

Άσκηση 1

Αναγνώριση στοιχείων
προγραμματιζόμενων
λογικών ελεγκτών
Παρουσίαση λογισμικού
Επικοινωνία PLC με τον Η/Υ



Στόχοι της άσκησης

διάρκεια άσκησης: 6 διδακτικές ώρες

Στο τέλος της άσκησης οι μαθητές θα είναι ικανοί:

- ⇒ να αναγνωρίζουν τις μονάδες που συνθέτουν ένα PLC.
- ⇒ να αναγνωρίζουν τους ακροδέκτες σύνδεσης των εισόδων και των εξόδων ενός PLC.
- ⇒ να αναγνωρίζουν τους ακροδέκτες σύνδεσης του τροφοδοτικού.
- ⇒ να αναγνωρίζουν τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του καλωδίου επικοινωνίας PLC και Η/Υ.
- ⇒ να αναγνωρίζουν τη θύρα επικοινωνίας στην οποία πρέπει να συνδεθεί το καλώδιο επικοινωνίας.
- ⇒ να εγκαθιστούν και ελέγχουν την επικοινωνία μεταξύ PLC και Η/Υ.
- ⇒ να αναγνωρίζουν το περιβάλλον εργασίας του λογισμικού προγραμματισμού και ελέγχου του PLC.

Απαραίτητα εξαρτήματα

Για την πραγματοποίηση της άσκησης είναι απαραίτητα τα εξής υλικά:

- ✓ Ένα PLC
- ✓ Ένα τροφοδοτικό (αν δεν διαθέτει το PLC)
- ✓ Ένα καλώδιο επικοινωνίας PLC - Η/Υ
- ✓ Ένας Η/Υ

Βασική θεωρία

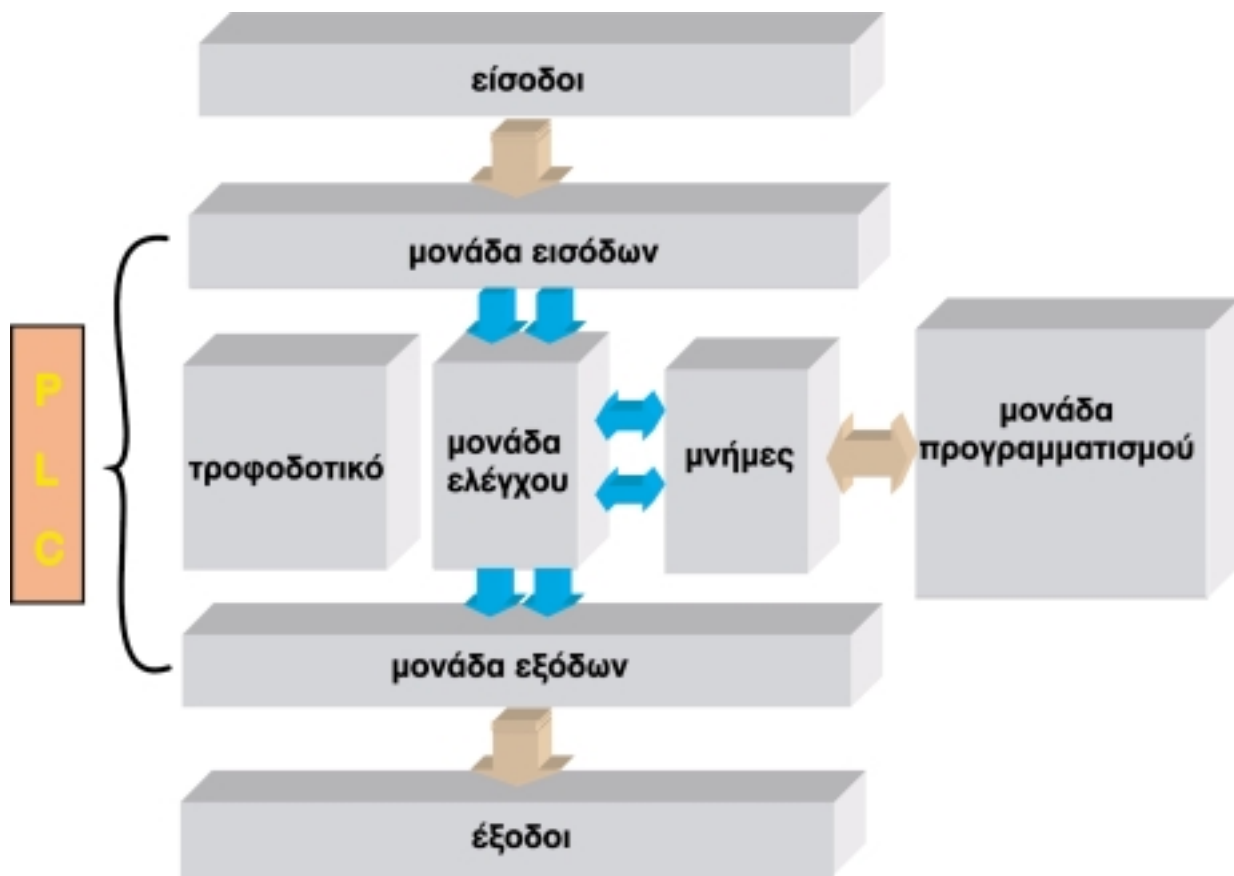
A. Στοιχεία ενός PLC

Το PLC είναι ένας μικροϋπολογιστής ειδικού τύπου. Επομένως το υλικό του μέρος (Hardware) θα μοιάζει με το αντίστοιχο των Η/Υ. Έτσι ένα PLC αποτελείται από τα εξής μέρη:

- α) Μονάδα εισόδων
- β) Μονάδα εξόδων
- γ) Κεντρική μονάδα επεξεργασίας (**C**entral **P**rocessing **U**nit - CPU)
- δ) Μνήμες
- ε) Τροφοδοτικό
- στ) Πλαίσια τοποθέτησης-επέκτασης
- ζ) Διάφορες άλλες βοηθητικές μονάδες
- η) θύρα επικοινωνίας



Στο σχήμα 1.1 εικονίζεται η δομή ενός Προγραμματιζόμενου Λογικού Ελεγκτή.



Σχήμα 1.1: Δομή ενός Προγραμματιζόμενου Λογικού Ελεγκτή

Ας δούμε αναλυτικά τις μονάδες από τις οποίες αποτελείται ένα PLC. Στη περίπτωση συσκευών δομοστοιχειωτής δομής-modular (βλέπε πιο κάτω), μερικές από τις μονάδες αυτές αποτελούν ανεξάρτητες βαθμίδες (π.χ. μονάδα εισόδου), ενώ άλλες όχι (π.χ. CPU, μνήμες).

α) Μονάδα εισόδων. Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι τέτοιων μονάδων.

Ψηφιακές, (ON-OFF), στις οποίες η είσοδος μπορεί να αναγνωρίζει δύο μόνο τιμές τάσης (υψηλή - χαμηλή). Η τάση αυτή μπορεί να δημιουργείται είτε από το τροφοδοτικό του PLC, είτε από δικό μας εξωτερικό τροφοδοτικό. Η τιμή της στα περισσότερα PLC είναι $24 V_{DC}$.

Αναλογικές, στις οποίες το σήμα εισόδου μπορεί να είναι ένα αναλογικό σήμα. Συνήθως τα σήματα αυτά είναι τάσεις 0 έως 10V ή -10V έως 10V, ή εντάσεις ρεύματος 0 έως 20mA ή 4 έως 20mA.

Μια μονάδα εισόδου μπορεί να περιλαμβάνει 4, 8, 16 ή 32 ψηφιακές εισόδους, ανάλογα με τον τύπο του PLC, ο οποίος μπορεί να περιλαμβάνει πολλές τέτοιες μονάδες. Ο μέγιστος αριθμός των αναλογικών εισόδων που μπορεί να διαθέτει ο ελεγκτής δίνεται από τον κατασκευαστή και διαφέρει από εταιρεία σε εταιρεία, αλλά ακόμη και σε μοντέλα της ίδιας εταιρείας.



β) Μονάδα εξόδων. Και οι μονάδες εξόδου διακρίνονται σε ψηφιακές και αναλογικές. Τυπικές τιμές τάσης ψηφιακών εξόδων είναι $24 V_{DC}$, $115 V_{AC}$, $220 V_{AC}$. Τα τυποποιημένα ηλεκτρικά σήματα που παίρνουμε από μία μονάδα αναλογικών εξόδων έχουν συνήθως τάση $-10V$ έως $+10V$, 0 έως $10V$ ή ένταση ρεύματος 0 έως $20 mA$, 4 έως $20mA$. Μια μονάδα ψηφιακών εξόδων περιλαμβάνει 4 , 8 , 16 , ή 32 εξόδους.

Ένα PLC περιλαμβάνει έναν καθορισμένο μέγιστο αριθμό μονάδων εισόδων και εξόδων που εξαρτάται από τις δυνατότητες της CPU. Τον αριθμό αυτό τον καθορίζει ο εκάστοτε κατασκευαστής.

γ) Κεντρική μονάδα επεξεργασίας (Central Processing Unit - CPU). Στη μονάδα αυτή γίνεται η επεξεργασία του προγράμματος και η εκτέλεση των εντολών του με βάση τις καταστάσεις των σημάτων εισόδου-εξόδου. Ανάλογα με τα σήματα που δέχεται από το περιβάλλον και τα δεδομένα που παίρνει από τη μνήμη, παράγει διάφορα σήματα εξόδου.

δ) Μνήμες. Διακρίνουμε τις εξής:

- *Μνήμη προγράμματος* (τύπου RAM - **R**andom **A**ccess **M**emory - Μνήμη Τυχαίας Προσπέλασης). Εδώ αποθηκεύεται το πρόγραμμα που αναπτύσσουμε. Το ότι είναι μνήμη τύπου RAM, επιτρέπει γρήγορες αλλαγές στο πρόγραμμα. Συνδέεται με μπαταρία (διάρκειας περίπου ενός χρόνου), ώστε να διατηρεί το περιεχόμενό της ακόμη και όταν το PLC αποσυνδεθεί από την τροφοδοσία.

- *Μνήμη συστήματος* (συνήθως τύπου ROM - **R**ead **O**nly **M**emory - Μνήμη Μόνο για Ανάγνωσης ή PROM - **P**rogrammable **R**ead **O**nly **M**emory - Προγραμματιζόμενη Μνήμη Μόνο για Ανάγνωση). Είναι η μνήμη στην οποία βρίσκεται αποθηκευμένο (από τον κατασκευαστή) το λογισμικό ανάπτυξης (κώλυφος) του PLC.

- *Προαιρετική μνήμη* FEPRAM (**F**lash **E**rasable **P**ROM: PROM που μπορεί να σβηστεί ηλεκτρονικά). Σε αυτή μπορεί να αποθηκευτεί το πρόγραμμα αφού πάρει την τελική του μορφή απελευθερώνοντας έτσι τη μνήμη RAM.

ε) Τροφοδοτικό. Δημιουργεί τις απαραίτητες τάσεις για τη λειτουργία των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων του PLC, και των μονάδων εισόδου και εξόδου.

στ) Πλαίσια τοποθέτησης-επέκτασης. Πρόκειται για ειδικές βάσεις-ράγες στις οποίες τοποθετούνται οι βαθμίδες για το σχηματισμό ενός modular PLC. Στη βάση αυτή είναι ενσωματωμένο σύστημα αγωγών για την επικοινωνία των διαφόρων μονάδων με την Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (CPU).

ζ) Βοηθητικές μονάδες. Πρόκειται για συσκευές που δεν είναι απαραίτητες για τη λειτουργία του PLC, σίγουρα όμως δίνουν καλύτερη εποπτεία και έλεγχο του αυτοματισμού. Οι κυριότερες είναι:

- *Μονάδα προσομοίωσης.* Είναι μία σειρά από διακόπτες με τους οποίους μπορούμε να κάνουμε εργαστηριακό έλεγχο του αυτοματισμού.

- *Modem.* Είναι συσκευές με τις οποίες μπορούμε να διαβιβάσουμε πληροφορίες και να δώσουμε εντολές μέσω τηλεφωνικής γραμμής.

- *Θθόνες* (monitors) για έγχρωμες απεικονίσεις μιμικών διαγραμμάτων υψηλής ακρίβειας.

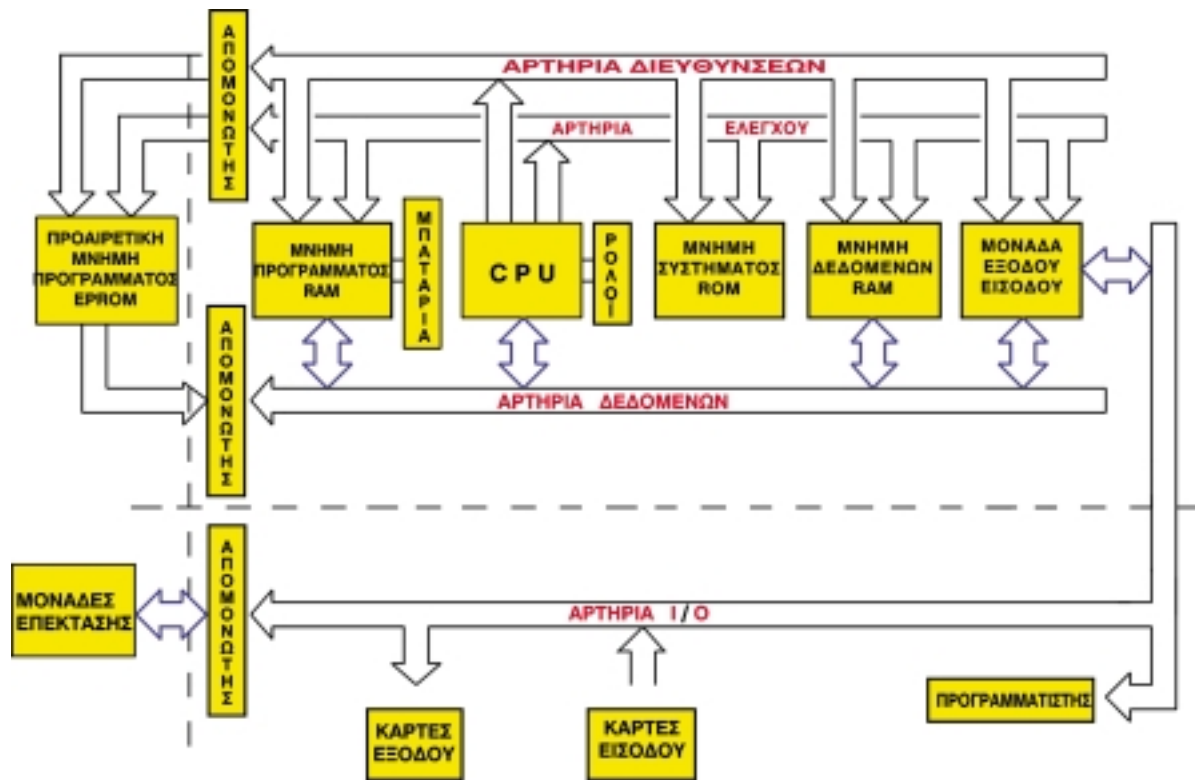
- *Εκτυπωτές* όλων των τύπων.

η) θύρα επικοινωνίας. Η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ χρήστη και συσκευής μπορεί να γίνει είτε παράλληλα είτε σειριακά. Τα PLCs χρησιμοποιούν συνήθως σειριακή ανταλλαγή πληροφοριών με θύρα RS 232C.

Κατασκευαστικά η Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (CPU) με τις μνήμες και τη θύρα επικοινωνίας αποτελούν μια ενιαία βαθμίδα που καταχρηστικά λέγεται CPU (ενώ περιλαμβάνει και άλλες μονάδες). Στη βαθμίδα αυτή μερικές φορές είναι ενσωματωμένο και το τροφοδοτικό. Έτσι ένας Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής αποτελείται από τις εξής βαθμίδες:

- Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας.
- Μονάδες εισόδου.
- Μονάδες εξόδου.
- Τροφοδοτικό.

Στο σχήμα 1.2 βλέπουμε το μπλοκ διάγραμμα της εσωτερικής αρχιτεκτονικής ενός PLC.

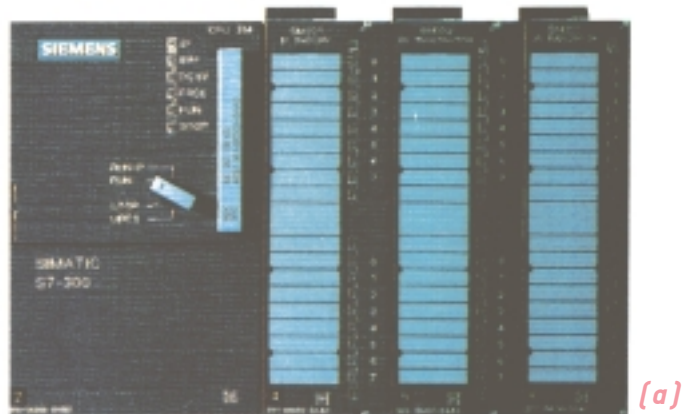


Σχήμα 1.2: Αρχιτεκτονική ενός Προγραμματιζόμενου Λογικού Ελεγκτή

Ο προγραμματισμός ενός PLC μπορεί να γίνει είτε μέσω μιας φορητής ειδικής συσκευής προγραμματισμού (hand programmer), είτε μέσω Ηλεκτρονικού Υπολογιστή με ειδικό λογισμικό. Συνήθως κατά τη δημιουργία του προγράμματος χρησιμοποιούμε Η/Υ, ενώ μικροαλλαγές γίνονται μέσω της φορητής συσκευής, στον τόπο όπου είναι εγκαταστημένος ο αυτοματισμός.

B. Τύποι PLC

Τα PLCs χωρίζονται σε δύο κατηγορίες (ανεξάρτητες των εταιρειών). Τα **compact** (συμπαγούς μορφής) και τα **modular** (δομοστοιχειωτής δομής). Στο σχήμα 1.3 βλέπουμε μια εικόνα των μονάδων αυτών.



(α)



(β)

Σχήμα 1.3: (α) modular και (β) compact PLC

Τα πρώτα είναι μία συμπαγής συσκευή με CPU, τροφοδοτικό και συγκεκριμένο αριθμό I/O (που ποικίλει ανάλογα με την εταιρεία). Τα δεύτερα περιλαμβάνουν μία βάση, στην οποία “κουμπώνουν” οι μονάδες επεξεργασίας, τροφοδοσίας, εισόδων, εξόδων. Ένα PLC μπορεί να διαθέτει περισσότερες από μια μονάδες εισόδων και εξόδων, ανάλογα με τον επιθυμητό αριθμό εισόδων ή εξόδων. Επομένως, αν σε κάποιο αυτοματισμό, προκειμένου να τον επεκτείνουμε, χρειαστούμε κι άλλες εισόδους ή εξόδους, που δεν υπάρχουν στην αρχική κατασκευή, έχουμε τη δυνατότητα να προσθέσουμε μία ή περισσότερες μονάδες εισόδων ή εξόδων, διατηρώντας την ίδια CPU και το ίδιο τροφοδοτικό.

Γ. Καλώδιο επικοινωνίας

Το PLC συνδέεται με τον Η/Υ ή τον Hand Programmer μέσω ειδικού καλωδίου επικοινωνίας. Η επικοινωνία γίνεται με τις σειριακές θύρες RS232. Συνήθως όμως στον υπολογιστή χρησιμοποιείται μία 25pin θύρα COM. Στην περίπτωση αυτή απαιτείται ειδικός μετατροπέας 25pin-9pin. Στην περίπτωση προγραμματισμού μέσω Η/Υ η θύρα επικοινωνίας πρέπει να δηλώνεται μέσω του προγράμματος.

Το καλώδιο επικοινωνίας συνήθως διαθέτει μια σειρά μικροδιακοπών, μέσω των οποίων ρυθμίζεται η ταχύτη-

τα μετάδοσης δεδομένων. Για τη ρύθμιση των μικροδιακοπών είναι απαραίτητο να συμβουλευτείτε το φυλλάδιο οδηγιών της εταιρείας.

Δ. Λογισμικό προγραμματισμού και ελέγχου

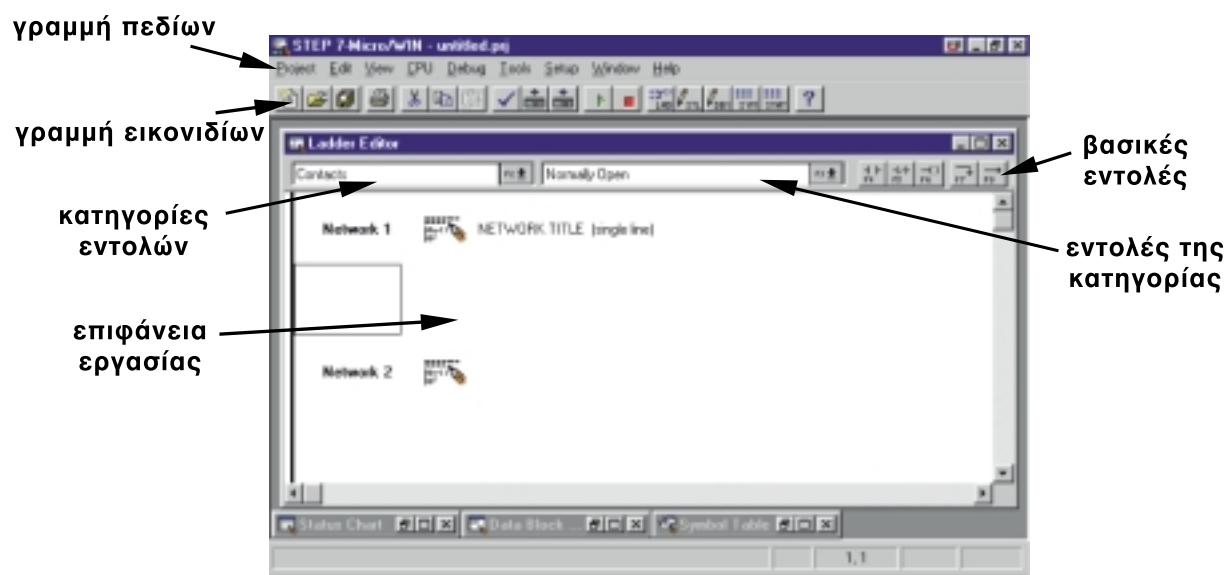
Ο προγραμματισμός του PLC μέσω του Η/Υ γίνεται με τη βοήθεια κατάλληλου λογισμικού. Όταν εγκαταστήσετε το πρόγραμμα, μπορείτε να το ενεργοποιήσετε μέσω του κατάλληλου εικονιδίου.

Με το λογισμικό αυτό:

- Εγκαθιστούμε την επικοινωνία Η/Υ - PLC.
- Προγραμματίζουμε το PLC ώστε να εκτελεί μια σειρά λειτουργιών.
- Ανακαλούμε ένα πρόγραμμα από τη μνήμη του PLC για βελτιώσεις.
- Παρακολουθούμε τη λειτουργία του αυτοματισμού στον Η/Υ.

Όταν ενεργοποιείτε το λογισμικό, πριν σας οδηγήσει στην επιφάνεια εργασίας, συνήθως σας ζητά να δηλώσετε τον τύπο του PLC που θα χρησιμοποιήσετε (στην περίπτωση του compact) ή τις μονάδες που θα χρησιμοποιήσετε (στην περίπτωση του modular). Αφού το κάνετε στην συνέχεια σας οδηγεί στο περιβάλλον εργασίας που έχει μορφή ανάλογη με αυτή του σχήματος 1.4.

Σημείωση: όπως είναι λογικό η μορφή που έχει το περιβάλλον εργασίας του λογισμικού διαφέρει μεταξύ των προγραμμάτων των διαφόρων εταιρειών. Σήμερα πάντως σχεδόν όλα τα λογισμικά λειτουργούν σε παραθυρικό περιβάλλον (Windows), επομένως έχουν μορφή παρόμοια με αυτή που παρουσιάζεται.



Σχήμα 1.4: Περιβάλλον εργασίας του λογισμικού προγραμματισμού μέσω Η/Υ

Στη γραμμή πεδίων έχουμε τους τίτλους από μια σειρά πεδίων, ενώ το κάθε πεδίο περιέχει ένα σύνολο από εντολές. Στην επόμενη γραμμή των εικονιδίων έχουμε μερικές από τις σημαντικότερες λειτουργίες του προγράμματος με τη μορφή εικονιδίων, για εύκολη ενεργοποίηση.

Στην επόμενη σειρά δεξιά έχουμε τις πιο συνηθισμένες εντολές της γλώσσας Ladder σε εικονίδια, ενώ δεξιά έχουμε δύο παράθυρα. Στο αριστερό αναφέρονται οι κατηγορίες εντολών και στο δεξί οι εντολές της κάθε κατηγορίας.

Με το λογισμικό αυτό μπορείτε να προγραμματίσετε το PLC που χρησιμοποιείτε, ώστε να υλοποιεί τον αυτοματισμό που επιθυμείτε.

Πριν όμως ξεκινήσετε να γράφετε το πρόγραμμά σας, καλό είναι να ελέγξετε αν έχει γίνει σωστά η σύνδεση μεταξύ του Η/Υ και του PLC. Αυτή την εργασία βέβαια μπορείτε να την κάνετε και αργότερα, όταν θελήσετε να μεταφέρετε το πρόγραμμα από τον Η/Υ στο PLC.

Διαδικασία

Κατά την εκτέλεση της άσκησης ακολουθήστε τα εξής βήματα:

A. Αναγνώριση της συσκευής

1. Τοποθετείστε το PLC στη ράγα.
2. Κάνετε ένα σκαρίφημα του PLC και σημειώστε την θέση των εισόδων, των εξόδων, της τροφοδοσίας, της θύρας επικοινωνίας και εξηγήστε κάθε σημείο των κλημμοσειρών εισόδου και εξόδου.
3. Η συσκευή σας είναι τύπου compact ή modular;
4. Η συσκευή σας έχει ενσωματωμένο τροφοδοτικό;
5. Ποια είναι η τάση τροφοδοσίας της συσκευής σας;
6. Πόσες και τι είδους εισόδους και εξόδους έχει; Υπάρχει δυνατότητα επέκτασης της συσκευής;
7. Οι είσοδοι και οι έξοδοι διαθέτουν ενδεικτικά Led;
8. Υπάρχουν άλλα ενδεικτικά Led στη συσκευή σας; Ποιά λειτουργία παρακολουθούν;
9. Τι είδους θύρα επικοινωνίας διαθέτει η συσκευή;
10. Υπάρχει διακόπτης επιλογής λειτουργίας στην πρόσοψη της συσκευής; Ποιά η λειτουργία του;
11. Από το φυλλάδιο των τεχνικών χαρακτηριστικών σημειώστε την τάση λειτουργίας της συσκευής, την τάση των εισόδων καθώς και τον τύπο των εξόδων (ρηλέ, θυρίστορ, τρανζίστορ) και την τάση τους.

B. Επικοινωνία PLC -Η/Υ

1. Τοποθετήστε τη μια άκρη του καλωδίου επικοινωνίας στη θύρα επικοινωνίας του PLC και την άλλη σε μια ελεύθερη σειριακή θύρα του υπολογιστή σας (προτιμήστε την COM1).
2. Ρυθμίστε τους μικροδιακόπτες σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

3. Ηλεκτροδοτήστε το PLC με την ίδια τάση που τροφοδοτείτε τον υπολογιστή, για να αποφύγετε πιθανές διαφορές τάσης.
4. Ποιο από τα ενδεικτικά Led στην πρόσοψη της συσκευής ανάβει;
5. Ενεργοποιείστε το εικονίδιο του λογισμικού προγραμματισμού και ελέγχου που θα χρησιμοποιήσετε.
6. Σε περίπτωση που το πρόγραμμα σας ζητήσει τον τύπο του PLC που θα χρησιμοποιήσετε, δώστε τις απαραίτητες ρυθμίσεις.
7. Αναγνωρίστε στην οθόνη τα διάφορα πεδία εντολών. Ανοίξτε διαδοχικά όλα τα πεδία της πάνω γραμμής, παρακολουθώντας τις εντολές που το καθένα περιέχει.
8. Αναζητήστε και σημειώστε σε ποιο πεδίο υπάρχουν οι εξής εντολές: *New, Save As..., Ladder, STL, Compile, Clear, Download*.
9. Επιλέξτε τον Ladder Editor, δηλαδή το περιβάλλον προγραμματισμού σε γλώσσα Ladder.
10. Αναζητήστε την εντολή *Communication*. Ενεργοποιήστε την εντολή αυτή και ρυθμίστε τη θύρα και το ρυθμό μετάδοσης δεδομένων που έχετε επιλέξει.
11. Ελέγξτε τη διαμόρφωση. Αναζητήστε την εντολή *Configure*. Ελέγξτε αν και εδώ ο ρυθμός μετάδοσης είναι αυτός που επιλέξατε.
12. Αναζητήστε τις εντολές *RUN* και *STOP*. Ρυθμίστε τους διακόπτες λειτουργίας στην πρόσοψη του PLC σύμφωνα με το φυλλάδιο οδηγιών του κατασκευαστή, ώστε να έχετε τον έλεγχο του PLC μέσω του υπολογιστή.
13. Δώστε διαδοχικά τις εντολές *RUN* και *STOP*, παρατηρώντας τα ενδεικτικά Led στην πρόσοψη της συσκευής. Ενεργοποιήθηκαν κάθε φορά τα αντίστοιχα; Αν ναι, τότε υπάρχει επικοινωνία μεταξύ PLC και υπολογιστή, οπότε μπορείτε να συνεχίσετε.
14. Αν δεν υπάρχει επικοινωνία, ελέγξτε κατά σειρά:
 - Την καλή σύνδεση του καλωδίου επικοινωνίας.
 - Την επιλογή του σωστού ρυθμού μετάδοσης δεδομένων.
 - Την επιλογή της σωστής θύρας επικοινωνίας.

Γ. Δημιουργία απλού αρχείου-προγράμματος

1. Βρείτε πώς εισάγονται στην επιφάνεια εργασίας τα διαγράμματα των επαφών εισόδου και εξόδου.
2. Στην επιφάνεια εργασίας δημιουργήστε το πρόγραμμα που εικονίζεται στο κάτωθι σχήμα.



3. Σώστε αυτό το “πρόγραμμα” στον κατάλογο και με το όνομα που θα σας δώσει ο καθηγητής.
4. Κλείστε το λογισμικό προγραμματισμού και βγείτε στα Windows. Ενεργοποιήστε ξανά το λογισμικό προγραμματισμού.



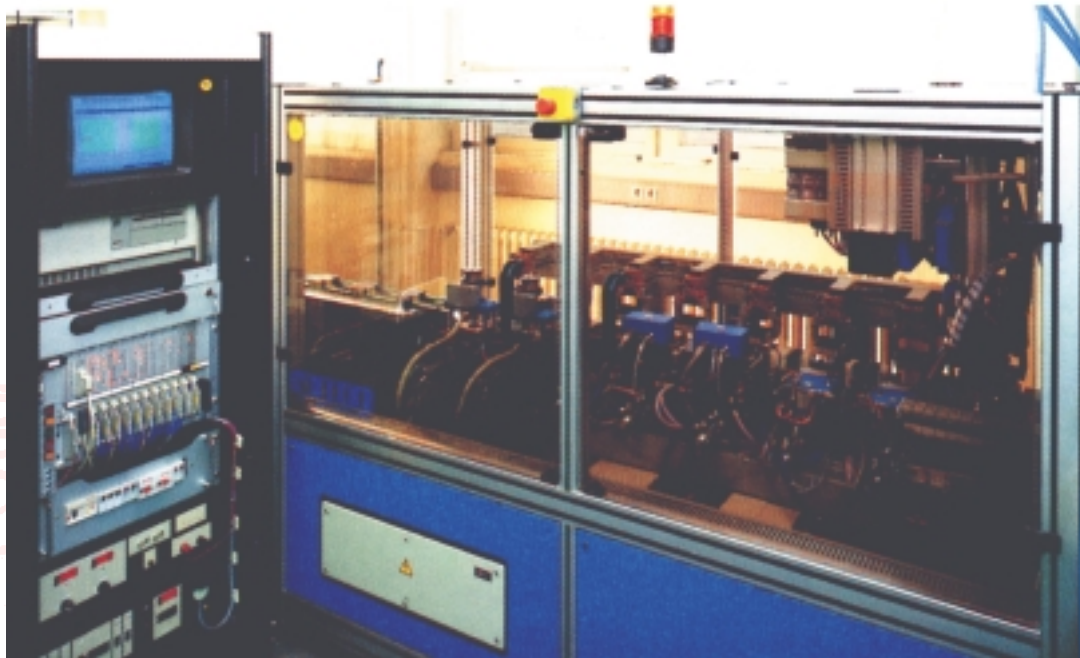
5. Ανοίξτε το “πρόγραμμα” που δημιουργήσατε προηγουμένως. Σβήστε τη μία επαφή ως εξής: Πιέστε με το ποντίκι πάνω στην επαφή (μαρκάρισμα) και πιέστε το πλήκτρο Delete.
6. Κλείστε το λογισμικό προγραμματισμού και βγείτε στα Windows, χωρίς να σώσετε την εργασία σας. Κλείστε τον υπολογιστή.

Δ. Παρατηρήσεις - Συμπεράσματα



Άσκηση 2

Συνδέσεις εξωτερικών στοιχείων εισόδου και εξόδου του PLC



Στόχοι της άσκησης

διάρκεια άσκησης: 6 διδακτικές ώρες

Στο τέλος της άσκησης οι μαθητές θα είναι ικανοί:

- ⇒ να αναγνωρίζουν τους ακροδέκτες στους οποίους θα συνδεθεί το καλώδιο τροφοδοσίας του PLC.
- ⇒ να αναγνωρίζουν τους ακροδέκτες στους οποίους θα συνδεθούν τα στοιχεία εισόδου και εξόδου.
- ⇒ να συνδέουν διάφορες ψηφιακές εισόδους, όπως π.χ. μπουτόν, διακόπτες, θερμικά κ.λ.π.
- ⇒ να συνδέουν διάφορες ψηφιακές εξόδους, όπως π.χ. λαμπτήρες, βομβητές, ρελέ, ηλεκτροβάνες, κ.λ.π.
- ⇒ να δημιουργούν πρόγραμμα σε περιβάλλον Ladder, να το αποσφαλματώνουν και να το φορτώνουν στο PLC.
- ⇒ να δημιουργούν ένα απλό πρόγραμμα ενεργοποίησης μιας εξόδου από δύο διαφορετικές θέσεις.

Απαραίτητα εξαρτήματα

Για την πραγματοποίηση της άσκησης είναι απαραίτητα τα εξής υλικά:

- ✓ Ένα PLC
- ✓ Μια μονάδα προσομοίωσης εισόδων
- ✓ Ένας Υπολογιστής με το απαραίτητο λογισμικό προγραμματισμού PLC
- ✓ Ένα θερμικό με μία NO και μία NC επαφές
- ✓ Τέσσερις χειροκίνητοι διακόπτες με μία επαφή NC και μία NO (ή μια μεταγωγική)
- ✓ Μία ενδεικτική λυχνία

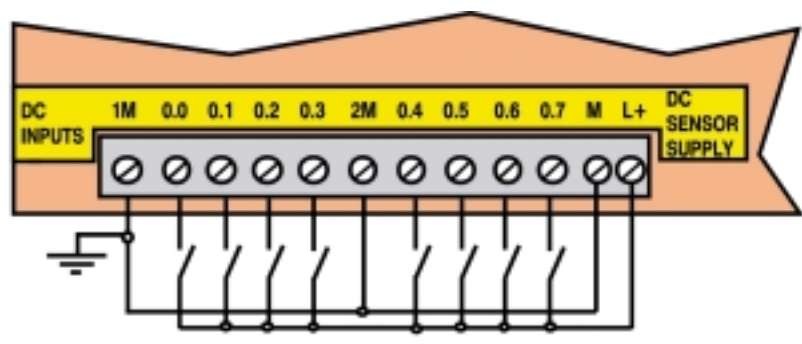
Βασική θεωρία

A. Σύνδεση των μονάδων εισόδου και εξόδου

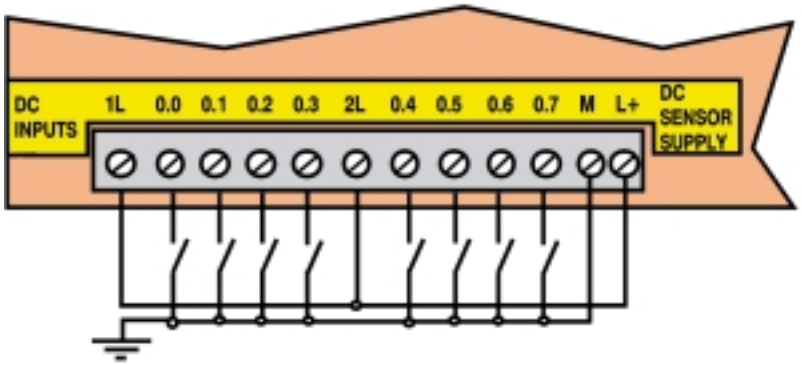
Στην προηγούμενη άσκηση γνωρίσατε τη συσκευή ενός PLC και τις μονάδες από τις οποίες αποτελείται. Ας δούμε τώρα πώς μπορείτε να συνδέσετε σε αυτό διάφορα στοιχεία εισόδου και εξόδου.



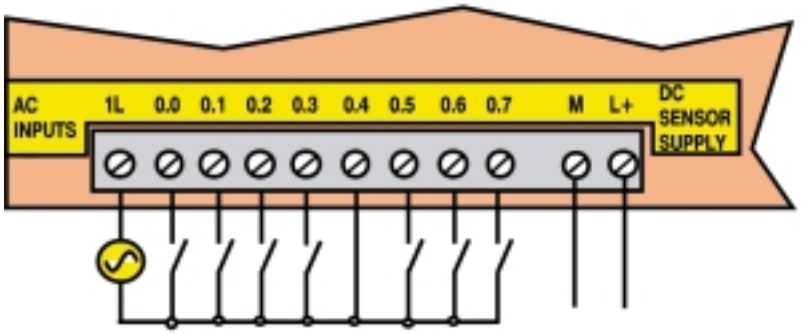
άσκηση 2



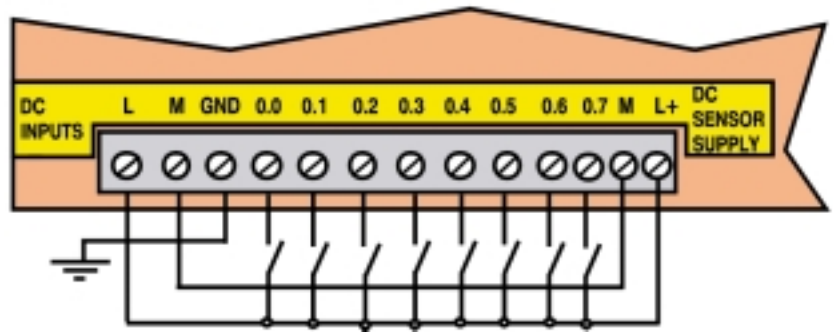
(α)



(β)



(γ)

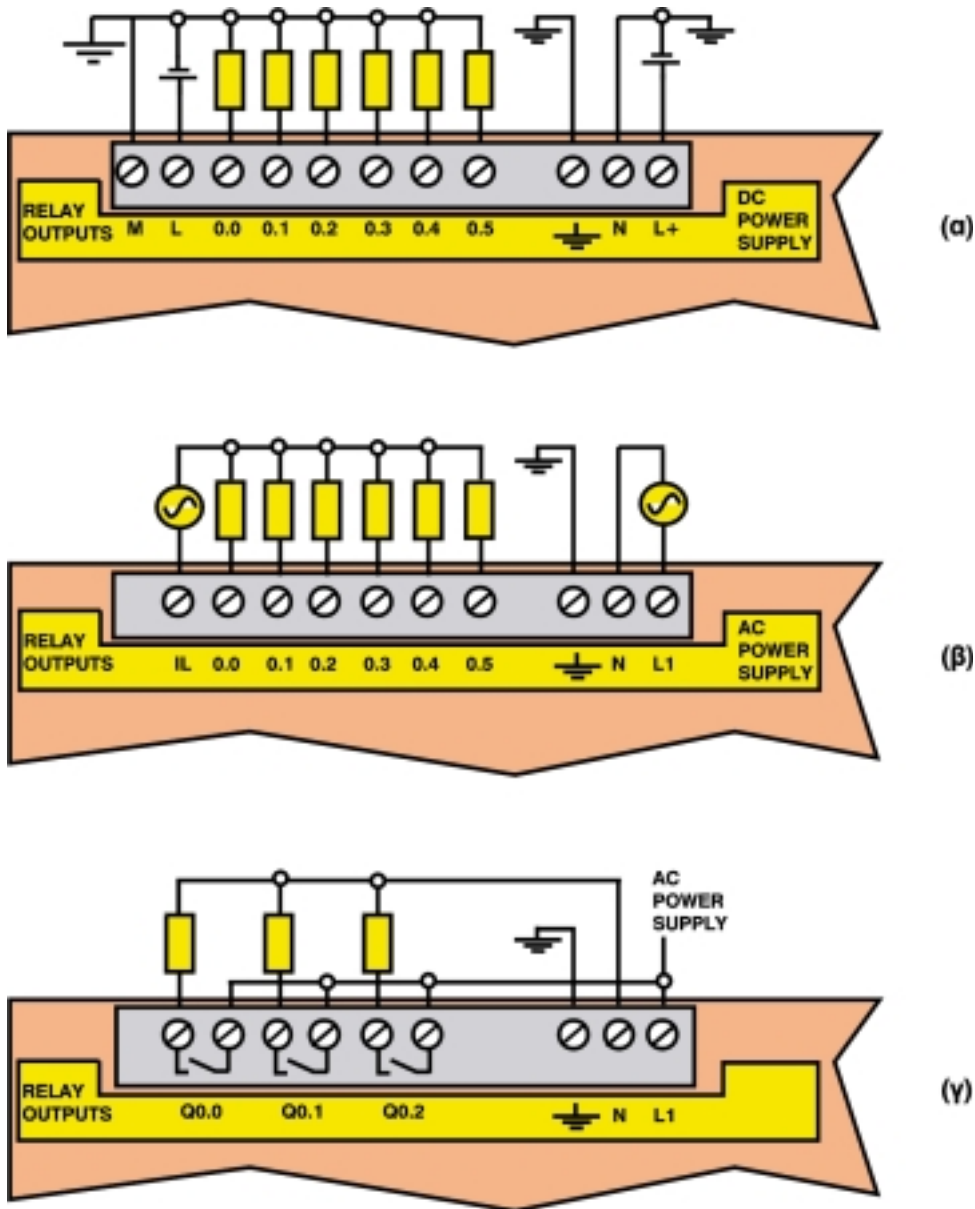


(δ)

Σχήμα 2.1: Διάφοροι τρόποι σύνδεσης των αισθητηρίων στις εισόδους, ανάλογα με τον τύπο του PLC



Υπάρχουν διάφοροι τύποι εισόδων PLC. Αυτές μπορούν να δέχονται τάσεις DC ή AC. Οι τιμές της τάσης ποικίλουν ανάλογα με τον τύπο που επιλέγεται. Στην περίπτωση DC εισόδων, η απαιτούμενη τάση, συνήθως παρέχεται από τη συσκευή (βλέπε στις συνδεσμολογίες του σχήματος 2.1 τους ακροδέκτες M και L+ με την ένδειξη DC SENSOR SUPPLY). Αντίθετα, για τις AC εισόδους συνήθως απαιτείται χρήση εξωτερικής πηγής (βλέπε τη συνδεσμολογία του σχήματος 2.1 γ). Η συνδεσμολογία των εισόδων συνήθως είναι, όπως αυτή του σχήματος 2.1. Τα (α), (β) και (δ) αναφέρονται σε PLC με εισόδους συνεχούς τάσης, ενώ το (γ) σε PLC με εισόδους εναλλασσόμενης τάσης. Πάντως **θα πρέπει πριν προχωρήσετε σε συνδεσμολογία να συμβουλευτείτε το φυλλάδιο οδηγιών της εταιρείας.**



Σχήμα 2.2: Διάφοροι τρόποι σύνδεσης των καταναλωτών στη μονάδα εξόδου, ανάλογα με τον τύπο του PLC

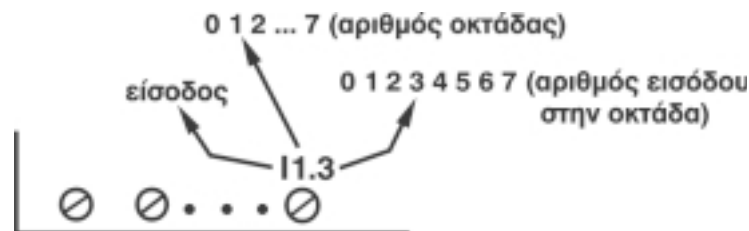
Αντίστοιχες είναι οι ιδιαιτερότητες και στις εξόδους. Η συνδεσμολογία αλληλάζει ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη τάση εξόδου και ανάλογα με το είδος των εξόδων.

Έτσι όταν η έξοδος είναι ρελέ (RELAY OUTPUTS) και η τάση τροφοδοσίας συνεχής (DC POWER SYRRLY), η συνδεσμολογία είναι όπως αυτή του σχήματος 2.2.α. Αν αντίθετα η τροφοδοσία είναι εναλλασσόμενη (AC POWER SUPPLY) 220V, η συνδεσμολογία είναι όπως αυτή του σχήματος 2.2.β. Επίσης είναι δυνατόν στην περίπτωση εξόδου ρελέ να έχουμε δύο ακροδέκτες εξόδου, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.2.γ. Εκτός από ρελέ το PLC μπορεί να έχει έξοδο τρανζίστορς ή θυρίστορ. Για να δουλέψει η συσκευή χωρίς προβλήματα πρέπει να γνωρίζετε τον τύπο των εξόδων, ώστε να κάνετε την κατάλληλη συνδεσμολογία. Είναι επομένως απαραίτητο να συμβουλευτείτε το φυλλάδιο οδηγιών της εταιρείας. Στα φυλλάδια αυτά συνήθως υποδεικνύεται και ο τρόπος σύνδεσης στοιχείων στις εισόδους και στις εξόδους του PLC.

Πολλές φορές θέλουμε να ενεργοποιήσουμε κάποιες μονάδες που για να λειτουργήσουν απαιτούν ρεύμα μεγαλύτερης τιμής από αυτή που αντέχει η έξοδος του PLC. Στη περίπτωση αυτή η ενεργοποίηση γίνεται μέσω ρελέ.

B. Συμβολισμός των εισόδων και εξόδων

Προσέξτε τις ονομασίες των εισόδων και των εξόδων. Για τις εισόδους χρησιμοποιείται το γράμμα I, ενώ για τις εξόδους το Q. Το κάθε γράμμα συνοδεύεται από δύο αριθμούς που χωρίζονται από μια τελεία (π.χ. είσοδος I1.3). Αν χρησιμοποιείτε συσκευή με 16 εισόδους θα δείτε ότι η αρίθμηση δεν είναι από I1 έως I16. Αντίθετα χωρίζονται σε δύο ομάδες των οκτώ και ο πρώτος αριθμός μετά το γράμμα μας δίνει τον αριθμό της οκτάδας. Κάθε οκτάδα αντιστοιχεί σε ένα byte. Επίσης παρατηρήστε ότι η αρίθμηση ξεκινά από το μηδέν. Έτσι, π.χ. η είσοδος I1.3 αντιστοιχεί στην τέταρτη είσοδο της δεύτερης ομάδας εισόδων, δηλαδή στην $8+4=12$ είσοδο, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.3.



Σχήμα 2.3: Συμβολισμός εισόδων

Αντίστοιχος είναι και ο συμβολισμός των εξόδων, όπου χρησιμοποιείται το γράμμα Q.

Ο συμβολισμός αυτός ακολουθείται κατά τον προγραμματισμό του PLC, όταν πρόκειται για μονάδα τύπου compact. Όταν πρόκειται όμως για συσκευή τύπου modular προστίθεται μετά το χαρακτηριστικό γράμμα ένας ακόμη αριθμός που δηλώνει τη βαθμίδα στην οποία ανήκει η είσοδος. Έτσι, το σύμβολο IO.1.3, δηλώνει (διαβάστε το σύμβολο από το τέλος προς την αρχή) την τέταρτη είσοδο της δεύτερης οκτάδας (δηλαδή την δωδέκατη είσοδο), της πρώτης βαθμίδας εισόδου.

Για να είστε πάντως βέβαιοι για το σωστό τρόπο ονομασίας των εισόδων και των εξόδων, καλό είναι να συμβουλευτείτε το φυλλάδιο οδηγιών της εταιρείας.

Στο λογισμικό προγραμματισμού μια είσοδος αντιστοιχεί σε μια επαφή (contact), ενώ μια έξοδος σε ένα πηνίο (coil) ρελέ. Κατά τον προγραμματισμό διατίθενται μια σειρά από βοηθητικές επαφές - θέσεις μνήμης (εκτός των επαφών εισόδου) που ονομάζονται συνήθως Markers και συμβολίζονται με το γράμμα M. Ο αριθμός τους συνήθως είναι πάνω από 1000 και είναι οργανωμένες σε οκτάδες.

Γ. Προγραμματισμός PLC

Ο προγραμματισμός ενός PLC μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας μια από τις τρεις γλώσσες προγραμματισμού που διατίθενται. Οι γλώσσες αυτές είναι:

- Γλώσσα λίστας εντολών (Statement List - STL).
- Γλώσσα ηλεκτρολογικών γραφικών (Ladder Diagram - LAD).
- Γλώσσα λογικών γραφικών (Control System Flowchart - CSF) ή διάγραμμα λογικών γραφικών (Function Block Diagram-FBD).

Η πρώτη μοιάζει με τις εντολές των χρησιμοποιούμενων γλωσσών προγραμματισμού, ιδίως με αυτές της assembly. Η χρήση της απαιτεί στοιχειώδεις γνώσεις προγραμματισμού.

Η δεύτερη είναι γραφική και τα σύμβολα που χρησιμοποιεί μοιάζουν με αυτά των κλασικών ηλεκτρολογικών αυτοματισμών, επιτρέποντας την εύκολη μεταφορά ενός ηλεκτρολογικού σχεδίου σε πρόγραμμα.

Η τρίτη είναι και αυτή γραφική, αλλά εδώ τα σύμβολα έχουν την μορφή των λογικών συμβόλων, επιτρέποντας έτσι την εύκολη μεταφορά λογικών πράξεων σε πρόγραμμα.

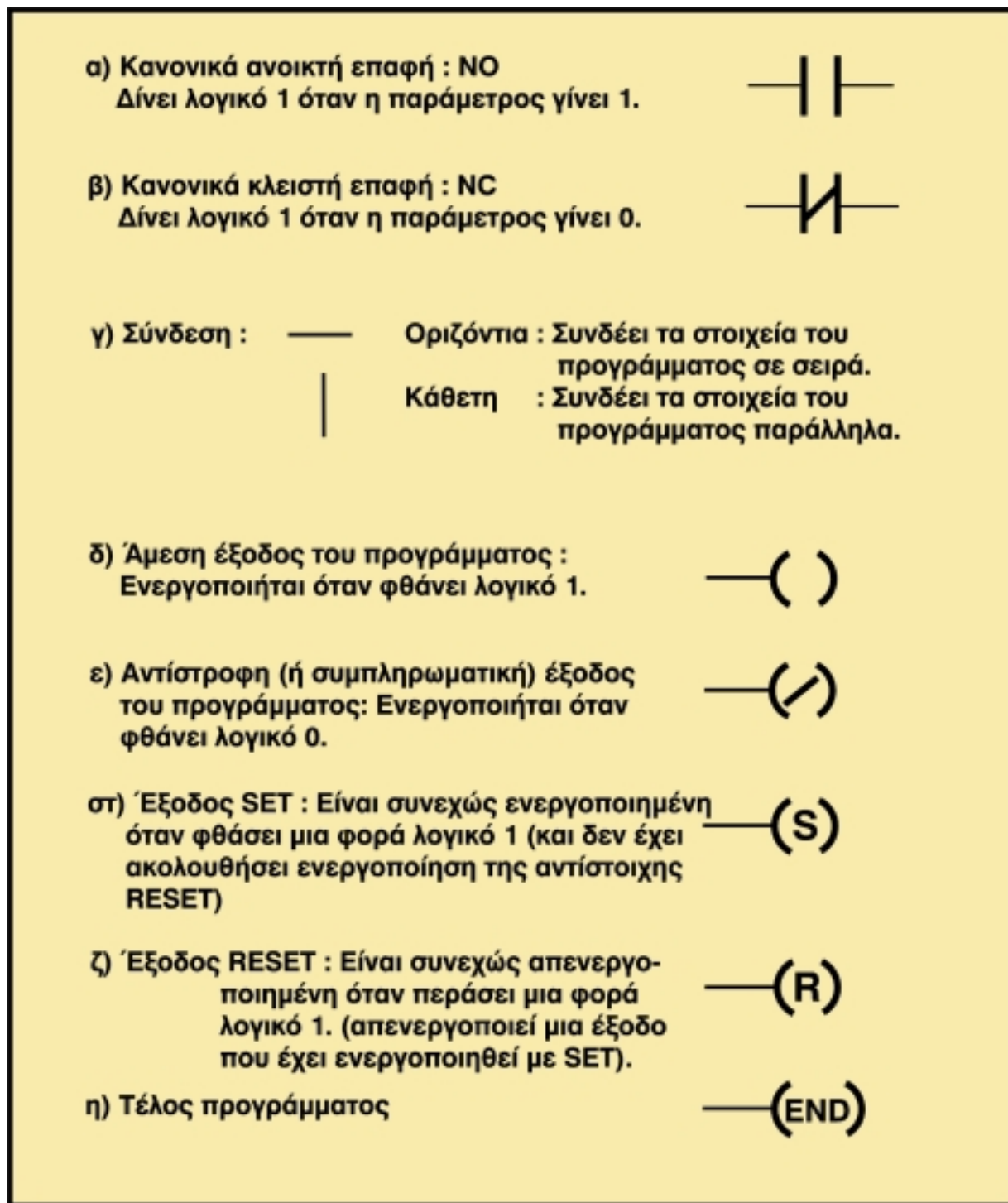
Να σημειώσουμε εδώ ότι οι εντολές στις διάφορες γλώσσες αλληλίζουν ανάλογα με την εταιρεία. Για το λόγο αυτό πριν προχωρήσετε στον προγραμματισμό είναι απαραίτητο να μελετήσετε τις οδηγίες (instruction set) του κατασκευαστή.

Το πρόγραμμα στο PLC εκτελείται συνεχώς κυκλικά. Όταν δηλαδή εκτελεστεί και η τελευταία εντολή (END), η διαδικασία δεν σταματά (όπως συμβαίνει στα προγράμματα με τις γνωστές γλώσσες προγραμματισμού), αλλά αυτόματα αρχίζει πάλι από την αρχή.

Στις ασκήσεις που θα ακολουθήσουν θα χρησιμοποιήσουμε τη γλώσσα Ladder.

Συμπληρωματικά σε μερικές ασκήσεις θα δίνονται τα προγράμματα και στις δύο άλλες γλώσσες προγραμματισμού. Επίσης στο Παράρτημα Β δίνονται οι κυριότερες εντολές σε γλώσσα λογικών συναρτήσεων, ώστε να μπορέσετε να καταλάβετε τα προγράμματα που δίνονται.

Τα βασικά στοιχεία ενός προγράμματος σε γλώσσα Ladder, είναι αυτά που φαίνονται στο σχήμα 2.4.

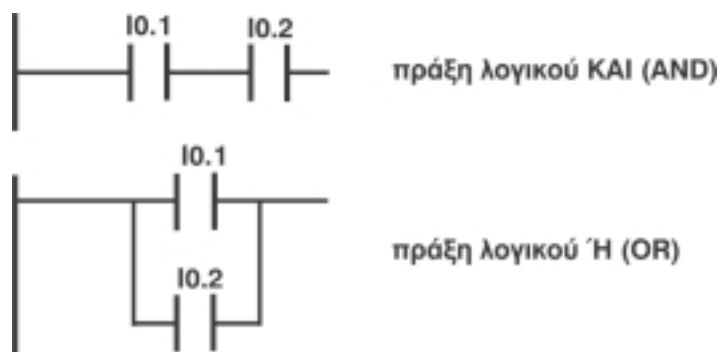


Σχήμα 2.4: Βασικά στοιχεία προγράμματος σε γλώσσα Ladder για τον προγραμματισμό PLC

Μερικές σημαντικές παρατηρήσεις για την κατάστρωση ενός προγράμματος είναι:

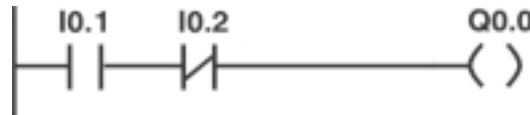
- Οι επαφές (contacts) μπορεί να αντιστοιχούν (να έχουν ονομασία) σε:
 - Εισόδους, με πρώτο σύμβολο I.
 - Εσωτερικά στοιχεία μνήμης (markers), με πρώτο σύμβολο M.
 - Εξόδους, με πρώτο σύμβολο Q.
- Οι έξοδοι (coils) του προγράμματος μπορεί να αντιστοιχούν (να έχουν ονομασία) σε:
 - Εξόδους, με πρώτο σύμβολο Q.
 - Εσωτερικά στοιχεία μνήμης, με πρώτο σύμβολο M.
- Το πρόγραμμα γράφεται πάντα για κύκλωμα σε κατάσταση ηρεμίας (δηλαδή έτοιμο να λειτουργήσει, αλλά πριν ξεκινήσει η διεργασία).
- Η έξοδος είναι πάντα το τελευταίο στοιχείο σε μια γραμμή στοιχείων προγράμματος.
- Στο πρόγραμμα δεν μπορεί δύο διαφορετικές γραμμές στοιχείων προγράμματος να καταλήγουν σε εξόδους (coils) με την ίδια ονομασία.
- Σε ένα πρόγραμμα PLC αποφεύγουμε να δίνουμε αρχικές τιμές, αφού λόγω της κυκλικής εκτέλεσης του προγράμματος, σε περίπτωση λανθασμένου σχεδιασμού, αυτές θα επανέρχονται συνεχώς (συνήθως υπάρχουν ειδικές θέσεις μνήμης που διαβάζονται στην εκτέλεση μόνο του πρώτου κύκλου).
- Τα προγράμματα τελειώνουν πάντα με την εντολή END.

Κατά τη σχεδίαση ενός προγράμματος σε γλώσσα Ladder τα στοιχεία - εντολές συνδεσμολογούνται με βάση το λογικό ΚΑΙ (π.χ. “όταν κλείσω το διακόπτη S1 ΚΑΙ το διακόπτη S2”) ή το λογικό Ή (π.χ. “όταν κλείσω το διακόπτη S1 Ή το διακόπτη S2”). Στο σχήμα 2.5 βλέπουμε πώς γράφεται το πρόγραμμα που υλοποιεί τη λογική πράξη ΚΑΙ (AND) και τη λογική πράξη Ή (OR), όπου ο διακόπτης S1 αντιστοιχεί στην επαφή IO.1 και ο S2 στην IO.2 (όταν οι διακόπτες S1 και S2 έχουν μία επαφή NO).



Σχήμα 2.5: Πράξεις λογικού ΚΑΙ και λογικού Ή στη γλώσσα Ladder

Το αποτέλεσμα μιας λογικής πρότασης είναι να ενεργοποιείται μία έξοδος, που είναι και το τελευταίο στοιχείο της. Στο σχήμα 2.6 φαίνεται το κύκλωμα που υλοποιεί την πρόταση “όταν κλείσει ο διακόπτης S1 ΚΑΙ δεν κλείσει ο διακόπτης S2 ΤΟΤΕ ενεργοποιείται η ενδεικτική λυχνία”. Οι διακόπτες S1 και S2 (με μία NO επαφή ο καθένας) αντιστοιχούν στις εισόδους I0.1 και I0.2 αντίστοιχα, ενώ η λυχνία συνδέεται στην έξοδο Q0.0.

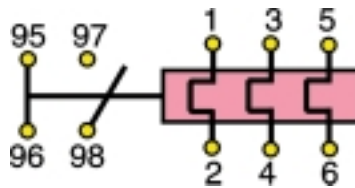


Σχήμα 2.6: Ενεργοποίηση εξόδου

Στο σχήμα 2.6 προσέξτε ότι η έκφραση “όταν κλείσει ο διακόπτης S1...” υλοποιείται στο πρόγραμμα με μία ανοικτή επαφή, ενώ η έκφραση “... ΚΑΙ δεν κλείσει ο διακόπτης S2...” υλοποιείται με μία κλειστή επαφή (εφ’ όσον οι S1 και S2 έχουν μία επαφή NO). Περισσότερα για τον τρόπο προγραμματισμού θα δούμε σε επόμενες ασκήσεις.

Δ. Λειτουργία θερμικού

Με τον όρο *θερμικό* εννοούμε το θερμικό ηλεκτρονόμο υπερφόρτισης με διμεταλλικά στοιχεία. Αποτελεί το πιο συνηθισμένο μέσο προστασίας κινητήρων από υπερφόρτιση.

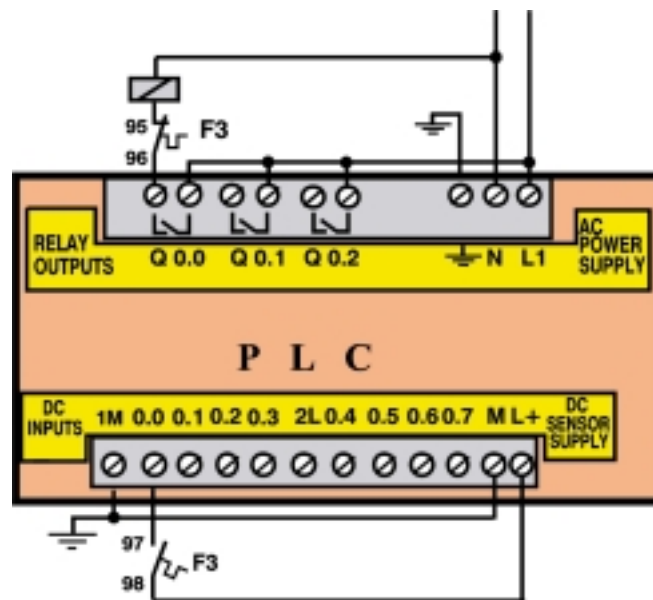


Σχήμα 2.7: Σχηματική παράσταση θερμικού

Για την λειτουργία του θερμικού μπορείτε να ανατρέξετε στο βιβλίο της θεωρίας.

Κατά τη σύνδεση των βοηθητικών επαφών ενός θερμικού στα κυκλώματα εισόδων-εξόδων του PLC, η NC βοηθητική επαφή (95-96), δε χρησιμοποιείται σαν είσοδος του PLC (αν και στον κλασικό αυτοματισμό τοποθετείται στο κύκλωμα ελέγχου), αλλά συνδέεται στην έξοδό του που ενεργοποιεί το ρελέ ισχύος (συνδέεται σε σειρά με το πηνίο του ρελέ) το οποίο ελέγχει τη λειτουργία του κινητήρα που προστατεύει το θερμικό. Αντίθετα η NO επαφή (97-98) χρησιμοποιείται σαν είσοδος του PLC.

Στο σχήμα 2.8 φαίνεται πώς συνδέονται οι βοηθητικές επαφές σε ένα PLC με εξόδους ρελέ.



Σχήμα 2.8: Τρόπος σύνδεσης των βοηθητικών επαφών 95-96 και 97-98 του θερμικού

Διαδικασία

Κατά την εκτέλεση της άσκησης ακολουθήστε τα εξής βήματα:

A. Σύνδεση στοιχείων εισόδου και εξόδου στο PLC

1. Από το φυλλάδιο οδηγιών της εταιρείας αναγνωρίστε το είδος των εισόδων και των εξόδων του PLC που θα χρησιμοποιήσετε.
2. Αφού συμβουλευτείτε το φυλλάδιο οδηγιών της εταιρείας, συνδέστε στις εισόδους IO.0, IO.1 και IO.2 τις NO επαφές των διακοπών S1, S2 και S3 αντίστοιχα.
3. Αφού συμβουλευτείτε το φυλλάδιο οδηγιών της εταιρείας, συνδέστε στην έξοδο Q0.0 μια ενδεικτική λυχνία.
4. Συνδέστε στο PLC το καλώδιο τροφοδοσίας.
5. Συνδέστε το PLC με τον Η/Υ με το ειδικό καλώδιο επικοινωνίας και ελέγξτε τους μικροδιακόπτες, ώστε να εξασφαλίζεται ο σωστός ρυθμός μετάδοσης πληροφοριών.
6. **Ο καθηγητής σας να ελέγξει τις προηγούμενες συνδέσεις.**
7. Ηλεκτροδοτήστε τις συσκευές σας.

B. Δημιουργία απλού προγράμματος σε γλώσσα Ladder

1. Ενεργοποιήστε το λογισμικό προγραμματισμού και ελέγχου του PLC.

2. Αν ζητηθεί, δώστε τον τύπο του PLC που χρησιμοποιείτε.
3. Αναζητείστε την εντολή *Communication*. Ενεργοποιείστε την εντολή αυτή και ρυθμίστε τη θύρα και τον ρυθμό μετάδοσης δεδομένων που έχετε επιλέξει.
4. Ελέγξτε τη διαμόρφωση. Αναζητείστε την εντολή *Configure*. Ελέγξτε αν και εδώ ο ρυθμός μετάδοσης είναι αυτός που επιλέξατε.
5. Ελέγξτε την επικοινωνία μεταξύ PLC και Η/Υ. Αν δεν θυμάστε πώς γίνεται συμβουλευτείτε την προηγούμενη άσκηση.
6. Τοποθετείστε το PLC σε κατάσταση STOP.
7. Σβήστε τη μνήμη του PLC με τη βοήθεια της εντολής *Clear Reset*, ώστε να μπορείτε να μεταφέρετε το πρόγραμμά σας.
8. Βεβαιωθείτε ότι είστε στο περιβάλλον Ladder. Γράψτε στον υπολογιστή το πρόγραμμα (σε γλώσσα Ladder) που να υλοποιεί την εξής πρόταση:

“Αν (κλείσω το διακόπτη S1 Η το διακόπτη S2) ΚΑΙ δεν κλείσω τον S3 ΤΟΤΕ να ανάψει η ενδεικτική λυχνία”.

Η παρένθεση είναι βοηθητική για τη σειρά εκτέλεσης των πράξεων που θα πραγματοποιήσετε. Θυμίζουμε ότι χρησιμοποιούμε τις NO επαφές των διακοπών.

Προσέξτε! Οι ονομασίες των εισόδων που θα χρησιμοποιήσετε να αντιστοιχούν στα σωστά εξαρτήματα που έχετε συνδέσει στο PLC.

9. Προχωρήστε στην αποσφαλμάτωση του προγράμματος. Αναζητήστε την εντολή *Compile*.

Προσοχή: με τον τρόπο αυτό βρίσκουμε τα συντακτικά λάθη του προγράμματος, δηλαδή λάθη που εμποδίζουν τη μετατροπή του προγράμματος σε γλώσσα μηχανής. Έτσι όμως δεν εξασφαλίζεται ότι το πρόγραμμα που σχεδιάσατε εκτελεί σωστά τις λειτουργίες που θέλτε (δεν εντοπίζονται λειτουργικά λάθη).

Πριν προχωρήσετε ζητήστε από τον καθηγητή σας να ελέγξει το πρόγραμμά σας.

10. Αποθηκεύστε το πρόγραμμα σε κατάλογο και με όνομα που θα σας ορίσει ο καθηγητής σας.
11. Μεταφέρετε το πρόγραμμα στο PLC. Ενεργοποιήστε την εντολή *Download*.
12. Τοποθετήστε το PLC σε κατάσταση RUN.
13. Ανοίξτε όλους τους διακόπτες.
14. Κλείστε το διακόπτη S1. Τι παρατηρείτε;
15. Με κλειστό το διακόπτη S1, κλείστε και τον S2. Τι παρατηρείτε;
16. Ανοίξτε ο διακόπτη S1. Τι παρατηρείτε;
17. Με κλειστό το διακόπτη S2, κλείστε και τον S3. Τι παρατηρείτε;
18. Κλείστε την τροφοδοσία του PLC. Αποσυνδέστε τα στοιχεία εισόδου και εξόδου.

Γ. Σύνδεση θερμικού

1. Συνδέστε την επαφή 97-98 του θερμικού στην είσοδο I0.0 και την 95-96 με μια ενδεικτική λυχνία σε σειρά

στην έξοδο Q0.0, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή (μπορείτε να συμβουλευτείτε και το σχήμα 2.8). Επίσης συνδέστε μια δεύτερη ενδεικτική λυχνία στην έξοδο Q0.1.

2. Γράψτε σε γλώσσα Ladder πρόγραμμα για τη λειτουργία του θερμικού:

“Με το θερμικό απενεργοποιημένο είναι ενεργοποιημένη η έξοδος Q0.0, ενώ ενεργοποίηση του θερμικού ενεργοποιεί την Q0.1”.

Σημείωση: κάθε φορά να είναι ενεργοποιημένη μια μόνο έξοδος.

3. Κάνετε όλες τις απαραίτητες ενέργειες για να αποσφαλματώσετε το πρόγραμμα και να το φορτώσετε στο PLC.
4. **Ζητείστε από τον καθηγητή σας να ελέγξει το πρόγραμμά σας.**
5. Ηλεκτροδοτήστε το PLC. Ποιά έξοδος ενεργοποιείται;
6. Ενεργοποιήστε το θερμικό με τη βοήθεια του εξωτερικού χειριστηρίου δοκιμής του (Test). Τι αλλαγή παρατηρείτε στις εξόδους;
7. Σταματήστε την ηλεκτροδότηση του PLC. Αποσυνδέστε όλα τα εξαρτήματα από τις εισόδους και τις εξόδους του.

Δ. Λειτουργία της μονάδας προσομοίωσης

1. Γράψτε σε γλώσσα Ladder ένα πρόγραμμα που να υλοποιεί την εξής εντολή:
“Αν ενεργοποιηθεί (η είσοδος I0.0 ή η είσοδος I0.1) και (η είσοδος I0.2 ή η είσοδος I0.3) τότε να ενεργοποιηθεί η έξοδος Q0.0”
2. Κάνετε όλες τις απαιτούμενες ενέργειες, ώστε να μεταφέρετε το πρόγραμμα στο PLC.
3. Συνδέστε στις εισόδους του PLC τον κατάλληλο προσομοιωτή εισόδων.
4. **Πριν προχωρήσετε ζητείστε από τον καθηγητή σας να ελέγξει το πρόγραμμά σας.**
5. Με τη βοήθεια των διακοπών συμπληρώστε τον πίνακα αληθείας της κατασκευής σας. Είναι ο αναμενόμενος;
6. Κλείστε όλες τις συσκευές και αποσυνδέστε τον προσομοιωτή.

Ε. Παρατηρήσεις - Συμπεράσματα

Άσκηση 3

Αυτόματη εκκίνηση Ασύγχρονου Τριφασικού Κινητήρα Βραχυκυκλωμένου Δρομέα



Στόχοι της άσκησης

διάρκεια άσκησης: 6 διδακτικές ώρες

Στο τέλος της άσκησης οι μαθητές θα είναι ικανοί:

- ⇒ να επιλέγουν τα κατάλληλα όργανα και υλικά για τη κατασκευή ενός κυκλώματος αυτόματης εκκίνησης ενός ΑΤΚΒΔ, με χρήση προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή (PLC).
- ⇒ να πραγματοποιούν το κύριο κύκλωμα τροφοδοσίας του κινητήρα.
- ⇒ να συνδέουν όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα, στο PLC.
- ⇒ να σχεδιάζουν ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα χρησιμοποιώντας μία από τις μεθόδους που παρουσιάζονται.
- ⇒ να γράφουν στον υπολογιστή ένα απλό ολοκληρωμένο πρόγραμμα ελέγχου λειτουργίας ενός τριφασικού κινητήρα.

Απαραίτητα εξαρτήματα

Για την πραγματοποίηση της άσκησης είναι απαραίτητα τα εξής υλικά:

- ✓ Μία διάτρητη πινακίδα με ράγες
- ✓ Ένα PLC τουλάχιστον 3 εισόδων, 3 εξόδων
- ✓ Μία μονάδα προσομοίωσης εισόδων
- ✓ Ένα μπουτόν start, με μία επαφή NO
- ✓ Ένα μπουτόν stop με μία επαφή NC
- ✓ Ένας τριφασικός ασφαλειοδιακόπτης τουλάχιστον 16 A
- ✓ Ένα ρελέ ισχύος (πηνίο 230V_{AC})
- ✓ Ένας μονοπολικός διακόπτης ON-OFF
- ✓ Μία ασφάλεια
- ✓ Δύο ενδεικτικές λυχνίες
- ✓ Ένα θερμικό με μία NO και μία NC επαφή
- ✓ Ένας ασύγχρονος τριφασικός κινητήρας βραχυκυκλωμένου δρομέα
- ✓ Κλέμες ράγας για τις απαραίτητες καλωδιώσεις

Βασική θεωρία

A. Μέθοδοι σχεδιασμού προγραμμάτων σε γλώσσα Ladder

Από τις προηγούμενες ασκήσεις γνωρίζετε πώς δημιουργούμε ένα απλό πρόγραμμα σε γλώσσα Ladder, προκει-

μένου να υλοποιήσουμε έναν αυτοματισμό. Όταν όμως το πρόβλημα είναι αρκετά σύνθετο, θα πρέπει να ακολουθούμε μια συστηματική μέθοδο, ώστε να μπορέσουμε να σχεδιάσουμε με επιτυχία το κατάλληλο πρόγραμμα.

Για το σχεδιασμό ενός προγράμματος για PLC, υπάρχουν τέσσερις τεχνικές:

1. Σχεδιάζεται πρώτα το κύκλωμα του κλασικού αυτοματισμού και στη συνέχεια “μεταφράζεται” σε γλώσσα Ladder.
2. Σχεδιάζεται το διάγραμμα ροής που επιλύει το πρόβλημα και γράφουμε το πρόγραμμα με βάση το διάγραμμα αυτό.
3. Σχεδιάζεται το διάγραμμα φάσεων που επιλύει το πρόβλημα και γράφουμε το πρόγραμμα με βάση το διάγραμμα αυτό.
4. Βρίσκεται πρώτα η λογική συνάρτηση του προβλήματος και στη συνέχεια γράφεται το πρόγραμμα σε γλώσσα προγραμματισμού PLC με βάση τη λογική συνάρτηση.

Στις απλές εφαρμογές ή σε αυτές που υπάρχει έτοιμο το βοηθητικό κύκλωμα του κλασικού αυτοματισμού, προτιμάται η πρώτη μέθοδος, ενώ στις πιο σύνθετες η δεύτερη ή η τρίτη. Η τέταρτη μέθοδος είναι αρκετά δύσκολη και δεν προτείνεται η εφαρμογή της. Στις επόμενες ασκήσεις θα χρησιμοποιήσουμε τις δύο πρώτες μεθόδους, ενώ στις ασκήσεις 18 και 19 θα παρουσιαστεί η τρίτη μέθοδος κατάστρωσης ενός προγράμματος PLC. Ας δούμε τώρα πιο αναλυτικά τις δύο πρώτες μεθόδους.

Σύμφωνα με την πρώτη μέθοδο ακολουθούμε τα εξής βήματα:

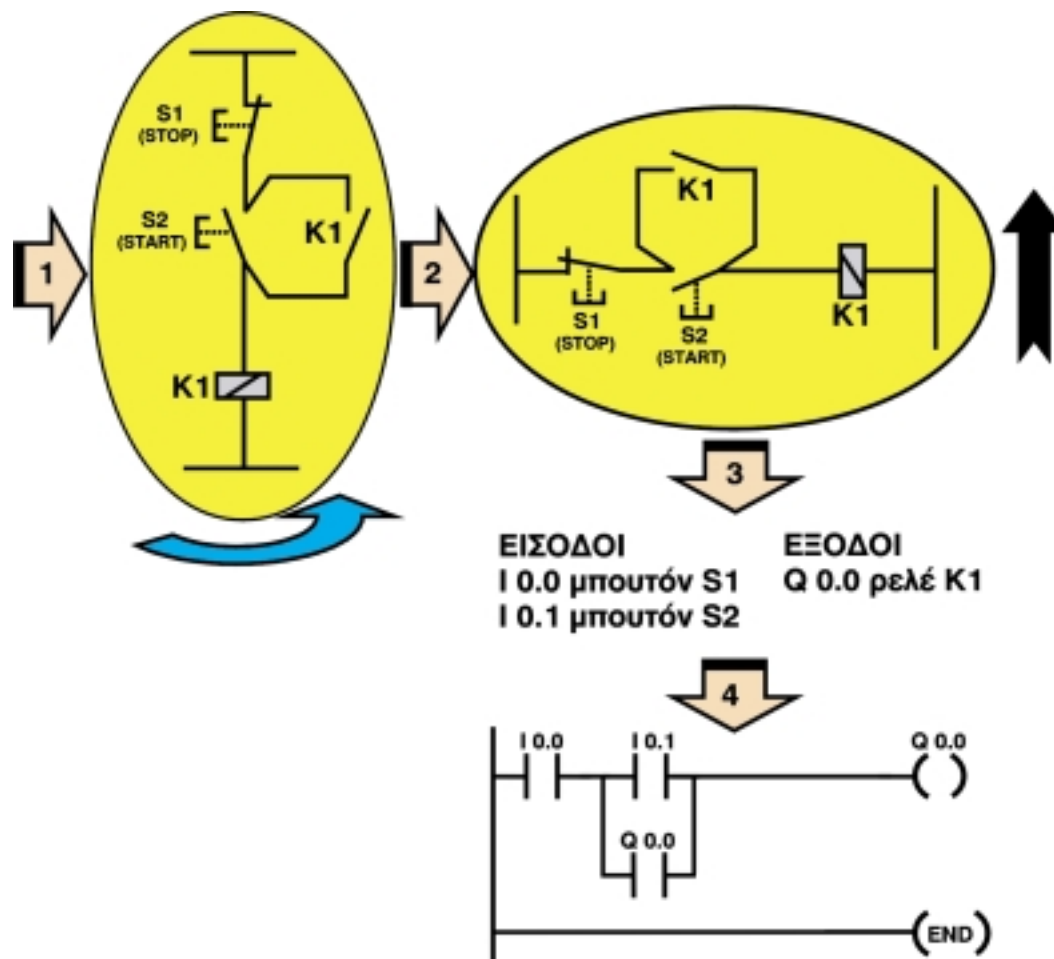
1. Σχεδιάζουμε το βοηθητικό κύκλωμα του κλασικού αυτοματισμού.
2. Το περιστρέφουμε αριστερά κατά 90° όπως φαίνεται στο σχήμα 3.1.
3. Δημιουργούμε πίνακα εισόδων - εξόδων.
4. Μετατρέπουμε το κύκλωμα σε Ladder, ξεκινώντας από κάτω προς τα πάνω, ακολουθώντας τις παρατηρήσεις:
 - Οι εισοδοί προγραμματίζονται σε επαφές ως εξής:
 - Μία NC είσοδος προγραμματίζεται σαν NC επαφή, αν επιθυμούμε να στέλνει λογικό “0”, διαφορετικά προγραμματίζεται σαν NO (π.χ. είσοδος μπουτόν STOP).
 - Μία NO είσοδος προγραμματίζεται σαν NO επαφή, αν επιθυμούμε να στέλνει λογικό “0” (π.χ. είσοδος μπουτόν START), διαφορετικά προγραμματίζεται σαν NC.

Λογικό “0” σημαίνει ότι στο κύκλωμα του κλασικού αυτοματισμού η είσοδος συμβολίζεται με μία NO επαφή, ενώ για λογικό “1” συμβολίζεται με NC (ανεξάρτητα από το είδος των χρησιμοποιούμενων εισόδων).

Προσοχή: η κατάσταση των επαφών και ο προγραμματισμός που περιγράφεται είναι όταν το κύκλωμα είναι σε κατάσταση ηρεμίας, δηλαδή έτοιμο να λειτουργήσει (πριν όμως ξεκινήσει η λειτουργία του).

- Τα πηνία των ρελέ ισχύος προγραμματίζονται ως έξοδοι του PLC (Q), ενώ τα πηνία των βοηθητικών ρελέ προγραμματίζονται σαν βοηθητικές μνήμες (Markers).
- Οι επαφές των ρελέ και των βοηθητικών μνημών προγραμματίζονται σε ίδιες επαφές (ανοικτές ή κλειστές).
- Προτείνεται η ομαδοποίηση τμημάτων του κυκλώματος (κυρίως σε μεγάλες εφαρμογές) και η αντικατάστασή τους στο πρόγραμμα με markers.

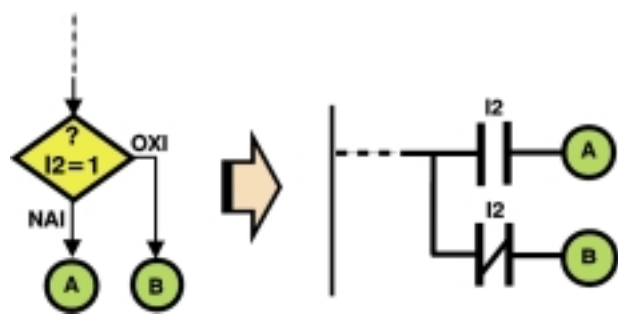
Στο σχήμα 3.1 βλέπουμε πώς εφαρμόζεται η μέθοδος αυτή σε ένα κύκλωμα ενεργοποίησης και απενεργοποίησης ενός ρελέ.



Σχήμα 3.1: Μετατροπή κλασικού αυτοματισμού σε γλώσσα Ladder

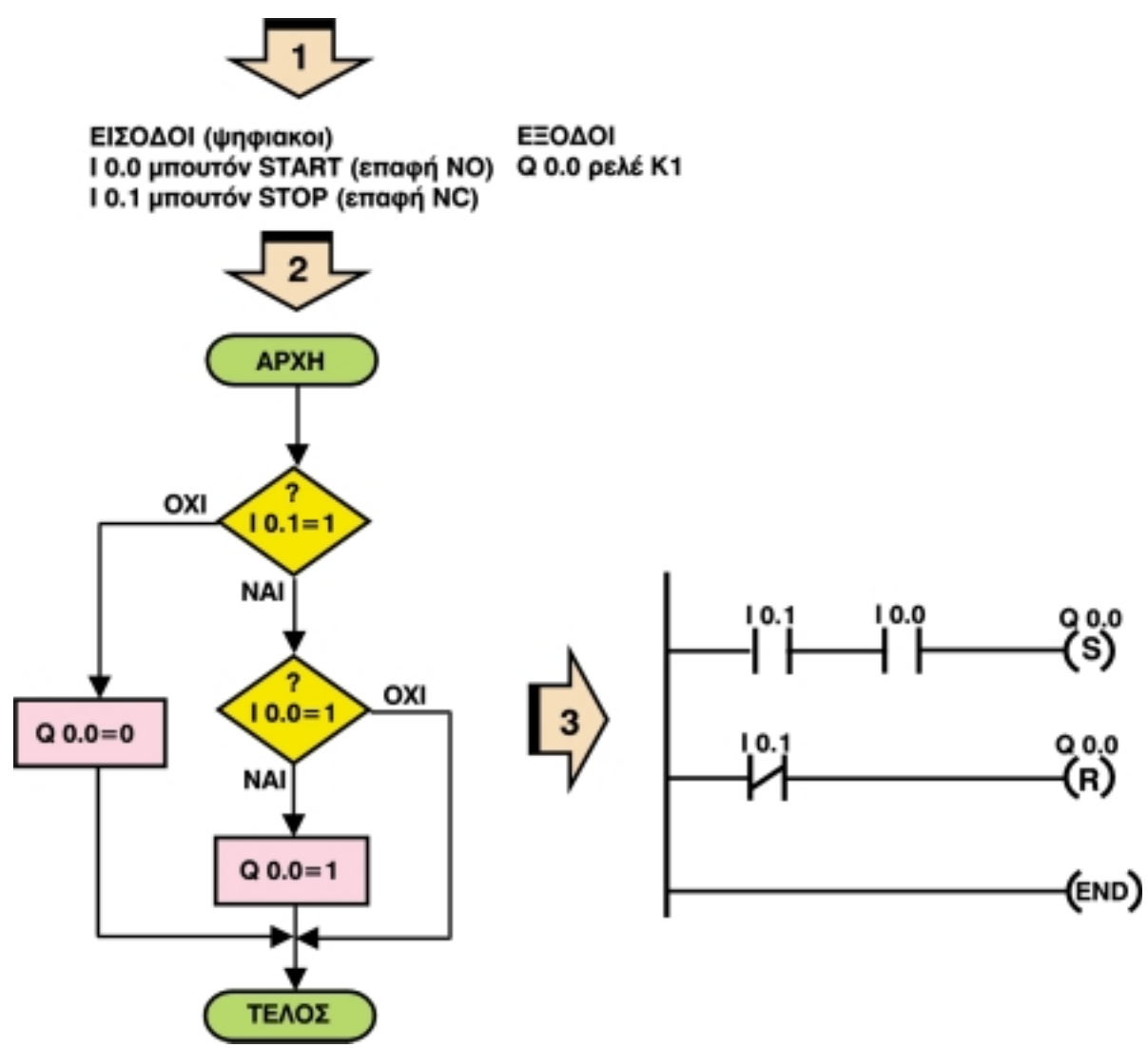
Σύμφωνα με τη δεύτερη μέθοδο ακολουθούμε τα εξής βήματα:

1. Καταγράφουμε τις εισόδους και τις εξόδους του προβλήματος.
2. Σχεδιάζουμε το διάγραμμα ροής που επιλύει το πρόβλημα.
3. Αν το πρόβλημα είναι αρκετά σύνθετο το χωρίζουμε σε ανεξάρτητα μέρη και υλοποιούμε το κάθε ένα με ένα διάγραμμα ροής.
4. Μετατρέπουμε το διάγραμμα ροής σε γλώσσα Ladder ακολουθώντας τις εξής παρατηρήσεις:
 - Η ενεργοποίηση και απενεργοποίηση των εξόδων γίνεται με εντολές SET και RESET.
 - Διακλάδωση που οδηγεί στο τέλος του προγράμματος χωρίς ενδιάμεση εντολή παραλείπεται.
 - Ο προγραμματισμός των εξόδων ενός ρόμβου γίνεται όπως στο σχήμα 3.2 (όπου A και B είναι ομάδες εντολών).
 - Συγκεντρώνονται οι γραμμές που καταλήγουν σε εξόδους (coils) με την ίδια ονομασία.



Σχήμα 3.2: Μετατροπή ρόμβου διαγράμματος ροής σε Ladder

Στο σχήμα 3.3 βλέπουμε πώς εφαρμόζεται η μέθοδος αυτή στο προηγούμενο πρόβλημα ενεργοποίησης και απενεργοποίησης ενός ρελέ.



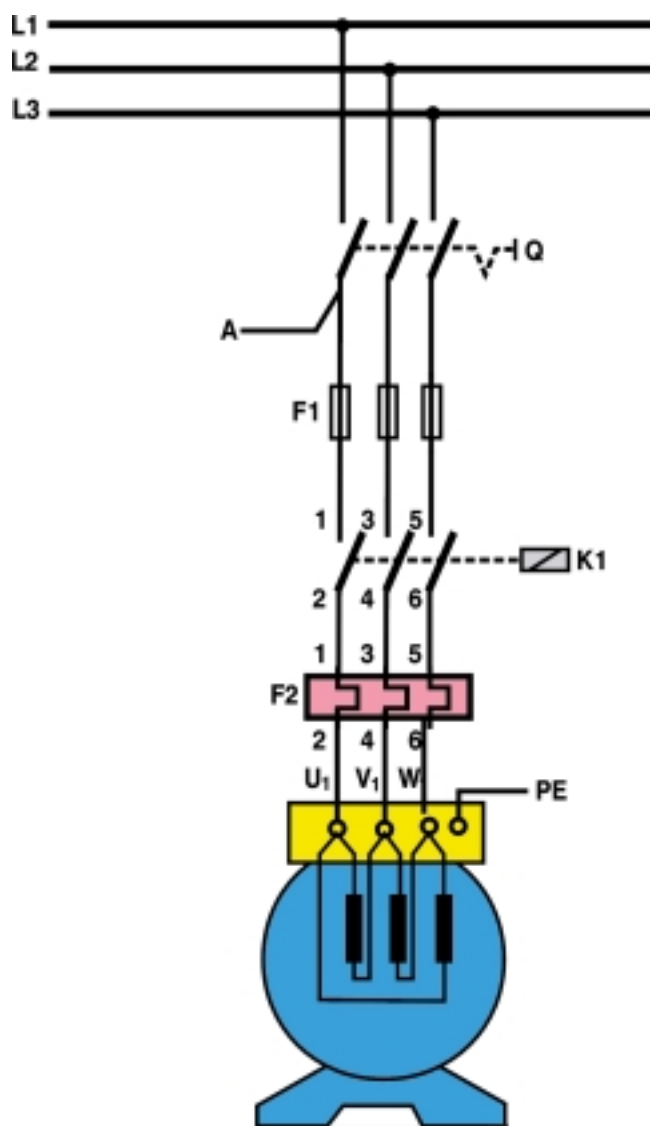
Σχήμα 3.3: Επίλυση προβλήματος με διάγραμμα ροής

Να σημειώσουμε ότι για ένα πρόβλημα μπορούμε να δημιουργήσουμε περισσότερα από ένα διαγράμματα ροής, μπορούμε δηλαδή να έχουμε περισσότερες από μία αποδεκτές λύσεις.

B. Εκκίνηση ενός ΑΤΚΒΔ

Το κύκλωμα που θα περιγράψουμε μας επιτρέπει να ξεκινήσουμε και να σταματήσουμε ΑΤΚΒΔ χαμηλής ισχύος. Επίσης το κύκλωμα αυτό σταματά τη λειτουργία του κινητήρα σε περίπτωση υπερφόρτισής του.

Όπως γνωρίζουμε από τη θεωρία, το κύκλωμα ισχύος είναι αυτό του σχήματος 3.4. Συνοπτικά μπορούμε να πούμε ότι αποτελείται από έναν τριπολικό διακόπτη φορτίου (Q), τρεις ασφάλειες βραδείας τήξεως (F1), ένα ρελέ ισχύος (K1) και το θερμικό υπερφόρτισης (F2). Η λειτουργία του εξηγείται αναλυτικά στο μάθημα της θεωρίας.



Σχήμα 3.4: Το κύκλωμα ισχύος για την εκκίνηση ενός ΑΤΚΒΔ

Το κύκλωμα ελέγχου ελέγχει τη λειτουργία του ηλεκτρονόμου ισχύος K1. Αποτελείται από ένα τυπικό κύκλω-

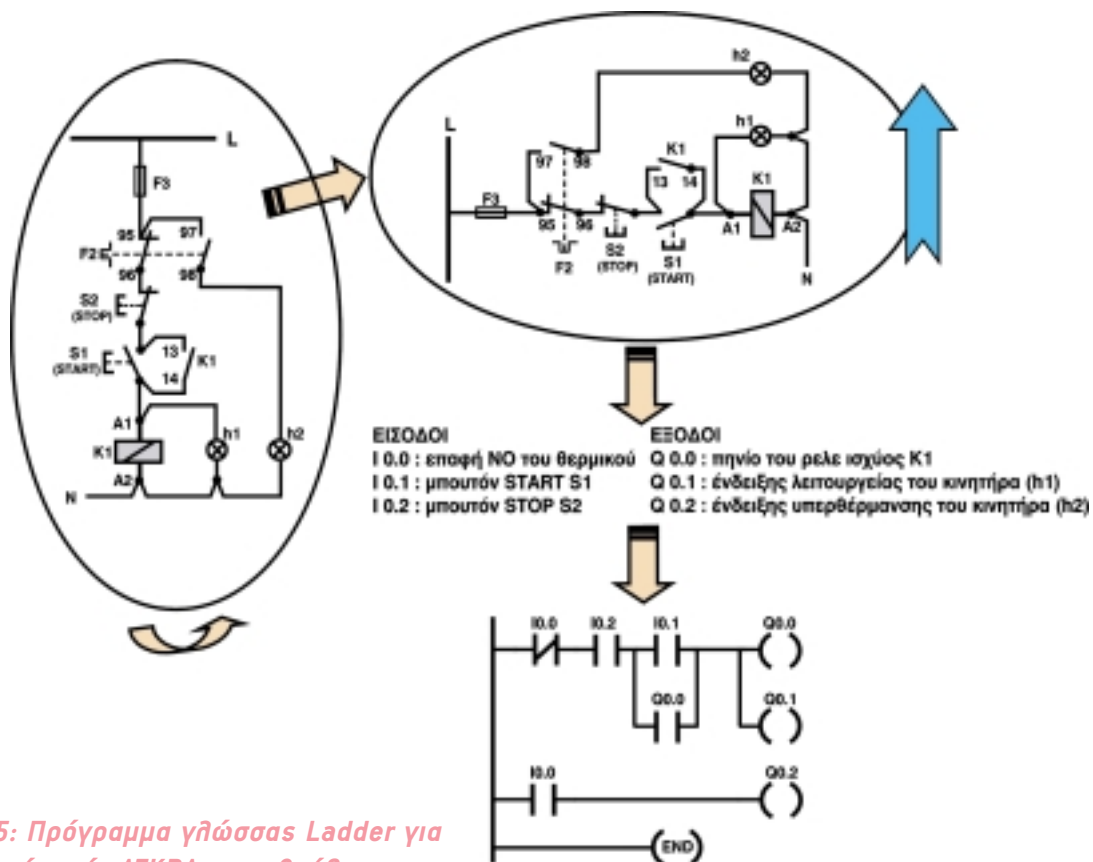
μα αυτοσυγκράτησης, με την προσθήκη του θερμικού προστασίας του κινητήρα.

Από τη θεωρία γνωρίζουμε ότι το κύκλωμα ελέγχου που χρησιμοποιεί επαφές, έχει τη μορφή που βλέπουμε στο σχήμα 3.5. Η επαφή 13-14 του ρελέ K1 βραχυκυκλώνει το μπουτόν START πραγματοποιώντας την αυτοσυγκράτηση. Οι δύο λάμπες δηλώνουν την κανονική λειτουργία (h1) ή την υπερθέρμανση (h2) του κινητήρα. Σε περίπτωση υπερθέρμανσης ανοίγει η επαφή 95-96 του θερμικού, απενεργοποιώντας τον κινητήρα, ενώ κλείνει η επαφή 97-98, ενεργοποιώντας την ενδεικτική λάμπα h2. Όπως έχουμε περιγράψει σε προηγούμενη άσκηση **μόνο η επαφή 97-98 αποτελεί είσοδο του PLC.**

Η τροφοδοσία του κυκλώματος ελέγχου κλασικού αυτοματισμού, συνήθως γίνεται από το σημείο Α του σχήματος 3.4. **Σε αυτοματισμούς με χρήση PLC είναι προτιμότερο η τροφοδοσία του PLC να γίνεται απ' ευθείας από μια φάση μέσω ενός μονοπολικού διακόπτη και ασφάλειας προστασίας, ώστε PLC και κινητήρας να απομωώνονται ανεξάρτητα.**

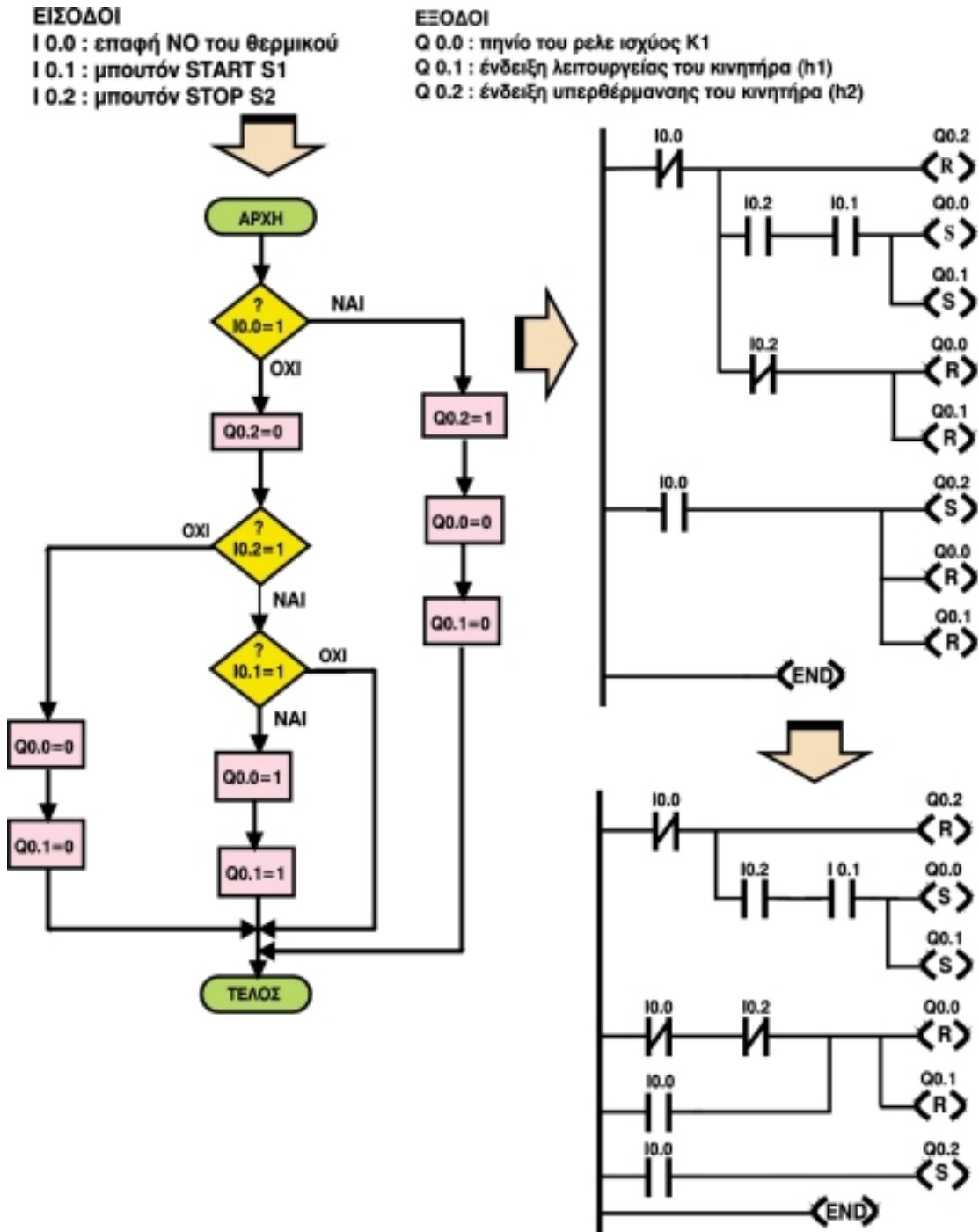
Το θερμικό ρυθμίζεται στην τιμή του ονομαστικού ρεύματος λειτουργίας του κινητήρα, αφού το κύκλωμα ισχύος του θερμικού διαρρέεται από το ρεύμα αυτό.

Αφού το κύκλωμα ελέγχου με επαφές είναι γνωστό, για να δημιουργήσουμε το πρόγραμμα σε γλώσσα Ladder για PLC, μπορούμε να εφαρμόσουμε την τεχνική της μεταφοράς του κλασικού αυτοματισμού σε γλώσσα Ladder (βλέπε σχήμα 3.5). Έτσι αφού αντικαταστήσουμε εισόδους, εξόδους και εσωτερικές επαφές με τα αντίστοιχα σύμβολα, προκύπτει το πρόγραμμα που βλέπουμε στο σχήμα 3.5.



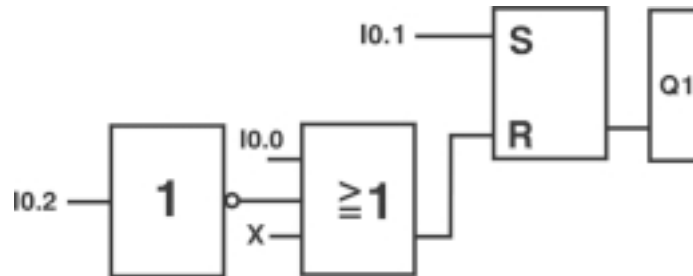
Σχήμα 3.5: Πρόγραμμα γλώσσας Ladder για τη λειτουργία ενός ΑΤΚΒΔ με τη βοήθεια του βοηθητικού κυκλώματος κλασικού αυτοματισμού

Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο του διαγράμματος ροής, τροποποιούμε το διάγραμμα που είδαμε στο σχήμα 3.2, προσθέτοντας μία είσοδο για το θερμικό στοιχείο. Έτσι στο σχήμα 3.6 παρουσιάζεται η δημιουργία του προγράμματος Ladder μέσω του διαγράμματος ροής.



Σχήμα 3.6: Πρόγραμμα γλώσσας Ladder για τη λειτουργία ενός ΑΤΚΒΔ με τη βοήθεια διαγράμματος ροής

Η χρησιμοποίηση των εξόδων SET και RESET μας δίνει τη δυνατότητα να ενεργοποιήσουμε και να απενεργοποιήσουμε μία έξοδο σε όποιο σημείο του προγράμματος επιθυμούμε. Αντίθετα, κατά την ενεργοποίηση μιας εξόδου με αυτοσυγκράτηση μέσω επαφής του ρελέ ισχύος, η ενεργοποίηση και η απενεργοποίηση πρέπει να γίνονται στην ίδια γραμμή.



Σχήμα 3.7: Πρόγραμμα γλώσσας FBD για τη λειτουργία ΑΤΚΒΔ

Στο σχήμα 3.7 βλέπουμε το πρόγραμμα εκκίνησης ενός ασύγχρονου τριφασικού κινητήρα (χωρίς ενεργοποίηση ενδεικτικών λυχνιών) σε γλώσσα λογικών συναρτήσεων.

Διαδικασία

Κατά την εκτέλεση της άσκησης ακολουθήστε τα εξής βήματα:

A. Δημιουργία του κυκλώματος ισχύος

1. Δημιουργήστε το κύκλωμα του σχήματος 3.4.
2. Ρυθμίστε το θερμικό.
3. Συνδέστε τη τροφοδοσία του PLC σε μία φάση του δικτύου μέσω του μονοφασικού διακόπτη και κατάλληλης ασφάλειας προστασίας.

B. Σύνδεση Η/Υ και PLC

1. Συνδέστε τον υπολογιστή με το PLC μέσω του ειδικού καλωδίου. Ελέγξτε τη ρύθμιση των μικροδιακοπών του καλωδίου, ώστε να εξασφαλίζεται ο ρυθμός μετάδοσης που δίνει ο κατασκευαστής.
2. Ενεργοποιείτε το λογισμικό προγραμματισμού του PLC. Αν σας ζητήσει πληροφορίες για τον τύπο του PLC που χρησιμοποιείτε, δώστε tes.
3. Ελέγξτε αν έχει επιλεγεί η σωστή θύρα επικοινωνίας (συνήθως μέσα από εντολή της μορφής Setup/ Communications) και ο σωστός ρυθμός μετάδοσης.
4. Ελέγξτε τη διαμόρφωση (εντολή Configure). Ελέγξτε αν και εδώ ο ρυθμός μετάδοσης είναι αυτός που επιλέξατε.

5. Ελέγξτε την επικοινωνία μεταξύ Η/Υ και PLC. Ρυθμίστε τους διακόπτες λειτουργίας στην πρόσοψη του PLC σύμφωνα με το φυλλάδιο οδηγιών του κατασκευαστή, ώστε να έχετε τον έλεγχο του PLC μέσω του υπολογιστή.
6. Δώστε, μέσω του προγράμματος, την εντολή RUN και ελέγξτε αν στο PLC άναψε το αντίστοιχο Led. Στη συνέχεια δώστε την εντολή STOP και ελέγξτε ξανά τη λειτουργία των ενδεικτικών Led της συσκευής.
7. Αν μπορούμε να αλληλάζουμε τις καταστάσεις του PLC μέσω του Η/Υ, η σύνδεση είναι επιτυχής. Αν όχι ελέγξτε κατά σειρά:
 - Καλή σύνδεση του καλωδίου επικοινωνίας.
 - Επιλογή του σωστού ρυθμού μετάδοσης δεδομένων.
 - Επιλογή της σωστής θύρας επικοινωνίας.

Γ. Κατάστρωση του προγράμματος

1. Θέστε το PLC στη θέση STOP.
2. Σβήστε τη μνήμη του PLC (με εντολή *Clear* ή *Reset*), ώστε να μπορέσετε να μεταφέρετε το πρόγραμμά σας.
3. Βεβαιωθείτε ότι είστε στο περιβάλλον Ladder. Γράψτε στον υπολογιστή το πρόγραμμα (σε γλώσσα Ladder) που φαίνεται στο σχήμα 3.5. Σώστε το πρόγραμμα στον κατάλογο και με το όνομα που θα σας ορίσει ο καθηγητής σας. Ελέγξτε να έχει τοποθετηθεί η σωστή επέκταση.
4. Προχωρήστε στην αποσφαλμάτωση του προγράμματος μέσω της εντολής *Compile*.
5. Μεταφέρετε το πρόγραμμα στο PLC. Αναζητήστε την εντολή *Download*.

Δ. Έλεγχος του προγράμματος με προσομοιωτή

1. Τοποθετήστε το PLC στην κατάσταση RUN.
2. Συνδέστε στις εισόδους του PLC τον κατάλληλο προσομοιωτή εισόδων.
3. Ο διακόπτης της εισόδου IO.0 (αντιστοιχεί στη Ν0 επαφή του θερμικού διακόπτη) να μένει ανοικτός. Κλείστε το διακόπτη της εισόδου IO.2 (αντιστοιχεί στο μπουτόν STOP). Παρατηρήστε την κατάσταση των εξόδων.
4. Ενεργοποιήστε (κλείστε) στιγμιαία την είσοδο IO.1 (αντιστοιχεί στο μπουτόν START). Ποιό Led εξόδου ανάβει;
5. Ενεργοποιήστε (ανοίξτε) στιγμιαία την είσοδο IO.2 (αντιστοιχεί στο μπουτόν STOP). Ποιά είναι τώρα η κατάσταση των ενδεικτικών Led;
6. Ανοίξτε τον διακόπτη της εισόδου IO.2. Κλείστε στιγμιαία το διακόπτη της εισόδου IO.1. Ποιά είναι τώρα η κατάσταση των ενδεικτικών Led;
7. Κλείστε ξανά το διακόπτη της εισόδου IO.2. Κλείστε στιγμιαία το διακόπτη της εισόδου IO.1. Ανοίξτε το διακόπτη της εισόδου IO.0. Ποια είναι η κατάσταση των ενδεικτικών Led;



8. Με ανοικτό το διακόπτη της εισόδου I0.0 ενεργοποιήστε (κλείστε) στιγμιαία το διακόπτη της εισόδου I0.1. Τι παρατηρείτε;
9. Αν οι παρατηρήσεις σας κατά την εκτέλεση των βημάτων Δ3-Δ8 ήταν οι αναμενόμενες, τότε και μόνο τότε μπορείτε να συνεχίσετε στην καλωδίωση του PLC. Αν όχι τότε στο πρόγραμμα υπάρχει λειτουργικό σφάλμα. Προσπαθήστε να το εντοπίσετε και να το διορθώσετε.

Ε. Σύνδεση των στοιχείων εισόδου και εξόδου στο PLC

Να γίνεται με την παρουσία του καθηγητή

1. Διακόψτε την ηλεκτροδότηση του PLC. Συνδέστε στη μονάδα εισόδου και στη μονάδα εξόδου όλα τα απαραίτητα στοιχεία με τον τρόπο που περιγράψαμε σε προηγούμενη άσκηση. **Στο στάδιο αυτό χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή.** Επειδή η σύνδεση των στοιχείων στις εισόδους/εξόδους των PLC διαφέρουν ανάλογα με την εταιρεία και το μοντέλο, πρέπει η σύνδεση να είναι η κατάλληλη για τη συσκευή που χρησιμοποιείτε. **Είναι λοιπόν απαραίτητο να συμβουλευτείτε το τεχνικό φυλλάδιο της εταιρείας κατασκευής του PLC.** Θυμίζουμε επίσης ότι η σύνδεση του πηνίου του ρελέ στην έξοδο Q0.0 γίνεται μέσω της NC επαφής 95-96 του θερμικού.
2. ΑΝΟΙΞΤΕ ΤΟ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΙΣΧΥΟΣ Q.
3. Πιέστε το μπουτόν START. Ενεργοποιούνται οι σωστές εξόδους;
4. Πιέστε το μπουτόν STOP. Τα αποτελέσματα είναι τα αναμενόμενα;
5. Πιέστε ξανά το μπουτόν START. Ενεργοποιήστε το θερμικό με τη βοήθεια του εξωτερικού χειριστηρίου δοκιμής του (Test). Ποια είναι τώρα η κατάσταση των ενδεικτικών Led;
6. Αν τα αποτελέσματα των τριών προηγούμενων ερωτήσεων είναι τα αναμενόμενα, μπορείτε να συνεχίσετε τον έλεγχο του κυκλώματος. Διαφορετικά ελέγξτε τη σύνδεση των εισόδων.
7. Ελέγξτε αν όλοι οι είσοδοι είναι στην αρχική τους κατάσταση.

ΣΤ. Τελικός έλεγχος

Να γίνεται με την παρουσία του καθηγητή

1. Κλείστε το διακόπτη Q του κυκλώματος ισχύος. Χωρίς να πατήσετε κάποιο μπουτόν, ελέγξτε την κατάσταση του κυκλώματος.
2. Πιέστε το μπουτόν START. Τι παρατηρείτε;
3. Πιέστε το μπουτόν STOP. Τι παρατηρείτε;
4. Πιέστε ξανά το μπουτόν START. Ενεργοποιήστε το θερμικό με τη βοήθεια του εξωτερικού χειριστηρίου δοκιμής του (Test). Τι παρατηρείτε;
5. ΑΝΟΙΞΤΕ ΤΟ ΔΙΑΚΟΠΤΗ Q.



Ζ. Επανάληψη της διαδικασίας για πρόγραμμα με χρήση εντολών SET-RESET

1. Θέστε το PLC στη θέση STOP.
2. Σβήστε τη μνήμη του PLC (εντολή *Clear* ή *Reset*), ώστε να μπορείτε να μεταφέρετε το νέο σας πρόγραμμα.
3. Γράψτε στον Η/Υ το πρόγραμμα Ladder που περιγράφεται στο σχήμα 3.6. Προχωρήστε στην αποσφαλμάτωση του προγράμματος με την εντολή *Compile*. Σώστε το πρόγραμμα στον κατάλογο και με το όνομα που θα σας ορίσει ο καθηγητής σας. Ελέγξτε να έχει τοποθετηθεί η σωστή επέκταση.
4. Μεταφέρετε το πρόγραμμα στο PLC με την εντολή *Download*.
5. Θέστε το PLC στη θέση RUN.

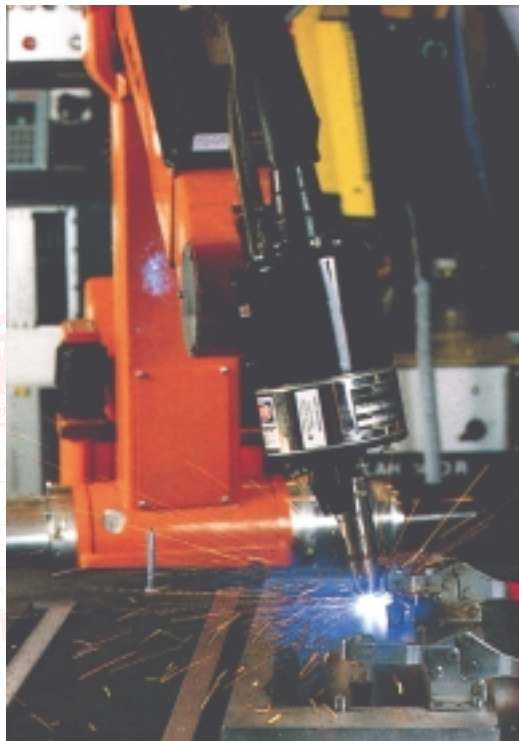
Τα επόμενα στάδια να γίνουν με την παρουσία του καθηγητή

6. Παρατηρήστε την κατάσταση των εξόδων. Αν είναι όλα τα ενδεικτικά Led σβηστά, προχωρήστε στο επόμενο βήμα.
7. Πιέστε το μπουτόν START. Ποιο Led εξόδου ανάβει;
8. Πιέστε το μπουτόν STOP. Ποια είναι τώρα η κατάσταση των ενδεικτικών Led;
9. Πιέστε ξανά το μπουτόν START. Ενεργοποιείτε το θερμικό με τη βοήθεια του εξωτερικού χειριστηρίου δοκιμής του (Test). Ποια είναι τώρα η κατάσταση των ενδεικτικών Led;
10. Αν οι παρατηρήσεις σας ήταν οι αναμενόμενες, τότε και μόνο τότε μπορείτε να ηλεκτροδοτήσετε το κύκλωμα ισχύος. Αν όχι τότε στο πρόγραμμα υπάρχει λειτουργικό σφάλμα. Προσπαθήστε να το εντοπίσετε και να το διορθώσετε.
11. Κλείστε το διακόπτη Q.
12. Πιέστε το μπουτόν START. Τι παρατηρείτε;
13. Πιέστε το μπουτόν STOP. Τι παρατηρείτε;
14. Ανοίξτε το διακόπτη Q και σταματήστε την ηλεκτροδότηση του PLC.
15. Αποσυνδέστε τα στοιχεία εξόδου από το PLC.

Η. Παρατηρήσεις - Συμπεράσματα

Άσκηση 4

Αυτόματη εκκίνηση
και αλλαγή φοράς
περιστροφής Ασύγχρονου
Τριφασικού Κινητήρα
Βραχυκυκλωμένου Δρομέα



Στόχοι της άσκησης

διάρκεια άσκησης: 6 διδακτικές ώρες

Στο τέλος της άσκησης οι μαθητές θα είναι ικανοί:

- ⇒ να επιλέγουν τα κατάλληλα όργανα και υλικά για την κατασκευή ενός κυκλώματος αυτόματης εκκίνησης και αναστροφής ενός ΑΤΚΒΔ, με χρήση προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή (PLC).
- ⇒ να πραγματοποιούν το κύριο κύκλωμα τροφοδοσίας.
- ⇒ να συνδέουν τα μπουτόν, τα ρελέ, τις ενδεικτικές λυχνίες και όλα τα άλλα απαραίτητα εξαρτήματα, στο PLC.
- ⇒ να γράφουν στον υπολογιστή προγράμματα ελέγχου της λειτουργίας ενός τριφασικού κινητήρα που κινείται δεξιόστροφα και αριστερόστροφα.

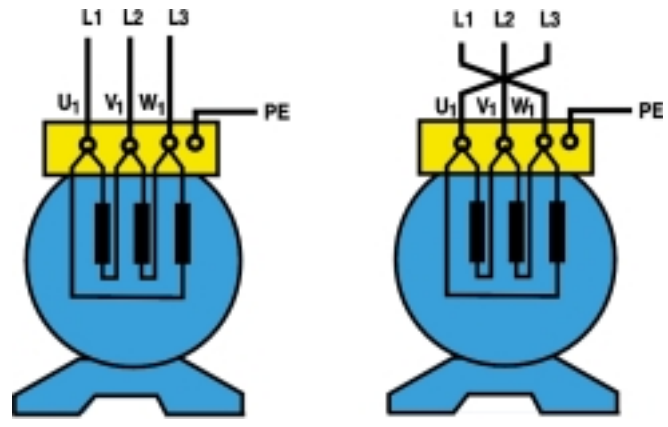
Απαραίτητα εξαρτήματα

Για την πραγματοποίηση της άσκησης είναι απαραίτητα τα εξής υλικά:

- ✓ Μία διάτρητη πινακίδα με ράγες
- ✓ Ένα PLC τουλάχιστον 4 εισόδων, 3 εξόδων
- ✓ Μία μονάδα προσομοίωσης εισόδων
- ✓ Δύο μπουτόν start, με επαφή NO
- ✓ Ένα μπουτόν stop με επαφή NC
- ✓ Ένα τριφασικό ασφαλειοδιακόπτη τουλάχιστον 16 A
- ✓ Ένας μονοπολικός διακόπτης ON-OFF
- ✓ Δύο ρελέ ισχύος (πηνία 220V_{AC})
- ✓ Ένα θερμικό με μία επαφή NC και μία επαφή NO
- ✓ Ένας ασύγχρονος τριφασικός κινητήρας βραχυκυκλωμένου δρομέα
- ✓ Κλέμες ράγας για τις απαραίτητες καλωδιώσεις

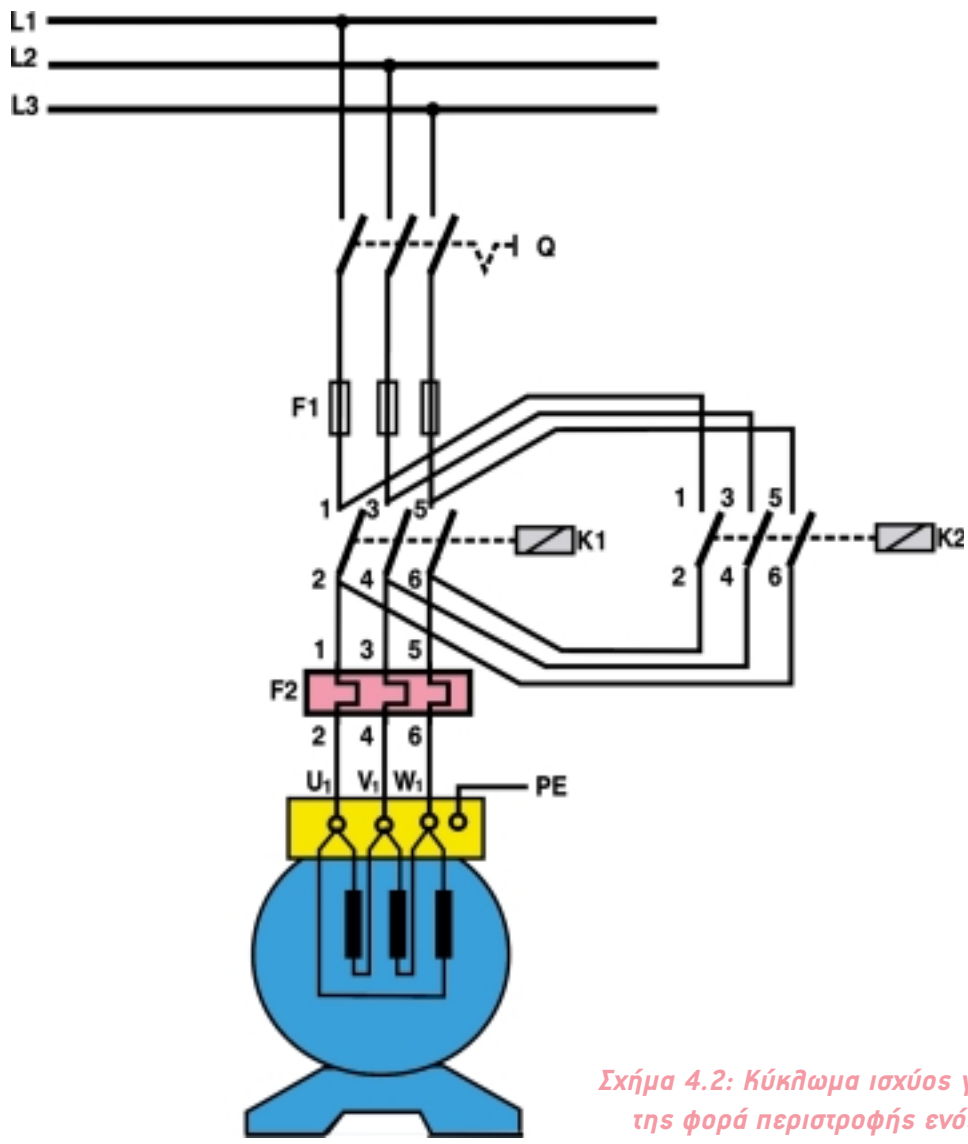
Βασική θεωρία

Σε πολλές εφαρμογές (π.χ. άνοιγμα - κλείσιμο γκαραζόπορτας) είναι απαραίτητη η χρήση ενός κινητήρα που να περιστρέφεται άηλιπτε δεξιόστροφα και άηλιπτε αριστερόστροφα. Για να επιτευχθεί η αλλαγή της φορά περιστροφής του κινητήρα θα πρέπει να αλληάζουν οι δύο φάσεις τροφοδοσίας, όπως φαίνεται στο σχήμα 4.1.



Σχήμα 4.1: Τροφοδοσία των πηνίων ενός ΑΤΚΒΔ για αλλαγή της φοράς περιστροφής του

Το κύκλωμα ισχύος του αυτοματισμού είναι το ίδιο, ανεξάρτητα από την εφαρμογή και είναι αυτό που φαίνεται στο σχήμα 4.2.



Σχήμα 4.2: Κύκλωμα ισχύος για αλλαγή της φοράς περιστροφής ενός ΑΤΚΒΔ

Όπως φαίνεται στο σχήμα το κύκλωμα ισχύος αποτελείται από έναν τριπολικό διακόπτη φορτίου (Q), τρεις ασφάλειες βραδείας τήξεως (F1), δύο ρελέ ισχύος (K1 και K2) και το θερμικό υπερφόρτισης (F2).

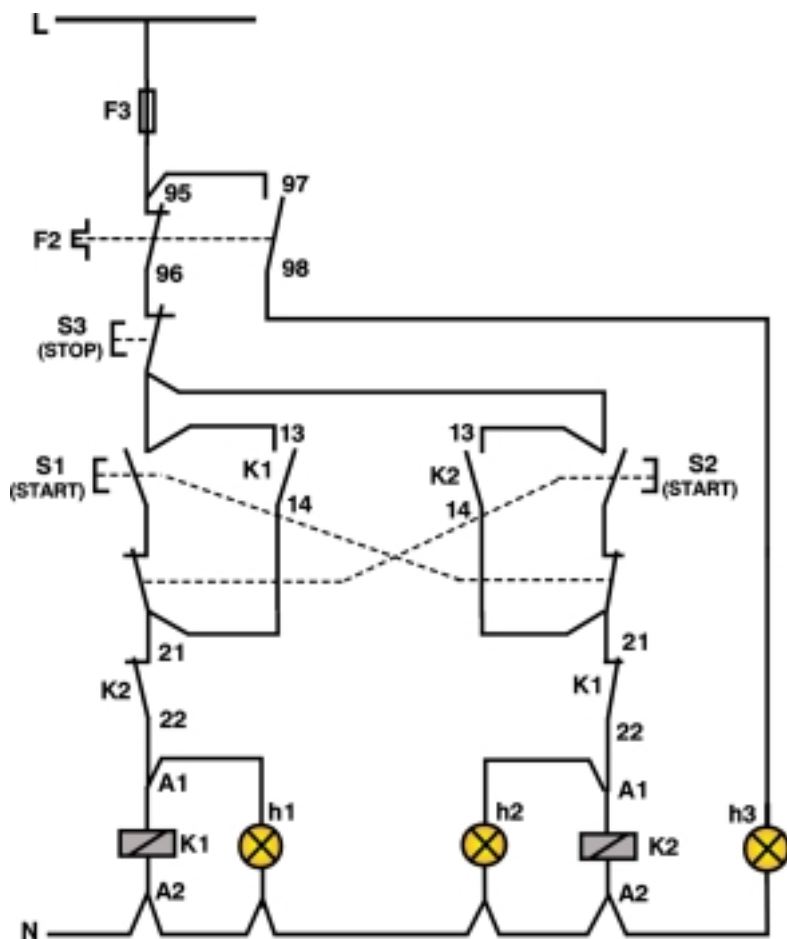
Όταν ενεργοποιείται ο διακόπτης K1, οι τρεις φάσεις του δικτύου συνδέονται στον κινητήρα ως εξής: $U_1-L_1, V_1-L_2, W_1-L_3$. Αντίθετα όταν ενεργοποιείται ο διακόπτης K2 οι συνδέσεις γίνονται $U_1-L_3, V_1-L_2, W_1-L_1$, εξασφαλίζοντας έτσι την αλλαγή στη φορά περιστροφής του.

Το κύκλωμα ελέγχου τροποποιείται ελαφρά, ανάλογα με την εφαρμογή που έχουμε. Κατά το σχεδιασμό του αυτοματισμού θέτουμε δύο προϋποθέσεις:

- Το κύκλωμα πρέπει να ασφαλιστεί από την περίπτωση να πιέσουμε ταυτόχρονα και τα δύο (ταυτόχρονα εντολή για αριστερόστροφη και δεξιόστροφη εντολή), που μπορεί να οδηγήσει σε βραχυκύκλωση των φάσεων L1 και L2.
- Πριν ο κινητήρας αλλάξει φορά περιστροφής θα πρέπει να προηγείται ακινητοποίησή του (έτσι ο κινητήρας καταπονείται σαφώς λιγότερο).

Κατά το σχεδιασμό του κλασικού αυτοματισμού η πρώτη προϋπόθεση αντιμετωπίζεται με χρήση διπλών μπουτόν εκκίνησης, ενώ η δεύτερη με συνδεσμολογία μανδάλωσης.

Το κύκλωμα ελέγχου του κλασικού αυτοματισμού, που ικανοποιεί τις απαιτήσεις που έχουμε αναφέρει, έχει τη μορφή του σχήματος 4.3.

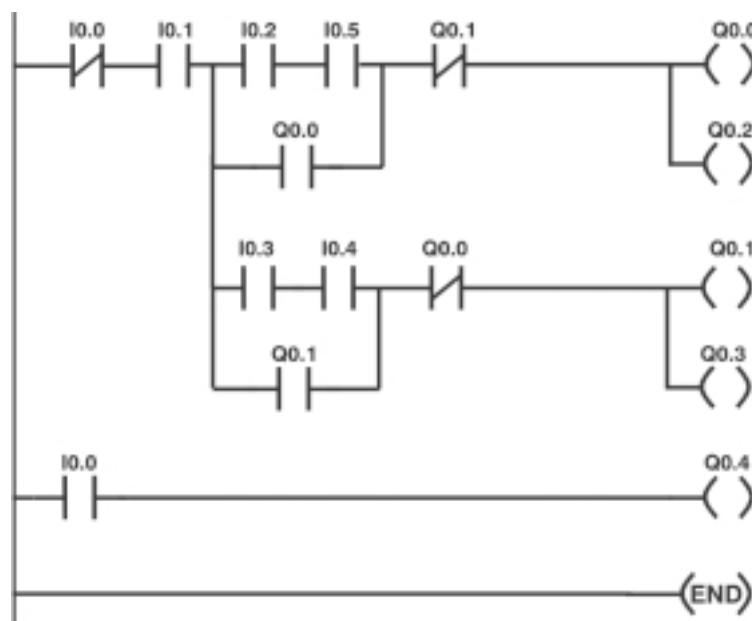


Σχήμα 4.3:
Κύκλωμα ελέγχου
για αλλαγή της φοράς
περιστροφής ενός ΑΤΚΒΔ

Με τις διακεκομμένες γραμμές συνδέουμε τις επαφές του ίδιου μπουτόν. Η αυτοσυγκράτηση στους δύο κλάδους γίνεται μέσω των επαφών 13-14 των ρελέ K1 και K2. Προσέξτε τη λειτουργία των δύο επαφών 21-22 των ρελέ. Η ενεργοποίηση του ενός ρελέ, μέσω της αντίστοιχης επαφής, απομονώνει τον άλλο κλάδο, ο οποίος θα είναι σε θέση να λειτουργήσει, μόνο μετά από την απενεργοποίηση του ρελέ (ακινητοποίηση του κινητήρα) μέσω του μπουτόν STOP. Οι λυχνίες ένδειξης h1 και h2 μας δείχνουν τη φορά περιστροφής του κινητήρα, ενώ η h3 την υπερφόρτισή του.

Αφού γνωρίζουμε τη μορφή που έχει το κύκλωμα ελέγχου σε κλασσικό αυτοματισμό, μπορούμε εύκολα να σχεδιάσουμε το αντίστοιχο πρόγραμμα σε γλώσσα Ladder, εφαρμόζοντας τη μέθοδο της μεταφοράς του κυκλώματος ελέγχου. Έτσι το πρόγραμμα έχει τη μορφή που βλέπουμε στο σχήμα 4.4. Παρατηρήστε ότι στο πρόγραμμα χρησιμοποιούμε μόνο τη ΝΟ επαφή του θερμικού (είσοδος I0.0), ενώ στο κύκλωμα ελέγχου του κλασσικού αυτοματισμού χρησιμοποιούνται μία ΝΟ και μια ΝC επαφή (βλέπε και προηγούμενες ασκήσεις).

Προσέξτε να τοποθετήσετε την εντολή τέλους (END), ώστε το PLC να προχωρήσει στην κυκλική επεξεργασία του προγράμματος.



ΕΙΣΟΔΟΙ

- I 0.0 : επαφή ΝΟ του θερμικού
- I 0.1 : ΝC επαφή του μπουτόν STOP
- I 0.2 : επαφή ΝΟ του μπουτόν START Δ
- I 0.3 : επαφή ΝΟ του μπουτόν START Α
- I 0.4 : επαφή ΝC του μπουτόν START Δ
- I 0.5 : επαφή ΝC του μπουτόν START Α

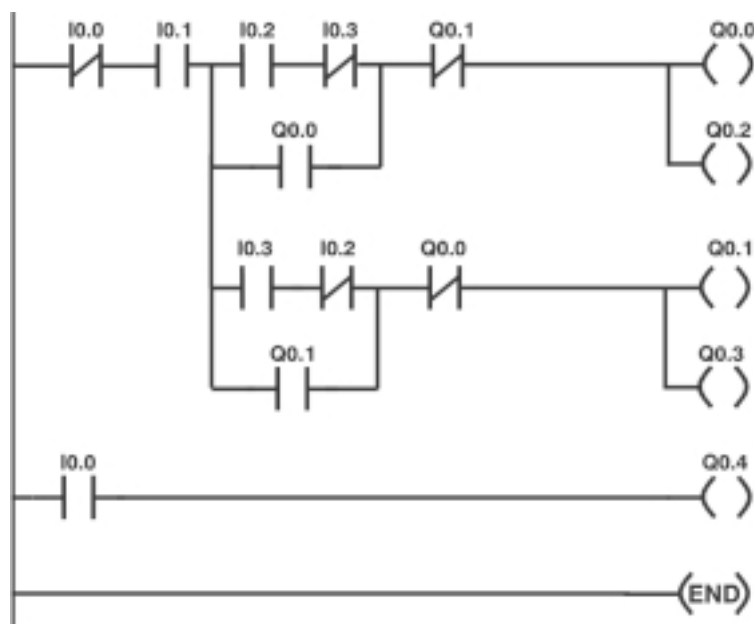
ΕΞΟΔΟΙ

- Q 0.0 : πηνίο ρελέ ισχύος δεξιάς περιστροφής (K1)
- Q 0.1 : πηνίο ρελέ ισχύος αριστερής περιστροφής (K2)
- Q 0.2 : λυχνία ένδειξης δεξιάς περιστροφής (h1)
- Q 0.3 : λυχνία ένδειξης αριστερής περιστροφής (h2)
- Q 0.4 : λυχνία ένδειξης υπερθέρμανσης

Σχήμα 4.4: Πρόγραμμα σε γλώσσα Ladder ενός PLC που χρησιμοποιείται για αλλαγή της φοράς περιστροφής ενός ΑΤΚΒΔ, και πίνακας των χρησιμοποιημένων εισόδων και εξόδων

Όταν στο κύκλωμα ελέγχου του κλασσικού αυτοματισμού έχουμε μπουτόνς, διακόπτες και γενικά αισθητήρια πολλαπλών επαφών, είναι προτιμότερο κατά το σχεδιασμό του αντίστοιχου προγράμματος PLC, να χρησιμοποιήσουμε για είσοδο στο PLC μόνο τη μια επαφή, διαμορφώνοντας κατάλληλα το πρόγραμμα.

Με αυτόν τον τρόπο χρησιμοποιούμε λιγότερες εισόδους. Μπορούμε επομένως να αλλιάξουμε το πρόγραμμα που φαίνεται στο σχήμα 4.4 και να χρησιμοποιήσουμε μόνο τις ΝΟ επαφές των μπουτόνς. Δημιουργείται τότε το πρόγραμμα που βλέπουμε στο σχήμα 4.5. Προσέξτε ότι αφού στη θέση των ΝC επαφών των μπουτόνς χρησιμοποιούμε τις ΝΟ επαφές τους, αλλιάζει και το είδος των επαφών του προγράμματος (έτσι στη θέση των ΝΟ επαφών Ι0.4 και Ι0.5, τοποθετούνται οι ΝC επαφές Ι0.2 και Ι0.3). Να σημειώσουμε επίσης ότι μπορούμε να περιορίσουμε τον αριθμό των απαιτούμενων εξόδων, αν καλωδιώσουμε τις ενδεικτικές λυχνίες λειτουργίας παράλληλα στα πηνία των ρελέ που πραγματοποιούν τις αντίστοιχες λειτουργίες. Έτσι η έξοδος Q0.0 μπορεί να ενεργοποιεί, εκτός του πηνίου του ρελέ Κ1 και τη λυχνία ένδειξης h1 (ταυτόχρονα), ενώ η έξοδος Q0.1 εκτός του πηνίου του ρελέ Κ2 μπορεί να ενεργοποιεί και τη λυχνία ένδειξης h2.



ΕΙΣΟΔΟΙ

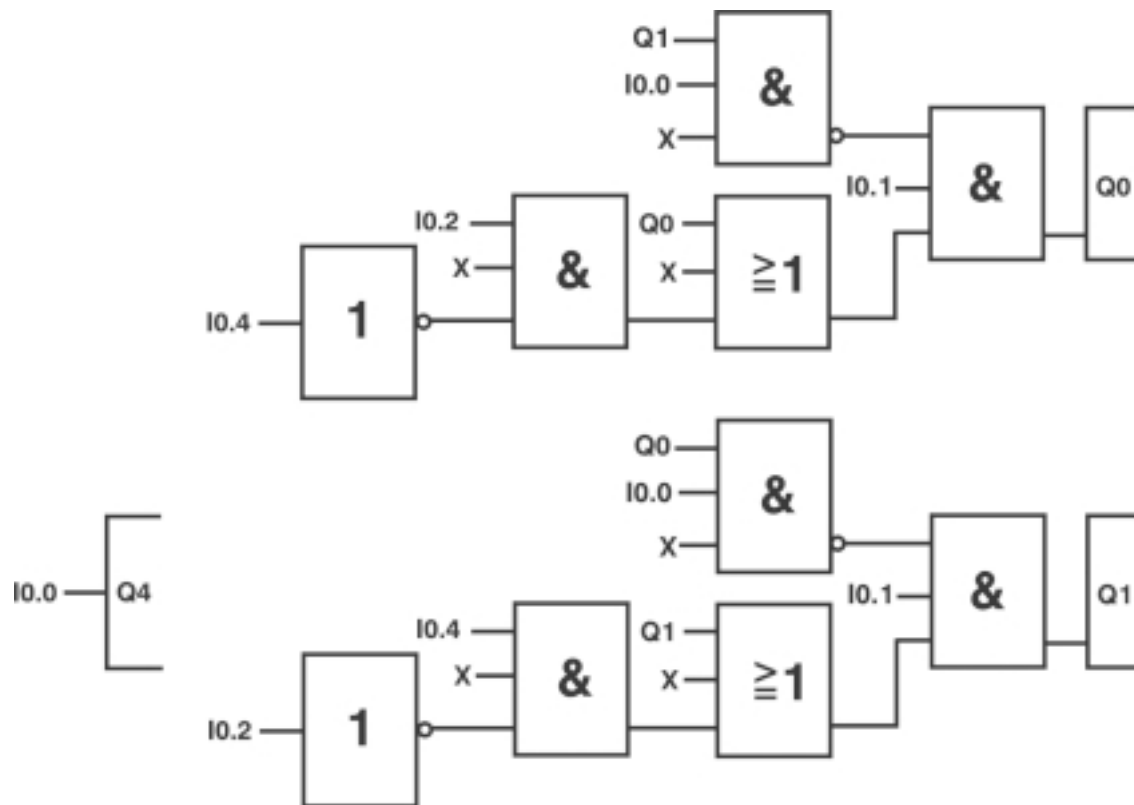
- I 0.0 : επαφή ΝΟ του θερμικού
- I 0.1 : επαφή ΝC του μπουτόν STOP
- I 0.2 : επαφή ΝΟ του μπουτόν START Δ
- I 0.3 : επαφή ΝΟ του μπουτόν START Α

ΕΞΟΔΟΙ

- Q 0.0 : πηνίο ρελέ ισχύος δεξιάς περιστροφής (Κ1)
- Q 0.1 : πηνίο ρελέ ισχύος αριστερής περιστροφής (Κ2)
- Q 0.2 : λυχνία ένδειξης δεξιάς περιστροφής (h1)
- Q 0.3 : λυχνία ένδειξης αριστερής περιστροφής (h2)
- Q 0.4 : λυχνία ένδειξης υπερθέρμανσης

Σχήμα 4.5: Το τελικό πρόγραμμα σε γλώσσα Ladder ενός PLC που χρησιμοποιείται για αλλαγή της φορά περιστροφής ενός ΑΤΚΒΔ, και πίνακας των χρησιμοποιημένων εισόδων και εξόδων

Στο σχήμα 4.6 βλέπουμε το πρόγραμμα που υλοποιεί τον ίδιο αυτοματισμό σε γλώσσα λογικών συναρτήσεων.



Σχήμα 4.6: Το τελικό πρόγραμμα σε γλώσσα FBD ενός PLC που χρησιμοποιείται για αλλαγή της φορά περιστροφής ενός ΑΤΚΒΔ

Διαδικασία

Κατά την εκτέλεση της άσκησης ακολουθήστε τα εξής βήματα:

A. Δημιουργία και έλεγχος του κυκλώματος ισχύος

1. Δημιουργήστε το κύκλωμα ισχύος του σχήματος 4.2.
2. Ρυθμίστε το θερμικό.
3. Συνδέστε τη τροφοδοσία του PLC σε μία φάση του δικτύου μέσω του μονοφασικού διακόπτη.

B. Σύνδεση Η/Υ και PLC

1. Συνδέστε τον υπολογιστή με το PLC μέσω του ειδικού καλωδίου. Ελέγξτε την ρύθμιση του μικροδιακόπτη του καλωδίου ώστε να εξασφαλίζεται ο ρυθμός μετάδοσης που δίνει ο κατασκευαστής.
2. Ενεργοποιήστε το λογισμικό προγραμματισμού του PLC. Αν σας ζητήσει πληροφορίες για τον τύπο του PLC που χρησιμοποιείτε, δώστε τις.

3. Ελέγξτε αν έχει επιλεγεί η σωστή θύρα επικοινωνίας (συνήθως μέσα από εντολή της μορφής Setup/ Communications) και ο σωστός ρυθμός μετάδοσης.
4. Ελέγξτε τη διαμόρφωση (εντολή *Configure*). Ελέγξτε αν και εδώ ο ρυθμός μετάδοσης είναι αυτός που επιλέξατε.
5. Ελέγξτε την επικοινωνία μεταξύ Η/Υ και PLC. Ρυθμίστε τους διακόπτες λειτουργίας στη πρόσοψη του PLC σύμφωνα με το φυλλάδιο οδηγιών του κατασκευαστή, ώστε να έχετε τον έλεγχο του PLC μέσω του υπολογιστή.
6. Δώστε, μέσω του προγράμματος, την εντολή RUN και ελέγξτε αν στο PLC άναψε το αντίστοιχο Led. Στη συνέχεια δώστε την εντολή STOP και ελέγξτε ξανά τη λειτουργία των ενδεικτικών Led της συσκευής.
7. Αν μπορούμε να αλληλάζουμε τις καταστάσεις του PLC μέσω του Η/Υ, η σύνδεση είναι επιτυχής. Αν όχι προχωρήστε στους απαραίτητους ελέγχους.

Γ. Κατάστρωση του προγράμματος

1. Θέστε το PLC στη θέση STOP.
2. Σβήστε τη μνήμη του PLC, ώστε να μπορέσετε να μεταφέρετε το πρόγραμμά σας. Αναζητείστε την εντολή *Clear/Reset*.
3. Βεβαιωθείτε ότι είστε στο περιβάλλον Ladder. Γράψτε στον υπολογιστή το πρόγραμμα (σε γλώσσα Ladder) που φαίνεται στο σχήμα 4.5. Σώστε το πρόγραμμα στον κατάλογο και με το όνομα που θα σας δώσει ο καθηγητής σας. Ελέγξτε να έχει τοποθετηθεί η σωστή επέκταση.
4. Προχωρήστε στην αποσφαλμάτωση του προγράμματος με τη βοήθεια της εντολής *Compile*.
5. Μεταφέρετε το πρόγραμμα στο PLC με τη βοήθεια της εντολής *Download*.

Δ. Έλεγχος του προγράμματος με προσομοιωτή

1. Συνδέστε στις εισόδους του PLC τον κατάλληλο προσομοιωτή εισόδων.
2. Ανοίξτε το διακόπτη της εισόδου IO.0 (αντιστοιχεί στη NO επαφή του θερμικού διακόπτη) και κλείστε το διακόπτη της εισόδου IO.1 (μπουτόν STOP). Παρατηρήστε την κατάσταση των εξόδων.
3. Ενεργοποιήστε (κλείστε) στιγμιαία την είσοδο IO.2. Παρατηρήστε ποιο Led εξόδου ανάβει. Είναι τα Q0.0 και Q0.2;
4. Ενεργοποιήστε (κλείστε) στιγμιαία την είσοδο IO.3. Τι παρατηρείτε;
5. Ενεργοποιήστε (ανοίξτε) στιγμιαία την είσοδο IO.1. Τι παρατηρείτε;
6. Με κλειστό το διακόπτη της εισόδου IO.1 ενεργοποιήστε (ανοίξτε) ξανά στιγμιαία την IO.3. Τι παρατηρείτε;
7. Κλείστε το διακόπτη της εισόδου IO.0. Τι παρατηρείτε;
8. Με το διακόπτη της εισόδου IO.0 κλειστό πιέστε πρώτα το διακόπτη της εισόδου IO.2 και στη συνέχεια το διακόπτη της εισόδου IO.3. Άλλαξε η κατάσταση των εξόδων;
9. Αν οι παρατηρήσεις σας στα τα ερωτήματα Δ2-Δ8 ήταν οι αναμενόμενες, τότε και μόνο τότε μπορείτε να

προχωρήσετε στην καλωδίωση του PLC. Αν όχι, τότε στο πρόγραμμα υπάρχει λειτουργικό σφάλμα και προσπαθήστε να το εντοπίσετε και να το διορθώσετε.

Ε. Σύνδεση των στοιχείων εισόδου και εξόδου στο PLC

Να γίνεται με την παρουσία του καθηγητή

1. Διακόψτε την ηλεκτροδότηση του PLC. Συνδέστε στη μονάδα εισόδου και στη μονάδα εξόδου όλα τα απαραίτητα στοιχεία με τον τρόπο που περιγράψαμε σε προηγούμενη άσκηση. **Στο στάδιο αυτό χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή.** Επειδή η σύνδεση των στοιχείων στις εισόδους/εξόδους των PLC διαφέρουν ανάλογα με την εταιρεία και το μοντέλο, πρέπει η σύνδεση να είναι η κατάλληλη για τη συσκευή που χρησιμοποιείτε. **Είναι λοιπόν απαραίτητο να συμβουλευτείτε το τεχνικό φυλλάδιο της εταιρείας κατασκευής του PLC.** Θυμίζουμε επίσης ότι η σύνδεση του πηνίου του ρελέ στην έξοδο Q0.0 γίνεται μέσω της NC επαφής 95-96 του θερμικού.
2. ΑΝΟΙΞΤΕ ΤΟ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΙΣΧΥΟΣ Q.
3. Πιέστε το μπουτόν START για δεξιά περιστροφή. Ενεργοποιούνται οι σωστές έξοδοι;
4. Πιέστε το μπουτόν START για αριστερή περιστροφή. Άλλαξε η κατάσταση των εξόδων;
5. Πιέστε το μπουτόν STOP. Τα αποτελέσματα είναι τα αναμενόμενα;
6. Πιέστε ξανά το μπουτόν START για αριστερή περιστροφή. Τι παρατηρείτε;
7. Ενεργοποιήστε το θερμικό με τη βοήθεια του εξωτερικού χειριστηρίου δοκιμής του (Test). Ποια είναι τώρα η κατάσταση των ενδεικτικών Led;
8. Αν τα αποτελέσματα των ερωτήσεων E3-E7 είναι τα αναμενόμενα, μπορείτε να συνεχίσετε τον έλεγχο του κυκλώματος. Διαφορετικά ελέγξτε τη σύνδεση των εισόδων.

ΣΤ. Τελικός έλεγχος

Να γίνεται με την παρουσία του καθηγητή

1. Κλείστε το διακόπτη Q του κυκλώματος ισχύος. Χωρίς να πατήσετε κάποιο μπουτόν, ελέγξτε την κατάσταση του κυκλώματος.
2. Πιέστε το μπουτόν START που αντιστοιχεί στην αριστερή περιστροφή. Καταγράψτε τη λειτουργία του κινητήρα. Στη συνέχεια πιέστε το μπουτόν STOP.
3. Πιέστε το μπουτόν START που αντιστοιχεί στη δεξιά περιστροφή. Καταγράψτε ξανά το αποτέλεσμα. Πιέστε το μπουτόν STOP.
4. Παρουσία του καθηγητή σας, πιέστε διαδοχικά τα δύο μπουτόν START. Τι παρατηρείτε;
5. Πιέστε ξανά το ένα μπουτόν START. Ενεργοποιήστε το θερμικό με τη βοήθεια του εξωτερικού χειριστηρίου δοκιμής του (Test). Τι παρατηρείτε;
6. Ανοίξτε τον τριφασικό διακόπτη Q.

Ζ. Επανάληψη της διαδικασίας για πρόγραμμα με χρήση εντολών SET-RESET

1. Όπως παρατηρείτε στα μέχρι τώρα προγράμματα η εκκίνηση του κινητήρα γίνεται με διαδικασία αυτοσυγκράτησης μέσω επαφών των ρελέ ισχύος. Κάντε τις απαραίτητες αλλαγές στο πρόγραμμα, ώστε ο έλεγχος του κινητήρα να γίνεται με εντολές SET και RESET.
2. Σβήστε το προηγούμενο πρόγραμμα από τη μνήμη του PLC. Φορτώστε το καινούργιο.

Τα επόμενα στάδια να γίνουν με την παρουσία του καθηγητή

3. ΕΛΕΓΞΤΕ ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΑΝΟΙΚΤΟΣ Ο ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ Q.
4. Πιέστε το μπουτόν START για δεξιά περιστροφή. Ενεργοποιούνται οι σωστές έξοδοι;
5. Πιέστε το μπουτόν START για αριστερή περιστροφή. Άλλαξε η κατάσταση των εξόδων;
6. Πιέστε το μπουτόν STOP. Τα αποτελέσματα είναι τα αναμενόμενα;
7. Πιέστε ξανά το μπουτόν START για αριστερή περιστροφή. Τι παρατηρείτε;
8. Ενεργοποιήστε το θερμικό με τη βοήθεια του εξωτερικού χειριστηρίου δοκιμής του (Test). Ποια είναι τώρα η κατάσταση των ενδεικτικών Led;

Η. Παρατηρήσεις - Συμπεράσματα

Άσκηση 5

Αυτόματη εκκίνηση Κινητήρα Συνεχούς Ρεύματος Διαδικασία μανδάλωσης



Στόχοι της άσκησης

διάρκεια άσκησης: 6 διδακτικές ώρες

Στο τέλος της άσκησης οι μαθητές θα είναι ικανοί:

- ⇒ να επιλέγουν τα κατάλληλα όργανα και υλικά για την κατασκευή ενός κυκλώματος αυτόματης εκκίνησης και ΚΣΡ, με χρήση προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή (PLC).
- ⇒ να ελέγχουν ένα κινητήρα από περισσότερα του ενός σημεία.
- ⇒ να δημιουργούν κύκλωμα αυτοματισμού για τη λειτουργία ενός μόνο κινητήρα, από ένα σύνολο πολλών κινητήρων.
- ⇒ να πραγματοποιούν το κύριο κύκλωμα τροφοδοσίας.
- ⇒ να συνδέουν τα μπουτόν, τα ρελέ, τις ενδεικτικές λυχνίες και όλα τα άλλα απαραίτητα εξαρτήματα, στο PLC.
- ⇒ να γράφουν σε γλώσσα Ladder πρόγραμμα εκκίνησης ΚΣΡ.
- ⇒ να μπορούν να διαχειρίζονται πρόγραμμα προσομοίωσης του κυκλώματος αυτοματισμού και να προχωρούν σε αποσφαλμάτωση.
- ⇒ να μπορούν να παρακολουθούν την εξέλιξη της διαδικασίας μέσα από τον Η/Υ.

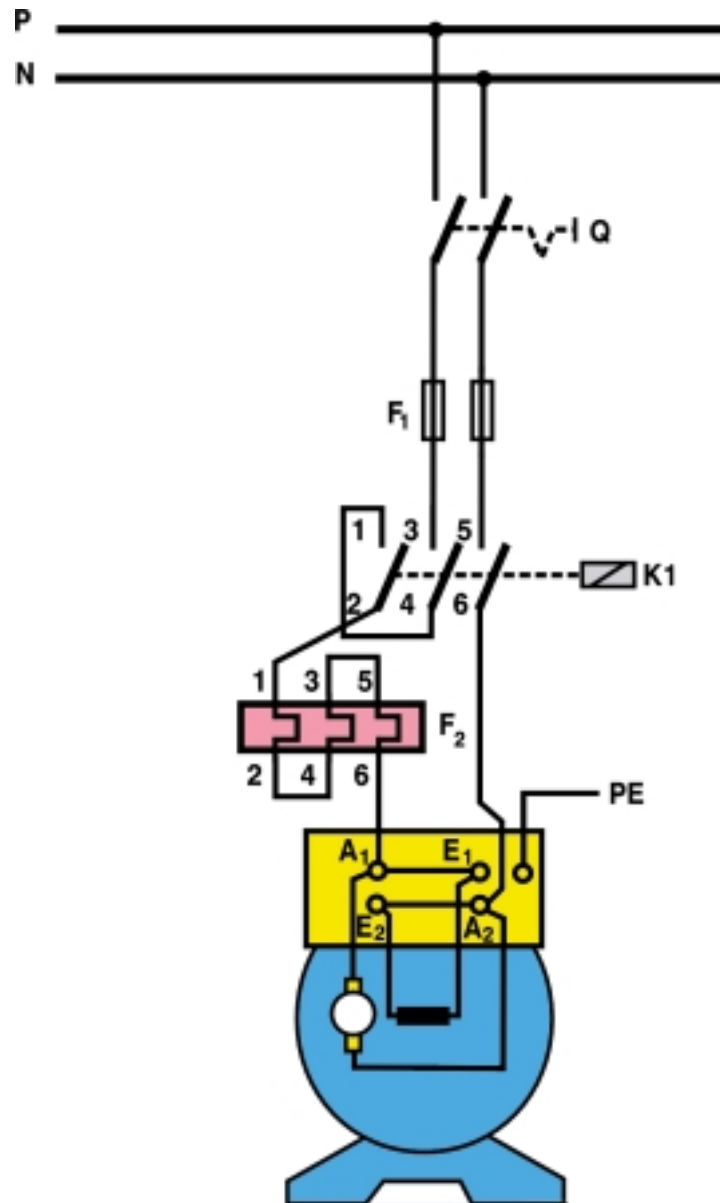
Απαραίτητα εξαρτήματα

Για την πραγματοποίηση της άσκησης είναι απαραίτητα τα εξής υλικά:

- ✓ Μία διάτρητη πινακίδα με ράγες
- ✓ Ένα PLC τουλάχιστον 6 εισόδων, 4 εξόδων
- ✓ Μια μονάδα προσομοίωσης εισόδων
- ✓ Δύο μπουτόν start, με επαφή NO
- ✓ Δύο μπουτόν stop με επαφή NC
- ✓ Ένας διπολικός διακόπτης
- ✓ Ένας μονοπολικός διακόπτης
- ✓ Τέσσερις ασφάλειες βραδείας τήξης
- ✓ Δύο ρελέ ισχύος (πνία ίδιας τάσης με την τάση λειτουργίας του κινητήρα)
- ✓ Δύο αντιστάσεις εκκίνησης
- ✓ Δύο θερμικά με μια επαφή NC και μία NO έκαστο
- ✓ Δύο Κινητήρες Συνεχούς Ρεύματος παράλληλης διέγερσης
- ✓ Κλέμες ράγας για τις απαραίτητες καλωδιώσεις

Βασική θεωρία

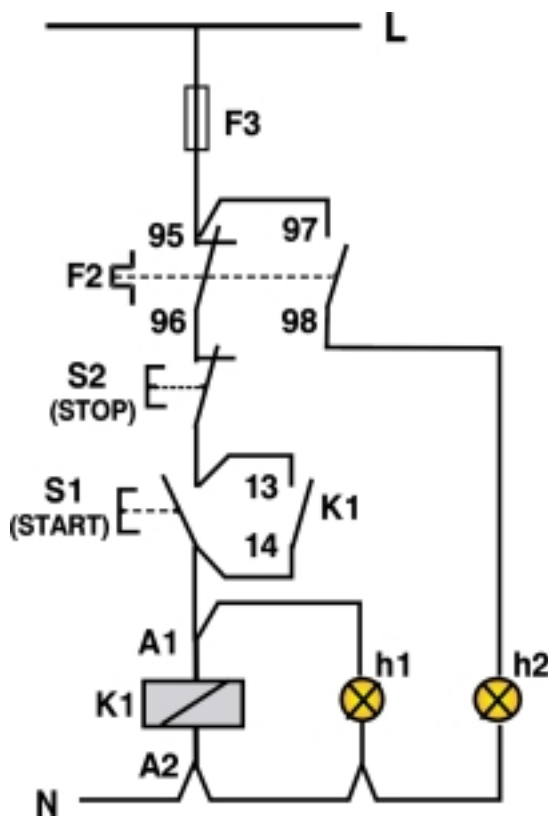
Στο σχήμα 5.1 βλέπουμε το κύκλωμα ισχύος για την αυτόματη εκκίνηση ενός ΚΣΡ.



Σχήμα 5.1: Κύκλωμα ισχύος αυτοματισμού εκκίνησης Κινητήρα Συνεχούς Ρεύματος παράλληλης διέγερσης

Η τροφοδοσία στα τυλίγματα είναι τέτοια, ώστε να έχουμε δεξιόστροφη περιστροφή του κινητήρα. Παρατηρήστε ότι στη σύνδεση της τάσης στον κινητήρα αξιοποιούμε και τις τρεις κύριες επαφές του ρελέ ισχύος, εξασφαλίζοντας έτσι τη δημιουργία μικρότερων ηλεκτρικών τόξων. Επίσης το θερμικό συνδέεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να διαρρέονται από ρεύμα και τα τρία μέρη του κυκλώματος ισχύος του, αφού σε αντίθετη περίπτωση το θερμικό θα ενεργοποιείται χωρίς αιτία.

Το κύκλωμα ελέγχου είναι όμοιο με το αντίστοιχο του Ασύγχρονου Τριφασικού Κινητήρα Βραχυκυκλωμένου Δρομέα, όπως βλέπουμε στο σχήμα 5.2, αφού σκοπός του είναι να ενεργοποιεί ένα ρελέ με πίεση ενός μπουτόν START και να το απενεργοποιεί με πίεση ενός μπουτόν STOP.



Σχήμα 5.2: Κύκλωμα ελέγχου για εκκίνηση ΚΣΡ

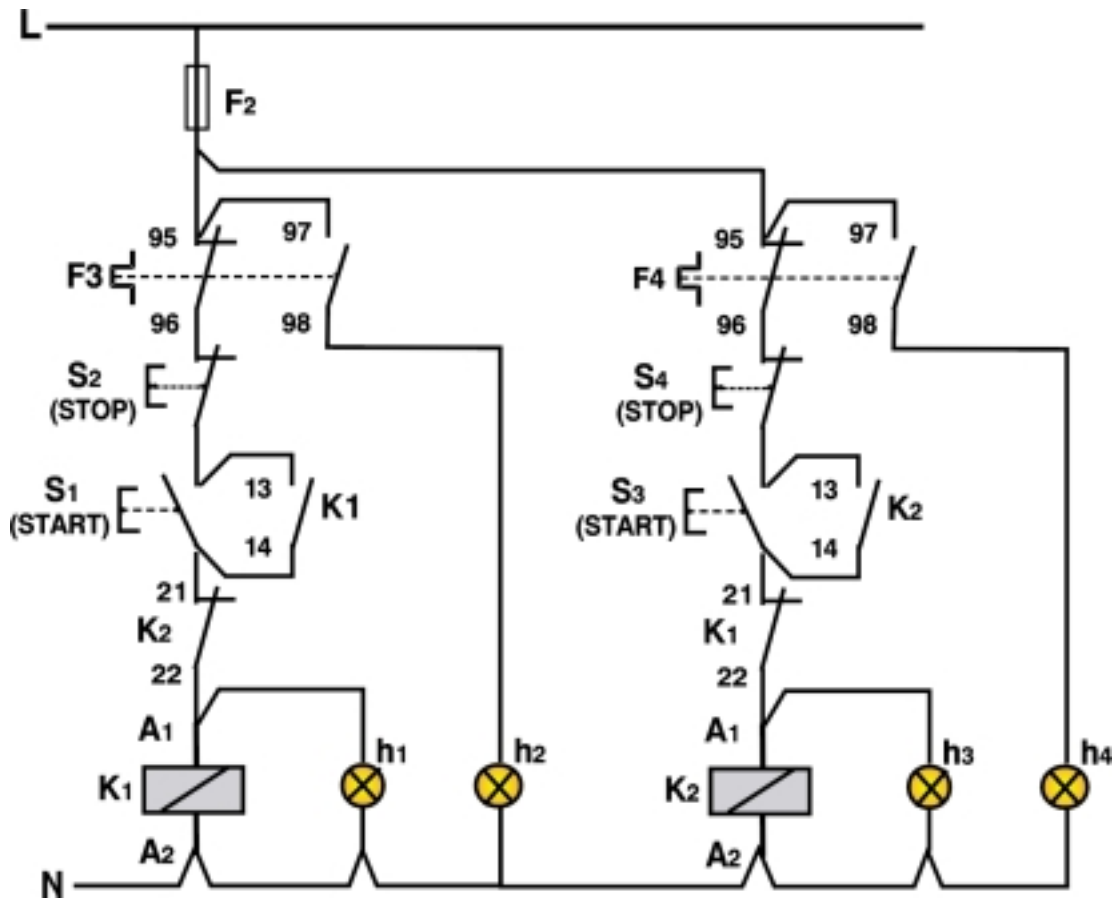
Η λυχνία h1 ανάβει, όταν ο κινητήρας περιστρέφεται, ενώ η h2, όταν έχουμε υπερφόρτισή του.

Όταν έχουμε περισσότερους από έναν κινητήρες, από τους οποίους επιτρέπεται να δουλεύει μόνο ο ένας, το κύκλωμα ισχύος είναι μια επανάληψη του σχήματος 5.1 (χρησιμοποιώντας ένα μόνο διακόπτη Q). Στο κύκλωμα ελέγχου όμως πρέπει να προβλέψουμε ώστε, όταν είναι ενεργοποιημένος ο ένας κινητήρας, να αποκλείεται η ταυτόχρονη ενεργοποίηση του άλλου (διαδικασία *μανδάλωσης*).

Στο σχήμα 5.3 βλέπουμε το κύκλωμα ελέγχου αυτού του αυτοματισμού.

Παρατηρήστε ότι, όταν ενεργοποιείται το ρελέ που θέτει σε λειτουργία τον ένα κινητήρα, π.χ. το K1, τότε ανοίγει η αντίστοιχη επαφή στον κλάδο ηλεκτροδότησης του άλλου ρελέ (του K2), με αποτέλεσμα, ακόμη και αν πατηθεί το μπουτόν εκκίνησης (το S3), το ρελέ να μην ενεργοποιηθεί. Για να ενεργοποιηθεί ο δεύτερος κινητήρας θα πρέπει πρώτα να σταματήσει ο πρώτος (πάτημα του μπουτόν S2).

Με τον τρόπο αυτό ενεργοποιείται μόνο ο ένας κινητήρας. Το κύκλωμα αυτό μπορεί να επεκταθεί και σε περισσότερους κινητήρες. Τότε στον κλάδο ενεργοποίησης κάθε ενός από τα n ρελέ θα υπάρχουν σε σειρά (n-1) κλειστές επαφές, μία από καθένα από τα υπόλοιπα (n-1) ρελέ ισχύος.



Σχήμα 5.3: Κύκλωμα ελέγχου λειτουργίας δύο κινητήρων με μανδάλωση

Διαδικασία

Κατά την εκτέλεση της άσκησης ακολουθήστε τα εξής βήματα:

A. Δημιουργία και έλεγχος του κυκλώματος ισχύος

1. Δημιουργήστε το κύκλωμα του σχήματος 5.1.
2. Συνδέστε τα τυλίγματα του κινητήρα όπως φαίνεται στο σχήμα 5.1.
3. Ρυθμίστε το θερμικό.
4. Ηλεκτροδοτήστε το PLC μέσω του μονοφασικού διακόπτη και μιας ασφάλειας.

B. Σύνδεση Η/Υ και PLC

1. Συνδέστε τον υπολογιστή με το PLC μέσω του ειδικού καλωδίου. Ελέγξτε τη ρύθμιση των μικροδιακοπών του καλωδίου, ώστε να εξασφαλίζεται ο ρυθμός μετάδοσης που δίνει ο κατασκευαστής.

2. Κάνετε όλες τις απαραίτητες ενέργειες (όπως μάθατε σε προηγούμενες ασκήσεις), ώστε να εξασφαλίσετε ότι υπάρχει επικοινωνία μεταξύ PLC και Η/Υ.

Γ. Κατάστρωση του προγράμματος

1. Θέστε το PLC στη θέση STOP.
2. Βεβαιωθείτε ότι είστε στο περιβάλλον Ladder. Γράψτε στον υπολογιστή το πρόγραμμα (σε γλώσσα Ladder) που φαίνεται να αντιστοιχεί στο κύκλωμα κλασικού αυτοματισμού του σχήματος 5.2. *Υπόδειξη: χρησιμοποιήστε σαν είσοδο μόνο τη ΝΟ επαφή 97-98 του θερμικού.*

Οι εισοδοι και οι εξοδοι να είναι όπως στον πίνακα που ακολουθεί:

ΕΙΣΟΔΟΙ

I 0.0 : επαφή NO (97-98) του θερμικού

I 0.1 : επαφή NO του μπουτόν START S1

I 0.2 : επαφή NC του μπουτόν STOP S2

ΕΞΟΔΟΙ

Q 0.0 : πηνίο του ρελέ ισχύος

Q 0.1 : λυχνία ένδειξης λειτουργίας

Q 0.2 : λυχνία ένδειξης υπερθερμανσης

3. Σώστε το πρόγραμμα στον κατάλογο και με το όνομα που θα σας ορίσει ο καθηγητής σας. Ελέγξτε να έχει τοποθετηθεί η σωστή επέκταση.
4. Απασφαλιστώστε το πρόγραμμά σας και φορτώστε το στο PLC.

Δ. Έλεγχος του προγράμματος με προσομοιωτή

1. Τοποθετήστε το PLC στην κατάσταση RUN.
2. Συνδέστε στις εισόδους του PLC τον κατάλληλο προσομοιωτή εισόδων.
3. Ανοίξτε το διακόπτη της εισόδου I0.0 (αντιστοιχεί στην NO επαφή του θερμικού διακόπτη) και κλείστε αυτόν της εισόδου I0.2 (αντιστοιχεί τη NC επαφή του μπουτόν STOP). Παρατηρήστε την κατάσταση των εξόδων.
4. Ενεργοποιήστε (κλείστε) στιγμιαία την είσοδο I0.1 (αντιστοιχεί στο μπουτόν START). Ποιά Led εξόδου ανάβει;
5. Ενεργοποιήστε (ανοίξτε) στιγμιαία την είσοδο I0.2 (αντιστοιχεί στο μπουτόν STOP). Ποιά είναι τώρα η κατάσταση των ενδεικτικών Led;
6. Με κλειστό το διακόπτη της εισόδου I0.2, ενεργοποιήστε ξανά την είσοδο I0.1. Κλείστε το διακόπτη I0.0. Ποιά είναι τώρα η κατάσταση των ενδεικτικών Led;
7. Αν οι παρατηρήσεις σας στα ερωτήματα Δ3-Δ6 ήταν οι αναμενόμενες, τότε και μόνο τότε μπορείτε να προχωρήσετε στην καλωδίωση του PLC. Αν όχι, τότε στο πρόγραμμα υπάρχει λειτουργικό σφάλμα και προσπαθήστε να το εντοπίσετε και να το διορθώσετε.

Ε. Σύνδεση των στοιχείων εισόδου και εξόδου στο PLC

Να γίνεται με την παρουσία του καθηγητή

1. Διακόψτε την ηλεκτροδότηση του PLC. Συνδέστε στη μονάδα εισόδου και στη μονάδα εξόδου όλα τα

απαραίτητα στοιχεία σύμφωνα με τις οδηγίες που δίνονται στο τεχνικό εγχειρίδιο της εταιρείας.

2. ΑΝΟΙΞΤΕ ΤΟ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΙΣΧΥΟΣ Q.
3. Πιέστε το μπουτόν START. Ενεργοποιούνται οι σωστές έξοδοι;
4. Πιέστε το μπουτόν STOP. Τα αποτελέσματα είναι τα αναμενόμενα;
5. Πιέστε ξανά το μπουτόν START. Ενεργοποιήστε το θερμικό με τη βοήθεια του εξωτερικού χειριστηρίου δοκιμής του (Test). Ποια είναι τώρα η κατάσταση των ενδεικτικών Led;
6. Αν τα αποτελέσματα των τριών προηγούμενων ερωτήσεων είναι τα αναμενόμενα, μπορείτε να συνεχίσετε τον έλεγχο του κυκλώματος. Διαφορετικά, ελέγξτε τη σύνδεση των εισόδων.

ΣΤ. Τελικός έλεγχος

Να γίνεται με την παρουσία του καθηγητή

1. Κλείστε το διακόπτη Q του κυκλώματος ισχύος. Χωρίς να πατήσετε κάποιο μπουτόν, ελέγξτε την κατάσταση του κυκλώματος.
2. Πιέστε το μπουτόν START. Τι παρατηρείτε;
3. Πιέστε το μπουτόν STOP. Τι παρατηρείτε;
4. Πιέστε ξανά το μπουτόν START. Ενεργοποιείτε το θερμικό με τη βοήθεια του εξωτερικού χειριστηρίου δοκιμής του (Test). Τι παρατηρείτε;
5. Ανοίξτε το διακόπτη Q.

Z. Επανάληψη της διαδικασίας για πρόγραμμα με χρήση εντολών SET-RESET

1. Γράψτε στον Η/Υ το πρόγραμμα Ladder που θα δημιουργήσετε με τη μέθοδο του διαγράμματος ροής (χρήση των εντολών εξόδου SET και RESET). Σώστε το πρόγραμμα στον κατάλογο και με το όνομα που θα σας ορίσει ο καθηγητής σας. Ελέγξτε να έχει τοποθετηθεί η σωστή επέκταση.
2. Προχωρήστε στην αποσφαλμάτωση του προγράμματος και φορτώστε το στο PLC.

Τα επόμενα στάδια να γίνουν με την παρουσία του καθηγητή

3. ΕΛΕΓΞΤΕ ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΑΝΟΙΚΤΟΣ Ο ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ Q.
4. Πιέστε το μπουτόν START. Ποιο Led εξόδου ανάβει;
5. Πιέστε το μπουτόν STOP. Ποιά είναι τώρα η κατάσταση των ενδεικτικών Led;
6. Πιέστε ξανά το μπουτόν START. Ενεργοποιήστε το θερμικό με τη βοήθεια του εξωτερικού χειριστηρίου δοκιμής του (Test). Ποιά είναι τώρα η κατάσταση των ενδεικτικών Led;
7. Αν οι παρατηρήσεις σας ήταν οι αναμενόμενες, τότε και μόνο μπορείτε να ηλεκτροδοτήσετε το κύκλωμα ισχύος. Αν όχι, τότε στο πρόγραμμα υπάρχει λειτουργικό σφάλμα και προσπαθήστε να το εντοπίσετε και να το διορθώσετε.

8. Ηλεκτροδοτείστε το PLC και κλείστε το διακόπτη Q.
9. Πιέστε το μπουτόν START. Τι παρατηρείτε;
10. Πιέστε το μπουτόν STOP. Τι παρατηρείτε;
11. Ανοίξτε το διακόπτη Q και σταματήστε την ηλεκτροδότηση του PLC.
12. Αποσυνδέστε τα στοιχεία εξόδου από το PLC.

Η. Λειτουργία δύο κινητήρων

1. Δημιουργήστε σε γλώσσα Ladder το πρόγραμμα που αντιστοιχεί στο κύκλωμα ελέγχου του σχήματος 5.3, χωρίς να χρησιμοποιήσετε χωριστές εξόδους για τις ενδεικτικές λυχνίες καλής λειτουργίας του κάθε κινητήρα (θα σας χρειαστούν 4 εξοδοί).
2. Απασφαλισμάτωσε το πρόγραμμα και φορτώσε το στο PLC.
3. Συνδέστε στην είσοδο του PLC τα μπουτόν START και STOP, καθώς και τα δύο θερμικά.
4. Συμβουλευτείτε το τεχνικό φυλλάδιο της εταιρείας κατασκευής του PLC, για να βρείτε τη λειτουργία που επιτρέπει την παρακολούθηση της λειτουργίας του κυκλώματος στον υπολογιστή (π.χ. εντολή Status On). Ενεργοποιήστε τη λειτουργία αυτή. Τώρα το αποτέλεσμα των ενεργειών σας θα το παρακολουθείτε στην οθόνη του υπολογιστή.
5. Πιέστε το μπουτόν START S1. Ποιές εξοδοί ενεργοποιήθηκαν;
6. Πιέστε το μπουτόν START S3. Τι άλλαξε στην ενεργοποίηση των εξόδων;
7. Πιέστε το μπουτόν STOP S2 και στη συνέχεια το S3. Ποιες εξοδοί ενεργοποιήθηκαν;
8. Υπήρξε περίπτωση ταυτόχρονης ενεργοποίησης των εξόδων που ενεργοποιούν τους δύο κινητήρες;

Θ. Τροποποιήσεις

1. Επαναφέρετε στην οθόνη του υπολογιστή το πρόγραμμα για την εκκίνηση ενός κινητήρα.
2. Θέλουμε να έχουμε τη δυνατότητα να σταματάμε τον κινητήρα από δύο διαφορετικά σημεία. Κάνετε τις απαραίτητες αλλαγές στο πρόγραμμα εκκίνησης ενός κινητήρα, ώστε ο κινητήρας να ελέγχεται από δύο διαφορετικά STOP.
3. Επαληθεύστε τη σωστή λειτουργία του προγράμματός σας.
4. Κάνετε επιπλέον αλλαγές, ώστε ο κινητήρας να ελέγχεται και από δύο START.
5. Επαληθεύστε ξανά το νέο πρόγραμμα.
6. Διακόψτε την τροφοδοσία του PLC και αποσυνδέστε τα εξαρτήματα από τις εισόδους του.

Ι. Παρατηρήσεις - Συμπεράσματα

Άσκηση 6

Έλεγχος της φοράς περιστροφής και φρενάρισμα Κινητήρα Συνεχούς Ρεύματος



Στόχοι της άσκησης

διάρκεια άσκησης: 6 διδακτικές ώρες

Στο τέλος της άσκησης οι μαθητές θα είναι ικανοί:

- ⇒ να επιλέγουν τα κατάλληλα όργανα και υλικά για την δημιουργία ενός κυκλώματος για την αλλαγή της φοράς περιστροφής και το φρενάρισμα ενός κινητήρα συνεχούς ρεύματος, με χρήση προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή (PLC).
- ⇒ να πραγματοποιούν το κύριο κύκλωμα τροφοδοσίας.
- ⇒ να συνδέουν τα μπουτόν, τα ρελέ, τις ενδεικτικές λυχνίες και όλα τα άλλα απαραίτητα εξαρτήματα, στο PLC.
- ⇒ να γράφουν στον υπολογιστή απλά προγράμματα ελέγχου λειτουργίας ενός κινητήρα συνεχούς ρεύματος.
- ⇒ να μπορούν να διαχειρίζονται πρόγραμμα προσομοίωσης του κυκλώματος αυτοματισμού και να προχωρούν σε αποσφαλμάτωση.
- ⇒ να χειρίζονται πρόγραμμα προσομοίωσης του κυκλώματος και να παρακολουθούν τη λειτουργία του μέσω υπολογιστή.

Απαραίτητα εξαρτήματα

Για την πραγματοποίηση της άσκησης είναι απαραίτητα τα εξής υλικά:

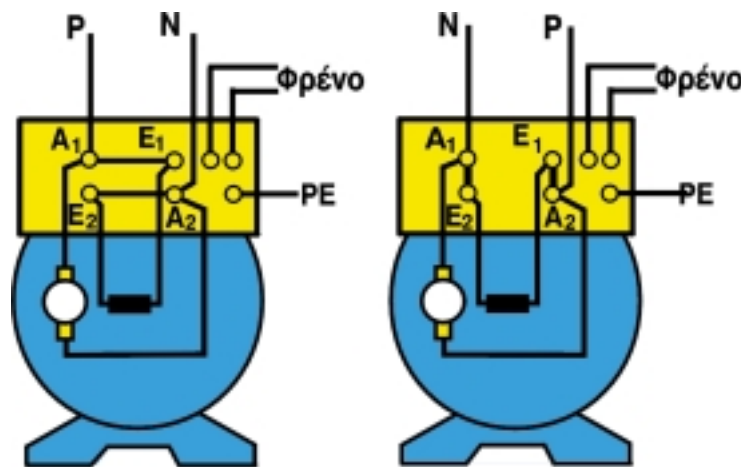
- ✓ Μία διάτρητη πινακίδα με ράγες
- ✓ Ένα PLC τουλάχιστον 6 ψηφιακών εισόδων, 6 ψηφιακών εξόδων
- ✓ Μια μονάδα προσομοίωσης εισόδων
- ✓ Δύο μπουτόν start, με επαφή NO
- ✓ Ένα μπουτόν stop με επαφή NC
- ✓ Ένας ασφαλειοδιακόπτης τουλάχιστον 16 A
- ✓ Ένας μονοπολικός διακόπτης
- ✓ Δύο ρελέ ισχύος (πηνία ίδιας τάσης με την τάση του κινητήρα) με τέσσερις κύριες επαφές έκαστο
- ✓ Ένα θερμικό με μία επαφή NO και μία NC
- ✓ Ένας κινητήρας συνεχούς ρεύματος
- ✓ Κλέμες ράγας για τις απαραίτητες καλωδιώσεις

Βασική θεωρία

Στην προηγούμενη άσκηση μάθαμε να δημιουργούμε ένα κύκλωμα εκκίνησης ενός κινητήρα συνεχούς ρεύματος. Ας δούμε τώρα πώς μπορούμε να του αλλάζουμε τη φορά περιστροφής, και πώς να τον ακινητοποιούμε ακαριαία με τη βοήθεια ηλεκτρομαγνητικής πέδης.

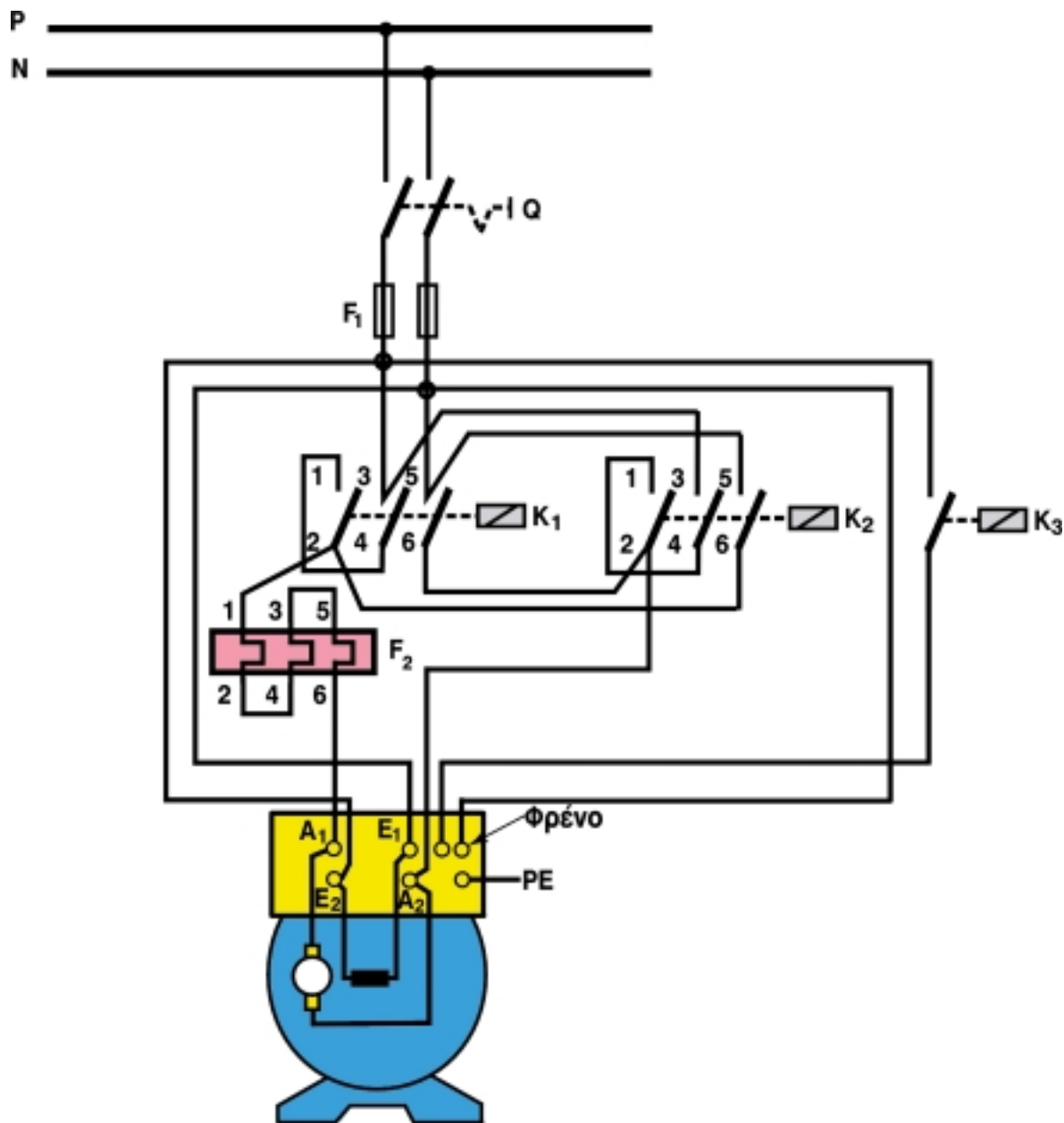
Από τη θεωρία γνωρίζουμε ότι για να αλλάξει η φορά περιστροφής ενός κινητήρα συνεχούς ρεύματος, θα πρέπει να αλλάξει η τροφοδοσία είτε στο τύλιγμα του επαγωγικού τυμπάνου είτε στο τύλιγμα της διέγερσής του κινητήρα. Εδώ θα εξετάσουμε την πρώτη περίπτωση.

Στο σχήμα 6.1 βλέπουμε πώς πρέπει να είναι η τροφοδοσία του κινητήρα για τις δύο περιστροφές (αριστερόστροφη/δεξιόστροφη).



Σχήμα 6.1: Συνδεσμολογία Κινητήρα Συνεχούς Ρεύματος παράλληλης διέγερσης για δεξιόστροφη (α) και αριστερόστροφη (β) περιστροφή

Στο σχήμα 6.2 βλέπουμε το κύκλωμα ισχύος για την αλλαγή της φοράς περιστροφής ενός κινητήρα συνεχούς ρεύματος. Στην προηγούμενη άσκηση έχουμε εξηγήσει τον τρόπο σύνδεσης του ρελέ ισχύος και του θερμικού.

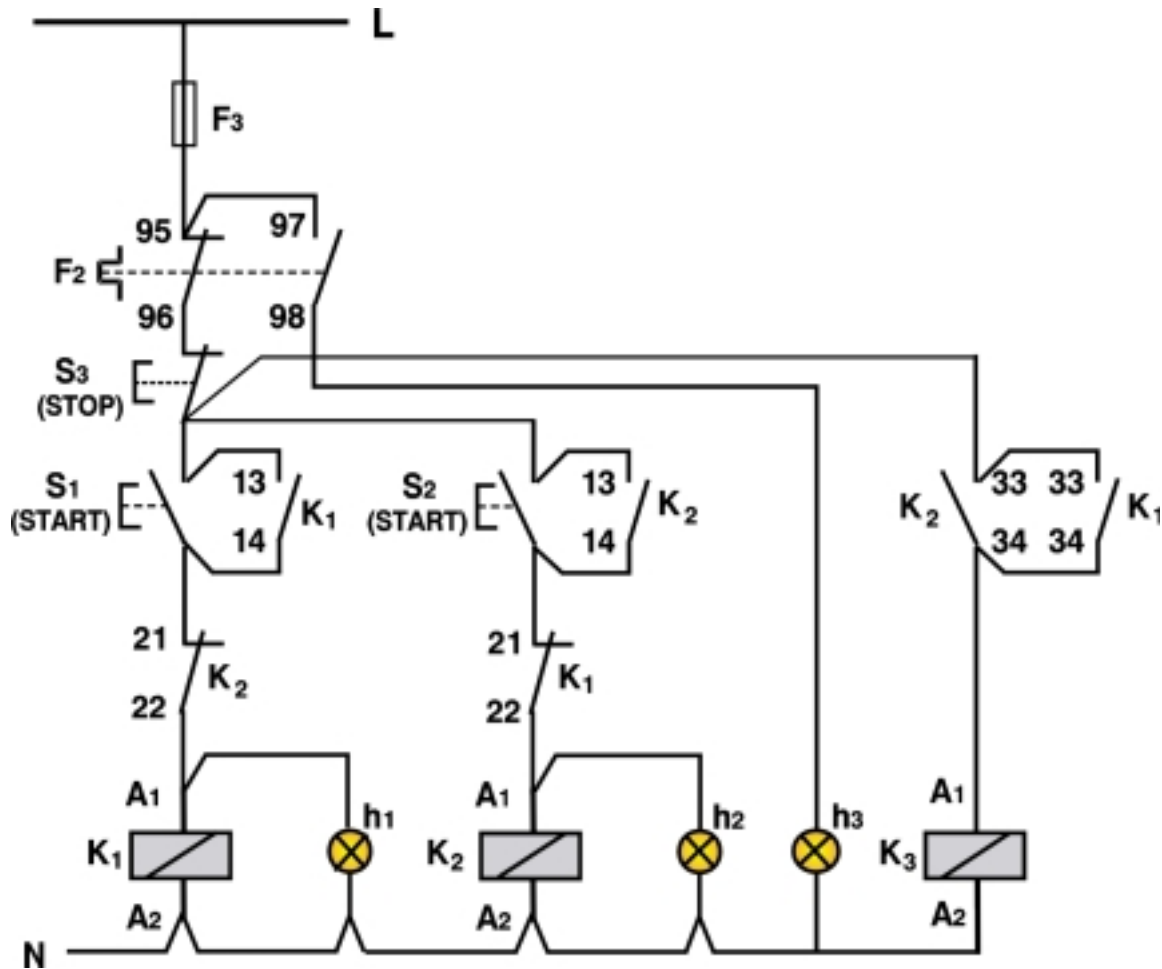


Σχήμα 6.2: Κύκλωμα ισχύος για αλλαγή της φοράς περιστροφής ενός Κινητήρα Συνεχούς Ρεύματος με παράλληλη διέγερση και φρένο

Στο προηγούμενο κύκλωμα το φρένο του κινητήρα ενεργοποιείται με ξεχωριστό ρελέ (K3). Πιο κάτω θα δούμε και ένα δεύτερο τρόπο ενεργοποίησής του.

Το βοηθητικό κύκλωμα για τον έλεγχο του κυκλώματος ισχύος είναι όμοιο με το αντίστοιχο του ΑΤΚΒΔ. Αν όμως επιθυμούμε να ακινητοποιήσουμε ακαριαία τον κινητήρα, πρέπει να ενεργοποιήσουμε το φρένο (εφ' όσον βέβαια διαθέτει ο κινητήρας).

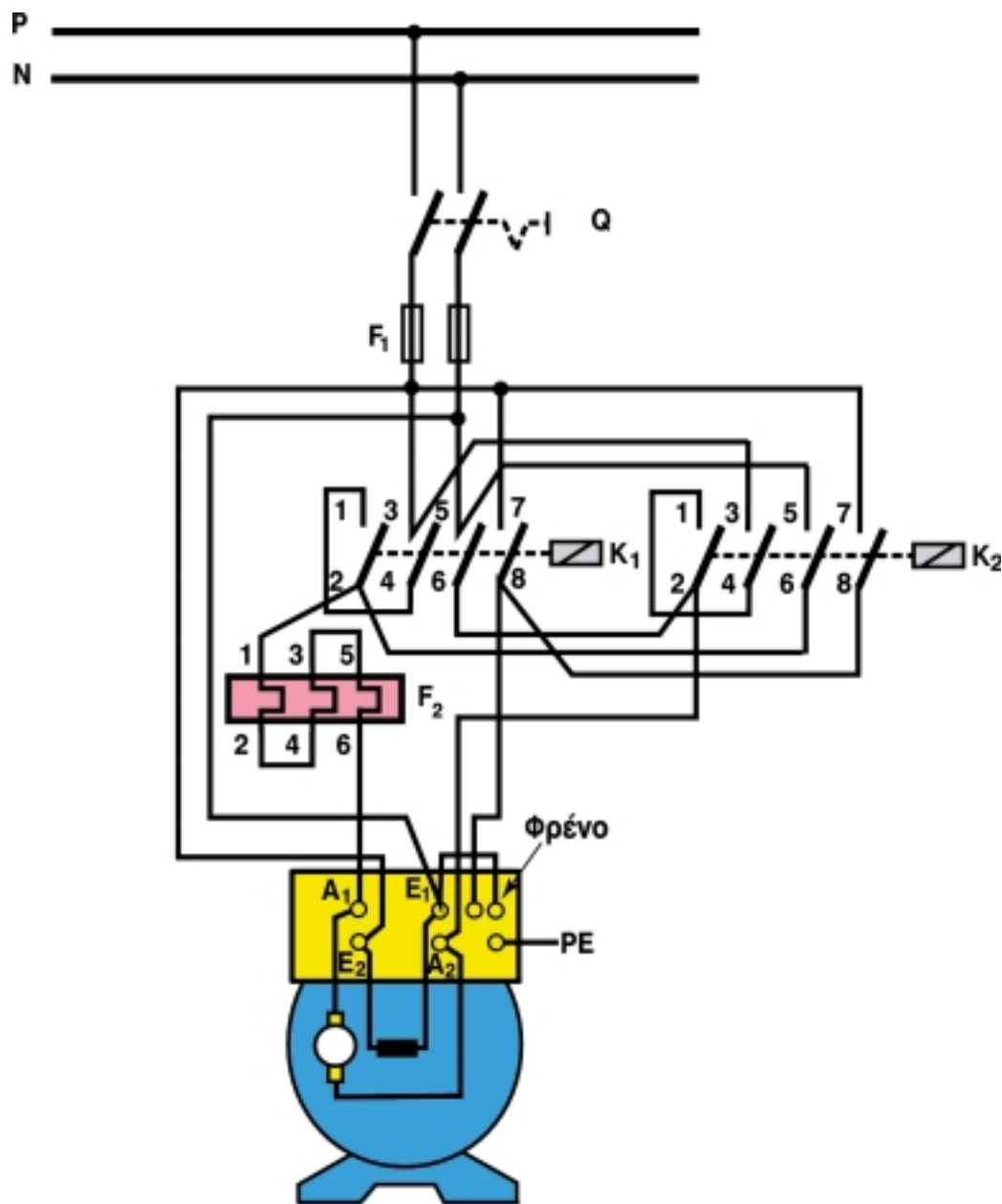
Στο σχήμα 6.3 βλέπουμε το βοηθητικό κύκλωμα αλλαγής φοράς περιστροφής, με την προσθήκη ενεργοποίησης φρένου. Το φρένο ενεργοποιείται από το ρελέ K3.



Σχήμα 6.3: Κύκλωμα ελέγχου για αλλαγή της φορά περιστροφής ενός ΚΣΡ παράλληλης διέγερσης, με έλεγχο φρεναρίσματος (πέδησης)

Το κύκλωμα ελέγχου του σχήματος 6.3 έχει σχεδιαστεί με τη παραδοχή ότι το φρένο ενεργοποιείται, **όταν δεν διαρρέεται από ρεύμα**. Έτσι όταν ενεργοποιηθεί ένα από τα δύο ρελέ που ηλεκτροδοτούν τον κινητήρα κλείνει η αντίστοιχη επαφή 33-34, οπότε το φρένο “ξεμπλοκάρεται”. Αντίθετα όταν πατηθεί το μπουτόν STOP τα δύο ρελέ K1 και K2 απενεργοποιούνται, οπότε οι επαφές τους 33-34 ανοίγουν και το φρένο ενεργοποιείται σταματώντας ακαριαία τον κινητήρα.

Με το κύκλωμα που δείξαμε, το φρένο ενεργοποιείται με ανεξάρτητο ρελέ. Είναι όμως δυνατό να ενεργοποιείται απλούστερα μέσω των επαφών του κύριου ρελέ από το κύκλωμα ισχύος, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.4. Στην περίπτωση αυτή η τελευταία γραμμή του κυκλώματος του σχήματος 6.3 (που ενεργοποιεί το ρελέ K3), παραλείπεται.



Σχήμα 6.4: Ενεργοποίηση του φρένου άμεσα από το κύκλωμα ισχύος

Στο σχήμα 6.4 παρατηρήστε ότι οι χρησιμοποιούμε μετρητές ισχύος με τέσσερις κύριες επαφές. Οι επαφές 7-8 των μετρητών είναι συνδεδεμένες παράλληλα, ώστε, όταν ενεργοποιείται ένα εκ των K₁ και K₂ μετρητών, να ηλεκτροδοτείται το φρένο, οπότε να απελευθερώνει τον άξονα του κινητήρα.

Διαδικασία

Κατά την εκτέλεση της άσκησης ακολουθήστε τα εξής βήματα:

A. Δημιουργία και έλεγχος του κυκλώματος ισχύος

1. Δημιουργήστε το κύκλωμα του σχήματος 6.2.
2. Ρυθμίστε το θερμικό.
3. Ηλεκτροδοτήστε το PLC μέσω του μονοφασικού διακόπτη και μιας ασφάλειας.

B. Σύνδεση Η/Υ και PLC

1. Συνδέστε τον υπολογιστή με το PLC μέσω του ειδικού καλωδίου. Ελέγξτε την ρύθμιση του μικροδιακόπτη του καλωδίου ώστε να εξασφαλίζεται ο ρυθμός μετάδοσης που δίνει ο κατασκευαστής.
2. Εξασφαλίστε την επικοινωνία μεταξύ PLC και Η/Υ.

Γ. Κατάστρωση του προγράμματος

1. Βεβαιωθείτε ότι είστε σε περιβάλλον Ladder. Μεταφέρετε σε γλώσσα Ladder το κύκλωμα ελέγχου που φαίνεται στο σχήμα 6.3 ακολουθώντας την εξής ονοματολογία:

ΕΙΣΟΔΟΙ

I 0.0 : NO (97-98) επαφή του θερμικού
 I 0.1 : NC επαφή του μπουτόν STOP
 I 0.2 : NO επαφή του μπουτόν START Δ
 I 0.3 : NO επαφή του μπουτόν START Α

ΕΞΟΔΟΙ

Q 0.0 : πηνίο ρελέ ισχύος δεξιάς περιστροφής
 Q 0.1 : πηνίο ρελέ ισχύος αριστερής περιστροφής
 Q 0.2 : πηνίο ρελέ ισχύος ενεργοποίησης φρένου
 Q 0.3 : λυχνία ένδειξης δεξιάς περιστροφής
 Q 0.4 : λυχνία ένδειξης αριστερής περιστροφής
 Q 0.5 : λυχνία ένδειξης υπερθερμανσης του κινητήρα

2. Σώστε το πρόγραμμα στον κατάλογο και με το όνομα που θα σας δώσει ο καθηγητής σας. Ελέγξτε να έχει τοποθετηθεί η σωστή επέκταση.
3. Προχωρήστε στην αποσφαλμάτωση του προγράμματος και φορτώστε το στο PLC.

Δ. Έλεγχος του προγράμματος με προσομοιωτή

1. Συνδέστε στις εισόδους του PLC τον κατάλληλο προσομοιωτή λειτουργίας.
2. Ο διακόπτης της εισόδου IO.0 να μείνει ανοικτός (αντιστοιχεί στην NO επαφή του θερμικού διακόπτη). Κλείστε το διακόπτη της εισόδου IO.1 (αντιστοιχεί στο μπουτόν STOP). Παρατηρήστε την κατάσταση των εξόδων.
3. Ενεργοποιήστε (κλείστε) στιγμιαία την είσοδο IO.2. Παρατηρήστε και σημειώστε ποια Led εξόδου ανάβουν.
4. Ενεργοποιήστε (κλείστε) στιγμιαία την είσοδο IO.3. Τι παρατηρείτε;

5. Ανοίξετε στιγμιαία την είσοδο IO.1. Τι παρατηρείτε;
6. Ενεργοποιήστε ξανά στιγμιαία την είσοδο IO.3. Τι παρατηρείτε;
7. Κλείστε τον διακόπτη της εισόδου IO.0. Τι παρατηρείτε;
8. Αν οι παρατηρήσεις σας στα ερωτήματα Δ1-Δ6 ήταν οι αναμενόμενες, τότε και μόνο μπορείτε να συνεχίσετε την καλωδίωση του PLC. Αν όχι, τότε στο πρόγραμμα υπάρχει λειτουργικό σφάλμα και προσπαθήστε να το εντοπίσετε και να το διορθώσετε.

Ε. Σύνδεση των στοιχείων εισόδου και εξόδου στο PLC

Να γίνεται με την παρουσία του καθηγητή

1. Διακόψτε την ηλεκτροδότηση του PLC. Συνδέστε στη μονάδα εισόδου και στη μονάδα εξόδου όλα τα απαραίτητα στοιχεία σύμφωνα με τις οδηγίες που δίνονται στο τεχνικό εγχειρίδιο της εταιρείας.
2. ΑΝΟΙΞΤΕ ΤΟ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΙΣΧΥΟΣ Q.
3. Πιέστε το μπουτόν START για δεξιά περιστροφή. Ενεργοποιούνται οι σωστές έξοδοι;
4. Πιέστε το μπουτόν STOP. Τα αποτελέσματα είναι τα αναμενόμενα;
5. Πιέστε το μπουτόν START για αριστερή περιστροφή. Ενεργοποιούνται οι σωστές έξοδοι;
6. Ενεργοποιήστε το θερμικό με τη βοήθεια του εξωτερικού χειριστηρίου δοκιμής του (Test). Ποια είναι τώρα η κατάσταση των ενδεικτικών Led;
7. Αν τα αποτελέσματα των τεσσάρων προηγούμενων ερωτήσεων είναι τα αναμενόμενα, μπορείτε να συνεχίσετε τον έλεγχο του κυκλώματος. Διαφορετικά ελέγξτε τη σύνδεση των εισόδων.

ΣΤ. Τελικός έλεγχος

Να γίνεται με την παρουσία του καθηγητή

1. Όταν ολοκληρωθεί η καλωδίωση του PLC, το ηλεκτροδοτούμε. Στη συνέχεια κλείνουμε το διακόπτη Q του κυκλώματος ισχύος. Χωρίς να πατήσετε κάποιο μπουτόν, ελέγξτε την κατάσταση του κυκλώματος.
2. Πιέστε το μπουτόν START που αντιστοιχεί στην αριστερή περιστροφή. Καταγράψτε τη λειτουργία του κινητήρα. Στη συνέχεια πιέστε το μπουτόν STOP.
3. Πιέστε το μπουτόν START που αντιστοιχεί στη δεξιά περιστροφή. Καταγράψτε ξανά το αποτέλεσμα. Πιέστε το μπουτόν STOP.
4. Παρουσία του καθηγητή σας, πιέστε διαδοχικά τα δύο μπουτόν START. Τι παρατηρείτε;
5. Πιέστε ξανά το ένα μπουτόν START. Ενεργοποιήστε το θερμικό με τη βοήθεια του εξωτερικού χειριστηρίου δοκιμής του (Test). Τι παρατηρείτε;
6. ΑΝΟΙΞΤΕ ΤΟ ΔΙΑΚΟΠΤΗ Q. Αποσυνδέστε τον κινητήρα από την έξοδο του PLC, αφαιρώντας τα ρελέ K1 και K2 από τις εξόδους Q0.0 και Q0.1 του PLC.

Ζ. Επανάληψη της διαδικασίας για πρόγραμμα με χρήση εντολών SET-RESET

1. Όπως παρατηρείτε, η εκκίνηση του κινητήρα γίνεται με διαδικασία αυτοσυγκράτησης μέσω επαφών των ρελέ ισχύος. Κάντε τις απαραίτητες αλλαγές στο πρόγραμμα, ώστε ο έλεγχος του κινητήρα να γίνεται με εντολές SET και RESET.
2. ΜΕ ΑΠΟΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΤΟΝ ΚΙΝΗΤΗΡΑ επαληθεύστε τη σωστή λειτουργία του προγράμματός σας.

Η. Ενεργοποίηση του φρένου μέσω των ρελέ ισχύος εκκίνησης του κινητήρα

Να γίνεται με την παρουσία του καθηγητή

1. Δημιουργείστε το κύκλωμα ισχύος του σχήματος 6.4, ώστε το φρένο να ενεργοποιείται απ' ευθείας από το κύκλωμα ισχύος.
2. Κάνετε τις απαραίτητες τροποποιήσεις στο πρόγραμμα για τον έλεγχο του νέου κυκλώματος ισχύος.
3. Αποσφαλματώστε το πρόγραμμα και φορτώστε το στο PLC.
4. Επαληθεύστε τη σωστή λειτουργία του προγράμματος.

Θ. Παρατηρήσεις - Συμπεράσματα

Άσκηση 7

Έλεγχος ενός
χώρου στάθμευσης
με χρήση μετρητών



Στόχοι της άσκησης

διάρκεια άσκησης: 6 διδακτικές ώρες

Στο τέλος της άσκησης οι μαθητές θα είναι ικανοί:

- ⇒ να επιλέγουν τα κατάλληλα όργανα και υλικά για την δημιουργία ενός αυτοματισμού ελέγχου του αριθμού των αυτοκινήτων σε χώρο στάθμευσης, με χρήση προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή (PLC).
- ⇒ να χειρίζονται εντολές μετρητών σε πρόγραμμα για PLC.
- ⇒ να δημιουργούν πλήρη προγράμματα για PLC για επίλυση σύνθετων προβλημάτων.
- ⇒ να χειρίζονται πρόγραμμα προσομοίωσης του κυκλώματος και να παρακολουθούν τη λειτουργία του μέσω υπολογιστή.

Απαραίτητα εξαρτήματα

Για την πραγματοποίηση της άσκησης είναι απαραίτητα τα εξής υλικά:

- ✓ Μία διάτρητη πινακίδα με ράγες
- ✓ Ένα PLC τουλάχιστον 7 εισόδων, 6 εξόδων
- ✓ Ένα προσομοιωτή εισόδων
- ✓ Δύο μπουτόν start, με μία επαφή NO
- ✓ Δύο τερματικοί διακόπτες
- ✓ Ένας ασφαλειοδιακόπτης τουλάχιστον 16 A
- ✓ Δύο ρελέ ισχύος (πηνία 220V)
- ✓ Ένα θερμικό με μία NO και μία NC επαφή
- ✓ Ένας Ασύγχρονος Τριφασικός Κινητήρας Βραχυκυκλωμένου Δρομέα
- ✓ Κλέμες ράγας για τις απαραίτητες καλωδιώσεις

Βασική θεωρία

Στην άσκηση αυτή θα επιδιώξουμε να επιλύσουμε ένα πρόβλημα περισσότερο σύνθετο από τα προηγούμενα, χωρίς να δημιουργήσουμε το κύκλωμα του κλασικού αυτοματισμού, αλλά δημιουργώντας το διάγραμμα ροής.

Για να επιλύσουμε ένα πρόβλημα με διάγραμμα ροής, το πρώτο που πρέπει να κάνουμε είναι να διατυπώσουμε με κάθε λεπτομέρεια το πρόβλημα και να εισαγάγουμε σε αυτό τις εισόδους και τις εξόδους που θα χρησιμοποιήσουμε.

Το πρόβλημα στην άσκηση αυτή περιγράφεται ως εξής:

1. Έχουμε ένα χώρο στάθμευσης έστω 50 θέσεων.

2. Ο χώρος διαθέτει μία είσοδο και μία έξοδο με φωτοκύτταρο που ανιχνεύει την ύπαρξη αυτοκινήτου.
3. Σήμα από το φωτοκύτταρο εισόδου (ή καλύτερα από το φωτοκύτταρο εισόδου ΚΑΙ το μπουτόν START) προσθέτει μια μονάδα στο σύνολο των κατειλημμένων θέσεων, ενώ σήμα από το φωτοκύτταρο εξόδου αφαιρεί.
4. Στην είσοδο υπάρχει κινητή μπάρα.
5. Η μπάρα στην είσοδο δεν μετακινείται, όταν ο χώρος είναι γεμάτος.
6. Στην είσοδο υπάρχουν τρεις ενδεικτικές λάμπες που ενημερώνουν τον οδηγό για την πληρότητα του χώρου: πράσινη σημαίνει ότι είναι γεμάτες έως 25 θέσεις, κίτρινη σημαίνει ότι είναι γεμάτες από 26 έως 49 θέσεις και κόκκινη που σημαίνει ότι ο χώρος στάθμευσης είναι γεμάτος (50 θέσεις).

Το πρόβλημα αποτελείται από δύο ανεξάρτητα μέρη. Το ένα σχετίζεται με τη φωτεινή σήμανση πληρότητας του χώρου, ενώ το δεύτερο με τη κίνηση της μπάρας (ανέβασμα - κατέβασμα). Ας τα δούμε χωριστά.

Για τη σήμανση

7. Αν στο χώρο υπάρχουν 50 αυτοκίνητα ανάβει η κόκκινη λάμπα.
8. Αν στο χώρο υπάρχουν λιγότερα από 50 αλλά περισσότερα από 25 ανάβει η κίτρινη λάμπα.
9. Αν στο χώρο υπάρχουν λιγότερα από 25 ανάβει η πράσινη λάμπα.

Για την κίνηση της μπάρας

10. Τα όρια της κίνησης της μπάρας καθορίζονται από τερματικούς διακόπτες.
11. Η μπάρα ανεβαίνει, όταν το φωτοκύτταρο εισόδου ανιχνεύσει αυτοκίνητο ΚΑΙ στο χώρο υπάρχουν λιγότερα από 50 αυτοκίνητα ΚΑΙ πιεστεί ένα μπουτόν START.
12. Αν στο χώρο στάθμευσης υπάρχουν 50 αυτοκίνητα η μπάρα εισόδου δεν ανεβαίνει ακόμη και αν έχουμε σήμα από το αντίστοιχο φωτοκύτταρο ή/και το μπουτόν START.
13. Η μπάρα κατεβαίνει, όταν στο ανέβασμα συναντήσει τον πάνω τερματικό διακόπτη και ταυτόχρονα δεν υπάρχει ανίχνευση αυτοκινήτου από το φωτοκύτταρο εισόδου.

Καταστρώνουμε τον πίνακα εισόδων-εξόδων

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

ΕΙΣΟΔΟΙ

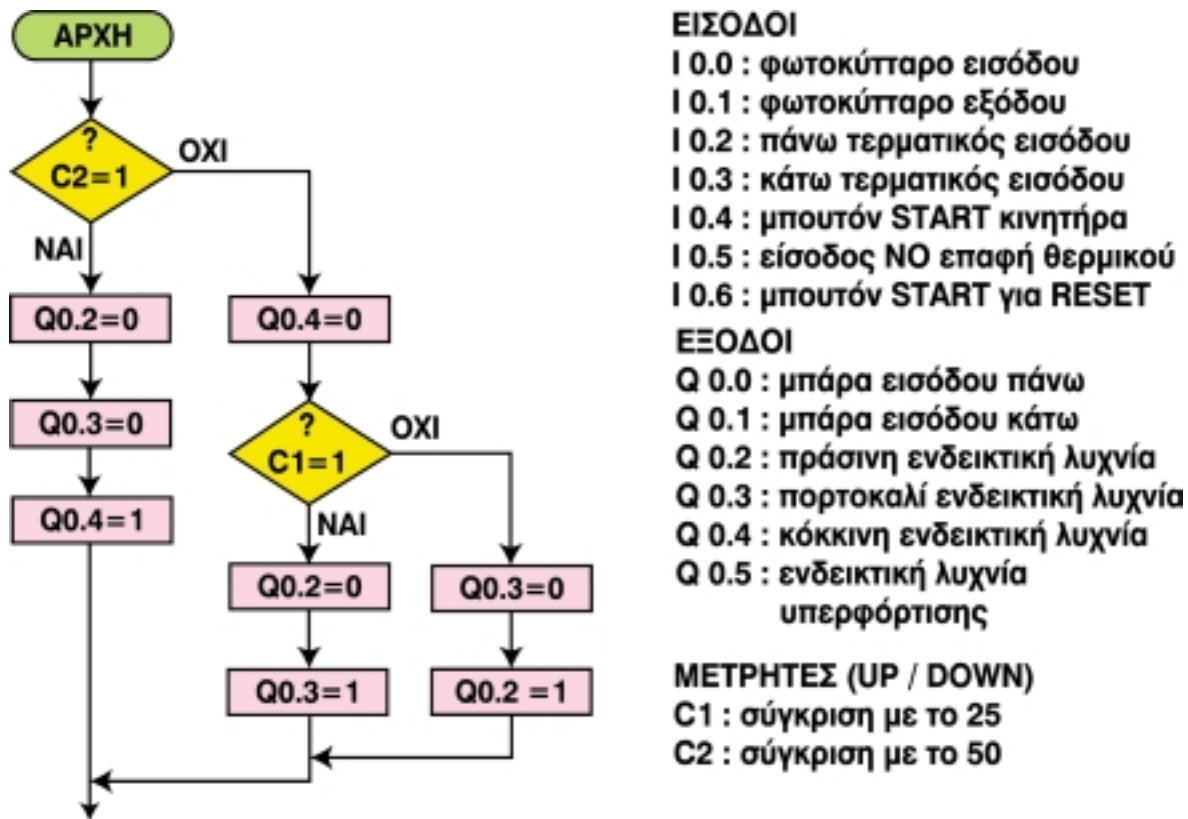
- I 0.0 : φωτοκύτταρο εισόδου
- I 0.1 : φωτοκύτταρο εξόδου
- I 0.2 : πάνω τερματικός εισόδου
- I 0.3 : κάτω τερματικός εισόδου
- I 0.4 : μπουτόν START κινητήρα
- I 0.5 : επαφή NO του θερμικού
- I 0.6 : μπουτόν START για RESET των μετρητών

ΕΞΟΔΟΙ

- Q 0.0 : μπάρα εισόδου πάνω
- Q 0.1 : μπάρα εισόδου κάτω
- Q 0.2 : πράσινη ενδεικτική λυχνία
- Q 0.3 : πορτοκαλί ενδεικτική λυχνία
- Q 0.4 : κόκκινη ενδεικτική λυχνία
- Q 0.5 : ενδεικτική λυχνία υπερφόρτισης

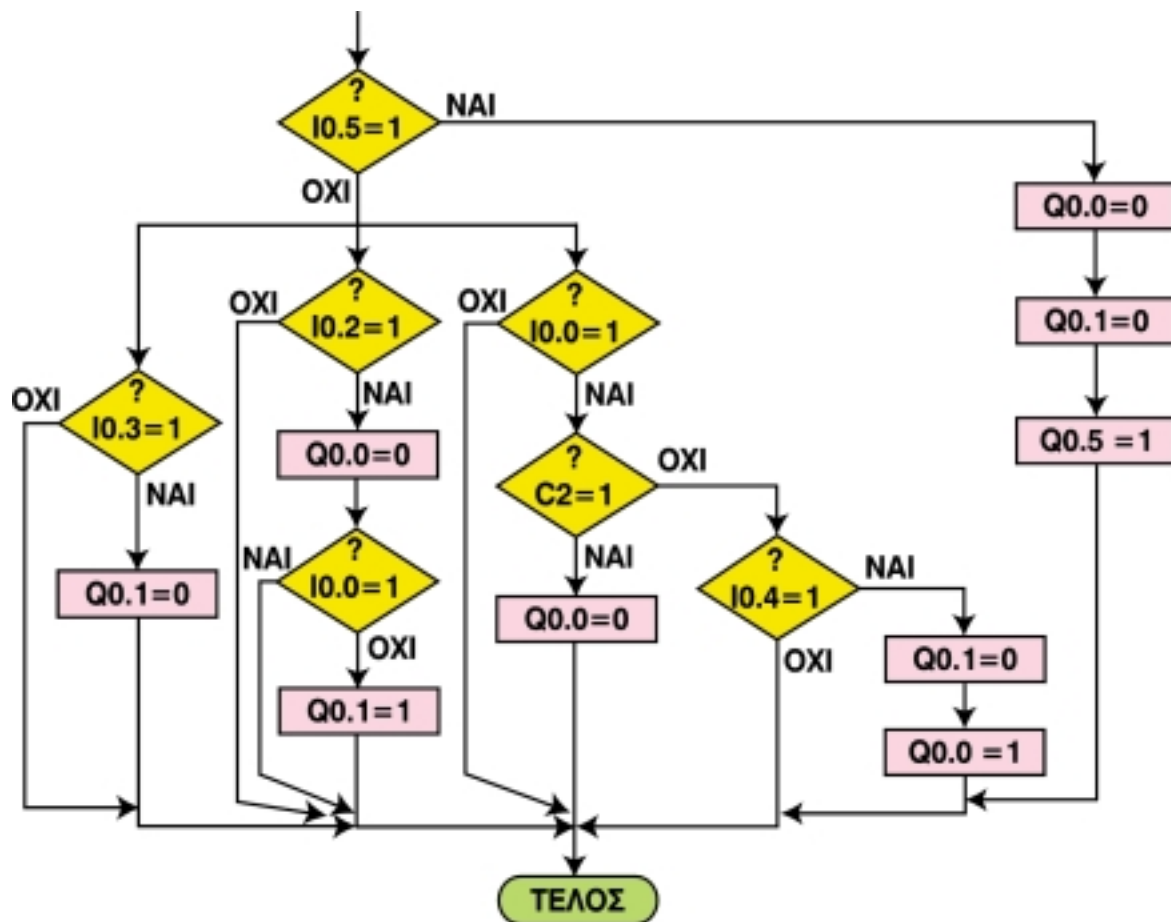
Με βάση τα σύμβολα του πίνακα αυτού καταστρώνουμε τα διαγράμματα ροής. Το πρόβλημα μπορεί να λυθεί χρησιμοποιώντας δύο μετρητές. Τα φωτοκύτταρα εισόδου και εξόδου αλληλίζουν το περιεχόμενο των μετρητών ως εξής: Ενεργοποίηση του φωτοκύτταρου εισόδου αυξάνει το περιεχόμενο των μετρητών, ενώ ενεργοποίηση του φωτοκύτταρου εξόδου το μειώνει (το μέρος του προγράμματος που ελέγχει τους μετρητές δεν χρειάζεται να φαίνεται στο διάγραμμα ροής).

Για το μέρος του προβλήματος που αναφέρεται στη φωτεινή σήμανση, το διάγραμμα ροής φαίνεται στο σχήμα 7.1.



Σχήμα 7.1: Διάγραμμα ροής για τον έλεγχο των ενδεικτικών λυχνιών πληρότητας σε ένα χώρο στάθμευσης

Για το μέρος που αναφέρεται στην κίνηση της μπάρας, το διάγραμμα ροής είναι αυτό του σχήματος 7.2.



ΕΙΣΟΔΟΙ

- I 0.0 : φωτοκύτταρο εισόδου
- I 0.1 : φωτοκύτταρο εξόδου
- I 0.2 : πάνω τερματικός εισόδου
- I 0.3 : κάτω τερματικός εισόδου
- I 0.4 : μπουτόν START κινητήρα
- I 0.5 : επαφή NO του θερμικού
- I 0.6 : μπουτόν START για RESET

ΕΞΟΔΟΙ

- Q 0.0 : μπάρα εισόδου πάνω
- Q 0.1 : μπάρα εισόδου κάτω
- Q 0.2 : πράσινη ενδεικτική λυχνία
- Q 0.3 : πορτοκαλί ενδεικτική λυχνία
- Q 0.4 : κόκκινη ενδεικτική λυχνία
- Q 0.5 : ενδεικτική λυχνία υπερφόρτισης

ΜΕΤΡΗΤΕΣ (UP / DOWN)

- C1 : σύγκριση με το 25
- C2 : σύγκριση με το 50

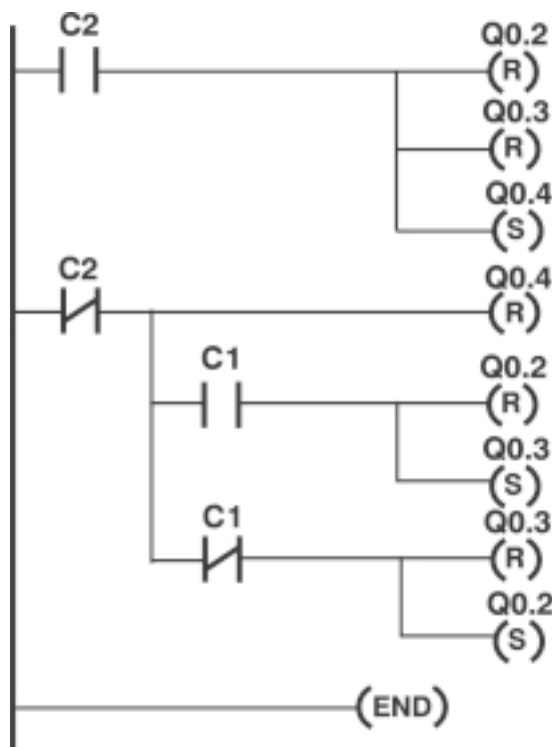
Σχήμα 7.2: Διάγραμμα ροής για τον έλεγχο της μπάρας εισόδου σε ένα χώρο στάθμευσης

Για την κατάστρωση του προγράμματος, όπως ήδη αναφέραμε, ότι θα χρειαστούμε εντολές μέτρησης (μετρητές - counters). Πρόκειται για μονάδες που συγκρίνουν τον αριθμό των παλμών που δέχονται με μια προτοποθετημένη τιμή (Preset Value). Όταν οι δύο αριθμοί γίνουν ίσοι ενεργοποιείται ο μετρητής (η έξοδός του γίνεται λογικό 1). Το λογισμικό προγραμματισμού των PLC διαθέτει συνήθως δύο είδη μετρητών: τον μετρητή αύξησης-UP COUNTER και τον μετρητή αύξησης/μείωσης- UP/DOWN COUNTER. Και οι δύο διαθέτουν μια είσοδο για την αναγραφή της προτοποθετημένης τιμής και μία είσοδο για επανεκκίνηση της μέτρησης (Reset). Επιπλέον ο UP COUNTER διαθέτει μια είσοδο (Counter Up) για την αύξηση του περιεχομένου του μετρητή και η αρίθμηση γίνεται από το 0 προς την προτοποθετημένη τιμή ενώ ο UP/DOWN COUNTER διαθέτει δύο επιπλέον εισόδους (Counter Up και Counter Down) μια αύξησης του περιεχομένου του μετρητή και μια μείωσης, ενώ και εδώ η αρίθμηση γίνεται από το 0 προς την προτοποθετημένη τιμή. Όταν στην είσοδο καταμετρηθούν όσοι παλμοί δηλώνονται στην είσοδο της προτοποθετημένης τιμής (Preset Value), τότε η έξοδος του απαριθμητή γίνεται λογικό 1. Κάποιες εταιρείες διαθέτουν και μετρητή μείωσης- DOWN COUNTER, δηλαδή απαριθμητές όπου η αρίθμηση ξεκινά από την προτοποθετημένη τιμή και μειώνεται προς το 0.

Τα σύμβολα, οι εντολές και οι λειτουργίες των μετρητών αλλάζουν σημαντικά στις διάφορες εταιρείες. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητο να συμβουλευτείτε τον οδηγό της εταιρείας.

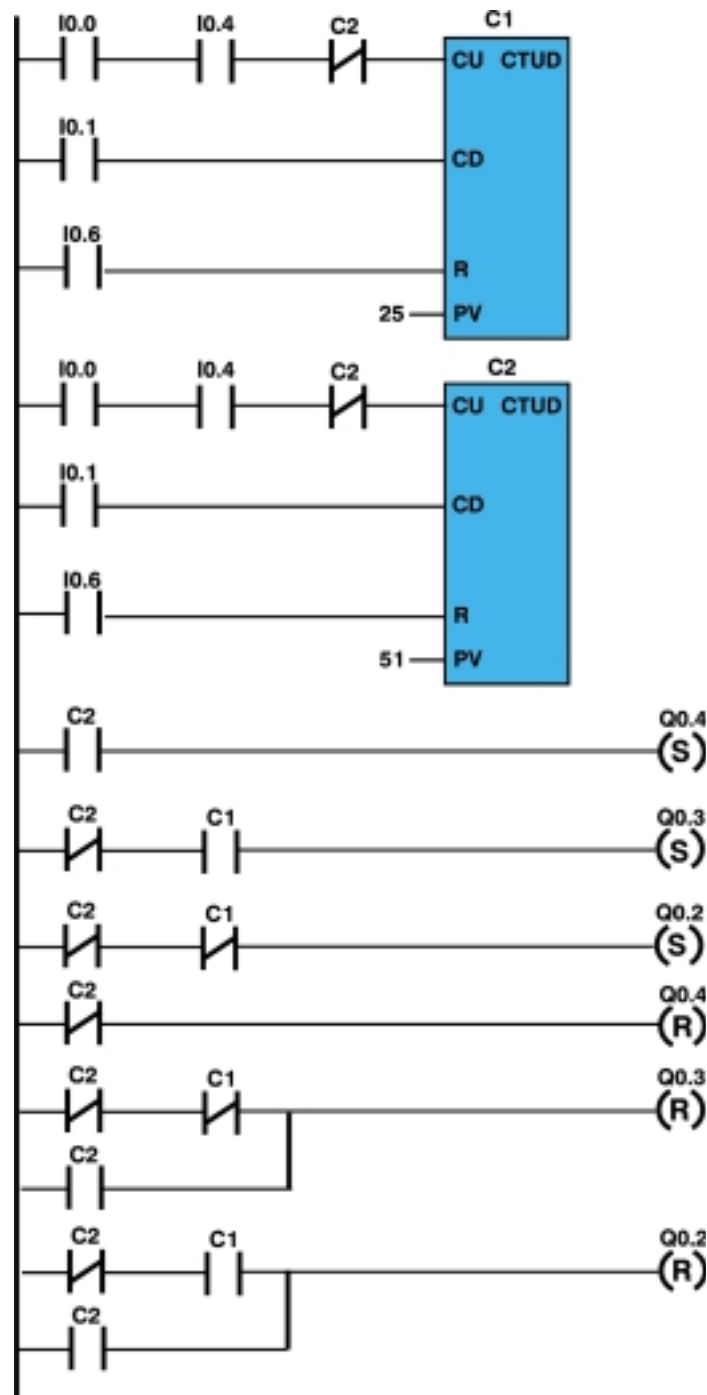
Μια σημαντική διαφοροποίηση είναι η μονάδες να διαθέτουν ή όχι έξοδο. Όταν διαθέτουν έξοδο συνήθως οδηγείται σε μια έξοδο τύπου coil και στη συνέχεια του προγράμματος χρησιμοποιούμε επαφές με το όνομα της εξόδου αυτής. Όταν όμως οι μετρητές δεν διαθέτουν έξοδο, χρησιμοποιούμε επαφές με το όνομα του μετρητή (π.χ. C4). Οι επαφές αυτές αλλάζουν κατάσταση όταν ενεργοποιείται ο μετρητής (δηλαδή η έξοδός του γίνει λογικό 1).

Ξεκινώντας δεχόμαστε ότι αρχικά ο χώρος στάθμευσης είναι άδειος. Μετατρέπουμε το διάγραμμα ροής του σχήματος 7.1 σε γλώσσα Ladder οπότε προκύπτει το πρόγραμμα που βλέπουμε στο σχήμα 7.3.



Σχήμα 7.3: Μεταφορά σε γλώσσα Ladder του διαγράμματος ροής του σχήματος 7.1 για τη φωτεινή ένδειξη πληρότητας χώρου στάθμευσης

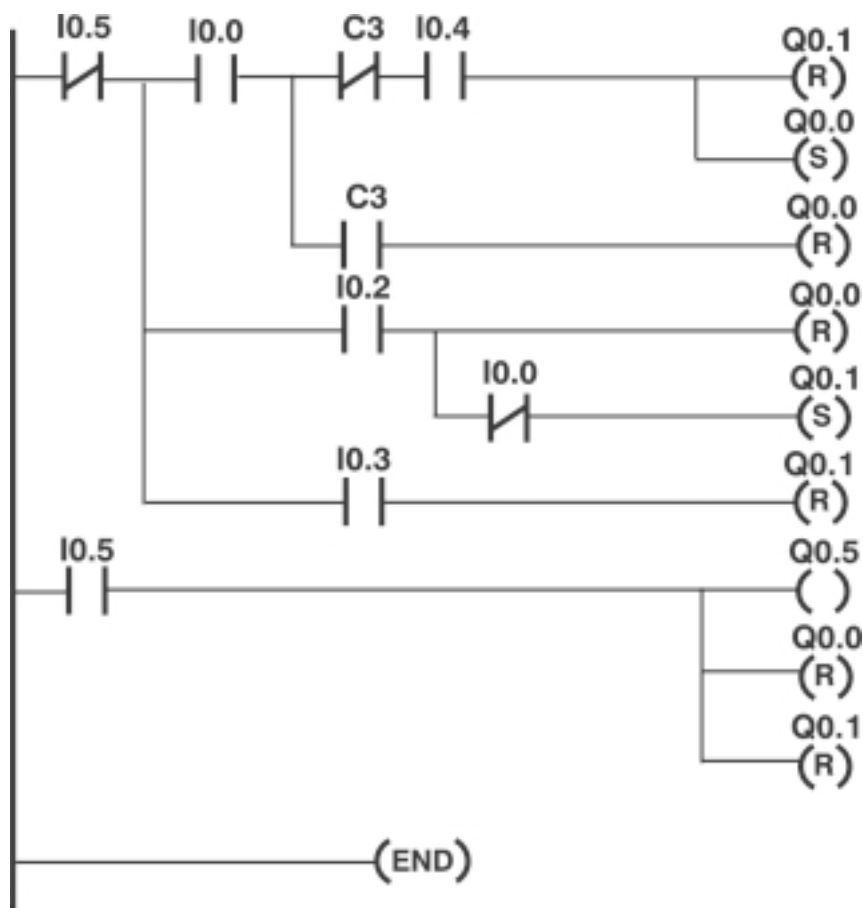
Το πρόγραμμα, όπως φαίνεται στο σχήμα 7.3, έχει ένα σημαντικό συντακτικό σφάλμα: υπάρχουν ίδιες έξοδοι σε περισσότερες από μία γραμμές. Συγκεντρώνοντας τις γραμμές που έχουν την ίδια έξοδο και αφού προσθέσουμε τις εντολές για τον έλεγχο των μετρητών, έχουμε τελικά το πρόγραμμα του σχήματος 7.4.



Σχήμα 7.4: Τελικό πρόγραμμα σε γλώσσα Ladder για τη φωτεινή σήμανση πληρότητας χώρου στάθμευσης

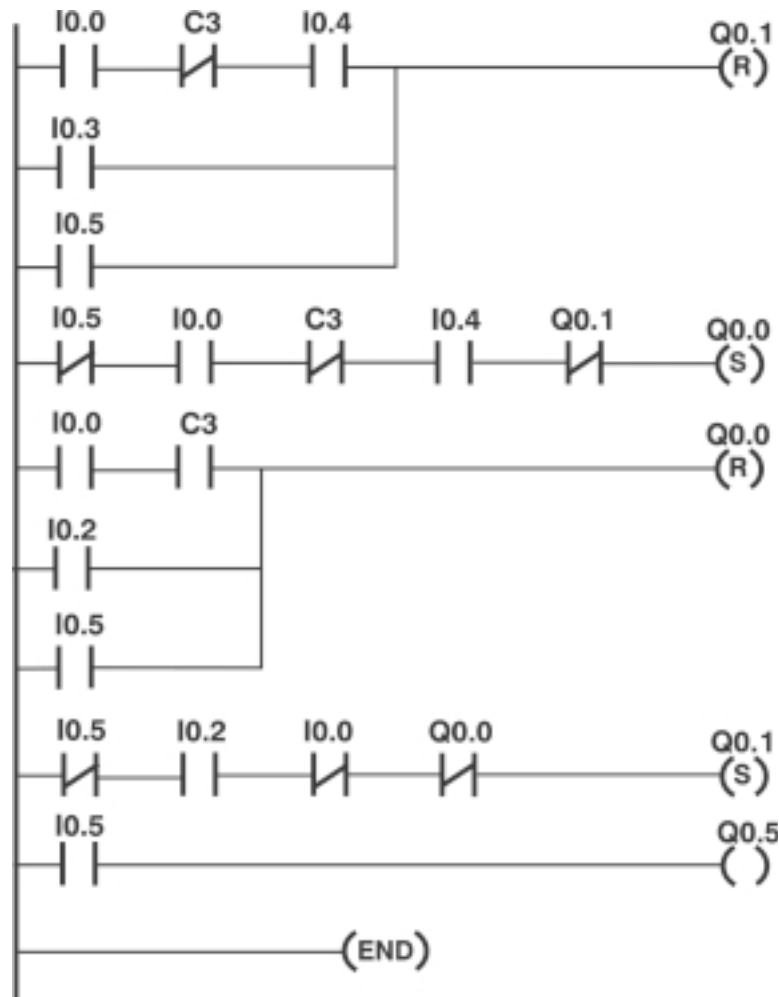
Στο σχήμα 7.4 παρατηρήστε ότι στις εισόδους CU των μετρητών έχει τεθεί σε σειρά η NC επαφή C2, ώστε η αύξηση της αρίθμησης να σταματά, όταν φτάσει στον αριθμό 50, αφού δεν πρόκειται άλλα αυτοκίνητα να εισέλθουν στο χώρο στάθμευσης. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να αντιμετωπιστεί, αν στις εισόδους UP των μετρητών φέρουμε τη NO επαφή του πάνω τερματικού αντί του φωτοκυττάρου εισόδου. Τότε δεν θα χρειαζόταν η NC επαφή C2 (αφού τότε οι μετρητές θα μετρούσαν ανεβάσματα της μπάρας που δεν θα είναι πάνω από 50).

Μεταφέρουμε τώρα σε γλώσσα Ladder το διάγραμμα ροής του σχήματος 7.2 (ελέγχει την κίνηση της μπάρας στην είσοδο) και έχουμε το σχήμα 7.5.



Σχήμα 7.5: Μεταφορά σε γλώσσα Ladder του διαγράμματος ροής του σχήματος 7.2 για την κίνηση μπάρας στην είσοδο ενός χώρου στάθμευσης

Στο πρόγραμμα του σχήματος 7.5 υπάρχει το ίδιο σφάλμα με το σχήμα 7.3: υπάρχουν ίδιες έξοδοι σε περισσότερες από μια γραμμές. Συγκεντρώνοντας τις γραμμές που έχουν την ίδια έξοδο και προσθέτοντας τις NC επαφές Q0.1 και Q0.0 για προστασία του κινητήρα, έχουμε τελικά το πρόγραμμα του σχήματος 7.6.



Σχήμα 7.6: Τελικό πρόγραμμα σε γλώσσα Ladder για την κίνηση της μπάρας στην είσοδο ενός χώρου στάθμευσης

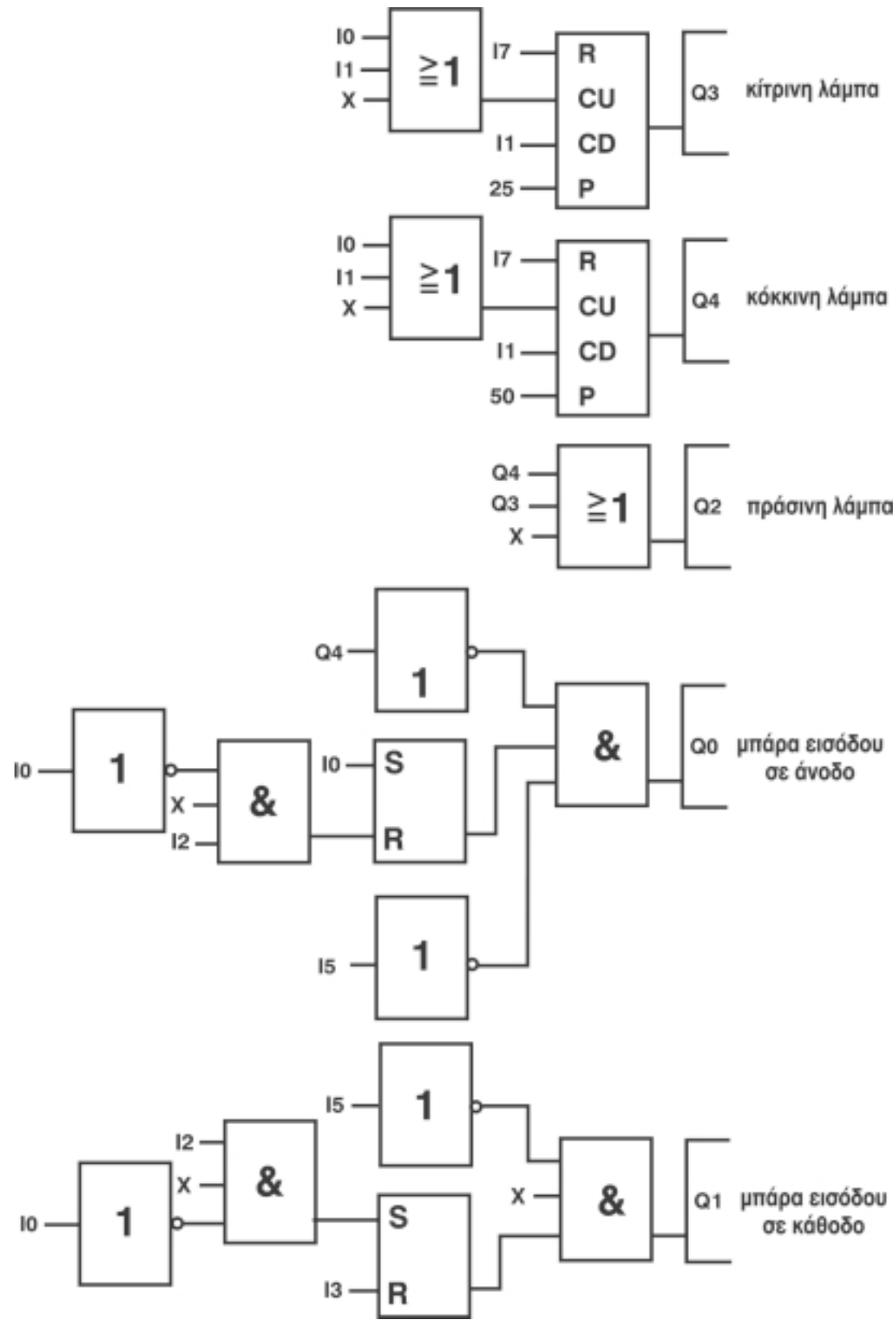
Τα δύο προγράμματα που φαίνονται στα σχήματα 7.4 και 7.6 αποτελούν το πλήρες πρόγραμμα για τον αυτοματισμό που θέλουμε (μπορούν όμως να λειτουργήσουν και ανεξάρτητα). Να σημειώσουμε ότι η προτεινόμενη λύση είναι ελλιπής αφού δεν περιλαμβάνεται τμήμα ασφάλισης του χρήστη (π.χ. δεύτερο φωτοκύτταρο μετά την μπάρα, που να εξασφαλίζει ότι το αυτοκίνητο απομακρύνθηκε πριν κατέβει η μπάρα, ή τι θα συμβεί αν για κάποιο λόγο-βλάβη δώσουν σήμα και οι δύο τερματικοί διακόπτες) και επαλήθευσης των λειτουργιών.

Παρατήρηση: όταν το πρόβλημα είναι αρκετά σύνθετο, μπορεί να χωριστεί σε μέρη και να γραφεί ένα υποπρόγραμμα (ρουτίνα) για κάθε μέρος. Στη συνέχεια στο κύριο μέρος καλούμε απλά τις ρουτίνες αυτές (στο instruction set των PLC υπάρχει εντολή CALL). Στο πρόβλημα που αντιμετωπίζουμε η τεχνική αυτή θα ήταν προτιμότερη.

Στο σχήμα 7.7 βλέπουμε το πρόγραμμα που υλοποιεί τον αυτοματισμό που έχουμε περιγράψει, με χρήση γλώσσας λογικών συναρτήσεων.



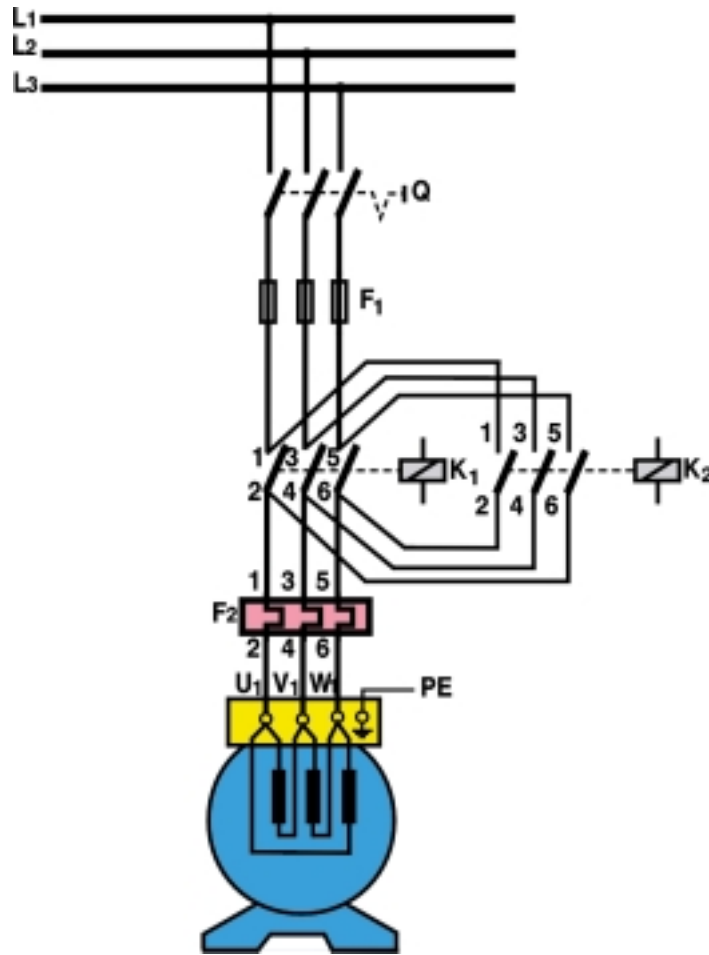
Άσκηση 7



Σχήμα 7.7: Πρόγραμμα γλώσσας FBD για την κίνηση μπάρας στην είσοδο ενός χώρου στάθμευσης



Το κύκλωμα ισχύος αποτελείται από ένα ΑΤΚΒΔ που θα μετακινεί τη μπάρα στην είσοδο του χώρου στάθμευσης και τους απαραίτητους ασφαλειοδιακόπτες, θερμικά, ρελέ ισχύος. Ο κινητήρας συνδέεται σε συνδεσμολογία αναστροφής φοράς, όπως φαίνεται στο σχήμα 7.8. Κατά την πραγματοποίηση της άσκησης ο κινητήρας συνδέεται χωρίς φορτίο και παρακολουθείται η αλλαγή στην περιστροφή του. Τα δύο ρελέ ισχύος είναι κατηγορίας χρήσης AC-4 και ενεργοποιούνται από τις εξόδους Q0.0 και Q0.1 του PLC. Οι άλλες τέσσερις εξοδοι του PLC συνδέονται με ενδεικτικές βυχνίες, όπως έχουμε δει σε προηγούμενη άσκηση.



Σχήμα 7.8: Κύκλωμα ισχύος για την κίνηση της μπάρας εισόδου ενός χώρου στάθμευσης

Διαδικασία

Κατά την εκτέλεση της άσκησης ακολουθήστε τα εξής βήματα:

A. Δημιουργία αυτοματισμού φωτεινής ένδειξης της πληρότητας

1. Ενεργοποιήστε το λογισμικό προγραμματισμού PLC.
2. Ελέγξτε την επικοινωνία μεταξύ Η/Υ και PLC.
3. θέστε το PLC σε θέση STOP.
4. Βεβαιωθείτε ότι είστε στο περιβάλλον Ladder. Γράψτε στον υπολογιστή το πρόγραμμα (σε γλώσσα Ladder) που αναφέρεται στη φωτεινή σήμανση πληρότητας του χώρου στάθμευσης (προσθέτοντας την εντολή END στο τέλος).
5. Αποσφαλματώστε το πρόγραμμα και αποθηκεύστε το στον κατάλογο και με το όνομα που θα σας δώσει ο καθηγητής σας. Ελέγξτε να έχει τοποθετηθεί η σωστή επέκταση. Μεταφέρετε το πρόγραμμα στο PLC.
6. Συνδέστε στις εισόδους του PLC τον κατάλληλο προσομοιωτή εισόδων. Ανοίξτε όλους τους διακόπτες του. Ποια έξοδος είναι ενεργοποιημένη;
7. Ενεργοποιήστε τη κατάλληλη λειτουργία του λογισμικού, ώστε να παρακολουθείτε την εξέλιξη του προγράμματος μέσω του υπολογιστή (π.χ. λειτουργία Status On).
8. Ανοιγοκλείστε το διακόπτη που αντιστοιχεί στην είσοδο I0.0 παρακολουθώντας στον υπολογιστή το περιεχόμενο του μετρητή. Ποια έξοδος του PLC είναι αρχικά ενεργοποιημένη; Όταν το περιεχόμενο των μετρητών γίνει 26 αλληλάζει η κατάσταση των εξόδων;
9. Συνεχίστε να ανοιγοκλείνετε τον διακόπτη της εισόδου I0.0. Τι συμβαίνει όταν το περιεχόμενο των μετρητών γίνει 50; Αν συνεχίσετε να ανοιγοκλείνετε το διακόπτη, τι συμβαίνει στο περιεχόμενο των μετρητών;
10. Ανοιγοκλείστε το διακόπτη της εισόδου I0.1. Πως μεταβάλλεται η κατάσταση των εξόδων;
11. Αν η μεταβολή των εξόδων κατά τα προηγούμενα στάδια ελέγχου ήταν η αναμενόμενη, προχωρήστε στα επόμενα στάδια. Διαφορετικά στο πρόγραμμα υπάρχει λειτουργικό σφάλμα που πρέπει να εντοπίσετε και να διορθώσετε.

B. Συμπλήρωση του αυτοματισμού με τον έλεγχο της μπάρας στην είσοδο

1. Συμπληρώστε το πρόγραμμα με το κομμάτι που αναφέρεται στην κίνηση της μπάρας.
2. Αποσφαλματώστε το καινούργιο πρόγραμμα, αποθηκεύστε το και μεταφέρετέ το στο PLC.

Τα επόμενα στάδια να γίνουν με την παρουσία του καθηγητή

3. Ελέγξτε την καλή λειτουργία του προγράμματος ως εξής: Ανοίξτε όλους τους διακόπτες των εισόδων. Στη συνέχεια κλείστε το διακόπτη της εισόδου I0.0 (αντιστοιχεί στο φωτοκύτταρο εισόδου). Κλείστε στιγμιαία

το διακόπτη της εισόδου I0.4 (πιέστε το μπουτόν START). Ενεργοποιείται η έξοδος που αντιστοιχεί στο ανέβασμα της μπάρας;

4. Κλείστε στιγμιαία το διακόπτη της εισόδου I0.2 (αντιστοιχεί στον πάνω τερματικό διακόπτη). Απενεργοποιήθηκε η προηγούμενη έξοδος και ενεργοποιήθηκε η έξοδος που αντιστοιχεί στο κατέβασμα της μπάρας;
5. Κλείστε το διακόπτη της εισόδου I0.3 (αντιστοιχεί στον κάτω τερματικό διακόπτη). Απενεργοποιούνται όλες οι έξοδοι που σχετίζονται με την κίνηση της μπάρας;

Γ. Σύνδεση των στοιχείων εισόδου και έλεγχος

Να γίνεται με την παρουσία του καθηγητή

1. Συνδέστε στις μονάδες εισόδου και εξόδου του PLC όλα τα απαραίτητα στοιχεία, αφού συμβουλευτείτε το φυλλάδιο οδηγιών της εταιρείας.
2. Δημιουργήστε το κύκλωμα ισχύος του σχήματος 7.8.
3. Ρυθμίστε το θερμικό.
4. ΑΝΟΙΞΤΕ ΤΟ ΔΙΑΚΟΠΤΗ Q.
5. Μετακινήστε το χέρι σας μπροστά στα φωτοκύτταρα εισόδου και εξόδου (είσοδοι I0.0 και I0.1 αντίστοιχα) και παρακολουθήστε τη μεταβολή των εξόδων. Είναι οι αναμενόμενες;
6. Κάνετε όλες τις απαραίτητες ενέργειες, για τον έλεγχο της καλής λειτουργίας του αυτοματισμού σας.
7. Αν οι παρατηρήσεις σας κατά τα προηγούμενα ερωτήματα ήταν οι αναμενόμενες και είστε σίγουρος ότι ο αυτοματισμός λειτουργεί κανονικά, τότε και μόνο τότε μπορείτε να κλείσετε το διακόπτη Q και να συνεχίσετε τον έλεγχο με το κύκλωμα ισχύος σε λειτουργία.
8. Χωρίς να ενεργοποιήσετε καμία είσοδο ελέγξτε την κατάσταση των εξόδων.
9. Μετακινήστε το χέρι σας μπροστά στο φωτοκύτταρο εισόδου (διακόπτοντας τη δέσμη) και παρατηρήστε τις ενδεικτικές λάμπες. Όταν ανάψει η κίτρινη λάμπα μετακινήστε λίγες φορές το χέρι σας μπροστά στο φωτοκύτταρο εξόδου. Τα αποτελέσματα είναι τα αναμενόμενα; Ο κινητήρας ενεργοποιήθηκε;
10. Πιέστε το μπουτόν που κάνει Reset στους απαριθμητές.
11. Μετακινήστε το χέρι σας 23 φορές περίπου μπροστά στο φωτοκύτταρο της εισόδου. Τοποθετήστε ένα αντικείμενο ώστε να “κόβει” τη δέσμη.
12. Πιέστε το μπουτόν START του κινητήρα. Αρχίζει να περιστρέφεται ο κινητήρας;
13. “Κτυπήστε” τον πάνω τερματικό διακόπτη. Αλλάζει η κατάσταση των εξόδων; Αφαιρέστε το αντικείμενο που βρίσκεται μπροστά στο φωτοκύτταρο της εισόδου. Τι παρατηρείτε;
14. “Κτυπήστε” τον κάτω τερματικό διακόπτη. Τι παρατηρείτε;
15. Μετακινήστε το χέρι σας μπροστά από το φωτοκύτταρο της εισόδου ακόμη 30 φορές περίπου. Τοποθετήστε ξανά το αντικείμενο μπροστά στο φωτοκύτταρο της εισόδου και πιέστε το μπουτόν START. Τι παρατηρείτε;
16. Μετακινήστε το χέρι σας περίπου πέντε φορές μπροστά στο φωτοκύτταρο εξόδου. Πιέστε ξανά το μπουτόν



START του κινητήρα. Τι παρατηρείτε;

17. Κάνετε όποιο άλλο πείραμα πιστεύετε ότι θα σας βοηθήσει να επαληθεύσετε την λειτουργία του κυκλώματος.
18. Ανοίξτε τον τριφασικό διακόπτη Φ . Αποσυνδέστε όλα τα εξαρτήματα από τις εισόδους και τις εξόδους του PLC.

Δ. Παρατηρήσεις - Συμπεράσματα

