

**ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ**  
**ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

**Π.Μ.Σ. “ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ”**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Πρακτικές εφαρμογές αυτοματισμού με PLC και  
υλοποίηση τους σε γλώσσα STEP 7**

**Δημήτριος Α. Σφυρογιαννάκης**

**Εισηγητής: Αναστασία Βελώνη, Καθηγήτρια**

**ΑΘΗΝΑ**  
**ΜΑΡΤΙΟΣ 2018**

Πρακτικές εφαρμογές αυτοματισμού με PLC και υλοποίησή τους σε γλώσσα STEP 7

## **ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Πρακτικές εφαρμογές αυτοματισμού με PLC και υλοποίηση τους σε γλώσσα STEP 7**

**Σφυρογιαννάκης Ανδ. Δημήτριος  
Α.Μ. ΑΙΣ-0101**

**Εισηγητής:**

**Αναστασία Βελώνη, Καθηγήτρια**

**Εξεταστική Επιτροπή:**

**Ιωάννης Έλληνας, Καθηγητής  
Κωνσταντίνος Κουκουλέτσος, Καθηγητής**

**Ημερομηνία εξέτασης :**



## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος .....,  
του ....., με αριθμό μητρώου .....  
φοιτητής του Μεταπτυχιακού προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών  
«Εφαρμοσμένα Πληροφοριακά Συστήματα» του Τμήματος Μηχανικών Η/Υ  
Συστημάτων Τ.Ε. του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. πριν αναλάβω την εκπόνηση της  
Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:  
«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του  
συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και  
πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο  
ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη  
αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά  
δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας  
της Π.Ε., ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής  
της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το  
Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης  
του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφαση της, μετά από αίτηση  
του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και  
διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να  
ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού 6μήνου από την ημερομηνία  
ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ.  
5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»



## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ολοκληρώθηκε μετά από επίμονες προσπάθειες, σε ένα ενδιαφέρον γνωστικό αντικείμενο, όπως αυτό των Βιομηχανικών Αυτοματισμών και πιο συγκεκριμένα των PLC's . Την προσπάθειά μου αυτή υποστήριξε η επιβλέπουσα καθηγήτρια μου, την οποία θα ήθελα να ευχαριστήσω.

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους συμφοιτητές μου, τους καθηγητές μου, την οικογένειά μου και όλους όσους με στήριξαν στο όμορφο αυτό ταξίδι για την ολοκλήρωση του μεταπτυχιακού αυτού προγράμματος.





## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο χώρο του βιομηχανικού αυτοματισμού ο Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής ή PLC (Programmable Logic Controller) έχει κάνει αλματώδη εξέλιξη αντικαθιστώντας τους κλασσικούς αυτοματισμούς με τα ηλεκτρομηχανικά και ηλεκτρονικά κυκλώματα.

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι να παρουσιαστούν και να κατανοηθούν βασικά θέματα τα οποία σχετίζονται με τους αυτοματισμούς και τους προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές (PLC) και στην συνέχεια να γίνει υλοποίηση πρακτικών εφαρμογών αυτοματισμού χρησιμοποιώντας το λογισμικό της εταιρείας Siemens STEP 7, που χρησιμοποιεί η εταιρεία στα προϊόντα της.

Συγκεκριμένα στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται ανάλυση βασικών θεμάτων τα οποία σχετίζονται με τους προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές όσων αφορά τα χαρακτηριστικά, την δομή, τον προγραμματισμό και τη λειτουργικότητά τους.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, γίνεται παρουσίαση των PLC και του λογισμικού της εταιρείας Siemens στην σειρά SIMATIC S7 και θεμάτων που σχετίζονται με τον προγραμματισμό σε STEP 7.

Στο τρίτο και τελευταίο κεφάλαιο γίνεται ανάπτυξη προγραμμάτων χρησιμοποιώντας το λογισμικό STEP 7, για την υλοποίηση πρακτικών εφαρμογών αυτοματισμού.

**Θεματική ενότητα :** Βιομηχανικοί αυτοματισμοί

**Λέξεις κλειδιά :** PLC, STEP 7, Πρακτικές Εφαρμογές Αυτοματισμών, Siemens, Simatic Manager

## **ABSTRACT**

In the field of industrial automation, the Programmable Logic Controller (PLC) has made rapid progress by replacing classical automation based on electromechanical and electronic circuits.

The purpose of this thesis is to present and understand key issues related to automation and Programmable Logic Controllers (PLC) and then to implement practical automation applications using the Siemens 's STEP 7 software which is used in her products.

Specifically, the first chapter analyzes basic issues related to Programmable Logical Controllers like the features, the structure, the programming, and their functionality.

In the second chapter we present Siemens 's hardware and software of SIMATIC S7 series and programming related issues in STEP 7.

In the third chapter there are programs using the STEP 7 software to implement practical automation applications.

Subject: Industrial Automation

Key words: PLC, STEP 7, Practical Automation Applications, Siemens, Simatic Manager

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΥΣ ΛΟΓΙΚΟΥΣ ΕΛΕΓΚΤΕΣ.....</b>	<b>13</b>
1.1 Τα PLC μέσω της εξέλιξης των αυτοματισμών .....	13
1.2 Ορισμός Προγραμματιζόμενου Λογικού Ελεγκτή (PLC).....	16
1.3 Σύγκριση των αυτοματισμών .....	17
1.4 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της χρήσης των PLC's .....	19
1.5 Εφαρμογές των PLC.....	20
1.6 Βασική Δομή Των PLC .....	22
1.6.1 Πλαίσιο στήριξης (Rack).....	23
1.6.2 Μονάδα τροφοδοσίας (PS).....	24
1.6.3 Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας CPU (Central Processing Unit).....	25
1.6.4 Οι μνήμες του PLC .....	27
1.6.5 Μονάδες εισόδων και εξόδων .....	28
1.6.6 Μονάδα προγραμματισμού.....	30
1.7 Αρχή λειτουργίας των PLC.....	31
1.8 Επιλογή PLC.....	33
1.9 Προγραμματισμός PLC.....	35
1.10 Λειτουργίες προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών .....	37
1.11 Βασικές έννοιες για την δημιουργία προγραμμάτων σε PLC .....	38
<b>2. ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΕ SIMATIC S7.....</b>	<b>41</b>
2.1 Η οικογένεια Simatic S7 .....	41
2.1.1 Simatic S7-200 .....	41
2.1.2 Simatic S7 - 300 .....	42
2.1.3 Simatic S7 - 400 .....	43
2.2 Προγραμματισμός με το λογισμικό STEP 7 .....	44
2.3 Δομή του προγράμματος .....	47
2.4 Εγκατάσταση του STEP 7.....	49
2.5 Δημιουργία Νέου Project.....	53
2.6 Η διαμόρφωση του Hardware (Hardware Configuration) .....	54
2.7 Δημιουργία προγράμματος στο OB1 .....	58
2.8 Αλλαγή – Μετατροπή Γλώσσας Προγραμματισμού .....	61
2.9 Ανάπτυξη Εφαρμογών.....	61
2.10 Το λογισμικό PLCSim .....	62

<b>3. ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ PLC .....</b>	<b>65</b>
3.1 Έλεγχος της βασικής λειτουργίας του φωτεινού σηματοδότη .....	66
3.2 Έλεγχος φωτεινής διαφημιστικής πινακίδας .....	69
3.3 Έλεγχος μίξης χημικών υγρών σε δεξαμενή .....	80
3.4. Αυτόματο σύστημα λειτουργίας πόρτας πάρκινγκ .....	85
3.5. Έλεγχος συστήματος πάρκινγκ 5 Αυτοκινήτων.....	90
<b>4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>93</b>
<b>5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>95</b>

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Πίνακας 2.1:Οι τύποι των μπλοκ λογικής .....	49
Πίνακας 2.2:Αναφορά λειτουργιών γραμμής κατάστασης του SIMATIC Manager.	50
Πίνακας 2.3:Αναφορά λειτουργιών των κουμπιών στο SIMATIC Manager .....	52
Πίνακας 2 4:Βασικά εικονίδια του Project.....	57
Πίνακας 2.5:Βασικά κουμπιά γραμμής εργαλείων επεξεργαστή προγράμματος....	58
Πίνακας 2.6:Βασικά κουμπιά γραμμής εργαλείων του προσομοιωτή PLCSim.....	64

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Πίνακας 3 1:Συμβόλων φωτεινού σηματοδότη .....	68
Πίνακας 3 2:Συμβόλων διαφημιστικής πινακίδας .....	72
Πίνακας 3 3:Συμβόλων δεξαμενής μίξης χημικών .....	82
Πίνακας 3 4:Συμβόλων λειτουργίας πόρτας πάρκινγκ .....	87
Πίνακας 3 5:Συμβόλων εφαρμογής συστήματος παρκινγκ 5 Αυτοκινήτων .....	92

## ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

<b>PLC</b>	Programmable Logic Controller
<b>PS</b>	Power Supply
<b>CPU</b>	Central Processing Unit
<b>ROM</b>	Read Only Memory
<b>RAM</b>	Random Access Memory
<b>EEPROM</b>	Electrically Erasable Programmable Read Only Memory
<b>LAD</b>	Ladder
<b>STL</b>	Statement List
<b>FDB</b>	Function Block Diagram
<b>MPI</b>	Multipoint Interface
<b>OB</b>	Organization Block
<b>DB</b>	Data Blocks
<b>FC</b>	Functions
<b>FB</b>	Function Block
<b>IDB</b>	Instance Data Blocks
<b>IM</b>	Interface Module
<b>CAN</b>	Computer Automatic Network

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

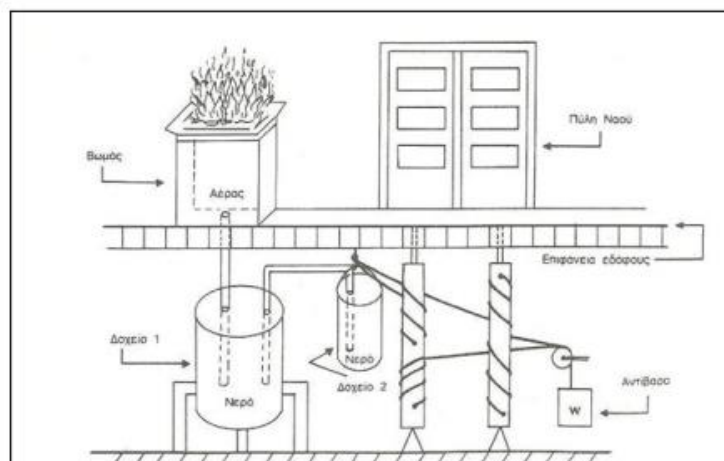
### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΥΣ ΛΟΓΙΚΟΥΣ ΕΛΕΓΚΤΕΣ

#### 1.1 Τα PLC μέσω της εξέλιξης των αυτοματισμών

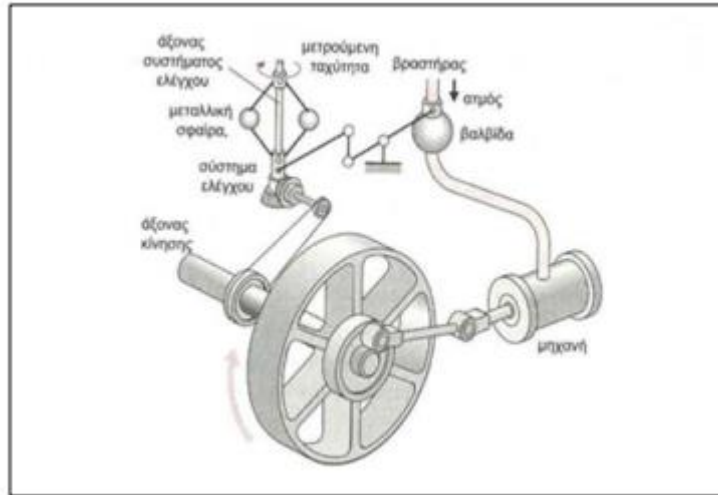
Από τους πιο σημαντικούς τομείς της επιστήμης και της τεχνολογίας, αποτελούν αδιαμφισβήτητα τα συστήματα αυτομάτου ελέγχου. Καθημερινά μπορούμε να διαπιστώσουμε, ότι ολοένα και περισσότερα από τα επιτεύγματα που κατασκευάζει σήμερα ο άνθρωπος σχετίζονται άμεσα με τον αυτοματισμό, τόσο στις καθημερινές ανάγκες της ζωής του, όσο και στο εργασιακό του χώρο.

Το βασικό χαρακτηριστικό, ενός συστήματος αυτοματισμού είναι ότι μπορεί να λειτουργεί χωρίς να χρειάζεται ανθρώπινη παρέμβαση ή και επιτήρηση για την επίτευξη κάποιου επιθυμητού αποτελέσματος με αξιοπιστία και ακρίβεια.

Όπως είπαμε, η εξέλιξη των αυτοματισμών, ακολούθησε την πορεία εξέλιξης της τεχνολογίας. Οι πρώτοι αυτοματισμοί ήταν καθαρά μηχανικοί, και οι έλεγχοι καθορίζονταν από την κίνηση γραναζιών και μοχλών. Χαρακτηριστικά παραδείγματα, που συναντάμε στη σύγχρονη βιβλιογραφία, είναι μια κατασκευή γνωστή και ως “Ρυθμιστής του Ήρωνος του Αλεξανδρέως” (Εικόνα 1.1), η οποία καθόριζε τη θέση της πύλης ενός ναού, αλλά και ο φυγοκεντρικός ρυθμιστής του WATT (Εικόνα 1.2), ο οποίος χρησιμοποιήθηκε για να ελέγχει την ταχύτητα των ατμομηχανών με αυτόματο τρόπο χρησιμοποιώντας τα μέσα εκείνης της εποχής.



Εικόνα 1.1:Ο ρυθμιστής του Ήρωνος του Αλεξανδρέως



Εικόνα 1.2:Ο φυγοκεντρικός ρυθμιστής του WATT

Το μεγάλο άλμα στους αυτοματισμούς έγινε με τη χρήση του ηλεκτρισμού και του ηλεκτρονόμου (ρελέ). Η υλοποίηση των αυτοματισμών εκείνης της περιόδου, στηρίχτηκε σε ηλεκτρολογικά στοιχεία όπως ρελέ, χρονικά, μετρητές κλπ., τα οποία συνδεόταν μεταξύ τους με καλώδια. Βάση του ηλεκτρολογικού σχεδίου, κατασκευάζονταν ο ηλεκτρολογικός πίνακας (Εικόνα 1.3) και ολοκληρώνονταν η εφαρμογή που θέλαμε να πραγματοποιήσουμε.



Εικόνα 1.3:Πίνακας αυτοματισμού με ενσύρματη λογική

Γύρω στο 1950 μπαίνουμε στην ηλεκτρονική εποχή και στην ηλεκτρονική λυχνία και μετέπειτα στα τρανζίστορ, όπου και ήταν η αρχή της ηλεκτρονικής επανάστασης των ημιαγωγών. Έτσι εκτός από σημαντικές ηλεκτρονικές συσκευές



(τηλεόραση, ράδιο κλπ.), έχουμε τους πρώτους Ηλεκτρονικούς Υπολογιστές, οι οποίοι χρησιμοποιούνται κυρίως στην αποθήκευση και διαχείριση μεγάλων αρχείων δεδομένων. Αμέσως 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 (φρέζες, τόρνοι 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 Ηλεκτρονικό Υπολογιστή.

Η βιομηχανία μέχρι και τη δεκαετία του '80, μπορούμε να πούμε ότι χρησιμοποιούσε ελάχιστα τα ηλεκτρονικά και τότε είναι που οι εταιρείες παραγωγής ηλεκτρολογικού υλικού εμφανίζουν ένα νέο προϊόν αυτοματισμού, το οποίο ονόμασαν **P.L.C.**.

Η πλήρης ονομασία αυτής της νέας συσκευής είναι **Programmable Logic Controller** (Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής).



Εικόνα 1.4: Πίνακας Αυτοματισμού με PLC

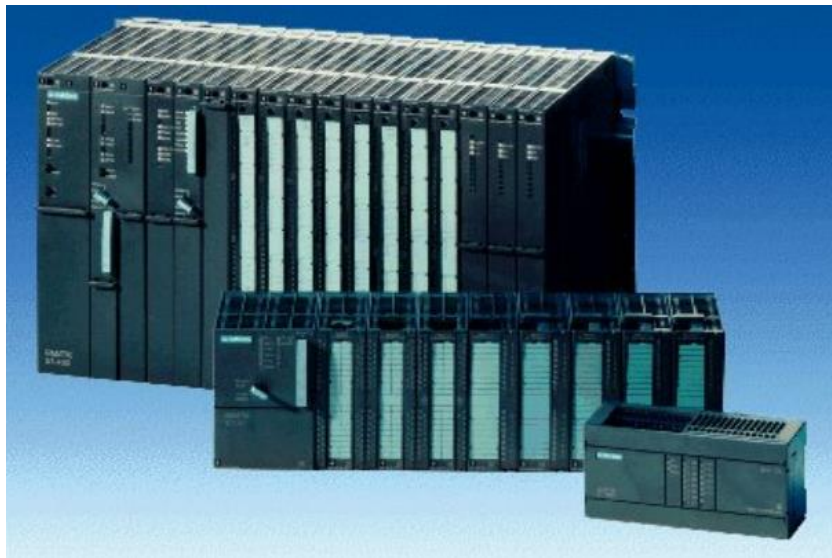
Το PLC δεν είναι τίποτα άλλο παρά ένας μικροϋπολογιστής, κατάλληλα προσαρμοσμένος ώστε να χρησιμοποιείται για τη κατασκευή αυτοματισμών. Τα PLC προοριζόταν να αντικαταστήσουν τον κλασικό πίνακα αυτοματισμού με τους ηλεκτρονόμους. Έτσι εκμεταλλευόμενοι την τεχνολογία των

Η/Υ , μέσω κατάλληλου λογισμικού τα PLC άρχισαν να παρέχουν έτοιμες λύσεις για τομείς του αυτοματισμού.

Σήμερα, ο κλασικός αυτοματισμός τείνει να εκλείψει αφού όλες οι καινούργιες βιομηχανικές εγκαταστάσεις χρησιμοποιούν PLC , τα οποία έχουν εξελιχτεί πάρα πολύ, ενώ έχουν γίνει και μεγάλα βήματα στην εκπαίδευση του προσωπικού ώστε να ανταποκρίνεται κατάλληλα στον χειρισμό και στον προγραμματισμό τους. [1][2][6]

## 1.2 Ορισμός Προγραμματιζόμενου Λογικού Ελεγκτή (PLC)

Το PLC είναι μία ηλεκτρονική διάταξη, η οποία από λειτουργική άποψη προσομοιώνεται με έναν πίνακα αυτοματισμού. Έχει δηλαδή εισόδους και εξόδους που συνδέονται με τα στοιχεία μιας εγκατάστασης και έναν αλγόριθμο, που καθορίζει ότι κάποιος συνδυασμός εισόδων παράγει ένα αποτέλεσμα στις εξόδους (π.χ. την ενεργοποίηση μίας λυχνίας). Το ιδιαίτερο όμως χαρακτηριστικό των PLC είναι ότι μπορούμε να μεταβάλλουμε την συμπεριφορά των εξόδων με την επέμβαση στο πρόγραμμα του PLC χωρίς καμία επέμβαση στο hardware του συστήματος όπως θα χρειαζόνταν σε ένα κλασικό πίνακα αυτοματισμού.



Εικόνα 1.5: PLC (Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής)

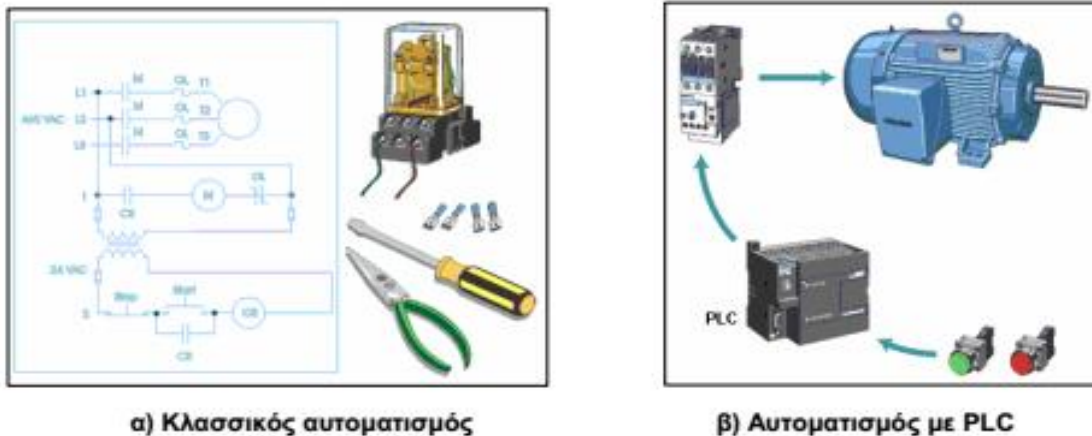
Ο Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής (PLC) έρχεται να αντικαταστήσει στον πίνακα του κλασικού αυτοματισμού όλους τους βοηθητικούς ηλεκτρονόμους, τα χρονικά και τους απαριθμητές. Έτσι, αντί για την κατασκευή ενός πίνακα με

πολύπλοκες συνδεσμολογίες μεταξύ των παραπάνω υλικών, που έχουμε στον κλασικό αυτοματισμό, με την χρήση του PLC η λειτουργία του αυτοματισμού "προγραμματίζεται" μέσω μιας ειδικής συσκευής (προγραμματιστής) ή μέσω ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή με τη βοήθεια ειδικού λογισμικού.

Το PLC αποτελείται από την **μονάδα τροφοδοσίας** που τροφοδοτεί τις εσωτερικές τάσεις για την τροφοδοσία των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων που υπάρχουν μέσα στο PLC, την **μονάδα επεξεργασίας** που εκτελεί όλες τις λειτουργίες του προγραμματιζόμενου ελεγκτή και τέλος τις μονάδες των **εισόδων** και των **εξόδων** που αποτελούν τις μονάδες επικοινωνίας της κεντρικής μονάδας με τον έξω κόσμο. Παρακάτω γίνεται λεπτομερής ανάλυση στη δομή του PLC.[1][2]

### 1.3 Σύγκριση των αυτοματισμών

Κάνοντας μια σύγκριση στα είδη των αυτοματισμών μπορούμε να διαπιστώσουμε πολύ σημαντικές διαφορές στην υλοποίηση μιας εφαρμογής με χρήση κλασικού αυτοματισμού και ενσύρματης λογικής σε σχέση με τη χρήση PLC.



Εικόνα 1.6:Είδη Αυτοματισμών

Στον κλασικό αυτοματισμό τα στάδια εργασίας από το σχεδιασμό και την κατασκευή ενός αυτοματισμού μέχρι το σημείο της πλήρους λειτουργίας είναι τα εξής:

1. Αρχικά γίνεται η περιγραφή του αυτοματισμού.

2. Στην συνέχεια γίνεται ανάπτυξη του λειτουργικού σχεδίου του αυτοματισμού και του σχεδίου καλωδίωσης του πίνακα.
3. Στο επόμενο στάδιο πραγματοποιείται η κατασκευή του πίνακα της εγκατάστασης, με την σύνδεση των αισθητήρων που δίνουν τις πληροφορίες αλλά και των συσκευών που θα εκτελούν τις εργασίες που θέλουμε.
4. Τέλος γίνεται η δοκιμή λειτουργίας της εγκατάστασης ώστε να τεθεί σε πλήρη λειτουργία ο αυτοματισμός.

Σε αντιπαραβολή με τον κλασσικό αυτοματισμό, τα στάδια εργασίας για το σχεδιασμό και την κατασκευή ενός αυτοματισμού με PLC είναι τα εξής:

1. Αρχικά γίνεται η τεχνική περιγραφή, όπου έχουμε την πλήρη καταγραφή των απαιτήσεων του πελάτη αλλά και τις πιθανές μελλοντικές επεκτάσεις του συστήματος αυτοματισμού.
2. Επιλογή του τύπου και των μονάδων του PLC, έχοντας σαν βάση τεχνικοοικονομικά κριτήρια .
3. Μελέτη και εκπόνηση σχεδίων, για την κατασκευή του πίνακα όπου θα τοποθετηθεί το PLC.
4. Προγραμματισμός του PLC, όπου γίνεται η υλοποίηση των προδιαγραφών που έθεσε ο πελάτης.
5. Η θέση σε λειτουργία του PLC . Στο στάδιο αυτό γίνεται η τοποθέτηση του PLC στον πίνακα, η συρμάτωση του με τα περιφερειακά στοιχεία, ο απαραίτητος έλεγχος και τέλος η μεταφορά του προγράμματος στο PLC.
6. Αφού γίνει ο οριστικός έλεγχος της σωστής λειτουργίας δημιουργείται φάκελος του έργου, όπου υπάρχουν τα τελικά σχέδια και το πρόγραμμα με τα επεξηγηματικά σχόλια
7. Τέλος έχουμε την δοκιμή λειτουργίας της εγκατάστασης και την πλήρη λειτουργία του αυτοματισμού. [1] [24][6][2]

#### 1.4 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της χρήσης των PLC's

Όπως αναφέραμε και πιο πάνω τα πλεονεκτήματα, που απορρέουν από τη χρήση των PLC's, σε σχέση με τα συστήματα καλωδιωμένης λογικής, είναι πάρα πολλά και συνοψίζονται στα εξής:

- Είναι συσκευές 'γενικής χρήσεως', και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολλά είδη παραγωγής και να πραγματοποιήσουμε πλήθος εφαρμογών.
- Από οικονομοτεχνικής άποψης, η χρήση των PLC's είναι πολύ καλύτερη λύση, αφού δεν μας ενδιαφέρει ο συνολικός αριθμός των επαφών, των απαριθμητών, των χρονικών κλπ. που θα χρησιμοποιηθούν στον αυτοματισμό, μιας και αποτελούν στοιχεία μνήμης της CPU και όχι φυσικά εξαρτήματα.
- Είναι πολύ εύκολος ο οπτικός έλεγχος, της λειτουργίας ή μη των στοιχείων της εγκατάστασης με τη βοήθεια των ενδεικτικών LED των καρτών εισόδου και εξόδου και των άλλων διατάξεων. Επίσης με τη βοήθεια συσκευής προγραμματισμού μπορούμε να παρακολουθήσουμε και τη ροή εκτέλεσης του προγράμματος ή και να γίνει εύκολα και γρήγορα η αποκατάσταση των βλαβών.
- Έχουμε την δυνατότητα να αλλάξουμε την λειτουργία του αυτοματισμού σε οποιοδήποτε στάδιο θελήσουμε χωρίς να χρειαστεί να επέμβουμε στο υλικό.
- Τα PLC καταλαμβάνουν πολύ μικρότερο χώρο στο πίνακα σε σχέση με τα υλικά του κλασσικού αυτοματισμού, και είναι ενεργειακά καλύτερα από αυτά.
- Τοποθετούνται άφοβα και σε πεδία ισχύος, ακολουθώντας πάντοτε τις οδηγίες που θέτει σε κάθε περίπτωση ο κατασκευαστής (αποστάσεις, γειώσεις κλπ.).
- Έχουμε μικρό κόστος της συντήρησης και αλλά και του κόστους αποκατάστασης μιας βλάβης, σε περίπτωση αντικατάστασης χαλασμένων υλικών σε σχέση με τον κλασσικό αυτοματισμό (π.χ. ενός χρονικού).
- Ευκολία στον προγραμματισμό των PLC, αφού οι γλώσσες προγραμματισμού είναι φιλικές και καλύπτουν όλο το φάσμα των ατόμων, βάση της τεχνογνωσίας που διαθέτουν όταν καλούνται να υποστηρίξουν αυτή την τεχνολογία.
- Τέλος, σαν ψηφιακές συσκευές, μας δίνουν τη δυνατότητα να γίνει επάνω τους σύνδεση με σύγχρονες περιφερειακές συσκευές (οθόνες, εκτυπωτές, κλπ.) καθώς και εύκολη διασύνδεση μεταξύ τους, για την ανταλλαγή πληροφοριών,

τον τηλεχειρισμό τους, την τηλεπλοπτεία τους, του εξ' αποστάσεως προγραμματισμού τους και τη σύνδεσή τους στο Internet. [1]

Βλέπουμε ότι από τη χρήση των PLC προκύπτουν πολλά πλεονεκτήματα. Ως μειονέκτημα τους θα μπορούσαμε ίσως να θεωρήσουμε την απαίτηση για επαρκή και διαρκή ενημέρωση και εκπαίδευση του τεχνικού προσωπικού που θα κληθεί να τα υποστηρίξει, πράγμα το οποίο δυσκολεύει και δημιουργεί προβλήματα στην εφαρμογή των PLC.[12].

Επίσης θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, κάποιες παράμετροι προκειμένου να εξασφαλιστεί η ορθή λειτουργία του PLC και να τηρούνται πιστά οι οδηγίες του κατασκευαστή πριν την κάθε χρήση (πχ. είναι ευαίσθητοι στον ηλεκτρονικό θόρυβο, γεγονός που απαιτεί ειδικές κατασκευές και προστασίες.)

Οι τιμές των PLC πέφτουν καθημερινά και οι εταιρείες βγάζουν συνεχώς νέα μοντέλα προκειμένου να υποστηρίξουν όλων των ειδών και επιπέδων εφαρμογές. Παρ' όλα αυτά, ίσως κριθεί ασύμφορη οικονομικά η χρήση του PLC, όταν έχουμε να πραγματοποιήσουμε κάποιες πολύ απλές εφαρμογές.

Επίσης κάποιες φορές σε περίπτωση βλάβης του PLC (π.χ. κάποιας μονάδας), το κόστος αποκατάστασης μπορεί να είναι αρκετά υψηλό. [22][15]

Τέλος ένα ακόμα εξίσου σημαντικό μειονέκτημα είναι ότι οι γλώσσες προγραμματισμού των PLC δεν έχουν κάποιο είδος τυποποίησης, και διαφέρουν από εταιρεία σε εταιρεία ή ακόμα και σε μοντέλα της ίδιας της εταιρείας, με αποτέλεσμα να απαιτούν την εξειδίκευση του τεχνικού προσωπικού σε κάθε ένα από αυτά, πράγμα που σημαίνει αυξημένο κόστος για εκπαίδευση.[6]

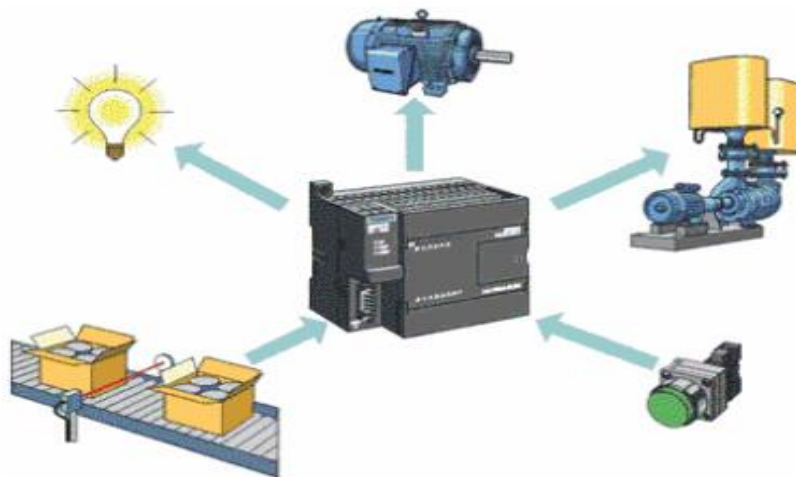
## 1.5 Εφαρμογές των PLC

Οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές χρησιμοποιούνται κατεξοχήν στη βιομηχανία, τόσο σε συστήματα παραγωγής όσο και στα ίδια τα παραγόμενα προϊόντα, αλλά και σε αλλά και σε κτιριακές εγκαταστάσεις, στη ναυτιλία, και σε μεγάλα έργα του δημοσίου ή ιδιωτικού τομέα. Κάποιες σημαντικές εφαρμογές θα μπορούσαμε να αναφέρουμε είναι:

- φωτισμός σε διαμερίσματα, κλιμακοστάσια, βιτρίνες καταστημάτων
- περσίδες, τέντες
- συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού

- συστήματα συναγερμών και κουδουνιών
- συστήματα άρδευσης σε θερμοκήπια
- συμπιεστές
- στον έλεγχο σηματοδότησης
- ανελκυστήρες
- συστήματα ελέγχου χώρων στάθμευσης αυτοκινήτων
- ανυψωτικά μηχανήματα
- μηχανές κοπής
- μεταφορικές ταινίες
- σε συστήματα παραγωγής ενέργειας ( φωτοβολταϊκά, ανεμογεννήτριες)
- διατάξεις μέτρησης στάθμης
- έλεγχος για κινητήρες, αντλίες και βαλβίδες
- συστήματα διαχείρισης ενέργειας
- αυτόματες μπάρες και πόρτες

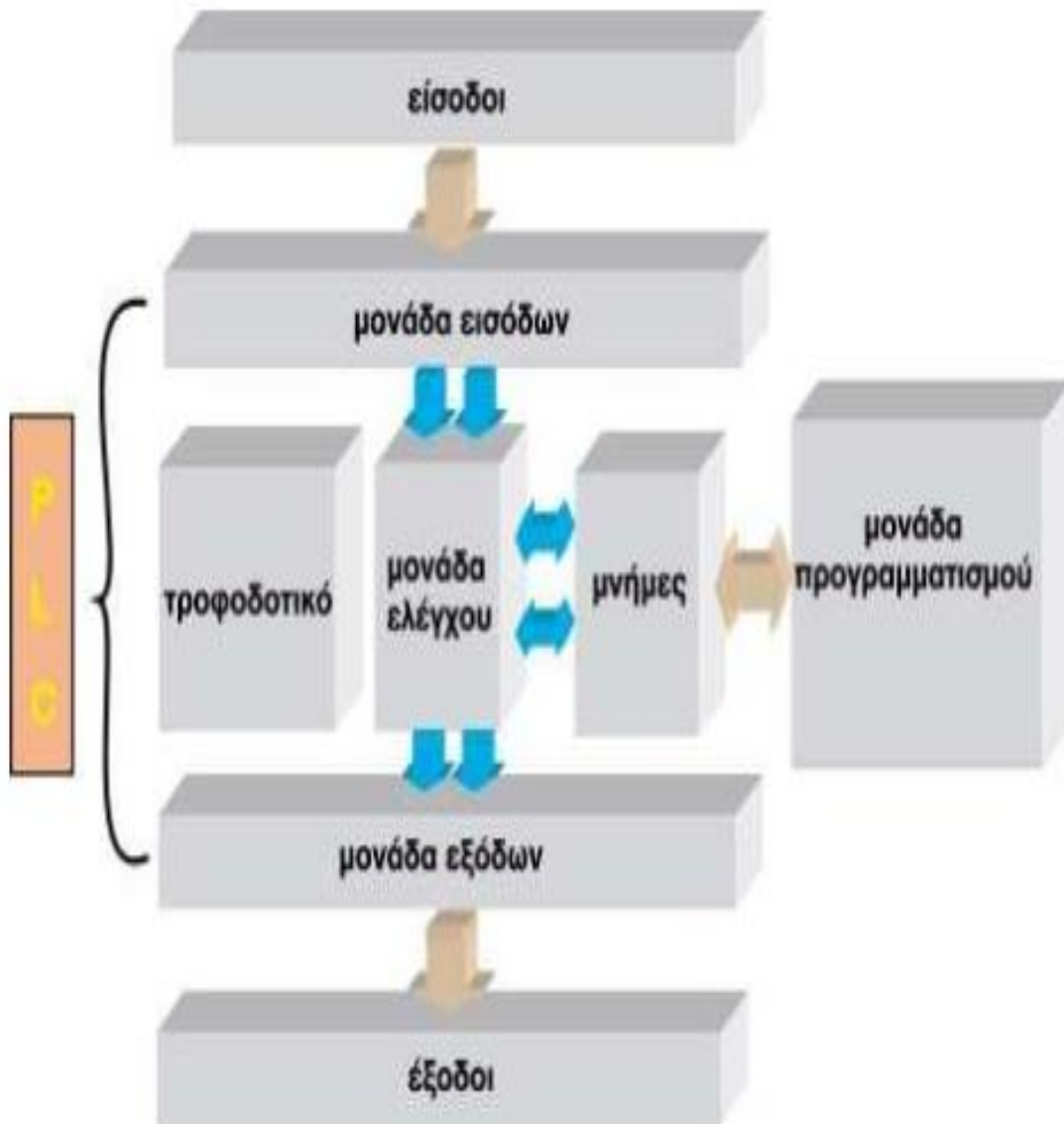
Από τα παραπάνω μπορούμε να καταλάβουμε ότι καλύπτουν ένα μεγάλο φάσμα εφαρμογών και για αυτό το λόγο αυτό , όλο και πιο πολλοί ασχολούνται με το προγραμματισμό τους, ώστε να μπορούν να υλοποιήσουν αυτοματισμούς με υψηλές δυνατότητες κερδίζοντας αρκετό χρόνο και χρήμα.[23]



Εικόνα 1.7:Εφαρμογή PLC σε συσκευές και συστήματα

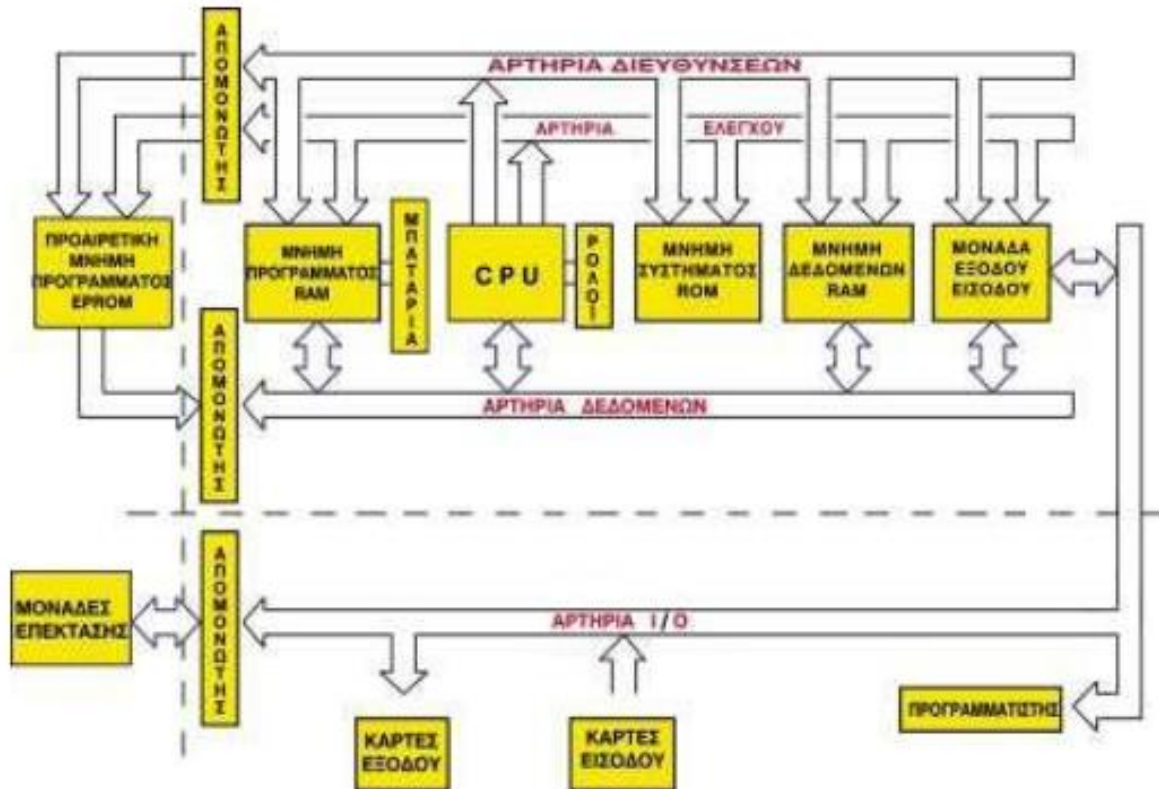
## 1.6 Βασική Δομή Των PLC

Σε κάθε PLC ανεξάρτητα από τον τύπο και την εταιρεία από την οποία έχει κατασκευαστεί, η βασική δομή ενός PLC παραμένει η ίδια αφού όπως έχουμε πει, αποτελεί ένα μικροϋπολογιστικό σύστημα, με το κομμάτι του hardware να μοιάζει με έναν Ηλεκτρονικό Υπολογιστή. Στις παρακάτω εικόνες φαίνεται η δομή και η αρχιτεκτονική ενός PLC.



Εικόνα 1.8: Η δομή του PLC





Εικόνα 1.9: Αρχιτεκτονική ενός PLC

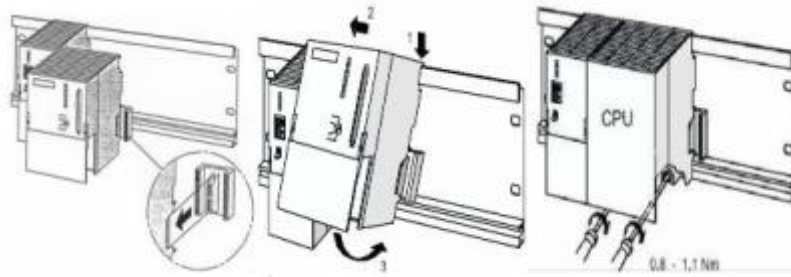
Ως προς τη δομή ενός PLC, όπως φαίνεται και στις παραπάνω εικόνες, θα μπορούσαμε να διακρίνουμε τα παρακάτω βασικά μέρη:

- Το Πλαίσιο Στήριξης (Rack)
- Την Μονάδα Τροφοδοσίας ( Power Supply - PS)
- Την Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (CPU - Central Processing Unit)
- Τις Μνήμες του PLC
- Τις Μονάδες Εισόδων και Εξόδων
- Την Μονάδα προγραμματισμού [2]

### 1.6.1 Πλαίσιο στήριξης (Rack)

Στο πλαίσιο στήριξης (Rack) γίνεται η τοποθέτηση των διαφόρων μονάδων που θα συνθέσουν το σύστημα αυτοματισμού. Πάνω σε αυτό είναι ενσωματωμένο και το σύστημα των αγωγών, μέσω των οποίων γίνεται η επικοινωνία των διάφορων βαθμίδων, από την τροφοδοσία τους μέχρι και την ανταλλαγή πληροφοριών. Αν οι θέσεις του κεντρικού πλαισίου, που διατίθεται, δεν επαρκούν για να τοποθετηθούν

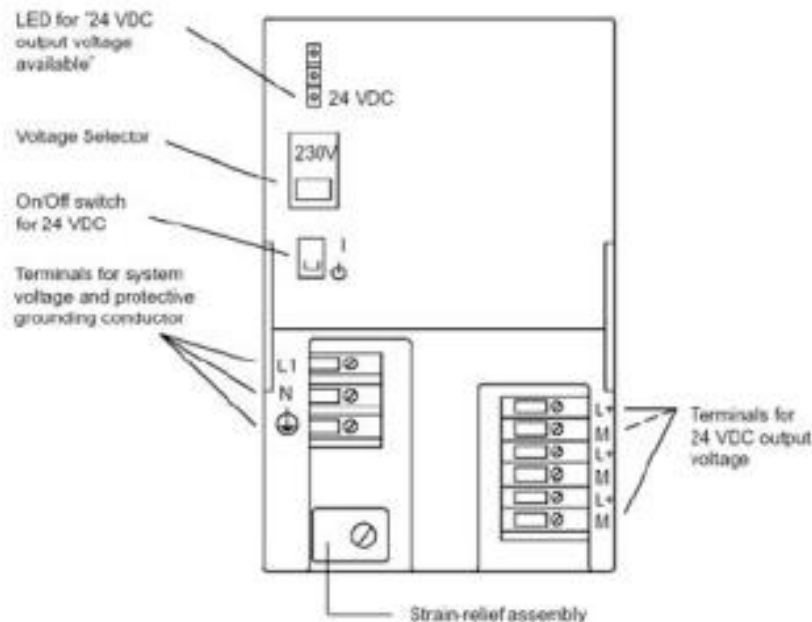
οι μονάδες εισόδων και εξόδων που απαιτούνται σε μια συγκεκριμένη εφαρμογή, τότε χρησιμοποιούνται ένα ή περισσότερα πλαίσια επέκτασης για την τοποθέτηση των πρόσθετων μονάδων. [2]



Εικόνα 1.10: Πλαίσια στήριξης μονάδων

### 1.6.2 Μονάδα τροφοδοσίας (PS)

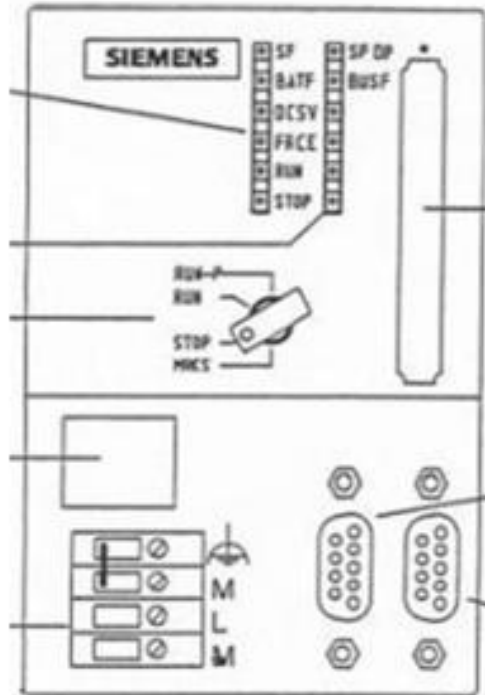
Η μονάδα τροφοδοσίας ( Power Supply - PS), χρησιμοποιείται για να παρέχει την απαραίτητη τάση στη CPU και στις μονάδες εισόδων και εξόδων. Οι τυπικές εσωτερικές τάσεις των PLC είναι συνήθως: DC 5V, 9V, και 24V. Σε ορισμένα μοντέλα PLC, σε περίπτωση διακοπής τροφοδοσίας από το δίκτυο, η μονάδα τροφοδοσίας διατηρεί το περιεχόμενο της μνήμης του PLC με την βοήθεια μιας μπαταρίας που υπάρχει στην Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (CPU). [15]



Εικόνα 1.11: Μονάδα Τροφοδοσίας PLC

### 1.6.3 Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας CPU (Central Processing Unit)

Η Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας ή CPU (Central Processing Unit), αποτελεί ουσιαστικά τον εγκέφαλο του PLC, και είναι αυτή που εκτελεί και ελέγχει όλες τις λειτουργίες του PLC. Στην πράξη είναι ένας μικροϋπολογιστής, που διαβάζει τις εντολές που έρχονται στην είσοδο, τις επεξεργάζεται χρησιμοποιώντας την μνήμη και ανάλογα το πώς το έχουμε προγραμματίσει, αποφασίζει για το αποτέλεσμα που θα πάρουμε στις εξόδους.



Εικόνα 1.12:Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας CPU

Ανάλογα τον τύπο PLC ποικίλουν και οι δυνατότητες της CPU.

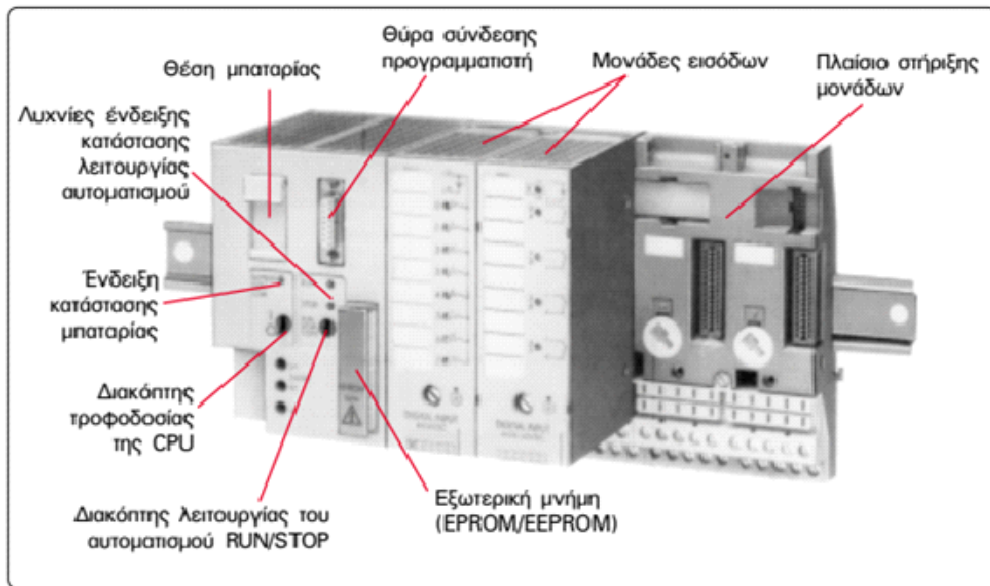
Στην παρακάτω εικόνα μπορούμε να δούμε τα βασικά στοιχεία ενός μικροεπεξεργαστή που υπάρχει στην Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας ενός PLC.



Εικόνα 1.13:Βασικά στοιχεία μικροεπεξεργαστή

Εξωτερικά σε μια κεντρική μονάδα επεξεργασίας συνήθως θα δούμε να υπάρχουν:

- Θέση σύνδεσης / επικοινωνίας της συσκευής προγραμματισμού. Ουσιαστικά η μονάδα αυτή είναι μια θύρα, στην οποία με κάποιο ειδικό καλώδιο συνδέεται το PLC με την συσκευή προγραμματισμού μας, ώστε να εξασφαλίσουμε τη μεταφορά δεδομένων από και προς το PLC, αλλά και τον έλεγχο λειτουργίας του.
- Θέση σύνδεσης επεκτάσεων.
- Διακόπτης δύο θέσεων, ο οποίος θέτει το PLC σε κατάσταση RUN ή STOP.
- Λυχνίες ενδείξεων, τροφοδοσίας, κατάστασης RUN, κατάστασης STOP, και κατάστασης μπαταρίας του PLC. [2][6]



Εικόνα 1.14:Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας ενός PLC

#### 1.6.4 Οι μνήμες του PLC

Ο ρόλος της μνήμης είναι ήδη γνωστός και συνίσταται, κυρίως, στην αποθήκευση των προγραμμάτων του μικροεπεξεργαστή. Η μνήμη της CPU διακρίνεται σε **RAM**, **ROM** και **EEPROM**. Σε κάθε μια από αυτές, οι οποίες έχουν διαφορετικό τρόπο λειτουργίας γίνεται η αποθήκευση των δεδομένων τα οποία δεν χάνονται, ακόμα και αν γίνει διακοπή της τροφοδοσίας.

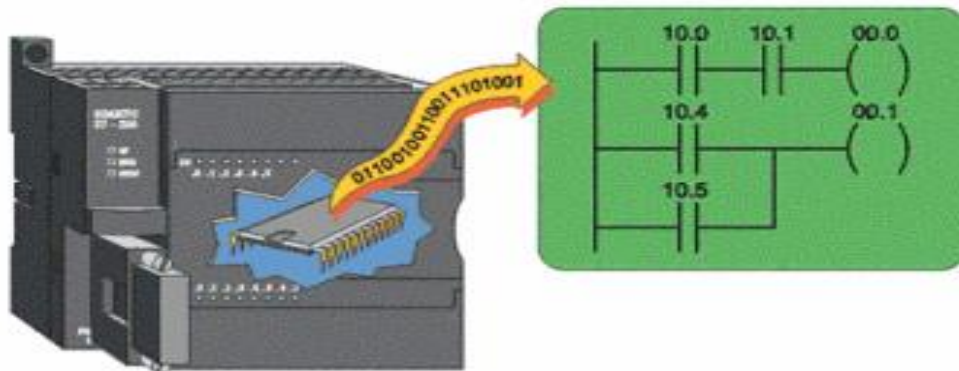
Στη μνήμη **ROM** (Read Only Memory) , αποθηκεύεται το λειτουργικό σύστημα του PLC, δηλαδή οι οδηγίες για όλες τις βασικές λειτουργίες που είναι απαραίτητες για την λειτουργία του PLC.

Στην μνήμη **RAM** (Random Access Memory), μπορούμε να γράφουμε και να σβήνουμε. Όταν όμως έχουμε έλλειψη ηλεκτρική τροφοδοσίας αυτή σβήνει. Στη μνήμη RAM, η κεντρική μονάδα αποθηκεύει μια σειρά από πληροφορίες σε ξεχωριστές περιοχές εργασίας, όπως :

- Περιοχή μνήμης όπου αποθηκεύονται οι ενδιάμεσες πληροφορίες, που αφορούν τη λειτουργία του αυτοματισμού.
- Περιοχή μνήμης όπου αποθηκεύονται οι καταστάσεις των εισόδων και των εξόδων.
- Περιοχή μνήμης των απαριθμητών.
- Περιοχή μνήμης των χρονικών.

- Περιοχή μνήμης όπου αποθηκεύονται τα προγράμματα του χρήστη, δηλαδή τα προγράμματα που λειτουργούν μία συγκεκριμένη εφαρμογή αυτοματισμού.

Η μνήμη **EEPROM** (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) χρησιμοποιείται από τα PLC λόγω ότι διατηρεί τα δεδομένα της, ακόμα και αν το PLC χάσει την ηλεκτρική τροφοδοσία του, πράγμα που σημαίνει ότι θα σβηστούν τα δεδομένα από την μνήμη RAM όταν δεν υπάρχει μπαταρία. Η μνήμη EEPROM σβήνεται και γράφεται μέσω ενός ειδικού μηχανήματος. [2]



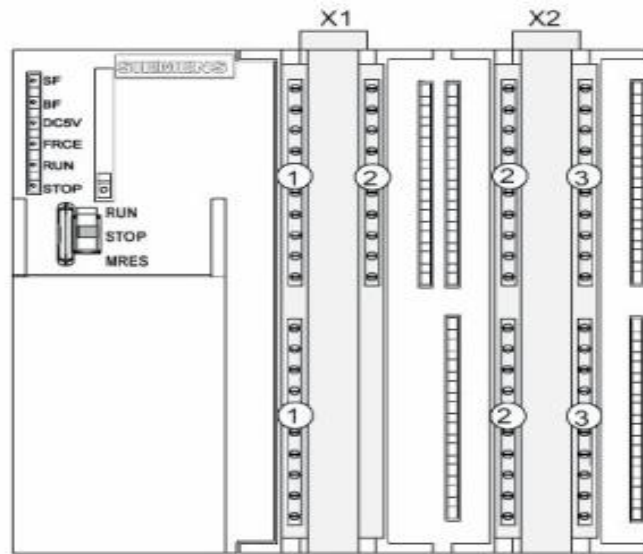
Εικόνα 1.15:Μνήμες PLC

### 1.6.5 Μονάδες εισόδων και εξόδων

Οι μονάδες εισόδων και εξόδων, αποτελούν τις μονάδες επικοινωνίας της CPU με τον έξω κόσμο. Οι μονάδες εισόδων είναι αυτές, που δέχονται τις εντολές από τους αισθητήρες και τους διακόπτες χειρισμού.

Οι μονάδες εξόδων είναι αυτές, μέσω των οποίων, δίνονται οι εντολές στα ρελέ, στις βαλβίδες, στις λυχνίες κλπ. του συστήματος μας.

Η κάθε μονάδα μπορεί να δεχθεί ένα συγκεκριμένο αριθμό σημάτων τάσης ή έντασης.



Εικόνα 1.16:Μονάδες εισόδου και εξόδου

Οι **μονάδες εισόδων**, είναι οι μονάδες επικοινωνίας της CPU με τους διακόπτες, τα μπουτόνς αλλά και οποιοδήποτε άλλο αισθητήριο που εισάγει μια πληροφορία όταν θα συμβεί ένα γεγονός. Διακρίνουμε δυο τύπους εισόδων, τις ψηφιακές και τις αναλογικές.

Οι **ψηφιακές εισοδοι** αναγνωρίζουν μόνο δύο τιμές τάσης (υψηλή – χαμηλή). Τα αισθητήρια ή τα στοιχεία εισόδου είναι συσκευές που μετατρέπουν μια φυσική κατάσταση σε ηλεκτρικό σήμα, που μεταφέρεται στην είσοδο του PLC. Σαν παράδειγμα θα μπορούσαμε να αναφέρουμε, την λειτουργία του μπουτόν που μεταφέρει σαν ηλεκτρικό σήμα στην είσοδο του PLC, την πληροφορία της μεταβολής της φυσικής του κατάστασης.



Εικόνα 1.17:Διάταξη λειτουργίας Μονάδας Εισόδου PLC

Οι **αναλογικές εισοδοι**, αντιλαμβάνονται περισσότερες από δύο καταστάσεις και συγκεκριμένα μια κατάσταση που μεταβάλλεται συνεχώς. Για παράδειγμα, μια

αναλογική είσοδος χρησιμοποιείται για την μέτρηση της θερμοκρασίας σε ένα χώρο. Η θερμοκρασία “μεταφράζεται” από το αισθητήριο σε ένα αντίστοιχα μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό σήμα που κυμαίνεται σε μια τυποποιημένη κλίμακα έντασης ρεύματος (π.χ. 4 έως 20 mA) ή τάσης ρεύματος (π.χ. 0 έως 10 V). Η αναλογική είσοδος του PLC “αντιλαμβάνεται” τις διαφοροποιήσεις (αυξομειώσεις του ηλεκτρικού ρεύματος ή τάσης), και τις “μεταφράζει” σε μεταβολές (αυξομειώσεις) του φυσικού φαινομένου, δηλαδή της θερμοκρασίας.

Οι **μονάδες εξόδων**, είναι οι μονάδες με τις οποίες συνδέεται το PLC με τα φορτία της εφαρμογής μας. Και τις μονάδες εξόδων μπορούμε να τις διακρίνουμε σε ψηφιακές και αναλογικές.

Οι **ψηφιακές έξοδοι**, έχουν δύο καταστάσεις ON ή OFF. Στις μονάδες αυτές συνδέουμε διατάξεις, όπως πχ. λυχνίες. Η σύνδεση των στοιχείων αυτών με τις εξόδους γίνεται είτε απ’ ευθείας είτε μέσω κατάλληλων μικρορελέ.

Στις **αναλογικές εξόδους**, υπάρχουν περισσότερες από δύο καταστάσεις και μεταβάλλονται συνεχώς. Σαν παράδειγμα, μπορούμε να αναφέρουμε μια ηλεκτροβάννα της οποίας η θέση μπορεί να ελέγχεται μέσω ηλεκτρικού σήματος από μία αναλογική έξοδο του PLC. [6]



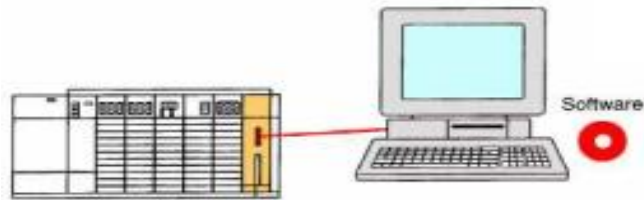
Εικόνα 1.18:Διάταξη λειτουργίας Μονάδας Εξόδου PLC

### 1.6.6 Μονάδα προγραμματισμού

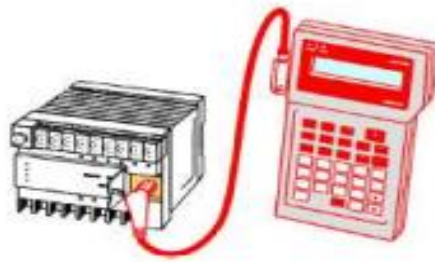
Η **Μονάδα προγραμματισμού**, είναι μία ξεχωριστή συσκευή (συνήθως ένας H/Y), η οποία χρησιμοποιείται για την εισαγωγή του προγράμματος στο PLC και την παρακολούθηση της εξέλιξης του αυτοματισμού διαμέσου της οθόνης, που διαθέτει. Αυτή συνδέεται μέσω μιας σειριακής θύρας με την CPU και με τη βοήθεια



ειδικού λογισμικού, μπορούμε να προγραμματίζουμε το PLC ή να παραμετροποιούμε το πρόγραμμά μας. Σε μικρά PLC η συσκευή προγραμματισμού μπορεί να είναι και συσκευή χειρός. Ο προσωπικός υπολογιστής είναι, αυτή τη στιγμή, η πιο συνηθισμένη συσκευή που χρησιμοποιείται για προγραμματισμό.[15]



*Προγραμματισμός με τη χρήση PC*



*Προγραμματισμός με τη χρήση συσκευής προγραμματισμού*

Εικόνα 1.19:Συσκευές Προγραμματισμού PLC

## 1.7 Αρχή λειτουργίας των PLC

Στα PLC κύριο χαρακτηριστικό της λειτουργίας τους είναι η συνεχής κυκλική επεξεργασία και εκτέλεση του προγράμματος .

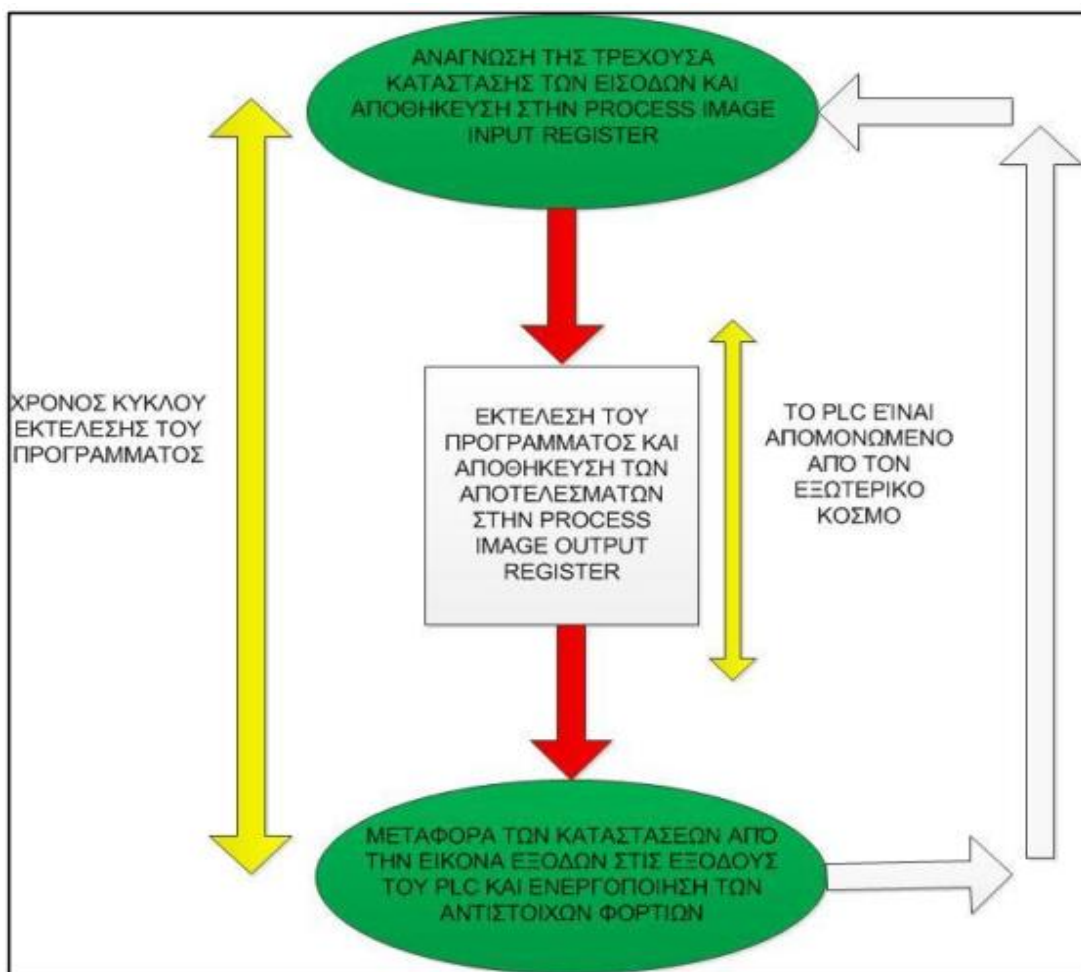
Αρχικά η CPU διαβάζει τις εισόδους, δηλαδή εμποτεύει την κάθε είσοδο, και όταν σε αυτή έχει εμφανισθεί τάση, καταχωρεί ένα λογικό 1 σε μία περιοχή της μνήμης του, που είναι ειδική γι' αυτό τον σκοπό. Η περιοχή αυτή περιέχει σε κάθε στιγμή την κατάσταση των εισόδων και λειτουργεί σαν ενδιάμεσος σταθμός ανάμεσα στην CPU και τον “έξω κόσμο“.

Στην συνέχεια εκτελείται το πρόγραμμα και λαμβάνοντας υπ' όψη τις τιμές των εισόδων, αποφασίζονται οι τιμές των εξόδων, οι οποίες και καταχωρούνται σε μία αντίστοιχη περιοχή μνήμης εξόδου.

Τέλος, η περιοχή της μνήμης εξόδου, μεταφέρεται στην κάρτα εξόδου και διεγείρει με την σειρά της το ρελέ.

Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται από την αρχή και διαρκώς, δηλαδή διαβάζεται ξανά η είσοδος που μπορεί τώρα να έχει διαφορετική τιμή κλπ. Η διαδικασία αυτή λέγεται **κυκλική επεξεργασία** στο PLC.

Εδώ πρέπει να τονίσουμε, ότι η πληροφορία για την κατάσταση της εισόδου αποκτάται μόνο στην αρχή του κύκλου, και η κατάσταση της εισόδου κατά τον χρόνο εκτέλεσης του προγράμματος θεωρείται σταθερή (πράγμα που μπορεί και να μην συμβαίνει), όμως ο κύκλος του PLC είναι τόσο σύντομος (κάποια msec) πού ακόμα και αν αλλάξει κατάσταση η είσοδος, η CPU θα το αντιληφθεί στον αμέσως επόμενο κύκλο (π.χ. μετά από 4 msec) και θα δράσει ανάλογα με καθυστέρηση μόνο χιλιοστών του δευτερολέπτου. Φυσικά για ιδιαίτερα κρίσιμες εισόδους υπάρχουν τεχνικές που επιτρέπουν την ακαριαία πληροφόρηση και δράση της CPU. [1]



Εικόνα 1.20:Κύκλος λειτουργίας και χρόνος κύκλου

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 για αυτό και αποτελεί και ένα μέτρο σύγκρισης μεταξύ των PLC.[6]

### 1.8 Επιλογή PLC

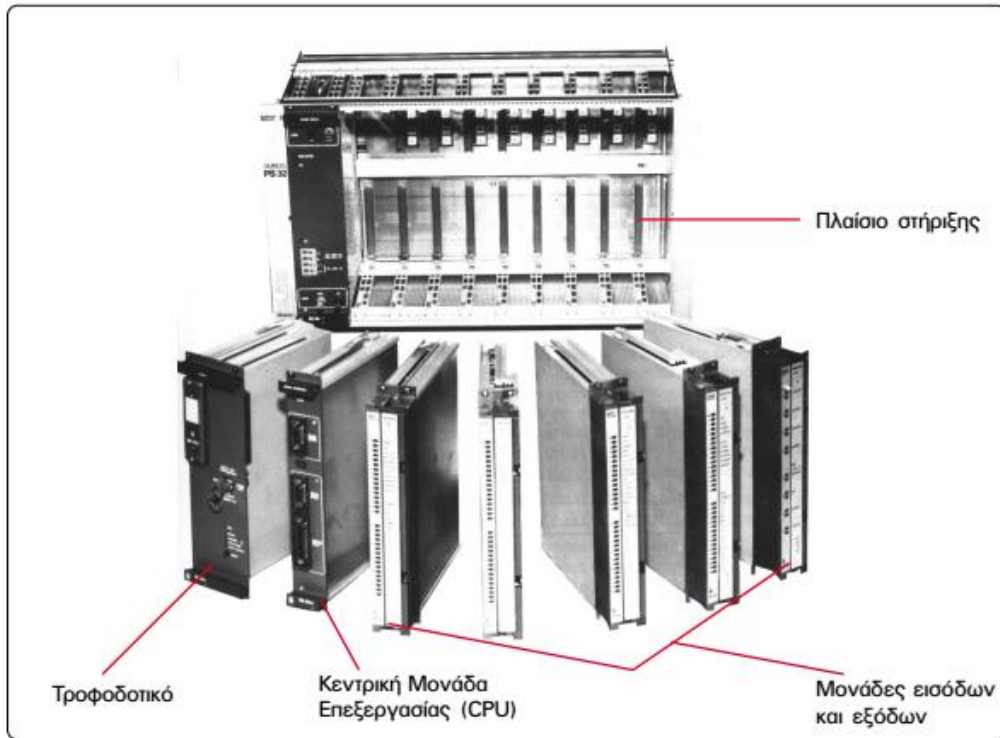
Εάν κάνει κάποιος μία έρευνα στην αγορά, θα μπορέσει να διαπιστώσει πως ανάλογα με την εταιρία κατασκευής, κυκλοφορούν αρκετοί τύποι PLC με διαφορές στο μέγεθος, στις δυνατότητες τους, τις προδιαγραφές και στα τεχνικά χαρακτηριστικά τους (ταχύτητα, μέγεθος μνήμης, δυνατότητα δικτύωσης κλπ.). Γενικά όμως θα μπορούσαμε να διακρίνουμε δύο τύπους PLC, τα **Compact** και τα **Modular**.

Τα **Compact PLC** (Εικόνα 1.21 ) είναι μια συμπαγής και ενιαία συσκευή όπου όλες οι περιφερειακές του βαθμίδες (τροφοδοσία, CPU, είσοδοι και έξοδοι) βρίσκονται στην ίδια μονάδα.



Εικόνα 1.21:Τυπικό δείγμα Compact PLC

Τα **Modular** PLC αποτελούνται από ανεξάρτητες μονάδες οι οποίες προσαρμόζονται στο πλαίσιο στήριξης (Εικόνα 1.22).



Εικόνα 1.22:Τυπικό δείγμα Modular PLC

Έτσι σαν κύριες διαφορές τους θα μπορούσαμε να πούμε ότι τα compact PLC έχουν περιορισμένες δυνατότητες, δηλαδή, έχουν μικρό αριθμό εισόδων και εξόδων και έχουν μικρή δυνατότητα επέκτασης και μικρότερη επεξεργαστική ισχύ. Το πλεονέκτημα τους όμως είναι, ότι είναι πολύ φθηνότερα σε σχέση με τα modular PLC.

Τα modular PLC, τα χρησιμοποιούμε για να υλοποιήσουμε απαιτητικούς αυτοματισμούς, με μεγάλο αριθμό εισόδων και εξόδων και δυνατότητες επέκτασης των εφαρμογών μας, προσθέτοντας απλά μία ή περισσότερες βαθμίδες εισόδων ή εξόδων, διατηρώντας την ίδια CPU και το ίδιο τροφοδοτικό. Αν και είναι πιο ισχυρά, το κόστος τους όμως είναι απαγορευτικό, ειδικά για εφαρμογές χωρίς υψηλές απαιτήσεις.

Επομένως όταν έχουμε να προβούμε στην επιλογή PLC για την εφαρμογή μας, το σημαντικότερο κριτήριο είναι το τεχνοοικονομικό. Πρέπει να καλύπτει τις ανάγκες του αυτοματισμού μας, καθώς και να υπάρχει πρόβλεψη για επέκτασή του μελλοντικά, με το μικρότερο δυνατό κόστος. Το βασικότερο είναι ο

υπολογισμός των εισόδων και το εξόδων της εφαρμογής μας για την επιλογή των αντίστοιχων μονάδων. Για την επιλογή της CPU, πρέπει να λάβουμε υπ' όψη εκτός των εισόδων και εξόδων, την επιθυμητή ταχύτητα λήψης αποφάσεων και τις ανάγκες δικτύωσης και επικοινωνίας με άλλα συστήματα. [6]

## 1.9 Προγραμματισμός PLC

Τα PLC από μόνα τους είναι συσκευές ουδέτερες, αφού δεν είναι από πριν κατασκευασμένες για μια αποκλειστικά συγκεκριμένη εφαρμογή. Κάθε φορά λοιπόν, ανάλογα με την εφαρμογή που θέλουμε να πραγματοποιήσουμε, προγραμματίζουμε αντίστοιχα και το PLC. Για να προγραμματίσουμε ένα PLC χρησιμοποιούμε τις γλώσσες προγραμματισμού που μας παρέχει ο κατασκευαστής, από τον οποίο προμηθευτήκαμε το συγκεκριμένο τύπο. Οι γλώσσες αυτές ποικίλουν ακριβώς γιατί ποικίλουν και τα επίπεδα γνώσης και εμπειριών του κάθε προγραμματιστή. Οι ουσιαστικές διαφορές είναι, στο τι βλέπουμε στην οθόνη του υπολογιστή μας, αφού το τελικό αποτέλεσμα είναι πάντα το ίδιο.

Το PLC καταλαβαίνει την γλώσσα μηχανής MC7 (Machine Code 7), και οι διάφορες γλώσσες μετατρέπονται σε γλώσσα μηχανής κατά την μεταφορά του προγράμματος από τη συσκευή προγραμματισμού στο PLC. Παρόλο που κάθε εταιρεία για λόγους ανταγωνισμού, χρησιμοποιεί την δικιά της γλώσσα, υπάρχει μία σχετική τυποποίηση η οποία στοχεύει να δημιουργήσει προγραμματιστικές φόρμες, που θα χρησιμοποιηθούν από τους μελλοντικούς ελεγκτές.

Τρεις είναι οι επικρατέστερες γλώσσες που συναντάμε για να προγραμματίσουμε ένα PLC. Η πρώτη, που είναι και η πιο γνωστή, είναι η γλώσσα **LADDER (LAD)** ή αλλιώς σχέδιο επαφών, η δεύτερη είναι η **STATEMENT LIST (STL)** ή λίστα εντολών, και τρίτη η **FUNCTION BLOCK DIAGRAM (FDB)** ή γλώσσα λογικού διαγράμματος.

Το ποια γλώσσα θα χρησιμοποιηθεί, εξαρτάται καθαρά από αυτόν που θα προγραμματίσει και την εμπειρία του, και σαφώς από την εφαρμογή που πρέπει να υλοποιηθεί.

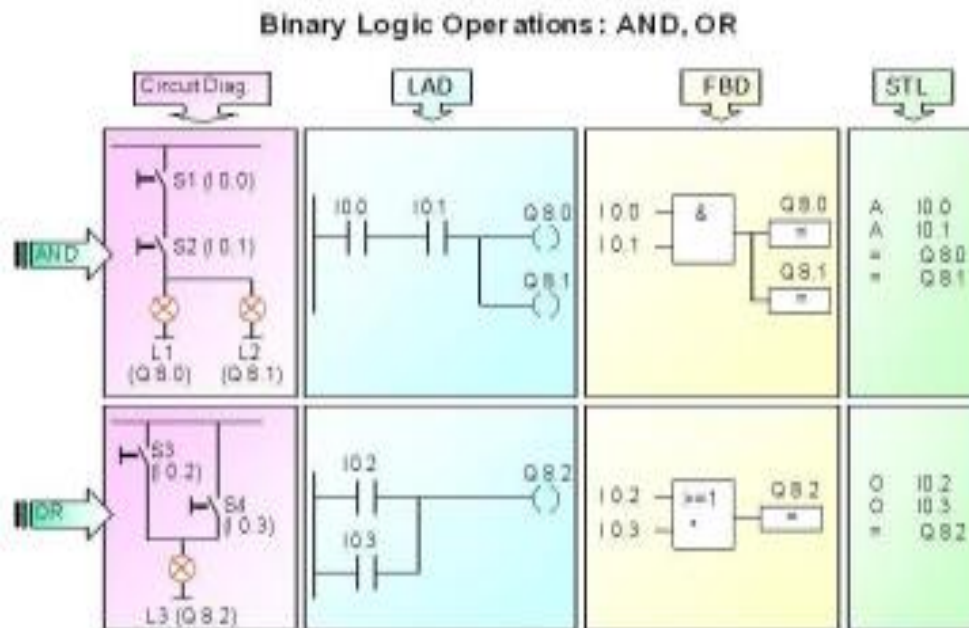
- **Γλώσσα LADDER (LAD)** ή γλώσσα ηλεκτρολογικών γραφικών.

Είναι η πρώτη γλώσσα που αναπτύχθηκε ιστορικά. Η γλώσσα Ladder ουσιαστικά επιτρέπει τη μεταφορά του ηλεκτρολογικού σχεδίου, μέσω της συσκευής προγραμματισμού στο PLC. Η γλώσσα αυτή είναι σχετικά, η πιο εύκολη για τεχνικούς, χωρίς ιδιαίτερες γνώσεις προγραμματισμού αφού δεν αλλάζει ουσιαστικά την εργασία σχεδιασμού του αυτοματισμού.

- Γλώσσα **Statement List (STL)**, ή λίστα εντολών ή γλώσσα λογικών εντολών. Η γλώσσα αυτή δημιουργεί λίστα προγράμματος με εντολές, οι οποίες αντιστοιχούν στις λογικές πύλες (AND, OR, NOT κ.λπ.) και θυμίζει πάρα πολύ τη γλώσσα assembly που χρησιμοποιούμε στους μικροελεγκτές. 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 η γλώσσα αυτή έχει εξελιχθεί πάρα πολύ και αποτελεί και την πιο ισχυρή γλώσσα γιατί μπορούμε εκμεταλλευτούμε πλήρως τις δυνατότητες των PLC.

- Γλώσσα **Function Block (FBD)**, ή 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.[24][2]



Εικόνα 1.23:Απεικόνιση των γλωσσών προγραμματισμού των PLC

### 1.10 Λειτουργίες προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών

Τα PLC έχουν λειτουργίες, που βοηθούν στην ολοκλήρωση ενός αυτοματισμού. Οι λειτουργίες αυτές εξελίσσονται συνεχώς από τους κατασκευαστές των PLC, δίνοντας σημαντικά εργαλεία στους μηχανικούς για την ολοκλήρωση ακόμα και των πιο απαιτητικών εφαρμογών. Ενδεικτικά οι σημαντικότερες από αυτές είναι:

- **Αριθμητικές επεξεργασίες.** Τα PLC έχουν τη δυνατότητα να επεξεργάζονται και να πραγματοποιούν αριθμητικές πράξεις.
- **Λειτουργία απαριθμητών.** Οι απαριθμητές μπορούν να απαριθμούν εξωτερικούς ή εσωτερικούς παλμούς. Η απαρίθμηση μπορεί να είναι προς τα κάτω (count down) ή προς τα πάνω (count up) .
- **Δυνατότητα πραγματικού ρολογιού,** και με τον τρόπο αυτό έχουμε την δυνατότητα να γίνει ενεργοποίηση κάποιων εξόδων ή λειτουργιών σε πραγματικό χρόνο.
- **Αναλογικές εξόδοι - είσοδοι.** Οι δυνατότητες των PLC έχουν βελτιωθεί τόσο πολύ ώστε να μπορούν να καλύψουν πλήρως και τα συστήματα αυτομάτου ελέγχου, όπως είναι αναλογικοί έλεγχοι στάθμης, θερμοκρασίας, πίεσης, κλπ. Έτσι μπορούν να δέχονται αναλογικά σήματα αλλά και παρέχουν αναλογικές εξόδους. Το PLC, έχει την δυνατότητα να μετατρέπει τις αναλογικές τιμές των εισόδων που δέχεται σε ψηφιακές τιμές και στη συνέχεια να τις επεξεργάζεται.
- **Δικτύωση PLC.** Οι σημερινές ανάγκες για επικοινωνία μεταξύ των συστημάτων είχε αντίκτυπο και στην εξέλιξη των PLC, τα οποία εκσυγχρονίστηκαν προκειμένου να ικανοποιήσουν της ανάγκες της σύγχρονης βιομηχανίας. Τα PLC μπορούν να συνδέονται μεταξύ τους και να ανταλλάσσουν πληροφορίες, όπως επίσης να συνεργάζονται με ηλεκτρονικούς υπολογιστές, οι οποίοι ασχολούνται με τον έλεγχο όλης της παραγωγής, της αποθήκης και του λογιστηρίου του εργοστασίου. Όλα αυτά μαζί αποτελούν ένα Βιομηχανικό Δίκτυο Αυτοματισμού (Computer Automatic Network, CAN).

Όλες αυτές οι επιπρόσθετες λειτουργίες που περιγράψαμε , επιτυγχάνονται προσθέτοντας στην κύρια δομή του PLC, ειδικές I/O μονάδες. [2]

### 1.11 Βασικές έννοιες για την δημιουργία προγραμμάτων σε PLC

Για την εγγραφή προγραμμάτων σε ένα PLC πρέπει να είναι γνωστό το προγραμματιστικό μοντέλο του. Τέτοια προγραμματιστικά χαρακτηριστικά είναι η διευθυνσιοδότηση και η ονοματολογία.

#### A. Διευθυνσιοδότηση

Κάθε διαφορετική θέση μνήμης έχει και μια μοναδική διεύθυνση. Το πρόγραμμα χρησιμοποιεί αυτές τις διευθύνσεις για την πρόσβαση στις πληροφορίες στη θέση μνήμης.

Για να καθορίσουμε την διεύθυνση σε ένα στοιχείο πρέπει να δώσουμε :

- Το αναγνωριστικό περιοχής μνήμης (όπως το Q, I, ή M)
- Το μέγεθος των δεδομένων που πρόκειται να προσπελαστεί, (το "W" για το Word, το "B" για το Byte ή το "D" για DWord)
- Την διεύθυνση εκκίνησης των δεδομένων (όπως byte 4 ή word 4). Κατά την πρόσβαση σε ένα κομμάτι της διεύθυνσης για μια λογική τιμή, δεν εισάγετε ένα μνημονικό για το μέγεθος. Μπορούμε να εισάγουμε μόνο την περιοχή της μνήμης, τη θέση byte, και η θέση bit για τα δεδομένα (όπως Q0.2, I0.1, ή M4.2).

#### B. Ονοματολογία

Για να ορίσουμε ένα στοιχείο σε μία εφαρμογή με PLC χρησιμοποιούμε ένα συνδυασμό αριθμών και γραμμάτων . Τα γράμματα είναι τα διευκρινιστικά στοιχεία που κατατάσσουν το στοιχείο σε μια ομάδα (π.χ. έξοδοι, είσοδοι, βοηθητικά, εσωτερικά) ενώ οι αριθμοί είναι αυτοί που καθορίζουν την διεύθυνση του συγκεκριμένου στοιχείου.

Για την σειρά της εταιρείας Siemens S7, στην οποία έγιναν και οι εφαρμογές της παρούσης εργασίας, χρησιμοποιείται η εξής ονοματολογία.

#### • Φυσικές έξοδοι (Q)

Τις φυσικές εξόδους τις συμβολίζουμε με το «Q» και ακολουθεί ένας αριθμός που αυξάνεται και ξεκινά από το 0 ή το 1 και φτάνει μέχρι το συνολικό πλήθος τους. Παραδείγματος χάριν αν είχαμε σε ένα PLC με 8 εξόδους οι διευθύνσεις τους θα ξεκινούσαν από το Q0 μέχρι το Q7.

όπου x (0-n) διεύθυνση byte, ανάλογα με το πλήθος εξόδων και y (0-7) διεύθυνση bit.



- **Φυσικές εισόδους (I).**

Τις φυσικές εισόδους τις συμβολίζουμε με το «I» και ακολουθεί ένας αριθμός που αυξάνεται και ξεκινά από το 0 ή το 1 και φτάνει μέχρι το συνολικό πλήθος τους. Παραδείγματος χάριν αν είχαμε σε ένα PLC με 8 εισόδους οι διευθύνσεις τους θα ξεκινούσαν από το I0 μέχρι το I7.

Παράδειγμα : I x.y

όπου x (0-n) διεύθυνση byte, ανάλογα με το πλήθος εισόδων

και y (0-7) διεύθυνση bit.

- **Βοηθητικά (M)**

Τα Βοηθητικά τα συμβολίζουμε με το γράμμα M, και αντιστοιχούν στα βοηθητικά ρελέ, που χρησιμοποιούμε στον κλασικό αυτοματισμό. Τα χρησιμοποιούμε όπως στις εξόδους, όπου καταγράφεται μία φορά η επιθυμητή λογική, και αποθηκεύεται το αποτέλεσμα στο Βοηθητικό. Στην συνέχεια μπορούμε να χρησιμοποιούμε το Βοηθητικό, σαν επαφή όσες φορές το χρειαστούμε. Όπως είπαμε θα μπορούσαμε να τα παρομοιάσουμε σαν ένα τύπου εξόδου των PLC, μόνο που δεν τα χρησιμοποιούμε απευθείας στην εγκατάσταση μας αλλά και ούτε απεικονίζεται η κατάσταση τους στα LED των εξόδων του PLC.

Παράδειγμα : M x.y :

όπου x (0-n) διεύθυνση byte

και y (0-7) διεύθυνση bit.

- **Μνήμη μεταβλητών**

Σε κάθε PLC υπάρχει μια μεγάλη περιοχή μνήμης, στην οποία μπορούμε να αποθηκεύουμε τα ενδιάμεσα αποτελέσματα των πράξεων που εκτελούνται από το πρόγραμμα μας. Επίσης, μπορούμε να αποθηκεύσουμε και άλλα δεδομένα που αφορούν την διεργασία που θέλουμε να πραγματοποιήσουμε. Για κάθε PLC το μέγεθος αλλά και η ονοματολογία για αυτήν την περιοχή δεν είναι το ίδιο και για το λόγο αυτό θα πρέπει να γνωρίζουμε τα χαρακτηριστικά του.

Παράδειγμα : V x.y :

όπου x (0-n) διεύθυνση byte

και y (0-7) διεύθυνση bit.

### •Χρονικά (T)

Τα χρονικά τα συμβολίζουμε με το «T» και η χρήση τους γίνεται όταν θέλουμε να πραγματοποιήσουμε διεργασίες που έχουν σχέση με το χρόνο. Ως παράδειγμα μπορούμε να αναφέρουμε την αναμονή κάποιου χρονικού διαστήματος για να συμβεί ένα γεγονός. Τα χρονικά βρίσκονται σε μία συγκεκριμένη περιοχή μνήμης και παίρνουν την τιμή του χρόνου που τους έχουμε ορίσει. Με την ενεργοποίηση τους η τιμή τους καταγράφεται σε έναν 16 bit αριθμό και μόλις ξεπεραστεί η προκαθορισμένη τιμή τους, γίνεται η ενεργοποίηση της αντίστοιχης επαφή τους. Υπάρχουν διάφοροι τύποι χρονικών και ο τύπος του κάθε χρονικού που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε, εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του PLC, που έχουμε διαλέξει για την πραγματοποίηση της εφαρμογής μας.

Παράδειγμα : T<sub>x</sub> : x ο αριθμός του χρονικού που χρησιμοποιείται.

### •Απαριθμητές (C)

Οι απαριθμητές συμβολίζονται με το γράμμα C και τους χρησιμοποιούμε για να πραγματοποιήσουμε διεργασίες στις οποίες απαιτείται η μέτρηση κάποιου προϊόντος. Και αυτοί, όπως και τα χρονικά βρίσκονται σε ξεχωριστή περιοχή μνήμης, στην περιοχή μνήμης των απαριθμητών, και η τιμή τους καταχωρείται σε έναν 16 bit καταχωρητή. Ανάλογα το πώς θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε τον απαριθμητή, επιλέγουμε τον αντίστοιχο τύπο να μετράει προς τα πάνω ή και προς τα κάτω.

Παράδειγμα : C<sub>x</sub> : x ο αριθμός του μετρητή που χρησιμοποιείται. [6]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2. ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΕ SIMATIC S7

#### 2.1 Η οικογένεια Simatic S7

Η Siemens κατέχει σταθερά, εδώ και πολλά χρόνια, ένα από τα μεγαλύτερα μερίδια στην παγκόσμια αγορά των PLC. Σχεδιάζει και παράγει την κορυφαία προϊόντα και δίνει λύσεις στις απαιτήσεις κάθε αυτοματισμού, που καλούμαστε να υλοποιήσουμε. Η Siemens, μέσω της σειράς Simatic S7, μας δίνει τη δυνατότητα να επιλέξουμε μεταξύ τριών διαφορετικών τύπων PLC. Κάθε τύπος περιλαμβάνει πλήθος από διαφορετικά χαρακτηριστικά και δυνατότητες (CPU, αριθμό εισόδων/εξόδων κλπ.) και αποτελεί ιδανική λύση για κάθε εφαρμογή ελέγχου που θέλουμε να πραγματοποιήσουμε.

Οι τρεις τύποι ελεγκτών, είναι το **S7-200**, το **S7-300** και το **S7-400**, τα οποία περιγράφουμε παρακάτω.

##### 2.1.1 Simatic S7-200

Το S7-200 (Εικόνα 2.1) είναι το μικρότερο από τα τρία, και η χρήση του προορίζεται κυρίως για μικρές εφαρμογές. Βασικό χαρακτηριστικό τους, όπως και για κάθε τύπο PLC, αποτελεί η δυνατότητα να προσθέσουμε επιπλέον μονάδες εισόδων και εξόδων και έτσι να χρησιμοποιηθούν σε αυτοματισμούς υψηλότερων απαιτήσεων και σε σύνθετες διεργασίες όπως μηχανές ή γραμμές παραγωγής εμφιάλωσης, συσκευασίας. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του είναι :

- Όλα είναι σε μια μονάδα (τροφοδοτικό, CPU, είσοδοι / έξοδοι) είναι όμως επεκτάσιμα με έως και 7 μονάδες με μικρό σπονδυλωτό σύστημα ελέγχου και χωρίς περιορισμούς για την θέση που θα τοποθετηθούν οι μονάδες.
- Δίαυλος επικοινωνίας (Backplane Bus) ενσωματωμένος στις μονάδες.
- Μπορούν να δικτυωθούν με RS 485 Interface επικοινωνίας ή PROFIBUS.
- Κεντρική σύνδεση του προγραμματιστή για προσπέλαση σε όλες τις μονάδες.
- Ειδικό λογισμικό προγραμματισμού MicroWin με δυνατότητα προγραμματισμού σε όλες τις γλώσσες των PLC.
- Ταχύτητα, Ευελιξία και αποκρίσεις σε πραγματικό χρόνο. [25]



Εικόνα 2.1:Το PLC S7-200

### 2.1.2 Simatic S7 - 300

Το S7-300 (Εικόνα 2.2) είναι το αμέσως μεγαλύτερο μοντέλο της σειράς Simatic S7, το οποίο χρησιμοποιείται για εφαρμογές μικρής και μεσαίας κλίμακας. Είναι και αυτό επεκτάσιμο και διατίθεται από την Siemens Compact και modular μορφή. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του είναι τα εξής :

- Μεγάλη ποικιλία CPU και είναι επεκτάσιμο με έως και 32 μονάδες και χωρίς περιορισμούς για την θέση που θα τοποθετηθούν οι μονάδες.
- Δίαυλος επικοινωνίας (Backplane Bus) ενσωματωμένος στις μονάδες
- Μπορεί να δικτυωθεί με Multipoint Interface (MPI), PROFIBUS ή Industrial Ethernet.
- Κεντρική σύνδεση του προγραμματιστή, για προσπέλαση σε όλες τις μονάδες.
- Διαμόρφωση και θέση παραμέτρων με το εργαλείο "HWConfig". [25]



Εικόνα 2.2:Το PLC S7-300

### 2.1.3 Simatic S7 - 400

Το S7-400 (Εικόνα 2.3) είναι το ισχυρότερο PLC της Siemens για εφαρμογές μεσαίας και μεγάλης εμβέλειας που έχουν υψηλές απαιτήσεις σε αριθμό σημάτων, επικοινωνίες, μέγεθος προγράμματος και χρόνους επεξεργασίας. Το κόστος του είναι αρκετά υψηλό και τα κύρια χαρακτηριστικά είναι :

- Μεγάλη ποικιλία σε CPU και περιφερειακές μονάδες, και είναι επεκτάσιμο με έως και 300 μονάδες χωρίς περιορισμούς για την θέση που θα τοποθετηθούν αυτές.
- Δίαυλος επικοινωνίας (Backplane Bus) ενσωματωμένος στις μονάδες.
- Μπορεί να δικτυωθεί με Multipoint Interface (MPI), PROFIBUS ή Industrial Ethernet.
- Κεντρική σύνδεση του προγραμματιστή για προσπέλαση σε όλες τις μονάδες.
- Διαμόρφωση και θέση παραμέτρων με το εργαλείο "HWConfig"
- Multicomputing (έως 4 CPUs μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο κεντρικό rack).
- Δυνατότητα αφαίρεσης των καρτών ακόμα και κατά τη διάρκεια λειτουργίας του συστήματος χωρίς πρόβλημα. [25]



Εικόνα 2.3:Το PLC S7-400

Η επιλογή για το ποιο τύπο PLC θα χρησιμοποιήσουμε εξαρτάται από τις απαιτήσεις και την πολυπλοκότητα της εφαρμογής μας αλλά και των επεκτάσεων που ίσως χρειαστούν μελλοντικά.

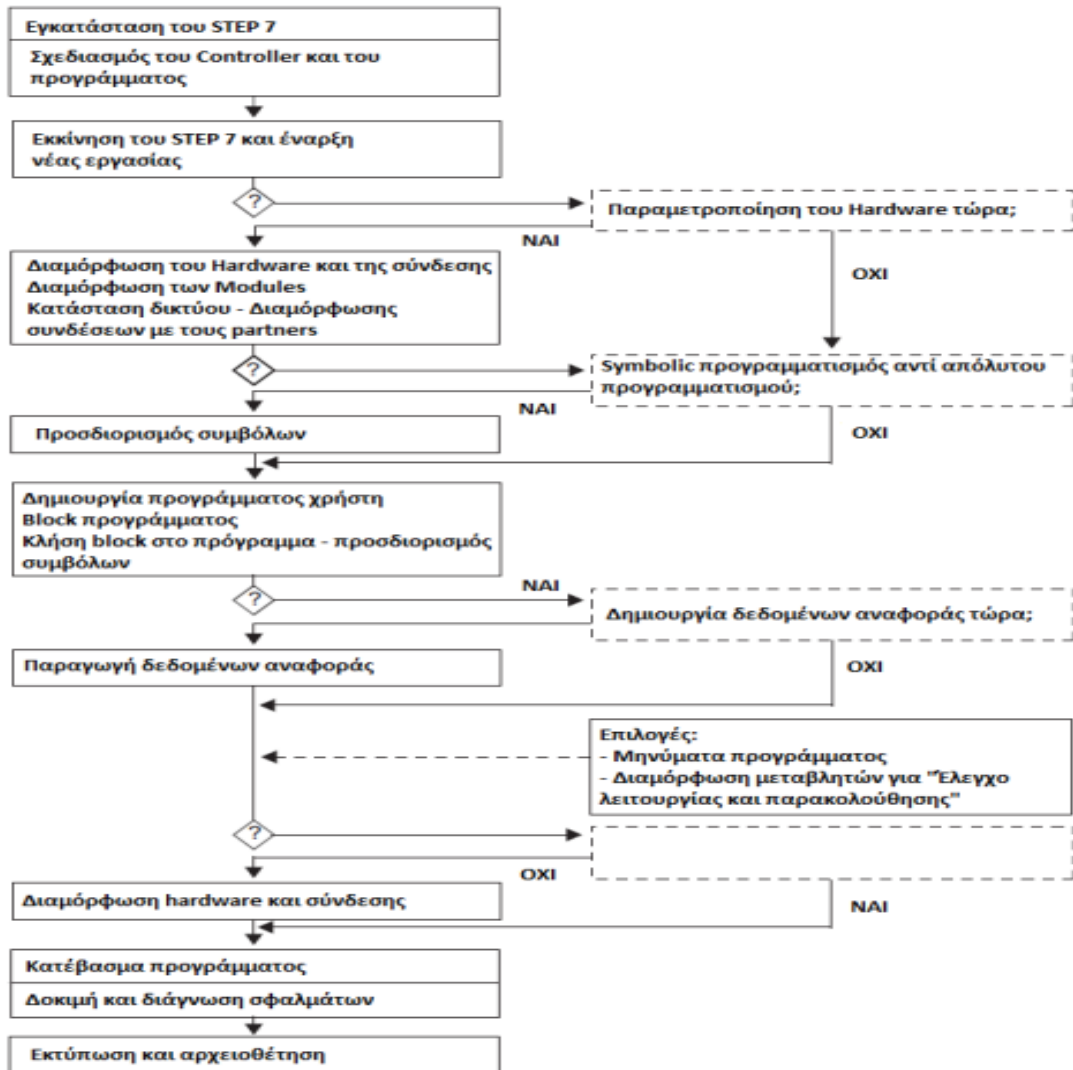
Πρέπει εδώ να σημειώσουμε πως στα μοντέλα S7-300 και S7-400 το περιβάλλον προγραμματισμού είναι το **Step7-Simatic-Manager** ενώ το περιβάλλον προγραμματισμού για το S7-200 είναι το **Step7-Microwin**.

## 2.2 Προγραμματισμός με το λογισμικό STEP 7

Το πιο διαδεδομένο ίσως λογισμικό δημιουργίας προγραμμάτων για την ρύθμιση και λειτουργία ενός PLC στην αγορά είναι το λογισμικό **Simatic STEP 7** από την εταιρεία Siemens.

Όταν θέλουμε να δημιουργήσουμε έναν αυτοματισμό με το STEP 7, πρέπει να ακολουθήσουμε τα εξής βήματα:

- 1) Αφού κάνουμε την εγκατάσταση της εφαρμογής Simatic Manager στον υπολογιστή μας, σχεδιάζουμε το PLC και προετοιμάζουμε την αρχική δομή του κύριου προγράμματός μας.
- 2) Όταν δημιουργήσουμε ένα νέο project, μπορούμε είτε αν υπάρχει κάποιο κύκλωμα συνδεδεμένο, να κάνουμε την επικύρωσή του μέσω του λογισμικού, είτε αν δεν υπάρχει, να προχωρήσουμε απευθείας στην εγγραφή του προγράμματός.
- 3) Επιλέγουμε την γλώσσα προγραμματισμού που μας διευκολύνει και θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε.
- 4) Επιλέγουμε δεδομένα αναφοράς για να μπορέσουμε έτσι να επιτύχουμε καλύτερο και γρηγορότερο έλεγχο (Debugging).
- 5) Αφού βρούμε τα πιο πάνω δεδομένα, περνάμε τα αντίστοιχα μηνύματα για τον έλεγχο της διαδικασίας του PLC.
- 6) Συνδέουμε το PLC στον υπολογιστή και αν διαπιστώσουμε ότι λειτουργεί κανονικά, τότε κατεβάζουμε το πρόγραμμα, το 'τρέχουμε' και αναζητούμε αν υπάρχουν σφάλματα.
- 7) Τέλος εκτυπώνουμε το πρόγραμμα και το αρχειοθετούμε.[7]



Εικόνα 2.4:Διάγραμμα Προγραμματισμού με STEP 7

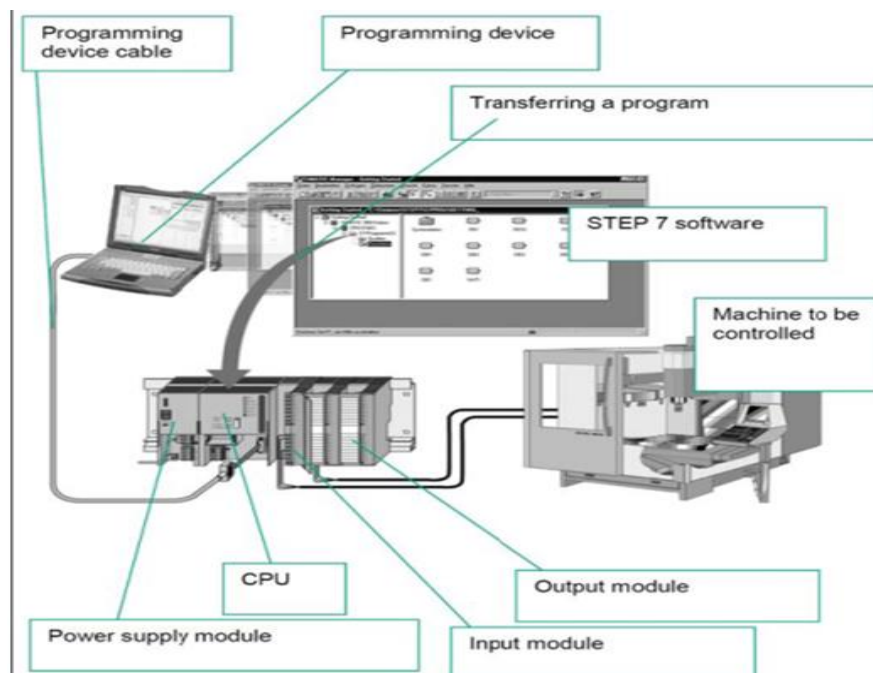
Το Simatic Manager STEP 7 είναι ένα πακέτο λογισμικών, που χρησιμοποιείται για τον προγραμματισμό των PLC της σειράς SIMATIC S7.

Όπως είπαμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, η διαδικασία δημιουργίας ενός αυτοματισμού μιας εγκατάστασης χρησιμοποιώντας PLC, αποτελείται από επιμέρους στάδια (εργασίες) τα οποία έχουν να κάνουν με το hardware και το software.

Στο κομμάτι του hardware οι εργασίες έχουν να κάνουν με τον προσδιορισμό του αριθμού και τον τύπο εισόδων κι εξόδων, τον αριθμό και τύπο των μονάδων, των αριθμό των απαιτούμενων rack, τον τύπο της CPU και του συστήματος δικτύωσης.

Στο κομμάτι που αφορά το software χρειάζεται να προσδιοριστούν στοιχεία που αφορούν την δομή του προγράμματος, της διαχείρισης δεδομένων της διαδικασίας αυτοματισμού, των δεδομένων της επικοινωνίας, των δεδομένων της διαμόρφωσης και της τεκμηρίωσης προγράμματος και του project.

Στο SIMATIC S7 όλες οι παραπάνω απαιτήσεις σε hardware και software διαχειρίζονται μέσα από ένα project. Το project αυτό περιλαμβάνει το απαραίτητο hardware, το δίκτυο, όλα τα προγράμματα καθώς και τη διαχείριση των δεδομένων.[2]



Εικόνα 2.5:Γενικό σχεδιάγραμμα διασύνδεσης software και hardware

Το περιβάλλον της STEP 7, το οποίο είναι γραφικό, τρέχει μέσω του λειτουργικού των WINDOWS και είναι κατασκευασμένο με την λογική των 'παράθυρων'. Μέσω αυτού μπορούμε:

- Να επικοινωνήσουμε online με το PLC.
- Να διαχειριστούμε τις βιβλιοθήκες και τα projects.
- Να γράψουμε ή να σβήσουμε κάρτες μνήμης.
- Να ενεργοποιήσουμε τα εργαλεία του STEP 7. [25]

Στο STEP 7 υπάρχουν ενσωματωμένες και οι τρεις πιο δημοφιλείς γλώσσες προγραμματισμού (LADDER, STL και FBD) μέσω των οποίων μπορεί να γραφεί ο κώδικας του προγράμματος. Για την κατασκευή του προγράμματος

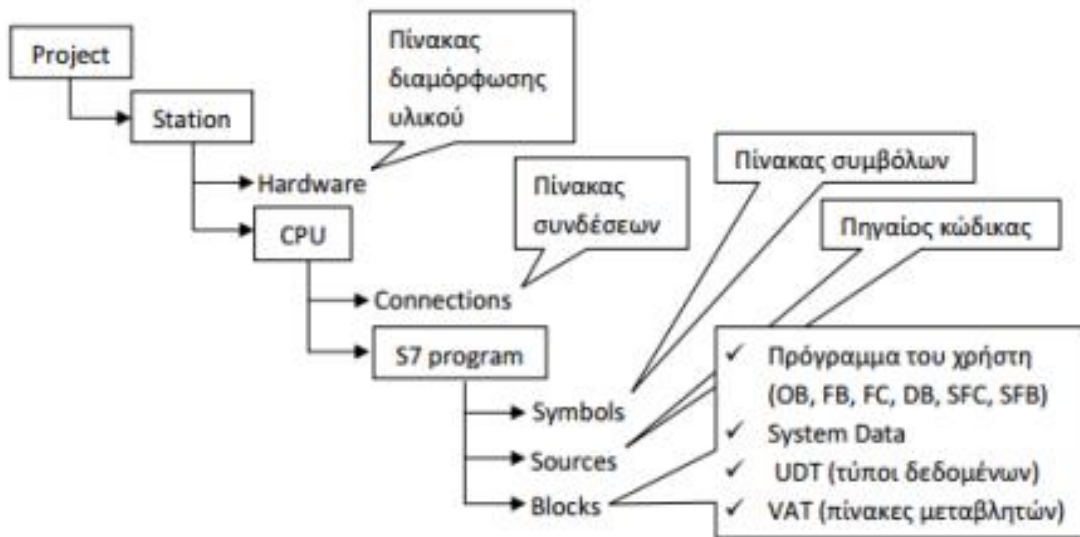


υποστηρίζονται διάφοροι τύποι υποπρογραμμάτων και το κάθε υποπρόγραμμα μπορεί να γραφεί σε οποιαδήποτε γλώσσα μας εξυπηρετεί, διευκολύνοντας έτσι πολύ τον προγραμματισμό του PLC.

Το STEP 7 διαθέτει εργαλεία διαμόρφωσης του υλικού (Hardware configuration), εύρεσης σφαλμάτων (debugger), δημιουργίας και παραμετροποίησης δικτύων, παρακολούθησης της κατάστασης του PLC (διαγνωστικά) καθώς επίσης λειτουργίες εποπτείας των περιεχομένων της μνήμης. Επίσης υποστηρίζει την δυνατότητα απομακρυσμένης πρόσβασης σε αυτό (π.χ. το πακέτο Tele Service) μέσω του διαδικτύου ή τηλεφωνικού δικτύου.

Τέλος διαθέτει φιλικό περιβάλλον και διαγνωστικά εργαλεία ώστε να είναι εύκολη η αποκατάσταση ενός προβλήματος.

Στην παρακάτω Εικόνα (2.6) φαίνεται η δομή ενός project. [2]



Εικόνα 2.6: Η δομή ενός project

### 2.3 Δομή του προγράμματος

Κατά τον σχεδιασμό ενός project, πρέπει να αποφασίσουμε πως θα γίνει η δόμηση και ο σχεδιασμός του, ο οποίος αναπροσαρμόζεται ανάλογα των τεχνολογικών και λειτουργικών καταστάσεων αλλά και συνθηκών.

Σε κάθε CPU υπάρχουν δύο ειδών προγράμματα. Αυτά είναι ανεξάρτητα το ένα από το άλλο, και είναι το πρόγραμμα του **λειτουργικού του συστήματος** και το πρόγραμμα της **εφαρμογής**. (Εικόνα 2.7)



Εικόνα 2.7: Πρόγραμμα στη CPU

Το **λειτουργικό σύστημα**, δεν μπορούμε να το τροποποιήσουμε και είναι το σύνολο των εντολών και των ορισμών που ελέγχουν τους πόρους του συστήματος, όπως το ρολόι της CPU, τα led που θα ανάψουν, η κατάσταση RUN ή STOP κλπ.

Από την άλλη πλευρά το **πρόγραμμα εφαρμογής**, είναι το σύνολο των εντολών και ορισμών που χρειάζεται το PLC για τον έλεγχο της εγκατάστασης και χωρίζεται στο πρόγραμμα του χρήστη, στα block συστήματος και στα standard block.

Η υλοποίηση του αυτοματισμού γίνεται με το πρόγραμμα που γράφουμε και καλείται **πρόγραμμα χρήστη**. Αυτό μπορεί να περιέχει block δεδομένων (λίστες με αριθμούς) και block λογικής (περιέχουν εντολές κώδικα προγράμματος).

Τα block συστήματος (SFB και SFC) εμπεριέχουν λειτουργίες χρήσιμες που είναι από πριν καταχωρημένες και ορισμένες στο λειτουργικό σύστημα του PLC. Ο χρήστης μπορεί να καλεί αυτά τα block και να παίρνει τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Τα Standard block μπορούν να μας προσφέρουν έτοιμες λύσεις για τυποποιημένες εργασίες αυτοματισμού όπως για παράδειγμα το μέγιστο ή το ελάχιστο σε λίστα αριθμών, συγκρίσεις χρόνων ή ημερομηνιών, κ.α.

Στον προγραμματισμό μίας εφαρμογής, το STEP 7 μας παρέχει διάφορα block προγραμματισμού τα οποία τα χρησιμοποιούμε και τα διασυνδέουμε μεταξύ τους, ανάλογα με τις ανάγκες της εφαρμογής. Έτσι έχουμε τα :

- **Μπλοκ οργάνωσης OB (Organization Blocks).**
- **Μπλοκ Δεδομένων DB (Data Blocks)**
- **Συναρτήσεις FC (Functions)**
- **Μπλοκ Συναρτήσεων FB (Function Block)**
- **Instance Data Blocks (IDB)**

των οποίων τα χαρακτηριστικά φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 2.1: [2]

Όνομα μπλοκ	Περιγραφή
Organization Blocks (OB)	Παίζουν το ρόλο του μεσάζοντα μεταξύ του λειτουργικού συστήματος και του προγράμματος μας. Το λειτουργικό σύστημα της CPU καλεί τα OB όταν συμβεί κάποιο ειδικό γεγονός (πχ κάποιο σφάλμα).
Function Blocks (FB)	Τα FB είναι συναρτήσεις που έχουν «μνήμη», δέχονται δηλαδή ένα μπλοκ δεδομένων (IDB) ως περιοχή αποθήκευσης των δεδομένων.
Functions (FC)	Τα FC περιέχουν κομμάτια κώδικα που επαναλαμβάνονται συχνά.
Data blocks (DB)	Τα DB περιέχουν δεδομένα. Ορίζουμε σε ποια μορφή θα σώζονται, με ποια σειρά και τι τύπου είναι.
Instance Data Blocks (IDB)	Τα IDB ανατίθενται στα FB ή τα SFB όταν καλούνται από το πρόγραμμα και αποτελούν τη μνήμη τους.

Πίνακας 2.1:Οι τύποι των μπλοκ λογικής

## 2.4 Εγκατάσταση του STEP 7

Ο Simatic Manager είναι το κύριο εργαλείο στο Step 7, αφού είναι αυτός που διαχειρίζεται τα projects και η εγκατάσταση του γίνεται στον υπολογιστή μας όπως τα άλλα προγράμματα που χρησιμοποιούμε στα Windows. Αυτό που θα πρέπει να προσέξουμε, είναι το σύστημά μας να έχει κάποιο από τα λειτουργικά συστήματα Microsoft Windows 2000, Windows XP, Windows Server 2003, Windows Vista ή Windows 7 x32 / x64. Αφού προχωρήσουμε στην εγκατάσταση εκκινούμε το πρόγραμμα με το χαρακτηριστικό του εικονίδιο.









Το SIMATIC Manager έχει ένα απλό περιβάλλον εργασίας με όλα όσα θα χρειαστούμε για τον προγραμματισμό και την προσομοίωση των ελεγκτών μας. Όπως όλα τα προγράμματα των Windows, έτσι και στο Simatic Manager υπάρχει η βασική γραμμή επιλογών. Μέσω αυτής μπορούμε να φτιάξουμε μια καινούργια εργασία, να την επεξεργαστούμε και να την αποθηκεύσουμε. Επίσης για μεγαλύτερη ευκολία υπάρχει και η γραμμή εργαλείων, με όλες τις βασικές λειτουργίες με την μορφή εικονιδίων. [7][3]












Ο παρακάτω πίνακας περιέχει όλες τις λειτουργίες του Μενού:

Μενού	Ανάλυση Λειτουργιών
<b>File</b> (Αρχείο)	Είναι δυνατή η δημιουργία, το άνοιγμα και το κλείσιμο ενός αρχείου, η δημιουργία ενός νέου project χειροκίνητα ή αυτόματα, το διάβασμα και η ρύθμιση μιας κάρτας μνήμης S7, η αποθήκευση, η διαγραφή, οργάνωση, ο έλεγχος, η αρχειοθέτηση και η εκτύπωση μιας εργασίας.
<b>Edit</b> (Επεξεργασία)	Γίνεται η αντιγραφή, αποκοπή και επικόλληση ενός στοιχείου της εργασίας. Επιπλέον, μπορεί να γίνει η επιλογή, η διαγραφή, η μετονομασία και παραμετροποίηση ενός αντικειμένου καθώς και η εξαγωγή του.
<b>Insert</b> (Εισαγωγή)	Αποτελεί την κύρια επιλογή για προσθήκες αντικειμένων στην εργασία μας. Μέσω αυτής μπορούμε να εισάγουμε σταθμούς (Stations), Υποδίκτυα (Subnets), έτοιμα Προγράμματα (Program) καθώς και στοιχεία του S7 και M7 (Software, Blocks). Δίνεται και πρόσβαση στον πίνακα σημάτων, κειμένων και στην βιβλιοθήκη.
<b>PLC</b>	Όσες επιλογές χρειαζόμαστε για να γίνει επιτυχής επικοινωνία με το PLC. Δίνονται δικαιώματα επεξεργασίας και εισόδου στον χρήστη, σύνδεση με PC/PG, πρόσβαση στην κάρτα μνήμης, αναβάθμιση του σχετικού Firmware αλλά και πρόσβαση στα στοιχεία της CPU όπως σε μηνύματα και μεταβλητές.
<b>View</b> (Προβολή)	Εδώ μπορεί να γίνει η αλλαγή από την κατάσταση "Αποσυνδεδεμένος" σε κατάσταση "Συνδεδεμένος". Επίσης, καθορίζονται τα μεγέθη των εικονιδίων και των αντικειμένων και η επιλογή προβολής τους. Επιλέγουμε επίσης την εμφάνιση της μπάρας εργαλείων και κατάστασης.
<b>Options</b> (Επιλογές)	Επιλογές για εισαγωγή και εξαγωγή κώδικα και αρχείων, προστασία δικαιωμάτων, πρόσβαση στα logs και τα Libraries και σύγκριση των δεδομένων. Τέλος, γίνεται και ο Ορισμός του Interface των PG/PC.
<b>Window</b> (Παράθυρο)	Τα παράθυρα που θα είναι ορατά και αναδυόμενα στην εργασία μας (π.χ. Project Window, Arrange Icons κ.λ.π.)
<b>Help</b> (Βοήθεια)	Υπάρχουν όλα τα διαθέσιμα βοηθήματα, οδηγοί και διαδικτυακές συνδέσεις καθώς και πληροφορίες για το SIMATIC Manager και την έκδοσή του. Εδώ ο χρήστης μπορεί να ανατρέξει στα βασικά βήματα που θα πρέπει να ακολουθήσει για την δημιουργία και επεξεργασία ενός νέου Project.

Πίνακας 2.2:Αναφορά λειτουργιών γραμμής κατάστασης του SIMATIC Manager

Ακριβώς κάτω από την γραμμή μενού, έχουμε και την γραμμή εργαλείων με όλα τα βασικά εικονίδια που μας βοηθούν στην άμεση πρόσβαση :

Κουμπιά	Αναφορά Λειτουργιών
	<b>New – Νέο αρχείο:</b> Ανάλογα την επιλογή μας, το κουμπί αυτό δημιουργεί ένα νέο project, library ή multiproject
	<b>Open – Άνοιγμα Αρχείου:</b> Άνοιγμα ενός υπάρχοντος project, library ή multiproject
	<b>Accessible Nodes – Προσβάσιμοι κόμβοι:</b> Άνοιγμα παραθύρου στο οποίο εμφανίζονται όλες οι προγραμματιζόμενες μονάδες με τις διευθύνσεις τους στο δίκτυο.
	<b>S7 Memory Card – Κάρτα μνήμης S7:</b> Εμφάνιση των περιεχομένων της κάρτας μνήμης. Η κάρτα θα πρέπει να είναι συνδεδεμένη στην συσκευή προγραμματισμού (PG/PC).
	<b>Cut, Copy, Paste – Αποκοπή, Αντιγραφή, Επικόλληση:</b> Τα κουμπιά αυτά βοηθούν στην αποκοπή, αντιγραφή και επικόλληση αντικειμένων και στοιχείων μέσα σε μια εργασία.
	<b>Download – Κατέβασμα:</b> Με αυτό το κουμπί γίνεται κατέβασμα του προγράμματος στο PLC για επιτυχή εκτέλεση. Πρέπει να γίνεται κάθε φορά που έχουμε ολοκληρώσει το πρόγραμμά μας και θέλουμε να το δοκιμάσουμε είτε στην προσωμοίωση είτε στο πραγματικό μας κύκλωμα. Για την δεύτερη περίπτωση θα πρέπει να έχουμε συνδέση τον ελεγκτή/συσκευή μας με τον υπολογιστή.

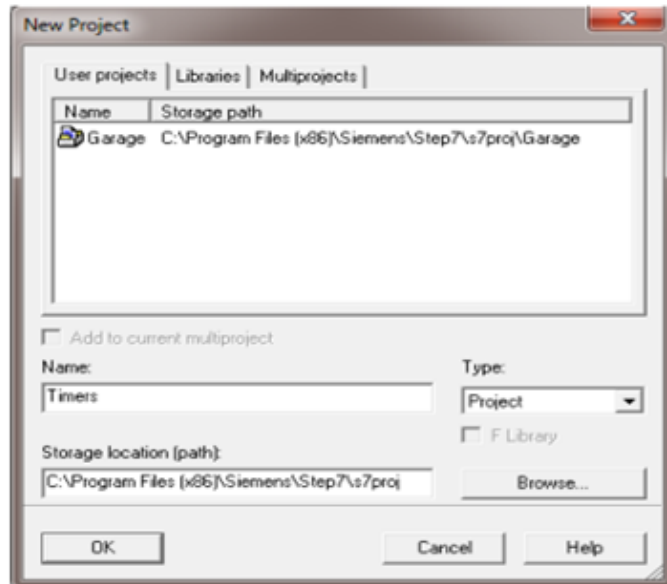
	<b>Online – Σε σύνδεση:</b> Εναλλαγή σε κατάσταση συνδεδεμένου. Χρησιμοποιείται για πρόσβαση σε ελεγκτές προς προγραμματισμό.
	<b>Offline – Αποσυνδεδεμένο:</b> Το αντίθετο του Online. Γυρίζει σε αποσυνδεδεμένη κατάσταση.
	<b>Large Icons – Μεγάλα Εικονίδια:</b> Μεγαλώνει όλα τα αντικείμενα και εικονίδια της εργασίας.
	<b>Small Icons – Μικρά εικονίδια:</b> Μικραίνει όλα τα αντικείμενα της εργασίας.
	<b>List – Λίστα:</b> Εμφάνιση όλων των αντικειμένων στην δεξιά μεριά του παραθύρου στην μορφή λίστας.
	<b>Details – Λεπτομέρειες:</b> Εμφάνιση των αντικειμένων σε λίστα μαζί με λεπτομέρειες για το καθένα (όπως ημερομηνία αλλαγής κ.λ.π.)
	<b>Filter Command – Φιλτράρισμα:</b> Με το κουμπί αυτό αναδύεται ένα παράθυρο μέσα στο οποίο μπορούμε να επιλέξουμε, να δημιουργήσουμε ή να επεξεργαστούμε τα φίλτρα των εμφανιζόμενων αντικειμένων.
	<b>Up One Level – Αλλαγή επιπέδου προς τα πάνω:</b> Με το πάτημα του κουμπιού ανεβαίνουμε ένα επίπεδο πάνω, προς τον αρχικό φάκελο.
	<b>Simulate Module – Προσομοίωση:</b> Μέσω αυτού του κουμπιού μπορούμε να προσομοιώσουμε την λειτουργία ενός PLC χωρίς την ύπαρξη υλικού, αρκεί να έχουμε σταθερή σύνδεση και επικοινωνία στον υπολογιστή μας.
	<b>Διάταξη (Οριζόντια, κάθετα, συνεχόμενα) – Arrange (Horizontally, Vertically, Cascade):</b> Γίνεται αναδιάταξη όλων των ανοιχτών παραθύρων μέσα στο STEP 7. Η αναδιάταξη μπορεί να γίνει κάθετα, οριζόντια ή σε αλληλουχία.
	<b>Help – Βοήθεια:</b> Μετάβαση στο παράθυρο βοήθειας. Εκεί εμπεριέχονται βοηθήματα και βήματα για το πως δουλεύει η εφαρμογή και όλα τα βασικά.

Πίνακας 2.3:Αναφορά λειτουργιών των κουμπιών στο SIMATIC Manager

## 2.5 Δημιουργία Νέου Project

Για την δημιουργία ενός νέου project η σειρά εργασιών με τον χειροκίνητο τρόπο είναι:

Από το μενού επιλέγουμε File → New, προκειμένου να δημιουργήσουμε ένα νέο Project (έργο) (Εικόνα 2.8).



Εικόνα 2.8

Ανοίγει ένα παράθυρο και εκεί δίνουμε το όνομα που θέλουμε στο project μας (Εικόνα 2.9).

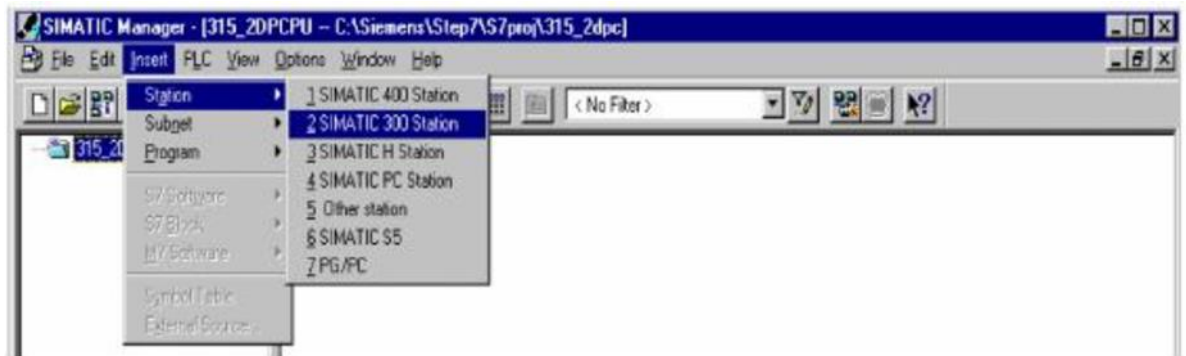


Εικόνα 2.9

Το “Storage location path” μας λέει την διαδρομή αποθήκευσης των files που προκαθορίσαμε στο Simatic Manager (από τα Options → Customize). Πατάμε OK, και έτσι δημιουργείται ο φάκελος του έργου. Εν συνεχεία ανοίγει ένα παράθυρο στον οποίο αναγράφεται ο τίτλος των φακέλων, η διαδρομή αρχειοθέτησης του και η δομή του.[3]

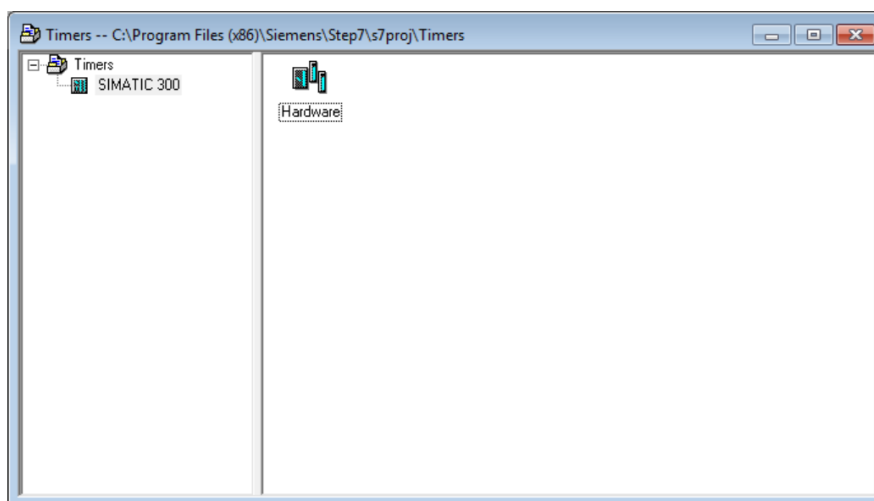
## 2.6 Η διαμόρφωση του Hardware (Hardware Configuration)

Για την εισαγωγή ενός σταθμού αυτοματισμού στο project μας πηγαίνουμε Insert → Station → και επιλέγουμε από τους διάφορους σταθμούς που μας προτείνει τον SIMATIC-300 Station, τον οποίο θα χρησιμοποιήσουμε και στις εφαρμογές μας παρακάτω (Εικόνα 2.10).




Εικόνα 2.10

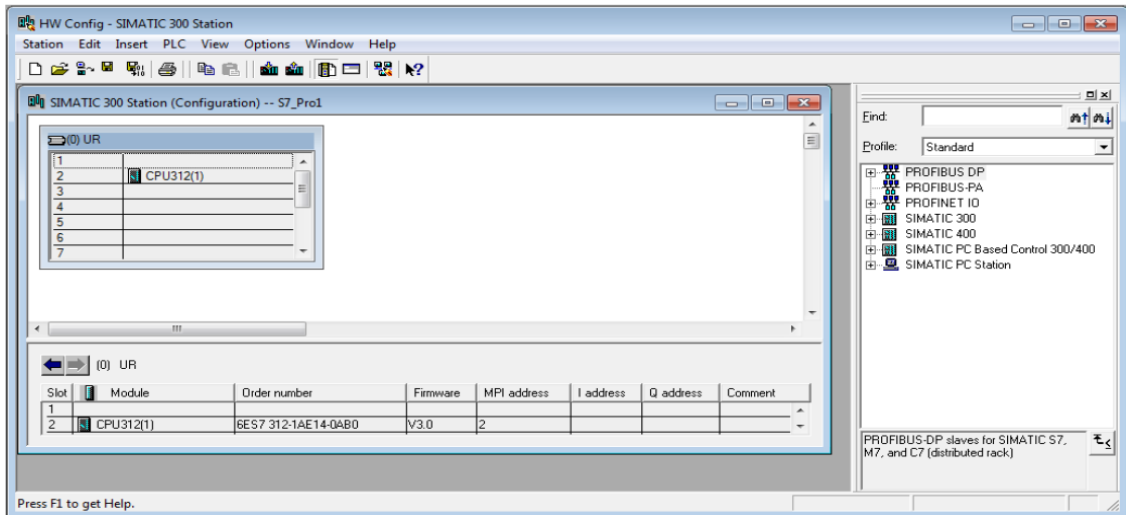
Στο έργο μας εμφανίζεται ο σταθμός, και στα δεξιό τμήμα η καρτέλα Hardware. Πατάμε στο Hardware (Εικόνα 2.11).



Εικόνα 2.11: Τα στοιχεία της εργασίας μας



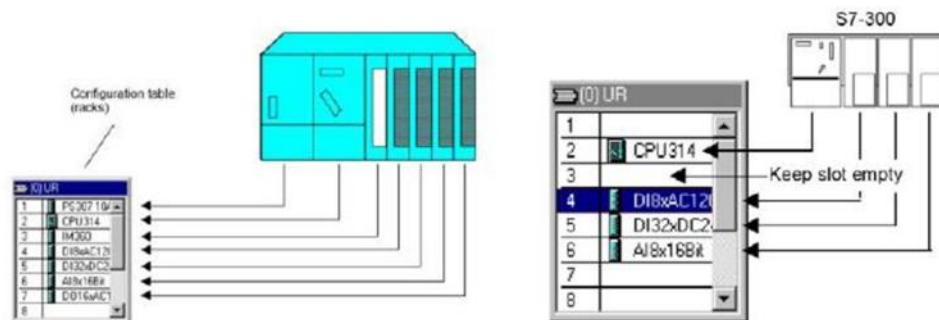
Αμέσως εμφανίζεται η οθόνη διαμόρφωσης του σταθμού “H/W Config”, και για να γίνει η επιλογή των εξαρτημάτων του αυτοματισμού μας, ανοίγουμε την βιβλιοθήκη με τον κατάλογο των υλικών πατώντας στο εικονίδιο  ή διαφορετικά πηγαίνοντας view → catalog (Εικόνα 2.12).



Εικόνα 2.12:H/W Config

Κάνουμε εισαγωγή τη ράγα στήριξης των υλικών ( πχ SIMATIC 300→RACK-300 →Rail) (εικόνα 2.13).

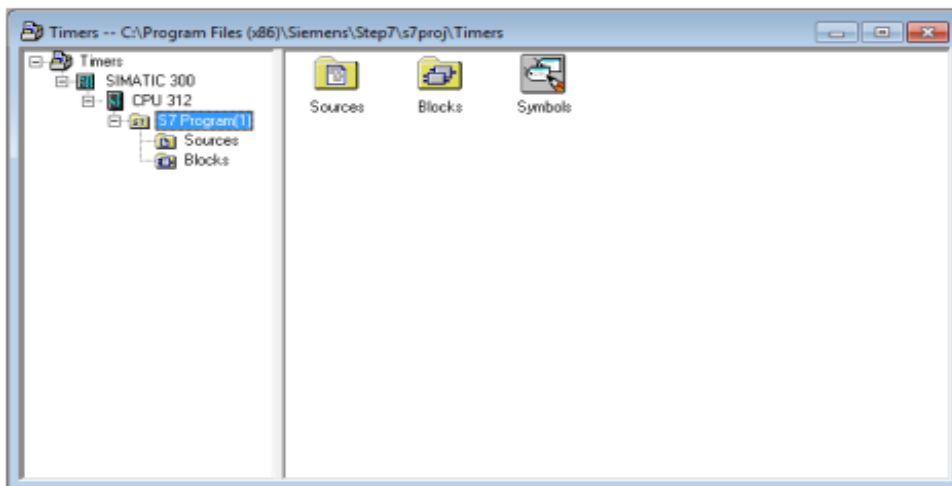
- Στην πρώτη θέση της ράγας τοποθετούμε το τροφοδοτικό που θέλουμε, πχ το PS 307 2A
- Στη δεύτερη θέση τοποθετούμε τη CPU που θέλουμε, πχ. CPU-314.
- Το πρόγραμμα την τρίτη θέση την δεσμεύει για IM ((Interface Module, αν η διαμόρφωση επεκτείνεται και σε άλλα rack) (Εικόνα 2.13)



Εικόνα: 2.13











Η εισαγωγή μονάδων εισόδου και εξόδου γίνεται από τους φακέλους SM-300 → DI-300/DO-300 αντίστοιχα. Έπειτα επιλέγουμε τις μονάδες πχ δεκαέξι εισόδων και εξόδων ως SM-321 DI16xDC24V για την είσοδο και SM-322 DO16Xdc24V/0.5A για την έξοδο. Για να ολοκληρώσουμε κάθε προσθήκη στο υλικό μας πατάμε το κουμπί “Download to Module” και μετά “Upload to Programming Device”. [7]

Κατά την διαδικασία του ‘φορτώματος’ του προγράμματος στο PLC, η CPU θα πρέπει να είναι στην κατάσταση STOP. Επίσης πριν ‘στείλουμε’ το πρόγραμμα, για να εξασφαλίσουμε ότι δεν υπάρχουν σφάλματα στη διαμόρφωση του σταθμού μας, προτείνεται να χρησιμοποιήσουμε την επιλογή Station Check Consistency. Τελειώνοντας την ρύθμιση του Hardware επιστρέφουμε στο Simatic Manager και στο project που έχουμε δημιουργήσει. Ο Simatic Manager αυτόματα θα δημιουργεί τον φάκελο System data και το μπλοκ οργάνωσης OB1.












Εικόνα 2.14:Ολοκληρωμένος σχηματισμός της εργασίας

Στο παράθυρο με τα εξαρτήματα του συστήματος, θα δούμε ότι προστέθηκαν κάτω από τον σταθμό, ο επεξεργαστής που επιλέξαμε και ένας ακόμα φάκελος που περιέχει το κύριο πρόγραμμα. Βλέπουμε πως μερικά νέα εικονίδια δημιουργήθηκαν. Τα εικονίδια αυτά είναι:

Κουμπιά	Λειτουργία
	Εικονίδιο έργου (Project). Δίπλα από αυτό το εικονίδιο έχουμε την ονομασία της εργασίας μας.
	Το εικονίδιο του σταθμού. Με διπλό κλικ μπορούμε να δούμε πληροφορίες για τα αντικείμενα του προγράμματος, να προσθέσουμε σταθμό, να ανεβάσουμε πληροφορίες, να κατεβάσουμε μια έτοιμη προσομοίωση και να δείξουμε πληροφορίες.
	Η συσκευή προγραμματισμού. Συνήθως, αυτό το εικονίδιο υποδηλώνει τον επεξεργαστή που χρησιμοποιείται.
          	 Εικονίδιο που παραπέμπει στο παράθυρο δικτύου και συνδέσεων.
	 Σύμβολα: Συντόμευση για το παράθυρο συμβόλων. Εκεί δηλώνονται οι μεταβλητές που θα χρησιμοποιήσουμε στα διαγράμματα και τα σχήματά μας.
	 Ο φάκελος με τα μπλοκ αντικείμενά μας. Τα αντικείμενα αυτά μπορεί να είναι Object Blocks, Function Blocks, Function Chart Blocks κλπ.
	 Εδώ βρίσκονται τα πηγαία αρχεία και οι απαραίτητες πληροφορίες τους. Τα αρχεία αυτά μπορεί να περιέχουν το πηγαίο πρόγραμμα ή πρότυπα διαγραμμάτων.
 Εικονίδιο που δηλώνει αντικείμενο. Με διπλό κλικ πάνω του μεταφερόμαστε στην επεξεργασία των περιεχομένων. Τα περιεχόμενα αυτά αποτελούν και τα διαγράμματα (το κύριο πρόγραμμα) απαραίτητα για την λειτουργία του PLC. Το εικονίδιο βρίσκεται μέσα στον φάκελο των μπλοκ.	

Πίνακας 2 4:Βασικά εικονίδια του Project

Κάθε φορά που μπαίνουμε στο εσωτερικό ενός αντικείμενου block για την επεξεργασία του, μας ανοίγεται μια νέα επιφάνεια εργασίας στην οποία μας παρέχονται, χρονικά, μετρητές και άλλα στοιχεία των γλωσσών προγραμματισμού. Αυτά τα στοιχεία μπορούμε να τα εισάγουμε από την γραμμή εργαλείων (Toolbar): [7]

	Οθόνη προβολής (Debug Mode). Με αυτό το κουμπί μπορούμε να δούμε τον τρόπο λειτουργίας του κυκλώματός μας. Αν οι επικοινωνίες είναι χρωματισμένες με πράσινο σημαίνει ότι υπάρχει λειτουργία.
	Αλλαγή του PLC σε Online Mode – Κατάσταση συνδεδεμένου.
	Προσθήκη ανοιχτής επαφής – Open Contact
	Προσθήκη κλειστής επαφής – Closed Contact
	Προσθήκη πηνίου – Insert Coil
	Προσθήκη κενού κουτιού – Insert empty box. Ανάλογα την ονομασία που θα δώσουμε στο κουτί, μετατρέπεται αυτόματα και στο αντίστοιχο αντικείμενο. Για παράδειγμα, αν βάλουμε όνομα S_PULSE παίρνουμε χρονιστή ως αποτέλεσμα.
	Άνοιγμα νέου βρόγχου – Open Branch
	Κλείσιμο ανοιχτού βρόγχου – Close branch
	Δημιουργία σύνδεσης - Connection

Πίνακας 2.5:Βασικά κουμπιά γραμμής εργαλείων επεξεργαστή προγράμματος

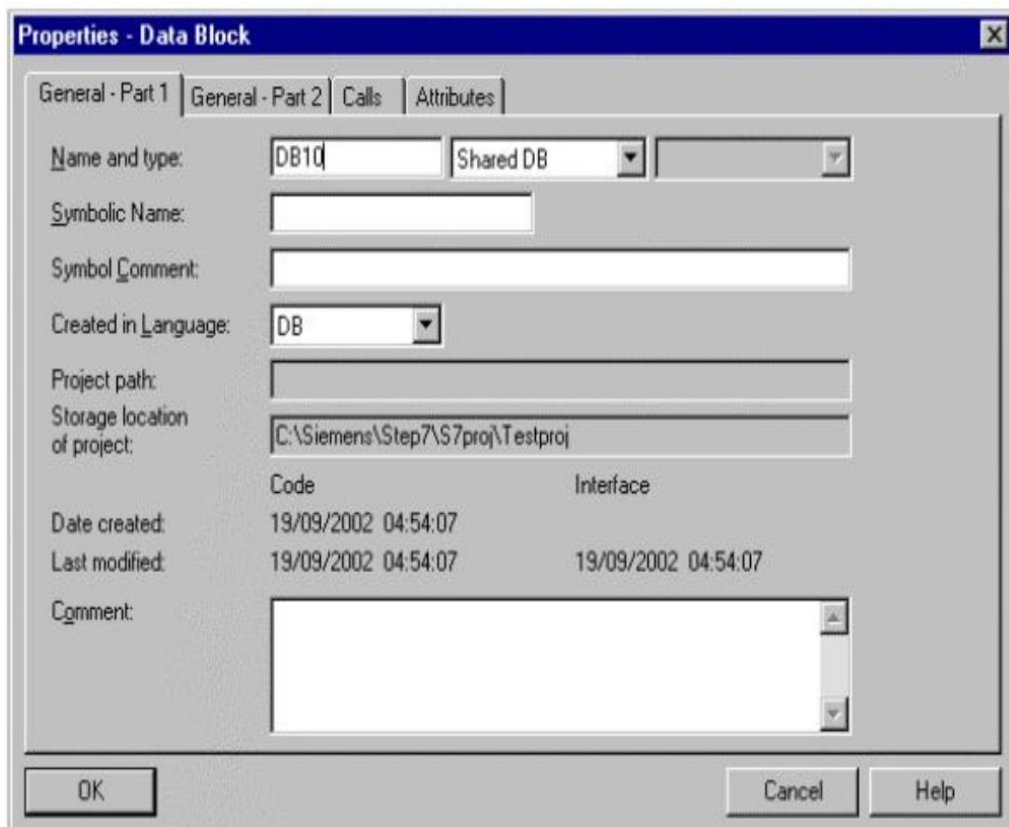
## 2.7 Δημιουργία προγράμματος στο OB1

Έχοντας ανοίξει το project που δημιουργήσαμε στο Simatic Manager, στην αριστερή πλευρά του παραθύρου βλέπουμε την δομή του project. Πατάμε στην δομή μέχρι να εμφανιστεί το αντικείμενο Blocks. Αν ‘πατήσουμε’ στο Blocks, στην δεξιά πλευρά του παραθύρου, μας εμφανίζονται δύο αντικείμενα, το System Data και το OB1. Το OB1 είναι το block εκείνο το οποίο το δημιουργεί η CPU αυτόματα και που μέσα σε αυτό πρέπει να γράψουμε το κυρίως πρόγραμμα μας.



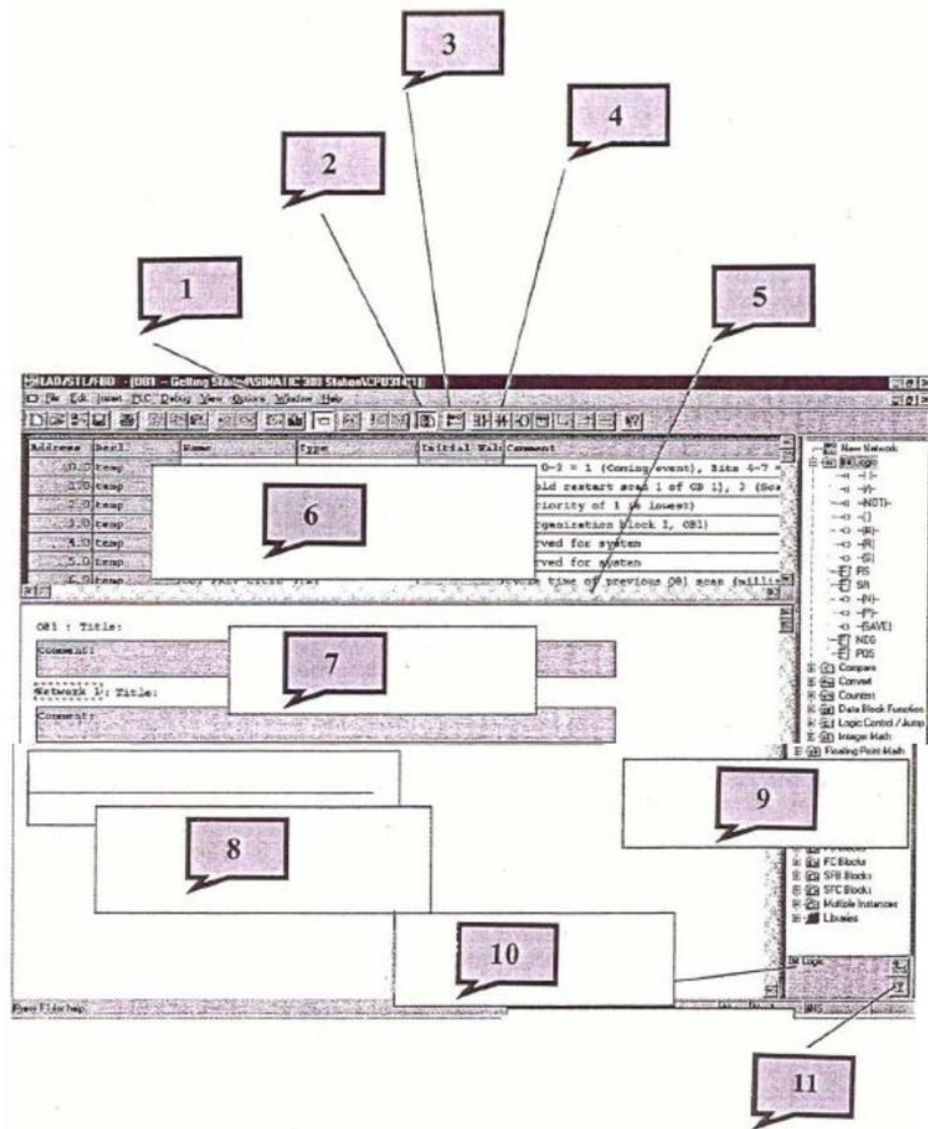
Εικόνα 2.15

Πατώντας με το ποντίκι στο αντικείμενο OB1 με αριστερό click, ανοίγει ένα παράθυρο πηγαίνουμε στην πρώτη καρτέλα (General-Part 1). Σ' αυτήν την καρτέλα μπορούμε να δώσουμε ονομασία στο block (OB1) και μπορούμε να επιλέξουμε την γλώσσα προγραμματισμού με την οποία θα φτιάξουμε το πρόγραμμά μας.(Created in Language). (Εικόνα 2.16) [3]



Εικόνα 2.16

Πατάμε OK και στην συνέχεια ανοίγει το OB1 εκεί μπορούμε να γράψουμε το πρόγραμμά μας.



Εικόνα 2.17




Όπου:

1. Εδώ μπορούμε να κάνουμε αλλαγές στον τρόπο εμφάνισης της γλώσσας προγραμματισμού όπως στην γραμματοσειρά, το μέγεθος γραμμάτων ή τα χρώματα). Για την ρύθμιση αυτή μεταβαίνουμε στο OPTIONS→ CUSTOMIZE όπου και εκεί εμφανίζεται παράθυρο διαλόγου.
2. Επιλέγοντας το κουμπί αυτό γίνεται η Ενεργοποίηση ή Απενεργοποίηση του καταλόγου των στοιχείου του προγράμματος.
3. Δημιουργούμε ένα νέο network.
4. Εμφάνιση των κυριότερων στοιχείων προγραμματισμού όταν χρησιμοποιούμε τις γλώσσες προγραμματισμού LAD ή FBD.

5. Κάνοντας αριστερό click μπορούμε να μεταβάλλουμε τα όρια του πίνακα.
6. Στον πίνακα αυτό μπορούμε να δηλώσουμε τις μεταβλητές. Εδώ περιέχονται οι παράμετροι και οι τοπικές μεταβλητές του μπλοκ.
7. Στην περιοχή αυτή δίνουμε το όνομα του block ή του network και τα σχόλια που πιθανόν θέλουμε να γράψουμε.
8. Στην περιοχή αυτή γράφεται το πρόγραμμα μας.
9. Εδώ εμπεριέχεται ο κατάλογος των στοιχείων προγραμματισμού (η μορφή είναι διαφορετική αναλόγως τι γλώσσα προγραμματισμού έχουμε επιλέξει).
10. Στο σημείο αυτό μας δίνονται πληροφορίες των επιλεγμένων στοιχείων από τον κατάλογο προγραμματισμού.
11. Βοήθεια για το επιλεγμένο στοιχείο από τον κατάλογο προγραμματισμού. [3]

## 2.8 Αλλαγή – Μετατροπή Γλώσσας Προγραμματισμού

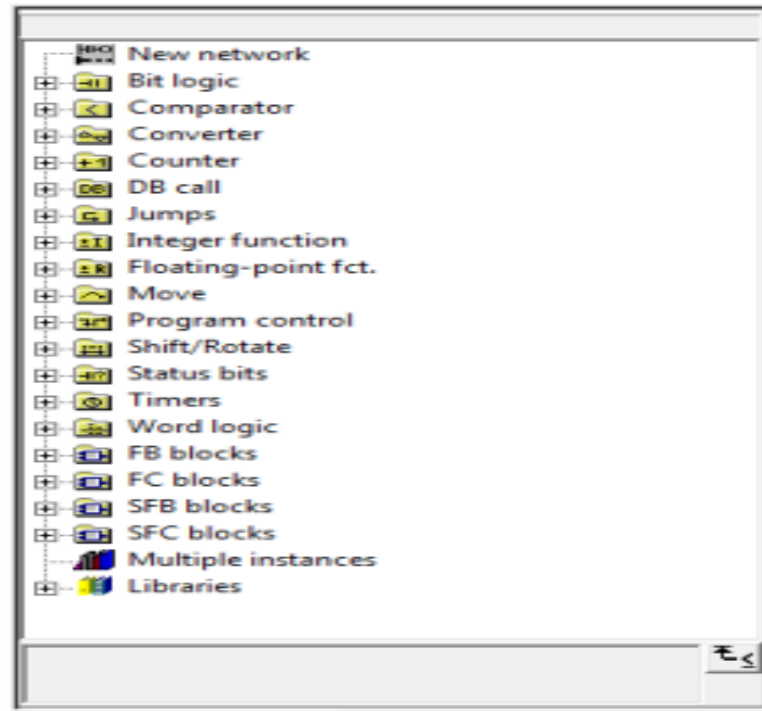
Για να αλλάξουμε γλώσσα προγραμματισμού πρέπει από το μενού του block του κώδικα να επιλέξουμε VIEW. Στην συνέχεια ανοίγει παράθυρο όπου υπάρχουν οι επιλογές LAD, STL, FBD. Ανάλογα το τι γλώσσα θα επιλέξουμε, το ήδη υπάρχον πρόγραμμα θα μεταφραστεί στην γλώσσα που επιλέξαμε. Στο πέρασμα από LAD σε STL, η μετατροπή της γίνεται κανονικά. Αν όμως πρέπει να μετατραπεί η γλώσσα από STL σε LAD ή FBD θα πρέπει να ελέγξουμε εάν οι γραμμένες εντολές υπάρχουν και στην LAD ή την FBD καθώς και διάφορες άλλες συμβατότητες. Ολοκληρώνοντας τον προγραμματισμό του block OB1, το

‘σώζουμε’ :  και το  στέλνουμε στη CPU. Στη συνέχεια το δοκιμάζουμε, θέτοντας τη CPU σε κατάσταση Run Mode και να χρησιμοποιήσουμε τη λειτουργία Debug, Τέλος το φορτώνουμε στη CPU, και μπορούμε να το τρέξουμε κάνοντας click στο εικονίδιο :  [3]

## 2.9 Ανάπτυξη Εφαρμογών

Αφού εγκαταστήσουμε, ρυθμίσουμε και συνδέσουμε το SIMATIC Manager με όλα τα υπόλοιπα βοηθητικά προγράμματα (πχ. PLCSim, κλπ.) είμαστε έτοιμοι να σχεδιάσουμε τα προγράμματά μας. Έτσι μπορούμε να δημιουργήσουμε

προγράμματα για οποιοδήποτε αυτοματισμό θέλουμε από τις πιο απλές εφαρμογές μέχρι τις πιο σύνθετες. Το SIMATIC Manager, επίσης μας δίνει την δυνατότητα μέσα από μια μεγάλη ποικιλία από έτοιμα block διαγράμματα (βιβλιοθήκες) , να τα χρησιμοποιήσουμε για πιο γρήγορο και αποτελεσματικό προγραμματισμό. [7]



Εικόνα 2.18: Αντικείμενα του επεξεργαστή μπλοκ

## 2.10 Το λογισμικό PLCSim

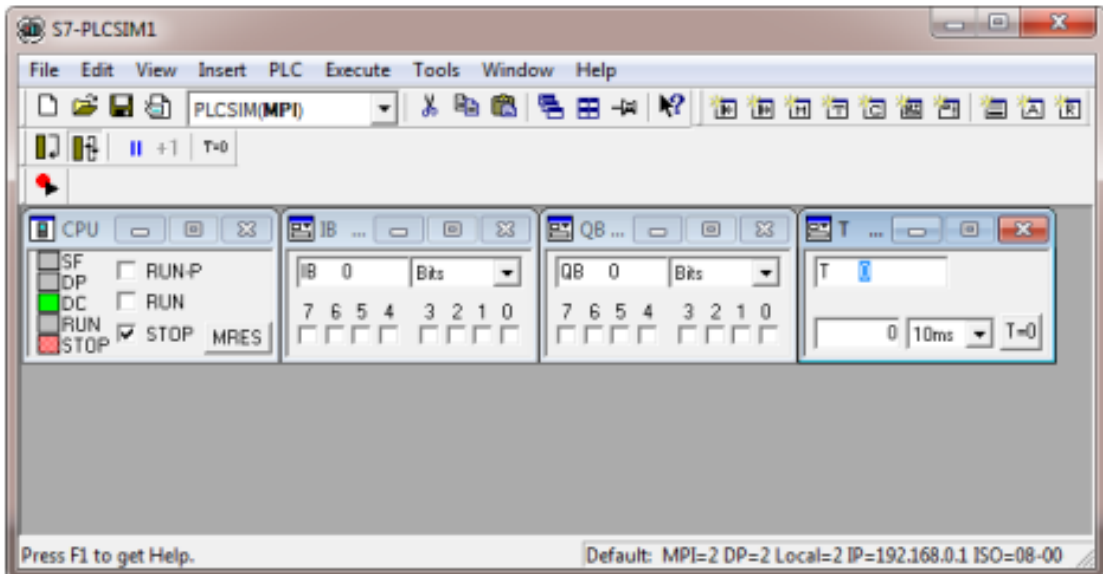
Στο SIMATIC Step 7 έχουμε την δυνατότητα να κάνουμε χρήση του λογισμικού ελέγχου και προσομοίωσης **PLCSim**. Μέσω αυτού του λογισμικού, μπορούμε να εκτελέσουμε τα προγράμματά μας, να επιβεβαιώσουμε την σωστή λειτουργία τους και να δούμε συγκεντρωμένα όλα τα αντίστοιχα αποτελέσματα χωρίς την ανάγκη πραγματικής μονάδας. Η εφαρμογή PLCSim είναι παρόμοια με αυτή του Simatic Manager και υπάρχουν όλα τα απαραίτητα κουμπιά για στοιχεία όπως χρονικά, μετρητές και μονάδες Bit.

Για την ορθή λειτουργία του προσομοιωτή ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα:

- Αποθηκεύουμε το πρόγραμμα και στην συνέχεια κλείνουμε το παράθυρο στο οποίο έγινε η επεξεργασία του.















- Αμέσως μετά επιλέγουμε το OB1 αντικείμενο από το παράθυρο της εργασίας μας.
- Στην συνέχεια ανοίγουμε το PLCSim από την γραμμή εργαλείων.
- Πατάμε το κουμπί Download από τον Manager για να κατεβάσουμε το πρόγραμμα στον εικονικό ελεγκτή
- Πηγαίνουμε στο PLCSim και αλλάζουμε την κατάσταση από 'Stop' σε 'Run' για ενεργοποίηση λειτουργίας και προσομοίωσης του προγράμματος.



Εικόνα 2.19:Προσομοιωτής PLCSim

Στον πίνακα 2.6, βλέπουμε τη CPU, που έχει τους διακόπτες λειτουργίες ενώ τα υπόλοιπα 3 παραθυράκια αντιπροσωπεύουν την είσοδο (IB), την έξοδο (QB) και έναν χρονιστή. Κάθε στοιχείο που απεικονίζεται εδώ μπορεί να κληθεί με τα αντίστοιχα κουμπιά στην μπάρα πλήκτρων.

Κουμπιά	Λειτουργία
	Εισαγωγή καταχωρητή εισόδου (Input Bits).
	Εισαγωγή καταχωρητή εξόδου (Output Bits).
	Εισαγωγή καταχωρητή μνήμης (Memory Bits).
	Εισαγωγή χρονιστή (Timer).
	Εισαγωγή μετρητή (Counter).
	Εισαγωγή γενικής μεταβλητής (Insert Generic Variable).
	Εισαγωγή κατακόρυφου bit (Insert Vertical Bit).
	Εισαγωγή παραθύρου εκφωλιασμένης στοίβας (Nesting Stack). Η Nested Stack είναι ένα πεπερασμένο αυτόματο που κάνει χρήση μιας στοίβας με δεδομένα που μπορεί να αποτελούν εξίσου στοίβες. (RLO, OR).
	Εισαγωγή παραθύρου ελέγχου κατάστασης προγράμματος και επεξεργαστή. Η Λέξη Κατάστασης (Status Word) είναι μια αρχιτεκτονική για τους διαδόχους καταχωρητές ελέγχου που πραγματοποιεί την συνάρτηση καταχωρητών κατάστασης (Status Register) και του μετρητή προγράμματος (Program Counter).
	Εισαγωγή παραθύρου για καταχωρητές Block (Block Regs).
	Κουμπιά αλλαγής σε μονή σάρωση (Single Scan).
	Κουμπιά αλλαγής σε συνεχή σάρωση (Continuous Scan).

Πίνακας 2.6: Βασικά κουμπιά γραμμής εργαλείων του προσομοιωτή PLCsim

Αφού έχουμε μάθει τα απαραίτητα κουμπιά, είμαστε έτοιμοι να δημιουργήσουμε προγράμματα. Ολοκληρώνοντας την συγγραφή του προγράμματος, 'στέλνουμε' το πρόγραμμα στο PLC, και μετά είμαστε έτοιμοι να το τρέξουμε.[7]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3. ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ PLC

Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζονται μερικές πρακτικές εφαρμογές με PLC οι οποίες υλοποιήθηκαν σε γλώσσα STEP 7, αφού αρχικά έγινε η εγκατάσταση και ρύθμιση του Simatic Manager μαζί με το βοηθητικό του πρόγραμμα PLCSim στον υπολογιστή.

Στην πρώτη από τις εφαρμογές, η οποία είναι σχετικά απλή, αφορά την βασική λειτουργία ενός φωτεινού σηματοδότη, δημιουργήθηκαν multimedia αρχεία, στα οποία παρουσιάζεται όλη η διαδικασία δημιουργίας του προγράμματος καθώς και η εξομοίωσή του με την εφαρμογή PLCSim.

Στην δεύτερη εφαρμογή, η οποία αφορά την λειτουργία μίας διαφημιστικής πινακίδας, δημιουργήθηκε μία απλή κατασκευή που την προσομοιώνει, προκειμένου να συνδεθεί με το PLC "SIMATIC S7-300" της εταιρείας Siemens, και έτσι να δούμε πως πραγματικά γίνεται η σύνδεση των εισόδων και των εξόδων με το PLC, αλλά και η λειτουργικότητά της εφαρμογής σε πραγματικό χρόνο.

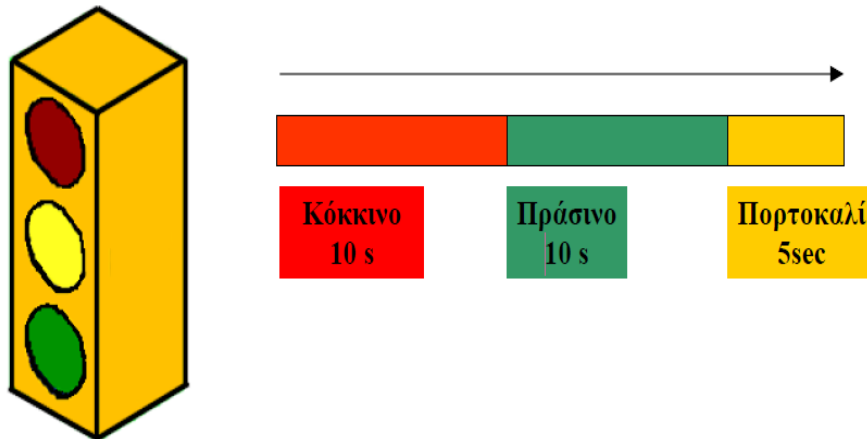
Στις υπόλοιπες εφαρμογές αναπτύχθηκαν οι κατάλληλοι κώδικες σε γλώσσα προγραμματισμού του συγκεκριμένου PLC της εταιρείας Siemens, οι οποίοι βρίσκονται στους αντίστοιχους φακέλους, την λειτουργικότητα των οποίων μπορούμε να την δοκιμάσουμε μέσω της εφαρμογής PLCSim που έχει εγκατασταθεί στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας, ως μονάδα προγραμματισμού χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονικός υπολογιστής με λειτουργικό Windows 7 και ως εφαρμογή προγραμματισμού η SIMATIC STEP 7 Version 5.5 SP3 (Revision Level : K5.5.3.0) της Siemens.

Η σύνδεση του PLC με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή έγινε μέσω του MPI (Multipoint Interface) καλωδίου και του απαραίτητου αντάπτορα "PC ADAPTER USB" της Siemens.

### 3.1 Έλεγχος της βασικής λειτουργίας του φωτεινού σηματοδότη

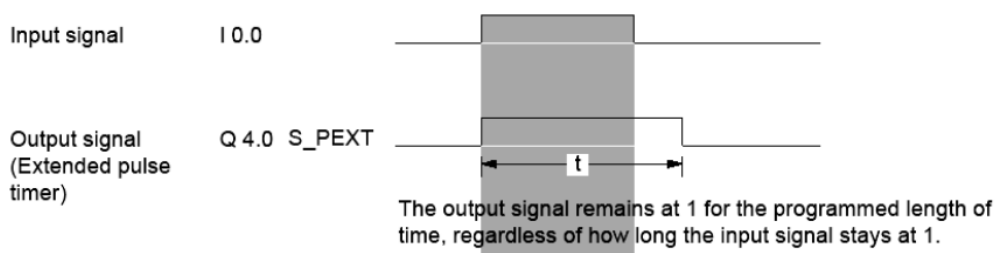
Με το PLC θα προσομοιώσουμε την βασική λειτουργία του φωτεινού σηματοδότη έτσι ώστε το Κόκκινο φανάρι να είναι αναμμένο για 10 sec , το Πράσινο να είναι αναμμένο για 10 sec και το Πορτοκαλί αναμμένο για 5 sec. (Εικόνα 3.1)



Εικόνα 3.1:Βασική λειτουργία του Φωτεινού σηματοδότη

#### Περιγραφή επίλυσης της βασικής λειτουργίας του φωτεινού σηματοδότη.

Για την δημιουργία του προγράμματός μας θα χρησιμοποιήσουμε 3 χρονικά τύπου S\_PEXT (Extended Pulse Timer – Παλμού με αυτοσυγκράτηση ο οποίος χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις όπου η επαφή μπορεί να έρθει για μια στιγμή ενώ εμείς θέλουμε έξοδο για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. ) (Εικόνα .3.2)



Εικόνα 3.2:Λειτουργία timer τύπου S\_PEXT

Στο NETWORK 1 γίνεται η ενεργοποίηση του κόκκινου φαναριού, χρησιμοποιώντας το χρονικό T1 με χρόνο 10 sec. Ανοίγοντας τον διακόπτη START (I0.0) ενεργοποιούμε την όλη λειτουργία του φωτεινού σηματοδότη, και σε συνδυασμό με το ότι δεν είναι ενεργοποιημένο το T2 (χρονικό πράσινου φαναριού), γίνεται η ενεργοποίηση του χρονικού T1 αλλά και του κόκκινου φαναριού (έξοδος Q0.0).

Ομοίως στο NETWORK 2 γίνεται η ενεργοποίηση του πράσινου φαναριού (έξοδος Q0.1), χρησιμοποιώντας το χρονικό T2 με χρόνο 10 sec. Για την ενεργοποίηση υπάρχει ο διακόπτης (I0.0) ο οποίος δίνει το σήμα στο χρονικό T2 να ενεργοποιήσει το πράσινο φανάρι (έξοδος Q0.1), εφόσον δεν είναι ενεργοποιημένο το T1 (χρονικό κόκκινου φαναριού) και το T3 (χρονικό κίτρινου φαναριού) .

Τέλος στο NETWORK 3 γίνεται η ενεργοποίηση του κίτρινου φαναριού (έξοδος Q0.2), χρησιμοποιώντας το χρονικό T3 με χρόνο 5 sec. Για την ενεργοποίησή του, υπάρχει ο διακόπτης (I0.0) ο οποίος δίνει το σήμα στο χρονικό T3 να ενεργοποιήσει το κίτρινο φανάρι (έξοδος Q0.3), εφόσον δεν είναι ενεργοποιημένο το T1 (χρονικό κόκκινου φαναριού) και το T2 (χρονικό πράσινου φαναριού).

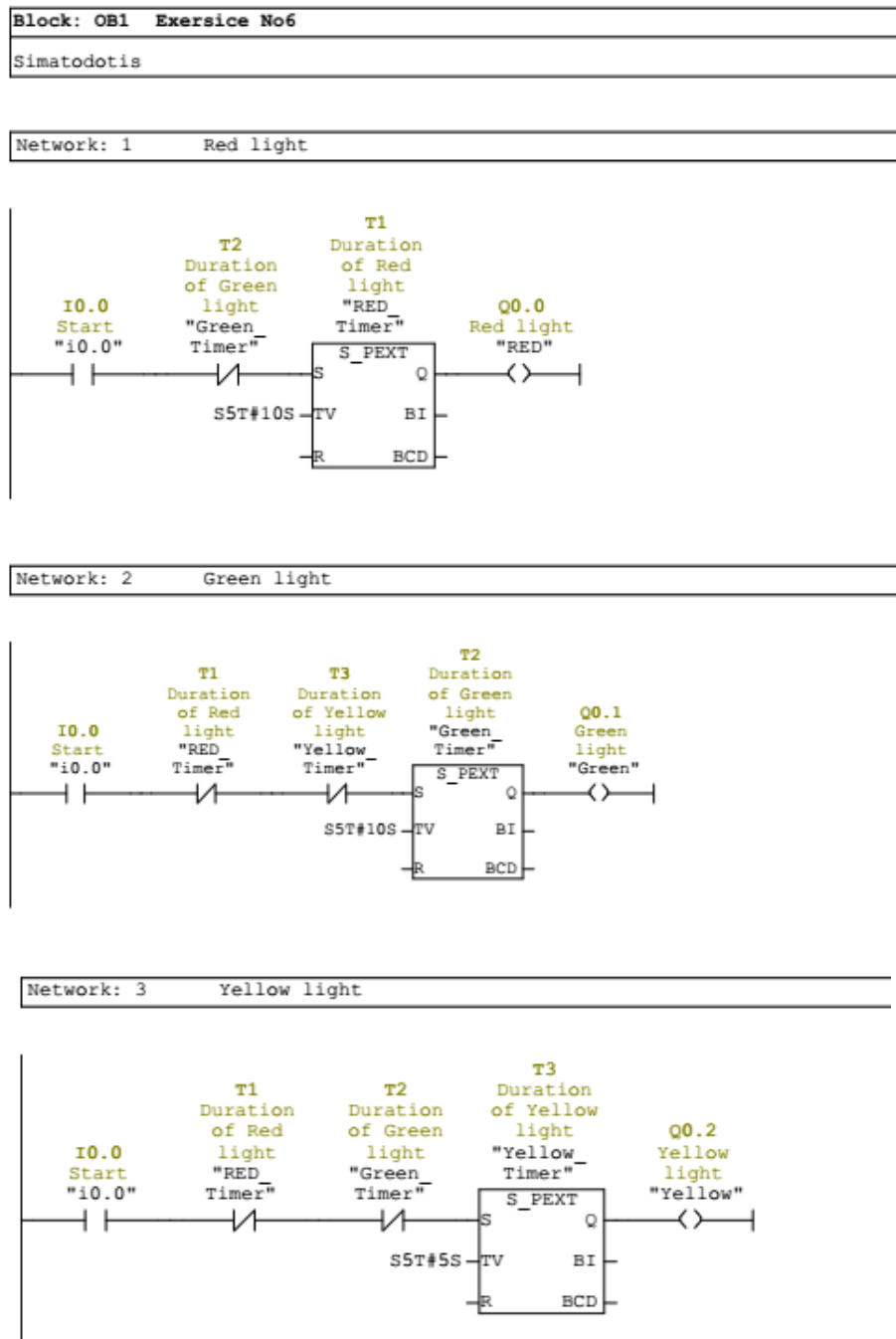
Για την εφαρμογή αυτή, δημιουργήθηκαν multimedia αρχεία, όπου φαίνεται όλη η πορεία της εργασίας.

Στο “**ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣ\_1.MP4**” φαίνεται η διαδικασία της δημιουργίας του προγράμματος, ενώ στο “**ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣ\_2.MP4**” , ‘τρέχουμε’ το πρόγραμμα όπου και φαίνεται η εξομοίωσή του μέσω του υπολογιστή. Η λειτουργικότητα της εφαρμογής που δημιουργήθηκε, μπορεί να ελεγχθεί και χωρίς την μονάδα του ίδιου του PLC, μέσω της εφαρμογής PLCSim που βρίσκεται στον Simatic Manager, όπου βλέπουμε σε πραγματικό χρόνο τα σήματα των εισόδων και των εξόδων. Έτσι μπορούμε να διαπιστώσουμε , αν το πρόγραμμά μας λειτουργεί σωστά ή χρειάζεται να προβούμε σε αλλαγές.

Το πρόγραμμα σε LADDER.

ΣΥΜΒΟΛΟ	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ	ΣΧΟΛΙΟ
START	I 0.0	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ START
RED LIGHT	Q0.0	ΚΟΚΚΙΝΟ ΦΑΝΑΡΙ
GREEN LIGHT	Q0.1	ΠΡΑΣΙΝΟ ΦΑΝΑΡΙ
YELLOW LIGHT	Q0.2	ΚΙΤΡΙΝΟ ΦΑΝΑΡΙ

Πίνακας 3 1: Συμβόλων φωτεινού σηματοδότη



Το πρόγραμμα βρίσκεται στο φάκελο **trafficLight\_program**.

Δημήτριος Α. Σφυρογιαννάκης

### 3.2. Έλεγχος φωτεινής διαφημιστικής πινακίδας



Εικόνα 3.3:Φωτεινής διαφημιστικής πινακίδας

Σε ένα κατάστημα έχουμε μία διαφημιστική πινακίδα η οποία θα λειτουργεί σύμφωνα με τα παρακάτω :

- Με την ενεργοποίηση του κυκλώματος (πιέζοντας το μπουτόν START ) θα αρχίζει το διαδοχικό άναμμα τεσσάρων λαμπτήρων (H1,H2,H3,H4) ανά 2 sec.
- Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας και αφού οι λαμπτήρες διατηρηθούν στην κατάσταση αυτή για 5 sec αρχίζουν να αναβοσβήνουν όλοι μαζί για 5 sec επιπλέον (1 sec ON - 1 sec OFF).
- Στην συνέχεια οι λαμπτήρες σβήνουν αντιστρόφως από τον τελευταίο προς τον πρώτο και η διαδικασία ξεκινά από την αρχή για άλλες δύο επαναλήψεις.
- Πιέζοντας το μπουτόν STOP, διακόπτεται η λειτουργία του συστήματος αυτοματισμού και αυτό επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση.
- Στο σύστημα λειτουργεί και μια λυχνία H5 που αναβοσβήνει περιοδικά σε περίπτωση σφάλματος (πάτημα μπουτόν πανικού EMERGENCY STOP).
- Στο πρόγραμμα χρησιμοποιούνται ένα μπουτόν γενικό START και ένα γενικό STOP.

## Περιγραφή επίλυσης του χειρισμού της διαφημιστικής πινακίδας

Στο Network1 χρησιμοποιούμε το M2.0 (το σύστημα βρίσκεται σε λειτουργία) προκειμένου να ξεκινήσουμε ή να σταματήσουμε την λειτουργία της διαφημιστικής πινακίδας.

Έτσι πατώντας το μπουτόν START (I0.0) γίνεται SET το M2.0 (ενεργοποίηση του κυκλώματος).

Το M2.0 θα γίνει RESET είτε πιέζοντας το μπουτόν STOP (I0.1), είτε πιέζοντας το μπουτόν EMERGENCY STOP (I0.2), είτε θα σταματήσει φυσιολογικά η λειτουργία του όταν ενεργοποιηθεί το M1.7 , αφού πραγματοποιηθούν 3 κύκλοι λειτουργίας.

Στο Network 2 γίνεται η ενεργοποίηση του χρονικού T20 , στο οποίο θέτουμε χρόνο 26 sec που είναι ο συνολικός χρόνος για να πραγματοποιηθεί ένας πλήρης κύκλος. Ο τύπος του χρονικού είναι S\_PULSE, και ενεργοποιείται όταν “υπάρχει” το M2.0 και “δεν υπάρχει” το M31.2 (Network 14 - επανεκκίνηση κύκλου λειτουργίας). Το χρονικό T20 γίνεται RESET όταν “δεν υπάρχει” το M2.0.

Στο Network 3 γίνεται η μεταφορά του MW30 (έξοδος από το T20) στο MW40 το οποίο χρησιμοποιείται για την αντίστροφη μέτρηση των 26 sec. Η ενεργοποίηση των λαμπτήρων θα γίνεται με την μέθοδο της σύγκρισης, δηλαδή θα ενεργοποιείται το αντίστοιχο FLAG, ανάλογα σε πιο χρονικό διάστημα των 26 sec βρισκόμαστε, ώστε να ανάψει ο αντίστοιχος λαμπτήρας.

Από το Network 4 έως το Network 13 γίνεται η ενεργοποίηση των αντίστοιχων FLAGS.

Το M30.0 (άναμμα H1 - 2sec) ενεργοποιείται από το 26ο μέχρι το 24ο δευτερόλεπτο. (Network 4).

Το M30.1 (άναμμα H2 - 2sec) ενεργοποιείται από το 24ο μέχρι το 22ο δευτερόλεπτο. (Network 5).

Το M30.2 (άναμμα H3 - 2sec) ενεργοποιείται από το 22ο μέχρι το 20ο δευτερόλεπτο. (Network 6).

Το M30.3 (άναμμα H4 - 2sec) ενεργοποιείται από το 20ο μέχρι το 18ο δευτερόλεπτο. (Network 7).

Το M30.4 (άναμμα για όλα για 5sec) ενεργοποιείται από το 18ο μέχρι το 13ο δευτερόλεπτο.(Network 8).



Το M30.5 (αναβόσβημα για όλα για 5sec) ενεργοποιείται από το 13ο μέχρι το 8ο δευτερόλεπτο. (Network 9).

Το M30.6 (άναμμα H4 - 2sec) ενεργοποιείται από το 8ο μέχρι το 6ο δευτερόλεπτο. (Network 10).

Το M30.7 (άναμμα H3 - 2sec) ενεργοποιείται από το 6ο μέχρι το 4ο δευτερόλεπτο. (Network 11).

Το M31.0 (άναμμα H2 - 2sec) ενεργοποιείται από το 4ο μέχρι το 2ο δευτερόλεπτο. (Network 12).

Το M31.1 (άναμμα H1 - 2sec) ενεργοποιείται από το 2ο μέχρι το 0,1 δευτερόλεπτο. (Network 13).

Στο Network 14 το M31.2 (επανεκκίνηση κύκλου) ενεργοποιείται με παλμικό σήμα από το 0,2ο μέχρι το 0ο δευτερόλεπτο για να γίνει επανεκκίνηση της διαδικασίας. (Network 14).

Από το Network 15 έως το Network 18 γίνεται η ενεργοποίηση των λαμπτήρων H1, H2, H3, H4 από τα αντίστοιχα FLAGS. Σημειώνεται ότι για το αναβόσβημα όλων των λαμπτήρων χρησιμοποιείται σε σειρά με το M100.6 που είναι παλμός 1 Hz (το οποίο το έχουμε ορίσει στην CPU).

Στο Network 15 ενεργοποιείται το H1 (Q1.0) όταν είναι ενεργοποιημένα τα αντίστοιχα βοηθητικά.

Στο Network 16 ενεργοποιείται το H2 (Q1.1) όταν είναι ενεργοποιημένα τα αντίστοιχα βοηθητικά.

Στο Network 17 ενεργοποιείται το H3 (Q1.2) όταν είναι ενεργοποιημένα τα αντίστοιχα βοηθητικά.

Στο Network 18 ενεργοποιείται το H4 (Q1.3) όταν είναι ενεργοποιημένα τα αντίστοιχα βοηθητικά.

Στο Network 19 ενεργοποιείται η λυχνία H5 (Q1.5) που να αναβοσβήνει περιοδικά σε περίπτωση σφάλματος (πάτημα μπουτόν πανικού E-STOP (I0.2)).

Στο Network 20 ενεργοποιείται ο Μετρητής (Counter 1). Ο Counter 1, στον οποίο έχουμε δώσει τη τιμή 3 για την λειτουργία 3 κύκλων, ενεργοποιείται / απενεργοποιείται ανάλογα την κατάσταση του M2.0. Μετράει αντίστροφα, όταν δεχθεί είσοδο από το M31.2 (επανεκκίνηση κύκλου).

Στο Network 21 σταματάει η λειτουργία του κυκλώματος με την ενεργοποίηση του M1.7. Αυτό ενεργοποιείται όταν έχει μετρήσει 3 φορές ο Counter 1 και “υπάρχει” το M2.0.

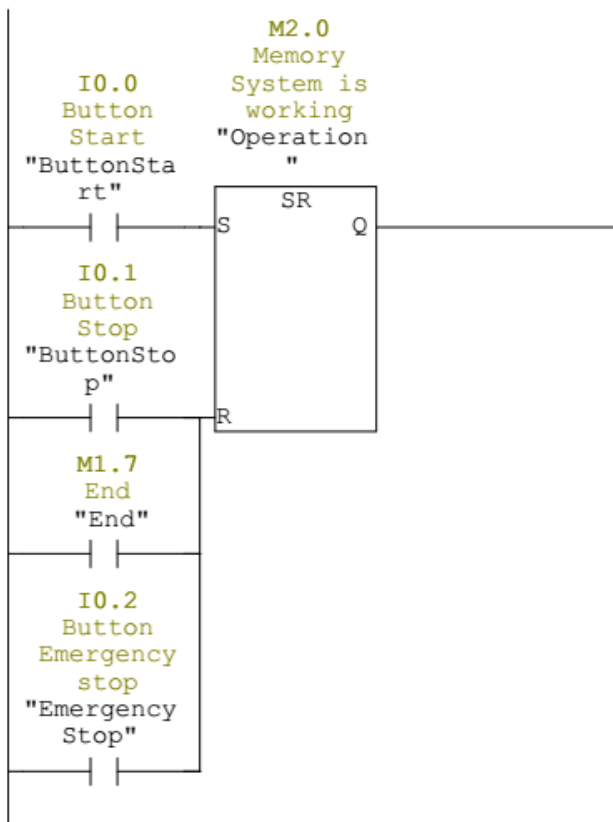
Ακολουθεί το πρόγραμμα σε γλώσσα LADDER.

ΣΥΜΒΟΛΟ	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ	ΣΧΟΛΙΟ
START	I 0.0	BUTTON START
STOP	I 0.1	BUTTON STOP
EMERGENCY STOP	I 0.2	EMERGENCY STOP
H1	Q1.0	ΛΑΜΠΤΗΡΑΣ 1
H2	Q1.1	ΛΑΜΠΤΗΡΑΣ 2
H3	Q1.2	ΛΑΜΠΤΗΡΑΣ 3
H4	Q1.3	ΛΑΜΠΤΗΡΑΣ 4
H5	Q1.4	ΛΑΜΠΤΗΡΑΣ 5

Πίνακας 3 2: Συμβόλων διαφημιστικής πινακίδας

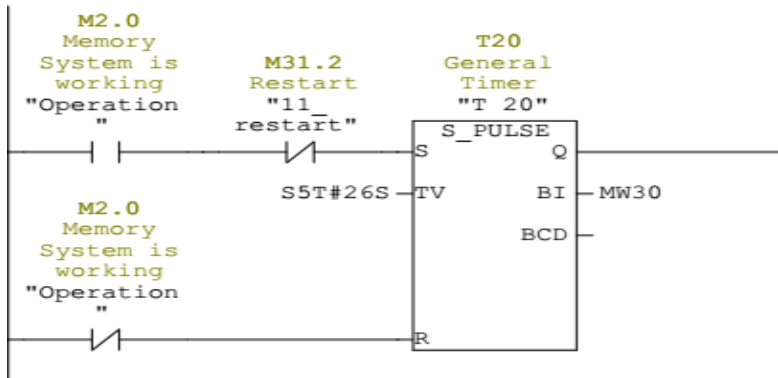
Block: OB1 Fotini Pinakida

Network: 1 step 1

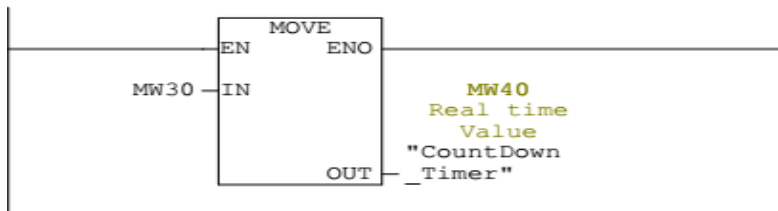


Πρακτικές εφαρμογές αυτοματισμού με PLC και υλοποίηση τους σε γλώσσα STEP 7

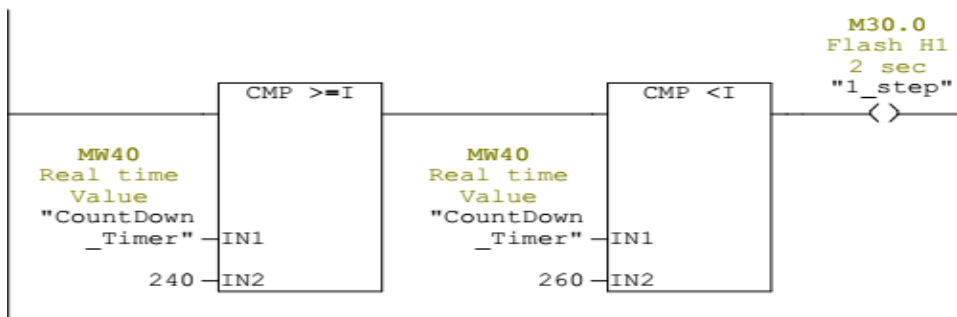
Network: 2 General Timer



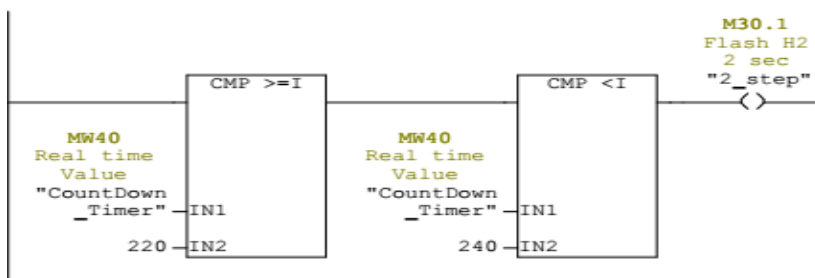
Network: 3



Network: 4 Flush H1 2 sec

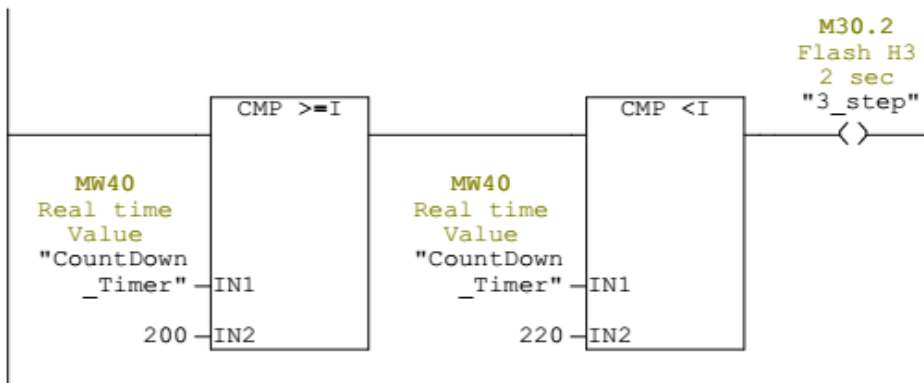


Network: 5 Flash H2 2 sec

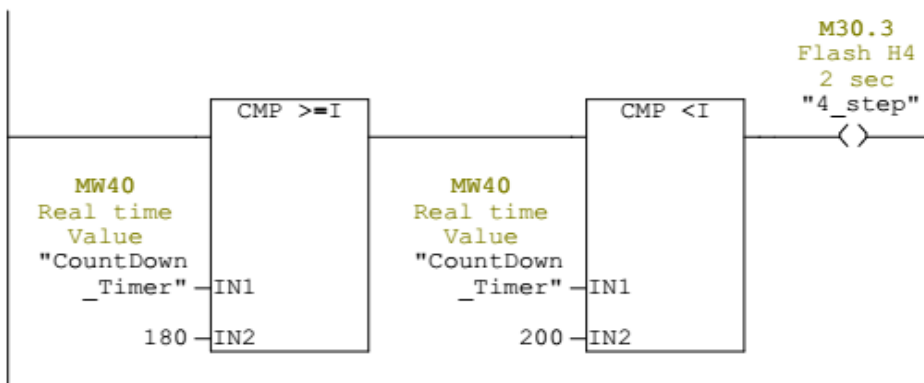


Πρακτικές εφαρμογές αυτοματισμού με PLC και υλοποίηση τους σε γλώσσα STEP 7

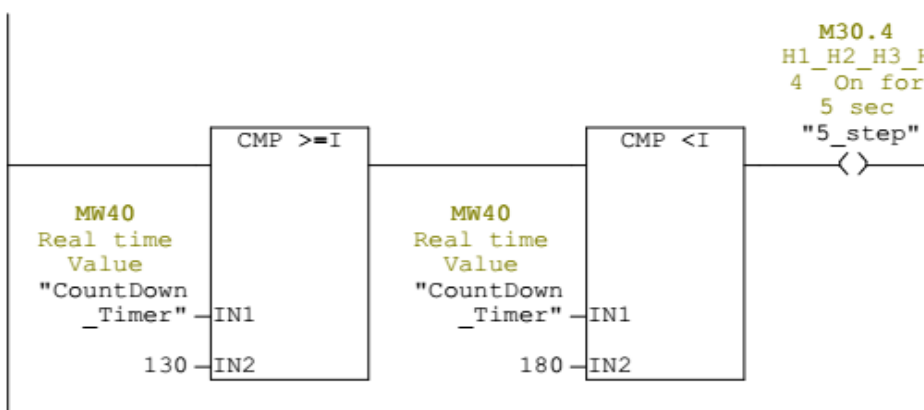
Network: 6 Flash H3 2 sec



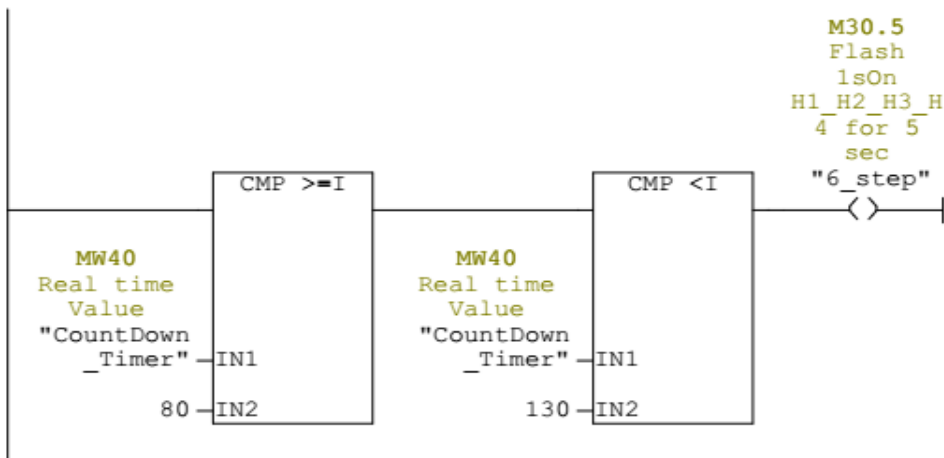
Network: 7 Flash H4 2 sec



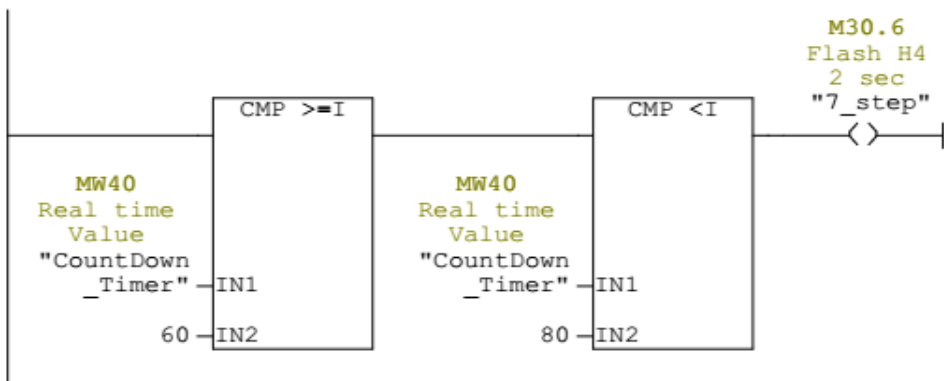
Network: 8 H1\_H2\_H3\_H4 On for 5 sec



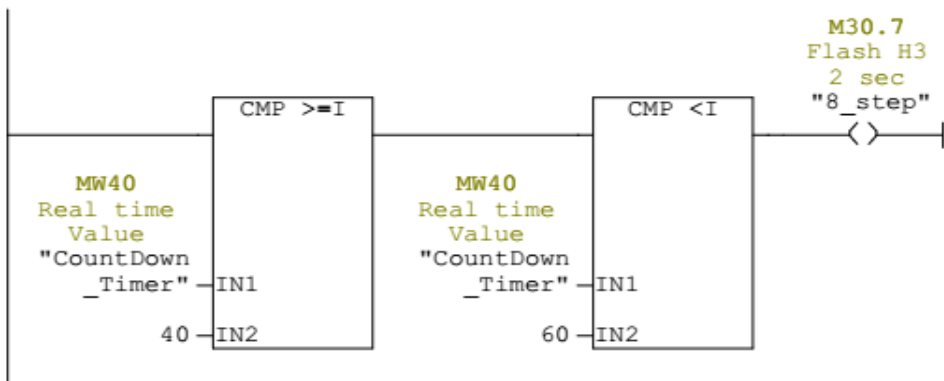
Network: 9 Flash 1sOn H1\_H2\_H3\_H4 for 5 sec



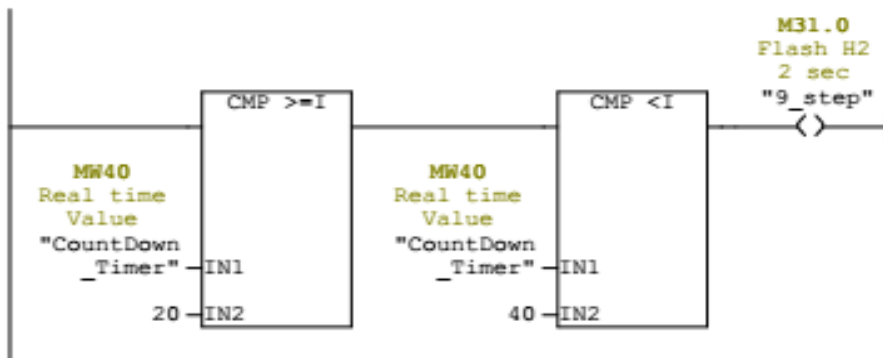
Network: 10 Flash H4 2 sec



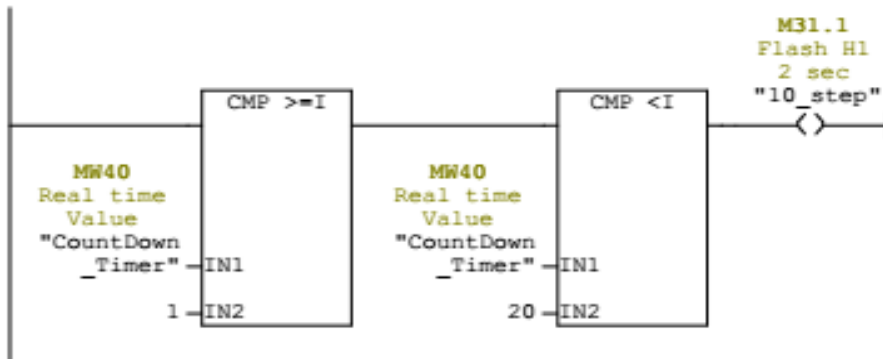
Network: 11 Flash H3 2 sec



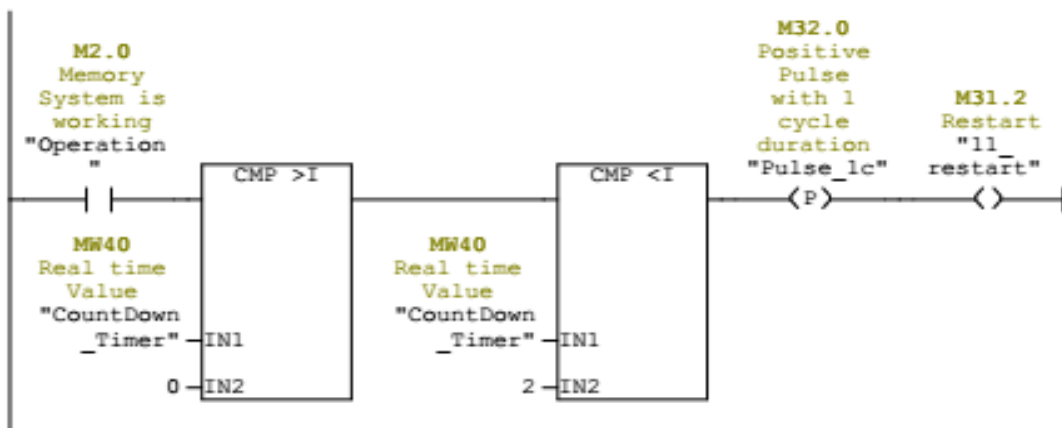
Network: 12 Flash H2 2 sec

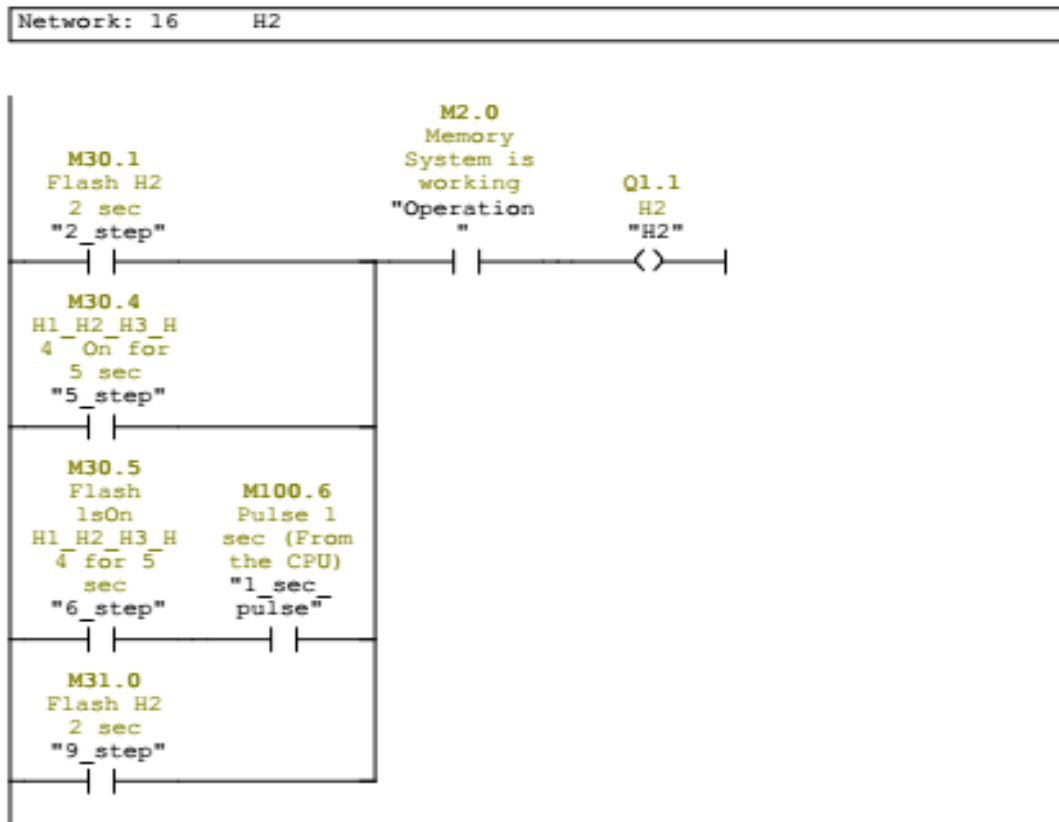
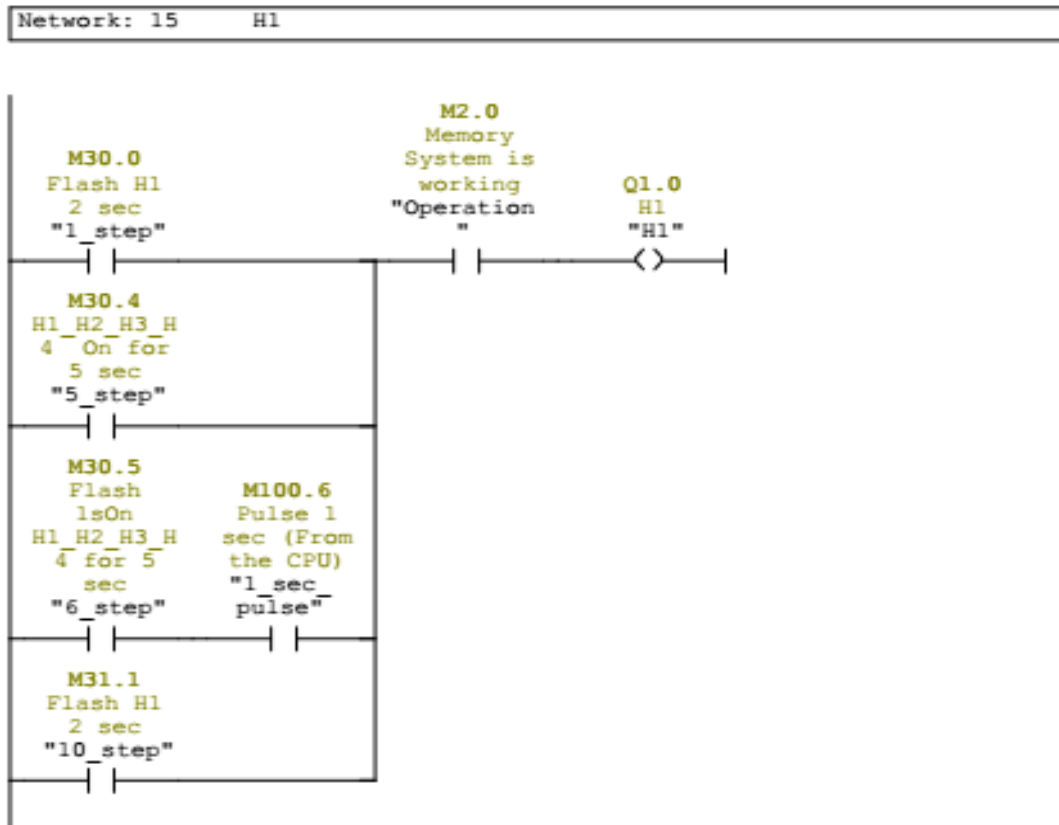


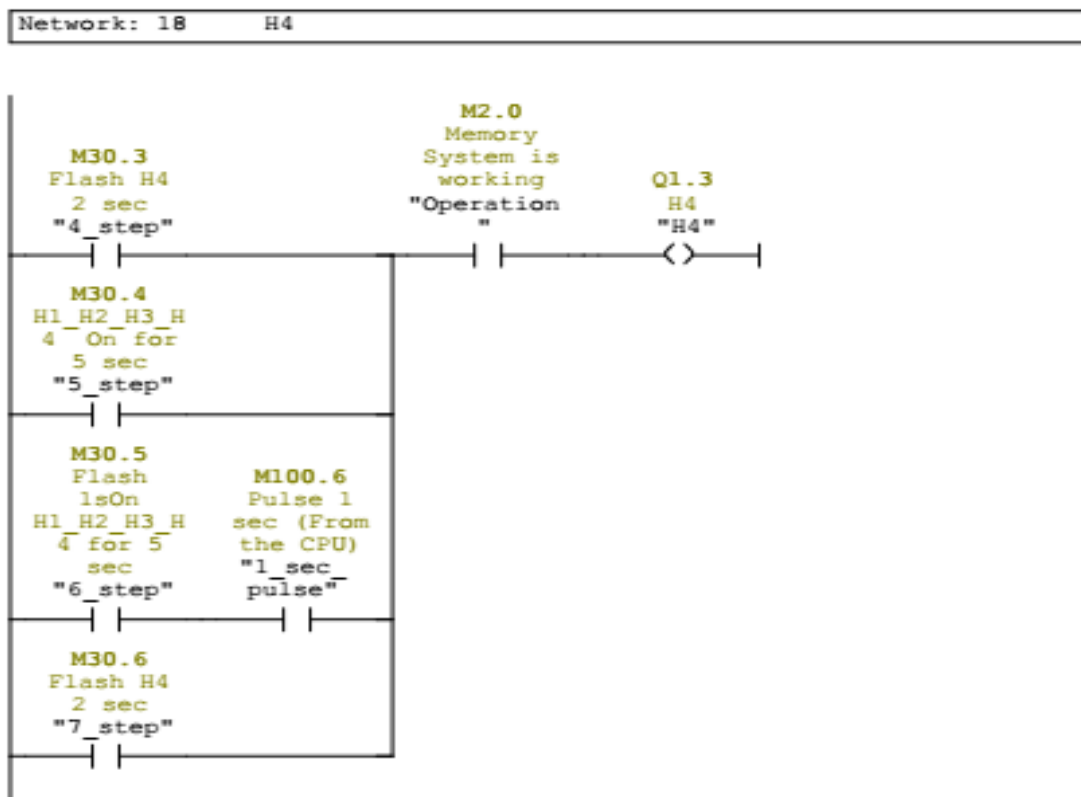
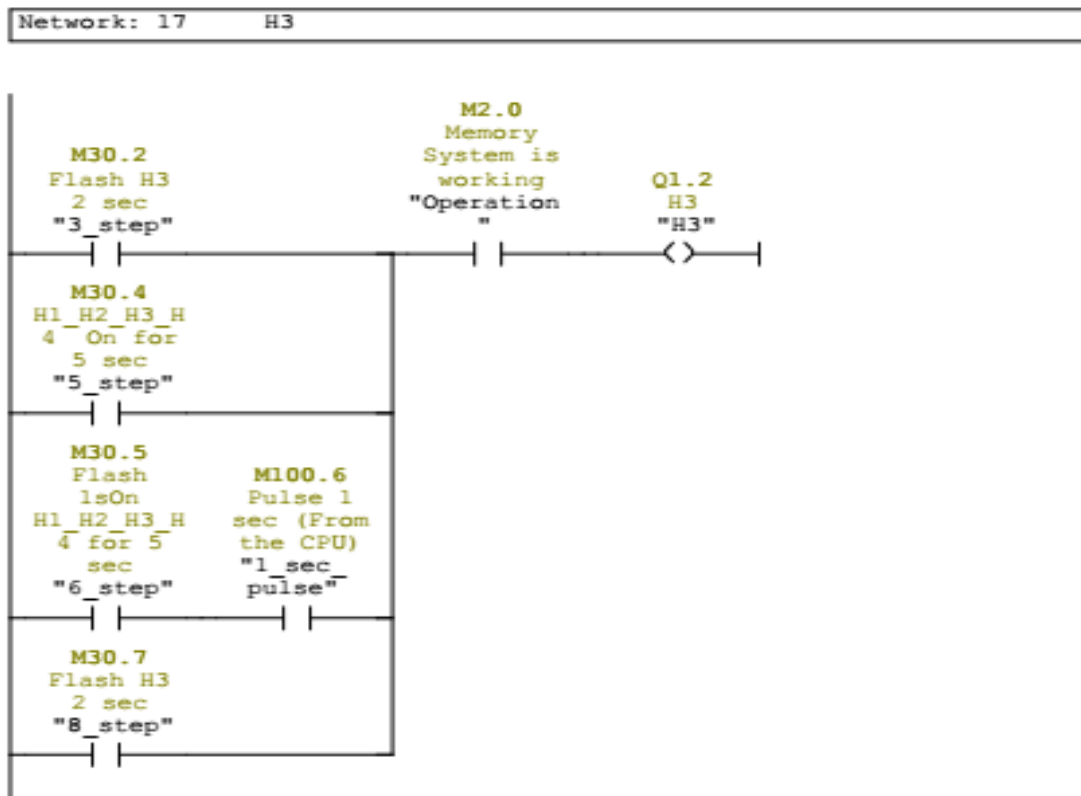
Network: 13 Flash H1 2 sec



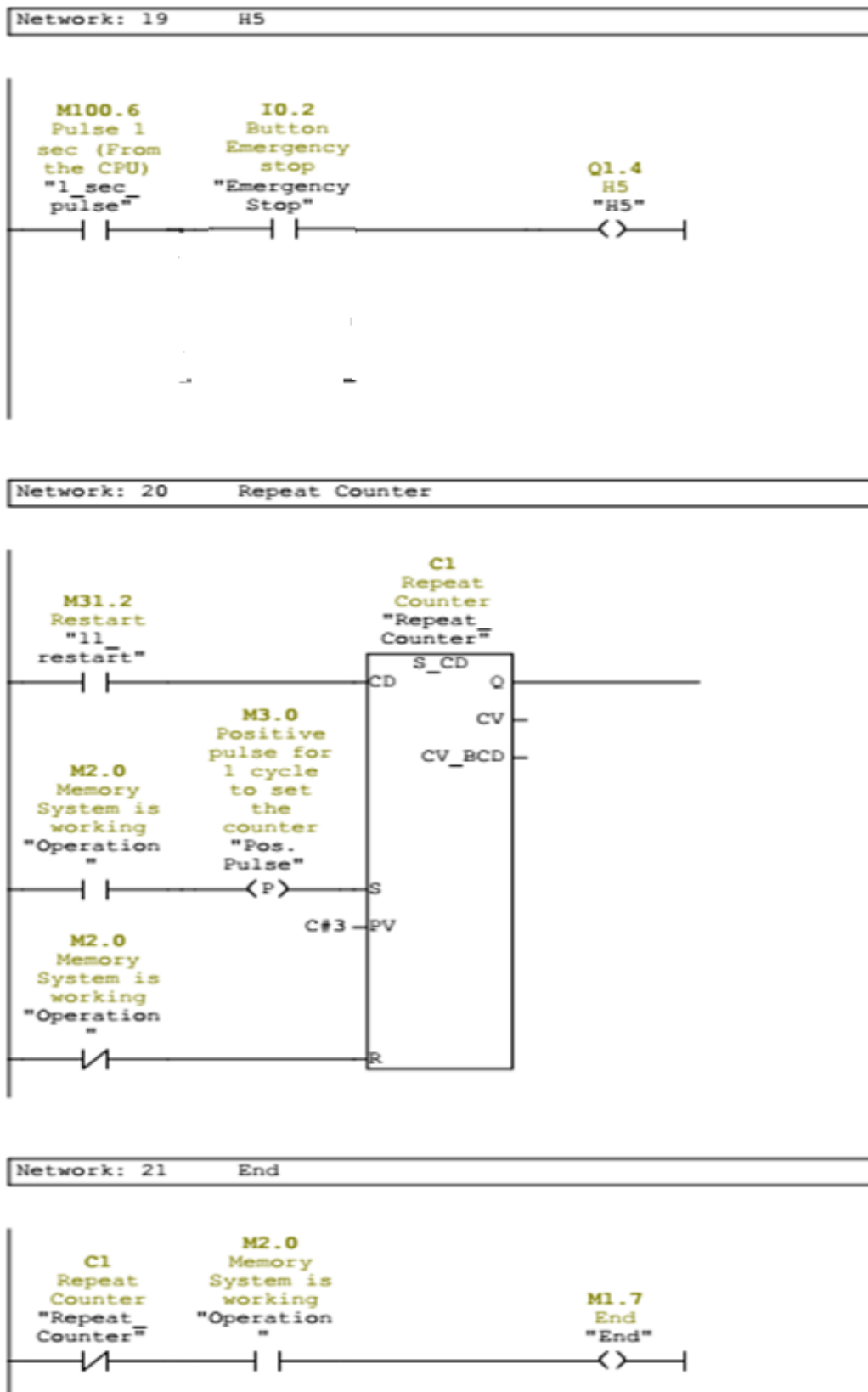
Network: 14 Flash H1 2 sec





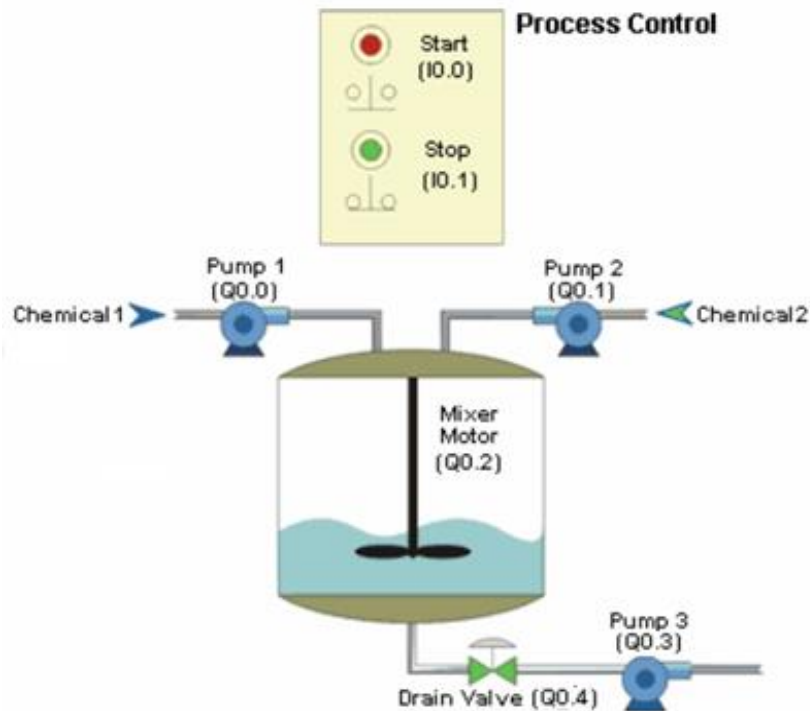






Το πρόγραμμα βρίσκεται στο φάκελο **pinakida\_program**.

### 3.3 Έλεγχος μίξης χημικών υγρών σε δεξαμενή



Εικόνα 3.4: Λειτουργία αντλιών για μίξη χημικών υγρών

Στην εφαρμογή αυτή έχουμε μία δεξαμενή η οποία γεμίζει με δύο χημικά υγρά, τα οποία αφού πρώτα τα αναμείξουμε, στην συνέχεια τα διοχετεύουμε για την υλοποίηση μίας άλλης διαδικασίας.

Έτσι όταν πατήσουμε το μπουτόν START (IO.0), ξεκινάει η αντλία (Pump 1) (Q0.0). Μετά από 60 δευτερόλεπτα, και αφού έχουμε διοχετεύσει την απαιτούμενη ποσότητα του πρώτου υγρού, η αντλία 1 σταματά.

Στην συνέχεια διοχετεύεται στην δεξαμενή το δεύτερο υγρό, ενεργοποιώντας για 60 δευτερόλεπτα την αντλία 2 (Pump 2) (Q0.1).

Έπειτα λειτουργεί ο αναδευτήρας (Mixer Motor), ενεργοποιώντας την έξοδο Q0.2, ο οποίος αναμιγνύει τα δύο υγρά για 60 sec.

Αφού έχουν ανακατευτεί τα δύο υγρά, ενεργοποιείται η βαλβίδα αδειάσματος (Drain Valve) μέσω της εξόδου Q0.4 αλλά και η αντλία 3 (Pump 3) (Q0.3) για 90 δευτερόλεπτα αδειάζοντας την δεξαμενή, οπότε σταματά η διαδικασία.

Η διαδικασία επίσης σταματά σε όλα τα στάδια, πατώντας το μπουτόν STOP στην είσοδο IO.1. [29]

### **Περιγραφή επίλυσης της εφαρμογής μίξης χημικών υγρών.**

Στο NETWORK 1 πραγματοποιείται η ενεργοποίηση και η απενεργοποίηση της όλης διαδικασίας της μίξης χημικών υγρών. Έτσι πατώντας το μπουτόν START (I0.0) γίνεται η ενεργοποίηση του βοηθητικού M0.0 (Διαδικασία μίξης ενεργή) , το οποίο παραμένει ενεργοποιημένο μέχρι να πατηθεί το μπουτόν STOP (I0.1). Εδώ πρέπει να σημειώσουμε ότι εάν τελειώσει η διαδικασία μίξης, και δεν πατηθεί το STOP, η ακολουθία επαναλαμβάνεται.

Στο NETWORK 2 γίνεται η ενεργοποίηση της αντλίας (Pump 1) (Q0.0) χρησιμοποιώντας το χρονικό T1 με χρόνο 1 λεπτό. Έτσι όταν η διαδικασία μίξης (M0.0) είναι ενεργή και δεν δοσομετρεί το δεύτερο υλικό (Q0.1) και δεν αναδεύει το μίγμα (Q0.2) και δεν αδειάζει το μίγμα (Q0.3), τότε ξεκινάει να μετράει ο χρόνος διάρκειας 1 λεπτού μέσω του χρονικού T1 και ενεργοποιείται η αντλία δοσομέτρησης του υλικού 1 (Q0.0). Η αντλία (Pump 1) απενεργοποιείται, με την απενεργοποίηση του M0.0 (διαδικασία μίξης ενεργή).

Στο NETWORK 3 γίνεται η ενεργοποίηση της αντλίας (Pump 2) (Q0.1) χρησιμοποιώντας το χρονικό T2 με χρόνο 1 λεπτό. Έτσι όταν η διαδικασία μίξης είναι ενεργή (M0.0) και δεν δοσομετρεί το πρώτο υλικό (Q0.0) και δεν αναδεύει το μίγμα (Q0.2) και δεν αδειάζει το μίγμα (Q0.3), τότε ξεκινάει να μετράει ο χρόνος διάρκειας 1 λεπτού μέσω του χρονικού T2 και ενεργοποιείται η αντλία δοσομέτρησης του υλικού 2 (Q0.1). Η αντλία (Pump 2) απενεργοποιείται, με την απενεργοποίηση του M0.0 (διαδικασία μίξης ενεργή).

Στο NETWORK 4 γίνεται η ενεργοποίηση του μοτέρ του αναδευτήρα Mixer Motor (Q0.2) χρησιμοποιώντας το χρονικό T3 με χρόνο 1 λεπτό. Έτσι όταν η διαδικασία μίξης είναι ενεργή (M0.0) και δεν δοσομετρεί το πρώτο υλικό (Q0.0) και δεν δοσομετρεί το δεύτερο υλικό (Q0.1) και δεν αδειάζει το μίγμα (Q0.3), τότε ξεκινάει να μετράει ο χρόνος T3 διάρκειας 1 λεπτού και αναδεύει το μίγμα. Το μοτέρ του αναδευτήρα Mixer Motor (Q0.2) απενεργοποιείται με την απενεργοποίηση του M0.0 (διαδικασία μίξης ενεργή).

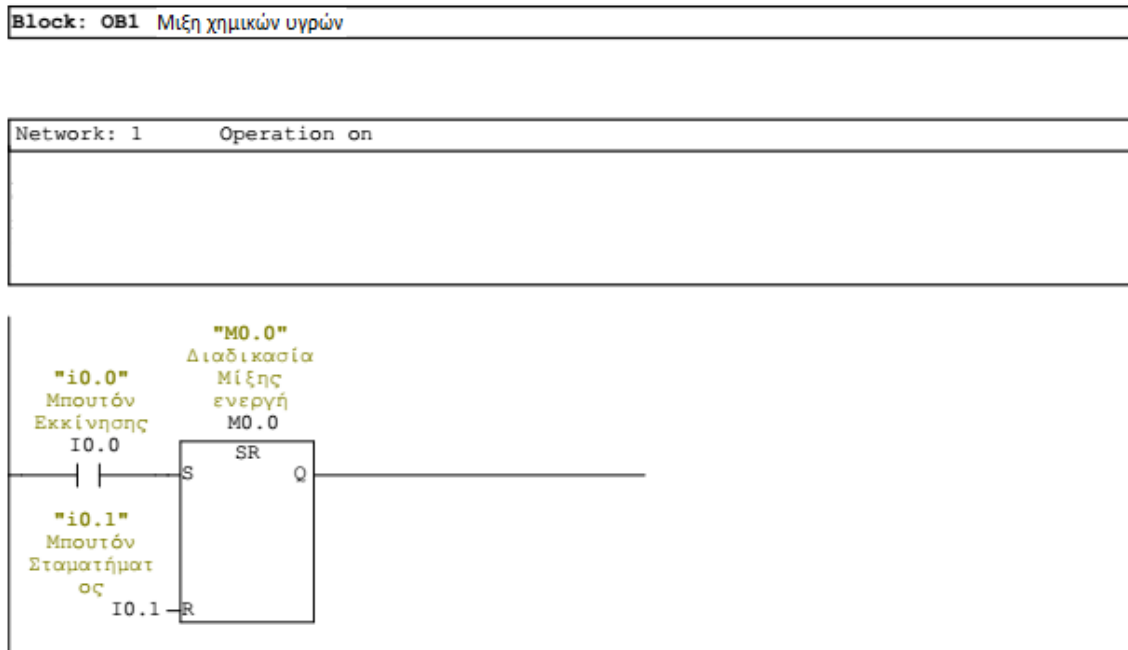
Στο NETWORK 5 γίνεται η ταυτόχρονη ενεργοποίηση της αντλίας 3 (Pump 3) (Q0.3) και της βαλβίδας αδειάσματος (Drain Valve) (Q0.4) της δεξαμενής χρησιμοποιώντας το χρονικό T4 με χρόνο 1 λεπτό. Έτσι όταν η διαδικασία μίξης είναι ενεργή (M0.0) και δεν δοσομετρεί το πρώτο υλικό (Q0.0) και δεν δοσομετρεί

το δεύτερο υλικό (Q0.1) και δεν αναδεύει το μίγμα (Q0.2), τότε ξεκινάει να μετράει ο χρόνος T4 διάρκειας 1,5 λεπτού και είναι ενεργοποιημένες ταυτόχρονα η αντλία αδειάσματος του μίγματος (Q0.3) και η βαλβίδα (Q0.4) για να αδειάσει το μίγμα. Η αντλία αδειάσματος του μίγματος (Q0.3) και η βαλβίδα αδειάσματος (Q0.4) απενεργοποιούνται ταυτόχρονα με την απενεργοποίηση του M0.0 (διαδικασία μίξης ενεργή).

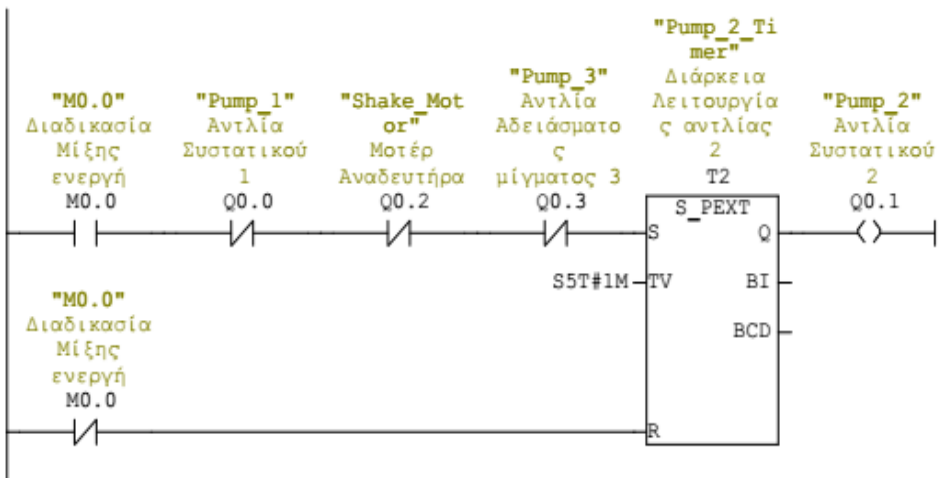
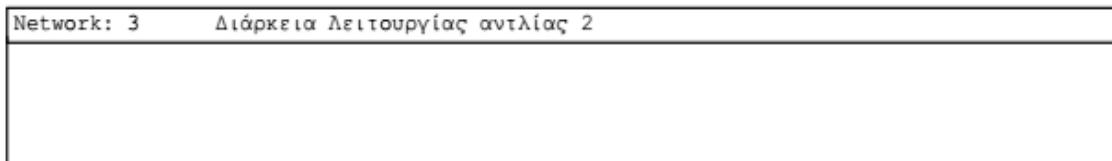
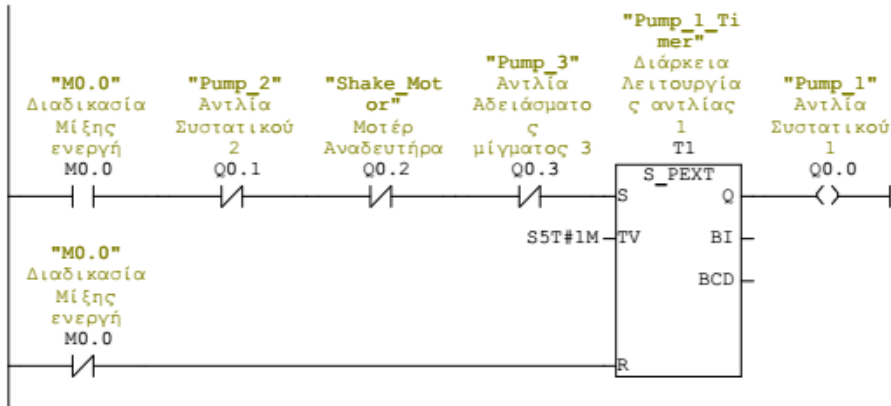
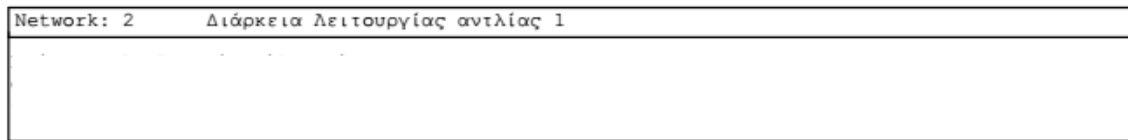
Ακολουθεί το πρόγραμμα σε γλώσσα LADDER

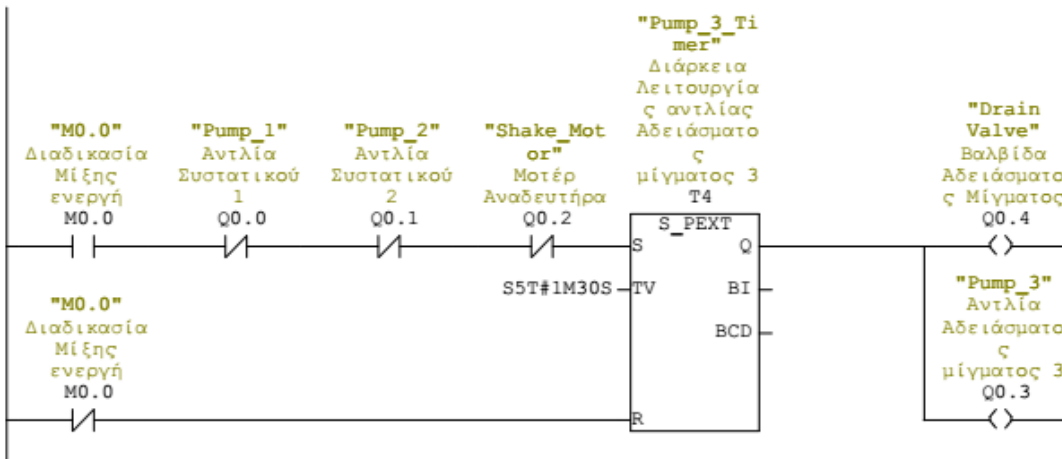
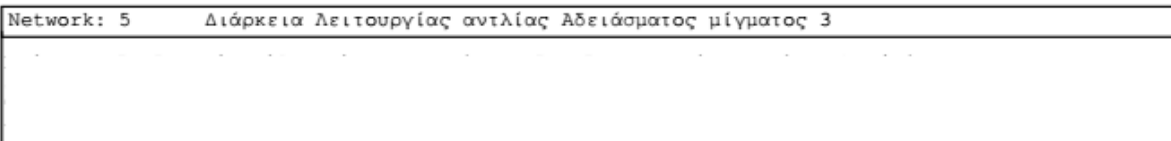
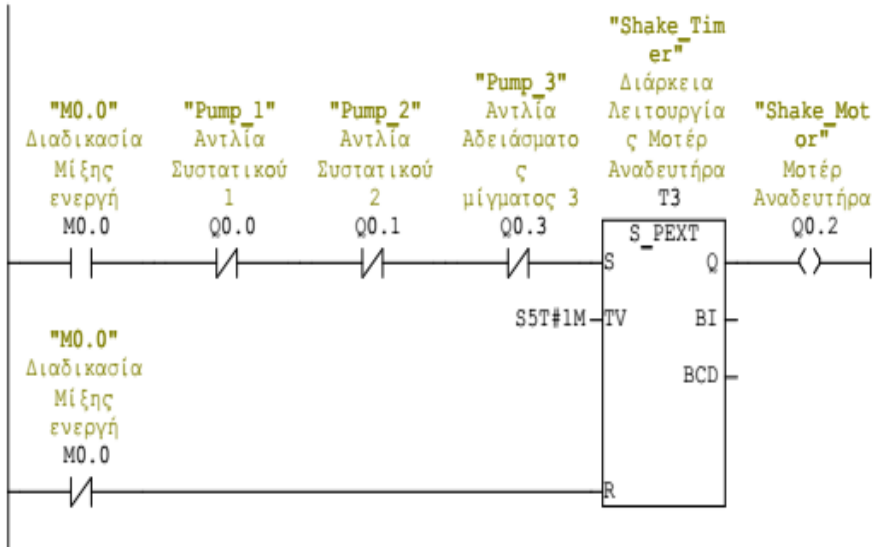
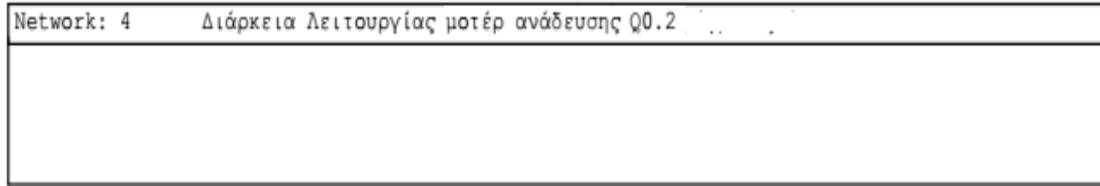
ΣΥΜΒΟΛΟ	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ	ΣΧΟΛΙΟ
START	I 0.0	BUTTON START
STOP	I 0.1	BUTTON STOP
PUMP 1	Q0.0	ΑΝΤΛΙΑ 1
PUMP 2	Q0.1	ΑΝΤΛΙΑ 2
MIXER MOTOR	Q0.2	ΜΟΤΕΡ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑ
PUMP3	Q0.3	ΑΝΤΛΙΑ 3
DRAIN VALVE	Q0.4	ΒΑΛΒΙΔΑ ΑΔΕΙΑΣΜΑΤΟΣ

Πίνακας 3 3: Συμβόλων δεξαμενής μίξης χημικών



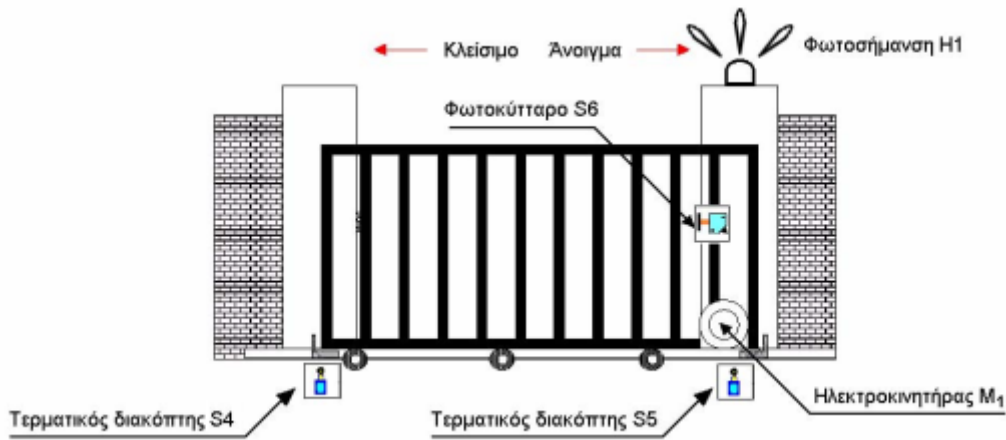
Πρακτικές εφαρμογές αυτοματισμού με PLC και υλοποίησή τους σε γλώσσα STEP 7





Το πρόγραμμα βρίσκεται στο φάκελο **dexameni\_program**.

### 3.4. Αυτόματο σύστημα λειτουργίας πόρτας πάρκινγκ



Εικόνα 3.5: Σύστημα λειτουργίας πόρτας πάρκινγκ

Η εφαρμογή αυτή έχει ως σκοπό τον έλεγχο μια πόρτας ενός πάρκινγκ για την είσοδο και την έξοδο αυτοκινήτων.

Η λειτουργία της γίνεται χρησιμοποιώντας ένα μπουτόν S1 για το άνοιγμα, ένα μπουτόν S2 για το κλείσιμο, και ένα μπουτόν S3 για να σταματήσει η κίνηση της πόρτας.

Στο σύστημα υπάρχει μια συσκευή φωτισήμανσης H1, η οποία αναβοσβήνει με συχνότητα 1 Hz όταν η πόρτα βρίσκεται σε κίνηση και για χρονικό διάστημα 5 sec πριν αρχίσει η κίνηση της πόρτας μετά την πίεση ενός εκ των 2 μπουτόν του S1 και S2.

Οι κανονικές θέσεις της πόρτας είναι τελείως κλειστή ή τελείως ανοιχτή. Οι θέσεις αυτές ελέγχονται με 2 τερματικούς διακόπτες S4 και S5 αντίστοιχα.

Το σύστημα για να πληρεί κανόνες ασφάλειας, εάν βρεθεί αντικείμενο στην διαδρομή της πόρτας καθώς αυτή κλείνει, αναστρέφεται η κίνηση της και ανοίγει αντί να κλείσει. Η ανίχνευση της παρουσίας ανθρώπου ή κάποιου αντικειμένου γίνεται με την χρήση ενός φωτοκύτταρου με ανακλαστήρα S6.

Για την λειτουργία του ηλεκτροκινητήρα της πόρτας, χρησιμοποιούνται 2 ηλεκτρονόμοι ισχύος, ο K1M που είναι για το άνοιγμα της πόρτας και ο K2M που είναι για το κλείσιμο.

### **Περιγραφή επίλυσης της εφαρμογής σύστημα λειτουργίας πόρτας πάρκινγκ**

Στο NETWORK 1 ενεργοποιούμε αλλά και απενεργοποιούμε το βοηθητικό M0.0 το οποίο είναι η εντολή για να ανοίξει η πόρτα. Αυτό ενεργοποιείται όταν πατηθεί το BUTTON OPEN S1 (I0.0) και η πόρτα είναι σε θέση τελείως κλειστή (ενεργοποιημένος ο τερματικός S4 (I0.3)). Το βοηθητικό M0.0 ενεργοποιείται επίσης όταν πάρει εντολή από το M1.0 το οποίο είναι η διαδικασία αλλαγής κατεύθυνσης μοτέρ για άνοιγμα. Η απενεργοποίηση του βοηθητικού M0.0 γίνεται, είτε όταν πατηθεί το BUTTON STOP S3 (I0.2) είτε έρθει σήμα από τον τερματικό S5 (I0.4) το οποίο σημαίνει ότι η πόρτα έχει ανοίξει τελείως.

Αντίστοιχα στο NETWORK 2 γίνεται η ενεργοποίηση και η απενεργοποίηση του βοηθητικού M0.1, το οποίο είναι η εντολή να κλείσει η πόρτα. Αυτό ενεργοποιείται όταν πατηθεί το BUTTON CLOSE S2 (I0.1) και η πόρτα είναι σε θέση τελείως ανοιχτή (ενεργοποιημένος ο τερματικός S5 (I0.4)). Η απενεργοποίηση του βοηθητικού M0.1 γίνεται, είτε όταν πατηθεί το BUTTON STOP S3 (I0.2) είτε έρθει σήμα από τον τερματικό S4 (I0.3) το οποίο σημαίνει ότι η πόρτα έχει κλείσει τελείως.

Στο NETWORK 3 πραγματοποιείται η ενεργοποίηση της συσκευής φωτισήμανσης H1 (Q0.2). Η φωτεινή φωτισήμανση, αρχικά ενεργοποιείται μέσω μίας κλειστής επαφής του χρονικού T1 και μίας εκ των επαφών M0.0 ή M0.1. Αφού περάσουν τα 5 δευτερόλεπτα, η ενεργοποίηση της φωτεινής φωτισήμανσης γίνεται με την βοήθεια του χρονικού T1 (τύπου S\_ODT), και έτσι επιτυγχάνουμε να αναβοσβήνει για 5 sec, πριν ξεκινήσει η κίνηση της πόρτας. Το χρονικό T1 ενεργοποιείται όταν έρθει ένα από τα δύο βοηθητικά M0.0 ή M0.1. Επειδή το H1 πρέπει να αναβοσβήνει, αυτό επιτυγχάνεται μέσω του M10.5, το οποίο είναι ένα βοηθητικό του οποίου η ενεργοποίηση γίνεται στο NETWORK 6, μέσω του M100.6 το οποίο είναι παλμός 1 Hz (το οποίο το έχουμε ορίσει στην CPU).

Στο NETWORK 4 ενεργοποιούμε το Μοτέρ K1M (Q0.0) μέσω του βοηθητικού M0.0 (εντολή άνοιξε), αφού όμως περάσει χρονικό διάστημα 5 sec (επαφή T1), από την στιγμή που έρθει η εντολή.

Στο NETWORK 5 ενεργοποιούμε το Μοτέρ K2M μέσω του βοηθητικού M0.1 (εντολή κλείσε), αφού όμως περάσει χρονικό διάστημα 5 sec (επαφή T1), από την στιγμή που έρθει η εντολή.

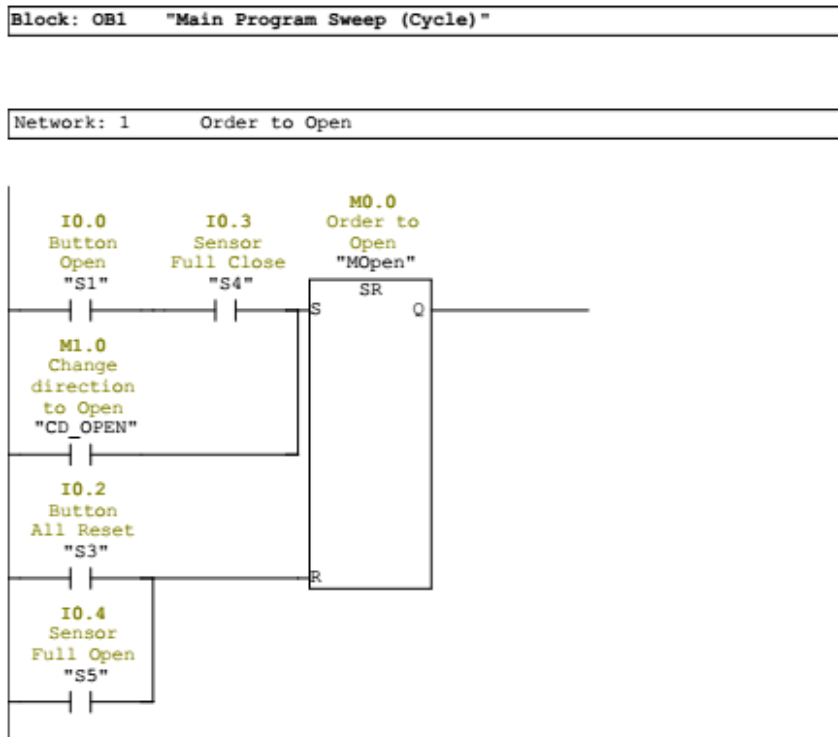


Στο NETWORK 7 γίνεται η ενεργοποίηση του M1.0 (αλλαγή κατεύθυνσης για να ανοίξει) , το οποίο επιτυγχάνεται όταν είναι ενεργοποιημένο M0.1 (να είναι η πόρτα σε κατάσταση κλεισίματος) σε συνδυασμό με το σήμα από το φωτοκύτταρο με ανακλαστήρα S6 (I0.5). Το M1.0 απενεργοποιείται αφότου ενεργοποιηθεί το μοτέρ του άνοιξε (Q0.0) μετά από χρόνο 10 ms του T5.

Ακολουθεί το πρόγραμμα σε γλώσσα LADDER.

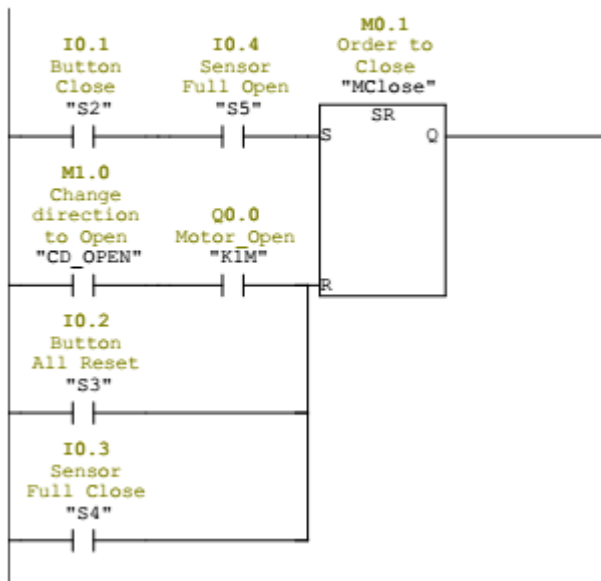
ΣΥΜΒΟΛΟ	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ	ΣΧΟΛΙΟ
BUTTON OPEN S1	I 0.0	BUTTON S1 ΑΝΟΙΓΜΑ ΠΟΡΤΑΣ
BUTTON CLOSE S2	I 0.1	BUTTON S2 ΚΛΕΙΣΙΜΟ ΠΟΡΤΑΣ
BUTTON STOP S3	I 0.2	BUTTON S3 ΣΤΑΜΑΤΗΜΑ
SENSOR S4	I 0.3	ΤΕΡΜΑΤΙΚΟΣ ΤΕΛΕΙΩΣ ΚΛΕΙΣΤΗ
SENSOR S5	I 0.4	ΤΕΡΜΑΤΙΚΟΣ ΤΕΛΕΙΩΣ ΑΝΟΙΧΤΗ
PHOTOCELL S6	I 0.5	ΦΩΤΟΚΥΤ/ΡΟ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΕΜΠΟΔΙΟΥ
K1M	Q0.0	ΜΟΤΕΡ ΑΝΟΙΓΜΑ
K2M	Q0.1	ΜΟΤΕΡ ΚΛΕΙΣΙΜΟ
LAMP H1	Q0.2	ΛΑΜΠΤΗΡΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ Η1

Πίνακας 3 4:Συμβόλων λειτουργίας πόρτας πάρκινγκ

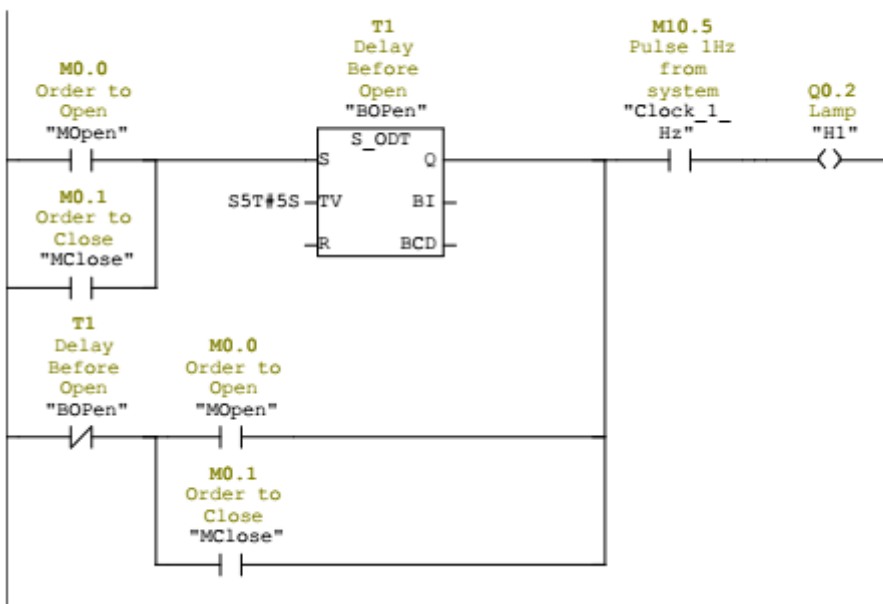


Πρακτικές εφαρμογές αυτοματισμού με PLC και υλοποίηση τους σε γλώσσα STEP 7

Network: 2 Order to Close



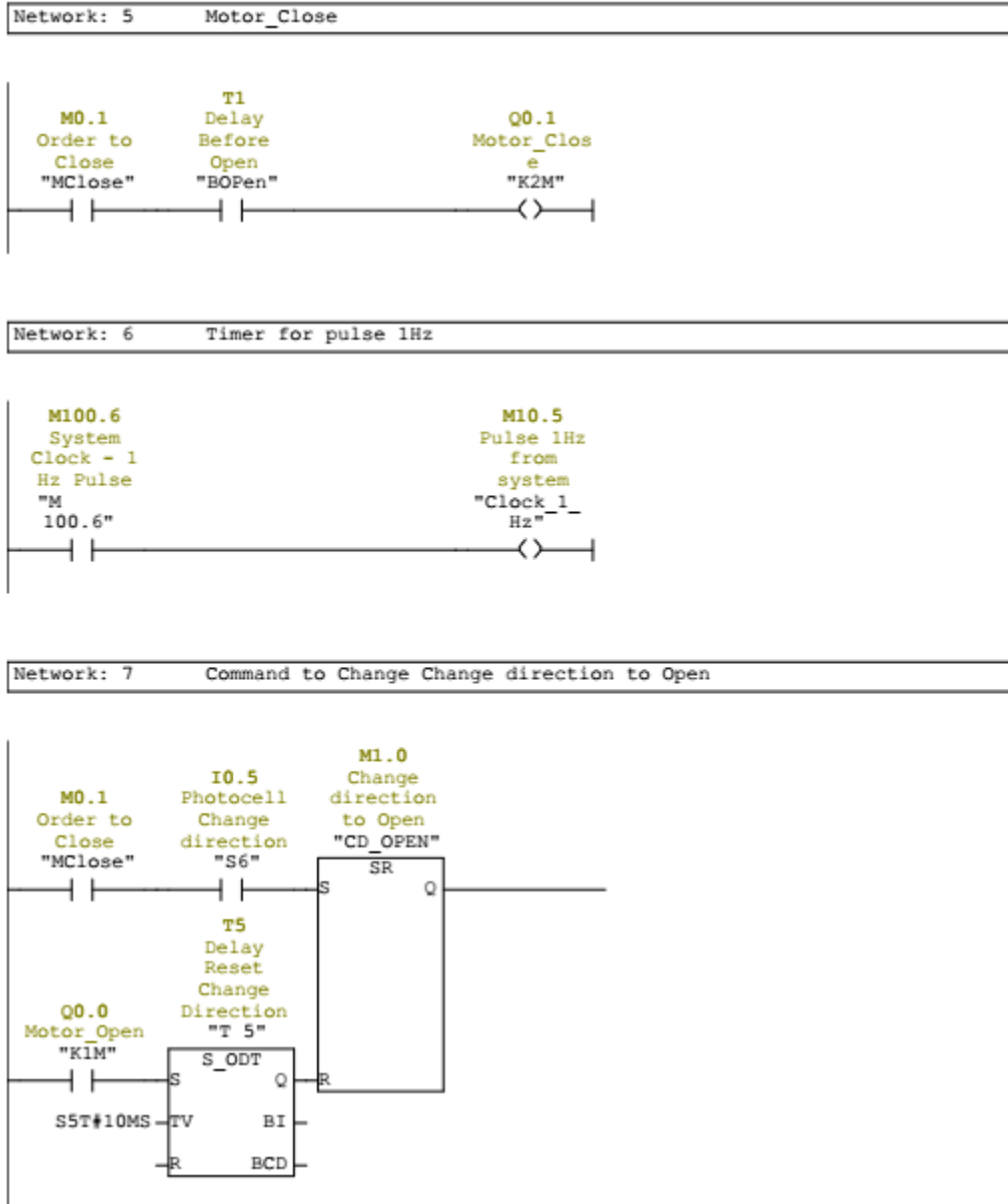
Network: 3 Lamp



Network: 4 Motor\_Open



Πρακτικές εφαρμογές αυτοματισμού με PLC και υλοποίησή τους σε γλώσσα STEP 7



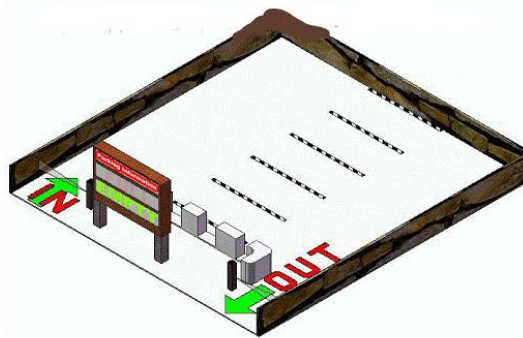
Το πρόγραμμα βρίσκεται στο φάκελο **garazoporta\_program**.

### 3.5. Έλεγχος συστήματος πάρκινγκ 5 αυτοκινήτων

Η εφαρμογή αυτή έχει ως σκοπό τον έλεγχο ενός συστήματος πάρκινγκ για την είσοδο και την έξοδο αυτοκινήτων χωρητικότητας 5 θέσεων.

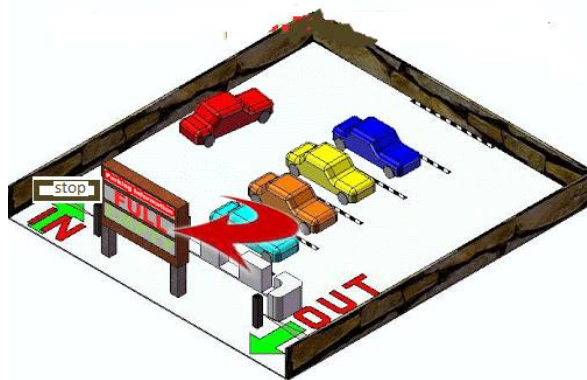
Το σύστημα θα λειτουργεί ως εξής:

Όταν το πάρκινγκ είναι τελείως άδειο (Εικόνα 3.6) ένα φωτοκύτταρο (I0.0) στην είσοδο θα ελέγχει την είσοδο των αυτοκινήτων και αυτόματα δίνει σήμα σε ένα μετρητή να μετράει τον αριθμό των εισερχόμενων οχημάτων. Ταυτόχρονα στην είσοδο του πάρκινγκ υπάρχει μία ηλεκτρονική πινακίδα η οποία ελέγχεται από το PLC που αναγράφει πάρκινγκ «ΑΔΕΙΟ».



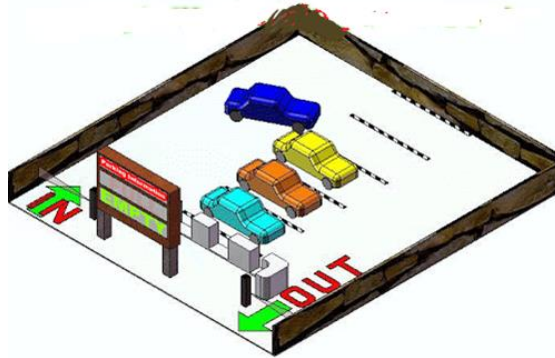
Εικόνα 3.6:Σύστημα πάρκινγκ 5 αυτοκινήτων (Α)

Όταν το παρκινγκ γεμίσει με 5 αυτοκίνητα, αυτόματα αναδύεται μία μπάρα στην είσοδο του πάρκινγκ και ηλεκτρονική πινακίδα αναγραφεί «ΓΕΜΑΤΟ» (Εικόνα 3.7).



Εικόνα 3.7:Σύστημα πάρκινγκ 5 αυτοκινήτων (Β)

Την έξοδο των οχημάτων από το πάρκινγκ αντίστοιχα την ελέγχει ένα άλλο φωτοκύτταρο εξόδου (I0.1), το οποίο δίνει εντολή στον μετρητή να μειώσει κατά 1 τον αριθμό των εισερχόμενων οχημάτων. Αυτόματα η πινακίδα αναγράφει πάρκινγκ «ΑΔΕΙΟ» και η μπάρα κατεβαίνει επιτρέποντας την είσοδο νέων οχημάτων. (Εικόνα 3.8)



Εικόνα 3.8:Σύστημα πάρκινγκ 5 αυτοκινήτων (Γ)

### **Περιγραφή επίλυσης της εφαρμογής συστήματος πάρκινγκ 5 αυτοκινήτων**

Στο NETWORK 1, υπάρχει ο μετρητής COUNTER C1 ο οποίος μετράει τον αριθμό των οχημάτων τα οποία μπαίνουν και βγαίνουν από το χώρο του πάρκινγκ. Όταν τα αυτοκίνητα εισέρχονται στο χώρο του πάρκινγκ, ανιχνεύονται από το φωτοκύτταρο εισόδου S1 (I0.0) και δίνει την εντολή να αυξήσει κατά 1 την τιμή του COUNTER C1. Αντίθετα όταν τα αυτοκίνητα εξέρχονται από το χώρο του parking, ανιχνεύονται από το φωτοκύτταρο εισόδου S2 (I0.1), το οποίο μειώνει κατά 1 την τιμή του COUNTER C1. Η τιμή αυτή του C1 αποθηκεύεται σε ένα MW10.

Στην συνέχεια στο NETWORK 2, με ένα συγκριτή συγκρίνουμε την τιμή του MW10 με τον αριθμό 5, που είναι η μέγιστη χωρητικότητα του πάρκινγκ, και αν αυτό είναι μικρότερο, τότε ενεργοποιείται η έξοδος Q0.1 και έτσι ανάβει η ένδειξη ότι το πάρκινγκ είναι «ΑΔΕΙΟ».

Στο NETWORK 3 αντίστοιχα, πάλι με ένα συγκριτή συγκρίνουμε την τιμή του MW10 με τον αριθμό 5, που είναι η μέγιστη χωρητικότητα του πάρκινγκ, και αν αυτό είναι ίσο ή μεγαλύτερο του 5, τότε ενεργοποιείται η έξοδος Q0.2 και ανάβει η ένδειξη ότι το πάρκινγκ είναι «ΓΕΜΑΤΟ». Επίσης ταυτόχρονα αναδύεται η μπάρα εισόδου (Q0.0), για να αποτρέψει πιθανή είσοδο άλλων οχημάτων στο γεμάτο πάρκινγκ.

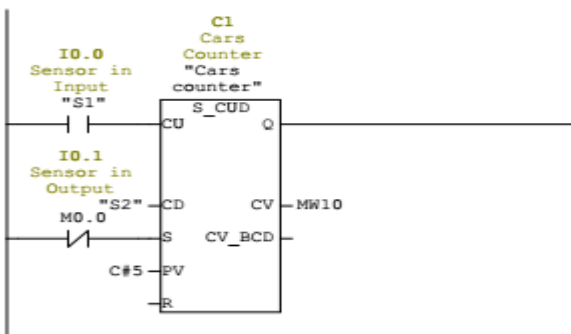
Ακολουθεί το πρόγραμμα σε γλώσσα LADDER.

ΣΥΜΒΟΛΟ	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ	ΣΧΟΛΙΟ
SENSOR S1	I 0.0	ΦΩΤΟΚΥΤ/ΡΟ ΕΙΣΟΔΟΥ S1
SENSOR S2	I 0.1	ΦΩΤΟΚΥΤ/ΡΟ ΕΞΟΔΟΥ S2
BARRIER CLOSED	Q 0.0	ΜΠΑΡΑ ΚΛΕΙΣΙΜΟ ΕΙΣΟΔΟΥ
LAMP FREE	Q 0.1	ΠΙΝΑΚΙΔΑ «ΑΔΕΙΟ»
LAMP CLOD	Q 0.2	ΠΙΝΑΚΙΔΑ «ΓΕΜΑΤΟ»

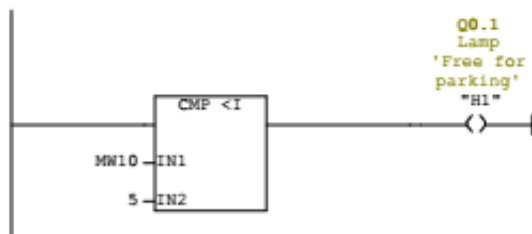
Πίνακας 3 5: Συμβόλων εφαρμογής συστήματος πάρκινγκ 5 Αυτοκινήτων

Block: OB1 "Main Program Sweep (Cycle)"

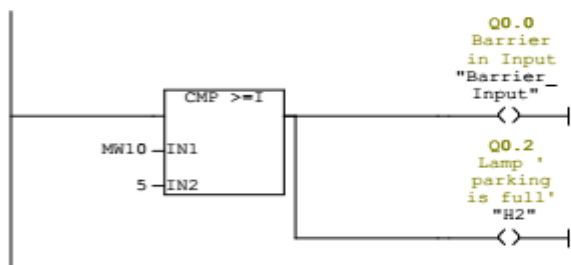
Network: 1 Cars Counter



Network: 2 Barrier in Input



Network: 3 Lamp 'Free for parking'



Το πρόγραμμα βρίσκεται στο φάκελο **parking\_program**.

#### 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μέσα από την εργασία αυτή είδαμε τα βασικά θέματα που σχετίζονται με τα συστήματα αυτόματου ελέγχου και ειδικότερα με τους προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές και πως αυτοί βρίσκουν εφαρμογή σε διάφορους τομείς της ζωής μας.

Οι εταιρίες ανάπτυξης βιομηχανικού υλικού, βλέποντας την αλματώδη ανάπτυξη των PLC στο χώρο της βιομηχανίας, έκαναν αντίστοιχα μεγάλα βήματα, ώστε οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές, να γίνουν πιο προσιτοί στον κόσμο και να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε απλές καθημερινές εφαρμογές.

Η εταιρεία Siemens, η οποία κατέχει σταθερά ένα από τα μεγαλύτερα μερίδια στην αγορά, ανέπτυξε το λογισμικό , Simatic Manager για την σειρά S-7 , το οποίο αποτελεί ένα πολύ καλό εργαλείο για όσους ασχολούνται με τον τομέα του αυτοματισμού .

Εκτός από την βιομηχανία, μπορούμε το λογισμικό αυτό, να το χρησιμοποιήσουμε και για εκπαιδευτικούς σκοπούς, μιας και ο προγραμματισμός των λογικών ελεγκτών δεν περιορίζεται σε βιομηχανική χρήση, αλλά και σε οικιακή.

Στο δεύτερο κεφάλαιο έγινε μία γενική παρουσίαση των PLC της σειράς S-7 της εταιρείας Siemens, του λογισμικού μέσω του οποίου αναπτύσσονται οι εφαρμογές καθώς επίσης και πως με απλά βήματα μπορούμε να δημιουργήσουμε προγράμματα για πρακτικές εφαρμογές αυτοματισμού και να εξοικειωθούμε με το περιβάλλον εργασίας του. Το περιβάλλον του, το οποίο είναι παραθυριακό, είναι σχετικά απλό στην χρήση, ενώ παράλληλα προσφέρει πολλά βοηθήματα προκειμένου κάποιος με βασικές γνώσεις να μπορέσει να δημιουργήσει μία απλή σχετικά εφαρμογή αυτοματισμού.

Έτσι στο τρίτο κεφάλαιο επιλέχθηκαν μερικές απλές πρακτικές εφαρμογές όπως η λειτουργία του απλού φωτεινού σηματοδότη, μίας διαφημιστικής πινακίδας, μίας γκαραζόπορτας, η λειτουργία ενός χώρου πάρκινγκ και μίας δεξαμενής ανάμιξης υγρών , και μέσω της εφαρμογής Simatic Manager STEP 7, έγινε η ανάπτυξη των προγραμμάτων τους.

Μέσω ενός multimedia αρχείου παρουσιάστηκε βήμα προς βήμα όλη η διαδικασία που χρειάζεται να ακολουθηθεί, προκειμένου να δημιουργήσουμε το πρόγραμμα μίας εφαρμογής (πχ. του φωτεινού σηματοδότη), παρουσιάζοντας παράλληλα και

το πολύ χρήσιμο εργαλείο προσομοίωσης PLCSim, προκειμένου να ελέγξουμε την λειτουργία του προγράμματος προσομοιώνοντας την μονάδα του PLC.

Επίσης για την δεύτερη εφαρμογή, η οποία αφορά την λειτουργία μίας διαφημιστικής πινακίδας, δημιουργήθηκε μία απλή κατασκευή που την προσομοιώνει, προκειμένου να συνδεθεί με το PLC “SIMATIC S7-300” της εταιρείας Siemens, και έτσι να δούμε πως πραγματικά γίνεται η σύνδεση των εισόδων και των εξόδων με το PLC, αλλά και η λειτουργικότητά της εφαρμογής σε πραγματικό χρόνο.

Συμπερασματικά θα λέγαμε ότι το STEP 7 είναι ένα πολύ καλό και αξιόπιστο εργαλείο προκειμένου κάποιος να ασχοληθεί με τον προγραμματισμό και την δημιουργία αυτοματισμών μέσω PLC.



## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Μαραντίδης Νικόλαος , Αυτοματισμός με Simatic S7” , Αθήνα 2000
- [2] Αναστασία Βελώνη ,Σταμάτης Αλατσαθανός , “ Βιομηχανική Πληροφορική ”, 2014
- [3] Καψιωχας Παναγιώτης, Παρδαλης Απόστολος, “Εκπόνηση προγράμματος PLC για την αυτοματοποίηση διάταξης ταινιομεταφορέα πνευματικού ρομποτικού βραχίονα για την παλετοποίηση αντικειμένων.” Πτυχιακή εργασία , Τμήμα Μηχανολογίας, ΤΕΙ Σερρών, 2011
- [4] ΣΗΜΕΝΣ ΑΕ, Α&D Τομέας Προϊόντων & Συστημάτων Βιομηχανίας, “Βιομηχανικοί Αυτοματισμοί με plc. Εισαγωγικό εγχειρίδιο & παραδείγματα εφαρμογών Simatic Controllers Siemens”, www.siemens.gr, 2005
- [5] C.T. Jones, “STEP 7 Programming Made Easy in LAD, FBD and STL – A Practical Guide to Programming S7-300/S7-400 Programmable Logic Controllers”, Patrick-Turner Publishing, 2013
- [6] Ιωακείμ Μαμάτας, “Σχεδίαση και υλοποίηση εκπαιδευτικού αναπτύγματος με τη χρήση του PLC S7-200, για την προσομοίωση εφαρμογών αυτοματισμού”, Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής, ΤΕΙ Σερρών, 2015
- [7] Παναγιώτης Ν. Δημητρακόπουλος, Ανάπτυξη εφαρμογών αυτοματισμού με το λογισμικό STEP 7, Πτυχιακή Εργασία, Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστικών Συστημάτων Τ.Ε., ΑΕΙ Πειραιά Τ.Τ. Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών,2016
- [8] Κρανάς Γ., Δασκαλόπουλος Ε, Βιομηχανικοί Αυτοματισμοί και Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές (PLC), Εκδόσεις Ίων., (2001)
- [9] International Electrotechnical Commission, ‘International Standard IEC 61131-3 Programmable Controllers – Part 3: Programming Languages’, edition 2.0, 2003
- [10] Petruzella F, PLC, Εκδόσεις Τζιόλα, Αθήνα, 2000
- [11] Hughes, T., A., “Programmable Controllers - 4th Edition”, ISA Press, 2005
- [12] Kheiralla, A., F., Siddig, O., Elhaj Mokhtar, A., A., Esameldeen M. Abdalla, “Design and Development of a Low Cost Programmable Logic Controller Workbench for Education Purposes”, Proceedings of the International Conference on Engineering Education - ICEE-2007, Coimbra, Portugal,2007
- [13] Πανταζής Ν., Αυτοματισμοί με PLC, Εκδόσεις Σταμούλη Αθήνα, 1998
- [14] Thapa, D., Park, C.M., Dangol, S. and Wang, G.N., ‘III Phase Verification and

Validation of IEC Standard Programmable Logic Controller', CIMCA  
Computational Intelligence for Modelling, Control and Automation, Sydney,  
Australia, 2006

- [15] Μπούτσικας Δημήτριος, "Η χρήση των προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών σε ναυτιλιακές εφαρμογές", Ακαδημία Εμπορικού Ναυτικού Μακεδονίας, Σχολή Μηχανικών, 2014
- [16] Deligiannis, V. and S. Manesis, "On Automata and Industrial Applications with Programmable Logic Controllers: theory and tools", IEEE 12th Mediterranean Conference on Control and Automation MED'04, 2004.
- [17] Dingley A., Programmable Logic Controller, available from  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Programmable\\_logic\\_controller](http://en.wikipedia.org/wiki/Programmable_logic_controller), 2009
- [18] Siemens, "SIMATIC: Programming with STEP 7", Edition 03, 2006
- [19] N. A. PANTAZIS "Programmable logic controllers" "ION" publications, 1992
- [20] N. A. PANTAZIS "Automation using PLC" A. Stamoulis publication 1998
- [21] Αναστασίου Αλέξιος και Μισαηλίδης Λάζαρος, Προστασία και έλεγχος ηλεκτροκινητήρα με χρήση PLC, Πτυχιακή εργασία , ΑΤΕΙ Πειραιά, 2017
- [22] Dickinson, A., Johnson, D.M. "A Low-Cost Programmable Logic Control (PLC) Trainer for Use in a University Agricultural Electricity Course", Journal of Agriculture Technology, Management and Education, Vol.21, 2006
- [23] ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΣ ΤΟΠΟΣ (ΕΚ.ΔΙ.ΤΟ.)  
[http://edume.myds.me/00\\_0070\\_e\\_library/10030/03\\_Automation\\_Books/008/08\\_ch\\_07.pdf](http://edume.myds.me/00_0070_e_library/10030/03_Automation_Books/008/08_ch_07.pdf)
- [24] Ζούλης Ν., Καφετζάκης Π., Σούλτης Γ., Συστήματα Αυτοματισμών Β' Τόμος , 2000
- [25] Siemens , Automation Training , Εκπαίδευση Βιομηχανικών Αυτοματισμών, Σεμινάρια PLC και Scada από την Siemens.
- [26] Hans Berger , Σχεδίαση εφαρμογών αυτοματισμού με τη γλώσσα Step-7 Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές S7-300 / S7-400, 2002
- [27] Edward W. Kamen, "Industrial Controls and Manufacturing", Academic Press, *Ladder Logic Diagrams and PLC Implementations*, Chapter 8, 1999
- [28] Μ. Δροσάκης, "Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές",  
[http://courseware.mech.ntua.gr/ml23194/extras/PLC\\_Lesson1.pdf](http://courseware.mech.ntua.gr/ml23194/extras/PLC_Lesson1.pdf)
- [29] [http://mycourses.ntua.gr/document/goto/?url=%2FChapter\\_4\\_PLC\\_Apps.pdf](http://mycourses.ntua.gr/document/goto/?url=%2FChapter_4_PLC_Apps.pdf)
- [30] W. Bolton, "Programmable Logic Controllers", Fifth Edition, Newnes, 2009