



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών

ΤΟΜΕΑΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ
ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ. Θ.Ν. ΚΩΣΤΟΠΟΥΛΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: Έλεγχος κινήσεων στα πνευματικά συστήματα

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΘΕΜΕΛΗΣ

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2007

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<u>Κεφάλαιο 1</u>	<u>4</u>
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΠΛΕΥΜΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	5
1.1 Ανάλυση πνευματικών κυκλωμάτων	5
1.1.1 Πνευματικοί κύλινδροι	6
1.1.2 Περιτροφικά πνευματικά στοιχεία (πνευματικοί κινητήρες)	8
1.1.3 Βαλβίδες	8
α) Βαλβίδες διεύθυνσης ροής	9
β) Βαλβίδες αντεπιστροφής	11
γ) Βαλβίδες ελέγχου πίεσεως	14
δ) Βαλβίδες ελέγχου ροής	14
ε) Βάνες	14
<u>Κεφάλαιο 2</u>	<u>15</u>
2. ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	16
2.1 Εισαγωγή στη μηχανική ελέγχου	16
2.2 Αυτοματισμός με πνευματικά στοιχεία	18
2.2.1 Διαγραμματική αναπαράσταση πνευματικών κυκλωμάτων	18
2.2.2 Οδηγίες για το σχεδιασμό πνευματικών κυκλωμάτων	20
2.2.3 Έλεγχος της κίνησης των πνευματικών κυλίνδρων	21
2.2.4 Έλεγχος της ταχύτητας πνευματικών κυλίνδρων	23
2.2.5 Έλεγχος της δύναμης πνευματικών κυλίνδρων	25
2.2.6 Λογικές λειτουργίες	25
2.2.7 Βηματικό διάγραμμα κινήσεων	27
<u>Κεφάλαιο 3</u>	<u>29</u>
3. ΗΛΕΚΤΡΟΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	30
3.1 E/P Converters	30
3.2 P/E converters	30
3.3 Ηλεκτρικά στοιχεία	31
3.4 Παράδειγμα ηλεκτροπνευματικού ελέγχου	31
<u>Κεφάλαιο 4</u>	<u>32</u>
4. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΛΟΓΙΚΟΙ ΕΛΕΓΚΤΕΣ P.L.C	33
4.1 Hardware	34
4.2 Σήματα	34
4.3 Software	37
4.4 Αισθητήρες	37
4.5 Ενεργοποιητές	38
4.6 Προγραμματιστής	39

4.7 Διευθύνσεις του PLC.....	39
4.8 Operands.....	42
4.8.1 Καταχωρητές (Registers).....	45
4.8.2 Χρονικά (Timers)	46
4.8.3 Μετρητές (Counters)	47
4.8.4 Βοηθητικές επαφές (Flags).....	48
4.9 Βασικά τμήματα ενός PLC.....	51

Κεφάλαιο 5 **56**

5. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ P.L.C	58
5.1 Λίστα θέσεων	58
5.2 Προγραμματισμός	59
5.3 Μεταβίβαση στον ελεγκτή	60

Κεφάλαιο 6 **61**

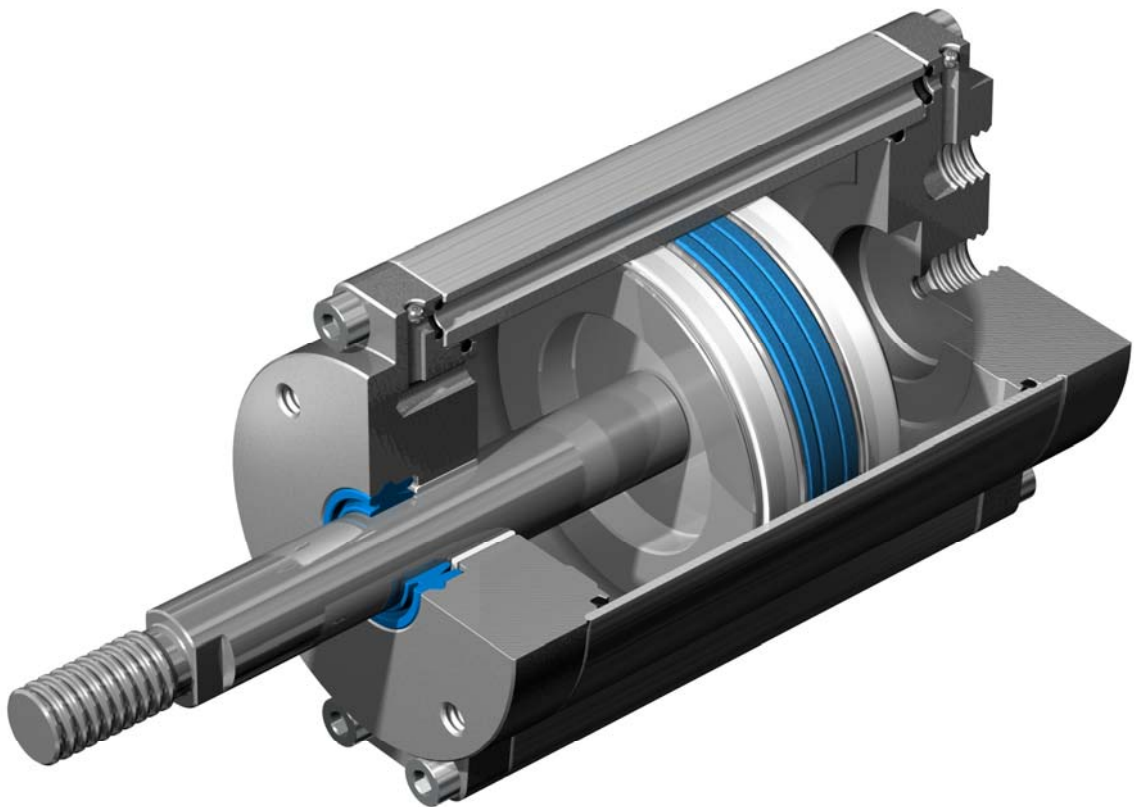
6. ΓΛΩΣΣΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ STL	62
6.1 Δομή προγράμματος.....	62
6.2 Η εντολή STEP.....	64
6.3 Επεμβαίνοντας στη ροή του προγράμματος.....	66
6.3.1 Εντολή NOP	66
6.3.2 Εντολή JUMP	67
6.3.3 Εντολή OTHRW	68
6.4 Βασικές εντολές της STL	69
6.4.1 Εντολή PSE	69
6.4.2 Εντολή INC	70
6.5 Παράδειγμα προγραμματισμού με χρήση STL	71
6.5.1 Πλήρως διαδοχική διαδικασία.....	71
6.5.2 Μερικώς διαδοχικά βήματα διαδικασίας με τυχαία γεγονότα.....	74

Κεφάλαιο 7 **77**

7. ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ	78
7.1 Το πρόβλημα	78
7.1.1 Επίλυση.....	78
7.1.2 Βηματικό διάγραμμα κινήσεων	78
7.1.3 Προγραμματισμός PLC	80
7.1.4 Μεταβίβαση του προγράμματος στο P.L.C.....	80
7.1.5 Hardware εργαστηριακής άσκησης.....	81

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή στα πνευματικά συστήματα



1. Εισαγωγή στα πνευματικά συστήματα

Η εντυπωσιακή διάδοση των πνευματικών συστημάτων μέσα σε σύντομο σχετικά χρονικό διάστημα, οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι τα περισσότερα προβλήματα αυτοματισμού επιλύονται με χρήση πεπιεσμένου αέρα με τον ευκολότερο και οικονομικότερο τρόπο. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης πεπιεσμένου αέρα είναι πολλά και ξεκινούν από το γεγονός ότι ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι διαθέσιμος οπουδήποτε και σε ανεξάντλητες ποσότητες, μέχρι ότι δεν παρουσιάζει κίνδυνο έκρηξης ή πυρκαγιάς και δεν μολύνει σε περίπτωση διαφυγής του από τις σωληνώσεις.

1.1. Ανάλυση πνευματικών κυκλωμάτων

Για την υλοποίηση ενός πνευματικού κυκλώματος απαιτούνται όλων των ειδών τα πνευματικά στοιχεία, που μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες: τα **στοιχεία κίνησης** και τα **στοιχεία ελέγχου**. Στα στοιχεία κίνησης περιλαμβάνονται οι μετατροπείς πνευματικής ισχύος σε ευθύγραμμη (κύλινδροι) ή περιστροφική κίνηση (κινητήρες), ενώ στα στοιχεία ελέγχου περιλαμβάνονται οι βαλβίδες κάθε τύπου.

Τα πνευματικά κυκλώματα συμπληρώνονται βέβαια και από άλλα στοιχεία, όπως αεροσυμπιεστές, φίλτρα, ξηραντές κλπ., στα οποία θα αναφερθούμε συνοπτικά.

Οι **αεροσυμπιεστές** απαιτούνται για την παραγωγή του πεπιεσμένου αέρα και λειτουργούν συμπιέζοντας τον αέρα μέχρι να αποκτήσει την πίεση λειτουργίας. Τα υπόλοιπα στοιχεία της πνευματικής εγκατάστασης τροφοδοτούνται με πεπιεσμένο αέρα μέσω σωληνογραμμών από το τμήμα των αεροσυμπιεστών. Κινητοί αεροσυμπιεστές χρησιμοποιούνται κυρίως σε μηχανήματα ή εγκαταστάσεις που αλλάζουν συχνά θέσεις. Οι αεροσυμπιεστές ανήκουν σε δύο κατηγορίες: η πρώτη συμπιέζει τον αέρα εισάγοντας τον σε έναν θάλαμο και ελατώνοντας τον όγκο του θαλάμου αυτού και ονομάζονται **εμβολοφόροι αεροσυμπιεστές**, ενώ η δεύτερη συμπιέζει τον αέρα επιταχύνοντας τη μάζα του και ονομάζονται **αεροσυμπιεστές ροής**.

1. Εισαγωγή στα πνευματικά συστήματα

Το αεροφυλάκιο είναι απαραίτητο για να εξισορροπεί την παροχή του πεπιεσμένου αέρα. Με αυτό επιτυγχάνεται εξομάλυνση των διακυμάνσεων πίεσης στο σύστημα διανομής, όταν καταναλώνεται πεπιεσμένος αέρας. Επιπροσθέτως, η μεγάλη εξωτερική επιφάνεια του αεροφυλακίου διευκολύνει την ψύξη του αέρα. Έτσι, ένα ποσοστό της υγρασίας που περιέχει ο αέρας απομακρύνεται με τη μορφή νερού κατ' ευθείαν από το αεροφυλάκιο.

Στις εφαρμογές του πεπιεσμένου αέρα, η πράξη έχει δείξει ότι πρέπει να δίνουμε μεγάλη προσοχή στην προπαρασκευή του αέρα. Η μόλυνση με τη μορφή ακαθαρσιών ή σωματιδίων σκουριάς, υπερβολικού λιπαντικού και υγρασίας οδηγεί συχνά σε διαταραχές στον πνευματικό εξοπλισμό και προκαλεί βλάβες στα δομικά στοιχεία. Ο χονδρικός διαχωρισμός των συμπυκνωμάτων γίνεται στο διαχωριστή, μετά το αεριοφυλάκιο, ο λεπτός όμως διαχωρισμός, το φιλτράρισμα και η ξήρανση πρέπει να γίνονται σε διάφορα σημεία του κυκλώματος συνήθως πριν από τα ευαίσθητα εργαλεία ή μηχανήματα. Το φίλτρο του πεπιεσμένου αέρα έχει σκοπό να αποκρίνει κάθε ξένη ουσία που τον μολύνει, συμπεριλαμβανομένου και του νερού που διέρχεται από τη συσκευή αυτή. Ανάλογα με το βαθμό μόλυνσης του αέρα, τα διάφορα στοιχεία του φίλτρου πρέπει να καθαρίζονται και να αντικαθίστανται περιοδικώς.

Σκοπός του λιπαντήρα τέλος, είναι να εμπλουτίζει τον πεπιεσμένο αέρα με αρκετό λιπαντικό για την ομαλή λειτουργία των πνευματικών στοιχείων του συστήματος. Η λίπανση περιορίζει τη φθορά των κινούμενων μερών, διατηρεί τις δυνάμεις τριβής σε χαμηλό επίπεδο και προστατεύει τα στοιχεία του κυκλώματος από τη διάβρωση.

Στη συνέχεια θα περιγραφούν τα στοιχεία κίνησης και ελέγχου και θα παρατεθούν τα σύμβολά τους ώστε να είναι εύκολη η αναγνώρισή τους στα κυκλώματα που θα αναλύονται στη συνέχεια της εργασίας.

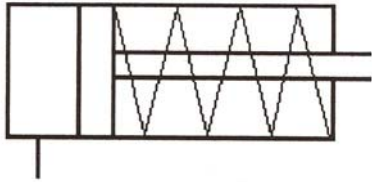
1.1.1. Πνευματικοί κύλινδροι

Οι πνευματικοί κύλινδροι μετατρέπουν την πνευματική ισχύ του πεπιεσμένου αέρα σε ευθύγραμμη κίνηση και ανάλογα με την κατασκευαστική διαμόρφωσή τους διακρίνονται σε κυλίνδρους απλής ενέργειας, διπλής ενέργειας και ειδικών εφαρμογών.

Στους κυλίνδρους απλής ενέργειας, ο πεπιεσμένος αέρας εφαρμόζεται μόνο προς τη μία πλευρά του εμβόλου, οπότε παράγεται έργο μόνο προς τη μία διεύθυνση. Η επαναφορά του εμβόλου προς την αντίθετη (χωρίς έργο) διεύθυνση επιτυγχάνεται με ενσωματωμένο ελατήριο ή με εξωτερική δύναμη. Η δύναμη του ελατηρίου έχει συνήθως επιλεγεί ώστε το έμβολο να επανέρχεται στη θέση εκκινήσεως με κάποια αρκετά υψηλή ταχύτητα. Στους κυλίνδρους με ενσωματωμένο ελατήριο, η διαδρομή περιορίζεται στην πράξη από το φυσικό μήκος του

1. Εισαγωγή στα πνευματικά συστήματα

ελατηρίου οπότε κατασκευάζονται κύλινδροι με μήκος διαδρομής 100mm περίπου. Στο σχήμα 1.1 φαίνεται το σύμβολο του κυλίνδρου απλής ενέργειας με ελατήριο επαναφοράς κατά DIN ISO 1219.



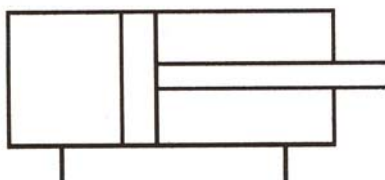
Σχήμα 1.1



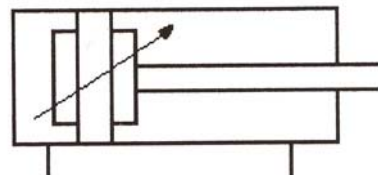
Σχήμα 1.2

Στο σχήμα 1.2 φαίνεται το σύμβολο μιας παραλλαγής του κυλίνδρου απλής ενέργειας, όπου η ενεργός διαδρομή γίνεται από το ελατήριο και η επιστροφή από τον πεπιεσμένο αέρα. Η τυπική εφαρμογή του είναι στα φρένα ανάγκης φορτηγών και σιδηροδρόμων με βασικό προτέρημα την πραγματοποίηση της πέδησης όταν λείπει η πνευματική ισχύς.

Στους κυλίνδρους διπλής ενέργειας, η δύναμη που εξασκεί ο πεπιεσμένος αέρας κινεί το έμβολο και προς τις δύο διευθύνσεις κίνησης. Οι κύλινδροι αυτοί χρησιμοποιούνται ειδικά εκεί όπου το έμβολο πρέπει να εκτελεί έργο όχι μόνο κατά την έκταση αλλά και κατά τη σύμπτυξη του βάκτρου. Το μήκος της διαδρομής είναι θεωρητικά απεριόριστο, πρέπει όμως να υπάρχει πρόβλεψη για την καταπόνηση του βάκτρου σε λυγισμό και κάμψη. Στο σχήμα 1.3 (DIN ISO 1219) φαίνεται το σύμβολο του κυλίνδρου διπλής ενέργειας και στο σχήμα 1.4 (DIN ISO 1219) το σύμβολο του ίδιου κυλίνδρου με διάταξη επιβράδυνσης στο τέρμα της διαδρομής. Η χρήση της διάταξης αυτής είναι απαραίτητη όταν ο κύλινδρος κινεί φορτία με μεγάλη μάζα, ώστε να αποφεύγεται η απότομη κρούση του εμβόλου στο τέρμα της διαδρομής.



Σχήμα 1.3



Σχήμα 1.4

1. Εισαγωγή στα πνευματικά συστήματα

Στους κύλινδρους ειδικών εφαρμογών περιλαμβάνονται οι κύλινδροι με βάκτρο και προς τις δύο πλευρές, οι κύλινδροι tandem, οι κύλινδροι πολλαπλών θέσεων και άλλοι που έχουν αναπτυχθεί για συγκεκριμένες ανάγκες και χρησιμοποιούνται σε ειδικές περιπτώσεις.

1.1.2 Περιτροφικά πνευματικά στοιχεία (πνευματικοί κινητήρες)

Οι μηχανισμοί οι οποίοι μετασχηματίζουν την ενέργεια του πεπιεσμένου αέρα σε μηχανική ενέργεια περιστροφής, ονομάζονται πνευματικοί κινητήρες. Ανάλογα με το σχεδιασμό τους διακρίνονται σε εμβολοφόρους (αξονικούς και ακτινικούς), γριναζωτούς, πτερυγιοφόρους και στροβιλοφόρους.

Η χρησιμοποίηση του κάθε τύπου έχει να κάνει με τις απαιτήσεις του κυκλώματος: οι στροβιλοφόροι κινητήρες χρησιμοποιούνται μόνο όπου χρειαζόμαστε μικρή ισχύ αλλά πολύ μεγάλο αριθμό στροφών, οι γριναζωτοί κινητήρες χρησιμοποιούνται σαν μηχανές έλξεως μιας και αναπτύσσουν υψηλές ροπές ενώ οι πτερυγιοφόροι διακρίνονται για την απλότητα της κατασκευής και το μικρό βάρος τους αλλά δε μπορούν να αναπτύξουν υψηλές στροφές.

1.1.3 Βαλβίδες

Τα πνευματικά συστήματα αποτελούνται από στοιχεία σημάτων, στοιχεία ελέγχου και μηχανικά μέρη εργασίας. Τα στοιχεία σημάτων και ελέγχου καθορίζουν την ακολουθία λειτουργίας των μηχανικών μερών μιας μηχανής. Οι βαλβίδες είναι στοιχεία για τον έλεγχο ή τη ρύθμιση (εκκίνηση, σταμάτημα, έλεγχος διεύθυνσης ή ροής κλπ.) και η ονομασία τους ορίζεται βάση διεθνούς ορολογίας. Παράλληλα, για την απεικόνισή τους χρησιμοποιούνται σύμβολα κατά DIN ISO 1219.

Οι βαλβίδες κατατάσσονται σε 5 ομάδες, ανάλογα με τη λειτουργία τους:

- α) Βαλβίδες **διεύθυνσης ροής**
- β) Βαλβίδες **αντεπιστροφής**
- γ) Βαλβίδες **ελέγχου πίεσεως**
- δ) Βαλβίδες **ελέγχου ροής**
- ε) **Βάνες**

1. Εισαγωγή στα πνευματικά συστήματα

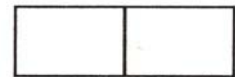
α) Βαλβίδες διεύθυνσης ροής

Οι Βαλβίδες διεύθυνσης ροής είναι στοιχεία που καθορίζουν τη διεύθυνση που παίρνει ένα ρεύμα πεπιεσμένου αέρα, χρησιμοποιούνται δε ιδιαίτερα για εκκίνηση – σταμάτημα και έλεγχο της διεύθυνσης ροής. Για τη σχεδιαστική παράστασή τους χρησιμοποιούμε σύμβολα που παριστάνουν μόνο τη λειτουργία κάθε βαλβίδας και δεν δείχνουν την αρχή σχεδίασης βάσει της οποίας κατασκευάζεται η βαλβίδα. Στα σύμβολα αυτά (DIN ISO 1219) έχουν γίνει οι εξής παραδοχές:

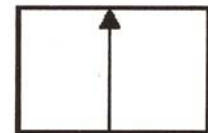
Οι θέσεις των δυνατών καταστάσεων λειτουργίας παριστάνονται από τετραγωνίδια. Κάθε ένα απ' αυτά υποδηλώνει και μία θέση λειτουργίας.



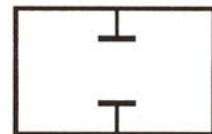
Ο αριθμός των τετραγωνιδίων δείχνει πόσες θέσεις λειτουργίας υπάρχουν. Δύο τετράγωνα με κοινή πλευρά συμβολίζουν δύο θέσεις του στοιχείου χωρίς να μεσολαβεί κάποια ενδιάμεση.



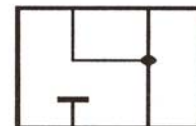
Οι γραμμές στο εσωτερικό των τετραγώνων συμβολίζουν δρόμους ροής του πεπιεσμένου αέρα. Τα βέλη δείχνουν τη διεύθυνση της ροής.



Οι θέσεις διακοπής της ροής παριστάνονται με γραμμές σε ορθές γωνίες.

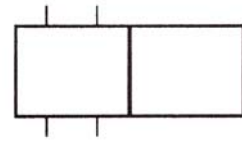


Τα σημεία συνάντησης των δρόμων ροής παριστάνονται από κουκίδες στο σημείο ένωσης.

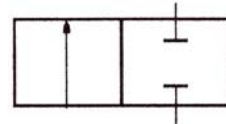


1. Εισαγωγή στα πνευματικά συστήματα

Οι συνδέσεις (πόρτες εισόδου – εξόδου) παριστάνονται από γραμμές στο εξωτερικό του τετραγώνου που αντιστοιχεί στην αρχική ή κανονική θέση λειτουργίας.

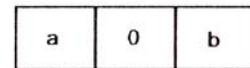


Αν μεταθέσουμε νοητά τη θέση των άλλων τετραγώνων πάνω στο αρχικό, τα βέλη δείχνουν τη διεύθυνση της ροής όταν η βαλβίδα ενεργοποιηθεί προς την αντίστοιχη θέση που εξετάζουμε.



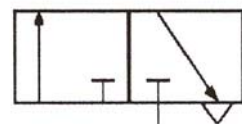
Οι θέσεις μιας βαλβίδας χαρακτηρίζονται με τα μικρά λατινικά γράμματα a, b, c ..., ο.

Παράδειγμα: Βαλβίδα με 3 θέσεις. Το μεσαίο τετράγωνο (ο) αντιστοιχεί στην ενδιάμεση θέση, η οποία είναι και η αρχική θέση λειτουργίας.

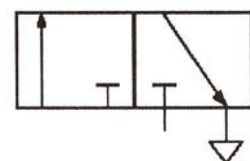


Σε βαλβίδες οι οποίες επανέρχονται στην αρχική θέση με ελατήριο, σαν αρχική θέση ορίζεται η θέση που βρίσκονται τα κινητά μέρη της βαλβίδας πριν αυτή συνδεθεί. Γενικά μπορούμε να ορίσουμε σαν αρχική θέση τη θέση εκείνη που έχει το πνευματικό στοιχείο του συστήματος προτού αρχίσει η εκτέλεση του προγράμματος λειτουργίας και εφόσον στο δίκτυο υπάρχει πίεση και τυχόν ηλεκτρική τροφοδοσία.

Όταν υπάρχουν δρόμοι εκτόνωσης του αέρα στην ατμόσφαιρα που γίνονται απευθείας χωρίς τη χρήση σωληνώσεων, χρησιμοποιούμε τρίγωνο επαπτόμενο στο τετράγωνο της αντίστοιχης κατάστασης.



Αν μεσολαβούν σωληνώσεις για την εκτόνωση – εξαγωγή, το τρίγωνο δεν επαπτεται στο τετράγωνο.



1. Εισαγωγή στα πνευματικά συστήματα

Για να απλοποιήσουμε την εργασία σύνδεσης των βαλβίδων στο σύστημα που θα λειτουργήσουν, συμβολίζουμε τις συνδέσεις με κεφαλαία γράμματα ως εξής:

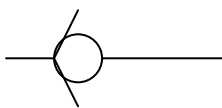
Γραμμές εργασίας	.....	A, B, C,
Γραμμές πίεσης	.....	P
Γραμμές εξαγωγής	.....	R, S, T,
Γραμμές ελέγχου	.....	Z, Y, X,

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ένας περιληπτικός πίνακας των βαλβίδων διεύθυνσης ροής.

β) Βαλβίδες αντεπιστροφής

Οι βαλβίδες αντεπιστροφής είναι στοιχεία που επιτρέπουν τη ροή πλήρως και με ελάχιστο εμπόδιο, προς τη μία μόνο κατεύθυνση, ενώ τη σταματούν σχεδόν τελείως προς την αντίθετη της. Η πίεση στην πλευρά εξόδου των βαλβίδων αυτών ενεργεί κόντρα στο στοιχείο στεγανότητας και επομένως αποτελεί παράγοντα που βοηθάει την επίτευξη στεγανότητας της βαλβίδας. Οι βαλβίδες αντεπιστροφής μπορεί να είναι απλού ελέγχου (μιας εισόδου) ή διπλού ελέγχου (δύο εισόδων).

Η βαλβίδα αντεπιστροφής απλού ελέγχου (μιας εισόδου) σταματά τη ροή απόλυτα προς τη μία διεύθυνση, ενώ ο αέρας ρέει προς την αντίθετη διεύθυνση με ελάχιστη κατά το δυνατόν απώλεια πίεσης. Το μπλοκάρισμα της ροής προς τη μία κατεύθυνση επιτυγχάνεται διαμέσου στοιχείων στεγανότητας που μπορεί να έχουν μορφή κώνου, σφαίρας, πλάκας ή διαφράγματος. Στο σχήμα 1.5 φαίνεται το σύμβολο της βαλβίδας αντεπιστροφής που κλείνει με τη δύναμη που επενεργεί στο στοιχείο στεγανότητας από τον πεπιεσμένο αέρα, ενώ στο σχήμα 1.6 είναι το σύμβολο της ίδιας βαλβίδας με ελατήριο, όπου το κλείσιμό της επιτυγχάνεται όταν η πίεση στην έξοδο είναι μεγαλύτερη ή ίση από την πίεση εισόδου.



Σχήμα 1.5.



Σχήμα 1.6

1. Εισαγωγή στα πνευματικά συστήματα

Η βαλβίδα αντεπιστροφής διπλού ελέγχου (δύο εισόδων) διαθέτει δύο εισόδους X και Y και μία έξοδο A. Όταν εφαρμόζεται πεπιεσμένος αέρας στην είσοδο X κλείνει η είσοδος Y και ο αέρας ρέει από X προς A. Εναλλακτικά, ο αέρας μπορεί να ρέει από Y προς A και να είναι κλειστή η είσοδος X. Όταν αντιστρέφεται η ροή του αέρα, η βαλβίδα παραμένει στη θέση που είχε προηγουμένως. Το σύμβολό της φαίνεται στο σχήμα 1.7.

Περίληπτικός πίνακας βαλβίδων διεύθυνσης ροής

Περιγραφή	Κανονική κατάσταση	
Βαλβίδα διεύθυνσης ροής 2/2	Κλειστή	
Βαλβίδα διεύθυνσης ροής 2/2	Ανοικτή	
Βαλβίδα διεύθυνσης ροής 3/2	Κλειστή	
Βαλβίδα διεύθυνσης ροής 3/2	Ανοικτή	
Βαλβίδα διεύθυνσης ροής 3/3	Κλειστή	
Βαλβίδα διεύθυνσης ροής 4/2	1 γραμμή είσοδος του αέρα 1 γραμμή εξαγωγής	
Βαλβίδα διεύθυνσης ροής 4/3	Κεντρική θέση κλειστή	
Βαλβίδα διεύθυνσης ροής 4/3	Οι πόρτες A και B συνδέονται Με την εξαγωγή στην κεντρική θέση	
Βαλβίδα διεύθυνσης ροής 5/2	2 εξαγωγές	
Βαλβίδα διεύθυνσης ροής 6/3	3 θέσεις ροής	

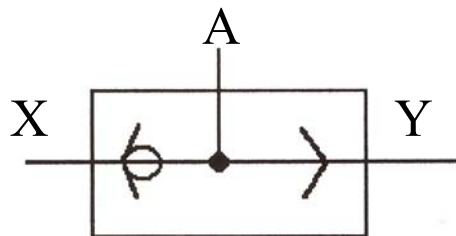
1. Εισαγωγή στα πνευματικά συστήματα

Η ονομασία (περιγραφή) μιας βαλβίδας εξαρτάται από δύο παράγοντες: τον αριθμό των συνδέσεων που ελέγχει η βαλβίδα και τον αριθμό των δυνατών καταστάσεων (θέσεων) λειτουργίας. Ο πρώτος αριθμός της περιγραφής αντιστοιχεί στις συνδέσεις, ο δεύτερος στις δυνατές καταστάσεις ή θέσεις λειτουργίας.

Παράδειγμα:

Βαλβίδα διεύθυνσης ροής 3/2 : 3 συνδέσεις (πόρτες), 2 θέσεις (2 τετράγωνα)

Βαλβίδα διεύθυνσης ροής 4/3 : 4 συνδέσεις (πόρτες), 3 θέσεις (3 τετράγωνα)



Σχήμα 1.7

Στις βαλβίδες αντεπιστροφής περιλαμβάνονται ακόμα η στραγγαλιστική ανακουφιστική βαλβίδα, η βαλβίδα ταχείας εκτόνωσης και η βαλβίδα δύο πιέσεων.

Η στραγγαλιστική ανακουφιστική βαλβίδα είναι γνωστή και σαν βαλβίδα ρύθμισης της ταχύτητας. Η ροή του αέρα στραγγαλίζεται μόνο προς τη μία διεύθυνση. Μια βαλβίδα αντεπιστροφής μπλοκάρει τη ροή προς τη μία διεύθυνση ενώ ο αέρας μπορεί να ρέει διαμέσου της διάταξης στραγγαλισμού. Οι βαλβίδες αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται για τη ρύθμιση της ταχύτητας στους πνευματικούς κυλίνδρους.

Τέλος, οι βαλβίδες δύο πιέσεων έχουν δύο εισόδους X και Y και μία έξοδο A. Ο πεπιεσμένος αέρας ρέει μέσω της βαλβίδας μόνο όταν εφαρμόζονται σήματα και στις δύο εισόδους. Αν τα δύο σήματα δεν εφαρμοστούν ταυτόχρονα και στις δύο εισόδους, τότε το σήμα που εφαρμόστηκε τελευταίο περνάει προς την έξοδο. Εάν τα σήματα έχουν διαφορετική πίεση, εκείνο με τη μεγαλύτερη τιμή κλείνει τη βαλβίδα και διέρχεται το άλλο με τη μικρότερη πίεση προς την έξοδο A. Τα σύμβολα και των τριών τύπων βαλβίδων φαίνονται στο παράρτημα II.

1. Εισαγωγή στα πνευματικά συστήματα

γ) Βαλβίδες ελέγχου πίεσεως

Οι βαλβίδες αυτές είναι στοιχεία τα οποία ρυθμίζουν την πίεση ή ελέγχουν το μέγεθος της πίεσης και διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

- Βαλβίδες ρύθμισης της πίεσης
- Βαλβίδες περιορισμού της πίεσης
- Βαλβίδες διαδοχικής δράσης

Οι βαλβίδες ρύθμισης της πίεσης έχουν σκοπό να διατηρούν την πίεση σταθερή, δηλαδή η επιλογή της πίεσης στο όργανο ένδειξης (μανόμετρο) θα πρέπει να μεταφέρεται προς όλα τα σημεία του κυκλώματος χωρίς μεταβολή ακόμα και όταν υπάρχουν διακυμάνσεις της πίεσης εισόδου. Η ελάχιστη πίεση εισόδου πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την πίεση εξόδου.

Οι βαλβίδες περιορισμού της πίεσης χρησιμοποιούνται κυρίως σαν βαλβίδες ασφαλείας (ανακούφιση της πίεσης). Σκοπός τους είναι να εμποδίζουν την πίεση σε ένα πνευματικό κύκλωμα να υπερβεί ένα επιτρεπόμενο μέγιστο όριο. Εάν η μέγιστη πίεση αναπτυχθεί στην είσοδο της βαλβίδας, η έξοδος της ανοίγει και ο αέρας διαφεύγει στην ατμόσφαιρα. Η βαλβίδα παραμένει ανοιχτή μέχρις ότου το ενσωματωμένο ελατήριο την κλείσει, όταν η πίεση πέσει σε μια ορισμένη τιμή σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του ελατηρίου.

Οι βαλβίδες διαδοχικής δράσης τοποθετούνται σε πνευματικά συστήματα ελέγχου όπου απαιτείται μια ορισμένη πίεση για να γίνει αλλαγή καταστάσεων (έλεγχοι που εξαρτώνται από την πίεση). Το σήμα στους ελέγχους αυτής της κατηγορίας μεταδίδεται μόνο εάν έχει επιτευχθεί η απαιτούμενη πίεση λειτουργίας. Η αρχή βάσει της οποίας λειτουργούν οι βαλβίδες αυτές είναι η ίδια όπως στις βαλβίδες περιορισμού της πίεσης.

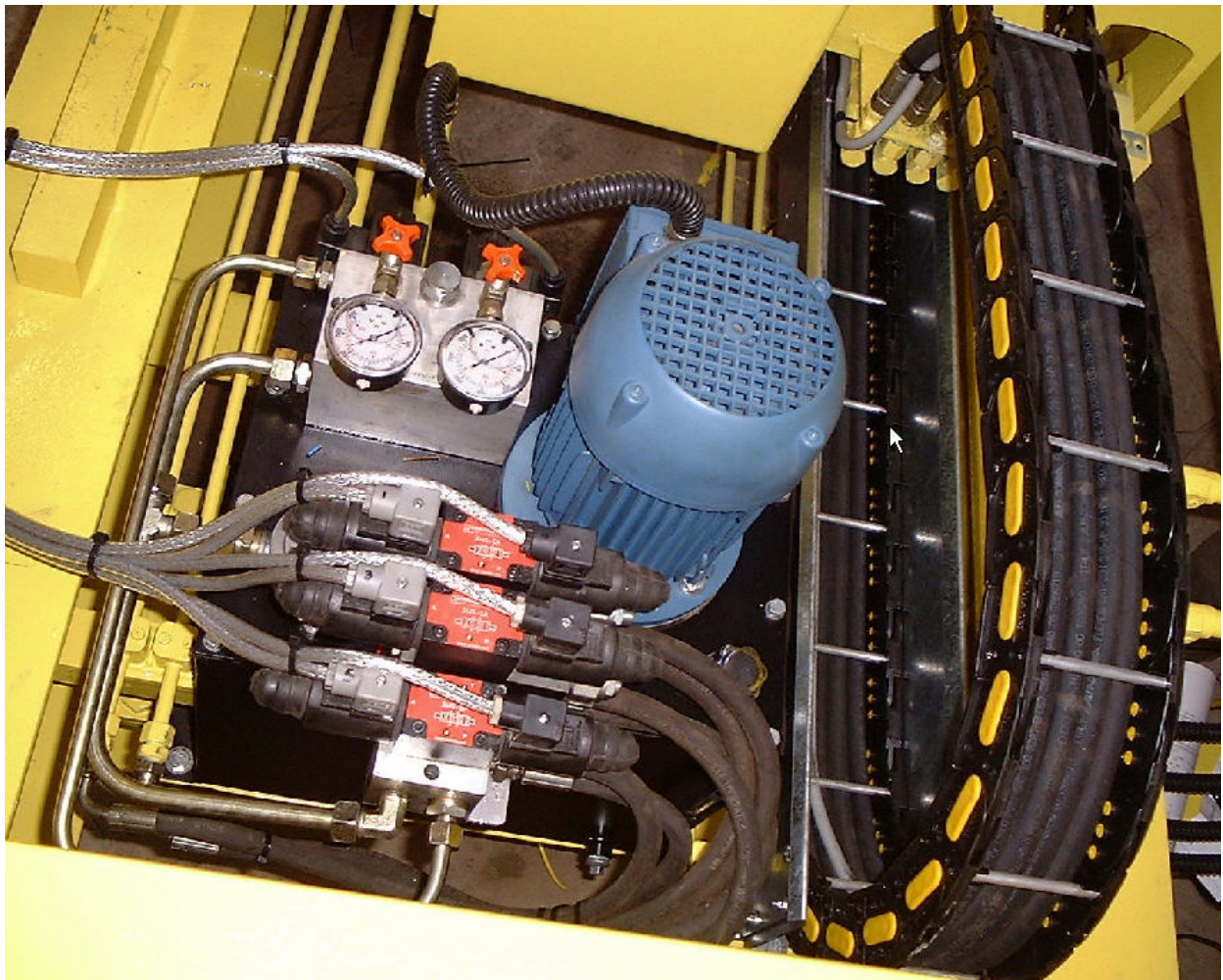
δ) Βαλβίδες ελέγχου ροής, ε) Βάνες

Οι βαλβίδες ελέγχου της ροής επηρεάζουν τον όγκο ροής του πεπιεσμένου αέρα και προς τις δύο κατευθύνσεις. Οι βάνες επιτρέπουν ή διακόπτουν πλήρως τη ροή σε μια γραμμή. Είναι όλες βαλβίδες στραγγαλισμού και γενικά η λειτουργική τους αξιοπιστία αυξάνεται όταν είναι τοποθετημένες απ' ευθείας πάνω στους κυλίνδρους που θέλουμε να ελέγξουμε.

Οι βαλβίδες ελέγχου της ροής μπορούν να είναι και ρυθμιζόμενες μηχανικά, ηλεκτρικά ή πνευματικά.

Κεφάλαιο 2

Πνευματικός έλεγχος



2. ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

2.1 Εισαγωγή στη μηχανική ελέγχου

Η συνεχής εξέλιξη στην πορεία των αυτοματισμών, η ανάπτυξη νέων συστημάτων και εξαρτημάτων καθώς και η βελτίωση και επέκταση των ήδη υπαρχόντων, δημιούργησε την ανάγκη της επέκτασης, τροποποίησης και ακόμα της πλήρους αναθεώρησης των υπαρχόντων κανονισμών και τυποποιήσεων. Οι θεμελιώδεις αρχές που αναφέρονται στη μηχανική ελέγχου αφορούν το αντικείμενο σαν μία πλήρη ενότητα και επομένως είναι εφαρμόσιμες ανεξάρτητα με την ενέργεια ελέγχου και τον τύπο των εξαρτημάτων που χρησιμοποιούνται.

Γενικά για την επίλυση ενός προβλήματος ελέγχου, υπάρχει μία ιδιαίτερα πρακτική ακολουθία ενεργειών, κάθε σημείο της οποίας πρέπει να διευκρινισθεί για κάθε πρόβλημα και οι διάφορες συνθήκες πρέπει να καθορισθούν και να σημειωθούν. Η ακολουθία είναι η εξής:

-Ορισμός προβλήματος, καθορισμός συνθηκών

Το πρόβλημα και οι στόχοι του πρέπει να καθορισθούν εξ' αρχής με σαφήνεια. Επίσης είναι πολύ σημαντικό να καταγραφούν οι συνθήκες που αφορούν το πρόβλημα , για παράδειγμα τρόπος λειτουργίας, εξωτερική ασφάλεια συστήματος, αξιοπιστία λειτουργίας κλπ.. Επίσης πρέπει να καθορισθούν διάφορες επιπρόσθετες συνθήκες για τη λειτουργική ακολουθία (συνθήκες εκκίνησης, διάταξης, ασφαλείας) και για λειτουργικές επιρροές (περιβάλλον, χώρος εγκατάστασης, παροχή, προσωπικό).

-Ενέργεια εργασίας, στοιχεία εργασίας

Επειδή είναι δυνατόν μέσω κατάλληλων εξαρτημάτων να μετατρέψουμε σήματα ενός τύπου ενέργειας σε σήματα άλλου τύπου ενέργειας, μπορούμε στη μηχανική ελέγχου να εργαστούμε σε ένα σύστημα με διαφορετικούς τύπου ενέργειας. Επομένως, είναι δυνατόν να σχεδιασθεί ένας έλεγχος με τις καλύτερες οικονομικές και τεχνικές αξιώσεις. Τα μέσα εργασίας μπορεί να είναι ηλεκτρικά, υδραυλικά ή πνευματικά, ανάλογα με διάφορα κριτήρια, ενώ τα μέσα ελέγχου μπορεί να είναι μηχανικά, ηλεκτρικά, ηλεκτρονικά, πνευματικά κανονικής ή χαμηλής πίεσης ή υδραυλικά. Εάν καθορισθεί η ενέργεια εργασίας, πρέπει να επιλεγούν τα στοιχεία με τις κατάλληλες διαστάσεις.

-Σχηματική απεικόνιση

Πάντοτε συνιστάται να γίνει σχηματική απεικόνιση βασισμένη στην περιγραφή του προβλήματος, συνήθως υπό μορφή σκαριφήματος. Η σχηματική απεικόνιση βοηθά στην ευκολότερη αναγνώριση των παραμέτρων που αφορούν τα στοιχεία εργασίας, την τοποθέτησή τους και πιθανόν τη μέθοδο εργασίας.

-Καθορισμός της ακολουθίας λειτουργιών

Οι κινήσεις των ακολουθιών και των συνθηκών ενεργοποίησης των στοιχείων εργασίας και ελέγχου πρέπει να αναπαρασταθούν με σαφή τρόπο, έτσι ώστε να γίνεται δυνατή και γρήγορη η κατανόηση ακόμα και ιδιαίτερα πολύπλοκων προβλημάτων. Οι μορφές αναπαράστασης είναι συνοπτικά οι ακόλουθες:

- α. Καταγραφή της χρονικής ακολουθίας
- β. Πίνακας βημάτων εργασίας
- γ. Διανυσματικό διάγραμμα
- δ. Συντετμημένος συμβολισμός
- ε. Λειτουργικός χάρτης
- στ. Βηματικό διάγραμμα κινήσεων
- ζ. Χρονικό διάγραμμα κινήσεων
- η. Διάγραμμα ελέγχου

Η μορφή που θα επιλεγεί εξαρτάται από το συγκεκριμένο πρόβλημα. Σε πολλές περιπτώσεις χρειάζεται να χρησιμοποιηθούν παράλληλα διάφοροι τύποι αναπαράστασης (π.χ. διάγραμμα κινήσεων και λίστα υπό μορφή πίνακα για το σχέδιο και τους υπολογισμούς).

-Διάγραμμα κυκλώματος

Όταν όλα τα παραπάνω σημεία έχουν καθορισθεί, μπορεί να αρχίσει ο σχεδιασμός του διαγράμματος ελέγχου. Η ακολουθία που θα υιοθετηθεί εξαρτάται από την ενέργεια ελέγχου που χρησιμοποιείται. Αυτό απαιτεί ακριβή γνώση της τεχνολογίας των εξοπλισμών, των

2. Πνευματικός έλεγχος

συμβόλων, τη συμπεριφορά και τη σχέση των διαφόρων στοιχείων για τη συγκεκριμένη τεχνολογία που έχει επιλεγεί.

Μέσα από αυτήν την πρακτική διαδικασία είδαμε συνοπτικά τις βασικές αρχές της μηχανικής του ελέγχου. Εκτενέστερη αναφορά σε αυτές ξεφεύγει από το αντικείμενο της εργασίας.

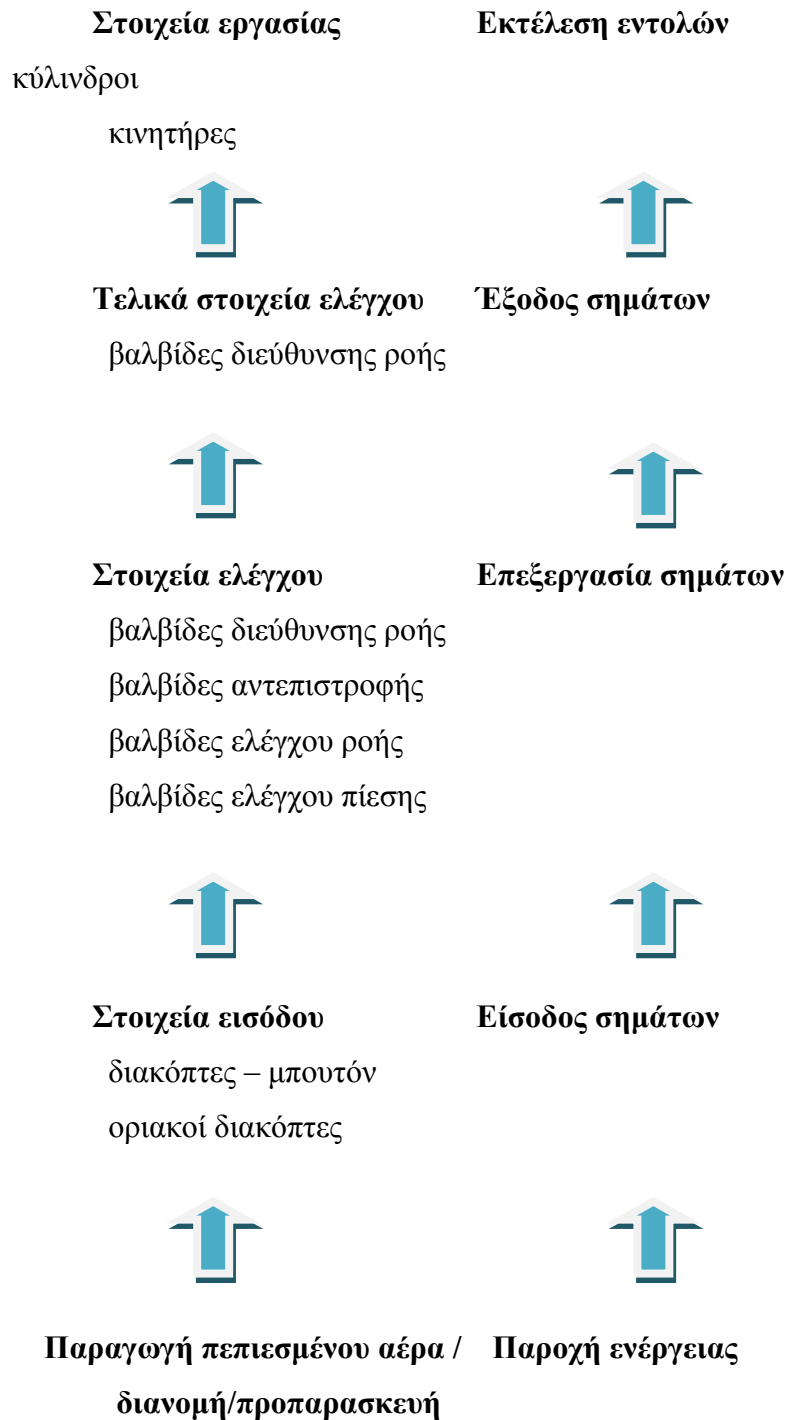
2.2 Αυτοματισμός με πνευματικά στοιχεία

Στο κεφάλαιο αυτό θα δούμε περιληπτικά το πώς χρησιμοποιούμε τα πνευματικά στοιχεία για να επιτύχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα. Θα δούμε πως ρυθμίζονται οι ταχύτητες και οι δυνάμεις των εμβόλων, πως συνδυάζονται τα πνευματικά στοιχεία μεταξύ τους σαν λογικά στοιχεία για την επίτευξη πολύπλοκων κινήσεων καθώς και πως κατασκευάζεται το βηματικό διάγραμμα. Οι αναφορές αυτές θα είναι σύντομες και συνοπτικές και γίνονται για να αποκτήσουμε μια εικόνα των διαφορών του πνευματικού ελέγχου από τον έλεγχο με τη χρήση P.L.C.

2.2.1 Διαγραμματική αναπαράσταση πνευματικών κυκλωμάτων

Κτίζοντας το διάγραμμα κυκλώματος, πρέπει να υπάρχει ροή σημάτων από κάτω προς τα πάνω. Καθώς η παροχή ενέργειας είναι σημαντική για το διάγραμμα κυκλώματος, όλα τα στοιχεία που απαιτούνται για την παροχή ενέργειας πρέπει να σχεδιασθούν στο κάτω μέρος και η ενέργεια να διανέμεται από κάτω προς τα πάνω. Συνοπτικά έχουμε το ακόλουθο σχήμα:

2. Πνευματικός έλεγχος



2. Πνευματικός έλεγχος

2.2.2 Οδηγίες για το σχεδιασμό πνευματικών κυκλωμάτων

Ο καθορισμός των συνδέσεων στα πνευματικά κυκλώματα γίνεται είτε με αριθμούς κατά ISO 5599 είτε με γράμματα, δηλαδή:

ISO 5599	ΓΡΑΜΜΑΤΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ
1	P	Πόρτα παροχής, σύνδεση πεπ. Αέρα
2	B	Γραμμή εργασίας
3	S	Πόρτα εκτόνωσης
4	A	Γραμμή εργασίας
5	R	Πόρτα εκτόνωσης
(10)	(Z)	Πόρτα ελέγχου, ακύρωση σημ. εξόδου
12	Y	Πόρτα ελέγχου (διαμέσου πιλότου)
14	Z	Πόρτα ελέγχου (διαμέσου πιλότου)
	X	Πόρτα ελέγχου (διαμέσου πιλότου)
	C	Γραμμή εργασίας
	L	Γραμμή διαρροής

Πρέπει να σημειώσουμε την πιθανή παράλληλη χρήση και των δύο μεθόδων καθορισμού, ενώ στα πολύπλοκα κυκλώματα ο καθορισμός αυτός συνήθως αγνοείται.

Για να είναι εύκολη η ανάγνωση ενός πνευματικού κυκλώματος θα πρέπει να ονομαστούν και τα στοιχεία. Ο συνηθέστερος τρόπος καθορισμού των στοιχείων είναι με τη χρήση γραμμάτων. Έχουμε λοιπόν:

A, B, C, ... Καθορισμός των στοιχείων εργασίας

ao, bo co, ... Καθορισμός των οριακών διακοπών που ενεργοποιούνται στη θέση σύμπτυξης των κυλίνδρων A, B, C, ...

a1, b1, c1, ... Καθορισμός των οριακών διακοπών που ενεργοποιούνται στη θέση έκτασης των κυλίνδρων A, B, C, ...

2. Πνευματικός έλεγχος

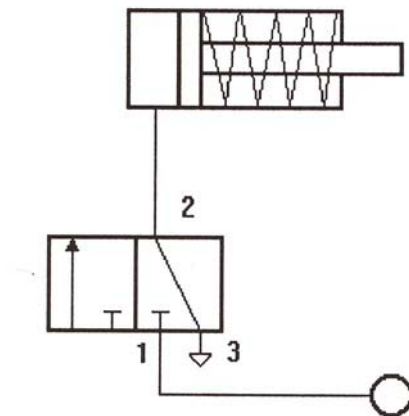
Τέλος, κατά το σχεδιασμό ενός πνευματικού κυκλώματος, το σύστημα παρουσιάζεται στη θέση ηρεμίας, δηλαδή τις θέσεις που θα έχουν τα στοιχεία κίνησης όταν το κύκλωμα συνδεθεί με το δίκτυο πεπιεσμένου αέρα.

2.2.3 Έλεγχος της κίνησης των πνευματικών κυλίνδρων

Είναι απόλυτα βασική για την περαιτέρω κατανόηση των πνευματικών κυκλωμάτων η γνώση του τρόπου ελέγχου των πνευματικών κυλίνδρων. Βασιζόμενοι στον έλεγχο αυτό, μπορούμε να σχεδιάσουμε πολύπλοκα κυκλώματα με συνδυασμό βαλβίδων. Θα ασχοληθούμε εδώ με τον έλεγχο κυλίνδρου απλής και διπλής ενέργειας, χωρίς να επεκταθούμε σε πολυπλοκότερα κυκλώματα.

-Έλεγχος κυλίνδρου απλής ενέργειας

Ένα έμβολο απλής ενέργειας ελέγχεται με μια βαλβίδα 3/2. Η συνδεσμολογία με τον κύλινδρο φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα.



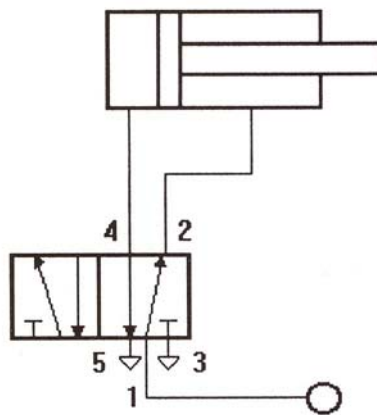
Στη θέση ηρεμίας, η βαλβίδα είναι απενεργοποιημένη στη δεξιά θέση και ο κύλινδρος βρίσκεται σε σύμπτυξη. Όταν ενεργοποιηθεί η βαλβίδα, δηλαδή βρεθεί στην αριστερή θέση, ο κύλινδρος θα εκταθεί και θα παραμείνει στην έκταση όση ώρα η βαλβίδα είναι ενεργοποιημένη.

2. Πνευματικός έλεγχος

Αν απενεργοποιηθεί η βαλβίδα, θα επιστρέψει στην αρχική της θέση και εκτονώνεται ο αέρας του εμβόλου κατά την σύμπτυξή του.

-Έλεγχος κυλίνδρου διπλής ενέργειας.

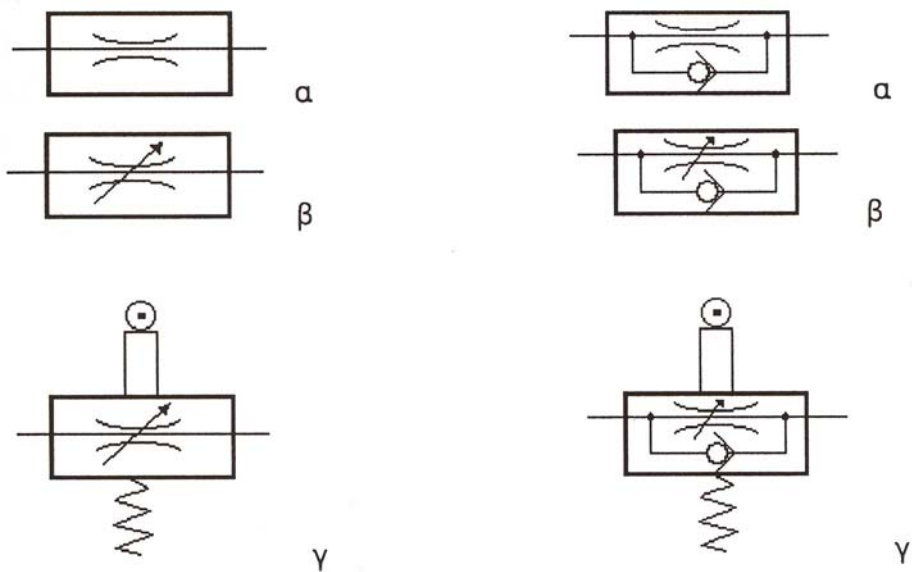
Ένας κύλινδρος διπλής ενέργειας ελέγχεται με τη χρήση βαλβίδας 5/2 ή βαλβίδας 4/2. Με τη χρήση της βαλβίδας 5/2, η συνδεσμολογία της οποίας με τον κύλινδρο φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα, είναι δυνατόν να αφαιρεθεί ο αέρας που εκτονώνεται κατά την έκταση και την σύμπτυξη ξεχωριστά.



Όταν η βαλβίδα βρίσκεται στη θέση ηρεμίας (δεξί τετράγωνο) τότε αέρας διέρχεται από τις πόρτες 1 και 2 και το έμβολο διατηρείται σε θέση σύμπτυξης. Αν ενεργοποιηθεί η βαλβίδα (αριστερό τετράγωνο), αέρας εισέρχεται από τις πόρτες 1 και 4, ενώ ταυτόχρονα εκτονώνεται ο αέρας που είχε συσσωρευθεί στην εμπρός πλευρά του εμβόλου από τις πόρτες 2 και 3, με αποτέλεσμα την έκταση του εμβόλου. Αν απενεργοποιηθεί η βαλβίδα, ο κύλινδρος συμπύσσεται ξανά, με είσοδο του αέρα από τις πόρτες 1 και 2 και εκτόνωση του αέρα που συσσωρεύθηκε στην πίσω μεριά του εμβόλου από τις πόρτες 4 και 5.

2.2.4 Έλεγχος της ταχύτητας πνευματικών κυλίνδρων

Η μείωση της ταχύτητας ενός κυλίνδρου επιτυγχάνεται με τη χρήση στραγγαλιστών. Εάν απαιτείται να ελεγχθεί μια διεύθυνση κίνησης, πρέπει να συνδεθεί μια βαλβίδα αντεπιστροφής παράλληλα με τον στραγγαλιστή. Ανάλογα με τον τύπο του εξαρτήματος, έχουμε (α) σταθερό – μη ρυθμιζόμενο, (β) χειροκίνητα ρυθμιζόμενο – σταθερό κατά τη διαδρομή και (γ) συνεχούς ρυθμίσεως στραγγαλισμό.

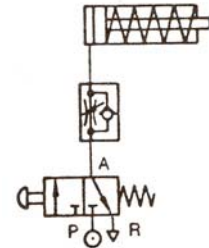


Αύξηση της ταχύτητας μπορεί να επιτευχθεί μόνο με την εγκατάσταση βαλβίδας ταχείας εκτόνωσης.

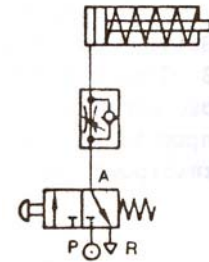
2. Πνευματικός έλεγχος

-Έλεγχος ταχύτητας κυλίνδρου απλής ενέργειας

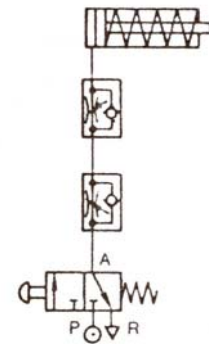
α. Θέλουμε να ρυθμίζουμε την ταχύτητα του εμβόλου ενός κυλίνδρου απλής ενεργείας κατα την κίνηση προώθησης (προς τα έξω κίνηση του βάκτρου). Τοποθετούμε ένα ρυθμιζόμενο στραγγαλιστικό της ροής μίας κατευθύνσεως, που ρυθμίζει μόνο τον αέρα τροφοδοσίας.



β. Θέλουμε να ρυθμίζουμε την ταχύτητα του εμβόλου ενός κυλίνδρου απλής ενεργείας κατα την κίνηση της επιστροφής (προς τα μέσα κίνηση του βάκτρου). Τοποθετούμε ένα ρυθμιζόμενο στραγγαλιστικό της ροής μίας κατευθύνσεως, που ρυθμίζει τον αέρα εκκινήσεως του κυλίνδρου.



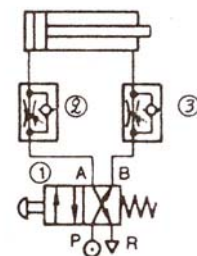
γ. Θέλουμε να ρυθμίζουμε την ταχύτητα του εμβόλου ενός κυλίνδρου απλής ενεργείας χωριστά για την κίνηση προώθησης και για την κίνηση επιστροφής του βάκτρου. Επειδή εργάζεται μόνο ο ένας θάλαμος του κυλίνδρου, υπάρχει μία μόνο γραμμή που ενώνει τον θάλαμο αυτό και την κύρια βαλβίδα του κυκλώματος. Στη γραμμή αυτή παρεμβάλλονται δύο συγκροτήματα ρυθμίσεως με τις βαλβίδες αντεπιστροφής τοποθετημένες με αντίθετες φορές.



-Έλεγχος ταχύτητας κυλίνδρου διπλής ενέργειας.

Ρυθμιζόμενος στραγγαλισμός εκκενώσεως στη κίνηση προωθήσεως και στην κίνηση επιστροφής.

Στις γραμμές συνδέσεως του κυλίνδρου με την κύρια βαλβίδα του κυκλώματος έχουν τοποθετηθεί δύο ρυθμιζόμενα στραγγαλιστικά της ροής, μίας κατευθύνσεως τα 2 και 3. Με την πίεση του κομβίου η βαλβίδα 1 αλλάζει θέση και ο αέρας απο τον δρόμο P → A της βαλβίδας 1 οδηγείται στον κύλινδρο μέσω της βαλβίδας αντεπιστροφής της 2. Συγχρόνως η εκκένωση του μικρού θαλάμου του κυλίνδρου γίνεται μέσω της στραγγαλιστικής βαλβίδας της 3, η ρύθμιση της οποίας εξασφαλίζει έλεγχο της ταχύτητας



2. Πνευματικός έλεγχος

εξόδου του βάρκτρου. Όταν σταματήσει το πάτημα του κομβίου, η βαλβίδα 1 λαμβάνει τη θέση που δείχνει το σχήμα και αρχίζει η φάση επιστροφής του εμβόλου. Η ροή εισόδου διέρχεται δια της βαλβίδας αντεπιστροφής της 3 και η ροή εκκενώσεως δια της στραγγαλιστικής βαλβίδας της 2, ρυθμίζοντας έτσι την ταχύτητα επιστροφής του εμβόλου.

2.2.5 Έλεγχος της δύναμης πνευματικών κυλίνδρων

Η δύναμη ενός πνευματικού κυλίνδρου εξαρτάται από την πίεση του πεπιεσμένου αέρα και τη διάμετρο του κυλίνδρου. Στην περίπτωση όμως που ένας πνευματικός κύλινδρος μπορεί να χρησιμοποιείται με διαφορετική δύναμη κάθε φορά, τότε συνήθως χρησιμοποιείται ρυθμιστής πίεσης, ο οποίος τοποθετείται μεταξύ της πόρτας A της βαλβίδας κίνησης και της πόρτας εισαγωγής του εμβόλου.

2.2.6 Λογικές λειτουργίες

Ο συνδυασμός των πνευματικών στοιχείων μεταξύ τους για να επιτευχθούν διάφορες και συνήθως πολύπλοκες λογικές λειτουργίες είναι πολύ σημαντικός. Ακολουθεί μια συνοπτική παράθεση των σπουδαιότερων λογικών εντολών, με παράθεση του πίνακα αλήθειας, της λογικής εξίσωσης, του λογικού συμβολισμού κατά DIN 40700, του ηλεκτρικού συμβολισμού κατά DIN 40713 και του αντίστοιχου πνευματικού συμβολισμού.

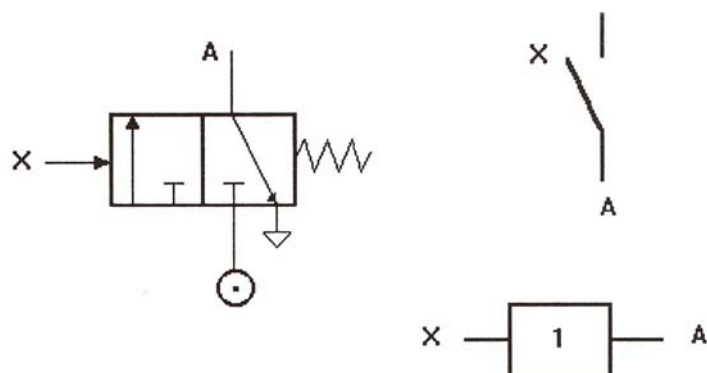
-Λογική εντολή YES:

Ίδια κατάσταση στην είσοδο X και στην έξοδο A.

Λογική εξίσωση: $A=X$

Πίνακας αλήθειας

<u>X</u>	<u>A</u>
0	0
1	1



2. Πνευματικός έλεγχος

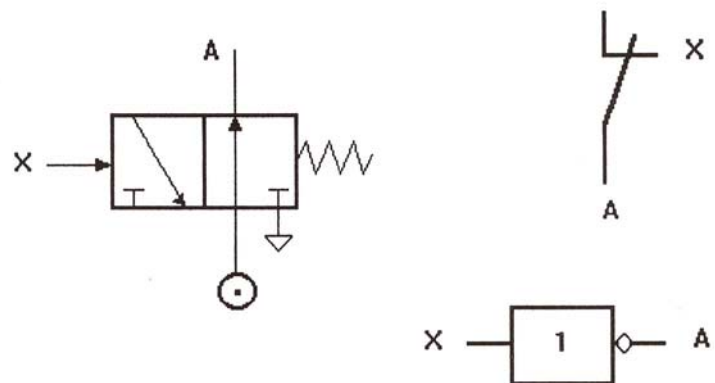
-Λογική εντολή NOT:

Η έξοδος A έχει την αντίθετη κατάσταση από την είσοδο X.

Λογική εξίσωση: $A = \neg X$

Πίνακας αλήθειας

X	A
1	0
0	1

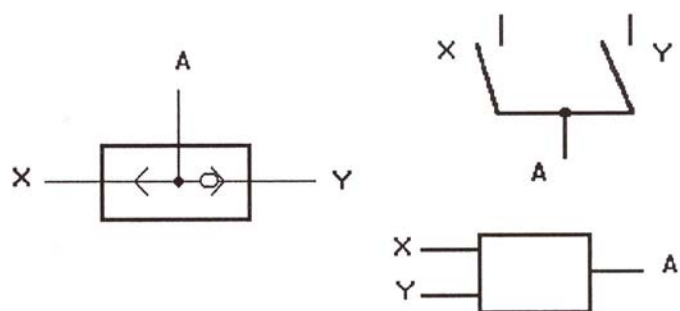


-Λογική εντολή OR:

Έχουμε σήμα στην έξοδο A όταν έχουμε σήμα στην είσοδο X ή στην είσοδο Y ή και στις δύο.

Λογική εξίσωση: $A = X \vee Y$

X	Y	A
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1



2. Πνευματικός έλεγχος

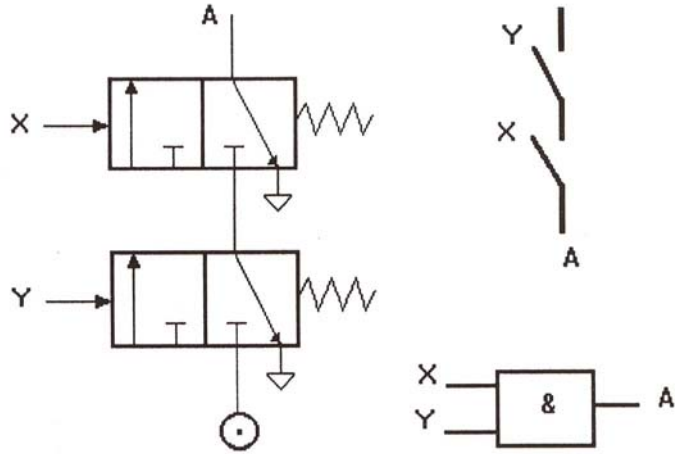
-Λογική εντολή AND:

Έχουμε σήμα στην έξοδο A μόνο όταν έχουμε σήμα και στις δύο εισόδους X και Y

Λογική εξίσωση: $A = X \wedge Y$

Πίνακας αλήθειας

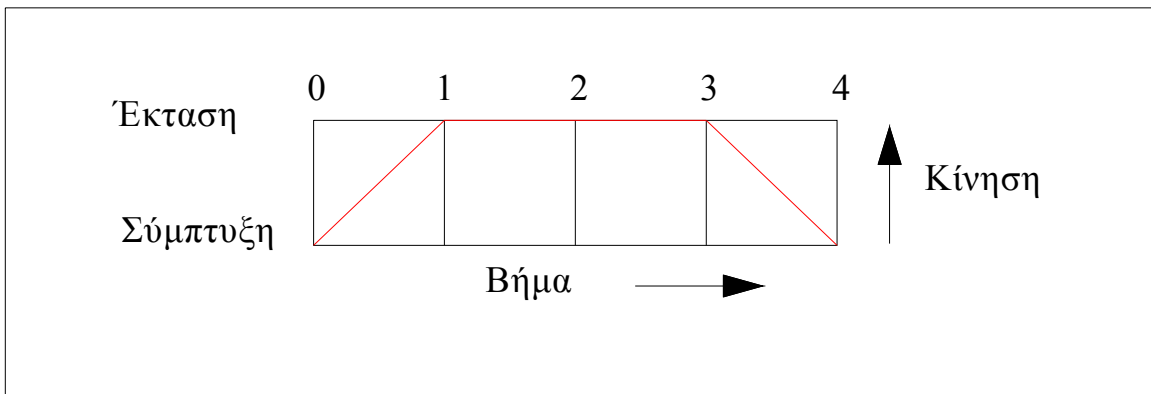
X	Y	A
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1



Πέρα από τις βασικές αυτές λογικές εντολές, υπάρχουν πολλές ακόμα που βασίζονται στην ίδια φιλοσοφία και περιγράφουν ιδιαίτερα πολύπλοκες κινήσεις.

2.2.7 Βηματικό διάγραμμα κινήσεων

Η λειτουργική ακολουθία ενός στοιχείου εργασίας αναπαρίσταται από το βηματικό διάγραμμα κινήσεων. Η κίνηση αναγράφεται σε σχέση με τα διάφορα βήματα, δηλαδή τις αλλαγές της συνθήκης οποιουδήποτε στοιχείου. Το βηματικό διάγραμμα κινήσεως ενός κυλίνδρου A φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα:



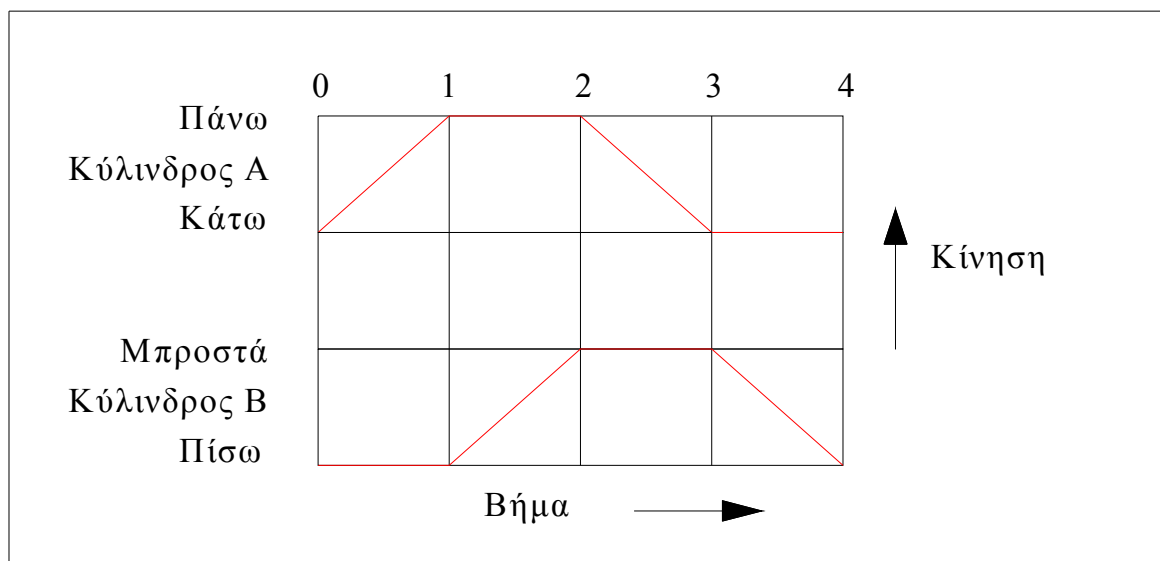
2. Πνευματικός έλεγχος

Εάν ο έλεγχος έχει διάφορα στοιχεία εργασίας, αναπαρίστανται με τον ίδιο τρόπο και σχεδιάζονται το ένα κάτω από το άλλο. Η σχέση παρέχεται από τα βήματα.

Για παράδειγμα, έστω ότι έχουμε το ακόλουθο πρόβλημα:

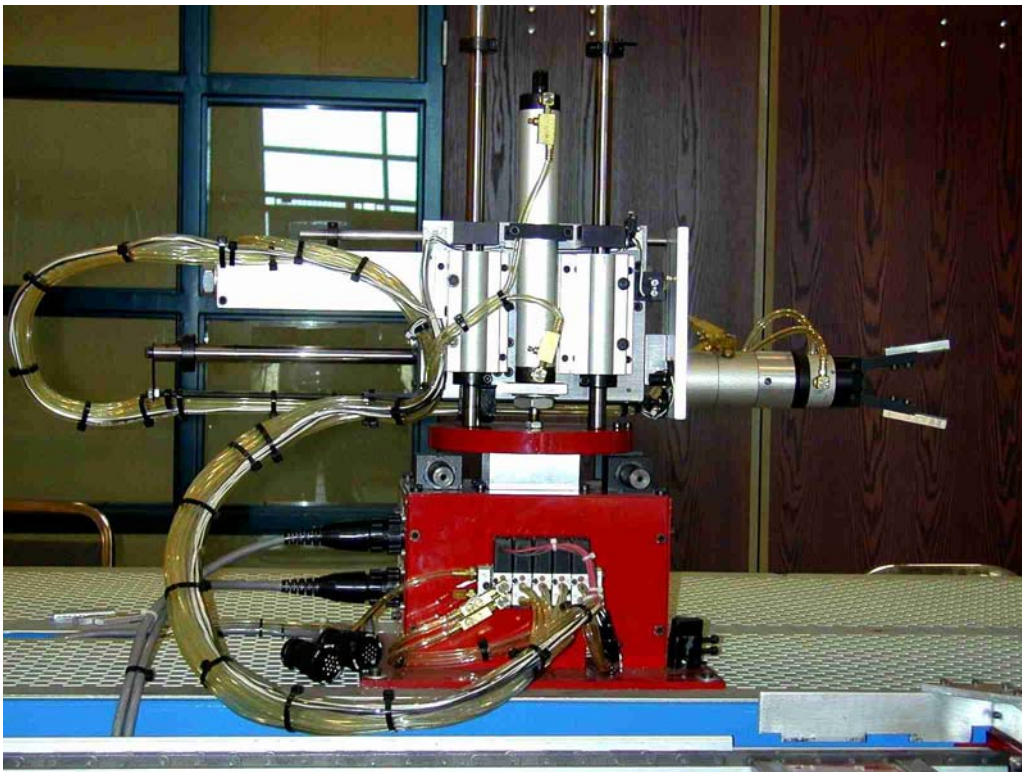
Κιβώτια φθάνοντας από έναν ραουλόδρομο υψώνονται από ένα πνευματικό κύλινδρο A και ωθούνται σε έναν άλλο ραουλόδρομο από έναν δεύτερο κύλινδρο B. Ο κύλινδρος B πρέπει να επιστρέψει μόνον όταν ο κύλινδρος A έχει φτάσει στην τελική θέση σύμπτυξης. Τα βήματα με βάση τον συντεταγμένο συμβολισμό είναι: **A+**, **B+**, **A-**, **B-**.

Το βηματικό διάγραμμα κινήσεων του προβλήματος είναι το ακόλουθο:



Κεφάλαιο 3

Ηλεκτροπνευματικός έλεγχος



3. Ηλεκτροπνευματικός έλεγχος

Τα ηλεκτροπνευματικά συστήματα εκμεταλλεύονται τα πλεονεκτήματα τόσο των ηλεκτρικών όσο και των πνευματικών συστημάτων. Γενικότερα, ένα ηλεκτροπνευματικό στοιχείο είναι ένας μετατροπέας ηλεκτρικού σήματος σε πνευματικό και ονομάζεται **E/P converter**, ή αντίστροφα πνευματικού σήματος σε ηλεκτρικό και ονομάζεται **P/E converter**.

Έτσι είναι εφικτό σε μια κατασκευή να χρησιμοποιούμε πεπιεσμένο αέρα σαν στοιχείο κίνησης και ηλεκτρικά ή ηλεκτρονικά συστήματα για τον αυτοματισμό.

3.1 E/P Converters

Οι μετατροπείς αυτοί είναι είτε ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες είτε αναλογικοί ρυθμιστές πίεσης.

Οι ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες διευθύνσεως ροής είναι το πιο δημοφιλές στοιχείο μετατροπής ηλεκτρικού σήματος σε πνευματικό. Η μόνη διαφορά τους από τις αντίστοιχες πνευματικές είναι στον τρόπο ενεργοποίησής τους. Εδώ η ενεργοποίηση γίνεται με εφαρμογή τάσης στο πηνίο που διαθέτουν, ενώ στις πνευματικές γίνεται με εφαρμογή πίεσης. Ο συμβολισμός τους δίνεται στο παράρτημα II, όπου φαίνεται καθαρά ότι διαφέρουν από τις αντίστοιχες πνευματικές μόνο στους πιλότους ενεργοποίησης. Η ενεργοποίηση μπορεί να γίνει άμεσα ή –συνηθέστερα- έμμεσα, για την αποφυγή της κατανάλωσης μεγάλης ισχύος.

Οι αναλογικοί ρυθμιστές πίεσης είναι βαλβίδες ρύθμισης πίεσης οι οποίες διαθέτουν αναλογικό πηνίο. Ανάλογα την τάση ή ρεύμα που εφαρμόζουμε στο πηνίο (0-10 V ή 0-20 mA) παίρνουμε αντίστοιχα πίεση (0-10 bar).

3.2 P/E converters

Οι μετατροπείς αυτοί είναι είτε πρεσοστάτες είτε αναλογικά αισθητήρια πίεσης. Οι πρεσοστάτες είναι ηλεκτροπνευματικά στοιχεία που μετατρέπουν ένα πνευματικό σήμα σε ηλεκτρικό και μπορεί να είναι είτε απλοί με προκαθορισμένη από τον κατασκευαστή πίεση, είτε ρυθμιζόμενοι, δηλαδή με δυνατότητα ρύθμισης της πίεσης ενεργοποίησης.

Τα αναλογικά αισθητήρια πίεσης μπορούν να δεχθούν μεταβλητή πίεση (0 ως 2.5 ή 10 ή 16 bar) και να μας δίνουν κάποιο μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό ρεύμα ή τάση (4 έως 20 mA ή 0 έως 10 V).

3.3 Ηλεκτρικά στοιχεία

Όταν για τον αυτοματισμό χρησιμοποιούμε ηλεκτρικά ή ηλεκτρονικά συστήματα, τότε αντί για πνευματικούς οριακούς διακόπτες χρησιμοποιούμε αντίστοιχους ηλεκτρικούς. Οι διακόπτες αυτοί μπορεί να είναι μηχανικοί που ενεργοποιούνται με επαφή, ή μαγνητικοί ή χωρητικά αισθητήρια.

Οι μαγνητικοί διακόπτες ενεργοποιούνται από κάποιο μαγνήτη και προσαρμόζονται πάνω στο έμβολο. Όταν το έμβολο του πνευματικού κυλίνδρου με το μαγνήτη πλησιάζει το μαγνητικό διακόπτη, τότε οι επαφές έλκονται μεταξύ τους και κλείνει το κύκλωμα.

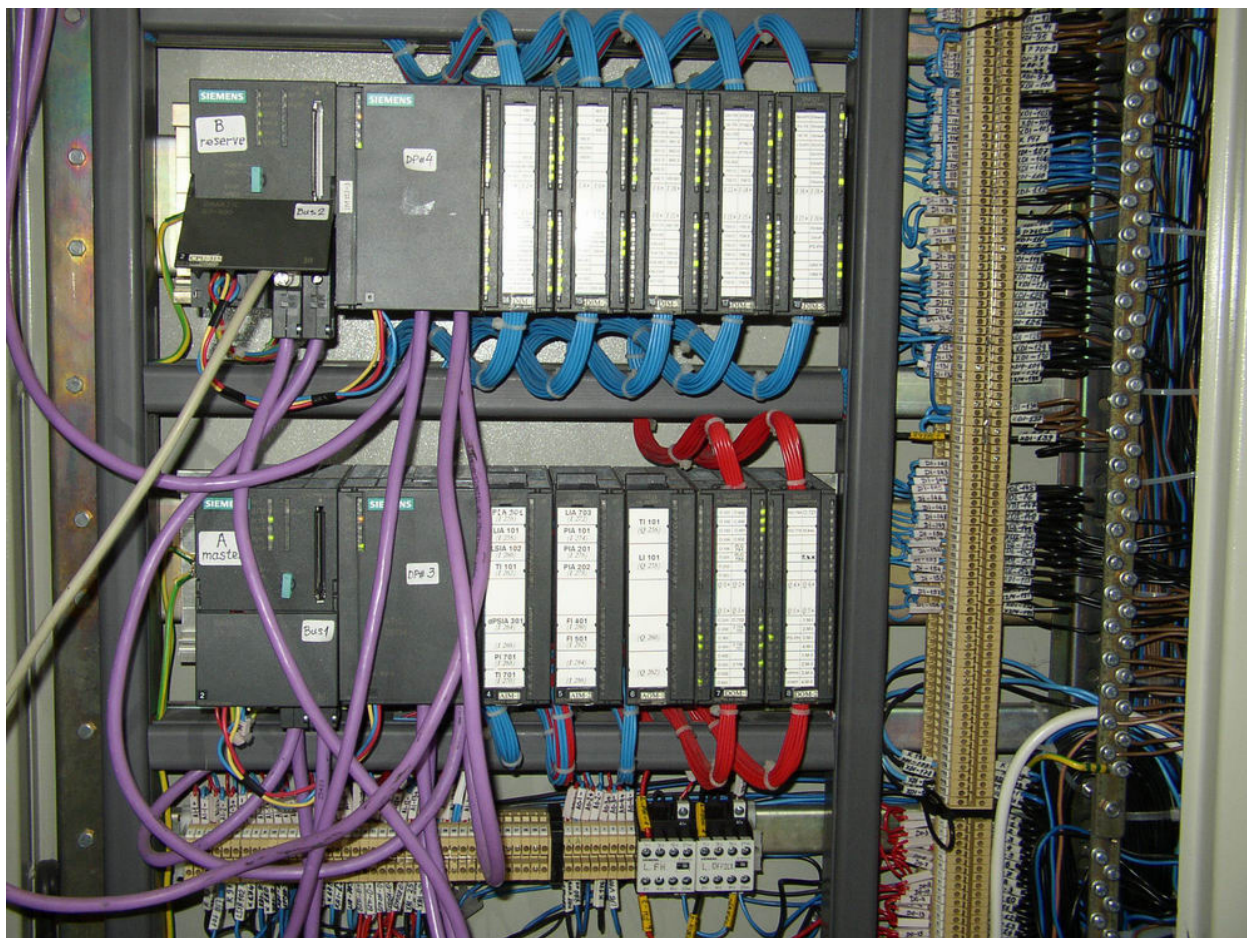
Τα επαγωγικά αισθητήρια μας δίνουν κάποιο ηλεκτρικό σήμα όταν πλησιάσει σ' αυτά μεταλλικό αντικείμενο ενώ τα χωρητικά αισθητήρια αντίθετα ανταποκρίνονται σε όλα τα υλικά. Τέλος υπάρχουν πολλών ειδών οπτικά αισθητήρια, όπως ανάκλασης, πομπού-δέκτη ή οπτικής ίνας, ανάλογα με τις απαιτήσεις της εφαρμογής.

3.4. Παράδειγμα ηλεκτροπνευματικού ελέγχου

Ο ηλεκτρονικός αυτοματισμός γίνεται με τη χρήση P.L.C., για τα οποία ακολουθεί εκτενής αναφορά.

Κεφάλαιο 4

Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές P.L.C



4. Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές P.L.C

Τμήματα

Λύσεις σε προβλήματα ελέγχου που αντιμετωπίζονται στις εφαρμογές των PLC ποικίλλουν σε περιπλοκότητα. Εντούτοις, τα ακόλουθα βασικά τμήματα είναι πάντοτε απαραίτητα:

Hardware

Με το hardware εννοούμε τα ηλεκτρονικά μέρη, διαμέσου των οποίων όλες οι λειτουργίες της εγκατάστασης ή του μηχανήματος που πρόκειται να ελεγχθεί διευθύνονται και ενεργοποιούνται σε μία λογική σειρά.

Software

Με το Software εννοούμε προγράμματα μέσω των οποίων εκτελούνται οι λογικές λειτουργίες. Το software τοποθετείται σε μια ειδική μνήμη hardware και μπορεί να τροποποιηθεί εάν απαιτηθεί. Η σειρά ελέγχου αλλάζει με το νέο πρόγραμμα και έτσι δεν χρειάζεται αλλαγή στο hardware.

Αισθητήρια

Τοποθετώντας αυτά τα τμήματα, κατευθείαν πάνω στο μηχάνημα ή την εγκατάσταση που πρέπει να ελεγχθεί, πληροφορίες όσον αφορά την τρέχουσα κατάσταση των συσκευών μπορούν να μεταφερθούν στο PLC.

Ενεργοποιητές

Αυτοί είναι τμήματα, που τοποθετούνται απευθείας πάνω στο μηχάνημα ή την εγκατάσταση που πρέπει να ελεγχθεί, οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αλλάξουν καταστάσεις μέσω του PLC. Με άλλα λόγια, σειρές μπορούν να επηρεασθούν ή αλλαγές σε κατάσταση μπορούν να επιτευχθούν. Παραδείγματα ενεργοποιητών είναι οι βομβητές και οι ηλεκτροβαλβίδες.

Προγραμματιστής

Ο προγραμματιστής χρησιμοποιείται για να δημιουργεί software και να το μεταφέρει στη μνήμη του PLC. Στις περισσότερες περιπτώσεις μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να δοκιμασθεί το software.

4.1 Hardware

Το πιο σπουδαίο τμήμα του PLC-hardware είναι η **κεντρική μονάδα ελέγχου** (CPU) η οποία αντιστοιχεί δομικά σε ένα computer. Οι λειτουργίες που παίρνουν μέρος στην κεντρική μονάδα ελέγχου ορίζονται σαν λειτουργικότητα.

Τα δεδομένα που επεξεργάζονται και αποθηκεύονται στην CPU είναι στη μορφή δυαδικών σημάτων δηλαδή το καθένα αποτελείται από ένα μοναδικό ψηφίο (bit) (με κατάσταση 0 ή 1).

Οι **μονάδες εισόδου και εξόδου** κάνουν τη σύνδεση μεταξύ της κεντρικής μονάδας ελέγχου και των ενεργοποιητών και αισθητηρίων. Κάθε μονάδα από αυτές περιέχει ένα συγκεκριμένο αριθμό από εισόδους και εξόδους οι οποίες μπορούν να δεχθούν ή να στείλουν τις δυαδικές τιμές 0 ή 1.

Ένα σπουδαίο τμήμα της κεντρικής μονάδας ελέγχου είναι η μνήμη του ενδεικτικού. Τα ενδεικτικά είναι μνήμες ενός ψηφίου (bit), μέσω των οποίων το PLC μπορεί να διαπιστώνει (note) την κατάσταση των δυαδικών σημάτων.

4.2 Σήματα

Ένα σήμα δίνει πληροφορία για την τιμή μιας φυσικής ποσότητας σε μία συγκεκριμένη στιγμή. Οι σπουδαιότεροι τύποι σημάτων είναι:

1. αναλογικά σήματα
2. ψηφιακά σήματα
3. δυαδικά σήματα

Αναλογικά σήματα

Το επίπεδο της στήλης υδραργύρου σε ένα θερμόμετρο είναι ένα σήμα. Η τιμή μιας φυσικής ποσότητας (το επίπεδο θερμοκρασίας) αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο του

4. Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές P.L.C

υδραργύρου (παράμετρος σήματος). Το σήμα μπορεί να πάρει οποιανδήποτε ενδιάμεση τιμή (μέσα σε ορισμένα όρια). Σ' αυτή την περίπτωση, μιλούμε για ένα αναλογικό σήμα.

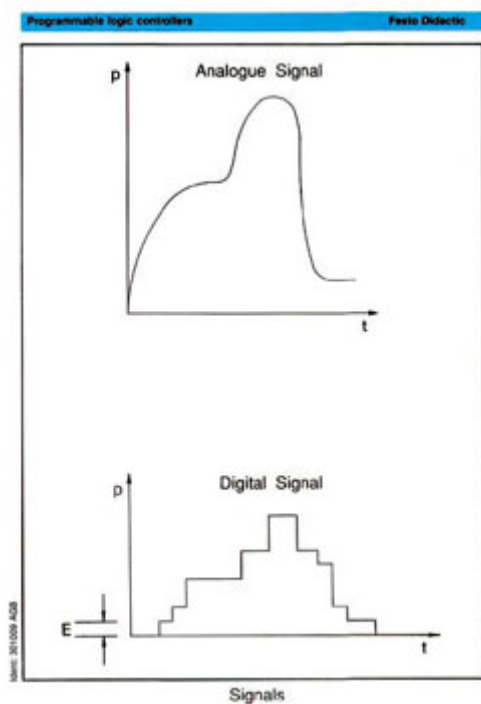
Μετρώντας μια συνεχώς μεταβαλλόμενη πίεση μεταξύ 0 και 600 kPa, κάθε ενδιάμεση τιμή σε αυτό το διάστημα μπορεί να ορίσει ένα συγκεκριμένο σήμα.

Η θέση της βελόνας (π.χ. στην περίπτωση πιεσόμετρου με ελατήριο) δείχνει κάθε τιμή πίεσης.

Ψηφιακά σήματα

Ώρες και λεπτά δείχνονται σε ένα ψηφιακό ρολόι. Αντίθετα με το αναλογικό σήμα, το ψηφιακό σήμα δεν δείχνει μία συγκεκριμένη ένδειξη (παράμετρος πληροφορίας) για κάθε σημείο του χρόνου (παράμετρος σήματος), το σήμα μπορεί να δείξει ένα περιορισμένο αριθμό τιμών. Κάθε δυνατή τιμή είναι ένα ακέραιο πολλαπλάσιο μίας συγκεκριμένης βασικής μονάδος U. Στην περίπτωση του ψηφιακού ρολογιού, η βασική μονάδα είναι 1 λεπτό. Οι χρόνοι μεταξύ δύο διαδοχικών λεπτών δεν δείχνονται. (Υπάρχουν επίσης ψηφιακά ρολόγια με ενδείξεις δευτερολέπτων εδώ η βασική μονάδα είναι το δευτερόλεπτο).

Εάν η πίεση μεταξύ 0 και 6 bar τώρα μετρηθεί με ψηφιακά μέσα, η αναπαράσταση της διαδικασίας σήματος δείχνεται ως ακολούθως:



4. Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές P.L.C

Η τιμή της πίεσης δείχνεται με μία ψηφιακή συσκευή μετρήσεως. Η ακρίβεια της δεικνυόμενης τιμής εξαρτάται από το μέγεθος της βασικής μονάδος.

Δυαδικά σήματα

Ένα δυαδικό σήμα είναι ένα είδος ψηφιακού σήματος με μόνο δύο πιθανές τιμές, δηλαδή το σήμα μπορεί να δώσει δύο είδη δεδομένων για παράδειγμα 1-0, ναι – όχι ή ανοικτό –κλειστό. Αυτή η μικρότερη πιθανή μονάδα πληροφορίας (1 ή 0) ορίζεται 1 bit.

Ο έλεγχος μιας λυχνίας περνώντας τη σαν μονάδα είναι ένα τέτοιο παράδειγμα δυαδικού σήματος.

Το πεδίο τιμών πρέπει να είναι σαφώς καθορισμένο στο σήμα. Για παράδειγμα η πίεση από 0 – 0.8 bar αντιστοιχεί στο σήμα –0 και από 3 – 8 bar στο σήμα 1. Επομένως, η τιμή σήματος (πίεση) μπορεί να κυμαίνεται μέσα σε μία συγκεκριμένη περιοχή τιμών, ενώ ακόμα αναγνωρίζεται σαν 1 ή 0. Ούτως ώστε να μην συμβαίνουν επικαλύψεις, μία ζώνη ασφαλείας (στο παράδειγμά μας 0.8 –3 bar) πρέπει να αφηθεί μεταξύ των δύο περιοχών τιμών.

Στην περίπτωση του PLC, κανονικά λειτουργούμε με μία τάση ελέγχου (εξωτερική τάση) από 0 – 5 Volt (σήμα-0) και /ή 13 – 30 V (σήμα 1). Τότε η ζώνη ασφαλείας κυμαίνεται τουλάχιστον στα 8 V.

Δυαδικά σήματα συχνά απομνημονεύονται στα προγραμματιζόμενα λογικά συστήματα ελέγχου, εάν δεν επεξεργάζονται τη στιγμή που συμβαίνουν αλλά αργότερα. Ενδεικτικά χρησιμοποιούνται για αυτό το σκοπό.

4.3 Software

Τα προγράμματα των PLC έχουν μία συγκεκριμένη δομή, διαμορφωμένη από τα ηλεκτρονικά στην κεντρική μονάδα ελέγχου. Αυτά δημιουργούνται από τον προγραμματιστή από τα πηγαία προγράμματα (source programs). Ο προγραμματιστής μπορεί να δημιουργήσει αυτά τα προγράμματα με 3 διαφορετικές μεθόδους:

- σαν ένα πρόγραμμα με λίστα εντολών (STL)
- σαν ένα διάγραμμα επαφών (LAD)
- ή σαν ένα λειτουργικό χάρτη (FUC)

Ο προγραμματιστής κανονικά εργάζεται μόνο με τα πηγαία προγράμματα (source programs). Αυτός εισάγει τα προγράμματα στη συσκευή προγραμματισμού, τα διορθώνει και τα τεκμηριώνει με τη βοήθεια της και μετά μετατρέπει αυτά, η μηχανή, σε γλώσσα μηχανής, η οποία γίνεται κατανοητή από την κεντρική μονάδα ελέγχου.

4.4 Αισθητήρες

Τα αισθητήρια είναι δημιουργοί σημάτων τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν από το PLC στη διάγνωση της κατάστασης, της εγκατάστασης ή του μηχανήματος που πρέπει να ελεγχθεί. Καθώς το PLC δουλεύει με ηλεκτρικό ρεύμα, τα αισθητήρια πρέπει να μετατρέψουν μη ηλεκτρικά σήματα σε ηλεκτρικά έτσι ώστε να γίνονται κατανοητά από το τμήμα εισόδου.

Παραδείγματα αισθητηρίων είναι:

Οριακοί διακόπτες

- κανονικά κλειστές επαφές, κανονικά ανοικτές επαφές ή αναστρεφόμενες επαφές.

Επαγωγικά, Χωρητικά Αισθητήρια

- διακόπτες επαφής και μη επαφής οι οποίοι εκπέμπουν 0 ή 1 σήμα όταν τους πλησιάσει αντικείμενο. Επαγωγικές γεννήτριες αντιδρούν σε μεταλλικά κομμάτια, χωρητικές γεννήτριες αντιδρούν επίσης και σε άλλα υλικά.

4. Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές P.L.C

Φράγματα φωτός

- διακόπτες επαφής και μη επαφής οι οποίοι εκπέμπουν 0 ή 1 σήμα όταν μία οπτική σύνδεση διακοπεί.

Θερμοστάτες

- διακόπτες επαφής και μη επαφής οι οποίοι εκπέμπουν 0 ή 1 σήμα όταν δημιουργηθεί μια συγκεκριμένη τιμή θερμοκρασίας.

4.5 Ενεργοποιητές

Ενεργοποιητές είναι οι μονάδες που χρησιμοποιούνται στην ενίσχυση δυαδικών σημάτων απο το τμήμα εξόδου, στην εναλλαγή σημάτων ή στην μετατροπή σημάτων άλλου τύπου ενέργειας.

Διάκριση γίνεται μεταξύ ηλεκτρικών, ηλεκτρο-υδραυλικών και ηλεκτρο-πνευματικών ενεργοποιητών. Αυτοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο να δημιουργήσουν εναλλαγές σε διαδικασίες και γραμμικές ή περιστροφικές κινήσεις.

Παραδείγματα ενεργοποιητών είναι:

Συναγερμοί

- λάμπες, σειρήνες, κουδούνια.

Πνευματικοί κύλινδροι (με συστήματα βαλβίδων)

- κύλινδροι απλής ή διπλής ενέργειας, κύλινδροι με διπλό βάκτρο, κύλινδροι με διπλό έμβολο (Tandem), κύλινδροι πολλαπλών θέσεων.

Ηλεκτροκινητήρες

- DC-κινητήρες, βηματικοί κινητήρες, σύγχρονοι κινητήρες AC-κινητήρες, περιστρεφόμενοι κινητήρες αέρος.

Υδραυλικοί ενεργοποιητές (με σύστημα βαλβίδων)

- Κύλινδροι απλής ή διπλής ενέργειας, βαλβίδες ελέγχου ροής, υδραυλικοί κινητήρες.

Ηλεκτρο-υδραυλικοί κινητήρες

- Βηματικοί κινητήρες, σερβοκινητήρες.

4.6 Προγραμματιστής

Ο προγραμματιστής χρησιμοποιείται στο να γράφει κανείς και να διορθώνει προγράμματα, στο να μετατρέπει αυτά σε γλώσσα μηχανής, να μεταβιβάζει αυτά στο PLC και να τα δοκιμάζει.

Στο παρελθόν, αυτό κυρίως γινόταν χρησιμοποιώντας εξειδικευμένα εργαλεία, προσαρμοσμένα στις ατομικές ανάγκες του συστήματος αυτομάτου ελέγχου του κατασκευαστή. Σήμερα, κανονικοί προσωπικοί υπολογιστές χρησιμοποιούνται, σε μεγάλο βαθμό, σαν εργαλεία προγραμματισμού.

Τα συστήματα προγραμματισμού βασισμένα στους προσωπικούς υπολογιστές προσφέρουν διάφορες μεθόδους προγραμματισμού. Ο προγραμματιστής δημιουργεί ένα πηγαίο πρόγραμμα γραφικά ή σε απλό κείμενο. Το σύστημα προγραμματισμού μετατρέπει το πηγαίο πρόγραμμα σε γλώσσα μηχανής (μεταγλωττίζει το πρόγραμμα) και το φορτώνει. Εάν ο προσωπικός υπολογιστής διαθέτει μια διασύνδεση δεδομένων κατάλληλη για το PLC, τα προγράμματα μπορούν να μεταβιβασθούν απευθείας στη μνήμη του PLC.

Για να αποκτήσει κανείς μια συνοπτική εικόνα και για σκοπούς τεκμηρίωσης της μεθόδου προγραμματισμού, είναι δυνατόν να τυπωθούν τα προγράμματα που δημιουργήθηκαν.

Κατά κανόνα, ειδικά σχεδιασμένοι προγραμματιστές κάνουν δυνατό τον προγραμματισμό με συγκεκριμένα σύμβολα σταθερά για τον ελεγκτή, κανονικά βασισμένα στο DIN 19239.

Προγραμματιστές τσέπης είναι διαθέσιμοι για την δοκιμή προγραμμάτων. Με μερικά από τα μικρά εργαλεία προγραμματισμού, είναι δυνατόν να κάνουμε απευθείας αλλαγές στο πρόγραμμα της μονάδος που μας ενδιαφέρει.

4.7 Διευθύνσεις του PLC

Το PLC έχει ένα συγκεκριμένο αριθμό εισόδων και εξόδων που συνδέονται με τα αισθητήρια και τους ενεργοποιητές. Το πρόγραμμα το οποίο μεταφέρεται στο σύστημα ελέγχου περιέχει οδηγίες, οι οποίες ενεργοποιούν τις διάφορες εισόδους και εξόδους.

Με την αντίστοιχη «διεύθυνση» της εισόδου ή της εξόδου η εντολή ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί το κατάλληλο μέρος του συστήματος.

Μία οδηγία – π.χ. “If I0 και I2 τότε έξοδος O7” - περιέχει διάφορους καθορισμούς διευθύνσεων: το I και το O είναι χαρακτήρες όρων (operand characters) των διευθύνσεων και είναι τυποποιημένοι. Το DIN 1239 καθορίζει ανάμεσα σε άλλα και τα ακόλουθα:

4. Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές P.L.C

I: είσοδος

O: έξοδος

F: ενδεικτικό

T: χρονομετρικό

C: απαριθμητής

Οι αριθμοί των διευθύνσεων είναι επίσης χαρακτήρες όρων. Αυτοί καθορίζονται από το ηλεκτρικό κύκλωμα ή από τον καθορισμό των ακροδεκτών που έχει επιλεγεί και από τον αριθμό θέσης της κάρτας του I/O τμήματος. (Το I/O τμήμα συνδέει τις εισόδους και τις εξόδους με τα αισθητήρια και τους ενεργοποιητές).

Όταν οι αριθμοί διευθύνσεων έχουν καθορισθεί, αυτοί δεν πρέπει να αλλαχθούν, καθώς αυτοί θα χρησιμοποιηθούν αργότερα στο πρόγραμμα.

Για την τεκμηρίωση, οι διευθύνσεις του PLC τώρα εισάγονται σε μία λίστα θέσεων (allocation list), η οποία επιπρόσθετα περιέχει ακριβή καθορισμό των αισθητηρίων και «ενεργοποιητών» συντμήσεις και μία δήλωση με τη σημασία των δεδομένων πάνω στις εισόδους και τις εξόδους.

Σημείωση: Η λέξη «ενεργοποιητής» έχει μπει σε εισαγωγικά διότι εδώ δεν σημαίνει μόνο τους πρωτεύοντες γραμμικούς και περιστροφικούς κινητήρες – κυλίνδρους κ.λ.π. τους συνηθισμένους ενεργοποιητές – αλλά και τα ποικίλα ελεγχόμενα και ελέγχοντα τμήματα εκτός από τα αισθητήρια.

Οι κοντές φόρμες (ή συμβολικές διευθύνσεις) είναι χρήσιμες συντμήσεις για αισθητήρια και ενεργοποιητές. Αυτές χρησιμοποιούνται στο γράψιμο προγραμμάτων.

Το PLC αναγνωρίζει μόνο τα δεδομένα 1 και 0. Εντούτοις, αυτό δεν μας δίνει πληροφορίες για την σημασία και τις επιδράσεις ατών των δεδομένων, π.χ. το σήμα – 1 σε μία έξοδο μπορεί να σημαίνει: ο κύλινδρος εξέρχεται, το σήμα – 0: ο κύλινδρος εισέρχεται. Οι ενεργοποιητές, εντούτοις, μπορούν να ενεργοποιηθούν κατά τέτοιο τρόπο ώστε, το σήμα – 0, για παράδειγμα, να μην έχει επιδράσει στην μονάδα (αόριστο σήμα). Επιστροφή του κυλίνδρου τότε πρέπει να ελεγχθεί δια μέσου μίας άλλης εξόδου.

4. Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές P.L.C

Για να περιορισθεί σύγχυση, οι διευθύνσεις και η σημασία των δεδομένων, στις εισόδους και τις εξόδους πρέπει καθαρά να συγκεκριμενοποιηθούν (allocation list) πριν γραφτεί το πρόγραμμα.

Οι διευθύνσεις του PLC δεν πρέπει να συγχέονται με τις διευθύνσεις των εντολών σ' ένα πρόγραμμα. Αυτοί οι αριθμοί χρησιμοποιούνται στο να τοποθετούνται οι εντολές στην μνήμη με τάξη. Μεταπηδήσεις επιστροφών και βρόγχοι εκτελούνται χρησιμοποιώντας αριθμούς γραμμής ή τις συμβολικές διευθύνσεις.

Δηλαδή:

διεύθυνση εντολής	εντολή	
xxxx	xxxxxxxx	
xxxx	xxxxxxxx	
xxxx	xxxxxxxx	
0125	JUMP TO 132	εντολή μεταπηδήσεως
0126	xxxxxxxx	
0127	xxxxxxxx	
0128	xxxxxxxx	
0129	xxxxxxxx	
0130	xxxxxxxx	
0131	xxxxxxxx	
0132	IF I.4	
0133	AND O.2	

Η διεύθυνση εντολής τίθεται αυτόματα απο το PLC.

4.8 Operands

Για το χτίσιμο και την εκτέλεση των προγραμμάτων, εκτός από τις εντολές, οι λογικοί ελεγκτές διαθέτουν και τους χειριστές (operands) όπως τα χρονικά, οι είσοδοι, οι έξοδοι κ.α.

Οι χειριστές διακρίνονται σε Single και Multibit.

Οι single bit operands (**SBO**) μπορούν να ελεγχθούν για το αν ισχύουν ή όχι στο υποθετικό μέρος (conditional part) μιας πρότασης προγράμματος και να χρησιμοποιηθούν ανάλογα στο εκτελέσιμο μέρος (executive part) μιας πρότασης.

Οι multibit operands (**MBO**) μπορούν να ελεγχθούν για την αξία τους (<, >, =, κ.α.), (ευρος 0-255, 0-65535, +/- 32767, κ.α.) ή να συγκριθούν με άλλα multibit operands στο υποθετικό μέρος μιας πρότασης. Στο εκτελέσιμο μέρος μιας πρότασης προγράμματος στους multibit operands μπορεί να τους αποδοθεί μια τιμή, να αυξηθούν ή να μειωθούν μέσω ενός μεγάλου αριθμού διαθέσιμων αριθμητικών και λογικών χειριστών.

Ακολουθεί πίνακας με τους συμβολισμούς καθώς και πληροφορίες για τον τρόπο που οι single bit operands χρησιμοποιούνται στη γλώσσα προγραμματισμού STL.

Χειριστής	Μορφή STL	Συμβολισμός	Μέρος	Τυπικό Παράδειγμα
Είσοδος	I	In.n	c	IF I2.0
Έξοδος	O	On.n	c	IF O2.6
Έξοδος	O	On.n	e	SET O2.6
Flag	F	Fn.n	c	IF F7.16
Flag	F	Fn.n	e	RESET F9.3
Counter	C	Cn	c	IF C3
Counter	C	Cn	e	SET C5
Timer	T	Tn	c	IF T7
Timer	T	Tn	e	SET T4

4. Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές P.L.C

Ακολουθεί πίνακας με πληροφορίες για τους multi bit operands, καθώς και τον τρόπο που αυτοί χρησιμοποιούνται στη γλώσσα προγραμματισμού STL.

Χειριστής	Μορφή STL	Συμβολισμός	Μέρος	Τυπικό Παράδειγμα
Input Word	IW	Iwn	c	IF (IW3=V255)
Output Word	OW	Own	c	IF (OW3=V80)
Output Word	OW	Own	e	LOAD V128 TO OW3
Flag Word	FW	FWn	c	IF (FW3=V220)
Flag Word	FW	FWn	e	LOAD V80 TO FW1
Counter Word	CW	CWn	c	IF (CW3<>V50)
Counter Word	CW	CWn	e	THEN INC CW5
Counter Preselect	CP	CPn	c	IF (CP3=V555)
Counter Preselect	CP	CPn	e	LOAD V67 TO CP5
Timer Word	TW	TWn	c	IF (TW2<V2000)
Timer Word	TW	TWn	e	LOAD V135 TO TW6
Timer Preselect	TP	TPn	c	IF (TP0<V20)
Timer Preselect	TP	TPn	e	THEN LOAD V5 TO TP4

4. Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές P.L.C

Operators

Σε όλες τις γλώσσες προγραμματισμού οι εκφράσεις* αποτελούνται από δύο μέρη: τους operands και τους operators. Οι operands παρουσιάστηκαν συνοπτικά νωρίτερα και οι operators αναπαριστούν συγκεκριμένες πράξεις και είναι οι εξής:

Σύμβολο	Λειτουργία
N	NOT Άρνηση
V	VALUE Απόδοση τιμής σε Multibit Operands (δεκαδικό)
V%	VALUE Απόδοση τιμής σε Multibit Operands (δυναμικό)
+	Πρόσθεση Multibit Operands και σταθερών
-	Αφαίρεση Multibit Operands και σταθερών
*	Πολλαπλασιασμός Multibit Operands και σταθερών
/	Διαίρεση Multibit Operands και σταθερών
<	Σύγκριση Multibit Operands...μικρότερο από
>	Σύγκριση Multibit Operands...μεγαλύτερο από
=	Σύγκριση Multibit Operands...ίσο με
<>	Σύγκριση Multibit Operands...διαφορετικό από
<=	Σύγκριση Multibit Operands...μικρότερο από ή ίσο με
>=	Σύγκριση Multibit Operands...μεγαλύτερο από ή ίσο με
()	Οι παρενθέσεις καθορίζουν την προτεραιότητα στις λογικές και αριθμητικές πράξεις

*expression (στον προγραμματισμό) : είναι οποιοσδήποτε – επιτρεπτός από τη γλώσσα προγραμματισμού – συνδυασμός συμβόλων που αναπαριστούν μία τιμή.

4.8.1 (Καταχωρητές) Registers

Οι Registers αποτελούν άλλη μια μορφή multi bit operand και αποτελούνται απο 16 bit. Χρησιμοποιούνται για αποθήκευση αριθμών με εύρος:

❖ 0 – 65535

❖ +/- 32767

Κυρίως χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με την εντολή LOAD TO, ενώ δεν είναι δυνατό να προσπελαστούν bit to bit. Για τέτοιου είδους ανάγκες κρίνεται καταλληλότερη η χρήση των Flag Words που παρουσιάζονται παρακάτω.

Ακολουθούν παραδείγματα χρήσης των Registers

✚ στο υποθετικό μέρος της πρότασης

IF		(R51	An το περιεχόμενο του R51
		= V111	) είναι ίσο με 111
	AND	T7	και το χρονικό 7 είναι ενεργό
	AND	(R3	και το R3 είναι μικρότερο από
		< R8	) τον καταχωρητή 8
THEN...			ακολουθεί το εκτελέσιμο μέρος της πρότασης

✚ στο εκτελέσιμο μέρος της πρότασης

IF...			προγραμματισμένες συνθήκες
THEN	LOAD	R12	«φόρτωσε» την τιμή του R12 στον MBA
		+ R50	πρόσθεσε την τιμή του R50
	TO	R45	και αποθήκευσε το αποτέλεσμα στον καταχωρητή 45

4.8.2 Χρονικά (Timers)

Τα χρονικά είναι εσωτερικά χρονόμετρα του PLC, δηλαδή αποτελούν τις μονάδες μετρήσεως χρόνου. Οι συμβολισμοί των χρονικών έχουν ως εξής :

Operand	Συμβολισμός	Λειτουργία
Time Status Bit	Tn	Επιτρέπει στο πρόγραμμα να ελέγξει αν το χρονικό είναι ενεργό. Αυτό το bit μετατρέπεται σε ενεργό με την εντολή SET. Όταν η προγραμματισμένη περίοδος ολοκληρωθεί ή το χρονικό σταματήσει μέσω της εντολής RESET το bit κατάστασης γίνεται ανενεργό
Timer Preselect	TPn	Πρόκειται για 16bit operand ο οποίος ορίζει την χρονική περίοδο του χρονικού Tn
Timer Word	TWn	16bit operand στον οποίο ο TPn μεταφέρεται μόλις ο Timer εκκινήσει (SET). Το περιεχόμενο του αυτόματα ελαττώνεται από το σύστημα σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Πριν οποιοδήποτε χρονικό μπορέσει να χρησιμοποιηθεί πρέπει πρώτα να οριστεί η τιμή του καταχωρητή TPn.

Ο ορισμός του καταχωρητή χρειάζεται να πραγματοποιηθεί ξανά μόνο όταν η τιμή του χρόνου χρειάζεται να μεταβληθεί. Δεν είναι απαραίτητο να επαναφορτώνεται (reload) ο καταχωρητής TPn κάθε φορά που το συγκεκριμένο χρονικό εκκινεί. Στον καταχωρητή μπορεί να αποδοθεί είτε μια τιμή είτε το περιεχόμενο οποιασδήποτε MBO (π.χ. register, input word, flag word κτλ).

4.8.3 Μετρητές

Οι μετρητές συμβολίζονται Cn όπου n ο αριθμός μετρητή. Είναι είτε αυξητικοί είτε μειωτικοί και έχουν σαν λειτουργία την υποβοήθηση του προγραμματιστή στην επανάληψη διεργασιών, την καταγραφή του αριθμού γεγονότων που έχουν επιτελεστεί στον κύκλο λειτουργίας της μηχανής και γενικότερα τη μέτρηση διαφορών εσωτερικών ή εξωτερικών μεταβολών. Όταν ο μετρητής ξεκινήσει να μετρά είναι σε κατάσταση ON ενώ όταν ολοκληρώσει τη μέτρηση έρχεται σε κατάσταση OFF. Μπορεί πάντως και είναι απαραίτητο να παρέχει πληροφορίες κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του.

Operand	Συμβολισμός	Λειτουργία
Counter Status Bit	Cn	Επιτρέπει στο πρόγραμμα να ελέγξει αν ο μετρητής είναι ενεργός (δηλ.δεν έχει φτάσει την τελική τιμή του). Αυτό το bit μετατρέπεται σε ενεργό με την εντολή SET.Όταν ο προγραμματισμένος αριθμός επαναλήψεων μιας διεργασίας ολοκληρωθεί ή το χρονικό σταματήσει μέσω της εντολής RESET το bit κατάστασης γίνεται ανενεργό
Counter Preselect	CPn	Πρόκειται για 16bit operand ο οποίος ορίζει τον επιθυμητό αριθμό επαναλήψεων
Counter Word	CWn	16bit operand ο οποίος περιέχει τον τρέχοντα αριθμό επαναλήψεων που καταγράφηκε μέσω των DECrement και INCReament εντολών. Όταν η SET Cn εντολή εκτελεστεί ο CW αυτόματα μηδενίζεται.

4.8.4 Βοηθητικές επαφές (Flags)

Οι βοηθητικές επαφές αποτελούν τον πιο διαδεδομένο τρόπο δόμησης ενός προγράμματος παράλληλης διεργασίας. Από την πλευρά του PLC οι βοηθητικές επαφές μοιάζουν με εισόδους που μπορούν να ελεγχθούν. Έτσι ο χειριστής μπορεί να ελέγξει και να μεταβάλλει τη ροή του προγράμματος. Μια άλλη σημαντική εφαρμογή των βοηθητικών επαφών είναι η αποθήκευση στιγμιαίων συμβάντων για μελλοντική χρήση.

ΔΙΑΦΟΡΕΣ FLAGS ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΥΣ ΑΛΛΟΥΣ MBO

1. Μια μεγάλη διαφορά μεταξύ των flags και των multi bit operands είναι ότι κάθε 16 bit Flag Word μπορεί να συμβολιστεί με τον ίδιο ακριβώς τρόπο που ορίζονται κάθε ένα από τα 16 ανεξάρτητα flags που την αποτελούν. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα flag words να μπορούν να χρησιμοποιηθούν με οποιαδήποτε από τις εντολές της STL που είναι κατάλληλη για multibit operands ενώ κάθε ένα από τα 16 μεμονωμένα flags που αποτελούν τη Flag Word, είναι προσβάσιμα από εκείνες τις εντολές της STL οι οποίες προορίζονται ΜΟΝΟ για Single Bit Operands.
2. Οι ελεγκτές που υποστηρίζουν πολλές CPU (multi-processing) επιτρέπουν οποιοδήποτε πρόγραμμα σε οποιαδήποτε CPU να έχει πρόσβαση στα flags οποιασδήποτε άλλης CPU. Αυτό σημαίνει ότι κάθε CPU έχει τη δυνατότητα να διαβάσει από ή να γράψει σε flags μιας άλλης CPU. Συνεπώς τα flags παρέχουν έναν εύκολο τρόπο ενδοεπικοινωνίας μεταξύ των CPU.

Παράδειγμα χρήσης Flag στο υποθετικό μέρος

IF		(	I3.0		Αν η είσοδος 3.0 είναι ενεργή
	AND		F0.0	)	και η Flag0.0 είναι ενεργή
	OR	((	FW3		ή η τιμή και των 16bits του
					Flag του Word 3
		=	V500	)	είναι ίση με 500
	AND	N	T7	)	και το χρονικό 7 είναι ανενεργό

4. Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές P.L.C

Παράδειγμα χρήσης Flag στο εκτελέσιμο μέρος

IF		I1.1	Αν η είσοδος 1.1 είναι ενεργή
THEN	SET	F2.2	ενεργοποίησε το bit 2 της FW2
IF		T6	Αν T6 στην τρέχουσα CPU
THEN	SET	F3.3	είναι ενεργό
			ενεργοποίησε τη Flag 3.3 έτσι
			ώστε μία
			άλλη CPU να μπορεί να ελέγξει
			την
			τιμή της T6
OTHRW	RESET	F3.3	

Για παράδειγμα, θέλουμε να δημιουργήσουμε ένα πρόγραμμα για μια γραμμή παραγωγής στην οποία θα γίνεται κατεργασία τεμαχίων μέσω χύτευσης. Τα τεμάχια θα φορτώνονται στο σταθμό 0 της μηχανής

Και θα ακολουθούν διάφορες κατεργασίες του κάθε αντικειμένου στους υπόλοιπους 15 σταθμούς. Η μηχανή στο σύνολό της θα καταγράφει κάθε 2 δευτερόλεπτα την θέση των αντικειμένων και κατά την διάρκεια της καταγραφής ένα νέο κομμάτι προς κατεργασία θα μπορεί να φορτωθεί (αν φορτωθεί) στο σταθμό 0. Το αν θα φορτωθεί το τεμάχιο ελέγχεται με ένα αισθητήρα.

Οι σταθμοί 1-15 δεν έχουν αισθητήρες και το μόνο που απαιτείται είναι να δουλέψει ο σταθμός όταν ένα κομμάτι είναι στην αντίστοιχη θέση.

Θα χρησιμοποιηθεί η FW6 για την καταγραφή των σταθμών που περιέχουν τεμάχιο προς κατεργασία. Η εντολή SHL χρησιμοποιείται για την μετακίνηση των bits μέσα στην FW.

Λίστα θέσεων

I0.0	Κουμπί έναρξης
I1.0	Αισθητήρας τεμαχίου στο σταθμό 0
I2.2	Η γραμμή μεταφοράς κατεγράφη
O2.0	Καταγραφή γραμμής παραγωγής

Οι έξοδοι 1.0 – 1.15 ελέγχουν την λειτουργία της μηχανής στους σταθμούς 0 – 15 αντιστοίχως.

4. Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές P.L.C

STEP 10				Έναρξη
IF			I0.0	Κουμπί έναρξης
	AND		I2.2	έγινε καταγραφή της γραμμής
THEN	LOAD		V200	2 δευτερόλεπτα
	TO		TP0	στο TP0
	LOAD		V0	θεώρησε νέα γραμμή παραγωγής
	TO		FW6	κανένα εξάρτημα στους σταθμούς
STEP 15				αναμονή για τεμάχιο στο σταθμό 0
IF			I1.0	βρέθηκε τεμάχιο στο σταθμό 0
THEN	SET		F6.0	καταχώρηση του τεμαχίου στο Flag
IF		(	FW6	υπάρχει τεμάχιο για κατεργασία;
		>	V0	υπάρχει
THEN	LOAD		FW6	
	TO		OW1	ενεργοποίησε τους κινητήρες στους
	SET		T0	σταθμούς που υπάρχει τεμάχιο
				εκκίνησε το χρονικό
STEP 20				χρόνος κατεργασίας ολοκληρώθηκε;
IF		N	T0	κατεργασία ολοκληρώθηκε
THEN	LOAD		V0	απενεργοποίηση κινητήρων
	SET		O2.0	ξεκίνησε καταγραφή
STEP 25				αναμονή έως την εκκίνηση της καταγραφής
IF		N	I2.2	όχι ολοκλήρωση καταγραφής
THEN	LOAD		FW6	ενημέρωση για κατάσταση σταθμών
			SHL	μετακίνησε τα bits για να ταιριάζουν με τα τμχ
	TO		FW6	
STEP 30				ολοκληρώθηκε η καταγραφή;
IF			I2.2	νέο σημείο καταγραφής
THEN	RESET		O2.0	απενεργοποίησε τον κινητήρα καταγραφής
	JMP TO		15	πίσω στο STEP 15

4.9 Βασικά τμήματα ενός PLC

Κεντρική μονάδα ελέγχου

Το PLC – πρόγραμμα γράφεται απο τον προγραμματιστή και εισάγεται στον ελεγκτή. Τα σήματα εισόδων επεξεργάζονται από τον ελεγκτή στην κεντρική μονάδα ελέγχου για να δημιουργηθούν συγκεκριμένα σήματα εξόδων. Το πρόγραμμα αποτελείται από μία σειρά εντολών.

Η κεντρική μονάδα ελέγχου (CCU) επεξεργάζεται ένα πρόγραμμα βηματικά ως ακολούθως:

- Η μνήμη προγράμματος (program memory) περιέχει τις εντολές ενώ η κεντρική μονάδα ελέγχου έχει πρόσβαση στο πρόγραμμα.
- Η μονάδα επεξεργασίας αποκτά τα δεδομένα διαμέσου των μονάδων εισόδου (input modules) και τα μεταφέρει στην αριθμητική και λογική μονάδα (ALU) όπου αυτά συνδέονται σύμφωνα με τις εντολές που είναι φορτωμένες στη μνήμη προγράμματος (μνήμη δεδομένων).
- Μέσω της μονάδας επεξεργασίας και των μονάδων εξόδου, τα δεδομένα εξόδου μεταβιβάζονται στην εγκατάσταση που πρέπει να ελεγχθεί.

Η αριθμητική και λογική μονάδα μπορεί να εκτελέσει διάφορους υπολογισμούς και λογικές λειτουργίες (πρόσθεση, αφαίρεση, άρνηση, κ.λ.π.).

Σύστημα bus

Για να τρέξει ένα πρόγραμμα, τα ατομικά τμήματα του PLC πρέπει να είναι διασυνδεδεμένα. Η σύνδεση μεταξύ των ατομικών μονάδων καλείται Bus. Αυτό είναι ένα σύστημα γραμμών, οι οποίες ενώ έχουν διάφορα τμήματα συνδεδεμένα, επιτρέπει μόνο σε δύο τμήματα να επικοινωνήσουν αμοιβαία σε κάποια χρονική στιγμή.

Ένας απαριθμητής προγράμματος καλεί εντολές από την μνήμη προγράμματος στη σωστή σειρά: συνεπώς, οποιοδήποτε στιγμή υπάρχει μία εντολή για να εκτελεσθεί στο καταχωρητή εντολών.

Τι είναι μια εντολή; Η εντολή η οποία έχει εισαχθεί – στην STL γλώσσα προγραμματισμού πιθανόν – έχει μετατραπεί σε γλώσσα μηχανής, δηλαδή αυτή τώρα απλώς αποτελείται από ένα δυαδικό αριθμό, που αποτελείται από μία συγκεκριμένη σειρά ψηφίων 1 και 0.

4. Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές P.L.C

Αυτή η σειρά των ψηφίων μπορεί να διαιρεθεί σε τρία μέρη:

- Σήματα ελέγχου (τι πρέπει να γίνει;)
- Διευθύνσεις (που πρέπει να εκτελεσθεί;)
- Δεδομένα (τι πληροφορία πρέπει να δοθεί;)

Πως εκτελείται μία εντολή; Τα σύμβολα περνούν στα ατομικά κομμάτια του PLC και μέσου του συστήματος bus. Τα διάφορα τμήματα της εντολής μεταφέρονται διαμέσου διαφορετικών γραμμών:

- Bus ελέγχου (control bus)
- Bus διεύθυνσης (address bus)
- Bus δεδομένων (data bus)

Η εντολή που τρέχει είναι «SET O0.2».

Ο κεντρικός αγωγός (bus) ελέγχου δηλώνει ότι μια εντολή ενεργοποίησης / απενεργοποίησης (μετατροπή σήματος) πρέπει να εκτελεσθεί. Ο κεντρικός αγωγός διεύθυνσης δηλώνει ότι αυτή η εντολή πρέπει να εκτελεσθεί στην έξοδο O0.2. Ο κεντρικός αγωγός δεδομένων τελικά δείχνει ότι η λειτουργία ενεργοποίησης (μη απενεργοποίηση) πρέπει να εκτελεσθεί.

Εάν ο κεντρικός αγωγός διεύθυνσης αποτελείται από 8 δυαδικά ψηφία, υπάρχουν $2^8 = 256$ πιθανότητες για το συνδυασμό αυτών των ψηφίων, δηλαδή υπάρχουν 256 διευθύνσεις.

Όταν υπάρχει μόνο μία μονάδα παραλλήλων αγωγών (bus) μιλάμε για απλή δομή bus. Σήματα ελέγχου, διευθύνσεις και δεδομένα εναλλάσσονται στο ίδιο bus με χρονική σειρά. Συνεπώς, σήματα αναγνώρισης είναι αναγκαία για να διακριθούν οι διευθύνσεις, τα δεδομένα και τα σήματα ελέγχου μεταξύ τους.

Σήμερα μεγαλύτερης σπουδαιότητας είναι η δομή multi-bus (multi-bus structure): τα δεδομένα, οι διευθύνσεις και τα σήματα ελέγχου έχουν τα δικά τους ανεξάρτητα συστήματα bus.

Μνήμες

4. Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές P.L.C

Δυαδικά δεδομένα που δεν απαιτούνται αυτή τη στιγμή από το σειριακό πρόγραμμα πρέπει να αποθηκευθούν ούτως ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν αργότερα.

Οι εντολές προγράμματος, για παράδειγμα, τοποθετούνται σε ειδικές μνήμες (μνήμες προγράμματος) τα ενδιάμεσα αποτελέσματα πρέπει επίσης να αποθηκευθούν προγράμματα και δεδομένα τα οποία δεν αλλάζουν κρατούνται σε μία διάβασε – μόνο μνήμη (ROM read-only-memory).

Το μικρότερο στοιχείο σε μία μνήμη είναι η θέση μνήμης (memory location) μπορεί να λάβει την μονάδα δεδομένων το bit (δηλαδή 1 ή 0). Διάφορες θέσεις μνήμης αποτελούν το κύτταρο μνήμης (memory block). π.χ. ένα τμήμα μνήμης που απαρτίζεται από 8 κύτταρα μνήμης που το κάθε κύτταρο περιέχει 8 θέσεις μνήμης.

Μία θέση μνήμης μπορεί να περιέχει 1 ή 0. Η διαδικασία της αναθέσεως μιας θέσης μνήμης της τιμής 1 ή 0 ονομάζεται τροφοδοσία, γράψιμο ή φόρτωμα.

Στην αντίθετη περίπτωση όταν δεδομένα σε μία θέση μνήμης ελέγχονται, η διαδικασία αναφέρεται σαν διάβασμα (reading).

Διάκριση γίνεται μεταξύ δύο πιθανών μεθόδων γραψίματος και διαβάσματος:

- Γράψιμο και διάβασμα κατά ψηφίο (bit-organized): πρόσβαση σε μία μόνον θέση μνήμης είναι δυνατή.
- Γράψιμο ή διάβασμα κατά λέξη (word-organized): στα περιεχόμενα ενός κυττάρου μνήμης (λέξης δεδομένων) γίνεται πρόσβαση, δηλαδή: διάφορα ψηφία (bits) γράφονται ή διαβάζονται ταυτόχρονα. Οι μνήμες προγράμματος είναι πάντοτε οργανωμένες κατά λέξη, καθώς μία εντολή αποτελείται από ένα αριθμό ψηφίων (bits) τα οποία χρειάζονται να διαβασθούν ταυτόχρονα.

Διευθύνσεις απαιτούνται για να είναι δυνατόν να βρούμε μία συγκεκριμένη θέση μνήμης ή κύτταρο μνήμης. Ανάλογα υπάρχουν δύο μέθοδοι καθορισμού διεύθυνσης κατά ψηφίο και κατά λέξη. Στην πρώτη περίπτωση, γραμμές και στήλες πρέπει να καθορισθούν στην δεύτερη περίπτωση ο καθορισμός γραμμής είναι αρκετός.

Η μικρότερη μονάδα πληροφορίας είναι το bit (1 ή 0). Ένα σύμβολο που αποτελείται από 8 bits – στο διαγραμματί τους αντιστοιχεί σε ένα κύτταρο μνήμης ονομάζεται byte. Ένα Kilobyte είναι $2^{10} = 1.024$ bytes.

Διάκριση γίνεται μεταξύ δύο σπουδαίων ομάδων τύπου μνημών. Διάβασε-γράφε μνήμες (RAMS random access memories) και διάβασε – μόνον μνήμες (ROMS read – only memories).

4. Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές P.L.C

Δεδομένα στην RAM μπορούν να γραφούν ή να διαβασθούν όσες φορές θέλουμε. Μία μνήμη RAM πάντοτε χρησιμοποιείται στο PLC σαν μνήμη εργασίας. Οι ROM-μνήμες από την άλλη μεριά, περιέχουν ένα σταθερό αριθμό δεδομένων, τα οποία μπορούν να διαβασθούν αλλά όχι να ξαναγραφούν.

Υπάρχουν διάβασε-μόνον μνήμες (read only memories) οι οποίες δεν προγραμματίζονται από τον κατασκευαστή αλλά από τον ίδιο τον χρήστη (PROMS). Οι διάβασε-μόνο μνήμες που μπορούν να σβηστούν και να προγραμματισθούν εκ νέου εάν χρειαστεί ονομάζονται επαναπρογραμματιζόμενες ROMs. Ανάλογα με τη μέθοδο σβήσιματος, μια διάκριση γίνεται σε EPROM και RPPROM (σβήνονται με υπεριώδη ακτινοβολία) και EEROM και EAROM (σβήνονται με ηλεκτρικό τρόπο). Οι όροι EEROM και EAROM σήμερα είναι τελείως αμοιβαίοι.

Οι διάβασε-γράψε μνήμες (RAM) είναι πρόσκαιρες (volatile) μνήμες, δηλαδή εάν σταματήσει ή τροφοδοσία με ηλεκτρικό ρεύμα, τα περιεχόμενα σβήνονται. Οι διάβασε-μόνο μνήμες (ROM) είναι μη πρόσκαιρες (non-volatile), τα περιεχόμενα δεν μπορούν να χαθούν.

Εκτός από την RAM, μνήμες που σχετίζονται με χρήστες των PLC είναι οι EPROM και οι EAROM.

I/O – μονάδες

Σήματα φθάνουν στο PLC μέσω αισθητηρίων. Αυτά τα σήματα μετατρέπονται σε I/O – σήματα στις μονάδες εισόδου και φθάνουν στην κεντρική μονάδα ελέγχου. Αντίστοιχα, σήματα περνούν στους «ενεργοποιητές» μέσω των μονάδων εξόδου.

Οι μονάδες εισόδου πρέπει να ικανοποιούν διάφορες απαιτήσεις ασφαλείας:

- Προστασία κατά καταστροφής των εισόδων από υπερφόρτιση ή λανθασμένη τάση,
- Φιλτράρισμα παρεμβολών αιφνιδίων μεταβολών τάσεως

Η έκταση στην οποία αυτές οι απαιτήσεις ικανοποιούνται εξαρτάται από τον κατασκευαστή.

Η αναγνώριση λανθασμένης τάσης εξασφαλίζει ότι η τάση εισόδου παραμένει σε διάφορα συγκεκριμένα όρια. Οι καθυστερήσεις σημάτων καταστέλλουν τις παρεμβολές αιφνιδίων μεταβολών τάσεως. Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας είναι ηλεκτρικά απομονωμένη από το

4. Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές P.L.C

εξωτερικό κύκλωμα διαμέσου ενός οπτοζευκτή (optocoupler). Παρεμβολές (π.χ. διαφορά τάσεων με τη γείωση) όπου μεγάλα επίπεδα ισχύος δημιουργούνται δεν μπορούν να βλάψουν τον ελεγκτή. Λυχνίες (LEDs) στις εισόδους (επίσης και στις εξόδους) δείχνουν εάν σήμα-1 ή σήμα -0 παρουσιάζεται.

Για αυτό το λόγο, ένα δυαδικό σήμα επεξεργάζεται στις εισόδους σε δύο βήματα:

1. Το σήμα φθάνει στο εξωτερικό κύκλωμα (τάση περίπου 24V) και προστατεύεται (screened) με καθυστέρηση σήματος.

2. Το σήμα απομονώνεται ηλεκτρικά με τον οπτοζευκτή (optocoupler) ένα χαμηλό στιγμιαίο σήμα (τάση περίπου 5V) περνά στη κεντρική μονάδα επεξεργασίας.

Ο κατασκευαστής αποφασίζει εάν το πρώτο βήμα είναι η απομόνωση τάσης ή η καθυστέρηση σήματος.

Οι μονάδες εξόδου ενός PLC έχουν τις ίδιες κατασκευαστικές αρχές με τις μονάδες εισόδου, μόνο που είναι στην αντίστροφη σειρά. Η επεξεργασία σήματος γίνεται στα ακόλουθα στάδια:

1. Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας δίνει σήμα στον οπτοζευκτή (optocoupler) στο εσωτερικό κύκλωμα.

2. Αυτό το σήμα ενισχύεται στο εξωτερικό κύκλωμα.

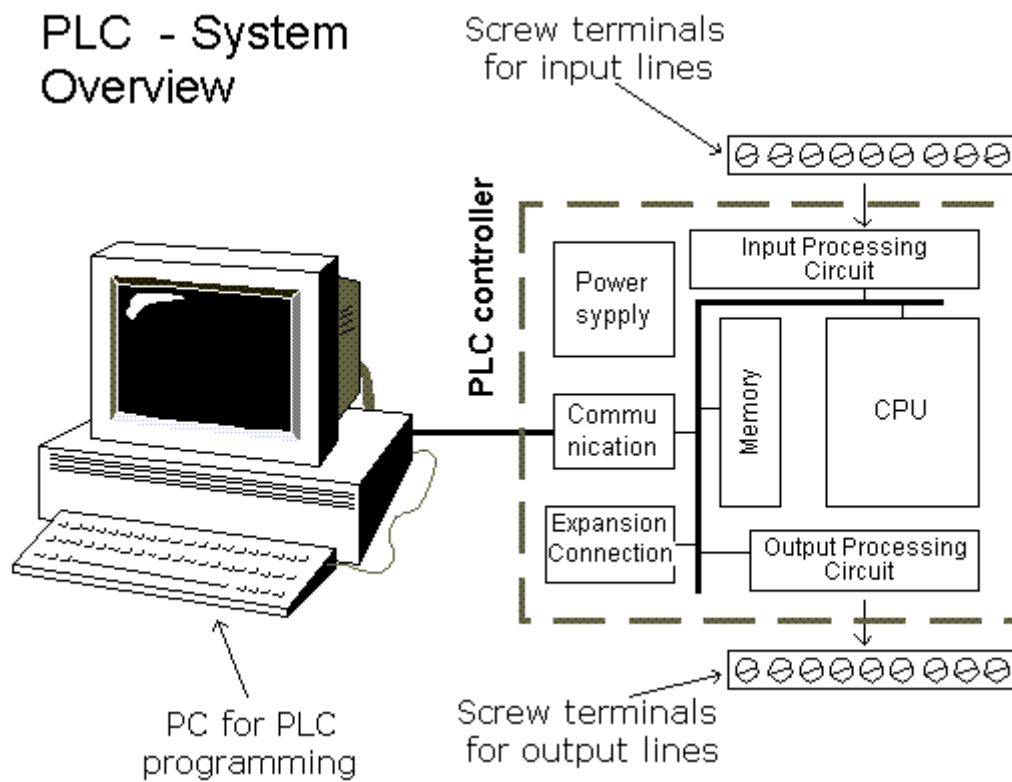
3. Τα σήματα εξόδου στα τμήματα ισχύος (power components) πρέπει τελικά να ενισχυθούν ξανά έτσι ώστε υψηλότερες εντάσεις να είναι διαθέσιμες.

Τα τμήματα ισχύος ενεργοποιούνται με αγωγούς και ρελαί.

Οι έξοδοι πρέπει να προστατευθούν από βραχυκυκλώματα. Οι λυχνίες (LEDs) στις εισόδους και στις εξόδους μπορούν να τροφοδοτηθούν από το εξωτερικό κύκλωμα.

Κεφάλαιο 5

Προγραμματισμός P.L.C



Πώς πρέπει ένα πρόβλημα ελέγχου να λυθεί; Πώς πρέπει ένα PLC πρόγραμμα να γραφεί; Είναι σπουδαίο, ιδιαίτερα για μαθητευόμενους, να διαιρούν αυτή τη διαδικασία σε στάδια που θα εκτελεστούν σε σειρά. Μια τέτοια μέθοδος, αποτελούμενη από τρία βήματα, αναπτύσσεται σε αυτό το κεφάλαιο.

Ποια λειτουργία πρέπει το σύστημα αυτομάτου ελέγχου να εκπληρεί; Αυτό το πρόβλημα πρέπει να παρουσιασθεί καθαρά. Μια ακριβής και λεπτομερής περιγραφή του προβλήματος ελέγχου είναι ανάγκη για την δημιουργία του PLC προγράμματος.

Τα αναγκαία δεδομένα πρέπει να είναι διαθέσιμα ή πρέπει να βρεθούν (σχεδιάγραμμα θέσης, σχεδιάγραμμα σειράς ή χρονοδιάγραμμα). Είναι ανάγκη να υπάρχει κατανόηση της λειτουργίας των αισθητηρίων και των ενεργοποιητών. Ένα διάγραμμα κυκλώματος είναι θεμελιώδες για μία ολοκληρωμένη εικόνα των δυναμικών στοιχείων.

5. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ P.L.C

5.1 Λίστα θέσεων

Ακολούθως, οι βασικές συνθήκες για το πρόγραμμα πρέπει να συγκεκριμενοποιηθούν. Για αυτό το σκοπό, είναι ανάγκη να σχεδιασθεί μία λίστα θέσεων (allocation list) αποτελούμενη από τρία τμήματα:

- Οι διευθύνσεις του PLC καταγράφονται στην πρώτη στήλη. Οι όροι των συμβόλων είναι τυποποιημένοι. Οι αριθμοί διευθύνσεων ορίζονται ανάλογα με την επιλεγμένη σύνδεση θέσεων. Στο PLC πρόγραμμα, συμβολικές διευθύνσεις ή οι διευθύνσεις του χρησιμοποιούνται. Για αυτό το σκοπό, μία δήλωση φακέλου δεδομένων καθορίζεται (μια συντομότερη μορφή της λίστας θέσεως) περιέχει δύο στήλες: τον καθορισμό των συμβολικών διευθύνσεων και τις διευθύνσεις του PLC.
- Οι **κοντές φόρμες** (short forms) (επίσης γνωστές σαν **σύμβολα σχολίων ή συμβολικές διευθύνσεις**) για τις αναφερόμενες εισόδους και εξόδους βρίσκονται στην δεύτερη στήλη. Αυτοί οι ορισμοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην δημιουργία προγραμμάτων. Στους ορισμούς αυτούς υπάρχει ελευθερία επιλογής αλλά πρέπει να είναι καθαροί και σαφείς (π.χ. S1, S2, S3 ... ορίζονται οι διάφοροι διακόπτες). Ο αριθμός και ο τύπος των συμβόλων πρέπει να είναι επιτρεπτά από το σύστημα προγραμματισμού.
- Στην τελευταία στήλη, υπάρχει σημείωση με τη σημασία των σημάτων στις εισόδους και τις εξόδους.

5.2 Προγραμματισμός

Η λειτουργία αυτού του βήματος είναι στο να κοιτάζει κανείς μακριά από την διαπίστωση του προβλήματος ελέγχου (π.χ. από την εφαρμοζόμενη τεχνολογία) και να περιγράφει τον έλεγχο της ακολουθίας σε «αφηρημένη» μορφή. Υπάρχουν γενικά τρεις μέθοδοι για να γίνει αυτό (με πολλούς προγραμματιστές η εκλογή αυτή είναι, εντούτοις, περιορισμένη). Η φύση του προβλήματος και η προσωπική προτίμηση αποφασίζουν την οδό προγραμματισμού.

- Το **διάγραμμα ladder (LAD)** είναι κατάλληλο για μερικά προβλήματα ελέγχου, ιδιαίτερα εάν ένα διάγραμμα κυκλώματος είναι διαθέσιμο. Οι ηλεκτρολόγοι μηχανικοί προτιμούν αυτή τη μέθοδο.
- Τα συστήματα ελέγχου που ακολουθούν μία λογική χρονοσειρά μπορούν να αναπαρασταθούν με ένα διάγραμμα ροής. Αυτό το διάγραμμα ροής μπορεί να προγραμματισθεί με **λειτουργικό χάρτη (FUC)**.
- Εάν υπάρχει ένα βηματικό διάγραμμα που συνοδεύει το πρόβλημα, το πρόγραμμα μπορεί να γραφτεί στη **λίστα εντολών (STL)**.

Ακόμα και όταν δεν έχουν παραχθεί μηνύματα λαθών, ένας ελεύθερος έλεγχος πρέπει να γίνει με τη βοήθεια της λίστας θέσεων. Έχουν όλες οι είσοδοι και έξοδοι σωστά τοποθετηθεί; Το πρόγραμμα μπορεί να τυπωθεί για τεκμηρίωση ή για να αποκτήσει κανείς μια καλύτερη εικόνα. Επομένως αυτό το τρίτο βήμα – προγραμματισμού – μπορεί να διαιρεθεί σε δύο άλλα υπο-βήματα:

1. **Δημιουργία** προγράμματος
2. **Εισαγωγή** του προγράμματος με την βοήθεια του προγραμματιστή.

Προτού εισαχθεί το πρόγραμμα, είναι σύνηθες να σχεδιάζεται πάνω σε μία κόλλα χαρτί. Στη βιομηχανία, στην περίπτωση περίπλοκων προβλημάτων του ελέγχου, συνήθως ο σχεδιασμός προγράμματος και η εισαγωγή εκτελούνται ξεχωριστά (από τους προγραμματιστές και τους τεχνικούς συντηρήσεως αντίστοιχα).

5.3 Μεταβίβαση στον ελεγκτή

Τώρα το πρόγραμμα που έχει ετοιμασθεί μπορεί να μετατραπεί σε γλώσσα μηχανής, έτσι ώστε να μπορεί να γίνει κατανοητό από την κεντρική μονάδα ελέγχου. Το τελικό βήμα είναι τότε η μεταφορά του προγράμματος στον ελεγκτή. Όταν μετατρέπεται ένα πρόγραμμα σε γλώσσα μηχανής, οι απαιτούμενες PLC διευθύνσεις πρέπει να είναι ήδη διαθέσιμες. Εάν το πρόγραμμα έχει αναπτυχθεί με συμβολικές διευθύνσεις, η τοποθέτηση των απαιτούμενων διευθύνσεων πρέπει να πάρει μέρος πριν την μετατροπή (δήλωση του φακέλου δεδομένων).

Στην βάση του πρότυπου προβλήματος και σχεδίου, το πρόβλημα ελέγχου πρέπει να δοκιμασθεί ξανά – εάν είναι δυνατόν, από κάποιον που δεν είναι οικείος με το πρόβλημα ούτως ώστε να αποφύγει ο προγραμματιστής να δεθεί στα δικά του λάθη.

Κεφάλαιο 6

Γλώσσα Προγραμματισμού STL

6. ΓΛΩΣΣΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ STL

6.1 Δομή προγράμματος

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

ΒΗΜΑ

ΠΡΟΤΑΣΗ

ΥΠΟΘΕΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΕΚΤΕΛΕΣΙΜΟ ΜΕΡΟΣ

Σύντομη περιγραφή του STEP

Παρότι η χρήση του STEP είναι προαιρετική τα περισσότερα STL προγράμματα χρησιμοποιούν την εντολή STEP. Η εντολή STEP χρησιμοποιείται για να σηματοδοτήσει την εκκίνηση ενός λογικού τμήματος (logical block) του προγράμματος.

Κάθε πρόγραμμα της statement list μπορεί να περιέχει έως 255 διακριτά STEPS και κάθε STEP μπορεί να περιέχει μια ή περισσότερες προτάσεις. Κάθε STEP μπορεί να χαρακτηριστεί προαιρετικά με ένα όνομα.

Το όνομα του STEP απαιτείται να οριστεί εάν το συγκεκριμένο STEP χρησιμοποιηθεί αργότερα ως προορισμός της εντολής JUMP. Μια πιο ολοκληρωμένη παρουσίαση του βήματος STEP ακολουθεί ύστερα από τον ορισμό της πρότασης.

Σύντομη περιγραφή της πρότασης (sentence)

Η πρόταση αποτελεί το πιο βασικό τμήμα της οργάνωσης προγράμματος. Κάθε πρόταση αποτελείται από το **Conditional part** (υποθετικό μέρος) και το **Executive part** (εκτελέσιμο μέρος).

Το υποθετικό μέρος χρησιμοποιείται για να κατατάξει μια ή περισσότερες συνθήκες οι οποίες πρόκειται να εκτιμηθούν κατά την εκτέλεση του προγράμματος (run time) για το αν ισχύουν ή όχι. Το υποθετικό μέρος πάντοτε ξεκινά με το **IF** και συνεχίζει με μια ή περισσότερες δηλώσεις που περιγράφουν τις συνθήκες οι οποίες πρόκειται να εκτιμηθούν.

Εάν οι προγραμματισμένες συνθήκες εκτιμηθούν ως **αληθείς** τότε οι εντολές που περιλαμβάνονται στο εκτελέσιμο μέρος της πρότασης θα εκτελεστούν. Η έναρξη του εκτελέσιμου μέρους της πρότασης σημειώνεται με το **THEN**.

Είναι δυνατόν να δημιουργηθούν ολόκληρα προγράμματα τα οποία αποτελούνται μόνο από πολλαπλές προτάσεις χωρίς να χρησιμοποιηθεί η εντολή **STEP**.

Παραδείγματα:

IF		I1.0	Εάν η είσοδος 1.0 είναι ενεργή
THEN	SET	O1.2	τότε ενεργοποίησε την έξοδο 1.2
IF		N I2.0	Εάν η είσοδος 2.0 είναι ανενεργή
THEN	SET	O2.3	τότε ενεργοποίησε την έξοδο 2.3
IF		I6.0	Εάν η είσοδος 6.0 είναι ενεργή
	AND N	I2.1	και η είσοδος 2.1 είναι ανενεργή
	AND	O3.1	και η έξοδος 3.1 είναι ON
THEN	RESET	O2.1	τότε κλείσε την έξοδο 2.1
	RESET	T6	και μηδένισε (reset) το χρονικό 6

Όλες οι συνθήκες στην κάθε μια πρόταση από τις παραπάνω πρέπει να είναι αληθείς έτσι ώστε οι ενέργειες που ακολουθούν την εντολή **THEN** να εκτελεστούν.

Τα προγράμματα που κατασκευάζονται με αυτόν τον τρόπο χαρακτηρίζονται ως παράλληλα προγράμματα (parallel programs). Χωρίς την χρήση της εντολής **STEP** αυτά τα προγράμματα εκτελούνται σειριακά (scanning-like manner). Με σκοπό την συνεχομένη εκτέλεση τέτοιων προγραμμάτων είναι απαραίτητο να συμπεριλάβουμε την εντολή **PSE**.

6.2 Η εντολή STEP

Στην απλούστερη της μορφή η εντολή STEP περιλαμβάνει τουλάχιστον μια πρόταση (sentence) και παίρνει τη μορφή :

```
STEP    (label)
IF      I1.0    εάν η είσοδος 1.0 είναι ενεργή
THEN   SET     O2.4    τότε ενεργοποίησε την έξοδο 2.4
                        και προχώρησε στο επόμενο
                        βήμα (STEP)
```

Είναι απαραίτητο να θυμάται κανείς ότι το πρόγραμμα θα ΠΕΡΙΜΕΝΕΙ σε αυτό το βήμα ωσότου οι προϋποθέσεις να είναι αληθείς -τη στιγμή που η συγκεκριμένη πράξη εκτελείται- και μονό τότε το πρόγραμμα θα προχωρήσει στο επόμενο βήμα (STEP).

Τα προγράμματα με τη χρήση STEP μπορούν φυσικά να περιλαμβάνουν και πολλαπλές προτάσεις :

```
STEP
IF      I2.2    εάν η είσοδος 2.2 είναι ενεργή
THEN   SET     O4.4    τότε ενεργοποίησε την έξοδο 4.4

IF      I1.6    εάν η είσοδος 1.6 είναι ενεργή
THEN   RESET   O2.4    τότε απενεργοποίησε την έξοδο 2.4
        SET     O3.3    και ενεργοποίησε την έξοδο 3.3
```

Στο προηγούμενο παράδειγμα εισήχθει η έννοια των πολλαπλών προτάσεων μέσα σε ένα βήμα (Single Step). Όταν το πρόγραμμα φτάσει σε αυτό το βήμα θα εκτελέσει την πρώτη πρόταση (σε αυτή την περίπτωση θα ενεργοποιήσει την έξοδο 4.4 εάν η είσοδος 2.2 είναι ενεργή) και τότε θα μετακινηθεί στη δεύτερη πρόταση **ανεξάρτητα** από το αν οι συνθήκες στην πρώτη πρόταση ήταν αληθείς.

Όταν η **τελευταία** (σε αυτή την περίπτωση η δεύτερη) πρόταση ενός βήματος εκτελείται, αν το υποθετικό μέρος είναι **αληθές** τότε το εκτελέσιμο μέρος του προγράμματος θα εκτελεστεί **και** το πρόγραμμα θα προχωρήσει στο επόμενο βήμα.

Αν το υποθετικό τμήμα της **τελευταίας** πρότασης **δεν είναι αληθές** , τότε το πρόγραμμα θα επιστρέψει στην **πρώτη** πρόταση του τρέχοντος βήματος.

Κανόνες εκτέλεσης

Οι ακόλουθες οδηγίες μπορούν να ακολουθηθούν ούτως ώστε να καθοριστεί πως τα βήματα και οι προτάσεις θα εκτελεστούν.

- Αν οι συνθήκες μιας πρότασης είναι αληθείς τότε οι προγραμματισμένες ενέργειες θα εκτελεστούν
- Αν οι συνθήκες της **τελευταίας** (ή μοναδικής) πρότασης μέσα σε ένα βήμα είναι αληθείς τότε οι προγραμματισμένες ενέργειες πραγματοποιούνται **και** το πρόγραμμα προχωράει στο επόμενο βήμα.
- Αν οι συνθήκες μιας πρότασης **δεν** είναι αληθείς, τότε το πρόγραμμα θα μετακινηθεί στην επόμενη πρόταση του τρέχοντος βήματος.
- Αν οι συνθήκες της **τελευταίας** (ή μοναδικής) πρότασης μέσα σε ένα βήμα **δεν** είναι αληθείς, τότε το πρόγραμμα θα επιστρέψει στην **πρώτη πρόταση του τρέχοντος βήματος**.

6.3 ΕΠΕΜΒΑΙΝΟΝΤΑΣ ΣΤΗ ΡΟΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Εκτός από την εντολή STEP η οποία μπορεί να επέμβει στη ροή ενός προγράμματος αρκετές άλλες εντολές της STL είναι ικανές να επηρεάσουν τα κριτήρια εκτέλεσης των STEPS και των προτάσεων (Sentences).

6.3.1 Εντολή NOP

Η εντολή NOP μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο στο υποθετικό όσο και στο εκτελέσιμο μέρος μιας πρότασης.

Όταν χρησιμοποιείται στο υποθετικό μέρος τότε **πάντοτε** λαμβάνεται ως αληθής. Η εντολή NOP μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προκαλέσει εκτέλεση «άνευ συνθηκών» μιας πρότασης.

IF	NOP		αυτό είναι πάντα αληθές
THEN	SET	O1.0	η είσοδος 1.0 θα είναι πάντα ανοικτή όταν το πρόγραμμα φτάσει εδώ.

Ένα τυπικό παράδειγμα στο οποίο ο προγραμματιστής του επιθυμούσε όταν η εκτέλεση του προγράμματος φτάσει στο STEP 50 αρκετές συνθήκες να ελεγχθούν και εφόσον ήταν αληθείς να εκτελεστούν κατάλληλες πράξεις, είναι αυτό που ακολουθεί.

Παρόλα αυτά ανεξάρτητα από το αν κάποιες ή όλες οι προτάσεις ήταν αληθείς, αφότου είχαν ελεγχθεί **ακριβώς** μια φορά το πρόγραμμα θα ενεργοποιούσε την έξοδο 3.6 και θα προχωρούσε στο επόμενο βήμα επειδή έχουμε εξαναγκάσει την **τελευταία** πρόταση να είναι αληθής μέσω της εντολής NOP.

STEP 50			
IF		I1.0	Αν η είσοδος 1.0 είναι ενεργή
THEN	SET	O2.2	τότε άνοιξε την έξοδο 2.2
IF		N I3.5	Αν η είσοδος 3.5 ΔΕΝ είναι ενεργή
	AND	I4.4	και η είσοδος 4.4 είναι ενεργή

6. Γλώσσα Προγραμματισμού STL

THEN	RESET	O1.2	τότε κλείσε την έξοδο 1.2
IF		T3	Αν το χρονικό 3 είναι ενεργό
THEN	SET	F0.0	τότε θέσε την βοηθητική επαφή 0.0
IF	NOP		σε οποιαδήποτε περίπτωση καθιστούμε βέβαιο ότι η ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ πρόταση θα είναι ΠΑΝΤΑ αληθής
THEN	SET	O3.6	κλείσε την έξοδο 3.6, ΠΗΓΑΙΝΕ ΣΤΟ ΕΠΟΜΕΝΟ STEP.

Η εντολή NOP μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί στο εκτελέσιμο μέρος ενός προγράμματος. Όταν χρησιμοποιηθεί στο εκτελέσιμο μέρος, είναι ισοδύναμο με το να μην κάνει τίποτα. Συχνά χρησιμοποιείται όταν το πρόγραμμα περιμένει συγκεκριμένες συνθήκες ώστε να προχωρήσει στο επόμενο βήμα.

IF		I3.2	αν η είσοδος 3.2 είναι ενεργή
THEN	NOP		μην κάνεις τίποτα και πήγαινε στο επόμενο Step.

6.3.2 Εντολή JUMP

Η εντολή JUMP προσθέτει τη δυνατότητα διακλάδωσης στη γλώσσα STL. Τροποποιώντας το επόμενο παράδειγμα είναι δυνατόν να ελεγχθούν οι συνθήκες κάθε πρότασης και αν είναι αληθείς να πραγματοποιηθούν οι προγραμματισμένες ενέργειες και τότε να μεταβει (JUMP) σε ένα συγκεκριμένο STEP.

Είναι πλέον προφανές ότι όχι μόνο τροποποιήσαμε την ροή του προγράμματος αλλά επιπρόσθετα δημιουργήσαμε προτεραιότητες μεταξύ των προτάσεων.

Για παράδειγμα οι προτάσεις 2,3 και 4 θα είναι δυνατόν να υποστούν επεξεργασία εάν η πρόταση 1 είναι ψευδής και συνεπώς δεν θα εκτελεστεί, διότι εάν η πρόταση 1 εκτελεστεί, το πρόγραμμα θα περάσει (JUMP) στο STEP 70 χωρίς ποτέ να επεξεργαστεί καμία από τις προτάσεις που ακολουθούν την πρώτη πρόταση του STEP 50.

6. Γλώσσα Προγραμματισμού STL

STEP 50

IF		I1.0	Αν η είσοδος 1.0 είναι ενεργή
THEN	SET	O2.2	τότε άνοιξε την έξοδο 2.2
	JMP TO	70	και πήγαινε στο Step 70
IF		N I3.5	Αν η είσοδος 3.5 ΔΕΝ είναι ενεργή
	AND	I4.4	και η είσοδος 4.4 είναι ενεργή
THEN	RESET	O1.2	τότε κλείσε την έξοδο 1.2
	JMP TO	6	και πήγαινε στο Step 6
IF		T3	Αν το χρονικό 3 είναι ενεργό
THEN	SET	F0.0	τότε θέσε την βοηθητική επαφή 0.0
IF	NOP		πάντα αληθής
THEN	SET	O3.6	ενεργοποίησε την έξοδο 3.6, και πήγαινε στο επόμενο Step.

6.3.3 Εντολή OTHRW

Η OTHRW (otherwise) εκτελείτε όταν η τελευταία IF πρόταση που συναντήθηκε στη ροή του προγράμματος αξιολογήθηκε ως μη αληθής.

IF		I2.0	Αν η είσοδος 2.0 είναι ενεργή
THEN	SET	O3.3	ενεργοποίησε την έξοδο 3.3
OTHRW	SET	O4.5	διαφορετικά ενεργοποίησε την έξοδο 4.5

Ακολουθεί σχηματική παράσταση των βασικών κανόνων που διέπουν την χρήση της εντολής STEP σε συνδυασμό με την χρήση της εντολής OTHRW.

6.4 Βασικές εντολές της STL

6.4.1 Εντολή PSE

Χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει το σημείο τερματισμού του προγράμματος (**Program Section End**) ή τμήματος του προγράμματος, όταν αυτό χρησιμοποιεί την εντολή STEP.

Εάν ένα πρόγραμμα τελειώνει με μια πρόταση που δεν αποτελεί τμήμα της εντολής STEP και δεν ακολουθούν άλλες εντολές, το πρόγραμμα σταματά να εκτελείται.

Γενικότερα με την εκτέλεση της εντολής PSE σε ένα πρόγραμμα, το πρόγραμμα

- είτε θα μεταβεί στην πρώτη πρόταση του τρέχοντος STEP

STEP 10

IF		I1.1	Κουμπί εκκίνησης
THEN	SET	O2.1	Έκταση κυλίνδρου

STEP 20

IF		I3.1	Ο κύλινδρος είναι σε έκταση
THEN	RESET	O2.1	Σύμπτυξη κυλίνδρου
	PSE		μετάβαση στη πρώτη πρόταση
OTHRW	PSE		μετάβαση στη πρώτη πρόταση

- είτε θα μεταβεί στην πρώτη πρόταση του προγράμματος όταν δεν υπάρχει εντολή STEP

....

....

....

IF	NOP		πάντα αληθής
THEN	PSE		ολοκλήρωση τμήματος του προγράμματος...μετάβαση στην πρώτη πρόταση του προγράμματος

6.4.2 Εντολή INC

Η εντολή **INC**rement αυξάνει την τιμή οποιουδήποτε multibit operand κατά μία μονάδα. Αντίθετα από άλλες αριθμητικές εντολές, η εντολή INC μπορεί να εκτελεστεί απευθείας χωρίς να απαιτείται η προηγούμενη «φόρτωση» του operand που πρόκειται να αυξηθεί στον multibit accumulator.

Στο παράδειγμα που ακολουθεί υποθέτουμε ότι σε μια γραμμή γεμίματος μπουκαλιών, η είσοδος I1.3 ενεργοποιείται κάθε φορά που ένα μπουκάλι περνά από το σταθμό καταμέτρησης. Ο συνολικός αριθμός μπουκαλιών θα αποθηκευθεί στο Register 9.

Σε περίπτωση που κάποιο μπουκάλι δεν είναι πλήρως γεμάτο, όπως προκύπτει από έλεγχο στην παραγωγική διαδικασία, τότε θα συνολικός αριθμός μπουκαλιών που έχουν μετρηθεί θα ελαττωθεί κατά μια μονάδα.

IF		I1.3	η είσοδος I1.3 αντιλαμβάνεται ένα μπουκάλι
THEN	INC	R9	+1 στον καταχωρητή
IF		I2.2	όταν ένα μπουκάλι φθάνει στον σταθμό ελέγχου
	AND	N	και δεν είναι γεμάτο
THEN	DEC	R9	αφαιρείται μία μονάδα από το σύνολο

η παραπάνω χρήση της εντολής INC είναι ισοδύναμη με:

IF...			
THEN	LOAD	R9	«φόρτωσε τη τιμή του R9 στον MBA
		+	V1 πρόσθεσε μια μονάδα
	TO	R9	αντέγραψε το αποτέλεσμα στο R9

6.5 Παράδειγμα προγραμματισμού με χρήση STL

Τα περισσότερα προβλήματα τα οποία καλείται να επιλύσει ένας μηχανικός με τη χρήση της STL διακρίνονται στις δύο ακόλουθες κατηγορίες:

- ✚ Πλήρως διαδοχική διαδικασία
- ✚ Μερικώς διαδοχικά βήματα διαδικασίας με τυχαία γεγονότα

6.5.1 Πλήρως διαδοχική διαδικασία

Σκοπός της διεργασίας είναι ο έλεγχος της κίνησης τριών πραγματικών κυλίνδρων χρησιμοποιώντας τρεις βαλβίδες τύπου 3/2 σε μια καθορισμένη ακολουθία.

Όταν πιέζεται το κουμπί εκκίνησης ένας κύλινδρος A πρέπει να εκταθεί για τρία δευτερόλεπτα και στη συνέχεια να συμπτυχθεί. Στη συνέχεια ένας κύλινδρος B πρόκειται να εκταθεί και να επιστρέψει στην αρχική του θέση τέσσερις φορές και στη συνέχεια να εκταθεί πλήρως και να παραμείνει στη θέση αυτή. Τέλος, ένας κύλινδρος C πρόκειται να εκταθεί πλήρως και στη συνέχεια ο κύλινδρος A θα εκταθεί. Αφότου ο κύλινδρος A έχει εκταθεί πλήρως και οι τρεις κύλινδροι θα συμπτυχθούν και το σύστημα θα έρθει σε κατάσταση αναμονής για νέα ενεργοποίηση του πλήκτρου εκκίνησης.

Ακολουθούν το βηματικό διάγραμμα καθώς και το πρόγραμμα της διαδικασίας.

6. Γλώσσα Προγραμματισμού STL

Παράδειγμα πλήρως διαδοχικής διαδικασίας

Λίστα θέσεων (allocation list)

O1.0	VA	έκταση Κυλίνδρου A
O1.1	VB	έκταση Κυλίνδρου B
O1.2	VC	έκταση Κυλίνδρου C
I1.0	START	κουμπί εκκίνησης
I1.1	A0	σύμπτυξη Κυλίνδρου A
I1.2	A1	έκταση Κυλίνδρου A
I1.3	B0	σύμπτυξη Κυλίνδρου B
I1.4	B1	έκταση Κυλίνδρου B
I1.5	C_0	σύμπτυξη Κυλίνδρου C
I1.6	C_1	έκταση Κυλίνδρου C
TP0	TIMERPRE0	χρονικό 0
CP2	COUPRE2	μετρητής 2

Πρόγραμμα

STEP 1			εκκίνηση διαδικασίας
IF		NOP	πάντοτε κάνε τα παρακάτω
THEN	LOAD	V0	μηδένισε όλες
	TO	OW1	τις εξόδους
	LOAD	V300	κάνε το χρονικό 3, χρονικό
	TO	TP0	3 δευτερολέπτων
	LOAD	V4	φόρτωσε την τιμή 4 στον
	TO	CP2	μετρητή 2
STEP 5			βεβαιώσου ότι όλες οι θέσεις
IF		I1.0	είναι εντάξει (κύλινδροι σε σύμπτυξη)
	AND	I1.1	το πλήκτρο START είναι ενεργό
	AND	I1.3	ο Κύλινδρος A έχει συμπτυχθεί
	AND	I1.5	ο Κύλινδρος B έχει συμπτυχθεί
THEN	SET	O1.0	ο Κύλινδρος C έχει συμπτυχθεί
			εκκίνηση έκτασης του Κυλίνδρου A
STEP 10			Είναι ο Κύλινδρος A πλήρως εκτεταμένος;
IF		I1.2	τώρα έχει εκταθεί πλήρως

6. Γλώσσα Προγραμματισμού STL

THEN	SET	T0	έναρξη του χρονικού των 3 sec
STEP 12			αναμονή 3 sec
IF		N T0	το χρονικό ολοκλήρωσε
THEN	RESET	O1.0	έναρξη σύμπτυξης Κυλίνδρου A
STEP 15			Έχει ο Κύλινδρος A συμπυχθεί πλήρως;
IF		I1.1	ο Κύλινδρος A έχει συμπυχθεί
THEN	SET	C2	εκκίνηση μετρητή 2 (4 counts)
	SET	O1.1	εκκίνηση σύμπτυξης Κυλίνδρου B
STEP 20			Έχει ο Κύλινδρος B συμπυχθεί πλήρως;
IF		I1.4	τόρα έχει εκταθεί πλήρως
THEN	INC	CW2	αύξηση της τιμής του μετρητή κατά ένα κύκλο
	RESET	O1.1	έναρξη σύμπτυξης Κυλίνδρου B
STEP 22			είναι η τέταρτη έκταση κυλίνδρου;
IF		I1.3	ο Κύλινδρος B συμπύσσεται
	AND	C2	και δεν έχουν εκτελεστεί 4 χρόνοι
THEN	SET	O1.1	εκκίνηση έκτασης Κυλίνδρου B
	JMP TO	20	συνέχιση κύκλων
IF		I1.3	ο Κύλινδρος B συμπύσσεται
	AND	N C2	και έχουν εκτελεστεί 4 χρόνοι
THEN	SET	O1.1	εκκίνηση έκτασης του Κυλίνδρου B
STEP 30			Έχει ο Κύλινδρος B εκταθεί πλήρως;
IF		I1.4	ο Κύλινδρος B πλήρως εκτεταμένος
THEN	SET	O1.2	εκκίνηση έκτασης του Κυλίνδρου C
STEP 35			Έχει ο Κύλινδρος C εκταθεί πλήρως;
IF		I1.6	ο Κύλινδρος C πλήρως εκτεταμένος
THEN	SET	O1.0	εκκίνηση έκτασης του Κυλίνδρου A
STEP 40			Έχουν εκταθεί όλοι οι Κύλινδροι;
IF		I1.2	ο Κύλινδρος A πλήρως εκτεταμένος
THEN	RESET	O1.0	σύμπτυξε τον Κύλινδρο A
	RESET	O1.1	σύμπτυξε τον Κύλινδρο B
	RESET	O1.2	σύμπτυξε τον Κύλινδρο C
	JMP TO	5	πίσω στο STEP 5

Το παραπάνω παράδειγμα υλοποιείται στην εργασία, χρησιμοποιώντας την διάταξη της εφαρμογής του κεφαλαίου 7 με την ίδια ακριβώς συνδεσμολογία

6. Γλώσσα Προγραμματισμού STL

(πνευματική και ηλεκτρική). Η μορφή του προγράμματος όπως αυτό εμφανίζεται στην οθόνη του υπολογιστή παρουσιάζεται επίσης στο 7^ο κεφάλαιο.

6.5.2 Μερικώς διαδοχικά βήματα διαδικασίας με τυχαία γεγονότα

Ενώ ορισμένες περιπτώσεις μηχανών μπορεί να ακολουθούν μια αλληλουχία διαδικασιών κατά τη λειτουργία τους, υπάρχουν περιπτώσεις που μπορεί να αλλάξει η ακολουθία της διαδικασίας έτσι ώστε να μην είναι πλέον μια καθορισμένη ακολουθία γεγονότων.

Το παράδειγμα αυτό παρουσιάζει την εισαγωγή μιας πρότασης προγράμματος σε κάθε υπάρχον βήμα του προγράμματος που παρουσιάστηκε στο προηγούμενο παράδειγμα, δίνοντας έτσι ένα τρόπο αντίδρασης του προγράμματος στο πάτημα ενός κουμπιού pause. Με το πάτημα του κουμπιού η λειτουργία του προγράμματος θα ανασταλεί μέχρι το κουμπί να αφηθεί.

Παράδειγμα μερικώς διαδοχικών βημάτων διαδικασίας με τυχαία γεγονότα

Λίστα θέσεων (allocation list)

O1.0	VALVEA	έκταση Κυλίνδρου A
O1.1	VALVEB	έκταση Κυλίνδρου B
O1.2	VALVEC	έκταση Κυλίνδρου C
I1.0	START	κουμπί εκκίνησης
I1.1	A0	σύμπτυξη Κυλίνδρου A
I1.2	A1	έκταση Κυλίνδρου A
I1.3	B0	σύμπτυξη Κυλίνδρου B
I1.4	B1	έκταση Κυλίνδρου B
I1.5	C_0	σύμπτυξη Κυλίνδρου C
I1.6	C_1	έκταση Κυλίνδρου C
TP0	TIMERPRE0	χρονικό 0
CP2	COUPRE2	μετρητής 2

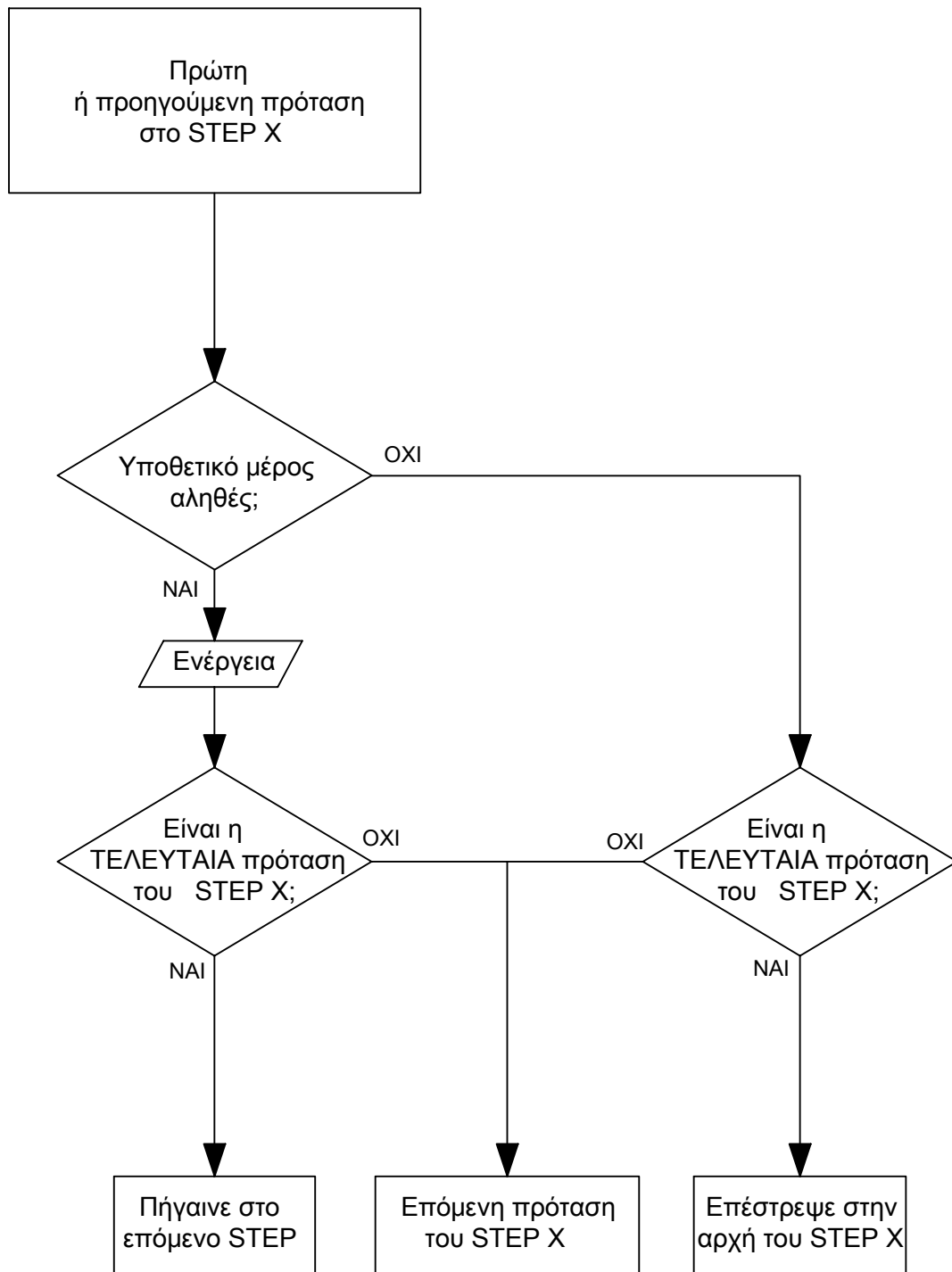
6. Γλώσσα Προγραμματισμού STL

Πρόγραμμα			
STEP 1			εκκίνηση διαδικασίας
IF		NOP	πάντοτε κάνε τα παρακάτω
THEN	LOAD	V0	μηδένισε όλες
	TO	OW1	τις εξόδους
	LOAD	V300	κάνε το χρονικό 3, χρονικό
	TO	TP0	3 δευτερολέπτων
	LOAD	V4	φόρτωσε την τιμή 4 στον
	TO	CP2	μετρητή 2
STEP 5			βεβαιώσου ότι όλες οι θέσεις είναι εντάξει (κύλινδροι σε σύμπτυξη)
IF		I1.0	το πλήκτρο START είναι ενεργό
	AND	I1.1	ο Κύλινδρος A έχει συμπτυχθεί
	AND	I1.3	ο Κύλινδρος B έχει συμπτυχθεί
	AND	I1.5	ο Κύλινδρος C έχει συμπτυχθεί
	AND	N I1.7	το κουμπί PAUSE δεν είναι ενεργό
THEN	SET	O1.0	εκκίνηση έκτασης του Κυλίνδρου A
STEP 10			Είναι ο Κύλινδρος A πλήρως εκτεταμένος;
IF		I1.7	αν είναι ενεργοποιημένο το PAUSE
THEN	JMP TO	10	το πρόγραμμα επανελέγχει το PAUSE
IF		I1.2	τόρα έχει εκταθεί πλήρως
THEN	SET	T0	έναρξη του χρονικού των 3 sec
STEP 12			αναμονή 3 sec
IF		I1.7	αν είναι ενεργοποιημένο το PAUSE
THEN	JMP TO	12	το πρόγραμμα επανελέγχει το PAUSE
IF		N T0	το χρονικό ολοκλήρωσε
THEN	RESET	O1.0	έναρξη σύμπτυξης Κυλίνδρου A
STEP 15			Έχει ο Κύλινδρος A συμπτυχθεί πλήρως;
IF		I1.7	αν είναι ενεργοποιημένο το PAUSE
THEN	JMP TO	15	το πρόγραμμα επανελέγχει το PAUSE
IF		I1.1	ο Κύλινδρος A έχει συμπτυχθεί
THEN	SET	C2	εκκίνηση μετρητή 2 (4 counts)
	SET	O1.1	εκκίνηση σύμπτυξης Κυλίνδρου B

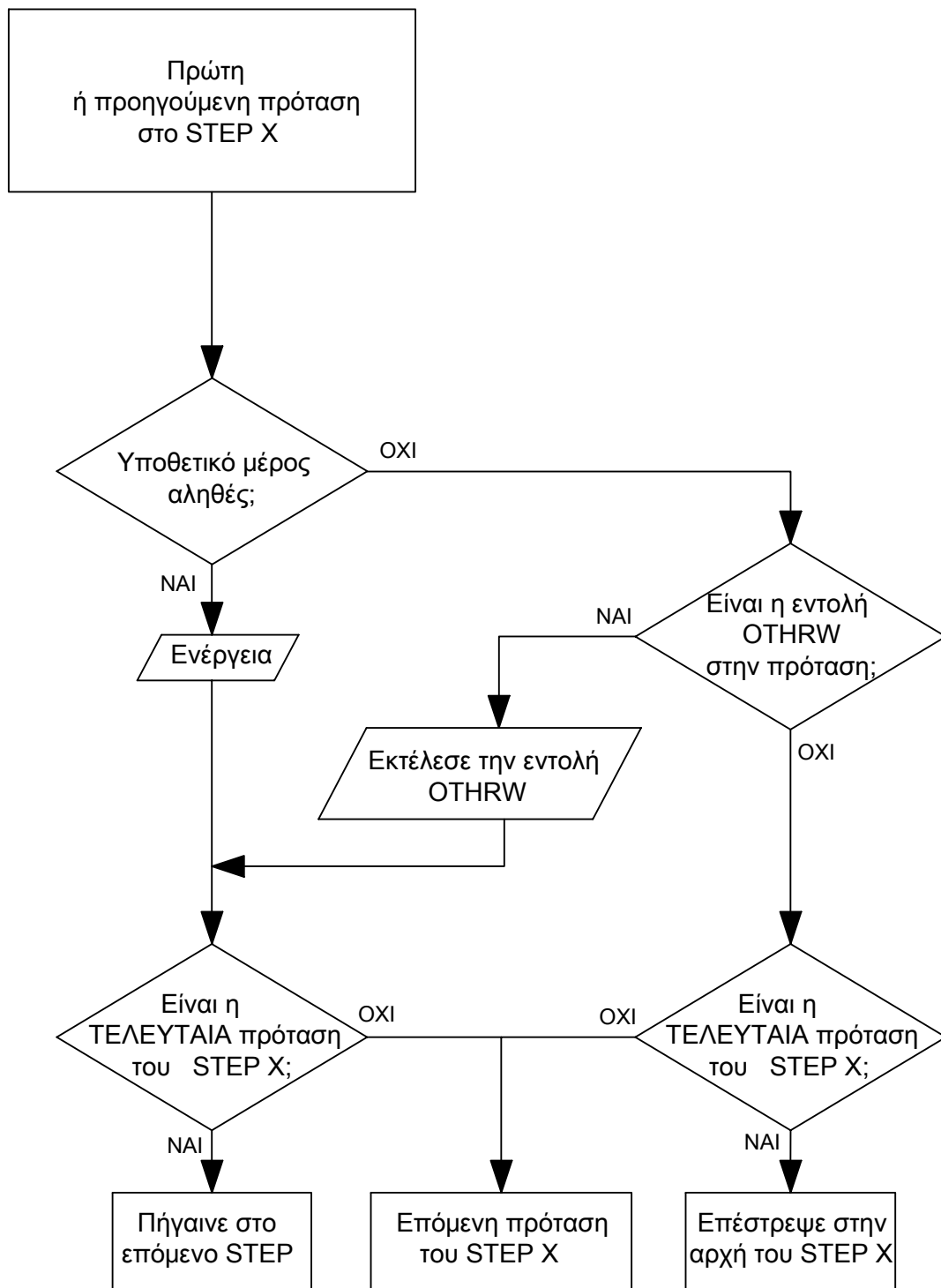
6. Γλώσσα Προγραμματισμού STL

STEP 20			Έχει ο Κύλινδρος B συμπτυχθεί πλήρως;
IF		I1.7	αν είναι ενεργοποιημένο το PAUSE
THEN	JMP TO	20	το πρόγραμμα επανελέγχει το PAUSE
IF		I1.4	τώρα έχει εκταθεί πλήρως
THEN	INC	CW2	αύξηση της τιμής του μετρητή κατά ένα κύκλο
	RESET	O1.1	έναρξη σύμπτυξης Κυλίνδρου B
STEP 22			είναι η τέταρτη έκταση κυλίνδρου;
IF		I1.7	αν είναι ενεργοποιημένο το PAUSE
THEN	JMP TO	22	το πρόγραμμα επανελέγχει το PAUSE
IF		I1.3	ο Κύλινδρος B συμπύσσεται
	AND	C2	και δεν έχουν εκτελεστεί 4 χρόνοι
THEN	SET	O1.1	εκκίνηση σύμπτυξης Κυλίνδρου B
	JMP TO	20	συνέχιση κύκλων
IF		I1.3	ο Κύλινδρος B συμπύσσεται
	AND	N C2	και έχουν εκτελεστεί 4 χρόνοι
THEN	SET	O1.1	εκκίνηση έκτασης του Κυλίνδρου B
STEP 30			Έχει ο Κύλινδρος B εκταθεί πλήρως;
IF		I1.7	αν είναι ενεργοποιημένο το PAUSE
THEN	JMP TO	30	το πρόγραμμα επανελέγχει το PAUSE
IF		I1.4	ο Κύλινδρος B πλήρως εκτεταμένος
THEN	SET	O1.2	εκκίνηση έκτασης του Κυλίνδρου C
STEP 35			Έχει ο Κύλινδρος C εκταθεί πλήρως;
IF		I1.7	αν είναι ενεργοποιημένο το PAUSE
THEN	JMP TO	35	το πρόγραμμα επανελέγχει το PAUSE
IF		I1.6	ο Κύλινδρος C πλήρως εκτεταμένος
THEN	SET	O1.0	εκκίνηση έκτασης του Κυλίνδρου A
STEP 40			Έχουν εκταθεί όλοι οι Κύλινδροι;
IF		I1.7	αν είναι ενεργοποιημένο το PAUSE
THEN	JMP TO	40	το πρόγραμμα επανελέγχει το PAUSE
IF		I1.2	ο Κύλινδρος A πλήρως εκτεταμένος
THEN	RESET	O1.0	σύμπτυξε τον Κύλινδρο A
	RESET	O1.1	σύμπτυξε τον Κύλινδρο B
	RESET	O1.2	σύμπτυξε τον Κύλινδρο C
	JMP TO	5	πίσω στο STEP 5

Χρησιμοποιώντας διάφορους συνδυασμούς των STEPS, τα οποία μπορούν να περιέχουν απλές ή σύνθετες προτάσεις, η γλώσσα προγραμματισμού STL παρέχει την δυνατότητα επίλυσης ενός μεγάλου εύρους πολύπλοκων προβλημάτων.



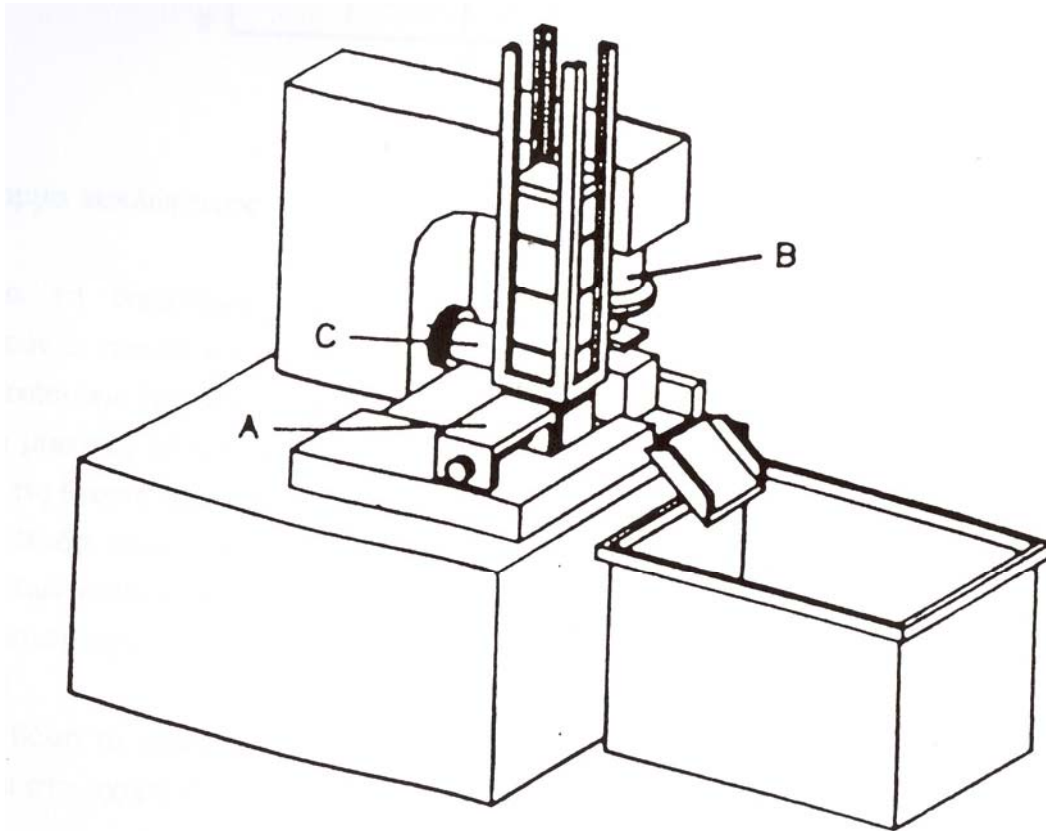
Σχηματική παράσταση των βασικών κανόνων που διέπουν την χρήση STEP



Σχηματική παράσταση των βασικών κανόνων που διέπουν την χρήση STEP σε συνδυασμό με την χρήση της εντολής ΟTHRW

Κεφάλαιο 7

Ολοκληρωμένη εφαρμογή



7 Ολοκληρωμένη εφαρμογή

Διάταξη σφράγισης τεμαχίων

7.1 Το Πρόβλημα

Τετράγωνα κομμάτια σφραγίζονται σε ένα μηχάνημα. Τα τεμάχια προσέρχονται απο έναν αποθηκευτικό χώρο, σφραγίζονται και στη συνέχεια απομακρύνονται απο το μηχάνημα, είτε σε ένα δεύτερο αποθηκευτικό χώρο (π.χ ένα ανοικτό κιβώτιο) είτε ωθούνται σε έναν ταινιόδρομο, έτσι ώστε να μεταβιβαστούν σε επόμενο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας.

7.1.1 Επίλυση

Η επίλυση του προβλήματος θα πραγματοποιηθεί με την κίνηση τριών κυλίνδρων A, B, C. Η σειρά του προγράμματος αρχίζει με το μπουτόν Start αυτό το σήμα σημαίνει «το κομμάτι είναι στον αποθηκευτικό χώρο».

Το κομμάτι τροφοδοτείται από τον κύλινδρο A και συσφίγγεται. Τότε σφραγίζεται από τον κύλινδρο B και μετά αποβάλλεται από τον κύλινδρο C.

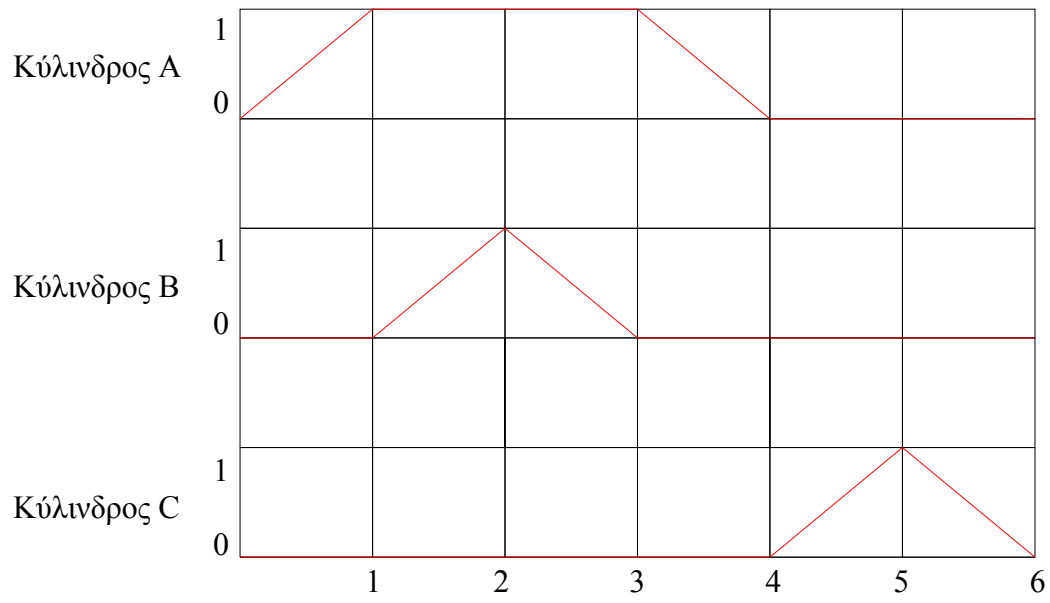
7.1.2 Βηματικό διάγραμμα κινήσεων

Έκταση του κυλίνδρου A προκαλεί σύσφιξη του τεμαχίου, συγκρατώντας το με αυτόν τον τρόπο για να σφραγισθεί. Ακολουθεί έκταση του κυλίνδρου B ο οποίος σφραγίζει το τεμάχιο και στη συνέχεια ο κύλινδρος B συμπύσσεται. Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία σφραγίσματος του τεμαχίου με έκταση και σύμπτυξη του κυλίνδρου B, συμπύσσεται ο κύλινδρος A, για να απελευθερωθεί το σφραγισμένο τεμάχιο. Με έκταση του κυλίνδρου C το τεμάχιο απομακρύνεται απο το μηχάνημα και ο κύλινδρος C συμπύσσεται. Τώρα πλέον το μηχάνημα είναι έτοιμο για εκτέλεση νέου κύκλου, δηλαδή για το σφράγισμα του επόμενου τεμαχίου.

Η κινησιοσειρά του προβλήματος μπορεί να συμβολιστεί:

A+, B+, B-, A-, C+, C-

Το βηματικό διάγραμμα που περιγράφει πλήρως την ακολουθία των κινήσεων είναι το εξής:



7.1.3 Προγραμματισμός PLC

Στην αρχή του προγράμματος αποδίδουμε την αρχική τιμή V1 στο Counterword 0. Επίσης απενεργοποιούμε όλες τις εξόδους, εξασφαλίζοντας ότι όλοι οι κύλινδροι είναι σε σύμπτυξη.

Στη συνέχεια στην πρώτη πρόταση του STEP program ελέγχουμε στο υποθετικό μέρος αν το CW0 έχει την τιμή V1 και αν είναι ON οι εισοδοί I0.0, I0.1, I0.3, I0.5, δηλαδή αν έχει πατηθεί το κουμπί Start και αν είναι ενεργοποιημένοι οι οριακοί διακόπτες A0, B0 και C0 (δηλαδή και οι τρεις κύλινδροι βρίσκονται σε σύμπτυξη). Αν οι συνθήκες ισχύουν, τότε ενεργοποιείται (SET) η έξοδος O0.0 δηλαδή η VALVE A, με συνέπεια την έκταση του κυλίνδρου A, ενώ ταυτόχρονα αυξάνουμε κατα μία μονάδα την τιμή του CW0.

Στην δεύτερη πρόταση του STEP program, ελέγχουμε αν το CW0 έχει την τιμή V2 και αν είναι ενεργοποιημένος ο οριακός διακόπτης A1 (είσοδος I0.2), δηλαδή έχει εκταθεί ο κύλινδρος A. Αν αυτά ισχύουν, τότε ενεργοποιείται (SET) η έξοδος O0.1, δηλαδή η VALVE B, με συνέπεια την έκταση του κυλίνδρου B, ενώ αυξάνεται κατά μία μονάδα η τιμή του CW0.

Στην τρίτη πρόταση του STEP program ελέγχουμε αν το CW0 έχει την τιμή V3 και αν είναι ενεργοποιημένος ο οριακός διακόπτης B1 (είσοδος I0.4), δηλαδή αν έχει εκταθεί ο κύλινδρος B. Αν αυτά ισχύουν, τότε απενεργοποιείται (RESET) η έξοδος O0.1, δηλαδή η VALVE B, με συνέπεια τη σύμπτυξη του κυλίνδρου B, ενώ αυξάνεται κατά μία μονάδα η τιμή του CW0.

Στην τέταρτη πρόταση ελέγχουμε αν το CW0 έχει την τιμή V4 και αν είναι ενεργοποιημένος ο οριακός διακόπτης B0 (είσοδος I0.3), δηλαδή αν έχει συμπτυχθεί ο κύλινδρος B. Αν αυτά ισχύουν, τότε απενεργοποιείται (RESET) η έξοδος O0.0, δηλαδή η VALVE A, με συνέπεια τη σύμπτυξη του κυλίνδρου A, ενώ αυξάνεται κατά μια μονάδα η τιμή του CW0.

Στην πέμπτη πρόταση ελέγχουμε αν το CW0 έχει την τιμή V5 και αν είναι ενεργοποιημένος ο οριακός διακόπτης A0 (είσοδος I0.1), δηλαδή έχει συμπτυχθεί ο κύλινδρος A. Αν ισχύουν τα παραπάνω τότε ενεργοποιείται (SET) η έξοδος O0.2, δηλαδή η VALVE C, με συνέπεια την έκταση του κυλίνδρου C, ενώ αυξάνεται κατά μία μονάδα η τιμή του CW0.

Στην έκτη πρόταση του STEP αν το ελέγχουμε αν το CW0 έχει την τιμή V6 και αν είναι ενεργοποιημένος ο οριακός διακόπτης C1 (είσοδος I0.6), δηλαδή έχει εκταθεί ο κύλινδρος C. Αν αυτά ισχύουν τότε απενεργοποιείται (RESET) η έξοδος O0.2, δηλαδή η VALVE C, με συνέπεια τη σύμπτυξη του κυλίνδρου C, ενώ αυξάνεται κατά μια μονάδα η τιμή του CW0.

Στην έβδομη πρόταση ελέγχουμε αν το CW0 έχει την τιμή V7 και αν είναι ενεργοποιημένος ο οριακός διακόπτης C0 (είσοδος I0.5), δηλαδή έχει συμπτυχθεί ο κύλινδρος C. Αν αυτά ισχύουν, τότε δίνουμε (LOAD TO) στο CW0 την αρχική τιμή V1, έτσι ώστε το πρόγραμμα να είναι έτοιμο για νέο κύκλο εκτέλεσης εργασίας, χωρίς να χρειάζεται επανεκκίνηση του.

Στο τέλος του προγράμματος τοποθετείται η εντολή PSE.

7.1.4 Μεταβίβαση του προγράμματος στο P.L.C

Η μεταβίβαση του προγράμματος στο P.L.C γίνεται από τον προγραμματιστή, διαμέσου σειριακής επικοινωνίας επικοινωνίας και του κατάλληλου interface, με κατάλληλες εντολές από τον editor fst202c.

Η εκτέλεση του προγράμματος γίνεται είτε μέσα από τον editor, είτε με την χρήση του πληκτρολογίου πάνω στο P.L.C.

7.1.5 Hardware εργαστηριακής άσκησης

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των τμημάτων του Hardware που αναφέρονται παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά στο Παράρτημα ΙΙΙ.

ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Αεροσυμπιεστής



Ο τύπος του αεροσυμπιεστή είναι JUN-AIR 6-25. Πρόκειται για εμβολοφόρο αεροσυμπιεστή.

Φίλτρο – Ρυθμιστής Πίεσης- Λιπαντήρας



Ο τύπος του φίλτρου-λιπαντήρα της FESTO είναι FRC-1/4-D Midi.

Διανομέας (manifold)

Ο διανομέας είναι τύπου FESTO FR-8-1/8.

Βαλβίδα κυλίνδρου απλής ενέργειας

Πρόκειται για βαλβίδα τύπου MFH-5-3.3

Βαλβίδα κυλίνδρου διπλής ενέργειας

Είναι βαλβίδα τύπου MFH-5-PK-3 με ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά, ως προς τις πιέσεις λειτουργίας, με την βαλβίδα του κυλίνδρου απλής ενέργειας.

Πηνία κυλίνδρων απλής και διπλής ενέργειας

Είναι του ίδιου τύπου MSFG-24.

Λυχνία ένδειξης κατάστασης

Τύπου MFL-24

Κύλινδρος απλής ενέργειας

Είναι τύπου ESN-25-50.

Κύλινδρος διπλής ενέργειας

Είναι τύπου DSNN-25-100 με ία πίεση λειτουργίας με τον κύλινδρο απλής ενέργειας και διπλάσια διαδρομή βάρου.

 ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Το επαγωγικό αισθητήριο που χρησιμοποιείται είναι FESTO DIDACTIC 011094, το οποίο στέλνει σήμα στο PLC μόλις το έμβολο του κυλίνδρου C εκταθεί πλήρως.

Οι επαγωγικοί αισθητήρες που βιδώνουν πάνω στον κύλινδρο είναι τύπου FESTO SME-1-LED-24.

Στην περίπτωση του κυλίνδρου B χρησιμοποιήθηκε αισθητήριο όργανο μηχανικό το οποίο ενεργοποιείται με την επαφή του με την κεφαλή του βάρου και ο τύπος του είναι FESTO ER-318.

Το panel εκκίνησης είναι FESTO DIDACTIC 011088.

Το PLC είναι E.SSG FESTO ELECTRONIC με 16 εισόδους και 16 εξόδους ενώ τροφοδοτείται με 24V DC.

Την τροφοδοσία του PLC πραγματοποιεί τροφοδοτικό τύπου BIONIK 220V AC, 24V/3A DC.

Πρόγραμμα

Λίστα θέσεων (allocation list)

O0.0	VALVEA	βαλβίδα A
O0.1	VALVEB	βαλβίδα B
O0.2	VALVEC	βαλβίδα C
I0.0	START	κουμπί εκκίνησης
I0.1	A0	σύμπτυξη Κυλίνδρου A
I0.2	A1	έκταση Κυλίνδρου A
I0.3	B0	σύμπτυξη Κυλίνδρου B
I0.4	B1	έκταση Κυλίνδρου B
I0.5	C_0	σύμπτυξη Κυλίνδρου C
I0.6	C_1	έκταση Κυλίνδρου C

```

0001  STEP      INITIAL
0002  IF
0003  THEN      LOAD      V1
0004           TO        CW0

0005  STEP      program
0006  IF          (      CW0
0007           =        V1      )
0008           AND      I0.0
0009           AND      I0.1
0010           AND      I0.3
0011           AND      I0.5

0012  THEN      SET      O0.0
0013           INC      CW0
0014  IF          (      CW0
0015           =        V2      )
0016           AND      I0.2

0017  THEN      SET      O0.1
0018           INC      CW0
0019  IF          (      CW0

```

```

0020      =          V3      )
0021      AND       I0.4

0022  THEN  RESET    O0.1
0023      INC      CW0
0024  IF    (        CW0
0025      =          V4      )
0026      AND       I0.3

0027  THEN  RESET    O0.0
0028      INC      CW0
0029  IF    (        CW0
0030      =          V5      )
0031      AND       I0.1

0032  THEN  SET      O0.2
0033      INC      CW0
0034  IF    (        CW0
0035      =          V6
0036      AND       I0.6

0037  THEN  RESET    O0.2
0038      INC      CW0
0039  IF    (        CW0
0040      =          V7      )
0041      AND       I0.5

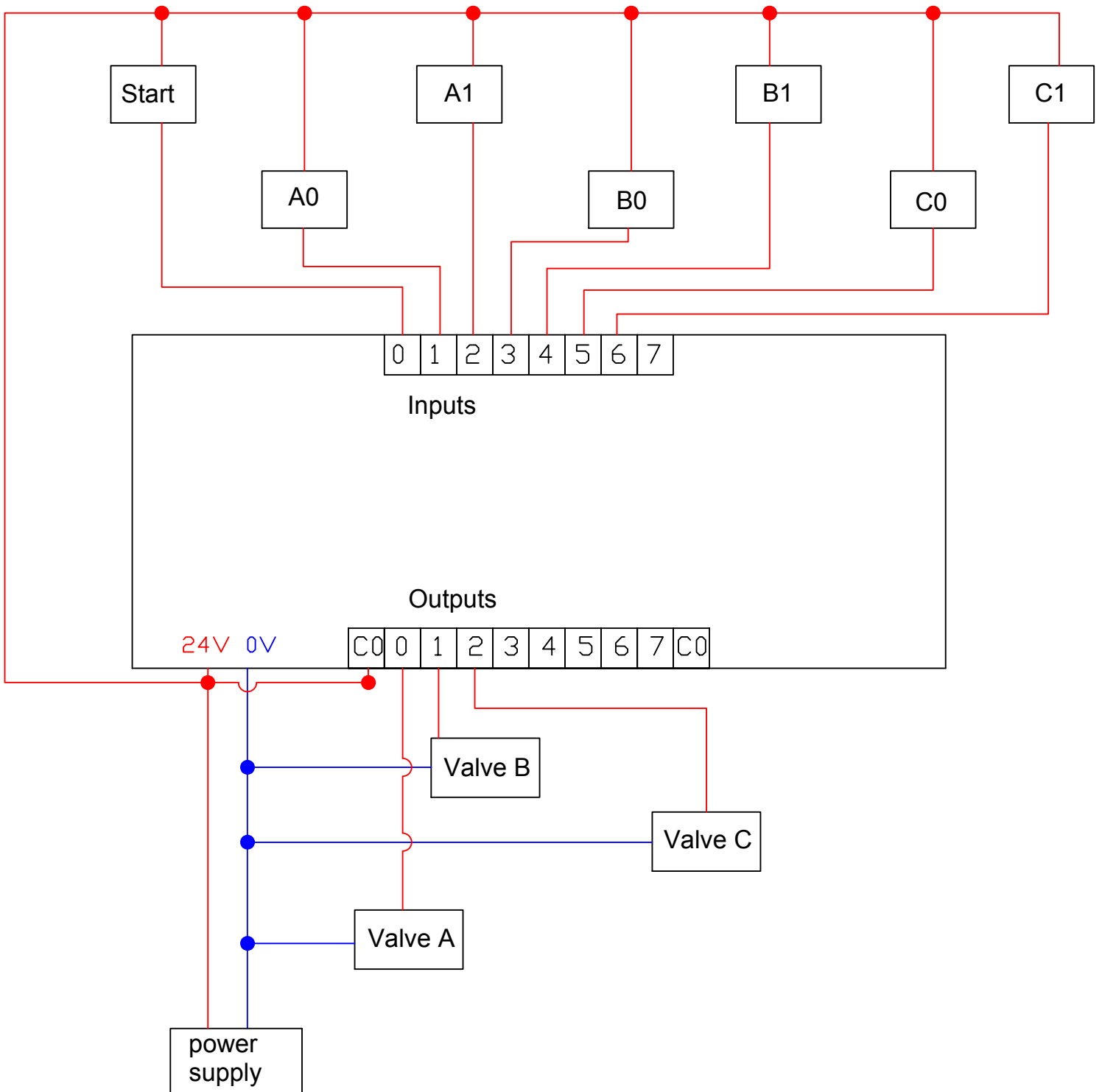
0042  THEN  LOAD     V1
0043      TO        CW0
0044      PSE
0045

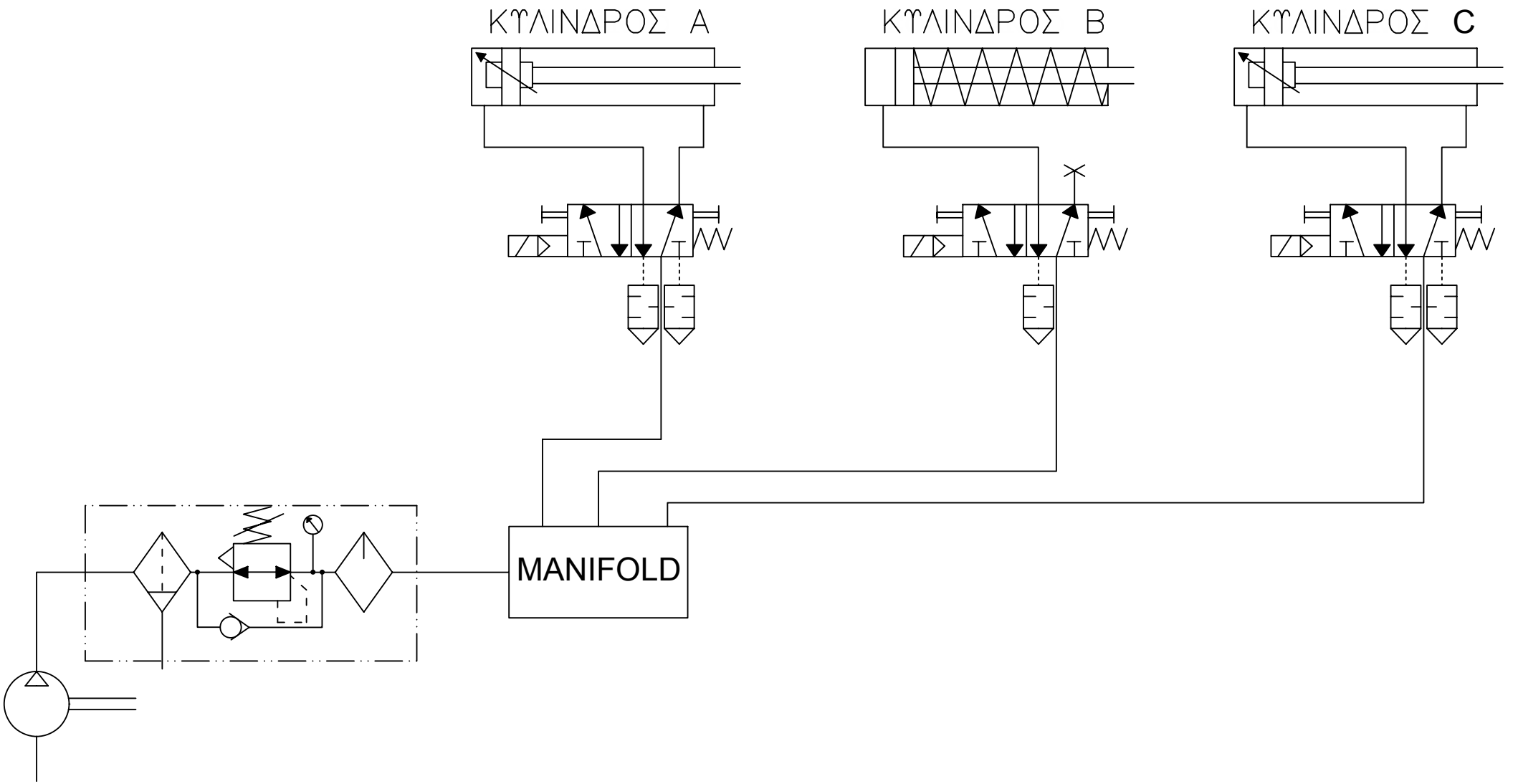
```


Σε όλα τα μέχρι τώρα παραδείγματα η δεξιά στήλη της STL χρησιμοποιήθηκε για εισαγωγή σχολίων σε σχέση με την αντίστοιχη εντολή, χάριν διευκόλυνσης. Στο πρόγραμμα της STL με την χρήση του editor fst202c η δεξιά στήλη περιέχει το σχόλιο που αντιστοιχεί στο αντίστοιχο operand όπως αυτό έχει δηλωθεί στην allocation list.

Ακολουθούν, κατά σειρά, εκτυπώσεις του προγράμματος της εφαρμογής καθώς και της διαδικασίας που παρουσιάστηκε στο 6^ο κεφάλαιο.

Επίσης παρουσιάζεται απλοποιημένο ηλεκτρικό καθώς και το πνευματικό διάγραμμα της εφαρμογής





Βιβλιογραφία

Υδραυλικά και Πνευματικά συστήματα

Δρ. Θ.Ν. Κωστόπουλος

Αυτοματισμός με προγραμματιζόμενους ελεγκτές

Σταύρου Ρουμπή SIEMENS A.E

Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές

FESTO DIDACTIC

Έλεγχος Πνευματικών Συστημάτων με χρήση Προγραμματιζόμενων

Λογικών Ελεγκτών (P.L.C)

Διπλωματική εργασία Κοκκοτός Ανδρέας

Κουράκος Νικόλαος

Pneumatics. Theory and Applications

BOSCH Automation

An Introduction to Statement List Programming

FESTO

www.festo.com

www.howstuffworks.com

www.junair.com

www.norgren.com

www.webopedia.com