

Βιομηχανικοί αυτοματισμοί με plc.

Εισαγωγικό εγχειρίδιο & παραδείγματα εφαρμογών.



simatic

CONTROLLERS

SIEMENS

Πρόλογος

Γιατί η Siemens εκδίδει ένα ακόμα εισαγωγικό εγχειρίδιο αυτοματισμών. Χρειάζονται ακόμα στην εποχή μας, το 2005, τέτοια κείμενα;

Η απάντηση είναι: οπωσδήποτε ναι! Για πολλούς λόγους.

Γιατί ο αυτοματισμός εξαπλώνεται συνεχώς. Γιατί οι χρήστες των συσκευών δεν είναι πάντα εξοικειωμένοι με την ψηφιακή τεχνολογία.

Είτε για τι πρόκειται για την τελευταία – ίσως – γενιά τεχνικών που ξέρει μόνο την τεχνολογία του κλασσικού αυτοματισμού. Ή γιατί πρόκειται για τεχνικούς άλλων ειδικοτήτων (π.χ. πολιτικούς μηχανικούς) που θέλουν να εφαρμόσουν αυτοματισμούς σε ένα κτίριο. Είτε ακόμα, καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται και γίνεται όλο και πιο φιλική για τους χρήστες, πρόκειται για ενθουσιώδεις ιδιώτες, ανθρώπους που θέλουν να υλοποιήσουν μόνοι τους μια εφαρμογή για τον εαυτό τους ή κάποιο φίλο.

Και βέβαια, ένα εισαγωγικό εγχειρίδιο, είναι πάντα χρήσιμο για τα νέα παιδιά που ξεκινούν να μαθαίνουν την τεχνολογία του αυτοματισμού.

Έτσι βασιστήκαμε σε αντίστοιχα εγχειρίδια που έχει εκδώσει η μητρική εταιρία Siemens AG, όπου υπάρχει οργανωμένο τμήμα εκπαίδευσης με απόλυτα εξειδικευμένους μηχανικούς εκπαιδευτές και με συσσωρευμένη πείρα δεκαετιών. Στη συνέχεια συνδυάσαμε την ύλη αυτή με τις ανάγκες και τις ιδιαιτερότητες της Ελληνικής πραγματικότητας όπως τις έχουμε διαπιστώσει εκπαιδεύοντας πάνω από 15.000 έλληνες τεχνικούς τα τελευταία 15 χρόνια στον νευραλγικό χώρο του βιομηχανικού αυτοματισμού. Το αποτέλεσμα ελπίζουμε να είναι ένα εύκολα κατανητό και φιλικό εγχειρίδιο που βήμα βήμα θα σας εισάγει στον κόσμο του αυτοματισμού με ελεγκτές προγραμματιζόμενης λογικής (PLC) δίνοντας σας τις απαραίτητες βασικές γνώσεις και λύνοντας τις πιο συνηθισμένες απορίες.

Υπενθυμίζουμε ότι είμαστε πάντα κοντά σας για επιπλέον βοήθεια, ενημέρωση και υποστήριξη. Επίσης υπάρχουν τα ολοκληρωμένα εκπαιδευτικά σεμινάρια της Siemens, στην Ελλάδα.

Για αυτά και για πολλά άλλα, μπορείτε να ενημερωθείτε στις Ελληνικές σελίδες μας στο Internet, στη διεύθυνση: www.siemens.gr.

Καλή ανάγνωση!

Εισαγωγή

Ο Αυτοματισμός είναι μια παλιά, πολύ παλιά ιστορία. Και σε μεγάλο βαθμό είναι Ελληνική ιστορία. Η λέξη «αυτόματο» είναι Ελληνική και τη συναντάμε κατ' αρχάς στα Ομηρικά έπη. Στην αρχαιότητα οι Έλληνες, αρχικά φαντάζονταν, οραματίζονταν αυτόματα συστήματα και στη συνέχεια οι Έλληνες Μηχανικοί της αρχαιότητας μελετούσαν, σχεδίαζαν και κατασκεύαζαν αυτόματα και επιπλέον έγραφαν γι αυτά.

Ιδιαίτερα, άνθηση γνώρισε η Τέχνη του Αυτοματισμού κατά την Ελληνιστική περίοδο. Στα γραπτά των μηχανικών της εποχής όπως του Κτησίβιου, τους Φίλωνος του Βυζάντιου και - κυρίως - του Ήρωνος του Αλεξανδρέως (όπως αυτά διασώθηκαν με το πρωτότυπο κείμενο ή σε μεταφράσεις) βασίστηκε η εξέλιξη του Αυτοματισμού για όλο το επόμενο διάστημα μέχρι την Αναγέννηση. Μετά τη Βιομηχανική Επανάσταση ο Αυτοματισμός άρχισε να εφαρμόζεται ευρέως στις παραγωγικές διαδικασίες. Ο ηλεκτρισμός έδωσε ώθηση στις δυνατότητες των αυτόματων συστημάτων και ήταν πλέον ένα όπλο στα χέρια των μηχανικών που μπορούσαν να υλοποιήσουν τη «λογική» του συστήματος με τις γνωστές διατάξεις του «κλασσικού αυτοματισμού».

Στη συνέχεια η ανάπτυξη της ηλεκτρονικής και ειδικά η ανακάλυψη των ημιαγωγών, κυριολεκτικά απογείωσε τις δυνατότητες και άνοιξε, μέχρι την εποχή μας, νέους ορίζοντες στο χώρο. Ας δούμε το θέμα πιο αναλυτικά με βάση την ιστορία των συστημάτων και προϊόντων της Siemens, που είναι σταθερά εδώ και δεκαετίες η κυρίαρχη εταιρία στο χώρο και – εκ των πραγμάτων – καθορίζει τις εξελίξεις στον αυτοματισμό:

Για τους ελεγκτές προγραμματιζόμενης λογικής PLC, η χρονιά με την ιστορική σημασία ήταν το 1958. Τότε η εμπορική ονομασία Simatic που είχε ήδη γίνει συνώνυμη με τα PLC και ήταν η σειρά που κυριαρχούσε στην παγκόσμια αγορά, έγινε καταχωρημένο εμπορικό σήμα. Παρ' όλο όμως που οι πρώτοι απλοί ηλεκτρονικοί λογικοί ελεγκτές εμφανίσθηκαν πριν από 50 χρόνια, η επανάσταση έγινε το 1984. Τη χρονιά αυτή παρουσιάσθηκε hardware «με ευφυΐα» και δυνατότητα προγραμματισμού με χρήση γλωσσών υψηλού επιπέδου. Στο μεταξύ το 1975 παρουσιάστηκε στην αγορά η σειρά SIMATIC® S3 που αντικαταστάθηκε το 1978/1979 από τη σειρά SIMATIC® S5 που αντίστοιχα αντικαταστάθηκε το 1995 από τη σειρά SIMATIC® S7 η οποία παράγεται μέχρι και σήμερα.

Οι ελεγκτές προγραμματιζόμενης λογικής εξακολουθούν σήμερα να είναι το βασικό σύστημα σε κάθε εξελιγμένη λύση αυτοματισμού. Τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα των PLC: η αντοχή, η στιβαρή κατασκευή και η απλότητα στο χειρισμό εξακολουθούν να αποτελούν την εγγύηση για την επιτυχημένη χρήση τους στις εφαρμογές.

Τα PLC μαζί με μια σειρά περιφερειακών, συνεργαζόμενων και παρελκόμενων συστημάτων και προϊόντων δίνουν την ευκαιρία στους σημερινούς μηχανικούς να σχεδιάζουν και να υλοποιούν ολοκληρωμένες εφαρμογές αυτοματισμού, γρήγορα, και εύκολα αλλά και στους τελικούς πελάτες να διαθέτουν συστήματα φιλικά, ανοιχτά σε συνεργασία με υφιστάμενα συστήματα, εύκολα στη διάγνωση και αποκατάσταση βλαβών, τη συντήρηση αλλά και τις μελλοντικές επεκτάσεις.

Ας δούμε τα προϊόντα, τις ιδέες και τις λύσεις που παρέχει η Siemens στον τομέα του αυτοματισμού. Προϊόντα, ιδέες και λύσεις που χαρακτηρίζονται από το επιπλέον πλεονέκτημα να προέρχονται **ΟΛΑ ΑΠΟ ΜΙΑ ΠΗΓΗ**.

Οι **ελεγκτές Simatic S7** είναι η βάση του συστήματος αυτοματισμού. Υπάρχουν τρεις τύποι :

το S7-200 που είναι το «μικρό» της οικογένειας,



το S7-300 για εφαρμογές μεσαίας εμβέλειας



και τέλος, το S7-400 για τις υψηλών απαιτήσεων εφαρμογές.



Τα PLCs αποτελούνται σε γενικές γραμμές από τη CPU (Central Processing Unit - Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας) και τις μονάδες εισόδου - εξόδου. Η CPU περιέχει το πρόγραμμα που είναι γραμμένο σε μια από τις γλώσσες προγραμματι-

σμού, ενώ οι μονάδες εισόδου - εξόδου (ψηφιακές ή αναλογικές) παρέχουν τη σύνδεση με τη μηχανή ή την εγκατάσταση που πρόκειται να αυτοματοποιηθεί.

Οι **πλήρεις μονάδες Simatic C7** είναι σχεδιασμένες για έλεγχο μηχανών και παρέχουν απόδοση ενός κανονικών διαστάσεων PLC σε συνεπτυγμένη μορφή.



Ο χειριστής ελέγχει και επιτηρεί τη μηχανή από την πρόσοψη της συσκευής μέσω της οθόνης και του πληκτρολογίου της. Το PLC ελέγχει τη μηχανή με τη βοήθεια των ενσωματωμένων εισόδων και εξόδων, μπορεί δε να επεκταθεί και με εξωτερικές μονάδες.

Οι ελεγκτές **Simatic WinAC** χρησιμοποιούν σαν βάση κανονικό υπολογιστή, με τη βοήθεια ειδικού Software (Software PLC) ή με ειδική κάρτα (Slot PLC).

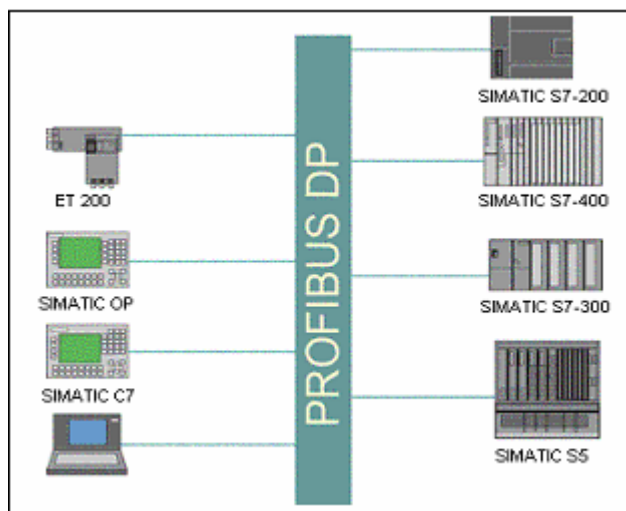


Αυτά παρέχουν διασύνδεση με τις εφαρμογές στον υπολογιστή και έτσι επιτρέπουν την on-line διαχείριση των δεδομένων.

Το σύστημα απομακρυσμένων εισόδων - εξόδων **Simatic DP** επιτρέπει να θέσουμε τις αντίστοιχες μονάδες πλησίον της μηχανής ή της εγκατάστασης και ταυτόχρονα σε μεγάλη απόσταση από το PLC (ακόμα και αρκετές δεκάδες χιλιόμετρα μακριά από αυτό!).



Οι μονάδες αυτές συνδέονται στο PLC - με την ελάχιστη δυνατή καλωδίωση - με τη μορφή ενός δικτύου **Profibus**.



Το πρόγραμμα αντιμετωπίζει τα απομακρυσμένα αυτά σήματα με τον ίδιο ακριβώς τρόπο όπως αυτά που είναι συνδεδεμένα απ' ευθείας στη CPU.

PROFINET: Το ανοιχτό, πρότυπο Industrial Ethernet για απρόσκοπτες επικοινωνίες σε όλο το εύρος μιας επιχείρησης.



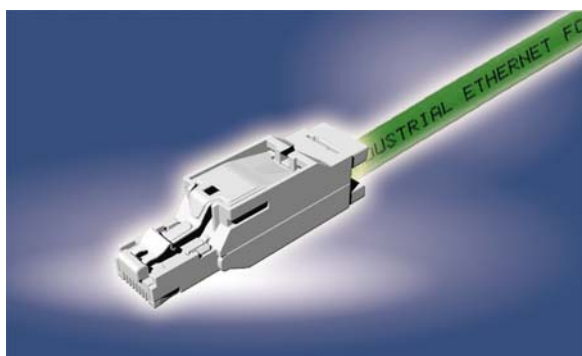
Το Profinet είναι ένα ανοιχτό πρότυπο που υποστηρίζεται ανεξαρτήτως προμηθευτή, βασίζεται στο Industrial Ethernet, και επιτρέπει απευθείας πρόσβαση, μέσω της επικοινωνίας, από το επίπεδο της διαχείρισης μέχρι και το επίπεδο της παραγωγής. Το Profinet έχει σα βάση καθιερωμένα IT standard και υποστηρίζει χωρίς περιορισμούς το TCP/IP. Ταυτόχρονα η υφιστάμενη υποδομή, π.χ. δίκτυα Profibus ή άλλα, μπορούν εύκολα να ενσωματωθούν

Η οικογένεια προϊόντων **Simatic HMI (Human Machine Interface)** παρέχει όλα τα μέσα που χρειαζόμαστε για να λειτουργήσουμε και να επιτηρήσουμε μια μηχανή ή μια εγκατάσταση - από μια οθόνη απεικόνισης απλού κειμένου μέχρι οθόνες γραφικών TFT ή Αφής (Touch Screen).



Με τη βοήθεια του κατάλληλου Software απεικονίζουμε την κατάσταση της εγκατάστασης, μηνύματα βλάβης, διαχειριζόμαστε συνταγές και αποθηκεύουμε τιμές μέτρησης παρέχοντας υποστήριξη στην άρση σφαλμάτων και στη συντήρηση.

Το **Simatic NET** συνδέει όλους τους σταθμούς Simatic μεταξύ τους και εγγυάται την αλάνθαστη επικοινωνία τους. Ένα καλώδιο είναι το μόνο που χρειάζεστε για να δικτυώσετε όλους τους σταθμούς Simatic μέσα από το ενσωματωμένο τους MPI Interface. Μπορούν να ανταλλάσσουν δεδομένα ή να επικοινωνούν με όλους τους σταθμούς στο δίκτυο και να προγραμματίζονται από μια συσκευή προγραμματισμού. Ένα εύρος από άλλα πρότυπα δίκτυα (Profibus – **Industrial Ethernet**), με διαφορετικά χαρακτηριστικά μεταξύ τους, κάνει δυνατή την επικοινωνία των συστημάτων Simatic με συσκευές άλλων κατασκευαστών, από το επίπεδο των τοπικών συσκευών στην εγκατάσταση μέχρι τους υπολογιστές στο ανώτερο επίπεδο διαχείρισης του αυτοματισμού.



- Το εργαλείο προγραμματισμού **STEP 7** είναι ο ακρογωνιαίος λίθος στην ιδέα TIA - από το «στήσιμο» του συστήματος, την πρόσδοση παραμέτρων στις επιμέρους μονάδες έως τον προγραμματισμό τους.

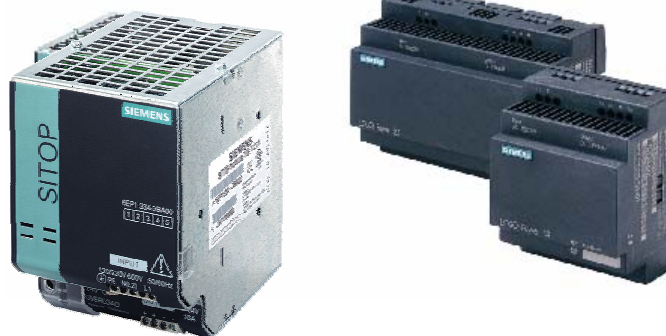


Η οικογένεια προϊόντων και συστημάτων αυτοματισμού της Siemens περιλαμβάνει ακόμα :

- τη μικρή μονάδα λογικής **LOGO!** για τις πιο μικρές εφαρμογές αυτοματισμού,



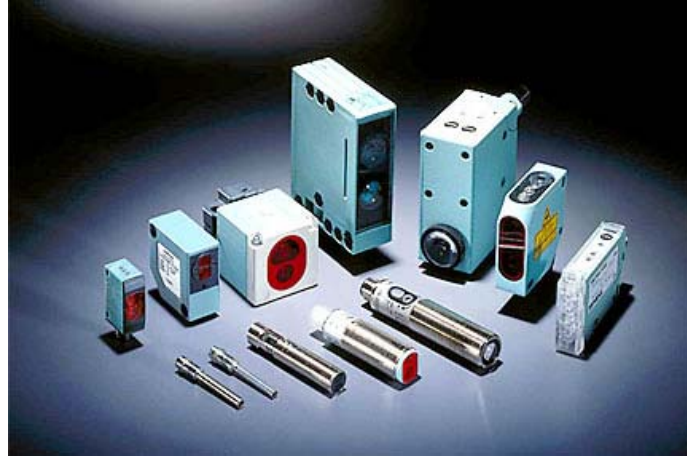
- τροφοδοτικά **Sitop & LOGO! Power** στα 5, 12, 15, και 24 V DC



- Όργανα μέτρησης για πίεση, θερμοκρασία, στάθμη, ροή, βάρος και αναλυτές υγρών - αερίων



- Επαγωγικά, χωρητικά, φωτοκύτταρα και αισθητήρια υπερήχων (Bero) που μπορούν να μετρήσουν στάθμες και αποστάσεις και να καταγράψουν κάθε είδους υλικό (μεταλλικά ή μη αντικείμενα, υγρά, σκόνες, διάφορες χρωματικές αποχρώσεις κ.α.).



- Συστήματα μηχανικής όρασης (**Machine Vision**) για ποιοτικό έλεγχο υψηλών απαιτήσεων



- Βιομηχανικούς υπολογιστές κάθε τύπου.



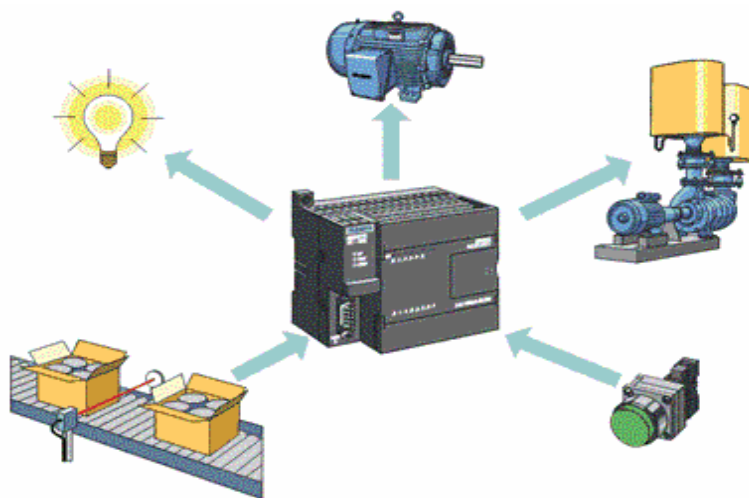
- Συστήματα αναγνώρισης και αποθήκευσης πληροφοριών εξ' αποστάσεως (**RFID**).



και πλήθος ακόμα συστημάτων.

1. PLC (Programmable Logic Controllers)

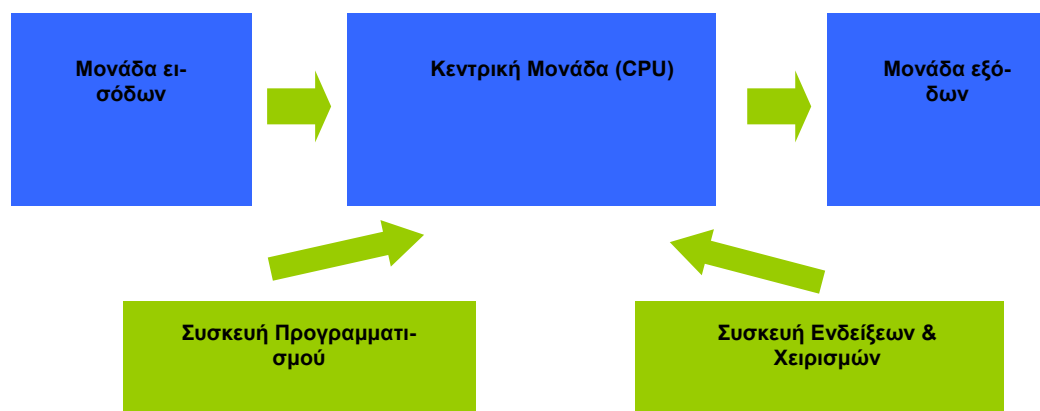
Τα PLC από τα αρχικά των Αγγλικών λέξεων (Programmable Logic Controllers) ή στα Ελληνικά Ελεγκτές Προγραμματιζόμενης Λογικής ανήκουν στην ευρύτερη κατηγορία των ψηφιακών Υπολογιστικών Συστημάτων. Χρησιμοποιούνται για να ελέγχουν μηχανές και διεργασίες όπου απαιτείται να γίνονται αυτόματες λειτουργίες: κατ' εξοχήν στη βιομηχανία αλλά και σε κτιριακές εγκαταστάσεις, στη ναυτιλία, σε μεγάλα έργα του δημοσίου ή ιδιωτικού τομέα (σήραγγες, σταθμούς παραγωγής ενέργειας, ορυχεία, βιολογικούς καθαρισμούς), στον έλεγχο κυκλοφορίας οχημάτων, στον φωτισμό αεροδρομίων, σε συστήματα ανελκυστήρων και δεκάδες άλλους τομείς εφαρμογών.



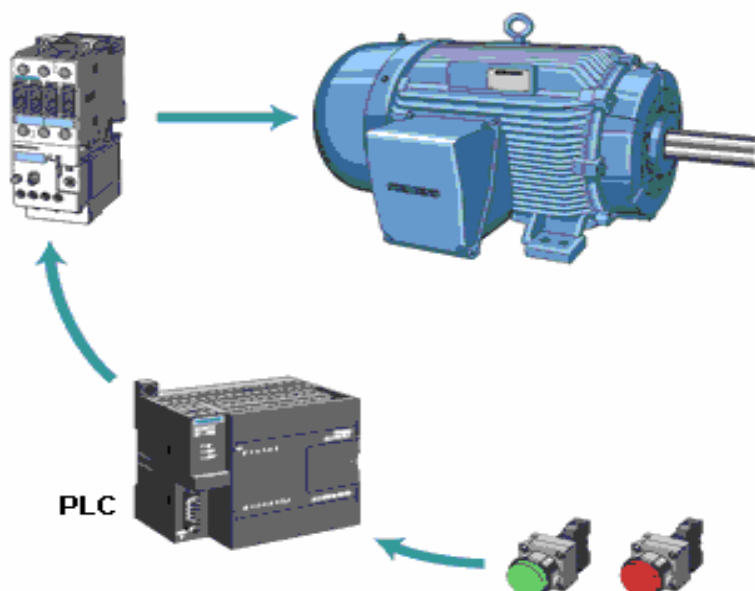
Σαν αρχή λειτουργίας τα PLC συλλέγουν πληροφορίες και παίρνουν εντολές μέσω των εισόδων τους, “αποφασίζουν” με βάση τη λογική του προγράμματός τους και ελέγχουν τις εξόδους τους μέσω των οποίων τελικά ελέγχουν μηχανές ή διεργασίες. Το συγκεκριμένο εισαγωγικό εγχειρίδιο έχει σκοπό να σας δείξει πως λειτουργούν τα PLC και θεωρητικά και πρακτικά μέσω παραδειγμάτων εφαρμογών.

2. Βασικός τρόπος λειτουργίας των PLC

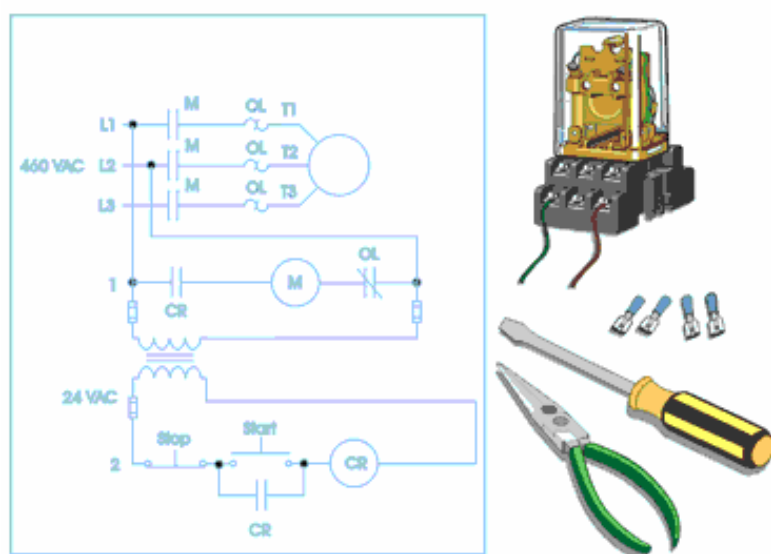
Τα κύρια μέρη από τα οποία αποτελείται ένα PLC είναι οι μονάδες εισόδων, η CPU και οι μονάδες εξόδων όπως φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί.



3. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα στις εισόδους του PLC συνδέονται μπουτόν με τα οποία ελέγχεται (ξεκινά και σταματά) ένας κινητήρας. Ο κινητήρας συνδέεται στις εξόδους του PLC μέσω μιας διάταξης ενεργοποίησης (motor starter). Το μπουτόν μπορεί να θεωρηθεί ως ένα αισθητήριο (sensor) που αντιλαμβάνεται την ενεργοποίηση του μπουτόν.



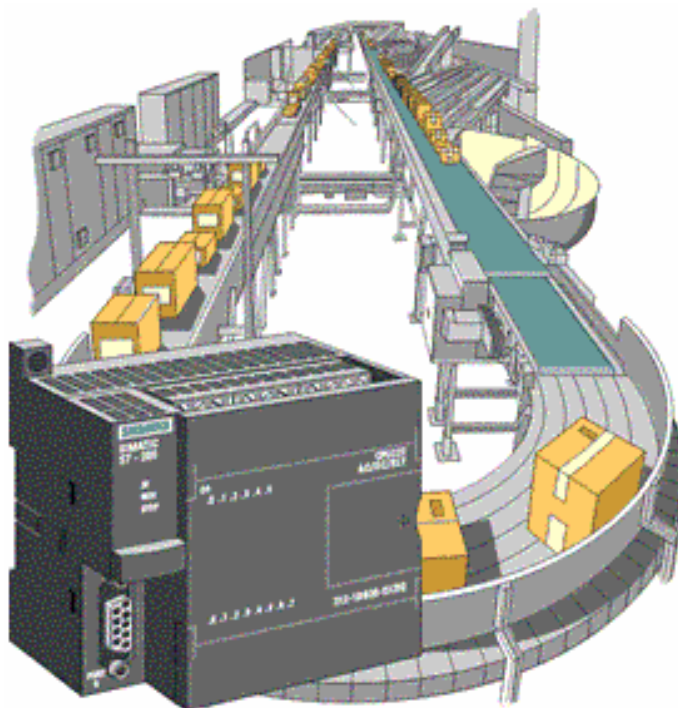
4. Πριν από την εμφάνιση των PLC πολλές αυτόματες λειτουργίες υλοποιούνταν με συμβατικά υλικά (ρελέ, επαφές κ.λ.π.) συνδεδεμένα ηλεκτρικά μεταξύ τους με καλώδια. Τα κυκλώματα σχεδιάζονταν, επιλέγονταν τα υλικά και ακολουθούσε η εγκατάσταση και η καλωδίωση. Οι τεχνικοί ηλεκτρολόγοι συνέδεαν όλα τα υλικά με βάση τα σχέδια. Αν προέκυπτε κάποιο λάθος οι σχεδιαστές και οι ηλεκτρολόγοι συνεργάζονταν για να γίνουν οι απαραίτητες διορθώσεις.



Αν αργότερα, στην πορεία, υπήρχε ανάγκη για μετατροπές, αυτό - συνήθως - απαιτούσε σημαντικό χρόνο και αντίστοιχο κόστος. Τα PLC όχι απλά μπορούν να εκτελέσουν τις λειτουργίες των συμβατικών κυκλωμάτων, αλλά και πολύ πιο σύνθετες. Οι “πραγματικές” ηλεκτρολογικές συνδέσεις μέσω καλωδίων μεταξύ των επαφών, των αισθητήριων, των ρελέ, των φορτίων και των υπόλοιπων εξαρτημάτων γίνονται “μέσα” στο PLC. Οι καλωδιώσεις μειώνονται κατά πολύ και αλλαγές, διορθώσεις και μετατροπές γίνονται εύκολα με επεμβάσεις στο πρόγραμμα του PLC.

5. Τα πλεονεκτήματα των PLC

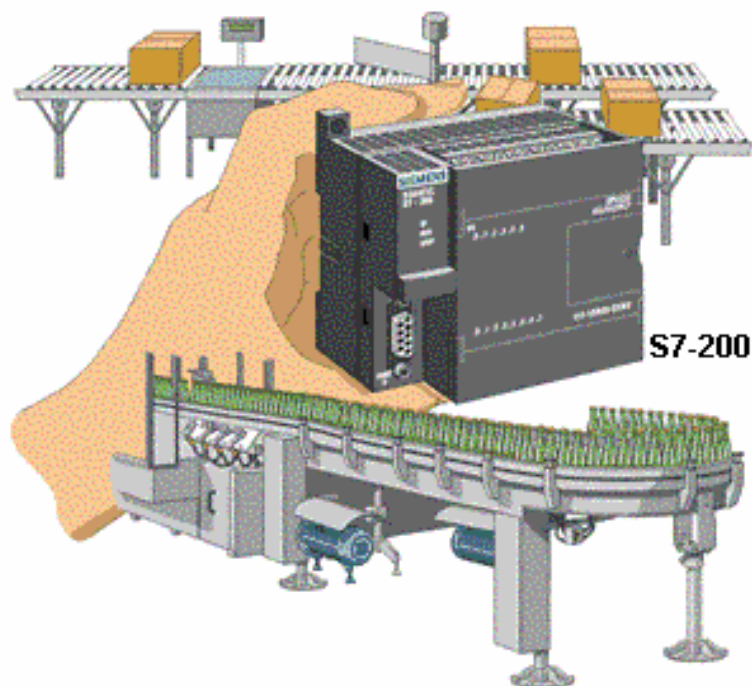
- Μικρότερο μέγεθος
- Ευκολότερες και πιο γρήγορες διορθώσεις και μετατροπές
- Ενσωματωμένες αυτόματες λειτουργίες διάγνωσης σφαλμάτων
- Ενσωματωμένη, άμεσα διαθέσιμη τεκμηρίωση (επεξηγηματικά σχόλια, παρατηρήσεις κ.λ.π.)
- Εύκολη, πιο γρήγορη και σχεδόν άνευ κόστους αναπαραγωγή όμοιων εφαρμογών



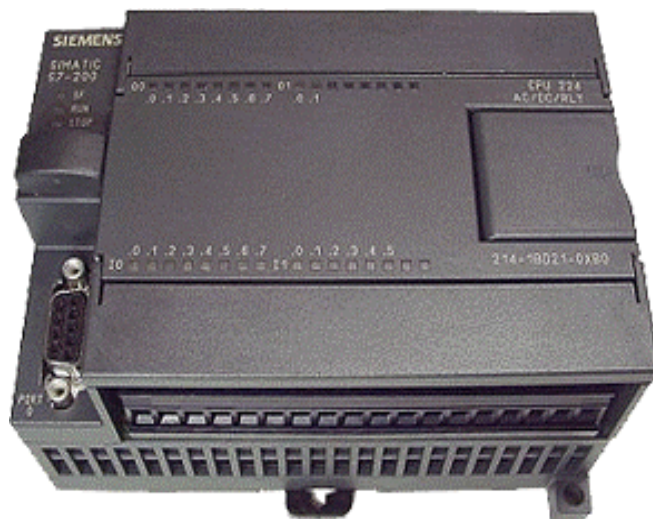
6. Simatic – Τα PLC της Siemens

Η Siemens κατέχει σταθερά, εδώ και πολλά χρόνια, την ηγετική θέση στην αγορά των PLC παγκοσμίως. Σχεδιάζει και παράγει την κορυφαίας τεχνολογίας και αξιοπιστίας σειρά προϊόντων SIMATIC® S7 που αποτελείται από τις οικογένειες S7-200, S7-300 και S7-400. Συγκεκριμένα η σειρά S7-200 ανήκει στην κατηγορία των “μικρών” PLC (micro PLC) λόγω του πολύ μικρού μεγέθους των συστημά-

των. Τα PLC S7-200 με το χαρακτηριστικό κυβοειδές σχήμα έχουν ενσωματωμένο το υποσύστημα τροφοδοσίας και επίσης ενσωματωμένες εισόδους και εξόδους.

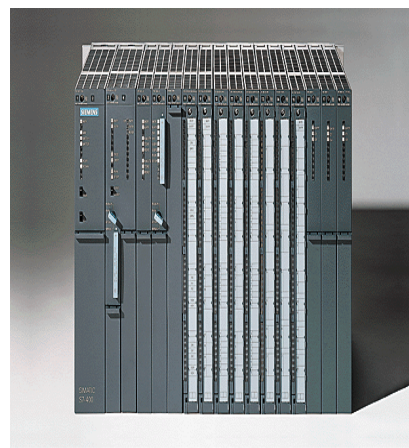


Τα PLC S7-200 είναι ιδανικά για μικρές αυτόνομες (stand-alone) εφαρμογές, π.χ. ανελκυστήρες, πλυντήρια αυτοκινήτων, μικρές μηχανές κ.α. Ωστόσο τα S7-200 είναι “επεκτεινόμενα” συστήματα, μπορούν δηλαδή να προστεθούν στη βασική μονάδα επιπλέον μονάδες εισόδων-εξόδων ή μονάδες επικοινωνίας και έτσι τα PLC S7-200 μπορούν να “μεγαλώσουν” ή να λειτουργήσουν με παραπάνω της μίας μονάδες συνεργαζόμενες (συνδεδεμένες σε δίκτυο) και έτσι να ελέγχουν πιο σύνθετες μηχανές ή διεργασίες (μηχανές ή γραμμές παραγωγής εμφιάλωσης, συσκευασίας κ.α.).

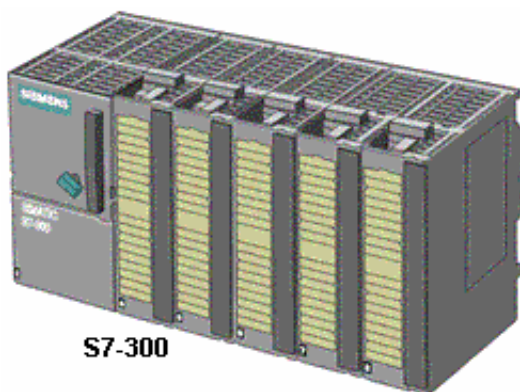


7. Τα PLC Siemens SIMATIC® S7-300 και S7-400

Τα “μεγαλύτερα” PLC της Siemens S7-300 και S7-400 χρησιμοποιούνται σε πιο σύνθετες, εκτεταμένες και απαιτητικές εφαρμογές που απαιτούν και μεγάλο πλήθος εισόδων-εξόδων. Πρόκειται για συστήματα που “χτίζονται” με σύνθεση διαθέσιμων διακριτών μονάδων : CPU, τροφοδοτικά, μονάδες εισόδων, μονάδες εξόδων, μονάδες επικοινωνίας κ.α. Μέσα από μια τεράστια ποικιλία διαθέσιμων μονάδων μπορεί κανείς να επιλέξει και να “συνθέσει”, να “κτίσει” το σύστημα που **“ακριβώς”** απαιτείται για την εφαρμογή του χωρίς να αναγκαστεί σε παραχωρήσεις (τεχνικές ή κοστολογικές) υπερδιαστασιολογώντας ή υποδιαστασιολογώντας λόγω έλλειψης επιλογών παρεχόμενων υλικών.



Η επιλογή μεταξύ οικογενειών συστημάτων (S7-200 / S7-300 / S7-400) σχετίζεται με τις απαιτήσεις και την πολυπλοκότητα της εφαρμογής καθώς και με τις προοπτικές πιθανών μελλοντικών επεκτάσεων. **Η επιλογή αυτή απαιτεί σχετική εμπειρία και εξοικείωση. Όμως στα πρώτα σας βήματα, οι έμπειροι μηχανικοί της Siemens είναι στη διάθεση σας για όση βοήθεια και υποστήριξη χρειαστείτε.**



S7-300



S7-400

8. Συστήματα Αρίθμησης – Δεκαδικό & Δυαδικό (Decimal & Binary)

Τα PLC - όπως ήδη αναφέραμε - είναι ένα ψηφιακό υπολογιστικό σύστημα. Όλα τα συστήματα αυτού του τύπου και το PLC διαχειρίζονται και αποθηκεύουν πληροφορίες με τη μορφή ΔΥΟ διαφορετικών καταστάσεων : ON και OFF (ή αλλιώς με τη μορφή του “λογικού” 1 και 0). Οι πληροφορίες δηλαδή αποτελούνται από “δυαδικά ψηφία” (στα Αγγλικά Binary Digits ή συντομογραφικά: **Bits**). Τα Bits σαν στοιχεία πληροφορίας χρησιμοποιούνται είτε αυτόνομα (αναπαριστώντας όπως είπαμε τις καταστάσεις ON ή OFF) ή χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με συγκεκριμένη κωδικοποίηση αναπαριστώντας αριθμούς.

Στα Μαθηματικά υπάρχουν διάφορα συστήματα αρίθμησης. Στην τεχνολογία του Αυτοματισμού και των PLC χρησιμοποιούνται - κατά βάση - δύο: το δεκαδικό (αυτό που έχει καθιερωθεί παγκοσμίως να χρησιμοποιούμε παντού, στην καθημερινή μας ζωή) και το δυαδικό. Όλα τα συστήματα αρίθμησης έχουν 3 κοινά χαρακτηριστικά: τα “ψηφία” (digits), τη “βάση” (base) και το “βάρος” (weight).

Το δεκαδικό σύστημα βασίζεται στον αριθμό 10 και έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

10 ψηφία: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Βάση: 10

Βάρη: 1, 10, 100, 1000, ... (“δυνάμεις” ή πολλαπλάσια του 10)

Το δυαδικό σύστημα είναι αυτό που χρησιμοποιείται από τα PLC και έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

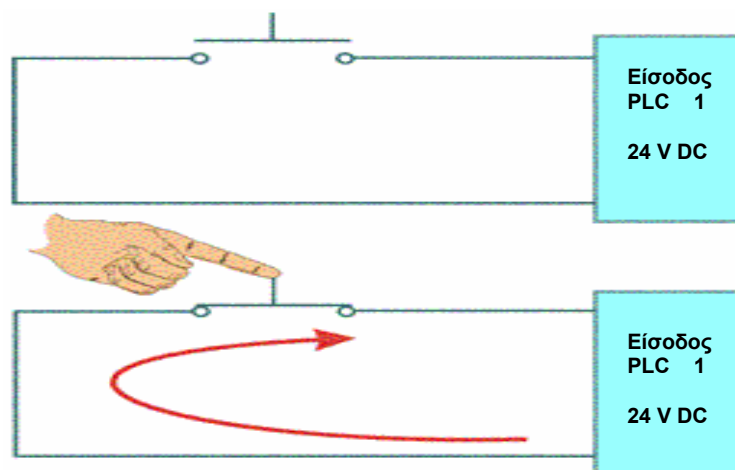
2 ψηφία: 0, 1

Βάση: 2

Βάρη: 1, 2, 4, 8, 16, 32 (“δυνάμεις” ή πολλαπλάσια του 2)

9. Λογικό 0 – Λογικό 1: Η λογική των ψηφιακών υπολογιστικών συστημάτων όπως τα PLC

Μία συσκευή PLC μπορεί να “αντιληφθεί” και να επεξεργασθεί πληροφορίες είτε σε ψηφιακή μορφή (0-1 ή ON-OFF): π.χ. “πατημένο” ή “μη πατημένο” μπουτόν, τερματοδιακόπτης, κλειστή ή ανοιχτή επαφή κ.λ.π. ή σε αναλογική μορφή: πληροφορία από σύστημα μέτρησης στάθμης, θερμοκρασίας, πίεσης, βάρους (ζυγιστικό) κ.λ.π.



Παρ' όλα αυτά η “καρδιά” ή ο “εγκέφαλος” του PLC, ή αλλιώς η CPU που είναι ένα ολοκληρωμένο ψηφιακό κύκλωμα (microchip) “αντιλαμβάνεται” **ΜΟΝΟ** ψηφιακά δυαδικά σήματα “ON” – “OFF” ή λογικά 1 και 0. “Αντιλαμβάνεται” δηλαδή ΜΟΝΟ την ύπαρξη της κατάστασης “ON”, του λογικού 1 ή στην πράξη της διέλευσης-ροής ηλεκτρικού σήματος που σχετίζεται με μία “κλειστή επαφή”, με ένα “κλειστό διακόπτη” ή το ακριβώς αντίθετο: της κατάστασης “OFF” ή του λογικού 0 ή στην πράξη της μη διέλευσης ρεύματος (μη ροής ηλεκτρικού σήματος) που σχετίζεται με μία “ανοιχτή επαφή”, με ένα “ανοικτό διακόπτη”. Εννοείται ότι στα ψηφιακά microchip κυκλώματα δεν υπάρχουν διακόπτες και επαφές όπως στα ηλεκτρολογικά κυκλώματα (με ρελέ κ.λ.π.) αλλά εκατοντάδες ή χιλιάδες κυκλώματα ημιαγωγών (transistor κ.λ.π.) σε μικροσκοπική μορφή. Ωστόσο η αρχή λειτουργίας παραμένει η ίδια και βασίζεται στη διέλευση ή μη ηλεκτρικού σήματος (ρεύματος) που μεταφράζεται σε κατάσταση “ON” ή “OFF”, σε κατάσταση δηλαδή λογικού 1 ή 0.

10. Αισθητήρια – στοιχεία εισόδου

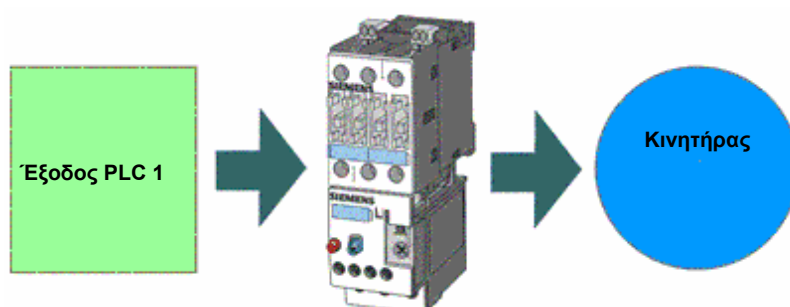
Η τεχνική ορολογία (“η γλώσσα των PLC”) αποτελείται από απλούς συγκεκριμένους τεχνικούς όρους που όλοι όσοι ασχολούνται με τον τομέα αυτό πρέπει να γνωρίζουν. Τα αισθητήρια ή τα στοιχεία εισόδου είναι συσκευές που μετατρέπουν μια φυσική κατάσταση σε ηλεκτρικό σήμα που μεταφέρεται στην είσοδο του PLC.



Το πιο κλασσικό παράδειγμα είναι το μπουτόν. Όταν το πιέζουμε η “φυσική” του κατάσταση μεταβάλλεται και η πληροφορία (μέσω της φυσικής αλλαγής της κατάστασης της επαφής του) μεταφέρεται σαν ηλεκτρικό σήμα (ρεύμα) στην είσοδο του PLC.

11. Διατάξεις ενεργοποίησης (Actuators)

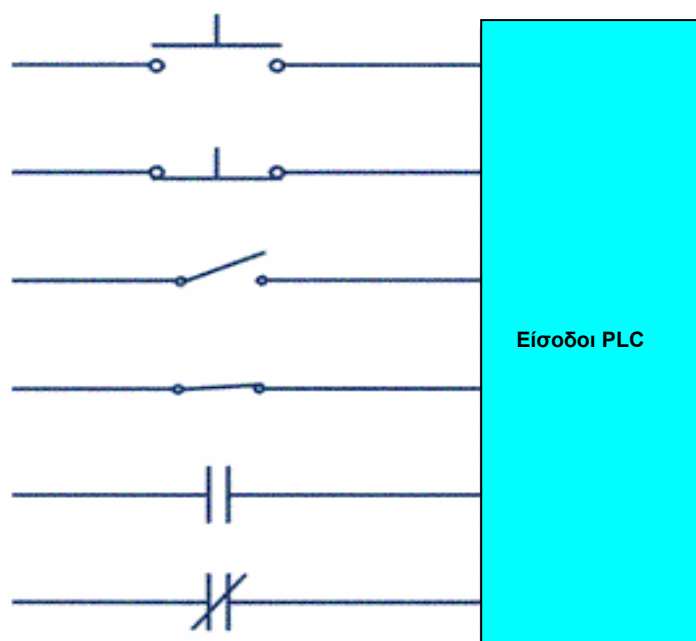
Τα PLC ελέγχουν μια μηχανή ή μία διεργασία ελέγχοντας (ενεργοποιώντας ή απενεργοποιώντας) μια σειρά συσκευών που χαρακτηρίζονται ως “φορτία”.



Αυτός ο έλεγχος (ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση) σπάνια μπορεί να γίνει απ' ευθείας καθώς το ασθενές ηλεκτρικό σήμα που παρέχει το PLC στις εξόδους του (μέσω των οποίων όπως ήδη αναφέραμε μπορεί να δίνει "εντολές") είναι σε θέση να ενεργοποιήσει π.χ. ένα κινητήρα ή μία αντλία ή ένα κύκλωμα φωτισμού. Κατά κανόνα αυτό συμβαίνει μέσω μιας "διάταξης ενεργοποίησης", π.χ. ενός ρελέ του οποίου το πηνίο διεγείρεται και ενεργοποιείται από το ηλεκτρικό σήμα που του διοχετεύει η έξοδος του PLC, οι επαφές του ρελέ κλείνουν ή ανοίγουν και μέσω εκείνων το ισχυρό, απαραίτητο ρεύμα διοχετεύεται τελικά προς το φορτίο (π.χ. του κινητήρα) και το ενεργοποιεί.

12. Ψηφιακές εισοδοι στο PLC

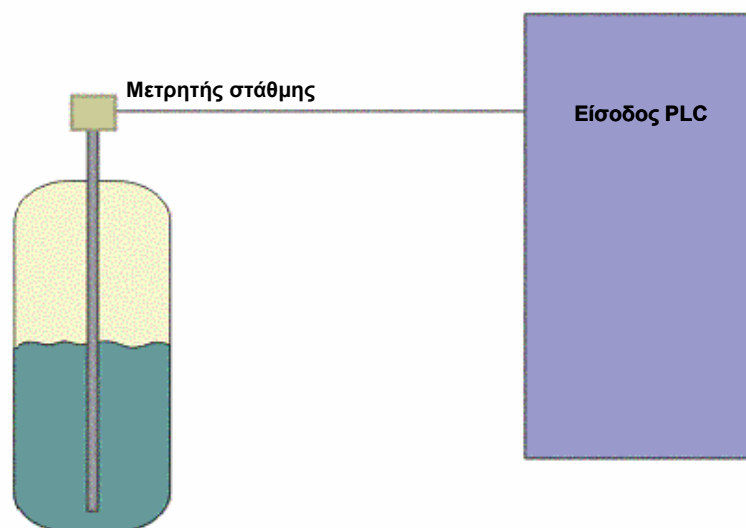
Οι ψηφιακές εισοδοι ενός PLC "αντιλαμβάνονται" ("ανιχνεύουν", "αναγνωρίζουν") δύο διακριτές καταστάσεις: την κατάσταση "ON" και την κατάσταση "OFF" που πάντα αντιστοιχούν στην κατάσταση του λογικού 1 και 0 αντίστοιχα και που διοχετεύονται ως πληροφορίες μέσω της διέλευσης (ή όχι) ηλεκτρικού σήματος.



Στις ψηφιακές εισόδους του PLC μπορούμε να συνδέσουμε διάφορων ειδών εξαρτήματα και υλικά (που ανήκουν στην κατηγορία των αισθητηρίων/"sensors") όπως μπουτόν, επαφές ρελέ, διακόπτες, τερματοδιακόπτες, διακόπτες προσέγγισης (proximity switch διάφορων τύπων - χωρητικούς, επαγωγικούς κ.λ.π.), φωτοκύτταρα και πλήθος ακόμα εξαρτήματα.

13. Αναλογικές εισόδους PLC

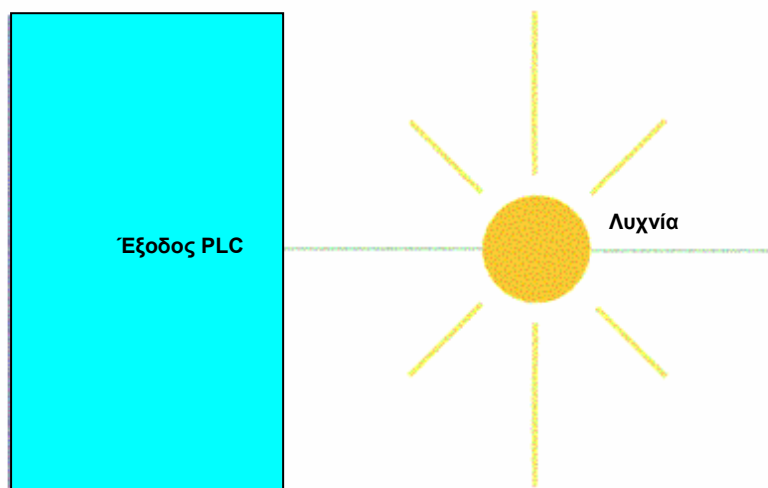
Σε αυτή την περίπτωση έχουμε το δεύτερο “είδος” εισόδων ενός PLC διαφορετικό από αυτό των ψηφιακών εισόδων. Οι αναλογικές εισόδους του PLC “αντιλαμβάνονται” (“ανιχνεύουν”, “αναγνωρίζουν”) όχι δύο διακριτές καταστάσεις – όπως στην περίπτωση των ψηφιακών εισόδων – αλλά μια κατάσταση που συνεχώς μεταβάλλεται. Ένα κλασσικό παράδειγμα είναι η μέτρηση στάθμης ενός υγρού υλικού σε μια δεξαμενή. Η μεταβαλλόμενη στάθμη του υγρού “μεταφράζεται” από το αισθητήριο σε ένα αντίστοιχα μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό σήμα που κυμαίνεται σε μία τυποποιημένη κλίμακα έντασης ρεύματος (π.χ. 4 έως 20 mA) ή τάσης ρεύματος (π.χ. 0-10 V) Η - ειδικού τύπου - αναλογική είσοδος του PLC (διαφορετική στην κατασκευή όπως ήδη είπαμε από την ψηφιακή)* “αντιλαμβάνεται” τις διαφοροποιήσεις (αυξομειώσεις του ηλεκτρικού σήματος-ρεύματος από π.χ. 4 έως 20 mA ή τάσης π.χ. 0-10 V) και τις “μεταφράζει” σε μεταβολές (αυξομειώσεις) του φυσικού φαινομένου, δηλαδή της στάθμης του υγρού.



*Τα όσα αναφέρθηκαν πιο πάνω δεν πρέπει να δημιουργήσουν σύγχυση στον αναγνώστη σε σχέση με τη βασική αρχή που λέει ότι η “καρδιά”, ο “εγκέφαλος” του PLC δηλαδή το “ψηφιακό κύκλωμα” που ονομάζεται CPU “αντιλαμβάνεται” πληροφορίες μόνο στη μορφή “ON” - “OFF” ή λογικού 1 ή 0. Απλά στην περίπτωση των αναλογικών σημάτων στη μονάδα των αναλογικών εισόδων υπάρχουν ειδικές ενδιάμεσες διατάξεις (ψηφιακά κυκλώματα) που ονομάζονται “Μετατροπείς Αναλογικών σε Ψηφιακά σήματα” (Analog to Digital Converters / A/D Converters) που “μεταφράζουν” το συνεχές μεταβαλλόμενο αναλογικό σήμα με κωδικοποιημένο τρόπο (με αλληλουχίες συνδυασμών 0 και 1) σε ψηφιακό, σε αυτό δηλαδή που η CPU του PLC είναι σε θέση να “αντιληφθεί”.

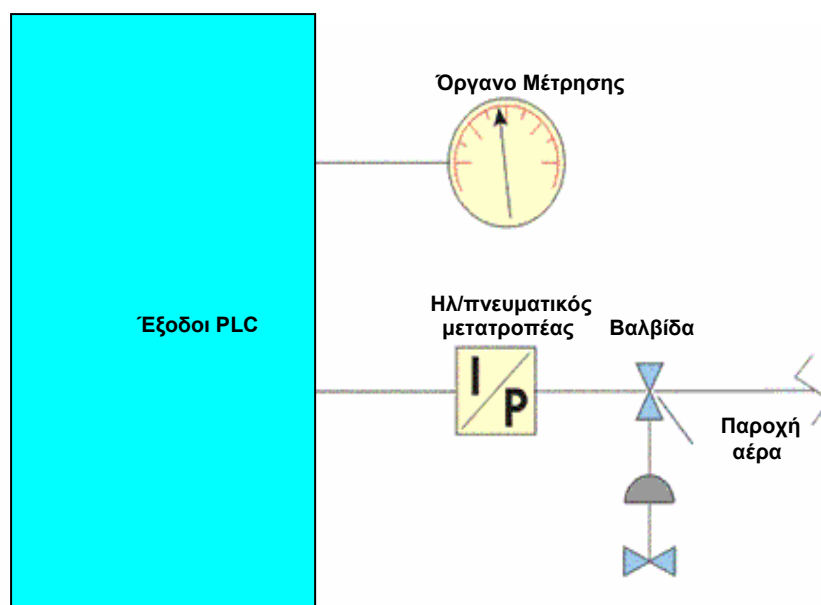
14. Ψηφιακές έξοδοι

Οι ψηφιακές έξοδοι μπορούν να έχουν κατάσταση ON ή OFF. Σε αυτές συνδέονται και ενεργοποιούνται ή απενεργοποιούνται τα φορτία. Η σύνδεση των φορτίων με τις εξόδους γίνεται είτε απ' ευθείας ή (το πιο συνηθισμένο) μέσω διατάξεων ενεργοποίησης όπως ρελέ κ.λ.π. Στο παράδειγμα που φαίνεται στο σχήμα μια λάμπα συνδέεται στην έξοδο του PLC και ανάβει όταν η έξοδος είναι ON ή σβήνει όταν η έξοδος είναι OFF.



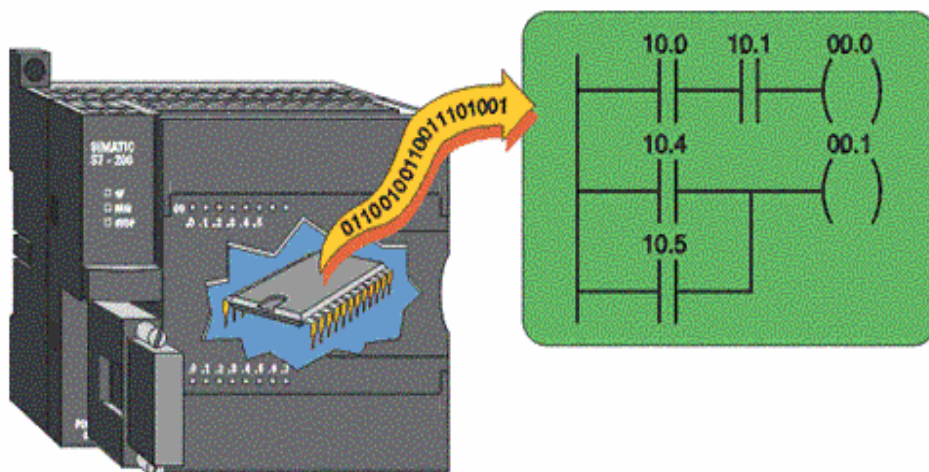
15. Αναλογικές έξοδοι

Η κατάσταση μιας αναλογικής εξόδου μεταβάλλεται συνεχώς. Για παράδειγμα μια αναλογική έξοδος μπορεί να παρέχει ηλεκτρικό σήμα του οποίου η τάση μεταβάλλεται από 0 έως 10 V και το οποίο οδηγεί ένα αναλογικό όργανο μέτρησης π.χ. θερμοκρασίας, ταχύτητας ή βάρους. Ακόμα μέσω ενός ηλεκτροπνευματικού μετατροπέα το μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό σήμα μιας αναλογικής εξόδου μπορεί τελικά να ελέγχει μια βαλβίδα αέρος όπως φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί.



16. CPU

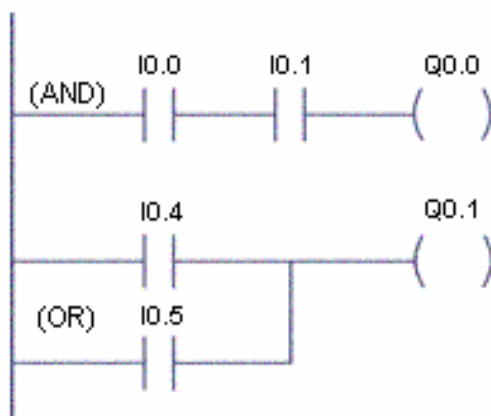
Η Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (στα Αγγλικά Central Processing Unit – CPU) του PLC είναι ένα ψηφιακό κύκλωμα, ένας μικροεπεξεργαστής συγκεκριμένα (microprocessor) που αποτελεί τον “εγκέφαλο” του PLC.



Πρόκειται για το μέρος του PLC που υλοποιεί τη λογική και παίρνει τις αποφάσεις με βάση τις εντολές του προγράμματος και την κατάσταση των εισόδων και των εξόδων που συνεχώς επιτηρεί. Στη CPU υλοποιούνται λειτουργίες αντίστοιχες με τους συνδυασμούς επαφών στα συμβατικά κυκλώματα απαριθμήσεις, χρονομετρήσεις, συγκρίσεις δεδομένων, μαθηματικές πράξεις και άλλες λειτουργίες.

17. Εντολές προγράμματος PLC σε δύο γλώσσες: Ladder και Statement List (STL)

Στην πρώτη εντολή συνδυάζονται οι εισοδοί I0.0 και I0.1 με την έξοδο Q0.0. Αν η είσοδος I0.0 και η είσοδος I0.1 είναι ενεργοποιημένες, τότε ενεργοποιείται η έξοδος Q0.0. Στη δεύτερη εντολή αν η είσοδος I0.4 ή η είσοδος I0.5 είναι ενεργοποιημένες τότε ενεργοποιείται η έξοδος Q0.1.



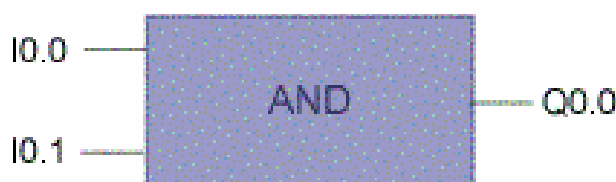
Στο πάνω μέρος του σχήματος οι δύο εντολές που εξηγήσαμε αναπαρίστανται σε γλώσσα Ladder, μια σχηματική γλώσσα που μοιάζει με ηλεκτρολογικό σχέδιο. Κάτω οι ίδιες εντολές αναπαρίστανται σε γλώσσα STL, που μοιάζει με τις γλώσσες

σες προγραμματισμού των υπολογιστών και συγκεκριμένα περισσότερο με τη γλώσσα προγραμματισμού Assembly.

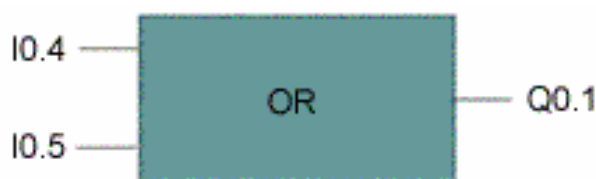
```
LD    I0.0
A      I0.1
=      Q0.0
LD    I0.4
O      I0.5
=      Q0.1
```

18. Γλώσσα Function Block Diagram (FBD)

Οι εντολές που είδαμε προηγουμένως αναπαρίστανται εδώ στην τρίτη τυπική γλώσσα των PLC την Function Block Diagram (FBD). Κάθε λειτουργία αναπαρίσται με ένα ορθογώνιο με το όνομα της λειτουργίας στο κέντρο.



Στο αριστερό μέρος του ορθογώνιου βρίσκονται οι είσοδοι και στο δεξιό οι έξοδοι που χρησιμοποιούνται στη λειτουργία.



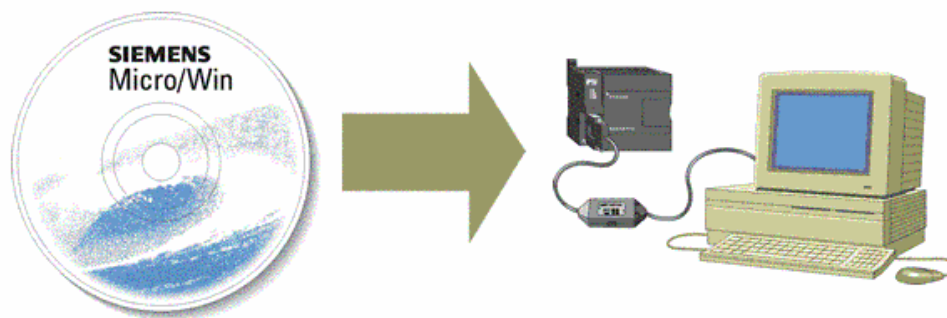
19. Κύκλος PLC

Η εκτέλεση του προγράμματος του PLC, είναι μέρος μιας επαναλαμβανόμενης διαδικασίας που ονομάζεται κύκλος του PLC. Ο κύκλος ξεκινά με ανίχνευση (διάβασμα) της κατάστασης των εισόδων του PLC. Στη συνέχεια και με βάση την πληροφορία αυτή εκτελείται το πρόγραμμα. Μετά το PLC εκτελεί εσωτερικές διαγνωστικές λειτουργίες και λειτουργίες επικοινωνιών. Τέλος ενημερώνεται (τροποποιείται ή παραμένει η ίδια) η κατάσταση των εξόδων και ο κύκλος ξεκινά από την αρχή. Ο χρόνος που απαιτείται για να ολοκληρωθεί ένας κύκλος του PLC εξαρτάται από το μέγεθος του προγράμματος, το πλήθος των εισόδων και των εξόδων και επίσης από τον όγκο των επικοινωνιών που – ίσως - πρέπει να υλοποιηθούν.



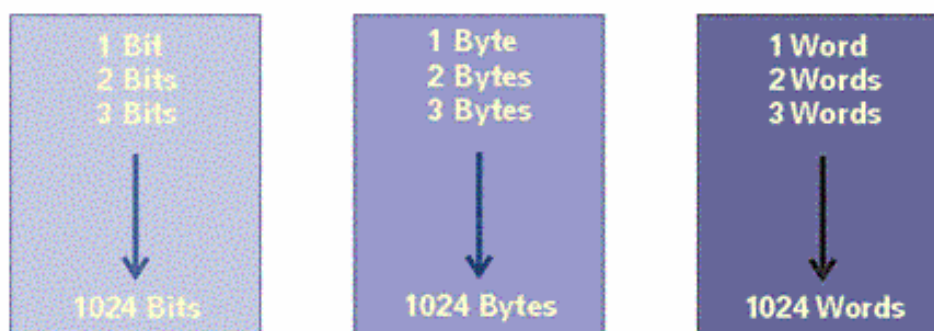
20. Λογισμικό Προγραμματισμού

Το λογισμικό προγραμματισμού (Software) είναι το εργαλείο που χρησιμοποιούμε σε ένα ηλεκτρονικό υπολογιστή για να δημιουργήσουμε το πρόγραμμα και να το μεταφέρουμε στο PLC όπου θα εκτελεσθεί.



21. Μέγεθος Μνήμης

Σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα το σύμβολο πολλαπλασίου ενός μεγέθους Kilo (συντομογραφικά K) αναφέρεται σε 1000 μονάδες. Όμως όταν μιλάμε για ψηφιακά υπολογιστικά συστήματα (π.χ. για τη μνήμη σε ένα PLC) το 1K αντιστοιχεί σε 1024 μονάδες. Αυτό συμβαίνει γιατί στα ψηφιακά υπολογιστικά συστήματα όπως το PLC χρησιμοποιείται το δυαδικό αριθμητικό σύστημα όπου $2^{10}=1024$. Το 1K μπορεί να είναι, ανάλογα με τον τύπο της μνήμης 1024 bits, 1024 bytes ή 1024 words.

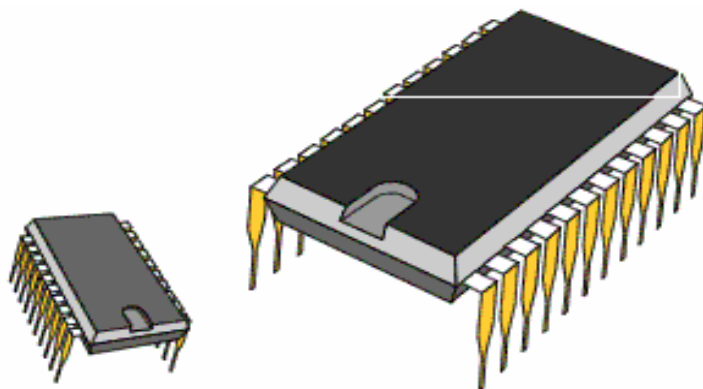


22. Μνήμες RAM/ROM/EPROM/EEPROM. Firmware

Στη μνήμη RAM (Random Access Memory) μπορούμε εύκολα να “διαβάσουμε” τα δεδομένα που περιέχει ή να τα μεταβάλλουμε, να “γράψουμε” δεδομένα σε αυτήν. Χρησιμοποιείται σαν χώρος προσωρινής αποθήκευσης δεδομένων. Τα δεδομένα χάνονται, “σβήνονται” από τη μνήμη RAM σε περίπτωση διακοπής τάσης. Αν θέλουμε τα δεδομένα να μη χαθούν χρησιμοποιούμε κάποια μπαταρία που διατηρεί τα δεδομένα σε περίπτωση διακοπής τάσης.

Στη μνήμη ROM (Read Only Memory) μπορούμε να διαβάσουμε τα δεδομένα που περιέχει αλλά δε μπορούμε να γράψουμε δεδομένα σε αυτή. Χρησιμοποιείται για να προστατεύονται τα δεδομένα που περιέχει από κατά λάθος σβήσιμο. Τα δεδομένα που αποθηκεύονται σε μνήμη ROM δε χάνονται σε περίπτωση διακοπής τάσης.

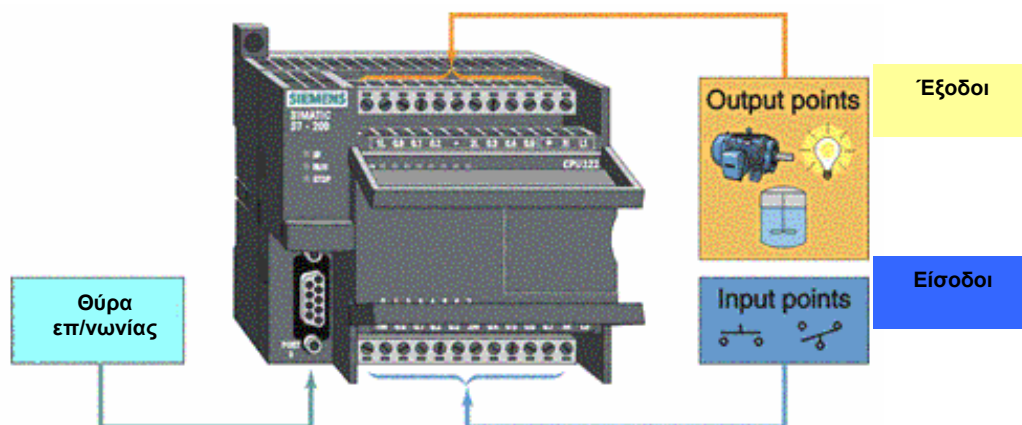
Η μνήμη EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) είναι ειδικά σχεδιασμένη ώστε τα δεδομένα που περιέχει να μπορούν εύκολα να διαβαστούν αλλά δύσκολα (με ειδική τεχνική) να αλλαχθούν.



Για να σβήσουμε μια μνήμη EPROM πρέπει να χρησιμοποιήσουμε μια ειδική συσκευή που εκπέμπει υπεριώδες (Ultraviolet – UV) φως. Μια άλλη παραλλαγή, τη μνήμη EEPROM, μπορούμε να τη σβήσουμε ηλεκτρονικά με αντίστοιχη συσκευή. Το Firmware είναι ένα ειδικό πρόγραμμα που αποθηκεύεται σε μνήμη EPROM και αφορά τις βασικές ενσωματωμένες λειτουργίες του PLC ή κάποιες άλλες ειδικά σχεδιασμένες λειτουργίες. Το Firmware αποτελεί μέρος του PLC, ενσωματωμένο στη συσκευή.

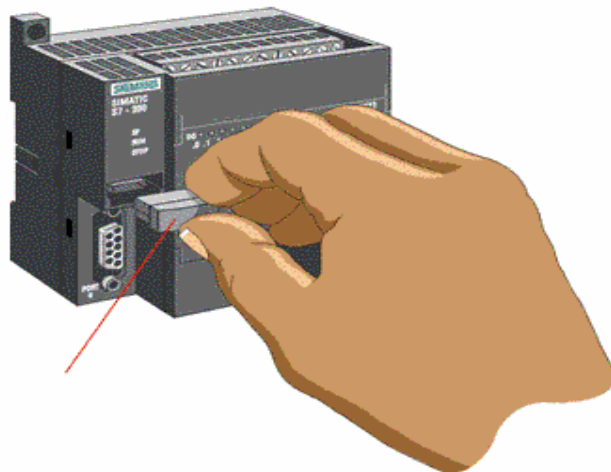
23. Το micro PLC S7-200

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



24. Εξωτερικές μονάδες : μνήμης, ρολογιού και μπαταρίας

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

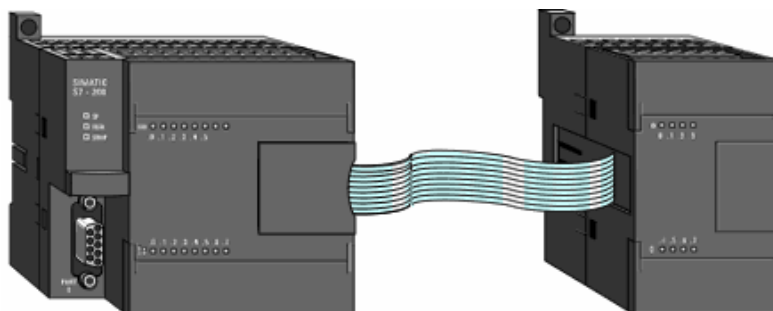


Επίσης υπάρχουν μονάδες ρολογιού πραγματικού χρόνου (Real Time Clock) για τις CPU 221 και 222 που δεν έχουν αντίστοιχη μονάδα ενσωματωμένη όπως συμβαίνει στις μεγαλύτερες CPU 224 και 226. Ακόμα υπάρχει εξωτερική μονάδα μπαταρίας που επεκτείνει το χρόνο διατήρησης δεδομένων της μνήμης, σε περίπτωση διακοπής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

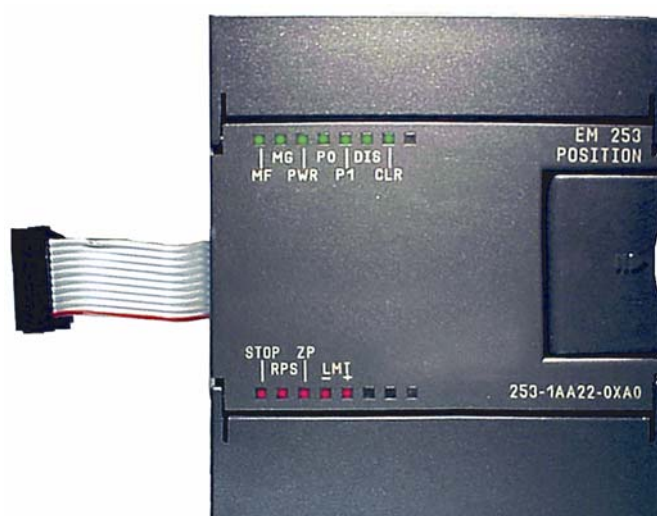


25. Μονάδες επέκτασης

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

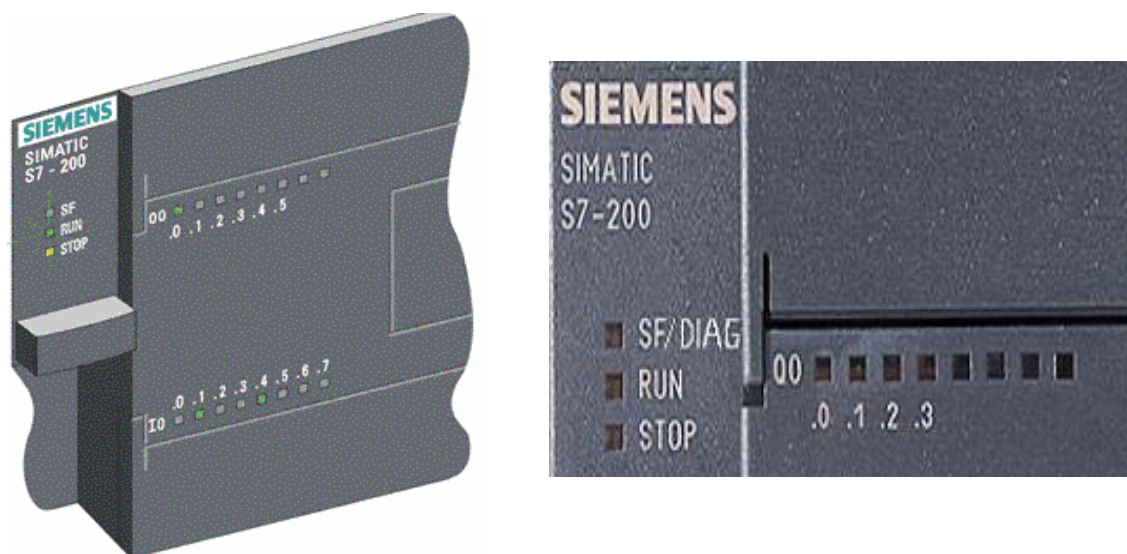


Η σύνδεση γίνεται μέσω καλωδιοταινίας (ribbon cable) που αφού συνδεθεί τοποθετείται μεταξύ των μονάδων που τελικά εφάπτονται προστατεύοντας έτσι την καλωδιοταινία.



26. Ενδεικτικές λυχνίες LED

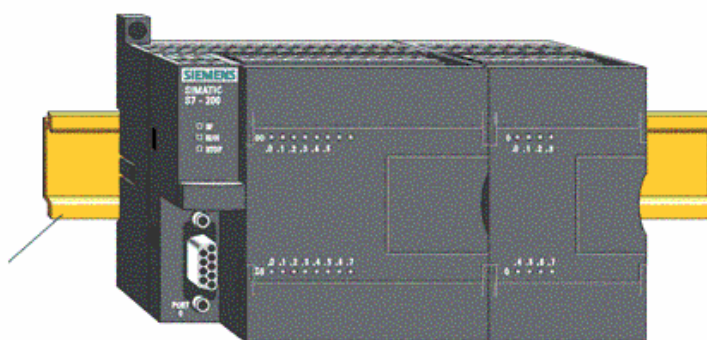
3 ενδεικτικές λυχνίες LED δείχνουν την κατάσταση λειτουργίας της CPU. Η πράσινη λυχνία LED για παράδειγμα είναι αναμμένη όταν η CPU βρίσκεται σε κατάσταση RUN. Η κίτρινη λυχνία είναι αναμμένη όταν η CPU βρίσκεται σε κατάσταση STOP. Και η τρίτη (και χειρότερη!!!), η λυχνία με το “απεχθές” κόκκινο χρώμα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



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

27. Εγκατάσταση

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

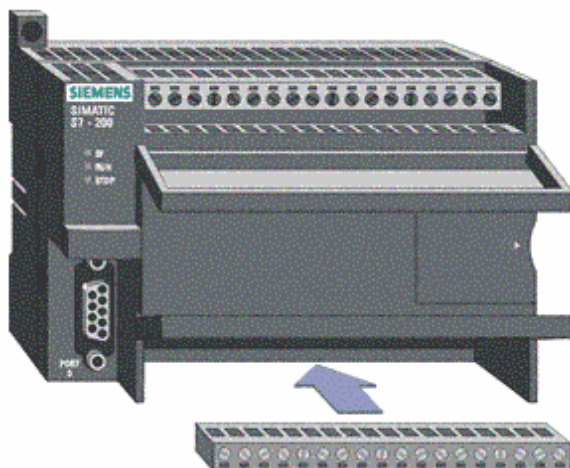


28. Εξωτερική τροφοδοσία

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

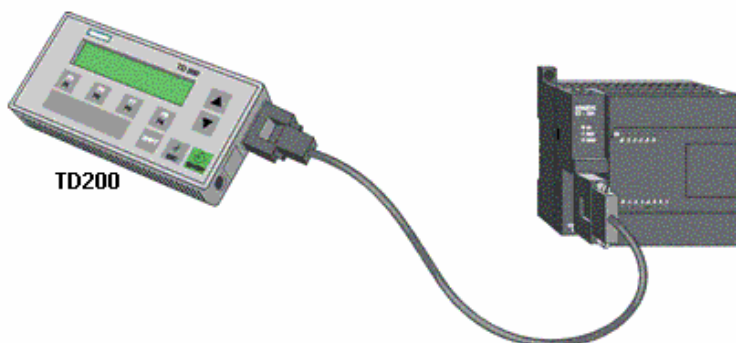
31. Αποσπώμενη κλεμμοσειρά

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



32. Συσσκευή ενδείξεων και χειρισμών TD200

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

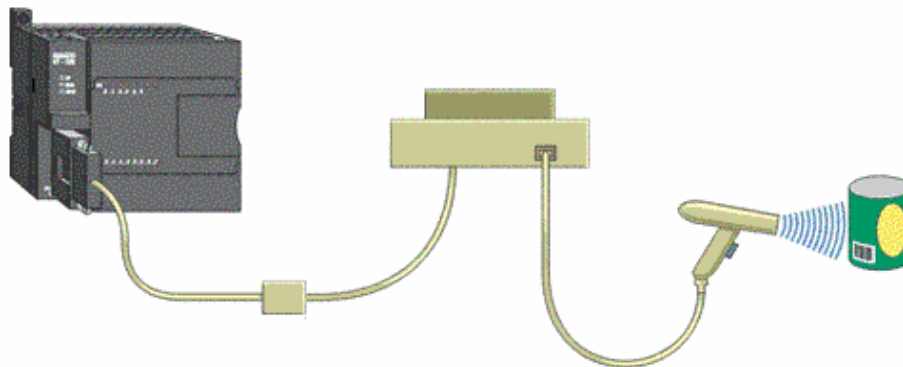


Το TD200 παρέχει τη δυνατότητα ενδείξεων (μηνυμάτων που είναι αποθηκευμένα στο S7-200) και χειρισμών (αλλαγή παραμέτρων, τιμών, χρόνου, ημερομηνίας κ.λ.π.). Χρειάζεται εξωτερικό τροφοδοτικό εκτός αν η απόσταση από το PLC είναι μικρή (καλώδιο 3m περίπου).



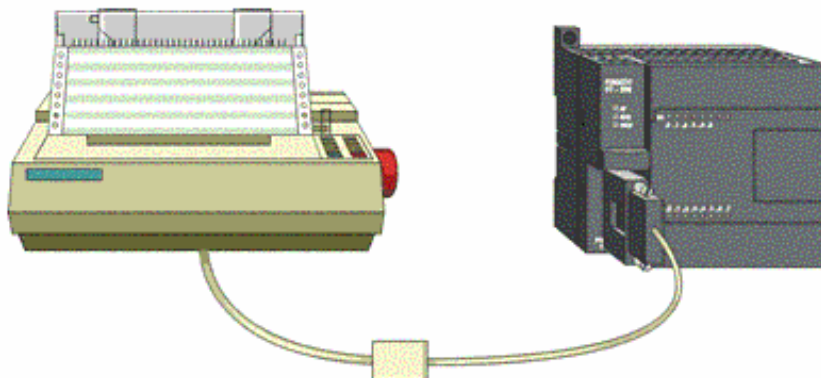
33. Ελεύθερα προγραμματιζόμενο σειριακό πρωτόκολλο (Freeport Mode)

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



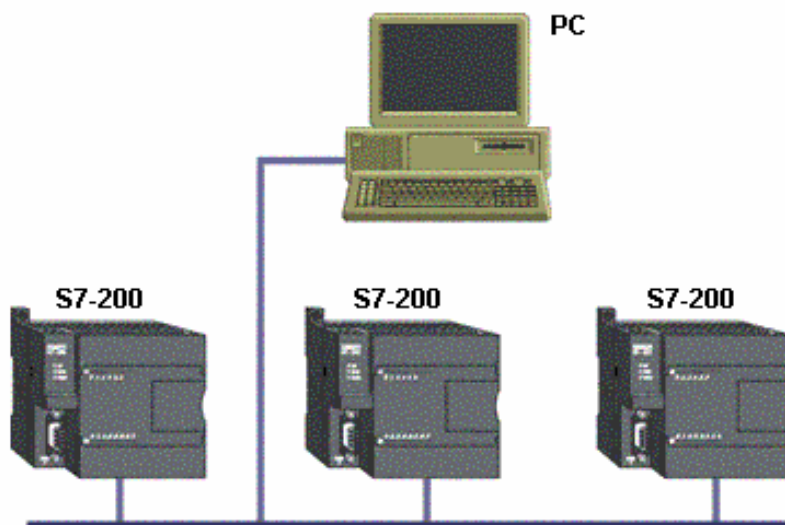
34. Σύνδεση εκτυπωτή

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



35. Δικτύωση

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



36. Σύμβολα επαφών

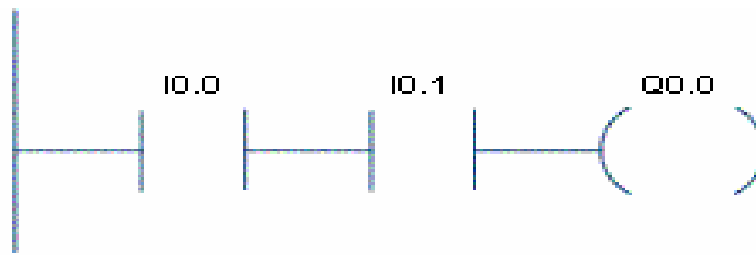
Η γλώσσα Ladder στα PLC μοιάζει πολύ με το ηλεκτρολογικό σχέδιο, με τα “διαγράμματα επαφών” που απεικονίζουν σχηματικά κυκλώματα αυτοματισμού κατασκευασμένα με συμβατικά υλικά (ανοιχτές - κλειστές επαφές, πηνία κ.λ.π.). Δύο από τις πιο κοινές λειτουργίες όπως απεικονίζονται στη Ladder είναι η “ανοιχτή” και η “κλειστή” επαφή. Η “ανοιχτή” επαφή γίνεται ενεργή, η κατάσταση της είναι “αληθής” όπως λέμε στα ψηφιακά συστήματα όταν το ψηφιακό bit που της αντιστοιχεί έχει την τιμή του λογικού “1” (π.χ. η είσοδος είναι “ON”).



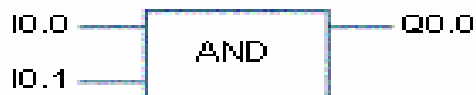
Αντίστροφα ακριβώς η “κλειστή” επαφή γίνεται ενεργή (“αληθής”) όταν το bit που της αντιστοιχεί έχει την τιμή του λογικού “0” (π.χ. η είσοδος είναι “OFF”).

37. Η λειτουργία AND

Η πιο κλασσική λογική λειτουργία είναι η AND (στα Αγγλικά “και”). Αναπαρίσταται στις 3 συνηθισμένες γλώσσες των PLC με τον τρόπο που βλέπουμε στο σχήμα. Για να ενεργοποιηθεί η έξοδος Q0.0 πρέπει να είναι αληθείς και οι δύο ανοιχτές επαφές, πρέπει δηλαδή να είναι “ON” – ενεργοποιημένες και η είσοδος I0.0 και η είσοδος I0.1.

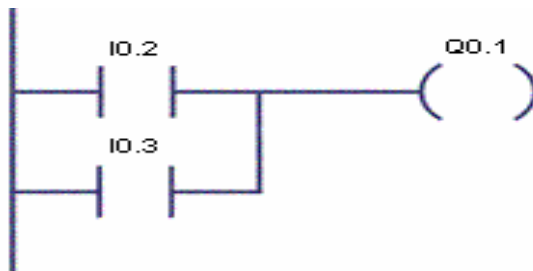


LD	IO.0
A	IO.1
=	Q0.0

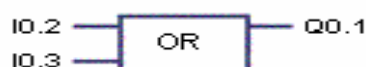


38. Η λειτουργία OR

Η δεύτερη πιο κλασσική λειτουργία είναι η OR (στα Αγγλικά “ή”). Αναπαρίσταται στις 3 συνηθισμένες γλώσσες των PLC με τον τρόπο που φαίνεται στο σχήμα. Για να ενεργοποιηθεί η έξοδος Q0.1 πρέπει να είναι αληθείς μία από τις δύο ανοιχτές επαφές, πρέπει δηλαδή να είναι “ON” / ενεργοποιημένη ή η είσοδος I0.2 ή η είσοδος I0.3.

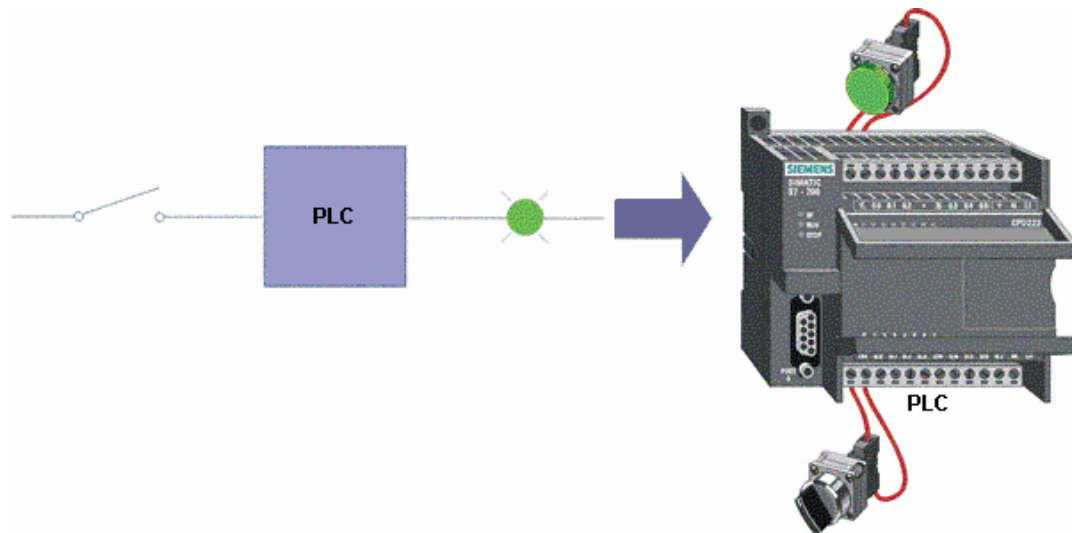


LD	IO.2
OR	IO.3
=	Q0.1

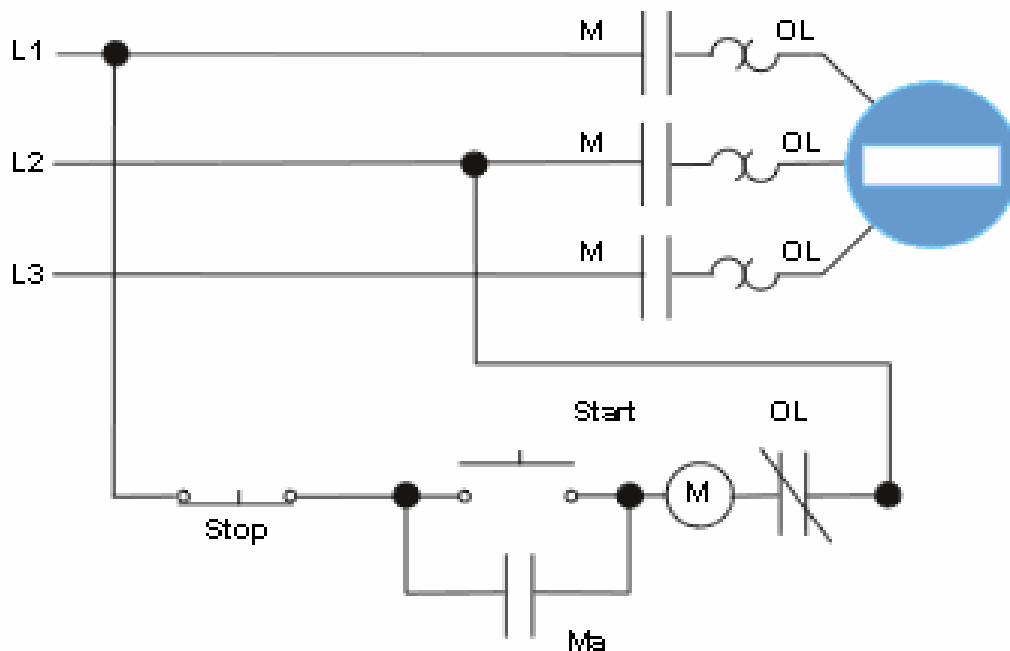


39. Ενεργοποίηση φορτίου (λαμπτήρα)

Για να ενεργοποιηθεί ένας λαμπτήρας που συνδέεται σε μία έξοδο του PLC δίνεται η εντολή από ένα διακόπτη που συνδέεται σε μία είσοδο του PLC. Ο λαμπτήρας ενεργοποιείται (ανάβει) όταν και για όσο είναι ενεργοποιημένος ο διακόπτης με την προϋπόθεση - βέβαια - ότι η αντίστοιχη εντολή υπάρχει στο πρόγραμμα που υπάρχει στο PLC.

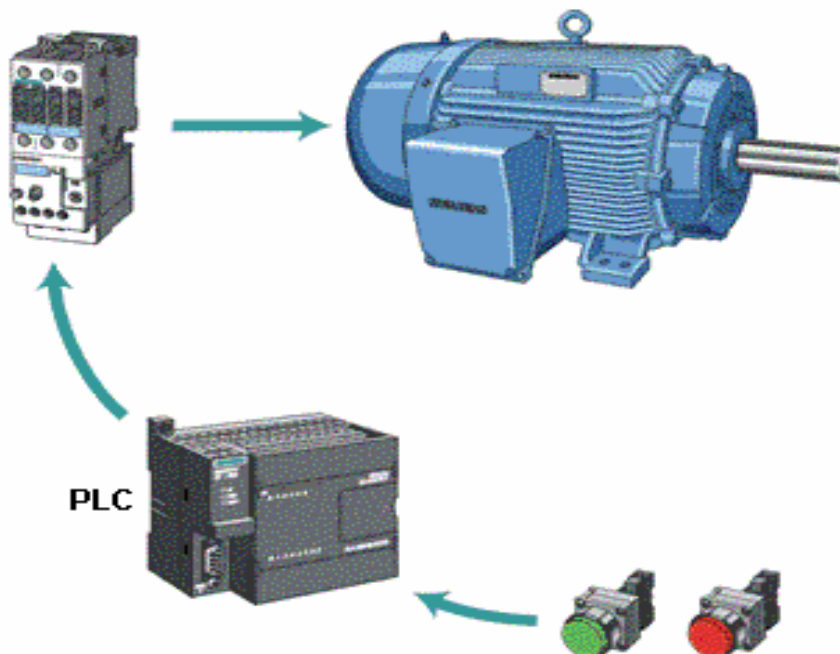


40. Σχέδιο ενεργοποίησης φορτίου



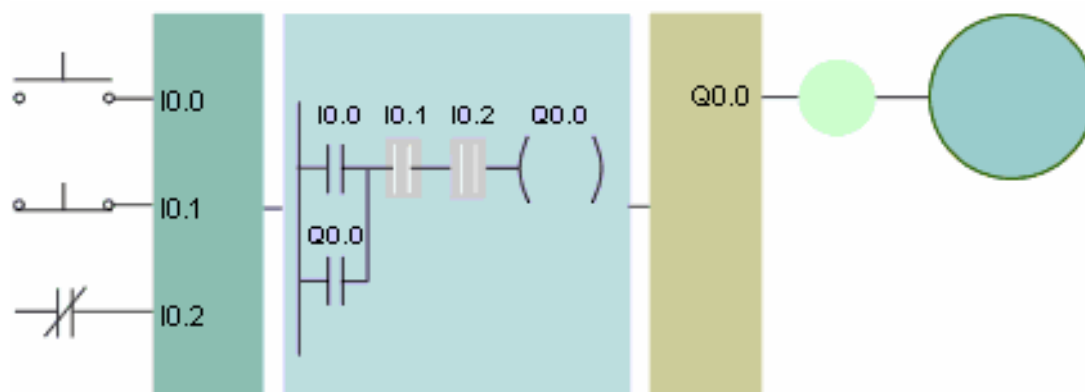
41. Εκκίνηση κινητήρα με PLC

Η εκκίνηση κινητήρα μπορεί να γίνει και μέσω PLC.



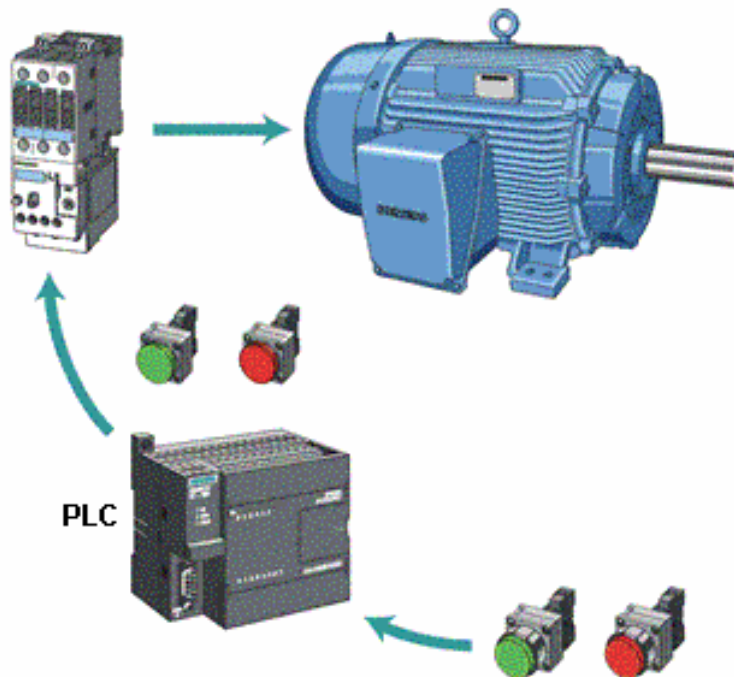
42. Εντολές προγράμματος

Ένα μπουτόν Start με κανονικά ανοιχτή επαφή συνδέεται στην είσοδο I0.0. Ένα μπουτόν Stop με κανονικά κλειστή επαφή συνδέεται στην είσοδο I0.1 και επίσης μια κανονικά κλειστή επαφή υπερφόρτισης συνδέεται στην είσοδο I0.2. Και οι τρεις επαφές “συνδέονται” λογικά μέσω της λειτουργίας AND για να ελέγξουν την έξοδο. Επίσης μια κανονικά κλειστή επαφή η κατάσταση της οποίας εξαρτάται από την κατάσταση της εξόδου Q0.0 συνδέεται παράλληλα με την επαφή I0.0

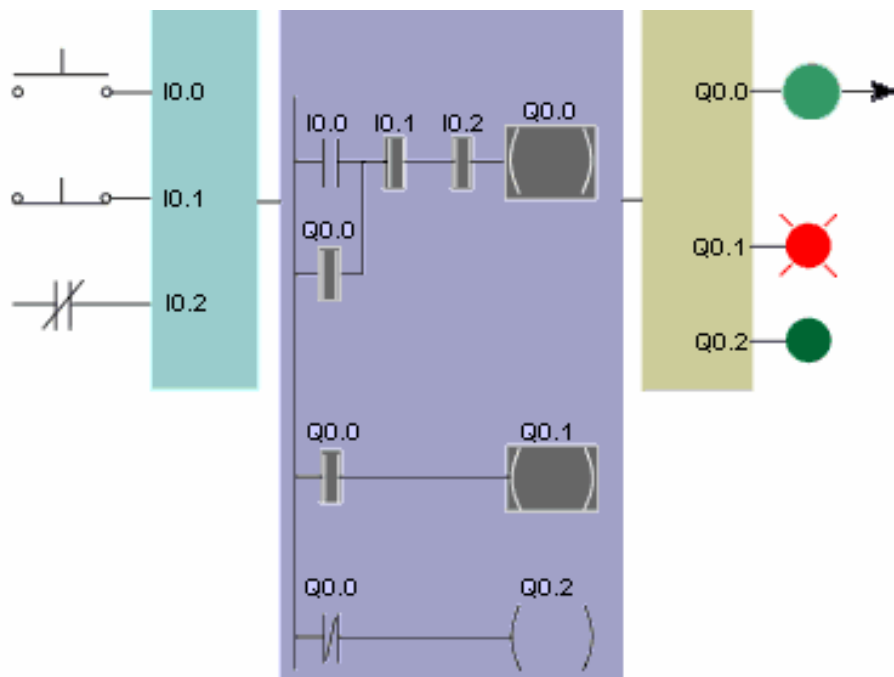


43. Επεκτάσεις, βελτιώσεις της εφαρμογής

Η εφαρμογή μπορεί να επεκταθεί, να γίνει πιο σύνθετη (η τροποποίηση είναι πολύ εύκολη χάρη στη χρήση PLC) προσθέτοντας ενδεικτικές λυχνίες λειτουργίας RUN και STOP.

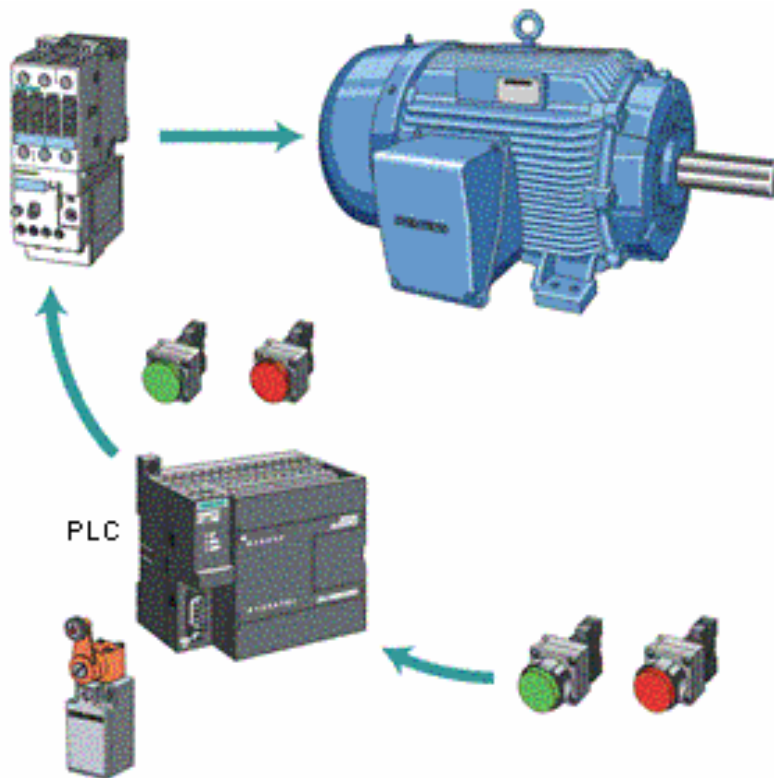


44. Το πρόγραμμα με την επέκταση

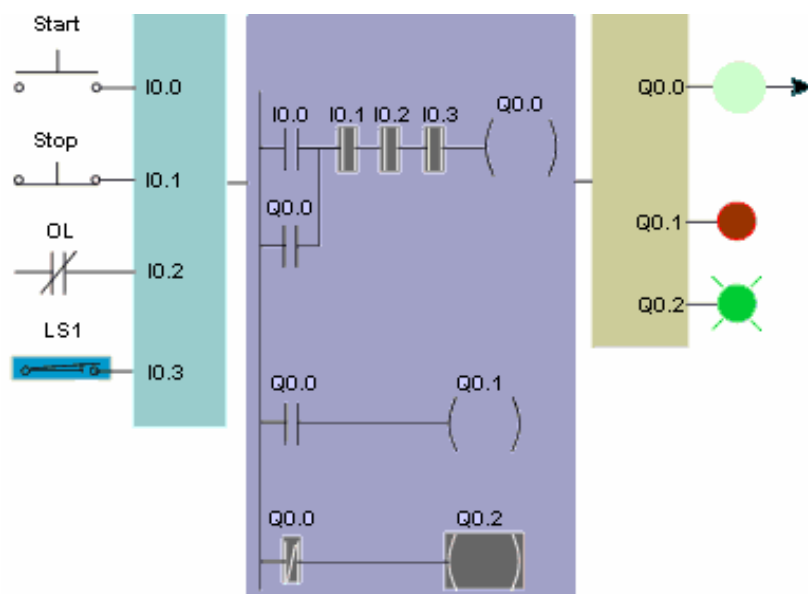


45. Επιπλέον επέκταση: προσθήκη τερματικού διακόπτη

Η εφαρμογή μπορεί να επεκταθεί με την προσθήκη ενός τερματικού διακόπτη (με κανονικά ανοιχτή επαφή). Η επαφή του τερματικού συνδέεται στην είσοδο I0.3.



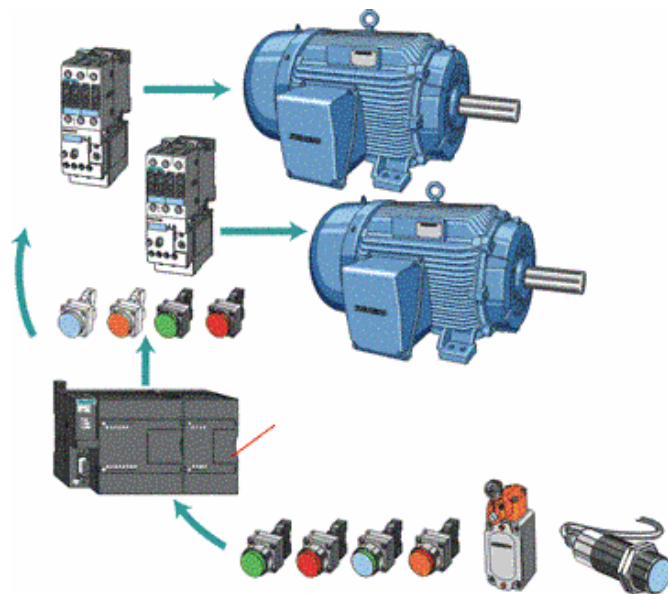
46. Το πρόγραμμα με την επιπλέον επέκταση



47. Και άλλες (!!)

 επεκτάσεις

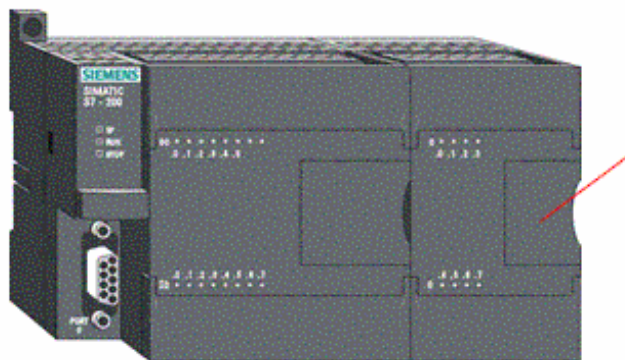
Η εφαρμογή μπορεί πολύ εύκολα να επεκταθεί πέρα από τη βασική λειτουργία για να καλύψει μεγαλύτερες απαιτήσεις. Μπορούμε για παράδειγμα να προσθέσουμε και άλλα μπουτόν χειρισμού π.χ. για έλεγχο από μακριά ή για έλεγχο περισσότερων κινητήρων. Μπορούμε να προσθέσουμε και άλλους τερματικούς διακόπτες ή διακόπτες προσέγγισης που θα ανιχνεύουν τη θέση αντικειμένων. Αν ο αριθμός εισόδων-εξόδων του PLC δεν επαρκεί μπορούμε να προσθέσουμε μονάδες εισόδων-εξόδων.



Τα όρια των δυνατοτήτων επέκτασης που έχουμε εξαντλούνται μόνο με βάση το μέγιστο αριθμό εισόδων/εξόδων που μπορούμε να συνδέσουμε στο PLC και το μέγεθος (τη χωρητικότητα) της μνήμης του PLC, με το μέγεθος δηλαδή του προγράμματος του PLC.

48. Το πρόγραμμα με τις επιπλέον επεκτάσεις

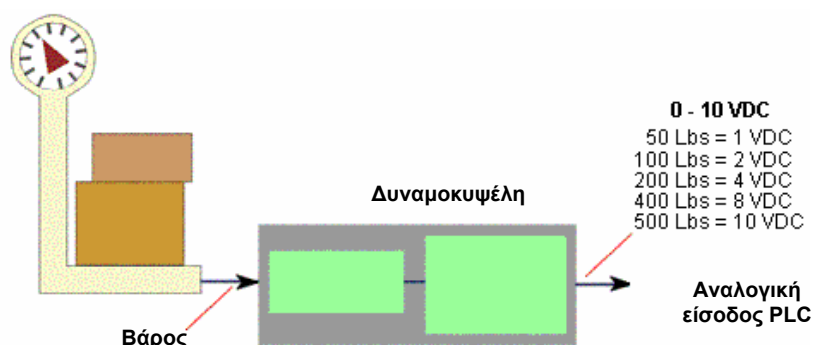
Το PLC (όπως έχουμε ήδη εξηγήσει) μπορεί να επεξεργαστεί εκτός από ψηφιακά σήματα, από σήματα δηλαδή που έχουν δύο μόνο δυνατές καταστάσεις (“ON” - “OFF” ή “1” και “0”) και συνεχώς μεταβαλλόμενα σήματα, αναλογικά. Τέτοια σήματα έχουν - τυπικά - μεταβαλλόμενες τιμές από 0 έως 10V DC ή 4 έως 20mA.



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

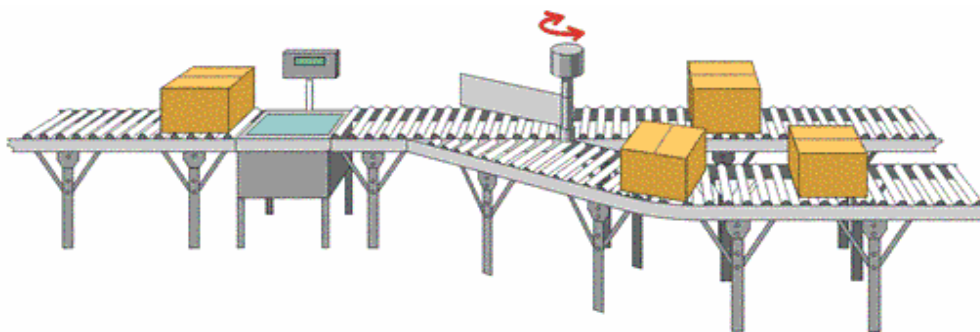
49. Παράδειγμα Εφαρμογής

Μία συσκευή (ένα όργανο) μέτρησης ενός μεταβαλλόμενου φυσικού μεγέθους συνήθως συνδέεται με κάποιο μετατροπέα σήματος (transducer). Στο παράδειγμα που ακολουθεί περιγράφεται μια εφαρμογή ζύγισης κιβωτίων. Η ζυγαριά λειτουργεί με μία δυναμοκυψέλη. Η δυναμοκυψέλη μετατρέπει την μεταβαλλόμενη τιμή του βάρους σε μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό σήμα με μεταβαλλόμενη τάση ή ρεύμα. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το βάρος μπορεί να πάρει τιμές από 0 έως 250 Kg. Η δυναμοκυψέλη μετατρέπει το βάρος σε αναλογικό σήμα 0-10V DC που συνδέεται στην αναλογική είσοδο του PC.



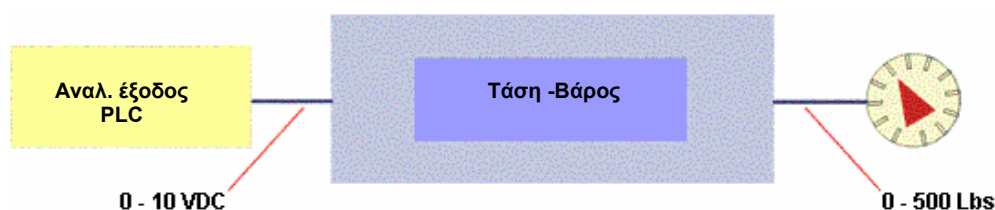
50. Επέκταση Εφαρμογής

Η εφαρμογή μπορεί να επεκταθεί με την προσθήκη ενός ταινιοδρόμου μεταφοράς των κιβωτίων. Ο ταινιοδρόμος μετά το σημείο όπου γίνεται η ζύγιση χωρίζεται σε δύο διακλάδωσεις. Στο σημείο της διακλάδωσης υπάρχει μηχανικό σύστημα που κατευθύνει τα κιβώτια στη μία ή την άλλη διακλάδωση ανάλογα με το βάρος τους. Τα κιβώτια που ζυγίζουν όσο μια συγκεκριμένη τιμή ή περισσότερο κατευθύνονται στη μια διακλάδωση. Όσα ζυγίζουν λιγότερο κατευθύνονται στην άλλη διακλάδωση και οδηγούνται σε σημείο όπου ανοίγονται και ελέγχονται για ελλείψεις στα περιεχόμενα.



51. Αναλογικές έξοδοι

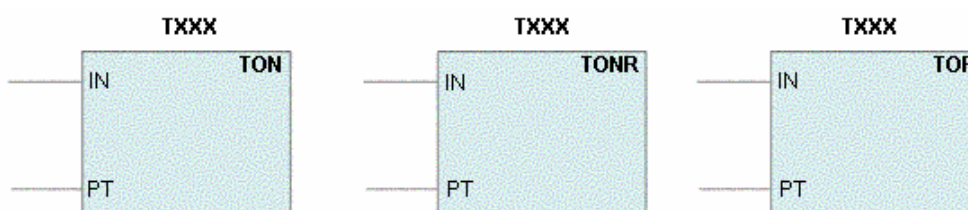
Οι αναλογικές έξοδοι χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπου οι ελεγχόμενες συσκευές ανταποκρίνονται (για τον έλεγχό τους) σε ηλεκτρικά σήματα μεταβαλλόμενου ρεύματος ή τάσης. Οι αναλογικές έξοδοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παράδειγμα, για να δημιουργούν σήματα αναφοράς για συσκευές όπως βαλβίδες, καταγραφικά, ρυθμιστές στροφών κινητήρων, μετατροπείς πίεσης.



Κατά κανόνα συνδέονται με την ελεγχόμενη συσκευή μέσω ενός μετατροπέα (transducer). Ο μετατροπέας παίρνει το αναλογικό σήμα και ανάλογα με τις απαιτήσεις της κάθε εφαρμογής, το ανιχνεύει, το μειώνει ή το μετατρέπει σε άλλο σήμα που τελικά ελέγχει τη συσκευή. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα ένα αναλογικό σήμα 0-10 V ελέγχει μια αναλογική συσκευή ένδειξης βάρους βαθμονομημένης από 0 έως 250 Kg.

52. Timers – Χρονικά

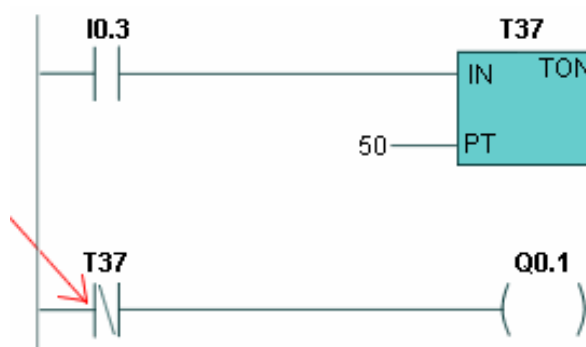
Υπάρχουν διάφορων τύπων χρονικά στα PLC. Στο S7-200 συγκεκριμένα, υπάρχουν χρονικά 3 τύπων. Τα χρονικά αναπαρίστανται στη γλώσσα Ladder με ορθογώνια. Όταν ένα χρονικό δεχθεί το σήμα έναυσης (IN) ξεκινά η μέτρηση του χρόνου και η μετρούμενη τιμή συγκρίνεται συνεχώς με την προκαθορισμένη τιμή (PT). Όσο διάστημα η μετρούμενη τιμή είναι μικρότερη από την προκαθορισμένη τιμή, η έξοδος του χρονικού είναι OFF (λογικό 0). Όταν η μετρούμενη τιμή γίνει μεγαλύτερη από την προκαθορισμένη τιμή, τότε η έξοδος του χρονικού αλλάζει και γίνεται ON (λογικό 1).



Οι τρεις τύποι χρονικού του S7-200 είναι: καθυστέρησης έλξης (On Delay TON), καθυστέρησης έλξης με αυτοσυγκράτηση (Retentive On-Delay TONR) και καθυστέρησης πτώσης (Off-Delay TOF). Οι αναλύσεις χρόνου για τα χρονικά είναι: ανάλυση 1 millisecond, 10 millisecond και 100 millisecond με μέγιστη τιμή μέτρησης 32,767 second, 327,67 second και 3.276,7 second αντίστοιχα. Για μεγαλύτερους χρόνους χρησιμοποιούμε επιπλέον πρόγραμμα.

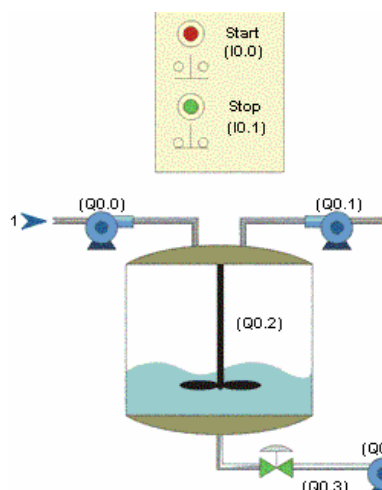
53. Παράδειγμα σε γλώσσα Ladder

Ας δούμε ένα παράδειγμα χρήσης χρονικού. Συνδέουμε ένα διακόπτη στην είσοδο I0.3 και μια ενδεικτική λυχνία στην έξοδο Q0.1. Όταν ο διακόπτης ενεργοποιηθεί στην είσοδο I0.3 έχουμε λογικό 1 που ενεργοποιεί το χρονικό T37. Το χρονικό T37 έχει ανάλυση 100 millisecond. Η προκαθορισμένη τιμή είναι 50. Άρα συνολικά το χρονικό θα μετρήσει χρόνο $50 \times 100 = 5.000$ millisecond ή αλλιώς 5 second. Η ενδεικτική λυχνία λοιπόν θα ενεργοποιηθεί 5 δευτερόλεπτα μετά την ενεργοποίηση του διακόπτη.



54. Άλλο ένα παράδειγμα εφαρμογής χρονικού

Στο συγκεκριμένο παράδειγμα μια δεξαμενή γεμίζεται με δύο διαφορετικές ουσίες οι οποίες αναμιγνύονται μέσα στη δεξαμενή και διοχετεύονται εκτός δεξαμενής. Όταν ενεργοποιηθεί το μπουτόν Start που είναι συνδεδεμένο στην είσοδο I0.0 και με βάση το πρόγραμμα ενεργοποιείται η αντλία 1 που ελέγχεται από την έξοδο Q0.0. Μετά από 5 δευτερόλεπτα έχει διοχετευθεί στη δεξαμενή η κατάλληλη ποσότητα του χημικού 1 και έτσι η αντλία σταματά. Στη συνέχεια ενεργοποιείται (μέσω της Q0.1) η αντλία 2 για 3 δευτερόλεπτα διοχετεύοντας το χημικό 2 στη δεξαμενή. Το πρόγραμμα στη συνέχεια δίνει εντολή ενεργοποίησης στον κινητήρα του ανάμικτη μέσω της εξόδου Q0.2 και τα δύο χημικά αναμιγνύονται για 60 δευτερόλεπτα.

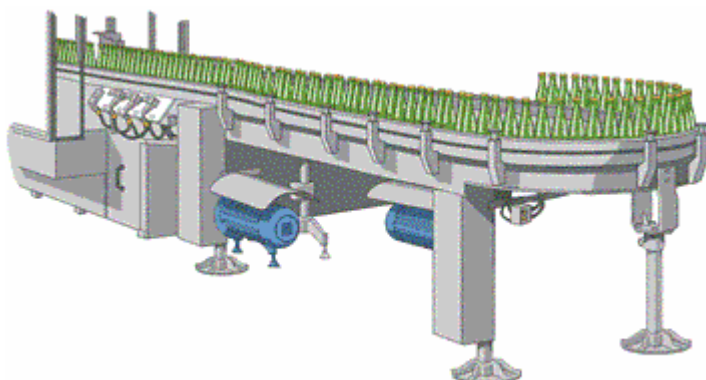


Μετά ενεργοποιείται η βαλβίδα (μέσω της Q0.3) και η αντλία 3 (μέσω της Q0.4) για 8 δευτερόλεπτα διοχετεύοντας το περιεχόμενο της δεξαμενής αλλού. Η δεξαμενή αδειάζει. Αν για κάποιο λόγο πρέπει να διακοπεί η αυτόματη αυτή διαδικασία υπάρχει μπουτόν Stop συνδεδεμένο στην είσοδο I0.1.

55. Απαριθμητές (Counters)

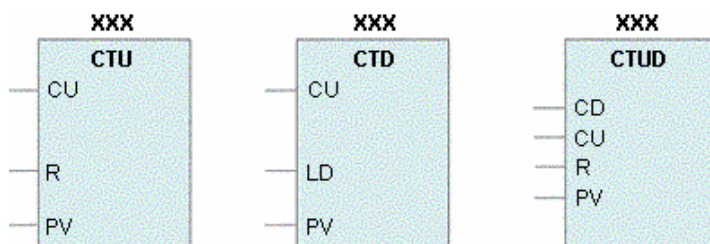
Οι απαριθμητές στα PLC εκτελούν λειτουργία αντίστοιχη με αυτή των μηχανικών απαριθμητών. Η μετρούμενη τιμή συγκρίνεται με μία προκαθορισμένη τιμή. Συνήθως οι απαριθμητές λειτουργούν με δύο διαφορετικές λογικές:

- Μετρούν μέχρι την προκαθορισμένη τιμή και προκαλούν ένα γεγονός
 - Προκαλούν ένα γεγονός μέχρι η μέτρηση να φτάσει την προκαθορισμένη τιμή.
- Μία μηχανή (γραμμή παραγωγής) εμφιάλωσης για παράδειγμα μπορεί να χρησιμοποιεί έναν απαριθμητή για να μετρά δάδες μπουκαλιών που μετά θα μπουν μαζί σε μία συσκευασία. Σε αυτήν την περίπτωση ο απαριθμητής λειτουργεί με την πρώτη από τις δύο λογικές που περιγράφηκαν παραπάνω.



56. Τύποι απαριθμητών. Αναπαράσταση σε γλώσσα Ladder

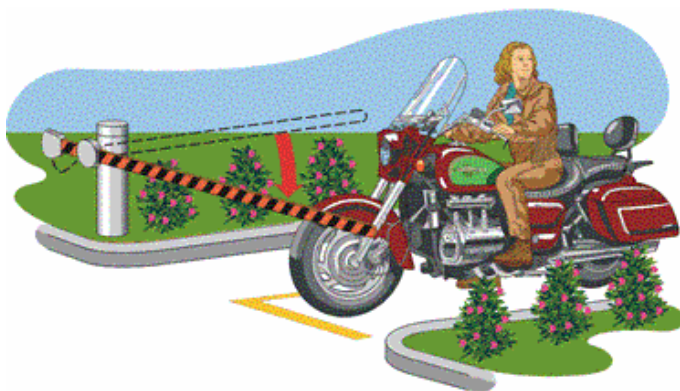
Οι απαριθμητές αναπαρίστανται στη γλώσσα Ladder με ορθογώνια. Κάθε φορά που η κατάσταση στην είσοδο απαρίθμησης αλλάζει από 0 σε 1, ο απαριθμητής αυξάνει ή μειώνει (ανάλογα με το είδος του) τη μετρούμενη τιμή κατά 1.



Στο Simatic S7-200 υπάρχουν 3 τύποι μετρητών: μετρητές αύξησης (up counters CTU), μείωσης (down counters CTD) και αύξησης/μείωσης (up/down counters CTUD). Υπάρχουν 256 απαριθμητές στο S7-200 από τον C0 έως τον C255. Η μέγιστη μετρούμενη τιμή μπορεί να είναι $\pm 32,767$.

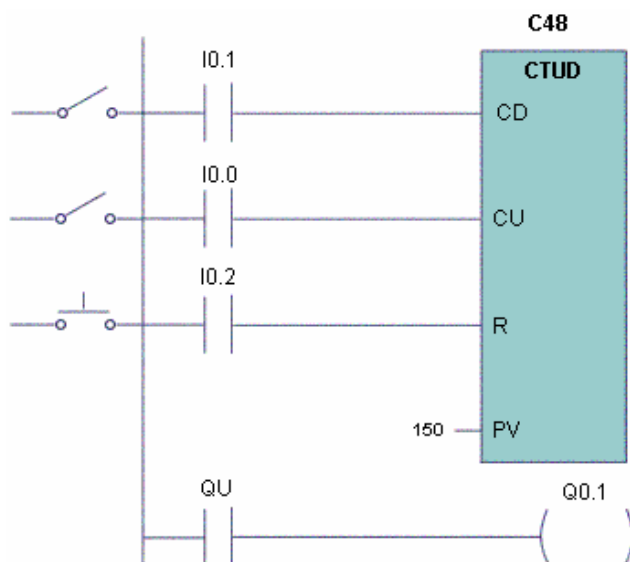
57. Παράδειγμα χρήσης απαριθμητών στην πράξη

Ένας απαριθμητής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ελέγχεται ο αριθμός των οχημάτων σε ένα χώρο parking. Όταν τα οχήματα μπαίνουν στο χώρο από την είσοδο, ο απαριθμητής μετρά προς τα πάνω. Όταν βγαίνουν από την έξοδο ο απαριθμητής μετρά προς τα κάτω. Όταν η μετρούμενη τιμή φτάσει την προκαθορισμένη τιμή που αντιστοιχεί στο μέγιστο αριθμό οχημάτων που χωρά στο parking τότε ενεργοποιείται μια ενδεικτική λυχνία στην είσοδο του parking.



58. Παράδειγμα σε γλώσσα Ladder

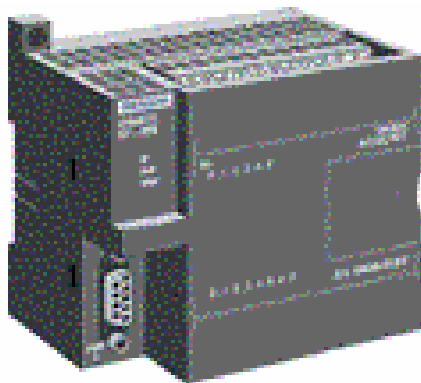
Για να υλοποιηθεί η εφαρμογή χρησιμοποιείται ένας απαριθμητής αύξησης/μείωσης, συγκεκριμένα ο up/down counter 48. Ένας διακόπτης που έχει προσαρμοσθεί στην είσοδο του parking συνδέεται στην είσοδο I0.0. Ένας άλλος διακόπτης, προσαρμοσμένος στην έξοδο, συνδέεται στην είσοδο I0.1. Το parking έχει χώρο για 150 οχήματα. Αυτή είναι και η τιμή που δίνεται στον απαριθμητή ως προκαθορισμένη τιμή μέτρησης PT.



Στην έξοδο Q0.1 συνδέεται η ενδεικτική λυχνία “πληρότητας” του parking. Αν η μέτρηση στον απαριθμητή φθάσει το 150 η έξοδος Q0.1 ενεργοποιείται και ανάβει η ενδεικτική λυχνία. Αν ένα αυτοκίνητο βγει από το parking, η μέτρηση γίνεται 149 και η ενδεικτική λυχνία σβήνει.

59. Διακοπές κύκλου προγράμματος (Interrupts)

Όπως αναφέραμε και πιο πριν, τα PLC εκτελούν το πρόγραμμα τους κυκλικά. Ο χρόνος κάθε κύκλου εξαρτάται από το μέγεθος του προγράμματος, τον αριθμό εισόδων και εξόδων και τον όγκο των επικοινωνιών που πρέπει να υλοποιηθούν. Ο κύκλος ξεκινά με έλεγχο της κατάστασης των εισόδων. Στη συνέχεια εκτελείται το πρόγραμμα με βάση τη λογική που περιέχει και την κατάσταση των εισόδων. Όταν ολοκληρωθεί η εκτέλεση του προγράμματος η CPU εκτελεί ορισμένες εσωτερικές διαγνωστικές λειτουργίες και πραγματοποιεί τις επικοινωνίες. Στο τέλος, ενημερώνονται οι καταστάσεις των εξόδων και ο κύκλος ξεκινά από την αρχή.



Υπάρχουν όμως κάποιες περιπτώσεις που το PLC πρέπει να αντιδράσει άμεσα σε κάποια γεγονότα που συμβαίνουν πριν να ολοκληρωθεί ο κύκλος του PLC. Αυτό γίνεται με τις λεγόμενες “διακοπές” του προγράμματος (interrupts) και με εντολές ειδικού τύπου (high speed instructions).

60. Γρήγοροι απαριθμητές (High Speed Counters)

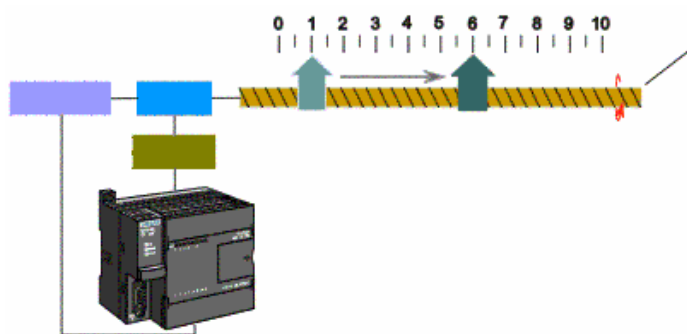
Οι γρήγοροι απαριθμητές είναι σε θέση να μετρήσουν ψηφιακά σήματα που αλλάζουν κατάσταση (0-1) πολύ γρήγορα (παλμούς). Οι γρήγοροι απαριθμητές του S7-200 μπορούν να μετρήσουν παλμούς μέγιστης συχνότητας από 10 έως 50 KHz ανάλογα με το μοντέλο, τον τρόπο λειτουργίας κ.α. Στη Ladder οι γρήγοροι απαριθμητές αναπαρίστανται με ορθογώνια.



Οι γρήγοροι απαριθμητές έχουν δώδεκα διαφορετικούς τρόπους λειτουργίας. Μαζί με την εντολή του γρήγορου απαριθμητή υπάρχει πάντα και μια συνοδευτική εντολή που στη Ladder αναπαρίστανται επίσης με ορθογώνιο, ονομάζεται “definition box” και αυτό που κάνει είναι να καθορίζει τον τρόπο λειτουργίας του γρήγορου απαριθμητή.

61. Εφαρμογή: έλεγχος θέσης

Ο έλεγχος θέσης είναι ένα παράδειγμα εφαρμογής όπου μπορεί να χρησιμοποιηθούν οι γρήγοροι απαριθμητές. Στο παράδειγμα που φαίνεται στο σχήμα ένας κινητήρας που ελέγχεται από το PLC (είναι συνδεδεμένος σε έξοδο του PLC). Ο άξονας του κινητήρα είναι συνδεδεμένος σε έναν encoder και ένα positioning actuator. Ο encoder παράγει μια σειρά παλμών καθώς ο κινητήρας κινείται (περιστρέφεται). Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το πρόγραμμα προβλέπει τη μετακίνηση ενός αντικειμένου από τη θέση 1 έως τη θέση 6. Ας υποθέσουμε ότι ο encoder παράγει 600 παλμούς ανά περιστροφή και χρειάζονται 1.000 περιστροφές του κινητήρα για τη μετακίνηση από τη μία θέση στην επόμενη. Άρα για τη μετακίνηση αντικειμένου από τη θέση 1 έως τη θέση 6, απαιτούνται 5.000 περιστροφές. Ο γρήγορος απαριθμητής λοιπόν προγραμματίζεται να μετρήσει 3.000.000 (5.000 περιστροφές X 600 παλμούς ανά περιστροφή) παλμούς από τον encoder και μετά θα σταματήσει τον κινητήρα.



62. Βιομηχανικά δίκτυα και επικοινωνίες

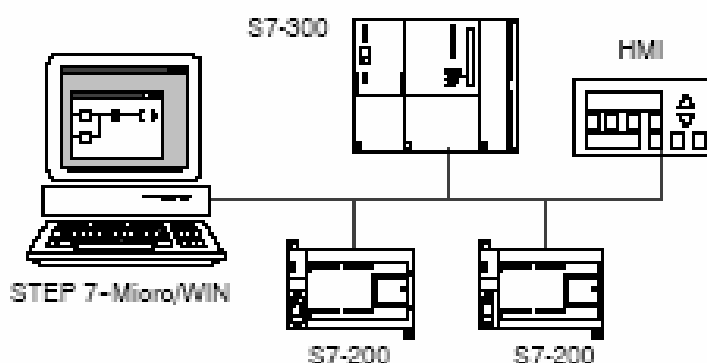
Τελειώνοντας αυτό το εισαγωγικό εγχειρίδιο θα πρέπει να αναφέρουμε το πολύ μεγάλο ρόλο που παίζουν πλέον στον αυτοματισμό και τις εφαρμογές PLC, οι επικοινωνίες.

Οι δυνατότητες επικοινωνίας είναι πλέον απαίτηση και προϋπόθεση ακόμα και από το πιο μικρό σύστημα.



Το S7200, στον τομέα των επικοινωνιών είναι απλά αξεπέραστο, καθώς μπορεί να επικοινωνεί σχεδόν με κάθε τρόπο:

- με το ενσωματωμένο πρωτόκολλο επικοινωνίας PPI
- με ελεύθερα προγραμματιζόμενο σειριακό ASCII πρωτόκολλο
- μέσω modem standard ή βιομηχανικού ενσύρματα ή ασύρματα
- ως master στο δίκτυο AS interface
- ως slave στο δίκτυο Profibus
- με Ethernet TCP/IP
- μέσω δικτύων κινητής τηλεφωνίας με GPS, GPRS κ.λ.π.



Θέλετε περισσότερες πληροφορίες;

Θα τις βρείτε στα γραφεία της Siemens, στο Internet και σε επιλεγμένους συνεργάτες μας.

Τοπικά γραφεία της Siemens :

Αθήνα

Τ.Θ. 61011
151 10 Αμαρούσιο
τηλ.: 210 – 6864534
fax: 210 – 6864556

Θεσσαλονίκη

Τ.Θ. 10290
541 10 Θεσσαλονίκη
τηλ.: 2310 – 479229
fax: 2310 – 479295

**... και 24 ώρες το 24ωρο
στο Internet:**
www.siemens.gr

ΣΗΜΕΝΣ Α.Ε.

Ηλεκτροτεχνικών έργων και Προϊόντων
Automation & Drives, Automation Systems
Τ.Θ. 61011
15110 Αμαρούσιο

www.siemens.gr

