



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Σχεδίαση κεντρικού πίνακα ελέγχου μηχανής συσκευασίας κρουτών με χρήση
Προγραμματιζόμενου Λογικού Ελεγκτή

Design of central control panel for crouton packing machine using Programmable Logic
Controller

ΥΠΟ
ΒΟΥΔΡΙΑΣ ΦΙΛΩΤΑΣ

Πτυχιακή Εργασία

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των απαιτήσεων για
την απόκτηση του Πτυχίου του Τμήματος Συστημάτων Ενέργειας

Λάρισα, 2023

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής Δρ. Στυλιανός Βαγρόπουλος
(Επιβλέπων) Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Συστημάτων
Ενέργειας, Σχολή Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής Δρ. Παπανδριανός Νικόλαος
Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Συστημάτων Ενέργειας, Σχολή
Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τρίτος Εξεταστής Δρ. Νταφόπουλος Βασίλειος
Καθηγητής, Τμήμα Συστημάτων Ενέργειας, Σχολή
Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ

Με το παρόν κείμενο βεβαιώνω ότι ο κάτωθι υπογράφων είμαι συγγραφέας της παρούσης πτυχιακής εργασίας, η οποία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των απαιτήσεων του προγράμματος σπουδών του Τμήματος Συστημάτων Ενέργειας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και η οποία παραδόθηκε, μετά από έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή μου, σε έντυπη και ψηφιακή μορφή στη Γραμματεία του Τμήματος. Επίσης δηλώνω πως κάθε πηγή που χρησιμοποίησα (βιβλιογραφία, αρθρογραφία, δακτυλογραφία), για την υποστήριξη των υποθέσεων της μελέτης και της ερευνάς μου, είναι πλήρως συμβατή με τα ακολουθούμενα επιστημονικά πρότυπα και, επιπλέον, αναφέρεται ρητά, υπό μορφή αναφοράς-παραπομπής, σε όλο το φάσμα κειμένων της παρούσης εργασίας. Το αυτό ισχύει για τη χρήση δευτερογενών δεδομένων (πινάκων, διαγραμμάτων και εικόνων), ιδεών και λέξεων, τα οποία και αναφέρονται είτε ακριβώς όπως υπάρχουν στις πηγές είτε μεθερμηνεύονται από εμένα.

ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΟΥΔΡΙΑΣ
ΟΝΟΜΑ	ΦΙΛΩΤΑΣ
ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ	2919032
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	14/06/23
ΥΠΟΓΡΑΦΗ	

ΒΟΥΔΡΙΑΣ ΦΙΛΩΤΑΣ © 2023

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Συστημάτων Ενέργειας της Σχολής Τεχνολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο αυτοματισμός ξεκίνησε στα αρχαία χρόνια και γενικότερα στην ελληνιστική εποχή. Τεχνολογίες όπως το υδραυλικό ρολόι του Αρχιμήδη αποτέλεσαν τους πρώτους αυτοματισμούς παγκοσμίως. Ο αυτόματος έλεγχος και η εφαρμογή της ανάδρασης ήταν θεμελιώδους σημασίας για την ανάπτυξη του αυτοματισμού. Η ανάδραση είναι ένας μηχανισμός όπου η έξοδος ενός συστήματος επηρεάζει την είσοδό του, επιτρέποντας το σύστημα να προσαρμόζεται και να διορθώνει την επίδοσή του. Αυτό οδήγησε στην ανάγκη για ακριβή μέτρηση του χρόνου, καθώς η ακρίβεια και η ταχύτητα αποτελούν κρίσιμες παραμέτρους για τη λειτουργία των αυτοματοποιημένων συστημάτων.

Στην παρούσα εργασία θα αναλυθεί ο τομέας του αυτοματισμού κυρίως σε θέματα που αφορούν τους Προγραμματιζόμενους Λογικούς Ελεγκτές (γνωστοί και ως PLC). Πιο συγκεκριμένα θα γίνει αναφορά στην δομή του PLC, στην εξελικτική του πορεία καθώς και σε έναν από τους τρεις γνωστούς τρόπους προγραμματισμού μιας κεντρικής μονάδας ελέγχου.

Το βασικότερο κομμάτι της πτυχιακής είναι το τελευταίο κεφάλαιο στο οποίο παρουσιάζεται η κατασκευή ενός πίνακα αυτοματισμού τόσο σε θεωρητικό όσο και πραγματικό (κατασκευαστικό) επίπεδο. Ο αναγνώστης θα έχει την ευκαιρία να παρακολουθήσει το προγραμματισμό και τα βήματα κατασκευής ενός πίνακα αυτοματισμού για μία πραγματική συσκευαστική μηχανή η οποία προορίζεται για τη συσκευασία κρουτών. Θα γίνει η ανάλυση των φυσικών κινήσεων της μηχανής, η προετοιμασία για το διάγραμμα ροής, και ο προγραμματισμός του ελεγκτή σε γλώσσα LADDER. Θα παρουσιαστούν επίσης τα παρελκόμενα ηλεκτρολογικά στοιχεία που θα χρειαστεί ο πίνακας αυτοματισμού, η μέθοδος κατασκευής του ηλεκτρολογικού σχεδίου και το τελικό κόστος του πίνακα. Σκοπός της πτυχιακής εργασίας είναι να προσφέρει σε έναν αναγνώστη με βασικές ηλεκτρολογικές και προγραμματιστικές γνώσεις μια πρώτη ιδέα του αντικειμένου του βιομηχανικού αυτοματισμού.

Η κατασκευή του πίνακα αυτοματισμού αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της πτυχιακής εργασίας.

Summary

Automation began in ancient times and more generally in the Hellenistic era. Technologies such as Archimedes' hydraulic clock were among the first automations ever to exist in the world. Automatic control and the application of feedback were fundamental to the development of automation. Feedback is a mechanism where the output of a system affects its input, allowing the system to adapt and correct its performance. This led to the need for accurate time measurement, as accuracy and speed are critical parameters for the operation of automated systems.

In this work, the field of automation will be analyzed mainly in matters related to PLCs. More specifically, the structure of the PLC will be analyzed and its evolution through time will be described, followed by the description of one of the three popular ways of programming PLC units .

The key part of the thesis is the last chapter in which the construction of an automation unit is presented both on a theoretical and a practical level (construction). The reader will have the opportunity to follow the programming but also the construction phase of an automation panel for a packaging machine for a real-world application of crouton packaging. The analysis of the physical movements of the machine will be carried out, together with the preparation for the flow chart and its programming in LADDER language. The additional electrical components that required for the automation board and the cost analysis of panel will be presented. The purpose of the thesis is to offer to a reader with basic electrical and programming knowledge a first insight into the field of automation.

The construction of the automation board is an integral part of the thesis.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1 – Ανάλυση Προγραμματιζόμενων Λογικών Ελεγκτών

1.1 Αυτοματισμοί των PLC.....	9
1.2 Δομή Προγραμματιζόμενων Λογικών Ελεγκτών	
1.2.1 Κεντρική μονάδα (CPU).....	11
1.2.2 Μη πτητικές μνήμες.....	11
1.2.3 Πτητικές μνήμες.....	13
1.2.4 Μονάδες εισόδου εξόδου.....	14
1.2.4.1.Μονάδα εισόδων.....	14
1.2.4.2 Μονάδα εξόδων.....	15
1.2.5 Τροφοδοτικό.....	16
1.2.6Το πλαίσιο στήριξης μονάδων	16
1.2.7 Βοηθητικές μονάδες.....	17
1.2.8 Θύρα επικοινωνίας.....	17
1.2.9 Συσκευή προγραμματισμού.....	17
1.3 Τύποι PLC.....	19
1.3.1 Compact PLC.....	19
1.3.2 Modular PLC.....	19

Κεφάλαιο 2 – Προγραμματισμός Προγραμματιζόμενων Λογικών Ελεγκτών

2.1Προσπέλαση προγράμματος.....	21
2.2Μέθοδοι προσπέλασης προγράμματος.....	21
2.3Δομή προγράμματος.....	22
2.4Τύποι μπλοκ.....	22
2.5Γλώσσες προγραμματισμού.....	22

2.6 Σχέδιο επαφών Ladder Diagram(LAD) ή γλώσσα ηλεκτρολογικών γραφικών.....	23
Κεφάλαιο 3- Σχεδίαση κεντρικού πίνακα ελέγχου μηχανής συσκευασίας κρουτών με χρήση Προγραμματιζόμενου Λογικού Ελεγκτή	
3.1 THE STEPS OF THE CIRCLES.....	32
3.2 Προετοιμασία στο διάγραμμα ροής καθώς και η γραφή του κώδικα για το plc.....	34

Κατάλογος Εικόνων

- Εικόνα 1. Δομή του PLC <https://docplayer.gr/6209342-Foititis-akridas-antonios-a-m-11606.html>
- Εικόνα 2. Ρομπότ αυτοματισμού με μονάδα PLC
<https://images.app.goo.gl/Dp1zcNbnkp9ztvWc8>
- Εικόνα 3. EPROM <https://images.app.goo.gl/JMBRqW6Yadved5>
- Εικόνα 4. EEPROM <https://images.app.goo.gl/3Zo16Rgu5wuhwsEA8>
- Εικόνα 5. Βασικό PLC και μονάδα επέκτασης <https://docplayer.gr/6209342-Foititis-akridas-antonios-a-m-11606.html>
- Εικόνα 6. Πλαίσια στήριξης μονάδων
<https://images.app.goo.gl/CnXjseN8kwm7BCV19>
- Εικόνα 7. Συσκευή προγραμματισμού χειρός
<https://images.app.goo.gl/FBNvFjT1PEVPZ6RU7>
- Εικόνα 8. Υπολογιστής ως συσκευή προγραμματισμού PLC
<https://docplayer.gr/6209342-Foititis-akridas-antonios-a-m-11606.html>
- Εικόνα 9. Compact PLC <https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQOmpJvwqVavbl-WOnoU2Ies-Bm90YgLvBRj6vs9uSZ3EbabOMw>
- Εικόνα 10. Modular <https://docplayer.gr/6209342-Foititis-akridas-antonios-a-m-11606.html>
- Εικόνα 11. Compact <https://docplayer.gr/6209342-Foititis-akridas-antonios-a-m-11606.html>
- Εικόνα 12. Modular <https://docplayer.gr/6209342-Foititis-akridas-antonios-a-m-11606.html>
- Εικόνα 13. Βασικές υποομάδες ενός επεκτάσιμου P.L.C <https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQr9weijnfTxmt2oIJYqP4MmOe0Ty9rGpaOT3Z4ULdjZmoCKGhD>
- Εικόνα 14. Πρόγραμμα σε γλώσσα Ladder, απλός αυτόματος διακόπτης PLC
<https://docplayer.gr/6209342-Foititis-akridas-antonios-a-m-11606.html>

Εικόνα 15. Μετάφραση από ηλεκτρολογικό σχέδιο σε γλώσσα LADDER PLC

<https://docplayer.gr/6209342-Foititis-akridas-antonios-a-m-11606.html>

Εικόνα 16. LOGO Siemens με επεκτάσιμη κάρτα εισόδων/εξόδων.

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fnew.siemens.com%2Fglobal%2Fen%2Fproducts%2Fautomation%2Fsystems%2Findustrial%2Fplc%2Flogo%2Flogo-basic-modules.html&psig=AOvVaw2v68h2qK-QefTX626yy6OR&ust=1686233836549000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjRxqFwoTCJCeh9mssf8CFQAAAAAdAAAAABAE>

Εικόνα 17. Συσκευαστική

Εικόνα 18. Συσκευαστική εσωτερικά

Εικόνα 19. Βραχίονας συγκόλλησης

Εικόνα 20. Συσκευαστικό φιλμ

Εικόνα 21. Μεταφορική ταινία

Εικόνα 22. Μαχαίρι

Εικόνα 24. Το πρόγραμμα σε γλώσσα Ladder που κατασκευάσαμε

Εικόνα 25. Διάγραμμα ροής

Εικόνα 26. ΥΠΟ κατασκευή Πίνακας

Εικόνα 27. Ολοκληρωμένος Πίνακας

Εικόνα 28. Mini relay <https://images.app.goo.gl/RdxorSckZFBbmbJh8>

Εικόνα 29. Θερμομαγνητικό <https://images.app.goo.gl/d8a23hfxvaqUPTsJA>

Εικόνα 30. Πρίζα Πίνακα Σούκου <https://images.app.goo.gl/kkkS3UeAsjHZF9bf6>

Εικόνα 31. ΔΔΕ <https://images.app.goo.gl/wiSTyyCNGLjCvens8>

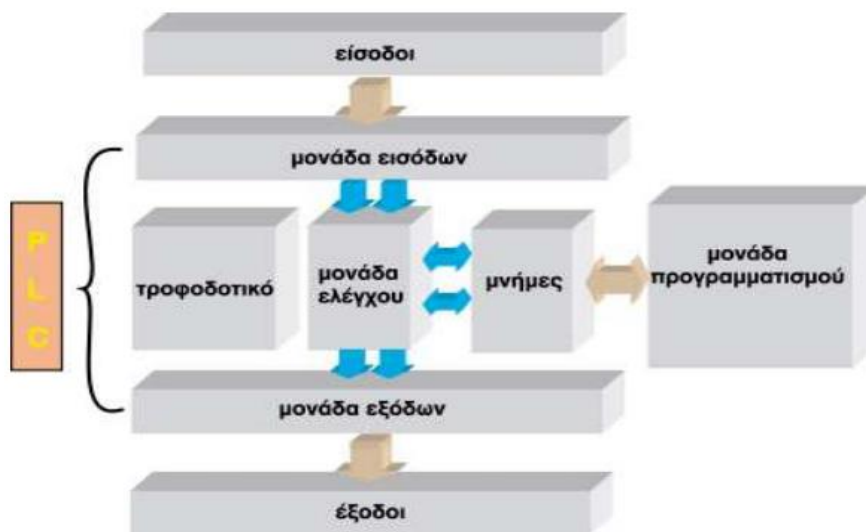
Εικόνα 32. Inverter Toshiba <https://images.app.goo.gl/giEhD5rjST3xtinv7>

Εικόνα 33. Χρονικό schneider <https://images.app.goo.gl/qwedNRzqJMK2BjLk9>

Εικόνα 34. Τροφοδοτικό <https://images.app.goo.gl/WXoo9uoEG4UiMtoJ6>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Ο Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής (PLC) αναλαμβάνει το ρόλο των βοηθητικών ηλεκτρονικών, των χρονικών μηχανισμών και των απαριθμητών που αναφέρονται στον πίνακα του κλασικού αυτοματισμού. Το PLC επιτρέπει τον **"προγραμματισμό" της λειτουργίας του αυτοματισμού** με τη χρήση μιας ειδικής συσκευής (προγραμματιστή) ή ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή με ειδικό λογισμικό. Συγκεκριμένα ο αλγόριθμος του PLC καθορίζει τον συνδυασμό εξόδων με βάση τις εισόδους που διαθέτει. Ωστόσο, η κύρια διαφορά του PLC με τον κλασικό πίνακα αυτοματισμού είναι ότι οι «κανόνες» που καθορίζουν τη συμπεριφορά των εξόδων δεν είναι σταθεροί και προγραμματισμένοι κατά την καλωδίωση. Υπάρχει δυνατότητα τροποποίησης στο πρόγραμμα του PLC, χωρίς καμία επίπτωση στο υλικό του συστήματος. Αυτό σημαίνει ότι το πρόγραμμα που ενσωματώνεται στο PLC είναι απολυτός τροποποιήσιμο, αποτελώντας την καταλληλότερη λύση για πολύπλοκες και συχνά μεταβαλλόμενες επεξεργασίες [1].



Εικ.1.Δομή του PLC

Μέγεθος των PLC:

- Μικρά: μονάδες μέχρι 128 I/O (είσοδοι/έξοδοι) και μνήμες μέχρι 2Kbytes
- Μεσαία: μονάδες μέχρι 2048 I/O και μνήμη μέχρι 32Kbytes, με δυνατότητα προσθήκης επιπλέον ειδικών μονάδων I/O, αναλογικών ή ψηφιακών.
- Μεγάλοι: μονάδες μέχρι 16000 I/O και μνήμη μέχρι 2Mbytes [1].

1.1 Αυτοματισμοί των PLC

Ο αυτοματισμός έχει πολύπλευρη διάσταση. Οι εφαρμογές του είναι πολυάριθμες σε κάθε τεχνολογική περιοχή. Ο αυτοματισμός βρίσκεται στην καθημερινότητά μας, για παράδειγμα ο θερμοσίφωνας λειτουργεί με σύστημα αυτόματου ελέγχου, όπως και η φρυγανιέρα καθώς και ο αυτόματος βραστήρας. Πάρα πολλές εφαρμογές του αυτοματισμού υφίσταται σε κάθε σύγχρονη τεχνική εγκατάσταση, σε βιομηχανικές και οικιακές ζώνες. Η βιομηχανία αναπτύχθηκε ταυτόχρονα με τις διάφορες τεχνολογικές επιτυχίες στις αρχές του περασμένου αιώνα, όταν οι αυτόματες συσκευές αντικατέστησαν σε μεγάλο βαθμό την ανθρώπινη εργασία. Η ανάγκη για συνεχή παραγωγή και μεγαλύτερη ακρίβεια στην παραγωγή των προϊόντων απαιτούσε την εφαρμογή μεθόδων αυτοματισμού. Κάπως έτσι η λειτουργία των βιομηχανικών διαδικασιών συνεχούς λειτουργίας συνδέθηκε άμεσα με την πρόοδο της τεχνολογίας του βιομηχανικού αυτοματισμού. Στην πρώιμη περίοδο, ο έλεγχος και η εποπτεία της παραγωγής εξακολουθούσαν να εξαρτώνται αποκλειστικά από την παρουσία ανθρώπων. Έτσι χρειαζόταν μία ώθηση στην παραγωγή οργάνων και συσκευών ελέγχου [1].



Εικ.2.Ρομπότ αυτοματισμού με μονάδα PLC

1.2 Δομή Προγραμματιζόμενων Λογικών Ελεγκτών

1.2.1 Κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU)

Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας (Central Processing Unit-CPU) έχει ακριβώς την ίδια δομή με τη CPU ενός ψηφιακού ηλεκτρονικού υπολογιστή. Αποτελεί ουσιαστικά έναν μικροεπεξεργαστή ο οποίος δέχεται ψηφιακά σήματα από τις εισόδους, τα οποία επεξεργάζεται και βάση αυτών εκτελεί εντολές οι οποίες είναι αποθηκευμένες στη μνήμη. Η CPU ελέγχει εάν στις εισόδους υπάρχει τάση ή όχι, επεξεργάζεται τις εντολές του προγράμματος και εξαναγκάζει τις εξόδους να διεγερθούν ενεργοποιώντας / απενεργοποιώντας διάφορα στοιχεία όπως ρελέ και βαλβίδες που βρίσκονται συνδεδεμένα σε αυτές [1]. Τα υλικά που τοποθετούνται πάνω στην πλακέτα της CPU πρέπει να είναι άριστης ποιότητας καθώς και να είναι ανθεκτικά σε κραδασμούς και υψηλές θερμοκρασίες.

Η CPU πραγματοποιεί πολλαπλές βασικές λειτουργίες:

- Διάβασμα, ερμηνεία και εκτέλεση, με τη σωστή διαδοχή, των οδηγιών που περιέχονται στην μνήμη.
- Έλεγχο του πρωτοκόλλου επικοινωνίας που έχουμε καθορίσει στο σύστημά μας.
- Αποθήκευση των πληροφοριών
- Εκτέλεση αριθμητικών πράξεων

Αυτό που πρέπει να τονίσουμε είναι ότι τα δεδομένα εισόδου μιας CPU από ένα PLC είναι δυαδικής μορφής και γι' αυτό λέμε συνήθως ότι τα PLC επεξεργάζονται ένα bit, όμως υπάρχει δυνατότητα επεξεργασίας πολλαπλών bits. Η ταχύτητα με την οποία διαβάζεται μία καταχώρηση (ολόκληρη μνήμη) έχει σταθερή ταχύτητα κι υπολογίζεται περίπου στα 10 με 20 χιλιοστά του δευτερολέπτου. Χρειάζονται μόλις 20 χιλιοστά του δευτερολέπτου για την ανάγνωση ενός κύκλου προγράμματος, επομένως σε ένα δευτερόλεπτο εκτελούνται 50 κύκλοι προγράμματος [1].

1.2.2 Μη πτητικές μνήμες

Τέτοιου είδους μνήμες είναι ικανές να διατηρήσουν τις πληροφορίες τους ακόμα και όταν η ενέργεια που τις τροφοδοτεί διακοπεί απότομα ή με πρόθεση. Συνήθως, οι μη πτητικές μνήμες είναι αμετάβλητες, αλλά ορισμένοι κατασκευαστές προωθούν στο εμπόριο ειδικούς τύπους μνημών στους οποίους οι αποθηκευμένες πληροφορίες μπορούν να τροποποιηθούν [1].

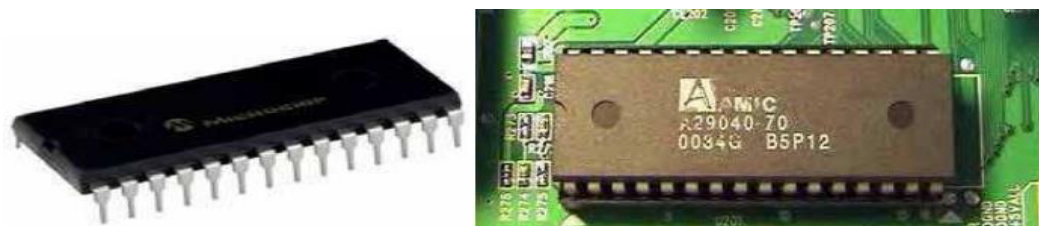
- Η μνήμη **ROM** (Read-Only Memory), είναι μια μορφή μνήμης που περιέχει πληροφορίες που δεν μπορούν να αλλάξουν. Η μνήμη αυτή δημιουργείται από τον κατασκευαστή και περιλαμβάνει δεδομένα που προορίζονται για εσωτερική χρήση και λειτουργία του PLC [1].
- Η μνήμη **PROM** (Programmable Read Only Memory) είναι ένας ειδικός τύπος μνήμης ROM που είναι μόνο για ανάγνωση και δεν μπορεί να αλλάξει τα περιεχόμενά της μετά την κατασκευή, όπως και οι άλλοι τύποι ROM. Η μνήμη PROM μπορεί να προγραμματιστεί μόνο μία φορά και αυτό γίνεται από τον κατασκευαστή. Ελάχιστα PLC χρησιμοποιούν τη μνήμη PROM για τη μνήμη προγράμματος [1].
- Η μνήμη **EPROM** (Erasable Programmable Read Only Memory) είναι μια ειδική μορφή προγραμματιζόμενης μνήμης PROM, η οποία μπορεί να επαναπρογραμματιστεί μετά από πλήρη διαγραφή χρησιμοποιώντας υπεριώδες φως. Η EPROM, η οποία είναι γνωστή και ως Υπεριώδης Προγραμματιζόμενη Μνήμη (UV PROM), περιλαμβάνει ένα παράθυρο από διοξείδιο του πυριτίου πάνω από το τσιπ πυριτίου. Συνήθως, το παράθυρο αυτό είναι επικαλυμμένο με ένα αδιαφανές υλικό. Όταν αφαιρεθεί το αδιαφανές υλικό και το κύκλωμα εκτεθεί σε υπεριώδες φως για περίπου 20 λεπτά, το περιεχόμενο της μνήμης διαγράφεται [1].



Εικ.3.EPROM

- Η μνήμη **EEPROM** (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) είναι μια μορφή μνήμης που μπορεί να περιέχει και να αποθηκεύει δεδομένα και είναι ευκολά προγραμματιζόμενη και πρόσβασιμη. Αντίθετα με την κανονική μνήμη ROM, η οποία είναι μόνο για ανάγνωση, η μνήμη EEPROM μπορεί να διαγραφεί ηλεκτρονικά και να γραφτούν νέα δεδομένα πάνω της. Αυτή η διαγραφή γίνεται με ηλεκτρικούς τρόπους και όχι με τη χρήση υπεριώδους φωτός. Η EEPROM είναι μια περιοχή για τη

μόνιμη αποθήκευση προγραμμάτων, καθώς παρέχει ευκολία στην αλλαγή και την ενημέρωση του αρχείου [1].



Εικ.4.EEPROM

- Η μνήμη **FEPRM** (Flash Erasable PROM: PROM) είναι προαιρετικός τύπος μνήμης που μπορεί να σβηστεί ηλεκτρονικά. Σε αυτή μπορεί να αποθηκευτεί το πρόγραμμα αφού πάρει την τελική του μορφή απελευθερώνοντας έτσι τη μνήμη RAM [1].

1.2.3 Πτητικές μνήμες

Οι πτητικές μνήμες δεν μπορούν να διατηρήσουν τα δεδομένα τους όταν διακοπεί η τροφοδοσία τους. Ένα παράδειγμα τέτοιας μνήμης είναι η RAM. Αυτές οι μνήμες είναι ικανές να αποθηκεύουν και να ανακτούν πληροφορίες όπως προγράμματα, μετρήσεις, χρονικά στοιχεία και κατάσταση εισόδων-εξόδων. Οι πληροφορίες αποθηκεύονται σε διακριτές περιοχές επεξεργασίας της μνήμης. Οι κύριες περιοχές είναι οι κάτωθι:

- Αναφέρεται σε μια μνήμη περιοχή όπου αποθηκεύονται οι καταστάσεις των εισόδων και των εξόδων. Αυτή η περιοχή ονομάζεται «εικόνα εισόδου» για τις εισόδους και «εικόνα εξόδου» για τις εξόδους
- Περιοχή μνήμης όπου αποθηκεύονται οι ενδιάμεσες πληροφορίες που αφορούν τη λειτουργία του αυτοματισμού.
- Περιοχή μνήμης των χρονικών.
- Περιοχή μνήμης των απαριθμητών.
- Περιοχή μνήμης όπου αποθηκεύονται τα προγράμματα του χρήστη, δηλαδή τα προγράμματα που πραγματοποιούν ένα συγκεκριμένο αυτοματισμό.

Κατά την λειτουργία του προγραμματιζόμενου ελεγκτή, η πληροφορία που αποθηκεύεται στη μνήμη RAM μπορεί να αλλάξει πολλές φορές. Η μνήμη RAM δεν μπορεί να διατηρήσει τα δεδομένα της όταν διακοπεί η παροχή τροφοδοσίας της. Για αυτόν τον λόγο, προστατεύεται από μια μπαταρία. Οι μνήμες CMOS-RAM έχουν χαμηλή κατανάλωση ισχύος και μπορούν να διατηρήσουν τα δεδομένα τους για μεγάλο χρονικό διάστημα υπό την τροφοδοσία μιας μπαταρίας [1].

1.2.4 Μονάδες εισόδου – εξόδου

Οι είσοδοι και έξοδοι λειτουργούν ως μονάδες επικοινωνίας της κεντρικής μονάδας και έχουν άμεση επαφή με τους αισθητήρες, τους διακόπτες και τα μπουτον. Αυτές οι μονάδες μεταφέρουν τις πληροφορίες στην κεντρική μονάδα και επίσης επικοινωνούν με τα ρελέ ισχύος των κινητήρων, τις ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες, τις ενδεικτικές λυχνίες και γενικά τους αποδέκτες που εκτελούν τις εντολές που δίνει η κεντρική μονάδα [1].

Οι αισθητήρες της παραγωγικής διαδικασίας επικοινωνούν με τις μονάδες εισόδου μέσω καλωδίων που συνδέονται με τους ακροδέκτες των εισαγωγικών μονάδων. Αντίστοιχα, τα καλώδια που οδηγούν προς τους ενεργοποιητές συνδέονται στους ακροδέκτες των εξαγωγικών μονάδων [1].

Το PLC αντιλαμβάνεται εάν ένα αισθητήριο είναι ανοιχτό ή κλειστό με το αν υπάρχει τάση στην αντίστοιχη κλέμα εισόδου. Μπορεί να εμφανίσει τάση από το ίδιο το πρόγραμμα το οποίο έχουμε εγκαταστήσει στην μνήμη, (π.χ. μία πνευματική βαλβίδα να αλλάξει κατάσταση). Η τάση αυτή μπορεί να παρέχεται είτε από τη μονάδα είτε από κάποιο τροφοδοτικό. Γενικότερα, οι τάσεις αυτές είναι πολύ χαμηλές, συνήθως 0 V και 5 V. Αυτό συμβαίνει γιατί τα σήματα είναι ψηφιακά και στα 0 V έχουμε το λογικό μηδέν ενώ στα 5 V έχουμε το λογικό ένα. Υπάρχουν ειδικές κατηγορίες ή επεκτάσιμες κάρτες οι οποίες μπορούν να δεχτούν και αναλογικά σήματα. Η τάση της εισόδου είναι διαφορετική με αυτή της εξόδου [1].

1.2.4.1 Μονάδα εισόδων

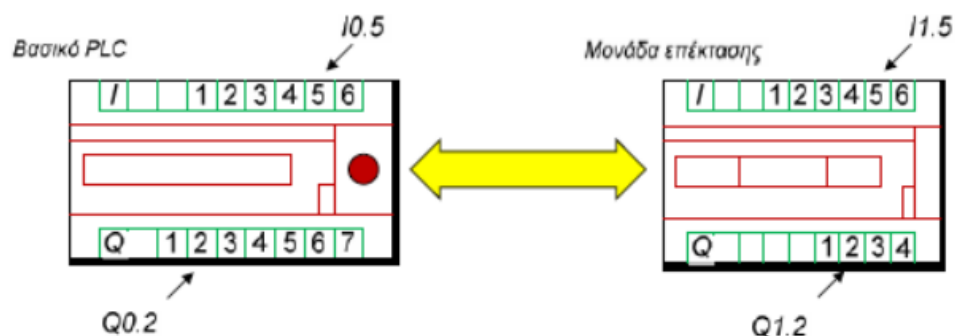
Η λειτουργία της μονάδας λαμβάνει σήματα από διάφορες συσκευές εισόδου ο επεξεργαστής αναγνωρίζει τα σήματα και τα προσαρμόζει σε αυτά. Κάθε ακροδέκτης, κάθε είσοδος διαθέτει μια μοναδική ταυτότητα, είτε αριθμητική είτε ονομαστική, σχεδιάστηκε μοναδικά ώστε να μην συγχέεται με άλλο στοιχείο. Ο κατασκευαστής καθορίζει τη διεύθυνση, οι είσοδοι έχουν επικρατήσει με το γράμμα I (Input). Πάντα ακολουθούν αμέσως μετά τα νούμερα, αναφέρουν τον αριθμό της βασικής μονάδας ή της επέκτασης και τον αριθμό της εισόδου αντίστοιχα. Μπορούν να συνδεθούν μπουτόν, αισθητήρες και γενικά διακόπτες όπου αλλάζουν κατάσταση λόγω εξωτερικών γεγονότων ή μεταβολής σε φυσικά μεγέθη. Ένας ελεγκτής PLC μπορεί να έχει διάφορες μονάδες εισόδου, οι οποίες περιέχουν ψηφιακές εισόδους σε διαφορετικά πλήθη, όπως 4, 8, 16 ή 32. Ωστόσο, ο ακριβής αριθμός των αναλογικών εισόδων που

μπορεί να υποστηρίξει ο ελεγκτής προσδιορίζεται από τον κατασκευαστή και μπορεί να διαφέρει μεταξύ εταιρειών, ακόμη και μεταξύ διαφορετικών μοντέλων της ίδιας εταιρείας [1].

1.2.4.2 Μονάδα εξόδων

Η λειτουργία της μονάδας είναι να μεταφέρει τα σήματα εξόδου από τον επεξεργαστή. Τα διάφορα υπό έλεγχο φορτία συνδέονται στους ακροδέκτες εξόδου. Κάθε ακροδέκτης έχει όνομα μιας εξόδου και καθορίζεται από τη διεύθυνση της που είναι μοναδική. Για να στείλει σήμα σε μια από της συσκευές εξόδου, ο ελεγκτής πρέπει να δει τις εξόδους που προκύπτουν από τις λογικές καταστάσεις των εισόδων σε συνδυασμό με το πρόγραμμα που δίνει τις τελικές εντολές. Ο συμβολισμός των εξόδων με το γράμμα Q έχει επικρατήσει τα τελευταία χρόνια. Το νούμερο αμέσως μετά, δείχνει τον αριθμό της βάσης ή της προέκτασης και το τελευταίο νούμερο τον αριθμό της εξόδου [1].

Οι εξωτερικές συσκευές εξόδου διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: ψηφιακές και αναλογικές. Οι τυπικές τιμές τάσης για τις ψηφιακές εξόδους είναι 24V DC, 115V AC και 220V AC. Από την άλλη, όταν λαμβάνουμε σήματα από μια μονάδα αναλογικών εξόδων, τα ηλεκτρικά σήματα που παίρνουμε είναι συνήθως σε μορφή τάσης από -10 V έως +10 V ή από 0 V έως 10 V, ενώ μπορεί επίσης να είναι σε μορφή ρεύματος από 0 mA έως 20 mA. Όσον αφορά το PLC, αυτό περιλαμβάνει έναν προκαθορισμένο αριθμό μονάδων εισόδων και εξόδων. Ο αριθμός αυτός καθορίζεται από τον κατασκευαστή του συγκεκριμένου PLC [1].



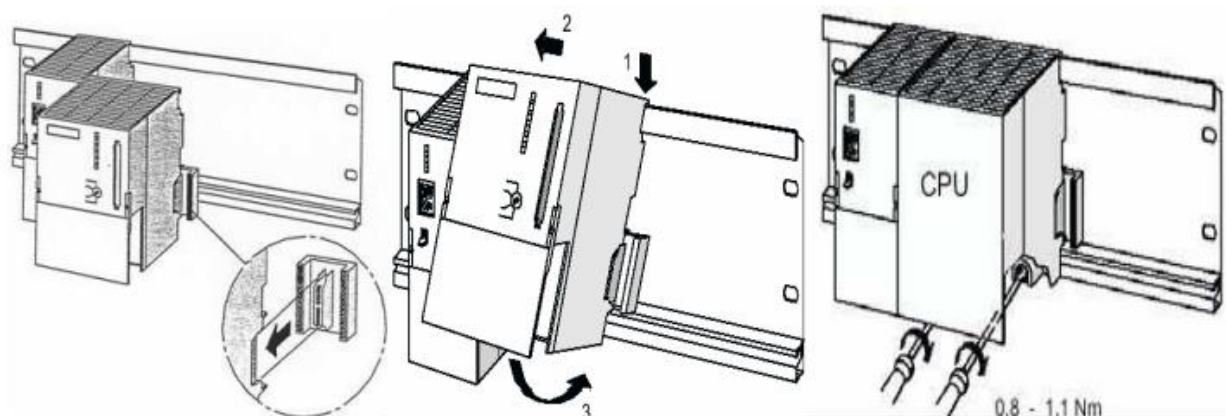
Εικ.5. Βασικό PLC και μονάδα επέκτασης

1.2.5 Τροφοδοτικό

Η μονάδα τροφοδοσίας (power supply) έχει ως στόχο να παρέχει τις απαιτούμενες εσωτερικές τάσεις τροφοδοσίας για τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα (όπως τρανζίστορ, ολοκληρωμένα κυκλώματα κ.λπ.) που συνθέτουν ένα PLC. Οι σύνηθες εσωτερικές τάσεις που αναφέρονται είναι 5V DC, 9V DC και 24V DC. Σε ορισμένα μοντέλα PLC, όταν το PLC δεν λαμβάνει τροφοδοσία από το δίκτυο, η μονάδα τροφοδοσίας διατηρεί τη μνήμη του PLC μέσω μιας μπαταρίας (συνήθως λιθίου) που διαθέτει. Σε άλλα μοντέλα η προαναφερθείσα μπαταρία βρίσκεται στην Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας. Στις σύγχρονες εφαρμογές, η τάση 24V DC έχει γίνει καθιερωμένη για το βοηθητικό κύκλωμα, ενώ στο παρελθόν γινόταν και χρήση άλλων τάσεων όπως τα 44V και 64V DC [1].

1.2.6 Το πλαίσιο στήριξης μονάδων

Τα περισσότερα PLC περιλαμβάνουν ένα πλαίσιο στο οποίο στηρίζονται/τοποθετούνται όλες οι επιμέρους μονάδες που το συγκροτούν. Γενικότερα, αυτό το σύστημα είναι συνδεδεμένο με όλα τα επιμέρους απάρτια τα οποία αποτελούν ένα PLC όπως για παράδειγμα το σύστημα των αγωγών. Αν σε οποιαδήποτε περίπτωση δεν επαρκούν οι θέσεις μονάδων εισόδων και εξόδων για μια συγκεκριμένη εφαρμογή τότε υπάρχουν συγκεκριμένες επεκτάσεις που χρησιμοποιούνται για την τοποθέτηση των επιπλέον μονάδων. Κάθε τέτοια επέκταση έχει τη δική της συνδεσιμότητα με το υπόλοιπο σώμα του PLC [1].



Εικ.6. Πλαίσια στήριξης μονάδων

1.2.7 Βοηθητικές μονάδες

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

- Μονάδα προσομοίωσης: Είναι μία σειρά από διακόπτες με τους οποίους μπορούμε να κάνουμε εργαστηριακό έλεγχο του αυτοματισμού.
- Modem: Είναι συσκευές με τις οποίες μπορούμε να διαβιβάσουμε πληροφορίες και να δώσουμε εντολές μέσω τηλεφωνικής γραμμής.
- Οθόνες (monitors): Για έγχρωμες απεικονίσεις μιμικών διαγραμμάτων υψηλής ακρίβειας.
- Εκτυπωτές όλων των τύπων [1].

1.2.8 Θύρα επικοινωνίας

Είναι δυνατή η επικοινωνία ανάμεσα στον χρήστη και τη συσκευή είτε παράλληλα είτε σειριακά. Συνήθως τα PLC χρησιμοποιούν σειριακή ανταλλαγή μέσω της θύρας RS232C. Ο υπολογιστής ή ο χειριστής συσκευής συνδέεται με το PLC μέσω ειδικού καλωδίου επικοινωνίας. Η επικοινωνία μπορεί να γίνει είτε μέσω των σειριακών θυρών RS232 είτε εναλλακτικά μέσω της RS485 ή θύρας Ethernet. Συνήθως το πιο διαδεδομένο μέσο συνδεσιμότητας σήμερα είναι μέσω της θύρας Ethernet.

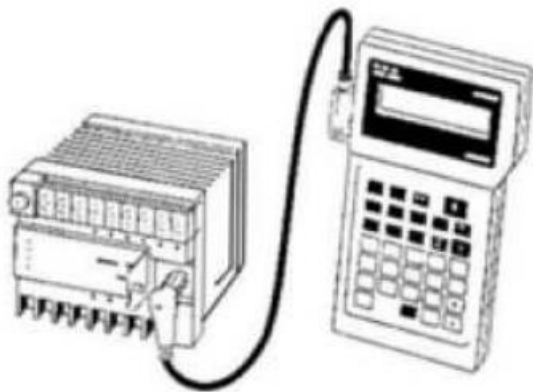
1.2.9 Συσκευή προγραμματισμού του PLC

Μια τελείως ξεχωριστή συσκευή από τη μονάδα είναι η συσκευή προγραμματισμού του αυτοματισμού (εικόνα 7). Η χρήση αυτής αφορά την εισαγωγή του προγράμματος στο PLC και την εκτέλεσή του. Παρακολούθηση της εξέλιξης του αυτοματισμού μέσω της διαθέσιμης οθόνης. Μια οθόνη υγρών κρυστάλλων (LCD) μπορεί να λειτουργήσει ως μονάδα προγραμματισμού.

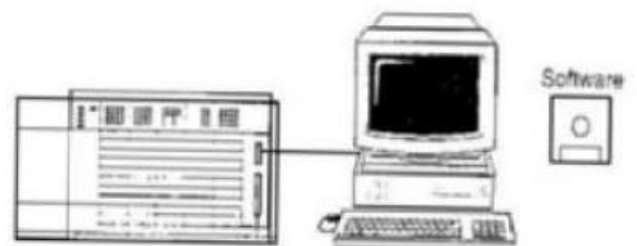
Αν η μονάδα προγραμματισμού δεν είναι ενεργή, μπορεί να αποσυνδεθεί και να απομακρυνθεί. Η απομάκρυνση της μονάδας προγραμματισμού δεν θα επηρεάσει τη λειτουργία του προγράμματος που εξυπηρετεί τον χρήστη. Ο εξοπλισμός προγραμματισμού επιτρέπει στον χρήστη να εισάγει (μέσω πληκτρολόγησης), να τροποποιεί ή/και να παρακολουθεί το πρόγραμμα ενός ελεγκτή. Ο εξοπλισμός προγραμματισμού αποτελεί σημαντικό χαρακτηριστικό του PLC [1].

Το ρόλο της μονάδας προγραμματισμού μπορεί να παίξει και ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής, ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ορίσει το πρόγραμμα του PLC (εικόνα 8).

Μέσω της μονάδας προγραμματισμού μπορούν επιπλέον οι προγραμματιστές να προσθέτουν ονόματα συσκευών εισόδου ή εξόδου στο υπάρχον πρόγραμμα, και σημειώσεις/σχόλια που μπορούν να βοηθήσουν στην ανίχνευση σφαλμάτων και στη συντήρηση του προγράμματος [1]. Επίσης, μπορούν να εξάγουν το κλιμακωτό διάγραμμα από το PLC. Το κλιμακωτό διάγραμμα είναι ένα διάγραμμα το οποίο αποτυπώνει το προγραμματιστικό σκέλος. Η δυνατότητα της εξαγωγής του είναι σημαντική για την κατανόηση και την ανίχνευση σφαλμάτων στα κλιμακωτά διαγράμματα.



Εικ.7. Συσκευή προγραμματισμού χειρός [1]



Ο προσωπικός υπολογιστής χρησιμοποιεί λογισμικό προγραμματισμού για να το μετατρέψει σε ένα προγραμματιστή για PLC.

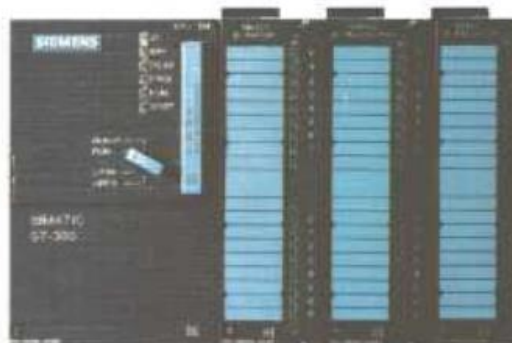
Εικ.8. Η/Υ ως συσκευή προγραμματισμού [1]

1.3 Τύποι PLC

Τα PLC χωρίζονται σε δύο κατηγορίες (ανεξάρτητα των εταιρειών). Τα compact (συμπαγούς μορφής) και τα modular (δομοστοιχειωτής δομής).



Εικ.9.Compact PLC



Εικ.10. Modular

Η πρώτη κατηγορία, τα λεγόμενα compact, είναι μία πλήρη συσκευή η οποία έχει τοποθετημένα τα εξαρτήματα επάνω της όπως για παράδειγμα τροφοδοτικό και συγκεκριμένο αριθμό εισόδων και εξόδων που ποικίλει ανάλογα με την εταιρεία παραγωγής.

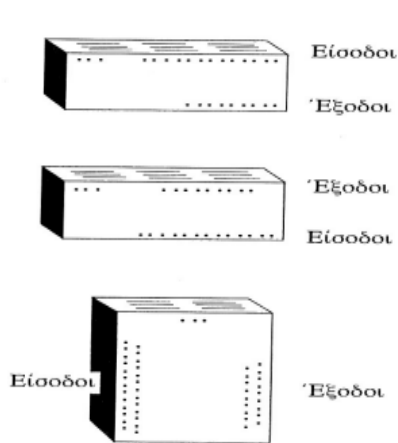
Στην δεύτερη κατηγορία, τα λεγόμενα modular, περιλαμβάνεται μία βάση στην οποία μπορούν να κουμπώνουν οι μονάδες επεξεργασίας, τροφοδοσίας, εισόδων και εξόδων. Επομένως, αν σε κάποιο αυτοματισμό απαιτείται επέκταση και δεν υπάρχει στην αρχική κατασκευή, έχουμε τη δυνατότητα να προσθέσουμε μία ή περισσότερες μονάδες εισόδων ή εξόδων, διατηρώντας την ίδια CPU και το ίδιο τροφοδοτικό [1].

1.3.1 Compact PLC

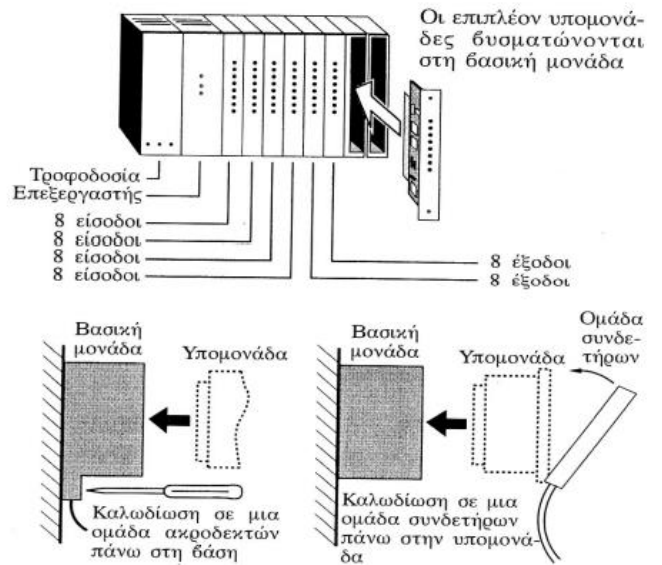
Αυτής της κατηγορίας τα PLC είναι περιορισμένης δυνατότητας. Τα επιμέρους στοιχεία βρίσκονται πάνω στην συσκευή ενσωματωμένα και διαθέτουν έως 48 το πολύ είσοδους και εξοδους καθώς και επίσης μικρό αριθμό χρονικών. Ένα πλεονέκτημα τους είναι το χαμηλό κόστος.

1.3.2 Modular PLC

Σε αυτήν την κατηγορία τα επιμέρους στοιχεία είναι αποσπώμενα και τοποθετημένα πάνω στο πλαίσιο των μονάδων, είναι προφανώς επεκτάσιμα και έχουν μεγάλο αριθμό εισόδων και εξόδων [1].

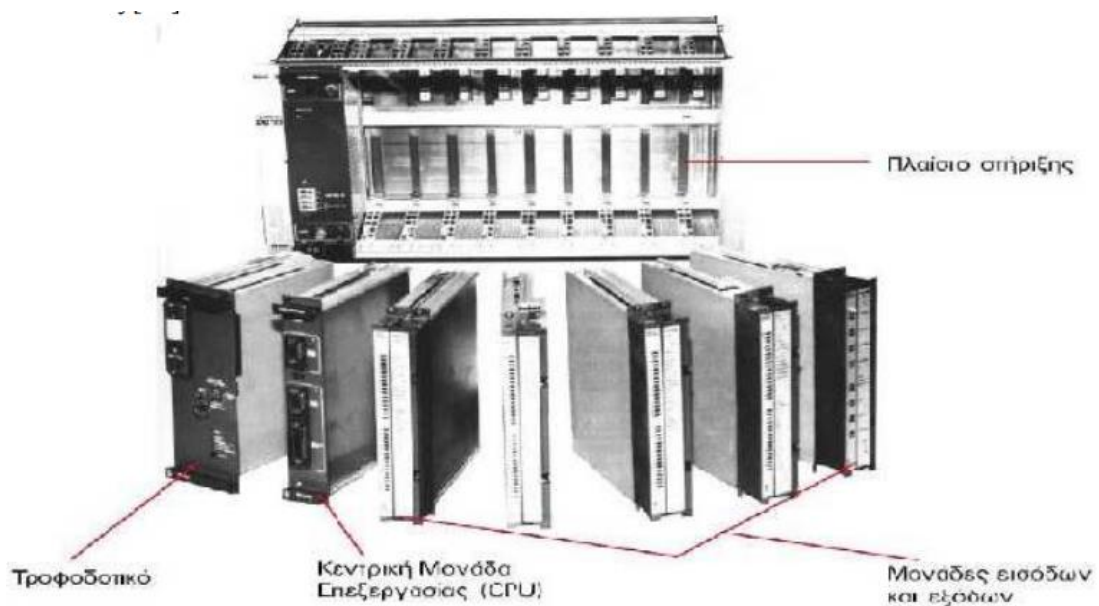


Εικ.11. Compact PLC [1]



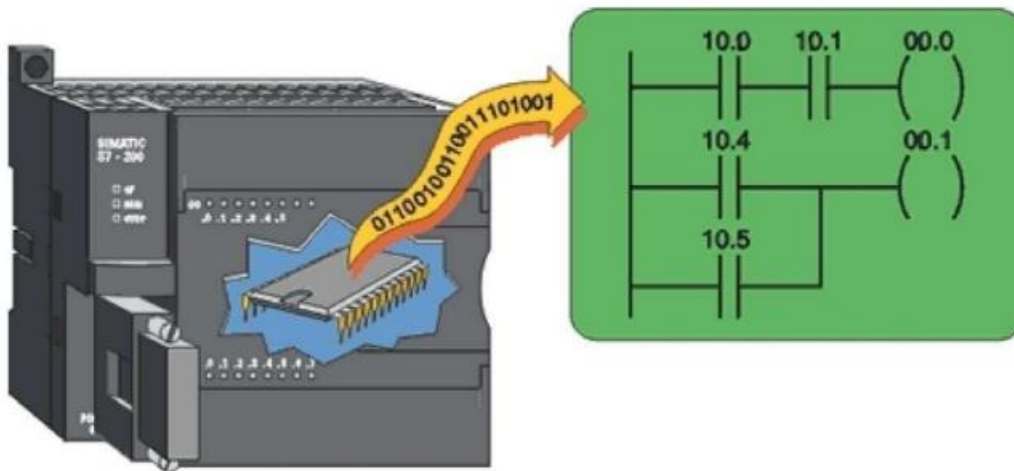
Εικ.12. Modular PLC [1]

Η αύξηση των διακριτών μονάδων οδηγεί στον πολλαπλασιασμό των δυνατοτήτων τους για την αντιμετώπιση πιο απαιτητικών εφαρμογών. Αποτελούν πλεονέκτημα σε περιπτώσεις όπου απαιτείται μεγάλος αριθμός εισόδων και εξόδων. Σε περίπτωση βλάβης σε μία από τις υπομονάδες, μπορεί να αντικατασταθεί χωρίς να επηρεαστούν οι υπόλοιπες [1].



Εικ.13.Βασικές υποομάδες ενός επεκτάσιμου PLC [1]

Κεφάλαιο 2 Προγραμματισμός PLC



Η έννοια του προγραμματισμού ενός PLC αναφέρεται στη διαδικασία δημιουργίας μιας σειράς εντολών που επιλύουν ένα συγκεκριμένο πρόβλημα αυτοματισμού. Το πρόγραμμα αντιπροσωπεύει την υλοποίηση του αλγορίθμου επίλυσης του προβλήματος. Συνεπώς, το πρόγραμμα αποτελεί ένα σύνολο κανόνων ή εντολών, οι οποίοι καθορίζουν τη συμπεριφορά του προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή. Αυτοί οι κανόνες καθορίζουν τις λειτουργίες ελέγχου. Ο σκοπός του προγράμματος είναι να ορίσει τις ακριβείς συνθήκες για την ενεργοποίηση κάθε έξοδου του PLC. Μέχρι και τις αρχές της δεκαετίας του 90 ο προγραμματισμός των PLC γινόταν μέσω προγραμματιστικού πάνελ από την εκάστοτε εταιρεία κατασκευής, τα προγράμματα αποθηκεύονταν σε μια κεφαλή μαγνητικής κασέτας [2].

2.1 Προσπέλαση προγράμματος

Το γενικό πρόγραμμα μιας CPU μπορεί να περιγράψει ως ένας συνδυασμός του λειτουργικού συστήματος και του προγράμματος του χρήστη. Το λειτουργικό σύστημα περιλαμβάνει όλες τις εντολές που απαιτούνται για την αποθήκευση δεδομένων. Σε περιπτώσεις όπως η πτώση τάσης του δικτύου διαγράφονται τα αποθηκευμένα αρχεία. Ο χρήστης δεν έχει δικαίωμα να τροποποιήσει αυτές τις εντολές. Μπορούμε να επαναφορτώσουμε το λειτουργικό σύστημα από μια μονάδα μνήμης, για παράδειγμα όταν χρειαζόμαστε την πιο πρόσφατη έκδοση του προγράμματος.

Το πρόγραμμα του χρήστη περιλαμβάνει όλες τις εντολές και τις δηλώσεις που καθορίζουν τη συμπεριφορά του συστήματος [3].

2.2 Μέθοδοι προσπέλασης προγράμματος

Όταν λαμβάνουν χώρα κάποια συγκεκριμένα σφάλματα τότε το πρόγραμμα του χρήστη λαμβάνει μετρά προστασίας. Υπεύθυνη γι' αυτά είναι η Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας. Τα μπλοκ οργάνωσης είναι υπεύθυνα για την προτεραιότητα και τη σειρά οργάνωσης στο πρόγραμμα, η κεντρική μονάδα επεξεργασίας διερευνά στο συγκεκριμένο μπλοκ οργάνωσης όταν ένα γεγονός λαμβάνει χώρα. Και αυτή η ρουτίνα μπορεί να ενεργοποιηθεί με το άνοιγμα της κεντρικής τάσης τροφοδοσίας από τον κεντρικό διακόπτη ή μέσω ενός προγραμματιστή [2].

2.3 Δομή προγράμματος

Μπορούμε να αλλάξουμε τη μορφή του προγράμματος έτσι ώστε να το χωρίσουμε σε διάφορα μέρη, με σκοπό να το διαβάζουμε και να το κατανοούμε καλύτερα και πιο εύκολα. Κάθε μέρος του προγράμματος πρέπει να έχει μια τεχνολογική και λειτουργική βάση. Ένα παράδειγμα αυτής της προσέγγισης είναι η χρήση των μπλοκ. Τα μπλοκ αποτελούν μια ενότητα του προγράμματος που καθορίζεται από τις λειτουργίες του, τη δομή του, το σκοπό του και την ύπαρξή του [3].

2.4 Τύποι μπλοκ

Υπάρχουν διάφοροι τύποι μπλοκ για διάφορους σκοπούς:

- Μπλοκ χρήστη. Τα μπλοκ αυτά περιέχουν το πρόγραμμα και τα δεδομένα του χρήστη.
- Μπλοκ συστήματος. Τα μπλοκ αυτά περιέχουν το πρόγραμμα και τα δεδομένα του συστήματος.
- Στάνταρτ μπλοκ. Τα μπλοκ αυτά αποτελούν το κλειδί λειτουργίας των οδηγών (drivers) των ειδικών καρτών.

2.5 Γλώσσες προγραμματισμού

Οι πιο διαδεδομένες τυποποιημένες μορφές προγραμματισμού που έχουν επικρατήσει διεθνώς είναι:

1. Σχέδιο επαφών (LAD – Ladder Diagram)
2. Λίστα εντολών (IL – Instruction List) και

3. Ένα Function Block Diagram (FBD). Αποτελεί μια γραφική αναπαράσταση του λογικού κυκλώματος με χρήση λογικών πυλών. Αυτό συμβαίνει διότι οι γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιούνται στο FBD δίνουν τη δυνατότητα εύκολης παρακολούθησης της ροής του προγράμματος, καθιστώντας έτσι πιο εύκολο τον εντοπισμό τυχόν σφαλμάτων. Οι γλώσσες προγραμματισμού μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες, τις μη γραφικές και τις γραφικές, ανάλογα με τον τρόπο χρήσης των στοιχείων και των εντολών που περιέχουν.

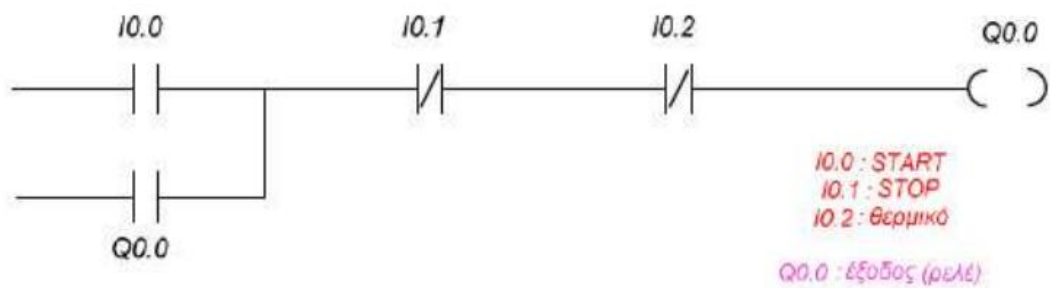
Στο βιομηχανικό τομέα η γλώσσα που χρησιμοποιείται συχνότερα είναι η γλώσσα Ladder. Οι προγραμματιστές επιλέγουν τη συγκεκριμένη γλώσσα διότι παρέχει ευκολίες στην διόρθωση σφαλμάτων και είναι παρόμοια με το ηλεκτρολογικό σχέδιο. Έτσι ένας ηλεκτρολόγος μηχανικός μπορεί εύκολα να προσαρμοστεί και στην γραφή κώδικα Ladder [3].



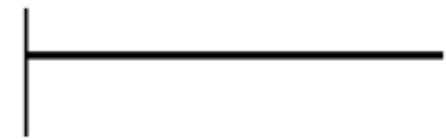
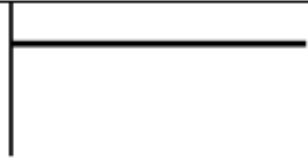
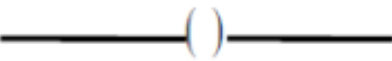
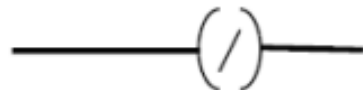
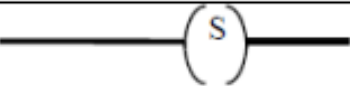
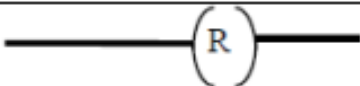
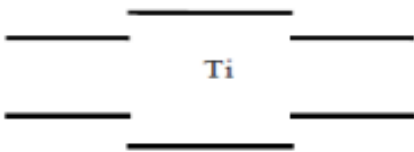
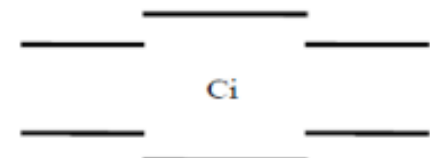
2.6 Σχέδιο επαφών Ladder Diagram (LAD) ή γλώσσα ηλεκτρολογικών γραφικών

Η γλώσσα Ladder ή αλλιώς σχέδιο επαφών θυμίζει αρκετά το ηλεκτρολογικό σχέδιο όπως επίσης και βασικά κυκλώματα αυτοματισμού. Πολλές φορές επιτρέπει τη μεταφορά του ηλεκτρολογικού μας σχεδίου σε γλώσσα γραφής Ladder χωρίς μεγάλες αλλαγές. Στη συγκεκριμένη γλώσσα έχει παρατηρηθεί ότι δεν αλλοιώνεται η ροή του σήματος όπως και επίσης άτομα τα οποία είναι εξοικειωμένα στο ηλεκτρολογικό σχέδιο μπορούν εύκολα και γρήγορα να μετεκπαιδευτούν και να γράφουν σε γλώσσα LADDER. Αυτός είναι ο λόγος που είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη γλώσσα για το προγραμματισμό τέτοιου είδους ελεγκτών [3].

Όλες οι εισοδοί εισέρχονται χρησιμοποιώντας σύμβολα επαφής, ενώ όλες οι εξόδοι εισέρχονται με τη μορφή συμβολικών πηνίων. Στον σχεδιασμό των επαφών, η Αμερικανική τυποποίηση έχει επικρατήσει. Αυτό ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι τα πρώτα προγραμματιζόμενα λογικά χειριστήρια αναπτύχθηκαν στις Ηνωμένες Πολιτείες. Ωστόσο, αυτή η μέθοδος σχεδιασμού έγινε αποδεκτή και από τις

Ευρωπαϊκές εταιρείες, και συνεπώς έχει καθιερωθεί μέχρι σήμερα [1]. Στο τελευταίο κεφάλαιο βρίσκεται μία εφαρμογή, ένας πίνακας αυτοματισμού για μία συσκευαστική μηχανή. Στη συγκεκριμένη εφαρμογή το κομμάτι του αυτοματισμού δημιουργήθηκε με ένα logo Siemens (μικρό compact PLC). Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκε ήταν η γλώσσα Ladder. Δομικά στοιχεία της γλώσσας Ladder παρουσιάζονται παρακάτω:



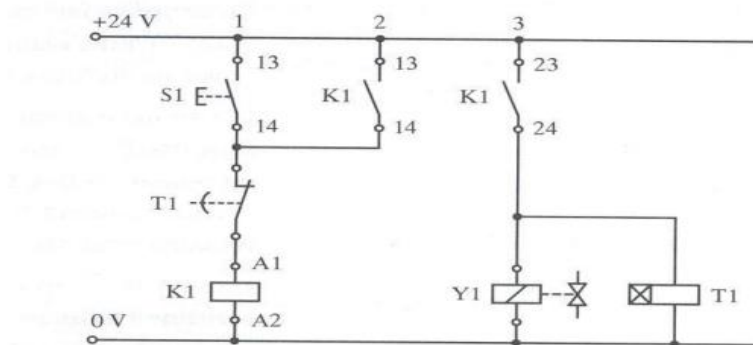
1. κανονικά ανοικτή επαφή : NO	
2. κανονικά κλειστή επαφή : NC	
3. οριζόντια σύνδεση (συνδέει τα στοιχεία του προγράμματος σε σειρά)	
4. κάθετη σύνδεση (συνδέει τα στοιχεία του προγράμματος παράλληλα) Μερικοί κατασκευαστές χρησιμοποιούν την τεχνική των κόμβων αντί των οριζοντίων και κάθετων συνδέσεων .	
5. άμεση έξοδος που ενεργοποιείται όταν περνάει ρεύμα	
6. αντίστροφη έξοδος (ενεργοποιείται όταν δεν περνάει ρεύμα)	
7. έξοδος SET (είναι συνεχώς ενεργοποιημένη όταν περάσει μια φορά ρεύμα)	
8. έξοδος RESET (είναι συνεχώς απενεργοποιημένη)	
9. χρονικά στοιχεία (στοιχεία με τα οποία πετυχαίνουμε χρονικές καθυστερήσεις)	
10. μετρητές UP - DOWN (είναι στοιχεία με τα οποία μπορούμε να κάνουμε απαρίθμηση)	
11. Drum controller	Είναι ένα λειτουργικό μπλοκ για αυτοματισμούς που εκτελούνται κατά βήματα . Ο drum controller προχωρά κατά ένα βήμα όταν εκπληρωθεί κάποια συνθήκη τέλος άλλου βήματος , τέλος χρόνου , άνοιγμα ή κλείσιμο κάποιας επαφής . Σε κάθε βήμα ενεργοποιούνται οι έξοδοι που θέλουμε.

Εικ.14.Πρόγραμμα σε γλώσσα Ladder, απλός αυτόματος διακόπτης [1]

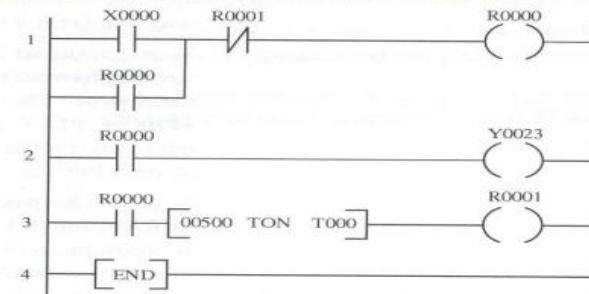
Κάθε οριζόντια γραμμή που περιλαμβάνει τουλάχιστον μια επαφή ονομάζεται "rung" ή βαθμίδα. Ο ελεγκτής εκτελεί κάθε βαθμίδα ξεχωριστά και ακολουθεί τη σειρά των βαθμίδων που είναι τοποθετημένες στο πρόγραμμα, από την πάνω προς την κάτω κατεύθυνση. Οι εντολές που υπάρχουν σε κάθε βαθμίδα εκτελούνται πάντα από αριστερά προς δεξιά και ποτέ αντίθετα. Πολλοί προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές (P.L.C.) μπορούν να μετατρέπουν ένα πρόγραμμα που έχει γραφτεί σε μια λίστα εντολών σε γλώσσα Ladder ή αντίστροφα, χρησιμοποιώντας ειδικό λογισμικό. Αυτή η μετατροπή μπορεί να εφαρμοστεί όχι μόνο σε ολόκληρο το πρόγραμμα, αλλά και σε μεμονωμένα τμήματα εντολών [3].

Οι διάφορες γραφικές εντολές που υπάρχουν σε ένα rung παριστάνουν:

- εισόδους και εξόδους του PLC (διακόπτες, κουμπιά, αισθητήρια, κλπ)
- λειτουργίες του PLC (χρονικά, μετρητές, κλπ)
- μαθηματικές και λογικές πράξεις (πρόσθεση, αφαίρεση, κλπ)
- πράξεις συγκρίσεως και αριθμητικές λειτουργίες ($A < B$, $A = B$, κλπ)
- εσωτερικές μεταβλητές του PLC (bits, words, κλπ)



ΣΧΗΜΑ XV: ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΜΕ ΛΟΓΙΚΗ ΣΥΡΜΑΤΩΣΗΣ



ΣΧΗΜΑ XVI: ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΜΕ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΗ ΛΟΓΙΚΗ

Εικ.15. Μετάφραση από ηλεκτρολογικό σχέδιο σε γλώσσα LADDER [1]

Οι επαφές διαχωρίζονται στις ανοιχτές (-| | -), στις κλειστές (-||-), και στις ανερχόμενου και κατερχόμενου παλμού. Έχουν τη δυνατότητα να τοποθετηθούν σε οποιοδήποτε μέρος του προγραμματισμού της test zone εκτός από την τελευταία στήλη, δηλαδή της action zone. Όλος ο περιβάλλοντας χώρος ενός προγράμματος θεωρείται test zone, εκτός από την τελευταία στήλη στην οποία τοποθετούνται κύριος οι εντολές επαφών START STOP για έναρξη ή παύση εκτέλεσης του προγράμματος.

Οι ανοιχτές και κλειστές επαφές αντιπροσωπεύουν τις πραγματικές εισόδους του PLC, καθώς και τα εσωτερικά bits. Η κυρία διαφορά αυτών είναι σε ποια κατάσταση βρίσκεται το καθένα. Όταν έχουμε κατάσταση λογικού ένα (1) είναι ανοικτή επαφή και όταν έχουμε καταστήσει λογικού μηδέν (0) είναι κλειστή η επαφή [2].

Τα LOGO της Siemens είναι μικρά PLCs, για μικρές σχετικά εφαρμογές, όμως με το σωστό προγραμματισμό και τη σωστή επέκταση από κάρτες που κυκλοφορούν στο εμπόριο μπορεί να χρησιμοποιηθούν και σε πιο περιπλοκές. Οι επεκτάσιμες κάρτες έχουν ποτέ αναλογικές και ποτέ ψηφιακές εισόδους ανάλογα με το τι θα χρειαστεί.

Ένα ακόμη πλεονέκτημα των LOGO είναι ότι το κόστος τους είναι πολύ μικρότερο σε σχέση με μεγάλα PLC καθώς και το μέγεθος τους είναι αρκετά μικρό. Συνεπώς είναι πολύ προσιτό για οικιακές ή μεσαίου μεγέθους βιομηχανικές εφαρμογές.



Εικ.16. LOGO Siemens με επεκτάσιμη κάρτα εισόδων/εξόδων.

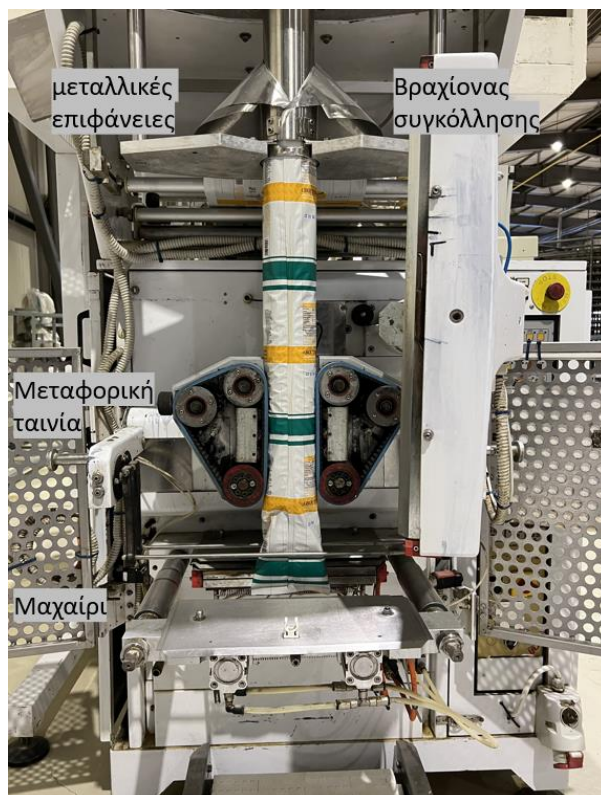
Κεφάλαιο 3

Σχεδίαση κεντρικού πίνακα ελέγχου μηχανής συσκευασίας κρουτόν με χρήση Προγραμματιζόμενου Λογικού Ελεγκτή

Η συσκευαστική μηχανή που βλέπουμε στις εικόνες 17 και 18, δεν προορίζεται μόνο για τη συσκευασία κρουτόν. Μπορεί να συσκευάσει οποιοδήποτε πολυάριθμο προϊόν μέχρι τα 1800gr ανά συσκευασία. Η συγκεκριμένη συσκευαστική μηχανή λειτουργεί όπως ένα ψηφιακός υπολογιστής, δηλαδή ο προγραμματισμός της γίνεται μέσω καρτών και μεταφοράς δεδομένων σε δυαδικό σύστημα. **Ο στόχος της παρούσας πτυχιακής είναι η σχεδίαση και κατασκευή εκ νέου κεντρικού πίνακα ελέγχου της συσκευαστικής μηχανής, ώστε η παλαιά και ξεπερασμένη μονάδα ελέγχου της να αντικατασταθεί με ένα LOGO της Siemens που θα προγραμματιστεί σε γλώσσα Ladder.** Αρχικά θα γίνει μια ανάλυση στις κινήσεις, τις οποίες εκτελεί η συσκευαστική. Αυτό θα μας βοηθήσει να σχεδιάσουμε το πρόγραμμα με τη μορφή ενός διαγράμματος ροής και εντολές για εισόδους και εξόδους ώστε να φτάσουμε στον προγραμματισμό του.



Εικ.17.Συσκευαστική



Εικ.18.Συσκευαστική εσωτερικό

Η βασική λειτουργία της μηχανής έχει ως εξής: Στην κορυφή βρίσκεται το ζυγιστικό σύστημα που είναι υπεύθυνο για το επιθυμητό βάρος του προϊόντος. Πιο αναλυτικά υπάρχουν δυο κουρτίνες οι οποίες ανοιγοκλείνουν εναλλάξ και ρίχνουν το ζυγισμένο προϊόν μέσα στο σωλήνα.

Ο σωλήνας είναι πρώτον οδηγός του προϊόντος από την ζυγαριά μέχρι το μαχαίρι που βρίσκεται κάτω και δεύτερον δίνει το κυλινδρικό σχήμα στο φιλμ. Το φιλμ μπορούμε να το παρομοιάσουμε ως ένα σεντόνι. Οι διαστάσεις του φιλμ είναι: πλάτος 60cm και μήκος 100.000cm που παίρνει την μορφή του σωλήνα εξωτερικά με την βοήθεια ενός κωνικού σχήματος που αποτελείται από δυο μεταλλικές επιφάνειες.

Η μεταφορά του φιλμ παρέχεται από δυο μεταφορικές ταινίες που βρίσκονται δεξιά και αριστερά στο κέντρο της συσκευαστικής και τέμνοντας το σωλήνα με το φιλμ ωθούν αυτό προς τα κάτω.

Στην συνέχεια θα πρέπει να κολλήσουν οι οριζόντιες και κάθετες πλευρές του φιλμ που δημιουργούνται από το σωλήνα. Υπεύθυνο για την κόλληση της οριζόντιας πλευράς είναι ο βραχίονας συγκόλλησης. Οπότε τώρα δημιουργείται μια συσκευασία γνώριμη σε όλους, (όπως για παράδειγμα για πατατάκια) με την μονή διαφορά ότι η πάνω και η κάτω πλευρά παραμένει ανοιχτή.

Το μαχαίρι που βρίσκεται στο τελικό μας στάδιο θα κολλήσει και θα κόψει την συσκευασία. Θα πρέπει να τοποθετήσουμε το φιλμ σε σωστή θέση. Οι δυο κινήσεις για την σωστή τοποθέτηση είναι πρώτον το μαύρο στίγμα που βρίσκεται τυπωμένο στο φιλμ θα πρέπει να είναι στο οπτικό πεδίο από το φωτοκύτταρο μας και δεύτερον να εκκινήσουμε το μαχαίρι με τη βοήθεια ενός εξωτερικού μπουτον, ώστε να κολλήσει το κάτω μέρος της συσκευασίας. Μπορούμε να παρατηρήσουμε την εικόνα 22. Οι μεταφορικές ταινίες θα κατεβάσουν την συσκευασία σε προκαθορισμένη αποστάτη δηλαδή όταν το φωτοκύτταρο δει το επόμενο μαύρο στίγμα ώστε να κολλήσει και να κόψει την τελική συσκευασία δηλαδή το επάνω μέρος. Έτσι υπάρχει μια αλληλουχία, κόβοντας το μαχαίρι το πάνω σημείο από την συσκευασία μας τότε ταυτόχρονα κολλάει και το κάτω μέρος της καινούργιας συσκευασίας που θα δημιουργηθεί. Με το πέρας αυτής της διαδικασίας ορίζεται και η έναρξη του κύκλου ξανά.

Παρακάτω αναλύονται με μεγαλύτερη λεπτομέρεια τα επί μέρους εξαρτήματα της συσκευαστικής μηχανής.

Στην κορυφή της συσκευαστικής υπάρχει ένας σωλήνας μήκους 1,50m και διαμέτρου Φ80 ο οποίος θα τροφοδοτεί εσωτερικά αυτού με προϊόν την συσκευασία, που βρίσκεται στο κάτω μέρος του σωλήνα εικόνα[18]. Περίπου στους 30 πόντους από την κορυφή βρίσκονται δυο μεταλλικές επιφάνειες που έχουν κωνοειδές σχήμα και χρησιμοποιούνται ως οδηγοί για να το σχηματισμό του φιλμ. Ωστε να του δώσουν το σχήμα του σωλήνα που προαναφέραμε, χωρίς αρχή και τέλος. Με τον τρόπο αυτόν δημιουργείται η συσκευασία. Η κόλληση του φιλμ, το κλείσιμο της συσκευασίας όπως συνηθίζεται να λέγεται, γίνεται με τη βοήθεια του βραχίονα [19]. Ο βραχίονας είναι υπεύθυνος μόνο για την οριζόντια κόλληση.



Εικ.19. Βραχίονας συγκόλλησης

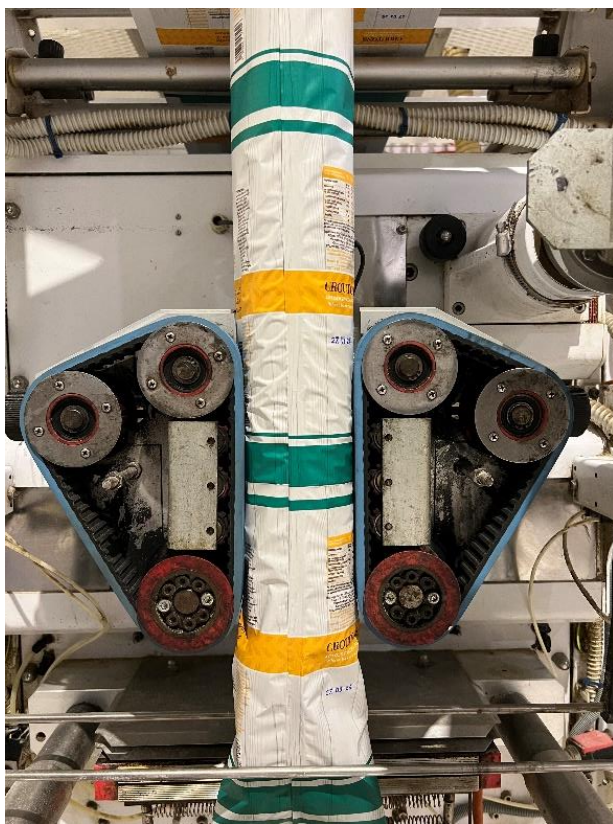


Εικ.20. Συσκευαστικό φιλμ

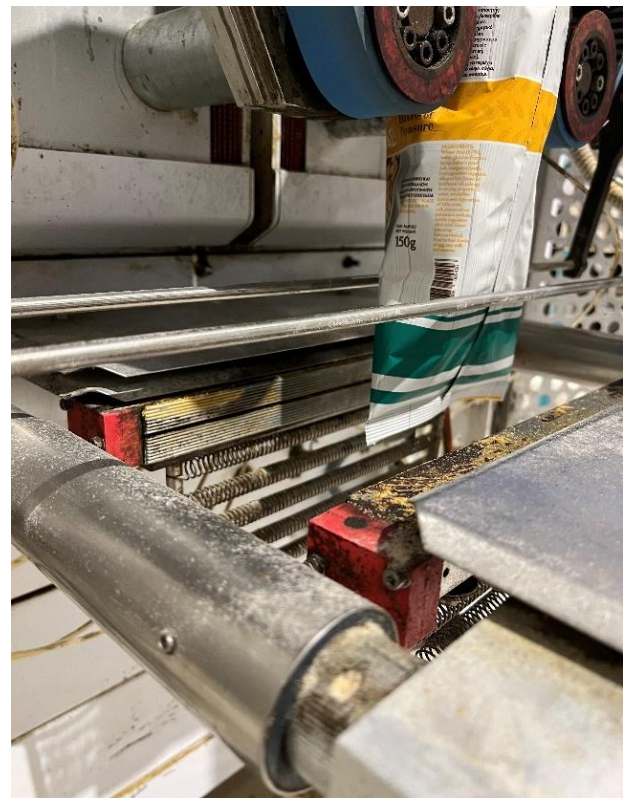
Η αρχή της συσκευαστικής θα οριστεί από το πίσω μέρος προς τα εμπρός. Στην συγκεκριμένη φωτογραφία παρατηρούμε πως τοποθετείται το φιλμ αλλά και πως είναι η αρχική του μορφή πριν περάσει τα στάδια που προαναφέραμε. Στην συνέχεια θα υπάρξει αναλυτικότερη περιγραφή καθώς και ακολουθία βημάτων που θα ορίσουμε ώστε να μας βοηθήσει στην σύνταξη του κώδικα προγραμματισμού.

Δεξιά και αριστερά από την αντίσταση βρίσκονται δυο μικρές ταινίες οι οποίες τραβούν το φιλμ προς τα κάτω, ώστε όταν έχουμε το τελικό κλείσιμο και κόψιμο της συσκευασίας να ξανά τροφοδοτούν εκ νέο με φιλμ. Στους 30 πόντους προς τα κάτω συναντάμε τον τελικό αυτοματισμό ο οποίος είναι υπεύθυνος για την συγκόλληση του φιλμ στο πάνω και κάτω μέρος της συσκευασίας, καθώς και το κόψιμο της, το σύστημα χρησιμοποιεί μπουκάλες αέρος για την κίνηση στο άξονα (y).

Αυτό που θα πρέπει να τονίσουμε είναι ότι στην πάρα πάνω διαδικασία αυτό που μας ενδιαφέρει είναι ότι ταυτόχρονα κλείνει το σύστημα κοπής/συγκόλλησης, ώστε να αποφύγουμε τυχόν καταπονήσεις του φιλμ.



ΕΙΚ.21. Μεταφορική ταινία



Εικ.22. Μαχαίρι

3.1 Τα βήματα του κύκλου

❖ ΒΗΜΑ 1 (Έλεγχος κινητήρα για σωστή τροφοδοσία φιλμ συσκευασίας)

Το αρχικό στάδιο είναι το ΒΗΜΑ 1, ένας ασύγχρονος κινητήρας θα πραγματοποιήσει 8 περιστροφές ανά χρονική επανάληψη την οποία θα ορίζουμε εμείς ώστε να ξετυλίξει το φιλμ. Μια πολύ καλή λύση είναι ένα χρονικό και ένα αυτόματο ρελε. Με τη συνεργασία αυτών τον δυο μπορούμε να ορίσουμε το ποτέ θα στέλνει σήμα το χρονικό στο ρελέ ώστε να το οπλίζει και στην συνέχεια να εκκινεί ο κινητήρας. Το χρονικό θα ορίζει δυο χρόνους. Ο πρώτος χρόνος είναι ανά πόση ώρα θα γίνεται η επανάληψη, πιο συγκεκριμένα ότι ανά 4s θα κλείνει κύκλωμα το χρονικό και θα έχουμε τάση στον οπλισμό του ρελε του κινητήρα. Ο δεύτερος χρόνος είναι πόση ώρα θα μένει υπό τάση οπλισμένο το ρελε ενεργοποιημένο το χρονικό, ένας κάλος χρόνος είναι τα 2s.

❖ ΒΗΜΑ 2 (Έλεγχος Βραχίονα Συγκόλλησης - Welding ARM)

Ακριβώς μπροστά από το προστατευτικό περίβλημα εμφανίζεται σχεδόν όλη η διαδικασία συσκευασίας των προϊόντων (εικόνα [18]). Την στιγμή που το φιλμ διαμορφώνεται με κυλινδρικό σχήμα, ακριβώς μπροστά και επάνω από την μπροστινή θέση της συσκευαστικής υπάρχει μια αντίσταση με βραχίονα σε υψηλή θερμοκρασία (περίπου 160 °C) η οποία τέμνει το φιλμ και συγκολλάει τις δυο άκρες του. Η κίνηση του βραχίονα συγκόλλησης γίνεται με τον κατάλληλο έλεγχο ενός κόμπλερ. Υπάρχει μια σχετική κίνηση στο άξονα (y) του βραχίονα και απομονώνει την αντίσταση όταν η συσκευαστική βρίσκεται σε νεκρό χρόνο δηλαδή σε ακινησία.

❖ ΒΗΜΑ 3 (Έλεγχος μεταφορικής ταινίας – Conveyor Blet)

Παρατηρούμε στην εικόνα 18 ότι δεξιά και αριστερά από την αντίσταση υπάρχουν δυο μικρές ταινίες οι οποίες κινούν το φιλμ προς τα κάτω έτσι ώστε να τροφοδοτείται εκ νέου για το σχηματισμό της συσκευασίας. Ένα γρανάζι το οποίο θα δίνει την κίνηση και ένα ρουλεμάν με οδηγό είναι το κρυφό σύστημα που βρίσκεται εσωτερικά της συσκευαστικής.. Η κίνηση μπορεί να τροφοδοτείται και από έναν κινητήρα με την βοήθεια αξόνων ο οποίος θα διαχωρίζει την ισχύ του στα δυο γρανάζια. Θα πρέπει να είναι άρτια αυτοματοποιημένα με τον κινούμενο βραχίονα κοπής/συγκόλλησης ώστε να σταματάει και να εν κινείται ανάλογα με

την τροφοδοσία προϊόντος, χρονοκαθυστέρηση κ.λπ.. Το ρελε θα μένει οπλισμένο καθόλη την διάρκεια της διαδικασίας μέχρι που θα τυφλωθεί το φωτοκύτταρο από το μαύρο στίγμα που είναι τοποθετημένο επάνω στο φιλμ. Σχετικά με το μαύρο στίγμα επάνω στο φιλμ θα αναφερθούμε στην συνέχεια.

❖ ΒΗΜΑ 4 (Έλεγχος Μαχαιριού κοπής/συγκόλλησης - Knife)

Έχουμε έναν συνδυασμό ενός μαχαιριού και μιας αντίστασης η οποία κλείνει το κάτω και πάνω μέρος της συσκευασίας, αργότερα θα κλείσει το επάνω μέρος της και το κάτω μέρος την καινούργιας συσκευασίας που θα δημιουργηθεί. .

Ένα σημείο το οποίο δεν αναφέραμε είναι το πως θα γίνεται η τροφοδοσία του προϊόντος στην συσκευαστική. Σε αυτό το σημείο έρχεται να μας λύσει τα χεριά μια ζυγιστική μηχανή η οποία θα έχει δυο κουρτίνες, θα ανοιγοκλείνουν όταν θα έχουν το κατάλληλο βάρος προϊόντος που πρέπει να τοποθετηθεί μέσα στην τελική συσκευασία. Μια παράμετρος την οποία θα πρέπει να ορίσουμε είναι ότι θα υπάρχει συνεχής τροφοδοσία με σταθερή ροή πάντοτε. Οπότε η ζυγιστική μας θεωρητικά δεν θα μετράει βάρος αλλά χρόνο.

Έτσι το φωτοκύτταρο θα στέλνει σήμα στο PLC όταν γίνει η ανίχνευση από το PLC αμέσως θα μπαίνει σε ένα loop το οποίο θα σηματοδοτεί και την έναρξη από το μαχαίρι συγκόλλησης. Το PLC θα βγάζει έξοδο να κλίσουν οι σιαγόνες για 40ms και περίπου στα 30ms της διαδικασίας να ενεργοποιείται το μαχαίρι και να παραμένει ανοιχτό για 5ms. Με το πέρας την διαδικασίας σηματοδοτείται η έναρξη του κύκλου από την αρχή.

Το σωστό κόψιμο της τελικής συσκευασίας προϋποθέτει δύο πράγματα: σωστό βάρος προϊόντος που εναποτίθεται στις ζυγαριές της μηχανής και κοπή στα κατάλληλα σημάδια τα οποία υπάρχουν επάνω στο συσκευαστικό φιλμ. Το βήμα 4 περιγράφει το πως θα πρέπει να συντονίσουμε όλο τον κορμό κοπής/συγκόλλησης.

Σχετικά με το κόψιμο της συσκευασίας, θα πρέπει να υπάρχει για παράδειγμα επάνω στο φιλμ ένα σημάδι προκαθορισμένης απόστασης με τη βοήθεια ενός



φωτοκύτταρου το οποίο θα στέλνει ένα σήμα τάσης για να δοθεί η εντολή από το PLC ώστε να σταματά το βήμα 3 και να ξεκινήσει το βήμα 4.

Εφόσον έχουμε κάνει μια συγκριτική ανάλυση και έχοντας χωρίσει σε βήματα την διαδικασία που εκτελεί η συσκευαστική μας, μπορούμε να τοποθετήσουμε σε σειρά τις εντολές και τον τρόπο που θα εκτελείται κάθε μία, εξαρτώμενη από τον χρόνο ή από το προηγούμενο βήμα. Μόλις ολοκληρωθεί η πάρα πάνω διαδικασία θα δημιουργήσουμε το διάγραμμά ροής, θα γίνει η γραφή του κώδικα σε γλώσσα LADDER για το PLC καθώς και επίσης το ηλεκτρολογικό σχέδιο.

3.2 Προετοιμασία στο διάγραμμα ροής καθώς και η γραφή του κώδικα για το PLC.

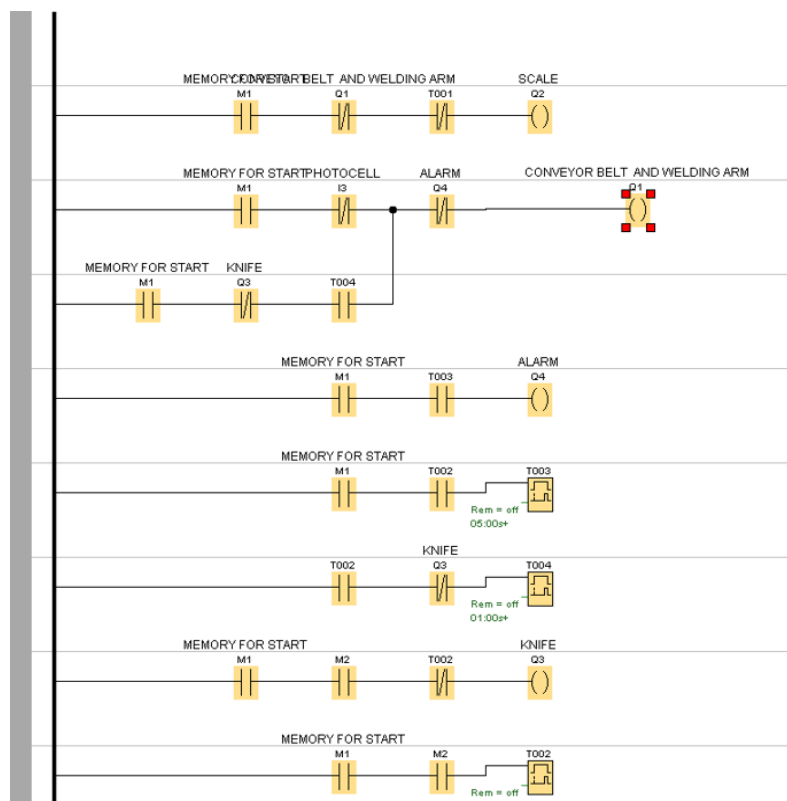
Από τα όργανα ελέγχου της συσκευαστικής που αυτά θα περιλαμβάνεται σε μια οθόνη LCD, θα έχουμε τη δυνατότητα να εκκινούμε την συσκευαστική. Έτσι λοιπόν, όταν θα δώσουμε την εντολή start θα ξεκινήσει η διαδικασία αποκωδικοποίησης του κώδικα από το LOGO siemens. Τα steps που έχουμε οριοθετήσει εκτελούνται ταυτόχρονα με κάποιες μικρές διαφοροποιήσεις. Ξεκινώντας τη γραφή του κώδικα οι δυο σημαντικότεροι παράμετροι που θα ορίσουμε είναι πρώτον ο χρόνος και δεύτερον εντολές από το οπτικό μας μέσο. Το φιλμ της συσκευαστικής θα πρέπει να είναι τοποθετημένο με συγκεκριμένο τρόπο, α) το φωτοκύτταρο να βλέπει το μικρό μαύρο πλαίσιο που είναι τοποθετημένο επάνω στο φιλμ και β) το μαχαίρι να εφάπτεται με τις γραμμές κοπής του φιλμ.

Εντολές του κώδικα

Το χρονικό ενεργοποιείται αυτόνομα για χρονικό διάστημα 2 sec και απενεργοποιείται για 2sec. Οπλίζει ένα αυτόματο ρελε του έκκεντρα τοποθετημένου κινητήρα στον άξονα του φιλμ.

- 1) Προβλέπεται συγχρονισμένη λειτουργία του βραχίονα συγκόλλησης με το μοτέρ που προωθεί το φιλμ προς τα κάτω. Το διάστημα ενεργοποίησης και απενεργοποίησης θα το ορίζει το φωτοκύτταρο μας με την ανίχνευση του μαύρου στίγματος.
- 2) Όταν το φωτοκύτταρο θα ανιχνεύσει το μαύρο στίγμα θα σταματήσει η συγκόλληση και η μεταφορά του φιλμ και θα οπλίσει το ρελε της ζυγαριάς ώστε να δεχτεί η συσκευασία το τελικό προϊόν παραγωγής.
- 3) Μετά το τέλος της ζυγιστικής το μαχαίρι θα ενεργοποιείται για 1,30sec.
- 4) Τελευταία εντολή θα είναι η επανεκκίνηση του βραχίονα/μοτέρ κίνησης ώστε να φτάσουμε στο επόμενο μαύρο στίγμα και να επακολουθήσει η ίδια διαδικασία.

Η μεταφορική ταινία η οποία θα ανεβάζει το προϊόν επάνω στην ζυγιστική μας θα ελέγχεται μέσω ενός inverter που θα προγραμματίσουμε. Από ένα ποτενσιόμετρο θα ελέγχουμε εμείς την ταχύτητα.



Εικ.24. Το πρόγραμμα σε γλώσσα Ladder που κατασκευάσαμε

Σχηματίζουμε το διάγραμμα ροής και τοποθετούμε στο LOGO 3 εισόδους και 4 εξόδους.

Οι εισοδοί συμβολίζονται με το I και οι εξοδοί συμβολίζονται με Q.

ΕΙΣΟΔΟΙ:

ΕΞΟΔΟΙ:

I1: START

Q1: CONVEYOR BELT/ WELDING ARM

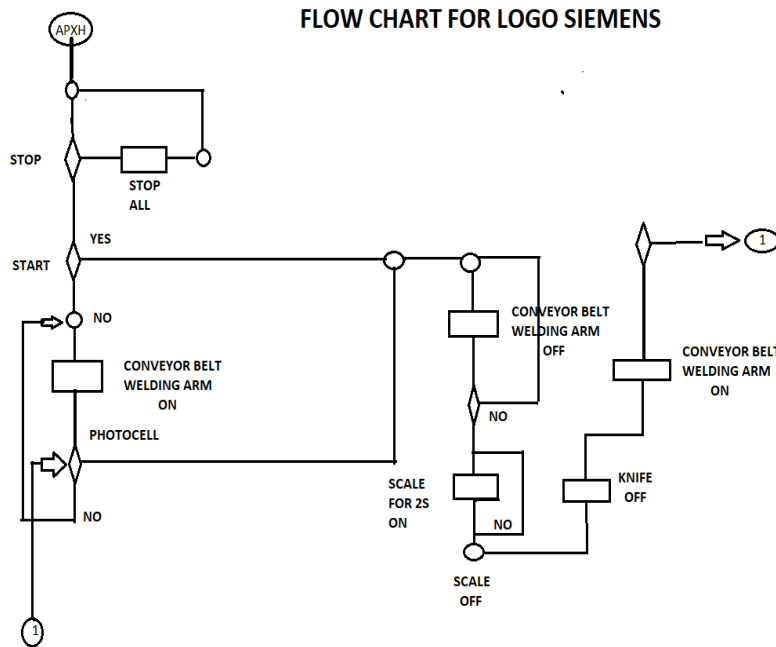
I2: STOP

Q2: SCALE

I3: PHOTOCCELL

Q3: KNIFE

Q4: ALARM



Εικ.25. Διάγραμμα ροής

Προγραμματισμός ρυθμιστή στρόφων κινητήρα (INVERTER).

Στο κομμάτι του προγραμματισμού του inverter θέτουμε cmod 1 για να ξεκινάει αυτόματα run μέχρι να οριοθετήσουμε την ταχύτητα από το ποτενσιόμετρο. Η είσοδος του ποτενσιόμετρου ορίζεται από τρεις εξόδους του inverter το VIA , PP και CC. Αντίθετα το UL και το LL ορίζουν το maximum και minimum των Hz που θα θέσουμε.

Η πάρα πάνω παράγραφος είναι ένα ενδεικτικό σχόλιο σχετικά με τον προγραμματισμό ενός inverter ή ρυθμιστή στροφών. Στο εγχειρίδιο του κατασκευαστή αναφέρονται αναλυτικά οι παράμετροι που επηρεάζουν την κάθε εντολή.

Γενικότερα κάθε inverter προγραμματίζεται ανάλογα με το manual του κατασκευαστή του. Στη συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιήσαμε έναν inverter της Toshiba. Έτσι λοιπόν διαβάζοντας προσεκτικά το manual χρησιμοποιήσαμε τις παραπάνω οδηγίες ώστε να ελέγχουμε από ένα ποτενσιόμετρο την ταχύτητα ενός ασύγχρονου κινητήρα. Οι δυνατότητες οι οποίες μας προσφέρει ένας inverter είναι πάρα πολλές. Γενικότερα υπάρχουνε αμέτρητοι συνδυασμοί και εφαρμογές τις οποίες μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε σε εγκαταστάσεις βιομηχανικού επιπέδου κυρίως για τον έλεγχο ασύγχρονη κινητήρων.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ

ΚΟΣΤΟΣ ΠΙΝΑΚΑ

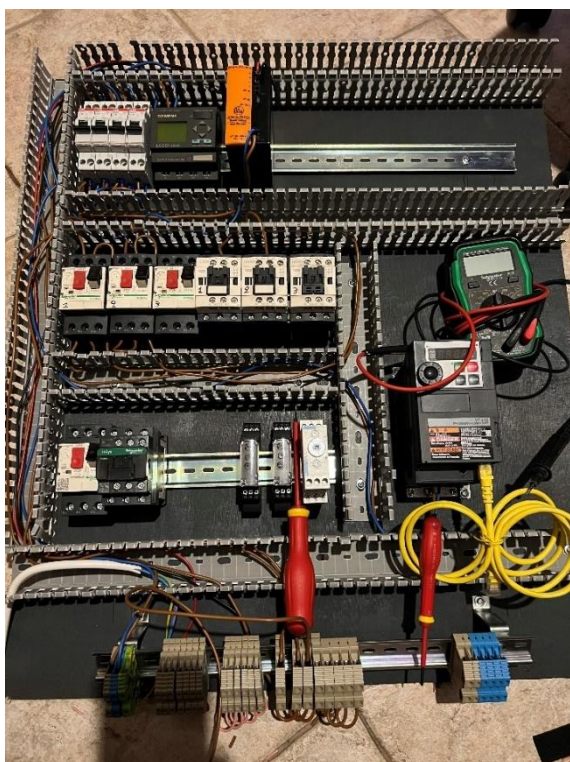
1. Φις Σούκο Αρσενικό Μαύρο	3,36€
2. Ρελέ Διαρροής FH 202AC-63/0.03 26212 ABB	65,22€
3. 2τεμ Αυτόματη Ασφάλεια S201-C10 24748	12,12€
4. 2τεμ Αυτόματη Ασφάλεια SH201-C16 73379	3,91€
5. Ρευματοδότης Ράγας 250V 16A 11608	6,31€
6. Λογική Μονάδα LOGO!8.3 24RCE 24V AC/DC	152,52€
7. Τροφοδοτικό LOGO! Power 12V/4.5A AC100-240V	114,39€
8. 4τεμ TeSys Θερμομαγνητικός Διακόπτης 1-1.6A GV2ME06AP	141,60€
9. Inverter VFS15S 2007 1-Phase 230V 0.75KW 1Hp Toshiba	362,82€
10. Χρονικό 10 Λειτουργιών 1s-100hr Zelig Time RE17RMMW	49,60€
11. TeSys Κ Μίνι Ρελέ 4KW 24V DC LP1K09004BD	127,20€
12. Tesys Ρελέ Ισχύος 3P 4kW 9A LC1D096M7	50,66€
13. 6τεμ ENΔ/ΚΗ ΛΥΧΝΙΑ ΒΙΔ.Φ22 Χ.ΚΑΛ+LED 24DC	6,00€
14. 2τεμ Μπουτόν Start NO B100DH	5,00€
15. LED Buzzer EM Contin. τόνος 24VDC RD	90,00€
16. 2 τεμ Κανάλι Διάτρητο Πίνακα 60x60 Lina 25 636012	14,00€
17. Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα κομπλε	100,00€
18. Επαγωγικός διακόπτης πρόσβασης PNP 12-24V	40,00€
19. ΑΓΩΓΟΥΣ	200,00€

ΣΥΝΟΛΟ: 1.628,93€

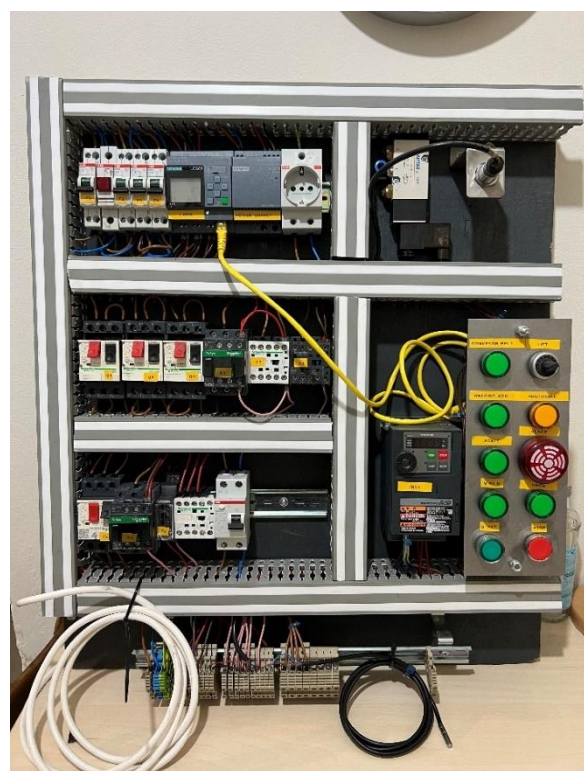
Για την κατασκευή του πίνακα, χρησιμοποιήσαμε ένα κόντρα πλακέ θαλάσσης στο οποίο υπήρξε μία επεξεργασία βαφής. Στη συνέχεια προμηθευτήκαμε τα αντικείμενα τα οποία θα χρησιμοποιήσουμε όπως για παράδειγμα αυτόματα ρελέ, inverter, αυτόματες ασφάλειες κ.λπ. Σειρά έχει η τοποθέτηση των καναλιών για την ασφαλή αποθήκευση των αγωγών μας.

Αφού τοποθετήσαμε τα βασικά στοιχεία του αυτοματισμού μας σε νοητές γραμμές μπορέσαμε να τοποθετήσουμε τις ράγες. Είμαστε έτοιμοι να περάσουμε τροφοδοσία και γενικότερα την καλωδίωση ισχύος στον αυτοματισμό μας. Αφού γίνει σωστή τοποθέτηση των αγωγών με βάση πάντα το ηλεκτρολογικό σχέδιο που έχουμε εκδώσει, μπορούμε να δώσουμε παροχή και να ελέγξουμε με το πολύμετρο μας αν οι αναλογίες αντιστοιχούν με τις μετρήσεις μας. Εφόσον έχουμε τοποθετήσει τα στοιχεία του πίνακα και έχουμε συνδέσει τους αγωγούς στο κύκλωμα ισχύος, τότε θα πρέπει από τα 24V DC να φέρουμε αγωγούς και να δημιουργήσουμε το βοηθητικό κύκλωμα.

Το βοηθητικό κύκλωμα περιλαμβάνει κυρίως τις εισόδους και τις εξόδους του PLC. Εφόσον έχουμε προγραμματίσει ορθά τη μονάδα ελέγχου είμαστε έτοιμοι να τοποθετήσουμε τους αγωγούς ώστε να ρευματοδοτήσουμε τα στοιχεία (π.χ. τους οπλισμούς από τα ρελέ).



Εικ.26.Υπο κατασκευή Πίνακας



Εικ.27. Ολοκληρωμένος Πίνακας

Παρακάτω ακολουθεί αναλυτικότερη περιγραφή των ηλεκτρολογικών υλικών τα οποία τοποθετήθηκαν στο πίνακα για τις ανάγκες της συγκεκριμένης εφαρμογής.

Η προσοχή μας αρχικά στράφηκε στα **αυτόματα ρελε**. Συγκεκριμένα έπρεπε να τοποθετηθούν mini relay. Οι λόγοι είναι δυο: ο πρώτος είναι ότι οι κινητήρες που χρησιμοποιήσαμε είναι μικρής ισχύος. Αυτό σημαίνει ότι δεν χρησιμοποιήθηκαν κινητήρες μεγαλύτεροι από 1kW. Ο δεύτερος λόγος είναι ότι έπρεπε να χρησιμοποιήσουμε ρελέ με πηνίο οπλισμού 24V DC ώστε να δέχεται το σήμα από το LOGO που χρησιμοποιήσαμε.

Το επόμενο υλικό είναι από τα πιο σύνηθες και βασικό στοιχείο που χρησιμοποιείται σε ένα πίνακα αυτοματισμού. Ονομάζεται **θερμομαγνητικός διακόπτης jv** η χρησιμότητα του είναι να προστατεύει τον κινητήρα όταν για κάποιο λόγο τα Ampere είναι περισσότερα από αυτά που ορίζει ο κατασκευαστής. Οπότε, σε περίπτωση που οι εργοστασιακές ενδείξεις είναι 1,5A και ο κινητήρας ξεπεράσει αυτό το ρεύμα το θερμομαγνητικό πέφτει ώστε να μην κάψει τον κινητήρα.



Εικ.28 Mini relay



Εικ.29. θερμομαγνητικό

Τοποθετήσαμε και μια **πρίζα Σούκο** στον πίνακα διότι μπορεί να χρειαστεί. Σε μια βλάβη του PLC, η μονάδα προγραμματισμού μας (H/Y) υπάρχει πιθανότητα να χρειάζεται τροφοδοσία. Τοποθετήσαμε επίσης και ένα μονοφασικό **διακόπτη διαρροής έντασης**.



Εικ.30. Πρίζα Πίνακα Σούκο



Εικ.31. ΔΔΕ

Ο **inverter** επιλέγεται ανάλογα με το τι ανάγκες έχει μια εγκατάσταση. Μπορεί να χρησιμοποιήσουμε από έναν inverter έως πολλούς. Ο καθένας μπορεί να εκτελεί διεργασίες μονός του ή να υπάρχει ένας master που να λειτουργεί σαν εγκέφαλος εντολών για άλλους inverter. Χωρίζονται σε μονοφασικής και τριφασικής παροχής. Ωστόσο, για τη συγκεκριμένη εφαρμογή όπου ο μετατροπέας χρησιμοποιείται για τον έλεγχο στροφών ασύγχρονου κινητήρα (ρυθμιστής στροφών), απαιτείται τριφασική έξοδος.



Εικ.32. Inverter Toshiba

Τα **χρονικά** χωρίζονται σε πολλές κατηγορίες και επιλογές προγραμματισμού τους είναι πάρα πολλές. Κανένας δεν μπορεί να γνωρίζει όλα τα προγράμματα από όλα τα χρονικά. Έτσι πρέπει να προηγηθεί έρευνα ώστε να επιλεγεί το κατάλληλο ανάλογα με τις ανάγκες. Το συγκεκριμένο που έχουμε επιλέξει επιδέχεται ρύθμιση τριών παραμέτρων:

- 1) χρόνος ενεργοποίησης κυκλώματος
- 2) χρόνος παραμονής σε κατάσταση που παραμένει κλειστό το κύκλωμα
- 3) πρόγραμμα ενεργοποίησης.

Τα προγράμματα αριθμούνται με το αγγλικό αλφάβητο και έναν αριθμό. Πλαγιά στο χρονικό ή μέσα στο κουτί υπάρχει σχεδιάγραμμα του τι ακριβώς αντιπροσωπεύει το κάθε πρόγραμμα.



Εικ.33. Χρονικό schneider

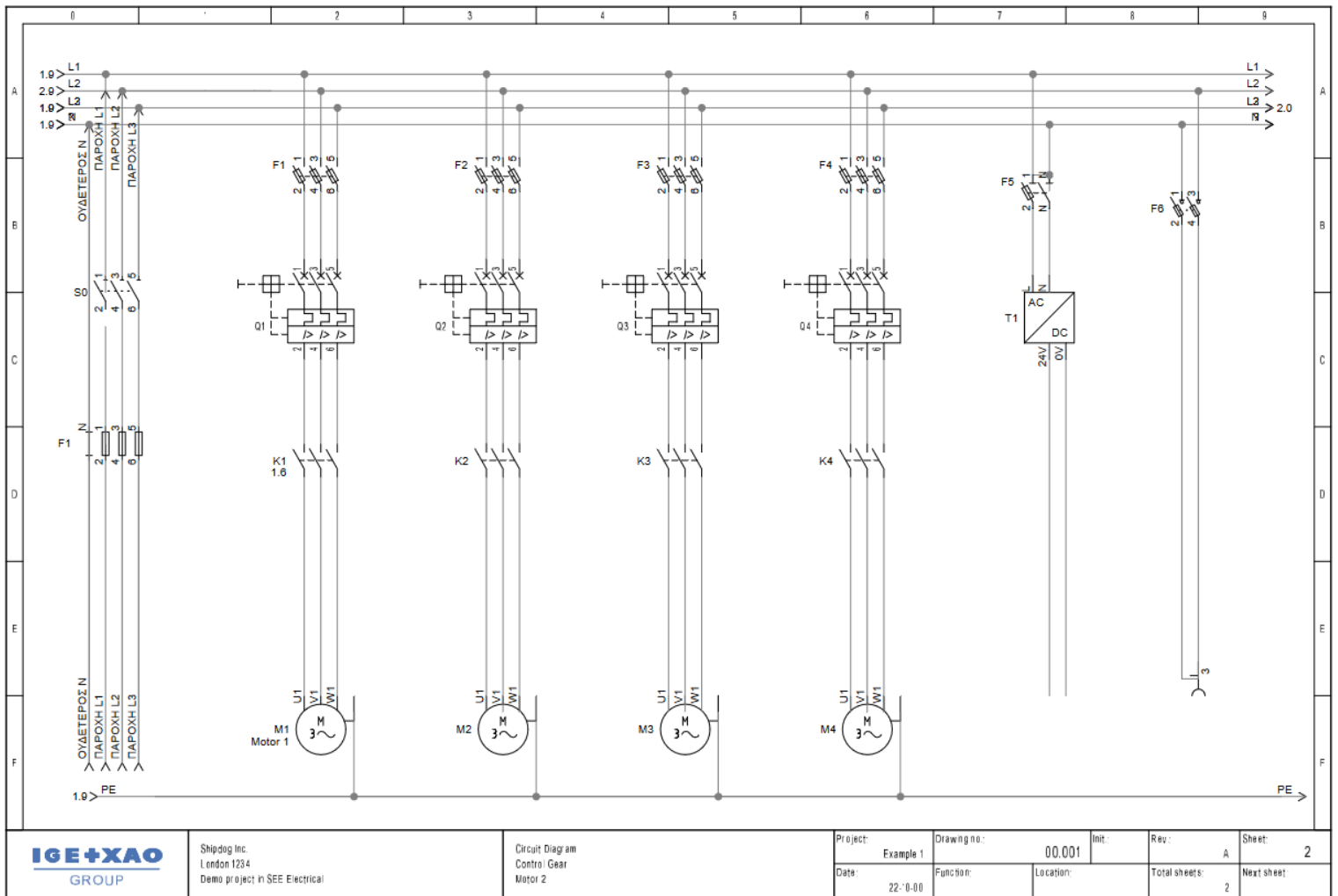
Τέλος υπάρχει και **το τροφοδοτικό**. Τα περισσότερα παλαιά μοντέλα LOGO είχαν παροχή 230V AC όμως τα τελευταία χρονιά δέχονται ως παροχή 24V DC. Επίσης, το τροφοδοτικό το χρησιμοποιούμε και ως τροφοδοσία DC παροχής στον κεντρικό πίνακα.



Εικ.34. Τροφοδοτικό

ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

❖ ΚΥΚΛΩΜΑ ΙΣΧΥΟΣ



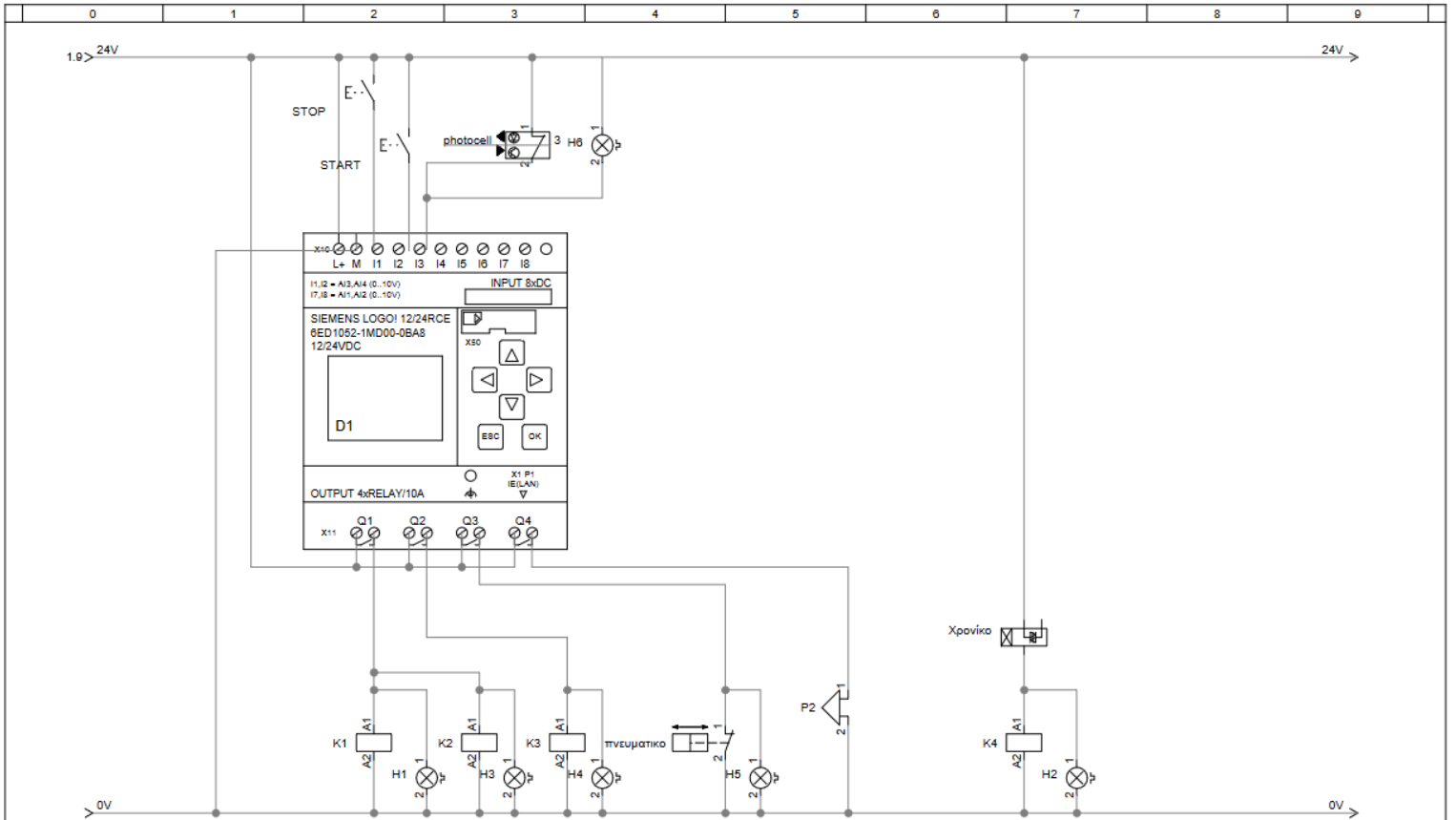
IGE+XAO
GROUP

Shipdog Inc.
London 1234
Demo project in SEE Electrical

Circuit Diagram
Control Gear
Motor 2

Project:	Example 1	Drawing no.:	00.001	Int.:		Rev.:	A	Sheet:	2
Date:	22-0-00	Function:		Location:		Total sheets:	2	Next sheet:	

❖ ΒΟΗΘΗΤΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ



Studied		COMPANY NAME	PROJECT:	DESCRIPTION: CROUTON	Drawing Number:	PAGE:
Drawn	3/5/2023	COMPANY DESCRIPTION	Customer:			2
Approved		COMPANY ADDRESS				3
		COMPANY TEL-FAX				

CROUTON

BEE FILE

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το μεγάλο πλεονέκτημα των PLCs που οδήγησε στην ευρεία χρήση τους, είναι η ταχύτητα και η ακρίβεια που μπορούν να προσφέρουν στην παραγωγή ενός προϊόντος, καθώς και ο μικρός χρόνος και η ευκολία προγραμματισμού τους από το χρήστη.

Στη συγκεκριμένη εργασία, προσπαθήσαμε να αναπτύξουμε κώδικα που να οδηγήσει τη λειτουργία μιας βιομηχανικής συσκευαστικής μηχανής. Για να το επιτύχουμε αυτό, απαιτήθηκαν γνώσεις σχετικές με τη γενική δομή και τη λειτουργία ενός προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή (PLC), καθώς και γνώσεις σχετικά με τις γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιούνται για τον προγραμματισμό PLC.

Κύριος στόχος της εργασίας ήταν η ανακατασκευή του κεντρικού πίνακα της συγκεκριμένης συσκευαστικής μηχανής ώστε να αντικατασταθεί με έναν καινούργιο πίνακα, νέας σχεδίασης. Η νέα σχεδίαση στοχεύει στην κατά το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια λειτουργίας και στην ελαχιστοποίηση των λανθασμένων ενεργειών ώστε να αυξηθεί η αξιοπιστία λειτουργίας και η ταχύτητα παραγωγής, άρα και η ανταγωνιστικότητα του προϊόντος. Το κόστος υλοποίησης μπορεί να είναι μη αμελητέο, ωστόσο η απόσβεση θα πραγματοποιηθεί σε μικρό χρονικό διάστημα. Υπάρχουν ασφαλώς περιθώρια επέκτασης των προγραμματιζόμενων λειτουργιών. Στο μέλλον μπορούν να προστεθούν επιπλέον μηχανικά μέσα και λειτουργικότητες.

Αποτέλεσμα της ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της εργασίας είναι η παροχή στον αναγνώστη μια πρώτη εικόνα του πώς μπορεί να γίνει χρήση του PLC για μία συγκεκριμένη εφαρμογή αυτοματισμού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Ακρίδης Αντώνιος, ‘Δομή και λειτουργία των PLC’, Αθήνα, 2014
- [2] Stephen J. Charman, ‘Ηλεκτρικές Μηχανές DC-AC’, Εκδόσεις Τζιόλα, 2003
- [3] Βαρσάμη Κυριακή, Προγραμματισμός Λογικού Ελεγκτή (PLC) Με Εφαρμογή
Στον Αυτοματισμό Βιομηχανικών Πλυντηρίων, Θεσσαλονίκη, 2010

Προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για την εφαρμογή

- LOGO V8
- SEE Electrical V8R2