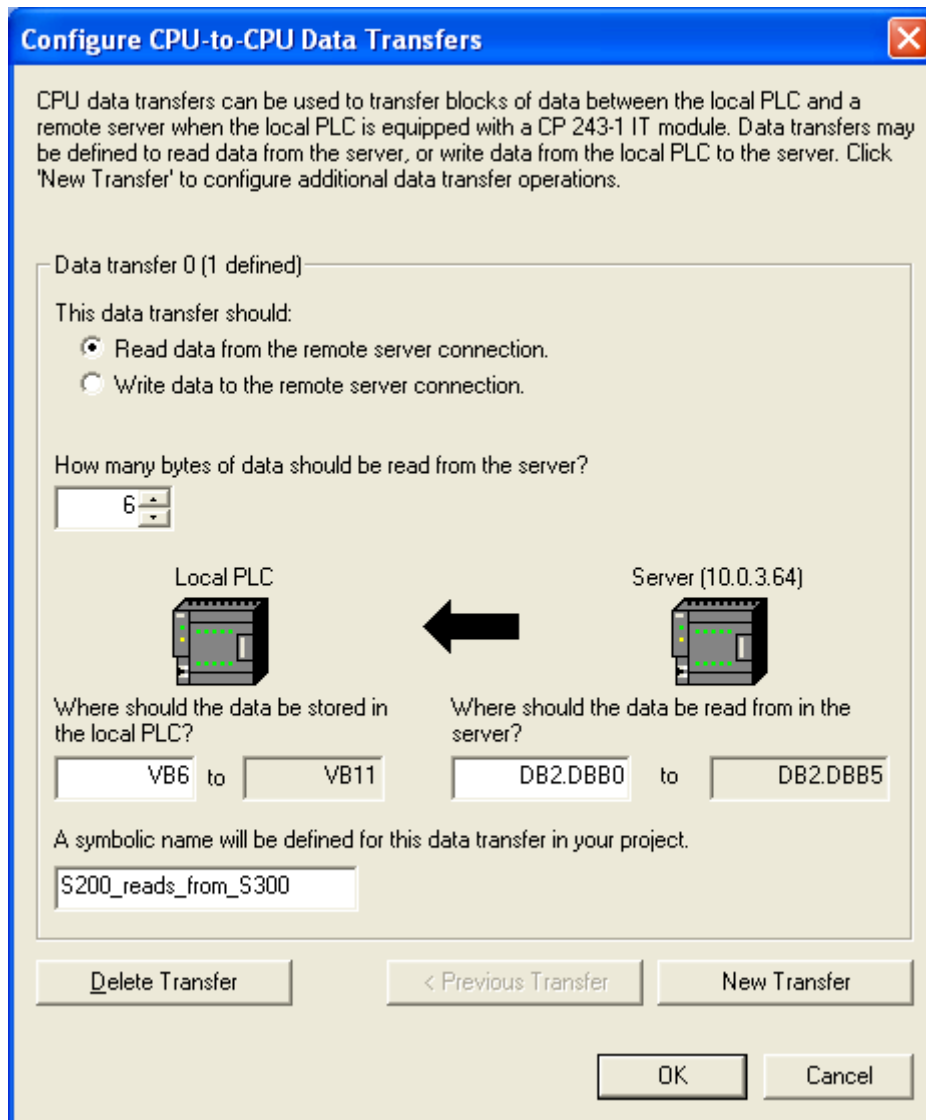
Όπως παρατηρούμε από τη καρτέλα παρακάτω, τα δεδομένα θα γράφονται στον remote server, τα bytes που θα μπορούν να μεταδοθούν θα είναι 6, από το VB0 έως το VB5 και οι αντίστοιχες θέσεις στο S300 είναι από το DB1.DBB0 έως το DB1.DBB5. Τα VB είναι ένας από τύπος δεδομένων μνήμης V, που χωρίζεται στις παρακάτω κατηγορίες: VB (Byte), VD (Double), VW (Word). Για τη ολοκλήρωση του προγραμματισμού χρησιμοποίησα και τους 3 τύπους δίνοντας έμφαση στο VB, ο οποίος αποτελεί τύπο δεδομένων, είδους Byte και χρησιμοποιήθηκε περισσότερο. Όπως καταλαβαίνουμε η θέση μνήμης VB0 στο PLC S200 αντιστοιχείται στην DB1.DBB0 του PLC S300, που σημαίνει ότι τα δεδομένα που θα υπάρχουν στο VB0, θα μπορούμε να τα ανακτήσουμε στο S300 μέσω της διεύθυνσης μνήμης DB1.DBB0.



5.2.9 Client to server data transfer

Το συμβολικό όνομα S200_Sends_S300 χρησιμοποιείται παρακάτω σαν όρισμα στο function block XFR, που θα εμφανιστεί μετά την ολοκλήρωση του wizard.

Εμείς όμως για να την επίτευξη αμφίδρομης επικοινωνίας χρειαζόμαστε την δημιουργία και δεύτερου connection και data transfer. Προχωράμε λοιπόν στην δημιουργία νέας σύνδεσης, με το συμβολικό όνομα Industrial_Ethernet_2 και δημιουργούμε νέο data transfer.



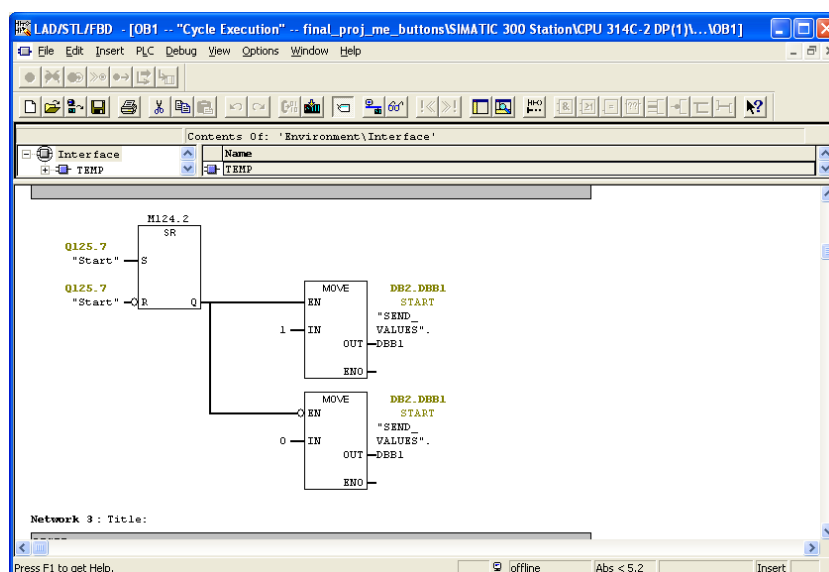
5.2.10 Server to client data transfer

Αυτή τη φορά ρυθμίζουμε τις παραμέτρους, για να μπορεί το S 200 να δέχεται δεδομένα από το S300, μέσω των κατάλληλων διευθύνσεων μνήμης. Με αυτόν τον τρόπο, στέλνονται δεδομένα από το S 300 που στην προκειμένη περίπτωση είναι οι εντολές που δίνουμε στον ταινιόδρομο για να κάνει κάποιες βασικές λειτουργίες (start, stop , reset κ.α.).

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	DBB0	BYTE	B#16#0	RESET
+1.0	DBB1	BYTE	B#16#0	START
+2.0	DBB2	BYTE	B#16#0	PAUSE
+3.0	DBB3	BYTE	B#16#0	PopUp
+4.0	DBB4	BYTE	B#16#0	
+5.0	DBB5	BYTE	B#16#0	
=6.0		END_STRUCT		

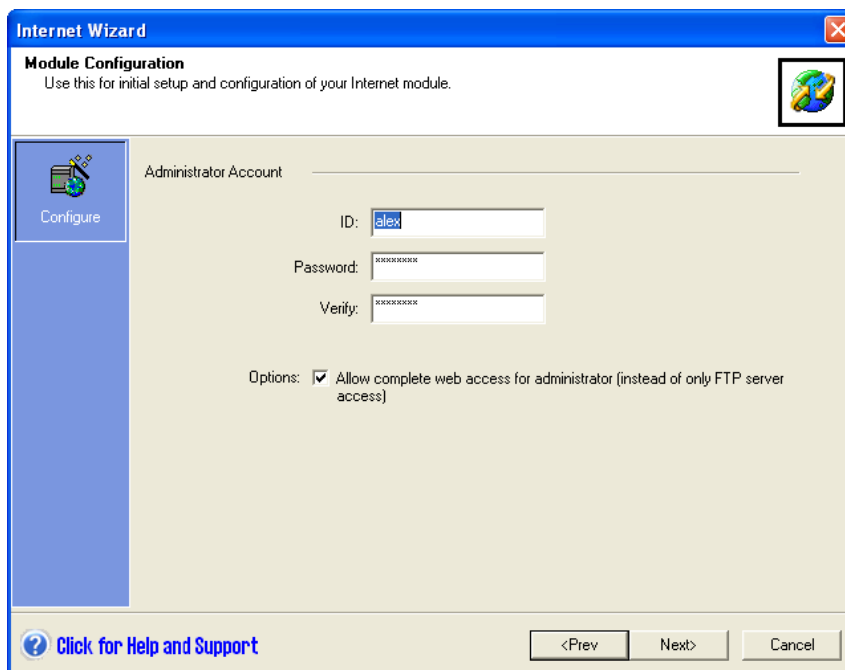
5.2.11 Data block 2

Για να γίνει απόλυτα κατανοητή η όλη διαδικασία της επικοινωνίας πρέπει να ανοίξω μια παρένθεση και να μιλήσω λίγο για το πρόγραμμα το S300 Simatic Manager. Στην παραπάνω εικόνα βλέπουμε τα ονόματα για τις διευθύνσεις δεδομένων που χρησιμοποιήσα παραπάνω , DBB0,1,2,3,4,5 και ανήκουν στο DB2 (Data Block 2). Το DB2 είναι Block ειδικού τύπου που αρχικοποιείτε στο πρόγραμμα του S 300 και σκοπό έχει να ορίσει τις διευθύνσεις που θα επικοινωνούμε με το S 200. Το μόνο που κάνουμε ουσιαστικά είναι να δώσουμε τα κατάλληλα ονόματα και μια αρχική τιμή που τις περισσότερες φορές αντιστοιχεί στο 0 και από τη στιγμή που έχει ρυθμιστεί σωστά το Internet Wizard στο PLC S 200, το PLC καταλαβαίνει ότι από τις προαναφερθείσες θέσεις μνήμης στέλνει δεδομένα προς το S 200. Βέβαια πρέπει να οριστεί από το πρόγραμμα πια έξοδος θα δίνει την τιμή 1 στις διευθύνσεις μνήμης του DB2. Η ρύθμιση αυτή παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα. Δεν θα αναφερθώ περαιτέρω στο πρόγραμμα του S 300, αφού υπάρχει αναλυτική περιγραφή στις επόμενες σελίδες .



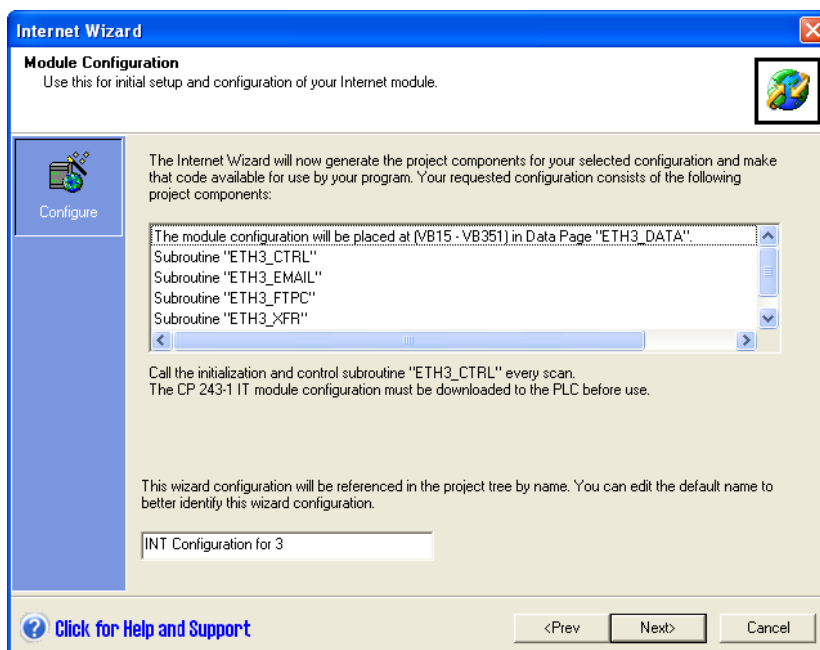
5.2.12 Object Block 1

Κλείνοντας τώρα την παρένθεση, συνεχίζουμε για την ολοκλήρωση του Internet Wizard. Σε αυτό το βήμα δηλώνουμε όνομα και συνθηματικό για το λογαριασμό του κεντρικού διαχειριστή, του ανθρώπου λοιπών, εκείνου που θα έχει πλήρη πρόσβαση και θα μπορεί να κάνει αλλαγές στο παρών configuration .



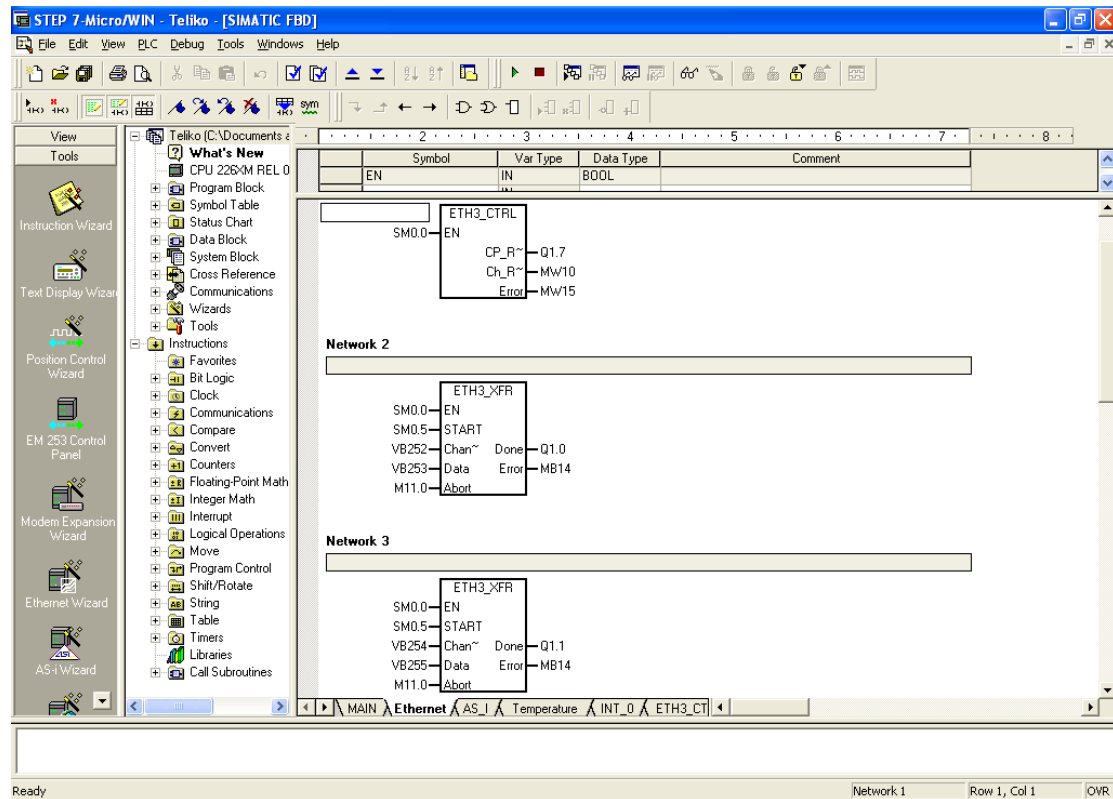
5.2.13 Κώδικας και όνομα διαχειριστή

Τσεκάρουμε την επιλογή που μας επιτρέπει να έχουμε πλήρη πρόσβαση και όχι μόνο μέσω του FTP server και προχωράμε στο επόμενο βήμα. Εδώ πλέον βρισκόμαστε στο τελικό στάδιο και μένει να γίνουν κάποιες τυπικές ρυθμίσεις για τις υπορουτίνες που θα δημιουργηθούν και τα ονόματα που θέλουμε να έχουν, καθώς και το συμβολικό όνομα του configuration.



5.2.14 Οι υπορουτίνες που δημιουργούνται μετά το πέρας του wizard

Μετά την ολοκλήρωση του Internet wizard κάνουμε download το πρόγραμμα στο PLC, χωρίς να τοποθετήσουμε τίποτε άλλο στο πρόγραμμα.



5.2.15 Τα δύο block ETH3_CTRL για την client-server επικοινωνία

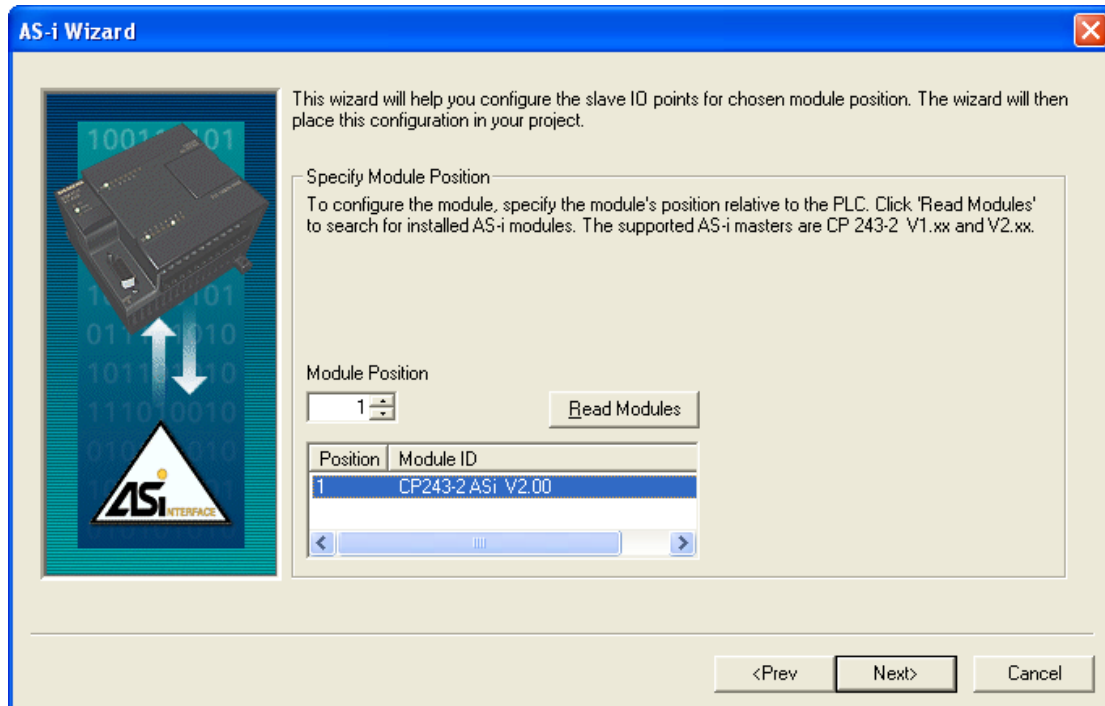
Όπως βλέπουμε και από την παραπάνω εικόνα, στην υπορουτίνα Ethernet τοποθετήσαμε τα block ETH3_CTRL και ETH3_XFR, τα οποία και δημιουργήθηκαν μετά την ολοκλήρωση του Internet wizard. Αυτά τα blocks τα πήραμε από το Call Subroutines και κάνοντας τα drag and drop μέσα στην υπορουτίνα Ethernet, τα αρχικοποιούμε δίνοντας τις κατάλληλες διευθύνσεις, για την επίτευξη ορθής επικοινωνίας ανάμεσα στα PLC S200 και S300. Το block ETH3_XFR είναι υπεύθυνο για την αποστολή των δεδομένων, στις σωστές διευθύνσεις μνήμης από και προς το S300. Σε αυτό το block ορίζουμε το που θα στέλνονται τα δεδομένα, ανά πόση ώρα, που θα στέλνονται τα πιθανά λάθη και άλλα. Όμως για την επίτευξη αμφίδρομης επικοινωνίας (να στέλνουμε και να λαμβάνουμε) πρέπει να έχουμε δυο ETH3_XFR, έτσι ώστε η μια να στέλνει δεδομένα προς το S300 και η άλλη να λαμβάνει δεδομένα από το S300. Για αυτό τον λόγο τοποθέτησα δυο ETH3_XFR όπως βλέπουμε και στην εικόνα παραπάνω. Αυτή τη στιγμή έχουμε φέρει σε πέρας την επικοινωνία ανάμεσα στα δυο PLC και ανταλλάσσονται δεδομένα. Χαρακτηριστικά παρατηρούμε στα δυο PLC τα LED που αναβοσβήνουν ανά τακτά χρονικά διαστήματα και σηματοδοτούν ουσιαστικά την επικοινωνία ανάμεσα στα δυο PLC.

5.3.3 AS-Interface Wizard

Αμέσως μετά ξεκινάμε την υλοποίηση του AS-I wizard, για την επικοινωνία ανάμεσα στα PLC S 200 και Logo. Είναι το δεύτερο δίκτυο που υλοποιούμε στο PLC S200 και αρκετά πιο απλό από το προηγούμενο, με λιγότερες ρυθμίσεις, για το λόγω ότι η μόνη

πληροφορία που διακινείται στο δίκτυο είναι το 0 και το 1, ενώ στο Industrial Ethernet είχαμε ουσιαστικά μια σύνδεση client server με IP διευθύνσεις και σαφώς μεγαλύτερη ανταλλαγή πληροφοριών, ανάμεσα στα PLC.

Το πρώτο βήμα και πάλι είναι να πατήσουμε το κουμπί που γράφει AS-I wizard στην μπάρα που βρίσκεται στα δεξιά μας. Αυτόματα ξεκινάει και αυτό το wizard. Στην πρώτη καρτέλα που μας εμφανίζεται επιλέγουμε map AS-I slaves και προχωράμε για να προσδιορίσουμε πιο module θα χρησιμοποιήσουμε. Το module αυτό είναι το CP – 243 – 2 AS-I που είναι εγκατεστημένο στο PLC S 200.



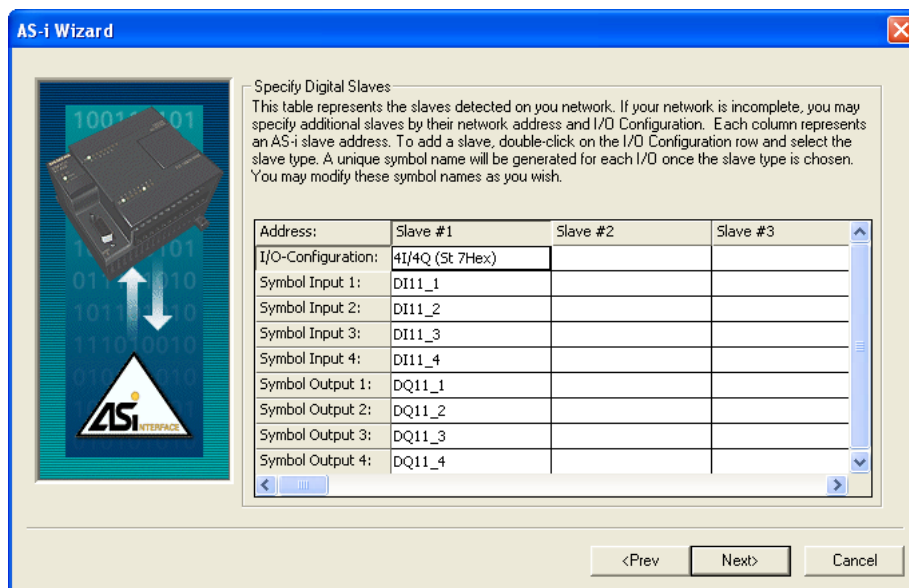
5.16 AS- I wizard

Αμέσως μετά εμφανίζεται η παραπάνω καρτέλα και μας ζητά να κάνουμε read τα modules , για να τα εντοπίσει και να κάνει τις ρυθμίσεις για αυτό το συγκεκριμένο module. Υπενθυμίζω ότι το S 200 μπορεί να δεχθεί παραπάνω από ένα expansion module για AS-I δίκτυο και μπορεί να έχει διαφορετικές ρυθμίσεις για το καθένα.

Η επόμενη καρτέλα έχει να κάνει με τον αριθμό των εισόδων και εξόδων που θα έχουμε. Το δίκτυο αυτό αφορά την επικοινωνία μεταξύ του S200 και του Logo. Ρυθμίζουμε λοιπόν πόσες εισόδους θα τροφοδοτούμε με δεδομένα (0 και 1), και από πόσες εξόδους του Logo θα δεχόμαστε δεδομένα. Στην παρούσα φάση για την κάλυψη των αναγκών σε φόρτο εργασίας ανάμεσα στα PLC, όρισα 4 εισόδους και 4 εξόδους.

Η τελευταία καρτέλα τώρα, πραγματεύεται με τα συμβολικά ονόματα που θα δώσουμε στις εισόδους και εξόδους . Στο πεδίο I/O configuration βλέπουμε πως γράφει 4I/4Q, που συμβολίζει τις 4 εισόδους (I) και 4 εξόδους (Q) που όρισαμε προηγουμένως. Το πεδία slave #1 αναφέρεται στην συσκευή Logo που έχουμε συνδέσει και έχει εντοπίσει το wizard. Μας δίνεται βέβαια η δυνατότητα να προσθέσουμε μέχρι και 24 slaves (συσκευές logo) πάνω σε μία συσκευή S 200,

συνδεδεμένα εν σειρά και να ορίσουμε διαφορετικά συμβολικά ονόματα για το κάθε ένα.



5.17 Συμβολικά ονόματα για εισόδους / εξόδους του Logo.

Σε αυτό το σημείο έχουμε ολοκληρώσει το AS-I wizard και συνεχίζουμε για να ολοκληρώσουμε τον προγραμματισμό του S 200.

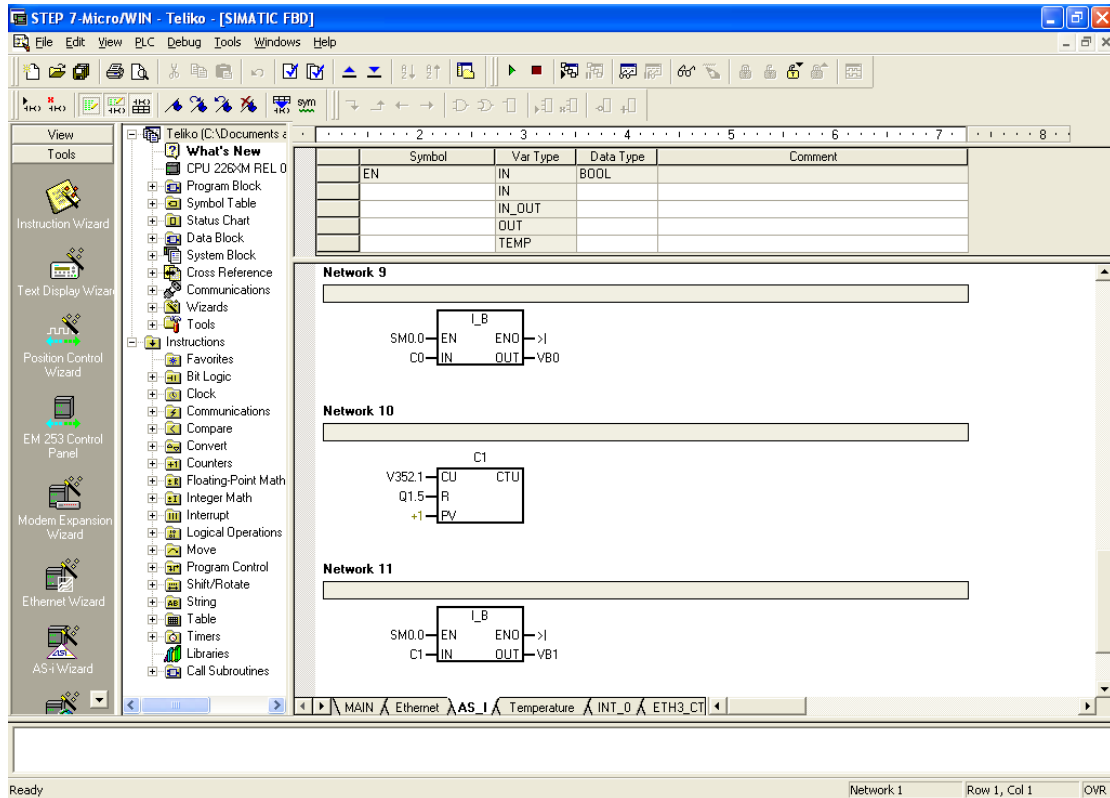
Προχωράμε στην εισαγωγή των υπορουτινών που δημιουργήθηκαν μετά την ολοκλήρωση του AS-I wizard, μέσα στην υπορουτίνα που έχουμε αρχικοποιήσει στην main του προγράμματος, με το γνωστό τρόπο drag and drop. Δίνουμε στο block AS-I control το όρισμα SM0.0 που κάνει την υπορουτίνα να τρέχει συνέχεια (να είναι δηλαδή συνεχώς σε λειτουργία) και μετά σειρά παίρνει το block σύγκρισης (compare byte), που σαν όρισμα δέχεται έναν αριθμό τύπου byte (δεδομένα που έρχονται από το S 300) και το συγκρίνει με έναν άλλο ακέραιο αριθμό, το 1 όπως έχουμε ορίσει. Αν τώρα η σύγκριση είναι αληθείς τότε θα ενεργοποιηθεί η έξοδος Q που με τη βοήθεια ενός ακόμη block θα στείλει τον άσσο στην διεύθυνση DQ που αντιστοιχεί στο I1 της συσκευής Logo. Αυτό το σύνολο από ενέργειες λαμβάνει χώρα για να μεταφερθεί το byte από τα PLC S 300 και S 200 στο μικρότερο PLC Logo.

Έτσι ελέγχουμε τις θέσεις μνήμης που ορίσαμε στο Internet wizard VB7, VB8 και VB9 συγκρίνοντας τις με τα compare function blocks και τον ακέραιο αριθμό 1.

Ο προγραμματισμός αυτός σκοπό έχει να δίνονται οι εντολές Start, Stop, Reset και Reject Item μέσω του PLC S300 και να μεταφέρεται η πληροφορία αυτή στο ταινιόδρομο.

5.3.4 Counters

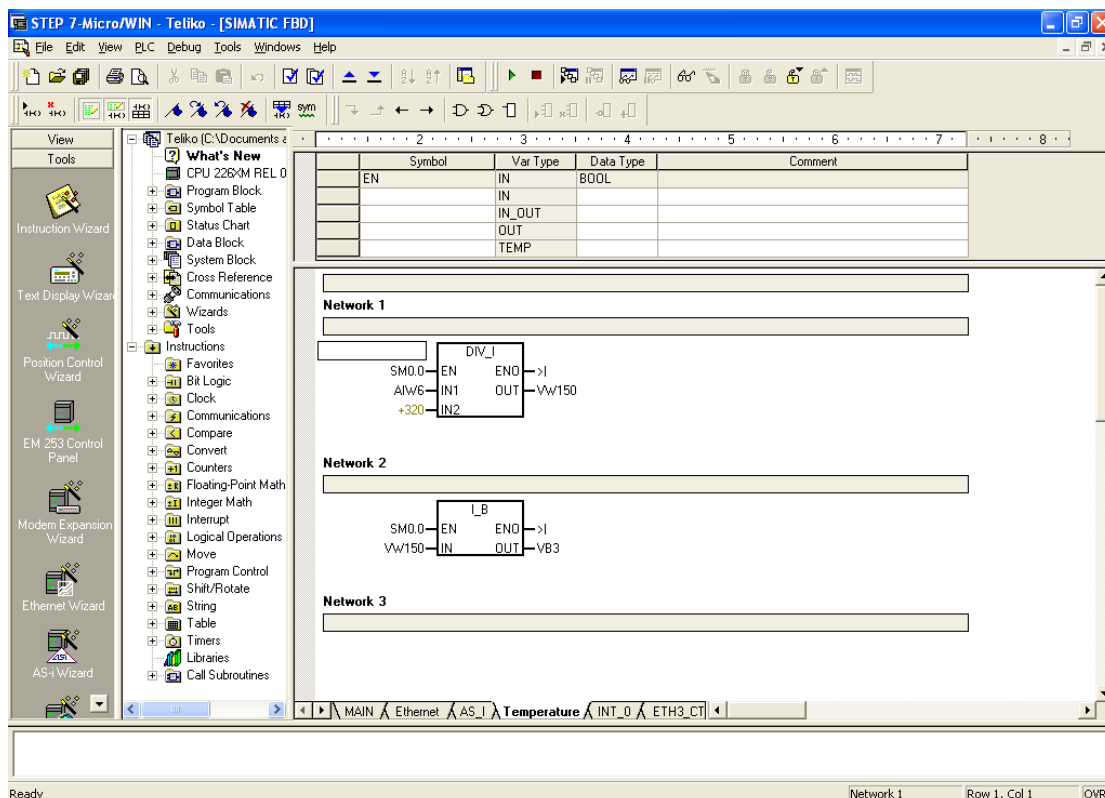
Το τελευταίο κομμάτι που προστέθηκε στην υπορουτίνα AS-I ήταν οι μετρητές. Οι μετρητές λαμβάνουν σαν όρισμα δεδομένα τύπου byte από το Logo και αυξάνουν κάθε φορά το μετρητή κατά ένα. Η έξοδος του μετρητή έχει να κάνει με το άθροισμα που έχει μέχρι εκείνη τη στιγμή. Αυτό το άθροισμα στέλνει στο S 300 και από εκεί εμείς το εκμεταλλευόμαστε όπως θέλουμε.



5.2.18 Ο counter που μετρά και στέλνει τα δεδομένα στο VB1 (διεύθυνση μνήμης του S300)

5.3.5 Εσωτερική θερμοκρασία LM 35

Ένα πιο σημαντικό μέρος στον προγραμματισμό του S 200 έχει πραγματοποιηθεί και τώρα σειρά παίρνει ο έλεγχος της εσωτερικής θερμοκρασίας. Την εσωτερική θερμοκρασία έχουμε τη δυνατότητα να την ελέγξουμε μέσω ενός αισθητηρίου εγκατεστημένο στο expansion module των αναλογικών εισόδων που είναι εγκατεστημένο στο S 200, το LM 35. Επειδή πρόκειται για αναλογικό αισθητήριο το PLC λαμβάνει συνεχείς τιμές. Αυτές οι τιμές αυξομειώνονται ανάλογα με τη θερμοκρασία και έχουν να κάνουν με το ρεύμα με διαρρέει το LM 35. Για να μπορούμε να έχουμε μια δεκαδική ένδειξη θερμοκρασίας διαιρούμε τις τιμές που μας στέλνει το αισθητήριο με τον αριθμό 320, ο οποίος είναι ένας αριθμός που δίνεται από το κατασκευαστή για να έχουμε δεκαδική απεικόνιση της θερμοκρασίας.



5.2.19 Τα block DIV_I και I_B που στέλνουν τα αποτελέσματα από τις εισόδους τους στο VB3.

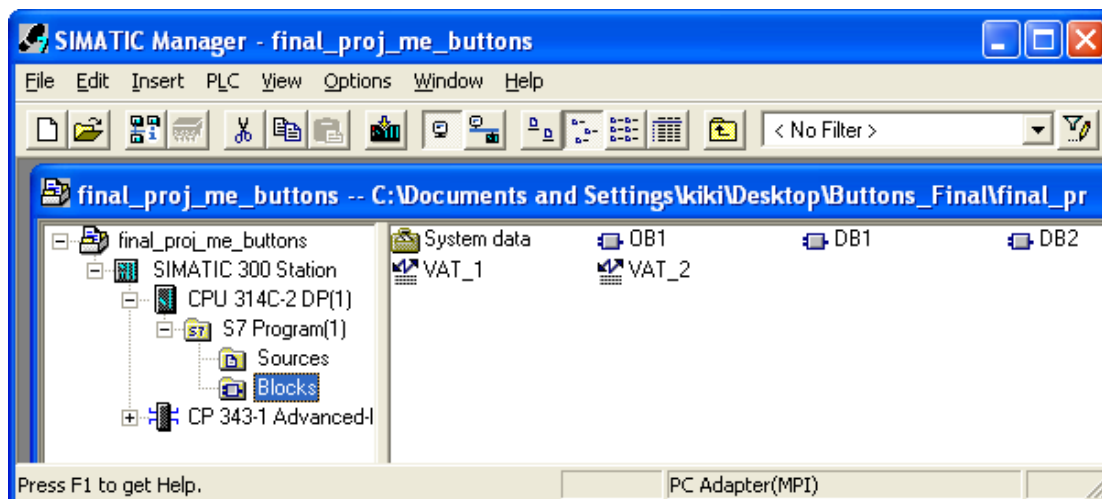
5.4.1 Το πρόγραμμα του PLC S 300



5.2.20 Δημιουργία νέου project στο πρόγραμμα Simatic

Το S 300 προγραμματίζεται μέσω του προγράμματος Simatic Manager. Το Simatic είναι πρόγραμμα που δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να κάνει μια μεγάλη γκάμα ρυθμίσεων. Ο χρήστης προσαρμόζει το πρόγραμμα σύμφωνα με τις ανάγκες του. Σε αυτό το πρόγραμμα δεν υπάρχουν wizards για βασικές ρυθμίσεις δικτύων και άλλων περιφερειακών συσκευών. Το μόνο wizard που θα συναντήσει κάποιος που θα

προγραμματίζει με το Simatic είναι και το εισαγωγικό, που ουσιαστικά μας οδηγεί βήμα, βήμα στη σωστή ρύθμιση των συνδεδεμένων συσκευών (επεξεργαστής, expansion modules κ.α.) καθώς και την ορθή δομή του πρώτου μας προγράμματος. Βέβαια μας δίνεται η δυνατότητα να μην κάνουμε αυτές τις ρυθμίσεις μέσω του wizard αν είμαστε προχωρημένοι χρήστες. Μετά την ολοκλήρωση του wizard, αν όλα έχουν ρυθμιστεί σωστά θα μας εμφανιστεί η παρακάτω καρτέλα.



5.2.21 Τα πιο σημαντικά μέρη του προγράμματος

Σε αυτή την καρτέλα μπορούμε να διακρίνουμε στο αριστερό μέρος τα κύρια μέλη που είναι συνδεδεμένα στο PLC, και είναι η κεντρική μονάδα επεξεργασίας CPU 314C-DP CP και το 343-1 Advanced IT που είναι το module για Industrial Ethernet και στα δεξιά τα blocks OB1, DB1, DB2, VAT1 και 2, καθώς και το System Data. Πατώντας πάνω σε αυτά τα blocks, εμφανίζονται κάθε φορά διαφορετικές επιλογές και δυνατότητες. Για να γίνει όμως κατανοητός ο προγραμματισμός που έγινε, πρέπει πρώτα να αναλυθούν τα function blocks που βλέπουμε στην παραπάνω καρτέλα.

5.4.2 Περιγραφή των κυριότερων Blocks

Όνομα Μπλοκ	Περιγραφή
Μπλοκ οργάνωσης (Organisation Blocks - OB)	Τα OB καθορίζουν τη δομή του προγράμματος
Μπλοκ συναρτήσεων συστήματος (System Function Blocks - SFB) και συναρτήσεις συστήματος (System Functions - SFC)	Τα SFC και SFB είναι ενσωματωμένα στην K.M.E. και περιέχουν χρήσιμες συναρτήσεις
Μπλοκ συνάρτησης (Function Blocks - FB)	Τα FB είναι συναρτήσεις οι οποίες δέχονται ένα μπλοκ δεδομένων ως περιοχή αποθήκευσης των δεδομένων
Συναρτήσεις (Functions- FC)	Τα FC περιέχουν συχνά χρησιμοποιούμενες ρουτίνες
Στιγμαία μπλοκ δεδομένων (Instance Data Blocks - IDB)	Τα IDB ανατίθενται σε ένα SFB ή FB, όταν αυτό καλείται από το πρόγραμμα
Μπλοκ δεδομένων (Data Blocks- DB)	Τα DB περιέχουν δεδομένα

OB1: Organization Block 1

Το OB1 είναι ίσως το σημαντικότερο function block που συναντάμε στο πρόγραμμα Simatic. Μέσα σε αυτό το block βρίσκονται όλες οι συναρτήσεις και οι λογικές πύλες που χρησιμοποιούμε για να κατασκευάσουμε ένα πρόγραμμα. Η δομή όλου του προγράμματος βασίζεται στο OB1.

DB: Data block

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	DBB0	BYTE	B#16#0	STORE WINDOW
+1.0	DBB1	BYTE	B#16#0	STORE DOOR
+2.0	DBB2	BYTE	B#16#0	OUTSIDE TEMPERATURE
+3.0	DBB3	BYTE	B#16#0	INSIDE TEMPERATURE
+4.0	DBB4	BYTE	B#16#0	
+5.0	DBB5	BYTE	B#16#0	

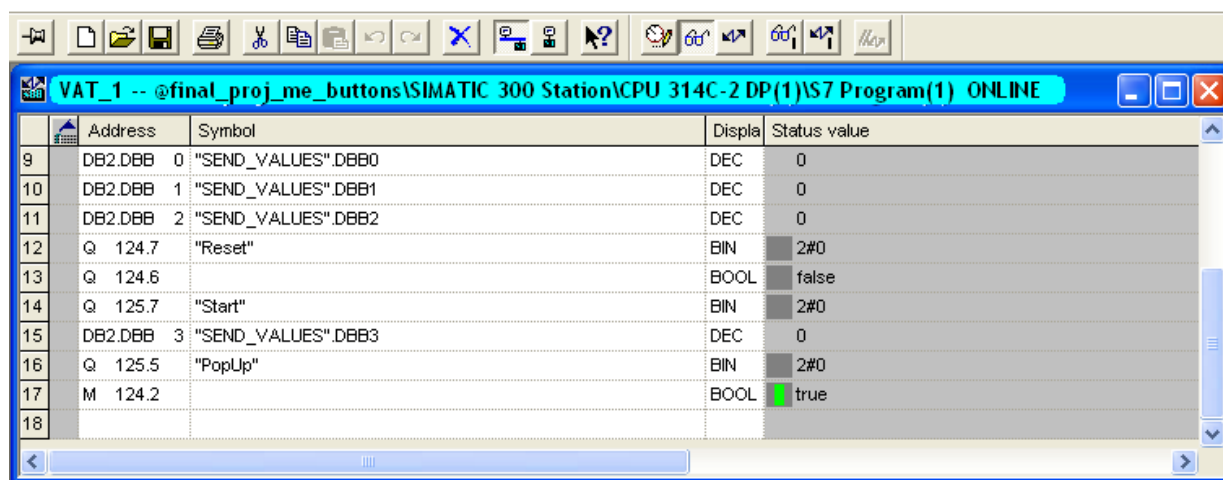
5.2.22 To Data Block 1

Το DB όπως δηλώνει και το όνομα του είναι ένα block δεδομένων, μέσα στο οποίο καταχωρούνται τα συμβολικά ονόματα που θα χρησιμοποιηθούν στην επικοινωνία και ανταλλαγή δεδομένων με τα άλλα PLC. Το DB1, χρησιμοποιήθηκε παραπάνω, κατά την κατασκευή του προγράμματος του PLC S 200 και σκοπό είχε να δηλώσει τη θέση μνήμης που θα στέλνει δεδομένα στο PLC S 300. Ουσιαστικά στα Data Blocks αποθηκεύονται μεταβλητές που μπορούν να τις προσπελάσουν χρήστες από διαφορετικά PLC, εφόσον είναι συνδεδεμένη με κάποιας μορφής βιομηχανικό δίκτυο.

System Data

Το System data περιέχει όλες τις ρυθμίσεις που έχουν γίνει μέσα στο πρόγραμμα. Αυτό γίνεται με τη βοήθεια ενός συνόλου από blocks, SDB (System Data Blocks) που δημιουργούνται μέσα στο System Data και μέσα σε αυτά αποθηκεύονται οι ρυθμίσεις που έχουμε κάνει κατά την κατασκευή του προγράμματος.

VAT: Variable Table



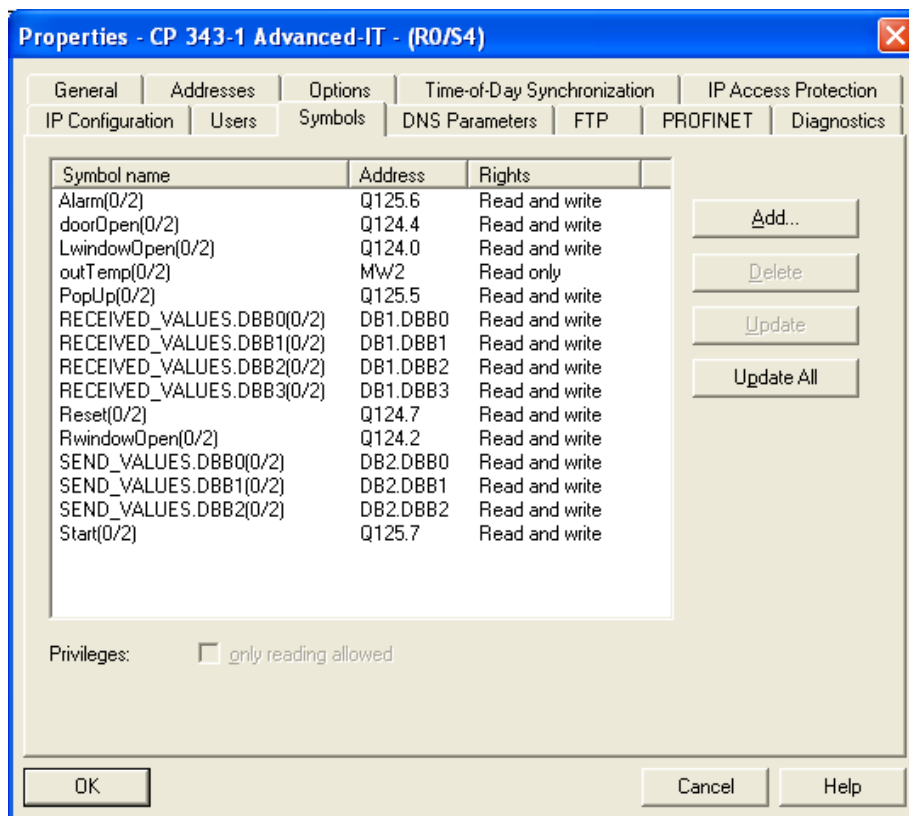
	Address	Symbol	Displa	Status value
9	DB2.DBB 0	"SEND_VALUES".DBB0	DEC	0
10	DB2.DBB 1	"SEND_VALUES".DBB1	DEC	0
11	DB2.DBB 2	"SEND_VALUES".DBB2	DEC	0
12	Q 124.7	"Reset"	BIN	2#0
13	Q 124.6		BOOL	false
14	Q 125.7	"Start"	BIN	2#0
15	DB2.DBB 3	"SEND_VALUES".DBB3	DEC	0
16	Q 125.5	"PopUp"	BIN	2#0
17	M 124.2		BOOL	true
18				

5.2.23 Επίβλεψη κατάστασης μεταβλητών

Το variable table αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο στον προγραμματισμό και την επίβλεψη της σωστής λειτουργίας του PLC. Στο VAT προσθέτουμε τις μεταβλητές που έχουμε χρησιμοποιήσει μέχρι τώρα στο πρόγραμμα μας και πατώντας το κουμπί που βρίσκεται στην οριζόντια μπάρα monitor variable, καταφέρνουμε να έχουμε επίβλεψη της κατάστασης των μεταβλητών μας, σε πραγματικό χρόνο. Αυτό σημαίνει ότι η παραμικρή αλλαγή στην κατάσταση των αισθητήρων που έχουμε συνδέσει στο PLC, γίνεται άμεσα αντιληπτή.

Τώρα που αναλύθηκαν τα σημαντικότερα blocks θα μιλήσουμε για το πώς ορίζονται τα σύμβολα (symbols) και οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται στο πρόγραμμα. Όταν προγραμματίζουμε με το Simatic, δουλεύουμε με διευθύνσεις, όπως σήματα εισόδου-εξόδου (I/O), bit μνήμης, μετρητές, χρονιστές, data blocks (DB) και function blocks (FB). Μπορούμε να έχουμε πρόσβαση, σε αυτές τις διευθύνσεις, με απόλυτο τρόπο π.χ. I1.1, M1.0, FB21. Το πρόγραμμα απλοποιείται, γίνεται πιο εύχρηστο και κατανοητό αν χρησιμοποιηθούν σύμβολα και όχι απόλυτες διευθύνσεις. Για να επιτραπεί η χρήση συμβόλων θα πρέπει να γίνει εισαγωγή ενός ονόματος, της απόλυτης διεύθυνσης, του τύπου δεδομένων και ενός σχόλιου (προαιρετική επιλογή) που περιγράφει το αντικείμενο που αντιστοιχεί στην διεύθυνση. Αφού έχει καθοριστεί ένα σύμβολο μπορεί να χρησιμοποιηθεί, με το όνομα που του ανατέθηκε, σε ολόκληρη την εφαρμογή.

Όπως είδαμε και παραπάνω τα σύμβολα παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην επικοινωνία ανάμεσα σε διαφορετικά PLC, αφού αποτελούν μια κοινή γλώσσα, μέσω της οποίας ανταλλάσσουν δεδομένα. Για αυτό το λόγο η αρχικοποίηση και τα δικαιώματα των συμβόλων γίνονται στο CP 343-1 Advanced IT που είναι το υπεύθυνο module για την επικοινωνία με το S 200, μέσω του δικτύου Industrial Ethernet. Όπως διακρίνεται και από την παρακάτω καρτέλα, έχουμε τη δυνατότητα να κάνουμε εισαγωγή νέων συμβόλων και διαγραφή παλιών και φυσικά να ορίσουμε τα δικαιώματα που θα έχουν, αν δηλαδή μπορούμε να διαβάσουμε μόνο τις μεταβλητές ή και να γράψουμε σε αυτές. Όλες οι μεταβλητές που έχουν χρησιμοποιηθεί στο πρόγραμμα πρέπει να δηλώνονται εδώ, αλλιώς δεν θα αναγνωριστούν από το δίκτυο.



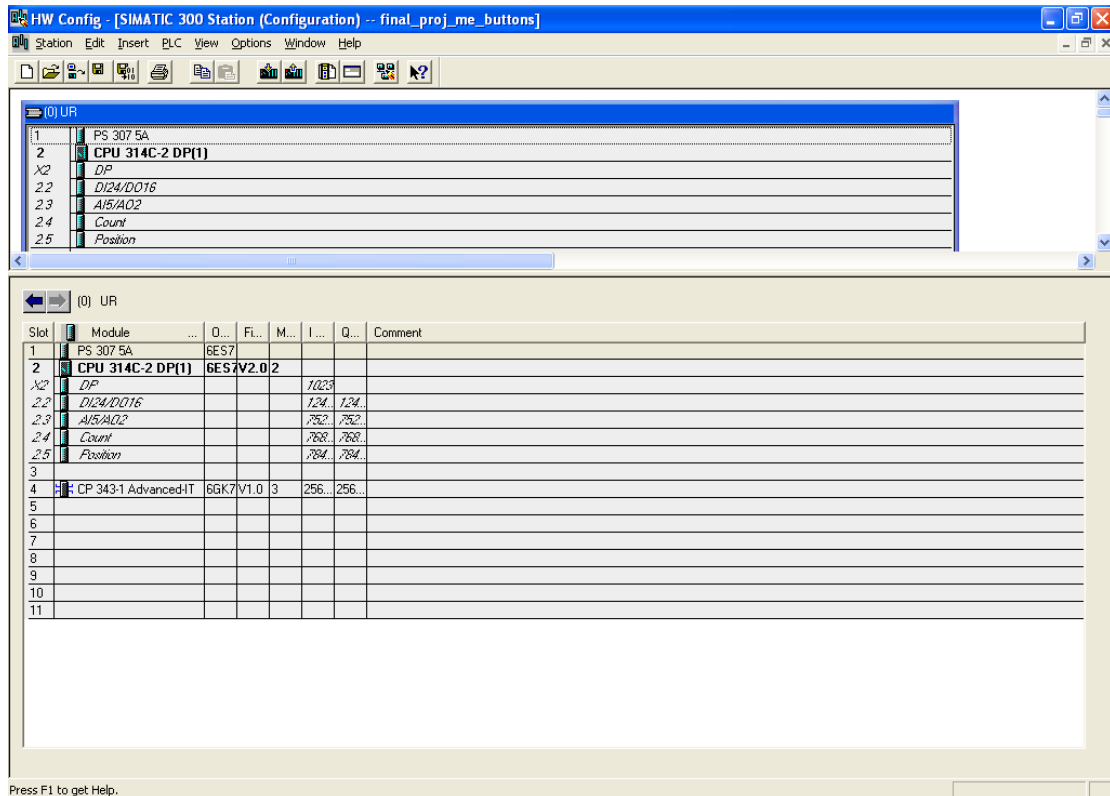
5.2.24 Ορισμός και αρχικοποίηση των συμβόλων.

5.4.3 Γενικές ρυθμίσεις λειτουργίας του εγκατεστημένου υλικού

Ανοίγοντας την καρτέλα hardware configuration, εμφανίζονται μια σειρά από παραμέτρους που μπορούμε να ρυθμίσουμε και να τροποποιήσουμε σύμφωνα με τις ανάγκες μας. Αυτές οι παράμετροι αφορούν τις εγκατεστημένες συσκευές CPU 314-2 DP και CP 343-1 Advanced IT. Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας CPU 314-2 DP δεν χρειάζεται πολλές ρυθμίσεις, αφού οι περισσότερες γίνονται μέσω του αρχικού wizard. Για ειδικές όμως εφαρμογές χρειάζεται να κάνουμε εμείς οι ίδιοι τις κατάλληλες ρυθμίσεις. Πατώντας επάνω στο εικονίδιο της CPU ανοίγει μια καρτέλα με ένα σύνολο από υπό καρτέλες, με ξεχωριστές ιδιότητες η κάθε μια. Από τις υπό καρτέλες ξεχωρίζουν οι general, communication και protection. Η general μας δίνει τη δυνατότητα αλλαγής ονόματος του module, καθώς και αλλαγές στις ιδιότητες διασύνδεσης με τον υπολογιστή μέσα από το καλώδιο PPI.

Σημαντικότερες και πιο ουσιαστικές αλλαγές μπορούμε να κάνουμε στο CP 343-1 Advanced, που ως επί το πλείστον είναι ρυθμίσεις δικτύων, αφού πρόκειται για Ethernet module. Πατώντας επάνω στο εικονίδιο του θα εμφανιστούν διάφορες καρτέλες μερικές από τις οποίες είναι οι: general, addresses, IP configuration, FTP ,PROFINET και diagnostics. Όλες αυτές οι καρτέλες έχουν τον δικό τους ξεχωριστό ρόλο. Η καρτέλα IP configuration έχει να κάνει με τη ρύθμιση της διεύθυνσης IP, πιο συγκεκριμένα, με πιο τρόπο θα ορίζεται, αυτόματα ή χειροκίνητα. Η καρτέλα FTP, παρέχει τις απαραίτητες ρυθμίσεις για την σωστή δομή και λειτουργία του FTP server. Πολύ σημαντική είναι και η καρτέλα PROFINET, με ρυθμίσεις για το ομώνυμο δίκτυο, όπως το επιθυμητό operation mode ή CBA communication. Στην καρτέλα addresses μπορούμε να ορίσουμε το εύρος των τιμών που θα έχουν οι εισοδοί

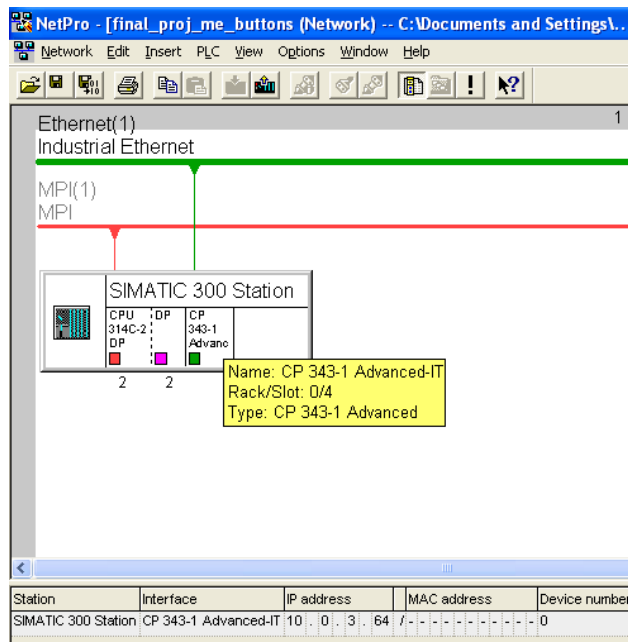
και έξοδοι μας. Ακόμα ορίζουμε και από πού θα ξεκινάει η αρίθμηση, στη δική μας περίπτωση ξεκινάει από το 256, δηλαδή I1 = I256.1 , I2=I256.2.



5.2.25 Hardware Configuration

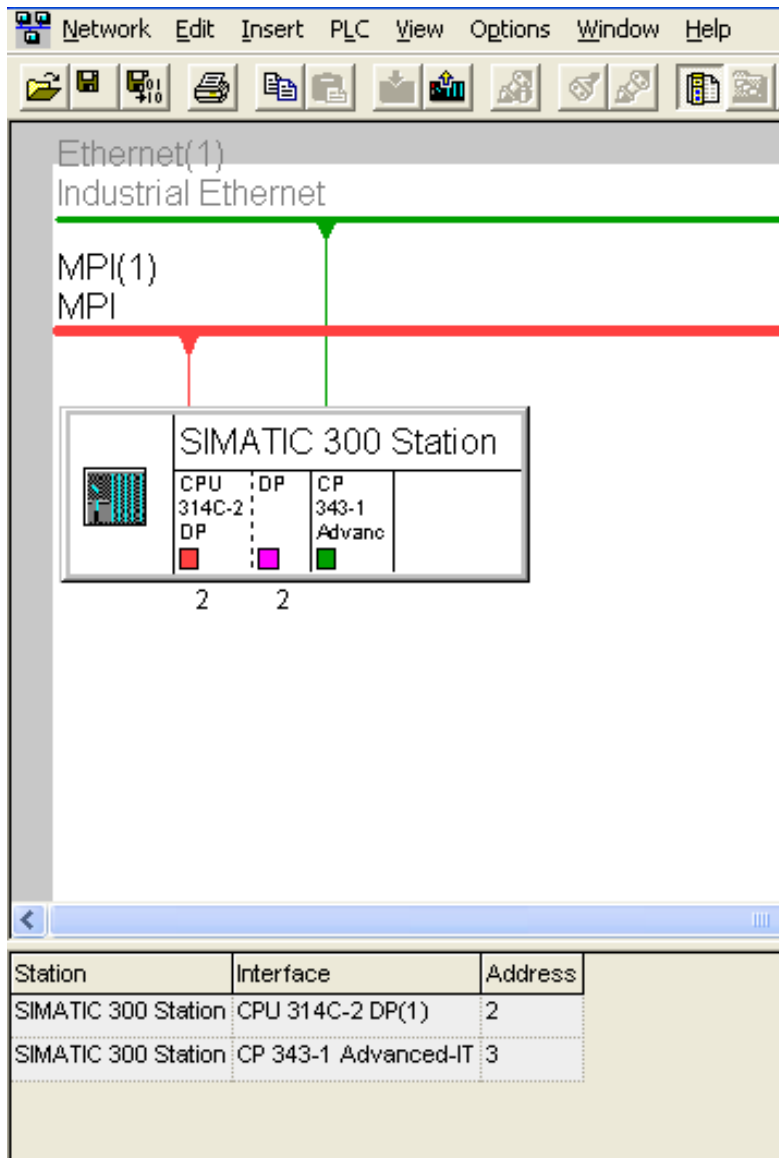
5.4.4 Ρύθμιση δικτύων Industrial Ethernet και PROFINET και MPI

Μετά από τις κατάλληλες ρυθμίσεις στις συσκευές, προχωράμε στην δημιουργία των επιθυμητών δικτύων. Τα δίκτυα που χρειάζεται να υλοποιήσουμε είναι το Industrial Ethernet για την επικοινωνία με το S 200 και το δίκτυο MPI.



5.2.26 Net Pro

Το δίκτυο MPI είναι κατά κόρων δίκτυο επικοινωνίας του PLC με το PC, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τη σύνδεση μεταξύ των PLC. Η ρυθμίσεις σε αυτά τα δίκτυα γίνονται με τη βοήθεια του NetPro Tool. Όπως παρατηρούμε από τις εικόνες, έχουμε τοποθετήσει 2 δίκτυα το Industrial Ethernet και το MPI. Σε μορφή σχεδίου βλέπουμε πως η CPU συνδέεται με τον υπολογιστή (MPI, κόκκινη γραμμή) και το CP να συνδέεται με το S 200 (Industrial Ethernet, πράσινη γραμμή).

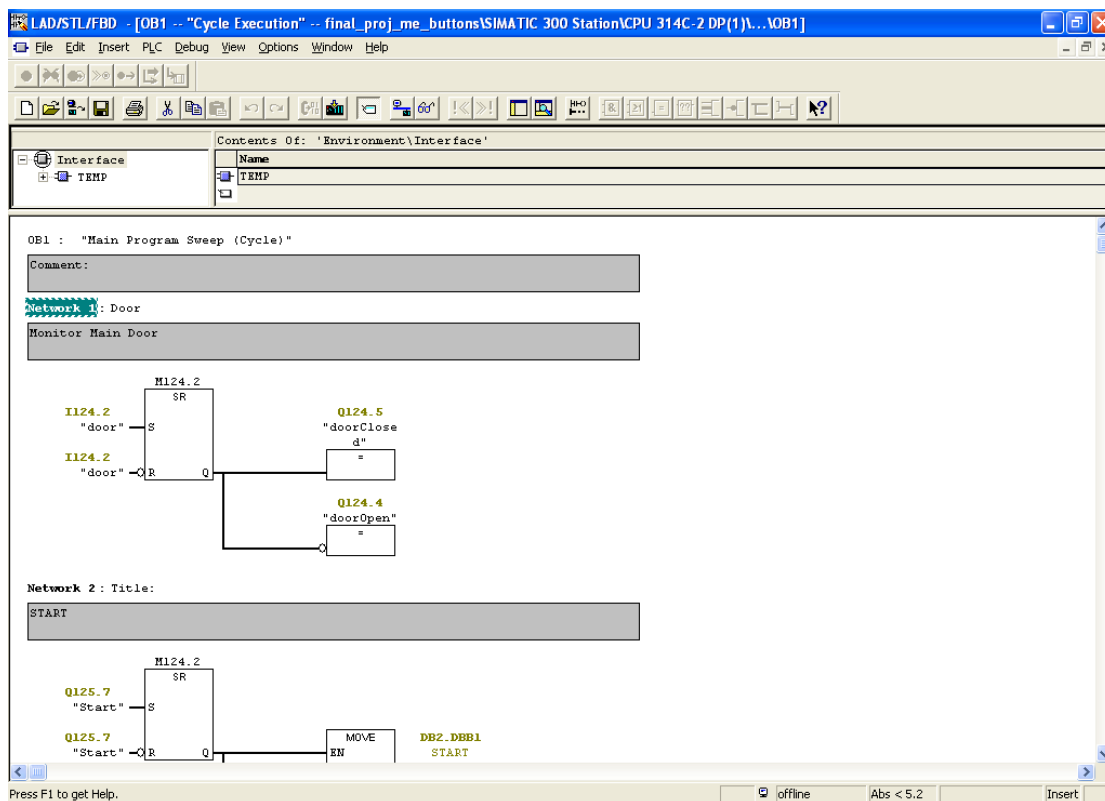


5.2.27 Βιομηχανικά δίκτυα

Στην παραπάνω εικόνα φαίνονται και οι διευθύνσεις που έχουν τα δυο module.

5.4.5 Ανάλυση του προγράμματος

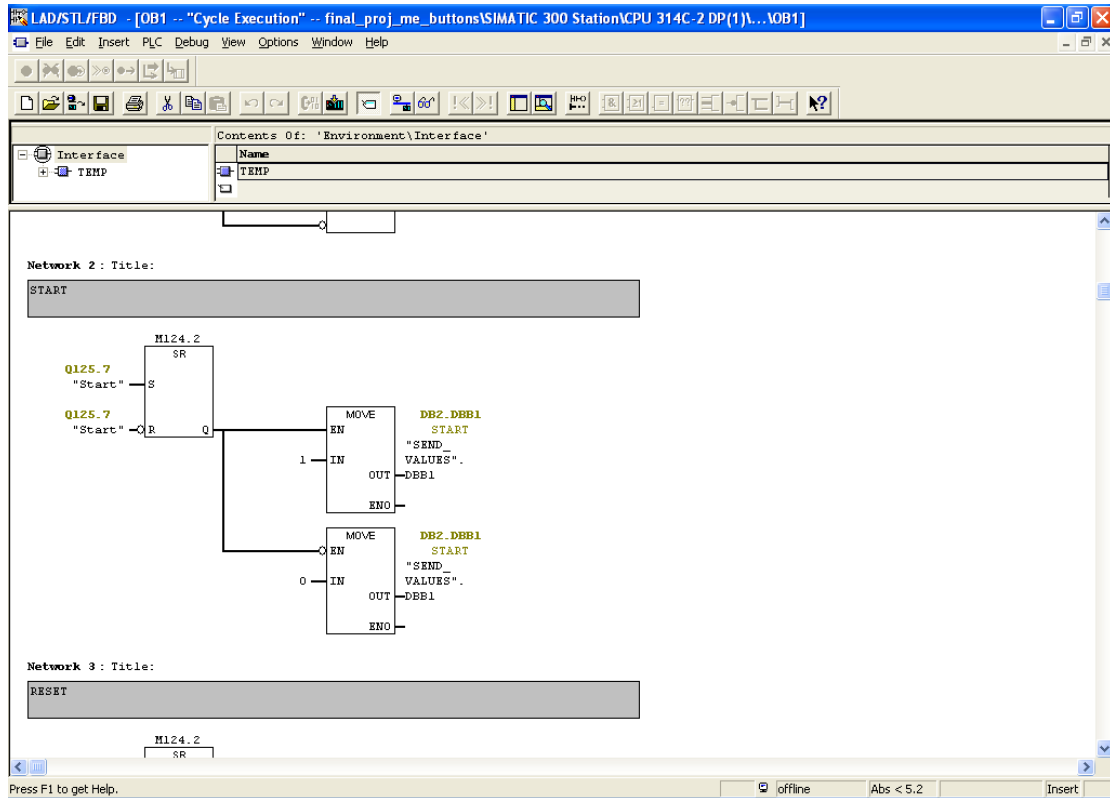
Τώρα που βασικά στοιχεία του προγράμματος έχουν αναλυθεί, μπορούμε να προχωρήσουμε παρακάτω μπαίνοντας καθαρά στον προγραμματισμό. Οι εικόνες που ακολουθούν παρουσιάζουν τα blocks που χρειαστήκαμε για να μπορούμε να ελέγχουμε την αλλαγή της κατάστασης στις πόρτες και στα παράθυρα του εργαστηρίου, την εξωτερική θερμοκρασία και μπορέσαμε να δώσουμε τις κατάλληλες εντολές για να ξεκινήσει, σταματήσει ο ταινιόδρομος, καθώς και μια σειρά από άλλες χρήσιμες εντολές.



5.2.28 Το πρόγραμμα του S 300

Μερικά από τα blocks που θα δούμε είναι τα: Set/Reset block (SR), Move Byte (MOVE), Move Word (MW) και Divide Integer (DIV). Το κύριο ζητούμενο στην παρούσα εργασία είναι η αποστολή των εντολών για την υλοποίηση των βασικών κινήσεων του ταινιοδρόμου. Για να γίνει αυτό, χρειάστηκε να κατασκευαστεί ένα πρόγραμμα, που να υλοποιεί την όλη ιδέα. Από την στιγμή που οι ρυθμίσεις για την επικοινωνία των PLC είχε ολοκληρωθεί και οι απαραίτητες μεταβλητές που θα περιέχουν τις πληροφορίες έχουν οριστεί, σειρά τώρα έχει η τροφοδότηση αυτών με τα 0 και 1. Αυτές οι εντολές δίνονται από τα κατάλληλα blocks Set/Reset. Ένα SR block δέχεται δυο εισόδους και βγάξει μια έξοδο με το αποτέλεσμα. Και οι δυο εισοδοί θα παίρνουν σαν όρισμα το συμβολικό όνομα “Start” (επειδή θα δίνει την εντολή να ξεκινάει ο ταινιοδρόμος), με τη διαφορά όμως πως η δεύτερη είσοδος θα είναι ανεστραμμένη, ουσιαστικά κάνουμε χρήση της λογικής πύλης NOT που αντιστρέφει το όρισμα που δέχεται στην είσοδο της (το 0 το κάνει 1 και το αντίστροφο). Την έξοδο που μας δίνει το SR block την σπάμε σε δυο μέρη και την οδηγούμε στα blocks MOVE Integer, σαν εισόδους. Το block Move Integer δέχεται δυο ορίσματα για να δουλέψει σωστά, το ένα να ενεργοποιηθεί το block και το άλλο που δέχεται ένα οποιοδήποτε ακέραιο. Όταν το block ενεργοποιηθεί τροφοδοτεί την έξοδο του με όποιον αριθμό έχει οριστεί στο πεδίο IN(Integer). Σαν έξοδο μας στη προκειμένη περίπτωση έχει οριστεί η μεταβλητή SEND_VALUES DB1.DBB0 Χρησιμοποιώντας δυο blocks Move Integer, το ένα σεταρισμένο να δίνει 1 και το άλλο να δίνει 0 με ανεστραμμένη όμως είσοδο (NOT) τα οποία όπως είπαμε είναι συνδεδεμένα με την έξοδο του SR, καταφέρνουμε να έχουμε πάντα στην έξοδο τους αριθμούς 0 ή 1. Ο αριθμός 0 αντιστοιχεί στην κατάσταση αδράνειας και ο αριθμός 1 στην κατάσταση εκκίνησης του ταινιοδρόμου. Όπως βλέπουμε και στην παρακάτω εικόνα με απλή σκέψη και με την χρήση μόνο τριών function blocks είχαμε το επιθυμητό αποτέλεσμα. Μιλήσαμε για τις συμβολικές μεταβλητές (symbolic

variables), που θα αποτελέσουν και τις εισόδους των blocks, αλλά δεν ανέφερα ακόμα των τρόπο που θα τροφοδοτούνται με τα 0 ή 1 που χρειαζόμαστε. Αυτή η τροφοδότηση θα γίνεται μέσω των java applets. Η χρησιμότητα, σημασία και λειτουργία των java applets, καθώς και ο πολύ σημαντικός ρόλος τους, θα αναλυθεί στη συνέχεια.



5.2.29 Το κουμπί start (για εκκίνηση του ταινιοδρόμου)

5.5 Απομακρυσμένη διαχείριση

Ένα αρκετά μεγάλο μέρος της πτυχιακής εργασίας ασχολείται με την έννοια του απομακρυσμένου ελέγχου και διαχείρισης μιας γραμμής παραγωγής. Ο απομακρυσμένος έλεγχος πραγματοποιείται μέσω του διαδικτύου (Internet), καθώς πρόκειται για ένα πανίσχυρο εργαλείο επικοινωνίας, με ατέλειωτες δυνατότητες. Η απομακρυσμένη διαχείριση δίνει αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με την συμβατική, κατά την οποία ο χειριστής μιας γραμμής παραγωγής πρέπει να βρίσκεται στον ίδιο χώρο ή σε σχετικά κοντινό με αυτόν της γραμμής παραγωγής, δεσμεύοντας έτσι μια ή περισσότερες θέσεις εργασίας για την επίβλεψη αυτής. Με την απομακρυσμένη όμως διαχείριση μπορούμε να αποκομίσουμε αρκετά οφέλη. Κατά αρχάς, διαχειριζόμαστε

την όλη διαδικασία από απόσταση, χωρίς να βρίσκεται κάποιος εικοσιτέσσερις ώρες το εικοσιτετράωρο στο εργοστάσιο. Η όλη διαχείριση γίνεται πιο εύκολη, αφού οι εντολές μπορούν να δίνονται από το γραφείο ή από ένα σπίτι ή από οπουδήποτε αλλού, αρκεί να υπάρχει σύνδεση στο διαδίκτυο. Όλες οι λειτουργίες διεκπεραιώνονται μέσα από μια κεντρική κονσόλα και απεικονίζεται σε γραφικό περιβάλλον μέσω μιας οθόνης υπολογιστή. Γενικά η επίβλεψη και έλεγχος της γραμμής παραγωγής γίνεται πιο εύκολος, ευέλικτος, παραγωγικός και ταχύτερος.

5.6.1 Java applets

Ένα applet είναι ένα κομμάτι κώδικα Java που εκτελείται σε ένα περιβάλλον πλοηγού (browser). Διαφέρει από μία εφαρμογή στον τρόπο με τον οποίο εκτελείται. Μία εφαρμογή ξεκινά όταν καλείται η μέθοδος main(). Αντίθετα ο κύκλος ζωής ενός applet είναι μάλλον περισσότερο πολύπλοκος.

Το applet είναι ένα ή περισσότερα αρχεία .class που όλα μαζί διαμορφώνουν ένα πρόγραμμα. Αντίθετα από άλλους τύπους προγραμμάτων, τα applets σχεδιάζονται για να τρέχουν μέσα από μια ιστοσελίδα (HTML). Κατ' αυτό τον τρόπο διαφέρουν από τα scripts όπως η JavaScript που είναι απλά εντολές κειμένου μέσα στην ίδια την HTML σελίδα.

Η ετικέτα (tag) <APPLET> σε μια ιστοσελίδα δείχνει σε ένα αρχείο .class σε μια συγκεκριμένη θέση, με τον ίδιο σχεδόν τρόπο που μία ετικέτα δείχνει σε μια εικόνα. Το αρχείο .class που περιλαμβάνεται σε αυτήν την ετικέτα φορτώνεται στον υπολογιστή σας, μαζί με οποιαδήποτε άλλα απαραίτητα .class αρχεία, όταν φθάνετε σε μια σελίδα που περιέχει ένα applet. Μόλις φορτωθούν τα απαραίτητα αρχεία, ο browser τρέχει το πρόγραμμα και το τοποθετεί στη ιστοσελίδα (χρησιμοποιώντας τις διαστάσεις που περιλαμβάνονται επίσης στην ετικέτα applet) με τον ίδιο σχεδόν τρόπο που παρουσιάζεται μια εικόνα.

5.6.2 S7 Beans and Siemens Library





Τα java applets σίγουρα είναι πολύ ευέλικτα μικρά προγράμματα με αρκετές web δυνατότητες, αλλά δεν θα μπορούσαν να επικοινωνήσουν με το PLC της Siemens S300, αν δεν υπήρχε μια βιβλιοθήκη ειδικά κατασκευασμένη για αυτό το λόγο. Αυτή είναι μια βιβλιοθήκη βασισμένη στη αντικειμενοστραφή γλώσσα προγραμματισμού java, ουσιαστικά ένα API (**Application Programming Interface**), που περιέχει ένα σύνολο εντολών, μεταβλητών και μεθόδων, που είναι σε θέση να καταλάβει το S 300. Η βιβλιοθήκη που περιέχει αυτά τα σετ εντολών, ονομάζεται S7 Beans. Έτσι μας δίνεται η δυνατότητα να προγραμματίσουμε σε java μέσω του Net Beans για παράδειγμα και να προσθέσουμε τις κατάλληλες μεταβλητές και μεθόδους για να στείλουμε και να λάβουμε εντολές από και προς το PLC. Για να είναι εφικτή η παραπάνω επικοινωνία θα πρέπει να έχουμε εγκαταστήσει κάποια συγκεκριμένα αρχεία .jar που μας δίνει η Siemens σε ένα ξεχωριστό φάκελο μέσα στον FTP server και που τον έχουμε ονομάσει applets. Τα αρχεία τύπου jar περιέχουν ένα σύνολο από αρχεία .class που είναι και τα αρχεία όπου έχουμε κάνει τον προγραμματισμό.



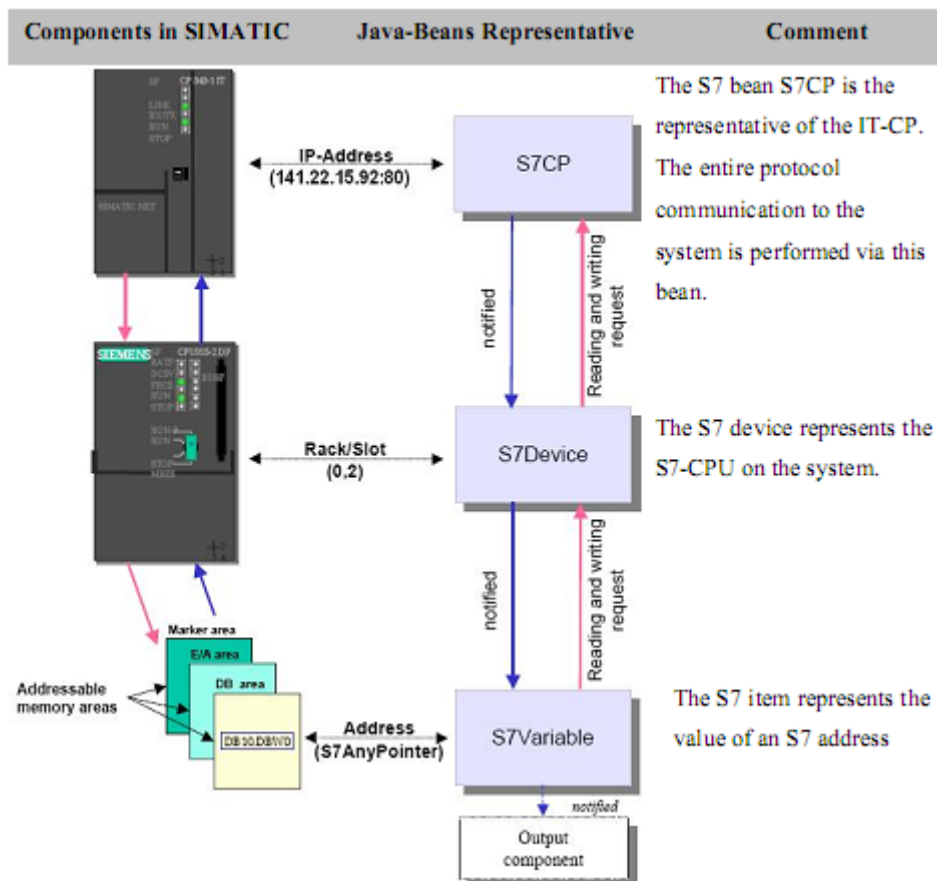
5.2.30. Java Runtime Environment

Ουσιαστικά τα jar μας βοηθούν να έχουμε πολλά αρχεία class μαζεμένα σε ένα package, ώστε να μπορούμε να τα χειριστούμε πιο αποδοτικά. Όταν τα jar αρχεία τοποθετηθούν στο φάκελο applets, προγραμματίζουμε τις ιστοσελίδες να φορτώνει τα applets που βρίσκονται στο φάκελο που ορίσαμε παραπάνω και εφόσον όλες αυτοί οι παράμετροι ρυθμιστούν σωστά και έχουμε εγκαταστήσει στον υπολογιστή μας, το java run time environment τα applets θα λειτουργήσουν κανονικά.

Τώρα ακολουθεί μια σύντομη περιγραφή των πιο σημαντικών μεθόδων και συναρτήσεων της βιβλιοθήκης S7 Beans.

Siemens S7 Device beans	
S7-Bean	Function
 s7CP	This bean represents the IT-CP serving as the host. Any other IT-CPs that exist must be addressed using S7Device. This bean must be used with each applet for addressing and for saving the host address.
 s7Device	S7Device represents any intelligent S7 module such as a CPU, PROFIBUS CP, Ethernet CP, other IT-CPs (however, under no circumstances the IT-CP serving as host for the applets, to be addressed using the browser!)
 s7Variable	This bean represents variables in the S7 CPU.
 CLTimer	CLTimer is required for cyclic calling of methods of other beans. Whenever you want to monitor the status of an S7 module or a process variable continuously (cyclically), you require this bean. Note: CLTimer has no graphic representation

5.2.31 S7 Beans



5.2.32 Ο τρόπος επικοινωνίας των PLC και των Java applets

S7Variable

```
public final class S7Variable
extends Beans
implements Serializable, PropertyChangeListener, ActionListener,
S7ProcessingCallback
```

Μια S7Variable εξαρτάται από δύο πράγματα:

Την S7Device: η διεύθυνση της S7 συσκευής όπου τα στοιχεία μπορούν να βρεθούν (πρέπει να είναι μια S7CPU)

Τον S7Anypointer: η διεύθυνση μέσα στο S7Device όπου η μεταβλητή μπορεί να βρεθεί (S7 ANY pointer)

Ουσιαστικά μια S7Variable είναι μια μεταβλητή που μας δίνει την δυνατότητα να αποθηκεύσουμε και να ανακτήσουμε από αυτήν, χρήσιμα δεδομένα.

S7Device

```
public final class S7Device
extends S7Module
implements PropertyChangeListener, ActionListener, Serializable
```

Αυτή η κατηγορία αντιπροσωπεύει ένα S7Device μέσα σε ένα S7 SIMATIC σύστημα. Εξαρτάται από S7CP.

Ουσιαστικά πρόκειται για την αρχικοποίηση των συσκευών που θα χρησιμοποιηθούν στο πρόγραμμα. Σε όλες τις S7 συσκευές πρέπει ορίσουμε μια διεύθυνση, ώστε να γίνει η αντιστοίχιση και να υπάρξει εν τέλει επικοινωνία, ανάμεσα στο applet και την συσκευή.

S7Module

```
public class S7Module
extends Beans
implements PropertyChangeListener, Serializable, S7ProcessingCallback
```

Αυτή η μέθοδος αντιπροσωπεύει οποιοδήποτε είδος S7 συσκευής σε ένα σύστημα SIMATIC. Αυτό θα μπορούσε να είναι ένα IT-CP, μια S7 CPU ή κάποιο άλλο module.

Εδώ είναι δύο παραδείγματα

- S7Module itcp = new S7Module("IT-CP number 1", "128.129.130.131", 0, 0);
- S7Module s7cpu = new S7Module("S7 CPU number 1", "128.129.130.131", 0, 4);

Το όνομα «IT-CP number 1» είναι μια ενημερωτική παράμετρος μόνο.

S7Anypointer

```
public class S7Anypointer
extends Object
implements Serializable
```

Το S7Anypointer εξετάζει ένα S7Variable μέσα στην S7Device.

Π.χ S7Anypointer any = new S7Anypointer(S7_BYTE, 2, MEM_AREA_DB, 10, 0);

Μετά χρησιμοποιούμε Symbolic addressing: ορίζουμε το σύμβολο "Temperature" (το IT-CP πρέπει να ξέρει αυτό το σύμβολο):

```
S7Anypointer symbolic = newS7Anypointer("Temperature");
```

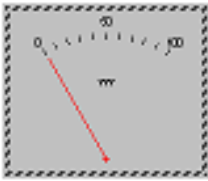
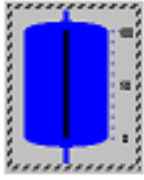
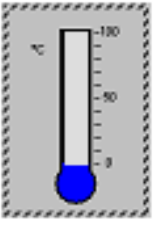


Όταν χρησιμοποιούμε symbolic addressing, το IT-CP μετατρέπει τα σύμβολα σε ένα αντίστοιχο ANY pointer. Με αυτόν τον τρόπο το σύμβολο που ορίσαμε παραπάνω, αντιστοιχεί στην διεύθυνση μνήμης που έχει τοποθετηθεί ο **S7Anypointer**.

S7Api

```
public final class S7Api
extends Object
```

Πρόκειται για κλάση που χρησιμοποιείται για το S7API beans και είναι απαραίτητο για την επικοινωνία του PLC με τα applets.

Στην εικόνα παρακάτω (5.33) μπορούμε να δούμε διάφορα γραφήματα σε μορφή applet που χρησιμοποιούνται για να έχουμε παρακολούθηση διάφορων αναλογικών τιμών που δεχόμαστε από τους αισθητήρες. Ανάλογα με τις τιμές αυτές αυξομειώνονται οι μπάρες και τα λοιπά αναλογικά όργανα. Ο τρόπος λειτουργίας είναι πολύ απλός αφού το μόνο που χρειάζεται είναι να οριστεί από πια variable θα δέχεται δεδομένα το applet και φυσικά να οριστούν σωστά όλοι οι παράμετροι για την υλοποίηση του γραφήματος. Τα CLTacho, CLLevel, CLThermo, CLPipe και CLValve είναι λίγα μόνο από τα applets που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και τα προτείνει και η Siemens που είναι η κατασκευάστρια εταιρία.

S7 Bean	Function	Can be used in S7GetApplet	representation
CLTacho	CLTacho is a bean for graphic representation of a pointer instrument. The pointer represents the value of a process variable. It is also possible to visualize a value reaching an upper or lower limit value with an LED display. The size of the bean is scalable.	yes	
CLLevel	CLLevel is a bean for graphic representation of the level of a process variable. It is also possible to visualize a value reaching an upper or lower limit value with an LED display. The size of the bean is scalable.	yes	
CLThermo	CLThermo is a bean for graphic representation of a process variable as a temperature value. It is also possible to visualize a value reaching an upper or lower limit value with an LED display. The size of the bean is scalable.	yes	
CLPipe	CLPipe is a bean for graphic display of a horizontal or vertical pipe. The color of the pipe changes with a Boolean value. The size of the bean is scalable.	no	
CLValve	CLValve is a bean for graphic representation of a valve. The valve with its inlet can be displayed horizontally or vertically. The valve is opened and closed by setting a Boolean value.	no	

5.2.33 S7 Beans

5.7 Η κατασκευή του Web Site

Η κατασκευή της ιστοσελίδας ήταν το τελευταίο κομμάτι του παζλ , που προστέθηκε για την ολοκλήρωση της πτυχιακής. Η κατασκευή της λόγω της χρήσης που θα είχε, βασίστηκε σε απλά εργαλεία για τη δομή της όπως το πρόγραμμα dream weaver με προγραμματισμό σε HTML και CSS και πιο σύνθετα εργαλεία όπως υλοποίηση Apache web server και προγραμματισμός σε PHP και εν τέλει τα προαναφερθέντα java applets. Η κύρια δομή του ιστοχώρου στηρίχθηκε σε HTML και CSS, αφού ήταν περιττό να χρησιμοποιήσω οτιδήποτε άλλο. Η αρχική σελίδα περιέχει μια φόρμα στην οποία ο χρήστης πρέπει να συμπληρώσει τα στοιχεία του, το user name και password, για να μπορέσει να εισέλθει στο κεντρικό μενού του ιστοχώρου.

Για την κατασκευή της παραπάνω φόρμας χρειάστηκε προγραμματισμός σε γλώσσα PHP. Ο λόγος ήταν πως αυτή η γλώσσα μας προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα στην υλοποίηση μιας ασφαλούς σελίδας. Η ασφάλεια στο Internet είναι πολύ μεγάλη υπόθεση και ειδικά σε μια ιστοσελίδα που κάποιος θα έχει τη δυνατότητα να επέμβει σε μια γραμμή παραγωγής και να παρακολουθήσει ένα προστατευόμενο χώρο, μας κάνει ακόμη πιο επιφυλακτικούς στο θέμα αυτό. Για αυτό το λόγο και χρειάστηκαν 5 σελίδες κώδικα σε PHP, για να εξασφαλιστεί η προστασία των δεδομένων που προσφέρει ο ιστοχώρος. Στις ιστοσελίδες που κατασκευάστηκαν με το macromedia dream weaver CS3, προστέθηκαν τα java applets αποτελούν και τον κορμό του ιστοχώρου.

Ο βασικός λόγος δημιουργίας του ιστοχώρου ήταν οι πληροφορίες που θα μπορούσαμε να στείλουμε και να λάβουμε, μέσα από την βοήθεια των applets. Φυσικά ξεχωριστή σημασία έχουν και οι εικόνες που λαμβάνουμε σε δυο από τις ιστοσελίδες. Στην πρώτη έχουμε μια IP κάμερα που στέλνει στον FTP Server μια φωτογραφία κάθε 5 δευτερόλεπτα και μέσα από κώδικα σε PHP, η φωτογραφία αυτή ανεβαίνει στην ιστοσελίδα , όπου έχουμε την δυνατότητα να τη δούμε. Στην δεύτερη ιστοσελίδα αυτήν που είναι κατασκευασμένη για το ταινιόδρομο, χρησιμοποιούμε διαφορετική μέθοδο για να ανεβάσουμε την εικόνα στο Internet. Αυτή είναι η μέθοδος live streaming που μέσω ενός CGI προγράμματος δίνει τη δυνατότητα συνεχούς παρακολούθησης της κατάστασης του ταινιοδρόμου.

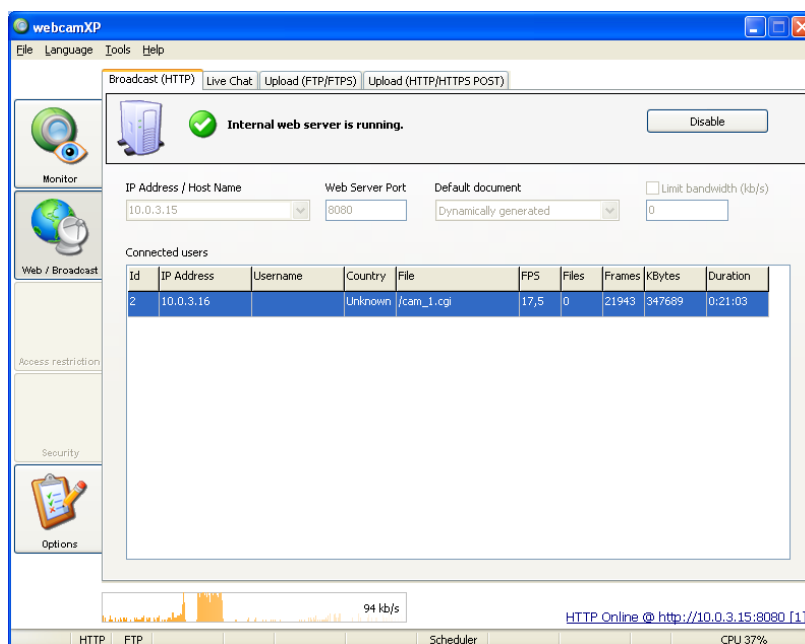
Επειδή πρέπει να ελέγχουμε συνεχώς την λειτουργία του ταινιοδρόμου, δεν μπορούμε να έχουμε εικόνα ανά 5 δευτερόλεπτα, όπως στην πρώτη ιστοσελίδα που είναι καθαρά κατασκευασμένη για την επίβλεψη ενός χώρου. Έτσι η μόνη λύση ήταν η χρήση μεθόδων live streaming. Οι δυνατότητες που προσφέρει ο ιστοχώρος είναι η περιήγηση στις σελίδες που ανέφερα παραπάνω, όπως η κεντρική σελίδα παρακολουθήσεις και ελέγχου του ταινιοδρόμου και η ιστοσελίδα επίβλεψης του εργαστηρίου αυτοματισμών. Πρόσβαση στον ιστοχώρο θα έχουν μόνο εξουσιοδοτημένοι χρήστες.

5.8 Η Web camera του ταινιοδρόμου



5.2.34 Μια άποψη από το utility της web camera

Για την επίβλεψη του ταινιοδρόμου χρειάστηκε να χρησιμοποιηθεί μια κάμερα που θα μας έδινε την δυνατότητα να παρακολουθούμε συνεχώς και με αρκετά καλό χρόνο απόκρισης τη διαδικασία παραγωγής του ταινιοδρόμου και επιπλέον να μπορούμε να κινηθούμε στους x,y άξονες, δηλαδή πάνω- κάτω και δεξιά - αριστερά . Αυτές οι κινήσεις της κάμερας γίνονται εφικτές από τα βελάκια που μπορούμε να διακρίνουμε στην εικόνα 5.34, στο μέσο της καρτέλας. Αυτές και άλλες ακόμη, αρκετά χρήσιμες δυνατότητες μας προσέφερε η web camera της Logitech, Sphere AF. Η Sphere AF είναι η κάμερα που καλύπτει όλες τις ανάγκες και τους στόχους που είχα θέσει και προπάντων πρόσφερε την δυνατότητα για live streaming, κάτι το οποίο ήταν απαραίτητο για τον σωστό έλεγχο του ταινιοδρόμου.



5.2.35 Η καρτέλα όπου γίνονται οι ρυθμίσεις για τον web server της καμερας.

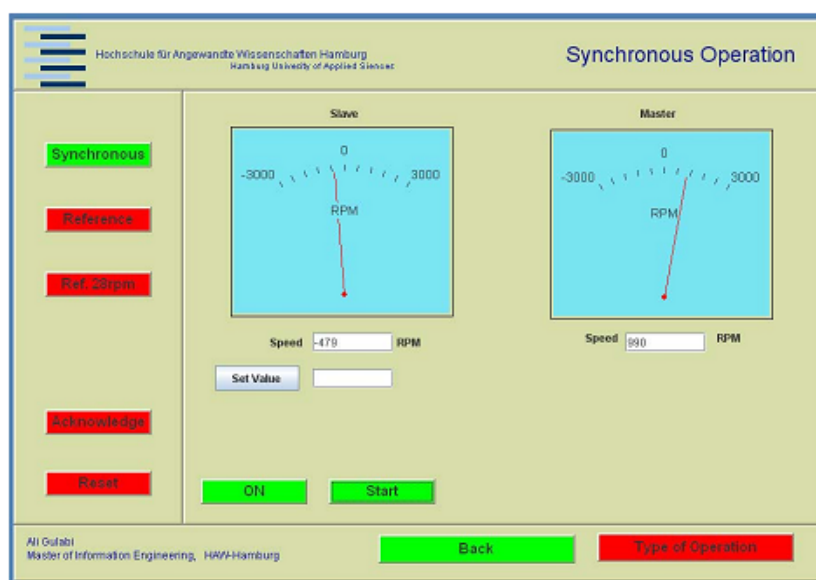
Για τη σωστή λειτουργία της κάμερας έγιναν οι απαραίτητες ρυθμίσεις, που αφορούν τις IP διευθύνσεις της κάμερας και του web server, την κατάλληλη web server port, που ορίσαμε 8080, τα FPS (frames per second) και άλλες ρυθμίσεις λιγότερο σημαντικές ρυθμίσεις που αφορούν την ποιότητα της εικόνας που θα στέλνει στην ιστοσελίδα, η web camera.

6.1 Human Machine Interface

Έως τώρα έχουμε δει πως μπορεί κάποιος να επέμβει σε μία γραμμή παραγωγής και να υλοποιήσει ένα σύνολο από εντολές, συνδυάζοντας μια σειρά από PLC, με προγραμματισμό σε java και κατασκευή ιστοσελίδας. Όμως αυτός ο τρόπος δεν ο μοναδικός. Στην διαδικασία λειτουργίας του PLC, μπορεί κανείς να επέμβει και μέσω ενός **HMI (Human Machine Interface)**, δηλαδή μιας οθόνης που επιτρέπει την επικοινωνία PLC και ανθρώπου. Όλες οι ρυθμίσεις, αλλαγή Set Points, μηνύματα, Alarm καταστάσεις, ακόμα και το πρόγραμμα, μπορούν να αλλάζουν μέσω μιας τέτοιας οθόνης HMI που στην ουσία γίνεται ο ενδιάμεσος φορέας (Interface) μεταξύ PLC και ανθρώπου. Με πιο απλά λόγια το HMI μας προσφέρει την δυνατότητα ελέγχου μιας διαδικασίας παραγωγής, με γραφικό τρόπο, όπως φαίνεται και από το παράδειγμα της εικόνας 6.1.

6.2 Simatic WinCC flexible

Το Simatic WinCC flexible είναι το καινοτομικό λογισμικό ενδείξεων και χειρισμών HMI της Siemens για όλη την κλίμακα των εφαρμογών: από το πιο απλό και οικονομικό micro panel έως και τη λύση που βασίζεται σε υπολογιστή.



6.1 Παράδειγμα HMI

Το WinCC flexible Runtime που λειτουργεί σε H/Y παρέχει πολύ ικανοποιητικές λειτουργίες και δυνατότητες και επεκτείνεται ή αναβαθμίζεται εύκολα με πρόσθετα

πακέτα λογισμικού. Οι Runtime λειτουργίες στην περίπτωση των operator panels εξαρτώνται από τις δυνατότητες και την κατηγορία της συσκευής.

Το WinCC αποτελεί ένα ολοκληρωμένο πακέτο εποπτείας και χειρισμών. Διαθέτει έτοιμες συναρτήσεις για την γραφική απεικόνιση μεταβλητών, την παρουσίαση μηνυμάτων και αναφορών, καθώς και την αποθήκευση δεδομένων. Το περιβάλλον του είναι φιλικό προς το χρήστη και οι λειτουργίες που διατίθενται χωρίζονται σε κατηγορίες που ονομάζονται συναρτησιακές μονάδες (function modules).

Οι συναρτησιακές μονάδες είναι :

1.Graphics Designer:

Δημιουργεί γραφική απεικόνιση της διεργασίας.

2.Global Scripts:

Προγραμματίζει τις δράσεις (actions) και τις συναρτήσεις που χρησιμοποιούνται για την προσαρμογή στις ανάγκες της κάθε εφαρμογής.

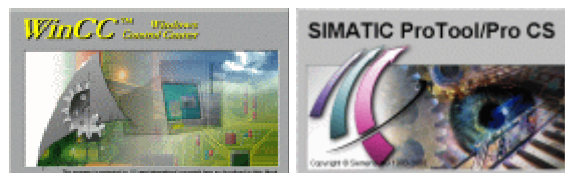
3.Alarm Logging: Παρέχει μηνύματα και προειδοποιήσεις σφάλματος

4.Tag Logging: Επεξεργάζεται και αποθηκεύει δεδομένα

5.Report Designer: Δημιουργεί αναφορές για την κατάσταση του συστήματος

Οι λειτουργίες που χρειάζεται να επιτελεί το WinCC δεν εξαρτώνται από την τοπολογία του δικτύου των PLC. Από το WinCC ζητείται να διεκπεραιώνει τα εξής : σε κάθε στιγμή δειγματοληψίας στέλνει τις τιμές των εξόδων της διεργασίας στο master PLC Λαμβάνει τις νέες τιμές των χειριζόμενων μεταβλητών και το χρόνο εκτέλεσης του αλγορίθμου. Επιλύει τις διαφορικές εξισώσεις της διεργασίας με τα νέα δεδομένα

Με την συναρτησιακή μονάδα Global Scripts μπορούν να γραφούν δράσεις που να προγραμματίζουν τις ενέργειες του συστήματος εποπτείας ανάλογα με τις απαιτήσεις της εκάστοτε εφαρμογής. Οι δράσεις είναι προγράμματα γραμμένα σε γλώσσα C που ενεργοποιούνται είτε περιοδικά, είτε σε μία ορισμένη χρονική στιγμή, είτε με την αλλαγή μιας ετικέτας (tag). Οι ετικέτες αποτελούν την επικοινωνία του WinCC κατά την σύνδεσή του με τις διάφορες συσκευές. Η λειτουργία της κάθε ετικέτας εξαρτάται από τον οδηγό (driver) μέσα στον οποίο θα έχει δημιουργηθεί. Ο οδηγός περιέχει όλες τις πληροφορίες για την επικοινωνία της ετικέτας με τη συσκευή. Με αυτόν τον τρόπο, μπορούν να οριστούν ετικέτες που αντιστοιχούν σε περιοχές μνήμης των PLC και με τις οποίες γίνεται ανταλλαγή δεδομένων ή να πραγματοποιείται επικοινωνία με μία φόρμα του Excel.



6.3 Ερευνητικό κομμάτι

Σκοπός της πτυχιακής άσκησης αποτελεί και η πραγματοποίηση μιας έρευνας πάνω στους βιομηχανικούς αυτοματισμούς που χρησιμοποιούνται αυτήν τη στιγμή στο Ηράκλειο. Για να έχω την καλύτερη εικόνα όσο αφορά τους βιομηχανικούς αυτοματισμούς έπρεπε να επισκεφθώ ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα εταιριών που χρησιμοποιούν και να στηρίζουν κατά ένα μεγάλο ποσοστό, την γραμμή παραγωγής της στους αυτοματισμούς. Αυτές οι εταιρίες είναι τα Πλαστικά Κρήτης, η Καράτζης Α.Ε και η Megaplast S.A. Και οι τρεις αυτές βιομηχανίες ασχολούνται με την κατασκευή και μεταποίηση πλαστικού. Πιο αναλυτικά. Η βιομηχανία πλαστικά Κρήτης κατασκευάζει, όπως λέει και το όνομα της, πλαστικά πολλών διαμετρημάτων και διαφορετικών χρήσεων. Το κύριο υλικό που χρησιμοποιείται είναι το master batch. Το master batch είναι στην ουσία πολύ λεπτοί και μικροί σε μέγεθος, κόκκοι ενός ειδικά κατεργασμένου υλικού, που μετά από επεξεργασία μετατρέπεται σε πλαστικό. Αυτό το υλικό είναι πολύτιμο για την συνεχή και αδιάλειπτη λειτουργία του εργοστασίου, για αυτό το λόγο και βρίσκεται αποθηκευμένο στις αποθήκες σε τεράστιες ποσότητες. Το master batch όμως για να αποθηκευτεί πρέπει πρώτα να τοποθετηθεί σε ειδικά τσουβάλια. Για αυτήν την εργασία υπάρχει μια αυτοματοποιημένη γραμμή παραγωγής που σκοπό έχει την συσκευασία του master batch και την αποθήκευση του σε ξύλινες παλέτες. Για να γίνει κατανοητή η όλη διαδικασία, παρακάτω, θα ξεκινήσω την ανάλυση όλων των επιμέρους συστημάτων που χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό για να διεκπεραιώσουν την εργασία.

Η Καράτζης Α.Ε δεν κατασκευάζει master batch αλλά το χρησιμοποιεί για να φτιάξει φύλλα πλαστικού, που στη συνέχεια θα τα μετατρέψει σε τελικό προϊόν κατάλληλο για συσκευασία λαχανικών, φρούτων και κάθε λογής αντικειμένων.

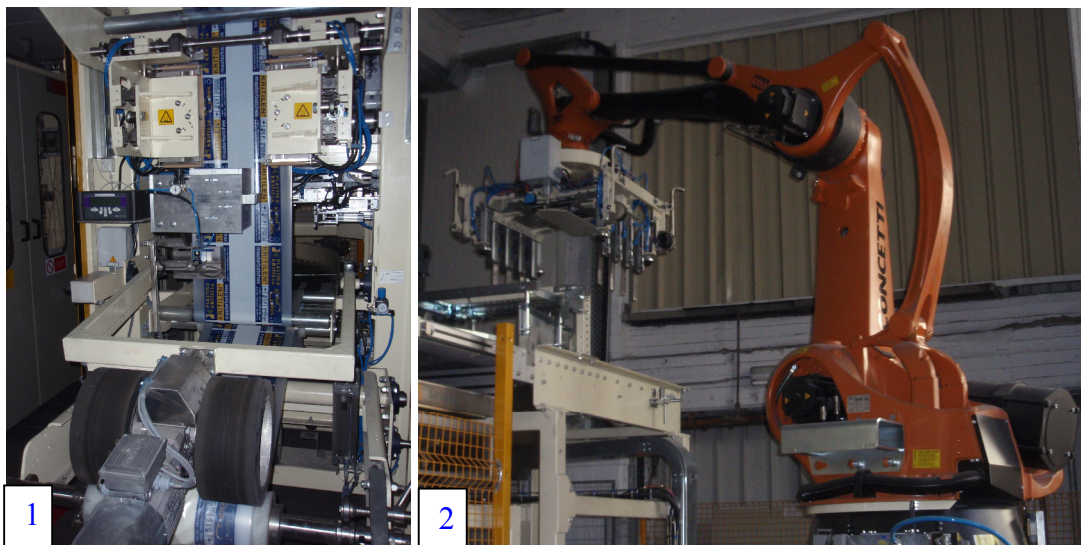
Τέλος η Megaplast είναι η και αυτή μια βιομηχανία κατασκευής πλαστικών ειδών, που ως πρώτη ύλη έχει και αυτή το master batch και κατασκευάζει φύλλα διάτρητου πλαστικού σε διάφορα μεγέθη και ποιότητες. Στην Megaplast λειτουργεί και μονάδα ανακύκλωσης πλαστικού που ως τελικό προϊόν έχει υλικό master batch 2^{ης} ποιότητας (από την στιγμή που έχει υποστεί ξανά επεξεργασία). Και στις τρεις προαναφερθείσες βιομηχανίες τα PLC αποτελούν την ραχοκοκαλιά και τη καρδιά όλης της παραγωγής, αφού δεν συνάντησα ούτε μια γραμμή παραγωγής που να μην ελέγχεται από PLC και να συνεργάζεται και με τα υπόλοιπα, υλοποιώντας με αυτό τον τρόπο βιομηχανικά δίκτυα που σκοπό έχουν την μεγιστοποίηση της ποιότητας και της παραγωγής των προϊόντων.

6.4 Επίσκεψη στα Πλαστικά Κρήτης



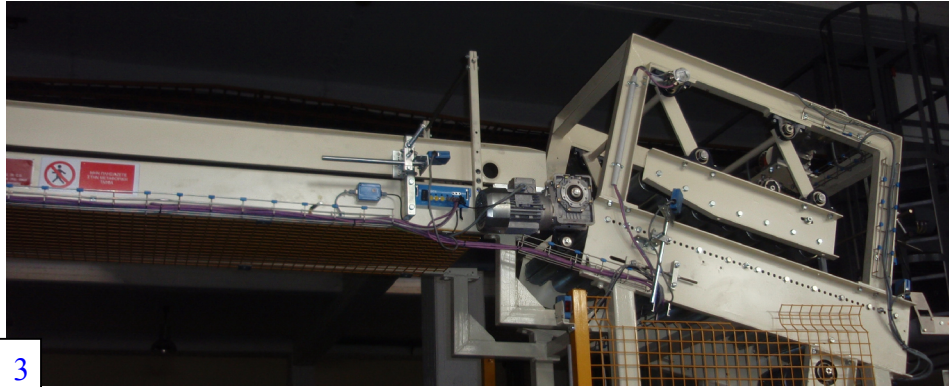
Συσκευαστική μηχανή για το υλικό master batch

Η πρώτη μηχανή που συναντάμε είναι η συσκευαστική (εικόνα 1). Η συσκευαστική μηχανή αναλαμβάνει να διοχετεύσει το υλικό master batch μέσα σε πλαστικά τσουβάλια. Όταν γίνει αυτό τα τσουβάλια με το master batch οδηγούνται μέσω μιας πλατφόρμας μεταφοράς (εικόνα 3) σε ένα συγκεκριμένο σημείο. Η πλατφόρμα μεταφοράς όπως βλέπουμε και από την εικόνα 3, κινείται με την βοήθεια ασύγχρονων τριφασικών κινητήρων. Σημαντικό ρόλο παίζουν και οι αισθητήρες που είναι τοποθετημένοι κατά μήκος της πλατφόρμας και δίνουν συνεχώς, χρήσιμες πληροφορίες. Μετά από την πλατφόρμα μεταφοράς την σκυτάλη παίρνει ο ρομποτικός βραχίονας (εικόνα 2) που κάνει τις εξής λειτουργίες: αρχικά παίρνει σκληρά χαρτόνια τα οποία και τοποθετεί επάνω στην παλέτα. Μετά παίρνει τα τσουβάλια από το τέλος της πλατφόρμας και τα τοποθετεί στην παλέτα αφού πρώτα έχει αναγνωρίσει το τσουβάλι μέσω ενός αισθητήρα bar code. Αφού αναγνωρίσει το τσουβάλι, μετρά το βάρος του και ελέγχει εάν είναι λιποβαρές ή αν έχει παραπάνω βάρος από το κανονικό. Αν δεν πληρή τις προϋποθέσεις απορρίπτεται και τοποθετείτε στην άκρη. Όταν τώρα η παλέτα γεμίσει, η ταινία μεταφοράς που βρίσκεται επάνω η παλέτα, μετακινείται και στην θέση της μπαίνει μια νέα άδεια παλέτα.



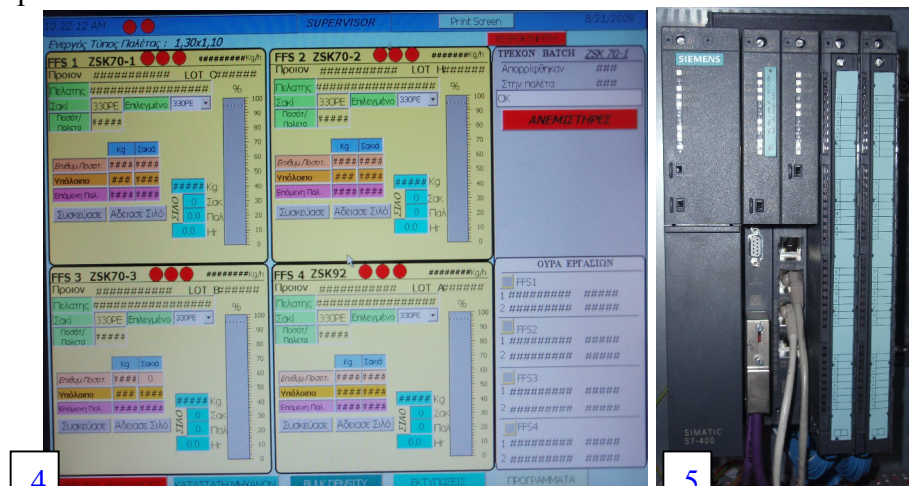
6.4.1 Συσκευαστική μηχανή και ρομποτικός βραχίονας

Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται μέχρι να δοθεί η κατάλληλη εντολή για παύση. Όλες οι εντολές, η επίβλεψη, παραμετροποίηση και ο έλεγχος πραγματοποιείται μέσα από το βιομηχανικό control panel (εικόνα 4) της Simatic. Αυτό το ειδικά κατασκευασμένο panel μας προσφέρει μια σειρά από χρήσιμες πληροφορίες που δέχεται από τους εγκατεστημένους αισθητήρες και τα PLC, από την στιγμή της συσκευασίας μέχρι την στιγμή της αποθήκευσης στις παλέτες.



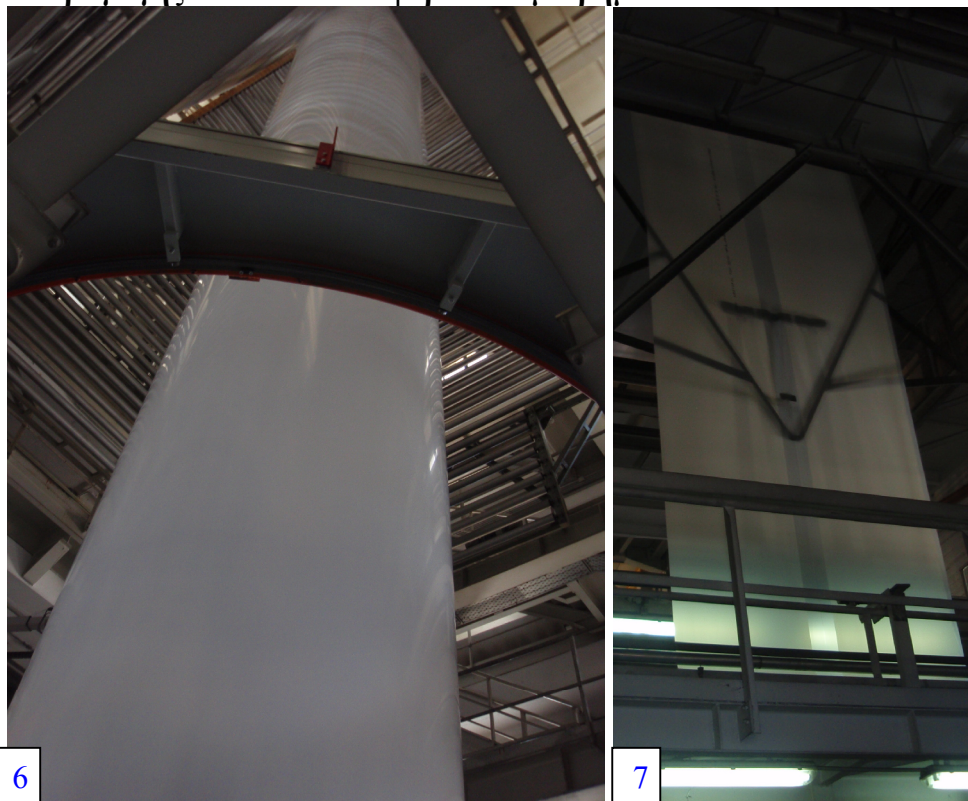
6.4.2 Πλατφόρμα μεταφοράς

Το συγκεκριμένο control panel είναι προγραμματισμένο βάση το πρόγραμματος Simatic WinCC flexible και βάση προγραμματισμού με VBScript. Στην εικόνα 4 μπορούμε να δούμε ότι η οθόνη είναι χωρισμένη σε 4 κομμάτια, ένα κομμάτι για κάθε συσκευαστική μηχανή που υπάρχει στο εργοστάσιο. Να σημειωθεί όμως ότι και οι 4 μηχανές δεν μπορούν να λειτουργήσουν ταυτόχρονα. Καιρός είναι τώρα να αναφερθώ και στα PLC που χρησιμοποιούνται και είναι και ο κύριος σκοπός της εργασίας μου. Για την γραμμή παραγωγής που ανέφερα παραπάνω χρειάστηκαν 6 PLC S7 300 (εικόνα 5) την σωστή λειτουργία των μηχανών και ένα PLC S7 400 που συνδέεται με όλα τα υπόλοιπα μέσω δικτύου PROFIBUS και κάνει γενικό έλεγχο και επίβλεψη λειτουργίας. Τα πρώτα 4 PLC S 300 αφορούν αποκλειστικά τις 4 συσκευαστικές μηχανές. Ένα PLC S 300 αφορά την πλατφόρμα μεταφοράς, τον ρομποτικό βραχίονα και μια σειρά από αισθητήρες που ελέγχουν ένα σύνολο από καταστάσεις για την σωστή λειτουργία του βραχίονα, όπως έλεγχος για τον αριθμό των χαρτονιών που υπάρχουν διαθέσιμα, αισθητήρες βάρους για τον έλεγχο της παλέτας (πότε έχει γεμίσει) κ.α. Το PLC S 400 όπως είπαμε αφορά την επίβλεψη και τον έλεγχο των όλων των άλλων PLC. Το S 400 λαμβάνει εντολές και στέλνει πληροφορίες στο κεντρικό control panel.



6.4.3 WinCC flexible και Simatic S7 300

Φύλλο παραγωγής πλαστικού διαφόρων διαμετρημάτων



6.4.5 Φύλο πλαστικού στην αρχική (μηχανή blown film extruder) και τελική του μορφή.

Το δεύτερο σύστημα με το οποίο ήρθα σε επαφή ήταν το φύλλο παραγωγής. Πρόκειται για ένα σύνολο από μηχανές που συνεργάζονται, χρησιμοποιώντας σαν πρώτη ύλη το υλικό master batch, για την κατασκευή ενός ενιαίου κομματιού πλαστικού φύλλου σε σχήμα κυλίνδρου, με μήκος πάνω από 20 μέτρα και διάμετρο στα 2.5 μέτρα. Στο εργοστάσιο υπήρχαν 4 τέτοιες γραμμές παραγωγής με 4 διαφορετικές διαμέτρους πλαστικού. Στην εικόνα 6 βλέπουμε τη μηχανή blown film extruder, που παράγει πλαστικό φύλλο στην αρχική-κυλινδρική του μορφή και μετά το βλέπουμε στην τελική του μορφή (εικόνα 7). Στην τελική του μορφή το πλαστικό τυλίγεται σε μεγάλες μπομπίνες και αποθηκεύεται. Για να φτάσει όμως το φύλλο από την μορφή μικρού κόκκου (master batch), στην τελική του μορφή, μεσολάβησαν πολλές μηχανές αυτοματισμού που όλες λειτούργησαν με μεγάλη ακρίβεια και με σωστό συντονισμό με την βοήθεια του εντατικοποιημένου ελέγχου ενός και μόνο PLC S (400 εικόνα 9).

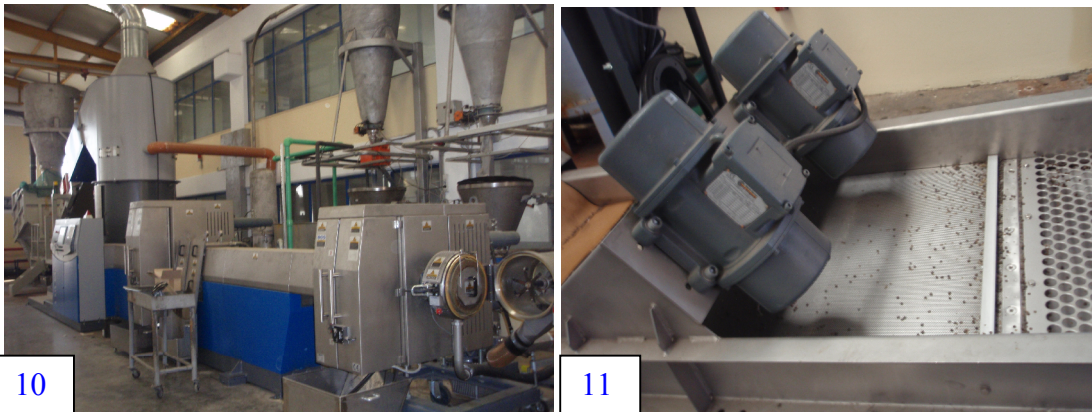


6.4.6 Πίνακας ελέγχου με Simatic Panel και το PLC S 400

Και σε αυτή την περίπτωση ο ρόλος του PLC ήταν καθοριστικός. Με ένα μεγάλο σύνολο από διαφορετικούς τύπους αισθητήρων που μετράνε συνεχώς το μήκος και την διάμετρο του φύλλου καθώς και άλλες καταστάσεις, στέλνουν συνεχώς δεδομένα στο PLC και αυτό με τη σειρά του ενημερώνει τον χειριστή μέσω των ενδείξεων που εμφανίζονται στο Simatic control panel. Στην εικόνα 8 βλέπουμε τον κεντρικό πίνακα ελέγχου με όλα τα απαραίτητα κουμπιά για άμεση παύση και εκκίνηση της γραμμής παραγωγής, καθώς και Panel που μας δίνει μέσω τους S 400 όλες τις ενδείξεις λειτουργίας και μας προσφέρει και δυνατότητες να επέμβουμε δυναμικά στην γραμμή παραγωγής.

Μηχανή ανακύκλωσης πλαστικού

Το τελευταίο σύστημα που είχα την ευκαιρία να συναντήσω ήταν μια αυτοματοποιημένη μηχανή ανακύκλωσης πλαστικού. Σκοπός της μηχανής αυτής είναι η ανακύκλωση πλαστικού που δεν προσφέρεται πλέον για χρήση, μέσω τριών βασικών διαδικασιών: κατακερματισμός πλαστικού, μετατροπή του σε μικρούς κόκκους και τελική διαλογή και καθαρισμός.



6.4.7 Αυτοματοποιημένη μηχανή ανακύκλωσης στο στάδιο της διαλογής.

Όλες οι παραπάνω ενέργειες πραγματοποιούνται με την βοήθεια ειδικών μηχανών που συνεργάζονται μεταξύ τους και ελέγχονται κεντρικά από μια σειρά PLC's. Το κομμάτι που θα δούμε και μας αφορά περισσότερο είναι το κομμάτι του τελικού καθαρισμού και διαλογής, που αναλαμβάνει να φέρει εις πέρας η μηχανή που βλέπουμε στην εικόνα 10. Η παραπάνω μηχανή δέχεται το κομματιασμένο πλαστικό από τις άλλες μηχανές και μετά από ειδική κατεργασία το μετατρέπει σε μικρούς κόκκους ενός υλικού που μετά από επεξεργασία θα μετατραπεί σε master batch. Για την ορθή λειτουργία όμως όλης αυτής της γραμμής παραγωγής χρειάζεται και πάλι η πολύ σημαντική βοήθεια των PLC, που ελέγχουν και ρυθμίζουν την όλη διαδικασία. Στο κτίριο ανακύκλωσης υπάρχουν 2 κύριες μηχανές ανακύκλωσης. Μια μηχανή κατασκευασμένη πριν από μερικά χρόνια, με ελαφρώς παρωχημένα συστήματα, όπως είναι το PLC S5 που βλέπουμε στην εικόνα 12, που όμως κάνει την δουλειά που είναι προγραμματισμένο πολύ καλά και μια σύγχρονη μηχανή ανακύκλωσης, που λειτουργεί με το PLC S300 και με τη βοήθεια το νέας γενιάς Simatic touch panel, προσφέρει πολλές δυνατότητες για άμεση και έγκαιρη, παρακολούθηση και παρέμβαση στην γραμμή παραγωγής. Τα πάνελ της Siemens χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, αναλόγως τις επιλογές που προσφέρουν και είναι τα: TD (Text Displays) OP (Operator Panels), και TP (Touch Panels). Στα πλαστικά Κρήτης συνάντησα ως επί το πλείστον Touch Panels αλλά και μερικά Operator Panels.



6.4.8 Το PLC της Siemens, σειράς S5 και Siemens touch panel.

Τα κύρια συμπεράσματα που βγαίνουν από αυτήν την επίσκεψη στο εργοστάσιο της εταιρίας Πλαστικά Κρήτης είναι, κατά πρώτον ότι οι λογικές ελεγκτές αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι μιας οποιασδήποτε σοβαρής βιομηχανίας που θέλει συνεχή και αδιάλειπτη παραγωγή, ελάττωση του κόστους, καλύτερη διαχείριση σε όλους τους τομείς της παραγωγής και ουσιαστικά την κατασκευή ενός ποιοτικότερου προϊόντος. Δεύτερον, η δυνατότητα επίβλεψης της λειτουργίας των μηχανών και όλων των παρελκόμενων συστημάτων με σκοπό τον έλεγχο πολλών γραμμών παραγωγής ταυτόχρονα, προσφέροντας μας έτσι ένα ακόμη σημαντικό πλεονέκτημα. Εν κατακλείδι όπως βλέπουμε και παραπάνω, δεν νοείται σύγχρονη βιομηχανία χωρίς να έχει στο δυναμικό λογικούς ελεγκτές και σύγχρονα συστήματα Human Machine Interface (όπως το WinCC) για μεγαλύτερη λειτουργικότητα και ευελιξία στην επίβλεψη και τον έλεγχο της κατάστασης των PLC.

6.5 Επίσκεψη στο εργοστάσιο Καράτζης Α.Ε.



Η εταιρία Καράτζης Α.Ε. κατασκευάζει μια ποικιλία από φύλλα πλαστικού που προορίζονται για κάθε χρήση, για παράδειγμα σε συσκευασίες φαγητού μέχρι και πλαστικό φύλλο για να τυλίγονται κάθε λογής αντικείμενα. Το πλαστικό φύλλο που παράγεται στο σύγχρονο εργοστάσιο της εταιρίας, χωρίζεται σε κατηγορίες ανάλογα την ποιότητα που ζητά ο πελάτης. Για την κατασκευή του πλαστικού φύλλου όπως είδαμε και παραπάνω στα Πλαστικά Κρήτης, χρειάζεται σαν πρώτη ύλη το υλικό master batch. Αναλόγως την ποιότητα και την δΟΣολογία του master batch που θα

χρησιμοποιηθεί έχουμε και διαφορετικές κατηγορίες πλαστικού. Για κάθε κατηγορία πλαστικού χρειάζεται μια ξεχωριστή μηχανή. Αυτή η μηχανή είναι ο extruder που χωρίζεται σε επιμέρους κομμάτια. Το πρώτο κομμάτι του extruder αναλαμβάνει να πάρει το υλικό master batch από τρεις διαφορετικές δεξαμενές. Η ποσότητα που θα πάρει από κάθε δεξαμενή, ελέγχεται από το PLC BnR 2003. Αυτό το PLC είναι στην ίδια κατηγορία με το PLC S 200, αλλά είναι διαφορετικής εταιρίας. Το δεύτερο κομμάτι του extruder έχει να κάνει με το φύλλο πλαστικού που έχει αρχίσει να παράγεται. Η κατασκευή του φύλλο αυτού, είναι ίδιας λογικής με το φύλλο πλαστικού που υπάρχει στην εικόνα 6.5 αλλά πολύ μικρότερης κλίμακας. Δηλαδή το μήκος του φύλλου δεν ξεπερνά τα 2 μέτρα και σε διάμετρο τα 30 εκατοστά (ο blown film extruder είναι μικρότερης δυναμικότητας). Εδώ επεμβαίνει και πάλι το PLC ελέγχοντας ότι το φύλλο έχει το σωστό πάχος και διάμετρο. Το τρίτο και τελευταίο κομμάτι που βρίσκεται ανεξάρτητο στην έξοδο του extruder, είναι η μηχανή που τυλίγει το φύλλο του πλαστικού. Αυτή η μηχανή τυλίγει το πλαστικό σε μπομπίνες συγκεκριμένου μεγέθους. Και σε αυτό το κομμάτι σημαντικό ρόλο παίζει το PLC που ελέγχει το πάχος της μπομπίνας και σταματά το τύλιγμα όταν ξεπεραστεί το επιτρεπτό όριο και ειδοποιεί τους εργάτες με ηχητικό σήμα. Σε αυτή τη μηχανή χρησιμοποιεί ένα PLC Mitsubishi για τον έλεγχο της μηχανής τυλίγματος ρολού, που όμως συνεργάζεται και με το PLC BnR, που είδαμε παραπάνω για την αρτιότητα της λειτουργίας της γραμμή παραγωγής.

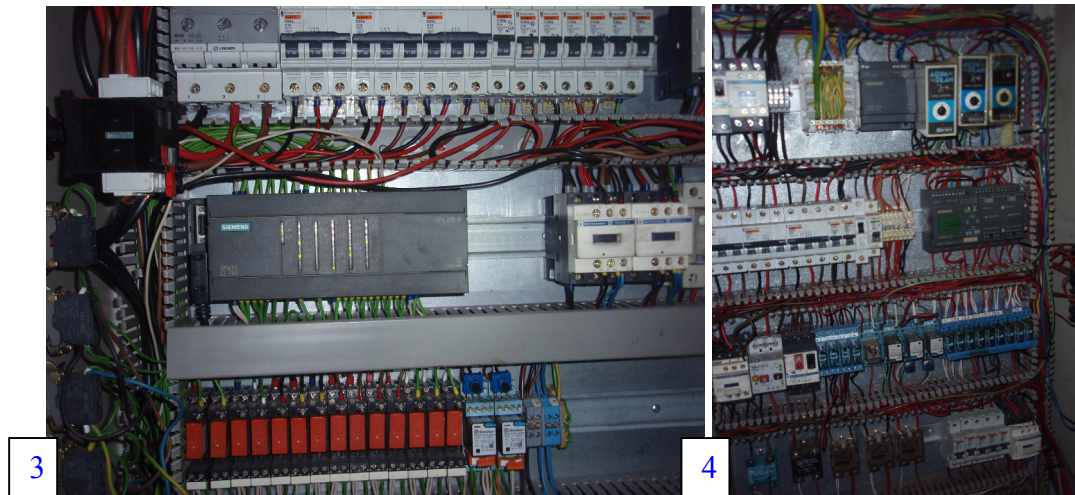


6.5.1 Το PLC BnR και δύο επαγωγικοί διακόπτες ελέγχουν την μηχανή τυλίγματος.

Την πρώτη αίθουσα που επισκέφτηκα ήταν και η πρώτη γραμμή παραγωγής που περιελάμβανε τις μηχανές που παρήγαγαν ουσιαστικά την πρώτη ύλη, δηλαδή το φύλλο πλαστικού, συσκευασμένο πλέον σε ρολά, που θα αποτελέσει την βάση πάνω στην οποία κατασκευαστεί το τελικό προϊόν.

Συνεχίζοντας στην δεύτερη μεγάλη αίθουσα ερχόμαστε σε επαφή με την κύρια γραμμή παραγωγής, που θα δώσει την τελική μορφή στο φύλλο του πλαστικού, αναλόγως για τη χρήση το θέλουμε. Κατά κόρων το εργοστάσιο παράγει μια διάτρητη μορφή πλαστικού που χρησιμοποιείται για τη συσκευασία τροφίμων. Για να δημιουργηθεί αυτή η μορφή συσκευασίας, παρεμβάλλεται μια πολύπλοκη μηχανή που αρχικά χωρίζει το φύλλο του πλαστικού που έχει κατασκευαστεί στην πρώτη γραμμή παραγωγής και στη συνέχεια παίρνει κάθε μια από τις πολύ λεπτές λωρίδες (νήματα) πλαστικού και τις πλέκει μεταξύ τους, δημιουργώντας έτσι την διάτρητη πλεκτή συσκευασία που είναι κατάλληλη για την μεταφορά φρούτων και λαχανικών. Για την υλοποίηση της παραπάνω διαδικασίας είναι και πάλι απαραίτητη η χρήση

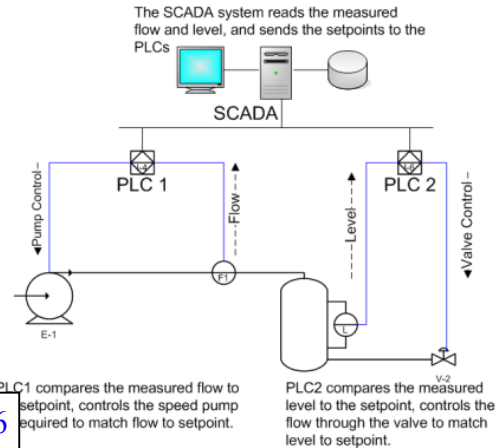
των PLC. Επειδή έχουμε προχωρήσει σε μια μεγαλύτερη γραμμή παραγωγής είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν PLC αυξημένων δυνατοτήτων. Τέτοια PLC είναι τα Siemens S 200 που είδα ότι χρησιμοποιήθηκαν ως επί το πλείστον, αλλά και μερικά Siemens Logo που με την προσθήκη δυο expansion modules μπόρεσαν να ανταπεξέλθουν στις αυξημένες ανάγκες της πλεκτικής μηχανής. Έτσι λοιπόν τα παραπάνω PLC χειρίζονται ένα πλήθος παραμέτρων, από τη λειτουργία των inverters μέχρι το μήκος και το πάχος του νήματος. Ο έλεγχος και παραμετροποίηση των PLC γίνεται εύκολα και γρήγορα με την χρήση των ειδικά κατασκευασμένων touch panels της Siemens.



6.5.2 Τα PLC S 200 και Logo προσαρμοσμένα υπεύθυνα για τον έλεγχο της πλεκτικής μηχανής.

Αξίζει να σημειωθεί ότι εκτός από τα PLC της Siemens στην γραμμή παραγωγής υπήρχαν και PLC συνδεδεμένα με ειδικά συστήματα, κατασκευασμένα όλα από την κατασκευάστρια εταιρία της πλεκτικής μηχανής. Οι δυνατότητες που προσέφερε ήταν σαφώς πιο αυξημένες από ότι αυτές που παρείχαν τα PLC της αγοράς. Ένα παράδειγμα τέτοιας εταιρίας αποτελεί η Karl Mayer, η οποία είχε κατασκευασμένο δικό της PLC και Inverters που δούλευαν άψογα σε συνεργασία με την πλεκτική μηχανή.

Το τελευταίο κομμάτι αυτοματισμού και ελέγχου που συνάντησα ήταν το expansion module διασύνδεσης με το σύστημα SCADA. Η ανάγκη για σύγχρονη και αποτελεσματική παρακολούθηση της παραγωγής σε μία βιομηχανία επιβάλλει σήμερα τη σαφή και κατανοητή παρουσίαση των παραμέτρων της στον υπεύθυνο κάθε γραμμής παραγωγής. Τα στοιχεία είναι ανάγκη να εμφανίζονται στην οθόνη του H/Y ή σε ειδικά κατασκευασμένα panels, σε μορφή εκμεταλλεύσιμη από τον χειριστή (supervisor). Η παραπάνω ανάγκη γίνεται πράξη, με την χρήση των συστημάτων SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition). Ένα σύστημα SCADA χρησιμοποιείται σε πιλοτικό στάδιο, δοκιμαστικά, σε μια μηχανή, μιας από της γραμμές παραγωγής του εργοστασίου. Το σύστημα SCADA ουσιαστικά προσφέρει όλα τα πλεονεκτήματα του HMI (Human Machine Interface), που συναντήσαμε να χρησιμοποιείται και στην Καράτζης Α.Ε. , αλλά και στα Πλαστικά Κρήτης, με την μορφή των touch panels που είχαν προγραμματιστεί είτε με το πρόγραμμα WinCC , είτε με το πρόγραμμα ProTool.



6.5.3 Expansion module για σύνδεση σε σύστημα SCADA και σχεδιάγραμμα υλοποίησης συστήματος SCADA.

Εν κατακλείδι στην βιομηχανία Καράτζης Α.Ε. είδα ένα αρκετά μεγάλο αριθμό PLC με πολλές και διαφορετικές χρήσεις, από τον έλεγχο γραμμών παραγωγής, μέχρι την επίβλεψη της θερμοκρασίας και υγρασίας της κάθε αίθουσας, αλλά και κάθε μηχανής ξεχωριστά. Ακόμη ήρθα και σε επαφή με το σύστημα SCADA, βλέποντας τα οφέλη που προσφέρει αυτό το νέο σχετικά σύστημα.

6.6 Επίσκεψη στο εργοστάσιο Megaplast S.A.



Η βιομηχανία Megaplast S.A. ασχολείται με την κατασκευή πλαστικού για συντήρηση τροφίμων και άλλων προϊόντων δίνοντας μεγάλη σημασία στην ποιότητα. Σαν πρώτη ύλη έχει και αυτή το υλικό master batch, έχοντας στην διάθεση της και μηχανή ανακύκλωσης για την παραγωγή master batch που προορίζεται για διαφορετική χρήση. Στο εργοστάσιο λειτουργούν δύο διαφορετικές γραμμές παραγωγής που στεγάζονται σε δυο διαφορετικά κτήρια. Η πρώτη γραμμή παραγωγής κατασκευάζει την βάση πάνω στην οποία θα στηριχτεί η δεύτερη γραμμή παραγωγής, για να κατασκευάσει το τελικό προϊόν. Αυτή η βάση ουσιαστικά είναι η το φύλλο πλαστικού που έχει κατασκευαστεί σε διάφορες ποιότητες και είναι τοποθετημένο σε ειδικά ρολά συγκεκριμένου μεγέθους. Για να γίνει κατανοητή η όλη διαδικασία, δηλαδή το πώς πηγαίνουμε από το αρχικό υλικό, master batch, στο τελικό προϊόν, διάτρητο φύλλο συσκευασίας, θα αναλύσω τα επιμέρους στοιχεία που περιλαμβάνει η κάθε γραμμή παραγωγής και το ρόλο που παίζουν τα PLC στη

σωστή λειτουργία τους. Αρχικά στην πρώτη γραμμή παραγωγής έχουμε μεγάλα σιλό που περιέχουν το υλικό master batch. Η στάθμη του υλικού αυτού ελέγχεται από ένα S 300, έτσι ώστε να γνωρίζει ο ελεγκτής πότε το σιλό είναι γεμάτο ή άδειο. Τα PLC ακόμη ρυθμίζει την ροή που θα έχει το master batch προς και από το σιλό. Δηλαδή την ποσότητα του υλικού που θα εισέρχεται στο σιλό και την ποσότητα του υλικού που θα στέλνεται προς τον extruder. Ο extruder είναι η μηχανή που θα πάρει στην είσοδο του το master batch, βάζοντας διαφορετικές αναλογίες υλικού για κάθε κατηγορία ποιότητας, και θα βγάλει την έξοδο του το αρχικό φύλλο, από την μηχανή blown film extruder, που αποτελεί συνέχεια του αρχικού extruder.



6.6.1 Το PLC Mitsubishi FX και το πάνελ της Siemens OP 77A.

Στη συνέχεια το φύλλο πλαστικού θα περάσει από μια άλλη μηχανή που θα το μετατρέψει σε κομμάτια συγκεκριμένου μήκους και πάχους και θα το τυλίξει σε ρολό (μπομπίνες). Στη συνέχεια το φύλλο προωθείται προς μια μηχανική πρέσα, που αναλόγως την ποιότητα του πλαστικού που θέλουμε, βάζει την κατάλληλη αναλογία σε τρία διαφορετικά στρώματα. Μαζί και τα τρία στρώματα γίνονται ένα σώμα, μέσα από κατάλληλες θερμοκρασίες και εν τέλει προωθούνται προς την μηχανή τυλίγματος. Σε αυτό το σημείο η κατασκευή της βάσης την οποία θα μετατρέψει σε τελικό προϊόν η δεύτερη γραμμή παραγωγής έχει τελειώσει. Φυσικά για την υλοποίηση όλων των παραπάνω διεργασιών, ήταν απαραίτητη η χρήση των PLC. Στην πρώτη γραμμή παραγωγής χρησιμοποιήθηκαν σχεδόν αποκλειστικά PLC της BnR, κατά κόρων το μοντέλο 2005. Η BnR είναι μια εταιρία που κατασκευάζει μια μεγάλη σειρά από λογικούς ελεγκτές και χρησιμοποιεί αρκετά τα touch panels της Mitsubishi.

Στην δεύτερη γραμμή παραγωγής χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον PLC της Siemens, με έμφαση στα S300 και S200. Εδώ η παραγωγή ξεκινάει παίρνοντας το φύλλο πλαστικού, μέσω μιας μηχανής ξετυλίγματος. Το φύλλο προωθείται σε μία άλλη πρέσα που ανοίγει τρύπες στο φύλλο. Η πρωτοτυπία της εταιρίας αποτελεί η τελική μορφή του πλαστικού που παράγει, το οποίο έχει τρύπες κατασκευασμένες με τέτοιο τρόπο, ώστε να διατηρούνται σωστά και για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα μια ποικιλία από τρόφιμα. Μετά από την πρέσα το πλαστικό τεντώνεται για να αποκτήσει μεγαλύτερη ελαστικότητα και αντοχή. Τα PLC S 200 αναλαμβάνουν σε αυτό το σημείο να κάνουν τον απαραίτητο έλεγχο που χρειάζεται για το μήκος του φύλλου (δηλαδή το πόσο θα τεντωθεί) και αναλόγως να επιβραδύνει ή να επισπεύδει την ταχύτητα της γραμμής παραγωγής. Στο τέλος της γραμμής παραγωγής βρίσκεται πάλι μια μηχανή τυλίγματος, του τελικού προϊόντος. Για ακόμη μια φορά ο ρόλος των PLC και σε αυτό το εργοστάσιο είναι καθοριστικός. Όλες οι διαδικασίες παραγωγής

είναι αυτοματοποιημένες και έλεγχος είναι κεντρικός για να ελέγχεται καλύτερα κάθε γραμμή παραγωγής. Αξίζει να σημειωθεί ότι η πλειονότητα των PLC ήταν SCADA ready, δηλαδή είχαν τροποποιηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορέσουν στο μέλλον να έχουν την δυνατότητα σύνδεσης με σύστημα SCADA. Για ακόμη μια φορά φαίνεται ότι τα συστήματα εποπτείας SCADA θα παίζουν σημαντικό ρόλο στο μέλλον των βιομηχανικών αυτοματισμών.

Κεφάλαιο 7

Συμπεράσματα

Τα κύρια συμπεράσματα που απορρέουν από την πτυχιακή εργασία χωρίζονται σε αρκετούς και διαφορετικούς τομείς. Ξεκινώντας την εργασία αναφέρθηκα σε όλα τα επιμέρους στοιχεία και συστήματα που χρησιμοποίησα, από το αισθητήρια μέχρι τους βιομηχανικούς ελεγκτές και τα applets. Η ανάλυση προχώρησε στο καθαρά προγραμματιστικό μέρος της εργασίας, όπου και αναφέρθηκα σε όλες τις σημαντικές παραμέτρους, που χρειάζεται ο αναγνώστης για να κατανοήσει την δομή και λειτουργία των PLC και εν τέλει παρέθεσα και ένα ερευνητικό κομμάτι, με την επίσκεψη μου στα Πλαστικά Κρήτης, την Καράτζης Α.Ε. και τη Megaplast.

Σε όλες τις βιομηχανίες που επισπεύτηκα, συνάντησα και τα τρία PLC που χρησιμοποίησα στην εργασία μου. Ειδικά με το PLC S300, παρατήρησα σημαντική χρήση σε πολλά σημεία της βιομηχανία. Το συγκεκριμένο PLC το συνάντησα σε πάνω από 10 γραμμές παραγωγής, σε ένα περιβάλλον με αυξημένες ανάγκες και απαιτήσεις. Αυτό σημαίνει ότι η εργασίες που επιτελούνται στο εργαστήριο των αυτοματισμών, μπορούν να βρουν χρήση σε πολλές βιομηχανίες και βιοτεχνίες. Ο σκοπός της έρευνας όσον αφορά τα PLC που χρησιμοποιούνται στις μεγαλύτερες βιομηχανίες του Ηρακλείου, ήταν για να δω αφενός τα PLC και τις χρήσεις τους, και αφετέρου το επίπεδο των αυτοματοποιημένων συστημάτων παραγωγής, που υπάρχουν αυτή τη στιγμή στο Ηράκλειο.

Τα συμπεράσματα που έβγαλα από αυτές μου τις επισκέψεις ήταν άκρος ικανοποιητικά. Δεν υπήρχε βιομηχανία που να μην είχε λογικούς ελεγκτές στην διάθεση της αλλά και να μην εξαρτάτε και από ένα πολύ μεγάλο βαθμό από αυτούς. Και στις τρεις εταιρίες υπήρχε ειδικό τμήμα, αποτελούμενο από εξειδικευμένα άτομα, πάνω στους αυτοματισμούς, με γνώσεις και εμπειρία προγραμματισμού και συντήρησης.

Αναμφισβήτητα τα PLC της Siemens με τις τεράστιες δυνατότητες που παρέχουν, έχουν και την μερίδα του λέοντος, στην αγορά, ειδικά στις βιομηχανίες που επισπεύτηκα, με το S 300 και S200 σαν ναυαρχίδα και τα Logo να ακολουθούν, περισσότερο στο κομμάτι ελέγχου θερμοκρασίας και υγρασίας διάφορων χώρων, καθώς και χρήση με μικρές γραμμές παραγωγής. Θα πρέπει να αναφερθώ και στη σειρά S5, που συνάντησα σε ορισμένες εφαρμογές.

Αναμφίβολα το μέλλον στη βιομηχανία αποτελούν οι αυτοματισμοί, μέσω λογικών ελεγκτών, βιομηχανικών δικτύων, αισθητηρίων, πάνελ που χρησιμοποιούν Human Machine Interface και συστημάτων SCADA, που όλα μαζί σε απόλυτη συνεργασία και αρμονία, θα προσφέρουν ταχύτητα, ευελιξία και καλύτερης ποιότητας τελικό προϊόν, προσπαθώντας παράλληλα να μειώσει το κόστος και τα λειτουργικά έξοδα.

Επίλογος - Ευχαριστίες

Το έναυσμα για την εκπόνηση αυτής της πτυχιακής , μου δόθηκε από τα πρώτα κιάλας εξάμηνα , με την πρώτη μου επαφή να είναι μια παρουσίαση ενός αυτοματοποιημένου μοντέλου, που έλαβε χώρα στο εργαστήριο ηλεκτρονικής. Με το μάθημα Βιομηχανικοί αυτοματισμοί και Πληροφοριακά δίκτυα , οι γνώσεις μου επάνω στο αντικείμενο άρχισαν να αυξάνονται και άρχισε η ενασχόληση μου με τα μεγάλα PLC , που είχε στην διάθεση του το σύγχρονο εργαστήριο.

Το θέμα της πτυχιακής αποφασίστηκε σε συνεργασία με τον κ. Βλησίδη όταν λάβαμε τον ταινιόδρομο στη βασική του μορφή. Στην συνέχεια έγινε μια εγκατάσταση μεγαλύτερης κλίμακας , καθώς συνδέθηκαν τα αισθητήρια και ο inverter, κάτω από την επίβλεψη του κ. Τζιάκη. Μετά από αυτό ξεκίνησε ο προγραμματισμός και οι λοιπές διασυνδέσεις που χρειάζονταν, για να υλοποιηθεί το μοντέλο που περιγράφεται στην πτυχιακή.

Η έρευνα που έκανα , στις βιομηχανίες που επισκέφθηκα , με έκανε να καταλάβω ότι οι αυτοματισμοί και τα PLC που χρησιμοποιούνται στο εργαστήριο Βιομηχανικών Αυτοματισμών του ΤΕΙ Κρήτης, έχουν έμμεση εφαρμογή και χρήσεις στις βιομηχανίες και ότι το μοντέλο που ανέπτυξα δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο επιδεικτικά, αλλά μπορεί να βρει κάποια χρήση , σαν σύστημα επίβλεψης και ελέγχου μιας μικρής γραμμής παραγωγής.

Τελειώνοντας την πτυχιακή εργασία θα ήθελα να ευχαριστήσω των καθηγητή μου, κ. Ανδρέα Βλησίδη για την βοήθεια που μου προσέφερε, κατά την διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής μου, των επιστημονικό συνεργάτη κ. Βασίλη Τζιάκη για τη σημαντική του βοήθεια για την εγκατάσταση των επιμέρους συστημάτων, στον ταινιόδρομο , καθώς και τους φοιτητές που ξεκίνησαν το στήσιμο και την εγκατάσταση των PLC S300 και S200, Σταύρο Χαρακόπουλο και Βαγγέλη Συσάμακη , ενός πολύ σημαντικού έργου, και μπόρεσα μέσα από αυτήν την εγκατάσταση, να βασιστώ στο υπάρχων σύστημα και να το επεκτείνω ακόμη περισσότερο, με την εισαγωγή του ταινιόδρομου και της απομακρυσμένης διαχείρισης.

Επειδή τα PLC που υπάρχουν αυτή την στιγμή στο εργαστήριο, έχουν μια πολύ μεγάλη γκάμα εφαρμογών και οι δυνατότητες προγραμματισμού και επέκτασης είναι τεράστιες, θα κάνω λοιπόν μια πρόταση ,για κάποιον που θα θελήσει να ασχοληθεί με το εγκατεστημένο σύστημα και θα πω ότι το επόμενο βήμα θα μπορούσε κάλλιστα να είναι η εγκατάσταση ενός operation ή industrial touch panel , που μέσα από προγραμματισμό στο πρόγραμμα winCC , θα καταφέρει να λειτουργεί και να ελέγχει τον ταινιόδρομο, εύκολα και γρήγορα και να παρουσιάζει τα αποτελέσματα στο internet, με τη χρήση γραφικού περιβάλλοντος (GUI, Graphical User Interface). Έτσι θα επέκτεινε την εργασία μου και θα τις πρόσφερε νέες δυνατότητες.

Βιβλιογραφία -Αναφορές

- [1] Παντελής Μαλατέστας, Συστήματα Αυτόματου Ελέγχου, Εκδόσεις Α.Τζιόλα 2001
- [2] PLC Workbook : Programmable Logic Controllers Made Easy, ΧΟΝΔΡΟΓΙΑΝΝΗΣ
- [3] Κρανάς Γιώργος, Industrial automation and PLC's, 2001, ISBN: 9604051660
- [4] Jürgen Müller, 2005, Controlling with SIMATIC, ISBN: 3-89578-255-6
- [5] Ghodrnt Kalani, Industrial Control Systems: Advances and Applications, 2002, ISBN: 0-7506-7446-6
- [6] Δ. ΡΗΓΑ ,ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΚΑΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ
- [7] F.D. Petruzella , PLC (Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές)
- [8] Πανταζή Ν., Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές, Εκδόσεις Ιων, 2000
- [9] Τεχνικά Εγχειρίδια :SIEMENS Simatic S7
- [10] www.siemens.com/automation
- [11] Σημειώσεις για το μάθημα Βιομηχανικοί αυτοματισμοί και Πληροφοριακά Δίκτυα
- [12] Πτυχιακή εργασία : Βιομηχανικά Δίκτυα και εφαρμογές στο εργαστήριο Αυτοματισμοί και πληροφοριακά Δίκτυα