

# Άσκηση 8

## Προγραμματισμός χρονικών σε συνδυασμό με συγκριτές



## 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 δημιουργία παλμογεννήτριας, με χρήση προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή (PLC).
- ⇒ να χειρίζονται εντολές χρονικών σε πρόγραμμα για PLC.
- ⇒ να χειρίζονται εξόδους σε μορφή bit, byte, word.
- ⇒ να χειρίζονται εντολές σύγκρισης.
- ⇒ να μπορούν να διαχειρίζονται πρόγραμμα προσομοίωσης του κυκλώματος αυτοματισμού και να προχωρούν σε αποσφαλμάτωση.
- ⇒ να παρακολουθούν τη λειτουργία του PLC 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
- ✓ Ένα χειροκίνητο διακόπτη, με επαφές NO-NC
- ✓ Κλέμες ράγας για τις απαραίτητες καλωδιώσεις

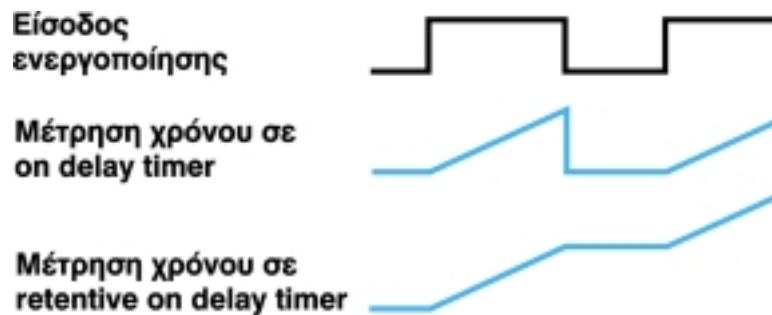
## Βασική θεωρία

Στην άσκηση αυτή θα δούμε πώς μπορούμε να δημιουργήσουμε μια παλμοσειρά με τη βοήθεια ενός ή περισσότερων χρονικών.

Το χρονικό είναι μια μονάδα με την οποία μπορούμε να μετακινήσουμε χρονικά την εμφάνιση ενός παλμού. Ο συμβολισμός αλλά και η λειτουργία των διάφορων χρονικών παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων εταιρειών. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητο να συμβουλευτείτε το φυλλάδιο οδηγιών της εταιρείας.

Σε όλα πάντως τα PLC υπάρχουν χρονικά με καθυστέρησης ενεργοποίησης. Τα χρονικά αυτά έχουν μια είσοδο ενεργοποίησης και μια είσοδο όπου τοποθετείται μια τιμή χρόνου (προτοποθετημένος χρόνος - **Preset Time**). Όταν η είσοδος ενεργοποίησης γίνει λογικό 1, τότε το χρονικό αρχίζει να μετρά χρόνο και όταν η μέτρηση φτάσει στην τιμή που έχουμε ορίσει (ενώ η είσοδος ενεργοποίησης είναι πάντα σε λογικό 1), τότε η έξοδός του γίνεται λογικό 1. Δύο είναι τα πιο συνθισμένα είδη χρονικών καθυστέρησης που χρησιμοποιούν οι διάφορες εταιρείες: τα On-Delay Timers (χρονικά με χρονική καθυστέρηση κατά την ενεργοποίησή τους) και τα Retentive On-Delay Timers (χρονικά διασφάλισης δεδομένων με χρονική καθυστέρηση κατά την ενεργοποίησή τους). Η διαφορά τους είναι ότι στα πρώτα αν η ενεργοποίηση της εισόδου διακοπεί πριν συμπληρωθεί ο χρόνος προτοποθέτησης, το χρονικό μηδενίζει τη μέτρησή του (λειτουργία Reset). Αντίθετα στα δεύτερα η μέτρηση σταματά προσωρινά.

Να σημειώσουμε πάντως ότι ιδιαίτερα στις μονάδες retentive on delay timer υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων εταιρειών. Στο σχήμα 8.1 φαίνεται η διαφορά στη λειτουργία των δύο χρονικών για ένα τύπο PLC.



Σχήμα 8.1: Λειτουργία των δύο τύπων χρονικών για ένα τύπο PLC

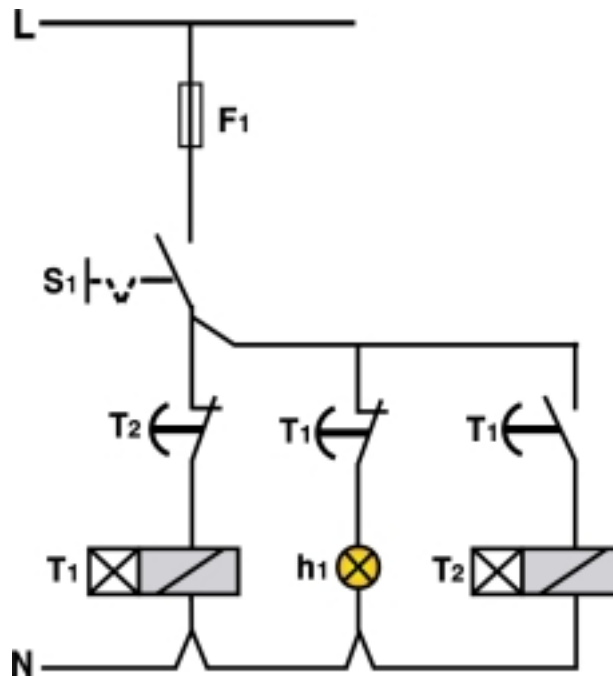
Μια σημαντική επιλογή που πρέπει να γίνεται στα χρονικά είναι η επιλογή της *βάσης χρόνου*. Για να καλυφθεί μεγάλο εύρος χρονικού διαστήματος όπου η μέτρηση θα γίνεται με μεγάλη ακρίβεια, τα χρονικά χωρίζονται σε κατηγορίες. Ο υπολογισμός του χρόνου που ορίζουμε γίνεται από τον πολλαπλασιασμό της τιμής που θέτουμε στην είσοδο PT επί μια σταθερά (διαφορετική για κάθε κατηγορία χρονικών) που ονομάζεται *βάση χρόνου* της κατηγορίας του χρονικού. Έτσι αν επιλέξουμε χρονικό με βάση χρόνο 100ms και στην είσοδο PT θέσουμε την τιμή 20, τότε το χρονικό θα μετρήσει χρόνο  $20 \times 100\text{ms} = 2000\text{ms}$  δηλαδή 2 δευτερόλεπτα. Αντίθετα αν θέσουμε την ίδια τιμή PT αλλά επιλέξουμε χρονικό με βάση χρόνο 10ms, ο χρόνος που θα μετρηθεί θα είναι μόλις  $20 \times 10\text{ms} = 200\text{ms}$  δηλαδή 0.2 δευτερόλεπτα.

Ο τρόπος επιλογής της βάσης χρόνου διαφέρει από εταιρεία σε εταιρεία. Έτσι, σε άλλες εταιρείες η βάση χρόνου επιλέγεται για κάθε χρονικό και αναγράφεται πάνω στο τετραγωνάκι του χρονικού, σε άλλες εξαρτάται από τον αριθμό του χρονικού που επιλέγεται (π.χ. το T1 αντιστοιχεί σε βάση χρόνου 1ms, το T38 σε 100ms, κ.λ.π.).

Οι μονάδες των χρονικών διαφέρουν κατά τη λειτουργία τους και σε άλλα σημεία, εκτός από τον τρόπο επιλογής της βάσης χρόνου, στις διάφορες εταιρείες. Μία διαφορά είναι αν η μονάδα παρουσιάζει έξοδο ή όχι (όμοια με τους απαριθμητές). Άλλη διαφορά είναι αν οι μονάδες έχουν ανεξάρτητη είσοδο για Reset ή όχι.

*Για τους λόγους αυτούς είναι σημαντικό να ανατρέξετε στο φυλλάδιο οδηγιών της εταιρείας για να μάθετε ακριβώς τα είδη των χρονικών και τον τρόπο χρήση τους.*

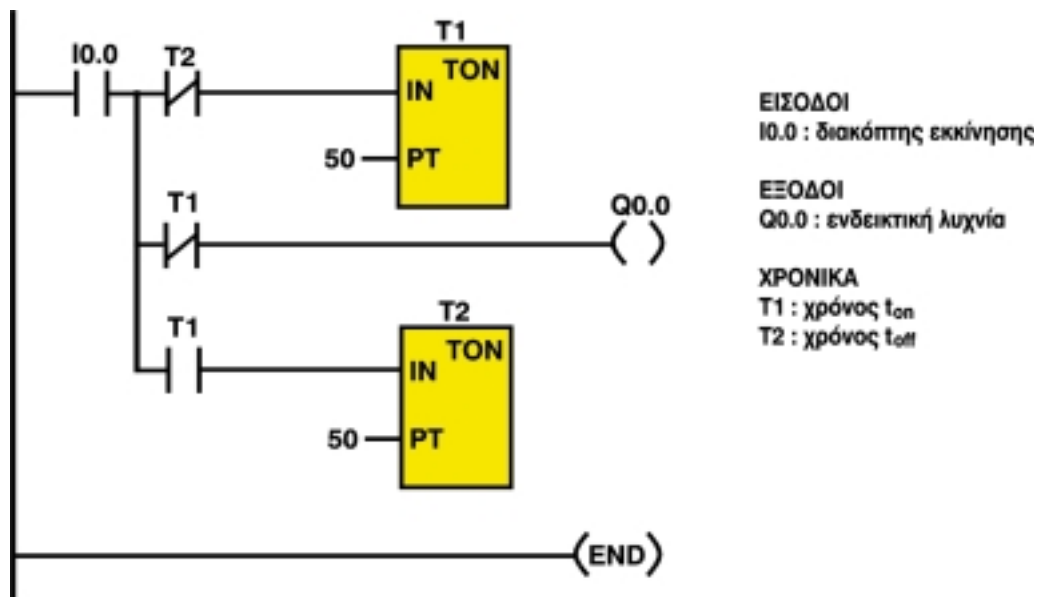
Για να δημιουργήσουμε μια παλμοσειρά μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το γνωστό από τη θεωρία κύκλωμα κλασικού αυτοματισμού που φαίνεται στο σχήμα 8.2.



Σχήμα 8.2: Επαφικό κύκλωμα δημιουργίας παλμοσειράς

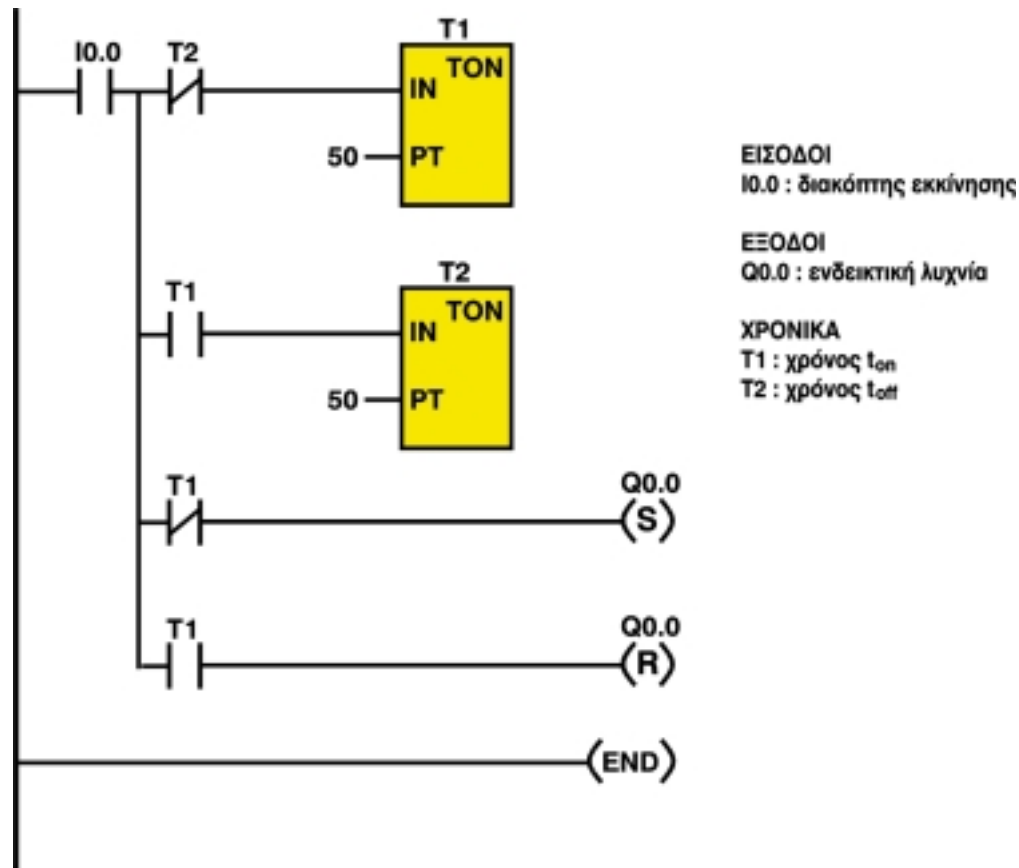
Μελετώντας το σχήμα 8.2 βλέπουμε ότι, όταν κλείνουμε τον διακόπτη S1, η έξοδος h1 ενεργοποιείται (κατάσταση λογικού 1). Ο χρόνος που μένει στην κατάσταση αυτή (ton) ρυθμίζεται από το χρονικό T1. Αντίθετα το χρονικό T2 ρυθμίζει το χρόνο που η έξοδος είναι απενεργοποιημένη (κατάσταση λογικού 0 - toff).

Το κύκλωμα αυτό μετασχηματίζεται εύκολα σε Ladder, οπότε έχουμε την εικόνα του σχήματος 8.3.



Σχήμα 8.3: Πρόγραμμα σε γλώσσα Ladder για τη δημιουργία μιας παλμογεννήτριας

Με χρήση των εντολών SET και RESET το πρόγραμμα της παλμογεννήτριας παίρνει τη μορφή του σχήματος 8.4.



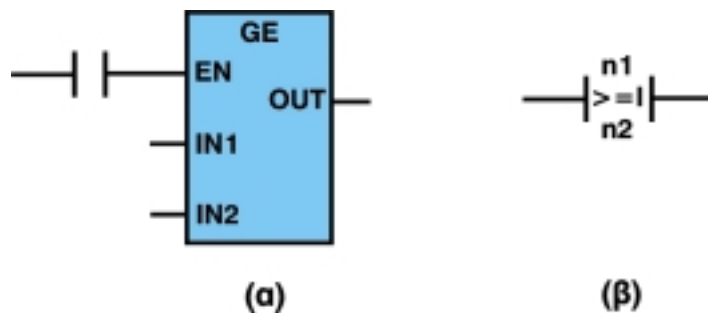
Σχήμα 8.4: Πρόγραμμα σε γλώσσα Ladder για τη δημιουργία μη παλμογεννήτριας με εντολές SET και RESET

Και στις δύο περιπτώσεις χρησιμοποιούνται χρονικά με βάση χρόνο 100ms, ώστε ο μετρούμενος χρόνος να είναι 5sec.

Στα δύο προγράμματα, που έχουμε δείξει στα σχήματα 8.3 και 8.4, η μορφή της παλμογεννήτριας είναι συμμετρική ( $t_{on} = t_{off}$ ). Με κατάλληλη ρύθμιση των χρονικών μπορεί η σχέση των  $t_{on}$  και  $t_{off}$  να είναι οποιαδήποτε. Επίσης παρατηρήστε ότι η χρονική διαδοχή είναι  $t_{on} - t_{off}$ .

Μπορούμε να δημιουργήσουμε παλμογεννήτρια χρησιμοποιώντας ένα μόνο χρονικό, σε συνεργασία με βαθμίδες σύγκρισης. Η διαδικασία είναι η εξής: Το χρονικό μας δίνει τη δυνατότητα να παρακολουθούμε την τρέχουσα τιμή του χρόνου. Την τιμή αυτή τη συγκρίνουμε με τις τιμές που θέλουμε.

Οι εντολές σύγκρισης έχουν τη μορφή box ή επαφής, ανάλογα με την εταιρεία. Στο σχήμα 8.5 βλέπουμε τις πιο συνηθισμένες μορφές απεικόνισης των εντολών αυτών.

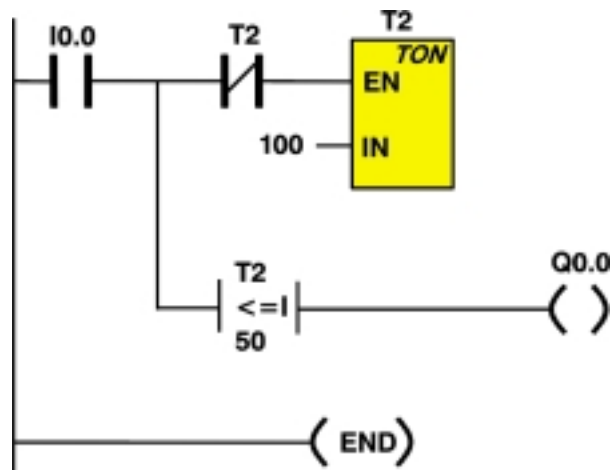


Σχήμα 8.5: Μορφή εντολών σύγκρισης

Στο (α) αφού ενεργοποιηθεί η είσοδος EN, η έξοδος OUT γίνεται λογικό 1 όταν το περιεχόμενο της εισόδου IN1 γίνει μεγαλύτερο ή ίσο (Greater or Equal) από αυτό της IN2. Αντίστοιχα στο (β) η επαφή ενεργοποιείται όταν  $n1 \geq n2$ , ενώ το I δηλώνει ότι οι αριθμοί που συγκρίνονται είναι ακέραιοι. Εννοείται ότι μπορούν να γίνουν και οι υπόλοιπες λογικές συγκρίσεις.

Να σημειώσουμε πάντως ότι για τη μορφή των εντολών αυτών πρέπει να συμβουλευτείτε το φυλλάδιο οδηγιών (Instruction Set) της εταιρείας πριν τις χρησιμοποιήσετε.

Ας δούμε τώρα πώς θα δημιουργήσουμε μία παλμογεννήτρια με τη χρήση ενός μόνο χρονικού. Τη διαδικασία την περιγράψαμε ήδη προηγούμενα. Στο σχήμα 8.6 βλέπουμε τη μορφή που έχει το πρόγραμμα.



Σχήμα 8.6: Παλμογεννήτρια με χρήση ενός χρονικού και συγκριτή

Παρατηρήστε στο σχήμα 8.6 ότι η διαχείριση της μέτρησης γίνεται με τη μορφή ακεραίου (integer). Να θυμίσουμε επίσης ότι το χρονικό που θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί είναι τύπου On Delay, με βάση χρόνο 100 ms.

## Διαδικασία

Κατά την εκτέλεση της άσκησης ακολουθήστε τα εξής βήματα:

### A. Δημιουργία προγράμματος

1. Ενεργοποιήστε το λογισμικό προγραμματισμού και ελέγχου του PLC.
2. Συνδέστε τον Η/Υ με το PLC και ελέγξτε τη σύνδεση.
3. Δημιουργήστε το πρόγραμμα που περιγράφεται στο σχήμα 8.3.

**Προσοχή:** Να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή χρονικού με τη σωστή βάση χρόνου (100msec).

4. Αποσφαλματώστε το πρόγραμμα, αποθηκεύστε το στη μνήμη του Η/Υ και μεταφέρετέ το στο PLC.

### B. Επαλήθευση του προγράμματος

1. Συνδέστε ένα διακόπτη στην είσοδο Ι0.0 του PLC και μια ενδεικτική λυχνία στην έξοδο Q0.0.
2. Κλείστε το διακόπτη της εισόδου Ι0.0 και παρακολουθήστε την ενεργοποίηση της ενδεικτικής λυχνίας. Ποιο είναι το αποτέλεσμα;
3. Ενεργοποιήστε τη λειτουργία με την οποία μπορείτε να παρακολουθείτε την μεταβολή της εξόδου μέσω του Η/Υ (π.χ. τη Status On).
4. Ανοίξτε το διακόπτη της εισόδου Ι0.0.

### Γ. Τροποποιήσεις στο πρόγραμμα με χρήση εντολών SET-RESET

1. Δημιουργήστε το πρόγραμμα που περιγράφεται στο σχήμα 8.4.
2. Κάνετε όλες τις απαραίτητες ενέργειες, ώστε να επαληθεύσετε τη σωστή λειτουργία του κυκλώματος.
3. Κάνετε τις απαραίτητες μεταβολές στο πρόγραμμα, ώστε ο χρόνος  $t_{on}$  να είναι διπλάσιος από τον  $t_{off}$ .
4. Επαληθεύστε τη σωστή λειτουργία του προγράμματος.
5. Κάνετε τις απαραίτητες αλλαγές στο πρόγραμμα, ώστε η παλμοσειρά να ξεκινά από την τιμή 0 (δηλαδή η ενδεικτική λυχνία να είναι αρχικά απενεργοποιημένη).
6. Επαληθεύστε τη σωστή λειτουργία του προγράμματος.

### Δ. Δημιουργία και επαλήθευση προγράμματος με ένα χρονικό και συγκριτή

1. Γράψτε στον Η/Υ το πρόγραμμα που περιγράφεται στο σχήμα 8.6, απασφαλματώστε το και αποθηκεύστε το.
2. Κλείστε το διακόπτη της εισόδου Ι0.0 του PLC και παρακολουθείτε την εξέλιξη του προγράμματος μέσα από τον Η/Υ. Από ποια κατάσταση ξεκινά η παλμοσειρά;

3. Ανοίξτε το διακόπτη της εισόδου I0.0.

## Ε. Τροποποιήσεις στο πρόγραμμα με ένα χρονικό και συγκριτή

1. Τροποποιήστε το τελευταίο πρόγραμμα, ώστε να ελέγχει δύο διαφορετικές λάμπες που ανάβουν εναλλάξ.
2. Επαληθεύστε την καλή λειτουργία του προγράμματος.
3. Τροποποιήστε ξανά το πρόγραμμα, ώστε να ελέγχει μια μόνο ενδεικτική λυχνία, αλλά ο χρόνος που μένει αναμμένη να είναι διπλάσιος από τον χρόνο που μένει σβηστή.
4. Επαληθεύστε την καλή λειτουργία του προγράμματος.
5. Κλείστε τη τροφοδοσία του PLC και αποσυνδέστε το διακόπτη και την ενδεικτική λυχνία.

## ΣΤ. Παρατηρήσεις - Συμπεράσματα



# Άσκηση 9

## Προγραμματισμός μετρητών και συνδυασμός μετρητή-συγκριτών



## 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 δημιουργία ενός αυτοματισμού ελέγχου του αριθμού των αυτοκινήτων σε χώρο στάθμευσης δύο εισόδων και δύο εξόδων, με χρήση προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή (PLC).
- ⇒ να χειρίζονται εντολές μετρητών και σύγκρισης σε πρόγραμμα για PLC.
- ⇒ να χειρίζονται λογισμικό παρακολούθησης της λειτουργίας του αυτοματισμού μέσω υπολογιστή.

## Απαραίτητα εξαρτήματα

Για την πραγματοποίηση της άσκησης είναι απαραίτητα τα εξής υλικά:

- ✓ Μία διάτρητη πινακίδα με ράγες
- ✓ Ένα PLC τουλάχιστον 12 εισόδων, 8 εξόδων
- ✓ Ένα προσομοιωτή εισόδων
- ✓ Ένα χειροκίνητο διακόπτη, με επαφές NO-NC
- ✓ Κλέμες ράγας για τις απαραίτητες καλωδιώσεις

## Βασική θεωρία

Είδαμε σε προηγούμενη άσκηση τον αυτοματισμό για φωτεινή ένδειξη πληρότητας και για κίνηση μιας μπάρας σε ένα χώρο στάθμευσης 50 θέσεων.

Στην άσκηση αυτή θα δούμε τις μεταβολές που γίνονται όταν ο χώρος έχει περισσότερες από μια εισόδους και εξόδους (έστω από δύο). Θα δούμε επίσης πώς μπορούμε να αντικαταστήσουμε μετρητές από ένα μετρητή και συγκριτές.

Στο παρόν πρόβλημα αντί μιας εισόδου έχουμε δύο, άρα έχουμε δύο φωτοκύτταρα εισόδων. Το ίδιο και για τα φωτοκύτταρα εξόδου. Επίσης υπάρχουν δύο μπάρες εισόδων. Στην περίπτωση αυτή μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το ίδιο πρόγραμμα με αυτό που γνωρίσαμε, με τη διαφορά ότι οι επαφές των δύο φωτοκυττάρων εισόδων θα τοποθετηθούν παράλληλα στις εισόδους CU των μετρητών και οι επαφές των φωτοκυττάρων εξόδου παράλληλα στις εισόδους CD.

Ας δούμε όμως και έναν άλλο τρόπο, χρησιμοποιώντας ένα μόνο μετρητή. Είδαμε σε προηγούμενη άσκηση πώς διαβάζουμε το περιεχόμενο ενός χρονικού και το συγκρίνουμε με μια σειρά αριθμών. Το ίδιο μπορούμε να κάνουμε και με το μετρητή.

Ας ξεκινήσουμε καταγράφοντας τις εισόδους και τις εξόδους. Στον πίνακα εισόδων θα δείτε ότι υπάρχει μία μόνο είσοδος για μπουτόν START. Στην εφαρμογή χρησιμοποιούνται δύο μπουτόν, που όμως συνδέονται παράλλη-

ήδη, ώστε το σύνολο των απαιτούμενων εισόδων τελικά δεν ξεπερνά τις 12. Οι συνδέσεις θα μπορούσαν να γίνουν και διαφορετικά: τα φωτοκύτταρα εισόδου, όπως και φωτοκύτταρα εξόδου να συνδεθούν παράλληλα στις ίδιες εισόδους του PLC και να συνδεθούν ανεξάρτητα τα μπουτόν START. Με αυτόν τον τρόπο απαιτούνταν 11 εισοδοί.

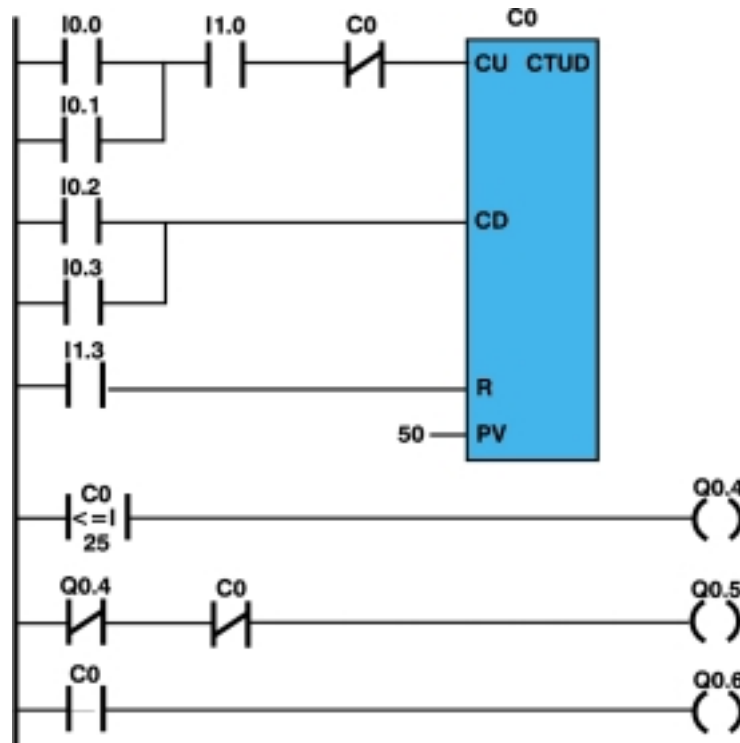
ΕΙΣΟΔΟΙ

- Ι0.0: φωτοκύτταρο εισόδου Α-Ν0
- Ι0.1: φωτοκύτταρο εισόδου Β-Ν0
- Ι0.2: φωτοκύτταρο εξόδου Γ-Ν0
- Ι0.3: φωτοκύτταρο εξόδου Δ-Ν0
- Ι0.4: πάνω τερματικός εισόδου Α-Ν0
- Ι0.5: κάτω τερματικός εισόδου Α-Ν0
- Ι0.6: πάνω τερματικός εισόδου Β-Ν0
- Ι0.7: κάτω τερματικός εισόδου Β-Ν0
- Ι1.0: μπουτόν START-Ν0
- Ι1.1: επαφή Ν0 του θερμικού Α
- Ι1.2: επαφή Ν0 του θερμικού Β
- Ι1.3: μπουτόν START για reset των μετρητών -Ν0

ΕΞΟΔΟΙ

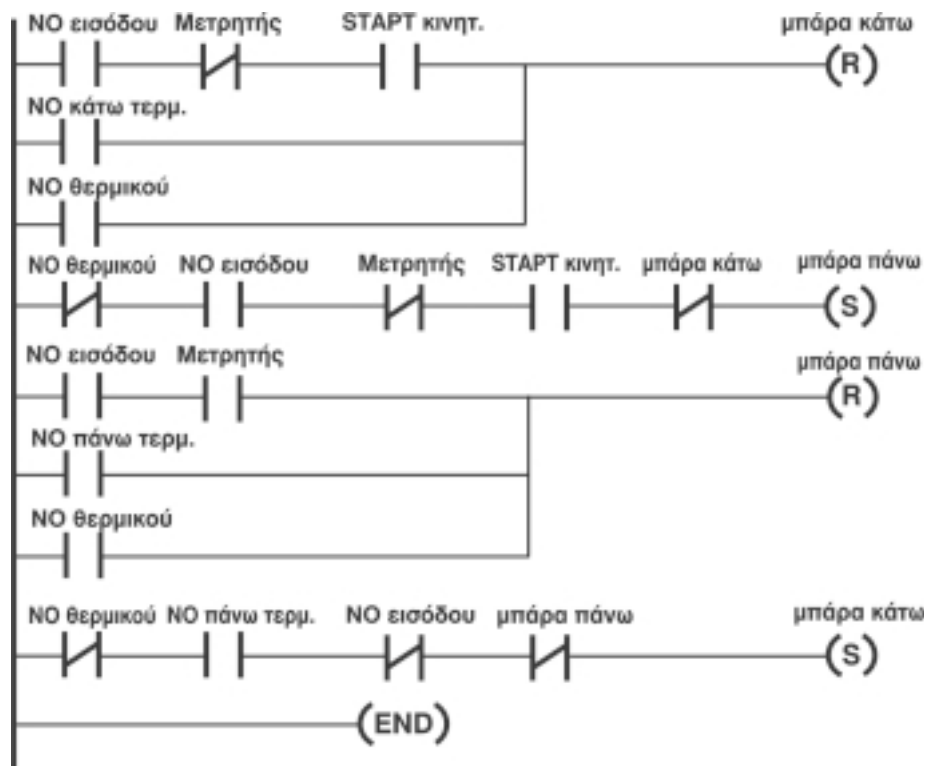
- Q0.0: μπάρα εισόδου Α πάνω
- Q0.1: μπάρα εισόδου Α κάτω
- Q0.2: μπάρα εισόδου Β πάνω
- Q0.3: μπάρα εισόδου Β κάτω
- Q0.4: πράσινη ενδεικτική λυχνία
- Q0.5: πορτοκαλί ενδεικτική λυχνία
- Q0.6: κόκκινη ενδεικτική λυχνία
- Q0.7: ενδεικτική λυχνία υπερφόρτισης

Δουλεύοντας όπως στην προηγούμενη άσκηση, έχουμε για τη φωτεινή σήμανση πληρότητας του χώρου το πρόγραμμα που φαίνεται στο σχήμα 9.1. Βλέπουμε ότι το πρόγραμμα αυτό είναι περισσότερο κατανοητό από το προηγούμενο. Παρατηρήστε επίσης τη λειτουργία της κλειστής επαφής C0 στην είσοδο UP. Η επαφή αυτή απομονώνει τις εισόδους που αυξάνουν την μέτρηση, όταν συμπληρωθεί ο αριθμός 50, αφού δεν πρόκειται περισσότερα αυτοκίνητα να εισέλθουν στο χώρο στάθμευσης (θα μπορούσαμε αντί των Ν0 επαφών των φωτοκυττάρων των εισόδων να χρησιμοποιήσουμε τις Ν0 επαφές των πάνω τερματικών, οπότε δεν θα χρειαζόταν η επαφή C0).



Σχήμα 9.1: Πρόγραμμα Ladder για τη φωτεινή σήμανση πληρότητας ενός χώρου στάθμευσης με έναν μετρητή και συγκριτή

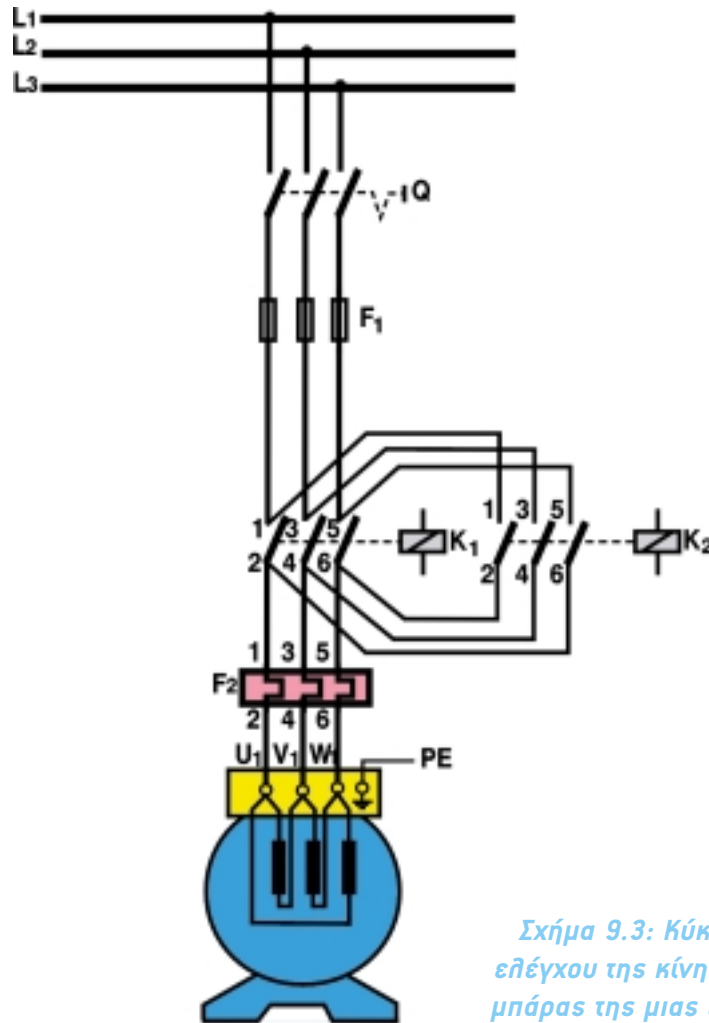
Ας σχεδιάσουμε τώρα το πρόγραμμα για τις δύο μπάρες στις εισόδους. Από την άσκηση 7 γνωρίζουμε ότι για την κίνηση της μιας μπάρας το πρόγραμμα έχει τη μορφή του σχήματος 9.2.



Σχήμα 9.2: Μορφή προγράμματος σε γλώσσα Ladder για την κίνηση μπάρας σε χώρο στάθμευσης μιας εισόδου, μίας εξόδου

Για να δημιουργήσουμε το πρόγραμμα για δύο εισόδους με δύο μπάρες, επαναλαμβάνουμε δύο φορές το πρόγραμμα, θέτοντας τις σωστές εισόδους και εξόδους. Πιο σωστό όμως είναι να προχωρήσουμε σε μικρή αναμόρφωση του νέου προγράμματος, ώστε να μην έχουμε επαναλήψεις.

Το κύκλωμα ισχύος αποτελείται από επανάληψη του σχήματος αναστροφής φοράς, που έχουμε ήδη γνωρίσει, δύο φορές (μία για κάθε είσοδο του χώρου στάθμευσης). Οι έξοδοι Q0.0 και Q0.1 ενεργοποιούν τα ρελέ K1 και K2 στην μία είσοδο, ενώ οι έξοδοι Q0.2 και Q0.3 στην άλλη. Επίσης υπάρχουν δύο θερμικά.



Σχήμα 9.3: Κύκλωμα ελέγχου της κίνησης της μπάρας της μιας εισόδου

## 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.
5. Αποσφαλματώστε το πρόγραμμα και μεταφέρετέ το στο PLC. Σώστε το πρόγραμμα στον κατάλογο και με το όνομα που θα σας δώσει ο καθηγητής σας. Ελέγξτε να έχει τοποθετηθεί η σωστή επέκταση.
6. Συνδέστε στις εισόδους του PLC τον κατάλληλο προσομοιωτή εισόδων. Ανοίξτε όλους τους διακόπτες του.
7. Ενεργοποιήστε τη κατάλληλη λειτουργία του λογισμικού, ώστε να παρακολουθείτε την εξέλιξη του προγράμματος μέσω του υπολογιστή (π.χ. λειτουργία Status On).
8. Ελέγξτε την καλή λειτουργία του προγράμματος: Ανοιγοκλείστε πολλές φορές τους διακόπτες των εισόδων IO.0 και IO.1 (αντιστοιχούν στα φωτοκύτταρα εισόδων) και καταγράψτε τις εξόδους που ενεργοποιούνται. Είναι οι αναμενόμενες;
9. Στη συνέχεια ανοιγοκλείστε τους διακόπτες των εισόδων IO.2 και IO.3. Πώς μεταβάλλεται τώρα η κατάσταση των εξόδων;
10. 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. Για να αλλάξετε το πρόγραμμα ακυρώστε την εντολή για παρακολούθηση της εξέλιξης του προγράμματος στον υπολογιστή.
2. Συμπληρώστε το πρόγραμμα με το κομμάτι που αναφέρεται στην κίνηση της μπάρας.
3. Αποσφαλματώστε το καινούργιο πρόγραμμα, αποθηκεύστε το και μεταφέρετέ το στο PLC.
4. Ενεργοποιήστε ξανά τη λειτουργία του λογισμικού, ώστε να παρακολουθείτε την εξέλιξη του προγράμματος μέσω του υπολογιστή (π.χ. λειτουργία Status On).
5. Ελέγξτε την καλή λειτουργία του προγράμματος ως εξής: αρχικά ανοίξτε όλους τους διακόπτες των εισόδων. Κλείστε στιγμιαία το διακόπτη της εισόδου I1.3, ώστε να μηδενιστεί το περιεχόμενο του μετρητή.
6. Ανοιγοκλείστε τους διακόπτες των εισόδων, ώστε να μεταβάλλετε το περιεχόμενο του μετρητή. Όταν το περιεχόμενο του μετρητή είναι 30 κλείστε το διακόπτη της εισόδου IO.0 και αφήστε τον κλειστό (δηλαδή ένα αυτοκίνητο βρίσκεται μπροστά στην είσοδο). Ποιές έξοδοι είναι ενεργοποιημένες;
7. Ανοιγοκλείστε μια φορά το διακόπτη της εισόδου I1.0 (αντιστοιχεί στο μπουτόν START). Ποια έξοδος ενεργοποιείται;
8. Κλείστε στιγμιαία το διακόπτη της εισόδου που αντιστοιχεί στον πάνω τερματικό διακόπτη της αντίστοιχης εισόδου του χώρου στάθμευσης. Τι άλλαξε στη κατάσταση των εξόδων;
9. Ανοίξτε το διακόπτη της εισόδου IO.0 (δηλαδή το αυτοκίνητο μετακινήθηκε από την είσοδο). Ποια είναι τώρα η κατάσταση των εξόδων;

10. Κλείστε στιγμιαία το διακόπτη της εισόδου που αντιστοιχεί στον κάτω τερματικό διακόπτη της αντίστοιχης εισόδου του χώρου. Ποια είναι η κατάσταση των εξόδων;
11. Συνεχίστε να ενεργοποιείτε τις εισόδους που αντιστοιχούν στα φωτοκύτταρα εισόδων, μέχρι να συμπληρωθεί ο αριθμός 50 στο μετρητή. Κλείστε τότε στιγμιαία το διακόπτη της εισόδου I1.0. τι παρατηρείτε;
12. Κάνετε όλες τις απαραίτητες ενέργειες ώστε να ελέγξετε τη σωστή λειτουργία του κυκλώματος (τερματικοί διακόπτες, θερμικά).

## Γ. Σύνδεση των στοιχείων εισόδου και έλεγχος

### **Να γίνεται με την παρουσία του καθηγητή**

1. Συνδέστε στις εισόδους και τις εξόδους του PLC όλα τα απαραίτητα στοιχεία.
2. ΑΝΟΙΞΤΕ ΤΟ ΔΙΑΚΟΠΤΗ Q.
3. Κάνετε όλες τις απαραίτητες ενέργειες, ώστε να διαπιστώσετε την καλή λειτουργία της κατασκευής σας.
4. Αν τα αποτελέσματα είναι τα αναμενόμενα τότε και μόνο τότε μπορείτε να συνεχίσετε τη διαδικασία, κλείνοντας τον διακόπτη Q.
5. Επαληθεύστε τη σωστή λειτουργία του ολοκληρωμένου κυκλώματος.

## Δ. Παρατηρήσεις - Συμπεράσματα





# Άσκηση 10

## Εκκίνηση Ασύγχρονου Τριφασικού Κινητήρα Βραχυκυκλωμένου Δρομέα με Αστέρα-Τρίγωνο



## Στόχοι της άσκησης

### διάρκεια άσκησης: 6 διδακτικές ώρες

Στο τέλος της άσκησης οι μαθητές θα είναι ικανοί:

- ⇒ να επιλέγουν τα κατάλληλα όργανα και υλικά ώστε να δημιουργούν, με χρήση ενός προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή (PLC), ένα κύκλωμα για την αυτόματη εκκίνηση ενός ΑΤΚΒΔ σε συνδεσμολογία αστέρα-τρίγωνο.
- ⇒ 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 την λειτουργία του μέσω υπολογιστή.

## Απαραίτητα εξαρτήματα

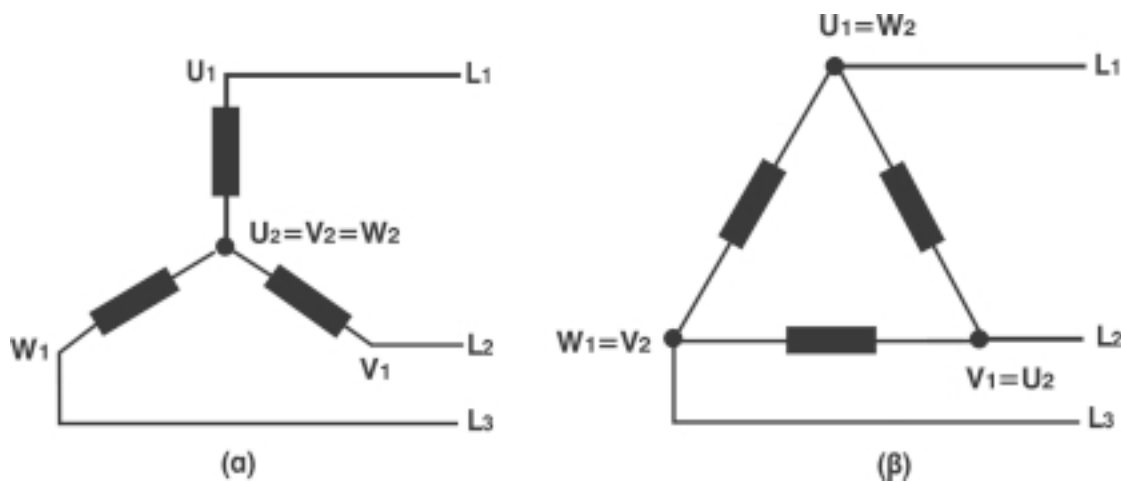
Για την πραγματοποίηση της άσκησης είναι απαραίτητα τα εξής υλικά:

- ✓ Μία διάτρητη πινακίδα με ράγες
- ✓ Ένα PLC τουλάχιστον 6 ψηφιακών εισόδων, 6 ψηφιακών εξόδων
- ✓ Μια μονάδα προσομοίωσης εισόδων
- ✓ Ένα μπουτόν start, με επαφή NO
- ✓ Ένα Μπουτόν stop με επαφή NC
- ✓ Ένα τριφασικό ασφαλειοδιακόπτη τουλάχιστον 16 A
- ✓ Ένας μονοπολικός διακόπτης
- ✓ Τέσσερα ρελέ ισχύος (πηνία 220V<sub>AC</sub>)
- ✓ Ένα θερμικό με μία επαφή NC και μία NO
- ✓ Ένα Ασύγχρονος Τριφασικός Κινητήρας Βραχυκυκλωμένου Δρομέα
- ✓ Κλέμες ράγας για τις απαραίτητες καλωδιώσεις

## Βασική θεωρία

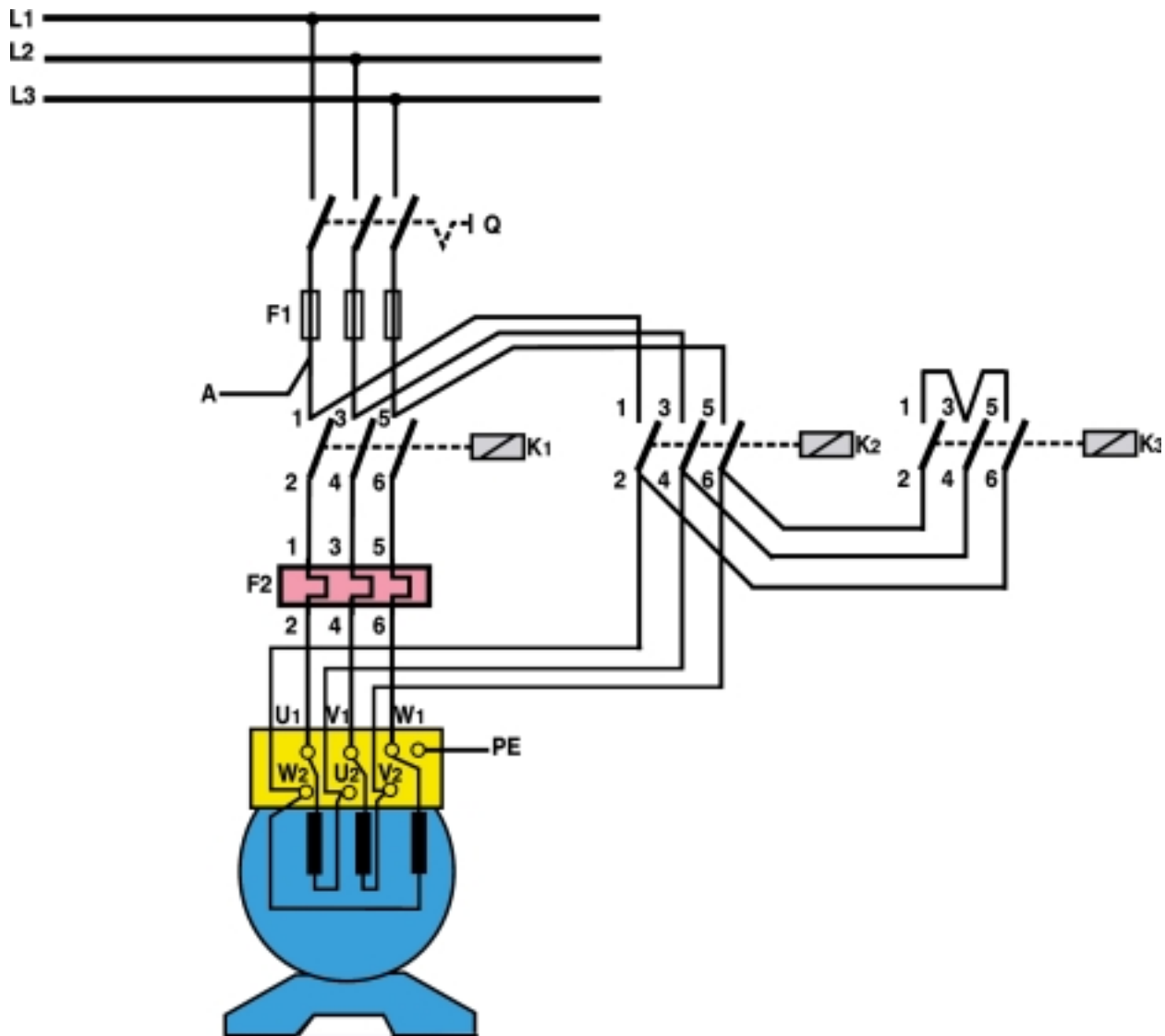
Επιδιώκουμε, κατά την εκκίνηση ενός ΑΤΚΒΔ, τα τυλίγματα των φάσεων να συνδέονται στην αρχή σε αστέρα, γιατί έχουμε μικρό ρεύμα εκκίνησης, οπότε και μικρή βύθιση της τάσης του δικτύου. Επίσης έτσι πετυχαίνουμε ομαλή εκκίνηση του συστήματος με συνέπεια τον περιορισμό των μηχανικών καταπονήσεων των διαφόρων τμημάτων και συνδέσεων του συστήματος, καθώς και τον περιορισμό των καταπονήσεων των μονώσεων των τυλιγμάτων του κινητήρα από τις μετατοπίσεις των σπειρών λόγω των μαγνητικών δυνάμεων που αναπτύσσονται μεταξύ τους, καθώς διαρρέονται από το ρεύμα εκκίνησης. Όταν ο κινητήρας αποκτήσει τη μέγιστη ταχύτητα περιστροφής, τα τυλίγματα θα συνδεθούν κατά τρίγωνο ώστε αυτός να δουλεύει με το κανονικό του φορτίο.

Για να συνδεθούν τα τυλίγματα κατά αστέρα, πρέπει να συνδεθούν όπως στο σχήμα 10.1α, ενώ για τη συνδεσμολογία κατά τρίγωνο, όπως στο 10.1β.



Σχήμα 10.1: Συνδεσμολογίες των τυλιγμάτων ενός ΑΚΒΔ (α) κατά αστέρα και (β) κατά τρίγωνο

Το κύκλωμα ισχύος του αυτόματου διακόπτη αστέρα-τριγώνου είναι αυτό που φαίνεται στο σχήμα 10.2.



Σχήμα 10.2: Κύκλωμα ισχύος αυτόματου διακόπτη αστέρα-τριγώνου ενός ΑΤΚΒΔ

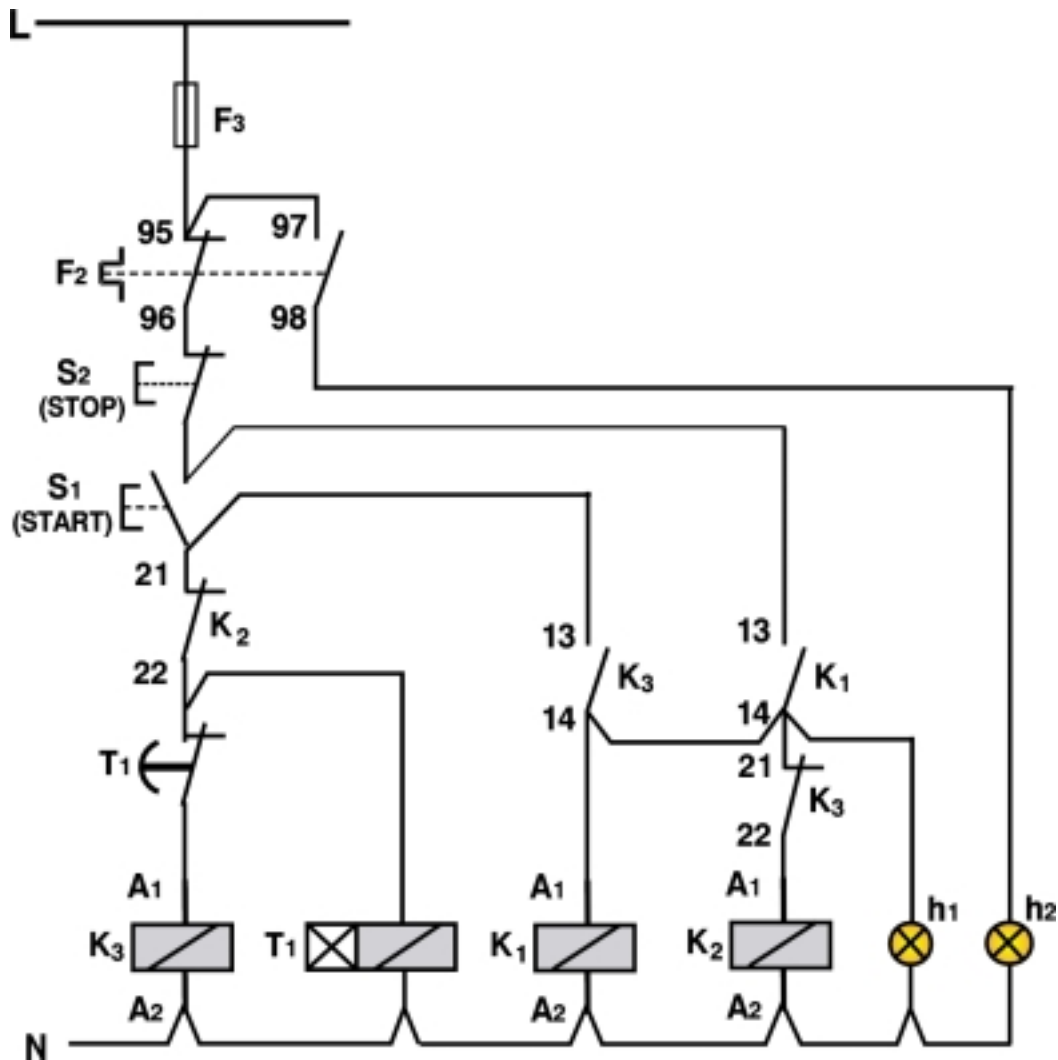
Το ρελέ K1 είναι το ρελέ δικτύου, το K2 είναι το ρελέ τριγώνου και το K3 είναι το ρελέ αστέρα.

Η μεταγωγή της σύνδεσης των τυλιγμάτων από αστέρα σε τρίγωνο γίνεται με τη βοήθεια χρονικού. Η αλλαγή γίνεται σε χρόνο ίσο με αυτόν που απαιτείται, ώστε το ρεύμα που απορροφά ο κινητήρας αμέσως μετά τη μεταγωγή να ισούται περίπου με το διπλάσιο του ονομαστικού ρεύματος του κινητήρα.

Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται επίσης στη ρύθμιση του θερμικού, που τελικά ρυθμίζεται στο 0.58 του ονομαστικού ρεύματος του κινητήρα.

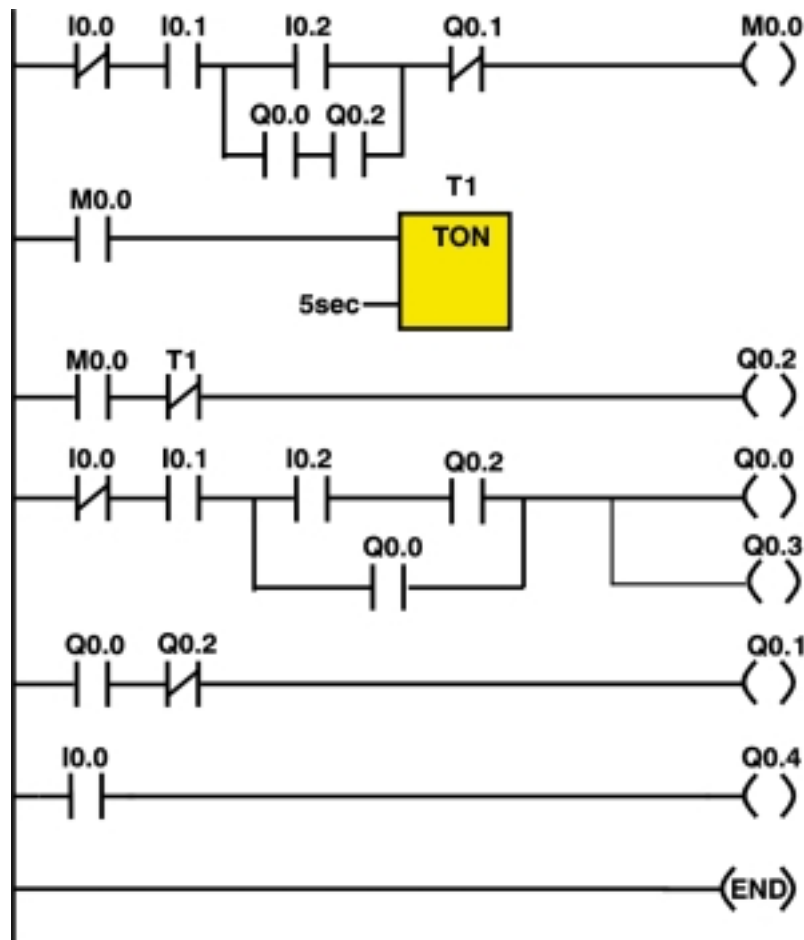
Για να σχεδιάσουμε το πρόγραμμα που υλοποιεί το βοηθητικό κύκλωμα, επιλέγουμε τη μέθοδο της μετατροπής του κυκλώματος ελέγχου του κλασικού αυτοματισμού, αφού το βοηθητικό κύκλωμα είναι γνωστό από τη θεωρία.

Στο σχήμα 10.3 βλέπουμε το βοηθητικό κύκλωμα σε κλασικό αυτοματισμό.



Σχήμα 10.3: Κύκλωμα ελέγχου αυτόματου διακόπτη Y-Δ ενός ΑΤΚΒΔ

Αν κάνουμε ακριβή μεταφορά του επαφικού κυκλώματος σε Ladder, δημιουργείται ένα πρόγραμμα με πολλές διακλαδώσεις, οπότε δεν έχουμε καλή εσοπτική εικόνα. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούμε marker για να ομαδοποιήσουμε κάποιες εντολές, οπότε δημιουργείται ένα πρόγραμμα καλύτερα κατανοητό. Στο σχήμα 10.4 βλέπουμε πώς γίνεται το πρόγραμμα. Επίσης είναι προτιμότερο να καθορίσουμε πρώτα τα “αυτοτελή” τμήματα του κυκλώματος και μετά να κάνουμε τη μεταφορά σε γλώσσα Ladder.



**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

**ΕΞΟΔΟΙ**

- Q 0.0 : πηνίο του ρελέ δικτύου
- Q 0.1 : πηνίο του ρελέ τριγώνου
- Q 0.2 : πηνίο του ρελέ αστέρα
- Q 0.3 : ενδεικτική λυχνία λειτουργίας του κινητήρα
- Q 0.4 : ενδεικτική λυχνία υπερφόρτισης του κινητήρα

Σχήμα 10.4: Πρόγραμμα σε Ladder για την εκκίνηση ΑΤΚΒΔ με Υ-Δ

**Σημείωση:** θα χρησιμοποιηθεί ένα on delay χρονικό. Ο συμβολισμός του που φαίνεται στο σχήμα 10.4 είναι ενδεικτικός. Συμβουλευτείτε το φυλλάδιο οδηγιών της εταιρείας για το σωστό συμβολισμό και τον τρόπο επιλογής της βάσης χρόνου, ώστε η χρονική καθυστέρηση να είναι 5 δευτερόλεπτα.

## Διαδικασία

Κατά την εκτέλεση της άσκησης ακολουθήστε τα εξής βήματα:

### A. Δημιουργία του κυκλώματος ισχύος για την εκκίνηση ενός ΑΤΚΒΔ σε Υ-Δ

1. Δημιουργήστε το κύκλωμα του σχήματος 10.2.
2. Ρυθμίστε το θερμικό.

### B. Δημιουργία του προγράμματος

1. Συνδέστε τον Η/Υ με το PLC με το ειδικό καλώδιο επικοινωνίας και ρυθμίστε την ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων.
2. Ενεργοποιήστε το λογισμικό προγραμματισμού του PLC.
3. Ελέγξτε την επικοινωνία μεταξύ Η/Υ και PLC.
4. Γράψτε σε γλώσσα Ladder το πρόγραμμα που περιγράφεται στο σχήμα 10.4.
5. Αποσφαλματώστε το πρόγραμμα και μεταφέρετέ το στο PLC.

### Γ. Έλεγχος του προγράμματος με τη μονάδα προσομοίωσης

1. Συνδέστε στην είσοδο του PLC τη μονάδα προσομοίωσης.
2. Ενεργοποιήστε την λειτουργία ώστε να παρακολουθείτε την εκτέλεση του προγράμματος μέσω του υπολογιστή (π.χ. λειτουργία Status On σε ένα τύπο PLC).
3. Ανοίξτε το διακόπτη της εισόδου IO.0 (αντιστοιχεί τη NO επαφή του θερμικού) και κλείστε αυτόν της εισόδου IO.1 (αντιστοιχεί στη NC επαφή του μπουτόν STOP).
4. Ελέγξτε μήπως υπάρχει ενεργοποιημένη έξοδος.
5. Ενεργοποιήστε (κλείστε) στιγμιαία το διακόπτη της εισόδου IO.2 (αντιστοιχεί στη NO επαφή του START) και καταγράψτε τις μεταβολές των εξόδων.
6. Ενεργοποιήστε (ανοίξτε) στιγμιαία το διακόπτη της εισόδου IO.1. Απενεργοποιούνται όλες οι έξοδοι;
7. Ενεργοποιήστε ξανά στιγμιαία την είσοδο IO.2. Στη συνέχεια κλείστε το διακόπτη της εισόδου IO.0. Ποια είναι η κατάσταση των εξόδων;

## Δ. Σύνδεση των στοιχείων εισόδου και εξόδου και έλεγχος του κινητήρα

### Να γίνεται με την παρουσία του καθηγητή

1. Αν οι απαντήσεις στα ερωτήματα Γ4-Γ7 ήταν οι αναμενόμενες, διακόψτε την ηλεκτροδότηση του PLC και προχωρήστε στην καλωδίωση των εισόδων σύμφωνα με τον πίνακα του σχήματος 10.3.
2. Πιέστε το μπουτόν START. Η ενεργοποίηση των εξόδων είναι η αναμενόμενη;
3. Πιέστε το μπουτόν STOP. Σταματά η ενεργοποίηση όλων των εξόδων;
4. 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;
5. Αν τα αποτελέσματα των ερωτήσεων 16-18 είναι τα αναμενόμενα, μπορείτε να συνεχίσετε την καλωδίωση των εξόδων του PLC. Διαφορετικά ελέγξτε τη σύνδεση των εισόδων.
6. Διακόψτε ξανά την ηλεκτροδότηση του PLC. Συνδέστε στη μονάδα εξόδου τα απαραίτητα στοιχεία.
7. Επαληθεύστε τη σωστή λειτουργία του κυκλώματος **παρουσία του καθηγητή σας**.
8. Πιέστε το μπουτόν START. Επιτυγχάνεται η ομαλή εκκίνηση του κινητήρα;
9. Πιέστε το μπουτόν STOP. Σταματά ο κινητήρας;
10. Πιέστε ξανά το μπουτόν START. Ενεργοποιείτε το θερμικό με τη βοήθεια του εξωτερικού χειριστηρίου δοκιμής του (Test). Ποια είναι τώρα η κατάσταση του κινητήρα;
11. Διακόψτε την ηλεκτροδότηση του PLC και αποσυνδέστε όλα τα στοιχεία εισόδου και εξόδου.
12. Ανοίξτε τον τριφασικό διακόπτη Q.

## Ε. Τροποποιήσεις

1. Επιλύστε το ίδιο πρόβλημα χρησιμοποιώντας διάγραμμα ροής και εντολές SET - RESET.
2. Σχεδιάστε το διάγραμμα ροής που επιλύει το πρόβλημα.
3. Σχεδιάστε το πρόγραμμα Ladder που υλοποιεί το διάγραμμα ροής που σχεδιάσατε.
4. Αποσφαλματώστε το πρόγραμμα και φορτώστε το στο PLC.
5. Συνδέστε στην είσοδο του PLC τη μονάδα προσομοίωσης.
6. Προχωρείστε στην ηλεκτροδότηση του PLC, ΚΡΑΤΩΝΤΑΣ ΑΝΟΙΚΤΟ ΤΟ ΔΙΑΚΟΠΤΗ Q.
7. Επαναλάβετε τα ερωτήματα Γ4-Γ7, για τον έλεγχο του προγράμματός σας.

## ΣΤ. Παρατηρήσεις - Συμπεράσματα