

Η εξέλιξη των αυτοματισμών και οι Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές (PLC)

Οι πρώτοι αυτοματισμοί ήταν καθαρά μηχανικοί, όλοι οι έλεγχοι δηλαδή καθοριζόταν από τη κίνηση γραναζιών και μοχλών.

Αργότερα έγινε το μεγάλο άλμα με τη χρήση του ηλεκτρισμού. Το κύριο εξάρτημα στο κλασσικό αυτοματισμό είναι ο ηλεκτρονόμος. Η επανάσταση της πληροφορικής ξεκινά το 1975 με τη κατασκευή του πρώτου μικροϋπολογιστή. Η βιομηχανία μέχρι και τη δεκαετία του '80 χρησιμοποιούσε ελάχιστα τα ηλεκτρονικά. Το 90% και πλέον των αυτοματισμών καταλάμβαναν οι αυτοματισμοί με ηλεκτρονόμους. Στις αρχές της δεκαετίας του '80 οι εταιρίες εμφανίζουν στους τεχνικούς της βιομηχανίας ένα νέο προϊόν που το ονόμασαν PLC χωρίς να χρησιμοποιήσουν τη πλήρη ονομασία του (Programmable Logic Controller) για να μη τρομάξουν το τεχνικό κατεστημένο της βιομηχανίας.

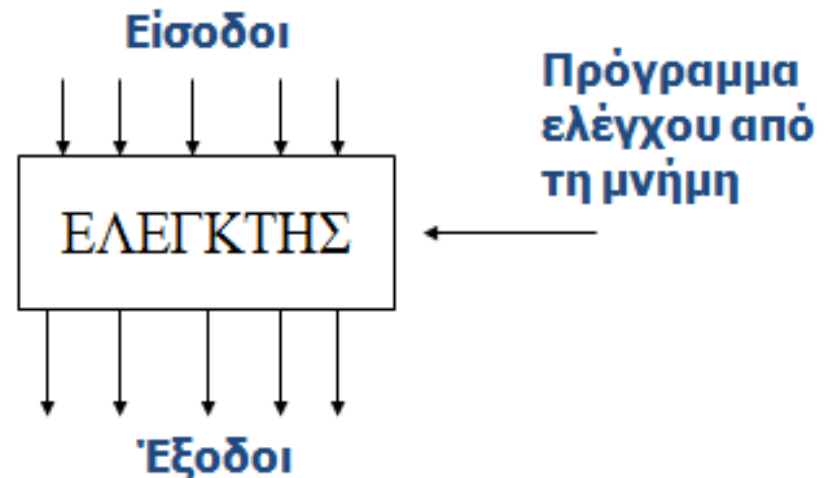
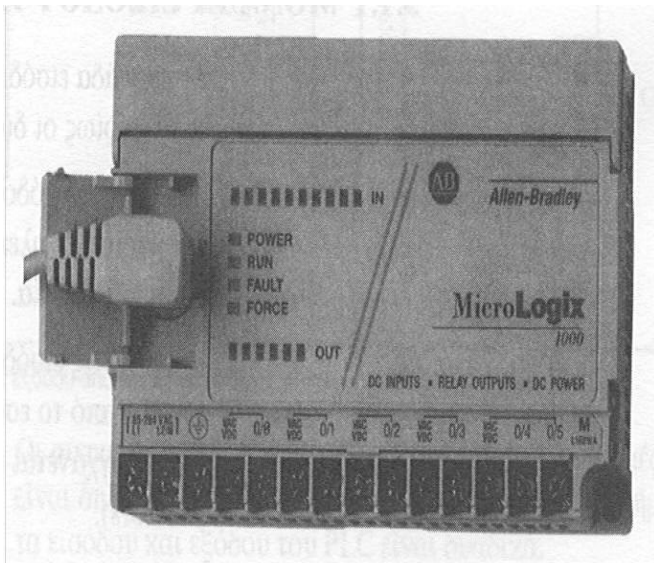
Τι είναι όμως το PLC;

Το PLC δεν είναι τίποτα άλλο παρά ένας μικροϋπολογιστής, κατάλληλα προσαρμοσμένος ώστε να χρησιμοποιείται για τη λειτουργία των αυτοματισμών. Το PLC δηλαδή δημιουργήθηκε για να αντικαταστήσει τον κλασικό πίνακα αυτοματισμού με τους ηλεκτρονόμους. Δηλαδή έγινε μια μεγάλη αλλαγή περάσαμε κατευθείαν από τους ηλεκτρονόμους στους υπολογιστές παρακάμπτοντας τα ηλεκτρονικά. Για να μπορούν όμως οι τεχνικοί να χρησιμοποιήσουν το νέο προϊόν και να μην “τρομάζουν” από έννοιες όπως υπολογιστής, προγραμματισμός, γλώσσες προγραμματισμού κλπ, οι εταιρίες δεν ανέφεραν τίποτε από τα παραπάνω. Απλά τους είπαν αντί να σχεδιάσετε το ηλεκτρολογικό σχέδιο θα το κάνετε με το τρόπο που θα σας πούμε. Ουσιαστικά τους μάθαιναν προγραμματισμό. Οι πρώτες γλώσσες προγραμματισμού δεν έκαναν τίποτε άλλο από το να αντιγράφουν το ηλεκτρολογικό σχέδιο σε μια ειδική συσκευή προγραμματισμού.

Σήμερα τα PLC έχουν εξελιχθεί πάρα πολύ. Υπάρχουν δε στην αγορά εκατοντάδες μοντέλα από πλήθος διαφορετικών εταιριών.

Αν θελήσουμε να δώσουμε έναν ορισμό σε έναν προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι:

μία ψηφιακή ηλεκτρονική συσκευή η οποία χρησιμοποιεί μια προγραμματιζόμενη μνήμη για την αποθήκευση οδηγιών και ειδικές λειτουργίες όπως είναι η λογική, η ακολουθία, ο χρόνος, η αρίθμηση κ.λ.π για να ελέγξει τις μηχανές και την διαδικασία.



Ποια είναι τα πλεονεκτήματα των PLC;

- * Ο χρόνος κατασκευής του αυτοματισμού είναι μηδαμινός σε σχέση με την κατασκευή ενός κλασικού πίνακα αυτοματισμού
- * Ελαχιστοποίηση του κόστους συντήρησης, εφόσον δεν υπάρχει θέμα βλάβης επειδή τα PLC “χαλάνε” σπάνια.
- * Τα PLC είναι ευέλικτα στην τροποποίηση της λειτουργίας του αυτοματισμού, εφόσον η αλλαγή στον αυτοματισμό γίνεται σε λίγα λεπτά, αλλάζοντας μόνο το πρόγραμμα.
- * Αλλάζοντας το πρόγραμμα ή τοποθετώντας νέες μονάδες εισόδων και εξόδων, επεκτείνουμε εύκολα τον αυτοματισμό.
- * Μπορούμε να υλοποιούμε πολύπλοκες και έξυπνες επεξεργασίες που στον κλασικό αυτοματισμό είναι εξαιρετικά δύσκολο να γίνουν.
- * Η δυνατότητα σύνδεσης του PLC με ηλεκτρονικό υπολογιστή, με το σύστημα αποθήκης, λογιστήριο κλπ είναι επίσης πλεονεκτήματα

Γενικά ένα PLC αποτελείται από τα παρακάτω μέρη.

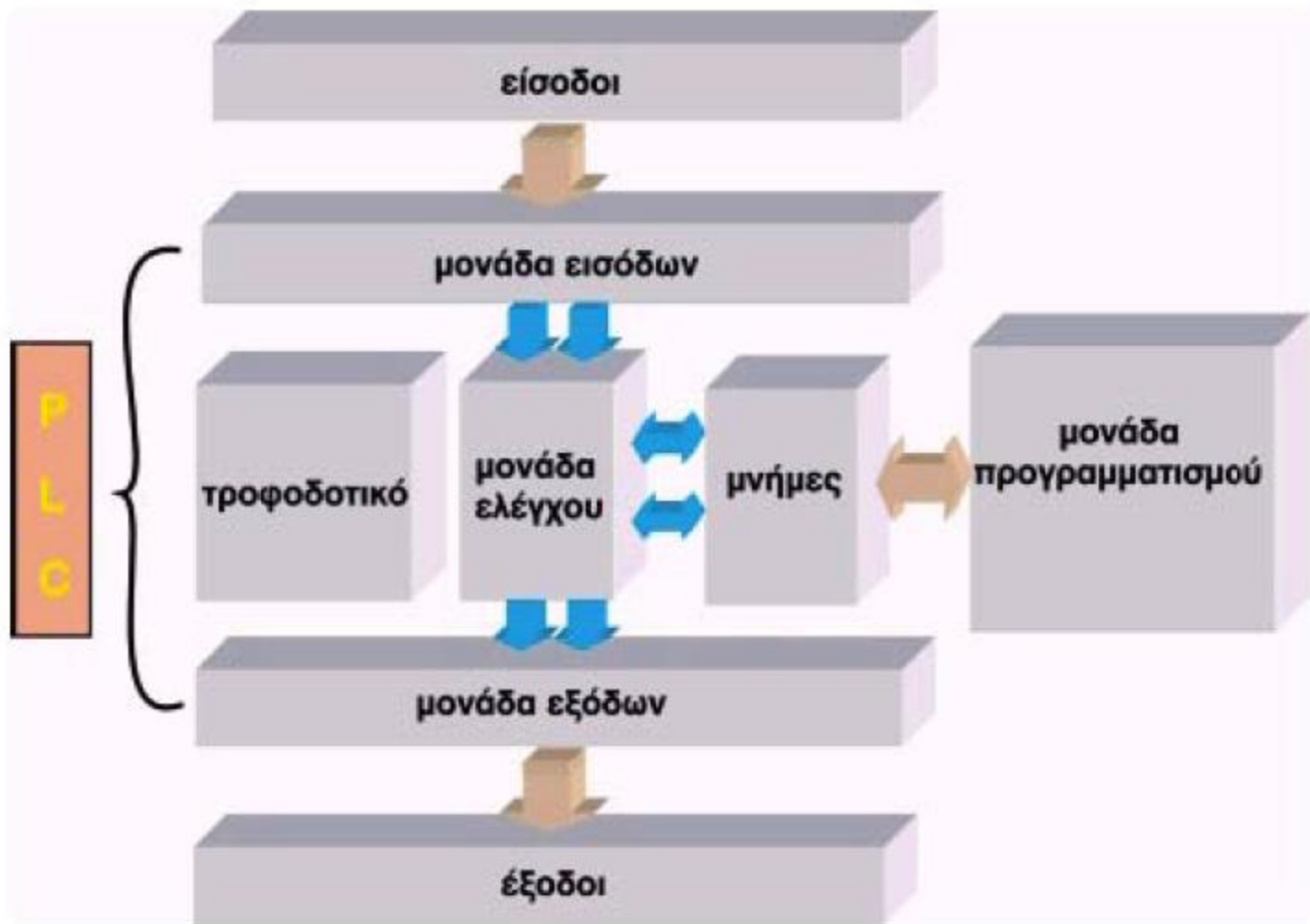
- * Τη κεντρική μονάδα επεξεργασίας (Central Processing Unit, CPU) που είναι και η καρδιά του, ο εγκέφαλος του PLC.
- * Τη μονάδα τροφοδοσίας
- * Τις μονάδες εισόδων – εξόδων (Input/Output modules)

Τα παραπάνω αποτελούν τη κύρια μονάδα αυτοματισμού, το κύριο μέρος του PLC. Σε πολλά μοντέλα όπως στα LOGO της Siemens οι τρεις παραπάνω μονάδες είναι ενσωματωμένες σε μια συσκευή.

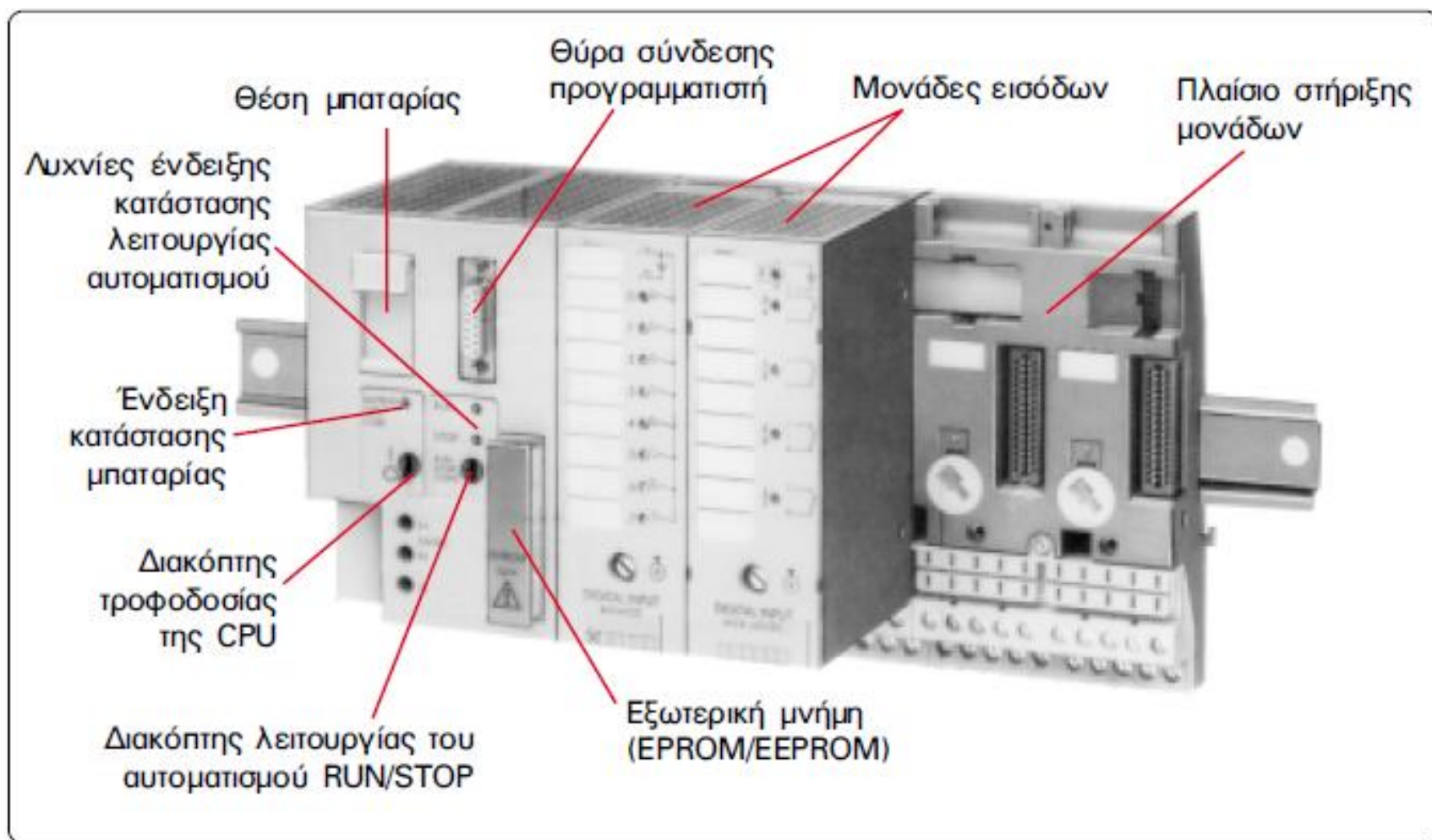
Εκτός από τη κεντρική μονάδα απαραίτητα είναι ακόμη

- * Το πλαίσιο ή πλαίσια για τη τοποθέτηση των μονάδων και των επεκτάσεών τους
- * Η συσκευή προγραμματισμού (προγραμματιστής, programmer) για το προγραμματισμό του PLC

Να αναφέρουμε εδώ ότι τα PLC διαθέτουν μνήμες RAM, EEPROM, ROM , και ειδικές συναρτήσεις που είναι τα χρονικά, οι απαριθμητές, οι συγκριτές , οι γεννήτριες παλμοσειρών, ο μετρητής πραγματικού χρόνου.



Η δομή ενός PLC



Κεντρική μονάδα επεξεργασίας και μονάδες εισόδων ενός PLC

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. Π.χ. είσοδος I1=“1”, I2=“0”, I3=“0” κ.ο.κ.

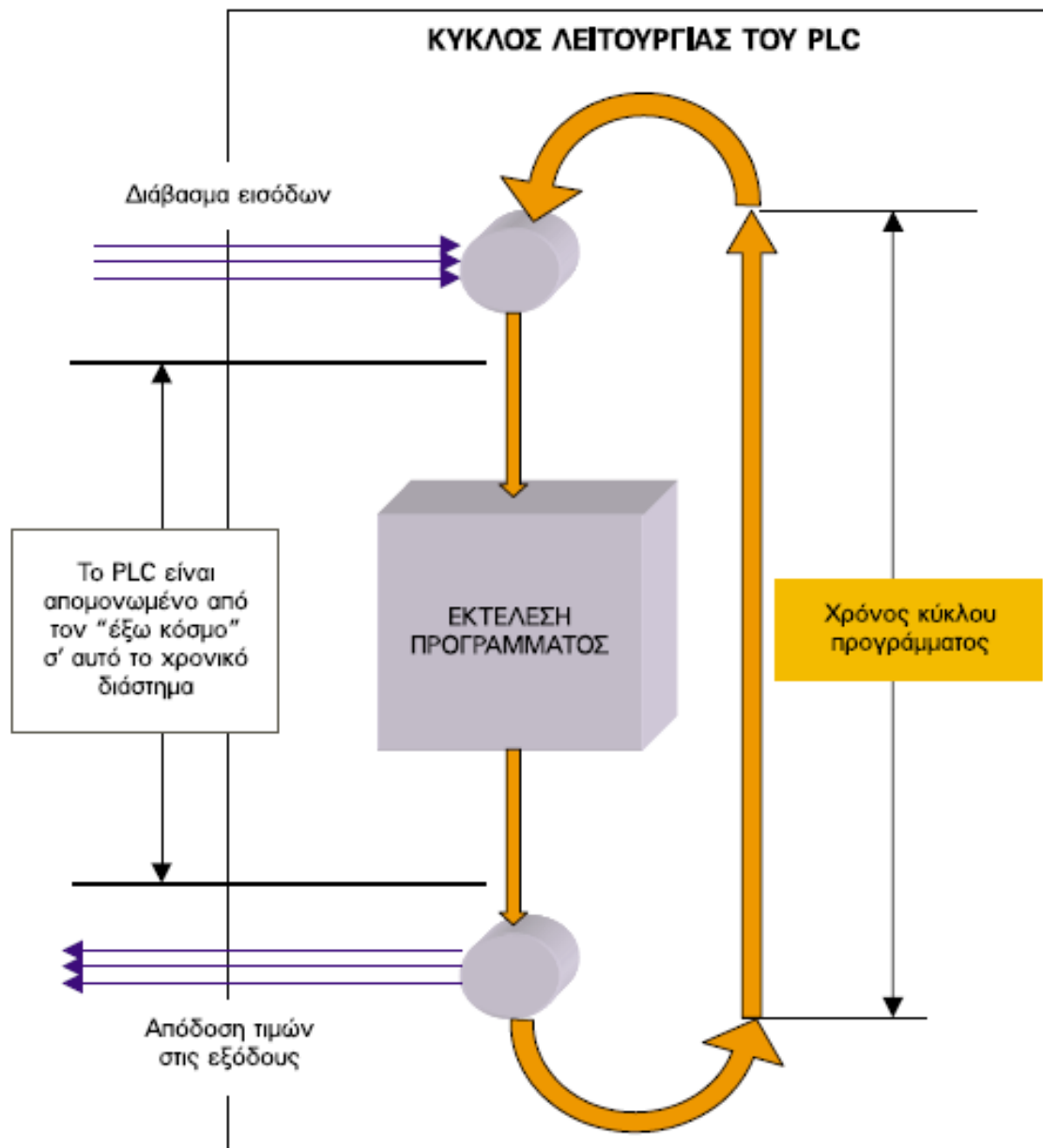
Βήμα 2ο. Στη συνέχεια ο μικροεπεξεργαστής χρησιμοποιώντας σαν δεδομένα τις τιμές των εισόδων, που διάβασε, εκτελεί τις εντολές του προγράμματος, το οποίο λειτουργεί τον αυτοματισμό. Το πρόγραμμα αυτό στην ουσία περιέχει μια σειρά από λογικές πράξεις.

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, η εικόνα εξόδων περιέχει την τιμή (“0” ή “1”) για κάθε έξοδο, π.χ. 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 3^{ου} 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.

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 τη ταχύτητα εκτέλεσης ενός προγράμματος, ορίζουμε το **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.



Οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές της αγοράς

Στην αγορά, όπως αυτή έχει διαμορφωθεί στις μέρες μας, υπάρχουν δύο τύποι προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών PLC: τα **Compact PLC** και τα **Modular PLC**.

Compact PLC

Σ' αυτήν την κατηγορία ανήκουν τα PLC που όλα τα επιμέρους στοιχεία, που απαρτίζουν ένα PLC, είναι ενσωματωμένα σε μια συσκευή. Είναι περιορισμένων δυνατοτήτων καθώς έχουν 48 το πολύ εισόδους και εξόδους, όλες με τα ίδια χαρακτηριστικά, καθώς και μικρό αριθμό χρονικών και απαριθμητών. Τα παλαιότερα μοντέλα δεν ήταν επεκτάσιμα. Στα νεότερα μοντέλα υπάρχει δυνατότητα περιορισμένης επέκτασης. Το πλεονέκτημά τους είναι το **χαμηλό κόστος τους**.

Modular PLC

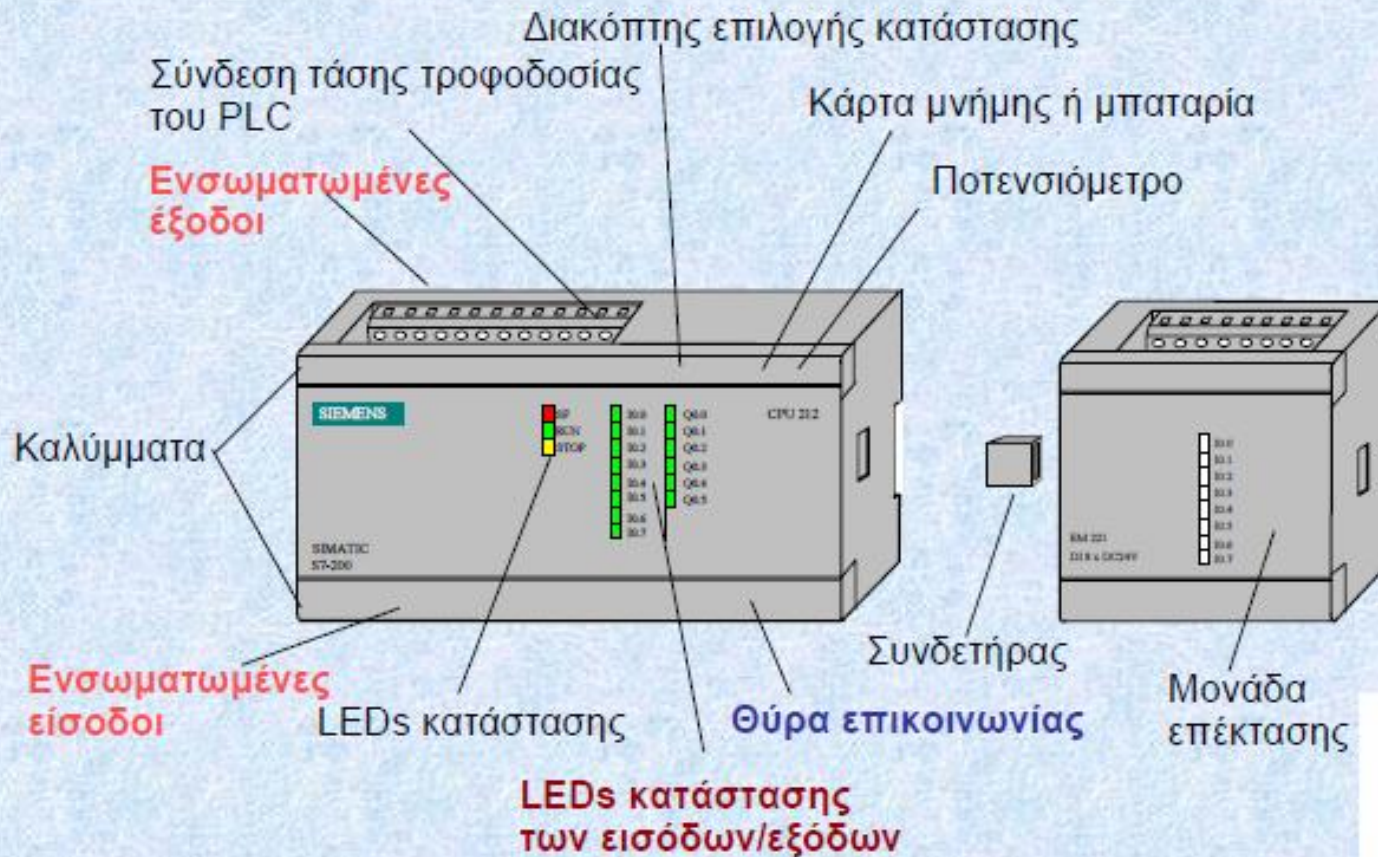
Σ' αυτήν την κατηγορία κάθε μονάδα (module) του PLC είναι ξεχωριστή και συνδέονται όλες μαζί πάνω στο πλαίσιο τοποθέτησης μονάδων. Είναι επεκτάσιμα και χρησιμοποιούνται συνήθως όταν έχουμε μεγάλο αριθμό εισόδων και εξόδων. Έτσι μπορούμε να διαλέξουμε την κεντρική μονάδα και τις μονάδες εισόδων / εξόδων με τα χαρακτηριστικά που επιθυμούμε.

Compact PLC



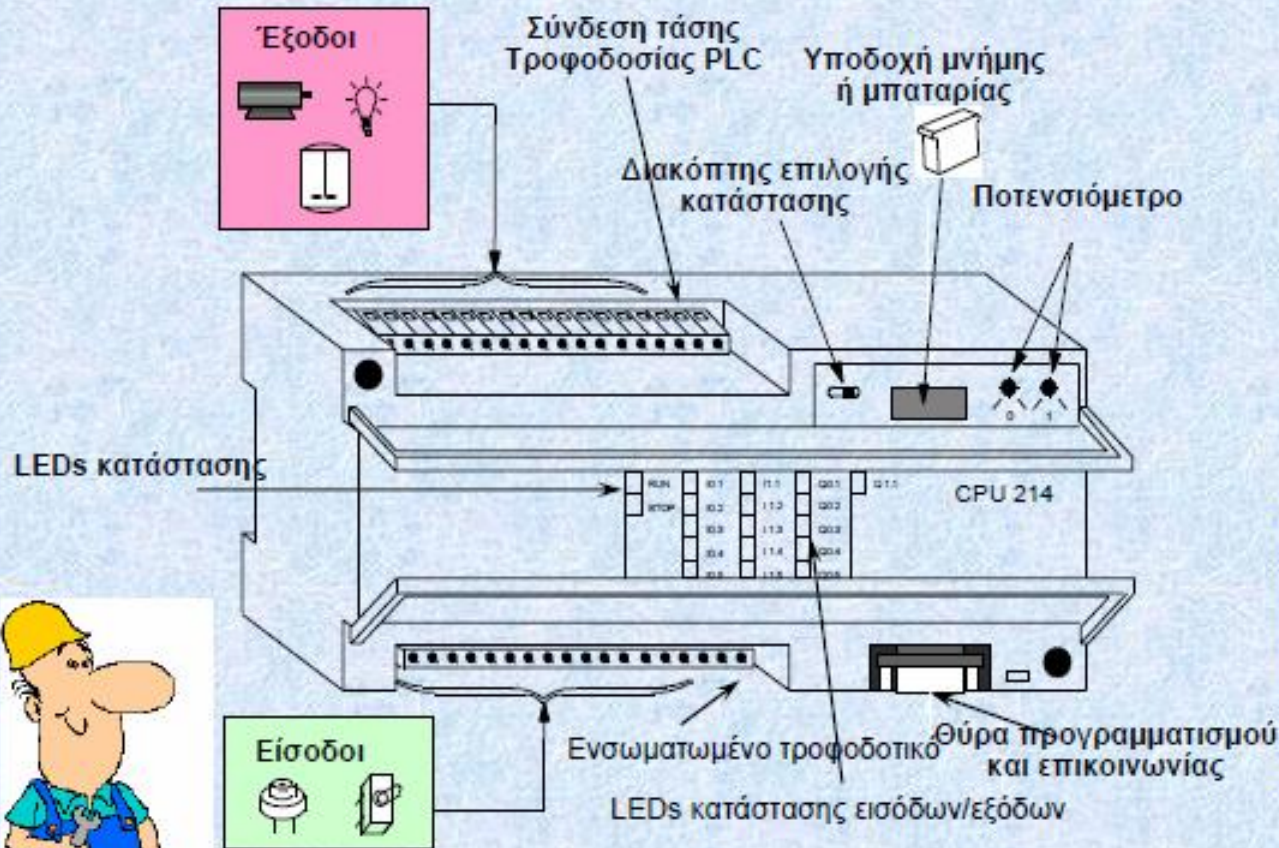
Συμπαγές PLC. Περιλαμβάνει τροφοδοτικό, κεντρική μονάδα επεξεργασίας, εισόδους και εξόδους, όλα ενσωματωμένα σε μια ενιαία συσκευή.

Compact PLC S7-200



Compact PLC S7-200

Στοιχεία χειρισμού και ενδείξεων



Κάρτα μνήμης
EEPROM



EEPROM; 8 K words,
non-volatile memory

Χρήση κυρίως
για μεταφορά
προγράμματος
χωρίς
συσκευή
προγραμματισμού.

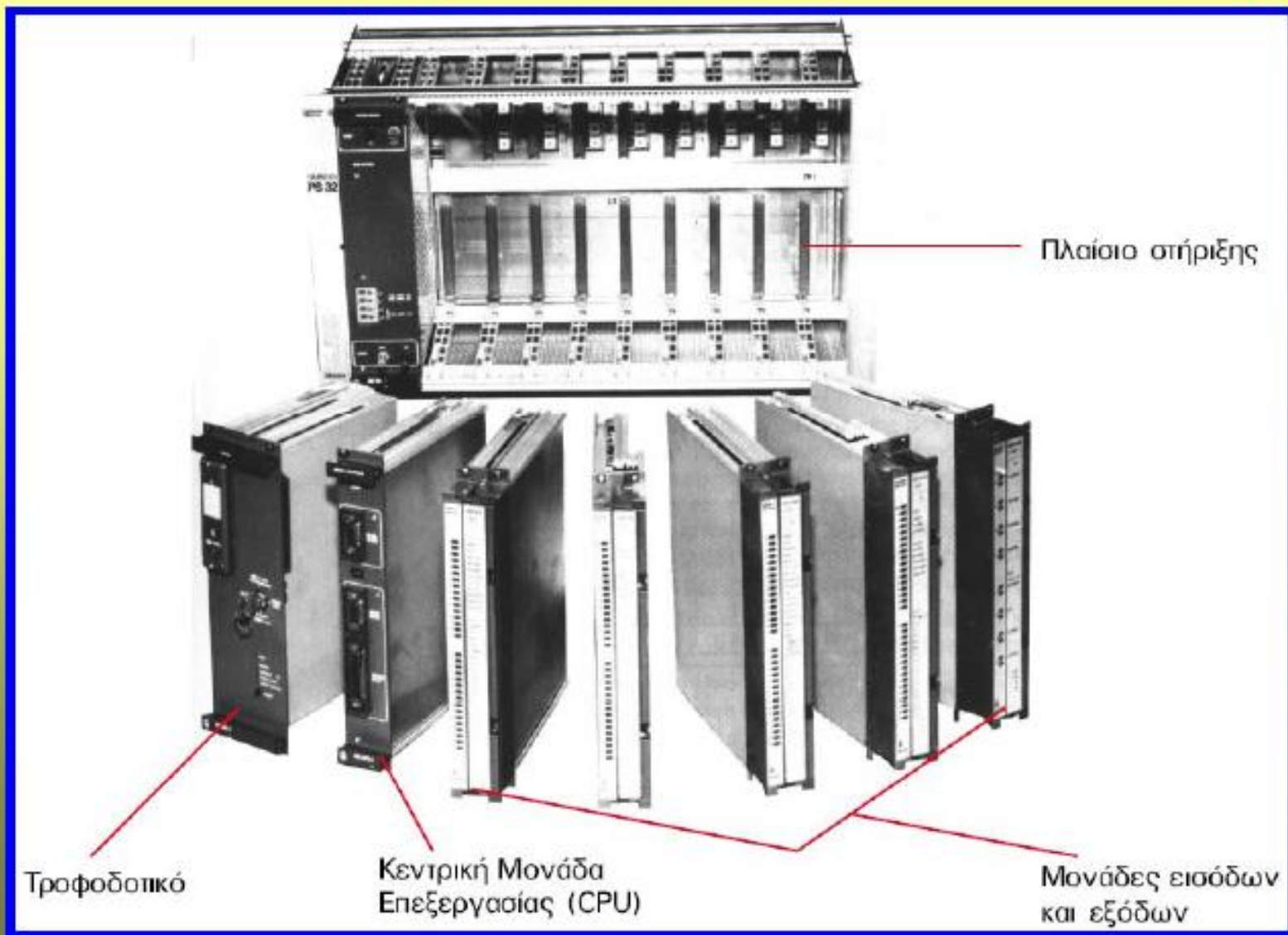
Ποτενσιόμετρο

Για τοπική
ρύθμιση
μεταβλητών.
Π.χ.: Αλλαγή
χρόνων, ορίων κ.α.

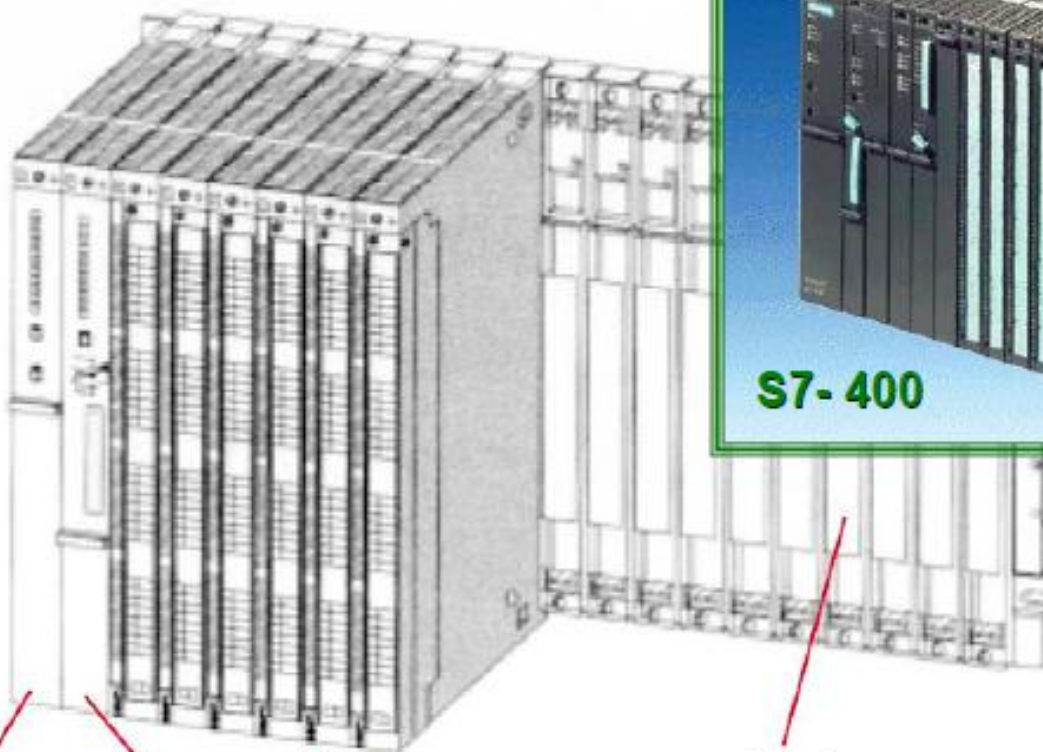


Modular PLC

Αποτελείται από ανεξάρτητες μονάδες οι οποίες προσαρμόζονται στο πλαίσιο στήριξης



ΔΟΜΗ Modular PLC



Τροφοδοτικό

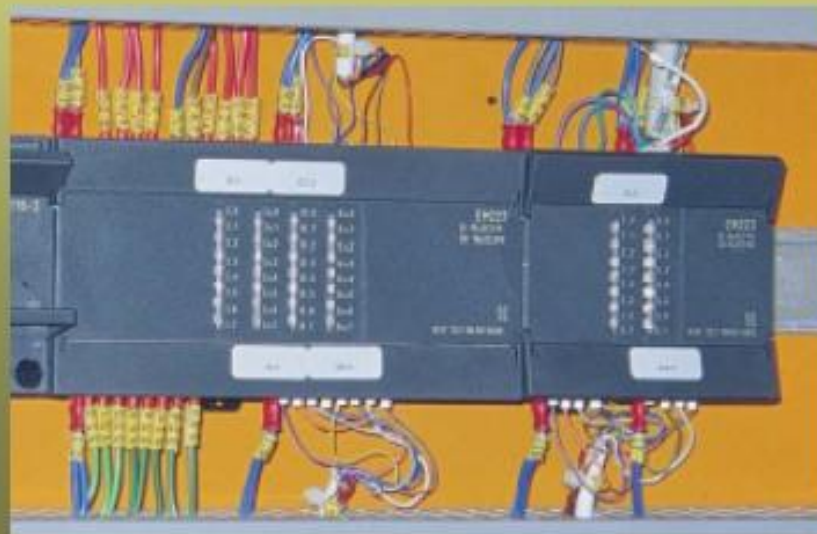
Κεντρική
Μονάδα
Επεξεργασίας

Μονάδες
εισόδων-εξόδων

Πλαίσιο
στήριξης



Πίνακες με PLC



Προγραμματισμός ενός PLC σημαίνει να δημιουργήσουμε μια σειρά από εντολές, οι οποίες λύνουν έναν συγκεκριμένο αλγόριθμο που αντιστοιχεί σε μια λειτουργία ενός συστήματος αυτοματισμού. Η διαδικασία που ακολουθούμε για να γράψουμε αυτές τις εντολές, αποτελεί το πρόγραμμα.

Κάθε PLC έχει μία συγκεκριμένη γλώσσα μηχανής, σύμφωνα με την αρχιτεκτονική του hardware. Είναι δυνατό, θεωρητικά να προγραμματίσουμε ένα PLC γράφοντας εντολές σε γλώσσα μηχανής. Κάτι τέτοιο όμως θα έκανε τα PLCs να προγραμματίζονται με επίπονο τρόπο και μόνο από ανθρώπους με βαθιά γνώση στην δομή και την λειτουργία των διαφόρων επεξεργαστών. Για το σκοπό αυτό οι κατασκευαστές αυτών των ελεγκτών, πρότειναν διάφορες γλώσσες προγραμματισμού, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από ανθρώπους που σχετίζονται με τον έλεγχο συστημάτων.

Η επιλογή της γλώσσας προγραμματισμού εξαρτάται από την εμπειρία και την γνώση του χρήστη σε ψηφιακά ηλεκτρονικά, σε υπολογιστές, σε συστήματα αυτοματισμού που λειτουργούν με κλασικό τρόπο και φυσικά εξαρτάται από την φύση του προβλήματος που έχουμε να αντιμετωπίσουμε.

Οι γλώσσες προγραμματισμού μπορούν να ταξινομηθούν σε γραφικές και μη γραφικές ανάλογα με το είδος των στοιχείων που χρησιμοποιούν.

Οι πρώτες χρησιμοποιούν γραφικά στοιχεία που μοιάζουν αρκετά στα σύμβολα που χρησιμοποιούνται στον κλασικό αυτοματισμό και επίσης σύμβολα λογικών πυλών(AND, OR, NOT κ.λ.π). Είναι πιο προσιτές σε ανθρώπους που έχουν εμπειρία στον κλασικό αυτοματισμό και έχουν το πλεονέκτημα της καλύτερης εποπτείας

Οι δεύτερες χρησιμοποιούν εντολές που η κάθε μία αντιστοιχεί σε μία εντολή της γλώσσας μηχανής.

Γλώσσες προγραμματισμού PLC

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 προτυποποίηση στο σχεδιασμό των ηλεκτρικών επαφών, αλλά την Αμερικάνικη. 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.

2. Γλώσσα λίστα εντολών (Statement List, STL) ή γλώσσα λογικών εντολών

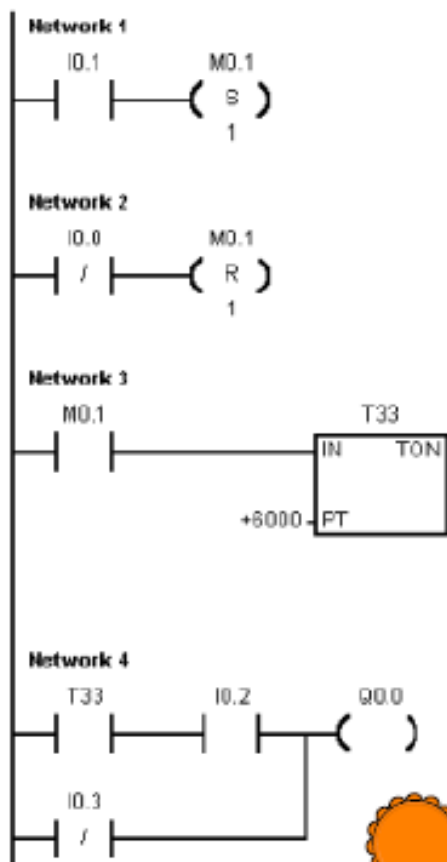
Η γλώσσα αυτή αναπτύχθηκε σχεδόν ταυτόχρονα με τη γλώσσα LADDER, αν και οι εταιρείες έδειξαν στην αρχή δισταγμό στο να την “προωθήσουν”, φοβούμενες μην τρομάξουν το τεχνικό κατεστημένο της βιομηχανίας. Η γλώσσα αυτή δημιουργεί λίστα προγράμματος με εντολές, οι οποίες αντιστοιχούν στις λογικές πύλες (AND, OR, NOT κ.λπ.). 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 (Control System Flowchart, CSF) ή Διαγράμματα Λογικών Γραφικών (Function Block Diagram, FBD)

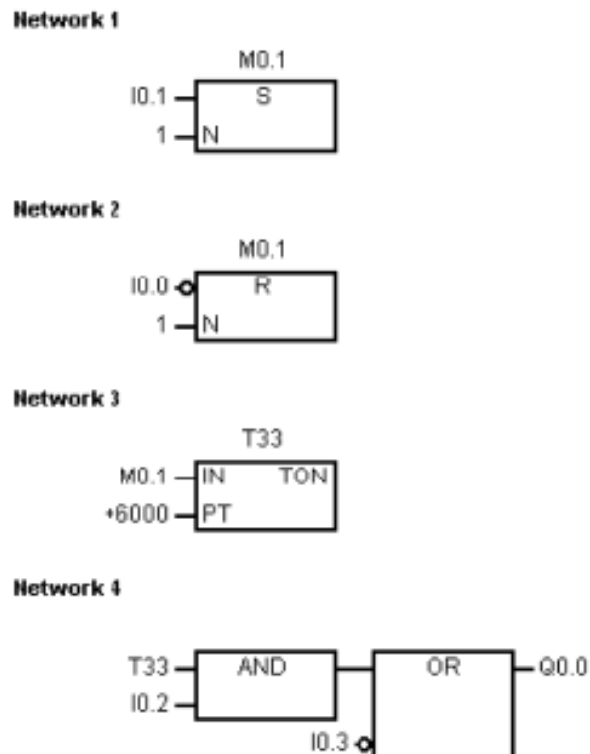
Η γλώσσα αυτή είναι επίσης γραφική, αλλά αντί του ηλεκτρολογικού σχεδίου του αυτοματισμού, χρησιμοποιεί το αντίστοιχο λογικό κύκλωμα. Η γλώσσα αυτή είναι νεότερη και δεν χρησιμοποιείται από όλες τις εταιρείες.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ PLC

Πρόγραμμα σε γλώσσα LADDER



Πρόγραμμα σε γλώσσα
λογικών γραφικών



Πρόγραμμα σε γλώσσα
λίστα εντολών

```

NETWORK 1
LD    IO.1
S      NO.1, 1

NETWORK 2
LDN   IO.0
R      NO.1, 1

NETWORK 3
LD     NO.1
TON    T33, +6000

NETWORK 4
LD     T33
A      IO.2
ON     IO.3
=      Q0.0
    
```



Προγραμματιστικά χαρακτηριστικά και ονοματολογία των στοιχείων ενός PLC

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

- Πόσες εισόδους έχει, πως τις ονομάζουμε και πως 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 αύξοντας αριθμός, ξεκινώντας από το 1 (ή το 0) και φθάνοντας στο πλήθος των εισόδων π.χ. I1, I2, I3, κ.λπ. 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 (σχήμα 14). Π.χ. έχουμε εισόδους I 0.0, I 0.1, I 0.2, ..., I 1.1, I 1.2, κ.λπ.

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

Τα ίδια, που ισχύουν για τις εισόδους, ισχύουν και για τις εξόδους. Το γράμμα με το οποίο χαρακτηρίζονται οι έξοδοι 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 πως τις ονομάζουμε.

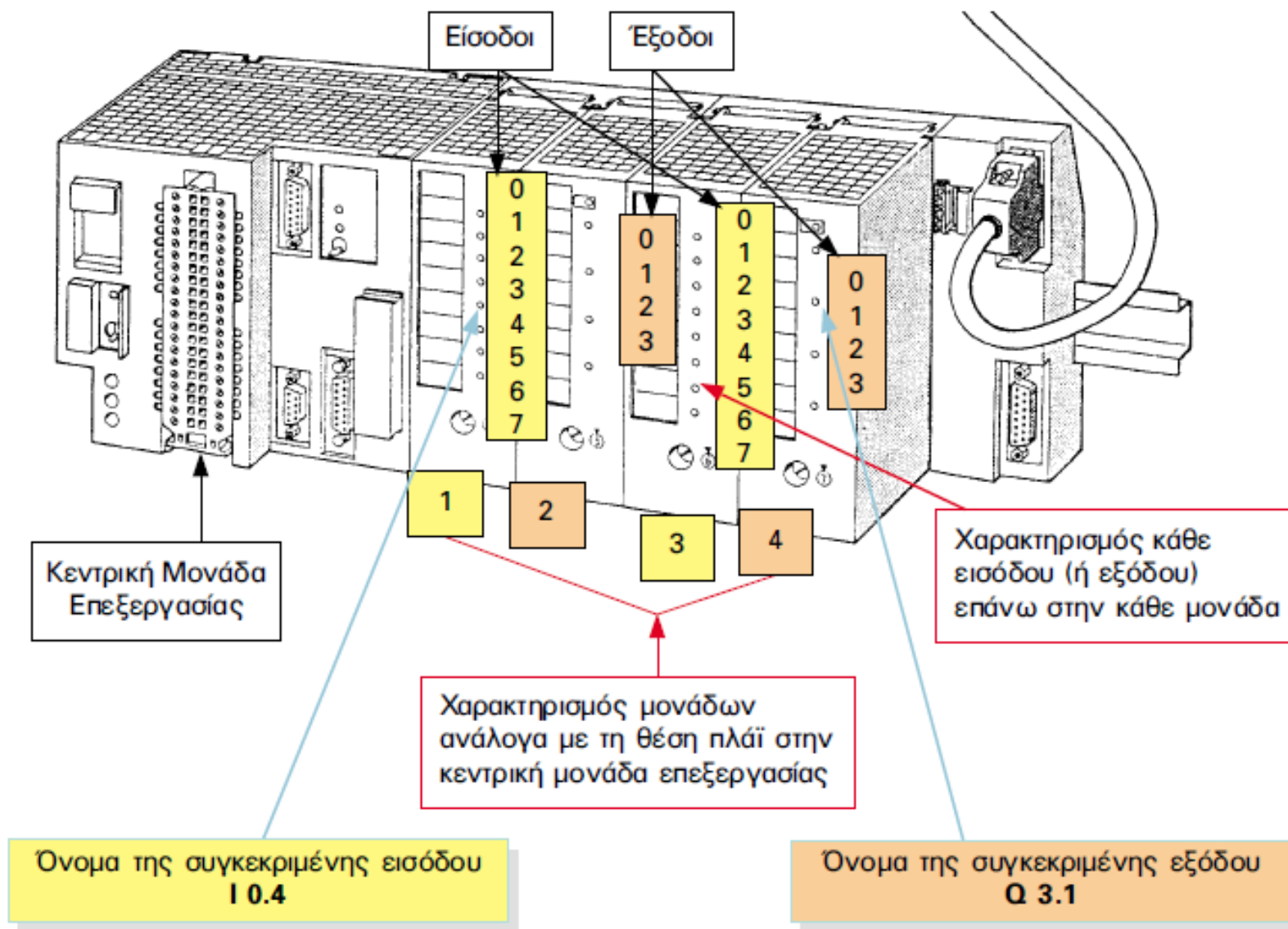
Στα διάφορα PLC θα τις συναντήσουμε με το όνομα Markers ή Flags. Πρόκειται για θέσεις μνήμης, στις οποίες αποθηκεύονται ενδιάμεσες λογικές καταστάσεις και πληροφορίες. Όπως ισχύει για τις εισόδους και τις εξόδους, χαρακτηρίζονται με ένα γράμμα ακολουθούμενο από έναν αριθμό ή δύο αριθμούς, που χωρίζονται 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:

M 0.1 έως M 0.15
M 1.0 έως M 1.15	M 31.0 έως M 31.15
.....	

- 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.



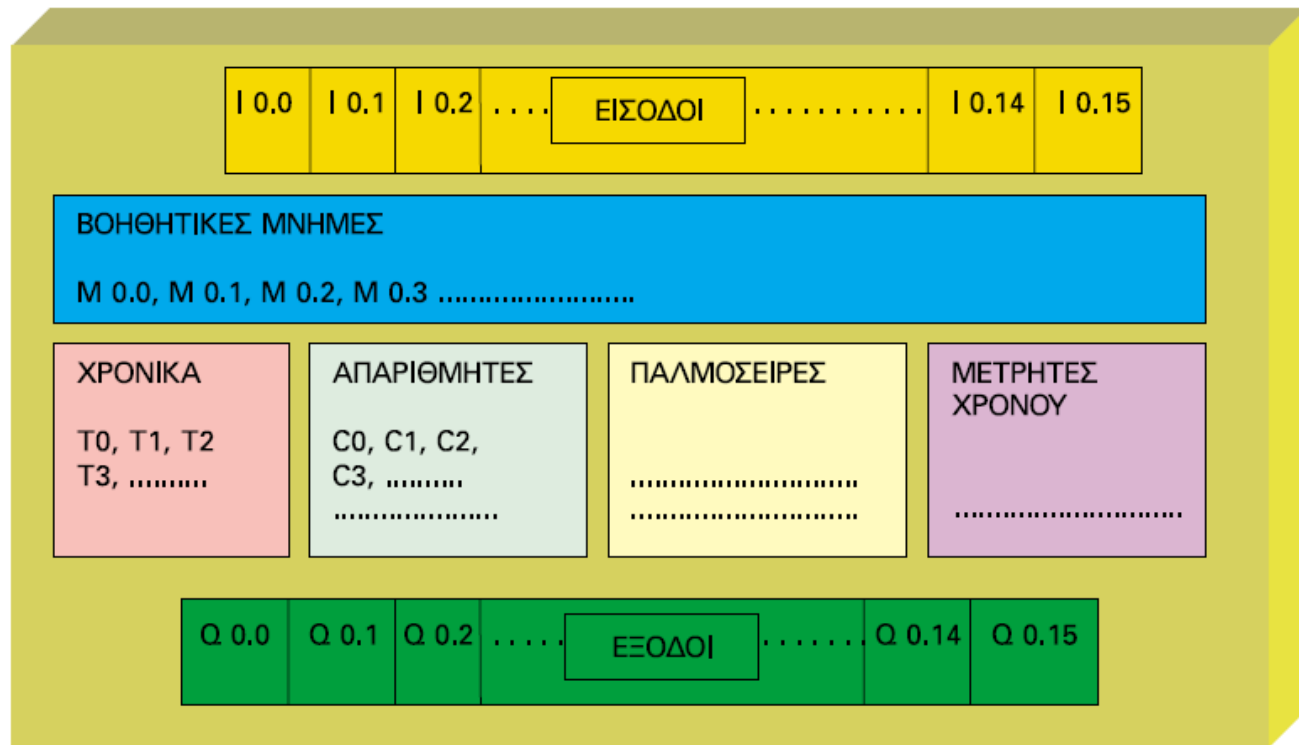
Ονοματολογία σε Modular PLC

Στη συνέχεια θα χρησιμοποιήσουμε το υποθετικό μοντέλο PLC του σχήματος 16, του οποίου τα χαρακτηριστικά ομοιάζουν αρκετά με τα χαρακτηριστικά των PLC της αγοράς. Για το υποθετικό μοντέλο PLC θεωρούμε:

Είσοδοι: I 0.1, I 0.2, έως I 0.15

Έξοδοι: Q 0.1, Q 0.2, έως Q 0.15

Βοηθητικές μνήμες: M 0.0, M 0.1, M 0.2, M 0.3, ..., M 0.15, M 1.0, M 1.1, ..., M 15.14, M 15.15



Προγραμματιστικό μοντέλο του PLC που θα χρησιμοποιήσουμε στον προγραμματισμό