



**ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ**

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

"Αυτόματη μηχανή πλήρωσης μπουκαλιών ελεγχόμενη από PLC"



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ:

ΝΙΚΟΛΑΚΑΚΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΜΙΧΑΛΗΣ ΠΑΠΟΥΤΣΙΔΑΚΗΣ

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΜΑΙΟΣ 2017

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή μου Κο. Μιγάλη Παπουτσιδακη, επίκουρο καθηγητή του τμήματος Μηχανικών Αυτοματισμού για την ευκαιρία που μου έδωσε αναθέτοντας μου την διεκπεραίωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Για την αμέριστη υποστήριξη του κατά τη διάρκεια εκπόνησης του όλου εγχειρήματος, μέχρι την επιτυχημένη ολοκλήρωσή του. Τέλος, θα ήθελα να τον ευχαριστήσω για την άμεση διαθεσιμότητά του, σε στιγμές που αδυνατούσαμε να υπερκεράσουμε τα εμπόδια που παρουσιάστηκαν.

Επίσης θα ήθελα να εκφράσω ιδιαίτερες ευχαριστίες προς την οικογένειά μου και συγκεκριμένα τους γονείς μου, για τη συνεχή στήριξη που μου παρείχαν σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Για την ηθική καθώς και την υλική στήριξη, συμβάλλοντας με αυτό το τρόπο καταλυτικά στην πραγματοποίηση αυτού του εξαιρετικά προκλητικού για το επίπεδο μου, στόχου.

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Νικολακάκης Αλέξανδρος,
Του Ιωάννη, με αριθμό μητρώου 40542 φοιτητής του Τμήματος **Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε.** του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

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

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

Ο Δηλών

Ημερομηνία

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	3
Πίνακας εικόνων.....	5
1. Εισαγωγή.....	7
1.1. Αρχική ιδέα.....	7
1.2. Αντικείμενα & τμήματα διπλωματικής εργασίας.....	7
1.3. Σενάριο λειτουργίας.....	8
2. Θεωρητικό υπόβαθρο.....	8
2.1. Ρελέ.....	8
2.2. Θερμομαγνητικό.....	12
2.3. Ηλεκτρικός κινητήρας.....	14
2.4. PLC.....	17
2.5. Αισθητήρια.....	20
2.6. Τρόποι μετάδοσης κίνησης.....	22
2.7. Διακίνηση συσκευασιών.....	29
2.8. Μετασχηματιστής.....	30
3. Συνιστώσες Η/Γ πίνακα.....	34
3.1. Εσωτερικά Η/Γ πίνακα.....	34
3.1.1. PLC.....	34
3.1.2. Ρελέ.....	34
3.1.3. Θερμομαγνητικό.....	36
3.1.4. Διακόπτες.....	37
3.1.5. Τροφοδοτικό.....	37
3.1.6. Περιστροφικός διακόπτης φορτίου.....	38
3.1.7. Συνδεσμολογία (ισχύος αυτοματισμού).....	39
3.2. Εξωτερικά Η/Γ πίνακα.....	39
3.2.1. Ταινιόδρομος.....	39
3.2.2. Μοτέρ.....	39
3.2.3. Αισθητήριο.....	40
3.2.4. Πνευματικό σύστημα.....	41
3.2.5. Εμβολα.....	43
3.2.6. Σήμανση Η/Γ πίνακα.....	44
4. Αξιολόγηση-συμπεράσματα-προτάσεις.....	44
5. Βιβλιογραφία.....	45

Πινάκας εικόνων

Εικόνα 1	Δομή ηλεκτρονόμου με ηλεκτρομαγνήτη.....	11
Εικόνα 2	Μέρη που απαρτίζουν ένα ηλεκτρονόμο.....	13
Εικόνα 3	Ηλεκτρικό σύμβολο ηλεκτρονόμου.....	14
Εικόνα 4	Θερμικό σε κατάσταση NC	15
Εικόνα 5	Θερμικό σε κατάσταση NO.....	16
Εικόνα 6	Εξωτερική όψη θερμομαγνητικού	16
Εικόνα 7	Αρχή λειτουργίας ηλεκτροκινητήρα	18
Εικόνα 8	Δομή ενός PLC.....	20
Εικόνα 9	Μονάδα επεξεργασίας.....	22
Εικόνα 10	Γλώσσες προγραμματισμού.....	23
Εικόνα 11	Παράλληλες άτρακτοι.....	26
Εικόνα 12	Τεμνόμενες άτρακτοι	27
Εικόνα 13	Ασύμβατες μη παράλληλες άτρακτοι.....	28
Εικόνα 14	Τυπικό σύστημα ιμαντοκίνησης.....	29
Εικόνα 15	Είδη ιμάντων.....	30
Εικόνα 16	Παράλληλοι άτρακτοι με την ίδια φορά περιστροφής.....	31
Εικόνα 17	Παράλληλοι άτρακτοι με αντίθετη φορά περιστροφής.....	31
Εικόνα 18	Ασύμβατων μη παράλληλοι άτρακτοι με γωνία 90° μεταξύ τους	32
Εικόνα 19	Μέρη αλυσοκίνησης.....	33
Εικόνα 20	PLC διάταξης.....	39
Εικόνα 21	Βοηθητικό ρελέ.....	40
Εικόνα 22	Κυρίως ρελέ.....	41
Εικόνα 23	Θερμομαγνητικό διάταξης.....	41
Εικόνα 24	Διακόπτες προστασίας διάταξης.....	42

Εικόνα 25 Τροφοδοτικό διάταξης.....	43
Εικόνα 26 Περιστροφικός διακόπτης φορτίου.....	43
Εικόνα 27 Χαρακτηριστική πινακίδα στοιχείων μοτέρ.....	45
Εικόνα 28 Αισθητήριο διάταξης, τύπου φωτοκύτταρο.....	47
Εικόνα 29 Μονάδα συντήρησης (πίσω όψη).....	48
Εικόνα 30 Μονάδα συντήρησης (όψη χειριστή).....	48
Εικόνα 31 Ηλεκτροπνευματική βαλβίδα 3/2 (Δεξιά), τομή ηλεκτροπνευματικής βαλβίδας σε κύλινδρο μονής ενέργειας (Αριστερά).....	49
Εικόνα 32 Μηχανικό σύστημα υποστηριζόμενο από πνευματικά εμβολα FESTO..	50
Εικόνα 33 Button & Led στο εξωτερικό και εσωτερικό του ηλεκτρολογικού πίνακα.....	51

1. Εισαγωγή

1.1. Αρχική ιδέα

Η αρχική ιδέα για την δημιουργία της παρούσας διπλωματικής εργασίας, δόθηκε από τον επίκουρο καθηγητή του τμήματος Μηχανικών Αυτοματισμού ΑΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ κύριο Μιχάλη Παπουτσιδάκη. Ύστερα από επικοινωνία μαζί του και αναφέροντας του, τους τομείς που θέλω να εργαστώ καταλήξαμε στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία. Η εργασία αυτή έχει τον τίτλο “Αυτόματη μηχανή πλήρωσης μπουκαλιών ελεγχόμενη από PLC” και βρίσκεται στο εργαστήριο των Υδραυλικών & Πνευματικών ΣΑΕ του ΑΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ .

1.2. Αντικείμενο & Τμήματα διπλωματικής εργασίας

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία αποτελεί μια **ολοκληρωμένη μονάδα** αυτόματης γραμμής **πλήρωσης κυλινδρικών φιαλών** (μπουκαλιών). Αντικείμενο της είναι να φέρει το αναγνώστη της σε επαφή με στοιχεία κλασικού αλλά και σύγχρονου αυτοματισμού καθώς και να τον εισάγει στο βιομηχανικό περιβάλλον. Η διάταξη που θα περιγράψουμε παρακάτω αποτελεί μια πλήρη μονάδα πλήρωσης μπουκαλιών που προσομοιώνει άριστα παρόμοιες διατάξεις μεγάλων βιομηχανικών εργοστασίων με συναφές αντικείμενο. Η τροφοδοσία της μονάδας αυτής γίνεται από ηλεκτρολογικό πίνακα εγκατεστημένο στα αριστερά της διάταξης. Συγκεκριμένα, απαρτίζεται από ένα μηχανισμό πλήρωσης και ένα σύστημα μεταφοράς για τις κυλινδρικές φιάλες. Ο **μηχανισμός πλήρωσης** αποτελείται κυρίως από δυο παράλληλα πνευματικά εμβολα που εγκλωβίζουν την φιάλη, το χωνί που περιέχει το υλικό πλήρωσης και την βαλβίδα πλήρωσης. Η κατασκευή αυτή έχει την δυνατότητα μιας (1) παροχής γεμίσματος ανά κύκλο εργασίας. Το **σύστημα μεταφοράς** αποτελείται από ένα αντιολισθητικό ταινιόδρομο, που υπαίτιος για την κίνηση του είναι ένας ηλεκτρικός κινητήρας εγκατεστημένος κάτω και δεξιά της διάταξη. Για τον έλεγχο όλων το ψηφιακών σημάτων της μονάδας όπως αυτό του αισθητηρίου κίνησης που βρίσκεται ανάμεσα στα εμβολα εγκλωβισμού, χρησιμοποιήσαμε ένα προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή (PLC). Όλα τα παραπάνω τμήματα που απαρτίζουν την κατασκευή θα σχολιαστούν λεπτομερώς στις παρακάτω ενότητες.

1.3. Σενάριο λειτουργίας

Αρχικά, θέτουμε την μονάδα σε λειτουργία ON από τον περιστροφικό διακόπτη φορτίου του ηλεκτρολογικού πίνακα και τοποθετούμε χειροκίνητα την φιάλη στην αρχή του ταινιόδρομου. Παρατηρούμε ότι έχει ανάψει το LED (stand by) που δηλώνει πως η μονάδα είναι διαθέσιμη για άμεση εκκίνηση. Πατώντας το button START αυτόματα σβήνει το LED (stand by) και ανάβει το LED (line) που δηλώνει την εκκίνηση της διαδικασίας πλήρωσης της φιάλης. Ο κινητήρας εκκινεί και μεταφέρει ταυτόχρονα την κίνηση στον ταινιόδρομο μέσω ιμάντα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η φιάλη να φτάσει κάτω από το χωνί που περιέχει το υλικό πλήρωσης. Με αισθητήριο το οποίο είναι τοποθετημένο κατάλληλα κατά μήκος του ταινιόδρομου επιτυγχάνουμε με την χρήση δυο εμβόλων τον εγκλωβισμό της φιάλης στο ιδανικό σημείο πτώσης του υλικού πλήρωσης. Μετά από την ενεργοποίηση των εμβόλων εγκλωβισμού και το πέρας συγκεκριμένου αριθμού δευτερολέπτων ενεργοποιείται η βαλβίδα πλήρωσης και αρχίζει η πτώση του υλικού. Μετά το πέρας

της διαδικασίας πλήρωσης η βαλβίδα κλείνει, τα έμβολα εγκλωβισμού απενεργοποιούνται και ο ταινιόδρομος παρασέρνει την φιάλη. Να σημειωθεί πως καθόλη την διάρκεια της διαδικασίας πλήρωσης ο ταινιόδρομος κινείται συνεχώς χωρίς να σταματήσει. Το παραπάνω σενάριο λειτουργίας αποτελεί ένα κύκλο εργασίας. Αν θέλουμε να σταματήσουμε την διαδικασία μπορούμε να πιέσουμε το button STOP και να διακοπεί η τροφοδοσία της μονάδας.

2. Θεωρητικό υπόβαθρο

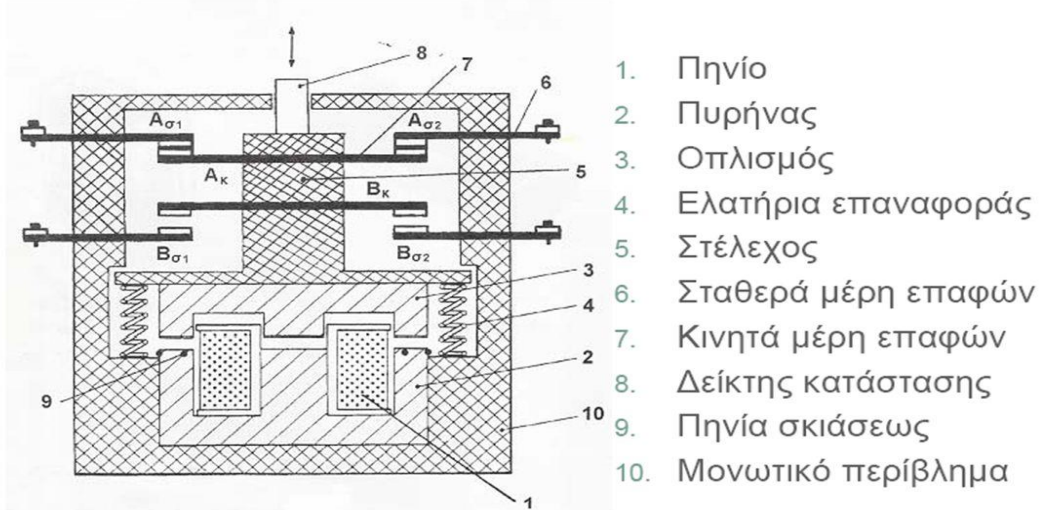
Στο πάρων κεφάλαιο θα επιχειρήσουμε να αναλύσουμε όλα τα βασικά στοιχεία που απαρτίζουν την μονάδα. Θα αναφερθούμε εκτενώς στα είδη, την δομή αλλά και την λειτουργία κάθε στοιχείου ξεχωριστά. Σκοπός της παραπάνω ενέργειας είναι να δώσουμε στο μη εξειδικευμένο αναγνώστη την δυνατότητα να δημιουργήσει ένα θεωρητικό υπόβαθρο ώστε να αντιληφτεί το πλήρες φάσμα της εφαρμογής. Τα στοιχεία που θα σχολιάσουμε εκτενώς παρακάτω είναι τα εξής:

- Ρελέ
- Θερμομαγνητικό
- Ηλεκτρικός κινητήρας
- PLC
- Αισθητήρια
- Τρόποι μετάδοσης κίνησης
- Μετασχηματιστής

2.1.Ρελέ

Ο **ηλεκτρονόμος, ρελέ** (*relay*) ή **ρελέ** αποτελεί βασικότατο στοιχείο στο κύκλωμα του κλασσικού αυτοματισμού. Με την χρήση των ηλεκτρονόμων έχουμε την δυνατότητα να συνδέουμε και να αποσυνδέουμε μεγάλα φορτία στα ελεγχόμενα κυκλώματα (κύκλωμα ισχύος), όχι με άμεσο τρόπο, αλλά έμμεσα με τον χειρισμό βοηθητικών κυκλωμάτων (κύκλωμα αυτοματισμού). Αυτό μας παρέχει την δυνατότητα να ελέγχουμε μεγάλα φορτία από απόσταση και με συνθήκες υψηλής ασφάλειας, αφού μπορούμε να επιλέξουμε μία χαμηλή τάση, ως τάση λειτουργίας του κυκλώματος αυτοματισμού. Οι ηλεκτρονόμοι υπάρχουν περίπτωση να διαφέρουν μεταξύ τους σε ότι αναφορά το μέγεθος τους, τον τρόπο λειτουργίας τους, την μορφή τους καθώς και τον τρόπο κατασκευής τους. Όμως, παρά τις διαφορές τους, όλοι οι ηλεκτρονόμοι βασίζονται στη ίδια αρχή λειτουργίας και έχουν κοινά χαρακτηριστικά και κύρια μέρη: τον ηλεκτρομαγνήτη (πηνίο και πυρήνα), τον οπλισμό, τις σταθερές ή κύριες επαφές, τις κινητές επαφές και την βάση.

ΔΟΜΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΟΜΩΝ με ηλεκτρομαγνήτη:



Εικόνα 1 Δομή ηλεκτρονόμου με ηλεκτρομαγνήτη

Στην Εικόνα 1 μπορούμε να διακρίνουμε αναλυτικά την τομή ενός ηλεκτρονόμου καθώς και τα μέρη που τον απαρτίζουν.

Το πηνίο αποτελεί την κάρδια του ηλεκτρονόμου. Όταν το πηνίο βρεθεί υπό τάση δημιουργεί γύρω του μαγνητικό πεδίο. Η τάση λειτουργίας του πηνίου είναι ανεξάρτητη από την τάση λειτουργίας του κυκλώματος ισχύος.

Ο μαγνήτης είναι ο πυρήνας του ηλεκτρομαγνήτη και δημιουργείται όταν το πηνίο του ηλεκτρονόμου βρεθεί υπό τάση. Σκοπός του ηλεκτρομαγνήτη είναι να μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανική, έλκοντας προς αυτόν τον οπλισμό του ηλεκτρονόμου.

Ο οπλισμός αποτελεί το κινητό μέρος του ηλεκτρονόμου, το οποίο κάτω από την επίδραση του ηλεκτρομαγνήτη έλκεται προς το μέρος του. Αυτή η κίνηση του οπλισμού μεταφέρεται με κατάλληλη μηχανική σύνδεση και στις κινητές επαφές του ηλεκτρονόμου.

Κινητές επαφές είναι αυτές που επιτυγχάνουν την αγωγή σύνδεση μεταξύ των σταθερών επαφών του ηλεκτρονόμου.

Σταθερές ή κύριες επαφές των ηλεκτρονόμων είναι αυτές που συνδέουν τους αγωγούς τροφοδοσίας των φορτίων. Τόσο οι σταθερές όσο και οι κινητές επαφές κατασκευάζονται έτσι ώστε να παρουσιάζουν αυξημένη αντοχή λόγω των πολλαπλών χειρισμών, στους οποίους υπόκεινται και είναι χάλκινες με επικάλυψη ασήμι για να μην φθείρονται εύκολα.

Κάθε επαφή ενός ρελέ μπορεί να παίρνει δυο καταστάσεις. Μπορεί να είναι Κανονικά-Ανοικτή (Normally Open, NO), μπορεί να είναι Κανονικά-Κλειστή (Normally Closed, NC) ή και μεταγωγικός (change-over).

Μια **Normally Open, NO** επαφή, έχει την δυνατότητα να συνδέει το κύκλωμα όταν το πηνίο του ρελέ βρίσκεται υπό τάση, αντίθετα το κύκλωμα αποσυνδέεται όταν το ρελέ είναι ανενεργό.

Μια **Normally Closed, NC** επαφή, έχει την δυνατότητα να αποσυνδέει το κύκλωμα όταν το πηνίο του ρελέ βρίσκεται υπό τάση, αντίθετα το κύκλωμα συνδέεται όταν το ρελέ είναι ανενεργό.

Μια **Μεταγωγική** επαφή μπορεί να ελέγχει δύο κυκλώματα. Ουσιαστικά είναι μια Normally Open επαφή και μια Normally Closed επαφή που καταλήγουν σε ένα κοινό ακροδέκτη.

Συνήθως ένα ρελέ αποτελείται από περισσότερες από μία ελεγχόμενες επαφές. Οι επαφές αυτές χωρίζονται σε δυο κατηγορίες και είναι οι κύριες επαφές και βοηθητικές επαφές αντίστοιχα. Οι κύριες επαφές διαρρέονται συχνά από ισχυρότερα ρεύματα και έτσι είναι αυτές που διακόπτουν το κύριο κύκλωμα και συνήθως είναι **Normally Open, NO**. Οι βοηθητικές έχουν όπως καταλαβαίνουμε και από την ονομασία τους βοηθητικό χαρακτήρα και ο κύριος τομέας τους είναι να βοηθούν στον έλεγχο των αυτοματισμών. Για παράδειγμα βοηθούν στην αποτελεσματική ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση βοηθητικών κυκλωμάτων όπως είναι ένας συναγερμός ή μια λυχνία ενδείξεως .

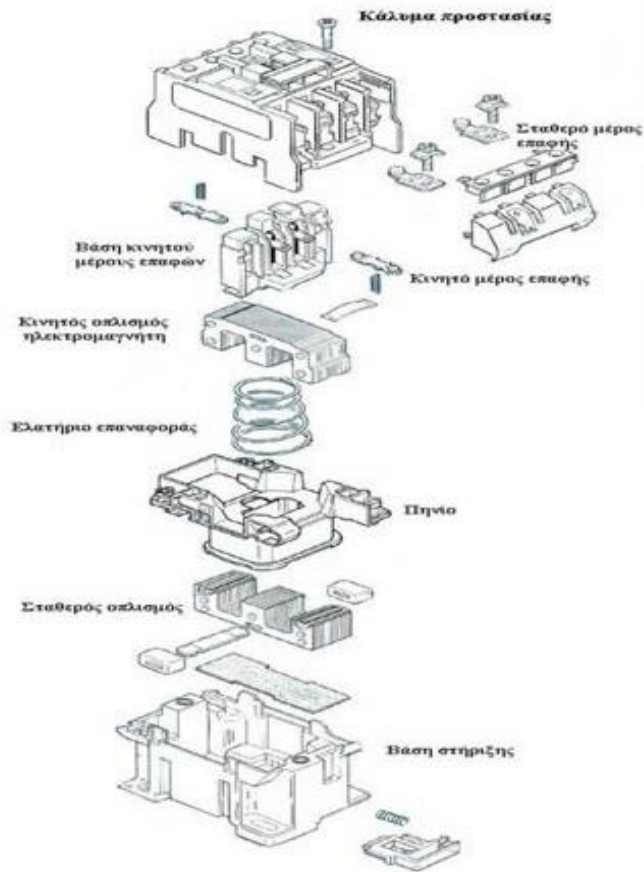
Λειτουργία

Σε αυτή την ενότητα θα προσπαθήσουμε να αναλύσουμε πως αλληλεπιδρούν μεταξύ τους τα κομμάτια που απαρτίζουν τον ηλεκτρονόμο. Τα κομμάτια αυτά είναι αριθμημένα [Εικόνα 1](#).

Όταν ηλεκτρικό ρεύμα διαρρέει το πηνίο (1) του ηλεκτρονόμου, το παραγόμενο μαγνητικό πεδίο έλκει έναν οπλισμό (3) που είναι μηχανικά συνδεδεμένος σε μια κινούμενη επαφή. Έτσι, η κινούμενη επαφή (7) είτε συνδέεται με μια σταθερή επαφή είτε αποσυνδέεται από τη σταθερή επαφή (6) . Μόλις σταματήσει η τροφοδοσία του πηνίου, ο οπλισμός επανέρχεται στη θέση ηρεμίας. Η δύναμη επαναφοράς παρέχεται συνήθως από ένα ελατήριο.

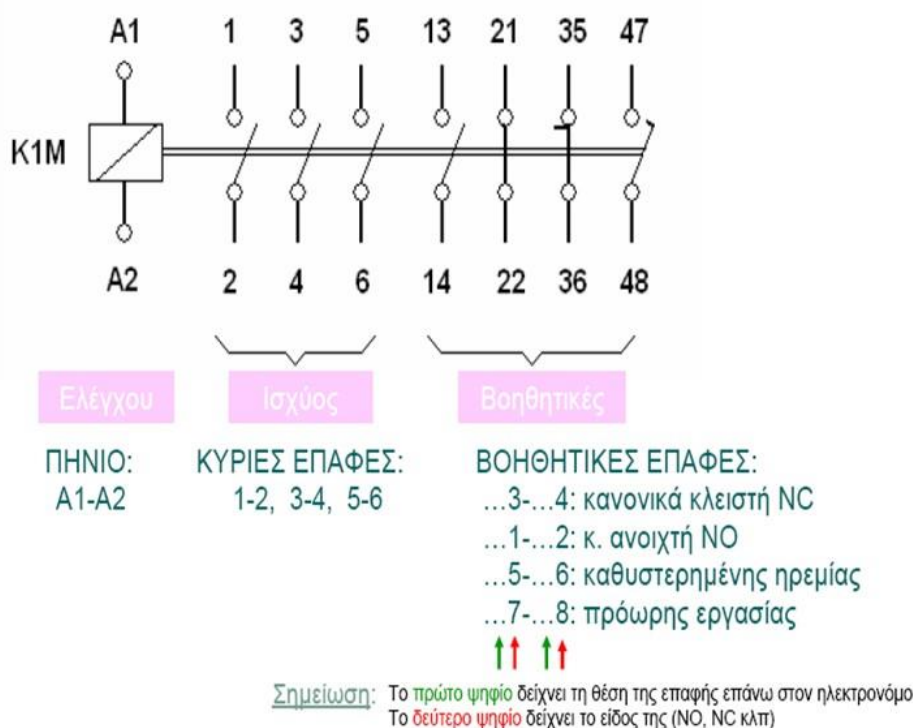
Στην περίπτωση που το πηνίο διεγείρεται με συνεχές ρεύμα (DC), μια δίοδος μπαίνει συνήθως παράλληλα με το πηνίο, ανεξάρτητα από την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέεται μέσω των επαφών. Την στιγμή που το πηνίο διεγείρεται δημιουργείται ένα μαγνητικό πεδίο. Την στιγμή που το πηνίο αποδιεγείρεται, το μαγνητικό πεδίο καταρρέει και δημιουργεί μια “αιχμή” ηλεκτρικού ρεύματος που θα μπορούσε να καταστρέψει το υπόλοιπο κύκλωμα. Στην περίπτωση που το πηνίο διεγείρεται με εναλλασσόμενο ρεύμα (AC), δημιουργείται ένα μικρό χάλκινο δαχτυλίδι στο άκρο του σωληνοειδούς πηνίου. Το εναλλασσόμενο ρεύμα (AC) έχει την δυνατότητα να μηδενίζεται 100 φορές ανά δευτερόλεπτο. Σε κάθε χρονική στιγμή που το ρεύμα μηδενίζεται, δεν υπάρχει η κατάλληλη μαγνητική δύναμη που να συγκρατεί κλειστές τις επαφές. Το μικρό χάλκινο δαχτυλίδι που αναφέραμε παραπάνω, παρέχει ένα μικρής έντασης ρεύμα που καλείται σκιώδης πόλος (*shadow*

role). Το άθροισμα του εναλλασσόμενου ρεύματος (AC) και του σκιάδη πόλου συγκρατεί τον οπλισμό στη θέση εμπλοκής σε όλες τις χρονικές στιγμές.



Εικόνα 2 Μέρη που απαρτίζουν ένα ηλεκτρονόμο

Ηλεκτρικό σύμβολο ηλεκτρονόμου



Εικόνα 3 Ηλεκτρικό σύμβολο ηλεκτρονόμου

Τα βασικά στοιχεία που χαρακτηρίζουν ένα ηλεκτρονόμο είναι τα παρακάτω:

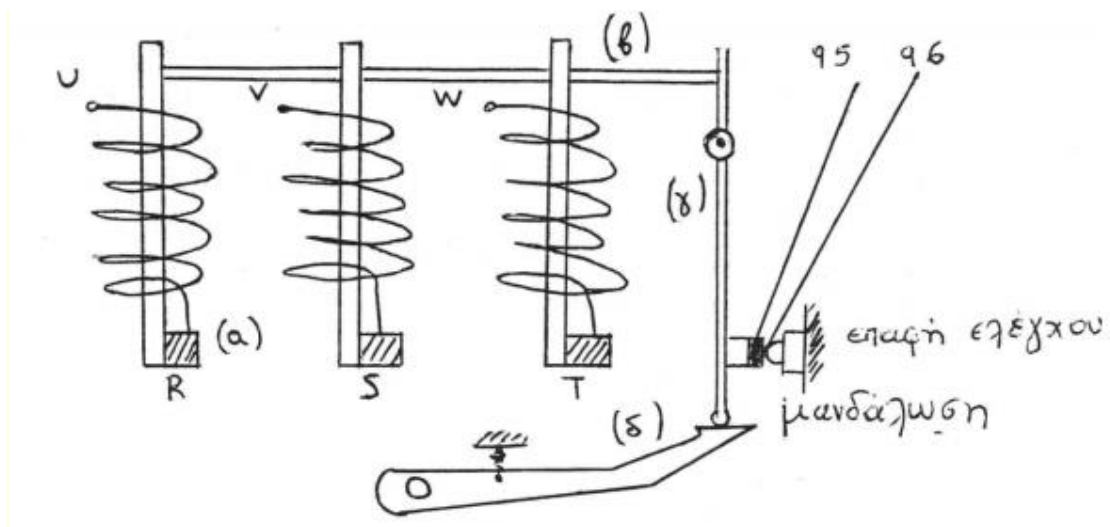
- Το ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας του. Το ρεύμα το οποίο θα διέρχεται μέσω των κύριων επαφών του σε μόνιμη λειτουργία.
- Η τάση λειτουργίας του πηνίου του.
- Ο αριθμός και το είδος των βοηθητικών επαφών.
- Η συχνότητα των χειρισμών ανά ώρα που μπορεί να δεχτεί ο ηλεκτρονόμος.

2.2.Θερμομαγνητικό

Για να αναλύσουμε την δομή και την λειτουργία του θερμομαγνητικού πρέπει πρώτα από όλα να αναλύσουμε την λειτουργία του θερμικού.

Για να αποφύγουμε την κατάσταση της υπερφόρτισης ή υπερέντασης σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, πρέπει να ελέγχεται και να διακόπτεται το κύκλωμα τροφοδοσίας του κινητήρα γιατί διαφορετικά θα δημιουργηθούν βλάβες τόσο στον ηλεκτρικό κινητήρα όσο και στο κύκλωμα τροφοδοσίας του. Οι ασφάλειες βραδείας τήξεως που προστατεύουν το κύκλωμα τροφοδοσίας του κινητήρα από βραχυκυκλώματα δεν παρέχουν προστασία έναντι υπερεντάσεων. Είναι γνωστό από τις χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας τους ότι ο χρόνος που θα χρειαστεί για να ενεργοποιηθούν είναι εξαιρετικά μεγάλος ιδιαίτερα για μικρές υπερεντάσεις. Για την προστασία των κινητήρων από υπερεντάσεις χρησιμοποιούμε στα κυκλώματα τροφοδοσίας, ειδικούς μηχανισμούς που ονομάζονται θερμικά.

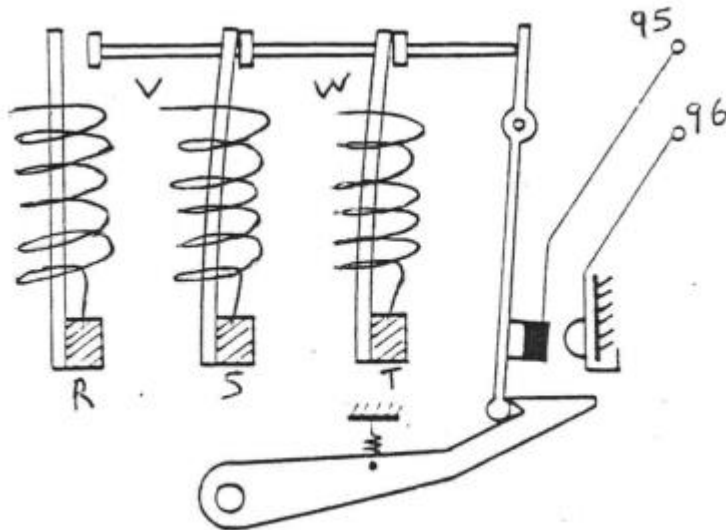
Το θερμικό προστατεύει το κινητήρα εξομοιώνοντας την θερμοκρασία που αναπτύσσει καθολη την διάρκεια που εργάζεται χρησιμοποιώντας διμεταλλικά στοιχεία. Αυτά τα στοιχεία είναι τρία ανεξάρτητα μεταξύ τους ελάσματα, ένα για κάθε φάση (R,S,T) που ελέγχουν δυο ανεξάρτητες επαφές με δυνατότητα ρύθμισης της απόστασης ενεργοποίησης άρα και θερμοκρασίας του μοτέρ. Η απόσταση διαστολής που οι επαφές αλλάζουν κατάσταση "μεταφράζεται" σε ένταση ρεύματος σε Amper που είναι και το στοιχείο το οποίο ρυθμίζουμε. Ένας πλαστικός άξονας (β) συνδέει μηχανικά τα 3 διμεταλλικά ελάσματα και μέσω του βραχίονα (γ) μπορεί να ανοίξει την επαφή έλεγχου 95-96. Η μηχανική μανδάλωση (δ) που υπάρχει δεν επιτρέπει την αυτόματη επαναφορά του βραχίονα στην αρχική θέση, έτσι ώστε η επαφή 95-96 να μην κλείνει αυτόματα αλλά μόνο με χειροκίνητη επαναφορά.



Εικόνα 4 Θερμικό σε κατάσταση NC

Λειτουργία

Υπό κανονικές συνθήκες το ρεύμα που διαρρέει τους αγωγούς τροφοδοσίας είναι ίσο με το ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας του κινητήρα. Τότε η επαφή έλεγχου 95-96 είναι κλειστή όπως φαίνεται στο Εικόνα 4.



Εικόνα 5 Θερμικό σε κατάσταση NO

Σε περίπτωση υπέρντασης δηλαδή όταν το ρεύμα που διαπερνά τους αγωγούς τροφοδοσίας του κινητήρα είναι μεγαλύτερο από το ονομαστικό, τότε τα διμεταλλικά ελάσματα (α) θα θερμανθούν και θα λυγίσουν λόγω του διαφορετικού συντελεστή διαστολής των δυο μετάλλων. Έτσι θα μετακινηθεί ο άξονας (β) ο οποίος μέσω του βραχίονα (γ) θα ανοίξει την επαφή 95-96 Εικόνα 5. Το άνοιγμα της επαφής θα έχει σαν αποτέλεσμα την διακοπή της τροφοδοσίας του πηνίου του ρελέ δηλαδή την διακοπή της τροφοδοσίας του κινητήρα.



Εικόνα 6 Εξωτερική όψη θερμομαγνητικού

Στην Εικόνα 6 διακρίνουμε την πρόσοψη ενός θερμομαγνητικού που είναι εκείνη στην οποία εργάζεται ο μηχανικός αυτοματισμού. Για να αγοράσουμε ένα

θερμικό/θερμομαγνητικό πρέπει να λάβουμε υπόψη την περιοχή έντασης ρεύματος. Για παράδειγμα το θερμικό της φωτογραφίας είναι για μοτέρ από 0,63 έως 1 A.

Το **θερμομαγνητικό** κάνει την ίδια δουλειά με το θερμικό αλλά δεν απαιτεί την ύπαρξη ρελέ για τον έλεγχο του μοτέρ η οποία γίνεται από τα πλήκτρα start και stop που διαθέτει. Όπως και το θερμικό έτσι και το θερμομαγνητικό είναι μια διάταξη προστασίας που μας εξασφαλίζει άμεση προστασία του κινητήρα. Ιδιαίτερα το θερμομαγνητικό το οποίο διαθέτει και το θερμικό αλλά και το μαγνητικό στοιχείο. Οι αντίστοιχες επαφές 95 - 96 και 97 - 98 δεν είναι στο κύριο σώμα του αλλά παλούνται ξεχωριστά και κουμπώνουν στα πλάγια του θερμομαγνητικού. Η βασική διαφορά του με το απλό θερμικό είναι η ταχύτερη διακοπή της τροφοδοσίας του ρεύματος χωρίς να είναι απαραίτητο το κύκλωμα αυτοματισμού.

2.3. Ηλεκτρικός κινητήρας

Ο **Ηλεκτρικός κινητήρας** ή **ηλεκτροκινητήρας**, (μοτέρ), είναι η διάταξη που χρησιμοποιούμε στην περίπτωση που επιθυμούμε να μετατρέψουμε την ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανική ενέργεια. Η συγκεκριμένη αυτή διάταξη χρησιμοποιείται εκτενώς στην βιομηχανία, τη ναυτιλία κλπ.

Η αρχή λειτουργίας του ηλεκτροκινητήρα βασίζεται στην δύναμη Laplace. Όταν ένας αγωγός ο οποίος διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, βρεθεί μέσα σε μαγνητικό πεδίο ασκείται δύναμη πάνω του ίση με:

$$F = I * \lambda * B * \eta\mu\phi$$

- I = Ένταση Ρεύματος
- φ = Η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του αγωγού και της διεύθυνσης των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου
- B = Ένταση Μαγνητικού πεδίου
- λ = Μήκος Αγωγού

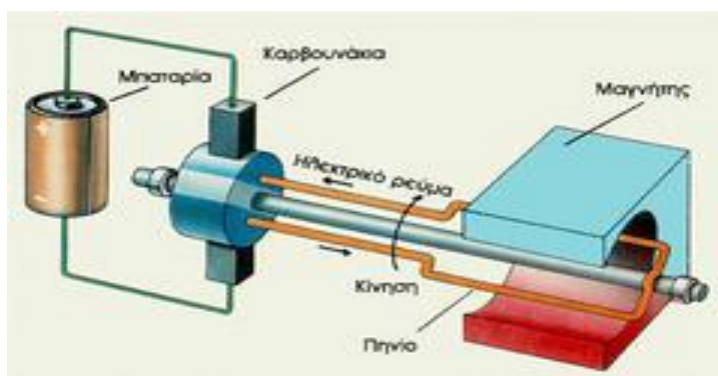
Ένας ηλεκτροκινητήρας αποτελείται από συγκεκριμένα δομικά στοιχεία (δρομέα, στάτη και ψήκτρες)

- Ο Δρομέας έχει κυλινδρική δομή με αυλακώσεις μέσα στις οποίες τοποθετούνται οι σπείρες που ουσιαστικά είναι πυκνές περιελίξεις.
- Ο Στάτης έχει κυλινδρική δομή με αυλακώσεις μέσα στις οποίες τοποθετούνται οι πυκνές περιελίξεις του δρομέα. Όταν οι σπείρες διαρρέονται από ρεύμα δημιουργείται μαγνητικό πεδίο.
- Οι Ψήκτρες εφάπτονται με τον δρομέα παρέχοντας του ηλεκτρικό ρεύμα.

Τα είδη του ηλεκτροκινητήρα είναι δυο και διακρίνονται σε "**συνεχούς ρεύματος**" (**DC motors**) και "**εναλλασσόμενου ρεύματος**" (**AC motors**). Οι ηλεκτροκινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος μπορούν να διακριθούν επιπλέον στους "ασύγχρονους" ή "επαγωγικούς κινητήρες" και στους "σύγχρονους κινητήρες". Οι σύγχρονοι κινητήρες είναι οι κινητήρες στους οποίους η μέση ταχύτητα περιστροφής είναι ευθέως ανάλογη της συχνότητας της εναλλασσόμενης τάσης που εφαρμόζεται.

Αρχή λειτουργίας

Ο ηλεκτρικός κινητήρας παράγει κίνηση μέσω της εφαρμογής των πηνίων που διαρρέονται από ηλεκτρικό ρεύμα μέσα σε μαγνητικό πεδίο. Ο ηλεκτροκινητήρας χρησιμοποιεί συνεχές (DC) ή εναλλασσόμενο (AC) ρεύμα. Ο στάτης, παράγει το μαγνητικό πεδίο ο οποίος ασκεί δύναμη στρέψης στα πηνία του δρομέα. Ο δρομέας αποτελείται από διαφορετικά συρμάτινα πηνία. Καθώς περιστρέφεται, κάθε πηνίο διαρρέεται εναλλάξ με ρεύμα από τις ψήκτρες. Οι ψήκτρες εξασφαλίζουν την ηλεκτρική σύνδεση. Παρέχουν ρεύμα ουσιαστικά σε κάθε σύνδεση εναλλάξ. Το μαγνητικό του πεδίο του στάτη αλληλεπιδρά με αυτό του δρομέα και ο κινητήρας στρέφεται ελαφρά. Επειδή κάθε πηνίο τροφοδοτείται με γρήγορη διαδοχή, ο ρότορας περιστρέφεται.



Εικόνα 7 Αρχή λειτουργίας ηλεκτροκινητήρα

Στην Εικόνα 7 παρουσιάζεται γραφικά η αρχή λειτουργίας του ηλεκτροκινητήρα. Επίσης, είναι ευδιάκριτα όλα τα στοιχεία του ηλεκτρικού κινητήρα τα οποία αναφέραμε παραπάνω. Για να γίνει ευκολότερα κατανοητό, τα στοιχεία αυτά αναφέρονται στην βιβλιογραφία με πολλά διαφορετικά ονόματα π.χ. (Μαγνήτης/Στάτορας, Πηνίο/Ρότορας, Ψήκτρες/Καρβουνάκια).

Στοιχεία ηλεκτροκινητήρων

Τα απαραίτητα στοιχεία για κάθε ηλεκτροκινητήρα τα οποία και προσδιορίζουν αυτόν εμπορικά είναι:

- Η τάση που απαιτείται για την τροφοδοσία του κινητήρα σε βολτ (Volt).
- Τι είδους τάση απαιτείται, συνεχές (DC) ή εναλλασσόμενο ρεύμα (AC) και αν είναι μονοφασικό (1PH) ή τριφασικό (3PH). (PH = phase).
- Η συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος. Αναφερόμαστε φυσικά σε ηλεκτροκινητήρα AC και αναφέρεται σε κύκλους ανά δευτερόλεπτο (c/s) ή Χερτζ (Hertz). Υπάρχει περίπτωση να χρησιμοποιηθεί το σύμβολο ~ αντί του c/s.
- Η ισχύς του ηλεκτροκινητήρα σε Watt ή ίππους (W ή HP) αντίστοιχα.
- Η ένταση του ρεύματος σε Ampere που διαρρέει τον ηλεκτροκινητήρα, και
- Η ταχύτητα περιστροφής που μπορεί να αποκτήσει ο άξονας του ηλεκτροκινητήρα σε στροφές ανά λεπτό (rpm ή Rounds Per Minute).

Όσα στοιχεία αναφέραμε παραπάνω, χαράζονται από τους κατασκευαστές κινητήρων σε ειδική πινακίδα που ενσωματώνεται σε μια πλευρά του. Ταυτόχρονα, χαραγμένα στην πινακίδα βρίσκονται σύμβολα που πιστοποιούν την ασφαλή λειτουργία του κινητήρα.

Στο παρακάτω κείμενο ακολουθούν 7 σημαντικά στοιχεία τα οποία αφορούν την πλειοψηφία των τύπων των ηλεκτροκινητήρων. Τα στοιχεία αυτά κρίνονται βασικά και απαραίτητα για ένα μηχανικό αυτοματισμού.

- Η αντίστροφη χρήση των ηλεκτροκινητήρων, δηλαδή ως γεννήτριες τονίζεται ότι ισχύει μόνο σε κινητήρες συνεχούς ρεύματος. Οι εναλλασσόμενοι κινητήρες δεν έχουν καμία ομοιότητα με τις γεννήτριες σε ότι αναφορά την δυνατότητα παραγωγής έργου κατά την χρήση τους.
- Οι εναλλασσόμενοι κινητήρες, ανεξάρτητα της φάσης του, δηλαδή αν είναι μονοφασικοί ή τριφασικοί χαρακτηρίζονται κατασκευαστικά αρκετά απλούστεροι. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας ότι είναι απαλλαγμένοι από τον συλλέκτη. Ένα συγκριτικό τους πλεονέκτημα έναντι των κινητήρων συνεχούς είναι πως δεν χρειάζονται ιδιαίτερη συντήρηση.
- Κατά την εκκίνησή του ηλεκτροκινητήρα το ηλεκτρικό ρεύμα που τον διαρρέει είναι κατά 1,5 φορά μεγαλύτερο του ρεύματος που αναγράφεται στην ενδεικτική πινακίδα. Αυτός είναι και ο λόγος που χρησιμοποιούνται διακόπτες μείωσης ρεύματος ή εκκινήτες (στάρτερς).
- Την ταχύτητα περιστροφής των συνεχούς ρεύματος ηλεκτροκινητήρων μπορούμε να την ρυθμίσουμε αλλάζοντας την ένταση του μαγνητικού πεδίου με κατάλληλο μηχανισμό (ροοστάτη) που συνδέεται σε σειρά, ενώ στους ηλεκτροκινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος την ταχύτητα περιστροφής δεν μπορούμε να την ρυθμίσουμε αφού είναι ανάλογη με την συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος.
- Όσο περισσότερο μηχανικό φορτίο προστίθεται στον άξονα του κινητήρα, τόσο το ρεύμα που τραβάει ο κινητήρας αυξάνεται. Στην περίπτωση που το ρεύμα αυτό αυξηθεί πέρα από τα όρια που έχει ορίσει ο κατασκευαστής τότε σαν αποτέλεσμα θα έχουμε να καεί η ασφάλεια προστασίας του κινητήρα. Αν όμως αυτό υπερβεί αυτό το κατασκευαστικό όριο τότε θα έχουμε την ολοσχερή καταστροφή του κινητήρα.
- Εκτός του ελέγχου κατά περιόδους και του καθαρισμού του συλλέκτη και των ψηκτρών απαραίτητη είναι και η λίπανση των ρουλεμάν.
- Όπως όλες οι μηχανές έτσι και οι κινητήρες έχουν ανάγκη σωστού αερισμού του χώρου του οποίου εγκαθίστανται.

2.4.PLC

Η εξέλιξη της τεχνολογίας όπως ήταν αναμενόμενο συμπαρέσυρε και την εξέλιξη των αυτοματισμών. Το τεράστιο άλμα στους αυτοματισμούς πραγματοποιήθηκε με την χρήση του ηλεκτρισμού. Το βασικότερο εξάρτημα των κλασσικών ηλεκτρολογικών αυτοματισμών είναι ο ηλεκτρονόμος ή ρελέ. Μέχρι και τα τέλη της δεκαετίας του '80 το μεγαλύτερο ποσοστό των αυτοματισμών το εξυπηρετούσαν οι ηλεκτρονόμοι. Πολύ μικρότερο ποσοστό κατείχαν τα ηλεκτρονικά. Στις αρχές της δεκαετίας του '80 εμφανίζεται για πρώτη φορά στην βιομηχανική αγορά ένα νέο προϊόν αυτοματισμού με την ονομασία PLC (Programmable Logic Controller). Στην ελληνική γλώσσα το

πλήρες όνομα είναι Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής. Το PLC για την ακρίβεια είναι ένας μικροϋπολογιστής προσαρμοσμένος ειδικά για την λειτουργία αυτοματισμών κυρίως για βιομηχανικά περιβάλλοντα. Σκοπός της δημιουργίας του PLC είναι να αντικαταστήσει ένα κλασικό πινάκα αυτοματισμού δομημένο από ηλεκτρονόμους και χρονικά. Έτσι, θα αποφεύγονται πολύπλοκες αλλά και πολυδάπανες συνδεσμολογίες. Όπως γίνεται εύκολα κατανοητό μετά από λίγα χρόνια η πληθώρα των εγκαταστάσεων θα χρησιμοποιούν PLC.

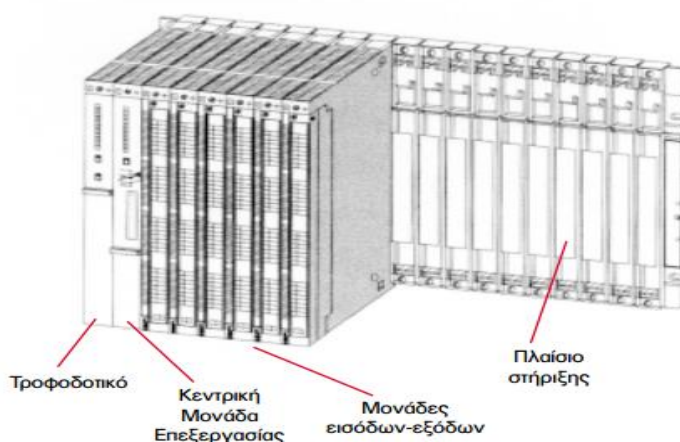
Δομή PLC

Μπορούμε να διακρίνουμε την γενική δομή ενός PLC από τα παρακάτω μέρη και σχηματικά από την [Εικόνα 8](#):

- Κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU). Ουσιαστικά αποτελεί τον εγκέφαλο του λογικού ελεγκτή PLC, όπως δηλαδή σε όλους τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές.
- Μονάδα τροφοδοσίας
- Μονάδα εισόδων/εξόδων (I/O modules)

Περιφερειακές μονάδες που όμως είναι απαραίτητες σε ένα PLC είναι οι παρακάτω:

- Τα πλαίσια για την τοποθέτηση μονάδων σε περίπτωση μελλοντικής επέκτασης.
- Την συσκευή με την οποία προγραμματίζουμε τα PLC (programmer). Ως programmer σε ορισμένα PLC χρησιμοποιείται ο ηλεκτρονικός υπολογιστής.



[Εικόνα 8](#) Δομή ενός PLC

Κεντρική μονάδα επεξεργασίας

Όπως είπαμε και παραπάνω ένα PLC ουσιαστικά είναι ένας μικροϋπολογιστής. Ο μικροϋπολογιστής αυτός είναι η κεντρική μονάδα επεξεργασίας που διαθέτει μικροεπεξεργαστή και μνήμη. Η μνήμη ενός PLC διακρίνεται σε RAM,ROM και EPROM.

Η μνήμη RAM (Random Access Memory) είναι η μνήμη τυχαίας προσπέλασης στην οποία μπορούμε να γραφούμε και να σβήνουμε, η οποία όμως σβήνει όταν σταματήσει η τροφοδοσία της. Πρέπει να σημειωθεί ότι το πρόγραμμα που λειτουργεί την διαδικασία αυτοματισμού πρέπει να μένει αναλλοίωτο ακόμα και μετά το

σβήσιμο της τροφοδοσίας. Για αυτό το λόγο χρησιμοποιούμε τροφοδοσία από μπαταρίες.

Η μνήμη ROM (Read Only Memory) είναι η μνήμη που δεν αλλάζει περιεχόμενο. Εκεί ο κατασκευαστής αποθηκεύει το πρόγραμμα που θα χρειαστεί το λειτουργικό σύστημα του PLC για να δουλέψει. Το πρόγραμμα δηλαδή για όλες τις βασικές του λειτουργίες.

Η μνήμη EPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) είναι ένας πιο ασφαλής τρόπος διατήρησης του προγράμματος στην μνήμη από την συνεχή τροφοδοτούμενη μνήμη από μπαταρία. Μας δίνει την δυνατότητα να γράψουμε να σβήσουμε και να ξαναγράψουμε και όταν διακοπεί η τροφοδοσία η μνήμη να μην σβήνει.

Μονάδα τροφοδοσίας

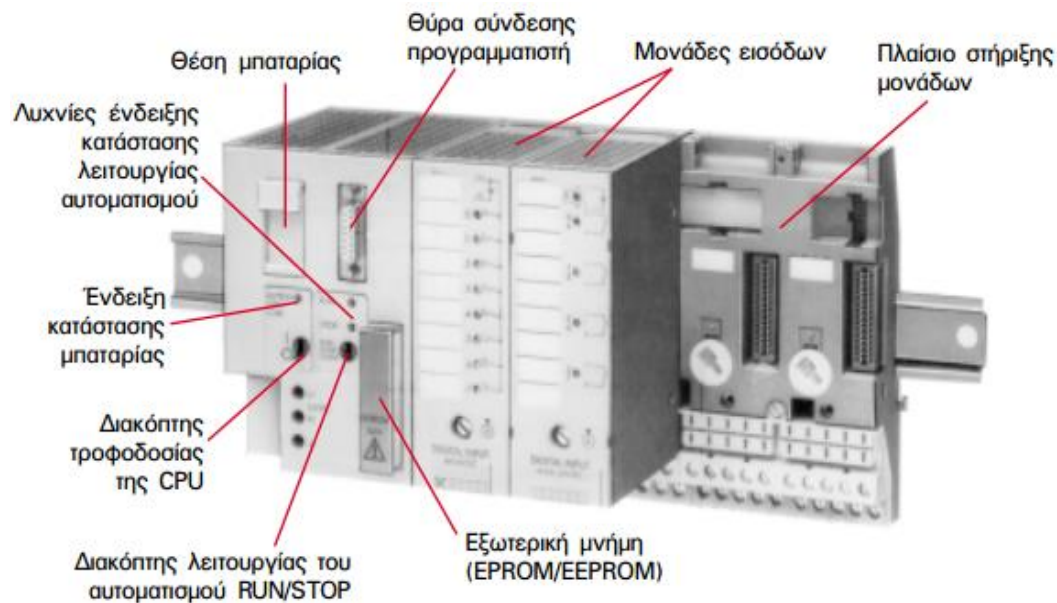
Σκοπός της μονάδας τροφοδοσίας ενός Προγραμματιζόμενου Λογικού Ελεγκτή είναι η δημιουργία των απαραίτητων εσωτερικών τάσεων τροφοδοσίας των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων. Οι συνηθισμένες εσωτερικές τάσεις των PLC είναι (DC 5 V, DC 9 V, DC 24 V).

Μονάδες εισόδων/εξόδων

Η μονάδα εισόδων/εξόδων είναι η μονάδα που συνδέει την κεντρική μονάδα με τα αισθητήρια, τα buttons, λυχνίες LED καθώς και ρελε ισχύος που ελέγχουν του κινητήρες. Για τους διάφορους τύπους PLC για την μονάδα εισόδων/εξόδων ισχύει πως μπορεί να λειτουργεί με συνεχή εναλλασσόμενη τάση. Την τάση αυτή πρέπει συνήθως να την δημιουργήσουμε εμείς με διαφορετική μονάδα τροφοδοσίας.

Εξωτερικά σε μια μονάδα επεξεργασίας [Εικόνα 9](#) μπορούμε να συναντήσουμε:

- Θύρα που συνδέεται η συσκευή προγραμματισμού
- Θέση που συνδέονται οι επεκτάσεις
- Διακόπτης δυο καταστάσεων RUN ή STOP
- Λυχνίες ενδείξεως. Οι συγκεκριμένες λυχνίες είναι αυτές που δείχνουν την κατάσταση που βρίσκεται το PLC, δηλαδή αν βρίσκεται σε κατάσταση RUN ή STOP.

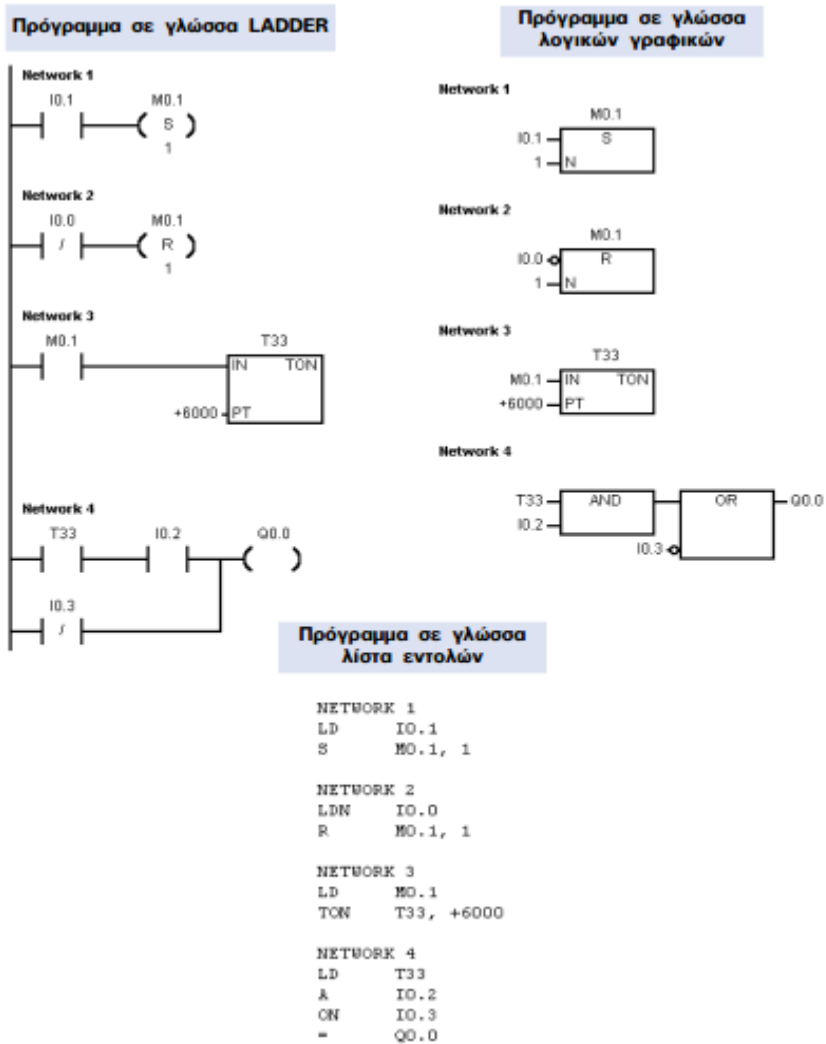


Εικόνα 9 Μονάδα επεξεργασίας

Προγραμματισμός ενός PLC

Το βασικότερο κομμάτι σε ένα σύστημα αυτοματισμού με PLC είναι το πρόγραμμα που υλοποιεί τον επιθυμητό αυτοματισμό. Τρεις είναι οι βασικότερες κατηγορίες γλωσσών προγραμματισμού για PLC. Τις τρεις αυτές γλώσσες προγραμματισμού μπορούμε να τις διακρίνουμε σχηματικά από την [Εικόνα 10](#).

- Γλώσσα LADDER: Η γλώσσα που μας επιτρέπεται να μεταφέρουμε το ηλεκτρολογικό σχέδιο, μέσω ειδικής συσκευής προγραμματισμού στο PLC. Η γλώσσα LADDER χρησιμοποιεί την αμερικανική τυποποίηση στο σχεδιασμό των ηλεκτρικών επαφών.
- Γλώσσα STL (Statement list): Η γλώσσα αυτή δημιουργεί πρόγραμμα με εντολές, οι οποίες έχουν αντιστοιχία με τις λογικές πύλες (AND, OR, NOT κ.λπ.). Ο προγραμματισμός σε γλώσσα STL προϋποθέτει από τον μηχανικό αυτοματισμού να κατέχει τουλάχιστον τις στοιχειώδεις γνώσεις προγραμματισμού.
- Γλώσσα λογικού διαγράμματος: Η γλώσσα αυτή είναι γραφική όπως και η γλώσσα LADDER, η διαφορά τους είναι πως η γλώσσα λογικού διαγράμματος χρησιμοποιεί το αντίστοιχο λογικό κύκλωμα. Το μειονέκτημα της είναι πως δεν χρησιμοποιείται αρκετά στην βιομηχανία.



Εικόνα 10 Γλώσσες προγραμματισμού

Συσκευές προγραμματισμού PLC

Για να προγραμματίσουμε το PLC πρέπει αρχικά να καταλήξουμε σε μια από τις γλώσσες προγραμματισμού που αναφέραμε παραπάνω. Στην συνέχεια, πρέπει να επιλέξουμε την συσκευή που θα εισάγουμε το πρόγραμμα στον λογικό ελεγκτή. Μια συσκευή προγραμματισμού μπορεί να είναι ένα **ειδικός προγραμματιστής χειρός**. Κάθε λογικός ελεγκτής μπορεί να συνοδεύεται από ένα τέτοιο προγραμματιστή ο οποίος διαθέτει μια μικρή οθόνη και πλήκτρα για τον προγραμματισμό. Η σύνδεση του λογικού ελεγκτή και του προγραμματιστή χειρός γίνεται μέσω ειδικής θύρας στην κεντρική μονάδα. Ίσως, ένας από τους πιο εύκολους αλλά και σύνηθες τρόπους για τον προγραμματισμό ενός λογικού ελεγκτή είναι ο **προσωπικός υπολογιστής (Personal Computer)**. Μέσω της χρήσης ειδικού λογισμικού που παρέχεται από την εταιρία κατασκευής του λογικού ελεγκτή το PC μετατρέπεται σε μηχανή προγραμματισμού.

2.5. Αισθητήρια

Με τον όρο αισθητήρια αναφέρονται όλες οι συσκευές που έχουν την δυνατότητα να μετρούν μια φυσική ποσότητα (πχ θερμοκρασία) και να την μετατρέπουν σε ηλεκτρικό σήμα. Η βασική διάκριση των αισθητήριων γίνεται ανάμεσα στα παθητικά και τα ενεργά αισθητήρια. Παθητικά είναι αυτά που δημιουργούν απευθείας ένα ηλεκτρικό σήμα, αποκρινόμενα στην εξωτερική διέγερση. Δεν έχουν δηλαδή ανάγκη εξωτερικής τροφοδοσίας. Ενεργά είναι τα αισθητήρια τα οποία για να λειτουργήσουν χρειάζονται εξωτερική τροφοδοσία.

Για την επιλογή του κατάλληλου αισθητηρίου πρέπει να λάβουμε υπόψη τρεις παράγοντες:

- Ο πρώτος παράγοντας αφορά στο τι μπορεί να μετρήσει ένας αισθητήρας. Με βάση αυτό τα διακρίνουμε μεταξύ φυσικών και χημικών αισθητήρων.
- Ο δεύτερος παράγοντας αναφέρεται στα υλικά καθώς και τις φυσικές ιδιότητες στις που βασίζεται η λειτουργία του αισθητήρα, με κύριες κατηγορίες τους αισθητήρες που διακρίνονται με κριτήριο την αγωγιμότητα τους.
- Ο τρίτος παράγοντας σχετίζεται στην χρήση του αισθητήρα. Ουσιαστικά αναφέρεται στο τομέα που θα χρησιμοποιηθεί ο αισθητήρας. Τέτοιοι είναι, οι τομείς της βιομηχανίας, της ιατρικής, των μεταφορών καθώς και του αυτοματισμού.

Χαρακτηριστικά αισθητήριων

Χρησιμοποιώντας όλα τα παραπάνω κριτήρια για να επιλέξουμε μεταξύ χιλιάδων αισθητηρίων θα καταλήξουμε στο ιδανικό για την διεργασία μας. Το ιδανικό αυτό αισθητήριο έχει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Στην παράγραφο αυτή θα εξετάσουμε όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά των αισθητηρίων τα οποία μας είναι εξαιρετικά χρήσιμα.

- Εύρος:

Με τον όρο εύρος αναφερόμαστε στα όρια στα οποία το αισθητήριο λειτουργεί αξιόπιστα χωρίς σφάλμα.

- Ακρίβεια:

Η εγγύτητα της τιμής της εξόδου του αισθητηρίου για μια συγκεκριμένη διέγερση, από την ιδανική.

- Σφάλμα:

Σφάλμα ονομάζεται η απόκλιση της τιμής της εξόδου του αισθητηρίου από την πραγματική.

- Διακριτότητα:

Η μικρότερη αλλαγή τιμής εισόδου που μπορεί να ανιχνεύσει.

- Ευαισθησία:

Η σχέση της αλλαγής εξόδου προς την αλλαγή εισόδου, είναι ίση με τη διαφορά των τιμών της εξόδου προς τη διαφορά των αντίστοιχων τιμών εισόδου.

- Γραμμικότητα:

Αναφέρεται στα αισθητήρια, που η γραφική παράσταση της εξόδου τους μπορεί να προσεγγιστεί από μια ευθεία γραμμή. Με τον όρο γραμμικότητα αναφερόμαστε στο βαθμό απόκλισης της ευθείας από την είσοδο του αισθητηρίου.

- Υστέρηση:

Το σφάλμα υστέρησης είναι η απόκλιση που παρουσιάζει το σήμα εξόδου του αισθητηρίου για ανάστροφη τιμή της διέγερσης.

- Επαναληψιμότητα:

Με τον όρο επαναληψιμότητα αναφερόμαστε στο κατά πόσον το αποτέλεσμα είναι ίδιο σε διαφορετικές χρονικές στιγμές με την ίδια είσοδο.

- Αξιοπιστία:

Αξιοπιστία είναι η ικανότητα ενός αισθητηρίου να υλοποιεί τη συνάρτηση μεταφοράς του, κάτω από καθορισμένες συνθήκες, για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα.

- Νεκρική ζώνη:

Νεκρή ζώνη ονομάζεται μια περιοχή αναισθησίας του αισθητηρίου. Στην περιοχή αυτή, ενώ η διέγερση μεταβάλλεται, η έξοδος έχει μια σχεδόν σταθερή τιμή, συνήθως μηδέν.

2.6. Τρόποι μετάδοσης κίνησης

Ένας από τους σημαντικότερους τομείς μελέτης της μηχανολογίας είναι η μετάδοση κίνησης. Αυτό αποδεικνύεται και από το γεγονός ότι σχεδόν κάθε μηχανολογική κατασκευή εμπεριέχει κάποιο σύστημα μετάδοσης της κίνησης. Το κύριο χαρακτηριστικό των συστημάτων μετάδοσης κίνησης, από το πιο απλό μέχρι και το πιο σύνθετο είναι πως χρησιμοποιούνται για την σύνδεση της πηγής παραγωγής κίνησης με το σύστημα παραγωγής έργου.

Τα συστήματα μετάδοσης κίνησης μπορούμε να τα διακρίνουμε στις παρακάτω τέσσερις κατηγορίες:

1. **Μηχανικά συστήματα.**
2. **Υδραυλικά συστήματα.**
3. **Πνευματικά**
4. **Ηλεκτρικά συστήματα.**

Στην παρούσα ενότητα θα αναφερθούμε εκτενώς στην κατηγορία “Μηχανικά συστήματα”. Από το σύνολο των συστημάτων μετάδοσης κίνησης το πλέον διαδεδομένο είναι το μηχανικό σύστημα. Τα υπόλοιπα συστήματα κίνησης χρησιμοποιούνται επικουρικά με το μηχανικό σύστημα μετάδοσης κίνησης.

Μέρος των μηχανικών συστημάτων ως τρόπο μετάδοσης κίνησης είναι η **Οδοντοκίνηση, Ιμαντοκίνηση Αλυσοκίνηση**. Παρακάτω ακολουθεί η ανάλυση τους.

Οδοντοκίνηση

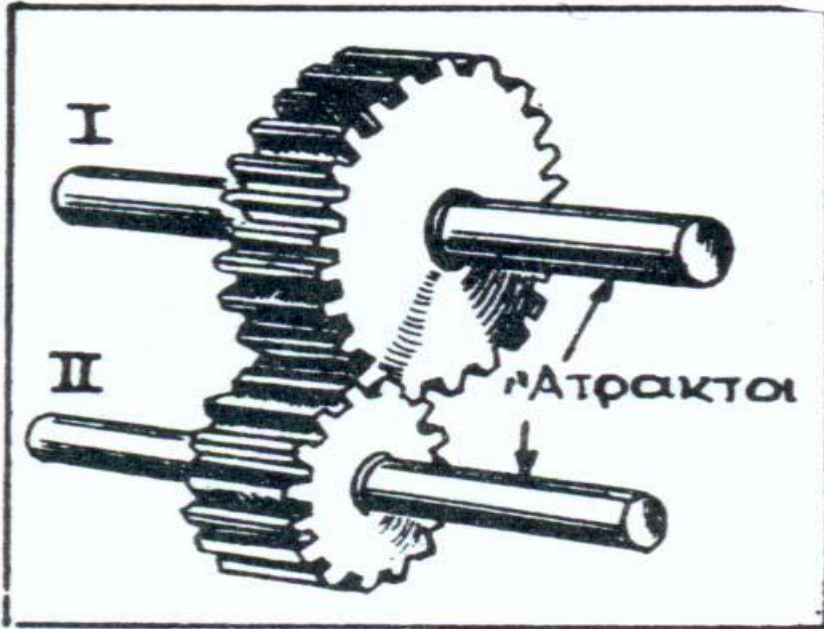
Η πιο απλή μορφή ενός συστήματος οδοντοκίνησης αποτελείται από δυο μέρη. Το κινητήριο και τον κινούμενο οδοντοτροχό αντίστοιχα.

Οδοντοτροχοί ονομάζονται τα στοιχεία μηχανών τα οποία χρησιμοποιούνται για την κινηματική σύνδεση δυο ατράκτων. Η κινηματική σύνδεση δυο ατράκτων με οδοντοτροχούς επιτυγχάνεται με εμπλοκή των δοντιών του ενός οδοντοτροχού στα διάκενα του άλλου.

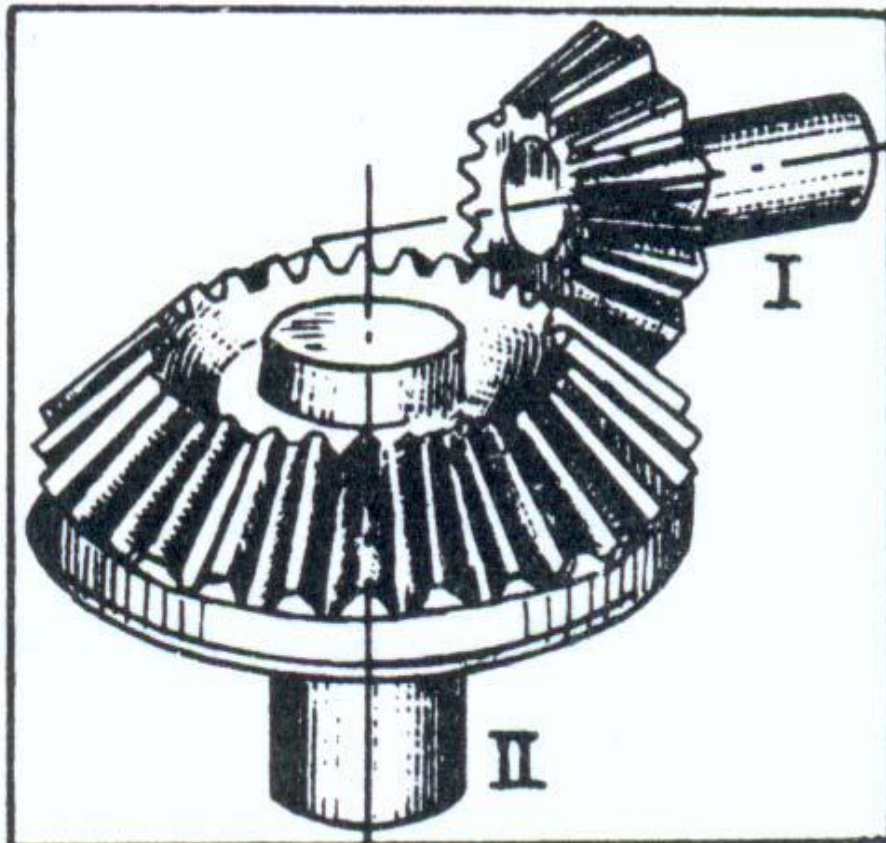
Όπως αναφέραμε και παραπάνω η οδοντοκίνηση για αν επιτευχτεί χρειάζεται τουλάχιστον δυο ατράκτους. Η διάταξη των ατράκτων γίνεται με συγκεκριμένο τρόπο στο χώρο. Οι τρόποι αυτοί είναι τρεις και είναι οι παρακάτω:

- Παράλληλες άτρακτοι

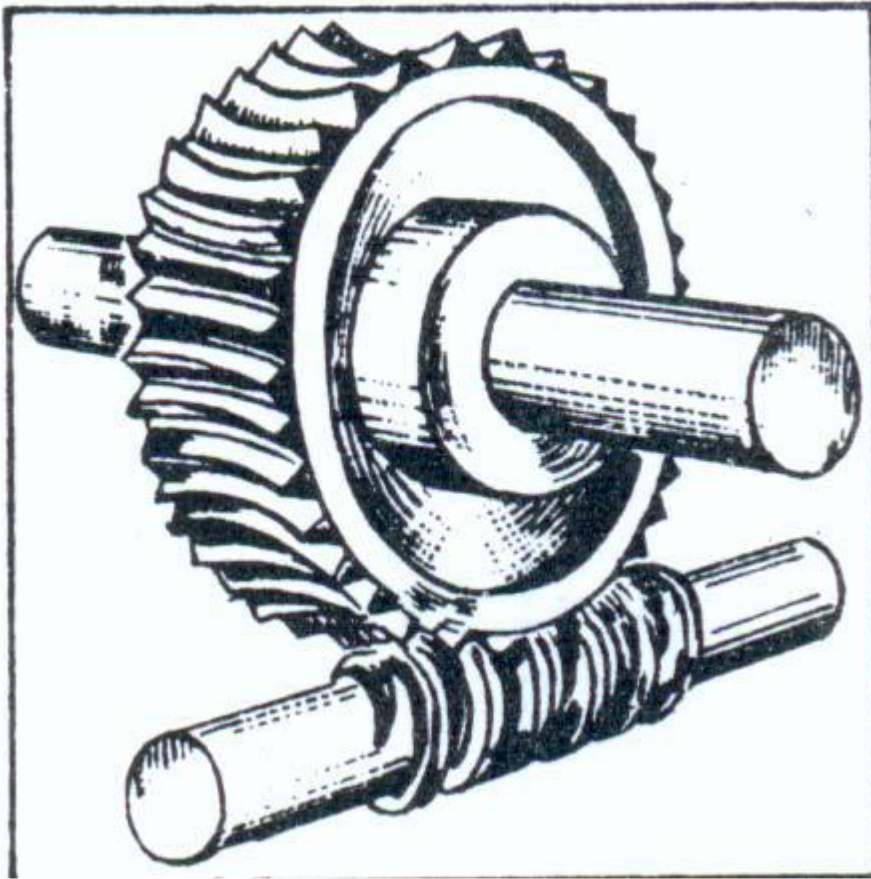
- Τεμνόμενες άτρακτοι
Η εμπλοκή των δοντιών του ενός οδοντροχού τέμνονται στο ίδιο επίπεδο με τα διάκενα του άλλου.
- Ασύμβατες μη παράλληλες άτρακτοι.
Η εμπλοκή των δοντιών του ενός οδοντροχού διασταυρώνονται, στα διάκενα του άλλου, όμως δεν τέμνονται σε κοινό επίπεδο.



Εικόνα 11 Παράλληλες άτρακτοι



Εικόνα 12 Τεμνόμενες άτρακτοι



Εικόνα 13 Ασύμβατες μη παράλληλες άτρακτοι

Σε ότι αφορά τα μηχανικά συστήματα, η οδοντοκίνηση χαρακτηρίζεται από ορισμένα **πλεονεκτήματα** έναντι των συστημάτων της αλυσοκίνησης ή μαντοκίνησης.

1. Για τη μετάδοση ίδιου βαθμού ισχύος χρειαζόμαστε μικρότερο χώρο απ'ότι σε παρόμοιο σύστημα αλυσοκίνησης ή μαντοκίνησης).
2. Υψηλή απόδοση.
3. Αυξημένη διάρκεια ζωής.
4. Πολύπλευρο πεδίο εφαρμογών.
5. Δυνατότητα σύνδεσης ατράκτων με αρκετές διατάξεις στο χώρο.

Ορισμένα **μειονεκτήματα** που χαρακτηρίζουν την οδοντοκίνηση ως μέσω μεταφοράς, είναι τα παρακάτω:

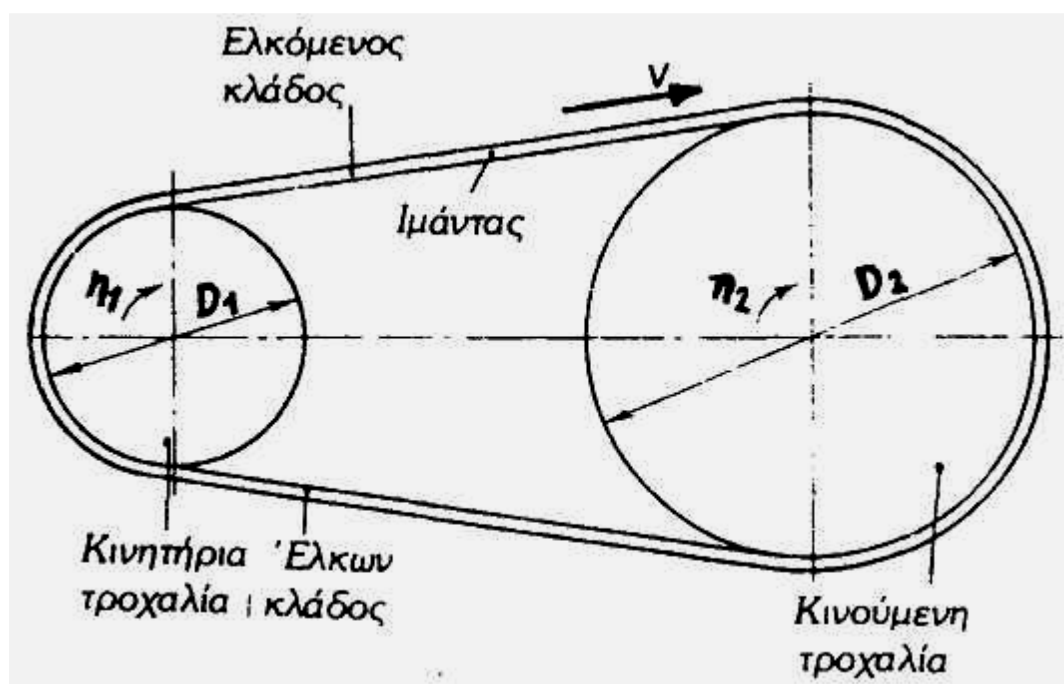
1. Υψηλό χρηματικό κόστος εγκατάστασης.
2. Απαραίτητος εγκλεισμός τους σε κουβούκλια με σύστημα λίπανσης.
3. Υψηλά επίπεδα θορύβου κατά την λειτουργία.

Ιμαντοκίνηση

Ένα σύστημα ιμαντοκίνησης απαρτίζεται από τα παρακάτω μέρη:

- Ιμάντας.
- Κινητήρια τροχαλία.
- Κινούμενη τροχαλία

Όπως φαίνεται και στην [Εικόνα 14](#) ο ιμάντας περιβάλλει εξωτερικά τις δυο τροχαλίες και είναι τεντωμένος με κάποια τάση που ονομάζεται αρχική τάση. Όταν η κινητήρια τροχαλία περιστραφεί, μεταξύ της εξωτερικής επιφάνειας της τροχαλίας και της εσωτερικής του ιμάντα αναπτύσσονται **δυνάμεις τριβής**. Λόγω της τριβής αυτής ο ιμάντας παρασύρεται από την τροχαλία και αποκτά τελικά την ίδια περιφερειακή ταχύτητα μ' αυτή.

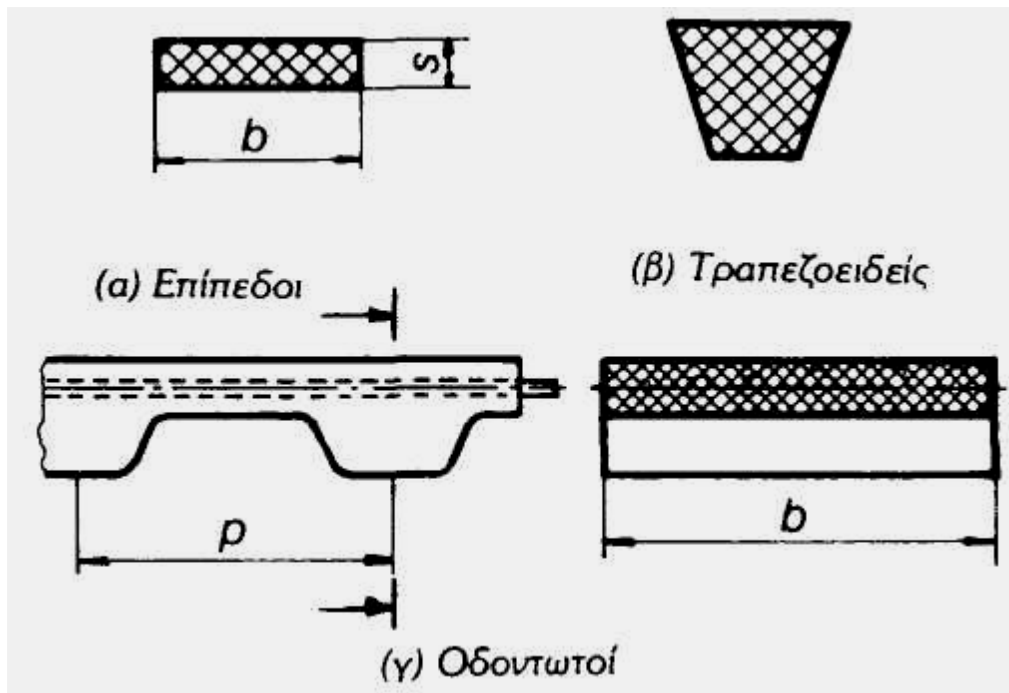


[Εικόνα 14](#) Τυπικό σύστημα ιμαντοκίνησης

Είδη ιμάντων

Τα βασικότερα είδη ιμάντων μπορούμε να τα διακρίνουμε στην [Εικόνα 15](#) και είναι τα ακόλουθα:

- Επίπεδοι ιμάντες.
- Τραπεζοειδείς ιμάντες.
- Οδοντωτοί ιμάντες.



Εικόνα 15 Είδη ιμάντων

Ένα ακόμα είδος ιμάντων είναι και οι **στρογγυλοί**. Τέτοιου είδους ιμάντες χρησιμοποιούνται σε συστήματα μετάδοσης κίνησης με αρκετά περιορισμένη ισχύ. Τέτοια συστήματα είναι τα οικιακά πλυντήρια, στεγνωτήρια κ.ά.

Τα σημαντικότερα **πλεονεκτήματα** που μας οδηγούν στη χρησιμοποίηση του συστήματος μαντοκίνησης είναι τα παρακάτω:

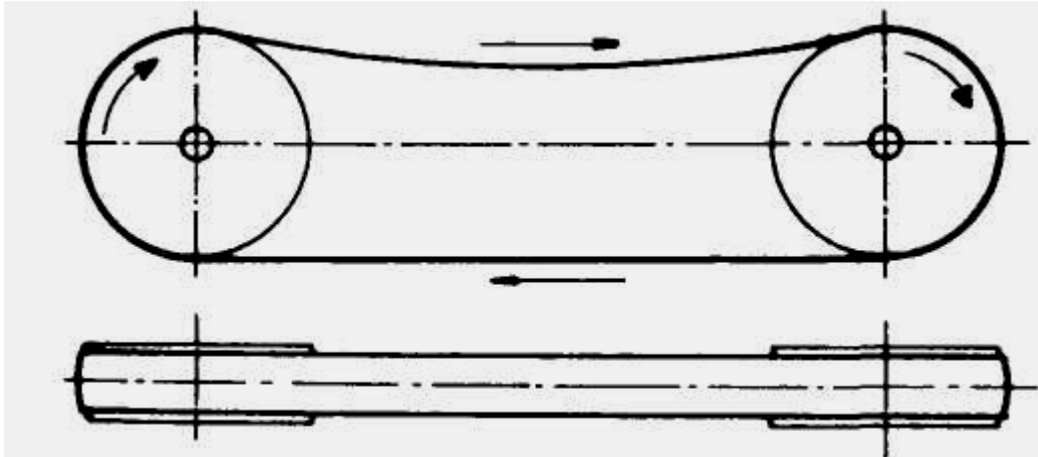
- Η ομαλή και χωρίς κραδασμούς μετάδοση της κίνησης.
- Η δυνατότητα σύνδεσης ατράκτων που τα κέντρα τους έχουν μεγάλη απόσταση μεταξύ τους.
- Χαμηλό χρηματικό κόστος εγκατάστασης.
- Δεν είναι απαραίτητος ο εγκλεισμός τους σε κουβούκλια με σύστημα λίπανσης ακόμα και σε περιβάλλοντα με υψηλά ποσοστά οξείδωσης.

Ορισμένα **μειονεκτήματα** που συνηγορούν στην περιορισμένη χρήση των συστημάτων μαντοκίνησης είναι:

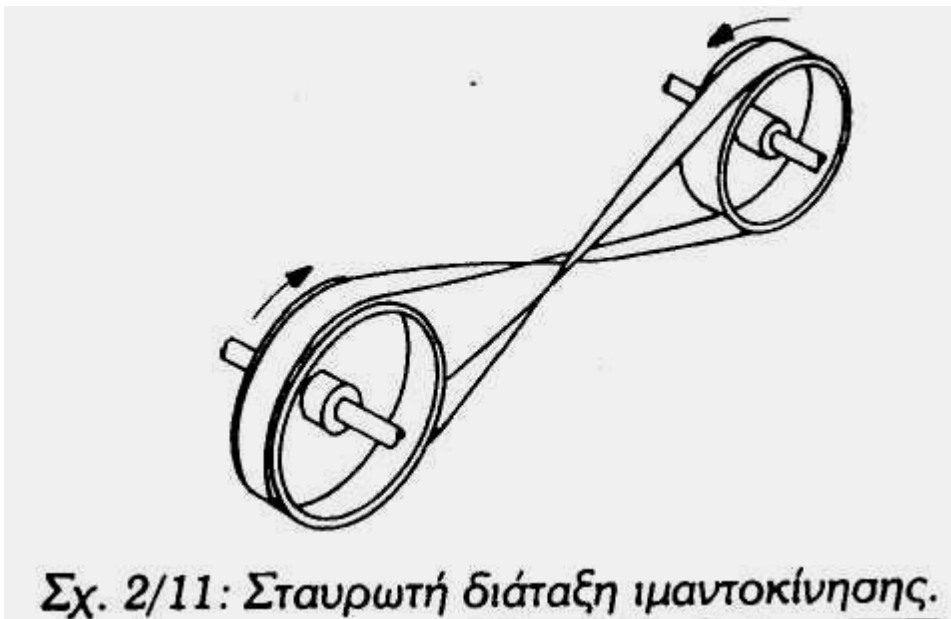
- Σε περίπτωση υπερφόρτωσης του συστήματος η μαντοκίνηση μπορεί να προσφέρει την δυνατότητα της ολίσθησης του ιμάντα επάνω στις τροχαλίες. Αυτό το γεγονός μπορεί να χαρακτηριστεί και ως επιπλέον προστασία.
- Αδυναμία μετάδοσης μεγάλης ισχύος εξαιτίας του μεγάλου όγκου του συστήματος.
- Υποχρεωτική είναι η παρουσία συστήματος που θα τεντώνει τον ιμάντα. Ένα τέτοιο σύστημα αυξάνει κατά πολύ το κόστος.
- Η σύνδεση ατράκτων που τα κέντρα τους βρίσκονται σε μικρή απόσταση παρουσιάζουν αρκετά προβλήματα.

Διατάξεις ιμαντοκίνησης

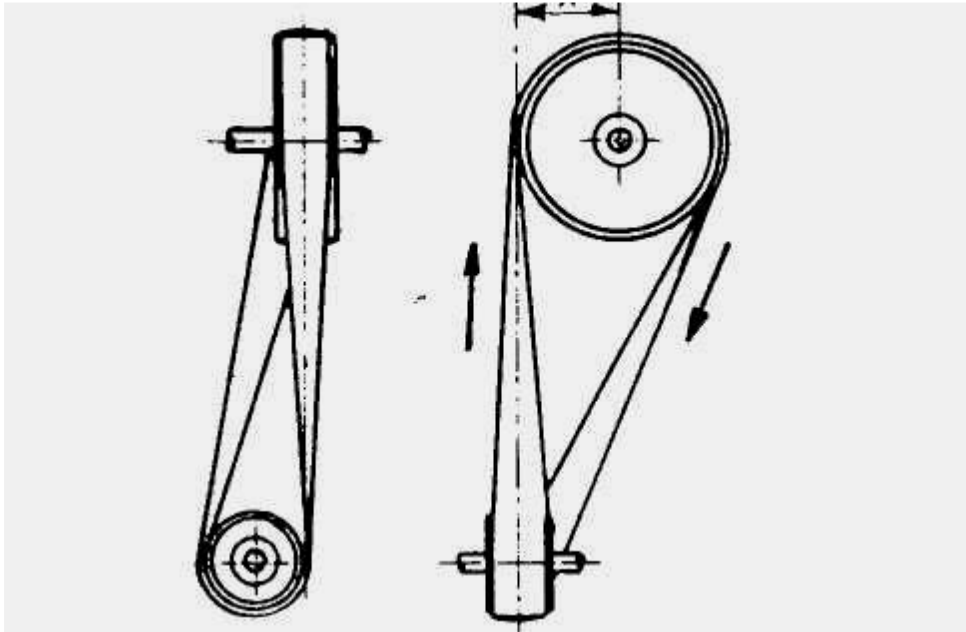
Οι μάντες διατάσσονται στο χώρο με τους παρακάτω τρεις τρόπους:



Εικόνα 16 Μεταξύ παράλληλων ατράκτων (ανοιχτό σύστημα), με την ίδια φορά περιστροφής.



Εικόνα 17 Μεταξύ παράλληλων ατράκτων (σταυρωτή διάταξη), με αντίθετη φορά περιστροφής.

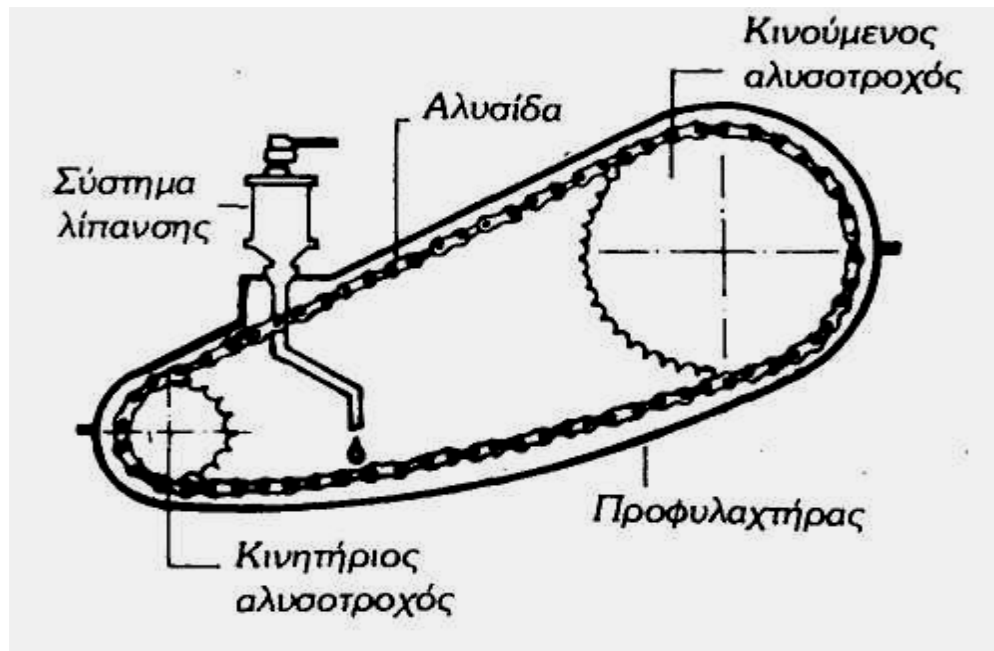


Εικόνα 18 Μεταξύ ασύμβατων και μη παράλληλων ατράκτων με γωνία 90° και μικρή απόσταση μεταξύ τους.

Αλυσοκίνηση

Ένα σύστημα αλυσοκίνησης αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη **Εικόνα 19**:

- Κινητήριος αλυσοτροχός.
- Κινούμενος αλυσοτροχός.
- Αλυσίδα.
- Σύστημα λίπανσης.
- Προφυλακτήρας.



Εικόνα 19 Μέρη αλυσοκίνησης

Η μετάδοση της κίνησης από την κινητήρια στην κινούμενη άτρακτο επιτυγχάνεται με εμπλοκή της αλυσίδας με τους κινητήριο και κινούμενο αλυσοτροχούς που στερεώνονται στις αντίστοιχες ατράκτους.

Το κύριο στοιχείο για τη μετάδοση της κίνησης σε ένα σύστημα αλυσοκίνησης είναι η **αλυσίδα**.

Τα κυριότερα **πλεονεκτήματα** της αλυσοκίνησης είναι:

- Σε περίπτωση υπερφόρτωσης του συστήματος δεν ολισθαίνει η αλυσίδα.
- Υψηλός βαθμός απόδοσης.
- Σύνδεση ατράκτων που έχουν μεγάλη απόσταση μεταξύ τους.
- Ταυτόχρονη μετάδοση κίνησης σε μια και άνω ατράκτους.

Ορισμένα **μειονεκτήματα** που συνηγορούν στην περιορισμένη χρήση των συστημάτων αλυσοκίνησης είναι:

- Υψηλό χρηματικό κόστος εγκατάστασης.
- Για την ομαλή λειτουργία του συστήματος αλυσοκίνησης απαραίτητη είναι η ευθυγράμμιση.
- Απαραίτητη η λίπανση του συστήματος της αλυσοκίνησης.
- Θορυβώδη συστήματα κατά τη λειτουργία.

2.7. Διακίνηση Συσκευασιών

Με τα ολοκληρωμένα συστήματα διακίνησης και ελέγχου εξασφαλίζουμε την γρήγορη και ασφαλή διακίνηση των προϊόντων και των μονάδων μεταφοράς τους (κιβωτίων, παλετών) μέσα στο χώρο παραγωγής. Τα μέσα διακίνησης που χρησιμοποιούμε είναι:

- Ραουλόδρομοι
- Ερπύστριες
- Ταινιόδρομοι
- Αναβατόρια κιβωτίων και παλετών
- Βαγόνια παλετών
- Γερανοί παλετών

Η διάταξη μας απαιτεί για την οριζόντια μεταφορά των φιαλών έναν ταινιόδρομο. Οι ταινιόδρομοι χρησιμοποιούνται ευρέως στην βιομηχανία, ιδιαίτερα σε αυτοματοποιημένους τομείς, όπως ο τομέας των τροφίμων, των πλαστικών και γενικά όπου μπορεί χαρακτηρίζεται επιβεβλημένη η μεταφορά υλικών. Μπορεί να χαρακτηριστεί ως σύστημα που εξοικονομεί χρόνο εργασίας καθώς παρέχει την δυνατότητα να κινηθούν ταχύτερα μεγάλες ποσότητες από ότι μέσω συμβατικών συστημάτων μεταφοράς. Παράλληλα, δίνει την δυνατότητα στις επιχειρήσεις να λαμβάνουν και να στέλνουν αρκετά μεγάλες ποσότητες σε σύντομο χρονικό περιθώριο και με αισθητά χαμηλό κόστος εργασίας.

Δομή ταινιόδρομου

Η δομή ενός ταινιόδρομου είναι εξαιρετικά απλή καθώς αποτελείται από δύο τροχαλίες και τον ιμάντα που περιστρέφεται για αυτές. Η τροχαλία που συνδέεται μέσω του ιμάντα με τον κινητήρα ονομάζεται τροχαλία κίνησης. Η άλλη τροχαλία χαρακτηρίζεται ενδιάμεσος τροχός μετάδοσης κίνησης. Ο ιμάντας αποτελείται από ένα ή περισσότερα στρώματα υλικού. Οι περισσότεροι ιμάντες αποτελούνται από δύο στρώματα υλικού. Ένα κατώτερο στρώμα υλικού ώστε να παρέχουν τη γραμμική δύναμη και τη μορφή, το οποίο ονομάζεται σφάγιο και από ένα στρώμα πλεονάσματος για την κάλυψή του. Το σφάγιο αποτελείται από ένα βαμβάκι ή έναν πλαστικό ιστό ή ένα πλέγμα και το στρώμα πλεονάσματος αποτελείται από λαστιχένιες ή πλαστικές ενώσεις που εξαρτώνται από την χρήση του ιμάντα .

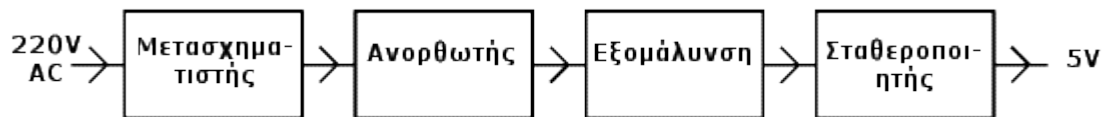
2.8.Μετασχηματιστής

Η ηλεκτρική ενέργεια προσφέρετε από την Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (Δ.Ε.Η.) με τη μορφή εναλλασσόμενης τάσης (230 Volts AC). Για να τροφοδοτήσουμε μια σειρά από ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές διατάξεις (ενισχυτές, ταλαντωτές, συγκριτές, τηλεόραση, υπολογιστές και άλλα) που περιέχουν παθητικά στοιχεία (αντιστάσεις, πυκνωτές, τρανζίστορ) χρειαζόμαστε ηλεκτρική ενέργεια με την μορφή μιας συνεχούς τάσης. Στις περισσότερες φορές μάλιστα χρειάζεται η συνεχής αυτή τάση να έχει και σταθερή τιμή.

Οι διατάξεις που μετατρέπουν την εναλλασσόμενη τάση σε συνεχή λέγονται Ανορθωτικές Διατάξεις ή απλά Τροφοδοτικά.

Τύποι τροφοδοτικών

Υπάρχουν πολλοί τύποι τροφοδοτικών. Τα περισσότερα είναι σχεδιασμένα να μετατρέπουν υψηλή τάση AC σε μία κατάλληλη χαμηλότερη ώστε να τροφοδοτήσουμε ηλεκτρονικά κυκλώματα και συσκευές. Το σύνολο του τροφοδοτικού μπορεί να απεικονιστεί σε μπλοκ διάγραμμα όπως φαίνεται παρακάτω.



Μπλοκ Διάγραμμα ενός συστήματος σταθεροποιημένου τροφοδοτικού

Παρακάτω θα επιχειρήσουμε να αναλύσουμε τα μέρη τα οποία απαρτίζουν το σύνολο το τροφοδοτικών.

Μετασχηματιστής: Ρυθμίζει την στάθμη AC μετασχηματίζοντας την κυρίως τάση (220V) σε μικρότερη ή μεγαλύτερη

Ανορθωτής: Είναι το πρώτο στάδιο της μετατροπής της εναλλασσόμενης τάσης (AC) σε συνεχή τάση (DC)

Εξομάλυνση: Μειώνει την κυμάτωση της DC τάσης που εμφανίζεται μετά την ανόρθωση

Σταθεροποιητής: Εξαλείφει την κυμάτωση διατηρώντας σταθερή τάση εξόδου ανεξάρτητα από τις μεταβολές του ρεύματος

Ας ξεκινήσουμε να κατασκευάζουμε θεωρητικά ένα τροφοδοτικό, να δούμε από ποιά εξαρτήματα αποτελείται και ποιός ο ρόλος του καθενός.

Μετασχηματιστής

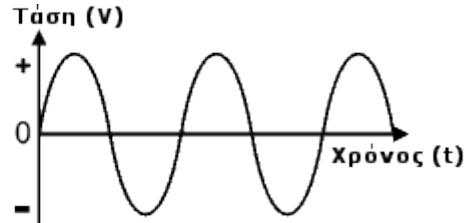
Ο μετασχηματιστής εκμεταλλεύεται τους νόμους της επαγωγής και μετασχηματίζει τα στοιχεία του ρεύματος, την τάση V και την ένταση I . Λειτουργεί μόνο με τάση AC και αποτελείται από δύο ή περισσότερα τυλίγματα, το πρωτεύον που τροφοδοτείται από την τάση του δικτύου και το δευτερεύον ή τα δευτερεύοντα τα οποία δίνουν μικρότερες ή μεγαλύτερες τάσεις. Τα τυλίγματα τυλίγονται γύρω από ένα υλικό με βάση το σίδηρο, τον πυρήνα, που βοηθάει τον μετασχηματισμό αυξάνοντας την αυτεπαγωγή. Αν το δευτερεύον δίνει μεγαλύτερη τάση έχουμε μετασχηματιστές ανύψωσης τάσης, αν το δευτερεύον δίνει μικρότερη τάση έχουμε τους μετασχηματιστές υποβιβασμού τάσης και τέλος αν τα δευτερεύοντα δίνουν και και μεγαλύτερες και μικρότερες τάσεις από την τάση του δικτύου τότε έχουμε τους μικτούς μετασχηματιστές. Οι μετασχηματιστές σπαταλούν πολύ λίγη ενέργεια οπότε η ενέργεια εξόδου είναι σχεδόν ίση με την ενέργεια εισόδου. Η απόδοση ενός μετασχηματιστή φτάνει από 80% μέχρι 95% ενώ το υπόλοιπο είναι απώλειες (δινορεύματα, υστέρησης, σκέδασης κ.ά.). Η αναλογία των σπειρών κάθε τυλίγματος καθορίζει τις τάσεις του μετασχηματιστή. Ένας μετασχηματιστής υποβιβασμού τάσης έχει πολλές σπείρες στο πρωτεύον τύλιγμα που συνδέεται στην κυρίως τάση (220V), και λίγες σπείρες στο δευτερεύον που παρέχει την χαμηλή τάση εξόδου.

$$n = \frac{V_1 N_1}{V_2 N_2}$$

V1: Τάση
V2: Τάση
N1: Αριθμός
N2: Αριθμός σπειρών στο δευτερεύον

στο
στο
στο

πρωτεύον
δευτερεύον
πρωτεύον

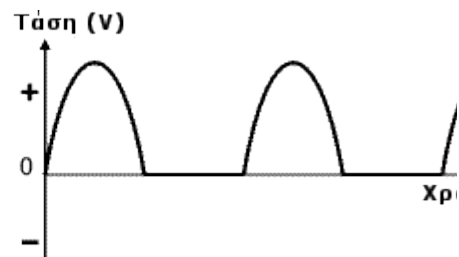


Ανορθωτής

Όπως αναφέραμε, ο ανορθωτής είναι το πρώτο στάδιο της μετατροπής της εναλλασσόμενης τάσης (AC) σε συνεχή τάση (DC - ρεύμα που "κυλάει" προς μία μόνο φορά), η οποία περιέχει όμως και μία εναλλασσόμενη συνιστώσα (alternating component) 50Hz για την μισή ανόρθωση και 100Hz για την πλήρη ανόρθωση, την οποία θα φιλτράρουμε παρακάτω με έναν πυκνωτή. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι συνδεσμολογίας διόδων για να πραγματοποιηθεί ένας ανορθωτής. Ο πιο σημαντικός και συνηθισμένος είναι η "διπλή ανόρθωση με γέφυρα" και προσφέρει ανόρθωση πλήρους κύματος. Ανόρθωση πλήρους κύματος επιτυγχάνεται επίσης και με δύο διόδους σε έναν μετασχηματιστή με μεσαία λήψη αλλά αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται σπάνια.

Απλή ανόρθωση

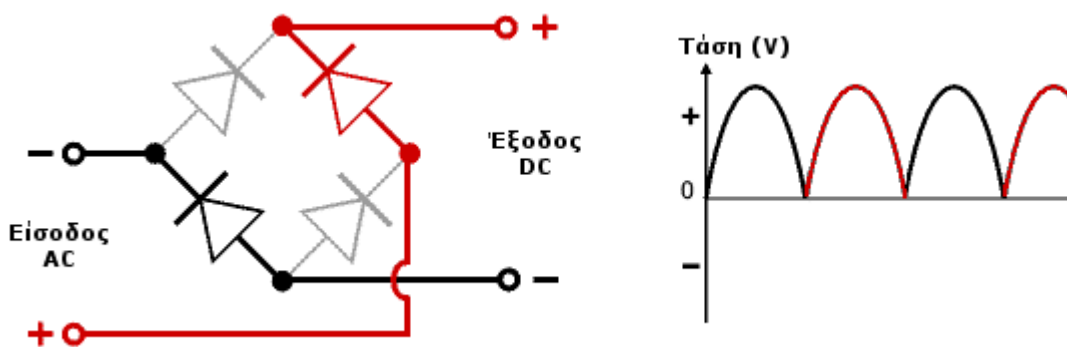
Μία μόνο διάδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν ανορθωτής αλλά η διάδος άγει μόνο κατά την διάρκεια της θετικής ημιπεριόδου. Σε αυτή την περίπτωση υπάρχει ρεύμα μόνο για το μισό της περιόδου και το κύκλωμα ονομάζεται ανορθωτής μισού κύματος.



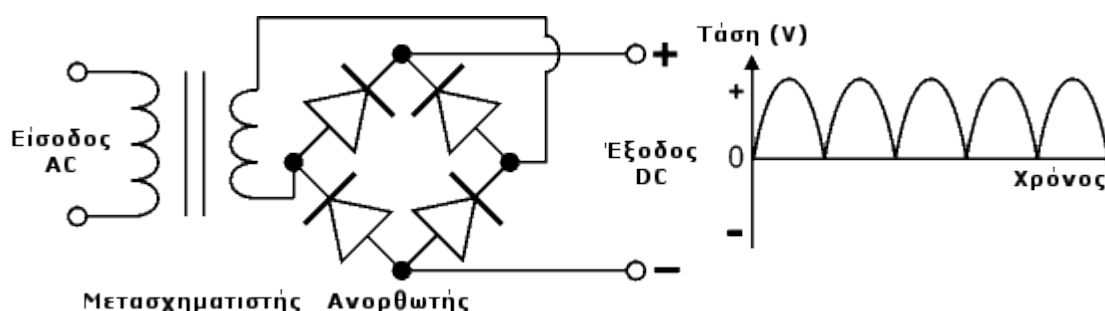
Διπλή ανόρθωση με γέφυρα

Η ανόρθωση με γέφυρα αποτελείται από 4 διόδους και κυκλοφορεί στον εμπόριο σαν ένα εξάρτημα αλλά μπορεί επίσης να κατασκευαστεί με 4 διόδους. Ονομάζεται ανορθωτής πλήρους κύματος γιατί οι διόδους άγουν ανά δύο σε κάθε ημιπερίοδο (αρνητική και θετική) του σήματος εισόδου. Το κύριο χαρακτηριστικό της συγκεκριμένης ανόρθωσης είναι ότι χρησιμοποιείται μετασχηματιστής χωρίς μεσαία λήψη. Επίσης κάθε διάδος έχει στα άκρα της κατά την ανάστροφη περίοδο την τάση

του μετασχηματιστή.



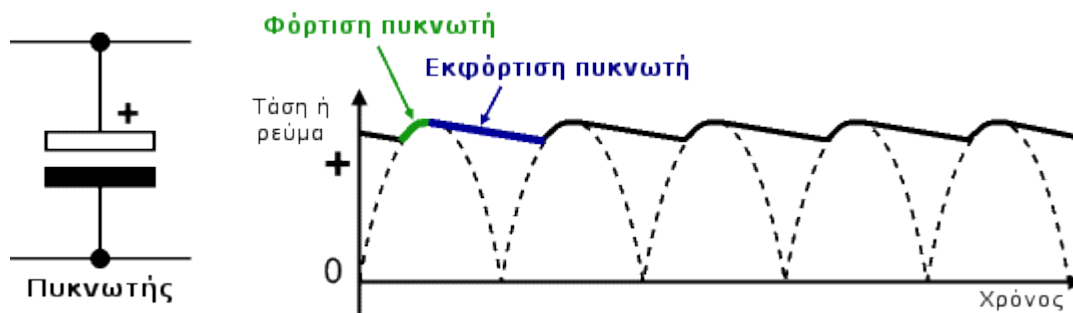
Μετασχηματιστής+Ανορθωτής



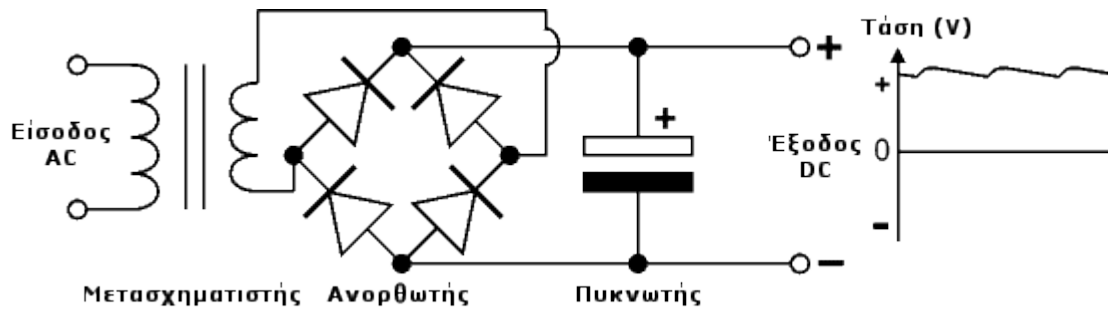
Εξομάλυνση

Η εξομάλυνση (φιλτράρισμα) επιτυγχάνεται με ένα ηλεκτρολυτικό πυκνωτή μεγάλης χωρητικότητας συνδεδεμένο παράλληλα με το φορτίο. Ο πυκνωτής αποθηκεύει ενέργεια (γρήγορη φόρτιση) κατά τη διάρκεια της περιόδου αγωγής και την αποδίδει την ενέργεια στο φορτίο (εκφόρτιση) κατά τη διάρκεια της περιόδου μη αγωγής. Η εξομάλυνση αυξάνει την μέση τάση DC ($1.41 \times \text{RMS}$). Για παράδειγμα 12V RMS AC μετά από ανορθωτή πλήρους κύματος θα μειωθούν περίπου σε 10.6V RMS DC (τα 1.4V θα χαθούν λόγω πτώση τάσης στις διόδους - 0.66V ανά δίοδο πιο συγκεκριμένα). Με την τοποθέτηση του πυκνωτή εξομάλυνσης θα έχουμε $10.6 \times 1.41 = 14.9\text{V}$ DC.

Το παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζει την μη φιλτραρισμένη κυμάτωση DC (διακεκομένη γραμμή) και την φιλτραρισμένη (έντονη γραμμή).



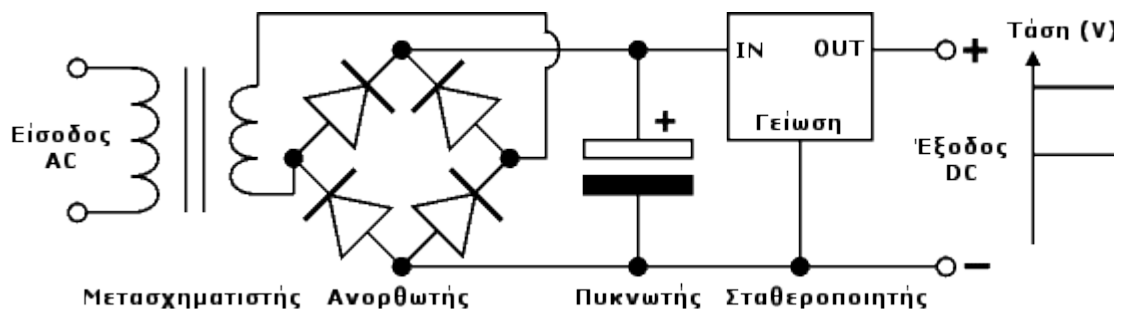
Μετασχηματιστής+Ανορθωτής+Πυκνωτής



Σταθεροποιητής

Οι σταθεροποιητές τάσης είναι ολοκληρωμένα κυκλώματα προρυθμισμένα σε κάποιες τάσεις εξόδου (συνήθως 5 έως 24V) και ως μία συγκεκριμένη ένταση ρεύματος. Οι περισσότεροι σταθεροποιητές περιέχουν κυκλώματα προστασίας υπερφόρτωσης και υπερθέρμανσης. Αρκετοί σταθεροποιητές έχουν τρεις επαφές ή περισσότερες, μοιάζοντας σαν τρανζίστορ ισχύος, και έχουν και μία τρύπα με σκοπό να βιδωθούν πάνω σε ψύκτρα εάν είναι απαραίτητο. Είναι σημαντικό η τάση εισόδου τους να είναι μερικά Volts παραπάνω από την σταθεροποιημένη τάση εξόδου. Ο ρόλος του σταθεροποιητή είναι να εξαλείφει κάθε κυμάτωση που απομένει από τον πυκνωτή εξομάλυνσης και να αποδίδει μία σταθερή τάση εξόδου. Πλέον η τάση εξόδου του σταθεροποιητή είναι κατάλληλη για να τροφοδοτήσουμε οποιαδήποτε συσκευή ή κύκλωμα.

Μετασχηματιστής+Ανορθωτής+Πυκνωτής+Σταθεροποιητής



3. Συνιστώσες Η/Γ πινάκα (αναλυτικά)

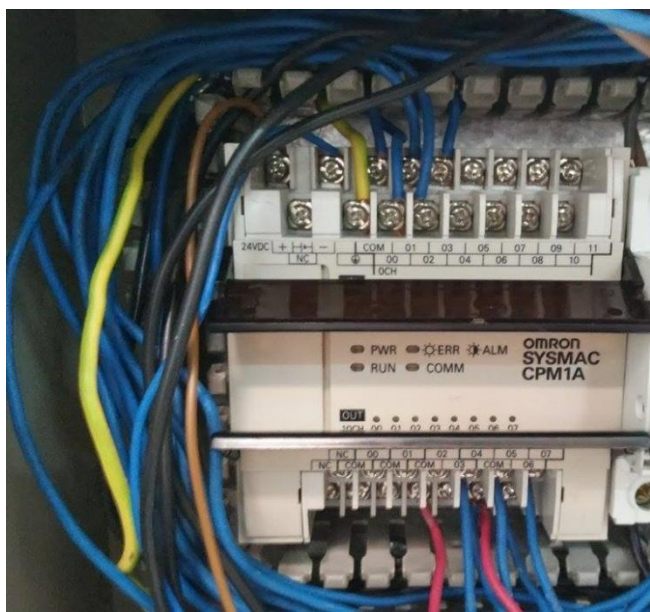
Στο πάρων κεφάλαιο θα επιχειρήσουμε να αναλύσουμε τα στοιχεία που χρειάστηκαν για την κατασκευή της διάταξης. Την διάταξη της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα επιχειρήσουμε να την χωρίσουμε σε δυο τμήμα για πρακτικούς λόγους ώστε να μπορούμε να αναλύσουμε εκτενέστερα τις συνιστώσες που την απαρτίζουν. Τα

τμήματα αυτά είναι το Εσωτερικό και το Εξωτερικό του ηλεκτρολογικού πίνακα αντίστοιχα.

3.1. Το Εσωτερικό :

3.1.1. PLC

Για τον έλεγχο όλων των ψηφιακών σημάτων της διάταξης χρησιμοποιήσαμε ένα συμπαγές PLC. Με τον όρο συμπαγές (compact) χαρακτηρίζουμε ένα μικρού μεγέθους λογικό ελεγκτή στο οποίο όλες οι μονάδες του (τροφοδοσίας, κεντρική μονάδα και μονάδες εισόδων/εξόδων) είναι ενσωματωμένες σε μια συσκευή. Συγκεκριμένα το PLC είναι της κατασκευάστριας εταιρίας OMRON με κωδικό SYSMAC CPM1A 20CD-D. Ο κωδικός 20CD-D αναφέρετε στις 20 μονάδες εισόδου/εξόδου που έχει το PLC. Οι 12 από αυτές αφορούν την είσοδο και 8 την έξοδο του ελεγκτή. Το συγκεκριμένο PLC δουλεύει με 24 VDC και προγραμματίζεται σε γλώσσά LADDER. Οι έξοδοι του λογικού ελεγκτή καταλήγουν σε ρελέ ισχύος. Ένα από τα μειονεκτήματα του CPM1A 20CD-D είναι ότι δεν επιδέχεται επέκταση με αποτέλεσμα να είναι περιορισμένος ο αριθμός των I/O. Στην [Εικόνα 20](#) βλέπουμε τον PLC που χρησιμοποιήσαμε στην διάταξη.



[Εικόνα 20](#) PLC διάταξης

3.1.2. ΡΕΛΕ

Στην διάταξη χρησιμοποιήσαμε δυο (2) block ρελέ. Ένα βοηθητικό (Auxiliary contact block) [Εικόνα 21](#) και ένα κύριο [Εικόνα 22](#). Το βοηθητικό ρελέ είναι το LA1KN11 της κατασκευάστριας εταιρίας TELEMECANIQUE και μας προσφέρει την δυνατότητα να αυξήσουμε τις NO και NC επαφές του ηλεκτρολογικού πίνακα για τυχών επέκταση του. Τα χαρακτηριστικά του βοηθητικού ρελέ είναι τα παρακάτω:

For Use With: TeSys K Contactors
Contact Current Max: 6A

Contact Voltage AC Max: 240V
Contact Voltage DC Max: 48V
Switch Terminals: Screw
No. of Poles: 2 Pole (1 NO+1 NC)



Εικόνα 21 Βοηθητικό ρελέ

Το κύριο ρελέ που χρησιμοποιήσαμε στην διάταξη μας είναι το LP1K0910BD της κατασκευάστριας εταιρίας TELEMECANIQUE [Εικόνα 22](#). Τα χαρακτηριστικά του κυρίως ρελέ είναι τα παρακάτω:

Contact Configuration: 3NO / 1NO
Relay Mounting: DIN Rail
Operating Voltage: 48VDC
Coil Voltage VDC Nom: 24V
No. of Poles: 3 Pole
Switching Power AC3: 4kW
Switching Current AC3: 9A



Εικόνα 22 Κυρίως ρελέ

3.1.3. ΘΕΡΜΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟ

Το θερμομαγνητικό που επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε για την προστασία του κινητήρα της διάταξης είναι το μοντέλο GV2-M05 της κατασκευάστριας εταιρίας Telemecanique [Εικόνα 23](#). Το εύρος της έντασης του ρεύματος μπορεί να είναι από 0.63 – 1 A. Το εύρος αυτό μας δίνει την δυνατότητα να επιλέξουμε εμείς σε πια ένταση θα διακόψουμε την τροφοδοσία του κινητήρα ώστε να μην προκληθούν βλάβες. Το συγκεκριμένο μοντέλο μας προσφέρει την δυνατότητα των τριών πόλων που αντιστοιχούν ένα για κάθε φάση του κινητήρα.



Εικόνα 23 Θερμομαγνητικό διάταξης

3.1.4. ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ

Για την υλοποίηση του ηλεκτρολογικού κυκλώματος χρησιμοποιήσαμε δυο διακόπτες της κατασκευάστριας εταιρίας MERLIN GERIN μοντέλο C60a [Εικόνα 24](#). Οι διακόπτες μας προσφέρουν προστασία από ρεύματα βραχυκυκλώσεως από υπερεντάσεις και από έμμεση επαφή ατόμου και διάταξης. Ο διακόπτης C60a χρησιμοποιείται για μονοφασικά ρεύματα σε περίπτωση που η ένταση του ρεύματος είναι μικρότερη ή ίση των 4.5kA. Το γράμμα C αναφέρεται στην καμπύλη C της χαρακτηριστικής με κάθετο άξονα την ένταση του ρεύματος και οριζόντιο τον χρόνο. Ο διακόπτης εργάζεται με 230V AC και μας προσφέρει το εύρος από 1-63 A ώστε να επιλέξουμε σε πόσα Ampere θα διακοπεί αυτόματα η τροφοδοσία του κινητήρα.



[Εικόνα 24](#) Διακόπτες προστασίας διάταξης

3.1.5. Τροφοδοτικό

Όπως περιγράψαμε αναλυτικά σε άνωθεν παράγραφο ένα τροφοδοτικό απαρτίζεται από 4 εξαρτήματα. Το μετασχηματιστή, το ανορθωτή, τον εξομαλυντή και τον σταθεροποιητή. Όλα αυτά τα εξαρτήματα έχουμε καταφέρει να τα συνδέσουμε και να τα τοποθετήσουμε σε ένα μεταλλικό κουτί. Όπως είναι εμφανές και από την [Εικόνα 25](#) το κουτί είναι διάτρητο και αυτό οφείλεται στο ότι θέλουμε να αποφύγουμε τις υψηλές θερμοκρασίες κατά την λειτουργία του. Το μέγεθος ενός τροφοδοτικού διαφέρει ανάλογα την χρήση του.



Εικόνα 25 Τροφοδοτικό διάταξης

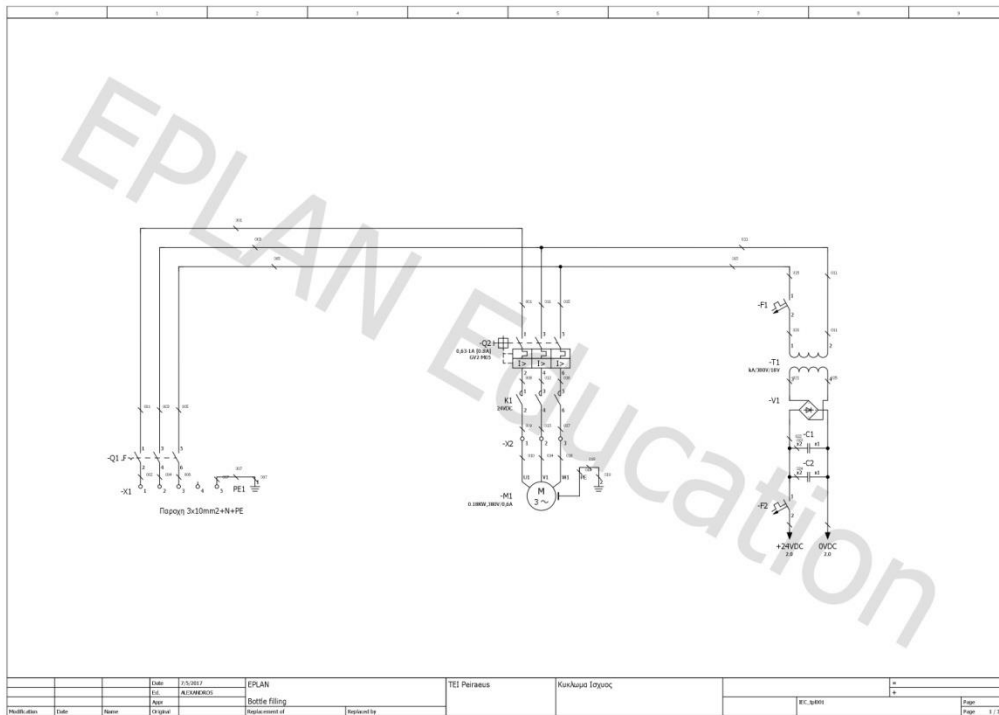
3.1.6. ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ

Για να τροφοδοτηθεί ο ηλεκτρολογικός πίνακας πρέπει να παρέμβει ο χειριστής της διάταξης. Το σημείο αυτό είναι καθοριστικό καθώς ο χειριστής συνδέει το δίκτυο (ΔΕΗ) με την διάταξη περιστρέφοντας τον διακόπτη φορτίου. Όπως φαίνεται χαρακτηριστικά και στην [Εικόνα 26](#) ο περιστροφικός διακόπτης έχει δυο λειτουργίες OFF και ON (0 και 1) αντίστοιχα και τρεις πόλους για να συνδεθούν οι τρεις φάσεις του δικτύου.



Εικόνα 26 Περιστροφικός διακόπτης φορτίου

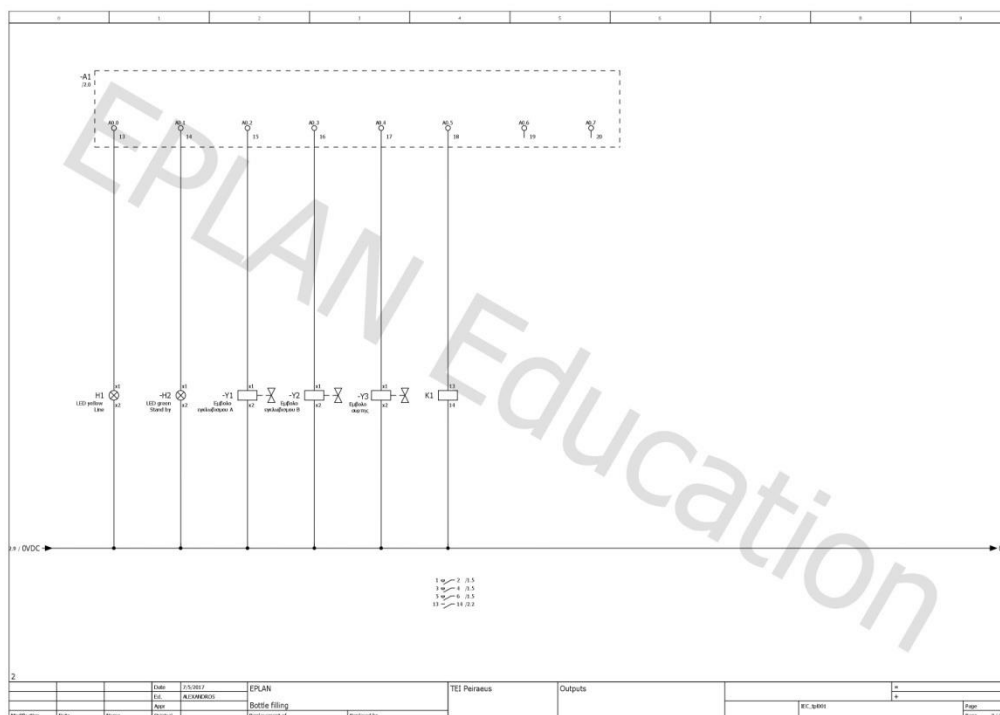
3.1.7 ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΕΣ (ΙΣΧΥΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ)



Ηλεκτρολογικό σχέδιο Ισχύος



Ηλεκτρολογικό σχέδιο Αυτοματισμού (PLC inputs)



Ηλεκτρολογικό σχέδιο Αυτοματισμού (PLC outputs)

3.2. Το Εξωτερικό :

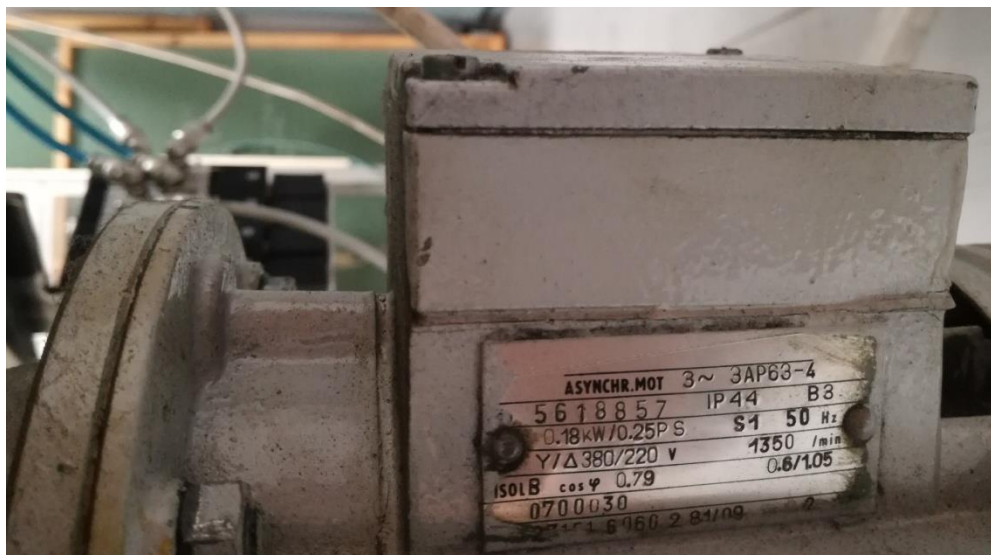
3.2.1. Ταινιόδρομος

Για την μεταφορά των φιαλών κατά την διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας τοποθετήσαμε ένα αντλιοησφιτικό ταινιόδρομο. Ο ταινιόδρομος καταλαμβάνει σχεδόν όλο το μήκος της διάταξης και στο κέντρο του βρίσκεται η δεξαμενή με το υλικό πλήρωσης. Το μήκος του είναι 120cm και πλάτος 22cm. Για το τάνυσμα του ταινιόδρομου χρησιμοποιήσαμε δυο ράουλα δεξιά και αριστερά της διάταξης. Τα ράουλα εξαιτίας των υψηλών τριβών χρήζουν σχολαστικής λίπανσης με κατάλληλα λιπαντικά προϊόντα. Ο υπαίτιος για την κίνηση του ταινιόδρομου είναι ο τριφασικός κινητήρας (Μοτέρ). Η σύνδεση του ρουλεμάν του κινητήρα και του ράουλου του ταινιόδρομου γίνεται μέσω επίπεδου ιμάντα παράλληλων ατράκτων.

3.2.2. Μοτέρ

- Η τάση που είναι απαραίτητη για να τροφοδοτηθεί ο κινητήρας. Σε διάταξη αστέρα είναι 380V ή σε διάταξη τρίγωνου είναι 220 V.
- Στην διάταξη μας εγκαταστήσαμε ασύγχρονο τριφασικό μοτέρ "εναλλασσόμενου ρεύματος" (AC motors).
- Η συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος, εφόσον πρόκειται για ηλεκτροκινητήρα AC είναι 50 Χερτζ (Hertz).
- Η ισχύς του κινητήρα είναι 0.18 kW
- Η ένταση του ρεύματος σε αμπερ που διαρρέει τον κινητήρα σε διάταξη αστέρα είναι 0.6 A και σε διάταξη τρίγωνου είναι 1.05 A.
- Η ταχύτητα περιστροφής που αποκτά ο άξονας του ηλεκτροκινητήρα σε στροφές ανά λεπτό είναι 1350 rpm.

Όλα τα στοιχεία που αναφέραμε παραπάνω για τον κινητήρα, βρίσκονται χαραγμένα από τον κατασκευαστή, σε ειδική ενσωματωμένη στον κινητήρα πινακίδα [Εικόνα 27](#). Παράλληλα, χαραγμένος βρίσκεται και ο αριθμός της έγκρισης για την εμπορική χρήση του από το Υπουργείο Βιομηχανίας καθώς και άλλα σύμβολα πιστοποίησης ασφαλούς λειτουργίας. Σημαντικό στοιχείο το οποίο αξίζει να αναφερθούμε είναι το σύμβολο IP44 το οποίο χαρακτηρίζει το βαθμό που είναι προστατευμένο το μοτέρ από σκόνη και νερό.



[Εικόνα 27](#) Χαρακτηριστική πινακίδα στοιχείων μοτέρ

3.2.3. Αισθητήρια

Κατά τον σχεδιασμό της διάταξης παρατηρήσαμε ότι χρειαζόμαστε μόνο ένα αισθητήριο τοποθετημένο στην κατάλληλη θέση. Η θέση αυτή βρίσκεται κατά μήκος του ταινιόδρομου. Το αισθητήριο που θα περιγράψουμε απρακτώ είναι τύπου φωτοκύτταρο [Εικόνα 28](#)

και τοποθετήθηκε ώστε να αντιλαμβάνεται την κίνηση εμπρός του. Ενεργοποιείται και στέλνει σήμα στο PLC όταν διέρχεται φιάλη εμπρός του. Αυτό γίνεται ώστε σε καθορισμένο από εμάς χρόνο να ανοίξουν τα εμβολα εγκλωβισμού και να αρχίσει η διαδικασία πλήρωσης. Το φωτοκύτταρο είναι το μοντέλο VL180-P132 της κατασκευάστριας εταιρίας SICK optex. Όπως είναι εμφανές στην εικόνα το καλώδιο του αισθητήριου αποτελείται από 4 λεπτά καλώδια χρώματος καφέ, μπλε, μαύρο και άσπρο. Το καφέ καλώδιο παρέχει τάση τροφοδοσίας στο αισθητήριο της τάξης 12-24V DC. Το μπλε καλώδιο προσφέρει τα 0V στο αισθητήριο ώστε να συμπληρωθεί το κύκλωμα του. Το μαύρο καλώδιο είναι αυτό που μεταφέρει στο PLC την πληροφορία αν ενεργοποιηθεί το αισθητήριο και η έξοδος του είναι μικρότερη ή ίση του 0.1A όπως μπορούμε να δούμε και στην [Εικόνα 28](#).



Εικόνα 28 Αισθητήριο διάταξης, τύπου φωτοκύτταρο

3.2.4. Πνευματικό

Για την παλινδρομική κίνηση σειράς εμβόλων της διάταξης χρειαζόμαστε πεπιεσμένο αέρα. Για την κατασκευή πεπιεσμένου αέρα χρειαζόμαστε ένα συμπιεστή (compressor). Τους συμπιεστές τους διακρίνουμε σε εμβολοφόρους, περιστροφικούς και συμπιεστές ροής. Εμείς στην διάταξη μας χρησιμοποιήσαμε εμβολοφόρο συμπιεστή. Χαρακτηριστικό για την αποτελεσματικότητα του συμπιεστή είναι ο βαθμός καθαρότητας του αέρα που απορροφά. Ο αέρας πρέπει να είναι ψυχρός ξηρός και απαλλαγμένος από σκόνη. Για την αποθήκευση του πεπιεσμένου αέρα που θα χρησιμοποιήσουμε απαραίτητος είναι ένας αεροθάλαμος. Ουσιαστικά αποτελεί μια αποθήκη αέρος για ολόκληρο το δίκτυο και συνδέεται απευθείας με το συμπιεστή σε σειρά. Παράλληλα, ο αεροθάλαμος εκτός της αποθήκευσης προσφέρει την ψυξή του αέρα και ομαλοποιεί της τις πιέσεις. Ο πεπιεσμένος αέρας που λαμβάνεται από το δίκτυο μπορεί να περιέχει τυχών ακαθαρσίες. Επίσης ακαθαρσίες όπως σκόνη και σκουριά που μπορεί να βρίσκονται μέσα στις σωληνώσεις υπάρχει περίπτωση να προκαλέσουν βλάβη στα πνευματικά στοιχεία. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιούμε μονάδες συντήρησης [Εικόνα 29](#) και [Εικόνα 30](#), που αποτελείται από το φίλτρο, το ρυθμιστή και τον λιπαντήρα. Αυτές οι τρεις μονάδες όπως δηλώνει και το όνομα τους είναι αρμόδιες για τον καθαρισμό, την ρύθμιση και την λίπανση των πνευματικών στοιχείων. Το φίλτρο εξουδετερώνει από τον πεπιεσμένο αέρα όλες τις ακαθαρσίες (σκουριά, σκόνη) και το νερό συμπύκνωσης. Περιλαμβάνει ένα κώνο από πορώδη χαλκό, σώμα φιλτραρίσματος από στερεά και ελαιώδη σωματίδια κατακράτησης και ένα διαφανές δοχείο για τη συγκέντρωση των σταγονιδίων του νερού. Η αποστράγγιση του δοχείου από το νερό μπορεί να γίνεται αυτόματα ή με χειροκίνητη βαλβίδα. Ο ρυθμιστής είναι αρμόδιος για την ρύθμιση της πίεσης του συστήματος σε τιμή η οποία πρέπει να είναι σταθερή στην έξοδο του. Η πίεση εξόδου του μπορεί να ρυθμιστεί και να σταθεροποιηθεί μέσω ενός χειροκίνητου τροχού που βρίσκεται στο επάνω μέρος της μονάδας. Ο λιπαντήρας είναι το εξάρτημα το οποίο τροφοδοτεί με λιπαντικό τον πεπιεσμένο αέρα. Η λίπανση του πεπιεσμένου αέρα επιτυγχάνεται με διασπορά λαδιού μικρού δείκτη ιξώδους, σε μικρά σταγονίδια.



Εικόνα 29 Μονάδα συντήρησης (πίσω όψη)



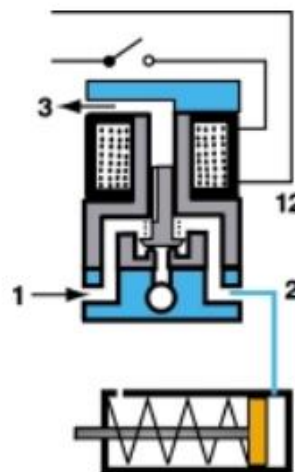
Εικόνα 30 Μονάδα συντήρησης (όψη χειριστή)

Για την δημιουργία ενός απλού πνευματικού συστήματος απαιτείται μια αντλία, μια αποθήκη, μια βαλβίδα και ένα κύλινδρο. Για την κατασκευή ενός τέτοιου απλού συστήματος ισχύουν οι παρακάτω γενικές αρχές:

- Απαραίτητο στοιχείο του πνευματικού συστήματος είναι το εμβόλο.
- Συνοδευτική μονάδα του εμβόλου είναι η βαλβίδα έλεγχου.

- Η βαλβίδα σήματος ενεργοποιεί την βαλβίδα ελέγχου. Η ίδια διεργασία μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω μιας ηλεκτροπνευματικής βαλβίδας.

Στην διάταξη μας χρησιμοποιήσαμε τρία πνευματικά εμβολα διπλής ενέργειας με απλό βάκτρο. Με τον όρο διπλής ενέργειας αναφερόμαστε σε βάκτρο που μπορεί να παράγει έργο και στις δυο κατευθύνσεις κίνησης. Οι βαλβίδες είναι συσκευές που μας βοηθούν να ελέγξουμε την εκκίνηση ή την στάση ενός εμβόλου και να καθορίσουμε την διεύθυνση ροής του πεπεισμένου αέρα. Οι βαλβίδες διακρίνονται σύμφωνα με την λειτουργία τους σε δυο (2) κατηγορίες, τις βαλβίδες σημάτων, τις ρυθμιστικές βαλβίδες και τις βαλβίδες ελέγχου κατεύθυνσης. Στην διάταξη μας χρησιμοποιήσαμε ηλεκτροπνευματικές βαλβίδες οι οποίες μετατρέπουν μια ηλεκτρική διέγερση σε πνευματικό σήμα. Ουσιαστικά η ηλεκτροπνευματική βαλβίδα αποτελείται από μια πνευματική βαλβίδα με τρεις διόδους, που εμπεριέχει και ένα πηνίο ενεργοποίησης. Εσωτερικά του πηνίου υπάρχει ένας μαγνητικός πυρήνας, που ενεργεί σαν διπλό διάφραγμα και σε κάθε θέση του κλίνει μια δίοδο. Όταν το πηνίο ενεργοποιείται δέχεται ρεύμα και ο μαγνητικός πυρήνας μετακινείται ανοίγοντας την δίοδο.



Εικόνα 31 Ηλεκτροπνευματική βαλβίδα 3/2 (Δεξιά), τομή ηλεκτροπνευματικής βαλβίδας σε κύλινδρο μονής ενέργειας (Αριστερά)

3.2.5. ΕΜΒΟΛΑ

Στην διάταξη μας χρησιμοποιήσαμε τρία πνευματικά εμβολα. Δυο κατά μήκος του ταινιόδρομου για εγκλωβισμό των φιαλών και ένα για το άνοιγμα της καταπακτής για πτώση του υλικού πλήρωσης. Τα εμβολα είναι διπλής ενέργειας για παλινδρομική κίνηση. Στην περίπτωση των εμβολών εγκλωβισμού χρησιμοποιήσαμε εμβολα της κατασκευάστριας εταιρίας CY PAG ενώ για το εμβολο της καταπακτής χρησιμοποιήσαμε εμβολο της κατασκευάστριας εταιρίας FESTO. Μπορούμε να παρατηρήσουμε από την **Εικόνα 34** ότι το άνοιγμα της καταπακτής γίνεται μηχανικά καθώς η άκρη του βάκτρου είναι συνδεδεμένη με περιστροφικό άξονα. Στην πλήρη έκταση του βάκτρου ο άξονας περιστρέφεται και ταυτόχρονα η οπή που βρίσκεται κατά μήκος του έρχεται σε πλήρη ευθεία με την οπή του χωνιού. Έτσι επιτυγχάνεται η πτώση του υλικού πλήρωσης.

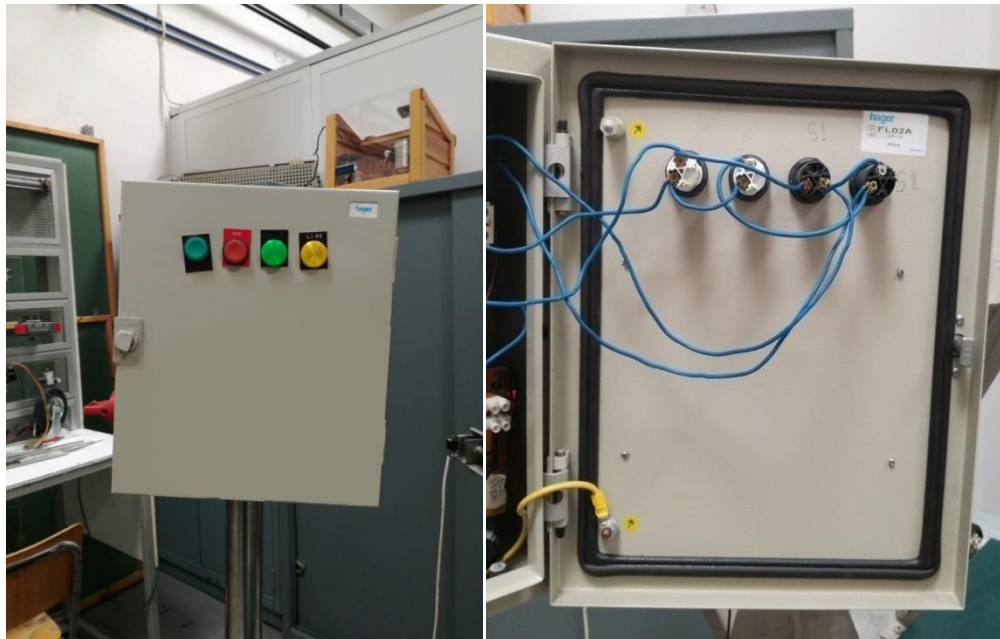


Εικόνα 32 Μηχανικό σύστημα υποστηριζόμενο από πνευματικά εμβολα FESTO

3.2.6. ΣΗΜΑΝΣΗ

Στην εξωτερική πλευρά της πόρτας του πίνακα τοποθετήσαμε δυο LED χρώματος κίτρινο και πράσινο. Επίσης τοποθετήσαμε και δυο button χρώματος κόκκινο και πράσινο. Τα διαφορετικά χρώματα μας προσφέρουν την δυνατότητα να αντιλαμβανόμαστε την διαφορετικότητα της σήμανσης. Για παράδειγμα το κίτρινο LED με την σήμανση LINE μας ενημερώνει αν η μονάδα είναι σε λειτουργία και έχει ξεκινήσει η διαδικασία πλήρωσης φιαλών. Το πράσινο LED μας ενημερώνει αν ο περιστροφικός διακόπτης είναι γυρισμένος στην ένδειξη ON.

Το κόκκινο button με την σήμανση STOP μας δίνει την δυνατότητα για άμεση διακοπή τροφοδοσίας του κυκλώματος σε περίπτωση κινδύνου του χειριστή ή της διάταξης. Τέλος πράσινο button μας δίνει την δυνατότητα να εκκινήσουμε την διαδικασία πλήρωσης των φιαλών αν και εφόσον ο περιστροφικός διακόπτης φορτίου είναι στην θέση ON.



Εικόνα 33 Button & Led στο εξωτερικό και εσωτερικό του ηλεκτρολογικού πίνακα

4. Συμπεράσματα

Ολοκληρώνοντας την παρούσα διπλωματική εργασία, θεωρώ πρέπον να αναφέρω πως ήταν μία αρκετά καλή ευκαιρία να αποκτήσουμε γνώσεις τόσο σε θεωρητικό όσο και σε τεχνολογικό επίπεδο, καθώς ήρθαμε σε τριβή τόσο με το κλασικό όσο και με τον σύγχρονο αυτοματισμό. Αναζητήσαμε τις δυνατότητες αλλά και τις προοπτικές κάθε μονάδας που εγκαταστήσαμε ξεχωριστά αλλά και σε αλληλουχία μεταξύ τους. Αντικείμενο της, ήταν η ανάπτυξη ενός μοντέλου προσομοίωσης πλήρως αυτοματοποιημένου. Ουσιαστικά προσομοιώνει την παραγωγική διαδικασία της πλήρωσης των πλαστικών φιαλών. Αποτελεί μια υπό κλίμακα βιομηχανοποιημένη παραγωγική διαδικασία που για την υλοποίηση της εγκαταστήσαμε κατάλληλη μηχανή εναλλασόμενου ρεύματος, κατάλληλα διαμορφωμένο σύστημα ελέγχου καθώς και αισθητήριο. Κατά την υλοποίηση της κατασκευής, παρουσιάστηκαν αρκετά προβλήματα, κάποια από τα οποία καταφέραμε να τα εντοπίσουμε και ακλουθώντας τις απαραίτητες ενέργειες να τα επιλύσουμε. Παρουσιάστηκαν και προβλήματα όμως που αντικειμενικές δυσκολίες καθιστούσαν αδύνατη την επίλυση τους. Λόγο αυτών των προβλημάτων το μοντέλο διαμορφώθηκε αποκτώντας τεχνικές αδυναμίες τόσο σε επίπεδο λειτουργικό αλλά και σε επίπεδο αποδοτικότητας. Αρχικά, τα πρώτα προβλήματα που παρουσιάστηκαν ήταν σχεδιαστικά και αφορούσαν τη μορφή της κατασκευής στο σύνολο της αλλά και κάθε τμήμα της ξεχωριστά. Στη συνέχεια, έπρεπε να μελετήσουμε που θα εγκαταστήσουμε το χωνί που θα περιέχει το υλικό πλήρωσης αλλά και κατασκευή του τρόπου μεταφοράς των φιαλών. Μετά την πραγματοποίηση της κατασκευής, έπρεπε να επιλέξουμε τον ηλεκτρικό και τον ηλεκτρονικό μας εξοπλισμό. Σε αυτό το σημείο αξίζει να τονιστεί πως εξαιτίας των περιορισμένων οικονομικών πόρων πρωταρχικώς μας στόχος ήταν η βιωσιμότητα της κατασκευής του μοντέλου. Άρα, με όλες τις αδυναμίες που αναφέραμε παραπάνω και χαρακτηρίζοντας την κατασκευή του μοντέλου ως μικρογραφία μιας βιομηχανοποιημένης παραγωγικής διαδικασίας πλήρωσης φιαλών θα μπορούσαμε να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι επιδέχεται βελτιωτικές ενέργειες.

Εκτός όμως των αδυναμιών που αναφέραμε παραπάνω, το μοντέλο παρουσιάζει και αξιόλογα πλεονεκτήματα τα οποία αναφέρονται εκτενώς παρακάτω:

- Το χαμηλό κόστος κατασκευής του μοντέλου.
- Η δυνατότητα να υπηρετεί αρκετές και ποικίλες εφαρμογές.
- Η δυνατότητα εύκολης προσαρμογής του μοντέλου για διαφορετικές εφαρμογές. Αυτό επιτυγχάνεται με την αλλαγή του κώδικα του προγράμματος του PLC.
- Το σπουδαιότερο πλεονέκτημα όμως είναι η δυνατότητα αξιοποίησης του μοντέλου από σπουδαστές καθώς και η εξέλιξη του.
 - Περαιτέρω έρευνα από το τμήμα Μηχανικών Αυτοματισμού (π.χ. βελτιστοποίηση ευστάθειας του συστήματος, ανάπτυξη κώδικα PLC κλπ). Αν χρησιμοποιηθούν αισθητήρες που χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη ακρίβεια, το σύστημα ανάλογα θα αποκρίνεται με μεγαλύτερη ακρίβεια και σταθερότητα. Επίσης η εγκατάσταση λογικού ελεγκτή με ισχυρότερα τεχνικά χαρακτηριστικά, θα βελτιώσει τον χρόνο κατεργασίας των δεδομένων. Έτσι, θα έχουμε υψηλότερες ταχύτητες και πρακτικά αμεσότερο αποτέλεσμα σε ότι αφορά την λειτουργία του συστήματος.
 - Προσθήκη στο μοντέλο της παρούσας διπλωματικής εργασίας και άλλες αυτοματοποιημένες διαδικασίες. Ορισμένες από αυτές μπορεί να είναι η αυτόματη τοποθέτηση αλλά και συλλογή φιαλών μέσω ρομποτικών βραχιόνων και δημιουργία παράλληλου συστήματος εμφιάλωσης των φιαλών καθώς και παλετοποίηση αυτών. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφέρουμε πως η παλετοποίηση είναι μια αρκετά πολυδάπανη επέκταση όμως εξοικονομούμε χρόνο για την δημιουργία του τελικού προϊόντος. Η επέκταση αυτή μπορεί να επιτευχθεί με την τοποθέτηση ενός ρομποτικού βραχίονα στο τέλος της διαδικασίας της εμφιάλωσης.
 - Η αντικατάσταση των πλαστικών φιαλών από άλλα υλικά συσκευασίας (π.χ. δοχεία, κονσέρβες, κουτιά, κλπ).

5. Βιβλιογραφία

1. Ηλεκτρονόμος, el.wikipedia.org/wiki/Ηλεκτρονόμος
2. ΗΛΕΚΤΡΟΝΟΜΟΙ (ΡΕΛΕ), Σημειώσεις Κλασικών Εγκαταστάσεων Αυτοματισμού Κεφάλαιο Α
3. ΘΕΡΜΙΚΑ, Σημειώσεις Κλασικών Εγκαταστάσεων Αυτοματισμού Κεφάλαιο Α
4. Ηλεκτρικός κινητήρας, el.wikipedia.org/wiki/Ηλεκτρικός_κινητήρας
5. Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές (PLC), Sae_b_tomos_sel9-106.pdf
6. Αισθητήριο, el.wiktionary.org/wiki/αισθητήριο
7. 7 Μετάδοση κίνησης (PDF) ΕΝΟΤΗΤΑ 8
8. Διακίνηση συσκευασιών, <http://www.zenon.gr/el/solutions/product-handling.html>, Διπλωματική Κασίμη 2.8. Οριζόντιες Μεταφορές

9. Ανάλυση τροφοδοτικών,
<http://www.hlektronika.gr/index.php?page=theory?powersupplies>
10. OMRON CPM1A (PLC), SYSMAC CPM1A Programmable Controllers
Operation Manual
11. Βοηθητικό ρελέ,
<http://uk.farnell.com/schneider-electric/telemecanique/la1kn11/contact-block-1no-1nc>
12. Κυρίως ρελέ, <http://uk.farnell.com/schneider-electric/lp1k0910bd3/contactactor-3pst-no-24vdc-dinrail/dp/2456951>
13. ΘΕΡΜΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟ, GV2ME06 - OPS Schneider Electric
14. Διακόπτες, Merlin Gerin Multi 9 System Protection Miniature Circuit Breakers
15. ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟ, DataSheet_VL180-P132_6008779_en
16. ΕΜΒΟΛΑ, Εισαγωγή στα πνευματικά συστήματα Κεφάλαιο 9
17. Συμπεράσματα, Διπλωματική Κασίμη, κεφάλαιο 5. Αξιολόγηση – Συμπεράσματα - Προτάσεις

