

**Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ
Σ.Τ.Ε.Φ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ: ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΦΩΤΕΙΝΗΣ
ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ ΜΕ PLC**



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ : Dr.ΦΡΑΓΚΙΑΔΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΦΟΙΤΗΤΕΣ : ΠΕΤΕΙΝΑΤΟΣ ΗΛΙΑΣ

A.M.3140

ΜΠΑΡΙΤΑΚΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

A.M.2448

ΑΓΟΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ

A.M.2333

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	ΣΕΛ.
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
Ιστορική Αναδρομή	3
Εισαγωγικές πληροφορίες	5
Microsystems	8
SimaticS7-200-micro plc.....	9
ΓΝΩΡΙΜΙΑ ΜΕ ΤΑ PLC	10
Πλεονεκτήματα	14
Η οικογένεια simatic S7	17
Περιγραφή και λειτουργία του S7-200.....	22
Η δομή του PLC.....	23
Βασική λειτουργία του S7-200.....	27
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΟΥ PLC S7-200	32
ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΑ	
ΦΑΝΑΡΙΑ	55
ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ	56
ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ	57
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	68
MANUAL PLC SIEMENS S7-200	69

Εισαγωγή

Ιστορική αναδρομή

Ήδη από τη δεκαετία του '60 στην Ευρώπη άρχισε η μετάβαση στα συστήματα με ψηφιακά ηλεκτρονικά. Αυτό δεν άλλαξε μόνο τον τρόπο σκέψης των κατασκευαστών αλλά και τη δομή και το τρόπο λειτουργίας εγκαταστάσεων και μηχανών. Υπήρξαν όμως και αρνητικά σημεία αφού απαιτήθηκε η γνώση υψηλής ηλεκτρονικής για τη σωστότερη εγκατάσταση και συντήρησή τους.

Οι πρώτοι **προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές** (PLC -Programmable Logic Controllers) στην αρχή της δεκαετίας του '70 χρησιμοποιήθηκαν κυρίως για την αντικατάσταση των ρελέ.

Η μεγάλη απαίτηση για μείωση του κύκλου παραγωγής άρχισε στην αρχή της δεκαετίας του '80. Η τεχνολογία γινόταν γρηγορότερη και αναπτυσσόταν συνεχώς, παράλληλα με τις απαιτήσεις του χρήστη. Όπως σε όλους τους τομείς έτσι κι εδώ, η επικοινωνία και η πληροφορία έγιναν η σημαντικότερη βάση για αποδοτική παραγωγή. Οι νέες συσκευές επεξεργάζονται πλέον δεδομένα και ανταλλάσσουν πληροφορίες μεταξύ τους ή με υπερκείμενους υπολογιστές.

Οι διαδικασίες παραγωγής γίνονται πιο σύνθετες, οι νεκροί χρόνοι στη παραγωγή μειώνονται συνεχώς, οι απαιτήσεις για αυξημένη ποιότητα αυξάνονται. Αλλάζει και ο ρόλος του ανθρώπου στη παραγωγική

διαδικασία, που τώρα σχεδιάζει, κατασκευάζει, προγραμματίζει, επιτηρεί κι επισκευάζει. Το φάσμα της εργασίας μεταφέρεται από τη μυϊκή στη πνευματική.

Κι ενώ η τεχνολογία προχωρά, φθάνουμε στη δεκαετία του '90 όπου τεχνολογικά έγινε μεγάλο άλμα (συσκευές μικρότερες, φθηνότερες, με σημαντικά αυξημένες δυνατότητες συγκριτικά με αυτές της προηγούμενης δεκαετίας) αλλά παράλληλα αυξήθηκε δυσανάλογα το κόστος εκπόνησης των προγραμμάτων και της θέσης σε λειτουργία των εγκαταστάσεων. Οι κατασκευαστές ρίχνουν πλέον σημαντικό βάρος στο λογισμικό όπου παρέχονται έτοιμες λύσεις για τομείς του αυτοματισμού με τη βοήθεια βιβλιοθηκών , εκμεταλλεύονται την πρόοδο των ηλεκτρονικών υπολογιστών και χρησιμοποιούν την εξέλιξη στο λειτουργικό τους σύστημα (τεχνολογία Windows) για να μειώσουν τους χρόνους στον προγραμματισμό των PLC (σχόλια προγράμματος, αντιγραφή τμημάτων προγράμματος από ένα πρόγραμμα σ' ένα άλλο κλπ) .Εμφανίζονται νέες γλώσσες προγραμματισμού για τεχνολόγους σε γραφική μορφή, όπου ο χρήστης μέσω βιβλιοθηκών κι έχοντας γνώση μόνο της παραγωγικής διαδικασίας "συνθέτει" τον αυτοματισμό του. Τα υπόλοιπα γίνονται αυτόματα στο παρασκήνιο για λογαριασμό του. Υποστηρίζεται τέλος και η εξέλιξη στις γλώσσες προγραμματισμού των ηλεκτρονικών υπολογιστών (Pascal , C + +) για χρήστες που είναι εξοικειωμένοι σε τέτοια περιβάλλοντα.

Τέλος, ιδιαίτερη έμφαση δίνεται πλέον στη δικτύωση, ασύρματη ή ενσύρματη για τον προγραμματισμό, επιτήρηση εξ αποστάσεως μέσω

ειδικών συσκευών επικοινωνίας και λογισμικού για ηλεκτρονικό υπολογιστή (SCADA) καθώς και στις επικοινωνίες Internet.

1.1 Εισαγωγικές Πληροφορίες

Οι Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές (PLC), είναι μία ειδική κατηγορία ηλεκτρονικών υπολογιστών που προορίζεται για χρήση σε Βιομηχανικούς Αυτοματισμούς και οι οποίοι έχουν αντικαταστήσει σήμερα, κατά το μεγαλύτερο μέρος τους Αυτοματισμούς που λειτουργούν με συμβατική τεχνολογία (ρελέ, χρονικά, απαριθμητές κ.τ.λ.).



1.2 Ορισμός

Το PLC είναι ένα σύστημα αυτοματισμού που λειτουργεί με βάση την τεχνολογία των ηλεκτρονικών υπολογιστών και είναι σε θέση να δέχεται διάφορα ηλεκτρικά σήματα (τάσεις-ρεύματα) στις εισόδους του (Inputs)

- να τα επεξεργάζεται
- να παράγει τα κατάλληλα σήματα εξόδου (Outputs), τα οποία θα ενεργοποιήσουν τις υπό έλεγχο διατάξεις (Κυκλώματα Ισχύος)

Microsystems-microsolutions

Μια από τις κυριαρχικές τάσεις στην τεχνολογία αυτοματισμού τα τελευταία χρόνια είναι η σχεδίαση , παραγωγή και χρήση όλων και πιο μικρών συστημάτων (Microsystems), με τα οποία υλοποιούνται έξυπνες και ευέλικτες λύσεις (microsolutions). Τα συστήματα αυτά ανήκουν στην κατηγορία των προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών. (Programmable Logic Controllers- PLC). Χρησιμοποιούνται στη θέση διατάξεων κλασσικού αυτοματισμού, ηλεκτρονικών (ιδιοκατασκευών) με προβλήματα αξιοπιστίας, συστημάτων που έχουν αναπτυχθεί ειδικά για κάποια εφαρμογή (και για αυτό έχουν πολύ μεγάλο κόστος)

ή αντικαθιστούν τμήματα μεγάλων και πανάκριβων κεντρικών συστημάτων ελέγχου.

Τα πεδία εφαρμογής των Microsystems είναι η βιομηχανία η κατασκευή μηχανών ,οι αυτοματισμοί πλοίων ,οι οικιακές εφαρμογές οι κτιριακές εγκαταστάσεις και άλλα .τα πλεονεκτήματα που παρέχουν οι λύσεις ,που βασίζονται στους μικρούς ελεγκτές ,είναι πολλά και σημαντικά: εξοικονόμηση κόστους-εξοικονόμηση χώρου, ευκολία στη χρήση, ευελιξία ,αξιοπιστία, και πολλά ακόμα.

Simatic s7-200-τα πανίσχυρα micro plc

Εισαγωγή:αν οι απαιτήσεις των εφαρμογών σε αριθμό εισόδων-εξόδων, ταχύτητα, ακρίβεια, μνήμη, υπολογιστική ισχύ και δυνατότητες σε επικοινωνίες αυξηθούν, τότε η εγγυημένη λύση τα micro plc simatic s7-200. Αυτό άλλωστε αποδεικνύεται από τις εκατοντάδες χιλιάδες εφαρμογές στις οποίες χρησιμοποιούνται με απόλυτη επιτυχία, τα s7-200.Τα simatic s7-200 διακρίνονται για την κορυφαία ποιότητα σχεδιασμού και κατασκευή τούτη ταχύτητα, την ακρίβεια, την ευκολία και την αξιοπιστία που παρέχουν. Τα χαρακτηριστικά αυτά σε συνδυασμό με την πολύ οικονομική τιμή και την άψογη τεχνική υποστήριξη, έχουν ωθήσει τα s7-200 στην πρώτη θέση τις ελληνικής αγοράς.

ΔΟΜΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η οικογένεια προϊόντων s7-200 αποτελείται από πολλές διαφορετικές κεντρικές μονάδες (cpu) και μεγάλη ποικιλία μονάδων επεκτάσεις εισόδων εξόδων. Όλα τα μοντέλα διατίθενται σε διάφορες τάσεις λειτουργίας, εισόδων και εξόδων. Το ευρύ φάσμα προϊόντων επιτρέπει την επιλογή εκείνου ακριβώς του συστήματος που απαιτείται σε κάθε εφαρμογή.

Τα simatic s7-200 μπορούν να ελέγξουν πάνω απλοί 200 σήματα ψηφιακών εισόδων-εξόδων. Έχουν επίσης τη δυνατότητα μέτρησης και επεξεργασίας αναλογικών μεγεθών(θερμοκρασία, πίεση κτλ). Έχουν τη δυνατότητα μαθηματικών πράξεων. Επεξεργάζονται πίνακες δεδομένων.

Η ταχύτητα τούς φτάνει τα 0,37 μs ανά εντολή. Διαθέτουν ρολόι πραγματικού χρόνου. Μπορούν να εκλέξουν κλειστά συστήματα με ενσωματωμένοι, έτοιμη εντολή PID. Προγραμματίζονται με το εξελιγμένο λογισμικό προγραμματισμού step 7 microwin σε standard windows περιβάλλον, με όλες τις γνωστές και χρήσιμες λειτουργίες (drag&drop, copy-paste, on line help κτλ.) και για τις δύσκολες εργασίες υπάρχουν ενσωματωμένα εργαλεία βοήθειας (wizards).

Εκεί όμως οι δυνατότητες των simatic s7-200 παρουσιάζονται πραγματικά αξεπέραστες, είναι στον τομέα των τηλεπικοινωνιών. Τα s7-200 μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους και με τα μεγαλύτερα plc σε

δίκτυο. Μπορούν επίσης να συνδεθούν με συστήματα ενδείξεων και χειρισμών (human machine interface).

Συνδέονται σε πρότυπα βιομηχανικά δίκτυα. Επικοινωνούν πρακτικά με οποιαδήποτε συσκευή έχει τη δυνατότητα σειριακής επικοινωνίας, χάρη στο ελεύθερα παραμετροποιήσιμο σειριακό πρωτόκολλο που διαθέτουν.

Και μια δυνατότητα επικοινωνίας που έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στις οικιακές εφαρμογές και τις κτιριακές εγκαταστάσεις: τα simatic s7-200 Έχουν τη δυνατότητα επικοινωνίας και ελέγχου από μακριά, μέσω modem και τηλεφωνικής γραμμής ή ασύρματα ή ακόμα και μέσω κινητού τηλεφώνου!!

SIMATIC S7-200-ΕΠΟΙΚΙΝΩΝΙΕΣ ΧΩΡΙΣ

ΟΡΙΟ: έλεγχος της εγκατάστασης από μακριά, μέσω modem και με κινητό τηλέφωνο!!

Μπορείτε να επικοινωνήσετε με το simatic s7-200 που ελέγχει την εγκατάσταση από τον υπολογιστή του γραφείου ή του σπιτιού σας. Το μόνο που χρειάζεται είναι modem και τηλεφωνική γραμμή. Έτσι μπορεί κάθε στιγμή να ελέγχετε την εγκατάσταση, να επιδιορθώσετε βλάβες και να κάνετε αλλαγές στον προγραμματισμό αν χρειάζεται. Επίσης τα s7-200 μπορούν να επικοινωνήσουν με H/Y ή άλλα PLC ασύρματα μέσω radio modem και καινοτομούν παρουσιάζοντας: Μια πρωτοποριακή λύση-επικοινωνία simatic s7-200 με κινητό τηλέφωνο. Το simatic s7-200, μέσω GSM modem, στέλνει γραπτά μηνύματα στην οθόνη του κινητού σας τηλεφώνου και από το πληκτρολόγιο του τηλεφώνου σας επεμβαίνετε στη λειτουργία του plc, όπου είναι μια λύση που καταργεί τις αποστάσεις με την εκμετάλλευση των GSM δικτύων της κινητής

τηλεφωνίας. Όπου και αν είναι η εγκατάσταση σας ακόμα και στο πιο απομακρυσμένο σημείο μπορεί να ελέγχεται με το simatic s7-200

Μία πρώτη γνωριμία με τα PLC

Το PLC είναι μία ηλεκτρονική διάταξη η οποία από την άποψη της λειτουργίας θα μπορούσε να προσομοιωθεί με έναν πίνακα αυτοματισμού. Έχει δηλαδή εισόδους και εξόδους που συνδέονται με τα στοιχεία μιας εγκατάστασης και βέβαια έναν αλγόριθμο που καθορίζει ότι κάποιος συνδυασμός εισόδων παράγει ένα αποτέλεσμα στις εξόδους (π.χ. η ενεργοποίηση ενός τερματικού διακόπτη σταματά έναν κινητήρα). Οι ομοιότητες όμως σταματούν εδώ μια και το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των PLC είναι ότι οι "κανόνες" που καθορίζουν την συμπεριφορά των εξόδων δεν είναι σταθεροί και "συρματωμένοι", όπως σε ένα κλασικό πίνακα αυτοματισμού, αλλά μπορούν να μεταβάλλονται με την επέμβαση στο πρόγραμμα του PLC χωρίς καμία επέμβαση στο Hardware του συστήματος. Δηλαδή η λογική της λειτουργίας που ενσωματώνεται στο PLC μέσω του προγραμματισμού του είναι μεταβαλλόμενη.

Έτσι σε ότι αφορά το υλικό όλα τα PLC αποτελούνται από την CPU η οποία περιέχει την λογική του αυτοματισμού και η οποία αφού διαβάσει την κατάσταση των εισόδων (input modules) ενεργοποιεί τις εξόδους (output modules) σύμφωνα

με τους κανόνες (πρόγραμμα) που έχουμε αποθηκεύσει στην μνήμη του.

Βέβαια το σύστημα συμπληρώνεται από το τροφοδοτικό και πιθανόν από διατάξεις ενδείξεων και χειρισμών (operator panel, operator display). Η CPU με την βοήθεια των εισόδων γνωρίζει κάθε στιγμή την κατάσταση ενός διακόπτη, εάν δηλαδή είναι διεγερμένος ή όχι. Επιπλέον στην κατάλληλη έξοδο οπλίζει ένα ρελέ και μέσω αυτού ενεργοποιεί μία διάταξη κίνησης, φωτισμού κλπ.

Αυτό που απομένει είναι η "λογική", δηλαδή πότε πρέπει να οπλίσει το ρελέ. Αυτή η λογική είναι το πρόγραμμα του PLC που συντάσσεται σε συγκεκριμένη γλώσσα με την βοήθεια ειδικού λογισμικού (programming software), και αποθηκεύεται στην μνήμη του PLC.

Έτσι τώρα το σύνολο του συστήματος λειτουργεί ως εξής:

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

Στην συνέχεια εκτελείται το πρόγραμμα δηλαδή εξετάζεται η τιμή των εισόδων και αποφασίζεται η τιμή της εξόδου η οποία και καταχωρείται σε μία αντίστοιχη περιοχή μνήμης εξόδου (**Output Image**).

Τέλος, η περιοχή της μνήμης εξόδου μεταφέρεται στην κάρτα εξόδου και διεγείρει με την σειρά της το

ρελέ.

Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται από την αρχή και διαρκώς δηλ. ξαναδιαβάζεται η είσοδος που μπορεί τώρα να έχει διαφορετική τιμή κλπ .Η διαδικασία αυτή λέγεται κυκλική επεξεργασία στο PLC ή **κύκλος ανίχνευσης (scan cycle)**.

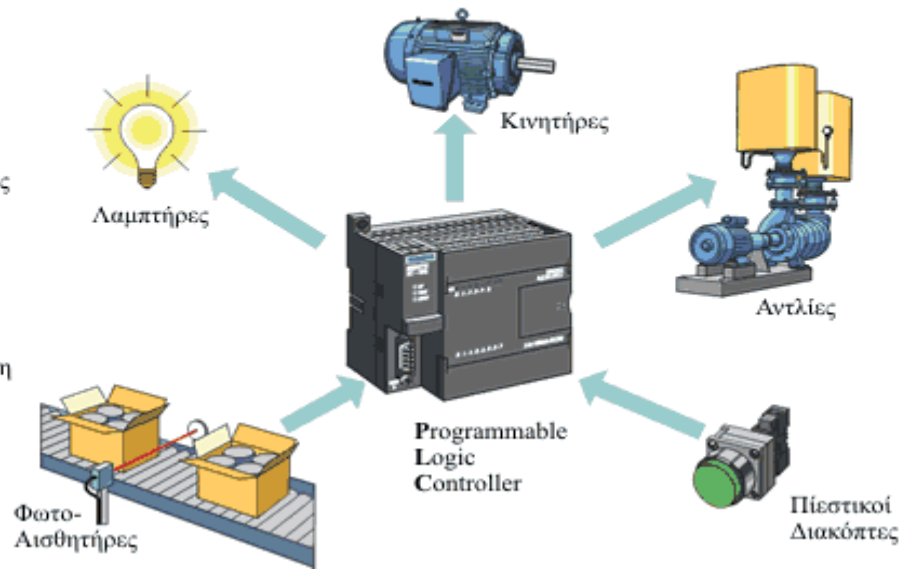
Είναι ιδιαίτερα σημαντικό εδώ να τονίσουμε ότι η πληροφορία για την κατάσταση της εισόδου αποκτάται μόνο στην αρχή του κύκλου και η κατάσταση της εισόδου κατά τον χρόνο εκτέλεσης του προγράμματος θεωρείται σταθερή (πράγμα που βεβαίως μπορεί και να μην συμβαίνει) , όμως ο κύκλος του PLC είναι τόσο σύντομος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

Εδώ θα πρέπει να επίσης να υπογραμμίσουμε, όπως εξάλλου είδαμε και πιο πάνω, ότι το αποτέλεσμα του αυτοματισμού (το πότε θα διεγερθεί η έξοδος) το καθορίζει το πρόγραμμα και όχι οι καλωδιώσεις.

Θα μπορούσαμε διατηρώντας τις ίδιες ακριβώς καλωδιώσεις και αλλάζοντας μόνο το πρόγραμμα να κάνουμε το σύστημα να συμπεριφέρεται εντελώς διαφορετικά .Αυτή είναι βέβαια και η μεγάλη διαφορά του PLC από οποιοδήποτε άλλο σύστημα αυτοματισμού που καθορίζει και το όνομα του δηλαδή **προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής (PLC)**.

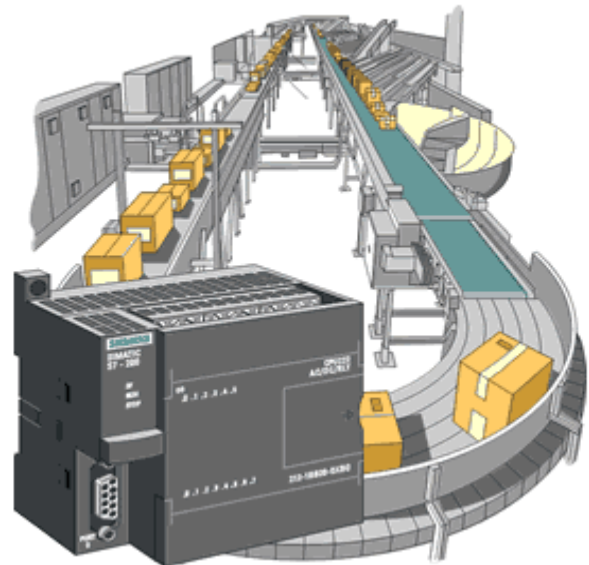
PLCs (Programmable Logic Controllers)

Οι Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές, (PLC), ανήκουν στην οικογένεια των υπολογιστών. Χρησιμοποιούνται σε εμπορικές και βιομηχανικές εφαρμογές. Τα PLC's δρουν ως ελεγκτές μηχανών και διαδικασιών. Επιτηρούν τις εισόδους, λαμβάνουν αποφάσεις και ελέγχουν τις εξόδους τους με σκοπό την αυτοματικοποίηση μηχανών και επεξεργασιών



Πλεονεκτήματα των PLC's :

- 01) Κόστος υλοποίησης του αυτοματισμού
- 02) Χρόνος υλοποίησης του αυτοματισμού
- 03) Ελαχιστοποίηση κόστους συντήρησης
- 04) Μεγάλη ευελιξία σε τροποποιήσεις του αυτοματισμού
- 05) Μεγάλες δυνατότητες επέκτασης του αυτοματισμού
- 06) Ευκολία δημιουργίας πολύπλοκων / έξυπνων διεργασιών
- 07) Δυνατότητα σύνδεσης με κεντρικό υπολογιστικό σύστημα ή το εταιρικό δίκτυο
- 08) Καταλαμβάνει ελάχιστο χώρο
- 09) Ευκολος προγραμματισμός / έλεγχος λειτουργίας
- 10) Γρηγορότερη παράδοση αυτοματισμού
- 11) Οικονομία στη κατανάλωση ενέργειας



Πλεονεκτήματα

Συγκριτικά με το κλασσικό αυτοματισμό τα πλεονεκτήματα του προγραμματισμού με PLC είναι πάρα πολλά. Ενδεικτικά μπορούμε ν' αναφέρουμε:

- Είναι συσκευές γενικής χρήσεως, δεν είναι κατασκευασμένοι για ένα συγκεκριμένο είδος παραγωγής.
- Δεν ενδιαφέρει ο συνολικός αριθμός των επαφών , χρονικών , απαριθμητών κλπ , που θα χρησιμοποιηθούν μιας και αποτελούν στοιχεία μνήμης της CPU και όχι φυσικές οντότητες.
- Η λειτουργία του αυτοματισμού μπορεί ν' αλλάξει σε οποιοδήποτε στάδιο θελήσουμε (μελέτη, κατασκευή, θέση σε λειτουργία ή αργότερα) χωρίς επέμβαση στο υλικό.
- Εύκολος οπτικός εντοπισμός με μία ματιά, της λειτουργίας ή μη στοιχείων της εγκατάστασης με τη βοήθεια των LED που υπάρχουν σε όλες τις κάρτες εισόδου / εξόδου. Με τη βοήθεια συσκευής προγραμματισμού μπορεί να παρακολουθηθεί και η ροή εκτέλεσης του προγράμματος.
- Η κατασκευή του πίνακα που θα τοποθετηθεί το PLC γίνεται παράλληλα με τον προγραμματισμό του, πράγμα το οποίο οδηγεί στη συντομότερη παράδοση του αυτοματισμού.
- Πολύ συχνό είναι το φαινόμενο ο τεχνικός να κληθεί να επισκευάσει μια βλάβη και να δει έκπληκτος ότι άλλα υπάρχουν στα σχέδια και άλλα βλέπει αυτός στην εγκατάσταση. Το πρόβλημα αυτό δεν υπάρχει στα PLC αφού πάντα υπάρχει μόνο ένα "σχέδιο" αποθηκευμένο - το τελευταίο πρόγραμμα

που του έχουμε περάσει. Εάν θέλουμε να έχουμε περισσότερα προγράμματα, αυτό είναι δυνατό με τη χρήση δισκετών .

- Τα PLC ως ηλεκτρονικές συσκευές καταλαμβάνουν πολύ μικρότερο χώρο στο πίνακα σε σχέση με τα υλικά του κλασσικού αυτοματισμού, καταναλώνουν δε πολύ λιγότερη ενέργεια από αυτά.
- Τοποθετούνται άφοβα και σε πεδία ισχύος - ο κατασκευαστής δίνει οδηγίες γι' αυτές τις περιπτώσεις οι οποίες πρέπει να τηρούνται (αποστάσεις, γειώσεις κλπ).
- Οι γλώσσες προγραμματισμού καλύπτουν όλο το φάσμα των ανθρώπων που καλούνται να ασχοληθούν με την τεχνολογία αυτή .Υπάρχει γλώσσα γι' ανθρώπους με γνώση στο συμβατικό αυτοματισμό (Ladder), γλώσσες για όσους έχουν υπόβαθρο σε υπολογιστές (Statement List, SCL, FBO, C++) καθώς και γλώσσες εξειδικευμένες για διάφορες τεχνολογίες (GRAPH 7, HIGRAPH, CSF).
- Τέλος, σαν ψηφιακές συσκευές σήμερα πια μας δίνουν τη δυνατότητα να συνδέσουμε επάνω τους οθόνες, εκτυπωτές, πληκτρολόγια και να καταργήσουμε έτσι τα κλασσικά μιμικά διαγράμματα και τους πίνακες χειρισμών. Εύκολη είναι επίσης και η διασύνδεση μεταξύ τους γι' ανταλλαγή πληροφοριών, ο τηλεχειρισμός και η τηλεποπτεία, ο εξ αποστάσεως προγραμματισμός τους και η σύνδεσή τους στο Internet.

Στάδια εργασίας

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

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

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

3. Εκπόνηση σχεδίων - Κατασκευή πίνακα όπου θα τοποθετηθεί το PLC.

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

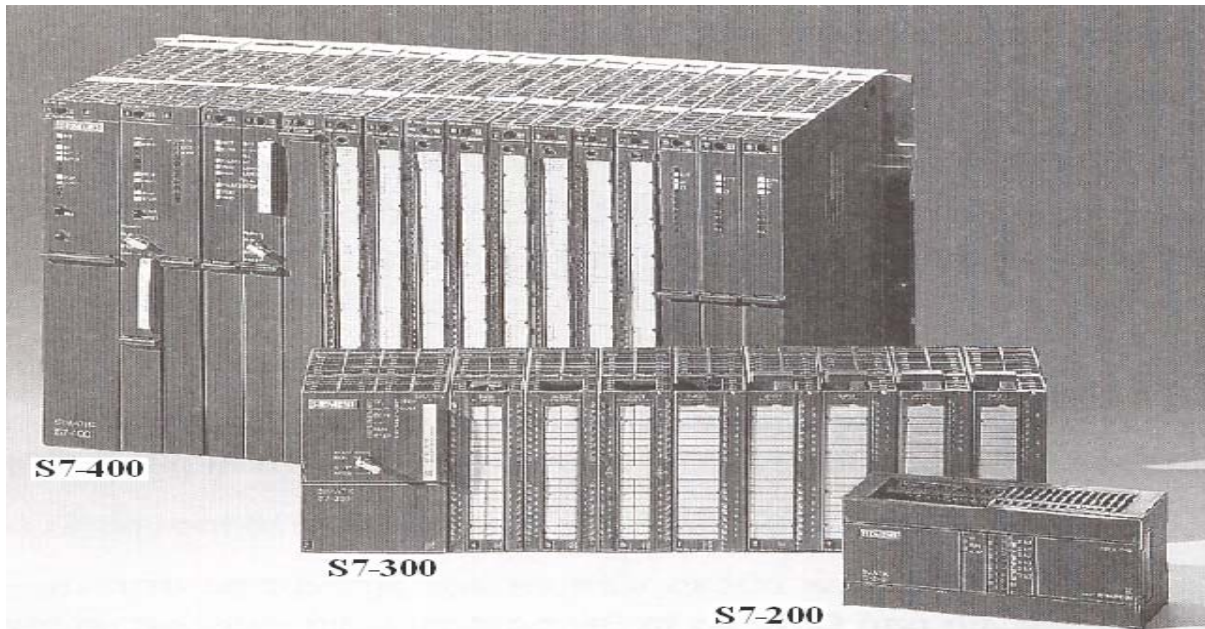
5. Θέση σε λειτουργία - Το PLC τοποθετημένο στο πίνακα μεταφέρεται και τοποθετείται στην εγκατάσταση, συρματώνεται με τα περιφερειακά στοιχεία (κινητήρες, βάνες, τερματικούς), γίνεται έλεγχος για την σωστή συρμάτωση και τέλος μεταφέρεται το πρόγραμμα στο PLC. Εδώ γίνεται ο οριστικός έλεγχος της σωστής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

6. Φάκελος έργου - Δημιουργείται φάκελος του έργου με τα τελικά διορθωμένα σχέδια και το

πρόγραμμα εκτυπωμένο με επεξηγηματικά σχόλια

Η οικογένεια Simatic S7

Την οικογένεια **Simatic S7** την αποτελούν: το **S7-200**, το **S7-300** και το **S7-400**.



S7-200

Για εφαρμογές με μικρές απαιτήσεις σε όγκο προγράμματος και αριθμό σημάτων και εντολών. Τα κυριότερα πλεονεκτήματά του είναι:

- Ταχύτητα.
- Φτηνή τιμή.
- Ευελιξία.
- Αποκρίσεις σε πραγματικό χρόνο
- Σύνδεση συσκευών απεικόνισης και χειρισμών .

- Δικτύωση.
- Επεκτασιμότητα, πέραν των ενσωματωμένων εισόδων -εξόδων .
- Παράλληλο bus.
- Δυνατότητα επεξεργασίας αναλογικών σημάτων .
- Σύνδεση μονάδων επέκτασης σε δύο σειρές.
- Πάρα πολύ μικρές διαστάσεις.
- Αναλογικά ποτενσιόμετρα για εύκολη τοποθέτηση set point.
- Βρόγχοι ελέγχου με PID.
- Πακέτο προγραμματισμού MicroWin με δυνατότητα προγραμματισμού σε όλες τις γλώσσες των PLC.

S7-300

Για μεσαίας κλίμακας εφαρμογές στις οποίες συγκαταλέγονται και οι περισσότερες των εφαρμογών στην ελληνική αγορά. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του είναι:

- ModuIar μορφή.
- Μεγάλη ποικιλία από CPU για τη βέλτιστη επιλογή ανάλογα με την επιθυμητή απόδοση.
- Επεκτασιμότητα με έως 32 κάρτες.
- Δικτυώνεται με όλα τα πρότυπα δίκτυα (Profibus, Industrial Ethernet).
- Δεν έχει περιορισμό για τη θέση των επιμέρους καρτών.
- Δεν υπάρχουν μικροδιακόπτες για τη παραμετροποίηση ,όλα γίνονται μέσω λογισμικού.
- Έχει πλήρες 32-bit σετ εντολών (ακόμα και για ημίτονο, συνημίτονο, λογάριθμο, τετραγωνική ρίζα).

- Ενσωματωμένη δυνατότητα δικτύωσης (MPI) στη κεντρική μονάδα επεξεργασίας.
- Ενσωματωμένες δυνατότητες διασύνδεσης με HMI -δεν απαιτείται προγραμματισμός.
- Μνήμη διαγνωστικών - αυτόματη αποθήκευση με χρόνο και ημερομηνία όλων των συμβάντων στο PLC.
- Μια μόνο κάρτα για όλους τους τύπους αναλογικών - η επιλογή γίνεται μέσω του λογισμικού.

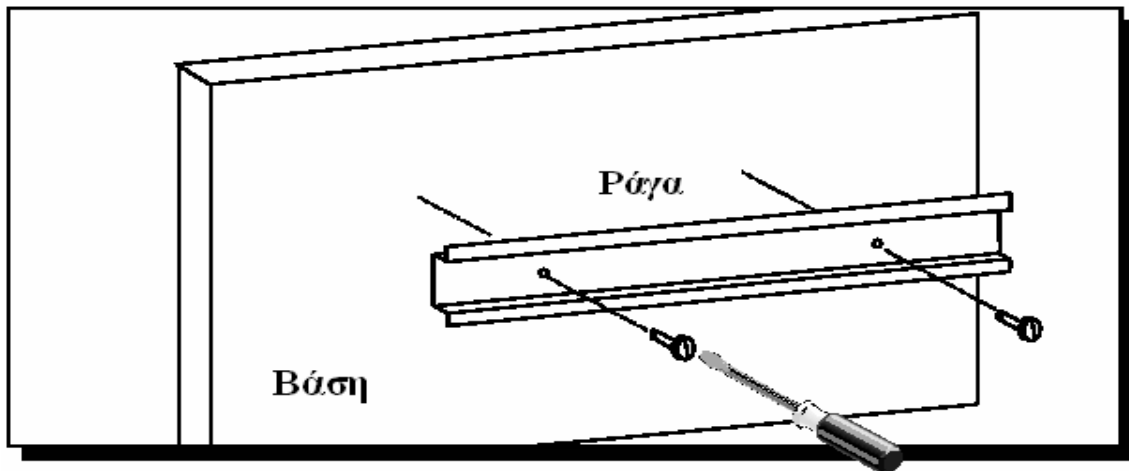
S7-400

Η πλέον ισχυρή σειρά, για εφαρμογές υψηλών απαιτήσεων σε αριθμό σημάτων, χρόνο επεξεργασίας, μέγεθος προγράμματος κι επικοινωνίες. Διαθέτει ότι και η σειρά S7 -300 κι επιπλέον:

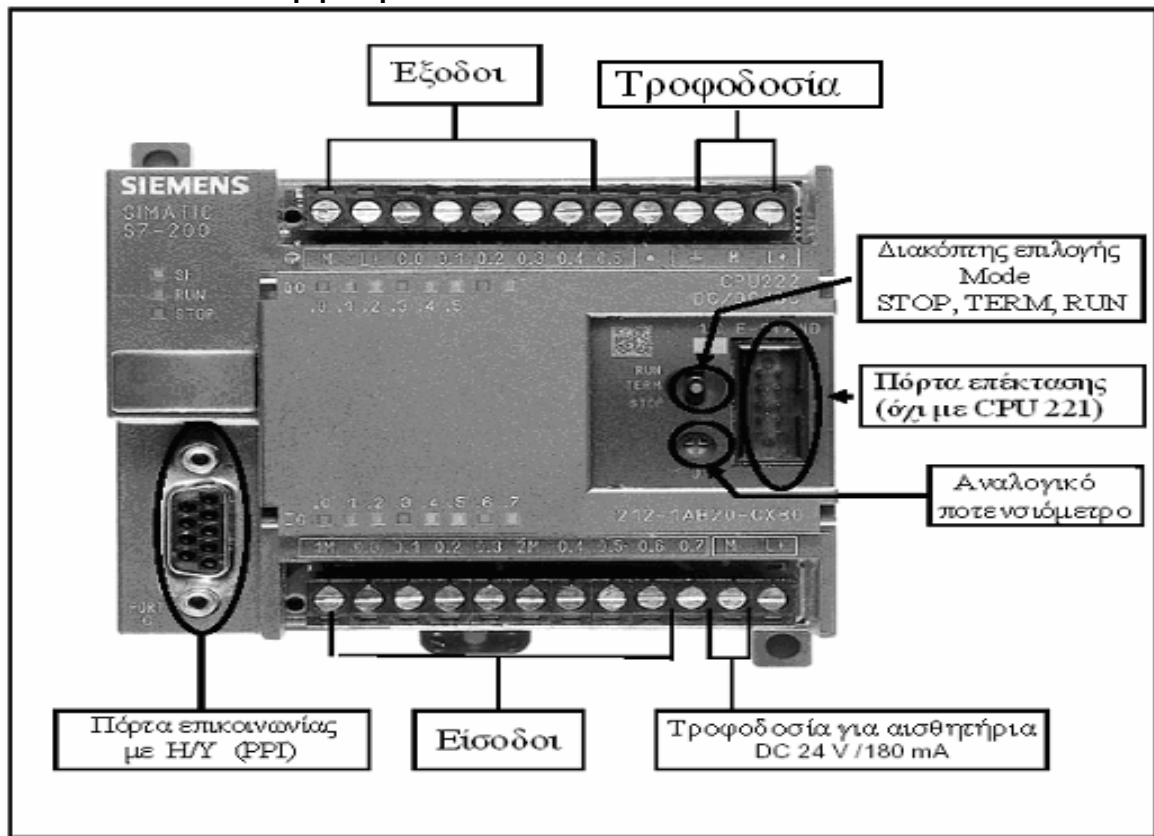
- Πολύ μεγάλο αριθμό σημάτων (πάνω από 130.000 ψηφιακά και 8.000 αναλογικά) .
- Πολύ μεγάλες μνήμες (πάνω από 8 MB).
- Ταυτόχρονη χρήση μέχρι και 4 κεντρικών μονάδων επεξεργασίας (CPU) .
- Ελεύθερη τοποθέτηση των καρτών, ακόμα και των CPU.
- Δυνατότητα αφαίρεσης των καρτών ακόμα και κατά τη διάρκεια λειτουργίας του συστήματος χωρίς πρόβλημα.

Εμείς ασχοληθήκαμε με το **Simatic S7-200** με την **CPU 224** επειδή η κατασκευή μας είναι μια εφαρμογή με μικρές απαιτήσεις σε όγκο προγράμματος και αριθμό σημάτων και εντολών.

SIMATIC S7-200



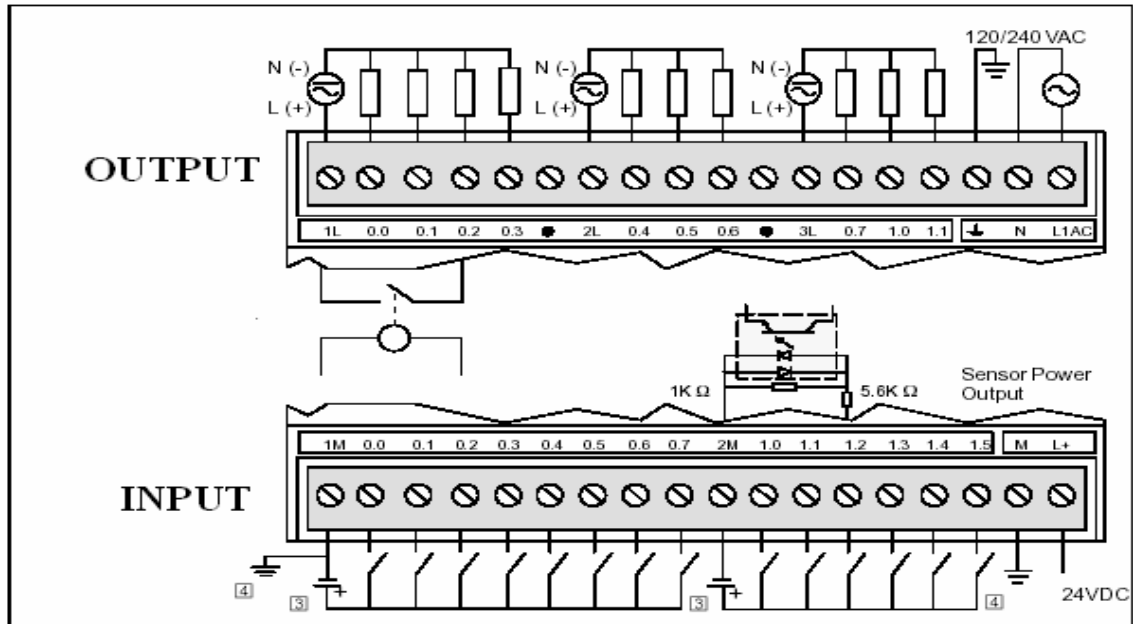
Μοντάρουμε την ράγα πάνω στη βάση όπως δείχνει το σχήμα. Στη συνέχεια τοποθετούμε το S7-200 πάνω στη ράγα.



Εξωτερική εμφάνιση του **S7-200** .

Διάγραμμα του S7-200 (CPU 224)

Η βασική μονάδα υποστηρίζει 14 εισόδους και 10 εξόδους



Περιγραφή και λειτουργία του siemens SIMATIC S7-200 με CPU 224.

Το PLC είναι μια διάταξη ηλεκτρονική η οποία από άποψη λειτουργίας θα μπορούσε να ορισθεί σαν ένας πίνακας αυτοματισμού. Έχει κάποιους εισόδους και εξόδους οι οποίες συνδέονται με τα στοιχεία της εγκατάστασης και ένα αλγόριθμο που καθορίζει ότι κάποιος συνδυασμός εισόδων παράγει ένα αποτέλεσμα στις αντίστοιχες εξόδους. (π.χ η ενεργοποίηση ενός τερματικού διακόπτη ο οποίος σταματά τον κινητήρα μιας μεταφορικής ταινίας).

Το χαρακτηριστικό όμως του PLC είναι ότι οι κανόνες που καθορίζουν την συμπεριφορά των εξόδων δεν είναι σταθερή και συρματωμένοι όπως σε ένα κλασσικό πίνακα αυτοματισμού αλλά μπορούν να μεταβάλλονται με την επέμβαση στο πρόγραμμα του PLC χωρίς καμιά επέμβαση στο hardware του συστήματος, δηλαδή η λογική της λειτουργίας που ενσωματώνεται στο PLC μέσω του προγραμματισμού του είναι μεταβαλλόμενη.

Η ΔΟΜΗ ΤΟΥ PLC

Εδω θα αναφέρουμε πιο αναλυτικά τον τρόπο λειτουργίας του S7-200 ώστε να γίνει πιο κατανοητή η λειτουργία του προγράμματος την οποία θα αναλύσουμε παρακάτω.

Η βασική λειτουργία του S7-200 είναι το να παρακολουθεί τα πεδία εισόδου και βασιζόμενα στην λογική ελέγχου του εκάστοτε προγράμματος, να ενεργοποιεί να απενεργοποιεί τα στοιχεία των πεδίων εξόδου.

Τώρα θα εξηγήσουμε αναλυτικά τον τρόπο με τον οποίο εκτελείτε το κάθε πρόγραμμα, αλλά και τους διάφορους τύπους μνήμης που χρησιμοποιούνται, αλλά και πως η μνήμη διατηρείται. Το S7-200 κάνει κύκλο μέσα στη λογική ελέγχου του προγράμματος συνεχώς, γράφοντας και διαβάζοντας δεδομένα.

Η βασική λειτουργία του S7-200 είναι η εξής:

A) Πρώτα διαβάζετε η κατάσταση των εισόδων επίσης

B) Το υποθηκευμένο πρόγραμμα κάνει χρήση αυτών των εισόδων, ώστε να εκτίμηση τη λογική ελέγχου ,καθώς το πρόγραμμα αυτό τρέχει το S7-200 ενημερώνει τα δεδομένα και

Γ) Τέλος το S7-200 γράφει τα διδόμενα στις εξόδους .

ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΕ ΕΝΑ ΚΥΚΛΟ.

Το S7-200 εκτελεί μια σειρά εργασιών επαναληπτικά. Αυτή είναι η κυκλική εκτέλεση των εργασιών ονομάζετε κύκλος ανίχνευσης (scan cycle). Σε έναν κύκλο ανίχνευσης λοιπόν εκτελούνται οι ακόλουθες εργασίες :

A) Διάβασμα των εισόδων. Το S7-200 αντιγράφει την κατάσταση των φυσικών εισόδων στον PII.

B) Εκτέλεση της λογικής ελέγχου στο πρόγραμμα. Το S7-200 εκτελεί τις εντολές του προγράμματος και αποθηκεύει τις τιμές σε διάφορες περιοχές της μνήμης.

Γ) Επεξεργασία απαιτήσεων επικοινωνίας . Το S7-200 εκτελεί οποιαδήποτε εργασία απαιτείτε για επικοινωνίες με άλλα στοιχεία PLC.

Δ) Εκτελούνται τα τεστ αυτοδιάγνωσης από την CPU. Με αυτή την διαδικασία εξασφαλίζετε ότι το firmware, μνήμη του προγράμματος και οι μονάδες λειτουργούν σωστά.

Ε) Γράφονται οι τιμές στις εξόδους. (υποθηκευμένες τιμές στον PIO, καταχωρητή γράφονται στις φυσικές εξόδους.

Process-image input και output καταχωρητές (PII και PIO)

Είναι συνήθως πιο πλεονεκτικό να χρησιμοποιούνται PII και PIO καταχωρητές αντί να έχουμε απευθείας πρόσβαση στις φυσικές εισόδους και εξόδους κατά την εκτέλεση του προγράμματος.

Υπάρχουν τρεις λόγοι που γίνετε αυτή η χρήση των PII και PIO καταχωρητών από το S7-200:

Α) Η δειγματοληψία όλων των εισόδων στην αρχή κάθε κύκλου συγχρονίζει και παγώνει τις τιμές των εισόδων για την φάση εκτέλεση του προγράμματος στον κύκλο ανίχνευσης. οι έξοδοι ενημερώνονται από

τον καταχώρηση αυτόν μετά την ολοκλήρωση της εκτέλεσης του προγράμματος, το οποίο προσδίδει σταθερότητα στο σύστημα.

Β) Το πρόγραμμα μπορεί να αποκτήσει πρόσβαση στο image register πολύ γρηγορότερα σε σχέση με τα I/O σημεία επιτρέποντας γρηγορότερη εκτέλεση του προγράμματος.

Γ) Τα I/O σημεία είναι οντότητες bit και πρέπει να γίνετε προσπέλαση σε αυτά ως bits, αλλά στον image register μπορούμε να έχουμε πρόσβαση σαν bits, byts, words, η Double words. Επίσης οι image registers παρέχουν επιπλέον ευελιξία.

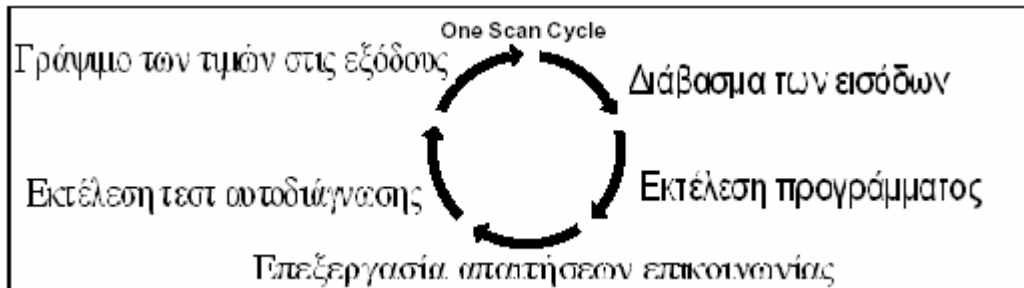
Δ) Ένα τελευταίο πλεονέκτημα είναι ότι οι image registers είναι αρκετά μεγάλοι ώστε να χειρίζονται τον μέγιστο αριθμό σημείων εισόδου και εξόδου, μια και ένα πραγματικό σύστημα αποτελείται τόσο από εισόδους όσο και από εξόδους υπάρχει πάντα ένας αριθμός περιοχών του image register που μένουν αχρησιμοποίητες. Έτσι μας δίνετε η δυνατότητα να τις χρησιμοποιούμε σαν μια επιπλέον εσωτερική μνήμη.

Βασική λειτουργία του S7-200

Το S7-200 εκτελεί μια σειρά εργασιών επαναληπτικά (scan cycle), όπως αναφέραμε και στην αρχή. Σε ένα κύκλο ανίχνευσης γίνονται οι εξής εργασίες περιληπτικά:

- Διάβασμα των εισόδων: Το S7-200 αντιγράφει την κατάσταση των φυσικών εισόδων στον PII (Process Image Input).
- Εκτέλεση της λογικής ελέγχου στο πρόγραμμα. Το S7-200 εκτελεί τις εντολές του προγράμματος και αποθηκεύει τις τιμές σε διάφορες περιοχές της μνήμης.
- Επεξεργασία απαιτήσεων επικοινωνίας. Το S7-200 εκτελεί οποιαδήποτε εργασία απαιτείται για επικοινωνίες με άλλα στοιχεία PLC.
- Εκτελούνται τα τεστ αυτοδιάγνωσης από την CPU .Με αυτή την διαδικασία εξασφαλίζεται ότι το firmware, η μνήμη του προγράμματος και οι μονάδες επέκτασης λειτουργούν σωστά.
- Γράφονται οι τιμές στις εξόδους. Οι αποθηκευμένες τιμές του **PIO** (Process Image Output) καταχωρητή γράφονται στις φυσικές εξόδους.

Scan Cycle της S7-200 CPU



Εφόσον γίνεται χρήση interrupts στο πρόγραμμα, οι ρουτίνες διακοπής που συσχετίζονται με τα συμβάντα διακοπής, αποθηκεύονται σαν μέρος του προγράμματος. Οι ρουτίνες διακοπής δεν εκτελούνται σαν μέρος του κανονικού κύκλου ανίχνευσης, αλλά όταν συμβαίνει το συμβάν διακοπής.

Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (Central Processing unit, CPU)

Σ' αυτήν αποθηκεύεται και εκτελείται κυκλικά το πρόγραμμα του χρήστη. Με βάση τις τιμές που διαβάζονται από τις εισόδους καθώς και τις από πριν αποθηκευμένες άλλες τιμές, παράγονται οι αποφάσεις που θα εκτελεστούν για να υλοποιηθεί ο αυτοματισμός της εγκατάστασης.

Τα σημαντικότερα στοιχεία που υπάρχουν σε μια CPU είναι:

- *Ο μικροεπεξεργαστής*, ο οποίος εκτελεί το πρόγραμμα που έχει μέσα στη μνήμη του και ελέγχει τη σωστή λειτουργία όλων των μονάδων που είναι

συνδεδεμένες σ' αυτόν .

- Η μνήμη, η οποία λογικά χωρίζεται σε διάφορες περιοχές εκ των οποίων οι σημαντικότερες είναι:
 - Μνήμη του χρήστη, όπου αποθηκεύεται το πρόγραμμα που εμείς έχουμε γράψει για τον αυτοματισμό της εγκατάστασης.
 - Μνήμη για το λειτουργικό σύστημα, όπου τρέχει το πρόγραμμα για τη λειτουργία του ίδιου του PLC.
 - Μνήμη για τα χρονικά, απαριθμητές, βοηθητικά.
 - Μνήμη απεικόνισης της περιφέρειας, όπου καταχωρείται η κατάσταση των σημάτων εισόδου και εξόδου, το τι γίνεται δηλαδή εκτός του PLC.

Ψηφιακές είσοδοι-έξοδοι (Digital Input-Output)

Σαν ψηφιακή πληροφορία εννοούμε αυτήν που μπορεί να πάρει μόνο 2 διακριτές τιμές. Έτσι για παράδειγμα, σ' ένα έμβολο ο τερματικός του διακόπτης είτε θα είναι ενεργοποιημένος είτε όχι. Λογικά αλλά και κατασκευαστικά καμία άλλη ενδιάμεση κατάσταση δεν είναι δυνατή. Σε ηλεκτρική υλοποίηση σημαίνει ότι ο τερματικός διακόπτης είναι μία επαφή η οποία μπορεί να είναι είτε ανοικτή είτε κλειστή. Αν τροφοδοτήσουμε την επαφή αυτή με τάση τότε η τάση αυτή, όταν κλείσει η επαφή, θα εμφανισθεί και στην αντίστοιχη κλέμα εισόδου του PLC.

Η μονάδα εισόδων αναγνωρίζει τα +24V σαν σήμα «1» και τα 0V σαν σήμα «0». Για τις περιπτώσεις που υπάρχει διακύμανση στη τάση (μη σταθεροποιημένο τροφοδοτικό) σήμα «1» καταλαβαίνει από 13 ως 30 VDC και σήμα «0» από -

3 ως +5 VDC. Οι ενδιάμεσες τιμές (6 ως 12 VDC) δεν είναι δυνατόν να προκαθορισθεί πως θα τις κατανοεί το PLC.

Αυτή η τιμή 0 ή 1 καταχωρείται σε μια ειδική θέση που ονομάζεται **Περιοχή Απεικόνισης των Εισόδων** ή **PII** (*Process Image Input*). Από αυτό το χώρο κατά την εκτέλεση του προγράμματός μας αντλείται η πληροφορία για τον αν πατήθηκε ή όχι ένας τερματικός διακόπτης και όχι απ' ευθείας από την εγκατάσταση.

Στη συνέχεια η CPU βάση τις πληροφορίες που έχει για την εικόνα της εγκατάστασης (PII) και το καταχωρημένο πρόγραμμα, παράγει τις αποφάσεις – εντολές. Αυτές με την σειρά τους καταχωρούνται σε πρώτη φάση σε μια ειδική περιοχή μνήμης, αντίστοιχης αυτής της απεικόνισης εισόδων. Ο χώρος αυτός ονομάζεται **Περιοχή Απεικόνισης Εξόδων** ή **PIO** (*Process Image Output*). Από εκεί, μετά την ολοκλήρωση της εκτέλεσης του προγράμματος, μεταφέρονται προς τις εξόδους της μονάδας του PLC.

Για αναλογικές εισόδους, το S7-200 δεν ενημερώνει τις αναλογικές εισόδους σαν μέρος του κανονικού κύκλου ανίχνευσης εκτός αν το φιλτράρισμα των αναλογικών εισόδων είναι ενεργοποιημένο. Ένα αναλογικό φίλτρο παρέχεται ώστε να μας επιτρέπει ένα περισσότερο σταθερό σήμα. (Για αναλογικά σήματα input σας παραπέμπω στις τελευταίες σελίδες, όπου εκεί αναγράφονται αναλυτικά η επεξεργασία τους).

Είναι συχνό το φαινόμενο να χρησιμοποιούνται οι PII, PIO καταχωρητές από το S7-200, αντί του να έχουμε απευθείας πρόσβαση στις φυσικές εισόδους και εξόδους κατά την εκτέλεση του προγράμματος. Υπάρχουν τρεις λόγοι που γίνεται αυτή η χρήση των

PII, PIO καταχωρητών:

- Η δειγματοληψία όλων των εισόδων στην αρχή κάθε κύκλου συγχρονίζει και «παγώνει» τις τιμές των εισόδων για την φάση εκτέλεσης του προγράμματος στον κύκλο ανίχνευσης. Οι έξοδοι ενημερώνονται από τον καταχωρητή αυτόν μετά την ολοκλήρωση της εκτέλεσης του προγράμματος. Αυτό προσδίδει σταθερότητα στο σύστημα.
- Το πρόγραμμα μπορεί να αποκτήσει πρόσβαση στον *image register* πολύ γρηγορότερα σε σχέση με τα I/O σημεία, επιτρέποντας γρηγορότερη εκτέλεση του προγράμματος.
- Τα I/O σημεία είναι οντότητες bit και πρέπει να γίνεται προσπέλαση σε αυτά ως bits, αλλά στον *image register* μπορούμε να έχουμε πρόσβαση σαν bits, bytes, words, ή double words. Επομένως, οι *image registers* παρέχουν επιπλέον ευελιξία.
- Ένα τελευταίο πλεονέκτημα είναι ότι οι *image registers* είναι αρκετά μεγάλοι ώστε να χειρίζονται τον μέγιστο αριθμό σημείων εισόδου και εξόδου. Μια και ένα πραγματικό σύστημα αποτελείται τόσο από εισόδους όσο και από εξόδους, υπάρχει πάντα ένας αριθμός περιοχών του *image register* που μένουν αχρησιμοποίητες. Έτσι μας δίνεται η δυνατότητα τις χρησιμοποιήσουμε σαν επιπλέον εσωτερική μνήμη.

Γαλβανική απομόνωση

Γαλβανική απομόνωση είναι ο ηλεκτρικός διαχωρισμός του εσωτερικού κυκλώματος του PLC από τις εξωτερικές τάσεις στην εγκατάσταση. Ο διαχωρισμός γίνεται με τη βοήθεια **οπτοκάπλερ**, μία δίοδος που μετατρέπει το ηλεκτρικό ρεύμα σε φως και ένα φωτοτρανζίστορ που υλοποιεί το αντίστροφο.

"Όταν έρθει τάση σε μία είσοδο, η φωτοδίοδος εκπέμπει φως, διεγείρεται το φωτοτρανζίστορ και η πληροφορία φτάνει στο εσωτερικό κυκλώμα του PLC για περαιτέρω επεξεργασία. Εδώ λοιπόν, η πληροφορία μεταφέρεται με φως κι όχι ηλεκτρικά κι έτσι επιτυγχάνεται η γαλβανική απομόνωση.

Μεγάλο πλεονέκτημα πέρα από την ασφάλεια που παρέχει η γαλβανική απομόνωση είναι και οι σημαντικά **μεγαλύτερες αποστάσεις** που μπορούν να διανύσουν τα καλώδια από και προς τις κάρτες σε σύγκριση με την περίπτωση χωρίς γαλβανική απομόνωση. Έτσι, με γαλβανική απομόνωση καλύπτουμε απόσταση max 1000 μέτρων ενώ χωρίς 600 μέτρα.

Σε περίπτωση που δεν χρησιμοποιηθεί **Γαλβανική απομόνωση**, θα πρέπει να γειώνεται το σημείο M κάθε ομάδας εισόδων εξωτερικά. Ο πιο εύκολος τρόπος είναι να γίνει αυτό γειώνοντας το σημείο M του τροφοδοτικού.

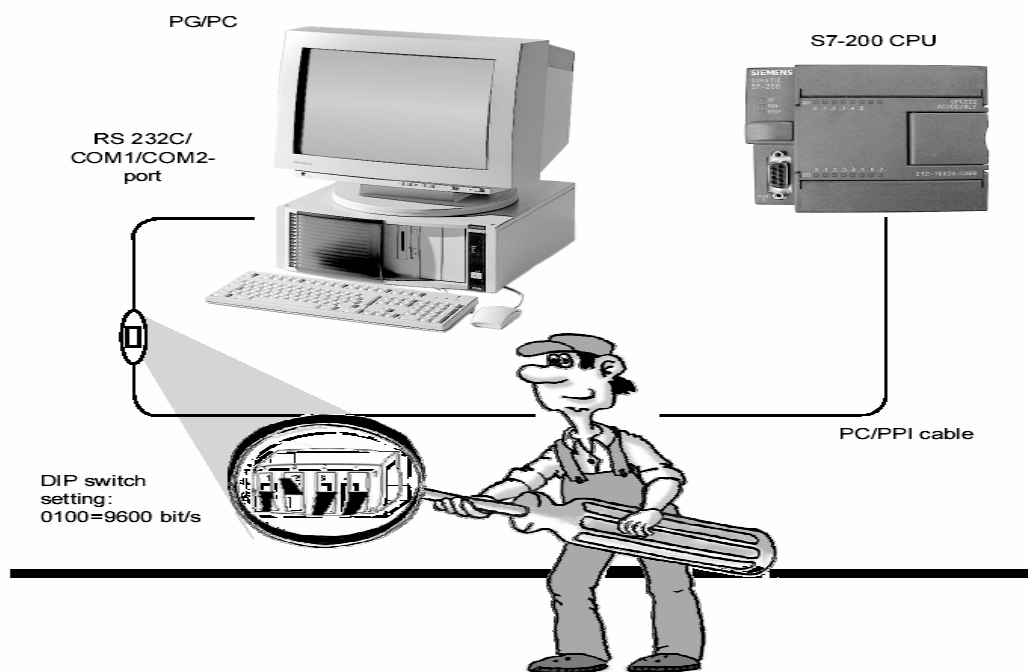
Μέγιστη διαδρομή καλωδίων

Είναι η συνολική διαδρομή από το PLC προς το αισθητήριο και αντίστροφα. Αυτό πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όταν υπολογίζουμε τις αποστάσεις των περιφερειακών συσκευών από το PLC, αφού στους καταλόγους δίνονται οι τιμές για το σύνολο της διαδρομής.

Προγραμματισμός του PLC S7-200

Αλλά ας αναφερθούμε τώρα στον προγραμματισμό του PLC S7-200 με το Software *Simatic Step7-MicroWin 32*. Ας αναφέρουμε πληροφοριακά ότι τα PLC 300 - 400 έχουν διαφορετικό Software σε παρόμοια όμως γλώσσα προγραμματισμού.

Το *Step 7 MicroWin 32* είναι μια εφαρμογή 32-bit λογικής και απαιτεί Windows (Win98, Win NT ή νεότερο) σαν λειτουργικό σύστημα. Είναι το εργαλείο με τη βοήθεια του οποίου μπορούμε να υλοποιήσουμε όλα αυτά που αναφέραμε προηγουμένως. Για να εγκατασταθεί το πακέτο χρειάζεται μια συσκευή προγραμματισμού (PG) ή οποιοδήποτε PC (φορητό ή όχι). Ενώ μιλάμε για ελάχιστες απαιτήσεις της τάξης επεξεργαστή 486 και πάνω, καλό θα είναι να γίνει η εγκατάσταση σε κάποιο Pentium με 64 MB RAM. Όσο πιο ισχυρός είναι ο υπολογιστής τόσο μεγαλύτερη ευκολία και ταχύτητα έχουμε. Η εγκατάσταση του προγράμματος στον υπολογιστή μας είναι βατή. Για να δημιουργήσουμε την επικοινωνία του PC μας με το PLC χρειαζόμαστε ένα καλώδιο PC / PPI στο οποίο πρέπει να ρυθμίσουμε τα διακοπτάκια επικοινωνίας του, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Το καλώδιο αυτό τοποθετείται από τη μια στη θύρα COM 1 ή 2 του PC και από την άλλη στην 9πινη πόρτα του PLC.



Τα PLC από μόνα τους είναι ουδέτερες συσκευές αφού δεν είναι από πριν κατασκευασμένες για μια συγκεκριμένη εφαρμογή. Κάθε φορά, ανάλογα με τις απαιτήσεις της εκάστοτε εγκατάστασης προγραμματίζονται να κάνουν την μεν ή την δε ενέργεια.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι προγραμματισμού που ποικίλουν ακριβώς γιατί ποικίλουν και τα επίπεδα γνώσης και εμπειριών του κάθε προγραμματιστή. Οι ουσιαστικές διαφορές είναι στο τι βλέπουμε στην οθόνη του υπολογιστή μας, αφού το τελικό αποτέλεσμα είναι πάντα ένα: η γλώσσα μηχανής **MC7** (Machine Code 7) που καταλαβαίνει το PLC. Οι διάφορες γλώσσες μετατρέπονται σε γλώσσα μηχανής κατά την μεταφορά του προγράμματος από τη συσκευή προγραμματισμού στο PLC.

Υπάρχουν τρεις τυποποιημένες μορφές προγραμματισμού που έχουν επικρατήσει διεθνώς:

- **Λίστα εντολών** (**STL** - Statement List)
- **Σχέδιο επαφών** (**LAD** -Ladder Diagram) και

- **Διάγραμμα λογικών πυλών** (**FBD** -Function Block Diagram)

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

Η **LAD** είναι γλώσσα προγραμματισμού με γραφικά στο Step 7 . Η σύνταξη των εντολών μοιάζει με το διάγραμμα κυκλώματος κλασσικού αυτοματισμού κι επιτρέπει να παρακολουθούμε εύκολα τη ροή του σήματος από τις επαφές και τα πηνία. Τα στοιχεία αυτά επιλέγονται και τοποθετούνται στον LAD/ STL/ FBD Editor από το ειδικό παράθυρο επιλογής στοιχείων είτε από τα μενού του (Insert → LAD Element) .

Η **FBD** είναι κι αυτή γλώσσα προγραμματισμού με γραφικά. Οι εντολές εδώ αναπαρίστανται με λογικά «κουτιά», παρόμοια με αυτά που συναντάμε στην άλγεβρα Booi. Κι εδώ όπως και στα διαγράμματα στη ψηφιακή τεχνολογία μπορούμε να παρακολουθήσουμε τη ροή του σήματος ανάμεσα στα «κουτιά». Τα στοιχεία αυτά επιλέγονται και τοποθετούνται στον LAD/ STL/ FBD Editor από το ειδικό παράθυρο επιλογής στοιχείων είτε από τα μενού του (Insert → FBD Element).

Και οι τρεις αυτές μορφές υπάρχουν ενσωματωμένες στο πακέτο προγραμματισμού Step 7 .Η επιλογή τους είναι ελεύθερη και μπορεί να γίνει οποιοσδήποτε συνδυασμός στα όρια ενός project - κάποια FC να είναι δημιουργημένα σε LAD, άλλα σε FBD κοκ.

Υπάρχει η δυνατότητα να μετατρέπουμε ένα μπλοκ από μια μορφή απεικόνισης σε μια άλλη. Αυτό είναι πάντα δυνατό από LAD ή FBD σε STL ενώ δεν ισχύει πάντοτε το αντίθετο, αφού στη λίστα εντολών

μπορούν να προγραμματισθούν πράγματα που είναι αδύνατο να απεικονισθούν σε γραφική μορφή.

Είσοδοι (INPUT -I)

Οι είσοδοι ενός PLC συμβολίζονται με το γράμμα I (Input). Μονοσήμαντα μια είσοδος χαρακτηρίζεται από δύο στοιχεία -σε ποια οκτάδα ανήκει (byte) και στα όρια αυτής της οκτάδας σε ποια επιμέρους θέση (bit)

Χαρακτηρισμός I x.y

χ -Διεύθυνση byte (0 ...n, ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη CPU)
γ -Διεύθυνση bit (0 ...7)

Παράδειγμα
I0.0, I14.5, I20.7

Byte εισόδων: π.χ. IB 5, περιλαμβάνει τα bit 15.0 ...15.7

Word εισόδων: π.χ. IW β, περιλαμβάνει τα byte IB8 και IB9

Double Word εισόδων: π.χ. IO4, περιλαμβάνει τις word IW4 και IW6 ή τα byte IB4 ...IB7 ή τα bit I4.0 ...I4.7, I5.0 ...I5.7, I6.0 ...I6.7, I7.0 ...I7.7

Έξοδοι (OUTPUT -Q)

Οι έξοδοι ενός PLC συμβολίζονται με το γράμμα Q (Output). Μονοσήμαντα μια έξοδος χαρακτηρίζεται από δύο στοιχεία -σε ποια οκτάδα ανήκει (byte) και στα όρια αυτής της οκτάδας σε ποια επιμέρους θέση (bit)

Χαρακτηρισμός Q x.y

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

y -Διεύθυνση bit (0 ...7)

Παράδειγμα

Q0.0, Q14.5, Q20.7

Byte εισόδων: π.χ. QB 5, περιλαμβάνει τα bit 15.0 ...15.7

Word εισόδων: π.χ. QW β, περιλαμβάνει τα byte QB8 και QB9

Double Word εισόδων: π.χ. QO4, περιλαμβάνει τις word QW4 και QW6 ή τα byte QB4 ...QB7 ή τα bit Q4.0 ...Q4.7, Q5.0 ...Q5.7, Q6.0 ...Q6.7, Q7.0 ...Q7.7

Βοηθητικά (Memory - M)

Πολλές φορές κατά την εκπόνηση του προγράμματός μας καλούμαστε να επαναλάβουμε τμήματα του κώδικα για να εκτελέσουμε κάποιες διαδικασίες. Ένας τρόπος είναι να γράψουμε τον επαναλαμβανόμενο κώδικα τόσες φορές όσες

χρειαζόμαστε -πράγμα που μας κοστίζει σε χρόνο (καταγραφής αλλά και εκτέλεσης αργότερα από τη CPU) και σε μνήμη προγράμματος.

Η ενδεδειγμένη λύση είναι η χρησιμοποίηση βοηθητικών. Καταγράφεται μια φορά η λογική, αποθηκεύεται σ' ένα βοηθητικό και το βοηθητικό αυτό το χρησιμοποιούμε όσες φορές και σε όποιο σημείο του προγράμματος μας θέλουμε.

Τα βοηθητικά παίζουν το ρόλο των βοηθητικών ρελέ στο κλασικό αυτοματισμό. Τα χρησιμοποιούμε στο πρόγραμμά μας για να αποθηκεύσουμε ορισμένες καταστάσεις. Τα bit εδώ παρομοιάζονται όσον αφορά τη λειτουργία τους με τις εξόδους, με τη διαφορά ότι αυτά δεν απεικονίζονται σε LED (δεν πηγαίνουν απ' ευθείας στην εγκατάσταση και μπορούμε να δούμε τη κατάστασή τους μόνο με τη βοήθεια συσκευής προγραμματισμού) .

Μονοσήμαντα ένα βοηθητικό χαρακτηρίζεται από δύο στοιχεία -σε ποια οκτάδα ανήκει (byte) και στα όρια αυτής της οκτάδας σε ποια επιμέρους θέση (bit) .

Χαρακτηρισμός M x.y

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

y -Διεύθυνση bit (0 ...7)

Παράδειγμα

M15.0, M102.5, M20.7

Μπορούμε να έχουμε πρόσβαση στις περισσότερες περιοχές της μνήμης (V , I, Q, M, S, L, SM) σαν bytes, words, double words, χρησιμοποιώντας τον τύπο byte-address. Για να

προσπελάσουμε ένα byte, word, double word δεδομένων στη μνήμη συγκεκριμενοποιούμε τη διεύθυνση με τρόπο παρόμοιο με το να συγκεκριμενοποιούμε τη διεύθυνση ενός μεμονωμένου bit. Στα δεδομένα σε άλλες περιοχές της μνήμης π.χ. χρονικά, απαριθμητές, υψηλής ταχύτητας απαριθμητές, συσσωρευτές, η προσπέλαση επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας ένα address format που περιλαμβάνει τον ειδικό χαρακτήρα για την περιοχή και έναν αριθμό συσκευής.

Special Memory: SM

Τα SM bits παρέχουν ένα μέσο επικοινωνίας και ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ της CPU και του προγράμματος. Μπορούμε να τα χρησιμοποιήσουμε για να ελέγξουμε και να επιλέξουμε κάποιες από τις ειδικές λειτουργίες της CPU. Στα SM bits μπορούμε να απευθυνθούμε σαν bits, bytes, words, ή double words. Να αναφέρουμε ότι το SM0.0 είναι πάντα 1, ενώ το SM0.1 είναι 1 μόνο για τον πρώτο κύκλο ανίχνευσης.

Χαρακτηρισμός:

Bit: SM (byte address]. (Bit address] π.χ.
SM0.5
Byte, word, dword: SM (size] (starting byte address]
π.χ. SMB20

Χρονικά (Timer Memory Area): T

Το S7-200 παρέχει χρονικά (timers) τα οποία μετρούν αυξήσεις του χρόνου σε αναλύσεις (βήματα) των 1ms, 10 ms, 100 ms. Δύο μεταβλητές συσχετίζονται με τα χρονικά:

1. *Τρέχουσα τιμή*: Είναι ένας 16-bit προσημασμένος ακέραιος που αποθηκεύει τον χρόνο που έχει μετρηθεί από το, χρονικό .

2. *Bit του χρονικού (Timer bit)*: Αυτό το bit παίρνει τις τιμές του λογικού « 1 » και λογικού «0» σαν αποτέλεσμα της σύγκρισης μεταξύ της τρέχουσας και της προκαθορισμένης τιμής. Η προκαθορισμένη τιμή προσδίδεται στο χρονικό σαν μέρος της εντολής του χρονικού.

Αποκτούμε πρόσβαση και στις δύο αυτές τιμές χρησιμοποιώντας την διεύθυνση του χρονικού (T + αριθμός χρονικού). Μπορούμε να απευθυνθούμε σε καθένα από τα δύο αυτά bits ανάλογα με την εντολή και τον τελεστή που, χρησιμοποιούμε.

Χαρακτηρισμός:

T [timer number] π.χ. T96

Αξίζει όμως, αφού τα χρονικά αποτελούν σημαντικό τμήμα του προγράμματός μας, να αναφέρουμε με περισσότερες λεπτομέρειες γι ' αυτά, ώστε να γίνει πιο εύκολα κατανοητή η χρήση τους στο πρόγραμμα. Υπάρχουν τριών ειδών χρονικά: Το χρονικό *καθυστέρησης έλξης* (On-Delay Timer ή **TON**), το χρονικό *καθυστέρησης έλξης με αυτοσυγκράτηση* (Retentive On-Delay Timer ή

TONR) και το χρονικό καθυστέρησης πτώσης (Off-Delay Timer ή **TOF**).

[On-Delay, Retentive On-Delay Timer](#)

Οι εντολές TON, TONR μετρούν το χρόνο όταν η είσοδος enable είναι ενεργοποιημένη. Ο αριθμός του χρονικού Txxx καθορίζει την ανάλυσή του.

[Off Delay Timer](#)

Το χρονικό αυτό χρησιμοποιείται για να καθυστερήσει το σβήσιμο μιας εξόδου, για ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα μετά τη στιγμή που η είσοδος enable απενεργοποιείται. Ο αριθμός του χρονικού Txxx καθορίζει την ανάλυσή του.

Οι εντολές TON , TONR μετρούν το χρόνο όταν η είσοδος enable είναι ενεργοποιημένη. Όταν η τρέχουσα τιμή είναι μεγαλύτερη ή ίση από την προκαθορισμένη, το Timer bit ενεργοποιείται. Η τρέχουσα τιμή ενός TON χρονικού μηδενίζεται όταν η είσοδος ενεργοποίησης απενεργοποιείται, ενώ η τιμή του χρονικού TONR συγκρατείται όταν μηδενίζεται η είσοδος. Τόσο το χρονικό TON όσο και το TONR συνεχίζουν να μετρούν και μετά την προκαθορισμένη τιμή, ενώ σταματούν στην μέγιστη τιμή που είναι η 32.767 sec.

Η εντολή TOF χρησιμοποιείται για να καθυστερήσει την απενεργοποίηση μιας εξόδου για καθορισμένο χρόνο αφότου απενεργοποιείται η είσοδος. Όταν η είσοδος enable ενεργοποιείται,

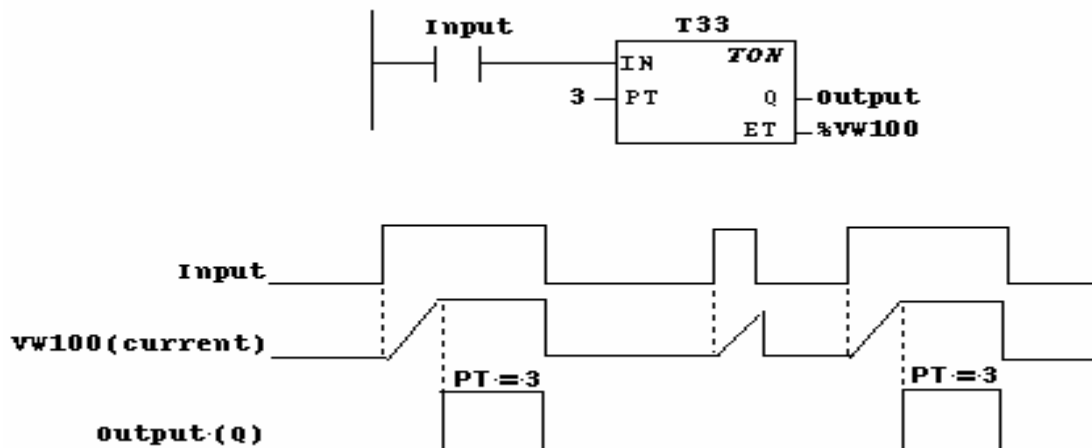
άμεσα ενεργοποιείται και το Timer bit, και η τρέχουσα τιμή μηδενίζεται. Όταν η είσοδος enable μηδενίζεται, το χρονικό μετρά μέχρι ο υπολειπόμενος χρόνος να φτάσει την προκαθορισμένη τιμή. Όταν φτάσει η τιμή αυτή το Timer bit μηδενίζεται και η τρέχουσα τιμή παύει να αυξάνεται. Ωστόσο, εφόσον η είσοδος επανεργοποιηθεί προτού το χρονικό φτάσει την προκαθορισμένη τιμή, το Timer bit παραμένει ενεργοποιημένο. Η είσοδος enable πρέπει να μεταβεί από λογικό « 1 » σε «0» ώστε το χρονικό να ξεκινήσει να μετρά. Με την εντολή R (Reset) τα χρονικά μηδενίζονται και πιο συγκεκριμένα γίνονται τα εξής: Το Timer bit απενεργοποιείται και η τρέχουσα τιμή μηδενίζεται.

Timer Type	Resolution	Maximum Value	Timer Number
TONR	1 ms	32.767 s	T0, T64
	10 ms	327.67 s	T1-T4, T65-T68
	100 ms	3276.7 s	T5-T31, T69-T95
TON, TOF	1 ms	32.767 s	T32, T96
	10 ms	327.67 s	T33-T36, T97-T100
	100 ms	3276.7 s	T37-T63, T101-T255

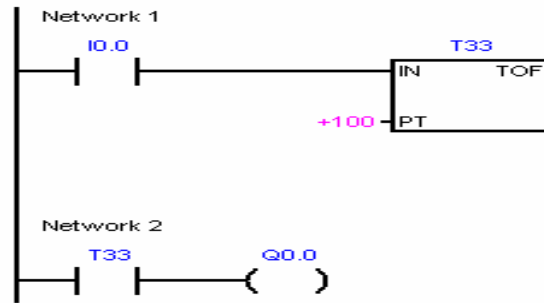
Αυτός είναι ο πίνακας που αναγράφει τους αριθμούς των χρονικών και τις αναλύσεις τους σε συνδυασμό με την εντολή του χρονικού. Έτσι, όταν για παράδειγμα έχουμε ένα TON με ανάλυση 100 ms και του ορίσουμε μια μέτρηση 50, τότε αυτό θα καταλάβει μια μέτρηση 5 sec.

π.χ. για το **TON**

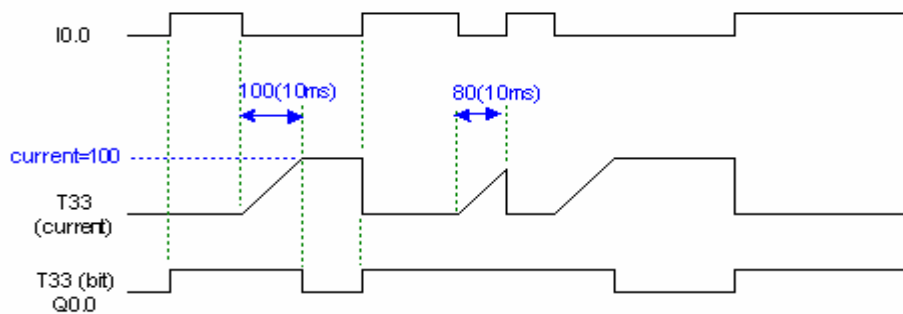
Όταν η είσοδος τους IN γίνει αληθής (IN=1), τότε μετρούν μέχρι την προκαθορισμένη τιμή. Όταν ο παρεχόμενος χρόνος (ET) είναι μεγαλύτερος ή ίσος με τον προτοποθετημένο χρόνο(PT), γίνεται η έξοδος τους Q=1. Η έξοδος Q μηδενίζεται όταν γίνει η είσοδος IN= 0. Όταν ο παρέλθει ο προτοποθετημένος χρόνος (PT) συνεχίζει να μετράει. Η μέτρηση σταματάει όταν φθάσει στη μέγιστη τιμή 32767.



π.χ. για το **TOF**



Χρονικό Διάγραμμα



Accumulators (Συσσωρευτές) : AC

Οι συσσωρευτές είναι στοιχεία ανάγνωσης / εγγραφής που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν μνήμη. Μπορούμε για παράδειγμα να χρησιμοποιήσουμε συσσωρευτές για να περάσουμε παραμέτρους από και προς τις υπορουτίνες, αλλά και να αποθηκεύσουμε ενδιάμεσες τιμές που χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό. Το S7-200 μας παρέχει τέσσερις 32-bit συσσωρευτές (AC0, AC1, AC2, AC3). Μπορούμε να απευθυνθούμε στα

δεδομένα στους συσσωρευτές σαν bits, bytes, words, ή double words. Το μέγεθος των δεδομένων που χρησιμοποιείται καθορίζεται από την εντολή που χρησιμοποιείται για την πρόσβαση στον συσσωρευτή

Counter Memory Area (Απαριθμητές) : C

Το S7-200 παρέχει τρεις τύπους απαριθμητών που μετρούν κάθε μετάβαση από «0» σε « 1 » ενός σήματος στις εισόδους του απαριθμητή. Ο ένας τύπος μετρά προς τα πάνω CTU, ενώ αντίστοιχα υπάρχουν και απαριθμητές που αριθμούν προς τα κάτω CTD, αλλά και προς τις δύο κατευθύνσεις CTUD. Δύο μεταβλητές συσχετίζονται με τους απαριθμητές:

1. Τρέχουσα τιμή: Είναι ένας 16-bit προσημασμένος ακέραιος που αποθηκεύει την μέτρηση που έχει μετρηθεί από τον απαριθμητή.

2. Bit του απαριθμητή (Counter bit): Αυτό το bit παίρνει τις τιμές του λογικού « 1 » και λογικού «0» σαν αποτέλεσμα της σύγκρισης μεταξύ της τρέχουσας και της προκαθορισμένης τιμής. Η προκαθορισμένη τιμή προσδίδεται στον απαριθμητή σαν μέρος της εντολής του απαριθμητή.

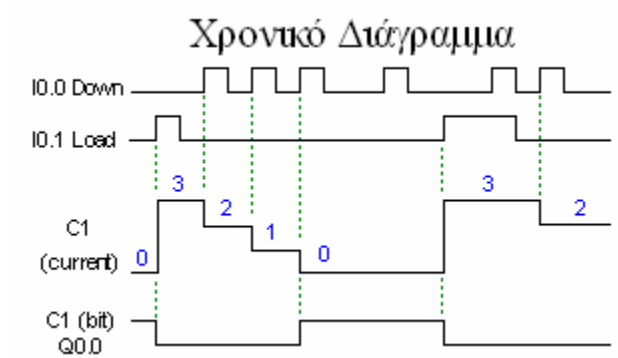
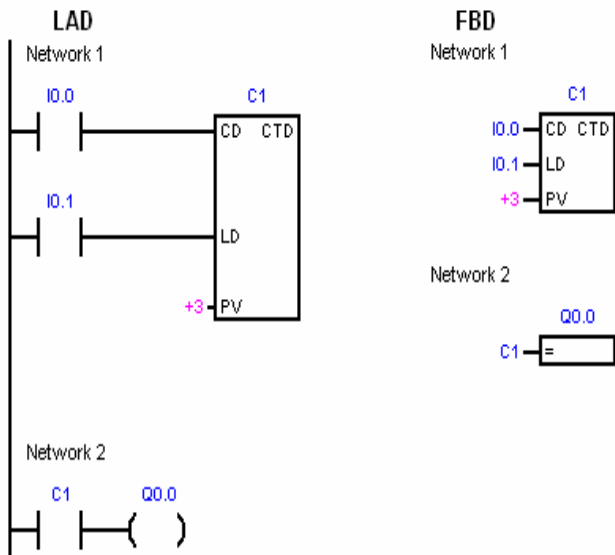
Αποκτούμε πρόσβαση και στις δύο αυτές τιμές χρησιμοποιώντας την διεύθυνση του απαριθμητή (C + αριθμός απαριθμητή). Μπορούμε να απευθυνθούμε σε καθένα από τα δύο αυτά bits ανάλογα με την εντολή και τον τελεστή που, χρησιμοποιούμε.

Χαρακτηρισμός:

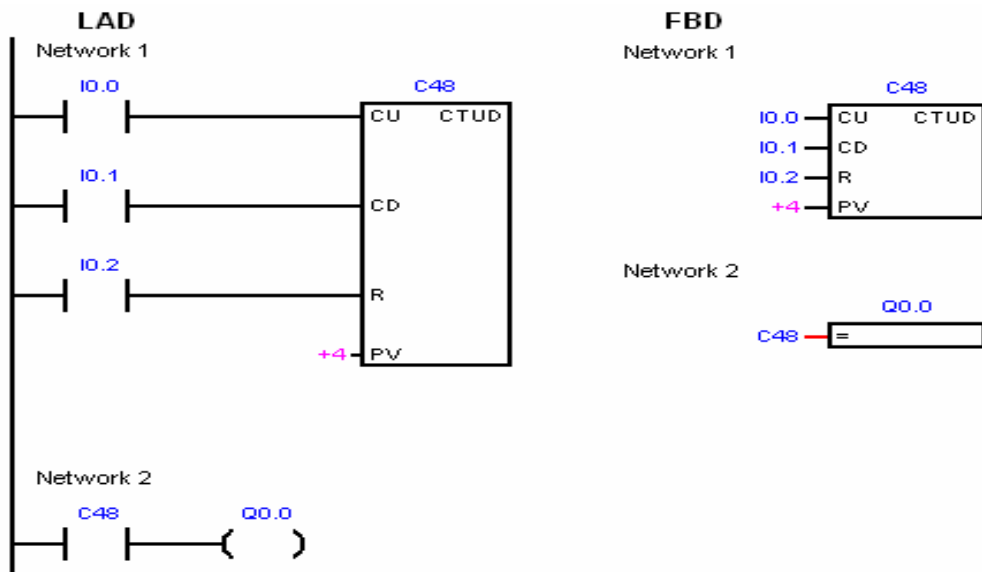
C (counter number)

π.χ. C10

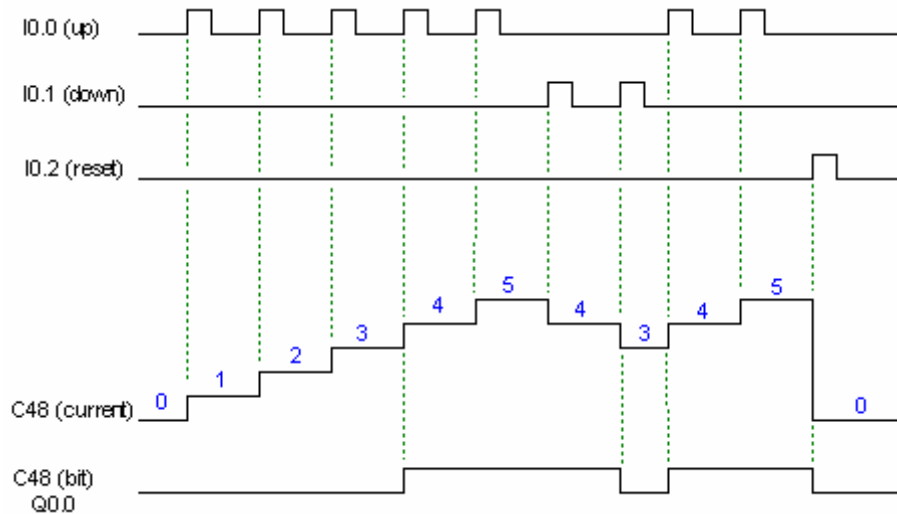
π.χ. για τον **CTU**



π.χ. για τον **CTUD**



Χρονικό Διάγραμμα



Αποτέλεσμα λογικής επεξεργασίας (Result of Logical Operation -RLO)

Κάθε δυαδική λογική λειτουργία παράγει ένα αποτέλεσμα που είναι γνωστό σαν Αποτέλεσμα Λογικής Πράξης (RLO). Αυτό μπορεί να είναι «1» ή «0» και ορίζει ροή ή διακοπή της ροής ρεύματος αντίστοιχα.

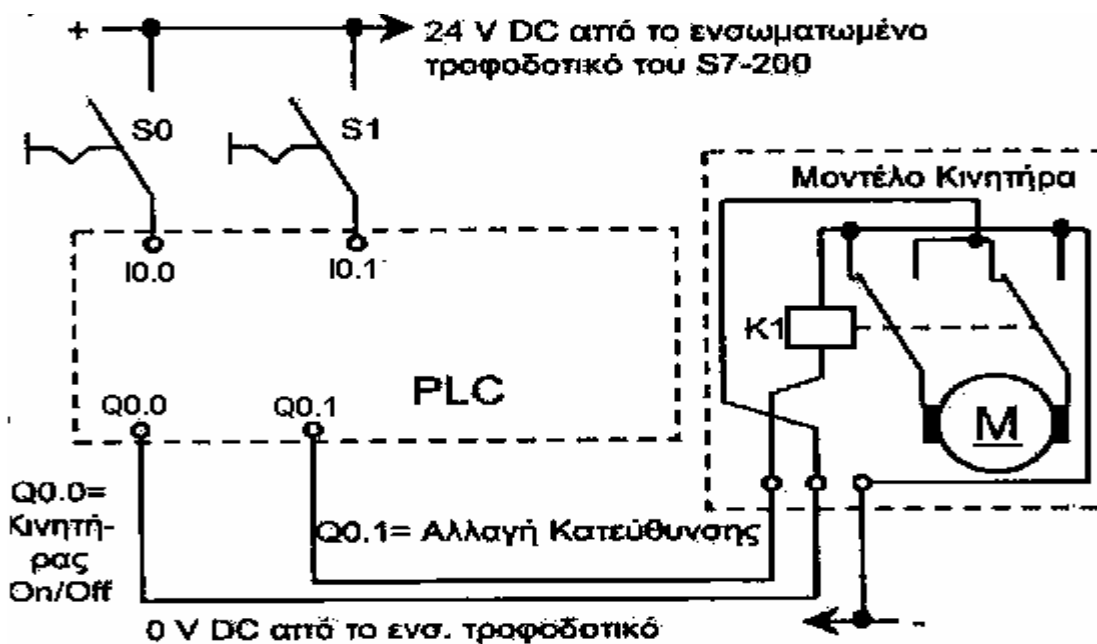
Οι εντολές στο PLC διακρίνονται σε ερωτήσεις κι εξαρτημένες. Έτσι για παράδειγμα, ερώτηση είναι η εντολή AND που ανιχνεύει εάν κάποια είσοδος έχει σήμα «1». Εξαρτημένη είναι για παράδειγμα μια

εντολή που ενεργοποιεί μια έξοδο.

Τα παραδείγματα που ακολουθούν βοηθούν στη κατανόηση της λειτουργίας του Software *Simatic Step7-MicroWin 32*. Βασίζονται στις απλές, αλλά βασικές, εντολές A (AND), O (OR), LD (LOAD), S (SET), R (RESET) και άλλες, για να καταλάβουμε ότι η λειτουργία του προγράμματος στηρίζεται στο μεγαλύτερο μέρος του στην λογική BOOLEAN. Ακόμα παρουσιάζονται και στις τρεις μορφές προγραμματισμού **STL**, **LAD** και **FBD**.

Παράδειγμα 1ο

Έστω ότι έχουμε να οδηγήσουμε κινητήρα με δύο διακόπτες. Με τον πρώτο διακόπτη S0, που συνδέεται με την είσοδο I0.0 του PLC ξεκινά και σταματά ο κινητήρας, ενώ με το δεύτερο S1, που συνδέεται με την είσοδο I0.1 του PLC αλλάζει η φορά περιστροφής του (Σχήμα 4).



Σχήμα 4 Οδήγηση κινητήρα με δυνατότητα αλλαγής φοράς περιστροφής



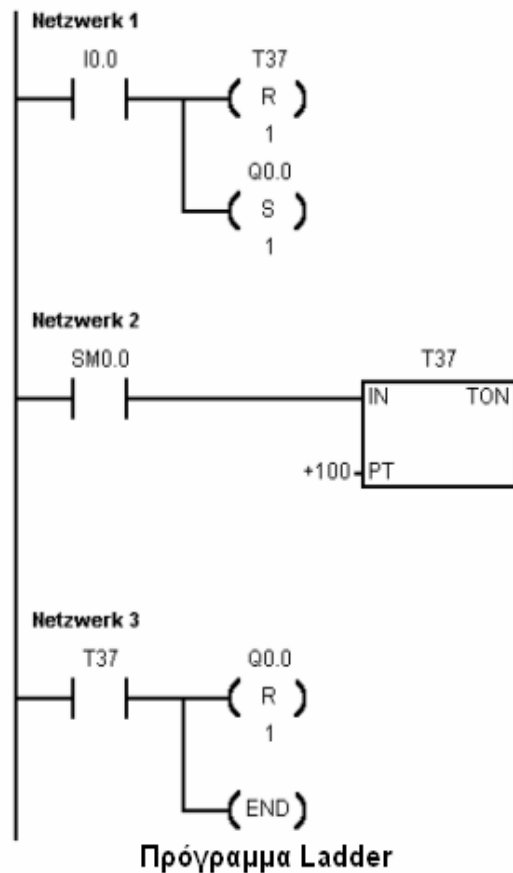
Πρόγραμμα Ladder

NETWORK 1 //ON/OFF του κινητήρα
 LD I0.0 //Ανάγνωση του πρώτου διακόπτη
 = Q0.0 //Ταυτόχρονα έξοδος στην Q0.0
 //(Q0.0=I0.0)

NETWORK 2 //Οδήγηση του ρελέ
//αλλαγής φοράς περιστροφής
 LD I0.1 //Ανάγνωση του δεύτερου διακόπτη
 = Q0.1 // Ταυτόχρονα έξοδος στην Q0.1
 //(Q0.0=I0.1)

Πρόγραμμα STL

Παράδειγμα 2ο



NETWORK 1

```
LD I0.0 //Όταν πατηθεί το πλήκτρο
//που αντιστοιχεί στην είσοδο I0.0
R T37, 1 //μηδενίζεται (γίνεται reset) ο T37
S Q0.0, 1 //Τοποθετείται η έξοδος Q0.0=1
```

NETWORK 2

```
LD SM0.0 //Το ψηφίο SM0.0 είναι
//πάντα 1
TON T37, +100 //Ο χρονιστής T37 θα
μετρήσει 100*100 msec =
10.000msec=10 sec
```

NETWORK 3

```
LD T37 //Όταν περάσουν τα 10 sec
R Q0.0, 1 // θα γίνει στην έξοδο Q0.0
//reset δηλαδή Q0.0=0
END
```

Πρόγραμμα STL

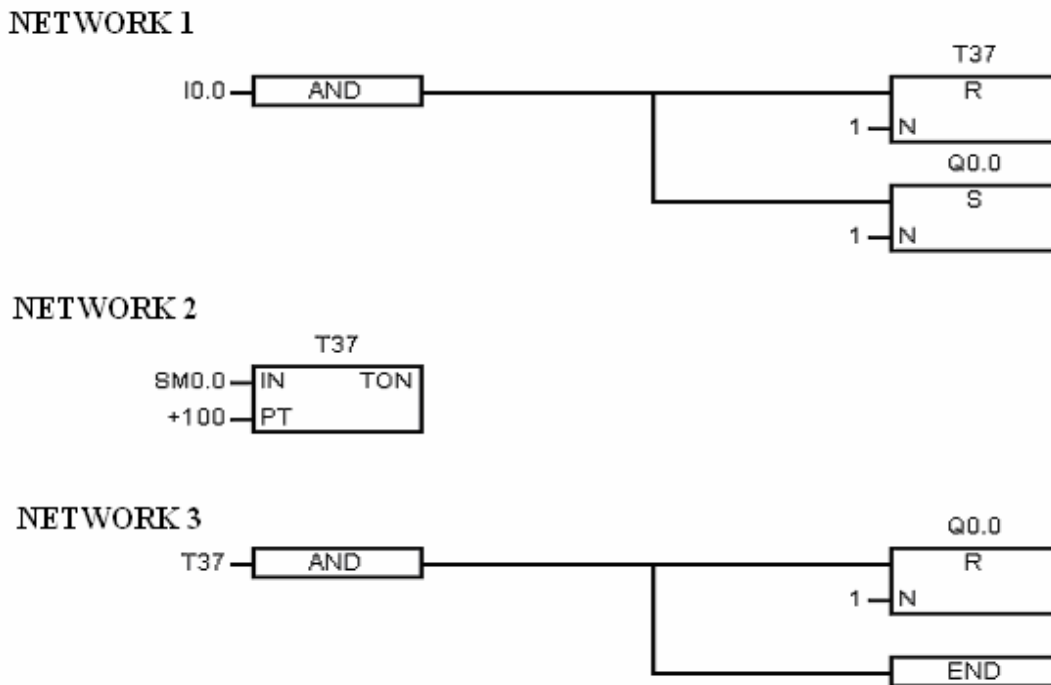
Σχήμα 1 Το ίδιο πρόγραμμα γραμμένο με Ladder και STL

Τα ψηφία SM0.0 - SM0.7 ενεργοποιούνται στο τέλος κάθε ενός κύκλου. Με τα ψηφία αυτά μπορούν να πραγματοποιηθούν διάφορες συναρτήσεις.

SM0.0 Το ψηφίο αυτό είναι πάντοτε 1.

SM0.1 Το ψηφίο αυτό γίνεται 1 κατά τον πρώτο κύκλο. Χρησιμοποιείται π.χ. για την κλήση αρχικοποίησης υπορουτίνας.

Ο χρονιστής T37 μετρά χρονικά διαστήματα διάρκειας 100 msec.



Σχήμα 2 Το ίδιο πρόγραμμα με αυτό του Σχήματος 1 αλλά γραμμένο με FBD (Function Block Diagram)

NETWORK 1

```
LD  I0.0    //Διάβασε τον διακόπτη I0.0. Όταν πατηθεί το
           // πλήκτρο που αντιστοιχεί στην είσοδο I0.0
R    T37, 1    //μηδενίζεται (γίνεται reset) ο T37
S    Q0.0, 1    //Τοποθετείται η έξοδος Q0.0=1
```

NETWORK 2

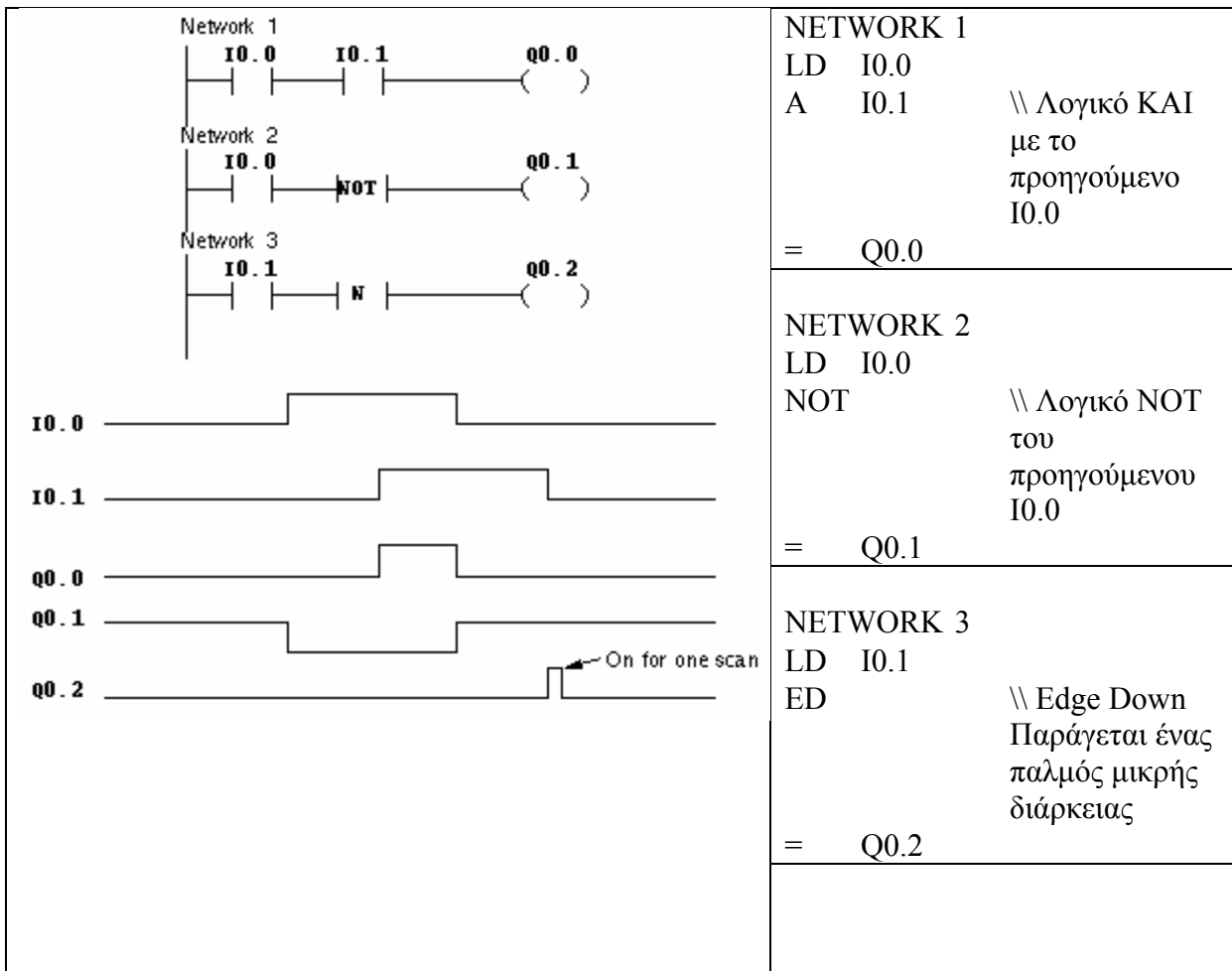
```
LD  SM0.0    //Το ψηφίο SM0.0 είναι πάντοτε SM0.0=1
TON  T37, +100 //Ο χρονιστής T37 θα μετρήσει
100*100 msec = 10.000msec=10sec
```

NETWORK 3

```
LD T37 //Όταν περάσουν τα 10sec
R Q0.0, 1 // θα γίνει στην έξοδο Q0.0 reset δηλαδή
Q0.0=0
END
```

Σχήμα 3. Λίστα εντολών STL (Statement List Editor)

Παράδειγμα 3°



Η εντολή ALD κάνει το λογικό And μεταξύ των δύο προηγούμενων επιπέδων του σωρού. Το αποτέλεσμα φορτώνεται στην κορυφή του σωρού.

Η εντολή OLD κάνει το λογικό Or μεταξύ των δύο προηγούμενων επιπέδων του σωρού. Το αποτέλεσμα φορτώνεται στην κορυφή του σωρού.

Η επεξήγηση του προγράμματος της κατασκευής μας που ακολουθεί, βοηθάει πάρα πολύ στην κατανόηση της λειτουργίας και του προγραμματισμού του **PLC S7-200** με **CPU 224** .

ΔΙΑΒΑΖΟΝΤΑΣ ΤΙΣ ΕΙΣΟΔΟΥΣ

Ψηφιακές είσοδοι: Κάθε κύκλος ανίχνευσης ξεκινάει με το διάβασμα της τρέχουσας τιμής των ψηφιακών εισόδων και την μετά γραφή των τιμών αυτών στον PII.

Αναλογικές είσοδοι: Το S7-200 δεν ενημερώνει τις αναλογικές εισόδους σαν μέρος του κανονικού κύκλου ανίχνευσης εκτός αν το φιλτράρισμα των αναλογικών εισόδων είναι ενεργοποιημένο. Το αναλογικό φίλτρο παρέχετε ώστε να μας επιτρέπει ένα περισσότερο σταθερό σήμα.

ΕΚΤΕΛΩΝΤΑΣ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

Κατά τη φάση εκτέλεσης του κύκλου ανίχνευσης ,το S7-200 εκτελεί το πρόγραμμα αυτό, ξεκινώντας με την πρώτη εντολή, και προχωρώντας στην τελευταία. Οι άμεσες εντολές I/O ,μας δίνουν άμεση

προσπέλαση στις εισόδους και τις εξόδους κατά τη διάρκεια εκτέλεσης είτε του προγράμματος είτε με κάποια ρουτίνα διακοπής. Εφόσον γίνετε χρήση από interrupts στο πρόγραμμα οι ρουτίνες που συσχετίζονται με τα συμβάντα διακοπής υποθηκεύονται σαν μέρος του προγράμματος. Οι ρουτίνες διακοπής δεν εκτελούνται σαν μέρος του κανονικού κύκλου ανίχνευσης, αλλά όταν συμβαίνει το συμβάν διακοπής.

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Κατά την φάση επεξεργασίας μνημάτων στον κύκλο ανίχνευσης το S7-200 κάνει επεξεργασία των μνημάτων που έχουν ληφθεί από τις θύρες επικοινωνίας ή τα έξυπνα στοιχεία I/O.

ΕΚΤΕΛΩΝΤΑΣ ΤΑ ΤΕΣΤ ΑΥΤΟΔΙΑΓΝΩΣΗΣ ΤΗΣ CPU

Κατά τη φάση αυτή του κύκλου ανίχνευσης το S7-200 ελέγχει για την ορθή λειτουργία τις CPU.τις περιοχές μνήμης ,αλλά και για την κατάσταση των όποιων μονάδων επέκτασης.

ΓΡΑΦΟΝΤΑΣ ΣΤΙΣ ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΕΞΟΔΟΥΣ

Στο τέλος κάθε κύκλου ,το S7-200 γράφει τις τιμές που είναι υποθηκευμένες στον ΡΙΟ καταχωρητή στις ψηφιακές εξόδους. Οι αναλογικές έξοδοι ενημερώνονται άμεσα από τον κύκλο ανίχνευσης.

Δομή του προγράμματος για τα φανάρια

```
LDN    Q0.0
AN     Q0.1
AN     Q0.2
S      Q0.0, 1
LD     I0.0
AN     Q0.2
R      Q0.0, 1
S      Q0.1, 1
LDN    T37
LD     Q0.1
TON    T37, +15
LD     Q0.1
LD     T37
R      Q0.1, 1
S      Q0.2, 1
R      T37, 1
LD     I0.1
A      Q0.2
R      Q0.2, 1
S      Q0.0, 1
```

ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Οι τέσσερις πρώτες γραμμές του κώδικα αρχικοποιούν το PLC στην κατάσταση $Q0.0=1$, $Q0.1=0$, $Q0.2=0$ το οποίο στον πραγματικό κόσμο μεταφράζεται ως πράσινο φανάρι ενεργό και τα υπόλοιπα σβηστά. Εδώ φορτώνουμε την είσοδο $I0.0$ και κατόπιν την έξοδο $Q0.2$ και εαν ισχύει η υποφενόμενη συνθήκη, απενεργοποιώ την έξοδο $Q0.0$ και ενεργοποιώ την έξοδο $Q0.1$, μπαίνοντας έτσι στη διαδικασία πορτοκαλί->κόκκινο.

Στις πέντε πιο κάτω γραμμές χρησιμοποιώ τον Timer του PLC, T37, και κατόπιν του «φορτώνω» ($15 \times 100 \text{ms} =$) 1,5 sec απόπου θα κρατάμε χρόνο για πορτοκαλί 1,5 sec και θα περνάμε σε κόκκινο.

Εδώ γίνεται η απενεργοποίηση του πορτοκαλί και εδώ γίνεται η ενεργοποίηση του κόκκινου φαναριού.

Εδώ μηδενίζουμε τον Timer για μετέπειτα χρήση.

Εδώ φορτώνω την δεύτερη είσοδό μου και αν είναι ενεργή παράλληλα με το κόκκινο φανάρι, απενεργοποιώ το κόκκινο φανάρι και επανέρχομαι στο πράσινο φανάρι.

ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ (SENSORS)

Τι είναι ο αισθητήρας:

Ως αισθητήρα λέμε την μετατροπή φυσικής μεταβλητής σε μια ηλεκτρική τάση. Η φυσική αυτή μεταβλητή μπορεί να είναι π.χ η θερμοκρασία, η πίεση, η υγρασία, η στάθμη υγρού κτλ. Με τους αισθητήρες γίνονται οι μετρήσεις σε βιομηχανίες, εργαστήρια, και γενικά όπου επιζητείτε η παρακολούθηση μιας φυσικής μεταβλητής συνάρτηση του χρόνου. Αφού η μετατροπή της φυσικής μεταβλητής γίνεται σε ηλεκτρική τάση εξόδου από τον αισθητήρα, εύκολα μπορούμε να καταλάβουμε ότι η μέτρηση της φυσικής μεταβλητής ανάγεται σε μέτρηση της ηλεκτρικής τάσης, η οποία μπορεί να γίνει με βολτόμετρο ή καταγραφικό αν ζητάμε μεταβολές σε συναρτήσει του χρόνου, η ακόμα με προσαρμογή σε βαθμίδα μετατροπής αναλογικής σε ψηφιακή μορφή (A/D Converter), με σκοπό την αποθήκευση των πληροφοριών σε Η/Ν για μετέπειτα επεξεργασία.

Εκτός όμως από τους αισθητήρες που μετατρέπουν τη φυσική μεταβολή σε ηλεκτρική τάση, υπάρχουν και άλλοι αισθητήρες που μετατρέπουν την φυσική μεταβολή σε άλλης μορφής ενέργεια όπως για παράδειγμα σε μηχανική (π.χ μετακίνηση μοχλών), αλλά αυτή οι αισθητήρες είναι συγκεκριμένα όργανα φθηνής κατασκευής, για οικιακές κυρίως χρήσεις.

Στην αγορά αισθητήρων μπορεί κανείς να βρει και έτοιμους αισθητήρες με ενσωματωμένο ηλεκτρονικό κύκλωμα με σκοπό η τάση εξόδου να αλλάζει κατάσταση από 0 σε 1 (π.χ 5V η 0V , επαφή εντός-εκτός), αν η τιμή της φυσικής παραμέτρου υπερβεί μια συγκεκριμένη τιμή (alarm sensors). Οι αισθητήρες αυτοί χρησιμοποιούνται κυρίως σε βιομηχανίες, θερμοκήπια, κτίρια και γενικώς εκεί που θέλουμε να εκδηλωθεί συναγερμός, αν η τιμή της φυσικής παραμέτρου που μετρά ο αισθητήρας υπερβαίνει μια συγκεκριμένη τιμή. Συνήθως τα όργανα αυτά διαθέτουν ποτενσιόμετρο για την αλλαγή της συγκεκριμένης τιμής συναγερμού.

Περισσότερα από 1600 αισθητήρια είναι σήμερα διαθέσιμα για τη μετατροπή του επιθυμητού μεγέθους σε ηλεκτρικό. Η καλύτερη κατανόηση των φυσικών φαινομένων και η ανάπτυξη νέων υλικών, είχε ως αποτέλεσμα την κατασκευή αισθητηρίων με υψηλή ακρίβεια, ταχύτητα απόκρισης και ευρεία περιοχή μέτρησης.

Τα αισθητήρια διακρίνονται σε ενεργά, όταν για την μετατροπή του φυσικού μεγέθους σε αντίστοιχο ηλεκτρικό (τάση, ρεύμα, φορτίο) δεν απαιτείται εξωτερική πηγή τροφοδοσίας.

Και στα παθητικά αισθητήρια όπου το μετρούμενο φυσικό μέγεθος μεταβάλλει την τιμή της αντίστασης, της αυτεπαγωγής ή της χωρητικότητας, επομένως απαιτείτε η τροφοδοσία του αισθητηρίου από εξωτερική πηγή για την λήψη του σήματος εξόδου.

Η λειτουργία των παθητικών αισθητηρίων στηρίζεται στην μεταβολή της ωμικής αντίστασης της αυτεπαγωγής ή της χωρητικότητας από την επίδραση

του φυσικού μεγέθους είτε στις διαστάσεις του υλικού είτε απευθείας στις ηλεκτρικές ιδιότητες του υλικού. Υπάρχουν αισθητήρια με μεταβολή της ειδικής αντίστασης η οποία μπορεί να οφείλεται:

- A) Στη θερμοκρασία
- B) Στη φωτεινή ακτινοβολία
- Γ) Στην υγρασία
- Δ) Στη μεταβολή των γεωμετρικών διαστάσεων του υλικού

Η αρχή λειτουργίας των ενεργών αισθητηρίων βασίζεται

- A) Στο φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής
- B) Στο πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο
- Γ) Στο φωτοηλεκτρικό φαινόμενο
- Δ) Στο θερμοηλεκτρικό φαινόμενο (seebeck)
Και Ε) Στο φαινόμενο Hall

ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ

Εδώ και πολλές δεκαετίες οι αισθητήρες μαγνητικού πεδίου χρησιμοποιούνται στην ανάλυση και τον έλεγχο λειτουργίας χιλιάδων συσκευών και διατάξεων. Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή μαγνητικών αισθητήρων περιέχουν πολλές γνώσεις φυσικής και ηλεκτρονικών. Έντεκα από τις πιο κοινές τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την

ανίχνευση μαγνητικού πεδίου θα περιγράψουν και θα συγκριθούν.

Αυτές είναι οι : search coil, flux-gate, optically pumped, nuclear precession, SQUID, hall effect, magnetoresistive, magnetodiode, magnetotransistor, fiber optic και magneto-optic.

Τεχνολογίες μαγνητικών αισθητήρων

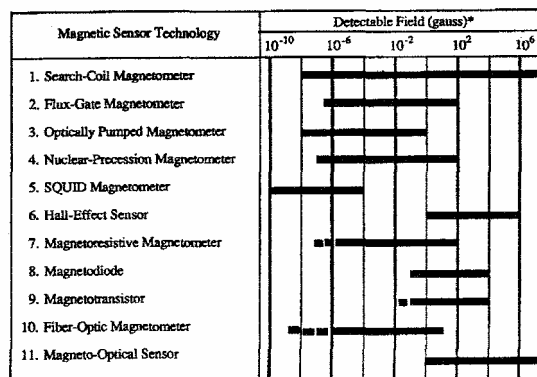
Οι μαγνητικοί αισθητήρες βοήθησαν στο να αναλυθούν και να ελεγχθούν εκατοντάδες παράγοντες και για αρκετές δεκαετίες. Οι υπολογιστές έχουν απεριόριστη μνήμη χάρη στη χρήση μαγνητικών αισθητήρων στους μαγνητικούς σκληρούς δίσκους και στις δισκέτες εγγραφής. Τα αεροπλάνα πετούν με υψηλότερα σάνταρ ασφαλείας εξαιτίας της υψηλής σταθερότητας των διακοπών χωρίς επαφή οι οποίοι έχουν μαγνητικούς αισθητήρες. Οι βιομηχανίες έχουν υψηλή παραγωγικότητα εξαιτίας της υψηλής σταθερότητας και του χαμηλού κόστους των μαγνητικών αισθητήρων.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι να αισθανθείς το μαγνητικό πεδίο οι περισσότεροι από αυτούς βασίζονται στη στενή σχέση μεταξύ των μαγνητικών και ηλεκτρικών φαινομένων. Στην εργασία θα περιγραφούν οι πιο διαδεδομένες τεχνολογίες.

Ένα κοινό στοιχείο όλων των εφαρμογών είναι ότι οι μαγνητικοί αισθητήρες εξασφαλίζουν μια

τεχνολογία συγκρινόμενοι με άλλες τεχνολογίες αισθητήρων.

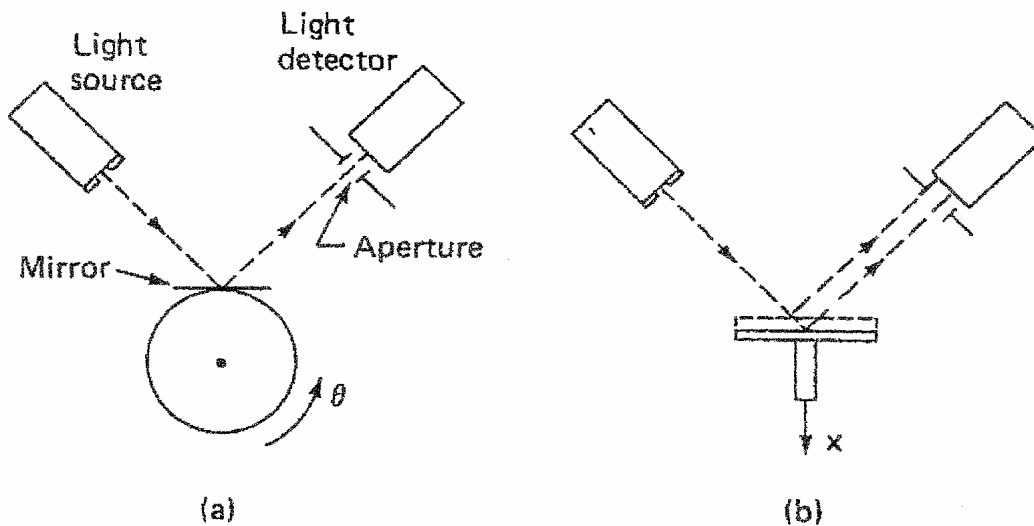
Οι τεχνικές των μαγνητικών αισθητήρων εκμεταλλεύονται μια ευρεία κλίμακα από αρχές της φυσικής και της χημείας. Έντεκα από τις πιο κοινές τεχνολογίες παρουσιάζονται στο σχ.1, στο οποίο συγκρίνονται κατά προσέγγιση με βάση την κλίμακα ευαισθησίας τους. Είναι σημαντικό να σημειώσουμε ότι η κλίμακα ευαισθησίας για κάθε είδος αισθητήρα επηρεάζεται από τα απαιτούμενα ηλεκτρονικά. Επιπλέον υπάρχουν πολλοί άλλοι παράγοντες όπως η απόκριση της συχνότητας, το μέγεθος και η ισχύς, που καθιστούν έναν αισθητήρα κατάλληλο για μια εφαρμογή. Ακολουθεί στη συνέχεια η ανάπτυξη των έντεκα τεχνολογιών



Σχήμα 1: Πίνακας σύγκρισης μαγνητικών αισθητήρων.

Αισθητήρες μετακίνησης βασιζόμενοι σε οπτικά φαινόμενα

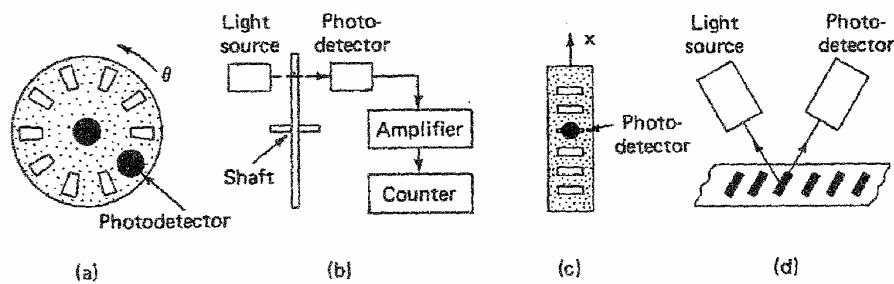
Οι αισθητήρες μετακίνησης βασίζονται σε οπτικά φαινόμενα και χρησιμοποιούν πηγή φωτός (λυχνία πυρακτώσεως, Led κ.τ.λ) και συνδυάζουν την μετακίνηση ως αλλαγή της πορείας της δέσμης φωτός που πέφτει στον φωτοανιχνευτή. Στο σχήμα (28 a) φαίνεται μια διάταξη που μετρά την γωνιακή μετακίνηση του τροχού ($\Delta\theta$), πάνω στον οποίο έχει προσαρμοστεί κάτοπτρο. Κατά την μετακίνηση, λιγότερο φως διέρχεται από τον φωτοανιχνευτή. Στο σχήμα (28 b) η ίδια διάταξη χρησιμοποιείται για την γραμμική μετακίνηση μιας τράπεζας.



(ΣΧΗΜΑ 28)

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν και οι ψηφιακοί αισθητήρες μετακίνησης που η αρχή λειτουργίας τους φαίνεται στο σχήμα (29). Τα σχήματα (29 a) και (29 b) δείχνουν την αρχή λειτουργίας ανίχνευσης γωνιακής μετακίνησης δίσκου που φέρει στην περιφέρεια του N οπές. Ο κυκλικός δίσκος περιστρέφεται κόβοντας διαδοχικά την δέσμη της φωτεινής πηγής-φωτοανιχνευτικού, όπως φαίνεται στο σχήμα (29 β) Κάθε φορά που η φωτεινή δέσμη θα συναντήσει οπή στον κυκλικό δίσκο τότε ένας ηλεκτρικός παλμός από τον φωτοανιχνευτή θα οδηγηθεί στον ενισχυτή, και επομένως ο μετρητής παλμών της επόμενης βαθμίδας θα καταγράψει μια ακόμα μονάδα. Από τον αριθμό καταγραφής του μετρητού γνωρίζουμε τον αριθμό περιστροφών του κυκλικού δίσκου, εφόσον σε μια περιστροφή ο μετρητής μετρά αριθμό N . Προφανώς η ακρίβεια μέτρησης της γωνιακής μετακίνησης εξαρτάται από τον αριθμό των οπών N του κυκλικού δίσκου και είναι $360/N=2\pi/N$.

Ανάλογη περίπτωση για την γραμμική μετακίνηση φαίνεται στα σχήματα (29 c) και στο (29d).



ΣΧΗΜΑ (29)

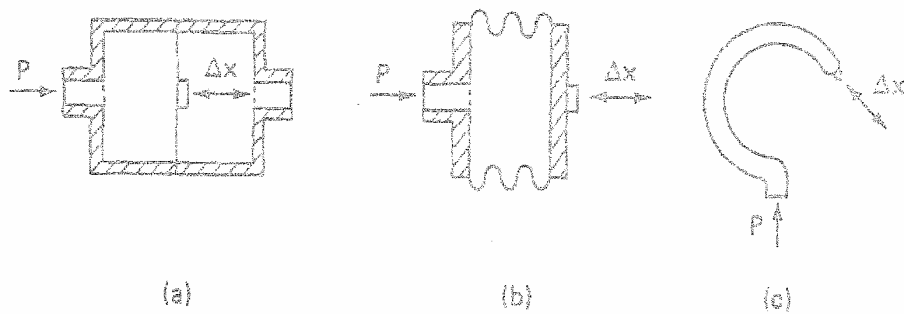
ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΠΙΕΣΕΩΣ

Οι αισθητήρες πίεσεως βασίζονται στην ανίχνευση μετακίνησης μιας ελαστικής επιφάνειας όταν μεταβάλλεται η πίεση. Επομένως το κυριότερο τμήμα σε ένα αισθητήρα είναι ο αισθητήρας μετακίνησης.

Γενικά

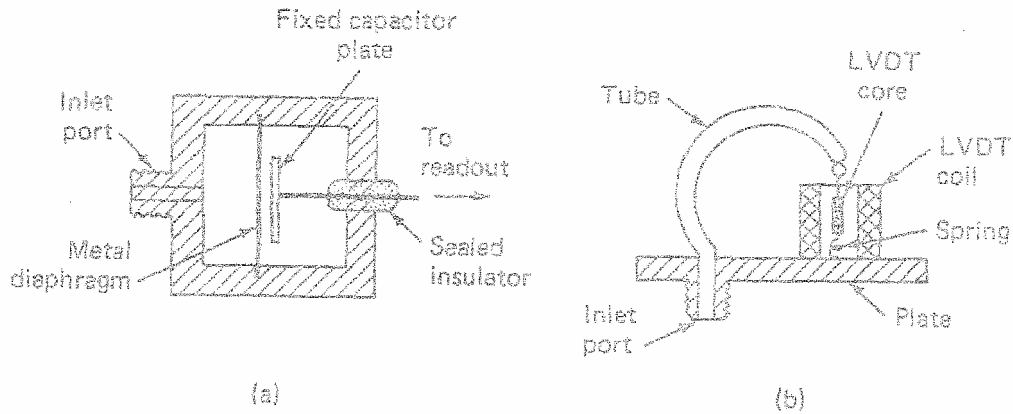
Οι τρεις κύριοι τύποι αισθητήρων πίεσης που υπάρχουν φαίνονται στο σχήμα 37. Στο σχήμα (37 a) η μεταβολή της πίεσης προκαλεί μεταβολή μιας ελαστικής μεμβράνης (διαφράγματος), αυτός ο τύπος λέγεται αισθητήρας πίεσεως διαφράγματος (diaphragm pressure sensor). Η παραμόρφωση του διαφράγματος στον αισθητήρα αυτόν μπορεί να μετρηθεί με τις μεθόδους LVDT, μεταβολής χωρητικότητας κ.τ.λ. Στο σχήμα 37 a φαίνεται η μέτρηση της μετακίνησης του διαφράγματος με την μεταβολή της χωρητικότητας, όπου ο ένας οπλισμός του πυκνωτή είναι το μεταλλικό διάφραγμα. Στο

σχήμα (37 b) ο αισθητήρας πίεσης έχει την μορφή ελαστικής φουσαρμόνικας (bellow pressure sensor), με αποτέλεσμα η μεταβολή της πίεσης να ενεργεί ως μεταβολή της ελαστικής φουσαρμόνικας, και επομένως την μετακίνηση της επιφάνειας του κατά Δx . Στο σχήμα (37 c) ο αισθητήρας έχει την μορφή ελαστικού μεταλλικού σωλήνα αγκίστρου (bourdon pressure sensor), με αποτέλεσμα η μεταβολή της πίεσης να δημιουργεί μεταβολή κατά Δx του ελαστικού αγκίστρου.



ΣΧΗΜΑ 37

Στο σχήμα (38 a) φαίνεται η προσαρμογή του αισθητήρα μετακίνησης LDVT στο ελαστικό άγκιστρο του αισθητήρα πίεσης, ώστε η μεταβολή της πίεσης να ανάγεται τελικά σε μεταβολή της τάσης εξόδου από τον αισθητήρα LVDT.



ΣΧΗΜΑ 38

ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΟΡΓΑΝΑ

Τα όργανα αυτά μπορούν να μας δείξουν την παρουσία ή όχι ενός αντικειμένου στην περιοχή την οποία ανιχνεύουν. Η πληροφορία που μας δίνουν για το αν υπάρχει ή όχι είναι μια πληροφορία του ενός bit. Για παράδειγμα θέλουμε να μετρήσουμε πόσο ψηλά είναι η στάθμη του υγρού σε ένα δοχείο και όχι απλώς αν το δοχείο μπορεί να είναι γεμάτο ή όχι, αλλά σε αυτήν την περίπτωση θέλουμε να έχουμε την μέτρηση της στάθμης.

Στα σύγχρονα συστήματα ελέγχου μας ενδιαφέρει η πληροφορία του οργάνου να είναι ηλεκτρική, δηλαδή σε μορφή τάσεως. Γιατί α) Μπορεί τότε εύκολα η πληροφορία αυτή να διαβασθεί από έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή και β) γιατί τότε το

όργανο μπορεί να δώσει εύκολα τα σήματα ανάδρασης σε ένα σύστημα κλειστού βρόγχου. Τα αισθητήρια χωρίζονται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με το είδος του ηλεκτρικού σήματος που βγάζουν στην έξοδό τους στα αισθητήρια αναλογικής εξόδου και στα αισθητήρια ψηφιακής εξόδου.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

- Το κουτί της κατασκευής αποτελείται απο ξύλο.
- Εσωκλείωνται 2 δεξιόστροφα μοτέρ για την περιστροφή του τραμ και του αυτοκινήτου 1 και 5 RPM αντίστοιχα.
- Η κίνηση στα οχήματα δίδεται με την εξάρτησή τους από «κρυφούς» μόνιμους μαγνήτες με ανεστραμμένη πολικότητα προς αποφυγή της έλξης των δύο οχημάτων.
- Τροφοδοτικό 5, και 12 Volts.
- D-Latch το οποίο προσομοιώνει το σταμάτημα του οδηγού μπροστά στο φανάρι.
- Διαμορφωτής PCM στα 36Khz για την οδήγηση των ζευγών αισθητηρίων.
- Η καρδιά του κυκλώματος είναι το S7-200 προγραμματισμένο με τον πιο πάνω κώδικα.
- 1 Dimmer για την επέμβαση του χρήστη στην ταχύτητα του οχήματος, έτσι ώστε να είναι πιο πραγματική η προσομοίωση
- 2 Vinyls τα οποία χρησιμοποιούνται ως άξονες περιστροφής.

MANUAL PLC SIEMENS S7-200

Introducing the S7-200 Micro PLC

1

The S7-200 series is a line of micro-programmable logic controllers (Micro PLCs) that can control a variety of automation applications. Figure 1-1 shows an S7-200 Micro PLC. The compact design, expandability, low cost, and powerful instruction set of the S7-200 Micro PLC make a perfect solution for controlling small applications. In addition, the wide variety of CPU sizes and voltages provides you with the flexibility you need to solve your automation problems.

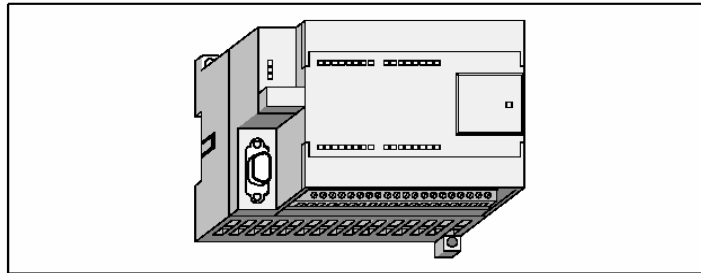


Figure 1-1 S7-200 Micro PLC

Chapter Overview

Section	Description	Page
1.1	Comparing the Features of the S7-200 Micro PLCs	1-2
1.2	Major Components of the S7-200 Micro PLC	1-4

1.1 Comparing the Features of the S7-200 Micro PLCs

Equipment Requirements

Figure 1-2 shows the basic S7-200 Micro PLC system, which includes an S7-200 CPU, a personal computer, STEP 7-Micro/WIN 32, version 3.0 programming software, and a communications cable.

In order to use a personal computer (PC), you must have one of the following:

- A PC/PPI cable
- A communications processor (CP) and multipoint interface (MPI) cable
- A multipoint interface (MPI) card. A communications cable is provided with the MPI card.

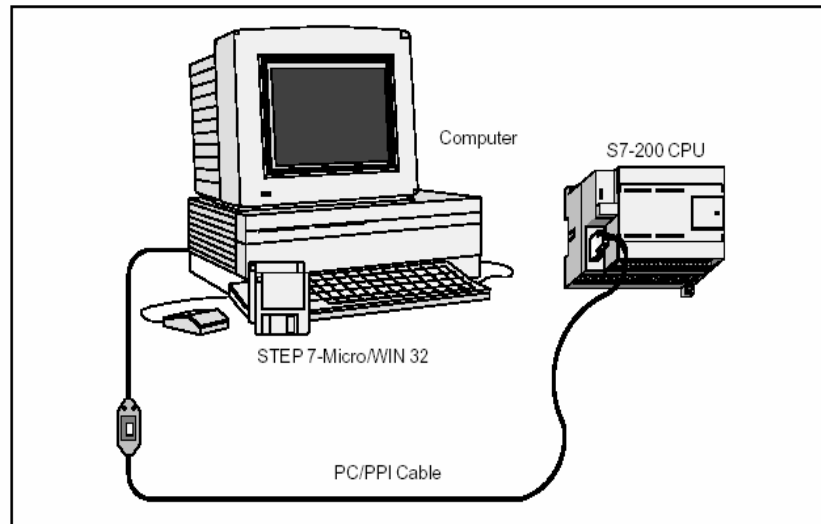


Figure 1-2 Components of an S7-200 Micro PLC System

Capabilities of the S7-200 CPUs

The S7-200 family includes a wide variety of CPUs. This variety provides a range of features to aid in designing a cost-effective automation solution. Table 1-1 provides a summary of the major features of the S7-200 CPUs.

Table 1-1 Summary of the S7-200 CPUs

Feature	CPU 221	CPU 222	CPU 224
Physical Size of Unit	90 mm x 80 mm x 62 mm	90 mm x 80 mm x 62 mm	120.5 mm x 80 mm x 62 mm
Memory			
Program	2048 words	2048 words	4096 words
User data	1024 words	1024 words	2560 words
Memory type	EEPROM	EEPROM	EEPROM
Memory cartridge	EEPROM	EEPROM	EEPROM
Data backup (super capacitor)	50 hours typical	50 hours typical	190 hours typical
Local I/O			
Local I/O	6 In/4 Out	8 In/6 Out	14 In/10 Out
Number of expansion modules	none	2 modules	7 modules
Total I/O			
Digital I/O image size	256 (128 In/128 Out)	256 (128 In/128 Out)	256 (128 In/128 Out)
Digital I/O physical size	10	62	128
Analog I/O image size	none	16 In/16 Out	16 In/16 Out
Analog I/O physical size	none	12 In/10 Out	12 In/10 Out
Instructions			
Boolean execution speed	0.37 μ s/instruction	0.37 μ s/instruction	0.37 μ s/instruction
Internal relays	256	256	256
Counters/Timers	256/256	256/256	256/256
Sequential control relays	256	256	256
For/Next loops	Yes	Yes	Yes
Integer math (+ - * /)	Yes	Yes	Yes
Real math (+ - * /)	Yes	Yes	Yes
Enhanced Features			
Built-in high-speed counter	4 (20 KHz)	4 (20 KHz)	6 (20 KHz)
Analog adjustments	1	1	2
Pulse outputs	2 (20 KHz, DC only)	2 (20 KHz, DC only)	2 (20 KHz, DC only)
Communication interrupts	1 transmit/2 receive	1 transmit/2 receive	1 transmit/2 receive
Timed interrupts	2 (1 ms to 255 ms)	2 (1 ms to 255 ms)	2 (1 ms to 255 ms)
Hardware input interrupts	4	4	4
Real-time clock	Yes (cartridge)	Yes (cartridge)	Yes (built-in)
Password protection	Yes	Yes	Yes
Communications			
Number of communication ports:	1 (RS-485)	1 (RS-485)	1 (RS-485)
Protocols supported Port 0:	PPI, MPI slave, Freeport	PPI, MPI slave, Freeport	PPI, MPI slave, Freeport
PROFIBUS peer-to-peer	(NETR/NETW)	(NETR/NETW)	(NETR/NETW)

1.2 Major Components of the S7-200 Micro PLC

An S7-200 Micro PLC consists of an S7-200 CPU alone or with a variety of optional expansion modules.

S7-200 CPU

The S7-200 CPU combines a central processing unit (CPU), power supply, and discrete I/O points into a compact, stand-alone device.

- The CPU executes the program and stores the data for controlling the automation task or process.
- Additional I/O points can be added to the CPU with expansion modules up to the physical size limits listed in Table 1-1.
- The power supply provides electrical power for the base unit and for any expansion module that is connected.
- The inputs and outputs are the system control points: the inputs monitor the signals from the field devices (such as sensors and switches), and the outputs control pumps, motors, or other devices in your process.
- The communications port allows you to connect the CPU to a programming device or to other devices.
- Status lights provide visual information about the CPU mode (RUN or STOP), the current state of the local I/O, and whether a system fault has been detected.
- Some CPUs provide a real-time clock as a built-in feature, while other CPUs require the real-time clock cartridge.
- A plug-in serial EEPROM cartridge provides a means to store CPU programs and transfer programs from one CPU to another.
- A plug-in battery cartridge provides extended retention of data memory in RAM.

Figure 1-3 shows the S7-200 CPU.

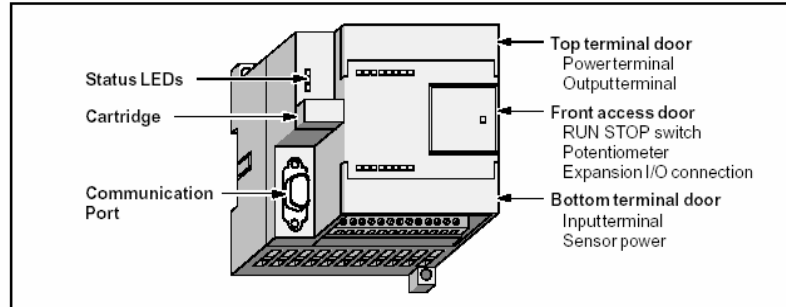


Figure 1-3 S7-200 CPU

Expansion Modules

The S7-200 CPU provides a certain number of local I/O. Adding an expansion module provides additional input or output points (see Figure 1-4).

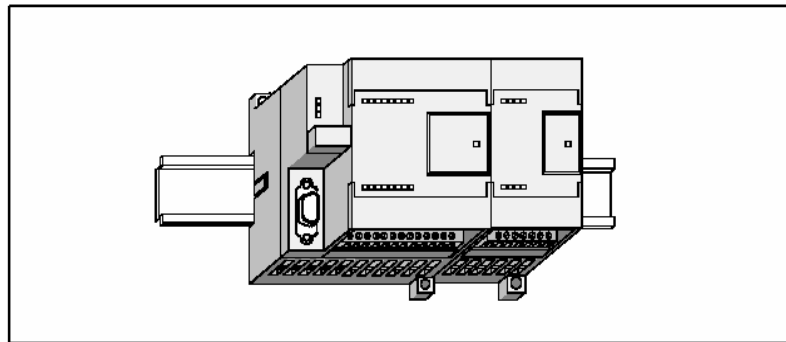


Figure 1-4 CPU with an Expansion Module

2.1 Panel Layout Considerations

Installation Configuration

You can install an S7-200 either on a panel or on a standard rail. You can mount the S7-200 either horizontally or vertically. You can connect the S7-200 to expansion modules by one of these methods:

- A flexible ribbon cable with mating connector is built into the I/O module for easy connection to the PLC or another expansion module.
- An I/O expansion cable is also available to add flexibility to your mounting configuration.

Figure 2-1 shows a typical configuration for these types of installations.

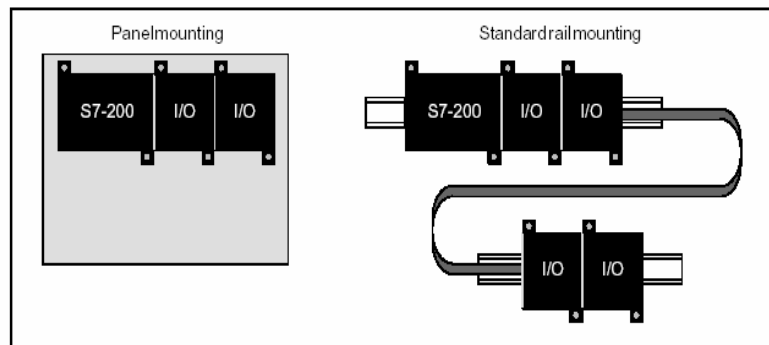


Figure 2-1 Mounting Configurations

Clearance Requirements for Installing an S7-200 PLC

Use the following guidelines as you plan your installation:

- The S7-200 CPU and expansion modules are designed for natural convection cooling. You must provide a clearance of at least 25 mm (1 in.), both above and below the units, for proper cooling. See Figure 2-2. Continuous operation of all electronic products at maximum ambient temperature and load reduces their life.
- For vertical mounting, the maximum ambient temperature is reduced by 10° C. The CPU should be mounted below any expansion modules. If you are mounting on a vertical DIN rail, you should use the DIN rail stop.
- Allow 75 mm (3 in.) for mounting depth. See Figure 2-2.
- Be sure to allow enough space in your mounting design to accommodate the I/O wiring and communication cable connections.

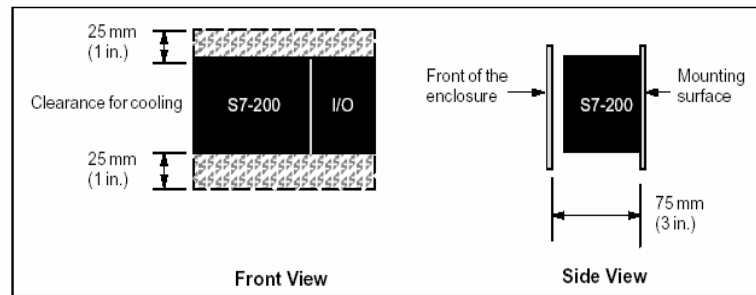


Figure 2-2 Horizontal and Vertical Clearance Requirements for Installing an S7-200 PLC

Standard Rail Requirements

The S7-200 CPU and expansion modules can be installed on a standard (DIN) rail (DIN EN 50 022). Figure 2-3 shows the dimensions for this rail.

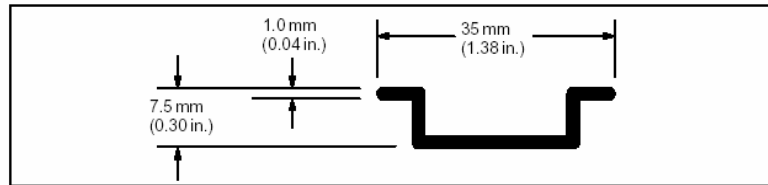


Figure 2-3 Standard Rail Dimensions

Panel-Mounting Dimensions

S7-200 CPUs and expansion modules include mounting holes to facilitate installation on panels. Figure 2-4 through Figure 2-6 provide the mounting dimensions for the different S7-200 CPUs and expansion modules.

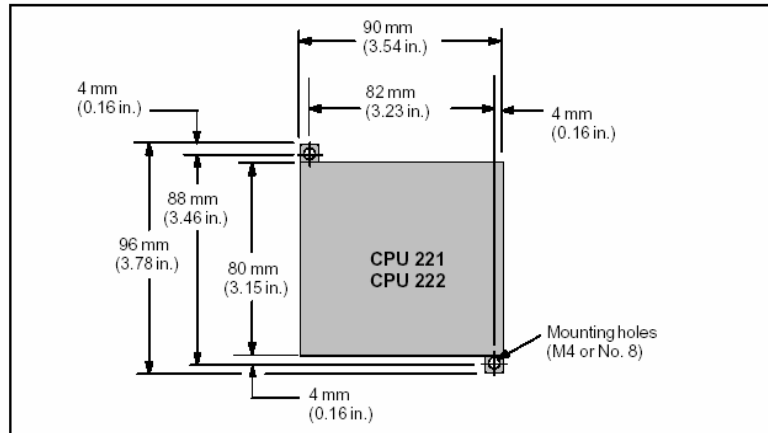


Figure 2-4 Mounting Dimensions for CPU 221 and CPU 222

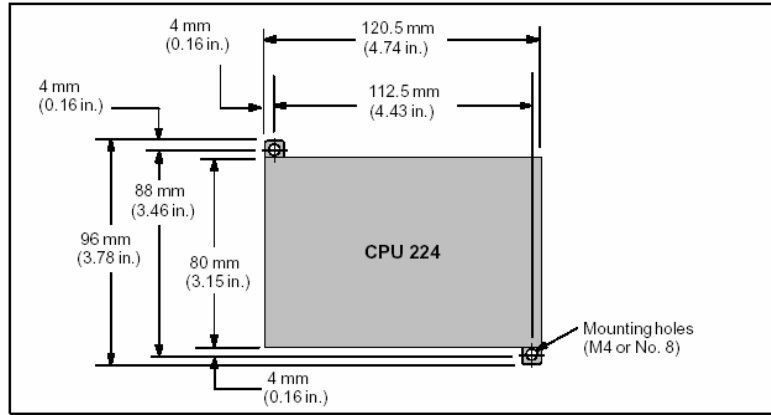


Figure 2-5 Mounting Dimensions for a CPU 224

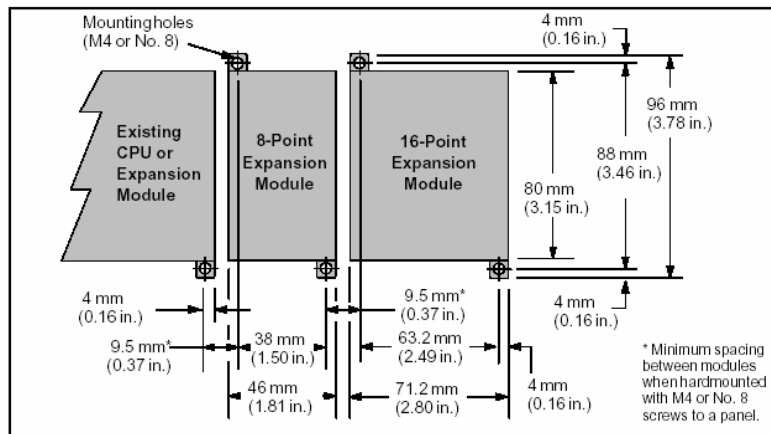


Figure 2-6 Mounting Dimensions for Expansion Modules

2.2 Installing and Removing an S7-200 Micro PLC or Expansion Module

Mounting an S7-200 Micro PLC or Expansion Module onto a Panel



Warning

Attempts to install or remove S7-200 CPUs or related equipment with power applied could cause electric shock or faulty operation of equipment.

Failure to disable all power to the S7-200 and related equipment during installation or removal procedures may result in death or serious personal injury, and/or damage to equipment.

Always follow appropriate safety precautions and ensure that power to the S7-200 is disabled before attempting to install or remove S7-200 CPUs or related equipment.

Use the following procedure for installing an S7-200 CPU onto a panel:

1. Locate, drill, and tap the mounting holes for DIN M4 or American Standard number 8 screws. Refer to Section 2.1 for mounting dimensions and other considerations.
2. Secure the S7-200 CPUs onto the panel, using DIN M4 or American Standard number 8 screws.

To install the expansion module onto a panel, follow these steps:

1. Locate, drill, and tap the mounting holes for DIN M4 or American Standard number 8 screws. Refer to Section 2.1 for mounting dimensions and other considerations.
2. Place the I/O module next to the PLC or expansion module and secure it.
3. Plug the expansion module ribbon cable into the CPU connector under the front access door. The cable is keyed for correct orientation.
4. Installation is complete.

Installing an S7-200 Micro PLC or Expansion Module onto a Standard Rail



Warning

Attempts to install or remove S7-200 CPUs or related equipment when they are powered up could cause electric shock or faulty operation of equipment.

Failure to disable all power to the S7-200 CPUs and related equipment during installation or removal procedures may result in death or serious personal injury, and/or damage to equipment.

Always follow appropriate safety precautions and ensure that power to the S7-200 is disabled before attempting to install or remove S7-200 CPUs or related equipment.

To install the S7-200 CPU onto a standard rail, follow these steps:

1. Secure the rail to the mounting panel every 75 mm (3.0 in.).
2. Snap open the clip (located on the bottom of the S7-200) and hook the back of the S7-200 onto the rail.
3. Snap the clip closed, carefully checking to ensure that the clip has fastened the S7-200 securely onto the rail.

To install the expansion module onto a standard rail, use the following steps:

1. Snap open the clip and hook the back of the expansion module onto the rail next to the CPU or expansion module.
2. Snap the clip closed to secure the expansion module to the rail. Carefully check to ensure that the clip has fastened the module securely onto the rail.
3. Plug the expansion module ribbon cable into the CPU connector under the front access door. The cable is keyed for correct orientation.
4. Installation is complete.

Note

Modules in an environment with high vibration potential or modules that have been installed in a vertical position may require DIN rail stops.

Removing the S7-200 Micro PLC or Expansion Module



Warning

Attempts to install or remove S7-200 CPUs or related equipment when they are powered up could cause electric shock or faulty operation of equipment.

Failure to disable all power to the S7-200 CPUs and related equipment during installation or removal procedures may result in death or serious personal injury, and/or damage to equipment.

Always follow appropriate safety precautions and ensure that power to the S7-200 modules is disabled before installation.

To remove the S7-200 CPU or expansion module, follow these steps:

1. Disconnect all the wiring and cabling that is attached to the module that you are removing. See Figure 2-7. Some CPUs and expansion modules have removeable connectors.
2. Open the front access door and disconnect the ribbon cable from the adjacent modules.
3. Unscrew the mounting screws or snap open the clip, and remove the module.



Warning

If you install an incorrect module, the program in the micro PLC could function unpredictably.

Failure to replace an expansion module and expansion cable with the same model or in the proper orientation may result in death or serious personal injury, and/or damage to equipment.

Replace an expansion module with the same model, and orient it correctly.

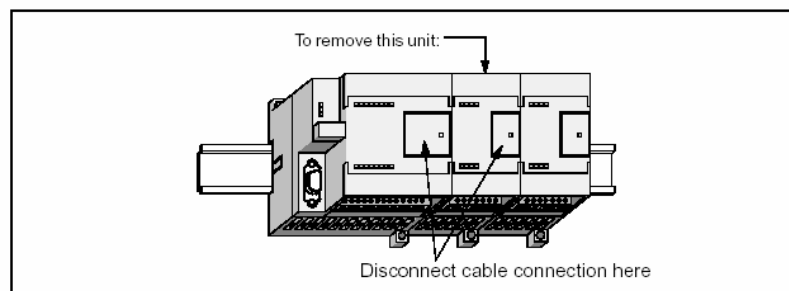


Figure 2-7 Removing the Expansion Module

2.3 Installing the Field Wiring



Warning

Attempts to install or remove S7-200 CPUs or related equipment when they are powered up could cause electric shock or faulty operation of equipment.

Failure to disable all power to the S7-200 CPUs and related equipment during installation or removal procedures may result in death or serious personal injury, and/or damage to equipment.

Always follow appropriate safety precautions and ensure that power to the S7-200 is disabled before installing field wiring.

General Guidelines

The following items are general guidelines for designing the installation and wiring of your S7-200 Micro PLC:

- Ensure that you follow all applicable electrical codes when wiring the S7-200 Micro PLC. Install and operate all equipment according to all applicable national and local standards. Contact your local authorities to determine which codes and standards apply to your specific case.
- Always use the proper wire size to carry the required current. The S7-200 accepts wire sizes from 1.50 mm² to 0.50 mm² (14 AWG to 22 AWG).
- Ensure that you do not over-tighten the connector screws. The maximum torque is 0.56 N-m (5 inch-pounds).
- Always use the shortest wire possible (maximum 500 m shielded, 300 m unshielded). Wiring should be run in pairs, with a neutral or common wire paired with a hot or signal-carrying wire.
- Separate AC wiring and high-energy, rapidly switched DC wiring from low-energy signal wiring.
- Properly identify and route the wiring to the S7-200, using strain relief for the wiring as required. For more information about identifying the terminals, see the specifications in Appendix A.
- Install appropriate surge suppression devices for any wiring that is subject to lightning surges.
- External power should not be applied to an output load in parallel with a DC output point. This may cause reverse current through the output, unless a diode or other barrier is provided in the installation.



Warning

Control devices can fail in an unsafe condition, resulting in unexpected operation of controlled equipment.

Such unexpected action could result in death or serious personal injury, and/or equipment damage.

Consider using an emergency stop function, electromechanical overrides, or other redundant safeguards that are independent of the programmable controller.

Grounding and Circuit Reference Point Guidelines for Using Isolated Circuits

The following items are grounding and circuit guidelines for using isolated circuits:

- You should identify the reference point (0 voltage reference) for each circuit in the installation, and the points at which circuits with possibly different references can connect together. Such connections can result in unwanted current flows that can cause logic errors or can damage circuits. A common cause of different reference potentials is grounds that are physically separated by long distances. When devices with widely separated grounds are connected with a communication or sensor cable, unexpected currents can flow through the circuit created by the cable and the ground. Even over short distances, load currents of heavy machinery can cause differences in ground potential or can directly induce unwanted currents by electromagnetic induction. Power supplies that are improperly referenced with respect to each other can cause damaging currents to flow between their associated circuits.
- When you connect CPUs with different ground potentials to the same PPI network, you should use an isolated RS-485 repeater.
- S7-200 products include isolation boundaries at certain points to help prevent unwanted current flows in your installation. When you plan your installation, you should consider where these isolation boundaries are provided, and where they are not provided. You should also consider the isolation boundaries in associated power supplies and other equipment, and where all associated power supplies have their reference points.
- You should choose your ground reference points and use the isolation boundaries provided to interrupt unneeded circuit loops that could allow unwanted currents to flow. Remember to consider temporary connections which may introduce a new circuit reference, such as the connection of a programming device to the CPU.
- When locating grounds, you must also consider safety grounding requirements and the proper operation of protective interrupting devices.
- In most installations, you will have the best noise immunity if you connect the sensor supply M terminal to ground.

The following descriptions are an introduction to general isolation characteristics of the S7-200 family, but some features may be different on specific products. Consult your product specifications in Appendix A for information about which circuits include isolation boundaries and the ratings of the boundaries. Isolation boundaries rated less than 1,500 VAC are designed as functional isolation only, and should not be depended on as safety boundaries.

- Logic circuit reference is the same as DC sensor supply M.
- Logic circuit reference is the same as the input power supply M on a CPU with DC power supply.
- CPU communication ports have the same reference as logic circuit.
- Analog inputs and outputs are not isolated from logic circuit. Analog inputs are full differential to provide low voltage common mode rejection.
- Logic circuit is isolated from ground to 500 VAC.
- DC digital inputs and outputs are isolated from logic circuit to 500 VAC.
- DC digital I/O groups are isolated from each other by 500 VAC.
- Relay outputs are isolated from logic circuit to 1,500 VAC.
- Relay output groups are isolated from each other by 1,500 VAC.
- AC power supply line and neutral are isolated from ground, the logic circuit, and all I/O to 1,500 VAC.

Using the Optional Field Wiring Connector with Units without a Removable Connector

The optional field wiring fan-out connector (Figure 2-8) allows for field wiring connections to remain fixed when you remove and re-install the S7-200 unit. Refer to Appendix E for the order number of the fan-out connector.

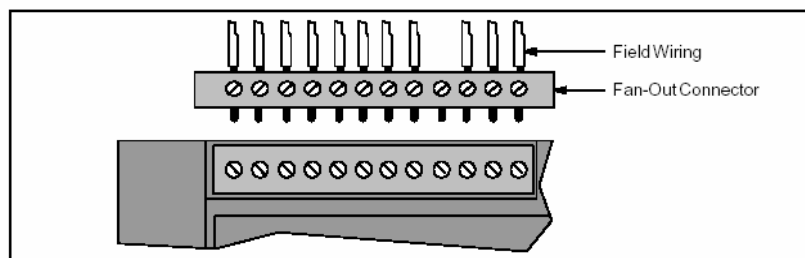


Figure 2-8 Optional Field Wiring Connector

Using the Removable Terminal Block Connector

The removable terminal block connector (Figure 2-9) allows field wiring connections to remain fixed when you remove and re-install the S7-200 CPU and I/O expansion modules.

To remove the terminal block connector from the CPU or expansion module, follow these steps:

1. Raise the top terminal door of the CPU or expansion module.
2. Insert a screwdriver in the notch in the middle of the terminal block as shown in Figure 2-9.
3. Press down firmly and pry out the terminal connector as shown below.

To reinstall a terminal block connector in a CPU or expansion module, follow these steps:

1. Raise the top terminal door of the CPU or expansion module.
2. Ensure that the new terminal block connector is properly aligned with the pins on the CPU or expansion module.
3. Press down the terminal block connector into the CPU or expansion module until the connector snaps into place.

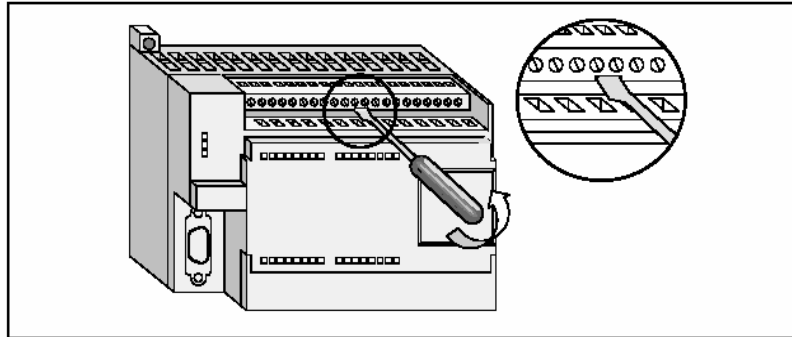


Figure 2-9 Removable Terminal Block Connector for the CPU 224 and I/O Expansion Modules.

Calculating a Sample Power Requirement

Table 2-1 shows a sample calculation of the power requirements for an S7-200 Micro PLC that includes the following:

- CPU 224 AC/DC/Relay
- 3 each EM 223 8 DC In/8 Relay Out
- 1 each EM 221 8 DC In

This installation has a total of 46 inputs and 34 outputs.

The CPU in this example provides sufficient 5 VDC current for the expansion modules, but does not provide enough 24 VDC current from the sensor supply for all of the inputs and expansion relay coils. The I/O requires 400 mA and the CPU provides only 280 mA. This installation requires an additional source of at least 120 mA at 24 VDC power to operate all the included 24 VDC inputs and outputs.

Table 2-1 Power Budget Calculations for a Sample Configuration

CPU Power Budget	5 VDC	24 VDC
CPU 224 AC/DC/Relay	660 mA	280 mA
minus		
System Requirements	5 VDC	24 VDC
CPU 224, 14 inputs		14 * 4 mA = 56 mA
3 EM 223, 5 V power required	3 * 80 mA = 240 mA	
1 EM 221, 5V power required	1 * 30 mA = 30 mA	
3 EM 223, 8 inputs each		3 * 8 * 4 mA = 96 mA
3 EM 223, 8 relay coils each		3 * 8 * 9 mA = 216 mA
1 EM 221, 8 inputs each		8 * 4 mA = 32 mA
Total Requirements	270 mA	400 mA
equals		
Current Balance	5 VDC	24 VDC
Current Balance Total	390 mA	[120 mA]

S7-200 Specifications

A

Chapter Overview

Section	Description	Page
A.1	General Technical Specifications	A-2
A.2	Specifications for the CPU 221	A-6
A.3	Specifications for the CPU 222	A-11
A.4	Specifications for the CPU 224	A-16
A.5	Specifications for the EM221 Digital Input Module	A-21
A.6	Specifications for the EM222 Digital Output Modules	A-23
A.7	Specifications for the EM223 Digital Combination Modules, 8 Inputs/8 Outputs	A-25
A.8	Optional Cartridges	A-28
A.9	I/O Expansion Cable	A-29
A.10	PC/PPI Cable	A-30

Technical Specifications

The S7-200 CPUs and all S7-200 expansion modules conform to the technical specifications listed in Table A-1.

Table A-1 Technical Specifications for the S7-200 Family

Environmental Conditions — Transport and Storage	
IEC 68-2-2, Test Bb, Dry heat and IEC 68-2-1, Test Ab, Cold	-40° C to +70° C
IEC 68-2-30, Test Db, Damp heat	25° C to 55° C, 95% humidity
IEC 68-2-31, Toppling	100 mm, 4 drops, unpacked
IEC 68-2-32, Free fall	1 m, 5 times, packed for shipment
Environmental Conditions — Operating	
Ambient Temperature Range (Inlet Air 25 mm below unit)	0° C to 55° C horizontal mounting 0° C to 45° C vertical mounting 95% non-condensing humidity
IEC 68-2-14, Test Nb	5° C to 55° C, 3° C/minute
IEC 68-2-27 Mechanical shock	15 G, 11 ms pulse, 6 shocks in each of 3 axis
IEC 68-2-6 Sinusoidal vibration	0.30 mm peak-to-peak 10 to 57 Hz; 2 G panel mount, 1 G DIN rail mount, 57 Hz to 150 Hz; 10 sweeps each axis, 1 octave/minute
EN 60529, IP20 Mechanical protection	Protects against finger contact with high voltage as tested by standard probes. External protection is required for dust, dirt, water, and foreign objects of less than 12.5 mm in diameter.
Electromagnetic Compatibility — Immunity ¹ per EN50082-2 ¹	
EN 61000-4-2 (IEC 801-2) Electrostatic discharge	8 kV air discharge to all surfaces and communication port
EN 50140 (IEC 801-3) Radiated electromagnetic field	80 MHz to 1 GHz 10 V/m, 80% modulation with 1 kHz signal
EN 50141 Conducted disturbances	0.15 to 80 MHz 10 V RMS 80% amplitude modulation at 1kHz
EN 50204 Digital telephone immunity	900 MHz ± 5 MHz, 10 V/m, 50% duty cycle, 200 Hz repetition frequency
EN 61000-4-4 (IEC 801-4) Fast transient bursts	2 kV, 5 kHz with coupling network to AC and DC system power 2 kV, 5 kHz with coupling clamp to digital I/O and communications
EN 61000-4-5 (IEC 801-5) Surge immunity	2 kV asymmetrical, 1 kV symmetrical 5 positive/5 negative pulses 0°, +90°, -90° phase angle (24 VDC circuits require external surge protection)
VDE0160 Non-periodic overvoltage	at 85 VAC line, 90° phase angle, apply 390 V peak, 1.3 ms pulse at 180 VAC line, 90° phase angle, apply 750 V peak, 1.3 ms pulse

Table A-1 Technical Specifications for the S7-200 Family

Electromagnetic Compatibility — Conducted and Radiated Emissions per EN50081 -1² and -2	
EN 55011, Class A, Group 1, conducted ¹ 0.15 MHz to 0.5 MHz 0.5 MHz to 5 MHz 5 MHz to 30 MHz	< 79 dB (μV) Quasi-peak; < 66 dB (μV) Average < 73 dB (μV) Quasi-peak; < 60 dB (μV) Average < 73 dB (μV) Quasi-peak; < 60 dB (μV) Average
EN 55011, Class A, Group 1, radiated ¹ 30 MHz to 230 kHz 230 MHz to 1 GHz	30 dB (μV/m) Quasi-peak; measured at 30 m 37 dB (μV/m) Quasi-peak; measured at 30 m
EN 55011, Class B, Group 1, conducted ² 0.15 to 0.5 MHz 0.5 MHz to 5 MHz 5 MHz to 30 MHz	<66 dB (μV) Quasi-peak decreasing with log frequency to 56 dB (μV); < 56 dB (μV) Average decreasing with log frequency to 46 dB (μV) < 56 dB (μV) Quasi-peak; < 46 dB (μV) Average < 60 dB (μV) Quasi-peak; < 50 dB (μV) Average
EN 55011, Class B, Group 1, radiated ² 30 MHz to 230 kHz 230 MHz to 1 GHz	30 dB (μV/m) Quasi-peak; measured at 10 m 37 dB (μV/m) Quasi-peak; measured at 10 m
High Potential Isolation Test	
24 V/5 V nominal circuits 115/230 V circuits to ground 115/230 V circuits to 115/230 V circuits 230 V circuits to 24 V/5 V circuits 115 V circuits to 24 V/5 V circuits	500 VAC (optical isolation boundaries) 1,500 VAC 1,500 VAC 1,500 VAC 1,500 VAC

- 1 Unit must be mounted on a grounded metallic frame with the S7-200 ground connection made directly to the mounting metal. Cables are routed along metallic supports.
- 2 Unit must be mounted in a grounded metal enclosure. AC input power line must be equipped with a SIEMENS B84115-E-A30 filter or equivalent, 25. cm max. wire length from filters to the S7-200. The 24 VDC supply and sensor supply wiring must be shielded.

Relay Electrical Service Life

Figure A-1 shows typical performance data supplied by relay vendors. Actual performance may vary depending upon your specific application.

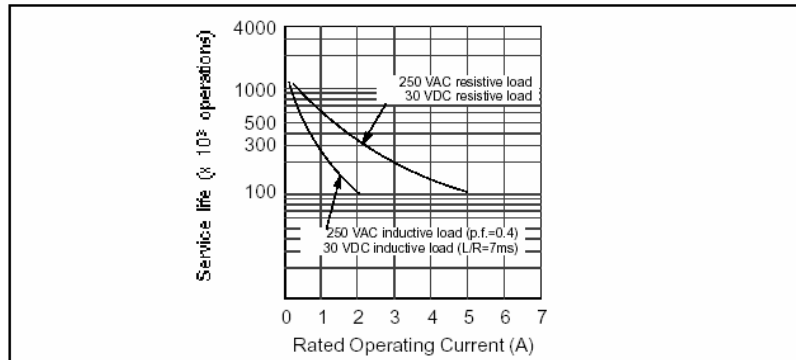


Figure A-1 Electrical Service Life

A.2 Specifications for the CPU 221

Table A-2 Specifications for CPU 221 DC/DC/DC and CPU 221 AC/DC/Relay

Description Order Number	CPU 221 DC/DC/DC 6ES7 211-0AA20-0XB0	CPU 221 AC/DC/Relay 6ES7 211-0BA20-0XB0
Physical Size		
Dimensions (W x H x D)	90 mm x 80 mm x 62 mm	90 mm x 80 mm x 62 mm
Weight	270 g	310 g
Power loss (dissipation)	4 W	6 W
CPU Features		
On-board digital inputs	6 inputs	6 inputs
On-board digital output	4 outputs	4 outputs
High-speed counters (32-bit value)		
Total	4 High-speed counters	4 High-speed counters
No. of single phase counters	4, each at 20 kHz clock rate	4, each at 20 kHz clock rate
No. of two phase counters	2, each at 20 kHz clock rate	2, each at 20 kHz clock rate
Pulse outputs	2 at 20 kHz pulse rate	2 at 20 kHz pulse rate
Analog adjustments	1 with 8 bit resolution	1 with 8 bit resolution
Timed interrupts	2 with 1 ms resolution	2 with 1 ms resolution
Edge interrupts	4 edge up and/or 4 edge down	4 edge up and/or 4 edge down
Selectable input filter times	7 ranges from 0.2 ms to 12.8 ms	7 ranges from 0.2 ms to 12.8 ms
Pulse catch	6 pulse catch inputs	6 pulse catch inputs
Program size (stored permanently)	2048 words	2048 words
Data block size:	1024 words	1024 words
Stored permanently	1024 words	1024 words
Backed by super capacitor or battery	1024 words	1024 words
Maximum digital I/O	10 points	10 points
Internal memory bits	256 bits	256 bits
Stored permanently on power down	112 bits	112 bits
Backed by super capacitor or battery	256 bits	256 bits
Timers total	256 timers	256 timers
Backed by super capacitor or battery	64 timers	64 timers
1 ms	4 timers	4 timers
10 ms	16 timers	16 timers
100 ms	236 timers	236 timers
Counters total	256 counters	256 counters
Backed by super capacitor or battery	256 counters	256 counters
Boolean execution speed	0.37 μ s per instruction	0.37 μ s per instruction
Move Word execution speed	34 μ s per instruction	34 μ s per instruction
Timer/Counter execution speed	50 μ s to 64 μ s per instruction	50 μ s to 64 μ s per instruction
Single precision math execution speed	46 μ s per instruction	46 μ s per instruction
Real math execution speed	100 μ s to 400 μ s per instruction	100 μ s to 400 μ s per instruction
Super capacitor data retention time	50 hours, typical, 8 hours min. at 40° C	50 hours, typical, 8 hours min. at 40° C

Table A-2 Specifications for CPU 221 DC/DC/DC and CPU 221 AC/DC/Relay

Description Order Number	CPU 221 DC/DC/DC 6ES7 211-0AA20-0XB0	CPU 221 AC/DC/Relay 6ES7 211-0BA20-0XB0
On-board Communication		
Number of ports	1 port	1 port
Electrical interface	RS-485	RS-485
Isolation (external signal to logic circuit)	Not isolated	Not isolated
PPI/MPI baud rates	9.6, 19.2, and 187.5 kbaud	9.6, 19.2, and 187.5 kbaud
Freeport baud rates	0.3, 0.6, 1.2, 2.4, 4.8, 9.6, 19.2, and 38.4 kbaud	0.3, 0.6, 1.2, 2.4, 4.8, 9.6, 19.2, and 38.4 kbaud
Maximum cable length per segment up to 38.4 kbaud 187.5 kbaud	1200 m 1000 m	1200 m 1000 m
Maximum number of stations Per segment Per network	32 stations 126 stations	32 stations 126 stations
Maximum number of masters	32 masters	32 masters
PPI master mode (NETR/NETW)	Yes	Yes
MPI connections	4 total; 2 reserved; 1 for PG and 1 OP	4 total; 2 reserved; 1 for PG and 1 OP
Cartridge Options		
Memory cartridge (permanent storage)	Program, data, and configuration	Program, data, and configuration
Battery cartridge (data retention time)	200 days, typical	200 days, typical
Clock cartridge (clock accuracy)	2 minutes per month at 25° C 7 minutes per month 0° C to 55° C	2 minutes per month at 25° C 7 minutes per month 0° C to 55° C
Power Supply		
Line voltage-permissible range	20.4 to 28.8 VDC	85 to 264 VAC 47 to 63 Hz
Input current CPU only/max load	70/600 mA at 24 VDC	25/80 mA at 240 VAC 25/180 mA at 120 VAC
In rush current (max)	10 A at 28.8 VDC	20 A at 264 VAC
Isolation (input power to logic)	Not isolated	1500 VAC
Hold up time (from loss of input power)	10 ms at 24 VDC	80 ms at 240 VAC, 20 ms at 120 VAC
Internal fuse, not user-replaceable	2 A, 250 V, Slow Blow	2 A, 250 V, Slow Blow
24 VDC Sensor Power Output		
Voltage range	15.4 to 28.8 VDC	20.4 to 28.8 VDC
Maximum current	180 mA	180 mA
Ripple noise	Same as input line	Less than 1 V peak-to-peak (maximum)
Current limit	600 mA	600 mA
Isolation (sensor power to logic circuit)	Not isolated	Not isolated

Table A-2 Specifications for CPU 221 DC/DC/DC and CPU 221 AC/DC/Relay

Description Order Number	CPU 221 DC/DC/DC 6ES7 211-0AA20-0XB0	CPU 221 AC/DC/Relay 6ES7 211-0BA20-0XB0
Input Features		
Number of integrated inputs	6 inputs	6 inputs
Input type	Sink/Source (IEC Type 1 sink)	Sink/Source (IEC Type 1 sink)
Input Voltage		
Maximum continuous permissible	30 VDC	30 VDC
Surge	35 VDC for 0.5 s	35 VDC for 0.5 s
Rated value	24 VDC at 4 mA, nominal	24 VDC at 4 mA, nominal
Logic 1 signal (minimum)	15 VDC at 2.5 mA, minimum	15 VDC at 2.5 mA, minimum
Logic 0 signal (maximum)	5 VDC at 1 mA, maximum	5 VDC at 1 mA, maximum
Isolation (Field Side to Logic Circuit)		
Optical isolation (galvanic)	500 VAC for 1 minute	500 VAC for 1 minute
Isolation groups of	4 points/2 points	4 points/2 points
Input Delay Times		
Filtered Inputs and Interrupt Inputs	0.2 to 12.8 ms, user-selectable	0.2 to 12.8 ms, user-selectable
HSC Clock Input Rate		
Single Phase		
Logic 1 Level = 15 to 30 VDC	20 kHz	20 kHz
Logic 1 Level = 15 to 26 VDC	30 kHz	30 kHz
Quadrature		
Logic 1 Level = 15 to 30 VDC	10 kHz	10 kHz
Logic 1 Level = 15 to 26 VDC	20 kHz	20 kHz
Connection of 2-Wire Proximity Sensor (Bero)		
Permissible leakage current	1 mA, maximum	1 mA, maximum
Cable Length		
Unshielded (not HSC)	300 m	300 m
Shielded	500 m	500 m
HSC inputs, shielded	50 m	50 m
Number of Inputs ON Simultaneously		
40 °C	6	6
55 °C	6	6
Output Features		
Number of integrated outputs	4 outputs	4 outputs
Output type	Solid State-MOSFET	Relay, dry contact
Output Voltage		
Permissible range	20.4 to 28.8 VDC	5 to 30 VDC or 5 to 250 VAC
Rated value	24 VDC	-
Logic 1 signal at maximum current	20 VDC, minimum	-
Logic 0 signal with 10 K Ω load	0.1 VDC, maximum	-
Output Current		
Logic 1 signal	0.75 A	2.00 A
Number of output groups	1	2
Number of outputs ON (maximum)	4	4
Per group - horizontal mounting (maximum)	4	3 and 1
Per group - vertical mounting (maximum)	4	3 and 1
Maximum current per common/group	3.0 A	6.0 A
Lamp load	5.0 W	30 W DC/200 W AC
ON state resistance (contact resistance)	0.3 Ω	0.002 Ω , maximum when new
Leakage current per point	10 μ A, maximum	-
Surge current	8 A for 100 ms, maximum	7 A with contacts closed
Overload protection	No	No

Table A-2 Specifications for CPU 221 DC/DC/DC and CPU 221 AC/DC/Relay

Description Order Number	CPU 221 DC/DC/DC 6ES7 211-0AA20-0XB0	CPU 221 AC/DC/Relay 6ES7 211-0BA20-0XB0
Isolation		
Optical isolation (galvanic)	500 VAC for 1 minute	-
Isolation resistance	-	100 M Ω , minimum when new
Isolation coil to contact	-	1500 VAC for 1 minute
Isolation between open contacts	-	750 VAC for 1 minute
In groups of	4 points	3 points and 1 point
Inductive Load Clamping		
Repetitive Energy dissipation < 0.5 L I ² x switching rate	1 W, all channels	-
Clamp voltage limits	L+ minus 48 V	-
Output Delay		
Off to On (Q0.0 and Q0.1)	2 μ s, maximum	-
On to Off (Q0.0 and Q0.1)	10 μ s, maximum	-
Off to On (Q0.2 and Q0.3)	15 μ s, maximum	-
On to Off (Q0.2 and Q0.3)	100 μ s, maximum	-
Switching Frequency (Pulse Train Outputs)		
Q0.0 and Q0.1	20 kHz, maximum	1 Hz, maximum
Relay		
Switching delay	-	10 ms, maximum
Lifetime mechanical (no load)	-	10,000,000 open/close cycles
Lifetime contacts at rated Load	-	100,000 open/close cycles
Cable Length		
Unshielded	150 m	150 m
Shielded	500 m	500 m

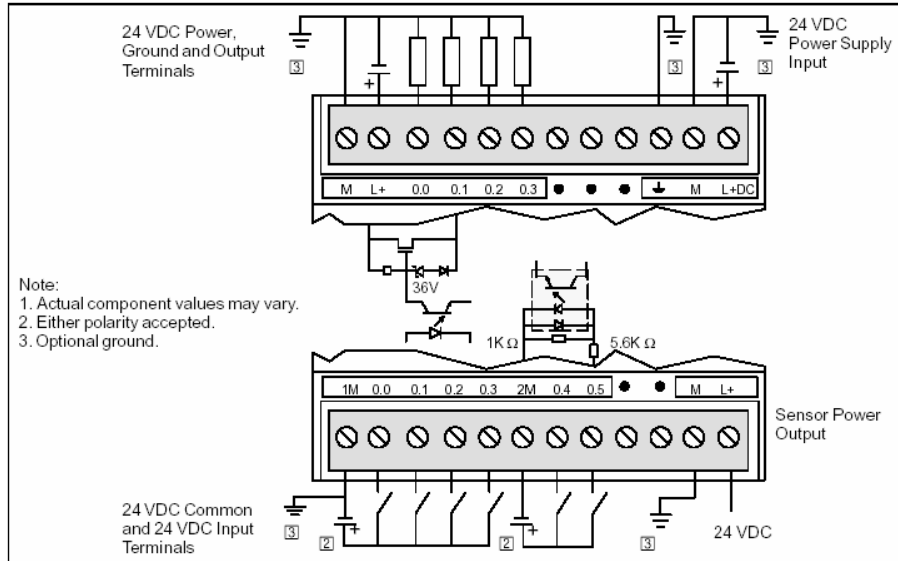


Figure A-2 Connector Terminal Identification for CPU 221 DC/DC/DC

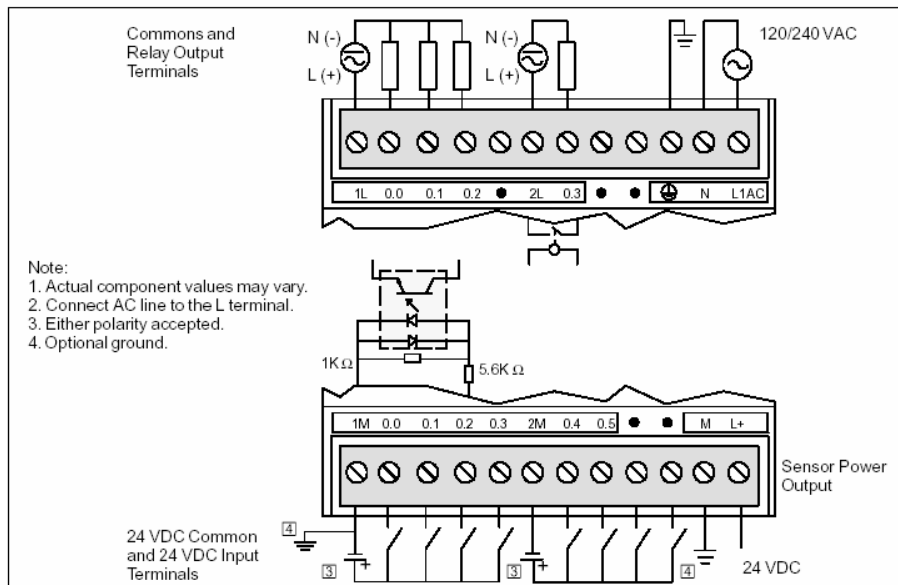


Figure A-3 Connector Terminal Identification for CPU 221 AC/DC/Relay

A.3 Specifications for the CPU 222

Table A-3 Specifications for CPU 222 DC/DC/DC and CPU 222 AC/DC/Relay

Description Order Number	CPU 222 DC/DC/DC 6ES7212-1AB20-0XB0	CPU 222 AC/DC/Relay 6ES7212-1BB20-0XB0
Physical Size		
Dimensions (W x H x D)	90 mm x 80 mm x 62 mm	90 mm x 80 mm x 62 mm
Weight	270 g	310 g
Power loss (dissipation)	4 W	6 W
CPU Features		
On-board digital inputs	8 inputs	8 inputs
On-board digital outputs	6 outputs	6 outputs
High-speed counters (32 bit value)		
Total	4 High-speed counters	4 High-speed counters
Single phase counters	4, each at 20 kHz clock rate	4, each at 20 kHz clock rate
Two phase counters	2, each at 20 kHz clock rate	2, each at 20 kHz clock rate
Pulse outputs	2 at 20 kHz pulse rate	2 at 20 kHz pulse rate
Analog adjustments	1 with 8 bit resolution	1 with 8 bit resolution
Timed interrupts	2 with 1 ms resolution	2 with 1 ms resolution
Edge interrupts	4 edge up and/or 4 edge down	4 edge up and/or 4 edge down
Selectable input filter times	7 ranges from 0.2 ms to 12.8 ms	7 ranges from 0.2 ms to 12.8 ms
Pulse catch	8 pulse catch inputs	8 pulse catch inputs
Program size (stored permanently)	2048 words	2048 words
Data block size	1024 words	1024 words
Stored permanently	1024 words	1024 words
Backed by super capacitor or battery	1024 words	1024 words
Number of expansion I/O modules	2 modules	2 modules
Maximum digital I/O	256 points	256 points
Maximum analog I/O	16 inputs and 16 outputs	16 inputs and 16 outputs
Internal memory bits	256 bits	256 bits
Stored permanently on power down	112 bits	112 bits
Backed by super capacitor or battery	256 bits	256 bits
Timers Total	256 timers	256 timers
Backed by super capacitor or battery	64 timers	64 timers
1 ms	4 timers	4 timers
10 ms	16 timers	16 timers
100 ms	236 timers	236 timers
Counters total	256 counters	256 counters
Backed by super capacitor or battery	256 counters	256 counters
Boolean execution speed	0.37 μ s per instruction	0.37 μ s per instruction
Move word execution speed	34 μ s per instruction	34 μ s per instruction
Timer/Counter execution speed	50 μ s to 64 μ s per instruction	50 μ s to 64 μ s per instruction
Single precision math execution speed	46 μ s per instruction	46 μ s per instruction
Real math execution speed	100 μ s to 400 μ s per instruction	100 μ s to 400 μ s per instruction
Super capacitor data retention time	50 hours, typical, 8 hours minimum at 40° C	50 hours, typical, 8 hours minimum at 40° C

Table A-3 Specifications for CPU 222 DC/DC/DC and CPU 222 AC/DC/Relay

Description Order Number	CPU 222 DC/DC/DC 6ES7212-1AB20-0XB0	CPU 222 AC/DC/Relay 6ES7212-1BB20-0XB0
On-board Communication		
Number of ports	1 port	1 port
Electrical interface	RS-485	RS-485
Isolation (external signal to logic circuit)	Not isolated	Not isolated
PPI/MPI baud rates	9.6, 19.2, and 187.5 kbaud	9.6, 19.2, and 187.5 kbaud
Freepport baud rates	0.3, 0.6, 1.2, 2.4, 4.8, 9.6, 19.2, and 38.4 kbaud	0.3, 0.6, 1.2, 2.4, 4.8, 9.6, 19.2, and 38.4 kbaud
Maximum cable length per segment up to 38.4 kbaud 187.5 kbaud	1200 m 1000 m	1200 m 1000 m
Maximum number of stations Per segment Per network	32 stations 126 stations	32 stations 126 stations
Maximum number of masters	32 masters	32 masters
PPI master mode (NETR/NETW)	Yes	Yes
MPI connections	4 total, 2 reserved: 1 for PG and 1 OP	4 total, 2 reserved: 1 for PG and 1 OP
Cartridge Options		
Memory cartridge (permanent storage)	Program, Data, and Configuration	Program, Data, and Configuration
Battery cartridge (data retention time)	200 days, typical	200 days, typical
Clock cartridge (clock accuracy)	2 minutes per month at 25° C 7 minutes per month at 0° C to 55° C	2 minutes per month at 25° C 7 minutes per month at 0° C to 55° C
Power Supply		
Line voltage-permissible range	20.4 to 28.8 VDC	85 to 264 VAC, 47 to 63 Hz
Input current CPU only/max load	70/600 mA at 24 VDC	25/80 mA at 240 VAC 25/180 mA at 120 VAC
In rush current (maximum)	10 A at 28.8 VDC	20 A at 264 VAC
Isolation (input power to logic)	Not isolated	1500 VAC
Hold up time (from loss of input power)	10 ms at 24 VDC	80 ms at 240 VAC, 20 ms at 120 VAC
Internal Fuse, not user-replaceable	2 A, 250 V, Slow Blow	2 A, 250 V, Slow Blow
+5 Power for Expansion I/O (max)	340 mA	340 mA
24 VDC Sensor Power Output		
Voltage range	15.4 to 28.8 VDC	20.4 to 28.8 VDC
Maximum current	180 mA	180 mA
Ripple noise	Same as input line	Less than 1 V peak to peak (maximum)
Current limit	600 mA	600 mA
Isolation (sensor power to logic circuit)	Not isolated	Not isolated

Table A-3 Specifications for CPU 222 DC/DC/DC and CPU 222 AC/DC/Relay

Description Order Number	CPU 222 DC/DC/DC 6ES7212-1AB20-0XB0	CPU 222 AC/DC/Relay 6ES7212-1BB20-0XB0
Input Features		
Number of integrated inputs	8 inputs	8 inputs
Input type	Sink/Source (IEC Type 1 sink)	Sink/Source (IEC Type 1 sink)
Input Voltage		
Maximum continuous permissible	30 VDC	30 VDC
Surge	35 VDC for 0.5 s	35 VDC for 0.5 s
Rated value	24 VDC at 4 mA, nominal	24 VDC at 4 mA, nominal
Logic 1 signal (minimum)	15 VDC at 2.5 mA, minimum	15 VDC at 2.5 mA, minimum
Logic 0 signal (maximum)	5 VDC at 1 mA, maximum	5 VDC at 1 mA, maximum
Isolation (Field Side to Logic Circuit)		
Optical isolation (Galvanic)	500 VAC for 1 minute	500 VAC for 1 minute
Isolation groups of	4 points	4 points
Input Delay Times		
Filtered inputs and interrupt inputs	0.2 to 12.8 ms, user-selectable	0.2 to 12.8 ms, user-selectable
HSC Clock Input Rate		
Single Phase		
Logic 1 level = 15 to 30 VDC	20 kHz, maximum	20 kHz, maximum
Logic 1 level = 15 to 26 VDC	30 kHz, maximum	30 kHz, maximum
Quadrature		
Logic 1 level = 15 to 30 VDC	10 kHz, maximum	10 kHz, maximum
Logic 1 level = 15 to 26 VDC	20 kHz, maximum	20 kHz, maximum
Connection of 2 Wire Proximity Sensor (Bero)		
Permissible leakage current	1 mA, maximum	1 mA, maximum
Cable Length		
Unshielded (not HSC)	300 m	300 m
Shielded	500 m	500 m
HSC inputs, shielded	50 m	50 m
Number of Inputs ON Simultaneously		
40 ° C	8	8
55 ° C	8	8
Output Features		
Number of integrated outputs	6 outputs	6 outputs
Output type	Solid State-MOSFET	Relay, dry contact
Output Voltage		
Permissible range	20.4 to 28.8 VDC	5 to 30 VDC or 5 to 250 VAC
Rated value	24 VDC	-
Logic 1 signal at maximum current	20 VDC, minimum	-
Logic 0 signal with 10 K Ω load	0.1 VDC, maximum	-
Output Current		
Logic 1 signal	0.75 A	2.00 A
Number of output groups	1	2
Number of outputs ON (maximum)	6	6
Per group - horizontal mounting (maximum)	6	3
Per group - vertical mounting (maximum)	6	3
Maximum current per common/group	4.5 A	6 A
Lamp load	5 W	30 W DC/ 200 W AC
ON state resistance (contact resistance)	0.3 Ω	0.002 Ω , maximum when new
Leakage current per point	10 μ A, maximum	-
Surge current	8 A for 100 ms, maximum	7 A with contacts closed
Overload protection	No	No

Table A-3 Specifications for CPU 222 DC/DC/DC and CPU 222 AC/DC/Relay

Description Order Number	CPU 222 DC/DC/DC 6ES7212-1AB20-0XB0	CPU 222 AC/DC/Relay 6ES7212-1BB20-0XB0
Isolation		
Optical isolation (galvanic)	500 VAC for 1 minute	-
Isolation resistance	-	100 M Ω , minimum when new
Isolation coil to contact	-	1500 VAC for 1 minute
Isolation between open contacts	-	750 VAC for 1 minute
In groups of	6 points	3 points
Inductive Load Clamping		
Repetitive energy dissipation < 0.5 LI ² x switching rate	1 W, all channels	-
Clamp voltage limits	L+ minus 48V	-
Output Delay		
Off to On (Q0.0 and Q0.1)	2 μ s, maximum	-
On to Off (Q0.0 and Q0.1)	10 μ s, maximum	-
Off to On (Q0.2 through Q0.5)	15 μ s, maximum	-
On to Off (Q0.2 through Q0.5)	100 μ s, maximum	-
Switching Frequency (Pulse Train Outputs)		
Q0.0 and I0.1	20 kHz, maximum	1 Hz, maximum
Relay		
Switching delay	-	10 ms, maximum
Lifetime mechanical (no load)	-	10,000,000 open/close cycles
Lifetime contacts at rated load	-	100,000 open/close cycles
Cable Length		
Shielded	150 m	150 m
Unshielded	500 m	500 m

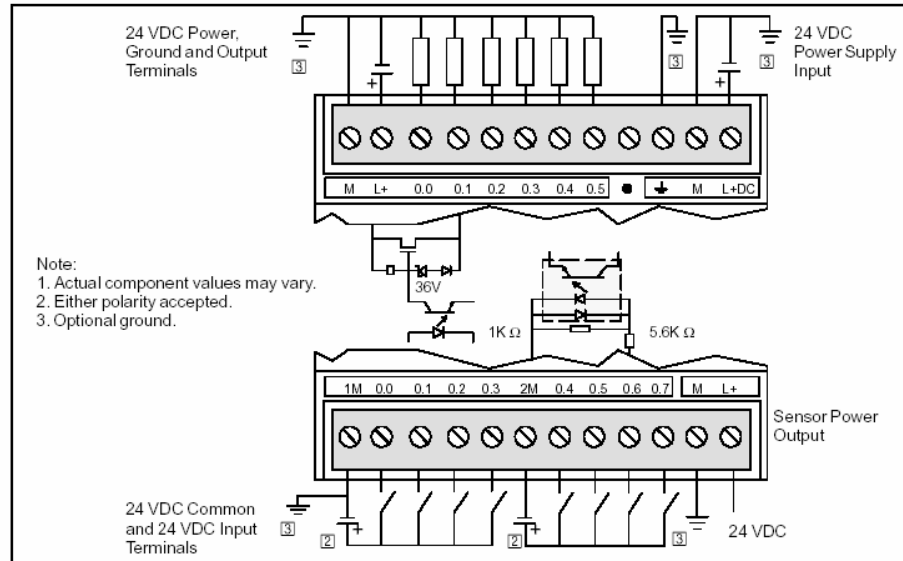


Figure A-4 Connector Terminal Identification for CPU 222 DC/DC/DC

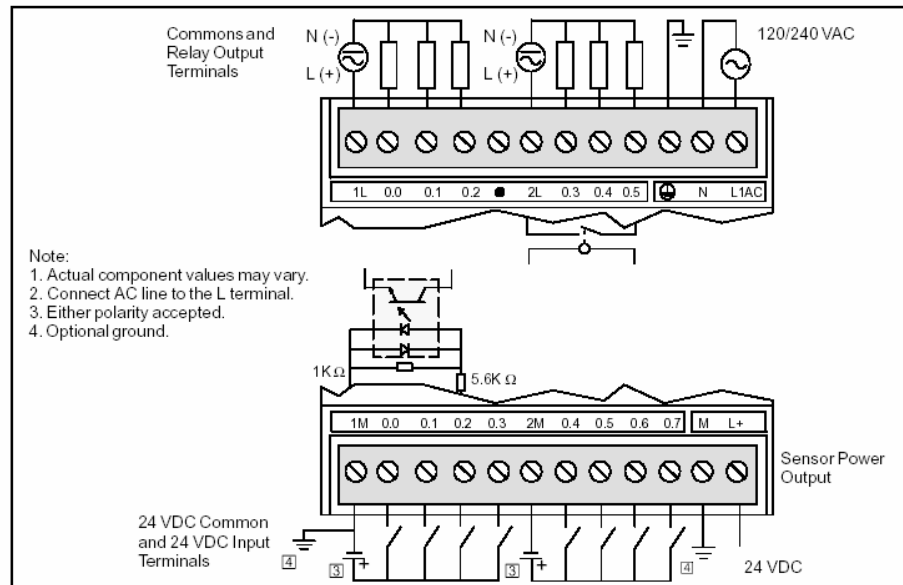


Figure A-5 Connector Terminal Identification for CPU 222 AC/DC/Relay

A.4 Specifications for the CPU 224

Table A-4 Specifications for CPU 224 DC/DC/DC and CPU 224 AC/DC/Relay

Description Order Number	CPU 224 DC/DC/DC 6ES7214-1AD20-0XB0	CPU 224 AC/DC/Relay 6ES7 214-1BD20-0XB0
Physical Size		
Dimensions (W x H x D)	120.5 mm x 80 mm x 62 mm	120.5 mm x 80 mm x 62 mm
Weight	360 g	410 g
Power loss (dissipation)	8 W	9 W
CPU Features		
On-Board digital inputs	14 inputs	14 inputs
On-Board digital outputs	10 outputs	10 outputs
High speed counters (32 bit value)		
Total	6 High-speed counters	6 High-speed counters
Single phase counters	6, each at 20 kHz clock rate	6, each at 20 kHz clock rate
Two phase counters	4, each at 20 kHz clock rate	4, each at 20 kHz clock rate
Pulse outputs	2 at 20 kHz pulse rate	2 at 20 kHz pulse rate
Analog adjustments	2 with 8 bit resolution	2 with 8 bit resolution
Timed interrupts	2 with 1 ms resolution	2 with 1 ms resolution
Edge interrupts	4 edge up and/or 4 edge down	4 edge up and/or 4 edge down
Selectable input filter times	7 ranges from 0.2 ms to 12.8 ms	7 ranges from 0.2 ms to 12.8 ms
Pulse Catch	14 pulse catch inputs	14 pulse catch inputs
Time of Day Clock (clock accuracy)	2 minutes per month at 25° C 7 minutes per month 0° C to 55° C	2 minutes per month at 25° C 7 minutes per month at 0° C to 55° C
Program size (stored permanently)	4096 words	4096 words
Data block size (stored permanently):		
Stored permanently	2560 words	2560 words
Backed by super capacitor or battery	2560 words	2560 words
Number of expansion I/O modules	7 modules	7 modules
Maximum digital I/O	256 points	256 points
Maximum analog I/O	16 inputs and 16 outputs	16 inputs and 16 outputs
Internal memory bits	256 bits	256 bits
Stored permanently on power down	112 bits	112 bits
Backed by super capacitor or battery	256 bits	256 bits
Timers total	256 timers	256 timers
Backed by super capacitor or battery	64 timers	64 timers
1 ms	4 timers	4 timers
10 ms	16 timers	16 timers
100 ms	236 timers	236 timers
Counters total	256 counters	256 counters
Backed by super capacitor or battery	256 counters	256 counters
Boolean execution speed	0.37 µs per instruction	0.37 µs per instruction
Move Word execution speed	34 µs per instruction	34 µs per instruction
Timer/Counter execution speed	50 µs to 64 µs per instruction	50 µs to 64 µs per instruction
Single precision math execution speed	46 µs per instruction	46 µs per instruction
Real math execution speed	100 µs to 400 µs per instruction	100 µs to 400 µs per instruction
Super capacitor data retention time	190 hours, typical, 120 hours minimum at 40° C	190 hours, typical, 120 hours minimum at 40° C

Table A-4 Specifications for CPU 224 DC/DC/DC and CPU 224 AC/DC/Relay

Description Order Number	CPU 224 DC/DC/DC 6ES7214-1AD20-0XB0	CPU 224 AC/DC/Relay 6ES7214-1BD20-0XB0
On-board Communication		
Number of ports	1 port	1 port
Electrical interface	RS-485	RS-485
Isolation (external signal to logic circuit)	Not isolated	Not isolated
PPI/MPI baud rates	9.6, 19.2, and 187.5 kbaud	9.6, 19.2, and 187.5 kbaud
Freeport baud rates	0.3, 0.6, 1.2, 2.4, 4.8, 9.6, 19.2, and 38.4 kbaud	0.3, 0.6, 1.2, 2.4, 4.8, 9.6, 19.2, and 38.4 kbaud
Maximum cable length per segment up to 38.4 kbaud 187.5 kbaud	1200 m 1000 m	1200 m 1000 m
Maximum number of stations Per segment Per Network	32 stations 126 stations	32 stations 126 stations
Maximum number of masters	32 masters	32 masters
PPI master mode (NETR/NETW)	Yes	Yes
MPI connections	4 total, 2 reserved: 1 for PG and 1 OP	4 total, 2 reserved: 1 for PG and 1 OP
Cartridge Options		
Memory cartridge (permanent storage)	Program, Data, and Configuration	Program, Data, and Configuration
Battery cartridge (data retention time)	200 days, typical	200 days, typical
Power Supply		
Line voltage-permissible range	20.4 to 28.8 VDC	85 to 264 VAC 47 to 63 Hz
Input current CPU only/max load	120/900 mA at 24 VDC	35/100 mA at 240 VAC 35/220 mA at 120 VAC
In rush current (maximum)	10 A at 28.8 VDC	20 A at 264 VAC
Isolation (input power to logic)	Not isolated	1500 VAC
Hold up time (from loss of input power)	10 ms at 24 VDC	80 ms at 240 VAC, 20 ms at 120 VAC
Internal fuse, not user-replaceable	2 A, 250 V, Slow Blow	2 A, 250 V, Slow Blow
+5 Power for Expansion I/O (max)	660 mA	660 mA
24 VDC Sensor Power Output		
Voltage range	15.4 to 28.8 VDC	20.4 to 28.8 VDC
Maximum current	280 mA	280 mA
Ripple noise	Same as input line	Less than 1 V peak-to-peak (maximum)
Current limit	600 mA	600 mA
Isolation (sensor power to logic circuit)	Not isolated	Not isolated

Table A-4 Specifications for CPU 224 DC/DC/DC and CPU 224 AC/DC/Relay

Description Order Number	CPU 224 DC/DC/DC 6ES7214-1AD20-0XB0	CPU 224 AC/DC/Relay 6ES7214-1BD20-0XB0
Input Features		
Number of integrated inputs	14 inputs	14 inputs
Input type	Sink/Source (IEC Type 1)	Sink/Source (IEC Type 1)
Input Voltage		
Maximum continuous permissible	30 VDC	30 VDC
Surge	35 VDC for 0.5 s	35 VDC for 0.5 s
Rated value	24 VDC at 4 mA, nominal	24 VDC at 4 mA, nominal
Logic 1 signal (minimum)	15 VDC at 2.5 mA, minimum	15 VDC at 2.5 mA, minimum
Logic 0 signal (maximum)	5 VDC at 1 mA, maximum	5 VDC at 1 mA, maximum
Isolation (Field Side to Logic Circuit)		
Optical isolation (galvanic)	500 VAC for 1 minute	500 VAC for 1 minute
Isolation groups of	8 points and 6 points	8 points and 6 points
Input Delay Times		
Filtered inputs and interrupt inputs	0.2 to 12.8 ms, user-selectable	0.2 to 12.8 ms, user-selectable
HSC clock input rate		
Single Phase		
Logic 1 level = 15 to 30 VDC	20 kHz	20 kHz
Logic 1 level = 15 to 26 VDC	30 kHz	30 kHz
Quadrature		
Logic 1 level = 15 to 30 VDC	10 kHz	10 kHz
Logic 1 level = 15 to 26 VDC	20 kHz	20 kHz
Connection of 2 Wire Proximity Sensor (Bero)		
Permissible leakage current	1 mA, maximum	1 mA, maximum
Cable Length		
Unshielded (not HSC)	300 m	300 m
Shielded	500 m	50 m
HSC inputs, shielded	50 m	50 m
Number of Inputs ON Simultaneously		
40 ° C	14	14
55 ° C	14	14
Output Features		
Number of integrated outputs	10 outputs	10 outputs
Output type	Solid state-MOSFET	Relay, dry contact
Output Voltage		
Permissible range	20.4 to 28.8 VDC	5 to 30 VDC or 5 to 250 VAC
Rated value	24 VDC	-
Logic 1 signal at maximum current	20 VDC, minimum	-
Logic 0 signal with 10 K Ω load	0.1 VDC, maximum	-
Output Current		
Logic 1 signal	0.75 A	2.00 A
Number of output groups	2	3
Number of outputs ON (maximum)	10	10
Per group - horizontal mounting (maximum)	5	4/3/3
Per group - vertical mounting (maximum)	5	4/3/3
Maximum current per common/group	3.75 A	8 A
Lamp load	5 W	30 W DC/200 W AC
ON state resistance (contact resistance)	0.3 Ω	0.002 Ω , maximum when new
Leakage current per point	10 μ A, maximum	-
Surge current	8 A for 100 ms, maximum	7 A with contacts closed
Overload protection	No	No

Table A-4 Specifications for CPU 224 DC/DC/DC and CPU 224 AC/DC/Relay

Description Order Number	CPU 224 DC/DC/DC 6ES7 214-1AD20-0XB0	CPU 224 AC/DC/Relay 6ES7 214-1BD20-0XB0
Isolation (Field Side to Logic)		
Optical isolation (galvanic)	500 VAC for 1 minute	-
Isolation resistance	-	100 M Ω minimum when new
Isolation coil to contact	-	1500 VAC for 1 minute
Isolation between open contacts	-	750 VAC for 1 minute
In groups of	5 points	4 points/3 points/3 points
Inductive Load Clamping		
Repetitive Energy dissipation < 0.5 L ² x switching rate	1 W, all channels	-
Clamp voltage limits	L+ minus 48V	-
Output Delay		
Off to On (Q0.0 and Q0.1)	2 μ s, maximum	-
On to Off (Q0.0 and Q0.1)	10 μ s, maximum	-
Off to On (Q0.2 through Q1.1)	15 μ s, maximum	-
On to Off (Q0.2 through Q1.1)	100 μ s, maximum	-
Switching Frequency (Pulse Train Outputs)		
Q0.0 and I0.1	20 kHz, maximum	1 Hz, maximum
Relay		
Switching delay	-	10 ms, maximum
Lifetime mechanical (no load)	-	10,000,000 open/close cycles
Lifetime contacts at rated load	-	100,000 open/close cycles
Cable Length		
Unshielded	150 m	150 m
Shielded	500 m	500 m

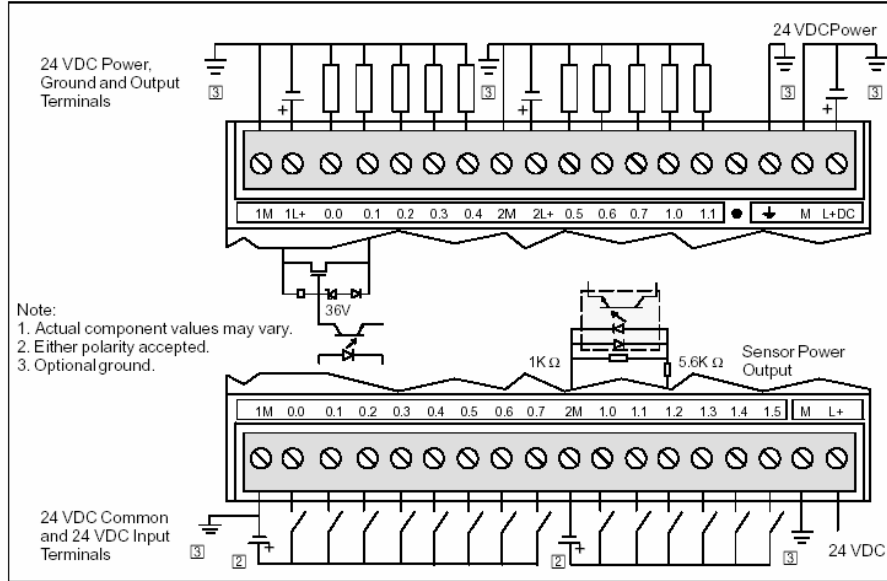


Figure A-6 Connector Terminal Identification for CPU 224 DC/DC/DC

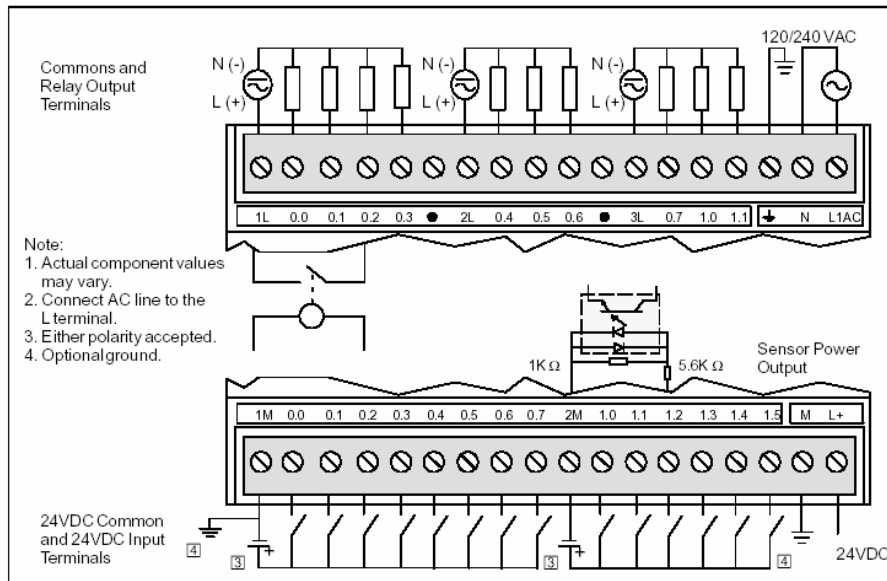


Figure A-7 Connector Terminal Identification for CPU 224 AC/DC/Relay

A.5 Specifications for the EM221 Digital Input Module

Table A-5 Specifications for EM221 24 VDC, 8 Digital Input Module

Description Order Number	EM221 24 VDC, 8 Input 6ES7221-1BF20-0XA0
Physical Size	
Dimensions (W x H x D)	46 x 80 x 62 mm
Weight	150 g
Power loss (dissipation)	2 W
Input Features	
Number of integrated inputs	8 inputs
Input type	Sink/Source (IEC Type 1 sink)
Input Voltage	
Maximum continuous permissible	30 VDC
Surge	35 VDC for 0.5 s
Rated value	24 VDC at 4 mA, nominal
Logic 1 signal (minimum)	15 VDC at 2.5 mA, minimum
Logic 0 signal (maximum)	5 VDC at 1 mA, maximum
Isolation	
Optical isolation (galvanic)	500 VAC for 1 minute
Isolation groups of	4 points
Input Delay Times	
Maximum	4.5 ms
Connection of 2-Wire Proximity Sensor (Bero)	
Permissible leakage current	1 mA, maximum
Cable Length	
Unshielded	300 m
Shielded	500 m
Number of Inputs ON Simultaneously	
40 ° C	8
55 ° C	8
Power Consumption	
From +5 VDC (from I/O bus)	30 mA

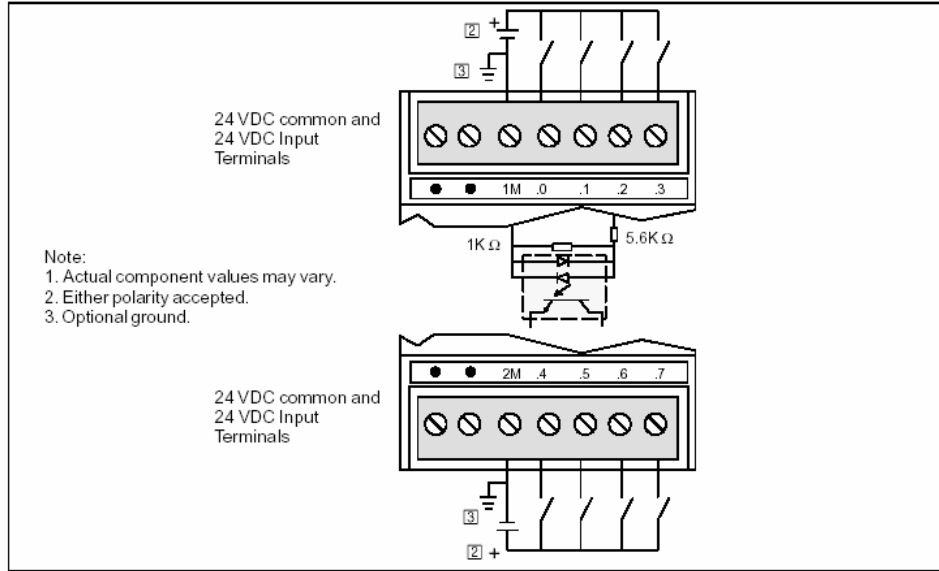


Figure A-8 Connector Terminal Identification for EM221 Digital Input 8 x 24 VDC

A.6 Specifications for the EM222 Digital Output Modules

Table A-6 Specifications for EM222 24 VDC Output and Relay Output Modules

Description Order Number	EM222 24 VDC Output 6ES7222-1BF20-0XA0	EM222 Relay Output 6ES7222-1HF20-0XA0
Physical Size		
Dimensions (W x H x D)	46 x 80 x 62 mm	46 x 80 x 62 mm
Weight	150 g	170 g
Power loss (dissipation)	2 W	2 W
Output Features		
Number of outputs	8 points	8 points
Output type	Solid state-MOSFET	Relay, dry contact
Output Voltage		
Permissible range	20.4 to 28.8 VDC	5 to 30 VDC, or 5 to 250 VAC
Rated value	24 VDC	-
Logic 1 signal at maximum current	20 VDC, minimum	-
Logic 0 signal with 10 K Ω load	0.1 VDC, maximum	-
Output Current		
Logic 1 signal	0.75 A	2.00 A
Number of outputs groups	2	2
Number of outputs on (maximum)	8	8
Per group - horizontal mounting (maximum)	4	4
Per group - vertical mounting (maximum)	4	4
Maximum current per common/group	3 A	8 A
Lamp load	5 W	30 W DC/200 W AC
ON state resistance (contact resistance)	0.3 Ω	0.002 Ω , maximum when new
Leakage current per point	10 μ A, maximum	-
Surge current	8 A for 100 ms, maximum	7 A with contacts closed
Overload protection	No	No
Isolation		
Optical isolation (galvanic)	500 VAC for 1 minute	-
Isolation resistance	-	100 M Ω , minimum when new
Isolation coil to contact	-	1500 VAC for 1 minute
Isolation between open contacts	-	750 VAC for 1 minute
In groups of	4 points	4 points
Inductive Load Clamping		
Repetitive Energy dissipation < 0.5 LI ² x switching rate	1 W, all channels	-
Clamp voltage limits	L+ minus 48 V	-
Output Delay		
Off to On	50 μ s, maximum	-
On to Off	200 μ s, maximum	-
Relay		
Switching delay	-	10 ms, maximum
Lifetime mechanical (no load)	-	10,000,000 open/close cycles
Lifetime contacts at rated load	-	100,000 open/close cycles
Cable Length		
Unshielded	150 m	150 m
Shielded	500 m	500 m
Power Consumption		
From +5 VDC (from I/O bus)	50 mA	40 mA
From L+	-	9 mA per output when ON
L+ coil power voltage range	-	20.4 to 28.8 VDC

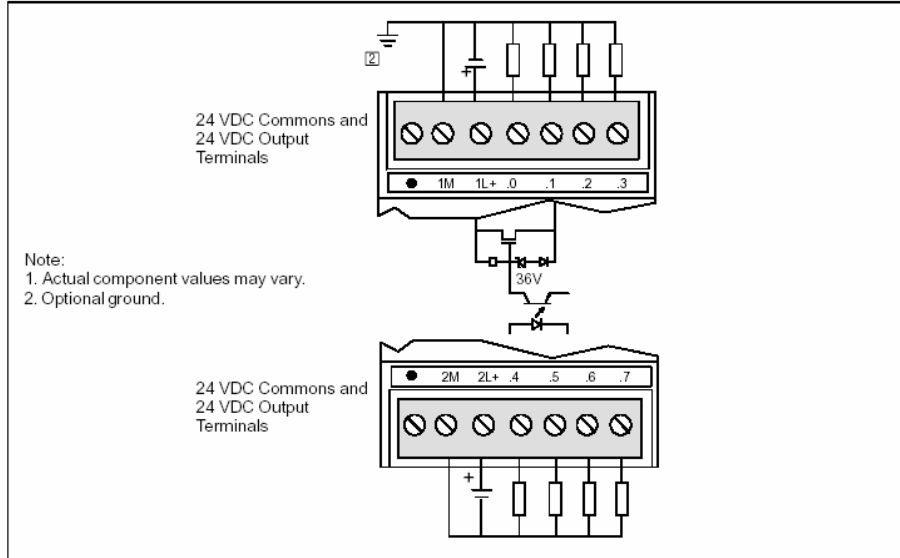


Figure A-9 Connector Terminal Identification for EM222 Digital Output 8 x 24 VDC

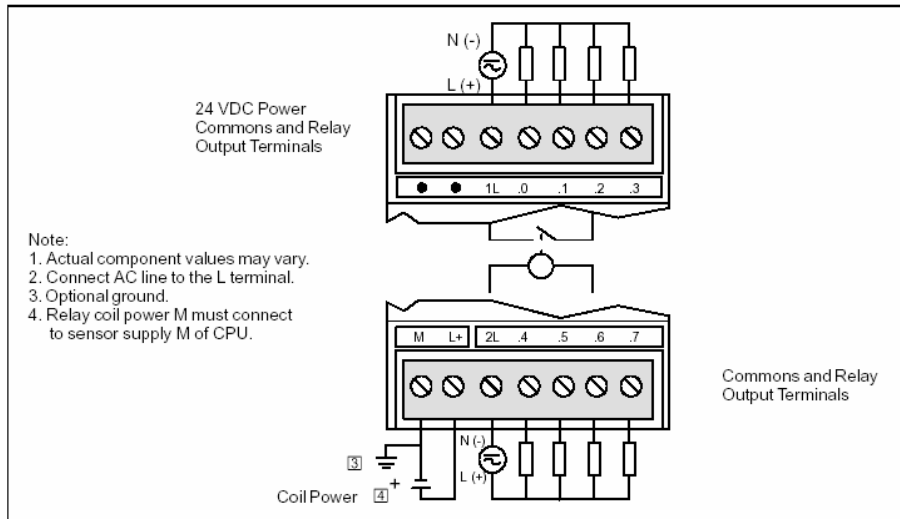


Figure A-10 Connector Terminal Identification for EM222 Digital Output 8 x Relay

A.7 Specifications for the EM223 Digital Combination Modules, 8 Inputs/8 Outputs

Table A-7 Specifications for EM223 24 VDC 8 In/8 Out, and EM223 24 VDC 8 In/8 Relay Out

Description Order Number	EM223 24VDC In/Out 6ES7223-1BH20-0XA0	EM223 24VDC In/Relay Out 6ES7223-1PH20-0XA0
Physical Size		
Dimensions (W x H x D)	71.2 mm x 80 mm x 62 mm	71.2 mm x 80 mm x 62 mm
Weight	200 g	300 g
Power loss (dissipation)	3 W	3 W
Input Feature		
Number of inputs	8 inputs	8 inputs
Input type	Sink/Source (IEC Type 1 sink)	Sink/Source (IEC Type 1 sink)
Input Voltage		
Maximum continuous permissible	30 VDC	30 VDC
Surge	35 VDC for 0.5 s	35 VDC for 0.5 s
Rated value	24 VDC at 4 mA, nominal	24 VDC at 4 mA, nominal
Logic 1 signal (minimum)	15 VDC at 2.5 mA, minimum	15 VDC at 2.5 mA, minimum
Logic 0 signal (maximum)	5 VDC at 1 mA, maximum	5 VDC at 1 mA, maximum
Isolation		
Optical isolation (galvanic)	500 VAC for 1 minute	500 VAC for 1 minute
Isolation groups of	4 points	4 points
Input Delay Times		
Maximum	4.5 ms	4.5 ms
Connection of 2-Wire Proximity Sensor (Bero)		
Maximum	1 mA	1 mA
Cable Length		
Unshielded	300 m	300 m
Shielded	500 m	500 m
Number of Inputs On Simultaneously		
40 °C	8	8
55 °C	8	8
Output Feature		
Number of integrated outputs	8 points	8 points
Output type	Solid State-MOSFET	Relay, dry contact
Output Voltage		
Permissible range	20.4 to 28.8 VDC	5 to 30 VDC or 5 to 250 VAC
Rated value	24 VDC	-
Logic 1 signal at maximum current	20 VDC, minimum	-
Logic 0 signal with 10K Ω load	0.1 VDC, maximum	-

Table A-7 Specifications for EM223 24 VDC 8 In/8 Out, and EM223 24 VDC 8 In/8 Relay Out

Description Order Number	EM223 24VDC In/Out 6ES7223-1BH20-0XA0	EM223 24VDC In/Relay Out 6ES7223-1PH20-0XA0
Output Current		
Logic 1 signal	0.75 A	2.00 A
Number of outputs groups	2	2
Number of outputs on (maximum)	8	8
Per group - horizontal mounting (maximum)	4	4
Per group - vertical mounting (maximum)	4	4
Maximum current per common/group	2 A	8 A
Lamp load	5 W	30 W DC/200 W AC
ON state resistance (contact resistance)	0.3 Ω	0.002 Ω maximum when new
Leakage current per point	10 μ A, maximum	-
Surge current	8 A for 100 ms, maximum	7 A with contacts closed
Overload protection	No	No
Isolation		
Optical isolation (galvanic)	500 VAC for 1 minute	-
Isolation resistance	-	100 M Ω , minimum when new
Isolation coil to contact	-	1500 VAC for 1 minute
Isolation between open contacts	-	750 VAC for 1 minute
In groups of	4 points	4 points
Inductive Load Clamping		
Repetitive Energy dissipation < 0.5 L I ² x switching rate	1 W, all channels	-
Clamp voltage limits	L+ minus 48V	-
Output Delay		
Off to On	50 μ s, maximum	-
On to Off	200 μ s, maximum	-
Relay		
Switching delay	-	10 ms, maximum
Lifetime mechanical (no load)	-	100,000,000 open/close cycles
Lifetime contacts at rated load	-	100,000 open/close cycles
Cable Length		
Unshielded	150 m	150 m
Shielded	500 m	500 m
Power Consumption		
From +5 VDC (from I/O bus)	100 mA	80 mA
From L+	-	9 mA per output when On
L+ coil power voltage range	-	20.4 to 28.8 VDC

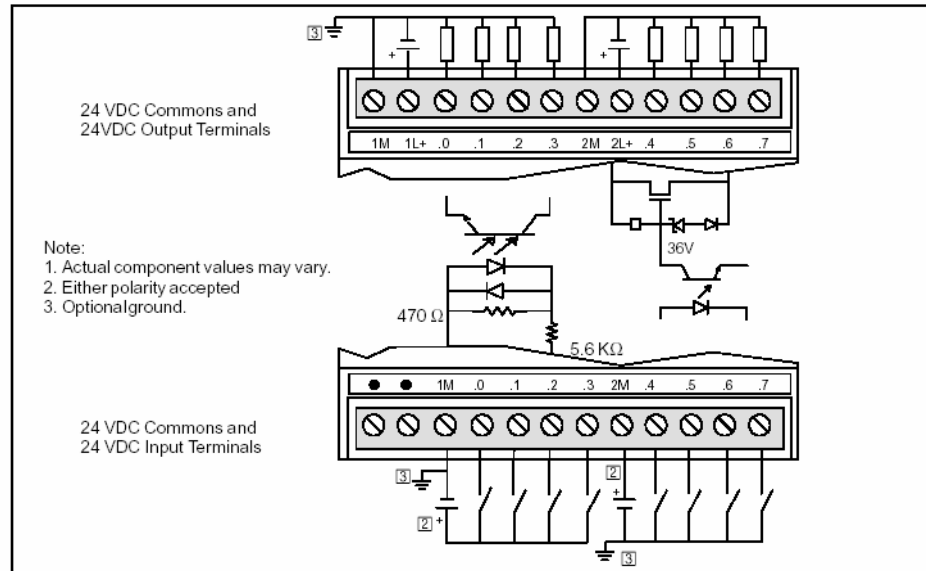


Figure A-11 Connector Terminal Identification for EM223 Digital Combination 8 x 24 VDC Inputs/8 x 24 VDC Outputs

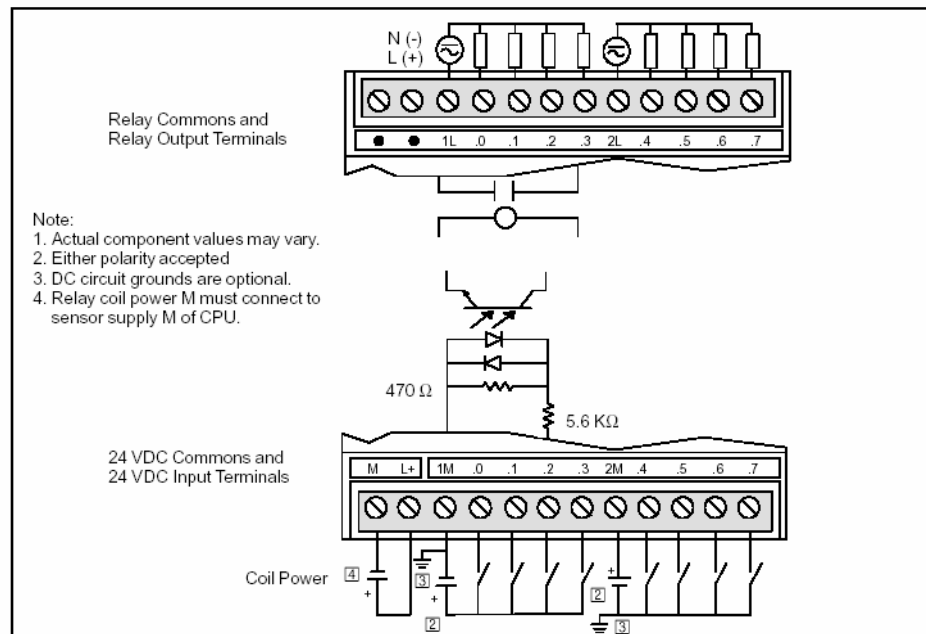
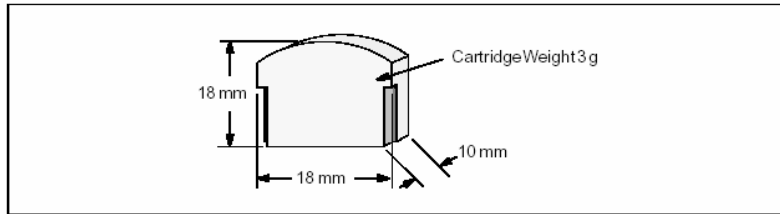


Figure A-12 Connector Terminal Identification for EM223 Digital 8 x 24 VDC Input/8 x Relay Output

A.8 Optional Cartridges

Order Number	Color	Cartridge Function
6ES7 291 8GE20 0XA0	Gray	User program
6ES7 297 1AA20 0XA0	Blue	Real-Time Clock with battery
6ES7 291 8BA20 0XA0	Orange	Battery Cartridge

Cartridge Options	
Memory cartridge storage	Program, Data, and Configuration
Battery cartridge (data retention time)	200 days, typical
Clock cartridge accuracy	2 minutes/month @ 25°C 7 minutes/month @ 0°C to 55°C



General Features	
Battery	3 V, 30 mA hour, Renata CR 1025
Size	9.9 x 2.5 mm
Type	Lithium < 0.6 g
Shelf life	10 years

A.9 I/O Expansion Cable

Order Number: 6ES7 290-6AA20-0XA0

General Features	
Cable length	0.8 m (32 in.)
Weight	25 g (.88 lb.)
Connector type	10 pin ribbon

Typical Installation of the I/O Expansion Cable

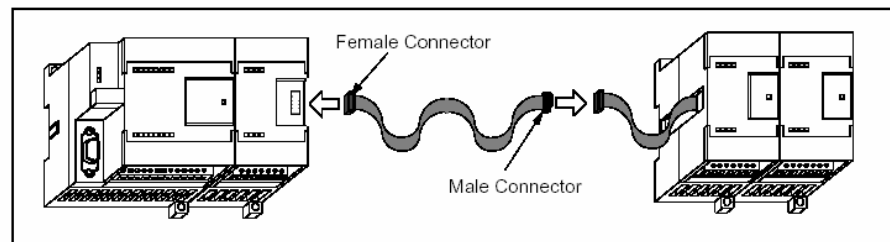


Figure A-13 Typical Installation of an I/O Expansion Cable

Note

Only one expansion cable should be included in a CPU/expansion module chain.

A.10 PC/PPI Cable

Order Number: 6ES7 901-3BF20-0XA0

PC/PPI Cable Dimensions

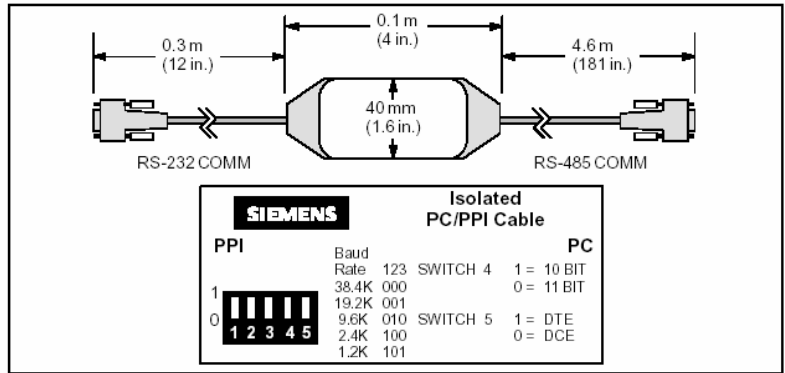


Figure A-14 PC/PPI Cable Dimensions

Table A-8 Baud Rate Switch Selections on the PC/PPI Cable

Baud Rate	Switch (1 = Up)
38400	000
19200	001
9600	010
4800	011
2400	100
1200	101
600	110

Table A-9 Modem Operation for PC/PPI Cable

Modem Operation	Switch (1 = Up)
11-bit modem	0
10-bit modem	1

Table A-10 Pin-out of PC/PPI Cable

Pinout	Switch (1 = Up)
DCE	0
DTE	1

Table A-11 Pin-outs for RS-485 to RS-232 DCE Connector

RS-485 Connector Pin-out		RS-232 DCE Connector Pin-out	
Pin Number	Signal Description	Pin Number	Signal Description
1	Ground (RS-485 logic ground)	1	Data Carrier Detect (DCD) (not used)
2	24 V Return (RS-485 logic ground)	2	Receive Data (RD) (output from PC/PPI cable)
3	Signal B (RxD/TxD+)	3	Transmit Data (TD) (input to PC/PPI cable)
4	RTS (TTL level)	4	Data Terminal Ready (DTR) (not used)
5	Ground (RS-485 logic ground)	5	Ground (RS-232 logic ground)
6	+5 V (with 100 Ω series resistor)	6	Data Set Ready (DSR) (not used)
7	24 V Supply	7	Request To Send (RTS) (not used)
8	Signal A (RxD/TxD-)	8	Clear To Send (CTS) (not used)
9	Protocol select	9	Ring Indicator (RI) (not used)

Table A-12 Pin-outs for RS-485 to RS-232 DTE Connector

RS-485 Connector Pin-out		RS-232 DTE Connector Pin-out ¹	
Pin Number	Signal Description	Pin Number	Signal Description
1	Ground (RS-485 logic ground)	1	Data Carrier Detect (DCD) (not used)
2	24 V Return (RS-485 logic ground)	2	Receive Data (RD) (input to PC/PPI cable)
3	Signal B (RxD/TxD+)	3	Transmit Data (TD) (output from PC/PPI cable)
4	RTS (TTL level)	4	Data Terminal Ready (DTR) (not used)
5	Ground (RS-485 logic ground)	5	Ground (RS-232 logic ground)
6	+5 V (with 100 Ω series resistor)	6	Data Set Ready (DSR) (not used)
7	24 V Supply	7	Request To Send (RTS) (output from PC/PPI cable)
8	Signal A (RxD/TxD-)	8	Clear To Send (CTS) (not used)
9	Protocol select	9	Ring Indicator (RI) (not used)

¹ A conversion from female to male, and a conversion from 9-pin to 25-pin is required for modems

C

Special Memory (SM) Bits

Special memory bits provide a variety of status and control functions, and also serve as a means of communicating information between the CPU and your program. Special memory bits can be used as bits, bytes, words, or double words.

SMB0: Status Bits

As described in Table C-1, SMB0 contains eight status bits that are updated by the S7-200 CPU at the end of each scan cycle.

Table C-1 Special Memory Byte SMB0 (SM0.0 to SM0.7)

SM Bits	Description
SM0.0	This bit is always on.
SM0.1	This bit is on for the first scan cycle. One use is to call an initialization subroutine.
SM0.2	This bit is turned on for one scan cycle if retentive data was lost. This bit can be used as either an error memory bit or as a mechanism to invoke a special startup sequence.
SM0.3	This bit is turned on for one scan cycle when RUN mode is entered from a power-up condition. This bit can be used to provide machine warm-up time before starting an operation.
SM0.4	This bit provides a clock pulse that is on for 30 seconds and off for 30 seconds, for a duty cycle time of 1 minute. It provides an easy-to-use delay, or a 1-minute clock pulse.
SM0.5	This bit provides a clock pulse that is on for 0.5 seconds and then off for 0.5 seconds, for a duty cycle time of 1 second. It provides an easy-to-use delay or a 1-second clock pulse.
SM0.6	This bit is a scan cycle clock which is on for one scan cycle and then off for the next scan cycle. This bit can be used as a scan counter input.
SM0.7	This bit reflects the position of the Mode switch (off is TERM position, and on is RUN position). If you use this bit to enable Freeport mode when the switch is in the RUN position, normal communication with the programming device can be enabled by switching to the TERM position.

SMB1: Status Bits

As described in Table C-2, SMB1 contains various potential error indicators. These bits are set and reset by instructions at execution time.

Table C-2 Special Memory Byte SMB1 (SM1.0 to SM1.7)

SM Bits	Description
SM1.0	This bit is turned on by the execution of certain instructions when the result of the operation is zero.
SM1.1	This bit is turned on by the execution of certain instructions either when an overflow results or when an illegal numeric value is detected.
SM1.2	This bit is turned on when a negative result is produced by a math operation.
SM1.3	This bit is turned on when division by zero is attempted.
SM1.4	This bit is turned on when the Add to Table instruction attempts to overfill the table.
SM1.5	This bit is turned on when either LIFO or FIFO instructions attempt to read from an empty table.
SM1.6	This bit is turned on when an attempt to convert a non-BCD value to binary is made.
SM1.7	This bit is turned on when an ASCII value cannot be converted to a valid hexadecimal value.

SMB2: Freeport Receive Character

SMB2 is the Freeport receive character buffer. As described in Table C-3, each character received while in Freeport mode is placed in this location for easy access from the ladder logic program.

Table C-3 Special Memory Byte SMB2

SM Byte	Description
SMB2	This byte contains each character that is received from Port 0 or Port 1 during Freeport communication.

SMB3: Freeport Parity Error

SMB3 is used for Freeport mode and contains a parity error bit that is set when a parity error is detected on a received character. As shown in Table C-4, SM3.0 turns on when a parity error is detected. Use this bit to discard the message.

Table C-4 Special Memory Byte SMB3 (SM3.0 to SM3.7)

SM Bits	Description
SM3.0	Parity error from Port 0 or Port 1 (0 = no error; 1 = error was detected)
SM3.1 to SM3.7	Reserved

SMB4: Queue Overflow

As described in Table C-5, SMB4 contains the interrupt queue overflow bits, a status indicator showing whether interrupts are enabled or disabled, and a transmitter-idle memory bit. The queue overflow bits indicate either that interrupts are happening at a rate greater than can be processed, or that interrupts were disabled with the global interrupt disable instruction.

Table C-5 Special Memory Byte SMB4 (SM4.0 to SM4.7)

SM Bits	Description
SM4.0 ¹	This bit is turned on when the communication interrupt queue has overflowed.
SM4.1 ¹	This bit is turned on when the input interrupt queue has overflowed.
SM4.2 ¹	This bit is turned on when the timed interrupt queue has overflowed.
SM4.3	This bit is turned on when a run-time programming problem is detected.
SM4.4	This bit reflects the global interrupt enable state. It is turned on when interrupts are enabled.
SM4.5	This bit is turned on when the transmitter is idle (Port 0).
SM4.6	This bit is turned on when the transmitter is idle (Port 1).
SM4.7	This bit is turned on when something is forced.

¹ Use status bits 4.0, 4.1, and 4.2 only in an interrupt routine. These status bits are reset when the queue is emptied, and control is returned to the main program.

SMB5: I/O Status

As described in Table C-6, SMB5 contains status bits about error conditions that were detected in the I/O system. These bits provide an overview of the I/O errors detected.

Table C-6 Special Memory Byte SMB5 (SM5.0 to SM5.7)

SM Bits	Description
SM5.0	This bit is turned on if any I/O errors are present.
SM5.1	This bit is turned on if too many digital I/O points have been connected to the I/O bus.
SM5.2	This bit is turned on if too many analog I/O points have been connected to the I/O bus.
SM5.3 to SM5.6	Reserved.
SM5.7	This bit is turned on if a DP standard bus fault is present

SMB6: CPU ID Register

As described in Table C-7, SMB6 is the CPU identification register. SM6.4 to SM6.7 identify the type of CPU. SM6.0 to SM6.3 are reserved for future use.

Table C-7 Special Memory Byte SMB6

SM Bits	Description								
Format	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> MSB LSB </div> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> 7 0 </div> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 15px; height: 15px;">x</td> <td style="width: 15px; height: 15px;">x</td> <td style="width: 15px; height: 15px;">x</td> <td style="width: 15px; height: 15px;">x</td> <td style="width: 15px; height: 15px;">r</td> <td style="width: 15px; height: 15px;">r</td> <td style="width: 15px; height: 15px;">r</td> <td style="width: 15px; height: 15px;">r</td> </tr> </table> CPU ID register </div>	x	x	x	x	r	r	r	r
x	x	x	x	r	r	r	r		
SM6.4 to SM6.7	xxxx = 0000 = CPU 212/CPU 222 0010 = CPU 214/CPU 224 0110 = CPU 221 1000 = CPU 215 1001 = CPU 216								
SM6.0 to SM6.3	Reserved								

SMB7: Reserved

SMB7 is reserved for future use.

SMB8 to SMB21: I/O Module ID and Error Registers

SMB8 through SMB21 are organized in byte pairs for expansion modules 0 to 6. As described in Table C-8, the even-numbered byte of each pair is the module-identification register. These bytes identify the module type, the I/O type, and the number of inputs and outputs. The odd-numbered byte of each pair is the module error register. These bytes provide an indication of any errors detected in the I/O for that module.

Table C-8 Special Memory Bytes SMB8 to SMB21

SM Byte	Description
Format	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Even-Number Byte: Module ID Register</p> <div style="text-align: center;"> MSB LSB </div> <div style="text-align: center;"> 7 0 </div> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 2px;"> M t t A i i Q Q </div> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Odd-Number Byte: Module Error Register</p> <div style="text-align: center;"> MSB LSB </div> <div style="text-align: center;"> 7 0 </div> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 2px;"> C i e o b r P f t </div> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>M: Module present 0 = Present 1 = Not present</p> <p>tt: 00 Non-intelligent I/O module 01 Intelligent module 10 Reserved 11 Reserved</p> <p>A I/O type 0 = Discrete 1 = Analog</p> <p>ii 00 No inputs 01 2 AI or 8 DI 10 4 AI or 16 DI 11 8 AI or 32 DI</p> <p>QQ 00 No outputs 01 2 AQ or 8 DQ 10 4 AQ or 16 DQ 11 8 AQ or 32 DQ</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>C: Configuration error ie intelligent module error 0 = no error 1 = error</p> <p>b: bus fault or parity error</p> <p>r: Out-of-range error</p> <p>P: No user power error</p> <p>f: Blown fuse error</p> <p>t: Terminal block loose error</p> </div> </div>
SMB8	Module 0 ID register
SMB9	Module 0 error register
SMB10	Module 1 ID register
SMB11	Module 1 error register
SMB12	Module 2 ID register
SMB13	Module 2 error register
SMB14	Module 3 ID register
SMB15	Module 3 error register
SMB16	Module 4 ID register
SMB17	Module 4 error register
SMB18	Module 5 ID register
SMB19	Module 5 error register
SMB20	Module 6 ID register
SMB21	Module 6 error register

SMW22 to SMW26: Scan Times

As described in Table C-9, SMW22, SMW24, and SMW26 provide scan time information: minimum scan time, maximum scan time, and last scan time in milliseconds.

Table C-9 Special Memory Words SMW22 to SMW26

SM Word	Description
SMW22	This word provides the scan time of the last scan cycle.
SMW24	This word provides the minimum scan time recorded since entering the RUN mode.
SMW26	This word provides the maximum scan time recorded since entering the RUN mode.

SMB28 and SMB29: Analog Adjustment

As described in Table C-10, SMB28 holds the digital value that represents the position of analog adjustment 0. SMB29 holds the digital value that represents the position of analog adjustment 1.

Table C-10 Special Memory Bytes SMB28 and SMB29

SM Byte	Description
SMB28	This byte stores the value entered with analog adjustment 0. This value is updated once per scan in STOP/RUN.
SMB29	This byte stores the value entered with analog adjustment 1. This value is updated once per scan in STOP/RUN.

SMB30 and SMB130: Freeport Control Registers

SMB30 controls the Freeport communication for port 0; SMB130 controls the Freeport communication for port 1. You can read and write to SMB30 and SMB130. As described in Table C-11, these bytes configure the respective communication port for Freeport operation and provide selection of either Freeport or system protocol support.

Table C-11 Special Memory Byte SMB30

Port 0	Port 1	Description
Format of SMB30	Format of SMB130	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="text-align: center; margin-right: 10px;"> <small>MSB</small> 7 </div> <div style="text-align: center; margin-right: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">p</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">p</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">d</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">b</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">b</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">b</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">m</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">m</div> </div> <div style="text-align: center; margin-left: 10px;"> <small>LSB</small> 0 </div> <div style="margin-left: 20px;"> Freeport mode control byte </div> </div>
SM30.6 and SM30.7	SM130.6 and SM130.7	pp Parity select 00 = no parity 01 = even parity 10 = no parity 11 = odd parity
SM30.5	SM130.5	d Data bits per character 0 = 8 bits per character 1 = 7 bits per character
SM30.2 to SM30.4	SM130.2 to SM130.4	bbb Freeport Baud rate 000 = 38,400 baud 001 = 19,200 baud 010 = 9,600 baud 011 = 4,800 baud 100 = 2,400 baud 101 = 1,200 baud 110 = 600 baud 111 = 300 baud
SM30.0 and SM30.1	SM130.0 and SM130.1	mm Protocol selection 00 = Point-to-Point Interface protocol (PPI/slave mode) 01 = Freeport protocol 10 = PPI/master mode 11 = Reserved (defaults to PPI/slave mode) Note: When you select code mm = 10 (PPI master), the PLC will become a master on the network and allow the NETR and NETW instructions to be executed. Bits 2 through 7 are ignored in PPI modes.

SMB31 and SMW32: Permanent Memory (EEPROM) Write Control

You can save a value stored in V memory to permanent memory (EEPROM) under the control of your program. To do this, load the address of the location to be saved in SMW32. Then, load SMB31 with the command to save the value. Once you have loaded the command to save the value, you do not change the value in V memory until the CPU resets SM31.7, indicating that the save operation is complete.

At the end of each scan, the CPU checks to see if a command to save a value to permanent memory was issued. If the command was issued, the specified value is saved to permanent memory.

As described in Table C-12, SMB31 defines the size of the data to be saved to permanent memory and also provides the command that initiates the execution of a save operation. SMW32 stores the starting address in V memory for the data to be saved to permanent memory.

Table C-12 Special Memory Byte SMB31 and Special Memory Word SMW32

SM Byte	Description
Format	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>SMB31: Software command</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> MSB LSB <div style="display: flex; align-items: center; gap: 5px;"> 7 0 </div> <div style="display: flex; align-items: center; gap: 5px;"> c 0 0 0 0 0 s s </div> </div> </div> <div style="width: 45%;"> <p>SMW32: V memory address</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> MSB LSB <div style="display: flex; align-items: center; gap: 5px;"> 15 0 </div> <div style="flex-grow: 1; border: 1px solid black; text-align: center; font-size: small;">V memory address</div> </div> </div> </div>
SM31.0 and SM31.1	<p>ss: Size of the value to be saved</p> <ul style="list-style-type: none"> 00 = byte 01 = byte 10 = word 11 = double word
SM31.7	<p>c: Save to permanent memory (EEPROM)</p> <ul style="list-style-type: none"> 0 = No request for a save operation to be performed 1 = User program requests that the CPU save data to permanent memory. <p>The CPU resets this bit after each save operation.</p>
SMW32	<p>The V memory address for the data to be saved is stored in SMW32. This value is entered as an offset from V0. When a save operation is executed, the value in this V memory address is saved to the corresponding V memory location in the permanent memory (EEPROM).</p>

SMB34 and SMB35: Time Interval Registers for Timed Interrupts

As described in Table C-13, SMB34 specifies the time interval for timed interrupt 0, and SMB35 specifies the time interval for timed interrupt 1. You can specify the time interval (in 1-ms increments) from 1 ms to 255 ms. The time-interval value is captured by the CPU at the time the corresponding timed interrupt event is attached to an interrupt routine. To change the time interval, you must reattach the timed interrupt event to the same or to a different interrupt routine. You can terminate the timed interrupt event by detaching the event.

Table C-13 Special Memory Bytes SMB34 and SMB35

SM Byte	Description
SMB34	This byte specifies the time interval (in 1-ms increments from 1 ms to 255 ms) for timed interrupt 0.
SMB35	This byte specifies the time interval (in 1-ms increments from 1 ms to 255 ms) for timed interrupt 1.

SMB36 to SMB65: HSC0, HSC1, and HSC2 Register

As described in Table C-14, SMB36 through SM65 are used to monitor and control the operation of high-speed counters HSC0, HSC1, and HSC2.

Table C-14 Special Memory Bytes SMB36 to SMB65

SM Byte	Description
SM36.0 to SM36.4	Reserved
SM36.5	HSC0 current counting direction status bit: 1 = counting up
SM36.6	HSC0 current value equals preset value status bit: 1 = equal
SM36.7	HSC0 current value is greater than preset value status bit: 1 = greater than
SM37.0	Active level control bit for Reset: 0= Reset is active high, 1 = Reset is active low
SM37.1	Reserved
SM37.2	Counting rate selection for quadrature counters: 0 = 4x counting rate; 1 = 1 x counting rate
SM37.3	HSC0 direction control bit: 1 = count up
SM37.4	HSC0 update the direction: 1 = update direction
SM37.5	HSC0 update the preset value: 1 = write new preset value to HSC0 preset
SM37.6	HSC0 update the current value: 1 = write new current value to HSC0 current
SM37.7	HSC0 enable bit: 1 = enable
SMB38	HSC0 new current value
SMB39	SMB38 is most significant byte, and SMB41 is least significant byte.
SMB40	
SMB41	
SMB42	
SMB43	SMB42 is most significant byte, and SMB45 is least significant byte.
SMB44	
SMB45	
SM46.0 to SM46.4	
SM46.5	HSC1 current counting direction status bit: 1 = counting up
SM46.6	HSC1 current value equals preset value status bit: 1 = equal
SM46.7	HSC1 current value is greater than preset value status bit: 1 = greater than
SM47.0	HSC1 active level control bit for reset: 0 = active high, 1 = active low
SM47.1	HSC1 active level control bit for start: 0 = active high, 1 = active low
SM47.2	HSC1 quadrature counter rate selection: 0 = 4x rate, 1 = 1x rate
SM47.3	HSC1 direction control bit: 1 = count up
SM47.4	HSC1 update the direction: 1 = update direction
SM47.5	HSC1 update the preset value: 1 = write new preset value to HSC1 preset
SM47.6	HSC1 update the current value: 1 = write new current value to HSC1 current

Table C-14 Special Memory Bytes SMB36 to SMB65

SM Byte	Description
SM47.7	HSC1 enable bit: 1 = enable
SMB48	HSC1 new current value
SMB49	SMB48 is most significant byte, and SMB51 is least significant byte.
SMB50	
SMB51	
SMB52 to SMB55	HSC1 new preset value SMB52 is most significant byte, and SMB55 is least significant byte.
SM56.0 to SM56.4	Reserved
SM56.5	HSC2 current counting direction status bit: 1 = counting up
SM56.6	HSC2 current value equals preset value status bit: 1 = equal
SM56.7	HSC2 current value is greater than preset value status bit: 1 = greater than
SM57.0	HSC2 active level control bit for reset: 0 = active high, 1 = active low
SM57.1	HSC2 active level control bit for start: 0 = active high, 1 = active low
SM57.2	HSC2 quadrature counter rate selection: 0 = 4x rate, 1 = 1x rate
SM57.3	HSC2 direction control bit: 1 = count up
SM57.4	HSC2 update the direction: 1 = update direction
SM57.5	HSC2 update the preset value: 1 = write new preset value to HSC2 preset
SM57.6	HSC2 update the current value: 1 = write new current value to HSC2 current
SM57.7	HSC2 enable bit: 1 = enable
SMB58	HSC2 new current value
SMB59	SMB58 is the most significant byte, and SMB61 is the least significant byte.
SMB60	
SMB61	
SMB62	
SMB62	HSC2 new preset value
SMB63	SMB62 is the most significant byte, and SMB65 is the least significant byte.
SMB64	
SMB65	
SMB65	

SMB66 to SMB85: PTO/PWM Registers

As described in Table C-15, SMB66 through SMB85 are used to monitor and control the pulse train output and pulse width modulation functions. See the information on high-speed output instructions in Section 9.5 in Chapter 9 for a complete description of these bits.

Table C-15 Special Memory Bytes SMB66 to SMB85

SM Byte	Description
SM66.0 to SM66.3	Reserved
SM66.4	PTO0 profile aborted; 0 = no error, 1 = aborted due to a delta calculation error
SM66.5	PTO0 profile aborted; 0 = not aborted by user command, 1 = aborted by user command
SM66.6	PTO0 pipeline overflow (cleared by the system when using external profiles, otherwise must be reset by user); 0 = no overflow, 1 = pipeline overflow
SM66.7	PTO0 idle bit: 0 = PTO in progress, 1 = PTO idle
SM67.0	PTO0/PWM0 update the cycle time value: 1 = write new cycle time
SM67.1	PWM0 update the pulse width value: 1 = write new pulse width
SM67.2	PTO0 update the pulse count value: 1 = write new pulse count
SM67.3	PTO0/PWM0 time base: 0 = 1 μ s/tick, 1 = 1 ms/tick
SM67.4	Update PWM0 synchronously: 0 = asynchronous update, 1 = synchronous update
SM67.5	PTO0 operation: 0 = single segment operation (cycle time and pulse count stored in SM memory), 1 = multiple segment operation (profile table stored in V memory)
SM67.6	PTO0/PWM0 mode select: 0 = PTO, 1 = PWM
SM67.7	PTO0/PWM0 enable bit: 1 = enable
SMB68	PTO0/PWM0 cycle time value (2 to 65,535 units of time base); SMB68 is most significant byte, and SMB69 is least significant byte.
SMB69	
SMB70	PWM0 pulse width value (0 to 65,535 units of the time base); SMB70 is most significant byte, and SMB71 is least significant byte.
SMB71	
SMB72	PTO0 pulse count value (1 to $2^{32}-1$); SMB72 is most significant byte, and SMB75 is least significant byte.
SMB73	
SMB74	
SMB75	
SM76.0 to SM76.3	Reserved
SM76.4	PTO1 profile aborted; 0 = no error, 1 = aborted because of delta calculation error
SM76.5	PTO1 profile aborted; 0 = not aborted by user command, 1 = aborted by user command

Table C-15 Special Memory Bytes SMB66 to SMB85

SM Byte	Description
SM76.6	PTO1 pipeline overflow (cleared by the system when using external profiles, otherwise must be reset by the user); 0 = no overflow, 1 = pipeline overflow
SM76.7	PTO1 idle bit: 0 = PTO in progress, 1 = PTO idle
SM77.0	PTO1/PWM1 update the cycle time value: 1 = write new cycle time
SM77.1	PWM1 update the pulse width value: 1 = write new pulse width
SM77.2	PTO1 update the pulse count value: 1 = write new pulse count
SM77.3	PTO1/PWM1 time base: 0 = 1 μ s/tick, 1 = 1 ms/tick
SM77.4	Update PWM1 synchronously: 0 = asynchronous update, 1 = synchronous update
SM77.5	PTO1 operation: 0 = single segment operation (cycle time and pulse count stored in SM memory), 1 = multiple segment operation (profile table stored in V memory)
SM77.6	PTO1/PWM1 mode select: 0 = PTO, 1 = PWM
SM77.7	PTO1/PWM1 enable bit: 1 = enable
SMB78 SMB79	PTO1/PWM1 cycle time value (2 to 65,535 units of the time base); SMB78 is most significant byte, and SMB79 is least significant byte.
SMB80 SMB81	PWM1 pulse width value (0 to 65,535 units of the time base); SMB80 is most significant byte, and SMB81 is least significant byte.
SMB82 SMB83 SMB84 SMB85	PTO1 pulse count value (1 to $2^{32} - 1$); SMB82 is most significant byte, and SMB85 is least significant byte.

SMB86 to SMB94, and SMB186 to SMB194: Receive Message Control

As described in Table C-16, SMB86 through SMB94 and SMB186 through SMB194 are used to control and read the status of the Receive Message instruction.

Table C-16 Special Memory Bytes SMB86 to SMB94, and SMB186 to SMB194

Port 0	Port 1	Description
SMB86	SMB186	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> <div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;">MSB 7</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border: 1px solid black; padding: 2px;"> n r e 0 0 t c p </div> <div style="text-align: center; margin-top: 5px;">LSB 0</div> </div> <div style="margin-left: 10px;">Receive Message status byte</div> </div> <p>n: 1 = Receive message terminated by user disable command r: 1 = Receive message terminated: error in input parameters or missing start or end condition e: 1 = End character received t: 1 = Receive message terminated: timer expired c: 1 = Receive message terminated: maximum character count achieved p: 1 = Receive message terminated because of a parity error</p>

Table C-16 Special Memory Bytes SMB86 to SMB94, and SMB186 to SMB194

Port 0	Port 1	Description
SMB87	SMB187	<div style="text-align: center;"> </div> <p>Receive Message control byte</p> <p>n: 0 = Receive Message function is disabled. 1 = Receive Message function is enabled. The enable/disable receive message bit is checked each time the RCV instruction is executed.</p> <p>x: 0 = Ignore SMB88 or SMB188. 1 = Use the value of SMB88 or SMB188 to detect start of message.</p> <p>y: 0 = Ignore SMB89 or SMB189. 1 = Use the value of SMB89 or SMB189 to detect end of message.</p> <p>z: 0 = Ignore SMW90 or SMB190. 1 = Use the value of SMW90 to detect an idle line condition.</p> <p>m: 0 = Timer is an inter-character timer. 1 = Timer is a message timer.</p> <p>t: 0 = Ignore SMW92 or SMW192. 1 = Terminate receive if the time period in SMW92 or SMW192 is exceeded.</p> <p>bk: 0 = Ignore break conditions 1 = Use break condition as start of message detection</p> <p>The bits of the message interrupt control byte are used to define the criteria by which the message is identified. Both start of message and end of message criteria are defined. To determine the start of a message, either of two sets of logically ANDed start of message criteria must be true and must occur in sequence (idle line followed by start character, or break followed by start character). To determine the end of a message, the enabled end of the message criteria is logically ORed. The equations for start and stop criteria are given below:</p> <p style="padding-left: 40px;">Start of Message = il * sc + bk * sc</p> <p style="padding-left: 40px;">End of Message = ec + tmr + maximum character count reached</p> <p>Programming the start of message criteria for:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Idle line detection: il=1, sc=0, bk=0, SMW90>0 2. Start character detection: il=0, sc=1, bk=0, SMW90 is a don't care 3. Break Detection: il=0, sc=0, bk=1, SMW90 is a don't care 4. Any response to a request: il=1, sc=0, bk=0, SMW90=0 (Message timer can be used to terminate receive if there is no response.) 5. Break and a start character: il=0, sc=1, bk=1, SMW90 is a don't care 6. Idle line and a start character: il=1, sc=1, bk=0, SMW90 >0 7. Idle line and start character (Illegal): il=1, sc=1, bk=0, SMW90=0 <p>Note: Receive will automatically be terminated by an overrun or a parity error (if enabled).</p>
SMB88	SMB188	Start of message character

Table C-16 Special Memory Bytes SMB86 to SMB94, and SMB186 to SMB194

Port 0	Port 1	Description
SMB89	SMB189	End of message character
SMB90 SMB91	SMB190 SMB191	Idle line time period given in milliseconds. The first character received after idle line time has expired is the start of a new message. SM90 (or SM190) is the most significant byte and SM91 (or SM191) is the least significant byte.
SMB92 SMB93	SMB192 SMB193	Inter-character/message timer time-out value (in milliseconds). If the time period is exceeded, the receive message is terminated. SM92 (or SM192) is the most significant byte, and SM93 (or SM193) is the least significant byte.
SMB94	SMB194	Maximum number of characters to be received (1 to 255 bytes). Note: This range must be set to the expected maximum buffer size, even if the character count message termination is not used.

SMB98 and SMB99

As described in Table C-17, SMB98 and SMB99 give you information about the number of errors on the expansion I/O bus.

Table C-17 Special Memory Bytes SMB98 and SMB99

SM Byte	Description
SMB98 SMB99	This location is incremented each time a parity error is detected on the expansion I/O bus. It is cleared upon power up, and by the user writing zero. SMB98 is the most significant byte.

SMB131 to SMB165: HSC3, HSC4, and HSC5 Register

As described in Table C-18, SMB131 through SMB165 are used to monitor and control the operation of high-speed counters HSC3, HSC4, and HSC5.

Table C-18 Special Memory Bytes SMB130 to SMB165

SM Byte	Description
SMB131 to SMB135	Reserved
SM136.0 to SM136.4	Reserved
SM136.5	HSC3 current counting direction status bit: 1 = counting up
SM136.6	HSC current value equals preset value status bit: 1 = equal
SM136.7	HSC3 current value is greater than preset value status bit: 1 = greater than
SM137.0 to SM137.2	Reserved
SM137.3	HSC3 direction control bit: 1 = count up
SM137.4	HSC3 update direction: 1 = update direction
SM137.5	HSC3 update preset value: 1 = write new preset value to HSC3 preset
SM137.6	HSC3 enable bit: 1 = enable
SM138 to SM141	HSC3 new current value: SM138 is most significant byte and SM141 is least significant byte
SM142 to SM145	HSC3 new preset value: SM142 is most significant byte and SM145 is least significant byte
SM146.0 to SM146.4	Reserved
SM146.5	HSC4 current counting direction status bit: 1 = counting up
SM146.7	HSC4 current value is greater than preset value status bit: 1 = greater than
SM147.0	Active level control bit for Reset: 0 = Reset is active high, 1 = Reset is active low
SM147.1	Reserved
SM147.2	Counting rate selection for quadrature counters: 0 = 4x counting rate, 1 = 1x counting rate
SM147.3	HSC4 direction control bit: 1 = count up
SM147.4	HSC4 update direction: 1 = update direction
SM147.5	HSC4 update preset value: 1 = write new preset value to HSC4 preset
SM147.6	HSC4 update current value: 1 = write new current value to HSC4 current
SM147.7	HSC4 enable bit: 1 = enable
SMB148 to SMB151	HSC4 new current value: SM148 is most significant byte and SM151 is least significant byte
SMB152 to SMB155	HSC4 new preset value: SM152 is most significant byte and SM155 is least significant byte

Table C-18 Special Memory Bytes SMB130 to SMB165

SM Byte	Description
SM156.0 to SM156.4	Reserved
SM156.5	HSC5 current counting direction status bit: 1 = counting up
SM156.6	HSC5 current value equals preset value status bit: 1 = equal
SM156.7	HSC5 current value is greater than preset value status bit: 1 = greater than
SM157.0 to SM157.2	Reserved
SM157.3	HSC5 direction control bit: 1 = count up
SM157.4	HSC5 update direction: 1 = update direction
SM157.5	HSC5 update preset value: 1 = write new preset value to HSC5 preset
SM157.6	HSC5 update current value: 1 = write new current value to HSC5 current
SM157.7	HSC5 enable bit: 1 = enable
SMB158 to SMB161	HSC5 new current value: SM158 is most significant byte and SM161 is least significant byte
SMB162 to SMB165	HSC5 new preset value: SM162 is most significant byte and SM165 is least significant byte

SMB166 to SMB194: PTO0, PT1 Profile Definition Table

As described in Table C-19, SMB166 through SMB194 are used to show the number of active profile steps and the address of the profile table in V memory.

Table C-19 Special Memory Bytes SMB166 to SMB194

SM Byte	Description
SMB166	Current entry number of the active profile step for PTO0
SMB167	Reserved
SMB168 SMB169	V memory address of the profile table for PTO0 given as an offset from V0. SM168 is the most significant byte of the address offset
SMB170 to SMB175	Reserved
SMB176	Current entry number of the active profile step for PTO1
SMB177	Reserved
SMB178 to SMB179	V memory address of the profile table for PTO1 given as an offset from V0. SM178 is the most significant byte of the address offset
SMB180 to SMB194	Reserved

