

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΘΕΜΑ : ΣΚΥΛΟΓΙΑΝΝΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

A.M. : 2907

**Λειτουργία κινητήρα: δεξιόστροφα - αριστερόστροφα με χρήση
PLC(programmable logic controller)**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1ο - Αγωγοί - Καλώδια - Μονώσεις.....σελ.	3
Κεφάλαιο 2ο - Διακόπτες.....σελ.	7
Κεφάλαιο 3ο - Ο Ασύγχρονος τριφασικός κινητήρας επαγωγής.....σελ.	16
Κεφάλαιο 4ο - Ηλεκτρονόμοι (ρελέ) ... 1.....σελ.	22

Κεφάλαιο 5ο - Μπουτόν.....σελ. 26	σελ. 26
Θεωρητικά.....σελ. 28	σελ. 28
Εφαρμογή.....σελ. 29	σελ. 29
Κεφάλαιο 6ο - Γενικά για τα PLC.....σελ. 30	σελ. 30
Κεφάλαιο 7ο - Λειτουργία του συστήματος μέσω PLC.....σελ. 31	σελ. 31
Παράρτημα.....σελ. 33	σελ. 33
Εκκίνηση κινητήρα με button.....σελ. 47	σελ. 47
Τηλε έλεγχος με PCL.....σελ 53	σελ 53
Επίλογοςσελ 124	σελ 124

Περίληψη

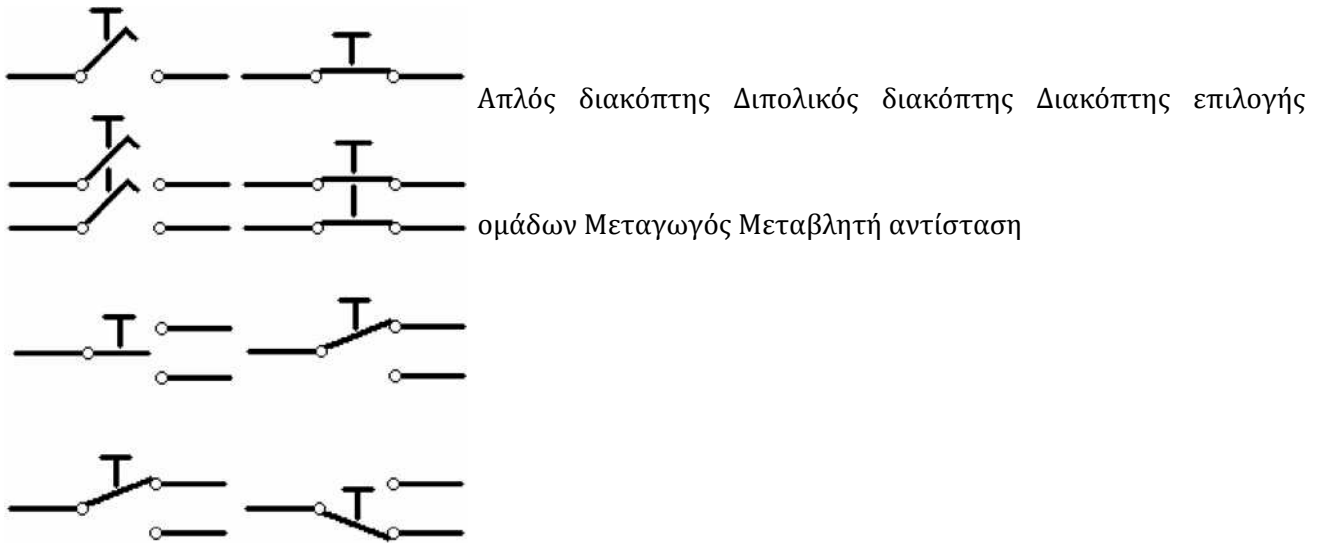
Στην εργασία αυτή, θα δούμε τί είναι τα πως τα χρησιμοποιούμε, θα δούμε λίγη από την πορεία τους στην ιστορία και που έχουν φτάσει σήμερα. Θα δούμε τον τρόπο που γινόταν κάποτε ο προγραμματισμός τους και τί εργαλεία δουλεύουμε σήμερα για τον ίδιο σκοπό. Κατ'όπιν θα δούμε τι έχουμε αναλάβει να φέρουμε εις πέρας με την Άσκηση που έχουμε σε αυτήν την εργασία, από τι θα αποτελείται η εικονική μας εγκατάσταση και τι πρόγραμμα θα δουλέψουμε για την κατασκευή του αυτοματισμού μας. Θα δείξουμε αναλυτικά τα περιεχόμενα του λογισμικού που δουλεύουμε και από τι εξαρτήματα θα αποτελείται ο αυτοματισμός μας. Θα αναλύσουμε για το κάθε εξάρτημα που περιέχεται ξεχωριστά ποιές είναι οι λειτουργίες του και για ποιόν σκοπό το χρησιμοποιήσαμε. Έπειτα θα δούμε αναλυτικά την άσκηση και πώς δουλεύει ο

αυτοματισμός μας. Θα αναλύσουμε τους τρόπους με τους οποίους εκκινεί ο κάθε κινητήρας που έχουμε ξεχωριστά, πως αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και το πως γίνεται το σταμάτημά τους. Θα δείξουμε ποιές είναι οι ασφαλιστικές δικλίδες που έχουμε στο κύκλωμα μας και για ποιούς λόγους τις έχουμε. Τέλος, θα αναδείξουμε τα συμπεράσματα μας και τα σχόλια που έχουμε να κάνουμε πάνω στην εργασία και θα παραθέσουμε τις πηγές που χρησιμοποιήθηκαν για το πέρας αυτής της εργασίας.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο σκοπός αυτής της πτυχιακής είναι να δείξουμε το πως λειτουργεί μια εγκατάσταση η οποία πραγματώνει τις λειτουργίες αυτοματισμών μέσω PLC και το ηλεκτρολογικό κύκλωμα του. Για να έχουμε και πρακτική εικόνα, θα δούμε μια εγκατάσταση η οποία αποτελείται από ένα (1) ηλεκτροκινητήρα ο οποίος χρειάζεται μια συγκεκριμένη μορφή λειτουργίας, εκκίνησης και κράτησης, θα δούμε με ποιόν τρόπο αντικαθίσταται μια ολόκληρη εγκατάσταση από ρελέ ασφαλείας, θερμικά ρελέ, χρονικά και άλλα μέσω του PLC. Θα παραθέσουμε ένα υπόμνημα του προγράμματος και διάφορα στοιχεία που απαιτούνται και που χρησιμοποιήσαμε για να μπορεί ο πλέον αδαής αναγνώστης με το λογισμικό αυτό, να αντιλαμβάνεται το πώς λειτουργεί το πρόγραμμα. Στο τέλος θα κλείσουμε με σχόλια και παρατηρήσεις πάνω στην άσκηση μας και στα PLC γενικότερα, έχοντας ήδη δει ένα μέρος των δυνατοτήτων τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1



Απλός διακόπτης Διπολικός διακόπτης Διακόπτης επιλογής ομάδων Μεταγωγός Μεταβλητή αντίσταση

Όργανα προστασίας - Ασφάλειες

- **Αυτόματοι διακόπτες:** χρησιμοποιούνται για να προστατεύσουν ένα κύκλωμα από βραχυκυκλώματα. Ο αυτόματος διακόπτης διαθέτει ένα μαγνητικό στοιχείο που ανοίγει ακαριαία τον διακόπτη εάν περάσει πολύ μεγαλύτερο ρεύμα του ονομαστικού για πολύ μικρό χρόνο ενώ ο ίδιος διακόπτης μπορεί να ανοίξει και σε περιπτώσεις υπερφόρτισης εάν περάσει λίγο μεγαλύτερο ρεύμα του ονομαστικού για σχετικά μεγάλο χρόνο.

Επίσης υπάρχουν και αυτόματοι διακόπτες που προστατεύουν από άλλες ανωμαλίες όπως η έλλειψη τάσης, η υπέρταση, η αντίστροφη διαδοχή φάσεων και οι αυτόματοι διακόπτες διαρροής.

- **Ασφάλειες τήξεως .** Ασφάλεια ονομάζουμε την διάταξη που προορίζεται να διακόπτει αυτόματα ένα κύκλωμα , όταν η έντασή του ξεπεράσει μία ορισμένη τιμή (ονομαστική ένταση). Η ασφάλεια μπαίνει πάντα στον αγωγό της φάσεως και στην αρχή του κυκλώματος που προστατεύει. Δεν επιτρέπεται να τοποθετηθεί στον αγωγό της γειώσεως και στον ουδέτερο. Ο χρόνος που χρειάζεται μία ασφάλεια για να διακόψει την τροφοδοσία , εξαρτάται από το μέγεθος της υπερεντάσεως και από τον τύπο της ασφάλειας. Σε περίπτωση βραχυκυκλώματος η διακοπή γίνεται σε μερικά εκατοστά του δευτερολέπτου , ενώ σε περίπτωση υπερεντάσεως σε μερικά δευτερόλεπτα ή και λεπτά.

Υπάρχουν διαφόρων ειδών ασφάλειες όπως είναι οι βιδωτές και οι κυλινδρικές. Χαρακτηρίζονται από την ονομαστική τάση λειτουργίας , το ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας και τον χρόνο ενεργοποίησής τους **ταχείας τήξης** και **βραδείας τήξης**. Συνήθως χρησιμοποιούνται οι ασφάλειες ταχείας τήξης , ενώ

οι βραδείας τήξης χρησιμοποιούνται στα κυκλώματα ηλεκτροκινητήρων.



Μια ασφάλεια τήξεως , αποτελείται από τα εξής μέρη:

1. Το **φυσίγγι** ,που είναι κατασκευασμένο από πορσελάνη και περιέχει το νήμα και ένα ενδεικτικό χρωματιστό δίσκο , ο οποίος πέφτει , όταν η ασφάλεια καεί.

2. Την **βάση** της ασφάλειας. Το εξάρτημα που μέσα σ' αυτό τοποθετείται το φυσίγγι.

Τα ονομαστικά ρεύματα έχουν τυποποιημένες τιμές : 6A , 10A , 16A , 20A , 25A , 35A , 40A , 50A , 63A , 80A , 100A . Για κάθε μέγεθος υπάρχει και ένα χαρακτηριστικό χρώμα πάνω στον ενδεικτικό δίσκο.

Οι διακόπτες είναι πολύ πιο ακριβοί από τις ασφάλειες αλλά έχουν το πλεονέκτημα ότι δεν χρειάζονται αλλαγή όπως μια ασφάλεια. Βέβαια και αυτοί έχουν μια διάρκεια ζωής που μετρείται σε κύκλους μηχανικής λειτουργίας και εξαρτάται από το είδος του διακόπτη.

Διακόπτης Διαφυγής Εντάσεως

Ο ΔΔΕ τοποθετείται στον πίνακα κάθε ηλεκτρικής εγκατάστασης αμέσως μετά τον γενικό διακόπτη και τις γενικές ασφάλειες και προστατεύει την ανθρώπινη ζωή σε περίπτωση διαρροής ρεύματος.

Επιπλέον αποκλείει τον κίνδυνο εκδήλωσης φωτιάς στην εγκατάσταση έστω και από ελάχιστες διαρροές ρεύματος προς γη. ΔΕΝ μας προστατεύει όμως αν χρησιμοποιήσουμε το σώμα μας ως φορτίο, δηλαδή αν πιάσουμε με το ένα χέρι τη φάση και με το άλλο τον ουδέτερο.

Ο διακόπτης αυτός , συγκρίνει συνεχώς την ένταση στον αγωγό της φάσεως με την ένταση στον ουδέτερο αγωγό. Όταν η διαφορά των εντάσεων αυτών γίνει μεγαλύτερη από 30mA , τότε μέσω ενός ρελε ανοίγουν οι επαφές του διακόπτη και γίνεται διακοπή.

Η ονομαστική τους ένταση λειτουργίας , δηλαδή το φορτίο σε A που μπορούν να διακόπτουν χωρίς

πρόβλημα , είναι 40 A ή 63 A. Όταν τα φορτία είναι μεγαλύτερα , τότε μπορούμε να τοποθετήσουμε δύο ή περισσότερους και ο καθένας να προστατεύει μία ομάδα κυκλωμάτων.

Γείωση - Ηλεκτροπληξία

Μια ηλεκτρική εγκατάσταση πρέπει να παρέχει απόλυτη προστασία σε ανθρώπους , έναντι τυχαίας ή μη επαφής με μεταλλικά μέρη της εγκατάστασης , που είτε πρέπει να βρίσκονται υπό τάση, είτε δεν πρέπει . Το ανθρώπινο σώμα παρουσιάζει μια μεταβλητή ωμική αντίσταση, της οποίας η τιμή εξαρτάται από την φυσική κατάσταση στην οποία βρίσκεται το άτομο αυτό. Επομένως επαφή με μεταλλικά μέρη μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης που βρίσκονται υπό τάση θα προκαλέσει ροή ρεύματος μέσα από το σώμα προς τη γη , με αποτελέσματα που ποικίλουν από ακίνδυνα (1- 5mA) , έως θανατηφόρα (ένταση ρεύματος πάνω από 50mA).

Σύμφωνα με τους κανονισμούς ΕΗΕ , τάσεις επαφής μεγαλύτερες από 50 V είναι επικίνδυνες και πρέπει να διακόπτονται το πολύ μέσα σε 5 δευτερόλεπτα.

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την επίτευξη της παραπάνω συνθήκης στηρίζονται στην γείωση της ηλεκτρικής εγκατάστασης , παρέχοντας ταυτόχρονα προστασία έναντι των συνεπειών από τάσεις επαφής. Αυτές οι μέθοδοι είναι:

1. Η άμεση γείωση
2. Η γείωση μέσω του ουδετέρου και
3. Η χρήση ΔΔΕ

Καθεμιά από τις παραπάνω μεθόδους για να είναι αποτελεσματική , θα πρέπει να εξασφαλίζει ταυτόχρονα και κατάλληλη αντίσταση γείωσης. Η αντίσταση γείωσης μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης δεν πρέπει να ξεπερνά τα 2 Ω.

Πίνακες διανομής

Οι ηλεκτρικοί πίνακες διανομής χρησιμεύουν στην τροφοδότηση και τον έλεγχο των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και διακρίνονται , από άποψη κατασκευής, σε πλαστικούς και μεταλλικούς. Αυτοί που χρησιμοποιούνται περισσότερο σήμερα είναι οι μεταλλικοί.

Κατά τον σχεδιασμό μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης ανάλογα με τα φορτία που πρόκειται να τροφοδοτήσουν , οι πίνακες φέρουν τον κατάλληλο εξοπλισμό. Επειδή πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη η δυνατότητα του πίνακα για επεκτασιμότητα, υπολογίζουμε ένα +20% πέραν των προβλεπόμενων διαστάσεων.

Οι ηλεκτρικοί πίνακες ανάλογα με τα φορτία που τροφοδοτούν χωρίζονται σε μονοφασικούς και τριφασικούς.

Η επιλογή ενός πίνακα γίνεται με βάση:

- την ισχύ παροχής (σε A ή KVA έτσι ώστε να είναι ανάλογες οι υποδοχές των καλωδίων κ.ά)
- εισερχόμενα και εξερχόμενα κυκλώματα και ισχείς των
- βαθμός προστασίας του πίνακα σε σκόνη, νερό και υγρασία
- μηχανικές και περιβαλλοντικές συνθήκες

Ανάλογα λοιπόν με τα παραπάνω έχουμε :

- χαλύβδινους πίνακες γενικών καταναλωτών (εντοιχιζόμενους) , πίνακες κιβωτίων (αποτελούνται από πολλά μικρά τυποποιημένων διαστάσεων , κιβώτια, πλαστικά ή αλουμινίου ή χυτοσιδήρου)
- πίνακες πεδίου (για παροχές πάνω από 630 A)

Οι πίνακες τοποθετούνται σε εμφανές σημείο , σε ύψος 1.5- 1.8 μέτρα από το έδαφος. Το καλώδιο παροχής που έρχεται από τον μετρητή της ΔΕΗ και φτάνει συνήθως στην επάνω πλευρά του πίνακα, αποτελείται από 3 μονωμένους αγωγούς (φάση , ουδέτερο , γείωση) συνήθως με διατομή 3X 10 ωπ² για

μονοφασικό δίκτυο ενώ για τριφασικό δίκτυο έχει 5 αγωγούς (3 φάσεις , ουδέτερο, γείωση) με ελάχιστη διατομή 5 X 10 ππ . Οι αγωγοί φάσης έρχονται από την παροχή στον γενικό διακόπτη μετά στις γενικές ασφάλειες κατόπιν στον ΔΔΕ και κατόπιν με κατάλληλες γεφυρώσεις καταλήγουν στα σημεία αναχώρησης των φάσεων των γραμμών. Σε όλη την διαδρομή τηρούνται οι κανονισμοί για τα χρώματα των αγωγών, μαύρο καφέ ή γκρι για τις φάσεις μπλε ανοιχτό για τον ουδέτερο και κιτρινοπράσινο για την γείωση

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Ηλεκτρονόμοι (ρελέ)

Ο ηλεκτρονόμος, ρελέ ή ρελέ είναι ένας ηλεκτρικός διακόπτης που ανοίγει και κλείνει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα κάτω από τον έλεγχο ενός άλλου ηλεκτρικού κυκλώματος. Στην αρχική μορφή του, ένας ηλεκτρομαγνήτης ενεργοποιούσε το διακόπτη, με το άνοιγμα ή κλείσιμο μιας ή περισσότερων επαφών. Επειδή ένας ηλεκτρονόμος είναι ικανός να ελέγχει ένα κύκλωμα εξόδου υψηλότερης ισχύος από το κύκλωμα εισόδου, μπορεί να θεωρηθεί, γενικά, μια μορφή ηλεκτρικού ενισχυτή.

Κάθε επαφή ενός ηλεκτρονόμου μπορεί να είναι Κανονικά-Ανοικτή ανάλογα με τον τύπο της.

Μια επαφή Κανονικά-Ανοικτή συνδέει το κύκλωμα όταν ο ηλεκτρονόμος ενεργοποιείται· το κύκλωμα αποσυνδέεται όταν ο ηλεκτρονόμος είναι ανενεργός. Μια τέτοια επαφή καλείται επίσης **Επαφή Μορφής Α**. Η επαφή μορφής Α είναι ιδανική για εφαρμογές που απαιτούν την ενεργοποίηση μιας πηγής υψηλής τάσης από απόσταση.

Μια επαφή Κανονικά-Κλειστή αποσυνδέει το κύκλωμα όταν ο ηλεκτρονόμος ενεργοποιείται· το κύκλωμα συνδέεται όταν ο ηλεκτρονόμος είναι ανενεργός. Μια τέτοια επαφή καλείται επίσης **Επαφή Μορφής Β**. Η επαφή μορφής Β είναι ιδανική για εφαρμογές που απαιτούν το κύκλωμα να παραμένει κλειστό (ενεργό) μέχρι ο ηλεκτρονόμος να ενεργοποιηθεί.

Μια επαφή Μεταγωγική μπορεί να ελέγχει δύο κυκλώματα. Ισοδυναμεί με μια επαφή κανονικά-ανοικτή και μια επαφή κανονικά-κλειστή που έχουν ένα κοινό ακροδέκτη. Μια τέτοια επαφή καλείται επίσης **Επαφή Μορφής C**.

Συνήθως ένας ηλεκτρονόμος αποτελείται από περισσότερες από μία ελεγχόμενες επαφές. Οι επαφές χωρίζονται σε κύριες και βοηθητικές. Οι κύριες διαρρέονται συχνά από ισχυρότερα ρεύματα και έτσι είναι αυτές που διακόπτουν το κύριο κύκλωμα και συνήθως είναι Κανονικά-Ανοικτές. Οι βοηθητικές έχουν όπως υπονοεί και το όνομά τους επικουρικό χαρακτήρα και ο ρόλος τους είναι να βοηθούν στον έλεγχο των αυτοματισμών (που είναι ο κύριος τομέας χρήσης των ηλεκτρονόμων). Για παράδειγμα βοηθούν στην ενεργοποίηση/απενεργοποίηση βοηθητικών κυκλωμάτων όπως ενδεικτικές λυχνίες.

Όταν ηλεκτρικό ρεύμα διαρρέει το πηνίο του ηλεκτρονόμου, το παραγόμενο μαγνητικό πεδίο έλκει έναν οπλισμό που είναι μηχανικά συνδεδεμένος σε μια κινούμενη επαφή. Έτσι, η κινούμενη επαφή είτε συνδέεται με μια σταθερή επαφή είτε αποσυνδέεται από τη σταθερή επαφή. Μόλις το ηλεκτρικό ρεύμα στο πηνίο διακοπεί, ο οπλισμός επιστέφει στη θέση ηρεμίας του εξαιτίας μιας δύναμης επαναφοράς, που είναι ίση με το ήμισυ της μαγνητικής. Η δύναμη επαναφοράς παρέχεται συνήθως από ένα ελατήριο, αλλά και η βαρύτητα χρησιμοποιείται συχνά σε βιομηχανικούς εκκινητές μηχανών. Η μεταβολή της μαγνητικής ροής στο πηνίο γεννά ένα ηλεκτρικό ρεύμα, το λεγόμενο "επαγωγικό", που έχει αντίθετη φορά από εκείνο που παρέχεται στο πηνίο. Για τη λειτουργία του πηνίου και τη μετακίνηση των επαφών απαιτείται σχετικά μεγάλη ένταση ηλεκτρικού ρεύματος, αλλά - μόλις ο οπλισμός κλείσει - το ηλεκτρικό ρεύμα που απαιτείται για να κρατήσει τον οπλισμό κλειστό είναι ένα μικρό κλάσμα του αρχικού, τυπικά το $1/10$. Οι ηλεκτρονόμοι κατασκευάζονται για να λειτουργούν γρήγορα. Σε μια εφαρμογή χαμηλής τάσης, αυτό γίνεται για τη μείωση του θορύβου. Σε μια εφαρμογή υψηλής τάσης ή υψηλής έντασης ρεύματος, αυτό γίνεται για τη μείωση των σπινθηρισμών (ηλεκτρικών εκφορτίσεων μορφής τόξου).

Εάν το πηνίο διεγείρεται με συνεχές ρεύμα, ανεξάρτητα από το ηλεκτρικό ρεύμα που ρέει διαμέσου των επαφών, μια δίοδος μπαίνει συνήθως παράλληλα με το πηνίο. Όταν το πηνίο διεγείρεται, αποκαθίσταται ένα μαγνητικό πεδίο. Όταν το πηνίο αποφορτίζεται, το καταρρέον μαγνητικό πεδίο δημιουργεί μια αιχμή ηλεκτρικού ρεύματος που θα μπορούσε να βλάψει το υπόλοιπο κύκλωμα. Αν το πηνίο διεγείρεται με εναλλασσόμενο ρεύμα, ένα μικρό χάλκινο δαχτυλίδι πτυχώνεται στο άκρο του σωληνοειδούς πηνίου. Το εναλλασσόμενο ρεύμα μηδενίζεται 100 φορές το δευτερόλεπτο. Σε κάθε χρονική στιγμή μηδενισμού, δεν υπάρχει καμιά μαγνητική δύναμη που να συγκρατεί τις επαφές κλειστές. Το μικρό χάλκινο δαχτυλίδι παρέχει ένα μικρό ρεύμα εκτός φάσεως που καλείται **σκιώδης πόλος**. Το άθροισμα του εναλλασσόμενου ρεύματος και του **σκιώδη πόλου** εξασφαλίζει τη συγκράτηση του οπλισμού στη θέση εμπλοκής σε όλες τις χρονικές στιγμές.

Σε αναλογία με τις λειτουργίες της πρωτότυπης ηλεκτρομαγνητικής συσκευής, ένας **ηλεκτρονόμος στερεάς κατάστασης** κατασκευάζεται με ένα θυρίστορ ή άλλη συσκευή διακοπής στερεάς κατάστασης. Για να επιτευχθεί ηλεκτρική απομόνωση, μια δίοδος φωτοεκπομπής LED χρησιμοποιείται με ένα φωτοτρανζίστορ.

Μπουτόν

Είναι χειροκίνητοι διακόπτες στιγμιαίας ενεργοποίησης με ελατήριο επαναφοράς. Ένα μπουτόν έχει ένα αριθμό επαφών , που ελέγχονται από ένα εξωτερικό χειριστήριο. Αυτές μπορεί να είναι κανονικά ανοιχτές ή κανονικά κλειστές. Αυτές οι επαφές αλλάζουν κατάσταση μόνο όση ώρα έχουμε ενεργοποιημένο το χειριστήριό τους , ενώ κατόπιν με την βοήθεια ελατηρίου επανέρχονται στην αρχική τους κατάσταση. Τα μπουτόν που έχουν μια ανοιχτή επαφή ονομάζονται αλλιώς μπουτόνς και συνηθίζεται να είναι πράσινου χρώματος. Τα μπουτόνς που έχουν μια κλειστή επαφή ονομάζονται αλλιώς μπουτόνς και συνηθίζεται να είναι κόκκινου χρώματος. Υπάρχουν μπουτόνς χωρίς την δυνατότητα πρόσθεσης ηλεκτρικών επαφών και άλλα με την δυνατότητα πρόσθεσης εξτρά επαφών. Το χειριστήριο μπορεί να είναι διαφόρων μεγεθών και σχημάτων αναλόγως με την περίπτωση.

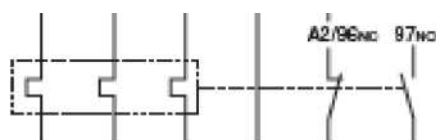
Θερμικό ρελέ προστασίας από υπερφόρτιση

Τα θερμικά ρελέ αποτρέπουν μια ηλεκτρική μηχανή από το να τραβήξει παραπάνω ρεύμα από το ονομαστικό και έτσι να υπερθερμανθεί. Οι συνθήκες θερμικής υπερφόρτισης είναι από τα πιο συνηθισμένα προβλήματα στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις κίνησης. Έτσι δημιουργούν αύξηση στο ρεύμα του κινητήρα και αύξηση στην θερμοκρασία της μηχανής. Η προστασία υπερφόρτισης αποτρέπει μια ηλεκτρική μηχανή από το να τραβήξει πολύ μεγάλο ρεύμα, να υπερθερμανθεί, και κυριολεκτικά να καεί. Τα θερμικά ρελέ υπερφόρτισης μπορεί να είναι διμεταλλικοί ηλεκτρονόμοι, ηλεκτρονόμοι με εύτηκτα κράματα, ηλεκτρονόμοι ελέγχου θερμοκρασίας και ηλεκτρονόμοι στερεάς κατάστασης. Μια διμεταλλική επαφή αποτελείται από δύο λωρίδες διαφορετικών μετάλλων. Τα ανόμοια μέταλλα ενώνονται μόνιμα. Η θέρμανση της διμεταλλικής λωρίδας το αναγκάζει να καμφθεί επειδή τα ανόμοια μέταλλα επεκτείνονται και συγκολλούνται σε διαφορετικά ποσοστά. Το διμεταλλικό στοιχείο εφαρμόζει πίεση μέσω ελατηρίου σε μια επαφή. Εάν η θερμότητα αρχίζει να αυξάνεται, η λωρίδα κάμπτεται και το ελατήριο χωρίζει τις επαφές, που ανοίγουν το κύκλωμα.

Αν και οι θερμικοί ηλεκτρονόμοι υπερφόρτωσης σχεδιάζονται για να προστατεύσουν τις μηχανές από τα ρεύματα υπερφόρτισης, πρέπει να είναι ικανοί στο να επιτρέπουν τα μεγάλα ρεύματα για τις μικρές χρονικές περιόδους κατά τη διάρκεια της εκκίνησης (προπαρασκευαστική περίοδος). Πρέπει παρόλα αυτά να ενεργοποιηθούν άμεσα εάν το αρχικό ρεύμα κρατήσει για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από το κανονικό.



Το σχήμα που αντιπροσωπεύει το θερμικό με τις βοηθητικές του επαφές είναι το παρακάτω:



Η κλειστή επαφή 95- 96 μετέχει σε σειρά στο κύκλωμα ελέγχου ενός ή περισσότερων ηλεκτρονόμων ισχύος μέσω των οποίων διακόπτεται η τροφοδοσία του κινητήρα, όταν ενεργοποιηθεί το θερμικό υπερφόρτισης . Η επαφή 97 - 98 χρησιμοποιείται συνήθως για σήμανση της υπερφόρτισης του κινητήρα . Μετά την ενεργοποίηση του θερμικού ρελέ, οι επαφές μανδαλώνουν και για να επανέλθουν στην κατάσταση ηρεμίας, πρέπει να πιεστεί ένα εξωτερικό μπουτόν επαναφοράς. Κάθε θερμικό υπερφόρτισης έχει ένα εξωτερικό χειριστήριο , στο οποίο ρυθμίζεται η ένταση του ρεύματος, που μπορεί να διαρρέει το κύκλωμα συνεχώς χωρίς να ενεργοποιείται . Το θερμικό υπερφόρτισης σε ένα απλό διακόπτη τριφασικού ηλεκτροκινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα , ρυθμίζεται στο ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας του κινητήρα .

Χρονικά

Οι χρονικοί ηλεκτρονόμοι είναι τα εξαρτήματα αυτά τα οποία μας εξασφαλίζουν την ενεργοποίηση ή την απενεργοποίηση μιας κατάστασης με βάση το χρόνο.

Υπάρχει μια τεράστια ποικιλία ανάλογα με το είδος της κάθε εφαρμογής.

Ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τους διακρίνονται σε :

Ηλεκτρομηχανικά.

Ηλεκτρονικά (αναλογικά , ψηφιακά)

Πνευματικά

Ανάλογα με το πεδίο εφαρμογής υπάρχει μεγάλο φάσμα εφαρμογών για κάθε εφαρμογή, σαν ιδιαίτερο τύπο χρονικού για τους βιομηχανικούς αυτοματισμούς αξίζει να δούμε τα χρονικά που χρησιμοποιούνται σε αυτόματο διακόπτη αστέρα -τριγώνου, σε αυτή τη περίπτωση όπως λανθασμένα πολλές φορές συμβαίνει δεν πρέπει να χρησιμοποιείται ένα απλό delay on timer και αυτό γιατί τα delay on timer διαθέτουν μια μεταγωγική επαφή, οπότε κατά τη μετάβαση από την σύνδεση σε αστέρα στη σύνδεση σε τρίγωνο μπορεί να μην έχει προλάβει να αποσβεστεί το τόξο απόζευξης του ρελέ του αστέρα και να ενεργοποιηθεί το ρελέ του τριγώνου με αποτέλεσμα το βραχυκύκλωμα.

Βέβαια τέτοιες περιπτώσεις είναι περισσότερο επίφοβες για κινητήρες μεγάλης ισχύος.

Τα ειδικά λοιπόν χρονικά για τέτοιους τύπους εκκινήσεων διαθέτουν δύο καθαρές επαφές εκ των οποίων η μία κλείνει κατά την εκκίνηση σε αστέρα, ενώ η επαφή του τριγώνου κλείνει αφού μεσολαβήσει και ένας ενδιάμεσος νεκρός χρόνος από την απενεργοποίηση της επαφής του αστέρα, έτσι ώστε να μην υπάρχει περίπτωση εμφάνισης του πιο πάνω προβλήματος.

Θεωρητικά

Για να αλλάξουμε φορά περιστροφής σένα κινητήρα πρέπει να αλλάξουμε την φορά περιστροφής του στρεφόμενου μαγνητικού πεδίου. Για να αλλάξουμε την φορά περιστροφής του στρεφόμενου μαγνητικού πεδίου αρκεί να αντιμεταθέσουμε δυο από τις 3 φάσεις R,S,T.

Σκοπός του παραδείγματος :

Πρέπει να γίνει αντιληπτό πως γίνεται η αλλαγή φόρας περιστροφής και τι είναι η ηλεκτρική και η μηχανική μανδάλωση.

Κατά την εκκίνηση το τριφασικό τύλιγμα του στάτη είναι συνδεδεμένο σε αστέρα και όταν ο κινητήρας αποκτήσει το 90% των κανονικών του στροφών ,αλλάζει η σύνδεση των τυλιγμάτων του από αστέρα σε τρίγωνο. Το ρεύμα εκκίνησης του κινητήρα στη συνδεσμολογία αστέρα είναι 3 φορές μικρότερο ,από την εκκίνηση του με τα τυλίγματα του σε συνδεσμολογία αστέρα . Το κύκλωμα ισχύος τροφοδοτείτε με 3~/400v/50Hz έχουμε start και μετέπειτα έχουμε 3 ασφάλειες και εκεί πάνω τα 2 ρελέ ισχύος και μετά τα ρελέ έχουμε ένα θερμικό προστασίας κινητήρων που καταλήγει στο P.E. Τέλος το κύκλωμα από τις γραμμές L1 και L3 έχουμε ένα μετασχηματιστή που μετατρέπει τα 400v σε 24v και περιβάλλεται από ασφάλειες .

Γενικά

Για να αλλάξει η φορά περιστροφής ενός ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα , απαιτείται η αντιμετάθεση δύο (οποιονδήποτε) εκ των τριών φάσεων του δικτύου.

Για την αλλαγή φόρας περιστροφής σε μονοφασικό κινητήρα εναλλασσομένου ρεύματος πρέπει να αντιμετατεθούν οι συνδέσεις των δύο άκρων του βοηθητικού τυλίγματος με το κύριο τύλιγμα.

Για την αλλαγή φόρας περιστροφής σε κινητήρες συνεχούς ρεύματος, πρέπει να αλλάξουμε την πολικότητα της πηγής τροφοδοσίας κρατώντας όμως την φορά του ρεύματος διέγερσης σταθερή ή να αλλάξουμε την φορά του ρεύματος διέγερσης κρατώντας την πολικότητα της πηγής τροφοδοσίας σταθερή.

Ας φέρουμε ένα παράδειγμα που θα μας βοηθήσει να καταλάβουμε την λειτουργία του κινητήρα.

Έστω λοιπόν ένας κινητήρας ισχύος 2,2 Kw κινείται δεξιά - αριστερά. Η κίνηση δεξιά ή αριστερά γίνεται συνεχώς και εναλλάξ, με ενδιάμεσους χρόνους στάσης.

Λειτουργία δεξιά για 30 δευτερόλεπτα - στάση για 5 λεπτά - λειτουργία αριστερά για 30 δευτερόλεπτα - στάση για 5 λεπτά και ούτω καθεξής .

Ο συνολικός χρόνος λειτουργίας είναι μια ώρα μετά την παρέλευση του οποίου σταματάει σε όποια φάση λειτουργίας και αν βρίσκεται.

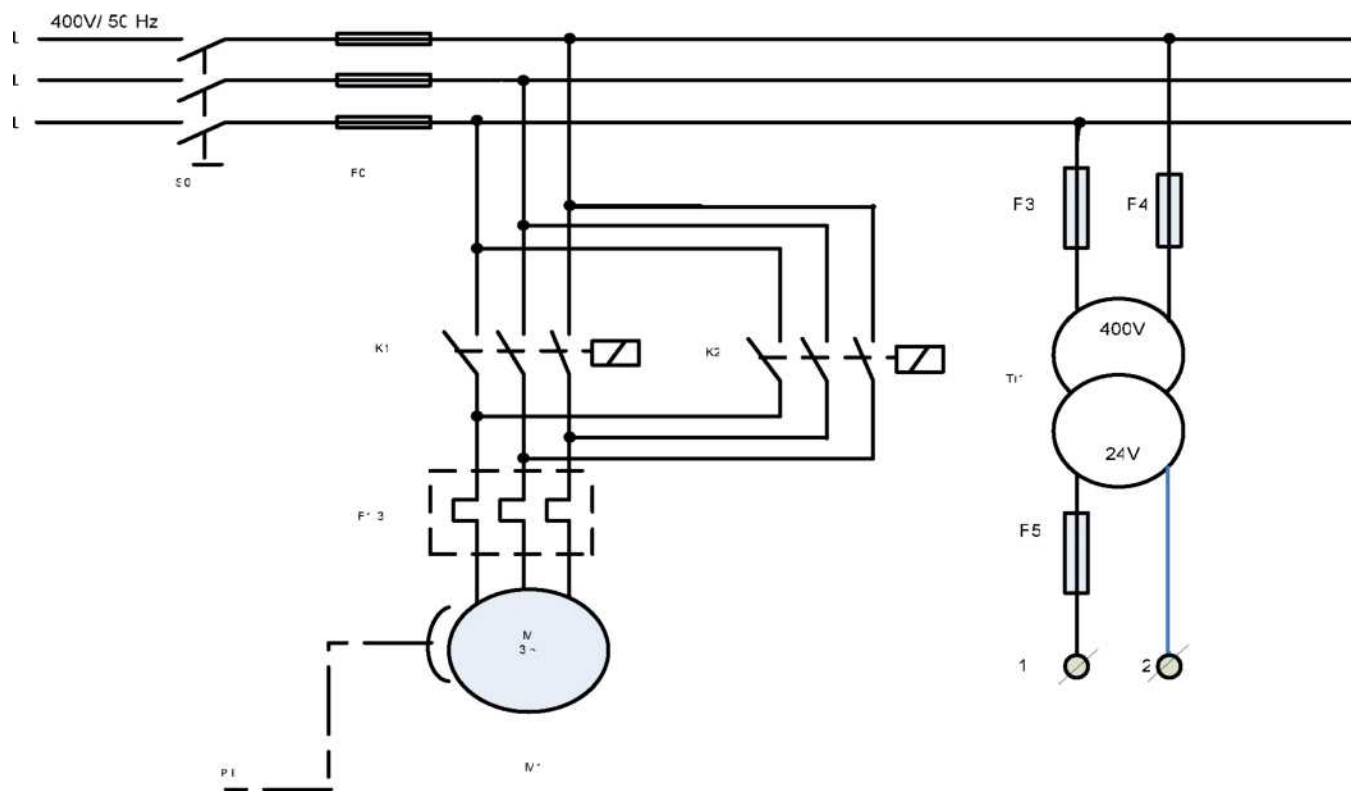
Να σχεδιαστεί το κύριο και το βοηθητικό κύκλωμα (με τάση 24 V) , με τα εξής χαρακτηριστικά:

Να υπάρχει μπουτόν δι (start) για τον αυτόματο κύκλο λειτουργίας.

Μπουτόνς δ_Δ (δεξιά) και δ_Α (αριστερά) για τις manual κινήσεις (προσοχή : όχι αυτόματος κύκλος).

Να προβλεφθούν energy stops στις δύο άκρες του μηχανήματος.

Να προβλεφθεί φωτεινό και ακουστικό σήμα που να ορίζει το τέλος του κύκλου λειτουργίας (το reset θα γίνεται από τα μπουτόνς stops



Στο κύκλωμα έλεγχου έχουμε χρησιμοποιήσει

- 1 Θερμικό(F1) είναι η κλειστή επαφή του θερμικού υπερφόρτισης για την προστασία του κινητήρα από υπερφόρτιση
- 2 ρελέ ισχύος (K1) είναι το ρελέ ισχύος για την δεξιόστροφη λειτουργία (K2) είναι το ρελέ ισχύος για την αριστερόστροφη λειτουργία
- 6 βοηθητικά ρελέ (R1)(R2)(R3)(R4)(R5)(R6) χρησιμοποιούνται για να ελέγξουμε το κύκλωμα όπως εμείς θέλουμε .
- 1 Μπουτάν start (S4) το γενικό start του κυκλώματος.
- 1 stop (S3) το γενικό stop του κυκλώματος.
- Emergency stop(S1) (S2) μπουτόνς με μανδάλωση,

Σκοπός του παραδείγματος είναι να μπορέσουμε να στρέψουμε ένα τριφασικό κινητήρα εναλλασσόμενου ρεύματος , πρώτα δεξιόστροφα και μετά αριστερόστροφα . Αυτό το πετυχαίνουμε με την τοποθέτηση 2 ρελέ ισχύος . Το ένα ρελέ (K1) θα έχει 2 κλειστές επαφές στις γραμμές (7,10) και 2 ανοιχτές στις γραμμές (2,13). Το δεύτερο ρελέ (K2) θα έχει 2 κλειστές επαφές στις γραμμές (1,5) και μια ανοιχτεί στην γραμμή (8). Στο κύκλωμα μας επίσης έχουμε βάλει στην αρχή ένα θερμικό για την προστασία του κυκλώματος. Θέλουμε ο κινητήρας να στρέφεται δεξιόστροφα για κάποια χρονικό διάστημα που έχουμε ορίσει (30") γι' αυτό και έχουμε τοποθετήσει χρονικά. Μόλις ενεργοποιηθεί το χρονικό (T1) το οποίο έχει 1 ανοιχτή επαφή στην γραμμή (5) θα αρχίσει να μετράει (30") μετά το πέρασμα των 30" και την ενεργοποίηση του βοηθητικού ρελέ (B1) θέλουμε να γίνει ΣΤΑΣΗ. Το (R1) έχει 1 κλειστή επαφή στην γραμμή (1) και 1 ανοιχτή στην γραμμή (6) . Με την ενεργοποίηση του χρονικού (T2) το οποίο έχει 1 ανοιχτή επαφή στην γραμμή (7) θα αρχίσει να λειτουργεί ο κινητήρας μας για (5') . Υστέρα όταν ενεργοποιηθεί το ρελέ ισχύος (K2) με κλειστές επαφές στις γραμμές (1,5) και 1 ανοιχτή στην γραμμή (8) ο κινητήρας θα αλλάξει φορά περιστροφής και θα αρχίσει να λειτουργεί αριστερόστροφα μέχρι να ενεργοποιηθεί το χρονικό (T3) με κλειστή επαφή στην γραμμή (10) και να αρχίσει να μετρά

(30"). Με την ενεργοποίηση του βοηθητικού ρελέ (R2) με ανοιχτή επαφή στην γραμμή (7)

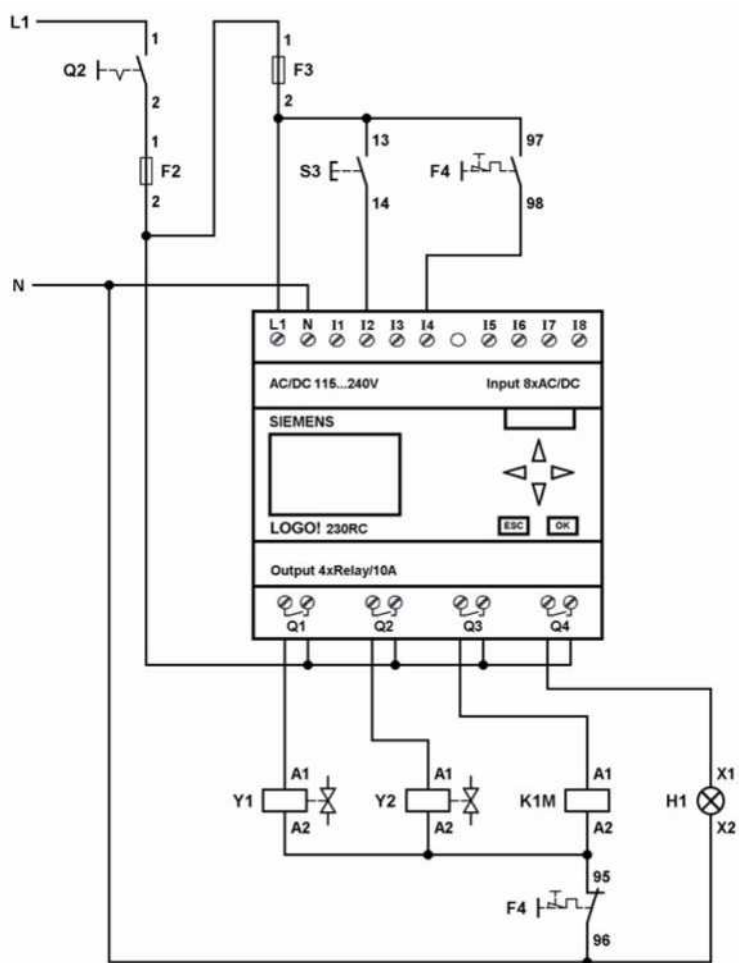
και κλειστή στην γραμμή (11) θα έχουμε και πάλι ΣΤΑΣΗ. Θα ενεργοποιηθεί το χρονικό (T4) με ανοιχτή επαφή στην γραμμή (3) και τέλος το βοηθητικό ρελέ (R3) με κλειστές επαφές στις γραμμές (15,16) και ανοιχτή στην γραμμή (14). Η κλειστή επαφή του R4 στον πρώτο κλάδο είναι για το σταμάτημα του αυτοματισμού μετά το πέρας του συνολικού χρόνου λειτουργίας (1 ώρα).

Στο κύκλωμα όμως έχουμε κ το χρονικό (T5) με ανοιχτή επαφή στην γραμμή (17) και τα βοηθητικά ρελέ (R6) με ανοιχτές επαφές στις γραμμές (8,9) και ανοιχτή στην γραμμή (9) το βοηθητικό ρελέ (R5) με κλειστές επαφές στις γραμμές (2,4,13) και ανοιχτή στην γραμμή (4) και τέλος το βοηθητικό ρελέ (R4) με μια ανοιχτή επαφή στην γραμμή (18) . Αυτά τα ρελέ συσχετίζονται με το emergency stop που έχουμε στο κύκλωμα σε περίπτωση ανάγκης . Για την σωστή λειτουργία του κυκλώματος έχουμε ένα buzzer το οποίο θα ακουστεί όπως και ένα λαμπάκι LED το οποίο θα ανάψει.

Το κύκλωμα μας ξεκινά με ένα θερμικό (R1) όταν πατήσουμε το μπουτον start (S4) ρεύμα θα περάσει μέσα από την κλειστή επαφή (Π1) το ρελέ ισχύος (K1) θα οπλίσει και ο κινητήρας θα αρχίσει να στρέφεται δεξιόστροφα (M1).

Μετά το πέρας των 30 δευτερολέπτων το χρονικό T1 θα κλείσει και θα ξεκινήσει να το χρονικό T2 το οποίο είναι το χρονικό στάσης. Ο χρόνος στάσης είναι ένα λεπτό.

Από εκεί μόλις περάσει ο χρόνος τότε ο κινητήρας δουλεύει αριστερόστροφα για 30 δευτερόλεπτα που είναι ρυθμισμένο το χρονικό T3.



Με το πέρας του χρόνου τότε ο κινητήρας σταματάει και χρονικό T4 το οποίο είναι χρονικό στάσης

Μόλις περάσει ο χρόνος ο οποίος είναι ένα λεπτό τότε ξεκινάει ο κινητήρας να δουλεύει δεξιόστροφα και συνεχίζει μέχρι να περάσει ο τελικός χρόνος ο οποίος είναι ρυθμισμένος στο χρονικό T5 ο οποίος είναι μία ώρα.

Επίσης όλες οι ανοιχτές επαφές του (K1) θα κλείσουν άρα θα περάσει ρεύμα από τις επαφές (B5,B5) και θα ενεργοποιηθεί το χρονικό (T1) για 30" έτσι όλες οι επαφές του χρονικού (T1) θα κλείσουν, θα περάσει ρεύμα από την επαφή (K2) και θα οπλίσει το βοηθητικό ρελέ (B1) το οποίο θα κάνει μια στάση στον κινητήρα μας .

Όταν οπλίσει το ρελέ (R1) οι επαφές του θα κλείσουν και έτσι θα ενεργοποιηθεί το χρονικό (T2) για 5', οι επαφές του (T2) θα κλείσουν, θα περάσει ρεύμα από την επαφή του βοηθητικού ρελέ (T2) όπως και από του ρελέ ισχύος (T1) και έτσι θα οπλίσει το 2ο ρελέ ισχύος του κυκλώματος (K2) το οποίο θα αλλάξει κ την φορά του κινητήρα από δεξιά προς αριστερά. (M1). Η κλειστή επαφή του K2 στον πρώτο κλάδο είναι για την μη ταυτόχρονη λειτουργία του K1 όταν εργάζεται ο K2. Αλλιώς ονομάζεται μανδάλωση και είναι πολύ σημαντική η ύπαρξή της

Όλες οι επαφές του (K2) θα κλείσουν θα περάσει ρεύμα από τις κλειστές επαφές (B6,B6) και θα ενεργοποιηθεί το χρονικό (T3) για 30". Όλες οι ανοιχτές επαφές του (T3) θα κλείσουν θα περάσει ρεύμα από την επαφή του ρελέ ισχύος (K1) και θα οπλίσει το βοηθητικό ρελέ (R2) το οποίο θα κάνει ΣΤΑΣΗ στον κινητήρα μας .Οι επαφές του (B2) θα κλείσουν τότε θα περάσει ρεύμα κ θα ενεργοποιήσει το χρονικό (T4) για 5'.Τελος θα ενεργοποιηθεί το βοηθητικό ρελέ (R3) μέσω των κλειστών επαφών (K1,R5) το οποίο θα σταματήσει τον κινητήρα μας για 1 ώρα. Από την κλειστή επαφή του (R3) θα ενεργοποιηθεί κ το χρονικό (T5). Με το χρονικό (T5) κλείνουν οι ανοιχτές επαφές του και έτσι οπλίζει το βοηθητικό ρελέ (R4) κλείνουν οι επαφές του ρελέ και έχουμε ένα ηχητικό σήμα ενός buzzer όπως και το άνοιγμα ενός

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**Γενικά για τα PLC**

Στον χώρο του βιομηχανικού αυτοματισμού ο προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής ο οποίος συμβολίζεται και σαν P.L.C (programmable logic controller) παρουσίασε με την εμφάνιση του, την δεκαετία του '70, μια σημαντική εξέλιξη έναντι των παραδοσιακών ηλεκτρομηχανικών και ηλεκτρονικών κυκλωμάτων. Η σημαντικότερη διαφορά είναι ότι στην περίπτωση των PLC τα κυκλώματα αυτοματισμού δεν πραγματοποιούνται με την λεγόμενη «Συρματωμένη λογική» αλλά με πρόγραμμα ή όπως αλλιώς λέγεται με την «προγραμματιζόμενη λογική».

Τα PLC's έκαναν την εμφάνισή τους στο τέλος της δεκαετίας του 1960 για τις ανάγκες αυτοματοποίησης της αμερικανικής βιομηχανίας αυτοκινήτων και η εφαρμογή τους τείνει να αντικαταστήσει πλήρως τον κλασικό αυτοματισμό , ο οποίος χρησιμοποιεί υλικά ηλεκτρομηχανικής τεχνολογίας. Από εκείνη την εποχή και μέχρι σήμερα έχουν αναπτυχθεί τόσο έτσι ώστε να αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι κάθε μορφής βιομηχανικού αυτοματισμού και όχι μόνο. Βασικό στοιχείο του PLC είναι ο μικροεπεξεργαστής ο οποίος έχει την μορφή ολοκληρωμένου κυκλώματος και συνδυάζει τα πλεονεκτήματα του μικρού μεγέθους , του εύκολου προγραμματισμού , της υψηλής αξιοπιστίας και του χαμηλού κόστους .Ο μικροεπεξεργαστής μπορεί με τον κατάλληλο κάθε φορά προγραμματισμό να

συμπεριφέρεται διαφορετικά και να εκτελεί μία ποικιλία λειτουργιών σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προβλήματος. Σε αυτήν την ιδιότητα, δηλαδή ότι μπορεί να κάθε φορά να προγραμματίζεται διαφορετικά, οφείλει και την ονομασία του: "PROGRAMABLE". Ο βασικός λόγος της ανάπτυξης μίας τέτοιας συσκευής ήταν το πολύ μεγάλο κόστος κατασκευής και συντήρησης των πολύπλοκων μονάδων αυτοματισμού που αποτελούνταν από μηχανολογικό και ηλεκτρικό εξοπλισμό όπως: ηλεκτρονόμοι (ρελέ), βοηθητικές επαφές, χρονικά κ.τ.λ.

ΜΙΑ ΠΡΩΤΗ ΓΝΩΡΙΜΙΑ ΜΕ ΤΑ PLC

Το PLC είναι μια ηλεκτρονική διάταξη η οποία από την άποψη της λειτουργίας θα μπορούσε να προσομοιωθεί με ένα πίνακα αυτοματισμού. Έχει δηλαδή εισόδους και εξόδους που συνδέονται με τα στοιχεία μιας εγκατάστασης και βέβαια ένα αλγόριθμο που καθορίζει ότι κάποιος συνδυασμός εισόδων παράγει ένα αποτέλεσμα στις εξόδους (πχ η ενεργοποίηση ενός τερματικού διακόπτη σταματά έναν κινητήρα). 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 τη CPU η οποία περιέχει την λογική του αυτοματισμού και η οποία αφού διαβάσει την κατάσταση των εισόδων (INPUT MODULES) ενεργοποιεί τις εξόδους (OUTPUT MODULES) συμφωνά με τους κανόνες (πρόγραμμα) που έχουμε αποθήκευση στην μνήμη του. Βεβαίως 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 σπλίζει ένα ρελε και μέσω αυτού ενεργοποιεί μια διάταξη κίνησης, φωτισμού κλπ. Αυτό που απομένει είναι η "λογική", δηλαδή πότε πρέπει να σπλίζει το ρελε. Αυτή η λογική είναι το πρόγραμμα του PLC που συντάσσεται σε συγκεκριμένη γλώσσα με τη βοήθεια ειδικού λογισμικού, και αποθηκεύεται στη μνήμη του PLC. Έτσι τώρα το συνολικό του συστήματος λειτουργεί ως εξής:

Αρχικά η CPU διαβάζει τις εισόδους, δηλαδή παρατηρεί την κάθε είσοδο, και αν σε αυτή εμφανιστεί τάση (που σημαίνει ότι έχει κλείσει ο διακόπτης) καταχωρεί ένα λογικό 1 σε μια περιοχή της μνήμης του που είναι ειδική για αυτό τον σκοπό. Η περιοχή αυτή περιέχει σε κάθε στιγμή την κατάσταση των εισόδων και λειτουργεί σαν ενδιάμεσος σταθμός ανάμεσα στον "έξω κόσμο" και την CPU. Στην συνέχεια εκτελείται το πρόγραμμα δηλαδή εξετάζεται η τιμή των εισόδων και αποφασίζεται η τιμή της εξόδου η οποία και καταχωρείται σε μια αντίστοιχη περιοχή μνήμης εξόδου. Τέλος, η περιοχή της μνήμης εξόδου μεταφέρεται στην κάρτα εξόδου και διεγείρει με τη σειρά της το ρελε. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται από

την αρχή και διαρκώς δηλαδή ξαναδιαβάζεται που μπορεί τώρα να έχει διαφορετική τιμή κλπ. Η διαδικασία αυτή λέγεται κυκλική επεξεργασία στο PLC ή κύκλος ανίχνευσης. 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 να μην συμβαίνει), όμως ο κύκλος του PLC είναι τόσο σύντομος (τυπικά μερικά ms) που ακόμα και αν αλλάξει κατάσταση η είσοδος, η CPU θα τον αντιληφθεί στον αμέσως επόμενο κύκλο και θα δράσει ανάλογα με καθυστέρηση μόνο χιλιοστών του second. Φυσικά για ιδιαίτερα κρίσιμες εισόδους υπάρχουν τεχνικές που επιτρέπουν την ακαριαία πληροφόρηση και

δράση της CPU. Εδώ θα πρέπει 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).

Υλικά Για Τον Έλεγχο Μιας Εγκατάστασης Μέσω P.L.C

Στο επόμενο σχήμα παρουσιάζεται η δομή την οποία πρέπει να έχουμε σε μια εφαρμογή ελέγχου μέσω PLC. Αυτή αποτελείται :

SOFTWARE: Είναι το πρόγραμμα (γλώσσα) με το οποίο ο άνθρωπος επικοινωνεί με την PLC.

ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ: Το χρειάζεται το PLC για την τροφοδοσία του.

CPU: Είναι ο εγκέφαλος του συστήματος εδώ περιέχονται και εκτελούνται τόσο το λειτουργικό πρόγραμμα του PLC όσο και το πρόγραμμα του χρήστη.

ΚΑΡΤΕΣ ΕΙΣΟΔΟΥ: Είτε ψηφιακές, είτε αναλογικές, αυτές έχουν τον ρόλο να μετατρέπουν τα σήματα της εγκατάστασης σε σήματα τα οποία μπορεί να επεξεργαστεί η CPU.

ΚΑΡΤΕΣ ΕΞΟΔΟΥ: Είτε ψηφιακές, είτε αναλογικές, αυτές έχουν τον ρόλο να μετατρέπουν τα σήματα που έχει ήδη επεξεργαστεί η CPU σε κατάλληλες τάσεις τις οποίες στέλνουμε προς την εγκατάσταση.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ PLC ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟΝ ΚΛΑΣΙΚΟ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟ

- Είναι συσκευές γενικής χρήσης (δεν είναι κατασκευασμένα για ένα συγκεκριμένο είδος εφαρμογής).

Δεν ενδιαφέρει ο συνολικός αριθμός των επαφών, χρονικών, απαριθμητών (δεν είναι φυσικά στοιχεία, αλλά στοιχεία μνήμης)

- Η λειτουργία του αυτοματισμού μπορεί να αλλάξει σε οποιοδήποτε στάδιο θελήσουμε.
- Εύκολος οπτικός έλεγχος της λειτουργίας ή μη στοιχείων της εγκατάστασης με την βοήθεια των LED που υπάρχουν σε όλες τις κάρτες.
- Με την βοήθεια της προγραμματίστριας μπορούμε να παρακολουθήσουμε την ροή της εκτέλεσης του προγράμματος και μέσω διαγνωστικών να εντοπίσουμε τυχόν βλάβες.
- Κάθε αλλαγή στο πρόγραμμα του χρήστη αποθηκεύεται στην μνήμη του PLC, έτσι ο τεχνικός δεν βρίσκεται προ απρόοπτου να διαβάζει ένα σχέδιο και άλλο να βρίσκεται

πραγματικά στην εγκατάσταση.

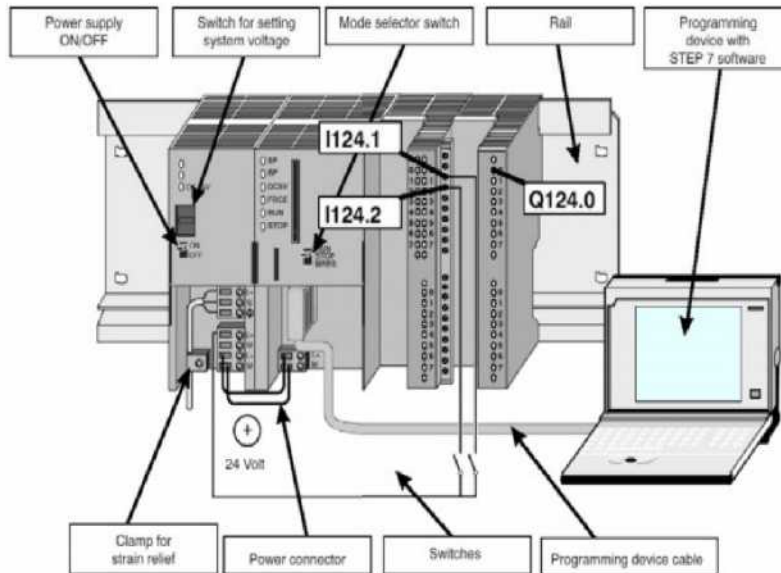
- Τα PLC καταλαμβάνουν πολύ μικρό χώρο απ' ότι ένα αντίστοιχος πίνακας αυτοματισμού.
- Μπορούν να τοποθετηθούν και μέσα σε πεδίο ισχύος χωρίς πρόβλημα εφ' όσον τηρήσουμε τις οδηγίες του κατασκευαστή.
- Έχουμε την δυνατότητα να συνδέσουμε επάνω τους οθόνες, εκτυπωτές, πληκτρολόγια και ΗΜΙ συστήματα.
- Οι γλώσσες προγραμματισμού καλύπτουν όλο το φάσμα των ανθρώπων που καλούνται να ασχοληθούν με την τεχνολογία αυτή.
- Είναι επεκτάσιμα.
- Έχουν μεγάλες δυνατότητες δικτύωσης με πρότυπα βιομηχανικά δίκτυα.
- Μας δίνουν δυνατότητα αντιγραφής εφαρμογών.
- Απαιτούν ελάχιστη συντήρηση.

ΠΟΥ ΤΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕ

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

ΒΑΣΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΩΝ PLC

Κάθε PLC μπορεί να δομηθεί από επιμέρους μονάδες ανάλογα με την εφαρμογή για την οποία θα χρησιμοποιηθεί. Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται τα βασικά στοιχεία



μιας απλής εφαρμογής.

ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΑΤΜΟΥΔΡΟΘΑΛΑΜΟΥ ΛΕΒΗΤΑ

Οι ατμοπαραγωγοί συγκαταλέγονται στις σημαντικότερες και συνηθέστερες πηγές ισχύος των πλοίων είτε αποτελούν τμήμα του κύριου συστήματος κινήσεως με ατμοστρόβιλο είτε τροφοδοτούν βοηθητικά συστήματα όπως ατμοκινητήρες για τις αντλίες του φορτίου, διατάξεις για εκκίνηση μηχανών DIESEL κλπ. Η παρούσα ενότητα παρουσιάζει το πνευματικό σύστημα ελέγχου, που χρησιμοποιείται για συνεχή ρύθμιση της στάθμης του νερού στον ατμοϋδροθάλαμο του λέβητα.

Σε μια μεγάλη κατηγορία ατμοπαραγωγών (λέβήτων), ο ατμός διαχωρίζεται από το νερό σε ατμοϋδροθάλαμο (BOILER DRUM), δηλαδή σε ένα οριζόντιο κυλινδρικό δοχείο πίεσεως, τοποθετημένο ψηλότερα από τους αυλούς του λέβητα. Το νερό, ως πυκνότερο, συλλέγεται στο κατώτερο μέρος του θαλάμου, ενώ ο ατμός συγκεντρώνεται στο ανώτερο μέρος. Ο ατμοϋδροθάλαμος περιέχει επίσης σχάρες, που βοηθούν στο διαχωρισμό νερού - ατμού.

Όταν υπάρξει ζήτηση ισχύος, ο παραγόμενος ατμός διοχετεύεται στην κατανάλωση από το ανώτερο τμήμα του θαλάμου. Η απομάκρυνση του ατμού μειώνει την πίεση με αποτέλεσμα να ατμοποιηθεί ένα τμήμα του νερού που περιέχεται στον ατμοϋδροθάλαμο. Η αναγκαία για την ατμοποίηση θερμότητα αποδίδεται ξανά στο νερό μέσω των αυλών του

λέβητα, οι οποίοι επίσης απολήγουν στον ατμοϋδροθάλαμο. Έτσι, ο ατμοϋδροθάλαμος αποτελείτο σημείο αναμείξεως δύο κυκλοφοριών: μιας εσωτερικά στο λέβητα για τη μεταφορά ενέργειας από τα καυσαέρια στο νερό, και μιας δια μέσου του λέβητα για τη μετατροπή του νερού τροφοδοσίας σε ατμό.

Για να επιτελεί τη λειτουργία του διαχωρισμού, ο ατμοθάλαμος πρέπει να διατηρεί συνεχώς τη στάθμη του νερού σε ένα ενδιάμεσο επίπεδο. Η ενδιάμεση αυτή στάθμη αντιστοιχεί στο μέσο του δοχείου ή γενικότερα, σε κάποιο σημείο της γεωμετρίας του θαλάμου όπου η διαχωριστική επιφάνεια ατμού νερού να είναι η μέγιστη δυνατή, έτσι ώστε να διευκολύνεται η γρήγορη αλλαγή φάσεως του νερού και επομένως και η ταχεία αποκατάσταση της θερμοδυναμικής ισορροπίας.

Η καλή λειτουργία των κινητήρων στηρίζεται στην αποδοτική λίπανση, που με τη σειρά της εξαρτάται από τη σωστή και συστηματική απομάκρυνση θερμότητας (ψύξη) του λιπαντικού. Η παρούσα ενότητα παρουσιάζει απλή ηλεκτρονική διάταξη ελέγχου, που χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας του λαδιού σε μηχανές εσωτερικής καύσεως. Ο σχεδιασμός των ΜΕΚ προβλέπει συγκεκριμένες προδιαγραφές για τη θερμοκρασία του λιπαντικού λαδιού. Εάν η θερμοκρασία του λαδιού είναι υψηλή, υπάρχει ο κίνδυνος υπέρμετρης αυξήσεως της τριβής στα έδρανα και τις άλλες επιφάνειες ολισθήσεως στον κινητήρα με αποτέλεσμα την ταχύτερη φθορά όλων των στρεφόμενων μερών και εντέλει την καταστροφή της μηχανής. Ταυτόχρονα, η αυξημένη θερμοκρασία σημαίνει μειωμένη απαγωγή θερμότητας από τα σημεία έντονης θερμικής καταπόνησεως, όπως οι βαλβίδες ή οι θυρίδες εξαγωγής, τα οποία σύντομα καταρρέουν (καίγονται). Σε κάθε περίπτωση, και τα δύο παραπάνω φαινόμενα οδηγούν τον κινητήρα σε μη κανονικές συνθήκες λειτουργίας με χαμηλή ενεργειακή απόδοση και ατελή καύση, που παράγει ρύπους. Ανάλογα, αν και λιγότερο έντονα, φαινόμενα συμβαίνουν και στη περίπτωση που η θερμοκρασία του λαδιού είναι χαμηλή. Το “ ψυχρό ” λάδι έχει αυξημένο ιξώδες, κάτι που δεν συμφωνεί με την προδιαγραφή σχεδιασμού των δράσεων του κινητήρα. Επομένως, οι τριβές καταναλώνουν υπέρμετρα μεγάλο ποσοστό της παρεχόμενης στον κινητήρα ισχύος, με αποτέλεσμα ο κινητήρας να λειτουργεί με μικρή απόδοση μηχανικής ισχύος και ατελή καύση που επιβαρύνει το περιβάλλον.

Επομένως, η διατήρηση της θερμοκρασίας λαδιού του κινητήρα συμβάλλει:

- Στον περιορισμό των απαιτήσεων έκτακτης συντηρήσεως του κινητήρα που επιδρά άμεσα στην αντίστοιχη εξοικονόμηση δαπανών συντηρήσεως και έμμεσα στη διασφάλιση της απρόσκοπτης λειτουργίας του πλοίου.
- Στην αποδοτική εκμετάλλευση του κινητήρα, που έχει επίπτωση όχι μόνο στο χαμηλότερο κόστος καυσίμου αλλά και στον περιορισμό της περιβαλλοντικής επιβαρύνσεως από τις εκπομπές καυσαερίων, τις διαρροές λιπαντικού κλπ.
- Στην ασφαλή λειτουργία και τη διάρκεια ζωής της μηχανής.

Το λάδι ψύχεται σε εναλλάκτη (ψυγείο), όπου μεταφέρει τη θερμότητα του στο νερό ψύξεως. Στόχος του συστήματος ελέγχου είναι να ρυθμίζει τη ροή του νερού στο ψυγείο και να διατηρεί τη θερμοκρασία του λαδιού σταθερή παρά τις αλλαγές στις στροφές και το φορτίο του κινητήρα.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΣΩ PLC

- 1) Ξεκινάμε πατώντας το διακόπτη ON ο οποίος δίνει ρεύμα στο κύκλωμα μας. Από εκεί ξεκινάει να δουλεύει το χρονικό λειτουργίας το οποίο ρυθμίζει την ώρα λειτουργίας του αυτοματισμού. Η λειτουργία του κυκλώματος είναι ρυθμισμένο στην μία ώρα.
- 2) Επίσης το ρεύμα πάει και στο πρώτο ρελέ ισχύος του κυκλώματος το οποίο λειτουργεί μέχρι το κύκλωμα να κάνει τον κύκλο του. Σε κάθε ολοκλήρωση κύκλου στο ρελέ ισχύος No 1 θα γίνεται reset επειδή το κύκλωμα θα επανέρχεται στο αρχικό στάδιο.
- 3) Από εκεί το ρεύμα πηγαίνει προς το χρονικό No 1 το οποίο είναι το χρονικό που μετράει τον χρόνο που θα δουλέψει το μοτέρ δεξιόστροφα για τον χρόνο τον οποίο το έχουμε ρυθμίσει. Στο κύκλωμα μας είναι στα 30sec. Μόλις περάσουν τα 30sec τότε το ρεύμα θα περάσει από την πύλη not που υπάρχει και θα σταματήσει να δουλεύει το μοτέρ μας δεξιόστροφα.
- 4) Επίσης με το πέρας τον 30 δευτερολέπτων θα πάρει ρεύμα το χρονικό No 2 και το βοηθητικό ρελέ No 1.
- 5) Το χρονικό No 2 είναι ρυθμισμένο στα 5 λεπτά. Όσο το χρονικό No 2 λειτουργεί το σύστημα μας είναι σε στάση.
- 6) Το βοηθητικό ρελέ No 1 θα είναι σε λειτουργία μέχρι να γίνει το reset μετά το τέταρτο στάδιο λειτουργίας.
- 7) Μετά το πέρας τον 5 λεπτών το χρονικό No 2 θα αφήσει το ρεύμα να περάσει ώστε να δουλέψει το χρονικό No 3 και το ρελέ ισχύος No 2. Σε αυτό το στάδιο το μοτέρ μας λειτουργεί αριστερόστροφα.
- 8) Το χρονικό No 3 είναι ρυθμισμένο να δουλέψει για 30 δευτερόλεπτα. Το ρελέ ισχύος θα δουλεύει μέχρι το κύκλωμα μας να κάνει τον κύκλο λειτουργίας του.
- 9) Μετά το πέρας του χρόνου θα επιτρέψει το ρεύμα να περάσει στο χρονικό No 4 το οποίο είναι και το τελευταίο χρονικό στο κύκλωμα μας.

10) Επίσης θα δώσει ρεύμα και στο βοηθητικό ρελέ Νο 2 το οποίο θα δουλεύει μέχρι την ολοκλήρωση όλων των σταδίων λειτουργίας του κυκλώματος.

11) Το χρονικό Νο 4 είναι ρυθμισμένο στα 5 λεπτά στα οποία το σύστημα μας είναι σε στάση.

12) Το βοηθητικό ρελέ Νο 2 θα είναι σε λειτουργία μέχρι να ξεκινήσει ξανά από την αρχή το κύκλωμα μέσω τις διακλάδωσης που περνά από το κέντρο συγκέντρωσης M 1.

13) Το M 1 στέλνει σήμα στο χρονικό λειτουργίας και έτσι κάνει επανεκκίνηση το κύκλωμα.

Από το M 1 η ίδια διαδικασία γίνεται από την αρχή μέχρι το πέρας της ώρας του χρονικού λειτουργίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Λογικές Πύλες

Μία λογική πύλη είναι ηλεκτρονικό κύκλωμα το οποίο πραγματοποιεί μία λογική πράξη στις εισόδους της και παράγει μία έξοδο. Οι λογικές πύλες έχουν δημιουργηθεί για να δουλεύουν στο δυαδικό σύστημα. Στα ηλεκτρονικά κυκλώματα ως λογικό 0 θεωρείται η τάση εκείνη η οποία είναι κάτω από ένα κατώφλι που έχουν ορίσει οι κατασκευαστές της λογικής πύλης (πχ 0,5v). Αντίστοιχα το λογικό 1 αντιστοιχεί σε τάση η οποία υπερβαίνει κάποια τάση

(συνήθως 5v αλλά οι τελευταίες τεχνολογίες έχουν καταφέρει να μειώσουν την τάση αυτή). Με άλλα λόγια το λογικό 0 αντιστοιχεί στην τάση γείωσης και το λογικό 1 σε τάση

τροφοδοσίας. Υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες κατασκευής πυλών, όπως η CMOS.

Πύλη NOT

Η πύλη NOT (OXI) έχει μόνο μία είσοδο και δίνει μόνο μία έξοδο. Η λειτουργία της είναι η αντιστροφή του λογικού σήματος της εισόδου. Ο πίνακας αληθείας της πύλης είναι:

Πύλη AND

Η πύλη AND εκτελεί την λογική πράξη AND (ΚΑΙ) μεταξύ των εισόδων της. Η πράξη AND στην άλγεβρα BOOLE συμβολίζεται με επί (*).

Πύλη OR

Η πύλη OR εκτελεί την λογική πράξη OR (Η') μεταξύ των εισόδων της. Η πράξη OR στην άλγεβρα BOOLE συμβολίζεται με το συν (+).

Χρονικά

Στο σχέδιο μας έχουμε χρησιμοποιήσει κάποια χρονικά. Με αυτά ρυθμίζουμε το χρόνο των

οποίο θέλουμε μια σειρά πυλών να δουλέψει για τον χρόνο που εμείς θέλουμε. Έχουμε χρησιμοποιήσει τέσσερα χρονικά delay off και δύο χρονικά delay on. Τα χρονικά delay on τα έχουμε χρησιμοποιήσει για να δώσουμε τον χρόνο τον οποίο θέλουμε να δουλεύει το κύκλωμα μας στις τέσσερις φάσεις λειτουργίας (δεξιόστροφα, στάση, αριστερόστροφα, στάση). Το ένα χρονικό delay on τα έχουμε χρησιμοποιήσει για να δώσουμε το χρόνο λειτουργίας όλου του προγράμματος και το τελευταίο χρονικό delay on το έχουμε χρησιμοποιήσει ως βοηθητικό χρονικό λειτουργίας.

Σημαία

Η σημαία μας βοηθάει σαν διακλάδωση του τελευταίου κόμβου έτσι ώστε να μπορέσουμε να κάνουμε reset στο κύκλωμα μας.

Διακόπτες

Στο κύκλωμα μας έχουμε τέσσερις διακόπτες. Ο ένας διακόπτης είναι το ON και οι υπόλοιποι είναι τα OFF (όπως μας έχει ζητηθεί από την άσκηση). Ο κάθε διακόπτης OFF απομονώνει το κύκλωμα σε όποια κατάσταση και αν είναι.

Εισοδος

Η είσοδος είναι η πηγή η οποία ξεκινάει το “ρεύμα” να διατρέχει το κύκλωμα. Λειτουργεί σαν διακόπτης αλλά δεν έχει επαναφορά, δηλαδή το κύκλωμα διατρέχετε από ρεύμα μέχρις ότου το διακόψουμε εμείς.

Έξοδος

Η έξοδος είναι η πηγή κατανάλωσης του ρεύματος το οποίο διατρέχει το κύκλωμα μας. Αυτό στην πραγματικότητα μπορεί να είναι οτιδήποτε έχει κατανάλωση ρεύματος.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

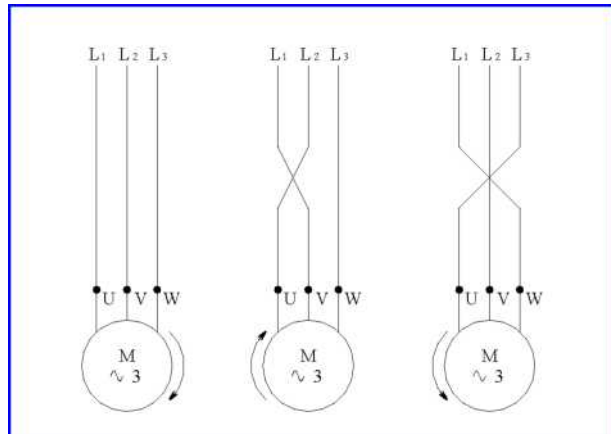
Αλλαγή φοράς περιστροφής ασύγχρονου κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα. (με και χωρίς μεσολάβηση stop)

Θεωρητικά.

Για να αλλάξουμε φορά περιστροφής σ' ένα κινητήρα, πρέπει να αλλάξουμε την φορά περιστροφής του στρεφόμενου μαγνητικού πεδίου. Για να αλλάξουμε την φορά περιστροφής του στρεφόμενου μαγνητικού πεδίου αρκεί να αντιμεταθέσουμε δύο από τις τρεις φάσεις Κ,δ,Τ. Δείτε την διπλανή εικόνα.

Στην αυτόματη αλλαγή περιστροφής η αντιμετάθεση των δύο φάσεων γίνεται μεταξύ των δύο ηλεκτρονόμων.

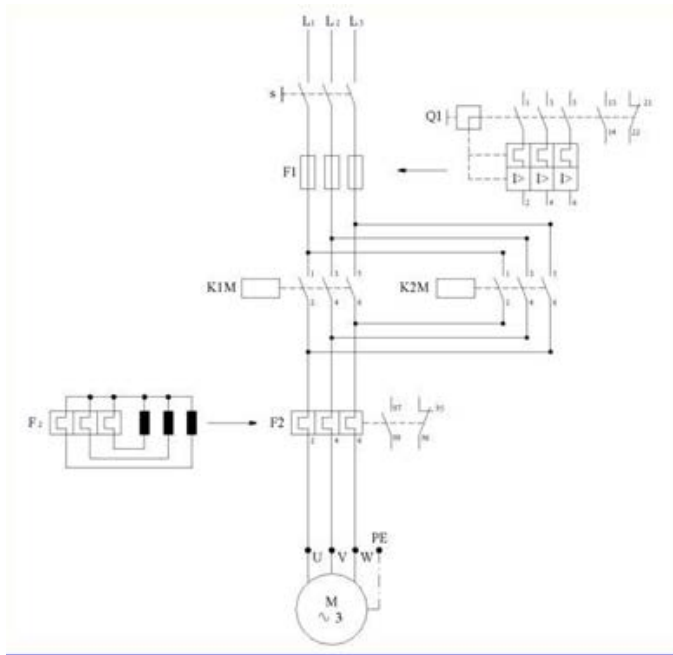
Σκοπός της άσκησης είναι να καταλάβει ο σπουδαστής πως γίνεται η αλλαγή φοράς περιστροφής και τι είναι η ηλεκτρική και η μηχανική μανδάλωση.



Κυκλώματα.

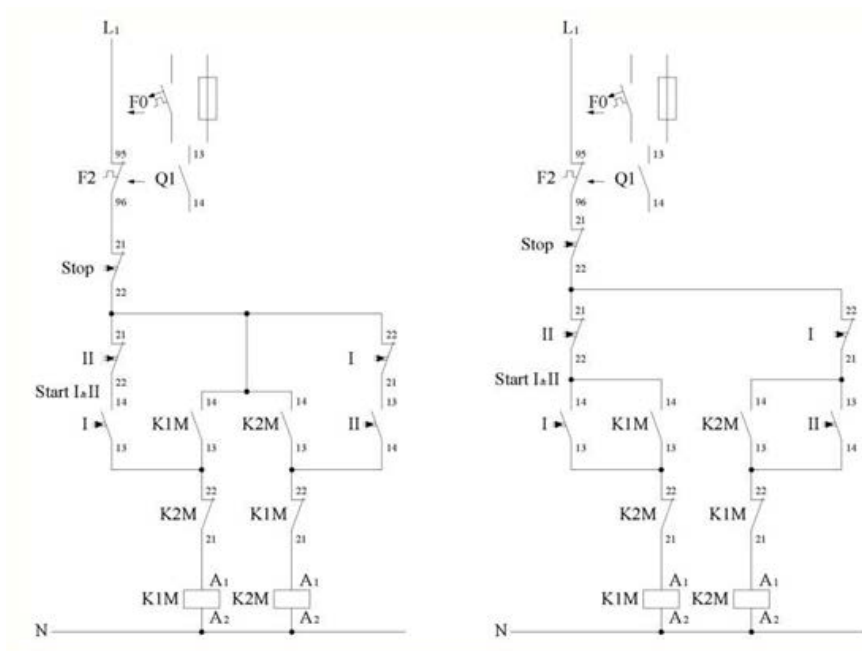
- **Κύκλωμα ισχύος.**

Βλέπουμε ότι το κύκλωμα ισχύος μπορεί να προστατευθεί είτε από συνδυασμό ασφαλειών με θερμικό, είτε μόνο από τον διακόπτη προστασίας 01, είτε από συνδυασμό ασφαλειών με θερμικό συνδεδεμένο στο κύκλωμα μέσω μετασχηματιστή εντάσεως.



- Κυκλώματα ελέγχου.

Το αριστερό κύκλωμα αλλάζει τη φορά περιστροφής με μεσολάβηση του δίο, δηλαδή αφού σταματήσει ο κινητήρας, ενώ το δεξιό χωρίς διαμεσολάβηση stop, δηλαδή ενώ ο κινητήρας βρίσκεται ακόμα σε λειτουργία.



Λειτουργία του αυτοματισμού.

Πατώντας το start I διεγείρεται ο επαφέας K1M και ο κινητήρας περιστρέφεται δεξιόστροφα. Η ανοιχτή βοηθητική επαφή K1M/14-13 που έκλεισε διατηρεί τώρα το κύκλωμα σε συνέχεια ενώ η κλειστή K1M/22-21 που άνοιξε αποτρέπει την διέγερση του K2M. Το τελευταίο, δηλαδή

Πατώντας το start II διεγείρεται ο επαφέας K2M και ο κινητήρας αλλάζει φορά περιστροφής.

Το αν η αλλαγή φοράς περιστροφής γίνει με ή χωρίς τη μεσολάβηση του δίορου εξαρτάτε αποκλειστικά από τη συνδεσμολογία του κυκλώματος ελέγχου.

Σημείωση: Η εξασφάλιση της μη διέγερσης κάποιου ηλεκτρονόμου από κάποιον άλλο που βρίσκετε είδη σε διέγερση αποτελεί την ηλεκτρική μανδάλωση. Επίσης, εκτός της ηλεκτρικής μανδάλωση υπάρχει και η μηχανική μανδάλωση όπου οι ηλεκτρονόμοι συνδέονται μηχανικά.

Παρακάτω είναι το πρόγραμμα για την αλλαγή φοράς περιστροφής

000		I 0.0
001	A	I 0.1
002	=	M 0.0
003		I 0.2
004	AN	I 0.3
005	O	0 0.0
006	AN	0 0.1
007	A	M 0.0
008	=	0 0.0

009		10.3
010	AN	10.2
011	O	0 0.1
012	AN	0 0.0
013	A	M 0.0
014	=	0 0.1

Εκκίνηση ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα βραχυκυκλ δρομέα με αντιστάσεις στον στάτη

Θεωρητικά.Σ' αυτή τη μέθοδο εκκίνησης προσθέτουμε σε σειρά με τα τυλίγματα του στάτη συμμετρικές αντιστάσεις, για να περιορίσουμε το ρεύμα εκκίνησης. Παρακάτω φαίνονται οι χαρακτηριστικές του κινητήρα $I=i'(\eta)$ και $M=i(\eta)$ που δείχνουν τις μεταβολές του ρεύματος συναρτήσει της ταχύτητας στο πρώτο και στο δεύτερο βήμα λειτουργίας καθώς και την μεταβολή της ροπής. **Με ι' το ρεύμα του κινητήρα στο 1ο βήμα (με αντίσταση)**

Με π το ρεύμα του
αντίστασης-

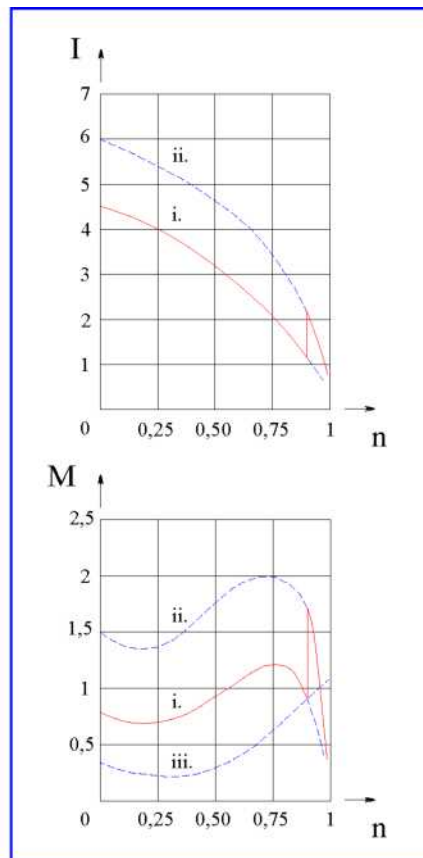
Στην $M=i(\eta)$

Με ι' τη ροπή του
αντίστασης).

Με π τη ροπή του
αντίστασης-

Με ιι' τη ροπή του

Η μέθοδος αυτή
φορτίου με
στο μισό της
μεγάλη αδράνειας



κινητήρα στο 2ο βήμα(χωρίς
απευθείας).

βλέπουμε :

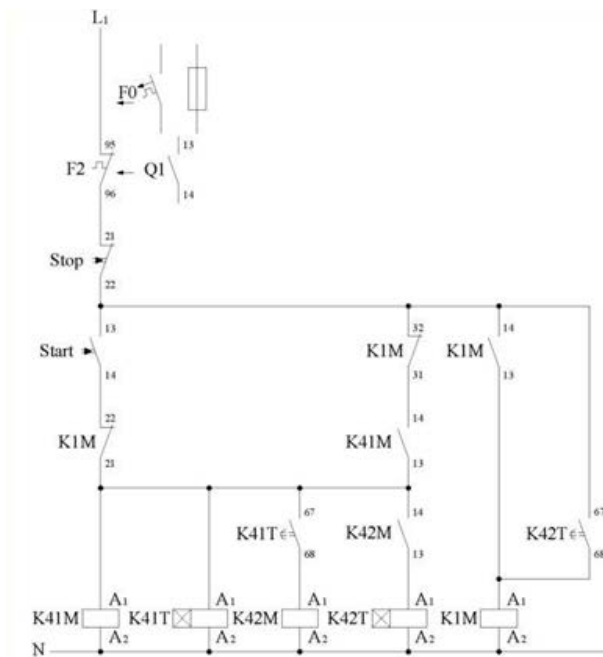
κινητήρα στο 1ο βήμα (με

κινητήρα στο 2ο βήμα (χωρίς
απευθείας).

φορτίου του κινητήρα.

χρησιμοποιείται για μηχανές
αυξανόμενη ροπή ή ροπή γύρω
ονομαστικής ροπής που περιέχουν
μηχανές

βλέπουμε:



Λειτουργία του αυτοματισμού.

Πιέζουμε το start και το ρεύμα μέσω των F2 - stop - start - κλειστή K1M (22 - 21) διεγείρει τον ηλεκτρονόμο K41M ο οποίος και θέτει, στο κύριο κύκλωμα, σε σειρά με το τύλιγμα του στάτη τις αντιστάσεις R1 και R2 με αποτέλεσμα ο κινητήρας να εκκινεί με μειωμένη τάση.

Αφήνοντας το start, αυτό επιστρέφει πίσω στη normal open κατάσταση του και τώρα το ρεύμα περνάει από τις F2 - stop - κλειστή K1M (32 - 31) - τέως ανοιχτή K41 M (14 - 13) επαφές.

Παράλληλα διεγείρετε και το χρονικό K41T το οποίο μετά από λίγα δευτερόλεπτα κλείνει την επαφή χρονοκαθυστέρησης (67 - 68) και διεγείρει τον ηλεκτρονόμο K42M για να βγουν εκτός οι K1 αντιστάσεις και να μείνουν μόνο οι K2 σε σειρά με το τύλιγμα του στάτη (προφανώς, η τάση τώρα στον στάτη είναι αυξημένη και ο κινητήρας βρίσκεται στο δεύτερο βήμα εκκίνησης).

Η ανοιχτή επαφή (14 - 13) του K42M κλείνει και διεγείρετε το χρονικό K42T το οποίο μετά από λίγα δευτερόλεπτα κλείνει την επαφή χρονοκαθυστέρησης (67 - 68) και διεγείρει τον ηλεκτρονόμο K1 M.

Με τη διέγερση του ηλεκτρονόμου K1M οι βοηθητικές του επαφές αλλάζουν κατάσταση. Οι κλειστές του (22 - 21) και (32 - 31) ανοίγουν και οι ηλεκτρονόμοι και τα χρονικά K41 M, K42M, K41 T και K42T αντίστοιχα αποδιεγείροντε. Κατά συνέπεια ανοίγει και η βοηθητική (67 - 68) του χρονικού K42T. Επίσης η ανοιχτή του K1M (14 - 13) κλείνει για να μπορέσει το κύκλωμα να έχει συνέχεια.

Τώρα βγήκαν και οι δύο αντιστάσεις K1 & K2 εκτός, ο στάτης βρίσκεται υπό πλήρη τάση

και ο κινητήρας στο τρίτο και τελευταίο βήμα εκκίνησης.

Εισαγωγή

Με την λέξη «αυτοματισμός» επικράτησε στην καθημερινή ζωή να εννοούμε την υποκατάσταση ανθρώπινης εργασίας από μηχανήματα που μπορούν να εργάζονται με μεγαλύτερη ανεξαρτησία από τους ανθρώπους . Αυτή η άποψη είναι τελείως ξεπερασμένη σήμερα , γιατί παρά πολλά συστήματα αυτοματισμού επιτελούν λειτουργίες που βρίσκονται τελείως έξω από τα όρια των δυνατοτήτων , όχι μόνο με του μέσου ανθρώπου , αλλά και όλων των ανθρώπων μαζί . Πάρα πολλές αυτοματοποιημένες λειτουργίες δεν θα ήταν δυνατό να γίνουν από ανθρώπους έτσι και αλλιώς .

Στο μάθημα αυτό θα χρησιμοποιούμε την λέξη «αυτοματισμός» σαν συντομογραφία της έννοιας «σύστημα αυτοματισμού» . Θα ασχοληθούμε με τις εφαρμογές των συστημάτων αυτοματισμού στην βιομηχανία των μηχανολογικών κατασκευών και της ενέργειας .

Τα συστήματα αυτοματισμού είναι μία ειδική περίπτωση συστημάτων . Ο γενικότερος δυνατός ορισμός της έννοιας «σύστημα» είναι αυτός που χρησιμοποιεί η θερμοδυναμική : Σύστημα είναι ένα πεπερασμένο τμήμα του χώρου με σαφή και πλήρη όρια . Υπάρχει και ένας άλλος ορισμός που χρησιμοποιείται στην θεωρία των συστημάτων : Σύστημα είναι μία ομάδα αντικειμένων που έχουν κάποιους συσχετισμούς μεταξύ τους , τέτοιους ώστε να μπορούμε να τα θεωρήσουμε σαν ένα ενιαίο σύνολο .

Είναι άσκοπο να επιμείνουμε στις λεπτές διαφορές μεταξύ των διαφόρων ορισμών της έννοιας του συστήματος :

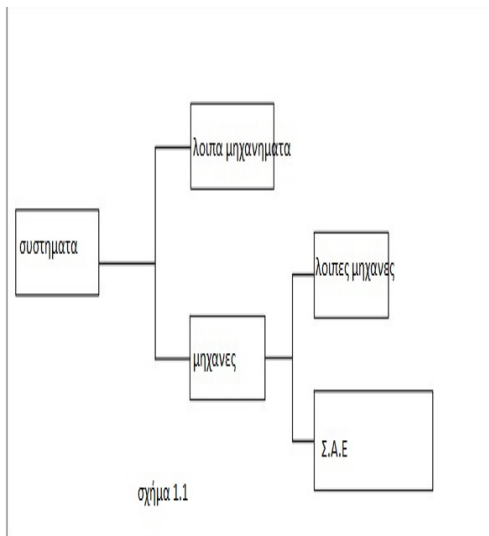
Αλλά σαν σύστημα αυτοματισμού θα θεωρούμε ένα σύστημα , που είναι τέτοιο ώστε σε ορισμένες δράσεις που ασκούμε σ' αυτό , να έχει καθορισμένες και γνωστές μας εκ των προτέρων αντιδράσεις .

Ένα σύστημα αυτοματισμού πρέπει να έχει τα εξής δύο χαρακτηριστικά :

(I) Να υπάρχουν ορισμένα σημεία ή τμήματα του συστήματος , στα οποία να είναι δυνατή η αλλαγή της κατάστασής τους (δηλ. κάποιας ιδιότητας ή ιδιοτήτων τους) με δράση προερχόμενη έξω από το σύστημα και

(II) Να υπάρχουν ορισμένα σημεία ή τμήματα του συστήματος , στα οποία να επέρχεται μια προκαθορισμένη μεταβολή της κατάστασης (δηλ. ιδιότητας ή ιδιοτήτων) σαν συνέπεια των δράσεων στα παραπάνω σημεία του (I) .

Βασικές έννοιες των συστημάτων



Θα αρχίσουμε ήδη από το τμήμα αυτό να χρησιμοποιούμε ένα τρόπο παράστασης των αυτοματισμών, που λέγεται παράσταση με «δομικά διαγράμματα» (BLOCK DIAGRAMS). Στα διαγράμματα αυτά τα δομικά στοιχεία των αυτοματισμών ή και ολόκληροι αυτοματισμοί ή τμήματά

τους, παριστάνονται με απλά ορθογώνια παραλληλόγραμμα, χωρίς να διευκρινίζεται η κατασκευή

τους και η εσωτερική τους οργάνωση. Η έμφαση δίνεται στην περιγραφή των αλληλεπιδράσεων του στοιχείου με το περιβάλλον του. Ο τρόπος αυτός παράστασης, χωρίς να είναι πάντα ο καταλληλότερος, έχει ωστόσο το πλεονέκτημα της γενικότητας, της ανεξαρτησίας δηλαδή από τον

συγκεκριμένο τρόπο κατασκευής των στοιχείων που αποτελούν τον αυτοματισμό, και της απλότητας πράγματα που διευκολύνουν την μαθηματική και την θεωρητική μελέτη των αυτοματισμών.

Στο ακόλουθο σχήμα Σ 1.2 έχουμε την παράσταση σε δομικό διάγραμμα ενός ολόκληρου συστήματος αυτοματισμού T. Ολόκληρος ο T παριστάνεται με ένα ορθογώνιο (BLOCK).

Ένα σύστημα αυτοματισμού είναι μία ειδική περίπτωση μηχανής. Μηχανή γενικά είναι ένα σύστημα που χρησιμοποιούμε για να μεταφέρουμε ή / και να μετατρέψουμε ενέργεια. Στο σύστημα αυτοματισμού η ενέργεια γίνεται δεκτή κατά αυστηρά προκαθορισμένο τρόπο και μετατρέπεται ή μεταφέρεται επίσης κατά αυστηρά προκαθορισμένο τρόπο.

Έτσι έχουμε μία ιεράρχηση των εννοιών «σύστημα», «μηχανή» και «σύστημα αυτοματισμού» σύμφωνα με το σχήμα Σ 1.1. Παρατηρούμε ότι από την ευρύτερη έννοια του συστήματος ως τη στενότερη έννοια του συστήματος αυτοματισμού έχουμε μια ολοένα και ακριβέστερη περιγραφή έννοιας. Οι αυτοματισμοί μας πούμε, είναι τα πιο «συστηματικά», με την καθημερινή έννοια της λέξης, συστήματα. Η συμπεριφορά τους μπορεί να περιγραφεί με μαθηματικές μεθόδους πολύ ευκολότερα και πολύ πιο λεπτομερειακά από την συμπεριφορά των άλλων συστημάτων.

Οι μαθηματικές αυτές μέθοδοι δεν περιορίζονται μόνο σε εξισώσεις και παρόμοιες μαθηματικές εκφράσεις, αλλά και σε χρησιμοποίηση συμβολικών διαγραμμάτων, πινάκων και κωδικοποιήσεων, που περιγράφουν με ακρίβεια όλα τα ουσιώδη μέρη και όλη την λειτουργία ενός αυτοματισμού. Ένα σημαντικό μέρος του μαθήματος είναι αφιερωμένο στις διάφορες αυτές μαθηματικές και συμβολικές μεθόδους περιγραφής των αυτοματισμών.

Εδώ πρέπει να παραδεχτούμε μία όχι και τόσο καλή κατάσταση: Δυστυχώς, τα σύμβολα, εκτός από μερικές ειδικές περιπτώσεις, πολύ απέχουν από του να είναι πραγματικά γενικής αποδοχής. Για το ίδιο πράγμα μπορεί να υπάρχουν και τρία και τέσσερα διαφορετικής εμφάνισης σύμβολα, ανάλογα με τα ισχύοντα πρότυπα στις βιομηχανικά προηγμένες χώρες. Θα καταβληθεί προσπάθεια να χρησιμοποιήσουμε όσο γίνεται λιγότερα, απλούστερα και προπαντός της ευρύτερης αποδοχής (τουλάχιστον στην Ευρώπη) σύμβολα, με την ελπίδα να μην συμβάλλουμε στην σύγχυση και να παρακολουθήσουμε τις προσπάθειες διεθνοποίησης των συμβόλων.

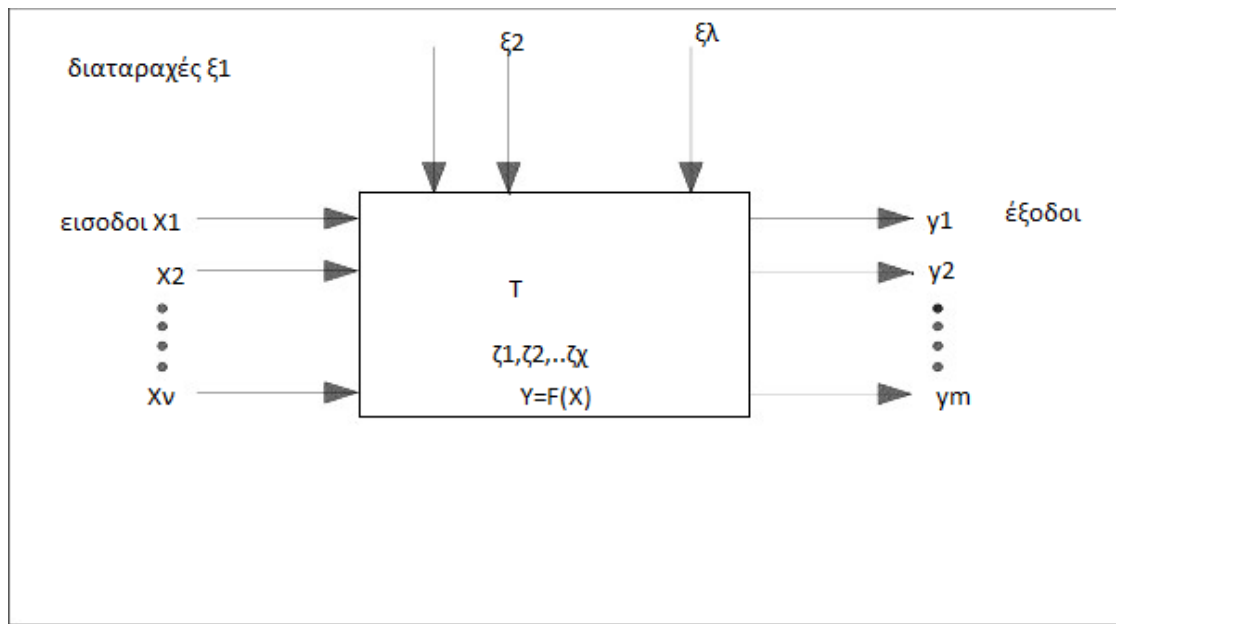
Με βέλη που καταλήγουν στο BLOCK ή φεύγουν από αυτό παριστάνονται οι δράσεις που εφαρμόζουμε επάνω στο σύστημα ή οι αντίστοιχες αντιδράσεις του συστήματος T. Τα βέλη δηλαδή

παριστάνουν τις μεταβολές του τύπου (I) ή (II) που αναφέραμε στα χαρακτηριστικά των αυτοματισμών στο προηγούμενο τμήμα 0.1. Όλες αυτές οι δράσεις και αντιδράσεις μαζί ονομάζονται «σήματα» (SIGNALS). Ένα σήμα του τύπου (I), όπως τα x_1, x_2, \dots, x_n , ονομάζεται «σήμα

εισόδου» (INPUT SIGNAL) ή απλά «είσοδος» (INPUT) του αυτοματισμού T. Ενώ ένα σήμα του τύπου (II), όπως τα y_1, y_2, \dots, y_n , ονομάζεται «σήμα εξόδου» (OUTPUT SIGNAL) ή απλά «έξοδος» (OUTPUT) του αυτοματισμού T.

Σύμφωνα με τον ορισμό του αυτοματισμού, οι έξοδοι πρέπει y, y, \dots, y

εισόδων θα αντιστοιχεί μία προβλεπτή ομάδα εξόδων.



Οι συναρτήσεις αυτές μπορούν να παρασταθούν όλης μαζί από μια διανυσματική ή πίνακοποιημένη συνάρτηση $Y=F(X)$:

$$\text{Όπου } Y = (y_1, y_2, \dots, y_m) \quad \text{και} \quad X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$$

Η συνάρτηση αυτή F υπάρχει πάντα για οποιοδήποτε αυτοματισμό και ονομάζεται «συνάρτηση μεταφοράς σημάτων» ή «συνάρτηση μεταφοράς» του αυτοματισμού αυτού (TRANSFER FUNCTION). Μόνο ο τρόπος, με τον οποίο δίνεται (π.χ. υπό μορφή εξισώσεων, διαφορικών ή ολοκληρωτικών εξισώσεων, καμπυλών σε διαγράμματα συντεταγμένων, διανυσματικών σχέσεων

, σχέσεων πινάκων (μητρών), πίνακοποιημένων αριθμητικών τιμών, δυαδικών σχέσεων, διαφόρων ειδικευμένων συμβόλων της θεωρίας των αυτοματισμών κ.λ.π.) διαφέρει από αυτοματισμό σε αυτοματισμό. Η F είναι δυνατό να περιλαμβάνει βέβαια και παραμέτρους, όπως

οι

$\square \square 1, \square \square 2, \dots, \square \square$

και

αυτές ιδιότητες διαφόρων τμημάτων ή σημείων του T που μπορούν να μεταβληθούν και αυτές, αλλά δεν συμπεριλαμβάνονται στην τρέχουσα INPUT X . Μπορεί όμως να συμπεριλαμβάνονται σε προηγούμενη INPUT ή να εξαρτώνται από προηγούμενες INPUTS, όπως συμβαίνει στα συστήματα αυτοματισμού που διαθέτουν μνήμη. Οι παράμετροι πρέπει να είναι τέτοιες, ώστε να

προσδιορίζουν πλήρως την κατάσταση του συστήματος αυτοματισμού και την συνάρτηση μεταφοράς F .

Η ύπαρξη της συνάρτησης μεταφοράς δίνει την δυνατότητα της μαθηματικής επεξεργασίας του κάθε συγκεκριμένου προβλήματος, που επιχειρούμε να λύσουμε με τον κάθε αυτοματισμό. Στην πραγματικότητα όλο το βάρος της μαθηματικής επεξεργασίας πέφτει στην εύρεση και επεξεργασία

της συνάρτησης μεταφοράς.

Η παραπάνω παρουσίαση είναι κάπως εξιδανικευμένη. Γιατί στην πραγματικότητα υπάρχουν συχνά και άλλες, ανεπιθύμητες, μεταβολές ιδιοτήτων, οι λεγόμενες διαταραχές

Υπάρχουν αυτοματισμοί, που από την 42 κατασκευή τους έχουν να αντιμετωπίσουν πολύ σπάνια

διαταραχές . Υπάρχουν όμως και άλλοι , που είναι πολύ ευαίσθητοι σε διαταραχές . Βέβαια , αντίστοιχα με την σπουδαιότητα και την ευαισθησία κάθε αυτοματισμού , καταβάλλονται ανάλογες

προσπάθειες να εξουδετερώνονται οι διαταραχές και τα παράσιτα .

Αξίζει να τονισθεί ότι τα σήματα εισόδου είναι πάντοτε ενδεικτικά δράσεων από έξω από τον αυτοματισμό επάνω του , δηλαδή αντιπροσωπεύουν πάντα μία συναλλαγή ενέργειας με το περιβάλλον του αυτοματισμού . Δεν συμβαίνει όμως το ίδιο με όλα τα σήματα εξόδου . Μερικά απ'

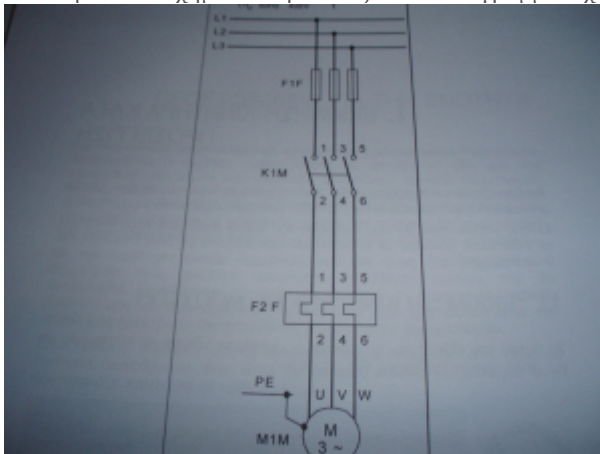
αυτά μπορούν να παραμένουν σαν εσωτερικές μεταβολές στον αυτοματισμό , ενώ άλλα μπορεί να αξιοποιούνται σαν σήματα εισόδου σε άλλα συστήματα . Δηλαδή οι έξοδοι δεν αντιπροσωπεύουν πάντα μία συναλλαγή ενέργειας με το περιβάλλον . Το ίδιο συμβαίνει και με τις διαταραχές . Άλλες μπορεί να είναι ανεπιθύμητες εξωτερικές επιδράσεις και άλλες μπορεί να είναι εσωτερικές ανωμαλίες του αυτοματισμού (βλάβες , απορυθμίσεις κ.λ.π.).

ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ ΜΠΟΥΤΟΝ.

Σε αυτού του είδους την κατασκευή ο κινητήρας τίθεται σε λειτουργία με απλή κίνηση, πιέζοντας ένα μπουτόν.

Αφήνοντας ελεύθερο το μπουτόν ο κινητήρας θα σταματήσει.

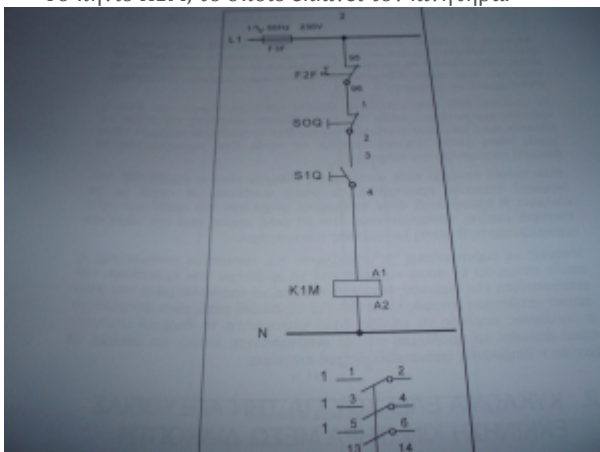
Στα παρακάτω σχήματα παρουσιάζεται το διάγραμμα ισχύος και το διάγραμμα ελέγχου.



Όταν έχουμε ένα ηλεκτρικό σχέδιο, αυτό που πρέπει να κάνουμε είναι να αναλύσουμε το διάγραμμα ελέγχου.

Θα παρατηρήσουμε ότι το διάγραμμα ελέγχου αποτελείται από τα εξής στοιχεία:

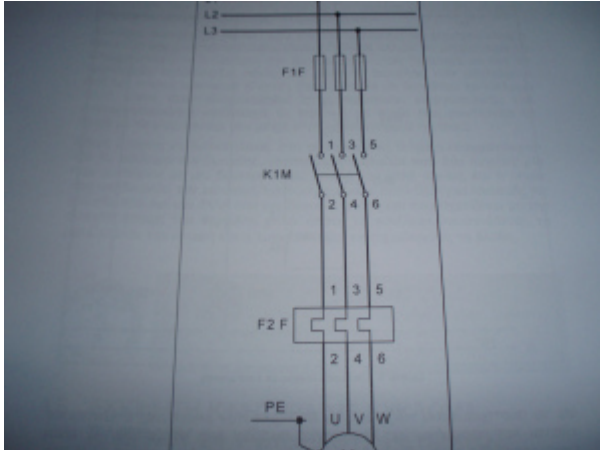
- Την επαφή F2F του θερμικού στοιχείου προστασίας, το οποίο συνδέεται σε σειρά με το κύκλωμα. Όταν το θερμικό ανιχνεύσει ένα πρόβλημα στον κινητήρα, η επαφή αυτή ανοίγει, με αποτέλεσμα να απομονώνεται το ρελέ ισχύος από την τάση και να διακόπτεται η λειτουργία του κινητήρα.
- Το μπουτόν S0Q, του οποίου η επαφή είναι σε φυσιολογική θέση κλειστή. Το συγκεκριμένο μπουτόν ονομάζεται έκτακτης ανάγκης. Είναι υποχρεωτική η τοποθέτηση αυτού του εξαρτήματος σε όλες τις ηλεκτρικές συσκευές, αφού επιτρέπει το ολικό σταμάτημα της μηχανής σε περίπτωση ανάγκης.
- Το μπουτόν S1Q, το οποίο είναι το μπουτόν ενεργοποίησης του κινητήρα.
- Το πηνίο K1M, το οποίο εκκινεί τον κινητήρα.



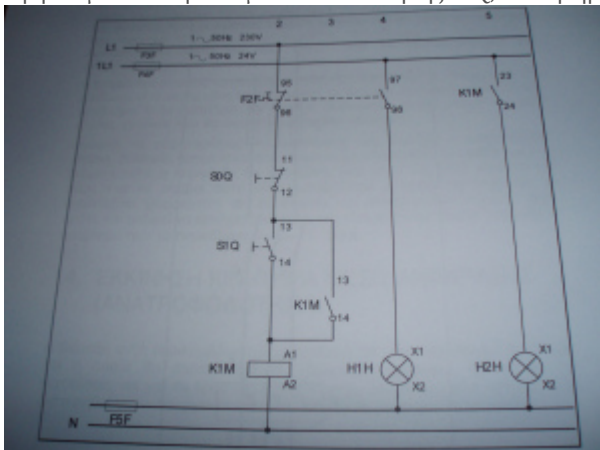
Η λειτουργία του παραπάνω κυκλώματος ελέγχου έχει ως εξής: Μόλις πατήσουμε το μπουτόν S1Q ενεργοποιείται το πηνίο K1M, και με αυτόν τον τρόπο ο κινητήρας M1M. Μόλις σταματήσουμε να πατάμε το μπουτόν και το αφήσουμε ελεύθερο, το πηνίο του ρελέ ισχύος K1M απενεργοποιείται και επομένως ο κινητήρας M1M σταματά να λειτουργεί.

ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕΣΩ ΑΝΑΔΡΑΣΗΣ (ΑΝΑΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗ).

Στα παρακάτω σχήματα παρουσιάζονται το διάγραμμα ισχύος και το διάγραμμα ελέγχου ενός κινητήρα με ανατροφοδότηση. Ανατροφοδότηση σημαίνει ότι ο κινητήρας θα διατηρηθεί σε λειτουργία ακόμη κι αν αφήσουμε ελεύθερο το μπουτόν.



Αυτό επιτυγχάνεται λόγω της επαφής 13-14 του ρελέ ισχύος K1M η οποία είναι κλειστή, αφού ακόμα και αν αφήσουμε ελεύθερο το μπουτόν εκκίνησης S1Q, ο κινητήρας συνεχίζει να παραμένει σε λειτουργία.



Το παραπάνω διάγραμμα ελέγχου διαφέρει από το διάγραμμα ελέγχου εκκίνησης κινητήρα με μπουτόν στα εξής σημεία:

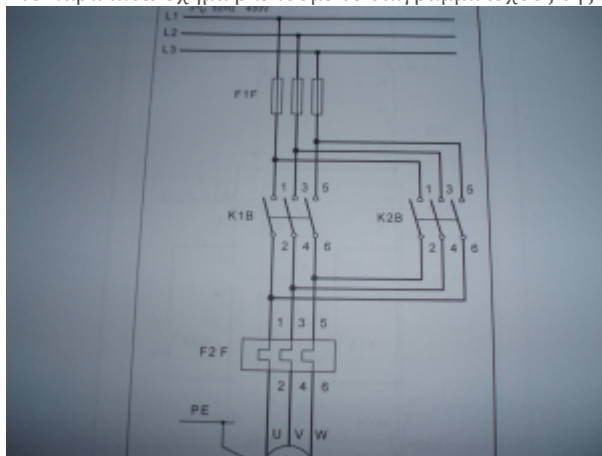
- Στην ανοικτή επαφή του ρελέ ισχύος K1M, που συνδέεται παράλληλα με το μπουτόν εκκίνησης και είναι η επαφή ανάδρασης ή τροφοδοσίας.
- Το κύκλωμα επισημάνσης, το οποίο αποτελείται από δύο λυχνίες. Την λυχνία H2H η οποία συνδέεται με μια δευτερεύουσα επαφή του ρελέ ισχύος K1M και η οποία μας υποδεικνύει την κανονική λειτουργία και την λυχνία H1H η οποία συνδέεται με μια ανοικτή επαφή του θερμικού ρελέ και μας υποδεικνύει την βλάβη. Σε περίπτωση που υπάρχει βλάβη, το κύκλωμα αποσυνδέεται, το θερμικό ρελέ κλείνει την επαφή και ανάβει η λυχνία επισημαίνοντας την βλάβη.

Η λειτουργία του παραπάνω κυκλώματος έχει ως εξής: Αφού πατήσουμε το μπουτόν S1Q, το πηνίο K1M ενεργοποιείται και επομένως όλες οι επαφές που σχετίζονται με αυτό, με αποτέλεσμα να ενεργοποιείται ο κινητήρας. Αφού αφήσουμε ελεύθερο το μπουτόν S1Q, ο κινητήρας συνεχίζει να λειτουργεί λόγω της κλειστής επαφής 13-14 του ρελέ ισχύος K1M.

ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΤΗΣ ΦΟΡΑΣ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ ΧΩΡΙΣ ΔΙΑΚΟΠΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.

Για να πετύχουμε την αντιστροφή φοράς περιστροφής ενός κινητήρα χρησιμοποιούμε δύο ρελέ επαφής, αφού μας επιτρέπει να αλλάξουμε τις δύο φάσεις μεταξύ τους.

Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε το διάγραμμα ισχύος της αντιστροφής της φοράς περιστροφής ενός κινητήρα.

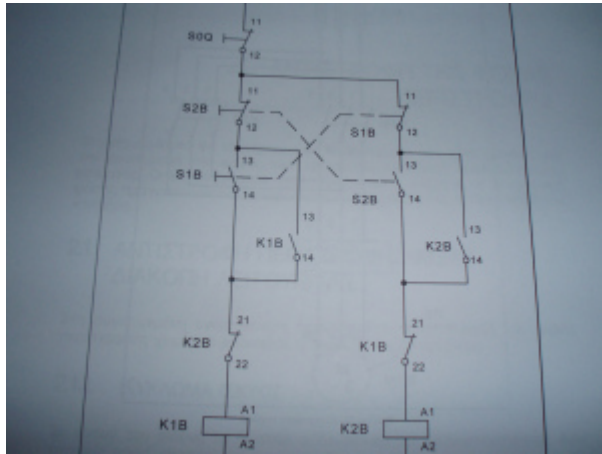


Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε το διάγραμμα ελέγχου της αντιστροφής φοράς περιστροφής ενός κινητήρα. Το παρακάτω διάγραμμα ελέγχου αποτελείται από τα εξής στοιχεία:

- Το θερμικό ρελέ F2F.
- Το μπουτόν διακοπής εκτάκτου ανάγκης S0Q.
- Το μπουτόν αριστερόστροφης εκκίνησης S1B και το μπουτόν δεξιόστροφης εκκίνησης S2B.
- Την επαφή ανάδρασης K1B 13-14 του μπουτόν εκκίνησης S1B και την επαφή ανάδρασης K2B 13-14 του μπουτόν εκκίνησης S2B των αντίστοιχων ρελέ ισχύος.

Τα μπουτόν αριστερόστροφης εκκίνησης και δεξιόστροφης εκκίνησης είναι διπλού θαλάμου, δηλαδή έχουν το καθένα, μία επαφή κανονικώς κλειστή και μία κανονικώς ανοικτή. Η διακεκομμένη γραμμή παριστάνει τη μηχανική μανδάλωση μεταξύ των επαφών τους. Η τροφοδοσία του κάθε ρελέ ισχύος δεν είναι εφικτή εάν δεν είναι απενεργοποιημένη η επαφή του άλλου, η οποία ονομάζεται επαφή μανδάλωσης.

Η λειτουργία έχει ως εξής: Πατώντας το μπουτόν S1B ο κινητήρας αρχίζει να περιστρέφεται αριστερόστροφα. Αφήνοντας το μπουτόν ελεύθερο, ο κινητήρας συνεχίζει να περιστρέφεται λόγω της επαφής ανάδρασης K1B 13-14 του ρελέ ισχύος, ενώ ταυτόχρονα απενεργοποιείται η επαφή S1B 11-12 με αποτέλεσμα να τίθεται το ρελέ ισχύος K2B εκτός λειτουργίας. Το ίδιο συμβαίνει, αν πατήσουμε το μπουτόν δεξιόστροφης εκκίνησης S2B οπότε απενεργοποιείται η αριστερόστροφη λειτουργία. Το μπουτόν εκτάκτης ανάγκης χρησιμοποιείται για να διακόψουμε την λειτουργία του κινητήρα ανά πάσα στιγμή. Το θερμικό ρελέ χρησιμοποιείται για την προστασία του κινητήρα από υπερθεμάνσεις.



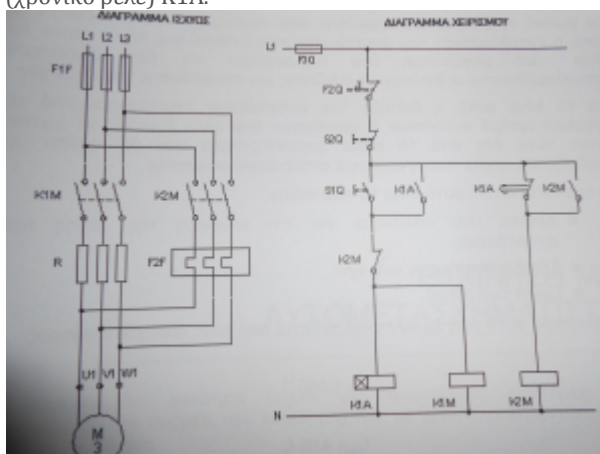
ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΣΤΑΤΗ (ΧΡΟΝΙΚΟ ΡΕΛΕ).

Σκοπός αυτής της εκκίνησης με αντιστάσεις στο στάτη είναι να περιοριστεί η ποσότητα του ρεύματος που καταναλώνεται την αρχική στιγμή της εκκίνησης. Αφού ο κινητήρας αναπτύξει μια συγκεκριμένη ταχύτητα, ο αυτοματισμός ελέγχου θα βραχυκυκλώσει τις αντιστάσεις, δηλαδή θα τις ακυρώσει και επομένως ο κινητήρας θα αποκτήσει τις ονομαστικές τιμές τάσης και έντασης.

Τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται είναι τα εξής:

- F1F, ασφάλειες προστασίας.
- K1M, K2M, τριφασικοί επαφείς.
- R, τριφασικές αντιστάσεις.
- F2F, θερμικό ρελέ προστασίας.
- K1A, χρονιστής σύνδεσης.
- M, τριφασικός κινητήρας με βραχυκυκλωμένο δρομέα.

Η διαφορά του παρακάτω διαγράμματος ελέγχου με τα προηγούμενα διαγράμματα είναι ο χρονιστής σύνδεσης (χρονικό ρελέ) K1A.



Η λειτουργία έχει ως εξής:

Πατώντας το μπουτόν S1Q ο κινητήρας τίθεται σε λειτουργία μέσω του επαφέα K1M και του χρονιστή K1A και έτσι ο κινητήρας τροφοδοτείται μέσω των αντιστάσεων R.

Αφού παρέλθει συγκεκριμένο χρονικό διάστημα το οποίο καθορίζεται από εμάς, ο χρονιστής K1A συνδέει τον επαφέα K2M.

Καθώς συνδέεται ο επαφέας K2M, ο επαφέας K1M και ο χρονιστής K1A αποσυνδέονται με αποτέλεσμα ο κινητήρας να λειτουργεί με τις ονομαστικές του τιμές.

Το βασικό πρόβλημα που προκύπτει από το παραπάνω τρόπο εκκίνησης είναι η υπερθέρμανση αντιστάσεων στο στάτη, η οποία είναι τόσο μεγαλύτερη όσο συχνότερα επαναλαμβάνονται οι διαδικασίες σύνδεσης και αποσύνδεσης του κινητήρα.

Σε αυτή την περίπτωση πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη μας τα εξής χαρακτηριστικά:

- Χρόνος που απαιτείται για την ανύψωση της τάσης των αντιστάσεων.
- Σύνολο εκκινήσεων ανά ώρα.
- Ωμική τιμή (Ohm).

Η ωμική τιμή υπολογίζεται από τους παρακάτω τύπους:

$$R=0,055U/I_n$$

$$I_{med}=4,05 I_n$$

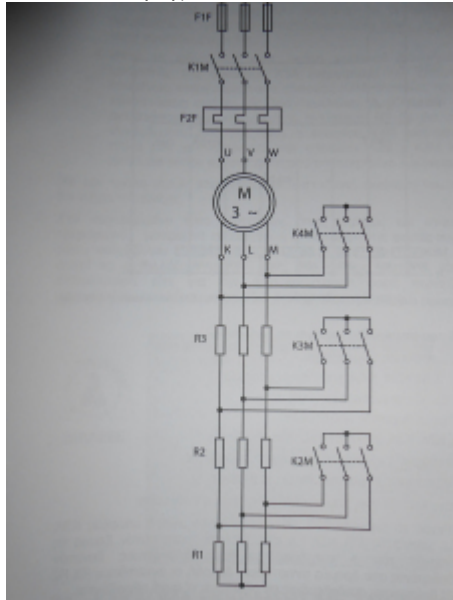
Όπου:

- R, αντίσταση ανά φάση σε Ω.
- U, τάση δικτύου σε V.
- I_n , ονομαστική ένταση κινητήρα σε A.
- I_{med} , μέση ένταση σε A.

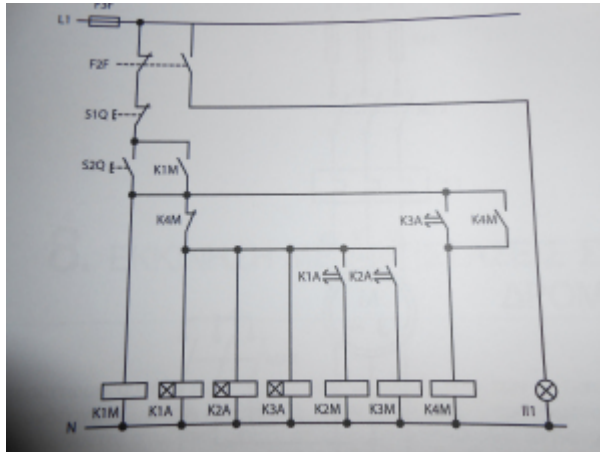
ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΔΡΟΜΕΑ (ΧΡΟΝΙΚΟ ΡΕΛΕ).

Όπως στην προηγούμενη περίπτωση, έτσι και εδώ η εκκίνηση κινητήρα με αντιστάσεις στο δρομέα γίνεται για να περιοριστεί η ποσότητα του ρεύματος που καταναλώνεται την αρχική στιγμή της εκκίνησης. Αφού ο κινητήρας αναπτύξει μια συγκεκριμένη ταχύτητα, ο αυτοματισμός ελέγχου θα βραχυκυκλώσει σταδιακά τις αντιστάσεις και επομένως ο δρομέας θα βραχυκυκλωθεί, οπότε ο κινητήρας θα αποκτήσει τις ονομαστικές τιμές τάσης και έντασης.

Στο παρακάτω διάγραμμα ισχύος παρατηρούμε έναν τριφασικό κινητήρα με αντιστάσεις στο δρομέα και με τρία στάδια εκκίνησης.



Εφόσον υπάρχουν τρία στάδια εκκίνησης θα έχουμε τρεις χρονιστές σύνδεσης (χρονικά ρελέ), ώστε να επιτευχθεί σταδιακή εκκίνηση, μέχρι να βραχυκυκλωθεί ο δρομέας και ο κινητήρας να αποκτήσει τις ονομαστικές τιμές τάσης και έντασης. Κατά την εκκίνηση οι αντιστάσεις θερμαίνονται, οπότε θα πρέπει οι διάφορες εκκινήσεις να απέχουν χρονικά μεταξύ τους, έτσι ώστε οι αντιστάσεις να μην φτάνουν σε επικίνδυνες θερμοκρασίες.



Από το παραπάνω διάγραμμα ελέγχου έχουμε τα εξής στοιχεία:

- F1F, ασφάλειες προστασίας.
- K1M, K2M, K3M, K4M, τριφασικοί επαφείς.
- R1, R2, R3, τριφασικές αντιστάσεις.
- F2F, θερμικό ρελέ.
- K1A, K2A, K3A, χρονικά ρελέ.
- M, τριφασικός κινητήρας.
- H1, λυχνία σήμανσης θερμικής βλάβης.

Πατώντας το μπουτόν S2Q, ο επαφείς K1M τίθεται σε λειτουργία μαζί με τους χρονιστές K1A, K2A και K3A. Αυτό σημαίνει ότι ο κινητήρας τίθεται σε λειτουργία με τις αντιστάσεις R1, R2, R3 συνδεδεμένες στο δρομέα.

Αφού παρέλθει καθορισμένο χρονικό διάστημα t_1 , το χρονικό ρελέ K1A ενεργοποιεί την επαφή του, οπότε συνδέεται ο επαφείς K2M, με αποτέλεσμα να βραχυκυκλώνεται η τριφασική αντίσταση R1 οπότε και αποσυνδέεται από το κύκλωμα.

Αφού παρέλθει και άλλο καθορισμένο χρονικό διάστημα t_2 , το χρονικό ρελέ K2A ενεργοποιεί την επαφή του, οπότε συνδέεται ο επαφείς K3M, με αποτέλεσμα να βραχυκυκλώνεται η τριφασική αντίσταση R2 οπότε και αυτή αποσυνδέεται από το κύκλωμα.

Αφού παρέλθει ένα ακόμα καθορισμένο χρονικό διάστημα t_3 , το χρονικό ρελέ K3A ενεργοποιεί την επαφή του, οπότε συνδέεται ο επαφείς K4M, με αποτέλεσμα να βραχυκυκλώνεται η τριφασική αντίσταση R3 οπότε και αποσυνδέεται από το κύκλωμα, ενώ απενεργοποιούνται τα χρονικά ρελέ και οι επαφείς K2M και K3M αφού δεν έχουν κανένα ρόλο στο κύκλωμα.

Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η σταδιακή εκκίνηση του κινητήρα.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΗΛΕΧΕΙΡΙΣΜΟΣ)

ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ (ΤΗΛΕΕΛΕΓΧΟΣ-

Τα βήματα για να γίνει μια ανάπτυξη ενός συστήματος κεντρικού ελέγχου είναι τα παρακάτω :

Περιγραφή λειτουργίας της εγκατάστασης

Κατανοούμε την λειτουργία του συστήματος έτσι ώστε να συμπεράνουμε όλες τις διαδικασίες, και τις απαιτήσεις που έχει για να εξασφαλίσουμε την καλύτερη επιλογή συνθηκών λειτουργίας της εγκατάστασης.

Επιλογή των στοιχείων της εγκατάστασης

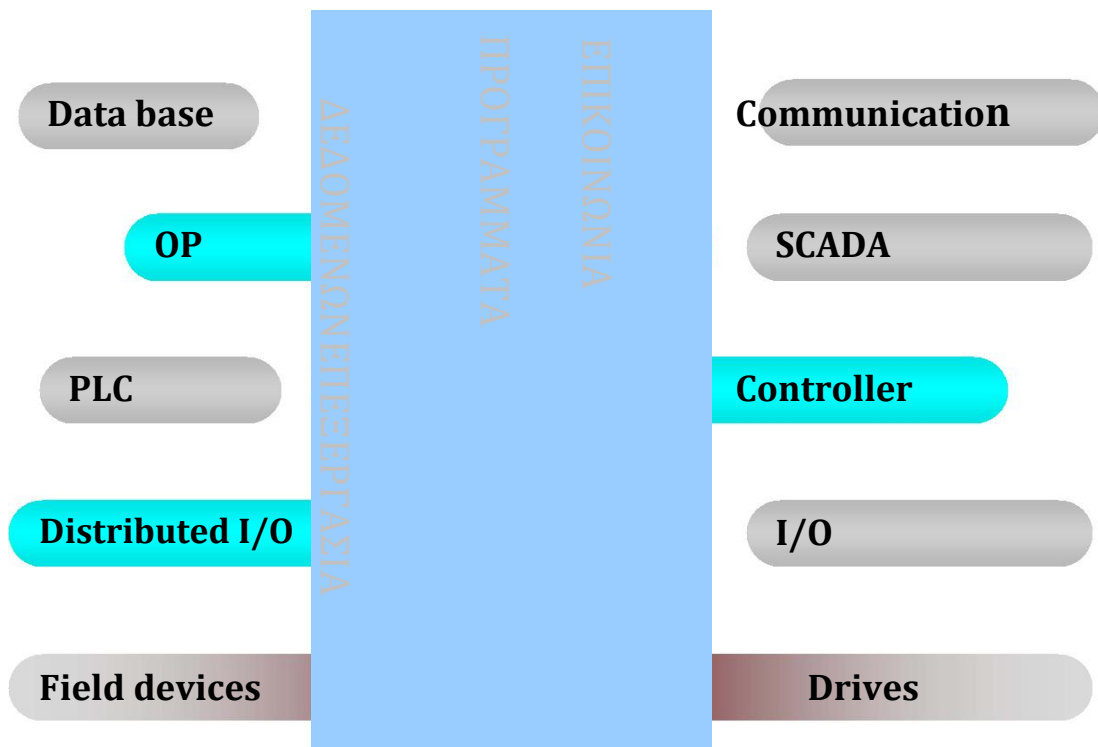
Από την περιγραφή της λειτουργίας επιλέγουμε τα στοιχεία που θα χρησιμοποιήσουμε για να λειτουργήσουν οι διάφορες διαδικασίες (κινητήρες, βάνες,

έμβολα κλπ). Στην συνέχεια επιλέγουμε τους πίνακες με τα απαραίτητα υλικά που θα μας οδηγήσουν τα παραπάνω στοιχεία.

PLC

1

Σχεδίαση της αρχιτεκτονικής δομής της εγκατάστασης



Το επόμενο βήμα είναι να σχεδιάσουμε την αρχιτεκτονική δομή της εγκατάστασης των οποίων τα βήματα είναι τα εξής:

- Επιλέγουμε τα υλικά οδήγησης και σχεδιάζουμε τις απαιτούμενες καλωδιώσεις για την λειτουργία των στοιχείων.
- Από τα στοιχεία υπολογίζουμε τι πληροφορίες μπορούμε να έχουμε από αυτά, καθώς και τι εντολές ελέγχου χρειάζονται για να έχουμε τους επιθυμητούς αυτοματισμούς. Πολύ σημαντικό είναι να γνωρίζουμε εάν τα στοιχεία βρίσκονται σε κοντινές αποστάσεις μεταξύ τους ή όχι, έτσι ώστε να μπορέσουμε να κάνουμε την σωστότερη οικονομικοτεχνική επιλογή των PLC.
- Επιλέγουμε PLC με τα απαιτούμενα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης δηλαδή κατάλληλο πλαίσιο στο οποίο τοποθετούνται το τροφοδοτικό , η CPU, κάρτες I/O, κάρτες επικοινωνίας και ότι άλλη κάρτα απαιτεί η εγκατάστασή μας.
- Επιλέγουμε το είδος της επικοινωνίας που θέλουμε να έχουμε μεταξύ της εγκατάστασης και των χειριστών ή υπευθύνων (εργοδηγών, προϊστάμενων, διεύθυνσης κλπ.) Στην επιλογή αυτή μπορούμε να έχουμε από ένα απλό χειριστήριο με μπουτόν και λυχνίες μέχρι υπολογιστικά συστήματα με βάσεις δεδομένων και τηλεέλεγχο –τηλεχειρισμό. Για να έχουμε σε ένα σύστημα

απαιτήσεις τηλεελέγχου – τηλεχειρισμού τότε θα πρέπει να υπάρχει σε δικτυακά περιβάλλοντα έναν υπολογιστή που να κρατάει τα δεδομένα πραγματικού χρόνου στην εσωτερική του Βάση Δεδομένων Πραγματικού Χρόνου (RDBMS). Αυτά τα δεδομένα να είναι δυνατόν να εμφανιστούν στην οθόνη των υπολογιστών από έναν ή περισσότερους clients ταυτόχρονα που συνδέονται με ίδιο υπολογιστή που φιλοξενεί τον server ή σε οποιοδήποτε άλλο υπολογιστή που συνδέεται με τον server με ένα δίκτυο NetBeUI ή TCP/IP.

- Επιλέγουμε ένα SCADA που να περιλαμβάνει πληθώρα έτοιμων λειτουργιών καθώς και προσκολλημένες λειτουργίες, να είναι ταυτόχρονα και τρομερά εύκολο στο χρήστη να το επεκτείνει ή να το τροποποιήσει σε πάρα πολύ μικρό χρονικό διάστημα, χωρίς να διακόπτει την συλλογή και καταγραφή των δεδομένων (Δεν χρειάζεται compilation μετά από οποιαδήποτε αλλαγή στο εργαλείο ανάπτυξης, παρά μόνο ένα απλό save). Με τη δυνατότητα αυτή δεν υπάρχει απώλεια στην αποθήκευση των δεδομένων της εγκατάστασης για όσο διάστημα γίνεται μετατροπή σε κάποια π.χ. εικόνα. Ο χειριστής να μαθαίνει το πρόγραμμα εφαρμογής σε ελάχιστο διάστημα στην πιο μικρή του λεπτομέρεια με τη βοήθεια των εργαλείων Tutorial και πιο ειδικά με την εφαρμογή CBT (Computer Based Training) και του μικρού βιβλίου "Getting Started". Με τη βοήθεια εργαλείων και με τη χρήση του ποντικιού να επιλέγει μέσα από ειδικές μάσκες το είδος της εργασίας που θέλει να κάνει (π.χ. δημιουργία ολόκληρου project με εικόνες, καμπύλες, μπάρες, πρωτόκολλα και μηνύματα). Από εδώ και πέρα, να αρχίζει μία διαλογική συζήτηση του χειριστή με το σύστημα, όπου αυτός απαντά σε ερωτήσεις που του τίθενται και έτσι κρυφά από αυτόν δημιουργείται αυτόματα η εφαρμογή. Τελιώνοντας την ανάπτυξη και με την βοήθεια του εργαλείου Simulator να μπορεί να δοκιμάσει την εφαρμογή του για την καλή της λειτουργία χωρίς να είναι υποχρεωτικά συνδεδεμένος με τους τοπικούς σταθμούς. Τα προγράμματα εφαρμογής, επιτελούν τη λειτουργία τηλεελέγχου/τηλεχειρισμού των Εγκαταστάσεων με τρόπο κατανοητό και χωρίς περιττές ενέργειες από το χρήστη που στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν είναι απαραίτητο να είναι ειδικευμένος ή εκπαιδευμένος στη πληροφορική. Όλη η σύνθετη λειτουργία γίνεται μακριά απ' αυτόν, πίσω από τις οθόνες που αυτός βλέπει και χειρίζεται. Αυτός, με τη βοήθεια του ποντικιού του και μέσα από τις ιεραρχικά δομημένες οθόνες του υπολογιστή του μπορεί να επιλέγει τρόπο λειτουργίας (τοπικά ή κεντρικά), να ενεργοποιεί ή ν' απενεργοποιεί αντλίες, να ζητά εκτύπωση καμπυλών ή σφαλμάτων που καταγράφηκαν κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης κ.α. Σε καμία περίπτωση δεν είναι απαραίτητη η απομνημόνευση κωδικών προγραμμάτων ή εντολών λειτουργικού συστήματος για να επιτελεσθεί κάποια εργασία στο σύστημα, πέραν από αυτές που έχουν να κάνουν με την ασφάλεια του συστήματος (κωδικοί πρόσβασης). Οι βασικότερες λειτουργίες που πρέπει να έχουμε με ένα SCADA είναι να αποθηκεύει τα παραγωγικά στοιχεία σε σύστημα βάσης δεδομένων όπου να γίνεται προσπέλαση από οποιαδήποτε front end εργαλείο που υποστηρίζει ODBC/SQL. Αρχικά οι μεταβλητές (Tags) να συλλέγονται με κύκλο < 500 ms μέσω του πακέτου Tag Logging, να αρχειοθετούνται κυκλικά, επιλεγμένα κυκλικά, μη κυκλικά, να συμπιέζονται σε αθροίσματα, μέσες τιμές, Min και Max τιμές, να παρουσιάζονται σε καμπύλες και πίνακες και αποθηκεύονται στην SQL βάση δεδομένων.

Στην **κυκλική αρχειοθέτηση** η συλλογή δεδομένων να αρχίζει με την εκκίνηση του συστήματος και να εκτελείται σε 56 σταθερούς κύκλους χρόνου μέχρι την

παύση του συστήματος. Βασικά να μπορεί σε κάθε αρχείο να ρυθμισθεί ο κύκλος συλλογής και αρχειοθέτησης ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο. (Η ρύθμιση μπορεί να είναι από 1 sec έως 1 χρόνο. Οι κύκλοι χρόνου τοποθετούνται σταθερά για κάθε μεταβλητή ή για κάθε ομάδα μεταβλητών και οι τελευταίες στατικά και σταθερά αποθηκεύονται μέχρι την λήξη του χρόνου.)

Στην **επιλεγμένα κυκλικά αρχειοθέτηση** η αρχειοθέτηση δεδομένων να αρχίζει με την εμφάνιση κάποιου γεγονότος (σήμα εκκίνησης) και εκτελείται σε σταθερούς κύκλους χρόνου μέχρι την εμφάνιση δεύτερου γεγονότος (σήμα παύσης). Στο stop σήμα επιπρόσθετα να αποθηκεύεται και η τελευταία συλλεγόμενη μεταβλητή. Γεγονότα Start-Stop μπορούν να είναι:

- Η αλλαγή κατάστασης μίας λογικής μεταβλητής/τιμής
- Η εμφάνιση μίας οριακής τιμής της μεταβλητής/τιμής
- Η Ώρα και η ημερομηνία
- Ο χειρισμός του πληκτρολογίου και του Mouse.
- Εντολή από άλλη εφαρμογή εκτός του Simatic WinCC
- Συνδυασμός όλων των παραπάνω δυνατοτήτων.

Στην **μη κυκλική αρχειοθέτηση** μία δυαδική ή αναλογική μεταβλητή/τιμή αποθηκεύεται μόνο μία φορά με την εμφάνιση κάποιου γεγονότος.

Start ή Stop γεγονότα είναι:

- Η αλλαγή κατάστασης μίας δυαδικής μεταβλητής/τιμής (impulse διέγερση)
- Η εμφάνιση μίας οριακής τιμής μίας αναλογικής μεταβλητής/τιμής
- Συνδυασμός των παραπάνω δυνατοτήτων.
- Γεγονός που έχει παραχθεί σε σχέση με την ώρα και ημερομηνία.
- Τηλεγράφημα.

Τα γεγονότα φτιάχνονται με την βοήθεια του προγραμματισμού Action.

Στην μη κυκλική αρχειοθέτηση αποθηκεύεται πάντα η στιγμιαία τιμή.

Το SCADA πρέπει να προσφέρει authorization level έτσι ώστε να κλειδώνεται έναντι μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης.

Με την βοήθεια της User εξουσιοδότησης από τον User Administrator που περιλαμβάνει το πακέτο να μπορούν να προστατευθούν από μη εξουσιοδοτημένη προσπέλαση π.χ.

α) αλλαγές και εισαγωγές setpoints , επιλογές εικόνων και μιμικών διαγραμμάτων, αλλαγή παραμέτρων συναγερμών και ελέγχων , βρόγχων ελέγχων και

β) τα αρχεία από εγγραφή (όπως διαμόρφωση /μετατροπή κενών στοιχείων φύλλων εργασίας και σύνταξη αναφορών μέσω του Excell ή παρομοίου προγράμματος).

Ελεγκτές Προγραμματιζόμενη ς Λογικής (PLC)

Εισαγωγή

Η τεχνική του αυτοματισμού μέχρι πριν τρις δεκαετίες περίπου, βασιζόταν στο μεγαλύτερο μέρος της στα συστήματα συρματωμένης λογικής. Δηλαδή, η λειτουργία του αυτοματισμού στηριζόταν στην συρμάτωση ανάμεσα στα διάφορα στοιχεία (π.χ. επαφές, πηνία, ρελέ, χρονικά κ.λπ., για αυτοματισμούς με ρελέ, πύλες AND, πύλες OR κ.λπ., για αυτοματισμούς με ηλεκτρικές πλακέτες).

Επομένως, ένας πίνακας αυτοματισμού μπορούσε να κατασκευασθεί, μόνον όταν είχε τελειώσει οριστικά η μελέτη, δηλ. το συνδεσμολογικό σχέδιο. Επιπλέον, κάθε μετέπειτα αλλαγή είχε σαν αποτέλεσμα μια αντίστοιχη αλλαγή στην συρμάτωση (τροποποίηση του πίνακα), με τα γνωστά προβλήματα, π.χ. αν φτάνουν ή όχι οι ελεύθερες επαφές των ρελέ, αν υπάρχει χώρος για προσθήκη νέου υλικού κ.λπ.

Σήμερα, τα συστήματα **προγραμματιζόμενης λογικής**, με κύριους εκπρόσωπους στη βιομηχανία τους ελεγκτές προγραμματιζόμενης λογικής, έχουν πια εκτοπίσει τελείως τα προηγούμενα συστήματα αυτοματισμού.

Οι ελεγκτές προγραμματιζόμενης λογικής έκαναν την εμφάνισή τους στην αγορά στα τέλη του 1960, επιβαλλόμενοι τόσο από τις παραγωγικές διαδικασίες που απαιτούσαν όλο και πιο πολύπλοκη λογική στα συστήματα ελέγχου, όσο και από την πρόοδο στην βιομηχανία της ηλεκτρονικής που μπορούσε να προμηθεύσει τους κατασκευαστές με τα απαραίτητα στοιχεία (μνήμες, επεξεργαστές, A/D μετατροπείς, κτλ.).

Τα πρώτα PLC είχαν την δυνατότητα επεξεργασίας μόνο ψηφιακών σημάτων και βέβαια ο προγραμματισμός τους δεν ήταν, όπως συνηθίστε να λέμε, φιλικός στον χρήστη. Για παράδειγμα, η αποθήκευση του προγράμματος γινόταν σε κασέτες. Η δεκαετία του 70 ήταν η εποχή όπου τα PLC άρχιζαν να εγκαθίστανται δειλά - δειλά στην βιομηχανία, ενώ καθιέρωσή τους ήρθε την επόμενη δεκαετία (1980). Η παρουσία του προσωπικού υπολογιστή από το 1982 και μετά, από την μία μεριά προσέφερε απεριόριστες δυνατότητες και ευκολίες στην δημιουργία και τον έλεγχο προγραμμάτων, ενώ από την άλλη απείλησε τα PLC που κινδύνευαν προσωρινά από συστήματα ελέγχου με προσωπικούς υπολογιστές (PC based automation). Όμως το τοπίο ξεκαθάρισε οριστικά στα τέλη της δεκαετίας όπου τόσο τα PLC, όσο

και οι Η/Υ απέκτησαν την θέση τους στις παραγωγικές διαδικασίες με σαφές πλεονέκτημα υπέρ των PLC.

Στα συστήματα προγραμματιζόμενης λογικής, η κατασκευή και συρμάτωση του πίνακα είναι ανεξάρτητη από τη λειτουργία που πρόκειται να εκτελέσει ο αυτοματισμός, με άλλα λόγια η μελέτη δεν αποτελεί προϋπόθεση. Πάνω στις κλέμες του ελεγκτή συνδέονται όλα τα στοιχεία, που δίνουν εντολές (τερματικοί διακόπτες, μπουτόν κ. λπ.), καθώς και όλα τα στοιχεία που δέχονται εντολές (πηνία, ρελέ ισχύος κινητήρων, βαλβίδες, λυχνίες κ.λπ.).

Η λειτουργία του αυτοματισμού προγραμματίζεται στην μνήμη του ελεγκτή, ακόμα και την τελευταία στιγμή, πριν από τη θέση σε λειτουργία. Επομένως η μελέτη (πρόγραμμα) μπορεί να γίνεται παράλληλα με την επιλογή του υλικού και την κατασκευή του πίνακα.

Αν στην συνέχεια χρειαστεί να γίνουν αλλαγές στη λειτουργία, γεγονός σύνηθες στον αυτοματισμό, τότε αυτές γίνονται πολύ απλά «διορθώνοντας» το πρόγραμμα, χωρίς να χρειαστεί να επέμβουμε τη συρμάτωση του πίνακα.

Αυτή η ευελιξία στις μετατροπές και οι πολλές τους δυνατότητες αποτελούν το σπουδαιότερο πλεονέκτημα των ελεγκτών προγραμματιζόμενης λογικής στην τεχνική του αυτοματισμού.

Τέλος, από τις αρχές του 1990 έως σήμερα η ανάπτυξη των ελεγκτών προγραμματιζόμενης λογικής είναι αλματώδης και χαρακτηρίζεται από δίκτυα υψηλών ταχυτήτων, ταχύτατους και πανίσχυρους κεντρικούς επεξεργαστές.

1. Γενικά για τους ελεγκτές προγραμματιζόμενης λογικής

1.1. Πλεονεκτήματα ελεγκτών προγραμματιζόμενης λογικής

- Μεγιστοποιούν την ταχύτητα της διαδικασίας παραγωγής και κατά συνέπεια μειώνουν πολύ γρήγορα το χρόνο απόσβεσης της εγκατάστασης.
- Στο στάδιο της μελέτης δεν υπάρχει πρόβλημα αν επαρκούν ή όχι οι επαφές των ρελέ, των χρονικών ή των εξωτερικών τερματικών.
- Η λειτουργία του αυτοματισμού μπορεί να αλλάξει πολύ εύκολα σε οποιοδήποτε στάδιο (μελέτη, κατασκευή, θέση σε λειτουργία ή αργότερα).
- Ο εντοπισμός βλαβών διευκολύνεται γιατί για κάθε εξωτερική εντολή υπάρχει αντίστοιχο LED. Επίσης, η ροή του αυτοματισμού μπορεί να παρακολουθείται άνετα, με τη βοήθεια μιας συσκευής προγραμματισμού.
- Έχουν τη δυνατότητα επέκτασης. Δηλαδή αν προστεθεί κάποια καινούρια διαδικασία ή χρειάζεται κάποιος επιπλέον έλεγχος, μπορεί με την προσθήκη των κατάλληλων καρτών εισόδων / εξόδων (I/O), το ίδιο το PLC να την πραγματοποιήσει.
- Ο αυτοματισμός παραδίνεται συντομότερα σε λειτουργία, επειδή η μελέτη μπορεί να γίνεται παράλληλα με την τοποθέτηση και συρμάτωση του ελεγκτή.

- Δεν υπάρχει το γνωστό πρόβλημα των «μη ενημερωμένων» σχεδίων του πίνακα αυτοματισμού μετά από λίγο καιρό. Ο ελεγκτής έχει πάντα κρατημένο «μέσα του» το τελευταίο πρόγραμμα, το οποίο μπορεί να διαβαστεί με μία συσκευή προγραμματισμού ή να εκτυπωθεί σε χαρτί.
- Υπάρχει σημαντική οικονομία στο χώρο, τη συντήρηση (δεν υπάρχουν μηχανικές επαφές) και την κατανάλωση ενέργειας.
- Η τοποθέτηση μπορεί να γίνει χωρίς κίνδυνο και μέσα σε πεδία ισχύος.
- Ένας ελεγκτής μπορεί να συνδεθεί με περιφερειακές μονάδες για επιτήρηση - έλεγχο της εγκατάστασης (οθόνη, εκτυπωτής, πληκτρολόγιο), καταργώντας το κλασικό μιμητικό διάγραμμα και τον πίνακα χειρισμών. Επίσης, μπορεί να συνδεθεί με ηλεκτρονικό υπολογιστή για ανταλλαγή στοιχείων.
- Η γλώσσα προγραμματισμού είναι προσαρμοσμένη στο βιομηχανικό αυτοματισμό και άρα είναι προσιτή στο προσωπικό που μέχρι σήμερα συντηρούσε τους κλασσικούς πίνακες αυτοματισμού.
- Όλες οι κάρτες είναι τοποθετημένες στον ίδιο δίαυλο επικοινωνίας (bus), πράγμα που επιταχύνει την διαδικασία ανταλλαγής πληροφοριών.
- Τα PLC έχουν σχεδόν απεριόριστη διάρκεια ζωής λόγω των ασθενών ρευμάτων που χρησιμοποιούν. Ταυτόχρονα συμβάλουν στην οικονομικότερη, από πλευράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, λειτουργία της εγκατάστασης.

1.2. Στάδια εργασίας στον προγραμματιζόμενο αυτοματισμό

Στην επίλυση ενός προβλήματος αυτοματισμού με ένα ελεγκτή συναντάμε τρία στάδια. Παρακάτω περιγράφονται τα στάδια αυτά, ενώ παράλληλα παρουσιάζεται η αντιστοιχία που έχουν με σύστημα συρματωμένης λογικής (π.χ. αυτοματισμός με ρελέ).

Προγραμματιζόμενη λογική

1. Επιλογή ελεγκτή προγραμματιζόμενης λογικής.

2. Τοποθέτηση ελεγκτή σε πίνακα.

Συρμάτωση εξωτερικών στοιχείων της εγκατάστασης (τερματικοί, μπουτόν, διακόπτες, ενδ. λυχνίες, ρελέ ισχύος, βαλβίδες κ.λπ.), πάνω στις κλέμες του

Συρματωμένη λογική

1. Επιλογή βοηθητικού ρελέ, χρονικών, κ.λπ. που χρειάζονται για τον αυτοματισμό, βάσει του συνδεσμολογικού σχεδίου.

2. Απλή τοποθέτηση του υλικού (βοηθητικά ρελέ, χρονικά) μέσα στον πίνακα.

Συρμάτωση των εξωτερικών στοιχείων της εγκατάστασης

ελεγκτή.

(τερματικοί, μπουτόν, διακόπτες, ενδ. λυχνίες, ρελέ ισχύος, βαλβίδες κ.λπ.) πάνω στην κλεμοσειρά του πίνακα.

3. Προγραμματισμός.

3. Συρμάτωση του υλικού αυτοματισμού (βοηθητικά ρελέ, χρονικά) μέσα στον πίνακα μεταξύ τους, σύμφωνα με το συνδεσμολογικό σχέδιο.

1.3. Δομή ελεγκτή προγραμματιζόμενης λογικής

Η επιλογή ενός ελεγκτή προγραμματιζόμενης λογικής (τύπος - μέγεθος - κόστος) εξαρτάται κυρίως από το πλήθος των στοιχείων που δίνουν εντολή σ' αυτόν (είσοδοι) και το πλήθος των στοιχείων που δέχονται εντολή απ' αυτόν (έξοδοι), καθώς και από το πλήθος των λειτουργιών που απαιτείται να κάνει ο αυτοματισμός (μέγεθος προγράμματος, απαιτούμενη μνήμη και δυνατότητες της κεντρικής μονάδας).

Ανεξάρτητα, όμως, από τον τύπο και το μέγεθος, σε κάθε ελεγκτή συναντάμε τα εξής απαραίτητα στοιχεία:

- Πλαίσιο για τοποθέτηση των μονάδων
- Μονάδα τροφοδοσίας
- Κεντρική μονάδα (CPU) με τον μικροεπεξεργαστή και την μνήμη για το πρόγραμμα
- Μονάδες εισόδων
- Μονάδες εξόδων

1.3.1 Πλαίσιο τοποθέτησης μονάδων

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

Κεντρικό πλαίσιο (μόνο ένα)

Χαρακτηριστικό του είναι ότι μόνο σ' αυτό τοποθετείται η κεντρική μονάδα (CPU) και μάλιστα σε καθορισμένη θέση. Επίσης, εδώ τοποθετείται και η μονάδα τροφοδοσίας για ορισμένους τύπους ελεγκτών (π.χ. SIMATIC S7). Στις υπόλοιπες θέσεις του πλαισίου τοποθετούνται μονάδες εισόδων - εξόδων ή άλλες ειδικές μονάδες.

Σε μεγαλύτερα συστήματα ελεγκτών η μονάδα τροφοδοσίας δεν είναι σε μορφή κάρτας αλλά ερμαρίου και αποτελεί βασικό στοιχείο του κεντρικού πλαισίου.

Πλαίσιο επέκτασης (ένα ή περισσότερα)

Σ' αυτό τοποθετούνται μόνο μονάδες εισόδων - εξόδων. Χρησιμοποιείται αν δεν φτάνουν οι θέσεις του κεντρικού πλαισίου, για να χωρέσουν όλες οι απαιτούμενες μονάδες.

Συνδέεται με το κεντρικό (ή με άλλα πλαίσια επέκτασης), μέσω ειδικής μονάδας διασύνδεσης και καλωδίου.

Συγκεκριμένα το πλαίσιο δημιουργείται τοποθετώντας όσες «μονάδες πλαισίου» απαιτούνται τη μία πλάι στην άλλη και συνδέοντάς τις. Κάθε τέτοια μονάδα πλαισίου έχει συγκεκριμένες θέσεις για τοποθέτηση μονάδων εισόδων - εξόδων.

Χωροταξική διάταξη πλαισίων ελεγκτή

Όπως είπαμε προηγουμένως, ένας ελεγκτής αποτελείται από ένα κεντρικό πλαίσιο και τα απαιτούμενα πλαίσια επέκτασης.

Ανάλογα με την απόσταση από το κεντρικό πλαίσιο, στην οποία τοποθετούνται τα πλαίσια επέκτασης, τα συστήματα διακρίνονται σε δύο περιπτώσεις:

- Κεντρικό σύστημα
- Αποκεντρωμένο σύστημα

Κεντρικό σύστημα

Το κεντρικό πλαίσιο και όλα τα πλαίσια επέκτασης βρίσκονται χωροταξικά σε μια θέση (π.χ. τοποθετημένα μέσα σ' έναν πίνακα). Η απόσταση του πιο μακρινού πλαισίου επέκτασης από το κεντρικό δεν επιτρέπεται να είναι μεγαλύτερη από π.χ. 2 - 2,5m.

Εκτός από τις καθορισμένες θέσεις των μονάδων τροφοδοσίας, CPU και διασύνδεσης, σε όλες τις άλλες θέσεις μπορούν να τοποθετηθούν μονάδες εισόδων - εξόδων.

Αποκεντρωμένο σύστημα

Στο αποκεντρωμένο σύστημα ορισμένα πλαίσια επέκτασης βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση από το κεντρικό.

Ένα αποκεντρωμένο σύστημα έχει νόημα, αν η προς αυτοματισμό εγκατάσταση έχει τα στοιχεία της (π.χ. τερματικοί, μπουτόν, βαλβίδες, λυχνίες, ρελέ ισχύος, κ.λπ.) «μοιρασμένα» σε περισσότερα «κέντρα βάρους».

Σε μια τέτοια περίπτωση «αντιστοιχούμε» ένα ή περισσότερα πλαίσια επέκτασης σε κάθε ένα τέτοιο βάρος. Αποτέλεσμα είναι η μεγάλη οικονομία καλωδίωσης από τα στοιχεία της εγκατάστασης προς τις μονάδες εισόδων - εξόδων. Η διασύνδεση δύο μακρινών μεταξύ τους πλαισίων επιτυγχάνεται μέσω ειδικών μονάδων διασύνδεσης σε κάθε πλαίσιο και ειδικού καλωδίου. Στα πλαίσια αυτά επίσης είναι απαραίτητο να υπάρχει και η μονάδα τροφοδοσίας.

Πάνω σε κάθε κλάδο της «αλυσίδας» επιτρέπεται να υπάρχουν μέχρι 4 «σημεία», στα οποία θα τοποθετηθούν τα πλαίσια επέκτασης. Στα 4 αυτά «σημεία»

μπορούν να τοποθετηθούν περισσότερα από ένα πλαίσια με τη μέθοδο του κεντρικού συστήματος.

Σημείωση 1

Αν και οι διάφορες είσοδοι - έξοδοι δεν είναι χωροταξικά στην ίδια θέση, αυτό δεν ενοχλεί πουθενά το χρήστη, όταν φτιάχνει το πρόγραμμα. Προγραμματιστικά δηλαδή δεν γίνεται καμία διάκριση σε «κοντινές» και «μακρινές» I/Q.

Σημείωση 2

Εκτός από τη μέθοδο αποκεντρωμένου συστήματος με τη μορφή της «αλυσίδας» υπάρχει και η λεγόμενη «ακτινική» μορφή. Σ' αυτήν μπορούν να συνδεθούν ακτινικά με το κεντρικό πλαίσιο μέχρι 3 αποκεντρωμένες θέσεις - κάθε μια σε απόσταση 1Km. Σε κάθε αποκεντρωμένη θέση μπορεί να τοποθετηθούν περισσότερα από ένα πλαίσια με τη μέθοδο του κεντρικού συστήματος.

Σύγκριση κεντρικού - αποκεντρωμένου συστήματος

Σε μια εγκατάσταση με χωροταξικά «μαζεμένα» όλα τα στοιχεία της, χρησιμοποιούμε πάντα το κεντρικό σύστημα.

Αντίθετα, σε μια εγκατάσταση με κατανομημένα χωροταξικά τα στοιχεία της σε περισσότερα «κέντρα βάρους», πρέπει να εξεταστεί οικονομοτεχνικά, αν συμφέρει το αποκεντρωμένο σύστημα.

1.3.2. Μονάδα τροφοδοσίας

Η μονάδα τροφοδοσίας χρησιμεύει για να δημιουργηθούν από την τάση του δικτύου οι απαραίτητες εσωτερικές τάσεις για την τροφοδοσία αποκλειστικά των ηλεκτρικών στοιχείων, που υπάρχουν μέσα στον ελεγκτή (τρανζίστορς, ολοκληρωμένα κ.λπ.). Επίσης για να διατηρηθεί το περιεχόμενο της μνήμης RAM σε μια διακοπή τάσης με τη βοήθεια μπαταρίας, που ενσωματώνεται σ' αυτή.

Τα σπουδαιότερα τεχνικά χαρακτηριστικά μιας μονάδας τροφοδοσίας είναι τα εξής:

Είσοδος

Ονομαστική τάση, ανοχές τάσης, συχνότητα, απορροφούμενο ρεύμα, προστασία.

Έξοδος

Ονομαστική τάση, ονομαστικό ρεύμα, προστασία βραχυκυκλώματος.

Διάφορα

Μπαταρία για διατήρηση μνήμης RAM.

Αν το πρόγραμμα ενός ελεγκτή πρόκειται να αποθηκευτεί σε μνήμη RAM, τότε απαραίτητα πρέπει να υπάρχει στο σύστημα και μια μπαταρία για τη διατήρηση του περιεχομένου της μνήμης σε μια διακοπή τάσης του δικτύου. Αυτή ή μπαταρία, που είναι συνήθως λιθίου τοποθετείται στη μονάδα τροφοδοσίας και μπορεί να κρατήσει το πρόγραμμα της μνήμης RAM για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα.

Πρέπει, όμως, να προσεχτούν τα εξής σημεία:

- α) Η μπαταρία θα πρέπει να αλλάζεται με την συχνότητα που ορίζει ο κατασκευαστής.
- β) Το SOFTWARE του ελεγκτή πρέπει να παρέχει στο χρήστη τη δυνατότητα να αξιολογήσει το γεγονός, ότι η μπαταρία έχει πέσει κάτω από το όριο ασφαλείας.
- γ) Η αντικατάσταση της μπαταρίας πρέπει πάντοτε να γίνεται με τον ελεγκτή υπό τάση για να μην χαθεί το πρόγραμμα.

1.3.3. Κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU)

Η CPU έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ενσωματωμένη RAM εργασίας (Working Memory)
- Ενσωματωμένη RAM φορτώματος (Load memory)
- Εξωτερική Flash EPROM φορτώματος (Load memory) που επεκτείνει την ενσωματωμένη.

Η Load μνήμη περιλαμβάνει όλα τα Block Λογικής (συμπεριλαμβανομένων και Block που δεν απαιτούνται για την εκτέλεση του προγράμματος πχ. Block Header) ,μπλοκ Δεδομένων και Δεδομένων παραμετροποίησης(4 Kbytes) που δεν χάνονται ούτε με το Reset της μνήμης ούτε με την απώλεια μπαταρίας του τροφοδοτικού.

Με την Μεταγωγή της CPU από κατάσταση Stop - κατάσταση εκτέλεσης του προγράμματος μεταφέρονται από την Load μνήμη στην Working μνήμη μόνο τα κομμάτια των μπλοκ λογικής και δεδομένων που είναι απαραίτητα για την εκτέλεση του προγράμματος. Η working μνήμη είναι γρηγορότερη από την Load μνήμη και σβήνει με το μπουτόν Reset memory της CPU ή αν πέσει η μπαταρία του τροφοδοτικού.

Η CPU εμπεριέχει Status Leds και Leds σφαλμάτων ενώ ο τρόπος λειτουργίας επιλέγεται με κλειδί (KEY). Όταν το κλειδί μετακινηθεί ο τρόπος λειτουργίας της CPU δεν μπορεί να αλλάξει. Αυτή η δυνατότητα προστατεύει το πρόγραμμα της εφαρμογής από μη εξουσιοδοτημένη αλλαγή ή διαγραφή του.

Η CPU περιλαμβάνει διαγνωστική μνήμη μήκους 100-120 μηνυμάτων που δεν σβήνεται ούτε με την πτώση τάσης ούτε με το Reset της μνήμης και καταγράφονται με ώρα και ημερομηνία γεγονότα που συνδέονται με:

- Σφάλματα της CPU.
- Σφάλματα συστήματος της CPU.
- Σφάλματα περιφερειακών modules.
- Μεταγωγή από κατάσταση Stop-Εκτέλεση προγράμματος (RUN) -Stop.
- Προγραμματιστικά λάθη στο πρόγραμμα εφαρμογής.

Η διαγνωστική μνήμη μπορεί να διαβασθεί ON-LINE τοπικά με τον φορητό ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Επίσης η CPU περιλαμβάνει Διαγνωστικό Alarm μπλοκ στο οποίο προγραμματίζοντας την Διεύθυνση μιας οποιασδήποτε κάρτας εισόδου / εξόδου λαμβάνονται διαγνωστικά bit για την κάρτα ως:

- Βλάβη κάρτας
- Εσωτερικό εξωτερικό σφάλμα
- Πρόβλημα σε κάποιο κανάλι της κάρτας
- Έλλειψη εξωτερικής τάσης
- Έλλειψη φίσσας καλωδίων , Bit που μπορούν συνολικά να ενημερώσουν τοπική λυχνία ή να μεταφερθούν μέσω του δικτύου των οπτικών ινών στους ΚΣ. Ειδικά στις κάρτες αναλογικών εισόδων αν στο στάδιο αρχικής παραμετροποίησης της κάρτας ενεργοποιήσει ο χρήστης την ανίχνευση κομμένου καλωδίου τότε είτε με την ενεργοποίηση του διαγνωστικού Alarm μπλοκ είτε με την μη ενεργοποίηση του αλλά οπτικά σε εξωτερικό LED της κάρτας (System Fault) ειδοποιείται τοπικά ή remote το σύστημα για το κομμένο καλώδιο οποιοδήποτε αναλογικού οργάνου(4...20mA)
- Ο μέσος κύκλος εκτέλεσης για 1000 εντολές είναι 0.3 m sec- 0.6 msec
- Τα εσωτερικά βοηθητικά ρελαί (Flags) είναι 2048 από τα οποία όλα μπορούν να είναι μόνιμα (διατήρηση περιεχομένου τους σε περίπτωση διακοπής τάσης ή μεταγωγής της CPU από RUN-Stop- RUN .
- Τα χρονικά και οι απαριθμητές που είναι ενσωματωμένα στην CPU είναι 128 και 64 αντίστοιχα εκ των οποίων όλα μπορούν να είναι μόνιμα.
- Ο μέγιστος αριθμός ψηφιακών εισόδων εξόδων είναι 512
- Ο μέγιστος αριθμός αναλογικών εισόδων και εξόδων είναι 64
- Υπάρχει ενσωματωμένο ρολόι πραγματικού χρόνου
- Υποστηρίζονται Γλώσσες προγραμματισμού όπως LAD (LADDER) FBD (Πύλες) STL (λίστα εντολών) σύμφωνα με τα διεθνή Standards IEC 1131-3 Part 3 αλλά και επιπλέον γλώσσες προγραμματισμού με την χρήση Optional Software πακέτων όπως
- Όλες οι επιπλέον γλώσσες προγραμματισμού με μικρό ποσό μετάφρασης (Compilation) μεταφράζονται στις γλώσσες LAD, FBD, STL.
- Υποστηρίζεται δομημένος προγραμματισμός με την ύπαρξη ειδικών μπλοκ οργάνωσης (OB) Block δεδομένων (DB, Block λειτουργία (FC, FB), Block Λειτουργιών συστήματος (SFC, SFB) και Block δεδομένων συστήματος (SDB).
- Υποστηρίζονται οι παρακάτω εντολές
- Λογικής bit BOOLEAN (AND, OR)
- Λογικής Word boolean (AND, OR) με 16 bit-Σταθερές.
- Λογικής Double Boolean (AND,OR) με 32 bit- Σταθερές
- Εντολές παλμού.
- Set / Reset bit (πχ. Inputs, Outputs, Memorys)
- Εντολές ολίσθησης Δεξιά, αριστερά και κυκλικής ολίσθησης.
- Set /Reset bit (π.χ. Inputs, Outputs, Memorys)

- Εντολές ολίσθησης δεξιά, αριστερά και κυκλικής ολίσθησης
- Εντολές χρονικών και απαριθμητών
- Αποθήκευσης και μεταφοράς τιμών από και προς καταχωρητές byte, Word, Doubleword.
- Εντολές σύγκρισης (16bit, 32 bit ακέραιων αριθμών, 32 bit δεκαδικών αριθμών).
- Αριθμητικές πράξεις όπως α) Πρόσθεση/πολλαπλασιασμό 16bit ακέραια
β) Πρόσθεση/πολλαπλασιασμό 32 bit ακέραια γ)
Πρόσθεση/πολλαπλασιασμό 32 bit δεκαδικών
- Εύρεση τετραγωνικής ρίζας, Λογαριθμικές πράξεις, τριγωνομετρικές λειτουργίες.
- Εντολές αλλαγής ελέγχου του προγράμματος από μπλόκ σε μπλοκ και από εντολή σε εντολή μέσα στο ίδιο μπλοκ .
- Εντολές μετατροπής κώδικα (πχ BCD σε 16 bit Ακέραια)
- Διάφοροι τρόποι εκτέλεσης του προγράμματος όπως κυκλικός, ελεγχόμενος από γεγονός ή από χρόνο
- Ένδειξη μεγίστου - ελαχίστου- μέσου κύκλου εκτέλεσης προγράμματος
- Υποστήριξη αναλογικό - ολοκληρωτικό- διαφορικού ελεγκτή κλειστού βρόχου (PID Controller) με την βοήθεια επιπλέον πακέτου παραμετροποίησης και πακέτου Block Λειτουργίας.

Οι παρακάτω PID Controllers είναι διαθέσιμοι

α) Συνεχείς PID Controllers

β) Controllers παλμού

γ) Βηματικοί Controllers

Το πακέτο παραμετροποίησης υποστηρίζει Test λειτουργία και λειτουργία βελτιστοποίησης του κλειστού βρόχου. Τα Block Λειτουργίας καταλαμβάνουν στην μνήμη της CPU περίπου 6 KBYTE ενώ κάθε βρόγχος καταλαμβάνει περίπου 0.4 KBYTE.

Η επικοινωνία της CPU με τον φορητό προγραμματιστή (PG) και του τοπικού πληκτρολογίου και οθόνης (OPERATION PANEL) γίνεται RS485 πρωτόκολλο και ταχύτητες μετάδοσης μέχρι 187.500 bps.

Με το Interface και φίσσα που έχει 2 Interfaces και που τοποθετείται πάνω στην CPU, μπορεί ο χειριστής ταυτόχρονα να συνδέσει τον φορητό προγραμματιστή για λειτουργίες ελέγχου και εκσφαλμάτωση του προγράμματος της CPU και το OPERATION PANEL για την εμφάνιση στην οθόνη του των μιμικών διαγραμμάτων , της δυνατότητας αλλαγής των παραμέτρων λειτουργίας, των ενδείξεων λειτουργίας κινητήρων και την δυνατότητα χειροκίνητης λειτουργίας.

Στο Interface της CPU μπορούν να συνδεθούν ταυτόχρονα μέχρι 16 Stations (όπως CPUS, PGs, OPs) με μέγιστη απόσταση μεταξύ 2 γειτονικών σταθμών 50m χωρίς repeaters

1100m με 2 repeaters, 11000 m με 10 repeaters σε σειρά και 93 km μέσω οπτικών ινών (Fiber optics)

Με το Interface μπορούν να ανταλλαχθούν μικρά Set δεδομένων (64 bytes κυκλικά) μεταξύ διαφόρων CPU's με απλό τρόπο.

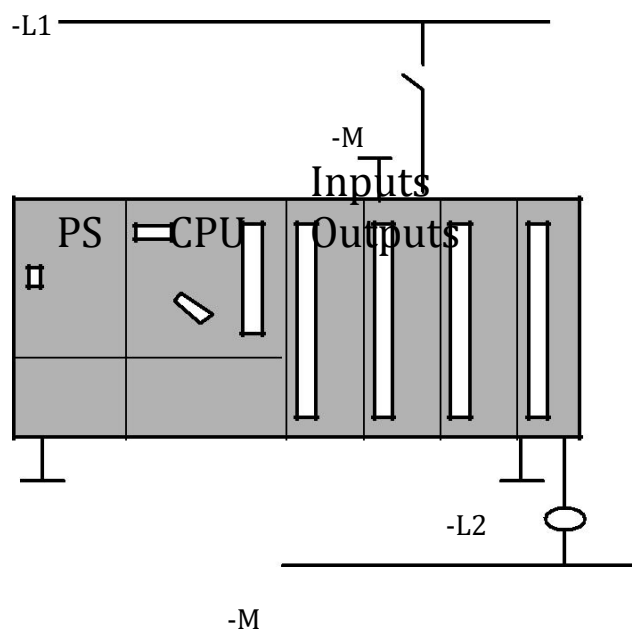
Στην κεντρική μονάδα (CPU) ο μικροεπεξεργαστής προσπελαύνει συνεχώς (κυκλικά) το πρόγραμμα, που είναι γραμμένο στην μνήμη. Ρωτάει συνεχώς, αν οι διάφορες είσοδοι έχουν ή δεν έχουν τάση (επαφές κλειστές ή ανοιχτές), επεξεργάζεται τις εντολές του προγράμματος και βάσει αυτών εξαναγκάζει τις εξόδους να διεγερθούν ή όχι (δηλ. να αποκτήσουν ή όχι τάση, οπότε διεγείρονται ή όχι τα συνδεδεμένα σ' αυτές ρελέ, βαλβίδες κ.λπ.).

Το πρόγραμμα γράφεται στη μνήμη με τη βοήθεια μιας συσκευής προγραμματισμού (προγραμματιστής). Αυτή συνδέεται στην κεντρική μονάδα μόνο όταν πρόκειται να γραφτεί ή να μεταφερθεί το πρόγραμμα στην μνήμη, ή αν πρόκειται να γίνουν αλλαγές. Επίσης, χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των διαφόρων σημάτων κατά την εξέλιξη του προγράμματος και για την ανεύρεση σφαλμάτων.

1.3.4. Μονάδες εισόδων / εξόδων (I/Q)

Τα καλώδια που έρχονται από τα αισθητήρια της παραγωγικής διαδικασίας (τερματικοί, μπουτόν, διακόπτες), συνδέονται στις κλέμες των μονάδων εισόδων (είσοδοι του ελεγκτή).

Αντίστοιχα, τα καλώδια που πηγαίνουν προς τα ρελέ ισχύος, βαλβίδες, λυχνίες κ.λπ. συνδέονται στις κλέμες των μονάδων εξόδου (έξοδοι του ελεγκτή).



Σχ. 1.2. Δομή προγραμματιζόμενου ελεγκτή. PS = τροφοδοτικό, CPU = κεντρική μονάδα επεξεργασίας, Inputs = είσοδοι, Outputs = έξοδοι, -M = ο ακροδέκτης M του τροφοδοτικού (αρνητικός πόλος)

Ο ελεγκτής αντιλαμβάνεται ότι ένα αισθητήριο είναι ανοιχτό ή κλειστό από το αν εμφανίζεται τάση L1 στην αντίστοιχη κλέμα εισόδου. Επίσης, αν από το πρόγραμμα δοθεί εντολή για διέγερση π.χ. μιας βαλβίδας, τότε εμφανίζεται η τάση L2 στην αντίστοιχη κλέμα εξόδου.

Οι τάσεις L1, L2 δεν παρέχονται από την μονάδα τροφοδοσίας του ελεγκτή και πρέπει να δημιουργηθούν από εμάς με κατάλληλο τροφοδοτικό (για DC) ή μετασχηματιστή τάσης χειρισμού (για AC).

Μονάδες ψηφιακών εισόδων

Ένας ελεγκτής αντιλαμβάνεται ότι μια εξωτερική επαφή (π.χ. τερματικός) έκλεισε, όταν στην αντίστοιχη κλέμα εισόδου εμφανίζεται τάση. Η τάση αυτή ονομάζεται τάση εισόδων.

Η τάση για την τροφοδοσία των εισόδων δεν δημιουργείται από τη μονάδα τροφοδοσίας του ελεγκτή, αλλά πρέπει να τη δημιουργήσου με εμείς με κατάλληλο τροφοδοτικό (για DC) ή μετασχηματιστή τάσης χειρισμού (για AC). Εξαίρεση αποτελούν συνήθως οι πολύ μικροί ελεγκτές, στους οποίους ο κατασκευαστής μπορεί να έχει ενσωματώσει ένα μικρό τροφοδοτικό.

Σημείωση

Μια μονάδα εισόδων έχει συνήθως 4, 8, 16 ή 32 εισόδους, ανάλογα με τον τύπο του ελεγκτή και τη τάση. Υποχρεωτικό είναι να χρησιμοποιείται η ίδια τάση για όλες τις εισόδους μιας μονάδας εισόδων. Για μια άλλη όμως μονάδα εισόδων μπορεί να χρησιμοποιηθεί διαφορετική τάση, όπως:

Η κάρτα ψηφιακών εισόδων 32X24 VDC ικανοποιεί τα χαρακτηριστικά

- Τάση εισόδου : Ονομαστική τιμή 24 VDC
- Επιτρεπτή περιοχή 20.4 - 28.8 VDC
- Γαλβανική απομόνωση
- Περιοχή τάσης για το σήμα "1" 15-30VDC , Περιοχή τάσης για το σήμα "0" -3 - 5V
- Ένδειξη της κατάστασης του σήματος της κάθε ψηφιακής εισόδου με LED.
- Επιπρόσθετη φίσσα καλωδίωσης που μετακινείται απλά και χωρίς κίνδυνο να τοποθετηθεί σε λάθος τύπο κάρτας (περιλαμβάνει Key πολικότητας)
- Μέγιστος χρόνος ανταπόκρισης στην ονομαστική τάση εισόδου :1.2 -4.8 ms
- Ρεύμα εισόδου για σήμα "1" μέγιστο 7.5 mA
- Δυνατότητα για σύνδεση με δυσύρματο BERO (επιτρεπτό υπόλοιπο ρεύματος αισθητηρίου 1.5 mA)
- Δυνατότητα συλλογής ψηφιακής πληροφορίας μέχρι 1000m με μπλενταρισμένο καλώδιο 600 m χωρίς μπλενταρισμένο καλώδιο.

Τα σπουδαιότερα τεχνικά χαρακτηριστικά μίας μονάδας εισόδων είναι: το πλήθος εισόδων, η γαλβανική απομόνωση, η ονομαστική τάση, οι ανοχές τάσης για

σήμα «1», οι ανοχές τάσης για σήμα «0», η μέγιστη συνολική διαδρομή καλωδίων, το ρεύμα που απορροφά κάθε είσοδος σε σήμα «1», το ρεύμα που απορροφά η μονάδα συνολικά από τα εσωτερικά DC 5V, η απαιτούμενη πρίζα καλωδίων (τύπος).

Μονάδες ψηφιακών εξόδων

Οι μονάδες ψηφιακών εξόδων χρησιμεύουν για τη διέγερση των εξωτερικών στοιχείων της εγκατάστασης, όπως ρελέ κινητήρων, βαλβίδες, ενδεικτικές λυχνίες κλπ. Όταν από το πρόγραμμα δοθεί εντολή για τη διέγερση ενός π.χ. εξωτερικού ρελέ, τότε κλείνει ο αντίστοιχος «διακόπτης» της εξόδου. Η τάση εμφανίζεται στην κλέμα εξόδου και το ρελέ οπλίζει. Η τάση αυτή ονομάζεται τάση εξόδων. Ο «διακόπτης» εξόδου είναι συνήθως ηλεκτρονικός (τρανζίστορ, triac), αλλά μπορεί να είναι και μηχανική επαφή μικρορελέ.

Η τάση για την τροφοδοσία των μονάδων εξόδων δεν δημιουργείται από τη μονάδα τροφοδοσίας του ελεγκτή, αλλά πρέπει να τη δημιουργήσουμε εμείς με κατάλληλο τροφοδοτικό (για DC) ή μετασχηματιστή τάσης χειρισμού (για AC).

Σημείωση

Τα κυκλώματα και οι τάσεις των εισόδων είναι τελείως ανεξάρτητα από τα κυκλώματα και τις τάσεις των εξόδων. Επομένως η τάση για τις εισόδους μπορεί να είναι διαφορετική από την τάση για τις εξόδους. Επιπλέον υπάρχει η δυνατότητα και ξεχωριστής τάσης ανά μονάδα εισόδων ή εξόδων. Συνήθως μια μονάδα εξόδων περιλαμβάνει 4 ή 8 ή 16 ή 32 εξόδους, ανάλογα με τον τύπο του ελεγκτή και την τάση. Τα σπουδαιότερα τεχνικά χαρακτηριστικά μίας μονάδας εξόδων είναι: το πλήθος των εξόδων, η γαλβανική απομόνωση, η ονομαστική τάση, οι ανοχές τάσης, το ονομαστικό ρεύμα κάθε εξόδου, το ελάχιστο ρεύμα φορτίου, η ταυτόχρονη φόρτιση εξόδων μιας ομάδας, η προστασία εξόδων, η μέγιστη συνολική διαδρομή καλωδίων, η συχνότητα ζεύξεων, το ρεύμα που απορροφά η μονάδα συνολικά από τα εσωτερικά 5 V, η απαιτούμενη πρίζα καλωδίων (τύπος).

Αν γίνει κάποιο βραχυκύκλωμα στο εξωτερικό κύκλωμα μιας εξόδου, τότε χρειάζεται η «επέμβαση» της προστασίας που υπάρχει μέσα στη μονάδα. Στην απλούστερη περίπτωση, η προστασία αυτή είναι μια ασφάλεια υπερταχείας τήξης και μάλιστα μία ανά μονάδα εξόδων. Αντίθετα, στις μονάδες DC 24V, είναι συνηθισμένη η «ηλεκτρονική» προστασία. Σ' αυτή την περίπτωση, όταν συμβεί ένα εξωτερικό βραχυκύκλωμα, η προστασία μειώνει ή και μηδενίζει ακόμα την τάση εξόδου της μονάδας, ώστε το ρεύμα εξόδου να μην υπερβεί το μέγιστο επιτρεπόμενο.

Μία τυπική κάρτα ψηφιακών εξόδων είναι:

Η κάρτα ψηφιακών εξόδων 32X24VDC σε ομάδες των 8 εξόδων έχει

- Τάση τροφοδοσίας 24VDC
- Γαλβανική απομόνωση
- Επιτρεπτή περιοχή τάσης 20.4...28.8 VDC
- Τάση εξόδου για "σήμα"1" 24VDC \pm 0.8V
- Ρεύμα εξόδου για "1" σε 60° , 0.5A
- Ελάχιστο ρεύμα για "1" σε 60° 5mA

- Ρεύμα εξόδου για "0" σε 60° , 0.5A
- Συνολικό ρεύμα εξόδου (ανά ομάδα εξόδων) 2A
- Φορτίο Λαμπτήρα 5W
- Συχνότητα ζεύξεων επαφών
ΩΜΙΚΩΝ 100HZ
ΕΠΑΓΩΓΙΚΩΝ 0.5HZ
Φορτία ενδείξεως 100HZ
- Ένδειξη κατάστασης του σήματος της κάθε ψηφιακής εξόδου με LED
- Επιπρόσθετη φίσσα καλωδίων
- Ηλεκτρονική προστασία από βραχυκύκλωμα

Δυνατότητα αποστολής εντολής μέχρι 600m χωρίς μπλενταρισμένο καλώδιο και 1000m με μπλενταρισμένο

Μονάδες αναλογικών εισόδων

Η αναλογική κάρτα εισόδων μπορεί να επεξεργασθεί αισθητήρια με δυνατότητα μετρήσεων βασικών περιοχών τάσης

± 1V /200 KΩ Αντίσταση εισόδου

1..5V/200 KΩ Αντίσταση εισόδου και περιοχών ρεύματος

4...20mA/80Ω Αντίσταση εισόδου

±20mA/ 80Ω Αντίσταση εισόδου

Θερμοστοιχεία N, E, J, K

PT100 Standard /10 Mohms / 4 κανάλια η 1 κανάλι

αλλάζοντας τον τύπο της μέτρησης με μηχανικά jumpers πάνω στην κάρτα και ρυθμίζοντας διάφορα μεγέθη (πχ πάνω -κάτω όριο) από το Software.

- Η ανάλυση του A/D μετατροπέα της κάρτας είναι 12 bits
- Ο κύκλος ολοκλήρωσης / μετατροπής για κάθε κανάλι 2.5/100 msec
- Το μήκος καλωδίου μέχρι το αισθητήριο θα είναι τουλάχιστον 200m με μπλενταρισμένο καλώδιο
- Έχει γαλβανική απομονωση
- Προστασία έναντι ανάστροφου πολικότητας
- Επιτρεπτή τάση εισόδου για κανάλι τάσης 20V
- Επιτρεπτό ρεύμα εισόδου για κανάλι ρεύματος 40mA
- Αντιστάθμιση Θερμοκρασίας : εσωτερική ή εξωτερικό με Module αντιστάθμισης.
- Όριο σφάλματος λειτουργίας (πάνω από την περιοχή θερμοκρασίας που αναφέρεται στην περιοχή εισόδου) max +-1%
- Όριο Βασικού σφάλματος (Όριο σφάλματος λειτουργίας στα 25° που αναφέρεται στην περιοχή εισόδου) max +- 0.6 %
- Δυνατότητα διάγνωσης μέσω κόκκινου Led για σφάλματα καναλιών

- Φίσσα καλωδίων με στοιχείο κωδικοποίησης. Όταν η φίσσα τοποθετείται για πρώτη φορά στην κάρτα τότε το στοιχείο κωδικοποίησης επιδρά στο να μπορεί να τοποθετηθεί η φίσσα σε κάρτες της ίδιας περιοχής τάσης ή ρεύματος.

Μονάδες αναλογικών εξόδων

Η αναλογική κάρτα εξόδων έχουν:

- Τάση τροφοδοσίας 24VDC
- Γαλβανικά απομονωμένη
- Περιοχές εξόδου τάσης $\pm 10V$, 0-10V 1-5V και περιοχές εξόδου ρεύματος 4..20mA, $\pm 20mA$, 0-20mA πού μπορούν να αλλαχθούν με μηχανικά Jumpers πάνω στην κάρτα ενώ διάφορες ρυθμίσεις μπορούν να γίνουν από το Software.
- Αντίσταση φορτίου για τα κανάλια τάσης min 1K Ω
- Αντίσταση φορτίου για τα κανάλια ρεύματος max 0.5 K Ω .
- Χωρητικά φορτία max 1 μF
- Επαγωγικά φορτία max 1 mH
- Προστασία από βραχυκύκλωμα με ρεύμα βραχυκύκλωσης 25mA για εξόδους τάσης.
- Ισχύς εξόδου με τάση ανοικτού κυκλώματος 18V
- Η ανάλυση του D/A Converter είναι 11 bits+Πρόσημο ($\pm 10V$, 4..20mA, $\pm 20mA$, 1-5V) , 12 Bits (0-10V, 0-20mA)
- Ο κύκλος μετατροπής για κάθε κανάλι είναι max 0.8 msec και ειδικά για Ωμικά φορτία 0.1ms για χωρητικά φορτία 3.3 ms για επαγωγικά φορτία 0.5.ms
- Όρια λειτουργίας (0..60°C στην περιοχή εξόδου)
Τάση $\pm 0,5\%$
Ρεύμα $\pm 0.6\%$
- Βασικό σφάλμα (0-25°C στην περιοχή εξόδου)
Τάση $\pm 0,2\%$
Ρεύμα $\pm 0,3\%$
- Το μήκος καλωδίου μέχρι το στοιχείο ενεργοποίησης είναι 200μ με μπλενταρισμένο καλώδιο
- Φίσσα καλωδίου με την ίδια λογική όπως της αναλογικής κάρτας εισόδου.
- Δυνατότητα διάγνωσης μέσω κόκκινου Led για σφάλματα καναλιών

1.3.5. Κάρτα επικοινωνίας

- Interfaces 1 (RS232C-V24,RS485)
- ταχύτητα μετάδοσης 2.4 Kbit/sec - 19.2 Kbit/sec
- LEDS για SEND-RECEIVE- ERROR
- Πρωτόκολλα : ASCII (μήκος πληροφορίας max 1024 bytes , ταχύτητα 9.6 Kbit/sec), 3964R(μήκος πληροφορίας max 1024 bytes , ταχύτητα 19.2 Kbit/sec), RK512 (με ειδικό Software εφαρμογή) , Printer Driver (ταχύτητα 9.6 Kbit/sec)

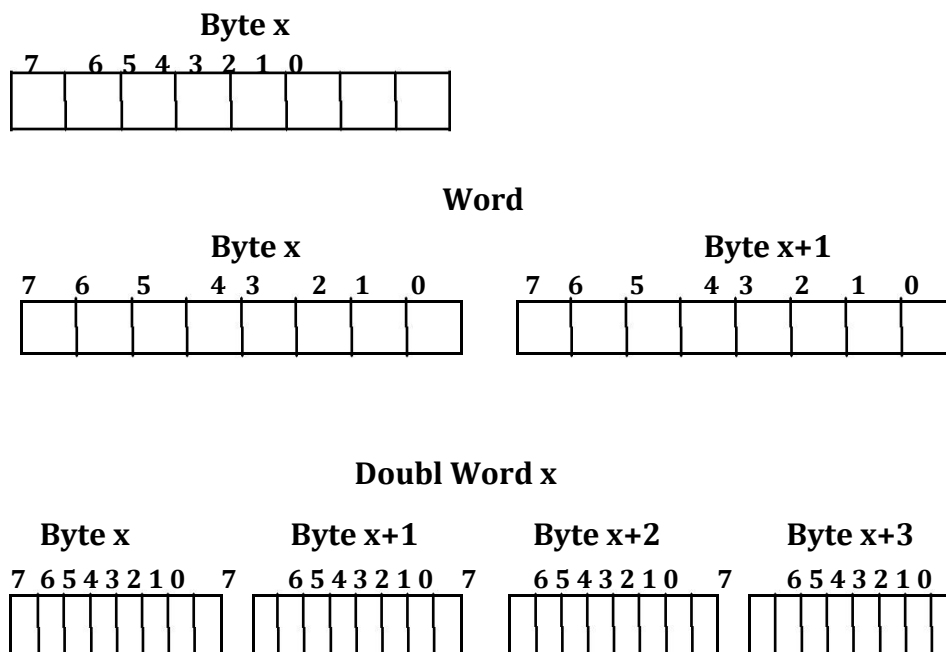
Ο χρήστης με την βοήθεια πακέτου παραμετροποίησης πού φορτώνεται στο βασικό Software , καθορίζει το πρωτόκολλο και τα χαρακτηριστικά του και αυτά υπό μορφή System Data φορτώνονται στην Load Memory της CPU.

Το PLC ικανοποιεί τα βιομηχανικά Standards λόγω της συμβατότητας τους σε υψηλά ηλεκτρομαγνητικά πεδία, της λειτουργίας του σε μεγάλη θερμοκρασία 0...60°C και της αντοχής του σε κραδασμούς, δεν απαιτεί κατά την λειτουργία του επιπλέον ανεμιστήρες.

1.4. Ονοματολογία

Τα PLC βασίζονται στην ψηφιακή τεχνολογία, γεγονός που σημαίνει ότι χρησιμοποιούν το δυαδικό σύστημα. Αυτό συμβαδίζει με την ήδη υπάρχουσα φιλοσοφία στην τεχνολογία των αυτοματισμών, αφού και οι συμβατικοί αυτοματισμοί (ρελέ, διακόπτες, μπουτόν) βασίζονται σε δύο επίσης καταστάσεις «ανοιχτό - κλειστό».

Η οργάνωση των bit μνήμης, στη μνήμη του PLC είναι κατά byte, λέξεις (2 bytes), ή διπλή λέξη (4 bytes) όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα:



Σχ. 1.3. Οργάνωση μνήμης σε byte. Word = λέξη, Double Word = διπλή λέξη.

Η διεύθυνση μιας εισόδου ή μιας εξόδου, αντίστοιχα, στο PLC ορίζεται με τη μορφή:

I x.y	όπου x = καθορίζει τη διεύθυνση του byte εισόδων/ εξόδων	μόνο για bit
Q x.y	y = καθορίζει τη διεύθυνση του bit εισόδων/ εξόδων	
I xy	όπου x = καθορίζει το είδος	για τις
Qxy	y = καθορίζει την αρχική διεύθυνση του bit εισόδων / εξόδων	υπόλοιπες μορφές
ενώ	I είναι η είσοδος	
	Q είναι η έξοδος	

Η ίδια διευθυνσιοδότηση ακολουθείται και στα βοηθητικά, δηλ τα bit μιας ειδικής περιοχής της μνήμης, που χρησιμοποιούνται από το πρόγραμμα για την αποταμίευση ορισμένων καταστάσεων (παίζουν το ρόλο των βοηθητικών ρελέ του συμβατικού ηλεκτρισμού). Σε αντίθεση με τις εισόδους / εξόδους, τα βοηθητικά δεν έχουν «επικοινωνία» με τον έξω κόσμο (π.χ. κάποια κλέμα ή LED) και η κατάσταση τους μπορεί να αναγνωριστεί μόνο με τη βοήθεια της μιας συσκευής προγραμματισμού.

1.4.1. Ονοματολογία χρονικών

Με τον όρο χρονικό εννοούμε μια λέξη (2 byte) μέσα σε μια ειδική περιοχή της μνήμης - την περιοχή των χρονικών.

Σ' αυτή τη λέξη προτοποθετείται με το πρόγραμμα η τιμή του χρόνου (π. χ. 100 sec). Όταν - από το πρόγραμμα επίσης - ξεκινήσει να «μετράει» ο χρόνος , τότε η τιμή αυτή αρχίζει και μειώνεται με το ρυθμό της χρονικής μονάδας (π.χ. 1 sec). Όταν περάσει ο χρόνος, (δηλ. όταν η τιμή του χρονικού μέσα στη λέξη γίνει μηδέν), τότε παίρνουμε αντίστοιχο σήμα, το οποίο μπορούμε να αξιοποιήσουμε. Ένα χρονικό χαρακτηρίζεται μονοσήμαντα ως εξής:

Tx

όπου T το χρονικό
x ο αριθμός του χρονικού

1.4.2. Ονοματολογία απαριθμητών

Με τον όρο απαριθμητής εννοούμε μια λέξη (2byte) μέσα σε μια ειδική περιοχή της μνήμης - την περιοχή των απαριθμητών.

Σ' αυτή την λέξη μέσα βρίσκεται κάθε στιγμή το «περιεχόμενο» του απαριθμητή, το οποίο αυξάνεται ή ελαττώνεται κατά 1 με κατάλληλες εντολές από το πρόγραμμα. Επίσης, το περιεχόμενο αυτό μπορεί να ζητηθεί και να αξιολογηθεί.

Ένας απαριθμητής χαρακτηρίζεται μονοσήμαντα ως εξής:

Cx

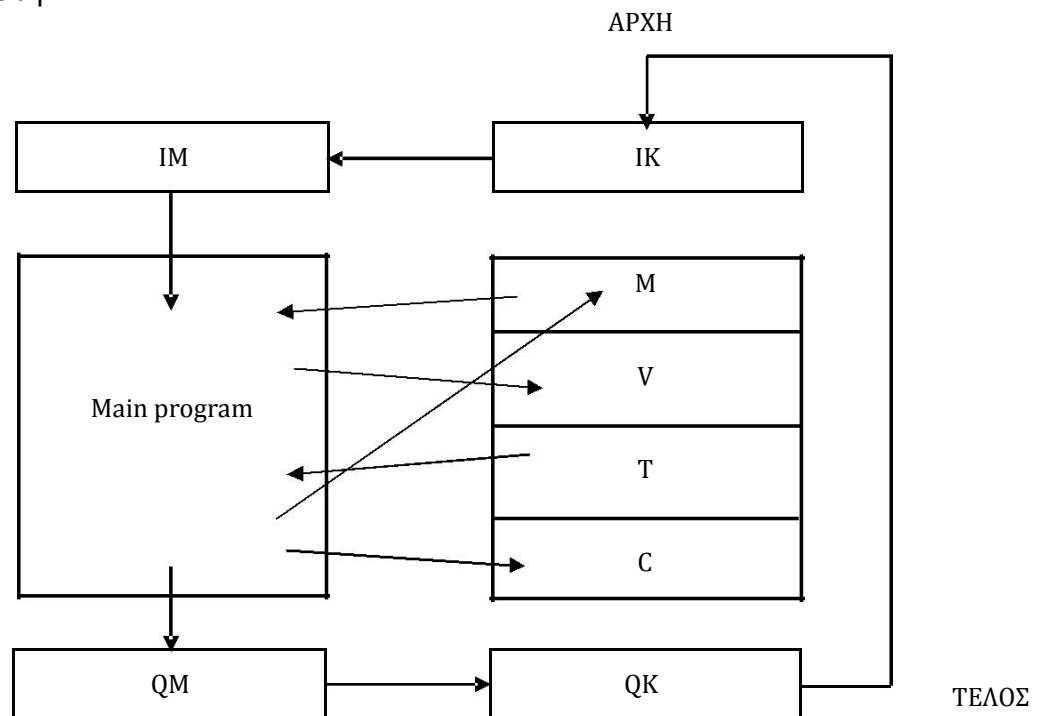
όπου C ο απαριθμητής
x ο αριθμός του απαριθμητή

1.5. Κυκλική επεξεργασία

Βασικό χαρακτηριστικό ενός ελεγκτή είναι η συνεχής (κυκλική) επεξεργασία του προγράμματος που είναι γραμμένο από το χειριστή στη μνήμη. Ένας υπολογιστής επεξεργάζεται τις εντολές του προγράμματος του, καταλήγει στα αποτελέσματα και μετά σταματά.

Αντίθετα σ' έναν ελεγκτή συμβαίνουν τα εξής:

1. Ο μικροεπεξεργαστής διαβάζει την τρέχουσα κατάσταση των εισόδων και γράφει τις τιμές που αντιστοιχούν (0 ή 1) σε έναν πίνακα απεικόνισης καταστάσεων εισόδων (Process-Image Input Register) που βρίσκεται στην μνήμη του επεξεργαστή.



Σχ. 1.4. Κυκλική επεξεργασία προγράμματος

2. Ο μικροεπεξεργαστής διαβάζει και ταυτόχρονα εκτελεί μία, μία τις εντολές που είναι γραμμένες στη μνήμη, αρχίζοντας από την πρώτη και τελειώνοντας στην τελευταία
3. Μετά την εκτέλεση της τελευταίας εντολής, ο μικροεπεξεργαστής «οδηγεί» τις εξόδους ανάλογα με την τιμή (0 ή 1) που έχουν στον πίνακα απεικόνισης εξόδων (Process-Image Output Register).
4. Τέλος, ξαναγυρνά στο πρώτο βήμα και η διαδικασία επαναλαμβάνεται συνεχώς. Επομένως, σ' έναν ελεγκτή έχουμε μια διαρκή σάρωση και εκτέλεση των εντολών του προγράμματος.

Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να τονίσουμε ότι η πληροφορία για την κατάσταση της εισόδου αποκτάται μόνο στην αρχή του κύκλου. Παρόλο που η κατάσταση της εισόδου, κατά τον χρόνο εκτέλεσης του προγράμματος, θεωρείται σταθερή (γεγονός

που βεβαίως μπορεί και να μην συμβαίνει), ο κύκλος του PLC είναι τόσο σύντομος (τυπικά μερικά ms) που ακόμα και αν αλλάξει κατάσταση η είσοδος, η CPU θα το αντιληφθεί στον αμέσως επόμενο κύκλο και θα δράσει ανάλογα, με καθυστέρηση μόνο χιλιοστών του δευτερολέπτου.

1.5.1. Χρόνος κύκλου

Σαν χρόνος κύκλου ορίζεται ο χρόνος που απαιτείται για την επεξεργασία και εκτέλεση (μία φορά) των εντολών που είναι γραμμένες στην μνήμη, από την πρώτη μέχρι την τελευταία. Είναι αυτονόητο, ότι όσο πιο μεγάλο είναι το πρόγραμμα τόσο μεγαλύτερος είναι και ο χρόνος κύκλου.

Για να μπορούν να συγκριθούν διαφορετικοί τύποι ελεγκτών, οι κατασκευαστές δίνουν συνήθως τον μέσο χρόνο κύκλου για 1 K (= 1024) εντολές προγράμματος. Όσο μικρότερος είναι αυτός ο χρόνος, τόσο ταχύτερος είναι ο ελεγκτής. Η έννοια μέσος χρόνος κύκλου οφείλεται στο γεγονός ότι όλες οι εντολές δεν απαιτούν ίδιο χρόνο για την επεξεργασία τους. Έτσι, ανάλογα με τις εντολές που θα χρησιμοποιήσουμε, διαφοροποιείται και ο χρόνος αυτός.

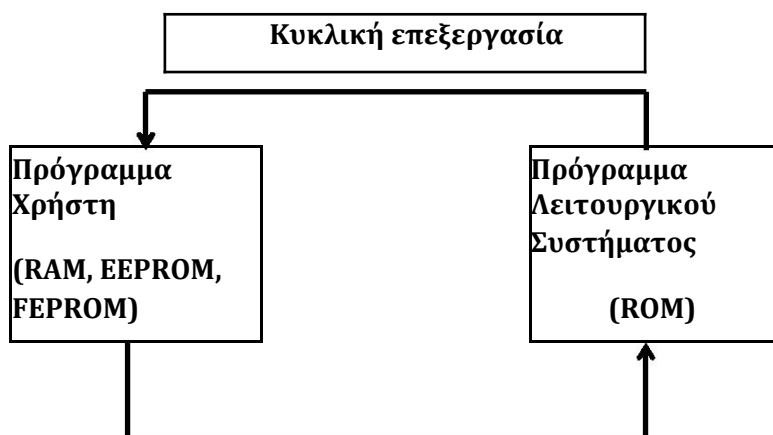
Συνήθως ο χρόνος κύκλου για ένα 1 K εντολές είναι της τάξεως μερικών msec.

1.6. Λειτουργικό σύστημα ελεγκτή προγραμματιζόμενης λογικής

Ορισμένες ενέργειες του ελεγκτή γίνονται αυτόματα, χωρίς καμία απολύτως εντολή από το χρήστη, π.χ.

- Όταν επανέρχεται η τάση μετά από μία διακοπή του δικτύου γίνεται μηδενισμός των βοηθητικών που ανήκουν στην περιοχή μνήμης χωρίς συγκράτηση.
- Πριν από την έναρξη κάθε κύκλου προγράμματος γίνεται μεταφορά σημάτων από τις κλέμες των μονάδων εισόδων στη μνήμη απεικόνισης καταστάσεων εισόδων (Process - Image Input Register).
- Μετά το τέλος κάθε κύκλου προγράμματος γίνεται μεταφορά της μνήμης απεικόνισης καταστάσεων εξόδων (Process - Image Output Register) στις αντίστοιχες κλέμες των μονάδων εξόδων.

Όλες αυτές οι απαραίτητες ενέργειες, οι οποίες προσδιορίζουν τι άλλο πρέπει να κάνει ο ελεγκτής παράλληλα με το κυρίως πρόγραμμα του χρήστη, το οποίο εμείς προγραμματίζουμε, αποτελούν το λειτουργικό πρόγραμμα του ελεγκτή. Το πρόγραμμα αυτό είναι συνήθως αποθηκευμένο σε μια μνήμη ROM μέσα στην κεντρική μονάδα και περιέχει εντολές που δεν μπορούν να διαβαστούν από εμάς, και οι οποίες καθορίζουν τις παραπάνω αντιδράσεις.



Σχ.1.5. Κυκλική επεξεργασία.

1.7. Προσπέλαση προγράμματος

Το γενικό πρόγραμμα μιας κεντρικής μονάδας αποτελείται από το λειτουργικό σύστημα και το πρόγραμμα του χρήστη.

Το **λειτουργικό σύστημα** όπως προαναφέραμε, αποτελεί το σύνολο που περιέχει όλες τις εντολές και τις δηλώσεις που ελέγχουν τις πηγές του συστήματος, τις διαδικασίες που χρησιμοποιούν αυτές τις πηγές, καθώς και περιοχές λειτουργίας όπως αποθήκευση δεδομένων στην περίπτωση πτώση της τάσης του δικτύου, ενεργοποίηση τάξεων προτεραιότητας, κλπ. Το λειτουργικό σύστημα αποτελεί ένα μέρος της κεντρικής μονάδας, στο οποίο ο χρήστης δεν έχει πρόσβαση γραφής. Εντούτοις, μπορούμε να φορτώσουμε με ξανά το σύστημα αυτό από μια μονάδα μνήμης, π.χ. στην περίπτωση της ενημέρωσης με τις τελευταίες αλλαγές του προγράμματος.

Το **πρόγραμμα του χρήστη** αποτελεί το σύνολο όλων των εντολών και δηλώσεων, στην περίπτωση αυτή τα στοιχεία του προγράμματος, για την οδήγηση των σημάτων, μέσα από την οποία η όλη διαδικασία επηρεάζεται ανάλογα με τη προκαθορισμένη εργασία ελέγχου.

1.7.1. Μέθοδοι προσπέλασης προγράμματος

Το πρόγραμμα του χρήστη μπορεί να αποτελείται από διάφορα μέρη τα οποία η κεντρική μονάδα επεξεργασίας εκτελεί ανάλογα με το αν λαμβάνουν χώρα κάποια συγκεκριμένα γεγονότα. Ένα τέτοιο γεγονός μπορεί να είναι η εκκίνηση του αυτόματου συστήματος, μια διακοπή ή η ανίχνευση σφάλματος. Τα προγράμματα που εξαρτώνται από τέτοια γεγονότα χωρίζονται σε τάξεις προτεραιότητας που καθορίζουν την σειρά εκτέλεσης των μερών του προγράμματος όταν συμβαίνουν συγκεκριμένα γεγονότα.

Το χαμηλής τάξης προτεραιότητας πρόγραμμα είναι το κυρίως πρόγραμμα, το οποίο προσπελάζεται κυκλικά από την κεντρική μονάδα. Όλα τα άλλα γεγονότα μπορούν να διακόψουν το κυρίως πρόγραμμα σε οποιοδήποτε σημείο. Η CPU τότε

εκτελεί την ανάλογη ρουτίνα διακοπής ή ρουτίνα αποσφαλμάτωσης και επιστρέφει στο κυρίως πρόγραμμα.

Ένα συγκεκριμένο μπλοκ οργάνωσης (organization block OB) συναντάται σε κάθε γεγονός. Τα μπλοκ οργάνωσης αναπαριστούν τις τάξεις προτεραιότητας στο πρόγραμμα του χρήστη. Όταν ένα γεγονός λαμβάνει χώρα, η κεντρική μονάδα καλεί το ανάλογο μπλοκ οργάνωσης. Ένα τέτοιο μπλοκ αποτελεί ένα μέρος του προγράμματος του χρήστη.

Πριν ακόμα ξεκινήσει η CPU να εκτελεί το κυρίως πρόγραμμα, εκτελεί μια ρουτίνα εκκίνησης. Αυτή η ρουτίνα μπορεί να ενεργοποιηθεί με το άνοιγμα της κεντρικής τάσης τροφοδοσίας, από τον επιλογικό διακόπτη που υπάρχει στην CPU ή μέσω ενός προγραμματιστή.

Το κυρίως πρόγραμμα βρίσκεται μέσα στο μπλοκ οργάνωσης OB1, το οποίο η κεντρική μονάδα επεξεργασίας εκτελεί. Αφού έχει τελειώσει η εκτέλεση του OB1 (τέλος προγράμματος), η CPU επιστρέφει στο λειτουργικό σύστημα και μόλις καλέσει για εκτέλεση διάφορες λειτουργίες του συστήματος, όπως ενημέρωση του πίνακα διευθύνσεων των εξόδων, καλεί, ξανά, για άλλη μια φορά το OB1.

Γεγονότα που μπορούν να διακόψουν το πρόγραμμα είναι οι αιτήσεις διακοπών και τα σφάλματα. Οι διακοπές μπορούν να ζητηθούν από την διαδικασία (hardware interrupts) ή από την CPU (διακοπές εποπτείας). Όσον αφορά τα σφάλματα, υπάρχει ένας διαχωρισμός μεταξύ συγχρονισμένων και ασύγχρονων σφαλμάτων. Το ασύγχρονο σφάλμα είναι ανεξάρτητο από τον κύκλο του προγράμματος, για παράδειγμα διακοπή τροφοδοσίας σε μια μονάδα επέκτασης ή διακοπή που έχει προκληθεί από την αντικατάσταση της μονάδας. Το σύγχρονο σφάλμα προκαλείται από την εκτέλεση του προγράμματος, όπως η αναφορά σε μη υπαρκτή διεύθυνση ή η δημιουργία σφάλματος μετατροπής τύπων δεδομένων. Ο τύπος και ο αριθμός των καταχωρημένων γεγονότων, καθώς και τα ανάλογα μπλοκ οργάνωσης εξαρτώνται από την κεντρική μονάδα επεξεργασίας.

1.8. Δομή προγράμματος

Μπορούμε να χωρίσουμε το πρόγραμμα σε όσα μέρη θέλουμε με σκοπό να το διαβάζουμε και να το αντιλαμβανόμαστε καλύτερα και ευκολότερα. Κάθε μέρος του προγράμματος πρέπει να έχει τεχνολογική και λειτουργική βάση. Αυτού του είδους τα μέρη ονομάζονται «Μπλοκ». Ένα μπλοκ αποτελεί ένα μέρος του προγράμματος του χρήστη που καθορίζεται από τις λειτουργίες του, τη δομή και τον σκοπό της ύπαρξής του.

1.8.1. Τύποι μπλοκ

Υπάρχουν διάφοροι τύποι μπλοκ για διάφορους σκοπούς:

- Μπλοκ χρήστη.

Τα μπλοκ αυτά περιέχουν το πρόγραμμα και τα δεδομένα του χρήστη.

- Μπλοκ συστήματος.

Τα μπλοκ αυτά περιέχουν το πρόγραμμα και τα δεδομένα του συστήματος.

- Στάνταρτ μπλοκ.

Τα μπλοκ αυτά αποτελούν το κλειδί λειτουργίας των οδηγών (drivers) των ειδικών καρτών CP και FM.

Μπλοκ χρήστη

Τα μεγάλα και περίπλοκα προγράμματα «δομούνται» (διαχωρίζονται) σε μπλοκ τα οποία εν μέρη είναι απαραίτητα. Μπορούμε να διαλέξουμε μεταξύ των διαφόρων τύπων των μπλοκ, ανάλογα με την εφαρμογή:

- *Μπλοκ οργάνωσης (OB).*

Τα προαναφερόμενα μπλοκ συμβάλουν στην επικοινωνία μεταξύ του λειτουργικού συστήματος και του προγράμματος του χρήστη. Οι κεντρικές μονάδες επεξεργασίας καλούν τα μπλοκ οργάνωσης όταν συγκεκριμένα γεγονότα λαμβάνουν χώρα, π.χ. στην περίπτωση διακοπής. Το κυρίως πρόγραμμα βρίσκεται στο μπλοκ οργάνωσης OB1. Τα άλλα μπλοκ οργάνωσης έχουν συγκεκριμένους αριθμούς βασισμένους στο είδος των γεγονότων, τα οποία καλούνται να χειριστούν.

- *Μπλοκ λειτουργίας (FB).*

Αποτελούν μέρος του προγράμματος του οποίου οι κλήσεις μπορούν να προγραμματιστούν μέσω παραμέτρων του μπλοκ. Οι μεταβλητές μνήμης που περιέχονται σε ένα μπλοκ δεδομένων το οποίο με την σειρά του περιλαμβάνεται στην κλήση του μπλοκ λειτουργίας. Επίσης είναι δυνατόν σε κάθε κλήση να περιέχεται και διαφορετικό μπλοκ δεδομένων (με την ίδια δομή δεδομένων αλλά διαφορετικές τιμές μεταβλητών).

- *Λειτουργία (Fc).*

Οι λειτουργίες χρησιμοποιούνται για το προγραμματισμό περίπλοκων αυτόματων λειτουργιών. Μπορούν να παραμετροποιηθούν και να επιστρέψουν μια τιμή στο καλούμενο μπλοκ. Η τιμή της λειτουργίας είναι προαιρετική ενώ οι λειτουργίες μπορούν, επίσης, να στέλνουν προς τα έξω διαφορετικές παραμέτρους. Οι λειτουργίες δεν αποθηκεύουν πληροφορίες και δεν περιέχουν μπλοκ δεδομένων.

- *Μπλοκ δεδομένων (DB).*

Αυτά τα μπλοκ περιέχουν τα δεδομένα του προγράμματός μας. Προγραμματίζοντάς τα καθορίζουμε σε ποια μορφή θα σωθούν τα δεδομένα (σε ποιο μπλοκ, με ποια σειρά και με τι τύπο δεδομένων). Υπάρχουν δύο τρόποι χρήσης των μπλοκ δεδομένων: ως καθολικά και ως στιγμιαία μπλοκ. Ένα καθολικό μπλοκ δεδομένων είναι ένα «ελεύθερο» μπλοκ μέσα στο πρόγραμμα του χρήστη και δεν περιέχεται σε ένα κωδικοποιημένο μπλοκ. Ένα στιγμιαίο μπλοκ δεδομένων όμως, περιέχεται σε ένα μπλοκ λειτουργίας και αποθηκεύει μέρος των δεδομένων του μπλοκ λειτουργίας.

Ο αριθμός των μπλοκ ανά τύπο μπλοκ και το μήκος τους εξαρτάται από την CPU. Οι αριθμοί των μπλοκ οργάνωσης και το πλήθος τους είναι καθορισμένα. Αναθέτονται από το λειτουργικό σύστημα της κεντρικής μονάδας. Μπορούμε να ορίσουμε μόνοι μας τον αριθμό του μπλοκ των άλλων ειδών των μπλοκ, αρκεί αυτός να βρίσκεται μέσα σε καθορισμένα όρια. Επίσης έχουμε την επιλογή να ονομάσουμε κάθε μπλοκ μέσω του πίνακα συμβόλων και στη συνέχεια να αναφερόμαστε σ' αυτά με το όνομά τους.

Μπλοκ συστήματος

Τα μπλοκ συστήματος αποτελούν μέρος του λειτουργικού συστήματος. Μπορούν να περιέχουν προγράμματα (λειτουργίες συστήματος) ή μπλοκ λειτουργιών ή δεδομένα (μπλοκ δεδομένων συστήματος). Τα μπλοκ συστήματος πραγματοποιούν έναν αριθμό από σημαντικές λειτουργίες του συστήματος, προσβάσιμες στο χρήστη, όπως είναι ο χειρισμός του εσωτερικού ρολογιού της CPU, ή οι διάφορες λειτουργίες επικοινωνίας.

Μπορούμε να καλέσουμε τις λειτουργίες του συστήματος και τα μπλοκ λειτουργιών του συστήματος, αλλά δεν μπορούμε να τα διαμορφώσουμε ή να τα προγραμματίσουμε. Τα μπλοκ από μόνα τους δεν διατηρούν χώρο στην μνήμη. Μόνο οι κλήσεις των μπλοκ και τα στιγμιαία μπλοκ δεδομένων των μπλοκ λειτουργιών του συστήματος είναι στην μνήμη.

1.9. Δομή μπλοκ

Συνήθως τα μπλοκ αποτελούνται από τρία μέρη :

- Τον αριθμό του μπλοκ που περιέχει τις ιδιότητες του μπλοκ, όπως το όνομα του.
- Το μέρος των δηλώσεων όπου οι τοπικές μεταβλητές του μπλοκ δηλώνονται.
- Το μέρος του προγράμματος όπου περιέχονται οι εντολές του προγράμματος.

Ένα μπλοκ δεδομένων έχει παρόμοια μορφή:

- Την επικεφαλίδα του μπλοκ που περιέχει τις ιδιότητες του μπλοκ.
- Το μέρος των δηλώσεων που περιέχει τις δηλώσεις των τοπικών λειτουργιών του μπλοκ, στην περίπτωση αυτή τις διευθύνσεις των δεδομένων με τους τύπους των δεδομένων.
- Το μέρος της αρχικοποίησης, στο οποίο μπορούν να οριστούν αρχικές τιμές για μεμονωμένες διευθύνσεις δεδομένων.

1.10. Μορφές προγραμματισμού

Για να αναλύσουμε έναν περίπλοκο αυτοματισμό θα πρέπει να χωρίσουμε την εφαρμογή σε μικρότερα μέρη ανάλογα με την δομή της διαδικασίας που πρέπει να ελεγχθεί. Μετά μπορούμε να διαμορφώσουμε τα επιμέρους κομμάτια καθορίζοντας τις λειτουργίες και διοχετεύοντας τα εσωτερικά σήματα προς την διαδικασία ή άλλα μέρη. Αυτός ο διαχωρισμός μπορεί να εφαρμοστεί και στον προγραμματισμό μας. Μ' αυτόν τον τρόπο η δομή του προγράμματός μας ανταποκρίνεται στον διαχωρισμό της εφαρμογής.

Ένα τέτοιο πρόγραμμα μπορεί να διαμορφωθεί πιο εύκολα και να προγραμματιστεί σε μέρη, ακόμα και από διαφορετικά άτομα, στην περίπτωση που το πρόγραμμα είναι πολύ μεγάλο. Τέλος, χωρίζοντας το πρόγραμμα σε μέρη είναι πιο εύκολη η δοκιμή και η αποσφαλμάτωση του. Η δομή του προγράμματος του χρήστη εξαρτάται από το μέγεθος και τις λειτουργίες του.

Οι μορφές προγραμματισμού είναι οι εξής:

- *Γραμμικός προγραμματισμός.*

Εδώ όλο το κυρίως πρόγραμμα είναι το μπλοκ οργάνωσης OB1. Κάθε τρέχον μονοπάτι είναι σε ξεχωριστό network. Όταν διορθώνουμε και αποσφαλματώνουμε, μπορούμε να αναφέρουμε το κάθε network απευθείας από τον αριθμό του.

- *Μερικός προγραμματισμός.*

Ο μερικός προγραμματισμός βασίζεται στον γραμμικό προγραμματισμό μόνο που το πρόγραμμα χωρίζεται σε μπλοκ. Οι αιτίες για τον διαχωρισμό του προγράμματος σε μικρότερα μέρη είναι είτε το γεγονός ότι το πρόγραμμα είναι πολύ μεγάλο για το OB1, είτε επειδή θέλουμε να διαβάζεται πιο εύκολα. Τα μπλοκ τότε καλούνται με την σειρά. Μπορούμε επίσης να χωρίσουμε το πρόγραμμα ενός μπλοκ σε άλλα μπλοκ όπως κάναμε με το OB1. Αυτή η μέθοδος μας επιτρέπει να καλούμε συσχετισμένες λειτουργίες της διαδικασίας μέσα από ένα και το αυτό μπλοκ. Το πλεονέκτημα αυτής της μορφής προγραμματισμού είναι ότι αν και το πρόγραμμα είναι γραμμικό μπορούμε να το αποσφαλματώσουμε σε μέρη (απλά μόνο καλώντας τα μπλοκ).

- *Δομημένος προγραμματισμός.*

Ο δομημένος προγραμματισμός χρησιμοποιείται όταν το επινοημένο σχέδιο είναι εξαιρετικά ακριβό, όταν θέλουμε να δημιουργήσουμε λειτουργίες προγράμματος και όταν πρέπει να λυθούν περίπλοκα προβλήματα. Μ' αυτήν την μέθοδο χωρίζουμε το πρόγραμμα σε κομμάτια (μπλοκ) με ενσωματωμένες λειτουργίες ή σε μπλοκ που εξυπηρετούν έναν συγκεκριμένο σκοπό λειτουργίας και τα οποία ανταλλάσσουν όσο το δυνατόν λιγότερα σήματα με τα άλλα μπλοκ. Αναθέτοντας σε κάθε κομμάτι μια συγκεκριμένη λειτουργία δημιουργούμε ευανάγνωστα μπλοκ με απλούστερη επικοινωνία με τα άλλα μπλοκ.

Τέλος, η οργάνωση του προγράμματος καθορίζει την σειρά με την οποία η κεντρική μονάδα επεξεργασίας θα εκτελέσει τα μπλοκ που έχουμε δημιουργήσει. Για να οργανώσουμε το πρόγραμμα μας, προγραμματίζουμε τις κλήσεις των μπλοκ με την σειρά που επιθυμούμε. Η σειρά αυτή θα πρέπει να είναι ανάλογη με την σειρά των επιμέρους λειτουργιών της διαδικασίας που θέλουμε να ελέγξουμε.

1.11. Γλώσσες προγραμματισμού

Οι ελεγκτές προγραμματίζονται συνήθως σε μια (ή περισσότερες) από τις παρακάτω πια διεθνώς τυποποιημένες μορφές γλωσσών:

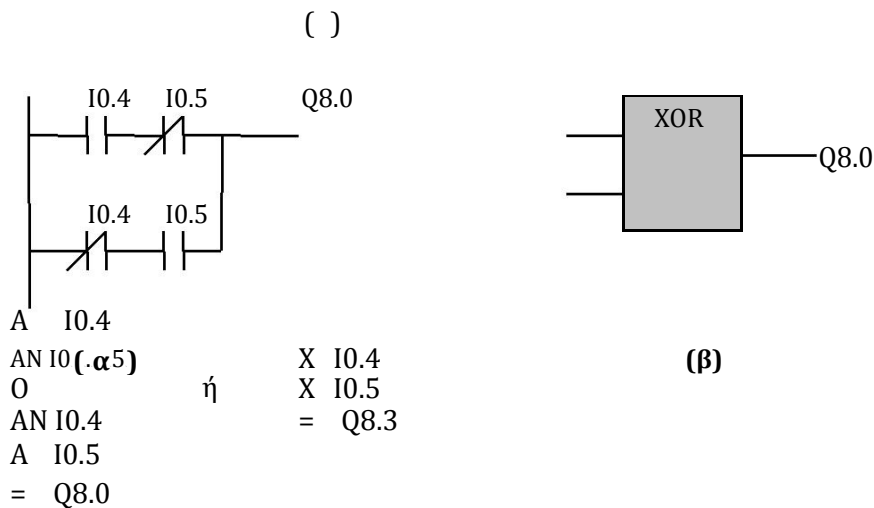
- **Λίστα εντολών**
(STATEMENT LIST = **STL**)
- **Σχέδιο επαφών**
(LADDER DIAGRAM = **LAD**)
- **Λογικό διάγραμμα**
(FUNCTION BLOCK DIAGRAM = **FBD**)

Οι μορφές αυτές έχουν τυποποιηθεί κατά DIN και IEC και αποτελούν κατά κάποιον τρόπο τη «γλώσσα» στον προγραμματιζόμενο αυτοματισμό. Μπορούμε να

πούμε από την αρχή, ότι οι μορφές σχεδιασμού επαφών (LAD) και λογικού διαγράμματος (FBD) είναι γραφικές μορφές παράστασης, δηλ. το πρόγραμμα «ζωγραφίζεται» πάνω στην οθόνη μιας συσκευής προγραμματισμού.

Το σχέδιο επαφών χρησιμοποιεί λίγο πολύ σύμβολα του κλασσικού συνδεσμολογικού σχεδίου, π.χ. επαφές, πηνία, κτλ. Αντίθετα, το λογικό διάγραμμα χρησιμοποιεί σύμβολα λογικών πυλών, π.χ. πύλη AND, πύλη OR, κλπ.

Παρακάτω φαίνεται η αντιστοιχία που υπάρχει ανάμεσα στις τρεις μορφές προγραμματισμού.



Σχ. 1.6. (α) πρόγραμμα σε LAD, (β) πρόγραμμα σε FBD, (γ) πρόγραμμα σε STL.

(γ)

1.12. Σύγκριση μορφών προγραμματισμού

Η «μητρική» γλώσσα κάθε ελεγκτή είναι αναμφίβολα η λίστα εντολών, η οποία έχει και τις μεγαλύτερες δυνατότητες και ευελιξία. Οπωσδήποτε, και οι δύο γραφικές μορφές (σχέδιο επαφών, λογικό διάγραμμα) έχουν το μεγάλο πλεονέκτημα της καλύτερης εποπτείας «με μία ματιά». Στη συνέχεια θα επιχειρήσουμε μια παρουσίαση των σημαντικότερων πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων.

1.12.1. Πλεονεκτήματα λίστας εντολών (STL) σε σχέση με τις γραφικές μορφές (LAD, FBD)

- Έχει τις μεγαλύτερες δυνατότητες, γιατί υπάρχουν εντολές, οι οποίες δεν είναι δυνατόν να παρασταθούν γραφικά, αν και στο κοντινό μέλλον αυτό θα διορθωθεί.

- Γνωρίζουμε με απόλυτη ακρίβεια τη σειρά, με την οποία ο μικροεπεξεργαστής επεξεργάζεται το πρόγραμμα (τη μία εντολή ύστερα από την άλλη).
- Καταλαμβάνει μικρότερο χώρο στη μνήμη για την αποθήκευση του προγράμματος.
- Είναι πολύ προσιτή στην χρήση σε όποιον έχει ασχοληθεί ήδη με προγραμματισμό κάθε είδους.
- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν μικροί, φτηνοί, φορητοί προγραμματιστές χειρός (ενώ αντίθετα για τη «σχεδίαση» μιας γραφικής μορφής απαιτείται οθόνη, αν θέλουμε να έχουμε εποπτεία).
- Ο χειρισμός κατά την πληκτρολόγηση του προγράμματος είναι πολύ απλούστερος. Αντίθετα, για την πληκτρολόγηση ενός στοιχείου στις γραφικές μορφές, π.χ. μιας επαφής, πρέπει ο δείκτης (cursor) στην οθόνη να βρίσκεται στη σωστή θέση.
- Αν σαν βάση για τον προγραμματισμό χρησιμοποιηθεί ένα κλασσικό συνδεσμολογικό σχέδιο με ρελέ ή ένα λογικό διάγραμμα (flow-chart), τότε η «μετάφραση» τους σε λίστα εντολών είναι το ίδιο εύκολη με την «μετάφραση» τους σε σχέδιο επαφών ή λογικό διάγραμμα αντίστοιχα (αν όχι ευκολότερη πολλές φορές).
- Πρέπει να τονιστεί, ότι ένα ηλεκτρολογικό συνδεσμολογικό σχέδιο, πολύ σπάνια μπορεί να προγραμματιστεί όπως είναι, χωρίς μετατροπές, σε σχέδιο επαφών.

1.12.2. Μειονεκτήματα λίστας εντολών (STL) σε σχέση με τις γραφικές μορφές (LAD, FBD)

- Ένα πρόγραμμα γραμμένο σε λίστα εντολών δεν έχει την ίδια εποπτεία «με μια ματιά», την οποία έχουν οι γραφικές μορφές.
Με τις δυνατότητες όμως σχολιασμού προγράμματος, που παρέχουν οι σύγχρονες συσκευές προγραμματισμού, το μειονέκτημα αυτό παύει να είναι ιδιαίτερα σημαντικό.
- Η παρακολούθηση του αυτοματισμού σε λειτουργία (πάνω σε μια συσκευή προγραμματισμού οθόνης συνδεδεμένη στον ελεγκτή) είναι απλούστερη και πιο εποπτική, αν το πρόγραμμα είναι γραμμένο σε κάποια από τις δύο γραφικές μορφές.

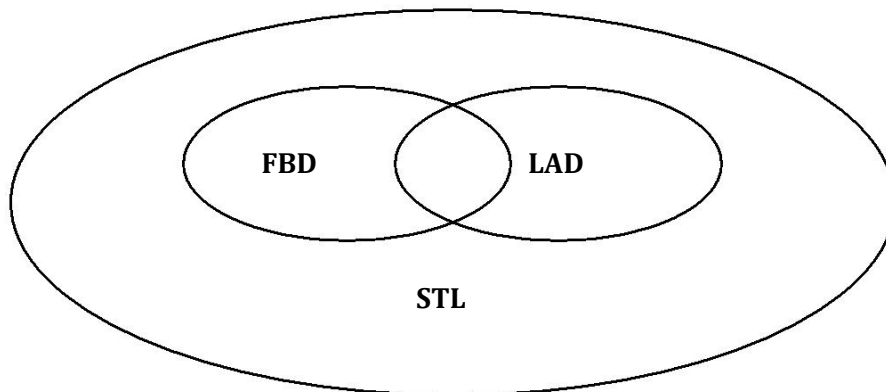
1.12.3. Συμπεράσματα

Καλό είναι οι ελεγκτές να έχουν τη δυνατότητα να προγραμματιστούν και στις τρεις μορφές που προαναφέρθηκαν και να αφήνεται σ' αυτόν που θα φτιάξει το πρόγραμμα η επιλογή της μορφής προγραμματισμού. Θεωρείται αυτονόητο ότι οι τρεις μορφές είναι συμβατές μεταξύ τους, δηλ. σε όποια μορφή κι αν προγραμματίσουμε, έχουμε τη δυνατότητα να πάρουμε το πρόγραμμα και στις άλλες δύο, ζητώντας το από τη συσκευή.

Η χρήση περισσότερων από μία μορφή παράστασης ενός προγράμματος είναι πολλές φορές επιθυμητή και για άλλους λόγους:

Π.χ. σ' ένα μεγάλο εργοστάσιο, αυτός που θα φτιάξει το πρόγραμμα μπορεί να επιλέξει π.χ. τη λίστα εντολών, αλλά η ηλεκτρολογική συντήρηση πιθανόν να προτιμάει στο αρχείο της την παράσταση σχεδίου επαφών, για την ανεύρεση βλαβών.

Όσοι έχουν εμπειρία στον τομέα του αυτοματισμού επιλέγουν συνήθως τη μορφή προγραμματισμού που ταιριάζει καλύτερα στην εμπειρία τους, λαμβάνοντας υπ' όψη και τα πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα που προαναφέραμε.



Σχ. 1.7. Συμβατότητα μεταξύ των γλωσσών.

1.13. Θέση σε λειτουργία ελεγκτή προγραμματιζόμενης λογικής

Η θέση σε λειτουργία χωρίζεται σε δύο τελείως ξεχωριστά μέρη:

- Θέση σε λειτουργία και έλεγχος όλων των μονάδων του ελεγκτή (HARDWARE).
Μπορεί να γίνει και από μη ειδικευμένο προσωπικό και προηγείται πάντοτε οποιουδήποτε ελέγχου.
- Θέση σε λειτουργία του προγράμματος (SOFTWARE).
Γίνεται οπωσδήποτε από άτομο με γνώσεις προγραμματισμού.

1.13.1. Θέση σε λειτουργία και έλεγχος των μονάδων ενός ελεγκτή (HARDWARE)

Συνήθως, ο ελεγκτής παραδίνεται επί τόπου του έργου, τοποθετημένος και συρματωμένος μέσα σ' έναν πίνακα. Όλες οι εισοδοί και οι έξοδοι, που πρόκειται να συνδεθούν με την εξωτερική εγκατάσταση, πρέπει να είναι συρματωμένες σε κλέμες. Ο πίνακας περιέχει, συνήθως, και τα τροφοδοτικά για τις τάσεις εισόδων - εξόδων, με τους αντίστοιχους μικροαυτόματους κατανομής προς τις μονάδες.

Η θέση σε λειτουργία των μονάδων ενός ελεγκτή διακρίνεται σε 4 διαδοχικά στάδια:

- Προετοιμασία.
- Έλεγχος μονάδας τροφοδοσία και CPU.
- Έλεγχος των εισόδων και της συρμάτωσης τους.
- Έλεγχος των εξόδων και της συρμάτωσης τους.

Προετοιμασία

1. Βγάζουμε τις ασφάλειες από όλα τα κυκλώματα ισχύος (π.χ. κινητήρες) και «αδρανοποιούμε» τα υδραυλικά κυκλώματα, ώστε αν τυχαία σπλίσει ένα ρελέ να μην πάρει μπρος ο αντίστοιχος κινητήρας.
2. Βγάζουμε εκτός όλους τους μικροαυτόματους, οι οποίοι τροφοδοτούν τον ελεγκτή και τις εισόδους / εξόδους του .
3. Ξεσυρματώνουμε και τραβάμε έξω τις πρίζες καλωδίων από όλες τις μονάδες εισόδων - εξόδων.
4. Ελέγχουμε, βάσει του σχεδίου, αν σε κάθε θέση του πλαισίου υπάρχει ο σωστός τύπος μονάδας με τις σωστές διευθύνσεις.

Έλεγχος μονάδας τροφοδοσίας (PS) και κεντρικής μονάδας (CPU)

1. Ελέγχουμε αν η τάση του δικτύου έχει σωστή τιμή, αντίστοιχη με την ονομαστική τάση της μονάδας τροφοδοσίας. Αν υπάρχει επιλογικός διακόπτης τάσης, εξετάζουμε αν είναι στη σωστή θέση . Βάζουμε εντός τον μικροαυτόματο παροχής τροφοδοσίας και ελέγχουμε, αν τα LED ένδειξης των εσωτερικών τάσεων του ελεγκτή πάνω στη μονάδα τροφοδοσίας ανάβουν όλα.
2. Για την κεντρική μονάδα μπορούμε να κάνουμε ένα απλό τεστ, το οποίο λέει χονδρικά, αν η μονάδα είναι εντάξει.

Προσοχή! Το τεστ που ακολουθεί μπορεί να εφαρμοστεί μόνο αν είμαστε σίγουροι ότι δεν υπάρχει πρόγραμμα στη μνήμη. Σε αντίθετη περίπτωση το πρόγραμμα χάνεται.

Τεστ: Συνδέουμε μια συσκευή προγραμματισμού και προσπαθούμε να σβήσουμε όλη τη μνήμη, με τους χειρισμούς που λέει ο κατασκευαστής. Σε πολλούς τύπους ελεγκτών το σβήσιμο αυτό είναι δυνατό και χωρίς συσκευή προγραμματισμού, απλά και μόνο με χειρισμούς πάνω στους διακόπτες της μονάδας CPU.

Στη συνέχεια , πηγαίνουμε το διακόπτη της κεντρικής μονάδας στη θέση «RUN». Αν ανάψει το αντίστοιχο LED, σημαίνει ότι η μονάδα μπαίνει σε κύκλο λειτουργίας, άρα με μεγάλη πιθανότητα είναι εντάξει.

Έλεγχος των εισόδων και της συρμάτωσης τους

1. Βάζουμε εντός τους μικροαυτόματους τροφοδοσίας των μονάδων εισόδων.
2. Διεγείροντας έναν - έναν τερματικό, μπουτόν, διακόπτη κ.λπ. (π.χ. S1), ελέγχουμε με **πολύμετρο**, αν φτάνει η σωστή τάση στη σωστή κλέμα της τραβηγμένης πρίζας καλωδίων. Ελέγχουμε επίσης, αν φτάνει η τάση L- βάσει του σχεδίου. Έτσι βεβαιωνόμαστε για τον **Έλεγχο** των εισόδων και της συρμάτωσης τους.
3. Βάζουμε τις πρίζες καλωδίων των μονάδων εισόδων στη θέση τους και συνδέουμε μια συσκευή προγραμματισμού στην κεντρική μονάδα. Επιλέγουμε τη λειτουργία «Έλεγχος κατάστασης στοιχείου» (*STATUS VAR*).

Γεφυρώνουμε διαδοχικά το μπαράκι κατανομής δυναμικού προς την εγκατάσταση με μία - μία κλέμα εισόδου πάνω στις πρίζες καλωδίων. Παρατηρούμε αν ανάβει το αντίστοιχο LED εισόδου και αν το αντίστοιχο σήμα της εισόδου στη

συσκευή προγραμματισμού γίνεται «1». Αν δεν υπάρχει αντιστοιχία: «Τάση στην κλέμα» - «LED αναμμένο» = Σήμα εισόδου «1», η υπό έλεγχο είσοδος δεν λειτουργεί σωστά.

Έτσι βεβαιωνόμαστε για τη σωστή λειτουργία των μονάδων εισόδου.

Σημείωση 1

Μελετώντας το ηλεκτρολογικό σχέδιο του συστήματος διαπιστώνουμε, ότι η κατάσταση «LED εισόδου αναμμένο» δεν σημαίνει τίποτε άλλο, παρά το ότι η τάση φτάνει στην αντίστοιχη κλέμα της μονάδας εισόδων.

Ότι η τάση αυτή μετατρέπεται σωστά και «περνάει» στο εσωτερικό του συστήματος ελέγχεται μόνο με τη συσκευή προγραμματισμού, αν επιλέξουμε τη λειτουργία που αναφέραμε.

Σημείωση 2

Από τα προηγούμενα διαπιστώσα με ότι χρειάστηκε πρακτικά να γίνει η ίδια δουλειά δύο φορές, για τον έλεγχο της συρμάτωσης και της σωστής λειτουργίας εισόδων.

Πολλές φορές στην πράξη αυτό γίνεται σε μία φάση χωρίς τράβηγμα των πριζών καλωδίων και χωρίς χρήση του πολυμέτρου. Διεγείροντας τον τερματικό, παρατηρούμε το LED και το σήμα της εισόδου, αν έχουμε συνδέσει τον προγραμματιστή.

Η μέθοδος αυτή δεν συνιστάται, γιατί μπορεί να προκαλέσει καταστροφή της μονάδας αν έχει γίνει λάθος συρμάτωση.

Σε περίπτωση που δεν υπάρχει, λοιπόν, διαθέσιμος χρόνος, κάνουμε μόνο έλεγχο της συρμάτωσης, όπως περιγράψαμε. Τυχόν λανθασμένη λειτουργία κάποιας εισόδου θα ανακαλυφθεί κατά τον έλεγχο του προγράμματος.

Έλεγχος των εξόδων και της συρμάτωσης τους

1. Βάζουμε «εντός» όλους τους μικροαυτόματους τροφοδοσίας των μονάδων εξόδων.
2. Ελέγχουμε, βάσει του σχεδίου, αν φτάνει η σωστή τάση τροφοδοσίας στην κλέμα τροφοδοσίας των μονάδων εξόδων, π.χ. κλέμα 1 της τραβηγμένης πρίζας καλωδίων. Ελέγχουμε επίσης, αν φτάνει και η τάση L- (0V) στην αντίστοιχη κλέμα, π.χ. κλέμα 11.
3. Βάζουμε τις πρίζες καλωδίων των μονάδων εξόδων στη θέση τους και συνδέουμε τη συσκευή προγραμματισμού στην κεντρική μονάδα.
4. Χρησιμοποιώντας τη λειτουργία *Εξαναγκασμός σήματος (Force)*, εξαναγκάζουμε διαδοχικά σήμα «1» σε κάθε έξοδο. Πρέπει να ανάβει το αντίστοιχο LED εξόδου και να διεγείρεται το αντίστοιχο στοιχείο που δέχεται την εντολή (π.χ. ρελέ -K1).
Έτσι βεβαιωνόμαστε ταυτόχρονα και για τη σωστή συρμάτωση και για τη σωστή λειτουργία των εξόδων.

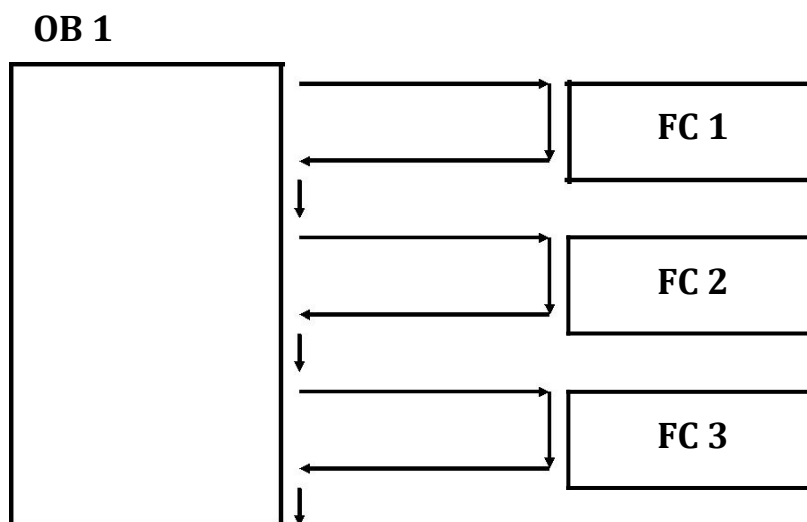
Σημείωση

Αν δεν διαθέτουμε συσκευή προγραμματισμού, μπορούμε να κάνουμε έλεγχο μόνο της σωστής συρμάτωσης, ως εξής:

Χωρίς να βάλουμε τις πρίζες καλωδίων στη σωστή θέση τους, γεφυρώνουμε την κλέμα τροφοδοσίας κάθε μονάδας εξόδων (π. χ. κλέμα 1 της πρίζας καλωδίων) με μία - μία κλέμα εξόδου (π.χ. κλέμα 4) και παρατηρούμε αν διεγείρεται το αντίστοιχο στοιχείο (π.χ. ρελέ -K1).

1.13.2. Θέση σε λειτουργία του προγράμματος (SOFTWARE)

Η θέση σε λειτουργία του προγράμματος διευκολύνεται πολύ, αν έχει γίνει χρήση του δομημένου προγραμματισμού. Έστω λοιπόν, ότι η δομή του προγράμματος είναι η παρακάτω:



Σχ. 1.8. Παράδειγμα δομής προγράμματος.

Τα βήματα που ακολουθούμε είναι τα εξής:

1. Μεταφέρουμε στην μνήμη του ελεγκτή όλες τις λειτουργίες (Fc).
2. Το OB 1 το προγραμματίζουμε κατευθείαν στην μνήμη, γράφοντας αρχικά μόνο μια κλήση.
3. Πηγαίνουμε το σύστημα σε RUN και ελέγχουμε μεμονωμένα κάθε μια από τις λειτουργίες (Fc). Τυχόν σήματα που προέρχονται από άλλα μπλοκ, εξομοιώνονται με την λειτουργία της συσκευής προγραμματισμού Έλεγχος - Εξαναγκασμός Σήματος. Άλλωστε όλα τα μπλοκ που δεν έχουν κληθεί για επεξεργασία από το OB 1, παραμένουν αδρανή μέσα στην μνήμη.
4. Εφόσον ελέγξουμε και διορθώσουμε τις λειτουργίες (Fc), τα μπλοκ (FB), κ.τ.λ. προσθέτουμε μια ακόμα κλήση Fc ή μπλοκ στο OB1.
5. Συνεχίζουμε κατά τον ίδιο τρόπο προσθέτοντας κλήσεις στο OB 1, μέχρι να γίνει έλεγχος όλων των λειτουργιών και μπλοκ, μαζί.

1.14. Σύγκριση μεταξύ κλασσικού αυτοματισμού και μοντέρνου (PLC)

Σε μια αυτοματοποιημένη παραγωγική διαδικασία (π.χ . ένα τριβείο μεταλλεύματος, ένα σύστημα διακίνησης ή μία μηχανή) διακρίνουμε τα εξής βασικά μέρη, αν ο αυτοματισμός έχει γίνει με το κλασσικό τρόπο.

- i. Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός της διαδικασίας (τερματικοί διακόπτες, αναλογικά αισθητήρια, κινητήρες, βαλβίδες).
- ii. Πίνακας ισχύος για την τροφοδοσία των κινητήρων και των βαλβίδων.
- iii. Πίνακας αυτοματισμού με βοηθητικά ρελέ - χρονικά.
- iv. Πίνακας χειρισμών (μπουτόν, διακόπτες).
- v. Μιμικό διάγραμμα (απεικόνιση, λυχνίες, αναλογικά όργανα).

Η «καρδιά» όλων των ανωτέρω είναι ο πίνακας αυτοματισμού ο οποίος :

- Δέχεται εντολές (σήματα) από τα αισθητήρια της εγκατάστασης, από το χειριστήριο και από τον πίνακα ισχύος (βοηθητικές επαφές των ρελέ ισχύος).
- Επεξεργάζεται τις εντολές αυτές με βάση κάποιο συνδεσμολογικό σχέδιο (λειτουργία αυτοματισμού).
- Στέλνει εντολές ενεργοποίησης προς τον πίνακα ισχύος, για την ζεύξη των κινητήρων και των βαλβίδων, και προς το μιμικό διάγραμμα, για ένδειξη στις λυχνίες και τα αναλογικά όργανα.

Το πρώτο βήμα βελτίωσης της «ποιότητας» είναι η αντικατάσταση του κλασσικού πίνακα αυτοματισμού με τον ελεγκτή προγραμματιζόμενης λογικής. Η βασική διαφοροποίηση είναι ότι η λειτουργία του αυτοματισμού δεν «συρματώνεται»

αλλά «προγραμματίζεται» με κάποια συσκευή προγραμματισμού, στην μνήμη της συσκευής αυτοματισμού, με όλα τα σχετικά πλεονεκτήματα, όπως:

- Αξιοπιστία λόγω μη κινούμενων μερών.
- Περισσότερες δυνατότητες, μη πραγματοποιήσιμες με ρελέ.
- Ευκολία αλλαγών χωρίς αλλαγή της συρμάτωσης.
- Δεν υπάρχουν «ανενημέρωτα» σχέδια, γιατί το τρέχον πρόγραμμα είναι μέσα στη μνήμη και μπορεί να διαβαστεί ή να τυπωθεί ανά πάσα στιγμή.
- Στη μελέτη δεν υπάρχει το πρόβλημα αν επαρκούν οι επαφές των ρελέ, των χρονικών ή των εξωτερικών τερματικών.
- Διευκόλυνση στον εντοπισμό εξωτερικών βλαβών λόγω υπάρξεως LED σε κάθε είσοδο, έξοδο.

Το επόμενο βήμα βελτίωσης, το οποίο μελετάται στη συνέχεια, είναι η αντικατάσταση

του χειριστηρίου από ένα πληκτρολόγιο και του μιμικού διαγράμματος από ένα έγχρωμο MONITOR. Τα νέα αυτά στοιχεία συνδέονται σε μια κάρτα επικοινωνίας CP (Communicator Processor). Η κάρτα αυτή έχει δικό της μικροεπεξεργαστή και μνήμη για την αποθήκευση των εικόνων και των σχετικών λειτουργιών.

Έτσι η όλη διαδικασία της παρακολούθησης και του χειρισμού γίνεται αυτόνομα χωρίς «επιβάρυνση» της CPU του ελεγκτή (ταχύτερη επεξεργασία).

Ένα ακόμα βήμα βελτίωσης έγκειται στη προσθήκη κάποιων συσκευών εκτύπωσης , με σκοπό την δυνατότητα καταγραφής χρήσιμων στοιχείων που σχετίζονται άμεσα με την διαδικασία. Συνήθως απαιτείται η καταγραφή του χρόνου λειτουργίας κάποιων κινητήρων, φωτιστικών, κ.α. Παράλληλα, είναι πολύ θετικό να γίνεται ενημέρωση μέσω του εκτυπωτή για την ύπαρξη βλάβης σε κάποιο σημείο της διαδικασίας ή την αποκατάσταση αυτής, με ταυτόχρονη εμφάνιση ώρας και ημερομηνίας για εκτίμηση της συχνότητας με την οποία επαναλαμβάνονται τα διάφορα σφάλματα. Η σύνδεση του εκτυπωτή με το PLC επιτυγχάνεται με τη χρήση της ειδικής κάρτας CP.

Στις μέρες μας εξαιτίας της περιπλοκότητας των, βιομηχανικών και μη, διεργασιών

που καλείται να ελέγξει ο ελεγκτής προγραμματιζόμενης λογικής, έχουν αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό τα **Συστήματα Εποπτικού Ελέγχου**.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Στην εργασία αυτή είδαμε κάποια πράγματα σχετικά με τα PLC και σχετικά με ηλεκτρικές εγκαταστάσεις. Μελετήσαμε τα αντικείμενα τα οποία χρειάζονται για να πετύχουμε το αποτέλεσμα που θέλουμε, όπως τα ρελέ, μπουτόνς, αγωγούς, μονώσεις, αλλά και τα PLC.

Αναπτύξαμε την άσκηση και κάναμε το ηλεκτρολογικό της σχέδιο, όπως και τη λειτουργία του με αυτοματισμούς PLC. Είδαμε ότι με ένα απλό πρόγραμμα, 'κατασκευάσαμε' έναν αυτοματισμό, ο οποίος είναι πλήρως λειτουργικός και μπορεί να δουλέψει σε μια αντίστοιχη εγκατάσταση. Επίσης

δείξαμε πως δουλεύει ο αυτοματισμός μας, από την εκκίνησή του μέχρι την κράτησή του, με ποιόν τρόπο γίνεται η κράτηση ανάγκης και με ποιόν τρόπο δουλεύουν τα ρελέ ασφαλείας και πως ενεργοποιούνται.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

EL.WIKIPEDIA.ORG ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

EL.WIKIPEDIA.ORG ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ

EL.WIKIPEDIA.ORG ΑΣΥΧΡΟΝΟΣ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ

EL.WIKIPEDIA.ORG ΗΛΕΚΤΡΟΝΟΜΟΙ

EL.WIKIPEDIA.ORG ΧΡΟΝΙΚΑ ΡΕΛΕ

EL.WIKIPEDIA.ORG ΛΟΓΙΚΕΣ ΠΥΛΕΣ

EL.WIKIPEDIA.ORG ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ

