



**ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ**

---

**Πτυχιακή εργασία**  
**<< Προστασία και έλεγχος ηλεκτροκινητήρα με χρήση PLC >>**  
**<< Protection and control of an electric motor via PLC >>**

**Αναστασίου Αλέξιος Α.Μ: 40040**  
**Μισαηλίδης Λάζαρος Α.Μ: 40021**

**Επιβλέπων καθηγητής : Καραϊσάς Πέτρος**

**Αθήνα Μάρτιος 2017**

## Πρόλογος

Στην παρούσα, θα παρουσιάσουμε τα συστήματα εκείνα που χρειάζονται ώστε να σχεδιάσουμε και να υλοποιήσουμε έναν αυτοματισμό με την χρήση PLC αλλά και για να προστατεύσουμε τα φορτία μας από πιθανές υπερφορτίσεις. Στόχος είναι ο έλεγχος και η προστασία κινητήρων με PLC με τρόπο τέτοιο που ο αναγνώστης να κατανοήσει τον τρόπο λειτουργίας και χρήσης των επιμέρους βασικών στοιχείων του αυτοματισμού.

Επιγραμματικά θα βρούμε στην παρούσα διάφορα είδη θερμικών για προστασία κινητήρων και διάφορα είδη ηλεκτρονόμων ισχύος τα οποία δεν αναλύονται με σκοπό αφενός να μην κουράσουν τον αναγνώστη και αφετέρου για να μπορέσουμε να δώσουμε έμφαση στα στοιχεία εκείνα τα οποία είναι πραγματικά αναγκαία στην σημερινή σχεδίαση και υλοποίηση ενός συστήματος αυτοματισμού.

Για τον προγραμματισμό του PLC χρησιμοποιήσαμε το πρόγραμμα Logo Comfort V8.0.0. DEMO της SIEMENS επειδή είναι ιδανικό πρόγραμμα για σχεδιασμό με γραφικά στοιχεία, δίνεται δωρεάν και είναι πρόγραμμα που χρησιμοποιεί μια από τις μεγαλύτερες κατασκευάστριες εταιρίες PLC.

Στο πρόγραμμα μας θα βρούμε ένα τυπικό σύστημα αυτόματου ελέγχου πάρκινγκ το οποίο όμως δεν περιέχει έτοιμους αυτοματισμούς όπως αυτόματο εκδότη εισιτηρίου και αυτόματο μηχάνημα πληρωμής γιατί τα εν λόγω μηχανήματα είναι μηχανήματα τα οποία είναι “έτοιμα” προς χρήση και δεν επιδέχονται προγραμματισμού.

## Περιεχόμενα

### 1) Προστασία ηλεκτροκινητήρων

- ΓΕΝΙΚΑ
- Θερμικοί ηλεκτρονόμοι υπερφόρτισης με διμεταλλικά στοιχεία
- Απαιτούμενος χρόνος απόκρισης θερμικού

### 2) Ηλεκτρονόμοι

- Μέρη ηλεκτρονόμου με ηλεκτρομαγνήτη
- Τρόπος λειτουργίας ηλεκτρονόμου με ηλεκτρομαγνήτη
- Τρόπος λειτουργίας ηλεκτρονόμου ημιαγωγών
- Κατηγορίες ηλεκτρονόμων
- Επαφές ηλεκτρονόμων ισχύος

### 3) Η εξέλιξη των αυτοματισμών και οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές (PLC)

- Τι είναι ο προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής
- Πλεονεκτήματα των προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών.
- Η δομή ενός προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή.

### 4) Μονάδες ενός PLC

- Πλαίσιο τοποθέτησης μονάδων
- Μονάδα τροφοδοσίας
- Κεντρική μονάδα επεξεργασίας
- Μνήμη RAM
- Μνήμη EEPROM
- Μνήμη ROM
- Μονάδες εισόδων – εξόδων
- Οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές της αγοράς
- Τα Modular PLC
- Συμπαγή PLC

### 5) Αρχή λειτουργίας ενός προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή.

### 6) Προγραμματισμός ενός προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή.

- Γλώσσες προγραμματισμού των προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών
- Συσκευές προγραμματισμού των προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών.
- Τρόπος ανάπτυξης ενός συστήματος αυτοματισμού με τη χρήση προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή.

### 7) Ανάπτυξη προγράμματος σε προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή

- Γενικά
- Συνδυαστικοί και ακολουθιακοί αυτοματισμοί
- Προγραμματιστικά χαρακτηριστικά και ονοματολογία των στοιχείων ενός προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή

### 8) Λογικές πύλες

- Άλγεβρα Boole
- Οι θεμελιώδεις λογικές πράξεις
- Ανάλυση θεμελιωδών πυλών

**9) Παράδειγμα προγράμματος PLC για χώρο στάθμευσης 14ων αυτοκινήτων**

→ *Κυρίως κύκλωμα (3φ κινητήρας)*

→ *Κυρίως κύκλωμα (1φ κινητήρας)*

→ *Πρόγραμμα PLC (σχεδιασμένο σε Siemens Logo Comfort V8.0.0 DEMO)*

→ *Βιβλιογραφία.*

## 1) Προστασία ηλεκτροκινητήρων

### ΓΕΝΙΚΑ

Η καταπόνηση ενός ηλεκτροκινητήρα είναι κυρίως θερμική και οφείλετε στο ρεύμα που απορροφάει από το δίκτυο. Για δοσμένη ισχύ  $P$  του φορτίου που κινεί και δοσμένη τάση δικτύου, ένας κινητήρας ρυθμίζει μόνος του το ρεύμα που απορροφά από το δίκτυο ώστε να ανταποκριθεί στα φορτία.

Υπερφόρτιση είναι η κατάσταση εκείνη κατά την οποία ένας κινητήρας απορροφά από το δίκτυο ρεύμα μεγαλύτερο του ονομαστικού του για κάποιο χρονικό διάστημα

#### Υπερφόρτιση έχουμε όταν:

- 1) Η ισχύς του φορτίου είναι μεγαλύτερη από την ονομαστική του κινητήρα
- 2) Ο κινητήρα τροφοδοτείτε με 2 από τις 3 φάσεις σε περίπτωση 3φ κινητήρα
- 3) Η τάση του δικτύου είναι μικρότερη από την ονομαστική
- 4) Μπλοκάρισμα στον άξονα του κινητήρα

Σε τέτοια περίπτωση ο ηλεκτροκινητήρας πρέπει να σταματήσει ώστε να μην υποστεί βλάβη στα τυλίγματα και στις μονώσεις

Στης ΕΗΕ η προστασία των ηλεκτρικών κυκλωμάτων από βραχυκύκλωμα και υπερφόρτιση γίνεται με αυτόματες ασφάλειες (παλαιότερα τήξης) με κατάλληλα χαρακτηριστικά (τύπου "B" και κατάλληλης ισχύς).

Στην περίπτωση των ηλεκτροκινητήρων, δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις ίδιες ασφάλειες γιατί κατά την εκκίνηση τους τραβάνε πολύ μεγαλύτερο ρεύμα από το ονομαστικό τους. Οι ασφάλειες που χρησιμοποιούνται στις ενεργοποιούνται σε περίπτωση τόσο μεγάλων ρευμάτων οπότε δεν θα μπορούσε να εκκινήσει κινητήρας. Λόγο αυτού, στα κυκλώματα ηλεκτροκινητήρων χρησιμοποιούμε ασφάλειες "βραδείας" ή αλλιώς τύπου "D" οι οποίες δεν ενεργοποιούνται άμεσα οπότε δίνουν χρόνο για την εκκίνηση του κινητήρα. Το γεγονός όμως αυτό είναι θετικό μόνο σε περίπτωση βραχυκυκλώματος, σε περίπτωση υπερφόρτισης η ασφάλεια δεν θα ενεργοποιηθεί με αποτέλεσμα την καταστροφή του κινητήρα.

Λόγο των παραπάνω, πρέπει να χρησιμοποιήσουμε άλλες διατάξεις ασφαλείας για την προστασία των ηλεκτροκινητήρων από υπερφόρτιση.

## Οι διατάξεις αυτές είναι:

- 1) Θερμικοί ηλεκτρονόμοι υπερφόρτισης με διμεταλλικά στοιχεία.
- 2) Ηλεκτρονικοί ηλεκτρονόμοι υπερφόρτισης
- 3) Διακόπτες ισχύος για την προστασία κινητήρων
- 4) Ηλεκτρονόμοι προστασίας με θερμίστορ
- 5) Διατάξεις με θερμομετρικές αντιστάσεις Pt 100
- 6) Ειδικό ηλεκτρονόμοι προστασίας ηλεκτροκινητήρων

Αναλύονται μόνο οι θερμικοί ηλεκτρονόμοι υπερφόρτισης με διμεταλλικά στοιχεία γιατί μόνο σε ειδικές περιπτώσεις χρησιμοποιούμε οποιαδήποτε άλλη διάταξη.

### Θερμικοί ηλεκτρονόμοι υπερφόρτισης με διμεταλλικά στοιχεία

Είναι το πιο συνηθισμένο και οικονομικό μέσο προστασίας ενός ηλεκτροκινητήρα και η συνηθέστερη ονομασία του είναι “θερμικό”. Η λειτουργία του θερμικού στηρίζεται στα διμεταλλικά ελάσματα που έχει για κάθε φάση. Τα ελάσματα αυτά, όταν υπερθερμανθούν ανοίγουν το κύκλωμα και προστατεύουν τον κινητήρα. Το θερμικό περιλαμβάνει και 2 βοηθητικές επαφές, ρύθμιση έντασης ρεύματος, μπουτόν επαναφοράς, μπουτόν διακοπής και μπουτόν δοκιμής.

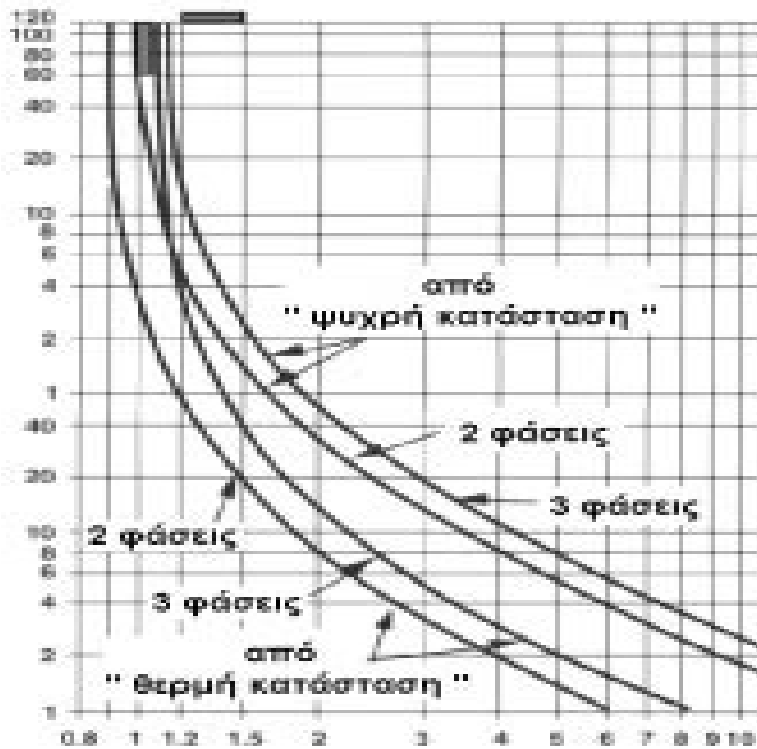
(οι βοηθητικές επαφές είναι μια NO και μια NC)



1. Τυπικό δείγμα θερμικού με διμεταλλικά στοιχεία

## Απαιτούμενος χρόνος απόκρισης θερμικού

Για να καμφθούν αρκετά τα διμεταλλικά στοιχεία και να ενεργοποιηθούν το θερμικό χρειάζεται κάποιος χρόνος από την στιγμή της υπερφόρτισης. Ο χρόνος αυτός εξαρτάτε από την ένταση του ρεύματος και από την κατάσταση που είναι το θερμικό. Ο χρόνος αυτός υπολογίζετε από τα διαγράμματα που παρέχει ο κατασκευαστής του θερμικού. Όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα, στην περίπτωση που η μια φάση είναι εκτός, ο χρόνος ενεργοποίησης του θερμικού είναι κατά πολύ μικρότερος από τον χρόνο ενεργοποίησης με τρεις ενεργές φάσεις είτε σε ψυχρή κατάσταση (κατάσταση εκκίνησης) είτε σε θερμή κατάσταση (κατάσταση λειτουργίας)



2. Διάγραμμα χρόνου απόκρισης θερμικού

## 2) Ηλεκτρονόμοι

Σε μια εγκατάσταση φωτισμού η διάταξη χειρισμού αποτελείται από έναν απλό διακόπτη για την τροφοδότηση η μη των φορτίων. Παρότι αυτός είναι ο ενδεδειγμένος και οικονομικότερος τρόπος χειρισμού ενός μικρού φορτίου φωτισμού, όταν υπάρχουν μεγάλα φορτία όπως κινητήρες ή όταν απαιτείται ο έλεγχος φορτίων από πολλά σημεία η χρήση διακοπών δεν ενδείκνυται. Για τις περιπτώσεις αυτές έχουμε τους ηλεκτρονόμους. Οι ηλεκτρονόμοι είναι ουσιαστικά διακόπτες που αλλάζουν κατάσταση όταν τους δοθεί ηλεκτρική εντολή. Η εντολή αυτή σπλίζει το ρελέ του ηλεκτρονόμου και το κύκλωμα λειτουργεί. Για αλλαγή κατάστασης πρέπει να σταματήσει η τροφοδοσία του πηνίου του ηλεκτρονόμου.

**Ένας ηλεκτρονόμος με ηλεκτρομαγνήτη αποτελείται από :**

- 1) το πηνίο
- 2) το σταθερό μέρος του πυρήνα
- 3) το κινητό μέρος του πυρήνα
- 4) το ελατήριο επαναφοράς
- 5) το σταθερό μέρος των επαφών
- 6) το κινητό μέρος των επαφών
- 7) τον δείκτη κατάστασης
- 8) εξωτερικό περίβλημα
- 9) βοηθητικές επαφές



3. Δείγμα τυπικού ηλεκτρονόμου ισχύος με ηλεκτρομαγνήτη.



## Τρόπος λειτουργίας ηλεκτρονόμου με ηλεκτρομαγνήτη:

Σε κατάσταση ηρεμίας, το κινητό μέρος των επαφών σπρώχνεστε από τα ελατήρια επαναφοράς με συνέπεια το κύκλωμα να είναι ανοικτό. Όταν τροφοδοτήσουμε το πηνίο του ηλεκτρονόμου, τότε η δύναμη του ηλεκτρομαγνήτη υπερνικά την δύναμη των ελατηρίων επαναφοράς με αποτέλεσμα το κύκλωμα να κλείσει. Ταυτόχρονα με την μεταγωγή των κύριων επαφών του ηλεκτρονόμου, γίνεται και μεταγωγή των βοηθητικών επαφών του από NC σε NO και το αντίστροφα (ανάλογα με την κατάσταση ηρεμίας της επαφής.)



4. Τυπικό δείγμα ηλεκτρονόμου ισχύος με ημιαγωγούς.

## Τρόπος λειτουργίας ηλεκτρονόμου ημιαγωγών

Αντίστοιχος είναι και ο τρόπος λειτουργίας ενός ηλεκτρονόμου ημιαγωγών μόνο που σε αυτή τη περίπτωση το πηνίο αντικαθίσταται από μια φωτοδίοδο και η εντολή λαμβάνεται από ένα φωτοτρανζίστορ το οποίο με την σειρά του δίνει εντολή σε άλλα ημιαγωγικά στοιχεία που αποτελούν το κύκλωμα εξόδου ώστε να ανοίξουν ή να κλείσουν το κύκλωμα.

## Κατηγορίες ηλεκτρονόμων:

Οι ηλεκτρονόμοι ισχύος χωρίζονται σε 2 βασικές κατηγορίες ανάλογα με το πόσο μεγάλα φορτία μπορούν να τροφοδοτήσουν. Έτσι έχουμε τους ηλεκτρονόμους ισχύος που τροφοδοτούν μεγάλα φορτία όπως κινητήρες και τους βοηθητικούς ηλεκτρονόμους που τροφοδοτούν πηνία ηλεκτρονόμων ισχύος, λυχνίες και άλλα μικρά φορτία.

Με την σειρά τους, οι ηλεκτρονόμοι ισχύος χωρίζονται σε 2 κατηγορίες ανάλογα την δομή τους. Οι κατηγορίες αυτές είναι οι ηλεκτρονόμοι ισχύος με ηλεκτρομαγνήτη που αναλύθηκε παραπάνω και οι ηλεκτρονόμοι ισχύος ημιαγωγών που παρουσιάστηκε επιγραμματικά.



5. Τυπικό δείγμα βοηθητικού ηλεκτρονόμου τύπου λυχνίας.



6. Τυπικό δείγμα ηλεκτρονόμου τυπωμένου κυκλώματος

Ομοίως χωρίζονται και οι βοηθητικοί ηλεκτρονόμοι ανάλογα με την κατασκευή τους σε βοηθητικούς ηλεκτρονόμους με ηλεκτρομαγνήτη (όπως οι ισχύος αλλά με πολύ μικρότερη αντοχή σε φορτία), βοηθητικοί ηλεκτρονόμοι τύπου λυχνίας (ο ποιο διαδεδομένος τύπος βοηθητικού ηλεκτρονόμου λόγω υψηλής ταχύτητας απόκρισης, μικρού κόστους και εύκολου τρόπου αλλαγής σε περίπτωση βλάβης), βοηθητικοί ηλεκτρονόμοι τυπωμένου κυκλώματος και βοηθητικοί ηλεκτρονόμοι ημιαγωγών (ίδιοι με του ηλεκτρονόμους ισχύος ημιαγωγών).

### **Επαφές ηλεκτρονόμων ισχύος:**

Οι ηλεκτρονόμοι ισχύος έχουν δύο κατηγορίες επαφών, τις κύριες και τις βοηθητικές. Οι κύριες επαφές των ηλεκτρονόμων είναι αυτές μέσω των οποίων περνάει το ρεύμα του φορτίου. Οι βοηθητικές επαφές είναι αυτές που χρησιμοποιούμε στο κύκλωμα του αυτοματισμού για λόγους αυτοματισμού, ασφάλειας και ένδειξης. Οι κύριες επαφές σε κατάσταση ηρεμίας είναι πάντα ανοικτές εκτός αν υπάρχει βλάβη. Αντίθετα οι βοηθητικές επαφές των ηλεκτρονόμων μπορεί να είναι είτε “κανονικά κλειστές” (NC) είτε “κανονικά ανοικτές” (NO). αυτές είναι οι καταστάσεις που μπορεί να έχει μια επαφή σε

κατάσταση ηρεμίας. Οι μεν NO παίρνουν νούμερα 13-14, 23-24.... X3 - X4 (δηλαδή το δεύτερο ψηφίο είναι πάντα 3-4 ενώ το πρώτο παίρνει για ευκολία αύξων αριθμό) ενώ οι NC παίρνουν αριθμούς 21-22, 31-32 .... X1-X2 (δηλαδή το δεύτερο ψηφίο είναι πάντα 1-2 ενώ το πρώτο παίρνει για ευκολία αύξων αριθμό). Συνηθέστερα οι ηλεκτρονόμοι ισχύος φέρουν 2 βοηθητικές επαφές όπως προαναφέραμε, όταν αυτές δεν είναι αρκετές, μπορούμε να προσθέσουμε επιπλέον επαφές σε μορφή “μπλοκ” οι οποίες κάνουν μεταγωγή ταυτόχρονα με τον ηλεκτρονόμο και μπορεί να είναι είτε κλειστές (NC) είτε ανοικτές (NO).



**7. Τυπικό δείγμα βοηθητικής επαφής μπλοκ (παρατηρούμε ότι και εδώ ακόμα τηρείτε η αρίθμηση που προαναφέραμε)**

### **3) Η εξέλιξη των αυτοματισμών και οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές (PLC)**

Η Εξέλιξη των αυτοματισμών, όπως ήταν φυσικό, ακολούθησε την πορεία εξέλιξης της τεχνολογίας. Οι πρώτοι αυτοματισμοί ήταν καθαρά μηχανικοί, όλοι οι έλεγχοι δηλαδή καθορίζονταν από την κίνηση γραναζιών και μοχλών. Το μεγάλο άλμα στους αυτοματισμούς έγινε με τη χρήση του ηλεκτρισμού. Το κύριο εξάρτημα των ηλεκτρολογικών αυτοματισμών είναι ο ηλεκτρονόμος.

Μετά τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο αρχίζει η ηλεκτρονική εποχή. Ήδη από τις αρχές του 20ου αιώνα έχουμε τις πρώτες ηλεκτρονικές συσκευές, το ραδιόφωνο και αργότερα, την τηλεόραση, τους ασύρματους και το ραντάρ. Το κύριο εξάρτημα αυτών των συσκευών ήταν η ηλεκτρονική λυχνία. Η ανακάλυψη του τρανζίστορ το 1950 ήταν η αρχή της ηλεκτρονικής επανάστασης των ημιαγωγών. Το θαυματουργό αυτό στοιχείο αντικατέστησε την ακριβή, ογκώδη και ενεργοβόρα ηλεκτρονική λυχνία και έκανε τις ηλεκτρονικές συσκευές μικρότερες, εύκολες στην κατασκευή και απείρως πιο φθηνές.

Το 1945 κατασκευάστηκε ο πρώτος ηλεκτρονικός υπολογιστής, ο ENIAC, ο οποίος χρησιμοποιούσε λυχνίες. Ο ENIAC δεν θύμιζε σε τίποτα τους σημερινούς υπολογιστές, ήταν ένα ολόκληρο εργοστάσιο το οποίο έλυne μαθηματικές εξισώσεις. Μετά το 1950 και με την χρήση των τρανζίστορ έχουμε τους πρώτους πραγματικούς υπολογιστές, οι οποίοι χρησιμοποιούνται κυρίως στο θέμα της μηχανογράφησης, δηλαδή στην αποθήκευση και διαχείριση μεγάλων αρχείων δεδομένων.

Από τη δεκαετία του 60 ήδη οι μηχανικοί άρχισαν να σκέφτονται τρόπους για να αξιοποιήσουν τις καταπληκτικές δυνατότητες των υπολογιστών στη βιομηχανία. Από τις πρώτες εφαρμογές των υπολογιστών στη βιομηχανία ήταν οι αυτόματες εργαλειομηχανές (τόρνοι, φρέζες κλπ.), οι οποίες μέχρι τότε χρησιμοποιούσαν κυρίως μηχανολογικούς και λιγότερο ηλεκτρολογικούς αυτοματισμούς. Η επιτυχημένη αυτή εφαρμογή οδήγησε τους μηχανικούς να αρχίσουν να σκέφτονται την αντικατάσταση όλων των αυτοματισμών ενός εργοστασίου από ένα υπολογιστή. Μέχρι όμως την δεκαετία του 80 αυτό ήταν αδύνατο, διότι ο υπολογιστής ήταν πανάκριβη και δύσκολη στην χρήση της συσκευή.

Η επανάσταση της πληροφορικής ξεκινά το 1975 με την κατασκευή του πρώτου υπολογιστή. Πολλά από όλα όσα σήμερα θεωρούμε αυτονόητα δημιουργήθηκαν μετά το 1980. Η τεχνολογία άλλαξε πορεία, αλλάζοντας πορεία σε όλους τους τομείς της καθημερινής ζωής. Ο μικροϋπολογιστής “τρύπωσε” παντού, σε οποιοδήποτε τομέα, σε οποιαδήποτε εφαρμογή.

Η βιομηχανία μέχρι και τη δεκαετία του 80 μπορούμε να πούμε ότι χρησιμοποιούσε ελάχιστα τα ηλεκτρονικά. Το 90% και πλέον των αυτοματισμών καταλάμβαναν οι αυτοματισμοί με ηλεκτρονόμους. Τα ηλεκτρονικά χρησιμοποιούνταν κυρίως για κάποιες “ευφυείς” εργασίες και οι πλακέτες αυτές τοποθετούνταν μέσα στους πίνακες των ηλεκτρονόμων.

Στις αρχές της δεκαετίας του 80 οι εταιρείες παραγωγής ηλεκτρολογικού υλικού εμφανίζουν στους μηχανικούς και τεχνικούς της βιομηχανίας ένα νέο προϊόν αυτοματισμού, το οποίο ονόμασαν PLC. Η πλήρης ονομασία αυτής της νέας συσκευής είναι Programmable Logic Controller (προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής). Οι εταιρείες δεν χρησιμοποιούσαν αρχικά στην αγορά την πλήρη ονομασία, μιλώντας απλά για PLC, πράγμα που ίσως έγινε έντεχνα για να μην τρομάζουν το τεχνικό κατεστημένο της Βιομηχανίας.



## 8. Τυπικό δείγμα PLC

Το PLC δεν είναι τίποτα άλλο παρά ένας μικροϋπολογιστής, κατάλληλα προσαρμοσμένος ώστε να χρησιμοποιείται για τη λειτουργία αυτοματισμών. Τα PLC προοριζόταν να αντικαταστήσουν τον κλασικό πίνακα αυτοματισμού με τους ηλεκτρονόμους. Όπως γίνεται εύκολα κατανοητό μιλάμε για μια τεράστια αλλαγή στον τρόπο που μέχρι τότε δούλευε η βιομηχανία, δηλαδή έπρεπε να περάσει κατευθείαν από τους ηλεκτρονόμους στους υπολογιστές! Εδώ ήταν που οι εταιρείες παραγωγής PLC έπαιζαν ένα σπουδαίο "παιχνίδι" μάρκετινγκ. Προσάρμοσαν τον τρόπο χρήσης του PLC στον τρόπο που δούλευε μέχρι τότε η βιομηχανία, δηλαδή έντεχνα απέφυγαν να χρησιμοποιήσουν λέξεις που θα τρώμαζαν το τεχνικό κατεστημένο της βιομηχανίας, όπως για παράδειγμα υπολογιστής, προγραμματισμός κλπ. Ακόμη και το όνομα του νέου προϊόντος απέφυγαν να το χρησιμοποιούν ολοκληρωμένο και προτιμούσαν να αναφέρουν τη συσκευή σαν PLC.

Προσπάθησαν να μην αλλάξουν τον μέχρι τότε τρόπο εργασίας στον τομέα των αυτοματισμών. Δεν άλλαξαν δηλαδή τίποτα σε σχέση με τον σχεδιασμό ενός αυτοματισμού. Απλά είπαν, στους τεχνικούς: "αυτό το σχέδιο αντί να το δώσετε στον ηλεκτρολόγο για να το κατασκευάσει, θα το φτιάξετε με τον τρόπο που θα σας δείξουμε" και στην ουσία τους μάθαιναν προγραμματισμό.

Οι πρώτες γλώσσες προγραμματισμού δεν έκαναν τίποτα παραπάνω από το να αντιγράφουν με πλήκτρα σε μια ειδική συσκευή προγραμματισμού το σχέδιο του ηλεκτρολογικού αυτοματισμού.

Με τον τρόπο αυτό η είσοδος του PLC στην βιομηχανία υπήρξε επιτυχής και ομαλή. Σήμερα, ο κλασικός αυτοματισμός με ηλεκτρονόμους τείνει να εκλείψει. Όλες οι καινούργιες εγκαταστάσεις χρησιμοποιούν PLC. Μετά από λίγα χρόνια ελάχιστες εγκαταστάσεις θα χρησιμοποιούν πίνακες κλασικού αυτοματισμού.

Σήμερα τα PLC έχουν εξελιχτεί πάρα πολύ σε σχέση με τα πρώτα μοντέλα της δεκαετίας του 80. Και βέβαια το προσωπικό της βιομηχανίας έχει εκπαιδευτεί κατάλληλα στον χειρισμό και προγραμματισμό τους. Σήμερα ένας ηλεκτρολόγος πρέπει να γνωρίζει στοιχειώδη πράγματα από τα ηλεκτρονικά και τις βασικές αρχές των υπολογιστών, αλλιώς θα είναι πολύ δύσκολο να διαβάσει και να καταλάβει ακόμη και το πιο απλό εγχειρίδιο ενός PLC.

Η χρήση των PLC παρέχει πάρα πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τον

κλασικό αυτοματισμό. Η καθολική όμως γενίκευση της χρήσης τους δεν οφείλεται μόνο στα πλεονεκτήματα που παρέχουν στον τελικό χρήστη.

Η χρήση των PLC σε σχέση με τον κλασικό αυτοματισμό συμφέρει πρώτιστα στις εταιρείες που παράγουν είδη αυτοματισμού. Φανταστείτε μόνο πόσο κοστίζει σε μια εταιρεία παραγωγής ηλεκτρολογικού εξοπλισμού η παραγωγή ενός τεράστιου αριθμού βοηθητικών ηλεκτρονόμων και ενός μεγάλου αριθμού χρονικών και απαριθμητών. Σε αντίθεση με τα υλικά αυτά αυτοματισμού, όσον αφορά τα PLC η εταιρεία τι παράγει; Η απάντηση είναι: “Μια και μοναδική συσκευή!”

Ναι! Η ψηφιοποίηση σε όλους τους τομείς (και όχι μόνο στον τομέα των αυτοματισμών) οδηγεί σε τρομακτική μείωση του κόστους παραγωγής των αντίστοιχων συσκευών. Γι αυτό μην απορείτε που οι τιμές στα ηλεκτρονικά πέφτουν! Να είστε σίγουροι ότι τα κέρδη των εταιρειών ανεβαίνουν.

Πάντως θα μπορούσαμε να πούμε ότι, ενώ σε όλους τους τομείς της παραγωγής περάσαμε από τις ηλεκτρολογικές συσκευές,στις ηλεκτρονικές με λυχνίες, μετά στις ηλεκτρονικές με ημιαγωγούς(τρανζίστορ) και τέλος φθάσαμε στις συσκευές με μικροϋπολογιστές, στις ψηφιακές συσκευές δηλαδή, στον τομέα των αυτοματισμών περάσαμε σχεδόν κατευθείαν από τους ηλεκτρολογικούς αυτοματισμούς στους αυτοματισμούς με PLC. Αν θέλουμε να αναζητήσουμε την αιτία γι αυτό, θα λέγαμε ότι μάλλον δεν προλάβαμε! Οι εξελίξεις στην ηλεκτρονική ήταν ραγδαίες,ενώ αντίθετα η βιομηχανική τεχνολογία αλλάζει με πολύ πιο αργούς ρυθμούς.



## **Τι είναι ο προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής**

Στον κλασικό αυτοματισμό της καλωδιωμένης λογικής (τον αυτοματισμό με ηλεκτρονόμους) τα στάδια εργασίας από το σχεδιασμό και την κατασκευή ενός αυτοματισμού μέχρι το σημείο της πλήρους λειτουργίας είναι τα εξής:

- 1) Περιγραφή του αυτοματισμού.
- 2) Ανάπτυξη του λειτουργικού σχεδίου του αυτοματισμού.
- 3) Ανάπτυξη του σχεδίου εφαρμογής του πίνακα (σχέδιο καλωδίωσης)
- 4) Κατασκευή του πίνακα της εγκατάστασης.
- 5) Εγκατάσταση και σύνδεση στους ακροδέκτες (κλέμες) του πίνακα των αισθητήρων που δίνουν τις πληροφορίες (εντολές) και των συσκευών (αποδεκτών) που εκτελούν τις εργασίες.
- 6) Δοκιμή λειτουργίας της εγκατάστασης.
- 7) Πλήρης λειτουργία του αυτοματισμού.

Ο Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής (PLC) είναι μια ειδική συσκευή, η οποία έρχεται να αντικαταστήσει στον πίνακα του κλασικού αυτοματισμού όλους τους βοηθητικούς ηλεκτρονόμους, τα χρονικά και τους απαριθμητές. Αντί για την κατασκευή ενός πίνακα με πολύπλοκες συνδεσμολογίες μεταξύ των παραπάνω υλικών, που έχουμε στον κλασικό αυτοματισμό, με τη χρήση του PLC η λειτουργία του αυτοματισμού “προγραμματίζεται” μέσω μιας ειδικής συσκευής (προγραμματιστή) ή μέσω ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή με τη βοήθεια ειδικού λογισμικού. Τα στάδια εργασίας για το σχεδιασμό και την κατασκευή ενός αυτοματισμού στην προγραμματιζόμενη λογική είναι τα εξής:

- 1) Περιγραφή του αυτοματισμού.
- 2) Ανάπτυξη του σχεδίου εφαρμογής του πίνακα (σχέδιο καλωδίωσης).
- 3) Κατασκευή του πίνακα της εγκατάστασης.
- 4) Ανάπτυξη του προγράμματος λειτουργίας του αυτοματισμού και εισαγωγή του προγράμματος στο PLC μέσω του προγραμματιστή.

- 5) Εγκατάσταση και σύνδεση στους ακροδέκτες (κλέμες) του πίνακα των αισθητήρων που δίνουν τις πληροφορίες (είσοδοι) και των συσκευών (αποδεκτών) που εκτελούν τις εργασίες (έξοδοι).
- 6) Δοκιμή λειτουργίας της εγκατάστασης.
- 7) Πλήρης λειτουργία του αυτοματισμού.

Παρατηρούμε ότι τα στάδια, τα οποία αλλάζουν στις εργασίες σχεδιασμού και κατασκευής ενός αυτοματισμού, όταν χρησιμοποιούμε την προγραμματιζόμενη λογική είναι τα 2, 3 και 4. Αντί για την κατασκευή ενός πίνακα, με πλήθος υλικών και πολύπλοκες καλωδιώσεις, έχουμε την κατασκευή ενός πίνακα με ελάχιστα υλικά, απλές καλωδιώσεις και τον προγραμματισμό του PLC. Ο χρόνος, που απαιτείται για τον προγραμματισμό του PLC και την κατασκευή του μικρού και απλού πίνακα αυτοματισμού, είναι πολύ μικρός σε σχέση με τον χρόνο, που απαιτείται για τη μελέτη και την κατασκευή του αντίστοιχου πολύπλοκου πίνακα κλασικού αυτοματισμού. Αυτό όμως δεν είναι και το μοναδικό πλεονέκτημα που προκύπτει από την εφαρμογή των PLC.

### **Πλεονεκτήματα των προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών.**

Τα πρώτα μεγάλα πλεονεκτήματα των PLC αφορούν τους κατασκευαστές εξοπλισμού αυτοματισμών και πινάκων αυτοματισμού και ήδη τα έχουμε αναφέρει:

- 1) Το κόστος κατασκευής ενός PLC είναι σημαντικά μικρότερο από το κόστος παραγωγής ενός μεγάλου αριθμού βοηθητικών ηλεκτρονόμων, χρονικών και απαριθμητών.
- 2) Ο χρόνος κατασκευής του αυτοματισμού είναι μηδαμινός σε σχέση με την κατασκευή ενός κλασικού πίνακα αυτοματισμού.

Υπάρχουν όμως πολλά πλεονεκτήματα που έχουν σχέση με τον τελικό χρήστη, τις βιομηχανίες δηλαδή που εφαρμόζουν τους αυτοματισμούς, και είναι αυτά που μας ενδιαφέρουν περισσότερο. Κατά σειρά σπουδαιότητας αναφέρουμε:

- Τα PLC ελαχιστοποιούν το κόστος συντήρησης του πίνακα αυτοματισμού. Το κόστος αυτό αναλύεται ως εξής: Συχνότητα βλαβών, χρόνος εντοπισμού μιας βλάβης και αποκατάστασης της. Δηλαδή, όταν υπάρχει μια βλάβη στον πίνακα μιας εγκατάστασης κλασικού αυτοματισμού, υπάρχει καθυστέρηση στην παραγωγή μέχρι να εντοπιστεί η βλάβη. Αφού εντοπιστεί, πρέπει να έχουμε διαθέσιμο το κατάλληλο ανταλλακτικό στην αποθήκη, γιατί διαφορετικά θα υπάρξει σημαντική καθυστέρηση, αφού θα χρειαστεί να γίνει η σχετική παραγγελία και η προμήθεια. Στον αυτοματισμό με PLC δεν υπάρχει ουσιαστικό θέμα βλάβης εσωτερικά στον πίνακα της εγκατάστασης. Θα πείτε δεν “χαλά” το PLC? Αυτό συμβαίνει σπάνια και οι εγγυήσεις είναι πάρα πολύ μεγάλες.
- Τα PLC είναι ευέλικτα στην τροποποίηση της λειτουργίας του αυτοματισμού. Δηλαδή, αν υποθέσουμε ότι θέλουμε να κάνουμε μια αλλαγή στον αυτοματισμό, αυτή μπορεί να γίνει μέσα σε λίγα λεπτά, αρκεί μόνο να αλλάξουμε το πρόγραμμα. Σε ένα πίνακα κλασικού αυτοματισμού, τέτοιου είδους αλλαγές είναι πράγμα δύσκολο και χρονοβόρο.
- Ο αυτοματισμός με PLC επεκτείνεται πολύ εύκολα. Αυτό γίνεται απλά αλλάζοντας το πρόγραμμα, είτε με την τοποθέτηση νέων μονάδων εισόδων και εξόδων. Κάθε επέκταση στον κλασικό αυτοματισμό είναι πάρα πολύ δύσκολη.
- Ο αυτοματισμός με PLC μας παρέχει καταπληκτικές δυνατότητες. Μπορούμε να δημιουργούμε πολύ εύκολα πολύπλοκες και έξυπνες επεξεργασίες, οι οποίες στον κλασικό αυτοματισμό είναι εξαιρετικά δύσκολο να υλοποιηθούν.
- Σε μια εγκατάσταση, που χρησιμοποιεί αυτοματισμούς με PLC σήμερα παρέχονται δυνατότητες σύνδεσης με κεντρικό ηλεκτρονικό υπολογιστή, σύνδεσης με το σύστημα αποθήκης, λογιστηρίου κλπ.
- Το PLC καταλαμβάνει ελάχιστο χώρο σε σχέση με τον αντίστοιχο πίνακα κλασικού αυτοματισμού.

Βλέπουμε ότι από τη χρήση των PLC προκύπτουν μόνο πλεονεκτήματα. Υπάρχουν άραγε μειονεκτήματα? Θα μπορούσαμε ίσως να θεωρήσουμε

μειονέκτημα την έλλειψη επαρκούς ενημέρωσης των τεχνικών όλων των βαθμίδων, ειδικά στην Ελλάδα, πράγμα το οποίο δυσκολεύει και δημιουργεί προβλήματα στην εφαρμογή των PLC.

Η τελική ερώτηση, που προκύπτει είναι: Πόσο κοστίζουν τελικά τα PLC ? συμφέρει να χρησιμοποιούμε σε κάθε εγκατάσταση PLC ? Η απάντηση είναι ότι οι τιμές πέφτουν καθημερινά και οι εταιρείες βγάζουν συνεχώς νέα μοντέλα που κάνουν για όλων των επιπέδων τις εφαρμογές. Παρόλα αυτά δεν συμφέρει ακόμη η χρήση του PLC ,όταν έχουμε πολλούς κινητήρες (πολλούς ηλεκτρονόμους ισχύος) και απλό αυτοματισμό (λίγους βοηθητικούς ηλεκτρονόμους, χρονικά και απεριθμητές). Όμως είναι σίγουρο ότι η χρήση βοηθητικών ηλεκτρονόμων και άλλων κλασικών υλικών αυτοματισμού έχει περιορισθεί και θα περιορίζεται συνεχώς.

## **Η δομή ενός προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή.**

Στην αγορά υπάρχουν σήμερα εκατοντάδες PLC κατασκευασμένα από πλήθος διαφορετικών εταιρειών. Γενικά σε ένα PLC μπορούμε να διακρίνουμε τα παρακάτω μέρη:

- 1) Την κεντρική μονάδα επεξεργασίας (central processing unit,CPU),που αποτελεί και τη καρδιά ή μάλλον τον εγκέφαλο του PLC.
- 2) Τη μονάδα τροφοδοσίας.
- 3) Τις μονάδες εισόδων-εξόδων(I/O modules).

Η κεντρική μονάδα, η μονάδα τροφοδοσίας και οι μονάδες εισόδων-εξόδων αποτελούν την κύρια μονάδα αυτοματισμού, δηλαδή το κύριο μέρος του PLC.

Σε πολλά μοντέλα, κυρίως στα μικρά μοντέλα των εταιρειών οι τρεις παραπάνω μονάδες βρίσκονται ενσωματωμένες σε μια συσκευή.

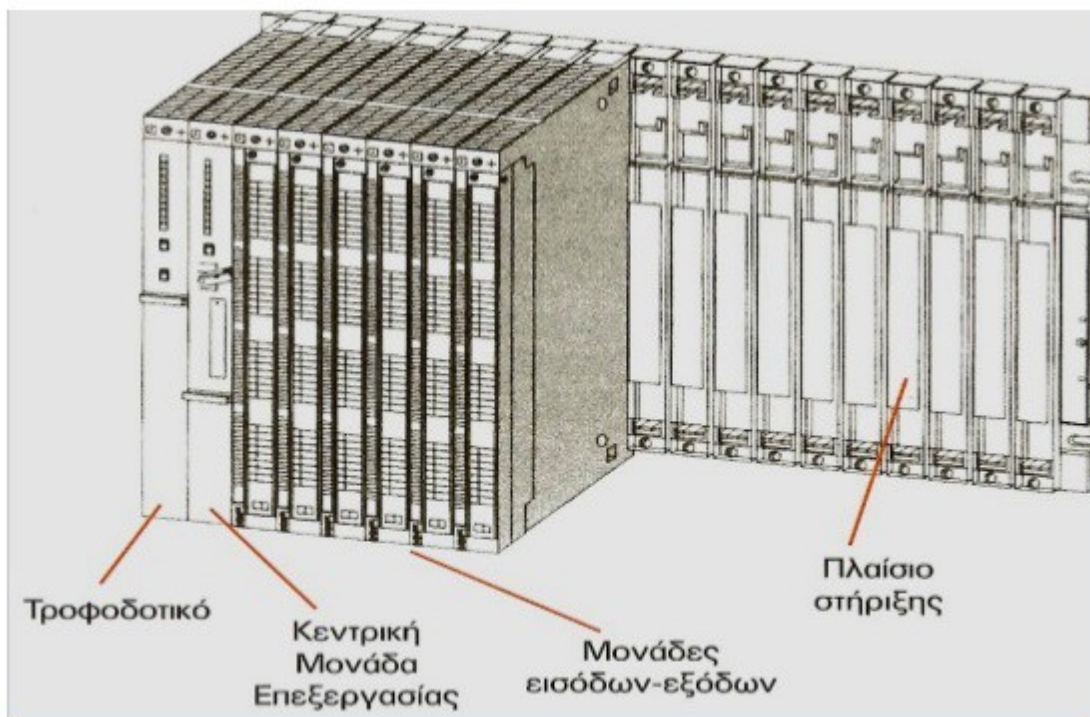
**Εκτός από την κεντρική μονάδα αυτοματισμού, σε ένα PLC είναι ακόμη απαραίτητα:**

- 1) Το πλαίσιο (ή τα πλαίσια) για την τοποθέτηση των μονάδων και των τυχόν

επεκτάσεων τους.

- 2) Η συσκευή προγραμματισμού (προγραμματιστής, programmer) για τον προγραμματισμό του PLC.

Ο προγραμματισμός είναι μια συσκευή τελείως ξεχωριστή από την μονάδα αυτοματισμού. Χρησιμοποιείται για την εισαγωγή του προγράμματος στο PLC και την παρακολούθηση της εξέλιξης του αυτοματισμού μέσα από την οθόνη, που διαθέτει. Με ένα μόνο προγραμματιστή μπορούμε να χειριζόμαστε όλες τις μονάδες PLC μιας αυτοματοποιημένης εγκατάστασης (της ίδιας εταιρείας εννοείται).



## 9. Μονάδες ενός PLC

## Πλαίσιο τοποθέτησης μονάδων

Οι μονάδες ενός μεγάλου PLC τοποθετούνται σε ένα κεντρικό πλαίσιο. Στο πλαίσιο αυτό είναι ενσωματωμένο ένα σύστημα αγωγών (σύστημα ζυγών) μέσω των οποίων επικοινωνούν οι διάφορες μονάδες με την Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας.

Αν οι θέσεις του κεντρικού πλαισίου, που διατίθεται, δεν επαρκούν για να τοποθετηθούν οι μονάδες εισόδων και εξόδων που απαιτούνται σε μια συγκεκριμένη εφαρμογή, τότε χρησιμοποιούνται ένα ή περισσότερα πλαίσια επέκτασης για την τοποθέτηση των πρόσθετων μονάδων. Κάθε πλαίσιο επέκτασης διασυνδέεται με το κεντρικό πλαίσιο ή με τα άλλα πλαίσια επέκτασης μέσω ειδικής μονάδας διασύνδεσης και καλωδίου. Κάθε εταιρεία και το κάθε μοντέλο έχει το δικό του σύστημα πλαισίου.



## 10. Βάση στήριξης

### Μονάδα τροφοδοσίας

Η μονάδα τροφοδοσίας ενός PLC έχει σκοπό να δημιουργήσει από την τάση του δικτύου τροφοδοσίας τις απαραίτητες εσωτερικές τάσεις, που απαιτούνται για την τροφοδοσία των ηλεκτρονικών στοιχείων (τρανζίστορ, ολοκληρωμένα κυκλώματα κλπ.) του PLC. Οι τυπικές εσωτερικές τάσεις των PLC είναι συνήθως :DC5 V, DC 9 V, DC 24 V).

Σε ορισμένα μοντέλα PLC, όταν το PLC δεν τροφοδοτείται από το δίκτυο, η μονάδα τροφοδοσίας διατηρεί το περιεχόμενο της μνήμης του PLC με την

βοήθεια μιας μπαταρίας (συνήθως λιθίου), που διαθέτει. Σε άλλα μοντέλα PLC η παραπάνω μπαταρία βρίσκεται στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας.

Χρειάζεται προσοχή ώστε να μην προκαλέσουμε υπερφόρτιση της μονάδας τροφοδοσίας. Για τον σκοπό αυτό συμβουλευόμαστε τα τεχνικά φυλλάδια της εταιρείας κατασκευής του PLC.



## 11. Μονάδα τροφοδοσίας.

### Κεντρική μονάδα επεξεργασίας

Είναι η βασική μονάδα του PLC, η οποία είναι υπεύθυνη για τη λειτουργία του αυτοματισμού. Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας είναι στην ουσία ένας μικροϋπολογιστής και διακρίνουμε σε αυτήν όλα τα κύρια μέρη ενός μικροϋπολογιστή, δηλαδή τον μικροεπεξεργαστή και τη μνήμη.

Ο μικροεπεξεργαστής είναι ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα, το οποίο αποτελεί τον εγκέφαλο κάθε μικροϋπολογιστή. Οι μικροεπεξεργαστές εξελίσσονται με ταχύτατους ρυθμούς, το όνομα τους δίνει συνήθως και το όνομα

στο μοντέλο του μικροϋπολογιστή (πχ. λέμε PC 386, 486 Pentium κλπ). Στα PLC πολύ λίγο μας ενδιαφέρει να ξέρουμε ποιον μικροεπεξεργαστή χρησιμοποιεί η κεντρική μονάδα, αν και πολλές φορές μπορούμε να το διαβάσουμε στα χαρακτηριστικά που δίνουν οι εταιρείες. Ο μικροεπεξεργαστής για το PLC είναι ο κύριος υπεύθυνος για όλες τις λειτουργίες του.



## 12. Κεντρική μονάδα.

Η μνήμη της κεντρικής μονάδας διακρίνεται σε μνήμη RAM,ROM και EEPROM.



## Μνήμη RAM

Η μνήμη RAM (random access memory, μνήμη τυχαίας προσπέλασης) είναι εκείνη στην οποία μπορούμε να γράφουμε και να σβήνουμε, και η οποία σβήνει μόλις λείψει η ηλεκτρική τροφοδοσία της. Στη μνήμη RAM η κεντρική μονάδα αποθηκεύει μια σειρά από πληροφορίες σε ξεχωριστές περιοχές εργασίας. Μπορούμε να διακρίνουμε τις εξής περιοχές:

- Περιοχή μνήμης όπου αποθηκεύονται οι καταστάσεις των εισόδων και των εξόδων. Η περιοχή αυτή ονομάζεται για τις εισόδους “εικόνα εισόδων” και για τις εξόδους “εικόνα εξόδων”.
- Περιοχή μνήμης όπου αποθηκεύονται οι ενδιάμεσες πληροφορίες, που αφορούν τη λειτουργία του αυτοματισμού.
- Περιοχή μνήμης των χρονικών.
- Περιοχή μνήμης των απαριθμητών.
- Περιοχή μνήμης όπου αποθηκεύονται τα προγράμματα του χρήστη, δηλαδή τα προγράμματα που λειτουργούν ένα συγκεκριμένο αυτοματισμό.

**ΠΡΟΣΟΧΗ!** Η μνήμη RAM σβήνει μόλις σταματήσει η τροφοδοσία της. Όμως το πρόγραμμα που λειτουργεί τον αυτοματισμό πρέπει να παραμένει αναλλοίωτο στη μνήμη και αφού κλείσουμε την τροφοδοσία του PLC. Γι αυτό τον λόγο η μνήμη RAM παραμένει πάντα σε τροφοδοσία μέσω μιας μπαταρίας (συνήθως λιθίου).

## Μνήμη EEPROM

Τα διάφορα PLC δεν χρησιμοποιούν μόνο τον παραπάνω τρόπο, της “πάντα τροφοδοτούμενης μνήμης RAM”, για να διατηρήσουν το πρόγραμμα στη μνήμη. Ένας πιο ασφαλής τρόπος είναι η χρήση της μνήμης EEPROM (electrically erasable programmable read only memory), μνήμης η οποία προγραμματίζεται και σβήνει ηλεκτρικά. Πρόκειται για μνήμη που δε σβήνει, όταν μείνει χωρίς τροφοδοσία, στην οποία μπορούμε να γράφουμε, να σβήνουμε και να ξαναγράψουμε μέσω ειδικού μηχανήματος. Σε πολλά PLC η EEPROM χρησιμοποιείται σαν κασέτα για την εύκολη αλλαγή του τρόπου λειτουργίας του αυτοματισμού από ένα απλό χειριστή. Δηλαδή έχουμε “γραμμένο” το

εναλλακτικό πρόγραμμα σε ένα “τσιπάκι” EEPROM και απλά αλλάζουμε την ηλεκτρονική πλακέτα του PLC, όταν θέλουμε να αλλάξουμε το πρόγραμμα λειτουργίας του αυτοματισμού.



#### 1. Μνήμη EEPROM

### Μνήμη ROM

Στη μνήμη ROM ο κατασκευαστής του PLC αποθηκεύει το λειτουργικό σύστημα του PLC, δηλαδή τις οδηγίες (το πρόγραμμα) για όλες τις βασικές λειτουργίες που είναι απαραίτητες για να δουλέψει το PLC.

Εξωτερικά σε μια κεντρική μονάδα επεξεργασίας συνήθως υπάρχουν:

- Θέση σύνδεσης (ειδικός κονέκτορας) της συσκευής προγραμματισμού. (Αν δεν υπάρχει, μπορεί να μπει ως επέκταση)



#### 14. Μονάδα σύνδεσης που επιτρέπει την σύνδεση με ETHERNET.

- Θέση σύνδεσης επεκτάσεων.
- Διακόπτης δύο θέσεων (συνήθως) ο οποίος θέτει το PLC σε κατάσταση RUN ή STOP, δηλαδή σε κατάσταση λειτουργίας του αυτοματισμού (RUN) ή όχι (STOP).
- Λυχνίες ένδειξης, όπως: λυχνία ένδειξης ότι το PLC είναι σε τροφοδοσία, λυχνία ένδειξης ότι το PLC είναι σε κατάσταση RUN (λειτουργεί ο αυτοματισμός), λυχνία ένδειξης ότι το PLC είναι σε κατάσταση STOP (δεν λειτουργεί ο αυτοματισμός) και λυχνία που δείχνει, εάν έχει πρόβλημα η μπαταρία του PLC.

## Μονάδες εισόδων - εξόδων

Οι μονάδες των εισόδων και των εξόδων αποτελούν τις μονάδες επικοινωνίας της κεντρικής μονάδας με τον έξω κόσμο, δηλαδή με τους αισθητήρες, τους διακόπτες και τα μπουτόν, που δίνουν τις πληροφορίες (εντολές), καθώς και με τους ηλεκτρονόμους ισχύος των κινητήρων, ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες, ενδεικτικές λυχνίες και γενικά τους αποδέκτες που εκτελούν τις εντολές του αυτοματισμού.

Η κεντρική μονάδα μπορεί να δεχτεί ψηφιακά σήματα εισόδου και εξόδου χαμηλής τάσης και πολύ μικρού ρεύματος. Η τάση που δέχεται η κεντρική μονάδα είναι συνήθως 0volt για το λογικό “0” και 5 volt για το λογικό “1”. Το ρεύμα εισόδου καθώς και το ρεύμα εξόδου δεν μπορεί να περάσει τα μερικά ma. Οι μονάδες εισόδων και εξόδων αναλαμβάνουν να προσαρμόσουν τα σήματα εισόδου και εξόδου, που έχουμε στον αυτοματισμό, με τα σήματα που μπορεί να δεχτεί η κεντρική μονάδα, τόσο από άποψη τάσεων όσο και από άποψη ρευμάτων.

Η προσαρμογή αυτή γίνεται με τη χρήση ηλεκτρονικών στοιχείων ισχύος, δηλαδή τρανζίστορ ισχύος, θυρίστορ και triacs, είτε ακόμη με τη χρήση κατάλληλων μικροηλεκτρονικών.

Κάθε σύστημα PLC καταλήγει πάντα σε ακροδέκτες (κλέμες). Οι ακροδέκτες αυτοί ανήκουν στις μονάδες εισόδων και εξόδων του PLC. Στους ακροδέκτες εισόδων καταλήγουν οι αγωγοί που έρχονται από αισθητήρες (τερματικούς διακόπτες, πιεζοστάτες, κλπ). Διακόπτες, μπουτόν κλπ Στους ακροδέκτες εξόδων καταλήγουν οι αγωγοί που τροφοδοτούν πηνία ηλεκτρονόμων ισχύος, ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες, λυχνίες ένδειξης και λοιπούς αποδέκτες.

Στους διάφορους τύπους των PLC οι μονάδες εισόδων και εξόδων αντιμετωπίζονται με διαφορετικό τρόπο. Γενικά ισχύουν τα παρακάτω:

- Μια μονάδα εισόδων ή εξόδων μπορεί να λειτουργεί με συνεχή τάση ή με εναλλασσόμενη τάση. Τυπικές τάσεις που συναντάμε στα PLC είναι: DC 24V, 48V, 60V και AC 24V, 48V, 115V, 230V με συνηθέστερες τις DC 24V, και AC 115V και 230V.
- Η τάση αυτή δεν παρέχεται συνήθως από τη μονάδα τροφοδοσίας του PLC. Πρέπει να τη δημιουργήσουμε εμείς με άλλη τροφοδοτική μονάδα.

- Τα κυκλώματα και οι τάσεις είναι τελείως ανεξάρτητα από τα κυκλώματα και τις τάσεις των εξόδων. Επομένως η τάση για τις εισόδους μπορεί να είναι διαφορετική από την τάση για τις εξόδους. Αν η τάση εξόδων είναι η ίδια με την τάση των εισόδων μπορεί να χρησιμοποιηθεί το ίδιο τροφοδοτικό (για τάσεις DC), ή μετασχηματιστής χειρισμού (για τάσεις AC) για τις εισόδους και τις εξόδους.
- Η τάση εισόδων (δηλαδή η τάση που θα φτάσει σε μια είσοδο, όταν ενεργοποιηθεί ο αντίστοιχος αισθητήρας) διαχωρίζεται συνήθως γαλβανικά από το υπόλοιπο εσωτερικό κύκλωμα του PLC. Τα ίδια ισχύουν και για τις εξόδους. Αν σε κάποιες μονάδες εισόδων ή εξόδων δεν έχουμε γαλβανική απομόνωση πρέπει να προσέξουμε ιδιαίτερα το θέμα των γειώσεων.



15. Τυπικό δείγμα PLC

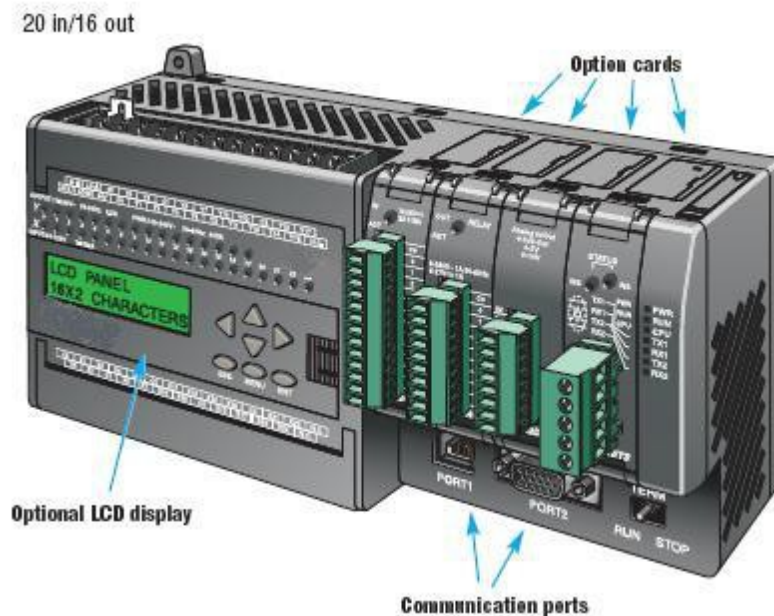
## Οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές της αγοράς

Οι κατασκευάστριες εταιρίες PLC παράγουν πλέον δυο διαφορετικά είδη.

### 1) Τα Modular PLC (συνήθως τα μεγάλα plc)

Σε αυτή την περίπτωση το PLC πωλείται σε modular μορφή δηλαδή κομμάτι-κομμάτι. Τα βασικά κομμάτια ενός τέτοιου PLC είναι:

- Η μονάδα τροφοδοσίας.
- Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας, η οποία έχει τη δυνατότητα να οδηγήσει ένα ανώτατο αριθμό εισόδων και εξόδων πχ. το PLC SIMATIC S7-300(CPU 316) της Siemens μπορεί να οδηγήσει μέχρι 1024 ψηφιακές εισόδους και εξόδους (συνολικά).
- Οι μονάδες εισόδων και εξόδων. Στα modular PLC πωλούνται και αυτές σε κομμάτια-μονάδες. Κάθε μονάδα εισόδων (ή εξόδων) μπορεί να έχει 4, 8, 16 ή 32 εισόδους (ή εξόδους). Με αυτό τον τρόπο μπορούμε να επιλέγουμε μία μονάδα εισόδων ή εξόδων η οποία να έχει τα τεχνικά χαρακτηριστικά που επιθυμούμε. Γίνεται κατανοητό ότι σε ένα modular PLC μπορούμε να έχουμε μονάδες εισόδων ή εξόδων που να λειτουργούν σε διαφορετικές τάσεις τροφοδοσίας.



16. Δείγμα modular PLC

## 2) Συμπαγή PLC (μικρά συνήθως)

Όλες οι εταιρείες διαθέτουν και μικρά PLC, στα οποία όλες οι μονάδες τους (τροφοδοσία, κεντρική μονάδα και μονάδες εισόδων – εξόδων) είναι ενσωματωμένες σε μια συσκευή. Σε αυτού του είδους τα PLC είσοδοι και έξοδοι είναι συνήθως μέχρι 20 και όλες οι εισοδοι(ή έξοδοι) έχουν τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά.

Το σημείο που πρέπει κάποιος να προσέξει σχετικά με τις εισόδους και εξόδους είναι ότι κάθε είσοδος ή έξοδος είναι για το PLC ακριβώς καθορισμένη, δηλαδή έχει καθορισμένο όνομα με το οποίο αναφέρεται και στο πρόγραμμα. Στα συμπαγή PLC σε κάθε ακροδέκτη αναγράφεται το όνομα της εισόδου ή της εξόδου. Στα modular PLC υπάρχει σαφές σύστημα με το οποίο αναγνωρίζουμε το όνομα της εισόδου (ή εξόδου) σε κάθε ακροδέκτη μιας μονάδας εισόδων (ή εξόδων).



17. Τυπικό δείγμα συμπαγούς PLC

## 5) Αρχή λειτουργίας ενός προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή.

Ας υποθέσουμε ότι ένα PLC βρίσκεται σε κατάσταση λειτουργίας του αυτοματισμού (Run). Τα βήματα που ακολουθεί κατά τη λειτουργία του είναι τα εξής:

### Βήμα 1ο

Στην αρχή ο μικροεπεξεργαστής “διαβάζει” τις εισόδους. Αυτό σημαίνει ότι για κάθε είσοδο ελέγχει αν έχει “υψηλή” τάση (λογικό 1) ή “χαμηλή” τάση (λογικό 0). Η τιμή “0” ή “1” για κάθε είσοδο αποθηκεύεται σε μια ειδική περιοχή μνήμης η οποία ονομάζεται εικόνα εισόδων. Την εικόνα εισόδων μπορείτε να τη φανταστείτε σαν ένα πίνακα, όπου ο μικροεπεξεργαστής “σημειώνει” τις τιμές, που διάβασε πχ. είσοδος I1=“1”, I2=“0”, I3=“0” Κ.Ο.Κ



## **Βήμα 2ο**

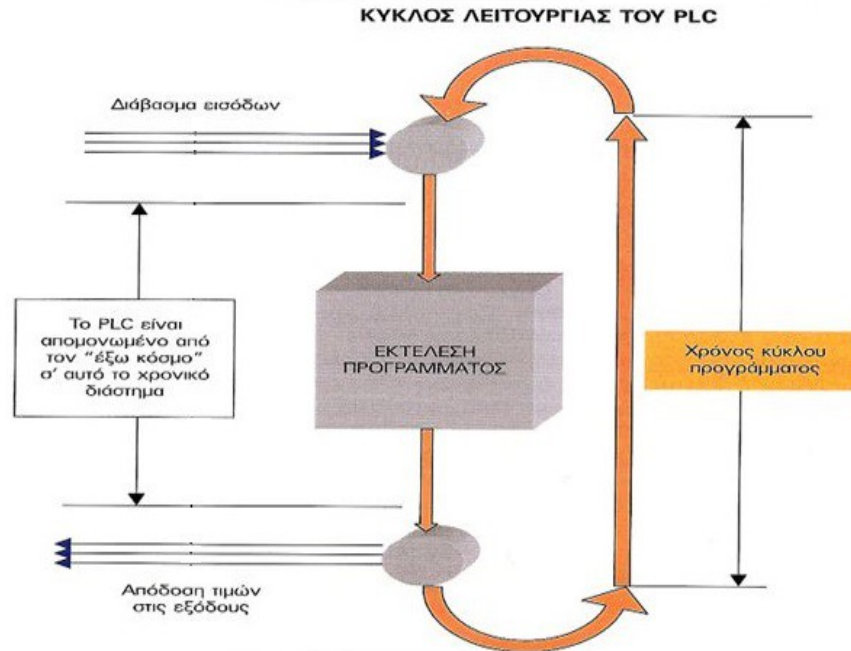
Στη συνέχεια ο μικροεπεξεργαστής χρησιμοποιώντας σαν δεδομένα τις τιμές των εισόδων, που διάβασε, εκτελεί τις εντολές του προγράμματος, το οποίο λειτουργεί τον αυτοματισμό. Το πρόγραμμα αυτό στην ουσία περιέχει μια σειρά από λογικές πράξεις.

Η εκτέλεση του προγράμματος θα δώσει αποτελέσματα για τις εξόδους. Τα αποτελέσματα αυτά αποθηκεύονται στην ειδική περιοχή της μνήμης που ονομάζεται εικόνα εξόδων. Όπως η εικόνα εισόδων, έτσι και η εικόνα εξόδων περιέχει την τιμή (“0” ή “1”) για κάθε έξοδο, πχ. Q1=’1”, Q2=’1”, Q3=’0” κ.ο.κ. Σημειώνουμε ότι οι τιμές αυτές προκύπτουν από την εκτέλεση των λογικών πράξεων του προγράμματος.

## **Βήμα 3ο**

Στη συνέχεια ο μικροεπεξεργαστής αποδίδει τις τιμές της εικόνας εξόδων στις εξόδους. Αυτό σημαίνει ότι θα δοθεί “υψηλή” τάση σε όποια έξοδο έχει “1” και θα δοθεί “χαμηλή” τάση σε όποια έξοδο έχει “0”.

Με τη συμπλήρωση του 3ου βήματος συμπληρώνεται ένας πλήρης κύκλος λειτουργίας και η διαδικασία ξαναρχίζει από την αρχή. Ο κύκλος λειτουργίας εκτελείται συνεχώς όσο το PLC βρίσκεται σε κατάσταση RUN. Δηλαδή ένα PLC εκτελεί συνεχώς τα βήματα του κύκλου λειτουργίας.



**18. Κύκλος λειτουργίας PLC**

Ο χρόνος που χρειάζεται για να εκτελέσει το PLC ένα πλήρη κύκλο λειτουργίας ονομάζεται χρόνος κύκλου και εξαρτάται από τη “ταχύτητα” του μικροεπεξεργαστή του PLC , αλλά και από τον αριθμό και το είδος των εντολών του προγράμματος. Δηλαδή στο ίδιο PLC για ένα μεγαλύτερο πρόγραμμα έχουμε μεγαλύτερο χρόνο κύκλου. Ο χρόνος κύκλου αποτελεί και ένα μέτρο σύγκρισης μεταξύ των PLC. Για να μπορούν να συγκριθούν τα PLC ως προς την ταχύτητα εκτέλεσης ενός προγράμματος, ορίζουμε μέσο χρόνο κύκλου, σαν το χρόνο κύκλου ενός προγράμματος που περιλαμβάνει 1 Kbyte δυαδικές εντολές. Πάντως στη χειρότερη περίπτωση και σε ένα αργό PLC, ο χρόνος κύκλου δεν ξεπερνά μερικές εκατοντάδες χιλιοστά του δευτερολέπτου.

Θα θέλαμε στο σημείο αυτό να τονίσουμε την ουσιαστική διαφορά στη λειτουργία ενός αυτοματισμού με PLC από ένα κλασικό αυτοματισμό με ηλεκτρονόμους.

Στην περίπτωση του κλασικού αυτοματισμού, όταν έχουμε αλλαγή της κατάστασης ενός διακόπτη εισόδου, η αλλαγή αυτή προκαλεί εκείνη τη στιγμή διαδοχικές αλλαγές στα στοιχεία του κυκλώματος που τροφοδοτούνται από το συγκεκριμένο διακόπτη. Έχουμε δηλαδή διαδικασία που συμβαίνει σε πραγματικό χρόνο.

Αν μελετήσουμε τον κύκλο λειτουργίας του PLC , θα δούμε ότι το PLC “δεν βλέπει” συνεχώς τον “έξω κόσμο” (την εξωτερική εγκατάσταση), παρά μόνο κατά τα χρονικά διαστήματα που διαβάζει τις εισόδους και αποδίδει τιμές στις εξόδους. Στον υπόλοιπο χρόνο του κύκλου, το PLC είναι ένας υπολογιστής ο οποίος εκτελεί πράξεις (λογικές βέβαια ή και αριθμητικές) απομονωμένο από τον έξω κόσμο. Για να γίνει αυτό κατανοητό υποθέστε ότι αλλάζει η κατάσταση μιας εισόδου, κατά την διάρκεια του χρόνου κατά τον οποίο εκτελούνται οι εντολές προγράμματος. Στην περίπτωση αυτή στο τέλος του κύκλου το PLC θα δώσει αποτελέσματα στις εξόδους, στα οποία δεν θα έχει ληφθεί υπόψη η αλλαγή στην κατάσταση της συγκεκριμένης εισόδου. Αυτό γιατί το PLC θα ενημερώσει την εικόνα των εισόδων για την αλλαγή στην κατάσταση της συγκεκριμένης εισόδου στην αρχή του επόμενου κύκλου επεξεργασίας του προγράμματος. Το PLC θα δώσει αποτελέσματα στις εξόδους, στα οποία θα έχει ληφθεί υπόψη η αλλαγή στην κατάσταση της παραπάνω εισόδου στο τέλος του επόμενου κύκλου επεξεργασίας του προγράμματος. Λαμβάνοντας τα παραπάνω υπόψη θα έλεγε κανείς ότι τελικά το PLC ανταποκρίνεται πολύ καθυστερημένα στις αλλαγές μιας αυτοματοποιημένης διαδικασίας. Όμως αυτό δεν είναι η πραγματικότητα, αφού ο χρόνος πραγματοποίησης ενός κύκλου προγράμματος από ένα PLC είναι πάρα πολύ μικρός, το πολύ 300ms σε πολύπλοκες εγκαταστάσεις αυτοματισμού.

## **6) Προγραμματισμός ενός προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή.**

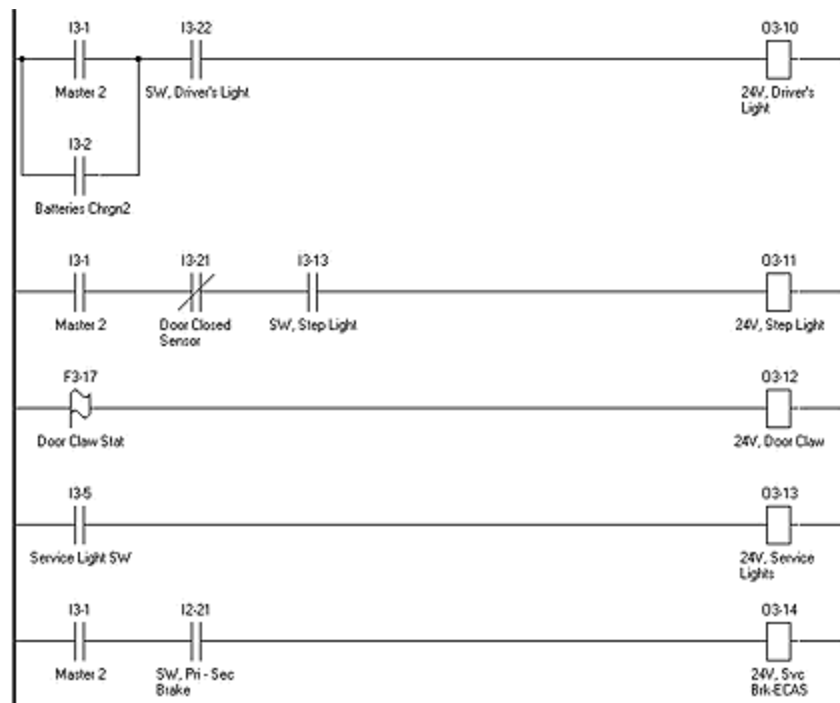
Το βασικότερο κομμάτι σε ένα σύστημα αυτοματισμού με PLC δεν είναι το υλικό μέρος αλλά το λογισμικό, δηλαδή το πρόγραμμα που υλοποιεί τον επιθυμητό αυτοματισμό. Το πρόγραμμα αναπτύσσεται σε μια γλώσσα προγραμματισμού. Δυστυχώς στα PLC δεν υπήρξε τυποποίηση σε κανέναν τομέα, λόγω του ανταγωνισμού των εταιρειών, ούτε βέβαια στο θέμα των γλωσσών προγραμματισμού. Δηλαδή δεν υπάρχουν γλώσσες προγραμματισμού για PLC που να ισχύουν ανεξάρτητα από εταιρεία, όπως για παράδειγμα συμβαίνει στον προγραμματισμό των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Παρόλα αυτά οι γλώσσες των PLC των διαφόρων εταιρειών μοιάζουν πολύ μεταξύ τους, έτσι που να μπορούμε να μιλάμε σήμερα για μια “τυποποίηση της αγοράς”.

### **Γλώσσες προγραμματισμού των προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών**

Τρεις είναι σήμερα οι κυριότερες κατηγορίες γλωσσών προγραμματισμού για PLC, τις οποίες συναντούμε με μικρές διαφορές στα PLC όλων των εταιρειών.

#### **1) Γλώσσα LADDER ή γλώσσα ηλεκτρολογικών γραφικών.**

Είναι η πρώτη γλώσσα που αναπτύχθηκε ιστορικά. Η γλώσσα Ladder στην ουσία επιτρέπει τη μεταφορά του ηλεκτρολογικού σχεδίου, μέσω της συσκευής προγραμματισμού στο PLC. Με τη γλώσσα αυτή η εκπαίδευση των τεχνικών, που ήταν συνηθισμένοι στον κλασικό αυτοματισμό, γινόταν εύκολα και γρήγορα, αφού δεν άλλαζε ουσιαστικά την εργασία σχεδιασμού του αυτοματισμού. Η γλώσσα LADDER χρησιμοποιεί όχι την Ευρωπαϊκή προ-τυποποίηση στο σχεδιασμό των ηλεκτρικών επαφών, αλλά την Αμερικανική. Αυτό ίσως οφείλεται στο γεγονός ότι τα πρώτα PLC αναπτύχθηκαν στην Αμερική. Όμως στη συνέχεια ο τρόπος αυτός σχεδιασμού “βόλεψε” και έτσι διατηρήθηκε και από τις Ευρωπαϊκές εταιρείες, με αποτέλεσμα σήμερα να είναι πλέον καθιερωμένος.



### 19. Δείγμα προγράμματος σε γλώσσα LADDER

#### 2) Γλώσσα λίστα εντολών (statement list, STL) ή γλώσσα λογικών εντολών.

Η γλώσσα αυτή αναπτύχθηκε σχεδόν ταυτόχρονα με τη γλώσσα LADDER, αν και οι εταιρείες έδειξαν στην αρχή δισταγμό στο να μην “προωθήσουν”, φοβούμενες μην τρομάξουν το τεχνικό κατεστημένο της βιομηχανίας. Η γλώσσα αυτή δημιουργεί λίστα προγράμματος με εντολές, οι οποίες αντιστοιχούν στις λογικές πύλες (AND, OR, NOT κλπ) Στην αρχή η γλώσσα λίστα εντολών ήταν πολύ φτωχή και περιοριζόταν μόνο στις βασικές λογικές εντολές, οι οποίες αντιστοιχούσαν αμέσως στις γραφικές εντολές της γλώσσας LADDER. Σήμερα οι γλώσσες αυτές έχουν εξελιχθεί πάρα πολύ και συναντά κανείς σε αυτές στοιχεία από τις γλώσσες των υπολογιστών και κυρίως των γλωσσών Assembly. Ο προγραμματισμός σε λίστα εντολών απαιτεί από τον ηλεκτρολόγο να έχει έστω στοιχειώδεις γνώσεις προγραμματισμού.

### **3) Γλώσσα λογικών γραφικών ή λογικού διαγράμματος.**

Η γλώσσα αυτή είναι επίσης γραφική, αλλά αντί του ηλεκτρολογικού σχεδίου του αυτοματισμού, χρησιμοποιεί το αντίστοιχο λογικό κύκλωμα. Η γλώσσα αυτή είναι νεότερη και δεν χρησιμοποιείται από όλες τις εταιρείες.

#### **Συσκευές προγραμματισμού των προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών.**

Αφού συντάξαμε το πρόγραμμα στο "χαρτί" σε οποιαδήποτε γλώσσα προγραμματισμού, πρέπει να το εισάγουμε στο PLC. Αυτό συνήθως γίνεται μέσω μιας συσκευής προγραμματισμού, ενός "προγραμματιστή", που συνδέεται με το PLC. Ορισμένα μικρά PLC προγραμματίζονται με τη βοήθεια ενός αριθμού πλήκτρων που είναι ενσωματωμένα επάνω στη συσκευή του PLC και δε χρειάζονται συσκευή προγραμματισμού.

Μια συσκευή προγραμματισμού μπορεί να είναι μιας από τις παρακάτω μορφές:

#### **1)Ειδικός προγραμματιστής χειρός**

Κάθε PLC συνοδεύεται από μια ειδική συσκευή προγραμματιστή, η οποία είναι συνήθως "χειρός", δηλαδή φορητή. Αυτές οι συσκευές προγραμματισμού διαθέτουν μια μικρή οθόνη υγρών κρυστάλλων και τυποποιημένα πλήκτρα προγραμματισμού. Συνήθως οι ειδικοί "προγραμματιστές" μπορούν να προγραμματίσουν τα PLC μόνο σε γλώσσα λίστα εντολών. Υπάρχουν όμως και "προγραμματιστές" με τους οποίους μπορούμε να προγραμματίσουμε και σε κάποια από τις γραφικές γλώσσες. Για να προγραμματίσουμε το PLC πρέπει να το συνδέσουμε με τον προγραμματιστή. Η σύνδεση πραγματοποιείται μέσω ειδικής θύρας που υπάρχει στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας του PLC. Αφού πληκτρολογήσουμε το πρόγραμμα, το μεταφέρουμε στη μνήμη του PLC. Όταν ολοκληρώσουμε τη διαδικασία αυτή, ο προγραμματιστής μπορεί να αποσυνδεθεί. Ο τρόπος χειρισμού του προγραμματιστή είναι τελείως ειδικός για κάθε PLC. Οι προγραμματιστές των διαφόρων εταιριών δεν μοιάζουν πολύ μεταξύ τους και αυτό είναι μια δυσκολία στην εκμάθηση του προγραμματισμού ενός νέου PLC.

Οι προγραμματιστές χειρός σήμερα διαθέτουν και άλλες δυνατότητες όπως για παράδειγμα:

- Μπορούν να συνδεθούν με εκτυπωτή, για να εκτυπώσουμε το πρόγραμμα.
- Μπορούν να συνδεθούν με προσωπικό υπολογιστή με όσα πλεονεκτήματα μπορεί αυτό να έχει, πχ. μπορούμε να αποθηκεύσουμε σε δισκέτα το πρόγραμμα, να κάνουμε εκτύπωση του προγράμματος κλπ
- Μπορούν να συνδεθούν με ειδική συσκευή προγραμματισμού EEPROM, με την οποία μπορούμε να θέτουμε το πρόγραμμα σε πλακέτες EEPROM.
- Ακόμη με τον προγραμματιστή μπορούμε να ελέγχουμε την λειτουργία του προγράμματος αυτοματισμού και να κάνουμε ανίχνευση βλαβών. Αυτή η δυνατότητα είναι ίσως το σημαντικότερο πλεονέκτημα του προγραμματιστή χειρός, γιατί μπορεί να μεταφερθεί σε οποιαδήποτε εγκατάσταση PLC να συνδεθεί στο PLC και να ψάξουμε για βλάβες στη λειτουργία του αυτοματισμού.

## 2) Υπολογιστής και χρήση ειδικού λογισμικού.

Ο πιο εύκολος τρόπος προγραμματισμού ενός PLC σήμερα είναι μέσω ενός υπολογιστή. Με την χρήση ειδικού λογισμικού το οποίο δίνεται από την εταιρεία, το PC μετατρέπεται σε “προγραμματιστή”. Για τη σύνδεση του PC με το PLC ή με την συσκευή προγραμματισμού EEPROM χρειάζεται ειδική κάρτα σύνδεσης (πλέον γίνεται και απευθείας σύνδεση μέσω Ethernet ή και USB), η οποία τοποθετείται στο PC. Ο προγραμματισμός μέσω PC είναι πολύ ευκολότερος από τον προγραμματισμό με τον ειδικό προγραμματιστή χειρός, ειδικά για κάποιον που είναι εξοικειωμένος με την χρήση του PC. προγραμματισμός στις γραφικές γλώσσες γίνεται με τρόπο ιδανικό στην οθόνη του PC

Τα υπόλοιπα πλεονεκτήματα νομίζουμε είναι προφανή, δηλαδή:

- Μπορούμε να αποθηκεύσουμε και να αρχειοθετήσουμε τα προγράμματά μας.
- Μπορούμε να τυπώνουμε τα προγράμματα.

- Μπορούμε να κάνουμε έλεγχο του προγράμματος προτού το φορτώσουμε στο PLC.

### **Τρόπος ανάπτυξης ενός συστήματος αυτοματισμού με τη χρήση προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή.**

Είδαμε ότι αρχικά οι εταιρείες παραγωγής PLC προσπάθησαν να μη διαταράξουν τον τρόπο σχεδιασμού των αυτοματισμών, δηλαδή όλες οι γλώσσες προγραμματισμού στηρίχθηκαν στην ανάπτυξη του προγράμματος από το υπάρχον σχέδιο του κλασικού αυτοματισμού της δικαιωμένης λογικής. Αντί να προχωρήσουμε στην κατασκευή της πολύπλοκης καλωδίωσης του πίνακα, προχωρούσαμε στον προγραμματισμό του PLC, μετατρέποντας στην ουσία το κλασικό σχέδιο σε πρόγραμμα. Όλες οι γλώσσες προγραμματισμού, είτε επρόκειτο για τη γλώσσα λίστα εντολών είτε για τις γραφικές, είχαν προσαρμοστεί σε αυτό το μοντέλο. Με την πάροδο του χρόνου οι γλώσσες προγραμματισμού εξελίχθηκαν, απομακρύνονται όλο και περισσότερο από το μοντέλο του ηλεκτρολογικού σχεδίου και πλησιάζουν τις ανώτερες γλώσσες προγραμματισμού. Για παράδειγμα οι εντολές ελέγχου και διακλάδωσης (πχ. IF..., GO TO...) και υποπρογραμμάτων (πχ. GO SUB..., CALL... κλπ.) είναι από τις σημαντικότερες εντολές στις ανώτερες γλώσσες προγραμματισμού. Τέτοιου είδους εντολές δεν υπήρχαν αρχικά στις γλώσσες των PLC. Σιγά-σιγά όμως αρχίζουν να εμφανίζονται πολλές τέτοιες εντολές στις νεότερες εκδόσεις όλων των γλωσσών. Η εξέλιξη αυτή έχει αρχίσει να αλλάζει τον τρόπο σχεδιασμού και ανάπτυξης των αυτοματισμών με PLC. Ήδη υπάρχει μια κατηγορία νέων σχεδιαστών αυτοματισμού, οι οποίοι δουλεύουν περισσότερο σαν προγραμματιστές.



## **7) Ανάπτυξη προγράμματος σε προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή.**

### **Γενικά**

Στις ενότητες που ακολουθούν θα δούμε, πως προγραμματίζουμε ένα PLC. Ένας σχετικά έμπειρος στον προγραμματισμό τεχνικός δεν "περνά" από το ηλεκτρολογικό σχέδιο του αυτοματισμού, προκειμένου να αναπτύξει το πρόγραμμα. Σε σύνθετους (πολύπλοκους) αυτοματισμούς η ανάπτυξη του ηλεκτρολογικού σχεδίου του αυτοματισμού είναι πολύ δυσκολότερη από την ανάπτυξη του προγράμματος. Μάλιστα, σε ορισμένες περιπτώσεις είναι πιο εύκολο να αναπτυχθεί το πρόγραμμα άμεσα από τα δεδομένα του αυτοματισμού παρά χρησιμοποιώντας ένα έτοιμο ηλεκτρολογικό σχέδιο του αυτοματισμού.

Το πρόβλημα που υπάρχει σχετικά με τον προγραμματισμό των PLC είναι αυτό στο οποίο έχουμε ήδη αναφερθεί, δηλαδή το γεγονός ότι οι γλώσσες προγραμματισμού των PLC δεν είναι τυποποιημένες, αλλά διαφέρουν από εταιρεία σε εταιρεία. Διαφέρουν ακόμη και μεταξύ των μοντέλων της ίδιας εταιρείας. Βέβαια η λογική όλων των γλωσσών προγραμματισμού σε όλα τα PLC είναι ίδια. Αλλά και οι εντολές προγραμματισμού στις διάφορες γλώσσες μοιάζουν μεταξύ τους σε ένα σημαντικό ποσοστό. Έτσι, όποιος μάθει να χρησιμοποιεί πολύ καλά τις γλώσσες προγραμματισμού ενός μοντέλου PLC, αρκετά εύκολα μαθαίνει τις γλώσσες προγραμματισμού ενός άλλου μοντέλου, εντοπίζοντας πολύ γρήγορα τις διαφορές.

### **Συνδυαστικοί και ακολουθιακοί αυτοματισμοί**

Υιοθετώντας την ορολογία από τα λογικά κυκλώματα, ονομάζουμε:

Συνδυαστικό αυτοματισμό, τον αυτοματισμό εκείνο στον οποίο οι έξοδοι εξαρτώνται μόνο από τις εισόδους. Αυτό σημαίνει ότι οι κινητήρες, βαλβίδες και οι λοιποί αποδέκτες του αυτοματισμού λαμβάνουν εντολές μόνο από τους αισθητήρες και τους διακόπτες εισόδου και δεν εξαρτώνται από το χρόνο ή από προηγούμενες καταστάσεις των εξόδων.

Ακολουθιακό αυτοματισμό ονομάζουμε τον αυτοματισμό εκείνο, στον οποίο οι έξοδοι εξαρτώνται όχι μόνο από τις εισόδους, αλλά και από το χρόνο ή και από προηγούμενες καταστάσεις των εξόδων.

## Προγραμματιστικά χαρακτηριστικά και ονοματολογία των στοιχείων ενός προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή.

Όταν ξεκινάμε να μελετάμε, πώς θα προγραμματίσουμε ένα PLC , πρέπει να γνωρίζουμε:

- Πόσες εισόδους έχει, πώς τις ονομάζουμε και πώς τις αναγνωρίζουμε.

Οι εισοδοί σχεδόν σε όλα τα PLC χαρακτηρίζονται με το γράμμα I (Input). Στα μικρά συμπαγή PLC το γράμμα I ακολουθεί ένας απλός αύξοντα αριθμός, ξεκινώντας από το 1 (ή το 0) και φτάνοντας στο πλήθος των εισόδων πχ. I1, I2, I3, κλπ. Στα modular PLC , όπου οι εισοδοί βρίσκονται σε μονάδες εισόδων, το γράμμα I ακολουθούν δύο αριθμοί, που χωρίζονται με μια τελεία. Ο πρώτος αριθμός χαρακτηρίζει συνήθως τη θέση (τη σειρά) της μονάδας, που βρίσκεται η είσοδος και ο δεύτερος αριθμός χαρακτηρίζει την είσοδο πάνω στην μονάδα πχ έχουμε εισόδους I0.0, I0.1, I0.2, ..., I1.1, I1.2 κλπ

- Πόσες εξόδους έχει, πώς τις ονομάζουμε και πώς τις αναγνωρίζουμε.

Τα ίδια, που ισχύουν για τις εισόδους, ισχύουν και για τις εξόδους. Το γράμμα με το οποίο χαρακτηρίζονται οι εξοδοί στα διάφορα PLC είναι συνήθως το Q ή το O (Output). Για τους αριθμούς, που ακολουθούν το γράμμα, ισχύει ότι και για τις εισόδους.

- Πόσες βοηθητικές μνήμες έχει και πώς τις ονομάζουμε.

Στα διάφορα PLC θα τις συναντήσουμε με το όνομα Markers ή Flags. Πρόκειται για θέσεις μνήμης, στις οποίες αποθηκεύονται ενδιάμεσες λογικές καταστάσεις και πληροφορίες. Όπως ισχύει για τις εισόδους και τις εξόδους, χαρακτηρίζονται με ένα γράμμα ακολουθούμενο από έναν αριθμό ή δύο αριθμούς, που χωρίζονται με τελεία. Το γράμμα στα διάφορα PLC είναι το M (Marker) ή το F (Flag). Συνήθως οι βοηθητικές μνήμες σε ένα PLC δεν είναι λιγότερες από 255. Έτσι έχουμε βοηθητικές μνήμες:

M0.1 έως M0.15

M1.0 έως M1.15

M31.0 έως M31.15

- Τις ειδικές συναρτήσεις του PLC.

Πρέπει να γνωρίζουμε ποιες είναι, πως ονομάζονται, πως τις χειρίζεται το συγκεκριμένο PLC και πόσες από την κάθε μία διαθέτει. Οι ειδικές συναρτήσεις κατά σειρά σπουδαιότητας είναι:

- τα χρονικά
- οι απαριθμητές
- οι συγκριτές
- οι γεννήτριες παλμοσειρών
- ο μετρητής πραγματικού χρόνου

Όλα τα παραπάνω στοιχεία λέμε ότι αποτελούν το προγραμματιστικό μοντέλο ενός PLC. Για να ξεκινήσουμε τον προγραμματισμό πρέπει να γνωρίζουμε το προγραμματιστικό μοντέλο του συγκεκριμένου PLC, που διαθέτουμε.

## 8) Λογικές πύλες

### Άλγεβρα Boole

Το 1854 ο Άγγλος μαθηματικός George Boole σκέφτηκε ότι θα μπορούσε να περιγράψει την ανθρώπινη λογική με μαθηματικές παραστάσεις και σύμβολα και έτσι γεννήθηκε η άλγεβρα Boole. Αν και στην εποχή του η άλγεβρα Boole δεν είχε μεγάλη αξία, πλέον αποτελεί την θεωρητική βάση όλης της ψηφιακής τεχνολογίας.

Βάση της άλγεβρας του Boole κάθε πρόταση που λέμε μπορεί να πάρει μόνο 2 τιμές. Την αληθή και την ψευδή Για παράδειγμα:

“Το νερό είναι κρύο”

Η πρόταση αυτή είναι μια λογική μεταβλητή η οποία μπορεί να είναι είτε αληθής είτε ψευδής. Τέτοιες λογικές μεταβλητές μπορούν να συνδεθούν με λογικές πράξεις και να σχηματίσουν λογικές αλγεβρικές παραστάσεις

### Οι θεμελιώδεις λογικές πράξεις είναι 3. Η AND η OR και η NOT

Η AND είναι η λογική πράξη "και". Χρησιμοποιείτε για να δείξει ότι για να είναι κάτι αληθές πρέπει όλες οι λογικές μεταβλητές της λογικής αλγεβρικής παράστασης να είναι αληθείς

#### Για παράδειγμα

A = “το νερό είναι ζεστό”

B = “Έχω μαγιό”

C = “θα κάνω μπάνιο”

Τότε έχουμε μια αλγεβρική παράσταση που λέει: “αν το νερό είναι ζεστό και έχω μαγιό, θα κάνω μπάνιο”. Αυτή η αλγεβρική παράσταση μεταφράζεται σε μαθηματική παράσταση ως εξής:  $A \cdot B = C$

Έτσι, ο μόνος τρόπος για να είναι αληθές το αποτέλεσμα είναι να είναι αληθείς και οι δυο λογικές μεταβλητές

Η OR αντίθετα είναι η λογική πράξη “ή” η οποία δίνει αληθές αποτέλεσμα όταν τουλάχιστον μια από τις λογικές μεταβλητές είναι αληθής

#### Για παράδειγμα:

A = “έχει καλό καιρό”

B = “έχω ομπρέλα”

C = “θα έρθω”

Τότε έχουμε μια αλγεβρική παράσταση που λέει:  
”Αν έχει καλό καιρό ή αν έχω ομπρέλα θα έρθω”.

Η παράσταση αυτή μεταφράζεται σε μαθηματική παράσταση ως εξής:  $A + B = C$

Η NOT είναι η λογική πράξη της άρνησης και δίνει ουσιαστικά αληθές αποτέλεσμα μόνο όταν η ίδια είναι ψευδής

### **Για παράδειγμα:**

A = “Αύριο θα έχω δουλειά”

C = “αύριο θα πάμε βόλτα”

Τότε έχουμε μια αλγεβρική παράσταση που λέει:”Αν αύριο δεν έχω δουλειά, θα πάμε βόλτα”. Αυτή η αλγεβρική παράσταση μεταφράζεται σε μαθηματική παράσταση ως εξής:  $\bar{A} = C$  (Ο συμβολισμός της άρνησης είναι η γραμμή πάνω από το A)

Η χρήση των λέξεων “αληθής” και “ψευδής” μεταφράζονται στα μαθηματικά ως “1” και “0” αντίστοιχα.

Το λογικό “1” μπορεί να πάρει 5,6 ή 12 V DC ανάλογα με το είδος του ολοκληρωμένου ενώ το λογικό “0” παίρνει 0 V DC.

## Ανάλυση θεμελιωδών πυλών

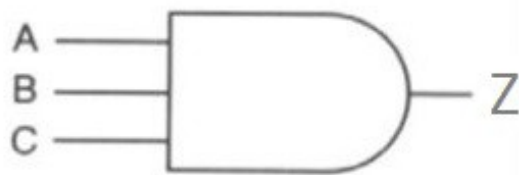
### AND

Η πύλη AND δίνει στην έξοδο της “1” μόνο όταν όλες οι εισοδοι της έχουν κατάσταση “1”

#### AND 2 εισόδων



#### AND 3 εισόδων



#### 20. Συμβολισμός πύλης AND

**Μαθηματικός τύπος :**  $Z = A \cdot B$  και  $Z = A \cdot B \cdot C$  αντίστοιχα

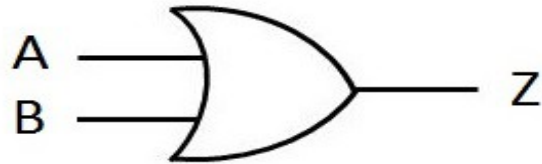
**Πίνακα αληθείας (περίπτωση 3ων εισόδων)**

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>Z</b>
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

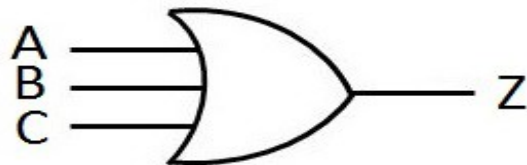
**OR**

Η πύλη OR μας δίνει στην έξοδο “1” όταν τουλάχιστον μία από της εισόδους της δίνει “1”

# Πύλη Ή (OR)



Πύλη OR 2 εισόδων



Πύλη OR 3 εισόδων

## 21. Συμβολισμός πύλης OR

Μαθηματικός τύπος:  $Z = A + B$  και  $Z = A + B + C$  αντίστοιχα

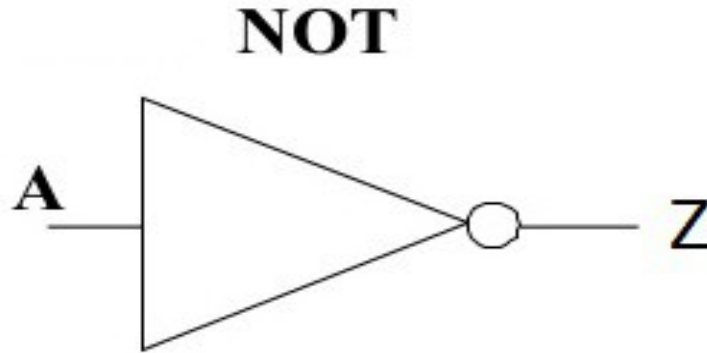
### Πίνακα αληθείας (περίπτωση 3ων εισόδων)

A	B	C	Z
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1



## NOT

Ουσιαστικά η πύλη NOT είναι ένας αντιστροφές. Δηλαδή στην έξοδο της δίνει “1” όταν στην είσοδο της έχει “0” και το αντίστροφο.



22. Συμβολισμός πύλης NOT

**Μαθηματικός τύπος:**  $Z = \bar{A}$

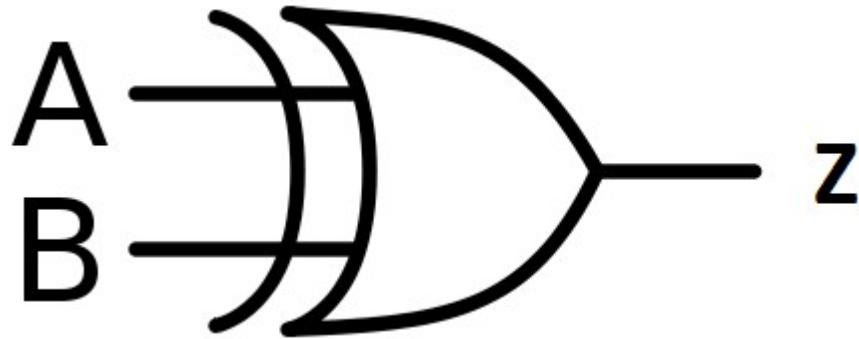
**Πίνακας αληθείας:**

A	Z
0	1
1	0

Οι παραπάνω πύλες λέγονται θεμελιώδης γιατί με συνδυασμό αυτών μπορούμε να φτιάξουμε οποιαδήποτε άλλη πύλη.

**Παράγωγες πύλες είναι:**

Η **XOR** η οποία μας δίνει στην έξοδό της “1” όταν μόνο μια από τις εισόδους της δίνει λογική τιμή “1”



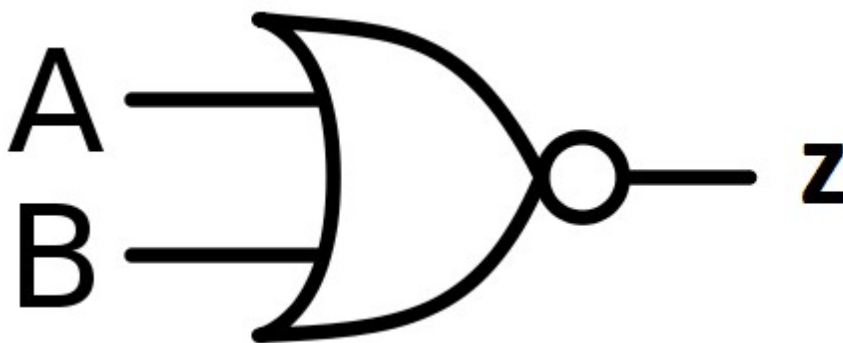
23. Συμβολισμός πύλης XOR

Μαθηματικός τύπος:  $Z = A \oplus B$

Πίνακας αληθείας:

A	B	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Η **NOR** η οποία μας δίνει το αποτέλεσμα μιας απλής OR αντεστραμμένο. Δηλαδή μας δίνει “1” στην έξοδο της όταν όλες οι είσοδοι της δίνουν “0”.



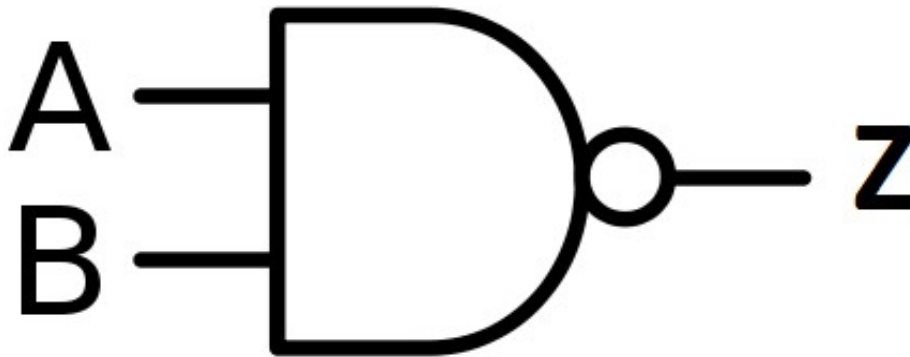
24. Συμβολισμός πύλης NOR

Μαθηματικός τύπος:  $Z = (A + B)'$

**Πίνακας αληθείας:**

A	B	Z
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Η **NAND** η οποία μας δίνει ανεστραμμένο το αποτέλεσμα μιας απλής AND. Δηλαδή μας δίνει “1” στην έξοδό της σε όλες της περιπτώσεις εκτός από όταν όλες οι εισοδοι της δίνουν “1”.



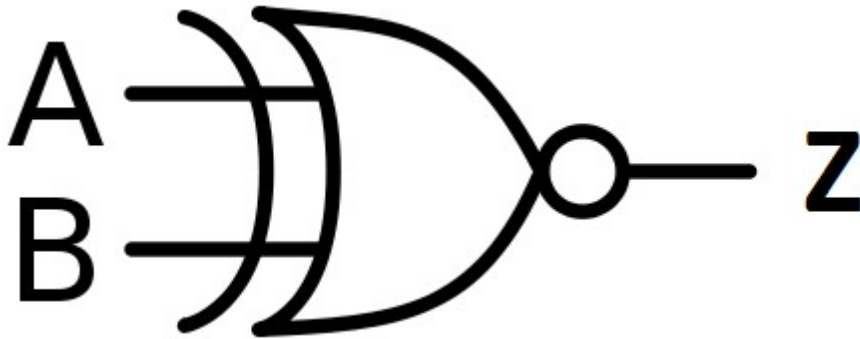
25. Συμβολισμός πύλης NAND

**Μαθηματικός τύπος:**  $Z = (A \cdot B)'$

**Πίνακας αληθείας:**

A	B	Z
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Και τέλος η **XNOR** η οποία μας δίνει το αντίθετο αποτέλεσμα από την XOR. Δηλαδή μας δίνει “1” όταν και οι δύο εισοδοι δίνουν “0” ή όταν και οι 2 εισοδοι δίνουν “1”



26. Συμβολισμός πύλης XNOR

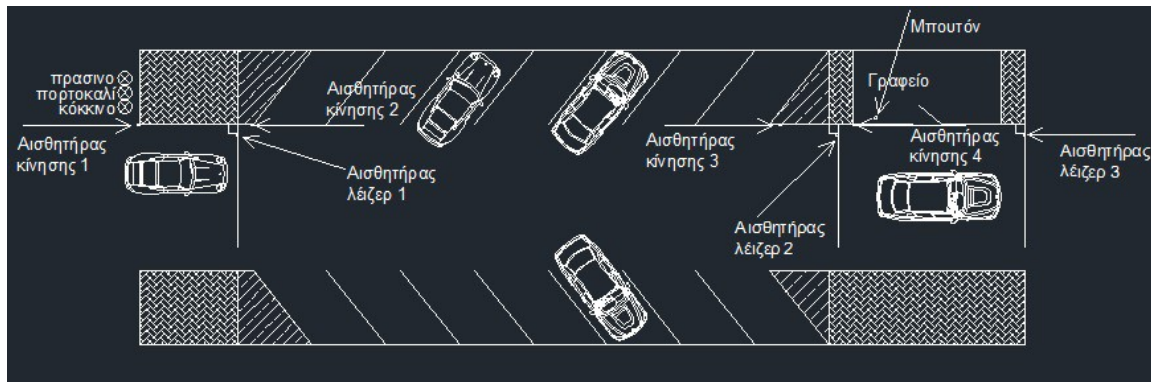
Μαθηματικός τύπος:  $Z = (A \oplus B)'$

Πίνακας αληθείας:

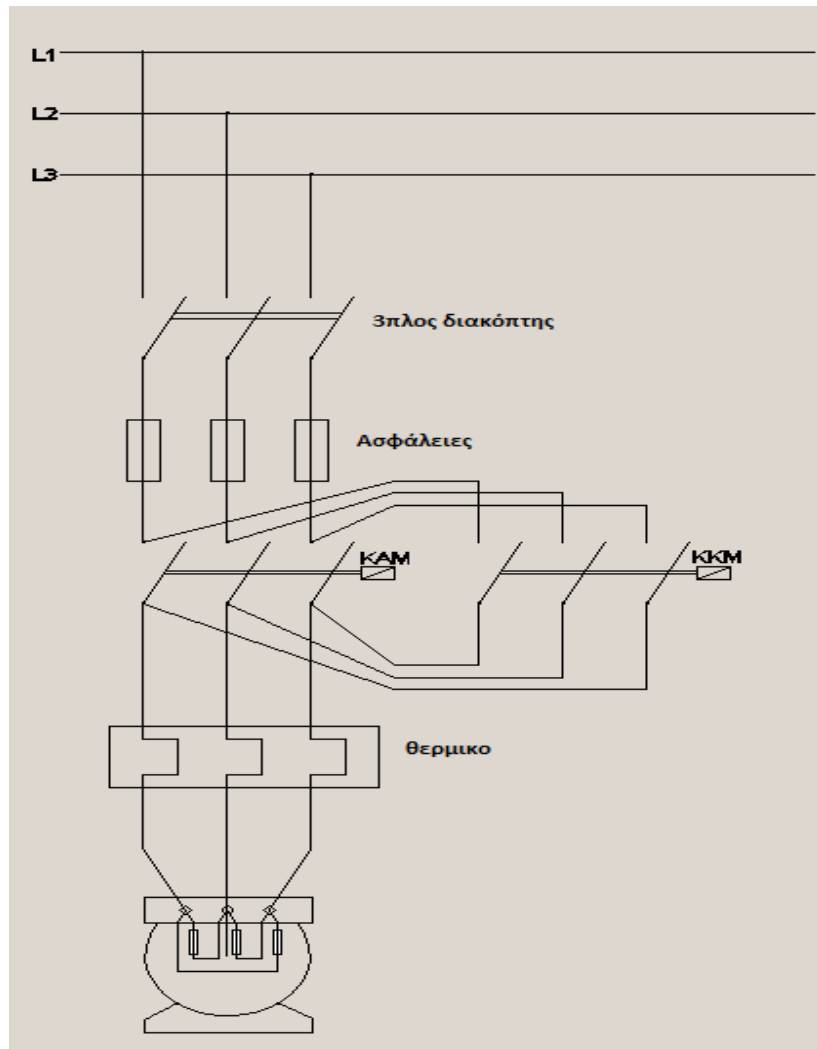
A	B	Z
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

## 9) Παράδειγμα προγράμματος PLC για χώρο στάθμευσης 14ων αυτοκινήτων

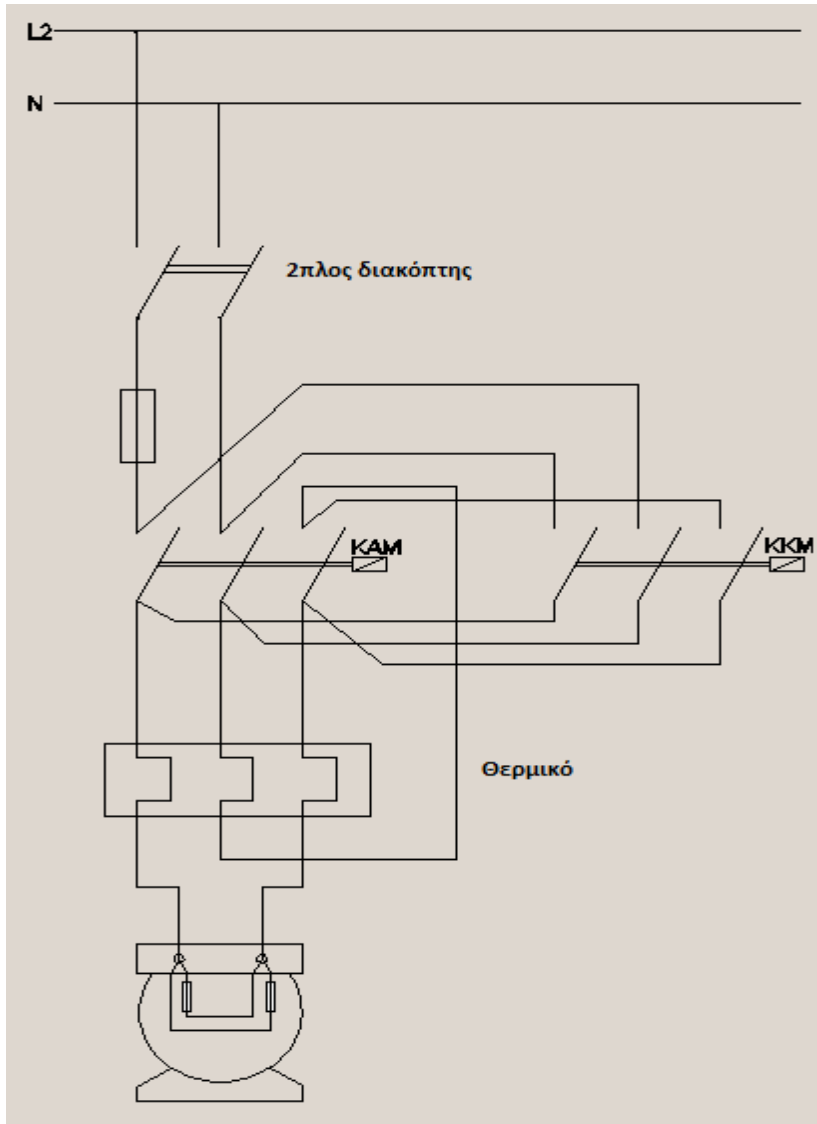
Αναπτύχθηκε σε Siemens Logo Comfort V8.0.0. DEMO



27. Κάτοψη πάρκινγκ



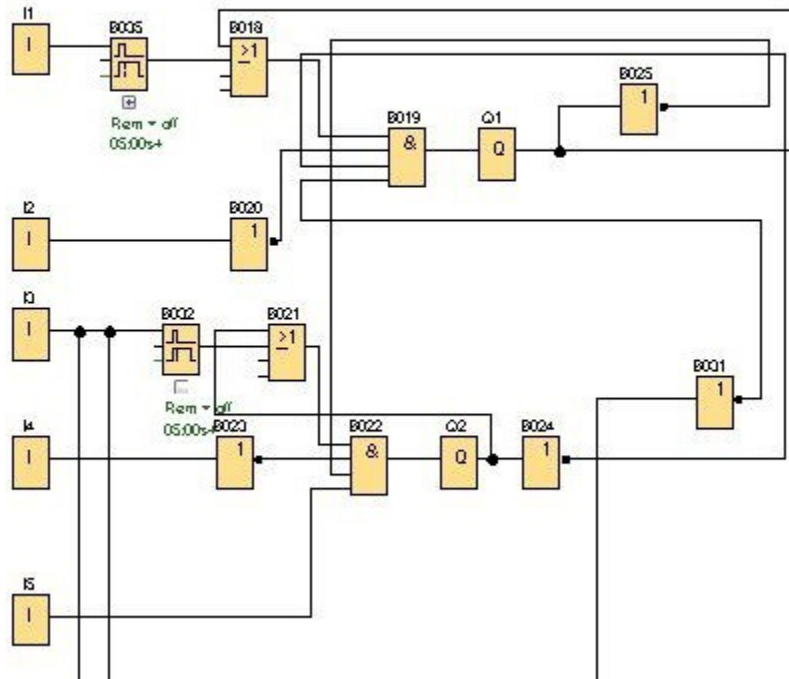
28. Κυρίως κύκλωμα (3φ κινητήρας)



29. Κυρίως κύκλωμα (1φ κινητήρας)

## Πρόγραμμα PLC (σχεδιασμένο σε Siemens Logo Comfort V8.0.0 DEMO)

### Άνοδος - Κάθοδος μπάρας εισόδου



30. Πρώτο κομμάτι του προγράμματος

Όπως βλέπουμε, το πρώτο κομμάτι του προγράμματος αποτελείται από πέντε εισόδους και 2 εξόδους. Αναλυτικά έχουμε:

I1 : Αισθητήρας κίνησης για άνοιγμα μπάρας

I2 : Τερματικός διακόπτης για άνοιγμα μπάρας

I3 : Αισθητήρας κίνησης για κλείσιμο μπάρας

I4 : Τερματικός διακόπτης για κλείσιμο μπάρας

I5 : Αισθητήρας λέιζερ για ασφάλεια κατά το κλείσιμο της μπάρας

Q1 : Ηλεκτρονόμος για κίνηση ανοίγματος μπάρας

Q2 : Ηλεκτρονόμος για κίνηση κλείσιμο μπάρας



### Ανάλυση ανοίγματος μπάρας εισόδου:

- Μόλις ένα όχημα ανιχνευθεί από τον αισθητήρα κίνησης I1 τότε ο αισθητήρας δίνει σήμα ώστε να ανοίξει η μπάρα εισόδου. Το στιγμιαίο σήμα αυτό κατευθύνετε σε Delay Off με σκοπό την τροφοδότηση του σήματος για 5" στην περίπτωση που την ώρα που ο αισθητήρας I1 δει κίνηση, έχουμε κάθοδο της μπάρας. Το σήμα αυτό εν συνεχεία οδεύει σε πύλη OR (B018 ) που λειτουργεί ως αυτοσυγκράτηση. Έπειτα το σήμα κατευθύνετε προς πύλη AND (B019) η οποία έχει σκοπό το μπλοκάρισμα του σήματος και κατ επέκταση την μη άνοδο της μπάρας σε περίπτωση που υπάρχει κάποια παράμετρος που το υπαγορεύει αυτό.

### Αναλυτικότερα:

Η πύλη AND (B019) που χρησιμοποιούμε έχει τις εξής τέσσερις εισόδους :

1η είσοδος: Σήμα από αισθητήρα κίνησης I1 (συνεχόμενο για 5" όπως ορίζει το B035).

2η είσοδος: Σήμα από τερματικό διακόπτη I2

3η είσοδος: Σήμα προερχόμενο από έξοδο Q2 (ηλεκτρονόμος για το κλείσιμο της μπάρας)

4η είσοδος: Σήμα προερχόμενο από έξοδο Q7 (ένδειξη πληρότητας χώρου στάθμευσης)

Τα παραπάνω θα αναλυθούν ως προς την λειτουργία τους παρακάτω.

Έχοντας αναφέρει τις εισόδους της πύλης AND (B019) και εφόσον υπό κανονικές συνθήκες όλες μας δίνουν ερέθισμα "1" τότε το σήμα που προέρχεται από τον αισθητήρα κίνησης I1 περνάει από την AND (B019) και τροφοδοτεί την έξοδο Q1 που είναι η άνοδος της μπάρας εισόδου. Το σήμα αυτό της τροφοδότησης της ανόδου ανατροφοδοτείται στην OR (B018) με σκοπό την αυτοσυγκράτηση του σήματος.

- Σε δεύτερη φάση για να αποτρέψουμε την μπάρα να περάσει το μέγιστο σημείο ανόδου της τοποθετούμε τον τερματικό διακόπτη I2. Το σήμα του διακόπτη υπό κανονικές συνθήκες (κλειστή μπάρα) είναι "0" και λόγω αυτού, τοποθετούμε μία πύλη NOT (B020) με σκοπό την αντιστροφή του σήματος. Το προηγούμενο γίνεται γιατί το σήμα κατευθύνετε στην AND (B019) η οποία υπό κανονικές συνθήκες πρέπει να μας δίνει αποτέλεσμα "1" μόλις πάρει σήμα από το αισθητήριο κίνησης I1.
- Σε αυτήν την φάση έχουμε τον προγραμματισμό για την άνοδο της μπάρας αλλά

πρέπει να προστατεύσουμε και τον κινητήρα από την περίπτωση σφάλματος και προσπάθεια λειτουργίας ανόδου και καθόδου ταυτόχρονα πράγμα που θα σήμαινε βραχυκύκλωμα του κινητήρα. Αυτό το κάνουμε με την τροφοδότηση του ανεστραμμένου σήματος από την έξοδο Q2 στην AND (B019). Το ανεστραμμένο αυτό σήμα κατά την λειτουργία της εξόδου Q2 είναι “0” με αποτέλεσμα να μην αφήνει την έξοδο Q1 να τροφοδοτηθεί

- Αφού κάναμε τα παραπάνω, τώρα πρέπει να αποτρέψουμε την μπάρα να ανέβει σε περίπτωση που ένα όχημα προσπαθήσει να εισέλθει ενώ ο χώρος στάθμευσης είναι πλήρης. Αυτό το επιτυγχάνουμε παίρνοντας το ανεστραμμένο σήμα από την έξοδο Q7 που είναι η ένδειξη πληρότητας του χώρου. Το σήμα αυτό, όταν η ένδειξη πληρότητας είναι σβηστή, είναι “0” και το ανεστραμμένο του είναι “1” οπότε επιτρέπει στην μπάρα να ανοίξει. Όταν η ένδειξη είναι αναμμένη, τότε το σήμα είναι “1”, το ανεστραμμένο του “0” οπότε δεν επιτρέπει στην μπάρα να ανοίξει.

#### **Ανάλυση κλεισίματος μπάρας εισόδου:**

Μετά την πλήρη άνοδο της μπάρας εισόδου, το όχημα προχωράει προς τον χώρο στάθμευσης και εντοπίζετε από το αισθητήρα κίνησης I3. Ο αισθητήρας αυτός, δίνει εντολή στην μπάρα ώστε να ξεκινήσει η κάθοδος. Το σήμα από τον αισθητήρα I3, αρχικά περνάει από ένα Delay Off που σκοπό έχει την τροφοδότηση του σήματος για κάποια δευτερόλεπτα σε περίπτωση που το όχημα πέρασε από τον αισθητήρα I3 πριν προλάβει να ολοκληρωθεί η άνοδος της μπάρας (βιαστικός οδηγός). Εν συνεχεία και ομοίως με την άνοδο της μπάρας, το σήμα οδηγείτε σε πύλη OR (B021) που λειτουργεί ως αυτοσυγκράτηση. Έπειτα το σήμα οδεύει σε πύλη AND (B022) η οποία έχει σκοπό, όπως και παραπάνω, το μπλοκάρισμα της καθόδου της μπάρας σε περίπτωση που κάποιος αισθητήρας το ορίζει αυτό. Επιπλέον, το σήμα από τον αισθητήρα I3 τροφοδοτεί τους μετρητές που η λειτουργία τους θα αναλυθεί μετά.

### Αναλυτικότερα:

Η πύλη AND (B022) που χρησιμοποιούμε έχει τις εξής τέσσερις εισόδους :

1η είσοδος: Σήμα από αισθητήρα κίνησης I3 (συνεχόμενο για 5" όπως ορίσει το B023).

2η είσοδος: Σήμα από τερματικό διακόπτη I2

3η είσοδος: Σήμα προερχόμενο από έξοδο Q1 (ηλεκτρονόμος για το άνοιγμα της μπάρας)

4η είσοδος: Σήμα από αισθητήρα λέιζερ για αποφυγή ατυχημάτων

Τα παραπάνω θα αναλυθούν ως προς την λειτουργία τους παρακάτω.

Έχοντας αναφέρει τις εισόδους της πύλης AND (B022) και εφόσον υπό κανονικές συνθήκες όλες μας δίνουν ερέθισμα "1" τότε το σήμα που προέρχεται από τον αισθητήρα κίνησης I3 περνάει από την AND (B022) και τροφοδοτεί την έξοδο Q2 που είναι η άνοδος της μπάρας εισόδου. Το σήμα αυτό της τροφοδότησης της ανόδου ανατροφοδοτείται στην OR (B021) με σκοπό την αυτοσυγκράτηση του σήματος.

- Σε δεύτερη φάση για να αποτρέψουμε την μπάρα να περάσει το μέγιστο σημείο καθόδου της τοποθετούμε τον τερματικό διακόπτη I4. Το σήμα του διακόπτη υπό κανονικές συνθήκες (ανοιχτή μπάρα) είναι "0" και λόγω αυτού, τοποθετούμε μία πύλη NOT (B023) με σκοπό την αντιστροφή του σήματος. Το προηγούμενο γίνεται γιατί το σήμα κατευθύνετε στην AND (B022) η οποία υπό κανονικές συνθήκες πρέπει να μας δίνει αποτέλεσμα "1" μόλις πάρει σήμα από το αισθητήριο κίνησης I3.
- Σε αυτήν την φάση έχουμε τον προγραμματισμό για την καθόδου της μπάρας αλλά πρέπει να προστατεύσουμε και τον κινητήρα από την περίπτωση σφάλματος και προσπάθεια λειτουργίας ανόδου και καθόδου ταυτόχρονα πράγμα που θα σήμαινε βραχυκύκλωμα του κινητήρα. Αυτό το κάνουμε με την τροφοδότηση της αντεστραμμένου σήματος από την έξοδο Q1 στην AND (B022). Το ανεστραμμένο αυτό σήμα κατά την λειτουργία της εξόδου Q1 είναι "0" με αποτέλεσμα να μην αφήνει την έξοδο Q2 να τροφοδοτηθεί
- Τέλος, για λόγους ασφαλείας, τοποθετούμε αισθητήρα λέιζερ I5 ο οποίος σε περίπτωση που κατά το κλείσιμο της μπάρας υπάρξει κάποιο εμπόδιο, θα διακόψει την κάθοδο της μπάρας. Στην περίπτωση αυτή, ο οδηγός θα αναγκαστεί να κάνει όπισθεν οπότε θα ενεργοποιηθεί εκ νέου ο αισθητήρας I1 για το άνοιγμα την μπάρας ώστε να μπορέσει να εισέλθει.

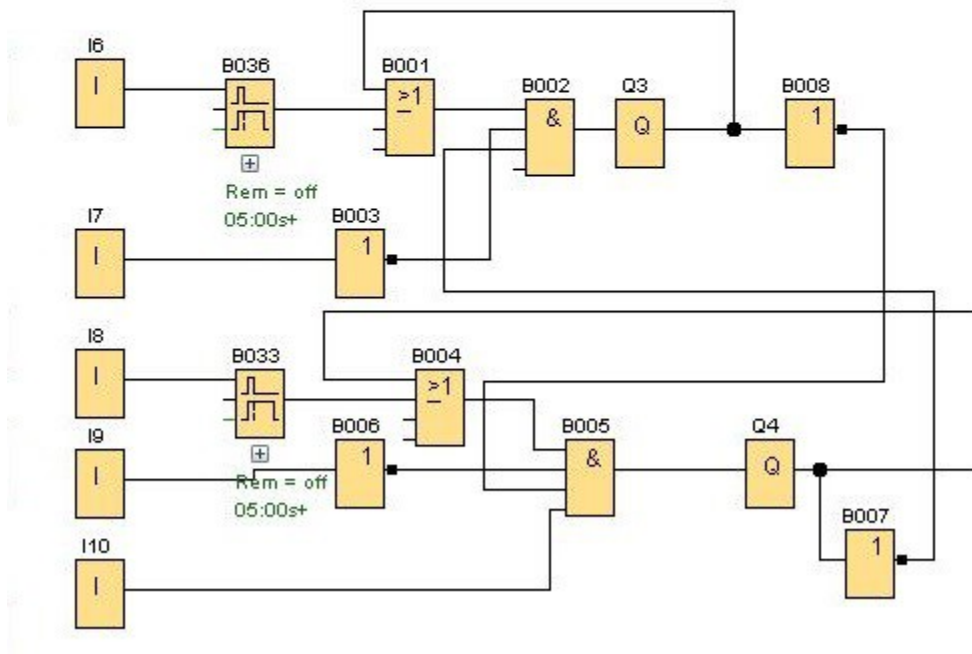
**Τα παραπάνω επαναλαμβάνονται και στο άνοιγμα – κλείσιμο της 1η και 2ης μπάρας**

εξόδου με τις εξής διαφορές:

- Στην άνοδο της 1ης μπάρας εξόδου, δεν έχουμε περιορισμό για λόγους πληρότητας δηλαδή δεν έχουμε τίποτα στην τέταρτη είσοδο της AND (B002)
- Στην άνοδο της 2ης μπάρας εξόδου, το 1ο αισθητήριο, αντί για αισθητήρας κίνησης, είναι μπουτόν το οποίο είναι τοποθετημένο στο γραφείο που βρίσκετε ο υπάλληλος.
- Το σήμα από τον αισθητήρα I12 οδεύει προς τους μετρητές ώστε να γίνει καταγραφή της εξόδου ενός οχήματος

Το 2ο κομμάτι του προγράμματος αποτελείτε από πέντε εισόδους και 2 εξόδους.

## Άνοδος - Κάθοδος 1ης μπάρας εξόδου



31. Δεύτερο κομμάτι του προγράμματος

Αναλυτικά έχουμε:

I6 : Αισθητήρας κίνησης για άνοιγμα μπάρας

I7 : Τερματικός διακόπτης για άνοιγμα μπάρας

I8 : Αισθητήρας κίνησης για κλείσιμο μπάρας

I9 : Τερματικός διακόπτης για κλείσιμο μπάρας

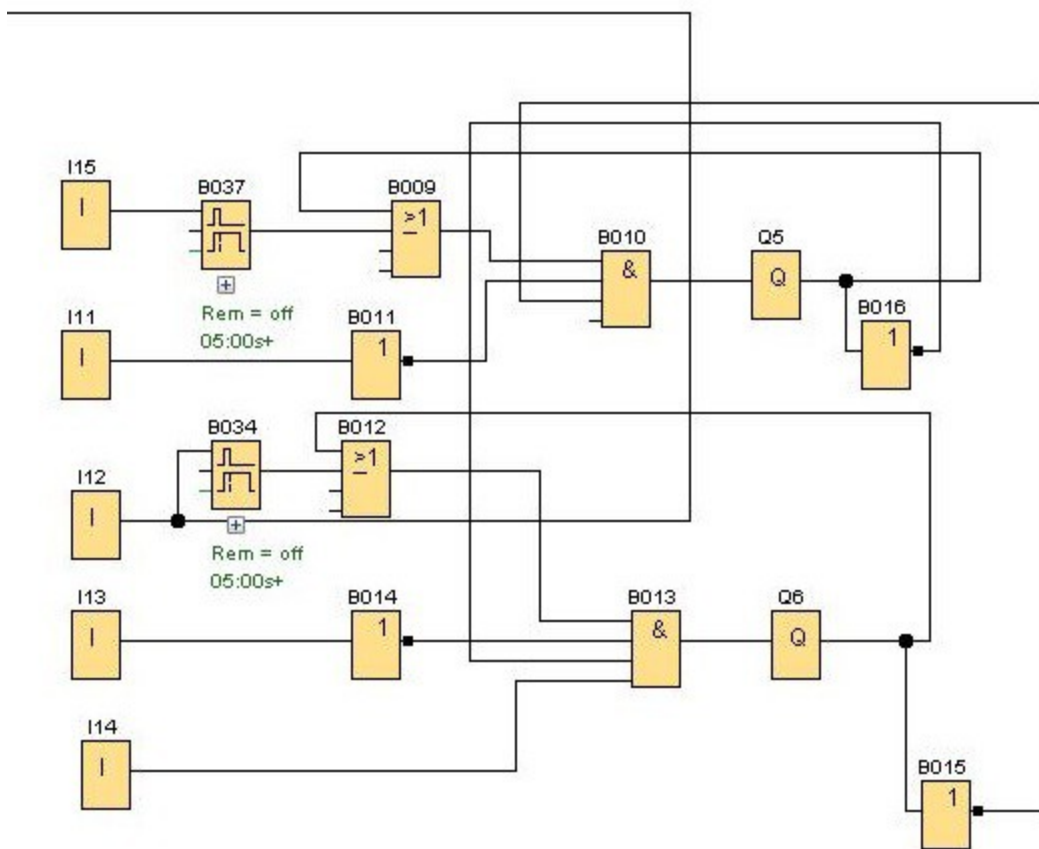
I10 : Αισθητήρας λέιζερ για ασφάλεια κατά το κλείσιμο της μπάρας

Q3 : Ηλεκτρονόμος για κίνηση ανοίγματος μπάρας

Q4 : Ηλεκτρονόμος για κίνηση κλείσιμο μπάρας

Το 3ο κομμάτι του προγράμματος αποτελείτε από πέντε εισόδους και 2 εξόδους.

### Άνοδος - Κάθοδος 2ης μπάρας εξόδου



### 32. Τρίτο κομμάτι του προγράμματος

Αναλυτικά έχουμε:

I15 : Μπουτόν για άνοιγμα μπάρας

I11: Τερματικός διακόπτης για άνοιγμα μπάρας

I12 : Αισθητήρας κίνησης για κλείσιμο μπάρας

I13 : Τερματικός διακόπτης για κλείσιμο μπάρας

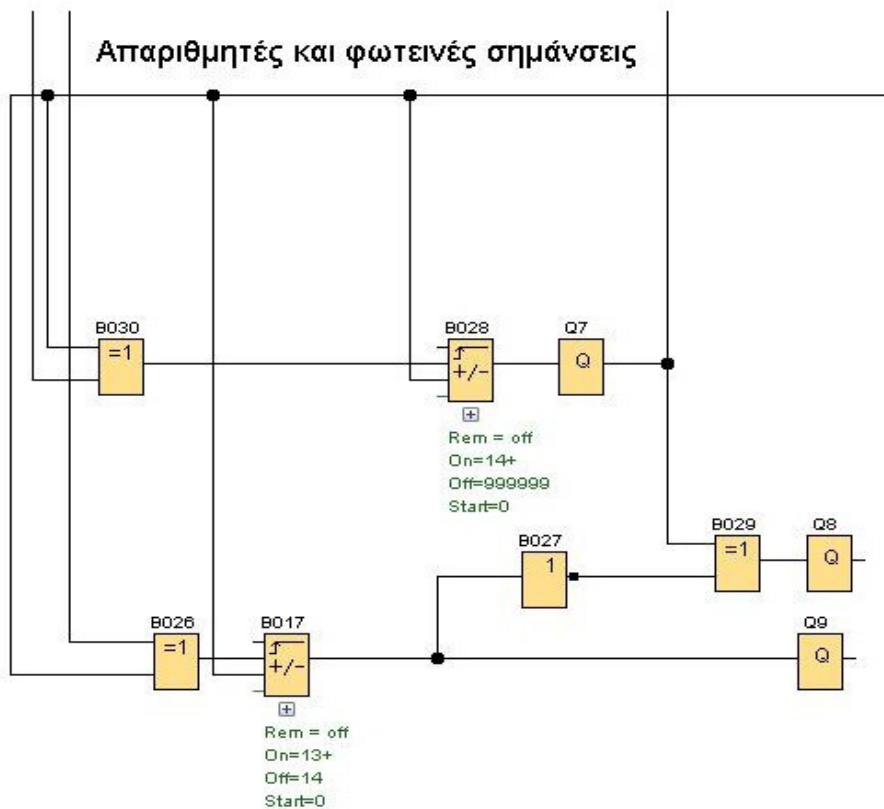
I14 : Αισθητήρας λέιζερ για ασφάλεια κατά το κλείσιμο της μπάρας

Q5 : Ηλεκτρονόμος για κίνηση ανοίγματος μπάρας

Q6 : Ηλεκτρονόμος για κίνηση κλείσιμο μπάρας

#### Ανάλυση απαριθμητών και φωτεινών σημάτων.

Το 4ο κομμάτι του προγράμματος αποτελείται από δύο εισόδους και τρεις εξόδους.



### 33. Τέταρτο κομμάτι του προγράμματος

Αναλυτικά έχουμε:

I3 : Αισθητήρας κίνησης για κλείσιμο μπάρας εισόδου

I12 : Αισθητήρας κίνησης για κλείσιμο 2ης μπάρας εξόδου

Q7 : Λυχνία πληρότητας (κόκκινο φανάρι)

Q8 : Λυχνία μηδενικής πληρότητας (πράσινο φανάρι)

Q9 : Λυχνία μερικής πληρότητας (πορτοκαλί φανάρι)

Οι φωτεινές ενδείξεις του χώρου στάθμευσης είναι τρεις. Οι τρεις αυτές ενδείξεις οδηγούνται από δύο απαριθμητές με διαφορετικές μεταβλητές.

#### **Αναλυτικά:**

Ο απαριθμητής B017 παίρνει εντολή για καταμέτρηση από τους αισθητήρες I12 και I3 οι οποίοι είναι οι αισθητήρες που δίνουν εντολή στην 2η μπάρα εξόδου και στην μπάρα εισόδου να κλείσει αντίστοιχα. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι πρέπει ο μετρητής να μετρήσει προς τα κάτω ή προς τα πάνω ανάλογα αν το σήμα έρχεται από τον αισθητήρα I12 ή από τον I3. Για να γίνει όμως αυτό, πρέπει πέραν της εντολής καταμέτρησης, να λάβει και εντολή για αρνητική ή θετική καταμέτρηση. Για να το επιτύχουμε αυτό, στον μετρητή B017 δώσαμε σήμα απευθείας από τον αισθητήρα I12 στην είσοδο "Dir" η οποία αν λάβει "0", τότε ο μετρητής μετράει θετικά ενώ αν λάβει "1" ο μετρητής μετράει αρνητικά. Το σήμα και από τον αισθητήρα I12 και από τον αισθητήρα I3 κατευθύνθηκαν σε μια XOR (B026) με σκοπό όταν έχουμε σήμα και από τους 2 αισθητήρες ταυτόχρονα, να μην υπάρχει καμία μεταβολή, ενώ όταν έχουμε μόνο από έναν από τους δύο, τότε να έχουμε καταμέτρηση. Η καταμέτρηση η οποία θα έχουμε, αν προέρχεται από τον αισθητήρα I3, τότε θα έχουμε στην είσοδο "Dir" του μετρητή "0" και στην είσοδο "Cnt" του μετρητή "1" οπότε θα έχουμε θετική αρίθμηση. Αν έχουμε σήμα από τον αισθητήρα I12, τότε θα έχουμε στην είσοδο "Dir" του μετρητή "1" και στην είσοδο "Cnt" "1" οπότε θα έχουμε αρνητική αρίθμηση.

Βλέποντας τις παραμέτρους του μετρητή B028 βλέπουμε ότι On = 14 και Off = 999999. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι όταν ο μετρητής μετρήσει 14 εισόδους, τότε θα δώσει στην έξοδο του "1". όταν δώσει "1" στην έξοδο του, θα τροφοδοτηθεί η έξοδος Q7 που είναι η λυχνία πληρότητας (κόκκινο φανάρι). Από την λυχνία πληρότητας παίρνουμε επίσης το ανεστραμμένο αποτέλεσμα που οδηγούμε στην AND (B019) με σκοπό, όπως έχουμε εξηγήσει, να μην επιτρέπει στην μπάρα εισόδου να ανοίγει όταν η λυχνία πληρότητας είναι αναμμένη. Επίσης, το αποτέλεσμα της εξόδου Q7 το οδηγούμε σε πύλη XOR

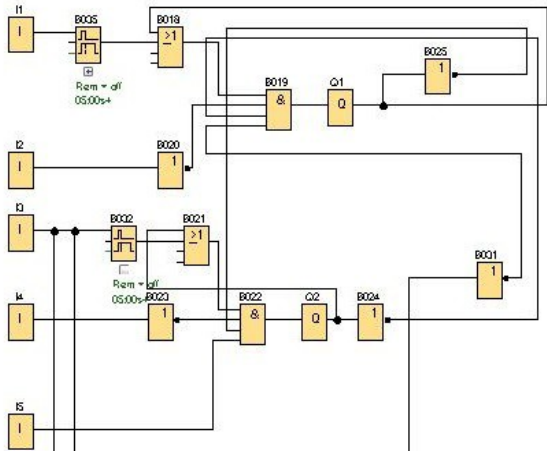
(B029) που θα εξηγήσουμε παρακάτω.

Ακριβώς ίδια είναι και η λειτουργία του μετρητή B017 απλά με διαφορετικές παραμέτρους

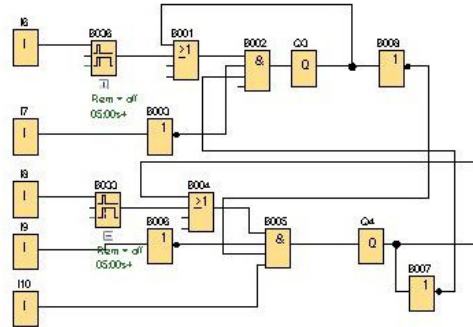
Βλέποντας τις παραμέτρους του μετρητή B017 βλέπουμε ότι On = 13 και Off = 14. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι όταν ο μετρητής μετρήσει 13 εισόδους, τότε θα δώσει στην έξοδο του “1”. όταν δώσει “1” στην έξοδο του, θα τροφοδοτηθεί η έξοδος Q7 που είναι η λυχνία μερικής πληρότητας (πορτοκαλί φανάρι). Ο μετρητής αυτός θα σταματήσει να δίνει “1” όταν μετρήσει 14 εισόδους. Το ανεστραμμένο αποτέλεσμα του μετρητή B017 οδεύει σε XOR (B029) όπως και το αποτέλεσμα την εξόδου Q7 που αναφέραμε προηγουμένως Η XOR (B029) τροφοδοτεί την έξοδο Q8 που είναι η ενδεικτική λυχνία μηδενικής πληρότητας (πράσινο φανάρι) έτσι, όταν έχουμε από 0 – 13 οχήματα στον χώρο στάθμευσης το αποτέλεσμα της Q7 είναι “0” και το ανεστραμμένο του μετρητή B017 είναι “1” οπότε το πράσινο φανάρι είναι αναμμένο Όταν έχουμε 13 οχήματα, όπως εξηγήσαμε παραπάνω, είναι αναμμένο το πορτοκαλί φανάρι (Q09) και το ανεστραμμένο του δίνει “0” οπότε το πράσινο σβήνει. Τέλος όταν έχουμε 14 οχήματα, όπως είπαμε προηγουμένως θα ανάψει το κόκκινο και θα σβήσει το πορτοκαλί. Έτσι το αποτέλεσμα της Q7 θα είναι “1”, του μετρητή B017 το ανεστραμμένο θα είναι πάλι “1” οπότε το πράσινο φανάρι παραμένει σβηστό.



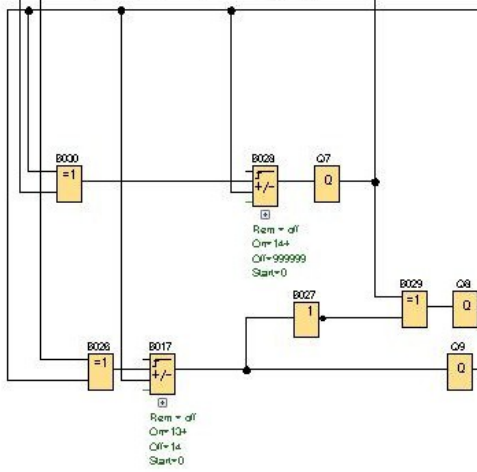
Ανοδος - Κάθοδος μπάρας εισόδου



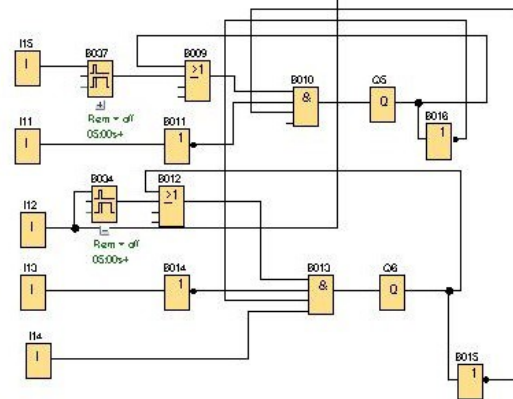
Ανοδος - Κάθοδος 1ης μπάρας εξόδου



Απαριθμητές και φωτεινές σημάσεις



Ανοδος - Κάθοδος 2ης μπάρας εξόδου



34. Ολοκληρωμένο πρόγραμμα

## **Βιβλιογραφία**

- 1) Zoulis Nikolaos, Kaffetzakis Panagiotis, Soultis Georgios “Automation Systems” 1<sup>st</sup> Volume, Technical Electricians Schools, State Printing 2005**
- 2) Zoulis Nikolaos, Kaffetzakis Panagiotis, Soultis Georgios “Automation Systems” 2<sup>nd</sup> Volume, Technical Electricians Schools, State Printing 2006**
- 3) Vetzas Dimitrios, Glossas Nikolaos, Nikolopoulos Alexios “Automatation lab and automation control systems” Technical Electricians Schools, State Printing 2007**
- 4) N. A. PANTAZIS “Programmable logic controllers” “ION” publications 1992, “Automation using PLC” A. Stamoulis, publication 1998**
- 5) N. A. PANTAZIS “Automation using PLC” A. Stamoulis publication 1998**
- 6) M. Morris Mano “Digital Panning” Papasotiriou, publication 1992**