



ΔΙΕΘΝΕΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

Πανεπιστημιούπολη Σίνδου

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΑ «ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ»**

Διπλωματική Εργασία

**ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ,
ΠΑΛΕΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ**

του

ΝΙΚΗΦΟΡΟΥ ΠΑΝΤΕΛΕΡΗ

Επιβλέπων Καθηγητής

Δημήτριος Τριανταφυλλίδης

Υποβλήθηκε ως απαιτούμενο για την απόκτηση του μεταπτυχιακού διπλώματος
ειδίκευσης στα εφαρμοσμένα συστήματα αυτοματοποίησης

Θεσσαλονίκη, ΙΟΥΛΙΟΣ 2023

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία καλύπτεται στο σύνολό της νομικά από δημόσια άδεια πνευματικών δικαιωμάτων CreativeCommons:

Αναφορά Δημιουργού - Μη Εμπορική Χρήση - Παρόμοια Διανομή



Μπορείτε να:

- **Μοιραστείτε:** αντιγράψετε και αναδιανέμετε το παρόν υλικό με κάθε μέσο και τρόπο
- **Προσαρμόστε:** αναμείξτε, τροποποιήστε και δημιουργήστε πάνω στο παρόν υλικό

Υπό τους ακόλουθους όρους:

- **Αναφορά Δημιουργού:** Θα πρέπει να καταχωρίσετε αναφορά στο δημιουργό, με σύνδεσμο της άδειας, και με αναφορά αν έχουν γίνει αλλαγές. Μπορείτε να το κάνετε αυτό με οποιονδήποτε εύλογο τρόπο, αλλά όχι με τρόπο που να υπονοεί ότι ο δημιουργός αποδέχεται το έργο σας ή τη χρήση που εσείς κάνετε.
- **Μη Εμπορική Χρήση:** Δε μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το υλικό για εμπορικούς σκοπούς.
- **Παρόμοια Διανομή:** Αν αναμείξετε, τροποποιήσετε, ή δημιουργήσετε πάνω στο παρόν υλικό, πρέπει να διανείμετε τις δικές σας συνεισφορές υπό την ίδια άδεια CreativeCommons όπως και το πρωτότυπο.

Υπεύθυνη Δήλωση

Με ατομική μου ευθύνη και γνωρίζοντας τις κυρώσεις που προβλέπονται από τον Κανονισμό Σπουδών του Μεταπτυχιακού Προγράμματος στα Εφαρμοσμένα Συστήματα Αυτοματοποίησης του Διεθνούς Πανεπιστημίου Ελλάδος, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

- Η παρούσα Διπλωματική Εργασία αποτελεί έργο αποκλειστικά δικής μου δημιουργίας, έρευνας, μελέτης και συγγραφής.
- Για τη συγγραφή της Διπλωματικής μου Εργασίας δεν χρησιμοποίησα ολόκληρο ή μέρος έργου άλλου δημιουργού ή τις ιδέες και αντιλήψεις άλλου δημιουργού χωρίς να γίνεται σαφής αναφορά στην πηγή προέλευσης(βιβλίο, άρθρο από επιστημονικό περιοδικό, ιστοσελίδα κλπ.).

Θεσσαλονίκη, 02/07/2023

Ο Δηλών: Νικηφόρος Παντελέρης



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να σχεδιαστεί μια αυτόματη γραμμή παραγωγής, παλετοποίησης και αποθήκευσης σε ένα εικονικό εργοστάσιο, όπου αφού το επιθυμητό αντικείμενο κατασκευαστεί στην αντίστοιχη μηχανή οδηγείται στο palletizer και στη συνέχεια οι παλέτες μεταφέρονται σε ένα χώρο αποθήκευσης.

Στο palletizer μία διάταξη 3x2 ή 2x3 από τεμάχια τοποθετούνται πάνω στην παλέτα δημιουργώντας μια στοίβα με μεταβλητό ύψος που καθορίζεται από μια οθόνης HMI.

Στο τέλος της γραμμής οι παλέτες με τα φορτία αποθηκεύονται με τη σειρά τους σε ειδικά διαμορφωμένη κατασκευή.

Για το σκοπό αυτό αρχικά δημιουργήθηκε το εικονικό εργοστάσιο με τη χρήση του προγράμματος FACTORY I/O. Στη συνέχεια έγινε το ηλεκτρολογικό σχέδιο όλης της γραμμής με το EPLAN, ενώ ο προγραμματισμός του ελεγκτή (PLC) και της οθόνης HMI έγινε χρησιμοποιώντας την πλατφόρμα της Siemens, Tia Portal.

ABSTRACT

The purpose of this work is to design an automated production, palletizing and storage line in a virtual factory, where after the desired item is produced in the corresponding machine, it is led to the palletizer and then the pallets are transferred to a storage area.

In the palletizer a 3x2 or 2x3 arrangement of pieces are placed on the pallet creating a stack of variable height and determined by an HMI screen.

At the end of the line, the pallets with the loads are stored in turn in a specially designed structure.

For this purpose, the virtual factory was initially creating using the FACTORY I/O program. Then the electrical design of the entire line was done with EPLAN, while the controller (PLC) programming was done using the Siemens Tia Portal platform.

Πίνακας περιεχομένων

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	9
ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ	9
1.1. FACTORY IO	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	15
ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	15
2.1. ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ	15
2.1.1. Φωτοκύτταρα (Photoelectric sensors)	22
2.1.2. Χωρητικοί αισθητήρες (Capacitive proximity switch).....	24
2.2. ΠΑΛΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ	26
2.3 ΕΜΒΟΛΑ (ΠΙΣΤΟΝΙΑ)	29
2.4 ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΛΒΙΔΕΣ	31
2.5 ΜΕΣΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ	38
2.6. ΡΕΛΕ(ΕΠΑΦΕΙΣ)	43
2.7 PLC (ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΛΟΓΙΚΟΙ ΕΛΕΓΚΤΕΣ)	46
2.8 ΟΘΟΝΗ ΗΜΙ (HUMAN MACHINE INTERFACE)	50
2.9. INVERTER (VFD)	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	56
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ	56
3.1 EPLAN	56
3.1.1. ΚΥΚΛΩΜΑ ΙΣΧΥΟΣ.....	57
3.1.2. ΚΥΚΛΩΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ	65
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	76
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ PLC-ΗΜΙ	76
4.1.ΤΙΑ PORTAL	76
4.1.1. ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ MAIN	76
4.1.2. ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ROBOT	80
4.1.4. ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ PICK AND PLACE	83
4.1.5. ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ PALLETIZER.....	84
4.1.6. ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ WAREHOUSE	95
4.2. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΟΘΟΝΗΣ ΗΜΙ	97
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	100
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	100

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά τη διάρκεια της βιομηχανικής επανάστασης που πραγματοποιήθηκε στα μέσα του 18^{ου} αιώνα κυρίως στη Μεγάλη Βρετανία αλλά και σε άλλες χώρες οι εργάτες που εκτελούσαν χειρωνακτικές εργασίες έδωσαν σταδιακά τη θέση τους στις μηχανές επιτυγχάνοντας έτσι την αυτοματοποίηση στις παραγωγικές διεργασίες.

Με την πάροδο του χρόνου και φτάνοντας στη σημερινή εποχή όλες οι παραγωγικές διεργασίες πλέον χρησιμοποιούν την αυτοματοποίηση για να έρθουν εις πέρας. Οι λόγοι για τους οποίους χρησιμοποιείται ο αυτοματισμός είναι:

- Αύξηση της παραγωγικότητας καθώς αυξάνεται ο ρυθμός παραγωγής
- Μείωση του κόστους εργασίας. Ο ανθρώπινος παράγοντας αποτελεί ένα μεγάλο κόστος σε σχέση με το ανά μονάδα παραγόμενο προϊόν. Με την αύξηση της αυτοματοποίησης μειώνεται ο ανθρώπινος παράγοντας και έτσι μακροπρόθεσμα μειώνεται και το κόστος του παραγόμενου προϊόντος.
- Έλλειψη εργατικού δυναμικού. Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί έλλειψη του εργατικού δυναμικού, κυρίως σε θέσεις εργασίας χαμηλών ικανοτήτων. Με τη χρήση του αυτοματισμού αυτή η έλλειψη μετριάζεται καθώς εργασίες που θα τις έκαναν άνθρωποι πλέον γίνονται από μηχανήματα.
- Η ασφάλεια των εργαζομένων. Με την αυτοματοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας οι εργαζόμενοι οι οποίοι πριν ασχολούνταν στα παραγωγικά στάδια σε ένα εργοστάσιο πλέον έχει αλλάξει ο ρόλος τους και απλά εποπτεύουν τις λειτουργίες που συντελούνται στο εργοστάσιο.
- Βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων. Με την αυτοματοποίηση μειώνονται τα σφάλματα που μπορεί να συμβούν σε μια διεργασία και έτσι αυξάνεται και το οικονομικό όφελος ανά προϊόν.
- Μείωση του χρόνου παραγωγής. Ο χρόνος που απαιτείται για να παραχθεί το τελικό προϊόν από τη στιγμή που αρχίσει η διαδικασία παραγωγής τους έχει μειωθεί σε σχέση με το χρόνο που απαιτούνταν χωρίς τη χρήση αυτοματισμού. Έτσι μια επιχείρηση μπορεί να γίνει περισσότερο ανταγωνιστική.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει αναφορά στο περιβάλλον του FACTORY I/O στο οποίο σχεδιάστηκε το εικονικό εργοστάσιο, όπως επίσης και στο πως έγινε η σχεδίαση του σε κάθε στάδιο.

1.1.FACTORY IO

Το FACTORY I/O είναι μια πλατφόρμα στην οποία μπορούν να δημιουργηθούν διάφορες σκηνές βιομηχανικού περιβάλλοντος είτε μεμονωμένες είτε συνδυασμός πολλών σκηνών μέσω των διάφορων στοιχείων που περιέχει. Αυτά περιλαμβάνουν αισθητήρες, ενεργοποιητές, έτοιμα μηχανήματα, συστήματα ένδειξης κ.α.

Επιπλέον υπάρχει η δυνατότητα διασύνδεσης με PLC διαφόρων εταιρειών για την προσομοίωση της λειτουργίας του εικονικού περιβάλλοντος, όπως είναι της Siemens, Schneider Electric, Allen Bradley. Επίσης μπορεί να συνδεθεί με οποιοδήποτε PLC υποστηρίζει το πρωτόκολλο επικοινωνίας MODBUS TCP/IP, όπως επίσης μπορεί να πραγματοποιηθεί η προσομοίωση της λειτουργίας των σκηνών μέσω του προγράμματος προσομοίωσης της πλατφόρμας της Siemens όπως και έγινε στην παρούσα εργασία. Τέλος υπάρχει η δυνατότητα να γραφεί πρόγραμμα χρησιμοποιώντας αποκλειστικά το FACTORY I/O μέσω του CONTROL IO με μπλοκ διαγράμματα.

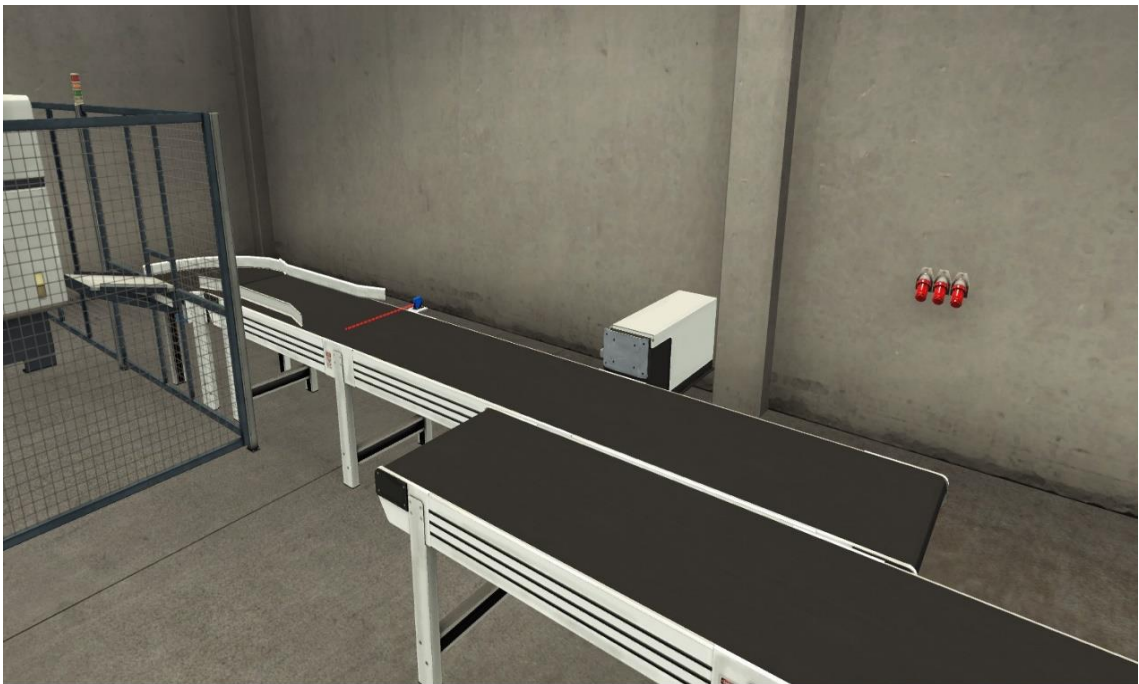
Ένα σημαντικό μέρος του FACTORY I/O είναι οι τρεις επιλογές καμερών που διαθέτει και μέσω αυτών μπορούμε να περιηγηθούμε στο χώρο. Η κάμερα orbit είναι η προεπιλεγμένη και αυτή που πρέπει να χρησιμοποιείται για τη δημιουργία κάποιας σκηνής. Είναι αυτή που επιτρέπει την πλοήγηση στο χώρο χωρίς σύγκρουση στα διάφορα μέρη. Η κάμερα fly χρησιμοποιείται για την ελεύθερη κίνηση στον τρισδιάστατο χώρο και δεν μπορεί να ανιχνευθεί από τους αισθητήρες, ενώ η κάμερα first person προσομοιώνει την κίνηση ενός ατόμου με ύψος περίπου 1,8 m και όπως και η κάμερα fly συγκρούεται με τα μέρη και δεν ανιχνεύεται από τους αισθητήρες.

Η τοποθέτηση των στοιχείων στο χώρο γίνεται με τη μέθοδο drag and drop από τις έτοιμες βιβλιοθήκες.

Παρακάτω φαίνεται πως είναι το εικονικό εργοστάσιο της παρούσης εργασίας



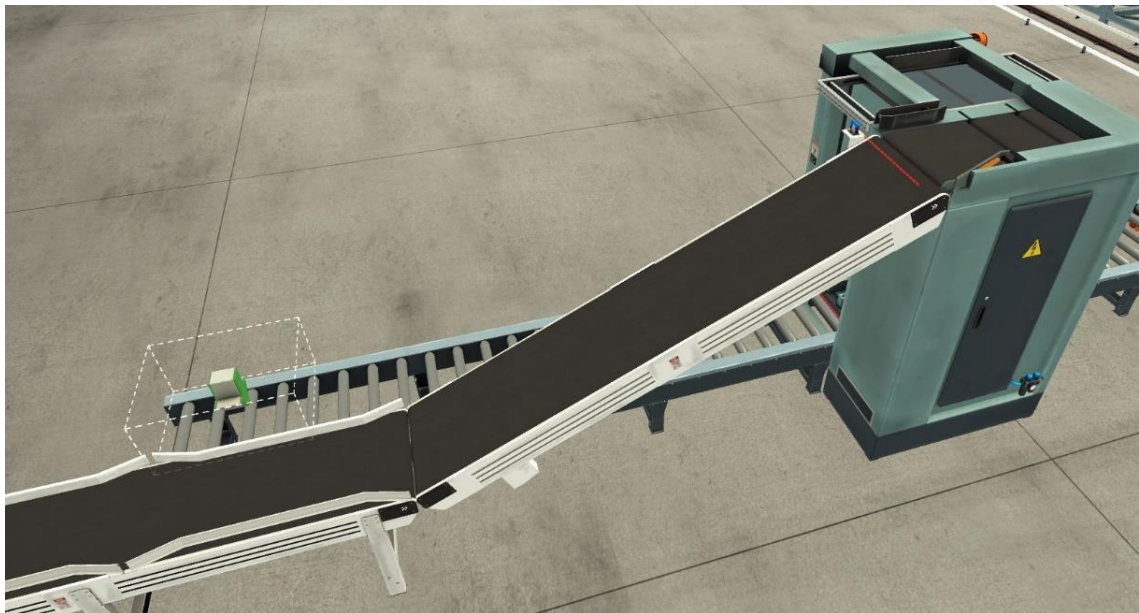
Εικόνα 1.1 Το μηχάνημα παραγωγής τεμαχίων.



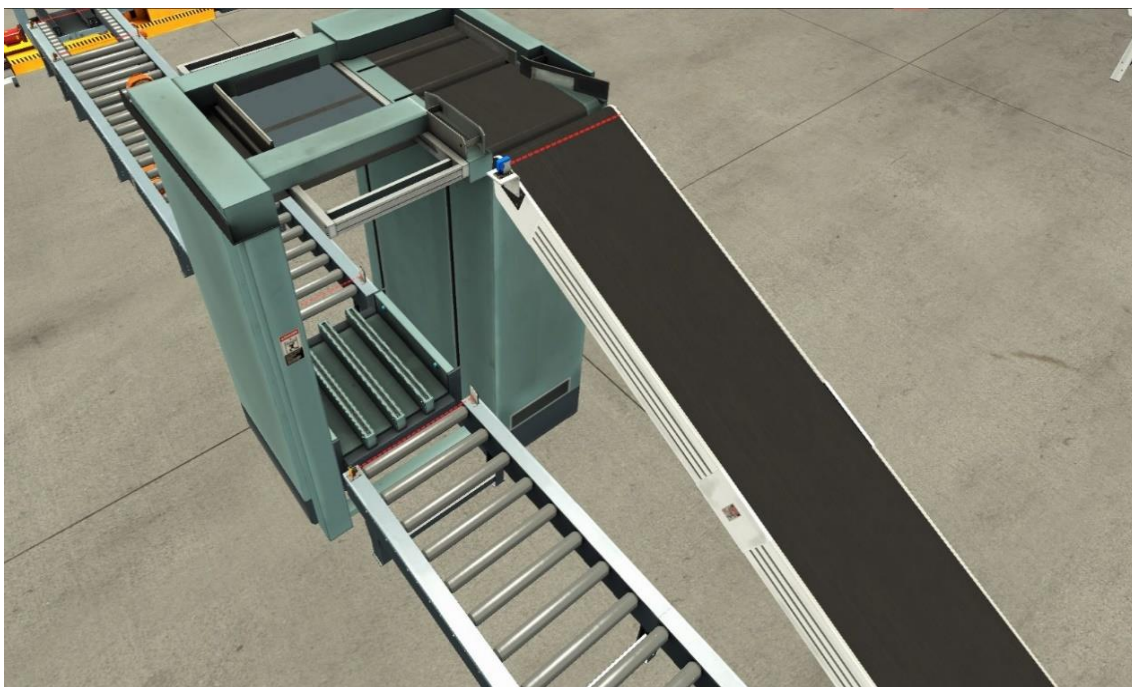
Εικόνα 1.2 Οι ταινιόδρομοι προς το pick and place



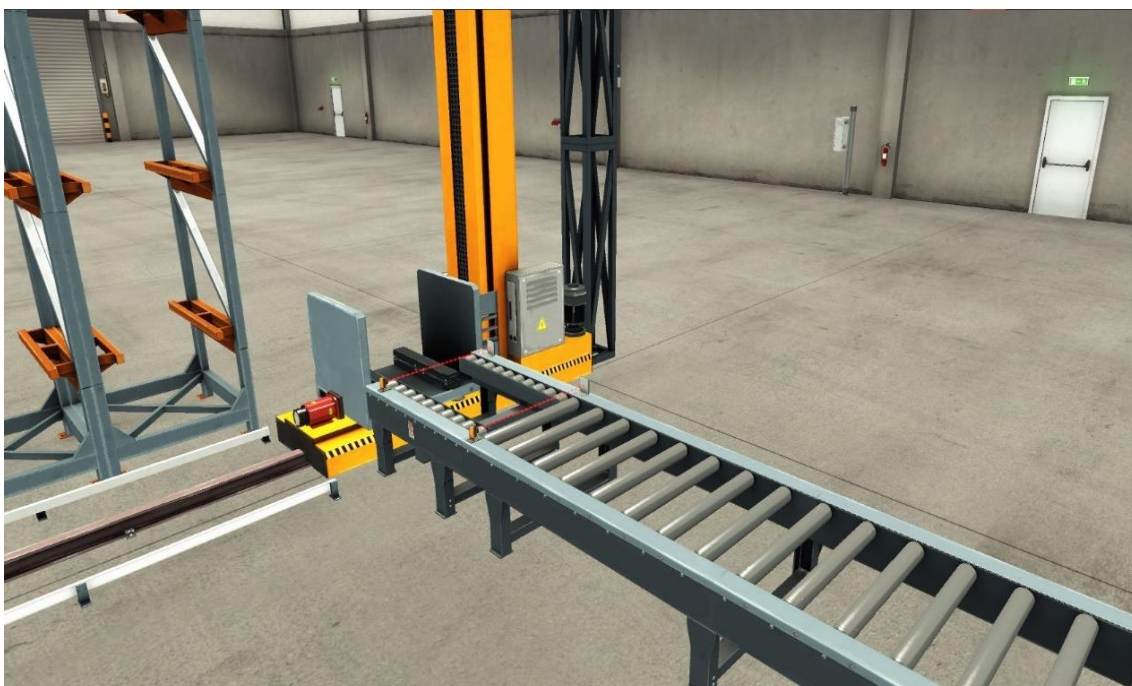
Εικόνα 1.3 Το pick and place



Εικόνα 1.4. Οι ταινιόδρομοι που οδηγούν στο palletizer



Εικόνα 1.5. Το palletizer με τους ταινιόδρομους που εισάγουν τα τεμάχια και τους ραουλδόδρομους εισόδου και εξόδου παλετών



Εικόνα 1.6. Το crane που μεταφέρει τα αντικείμενα στο χώρο αποθήκευσης



Εικόνα 1.7. Ο αποθηκευτικός χώρος



Εικόνα 1.8 Συνολικό εργοστάσιο.

Στις εικόνες 1.1-1.8 φαίνονται τα διάφορα τμήματα του εργοστασίου όπως και η συνολική του μορφή.

Για να λειτουργήσει σωστά η προσομοίωση στο FACTORY I/O θα πρέπει να δώσουμε την ίδια διεύθυνση σε κάθε είσοδο και έξοδο που χρησιμοποιούμε με τις διευθύνσεις που δίνουμε και στην πλατφόρμα στην οποία γράφουμε το πρόγραμμα για το PLC. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η διευθυνσιοδότηση των αισθητήρων και των ενεργοποιητών.

Belt Conveyor (6m) 1 Encoder Signal A	%I0.0	%Q0.0	Emitter 1 (Emit)
Emergency Stop 1	%I0.1	%Q0.1	Emitter 2 (Emit)
Stop Button 1	%I0.2	%Q0.2	Emitter 3 (Emit)
FACTORY I/O (Running)	%I0.3	%Q0.3	Machining Center 1 (Stop)
Diffuse Sensor 1	%I0.4	%Q0.4	Machining Center 1 (Start)
Diffuse Sensor 2	%I0.5	%Q0.5	Machining Center 1 (Reset)
Pusher 1 (Front Limit)	%I0.6	%Q0.6	conveyor exit robot
Pick & Place 1 (C Limit)	%I0.7	%Q0.7	Pusher 1
Pick & Place 1 (Moving-Z)	%I1.0	%Q1.0	Pivot Arm Sorter 1 Turn
Pick & Place 1 (Moving-XY)	%I1.1	%Q1.1	Pick & Place 1 (Grab)
Pick & Place 1 (Box Detected)	%I1.2	%Q1.2	Palletizer 1 (Push)
Palletizer 1 (Clamped)	%I1.3	%Q1.3	Palletizer 1 (Turn)
Palletizer 1 (Plate Limit)	%I1.4	%Q1.4	Palletizer 1 (Clamp)
Palletizer 1 (Pusher Limit)	%I1.5	%Q1.5	Palletizer 1 Belt (-)
Palletizer 1 (Elevator Moving)	%I1.6	%Q1.6	Palletizer 1 Belt (+)
Palletizer 1 Elevator (Back Limit)	%I1.7	%Q1.7	Palletizer 1 Chain (+)
Palletizer 1 Elevator (Front Limit)	%I2.0	%Q2.0	Palletizer 1 Chain (-)
pallette entry	%I2.1	%Q2.1	Palletizer 1 (Open Plate)
Reset Button 1	%I2.2	%Q2.2	Palletizer 1 Elevator (+)
palletizer sensor basic	%I2.3	%Q2.3	Palletizer 1 Elevator (-)
exit pallette	%I2.4	%Q2.4	Palletizer 1 Elevator (Move to Limit)
finish palletizer	%I2.5	%Q2.5	warehouse conveyor load
crane entry	%I2.6	%Q2.6	Stacker Crane 1 Lift
Stacker Crane 1 Moving-X	%I2.7	%Q2.7	Stacker Crane 1 (Left)
Stacker Crane 1 Moving-Z	%I3.0	%Q3.0	Stacker Crane 1 (Right)
Stacker Crane 1 Left Limit	%I3.1	%Q3.1	Machining Center 1 (Produce Lids)
Stacker Crane 1 Right Limit	%I3.2	%Q3.2	Curved Belt Conveyor 1 CW
Stacker Crane 1 Middle Limit	%I3.3	(REAL) %QD24	Pick & Place 1 Z Set Point (V)
Machining Center 1 (Opened)	%I3.4	(REAL) %QD28	Pick & Place 1 X Set Point (V)
Machining Center 1 (Is Busy)	%I3.5	(REAL) %QD32	Pick & Place 1 Y Set Point(V)
Machining Center 1 (Has Error)	%I3.6	(DINT) %QD36	Stacker Crane 1 Target Position
Pick & Place 1 Z Position (V)	%ID30 (REAL)	(REAL) %QD40	conveyor entry robot
Pick & Place 1 X Position (V)	%ID34 (REAL)	(REAL) %QD44	conveyor p&p
Pick & Place 1 Y Position (V)	%ID38 (REAL)	(REAL) %QD48	conveyor transfer
Machining Center 1 (Progress)	%ID42 (DINT)	(REAL) %QD52	conveyor palletizer
		(REAL) %QD56	roller entry
		(REAL) %QD60	roller exit

Εικόνα 1.9. Οι διευθύνσεις των αισθητήρων και των ενεργοποιητών

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

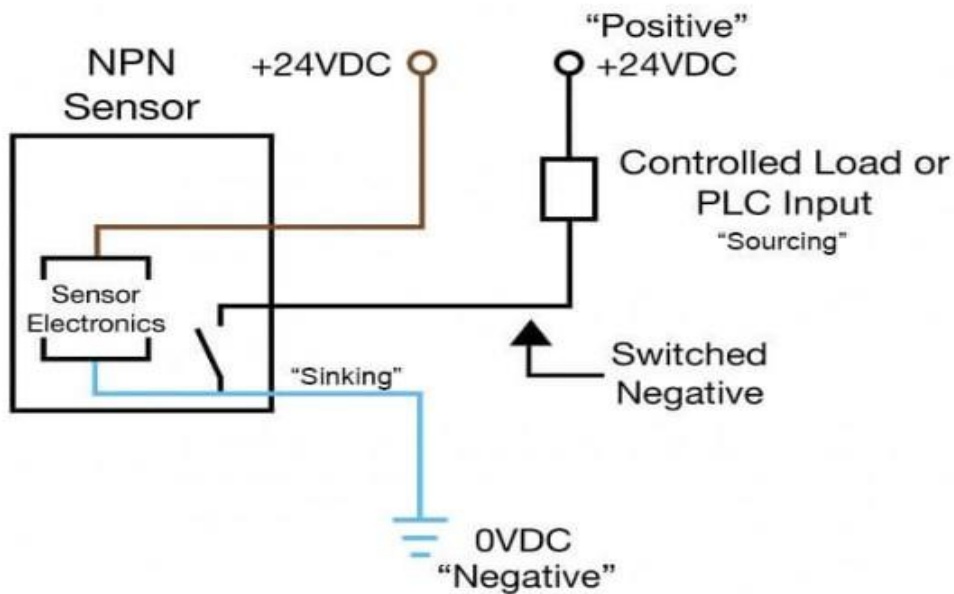
ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύεται ο εξοπλισμός που είναι απαραίτητος για να λειτουργήσει η εγκατάσταση. Σε αυτόν περιλαμβάνονται οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται, οι ενεργοποιητές, διάφορα μέσα προστασίας κ.α.

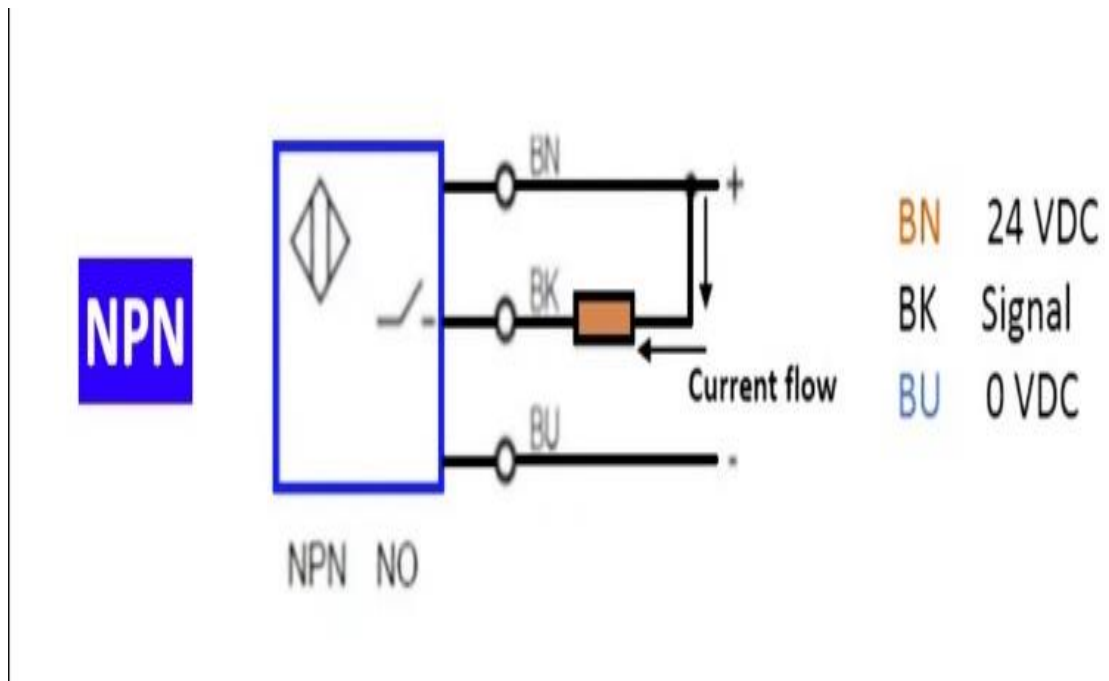
2.1.ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ

Οι αισθητήρες ανάλογα με την έξοδο τους χωρίζονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες

- Αισθητήρες NPN
 - Αισθητήρες PNP
 - Αισθητήρες DRY CONTACT
- Αισθητήρες NPN. Οι αισθητήρες NPN παράγουν ενεργή έξοδο LOW, δηλαδή όταν ενεργοποιηθεί ο αισθητήρας θα εμφανιστούν 0V στον ακροδέκτη εξόδου (η έξοδος συνδέεται με τη γείωση). Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει το κοινό σημείο να είναι συνδεδεμένο με τη θετική τάση τροφοδοσίας όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. [1], [2]



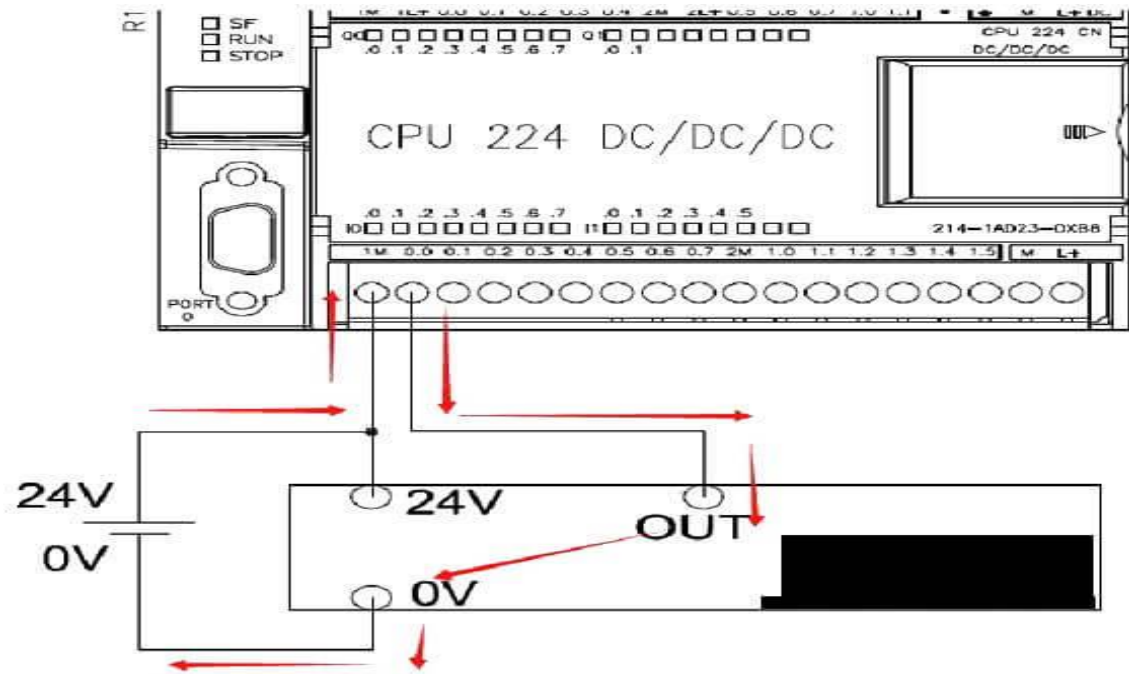
Εικόνα 2.1.α. Συνδεσμολογία NPN αισθητήρα



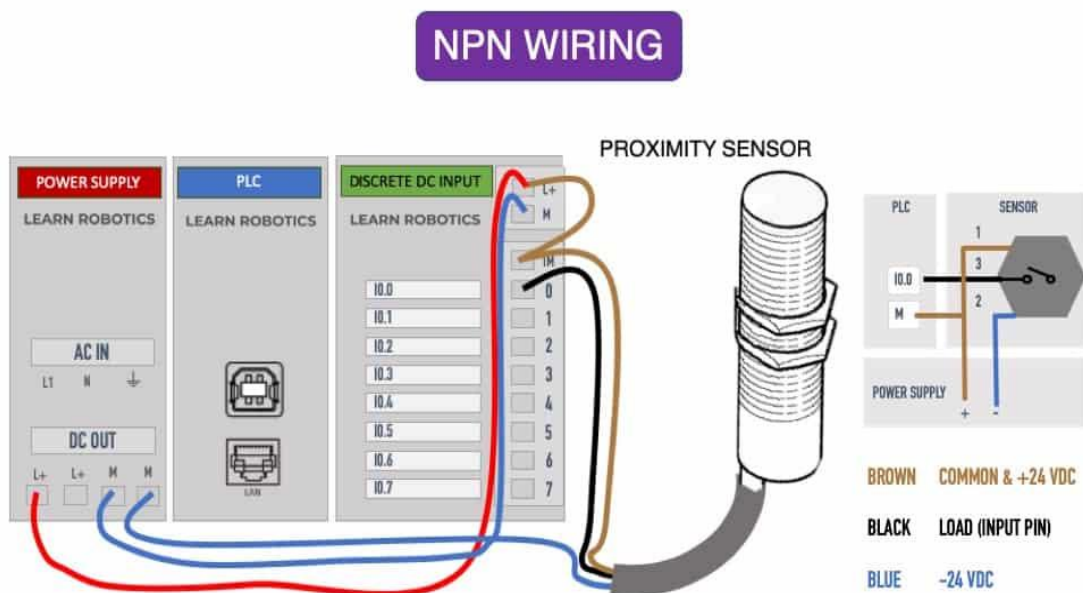
Εικόνα 2.1.β. Συνδεσμολογία NPN αισθητήρα

Στη θέση του φορτίου μπορεί να συνδεθεί ένα ρελέ ή μπορεί να συνδεθεί στην είσοδο ενός PLC. Στην περίπτωση ενός NPN αισθητήρα θα πρέπει το κοινό να συνδεθεί στη θετική τάση τροφοδοσίας, καθώς επειδή παράγει έξοδο LOW αν συνδεθεί το κοινό στην αρνητική τάση τροφοδοσίας μόλις ενεργοποιηθεί ο αισθητήρας δεν θα υπάρχει διαφορά δυναμικού ανάμεσα στο κοινό και την έξοδο του αισθητήρα και επομένως δε θα γίνει αντιληπτή η ενεργοποίηση του αισθητήρα. Οι αισθητήρες NPN συναντώνται

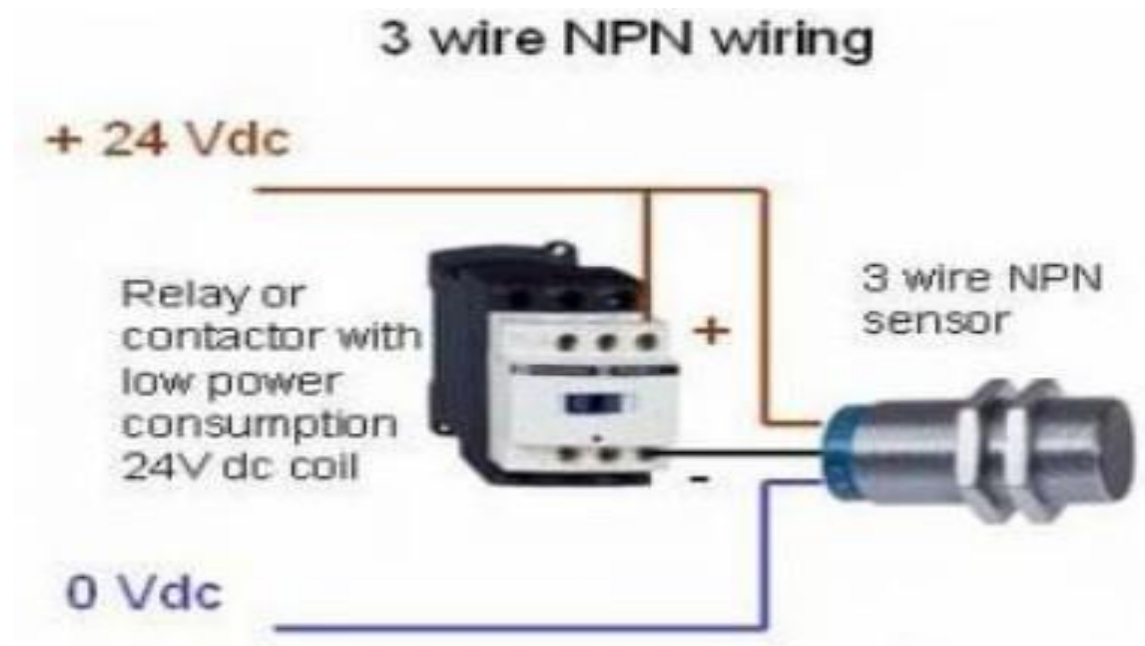
συχνά στην Ασία και τις ΗΠΑ. Στις παρακάτω εικόνες βλέπουμε τη συνδεσμολογία ενός NPN αισθητήρα σε μια είσοδο ενός PLC, αλλά και τη συνδεσμολογία σε ένα ρελέ. [1], [2]



Εικόνα 2.2.α. Συνδεσμολογία NPN αισθητήρα σε PLC

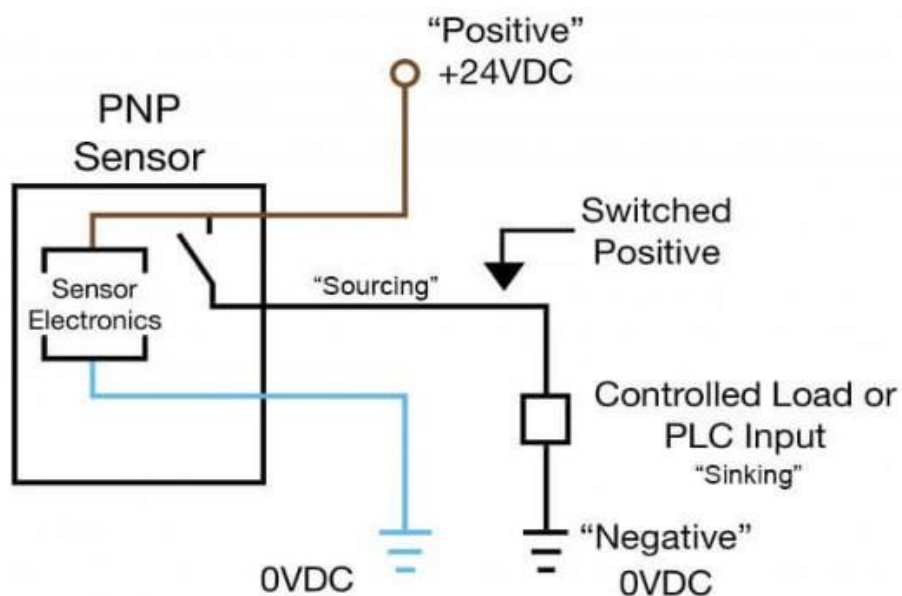


Εικόνα 2.2.β. Συνδεσμολογία NPN αισθητήρα σε PLC

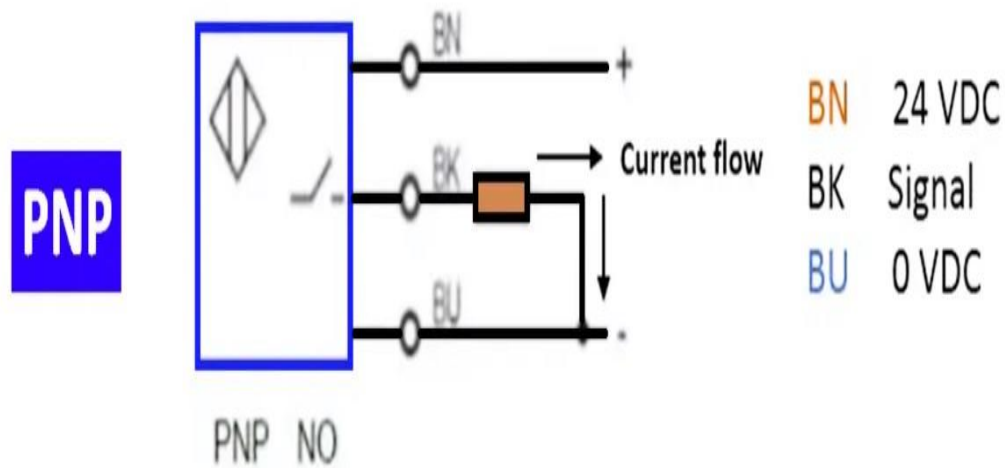


Εικόνα 2.3. Συνδεσμολογία NPN αισθητήρα σε ρελέ

- Αισθητήρες PNP. Οι αισθητήρες PNP παράγουν ενεργή έξοδο HIGH, δηλαδή όταν ενεργοποιηθεί ο αισθητήρας θα εμφανιστούν 24V στον ακροδέκτη εξόδου (η έξοδος του αισθητήρα συνδέεται με 24V). Σε αυτήν την περίπτωση θα πρέπει το κοινό σημείο να είναι συνδεδεμένο με την αρνητική τάση τροφοδοσίας (0V) όπως φαίνεται παρακάτω στις εικόνες. [1], [2]



Εικόνα 2.4.α. Συνδεσμολογία PNP αισθητήρα

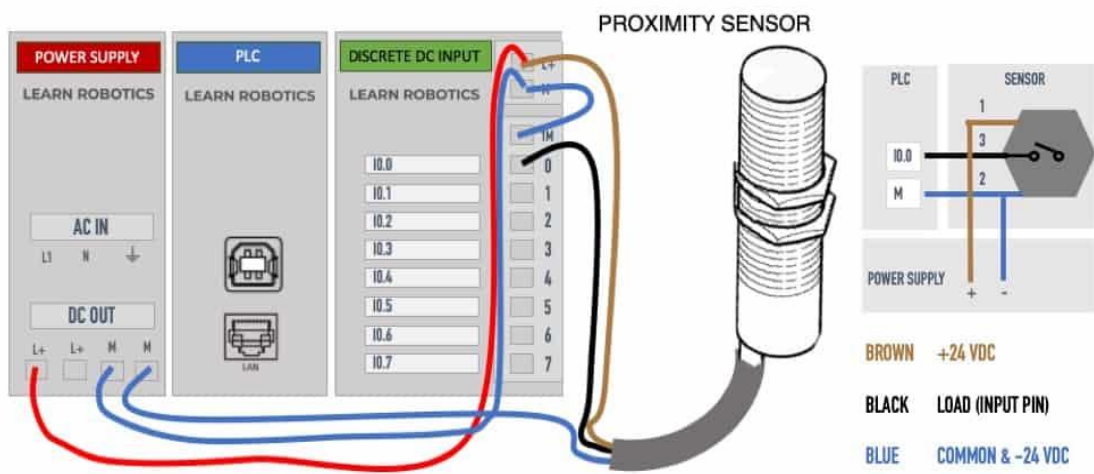


Εικόνα 2.4.β. Συνδεσμολογία PNP αισθητήρα

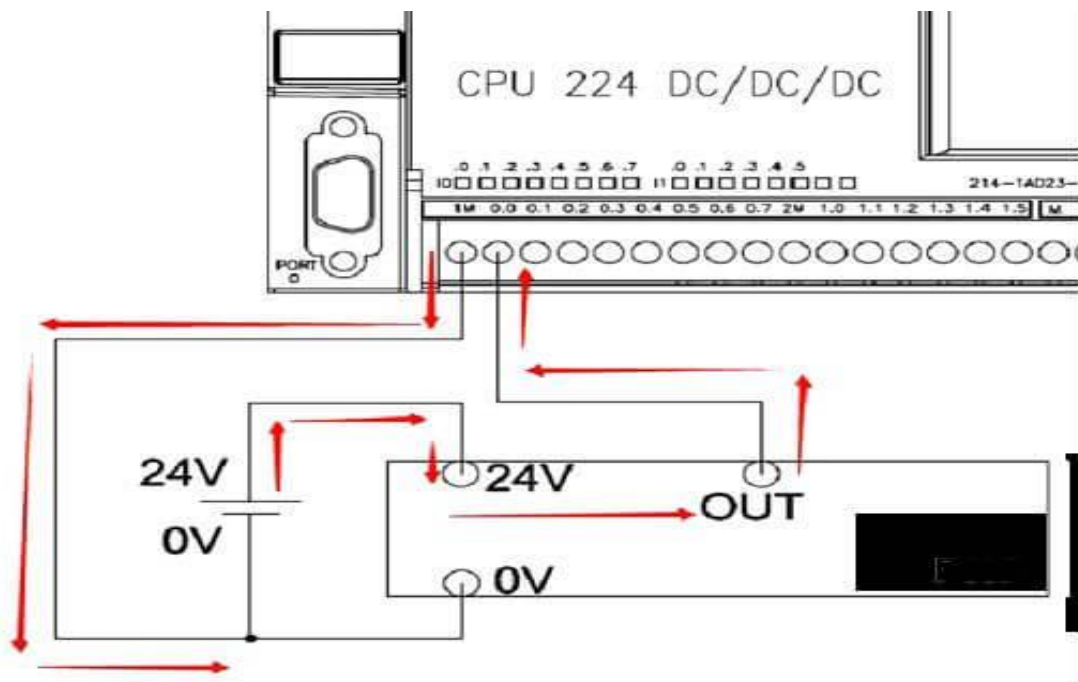
Παρομοίως με τον αισθητήρα NPN έτσι και με τον αισθητήρα PNP στη θέση του φορτίου μπορεί να συνδεθεί ένα ρελέ ή να συνδεθεί στην είσοδο ενός PLC. Στην περίπτωση ενός PNP αισθητήρα θα πρέπει το κοινό να συνδεθεί στην αρνητική τάση τροφοδοσίας, καθώς επειδή παράγει έξοδο HIGH αν συνδεθεί το κοινό στη θετική τάση τροφοδοσίας μόλις ενεργοποιηθεί ο αισθητήρας δε θα υπάρχει διαφορά δυναμικού ανάμεσα στο κοινό και την έξοδο του αισθητήρα και επομένως δε θα γίνει αντιληπτή η ενεργοποίηση του αισθητήρα. Οι αισθητήρες PNP συναντώνται συχνά στην Ευρώπη. [1], [2]

Στις παρακάτω εικόνες βλέπουμε τη συνδεσμολογία ενός PNP αισθητήρα σε μια είσοδο ενός PLC, αλλά και τη συνδεσμολογία σε ένα ρελέ.

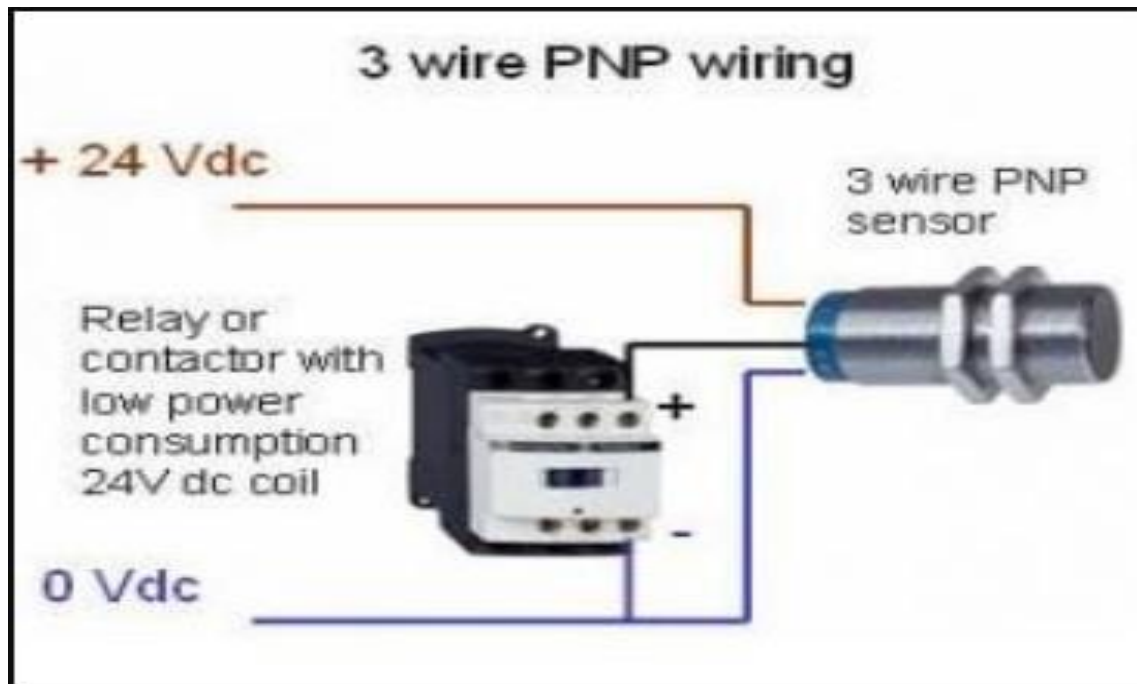
PNP WIRING



Εικόνα 2.4.α.Συνδεσμολογία PNP αισθητήρα σε PLC

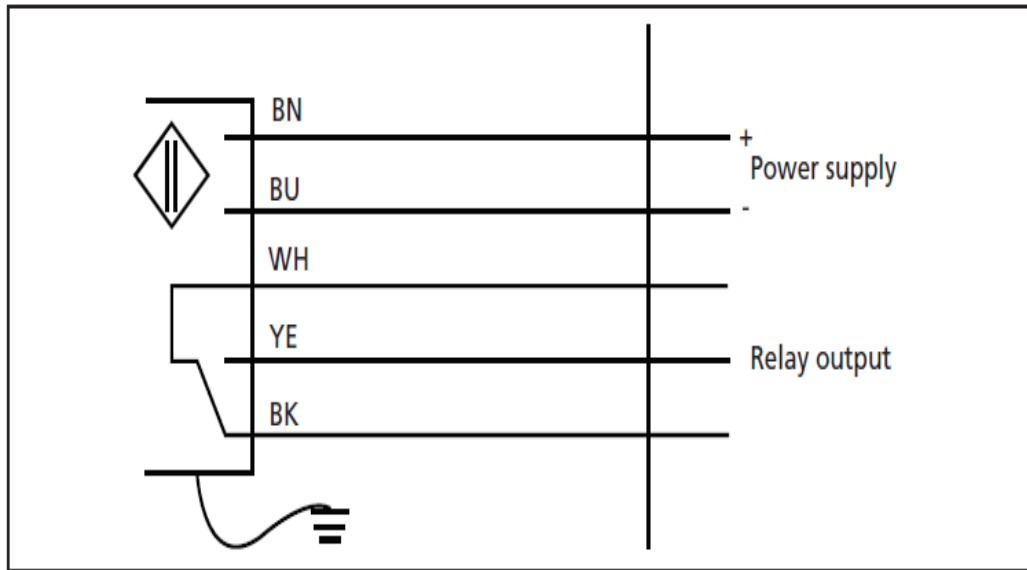


Εικόνα 2.4.β.Συνδεσμολογία PNP αισθητήρα σε PLC



Εικόνα 2.5.Συνδεσμολογία PNP αισθητήρα σε ρελέ.

- DRY CONTACT αισθητήρες: Οι αισθητήρες αυτής της κατηγορίας δεν παράγουν κάποια τάση αλλά λειτουργούν σαν διακόπτης (NO, NC ή CO). ενώ θα πρέπει να αναφερθεί ότι δεν χρησιμοποιούνται συχνά αλλά προτιμώνται οι αισθητήρες NPN και PNP. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η συνδεσμολογία τους.



Εικόνα 2.6. Συνδεσμολογία DRY CONTACT αισθητήρα.

Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους οι αισθητήρες χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες.

- Φωτοκύτταρα (photoelectric sensors)
- Χωρητικοί αισθητήρες (capacitive proximity switch)
- Επαγωγικοί αισθητήρες (inductive proximity switch)
- Αισθητήρες υπερήχων (ultrasound sensor)
- Αισθητήρες θερμοκρασίας (temperature sensors)
- Αισθητήρες πίεσης (pressure sensors)
- Αισθητήρες ροής (flow sensors)
- Αισθητήρες στάθμης (level sensors)

Υπάρχουν και άλλες κατηγορίες αισθητήρων όμως οι παραπάνω είναι οι πιο σημαντικοί και αυτοί που χρησιμοποιούνται συχνότερα. Οι δυο πρώτες κατηγορίες αισθητήρων είναι αυτοί που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία και γι' αυτό στη συνέχεια θα γίνει μια αναφορά στον τρόπο λειτουργίας τους.

2.1.1.Φωτοκύτταρα (Photoelectric sensors). Η ενεργοποίηση του φωτοκύτταρου βασίζεται στην ανίχνευσή φωτός, το οποίο ανάλογα με το μήκος κύματος του φωτός του είναι κόκκινο, υπέρυθρο (επικρατέστερη περίπτωση) ή δέσμη λέιζερ. Το υπέρυθρο είναι χρήσιμο σε περιβάλλον όπου υπάρχει σκόνη, ομίχλη, άμμος

δηλαδή περιβάλλον που δεν είναι καθαρό αλλά έχει το μειονέκτημα ότι δεν είναι ορατό και έτσι είναι δύσκολο να γίνει η ρύθμιση. Τα φωτοκύτταρα με δέσμη λέιζερ συνήθως έχουν κόκκινο χρώμα βοηθώντας στη ρύθμιση και έχουν μεγαλύτερη ακρίβεια και μπορούν να ανιχνεύσουν μικρούς στόχους σε μεγάλες αποστάσεις αλλά είναι πιο ακριβά από τα συνήθη κόκκινα ή τα υπέρυθρα φωτοκύτταρα.

Τα φωτοκύτταρα με βάση το τρόπο λειτουργίας τους χωρίζονται σε φωτοκύτταρο πομπού-δέκτη και σε φωτοκύτταρα ανάκλασης.

Τα φωτοκύτταρα πομπού-δέκτη είναι δυο ξεχωριστές συσκευές οι οποίες τοποθετούνται απέναντι η μία από την άλλη. Ο πομπός στέλνει το φως το οποίο λαμβάνει ο δέκτης. Όταν ένα αντικείμενο παρεμβληθεί ανάμεσα στον πομπό και στο δέκτη τότε η ακτίνα του φωτός "διακόπτεται" και η έξοδος αλλάζει κατάσταση. Τα πλεονεκτήματα αυτής της κατηγορίας είναι

- Μεγάλη απόσταση ανίχνευσης
- Αξιόπιστη ανίχνευση αδιαφανών αντικειμένων

Τα μειονεκτήματα αυτής της κατηγορίας είναι

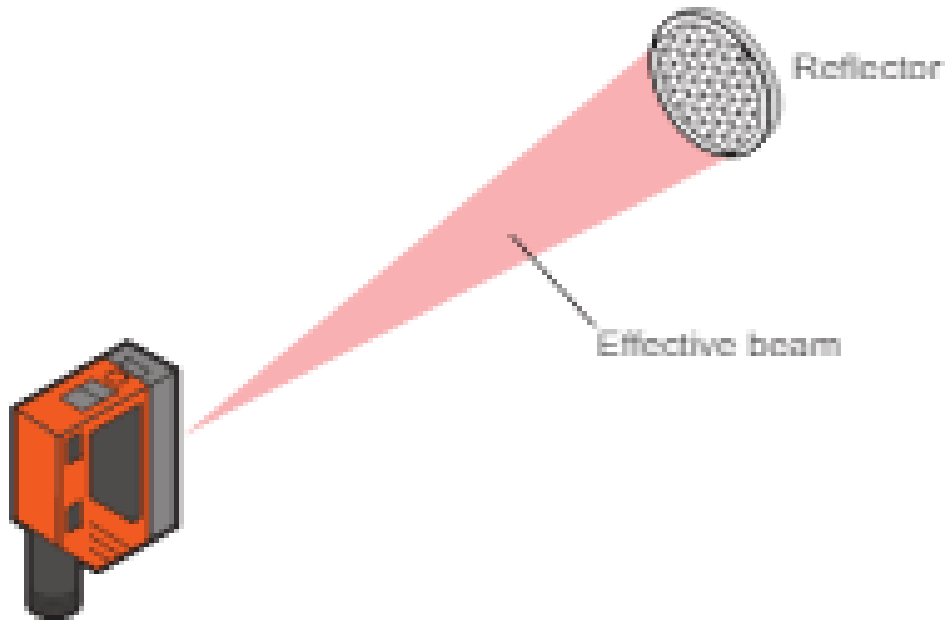
- Υψηλότερο κόστος εξαιτίας του ότι ο πομπός και ο δέκτης βρίσκονται σε διαφορετικά περιβλήματα πρέπει να καλωδιωθούν και τα δυο ξεχωριστά
- Δεν είναι κατάλληλα για διαφανή και ημιδιαφανή υλικά

Στα φωτοκύτταρα ανάκλασης ο πομπός και ο δέκτης είναι στο ίδιο περίβλημα και πρέπει απέναντι τους να τοποθετηθεί μια επιφάνεια ανάκλασης. Σε αυτή την περίπτωση το φως εκπέμπεται και λαμβάνεται από τον ίδιο αισθητήρα αφού ανακλαστεί στην επιφάνεια που βρίσκεται απέναντι. Όπως και στα φωτοκύτταρα πομπού-δέκτη όταν ένα αντικείμενο παρεμβληθεί ανάμεσα στον αισθητήρα και την ανακλαστική επιφάνεια η έξοδος αλλάζει κατάσταση. Τα πλεονεκτήματα των φωτοκύτταρων ανάκλασης είναι:

- Μειωμένο κόστος αγοράς και τοποθέτησης
- Μεσαία απόσταση ανίχνευσης, επειδή η δέσμη διανύει διπλάσια απόσταση σε σχέση με αυτή ενός φωτοκύτταρου πομπού-δέκτη
- Εύκολη τοποθέτηση ανακλαστικής επιφάνειας
- Αξιόπιστη ανίχνευση αδιαφανών αντικειμένων.

Τα μειονεκτήματα είναι:

- Αναξιόπιστη ανίχνευση διαφανών αντικειμένων
- Ανομοιόμορφη διάμετρος ωφέλιμης δέσμης όπως φαίνεται και στην εικόνα παρακάτω



Εικόνα 2.7 Διάμετρος ωφέλιμης δέσμης στο μήκος ανίχνευσης

Όπως παρατηρούμε έχει μικρή διάμετρο κοντά στο φακό και όσο απομακρύνεται και πλησιάζει την ανακλαστική επιφάνεια μεγαλώνει η διάμετρος. Αυτό σημαίνει ότι μικρά αντικείμενα μπορούν να γίνουν αντιληπτά όταν βρίσκονται κοντά στον αισθητήρα αλλά όχι όταν βρίσκονται κοντά στον ανακλαστήρα. Όταν υπάρξει διακοπή της δέσμης φωτός ο αισθητήρας αλλάζει το σήμα εξόδου. [3]

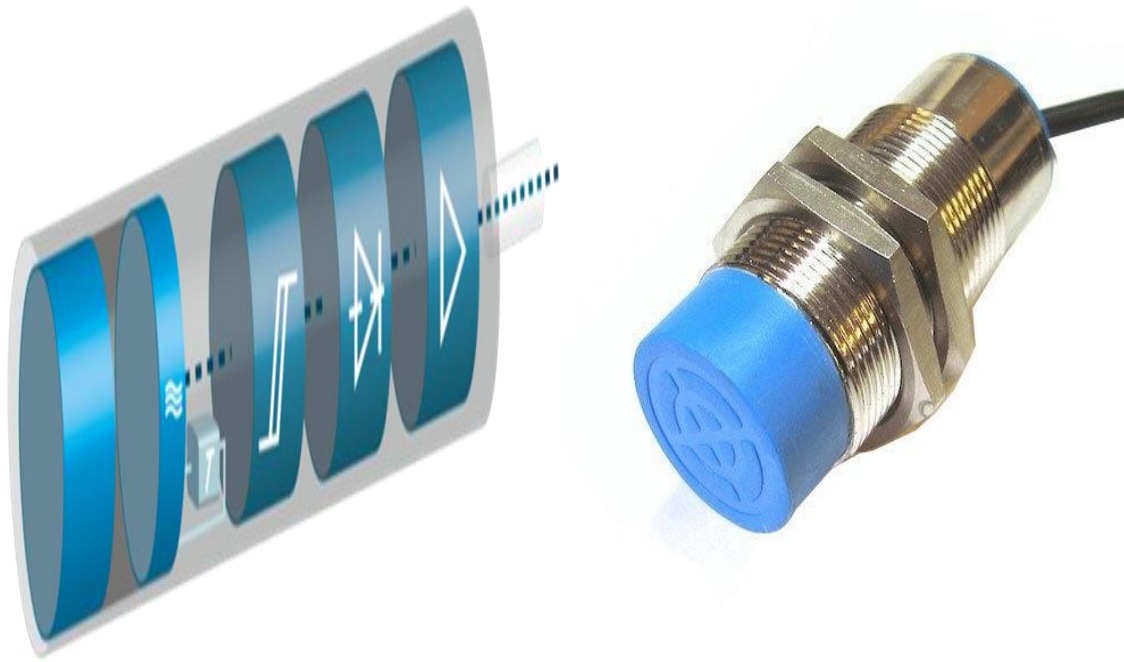
2.1.2. Χωρητικοί αισθητήρες (Capacitive proximity switch). Οι χωρητικοί αισθητήρες χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση αντικειμένων τα οποία μπορεί να είναι είτε μεταλλικά είτε όχι, όπως είναι το πλαστικό, το ξύλο, διάφορα υγρά κ.α.

Η λειτουργία του χωρητικού αισθητήρα βασίζεται στην αρχή ενός πυκνωτή παράλληλης πλάκας. Υπάρχουν δυο τύποι χωρητικών αισθητήρων. Ο πρώτος είναι ο χωρητικός αισθητήρας διηλεκτρικού τύπου και ο δεύτερος ο χωρητικός αισθητήρας αγωγίμου τύπου.

Ο αισθητήρας διηλεκτρικού τύπου μπορεί να ανιχνεύσει οποιοδήποτε αντικείμενο έχει διηλεκτρική σταθερά μεγαλύτερη από τον αέρα. Διαθέτει δυο παράλληλες πλάκες μέσα στην αισθητήρια κεφαλή που λειτουργεί σαν ανοιχτός πυκνωτής και ο αέρας λειτουργεί ως διηλεκτρικό. Όταν δεν υπάρχει κάποιο

αντικείμενο στην περιοχή ανίχνευσης η χωρητικότητα μεταξύ των πλακών θα είναι πολύ μικρή. Αυτές οι πλάκες συνδέονται με έναν ταλαντωτή και ένα κύκλωμα ανιχνευτή. Καθώς το αντικείμενο που έχει διηλεκτρική σταθερά μεγαλύτερη από τον αέρα πλησιάζει τον αισθητήρα η χωρητικότητα μεταξύ των πλακών αυξάνεται. Με τη σειρά της η αύξηση της χωρητικότητας αυξάνει το πλάτος της ταλάντωσης του ταλαντωτή. Όταν το πλάτος της ταλάντωσης υπερβεί μια συγκεκριμένη τιμή ενεργοποιείται η έξοδος του αισθητήρα.

Ο χωρητικός αισθητήρας αγωγίμου τύπου έχει μόνο μια πλάκα πυκνωτή μέσα στον αισθητήρα και το ίδιο το αντικείμενο προς ανίχνευση "μετατρέπεται" στη δεύτερη πλάκα του παράλληλου πυκνωτή. Επειδή οι πλάκες πρέπει να είναι από αγωγίμο υλικό αυτός ο τύπος θα πρέπει να χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που θέλουμε να ανιχνεύσουμε αντικείμενο το οποίο είναι από κάποιο ηλεκτρικά αγωγίμο υλικό. Το διάκενο μεταξύ του αισθητήρα και του αντικειμένου λειτουργεί σαν διηλεκτρικό. Η πλάκα μέσα στον αισθητήρα συνδέεται με ένα κύκλωμα ταλαντωτή που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία ηλεκτρικού πεδίου. Όσο το ανιχνεύσιμο αντικείμενο πλησιάζει τον αισθητήρα η απόσταση μεταξύ των δυο πλακών μειώνεται και εξαιτίας αυτής της μείωσης αυξάνεται η χωρητικότητα του πυκνωτή με αποτέλεσμα την αύξηση του πλάτους ταλάντωσης. Όταν το πλάτος της ταλάντωσης υπερβεί μια καθορισμένη τιμή ενεργοποιείται η έξοδος του αισθητήρα.



Εικόνα 2.8 Χωρητικός αισθητήρας

2.2.ΠΑΛΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ

Η παλμογεννήτρια (ή αλλιώς κωδικοποιητής-encoder) είναι μια συσκευή που χρησιμοποιείται για την παροχή ανατροφοδότησης. Η παλμογεννήτρια μετατρέπει την κίνηση σε ηλεκτρικό σήμα το οποίο μπορεί να διαβαστεί από ένα σύστημα ελέγχου κίνησης, όπως ένα PLC στην περίπτωση της παρούσης εργασίας. Αυτό το σήμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ανιχνεύσει τη θέση, την ταχύτητα, ή την κατεύθυνση κάποιου αντικειμένου.



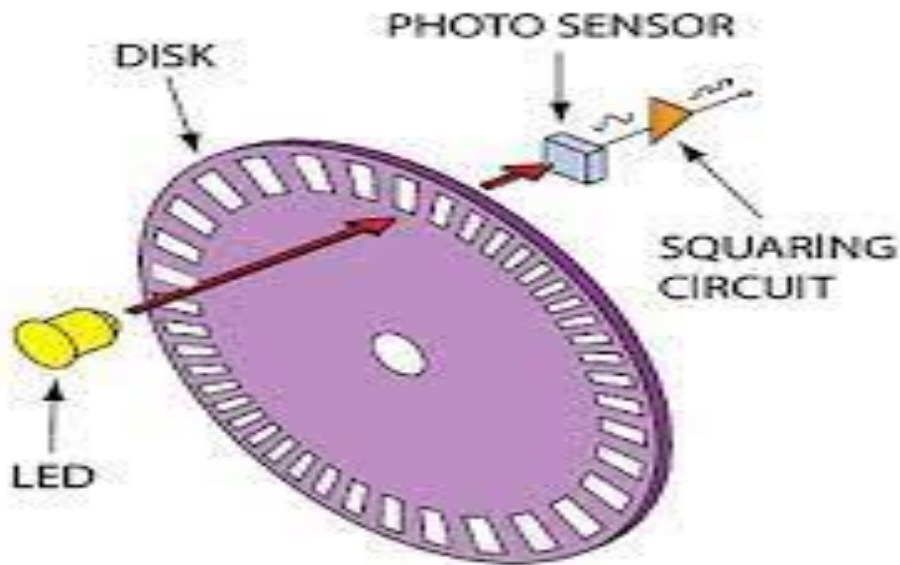
Εικόνα 2.9. Παλμογεννήτρια

Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούν οι παλμογεννήτριες για τη δημιουργία σήματος είναι:

- Μαγνητικές
- Μηχανικές
- Ωμικές
- Οπτικές

Οι οπτικές είναι ο πιο κοινός τύπος τεχνολογίας. Ο οπτικός κωδικοποιητής έχει μια πηγή φωτός LED, ένα δίσκο "κωδικού" τοποθετημένο στον άξονα, μια διάταξη φωτοανιχνευτή και έναν επεξεργαστή σήματος εξόδου. Ο δίσκος είναι διαμορφωμένος με εναλλασσόμενα διαφανή και αδιαφανή τμήματα και βρίσκεται ανάμεσα στην πηγή φωτός και τον ανιχνευτή φωτός. Καθώς ο δίσκος περιστρέφεται διακόπτεται η φωτεινή δέσμη από τα αδιαφανή τμήματα σε αντίθεση με τα διαφανή τμήματα, από τα οποία ο φωτοανιχνευτής λαμβάνει τη φωτεινή δέσμη. Με αυτή τη διαδικασία παράγεται ένα παλμικό σήμα που στέλνεται στον ελεγκτή ο οποίος με τη σειρά του θα στείλει σήμα για την

επιθυμητή λειτουργία. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ο τρόπος λειτουργίας της παλμογεννήτριας. [4], [5]



Εικόνα 2.10. Τρόπος λειτουργίας οπτικής παλμογεννήτριας.

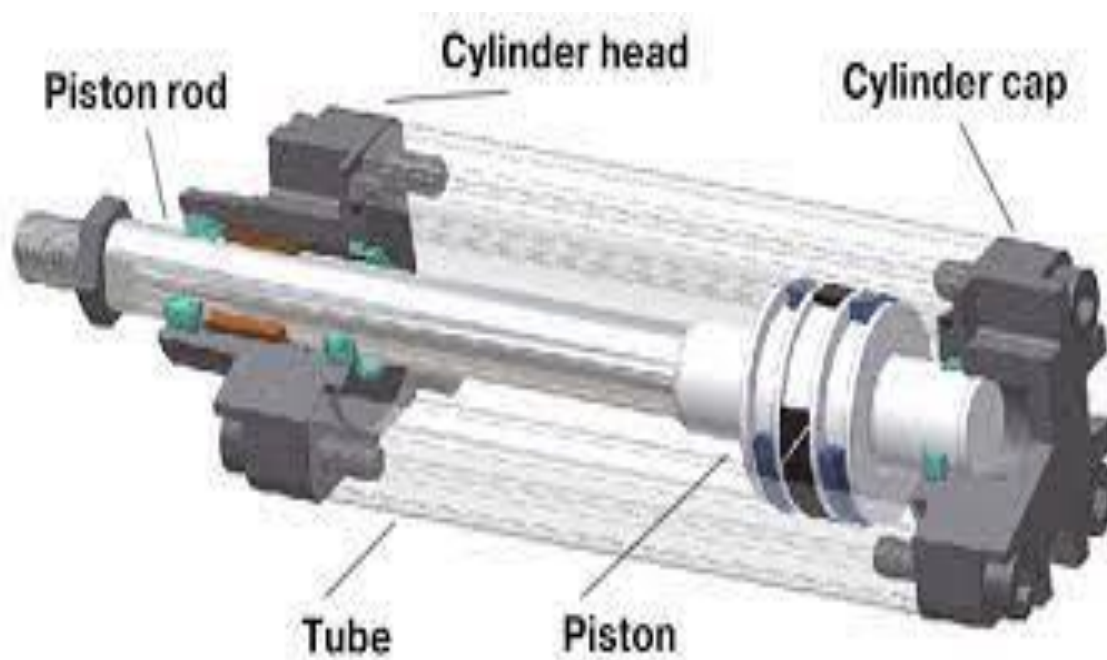
Οι παλμογεννήτριες χωρίζονται σε δυο βασικές κατηγορίες, τις γραμμικές και τις περιστροφικές. Και οι δυο παραπάνω κατηγορίες χωρίζονται σε δυο κατηγορίες, τις απόλυτες και τις επαυξητικές. Στην παρούσα εργασία έχει χρησιμοποιηθεί περιστροφική παλμογεννήτρια η οποία είναι τοποθετημένη στον κινητήρα που κινεί έναν ταινιόδρομο.

Σε μια περιστροφική παλμογεννήτρια απόλυτου τύπου ο δίσκος χρησιμοποιείται με μια σταθερή συσκευή λήψης. Όταν ο δίσκος περιστρέφεται παράγεται ένα μοναδικό μοτίβο κωδικού. Αυτό σημαίνει ότι κάθε θέση του δίσκου έχει ένα ξεχωριστό κωδικό και αυτός ο κωδικός χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της ακριβούς θέσης. Σε περίπτωση που χαθεί η τροφοδοσία της παλμογεννήτριας και ο άξονας περιστρέφεται όταν επανέλθει η τροφοδοσία ο κωδικοποιητής θα καταγράψει την απόλυτη θέση εξαιτίας του μοτίβου που μεταδίδεται από το δίσκο και λαμβάνεται από το φωτοανιχνευτή. Αυτός ο τύπος προτιμάται σε εφαρμογές που απαιτούν μεγάλο βαθμό βεβαιότητας όπως όταν η ασφάλεια είναι πρωταρχικό μέλημα.

Στις επαυξητικές παλμογεννήτριες το σήμα εξόδου δημιουργείται κάθε φορά που ο άξονας περιστρέφεται. Στη συνέχεια αυτό το σήμα ανιχνεύεται με βάση τον αριθμό των σημάτων ανά περιστροφή. Σε αντίθεση με τον απόλυτο κωδικοποιητή κάθε φορά που ενεργοποιείται ξεκινάει τη μέτρηση από το μηδέν και έτσι δεν υπάρχει βεβαιότητα για την ακριβή θέση, γι' αυτό είναι απαραίτητο να καθορισθεί ένα σημείο αναφοράς (reset). [6]

2.3 ΕΜΒΟΛΑ (ΠΙΣΤΟΝΙΑ)

Τα έμβολα είναι μηχανικές κατασκευές που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία γραμμικής κίνησης μικρών αποστάσεων και χαμηλής συνήθως ταχύτητας. Ανάλογα με το είδος του στοιχείου που χρησιμοποιούν χωρίζονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες, τα πνευματικά και τα υδραυλικά. Τα πνευματικά χρησιμοποιούν πεπιεσμένο αέρα για να παράγουν κίνηση ενώ στα υδραυλικά χρησιμοποιείται λάδι. [7], [8]



Εικόνα 2.11 Τα μέρη από τα οποία αποτελείται ένα έμβολο.

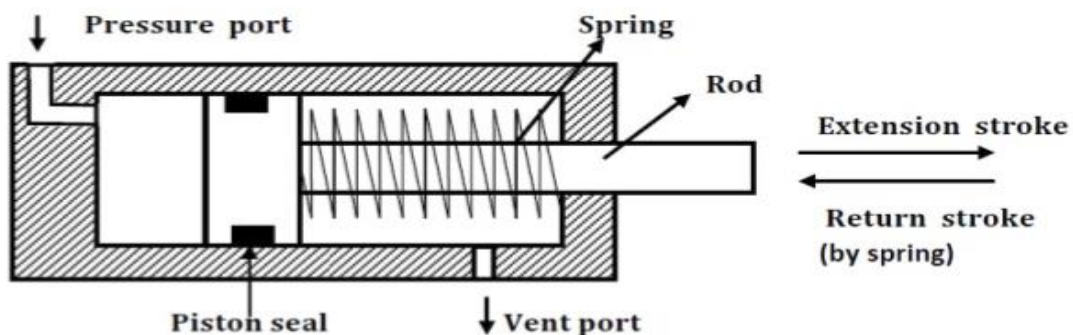
Όπως παρατηρούμε στην εικόνα 2.12 ο κύλινδρος περιέχει ένα πιστόνι που είναι στερεωμένο σε μια ράβδο. Η ράβδος κινείται μέσα και έξω μέσω της πίεσης

που της ασκείται από τον πεπιεσμένο αέρα ή από το υγρό ανάλογα με το είδος του κυλίνδρου. Έτσι δημιουργείται η γραμμική κίνηση.

Εκτός από το διαχωρισμό των εμβόλων σε πνευματικά και υδραυλικά, χωρίζονται επίσης σε μονής και διπλής δράσης.

Στα έμβολα μονής δράσης ή αλλιώς μονής ενέργειας το ρευστό εισέρχεται στον κύλινδρο μέσω μιας θύρας στη μία μόνο πλευρά του κυλίνδρου με αποτέλεσμα η ράβδος του εμβόλου να εκτείνεται μόνο προς μια κατεύθυνση ενώ στην άλλη πλευρά του εμβόλου υπάρχει μια θύρα η οποία χρησιμεύει μόνο για την αποβολή του ρευστού από τον κύλινδρο ώστε η ράβδος να μπορεί να επιστρέψει στην αρχική της θέση. Για την επιστροφή της ράβδου συνήθως χρησιμοποιείται ένα μεταλλικό ελατήριο που είναι τοποθετημένο στην πλευρά από την οποία εκτείνεται. Σε κάποιες περιπτώσεις για την επαναφορά της ράβδου στην αρχική της θέση, αυτή επιτυγχάνεται μέσω της βαρύτητας και της πίεσης που αυτή ασκεί στη ράβδο όταν το έμβολο χρησιμοποιείται για την ανύψωση κάποιου αντικειμένου. [7], [8]

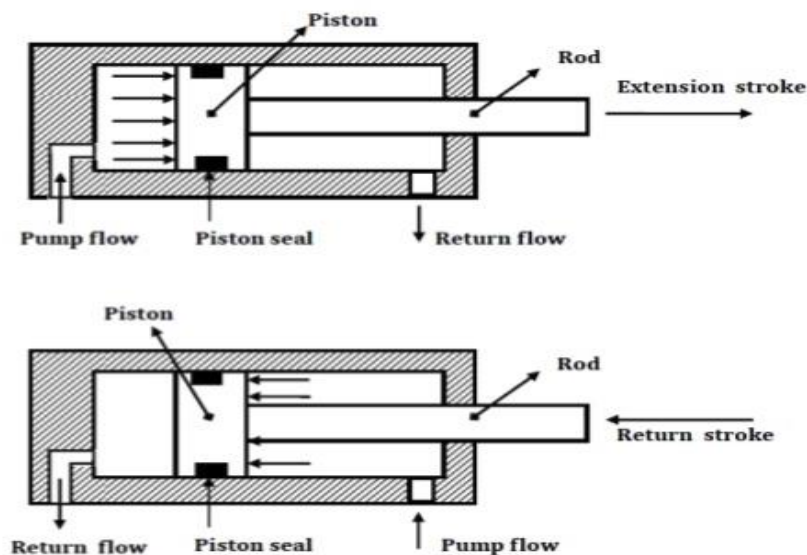
SINGLE ACTING CYLINDER



Εικόνα 2.12. Τρόπος λειτουργίας κυλίνδρου μονής δράσης.

Στους κυλίνδρους διπλής δράσης το ρευστό μπορεί να εισαχθεί και από τις δυο πλευρές του εμβόλου. Με αυτό το τρόπο η ράβδος μπορεί να εκτελέσει γραμμική κίνηση και προς τις δυο κατευθύνσεις μόνο μέσω της πίεσης από το ρευστό. Σε σχέση με τους κυλίνδρους μονής δράσης τα έμβολα διπλής δράσης έχουν το πλεονέκτημα του μεγαλύτερου ελέγχου θέσης καθώς μπορεί να εκταθεί σε οποιοδήποτε σημείο ανάμεσα στα δυο οριακά σημεία και να κλειδώσουν και έτσι προτιμώνται σε εφαρμογές που απαιτείται υψηλότερη ακρίβεια. Η ανίχνευση της θέσης του εμβόλου γίνεται με μαγνητικούς αισθητήρες. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ένα έμβολο διπλής δράσης και πως λειτουργεί, ενώ παρατηρούμε ότι οι ίδιες θύρες χρησιμοποιούνται και για την είσοδο του ρευστού αλλά και για την αποβολή του, κάτι που δε συμβαίνει με τα έμβολα μονής δράσης. [7], [8]

DOUBLE ACTING CYLINDER

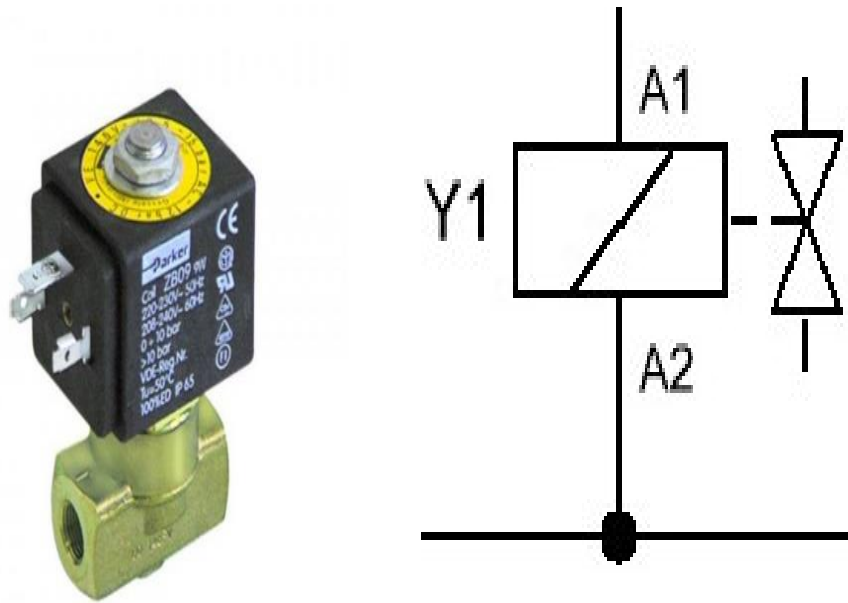


Εικόνα 2.13. Τρόπος λειτουργίας εμβόλου διπλής δράσης.

2.4 ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΛΒΙΔΕΣ

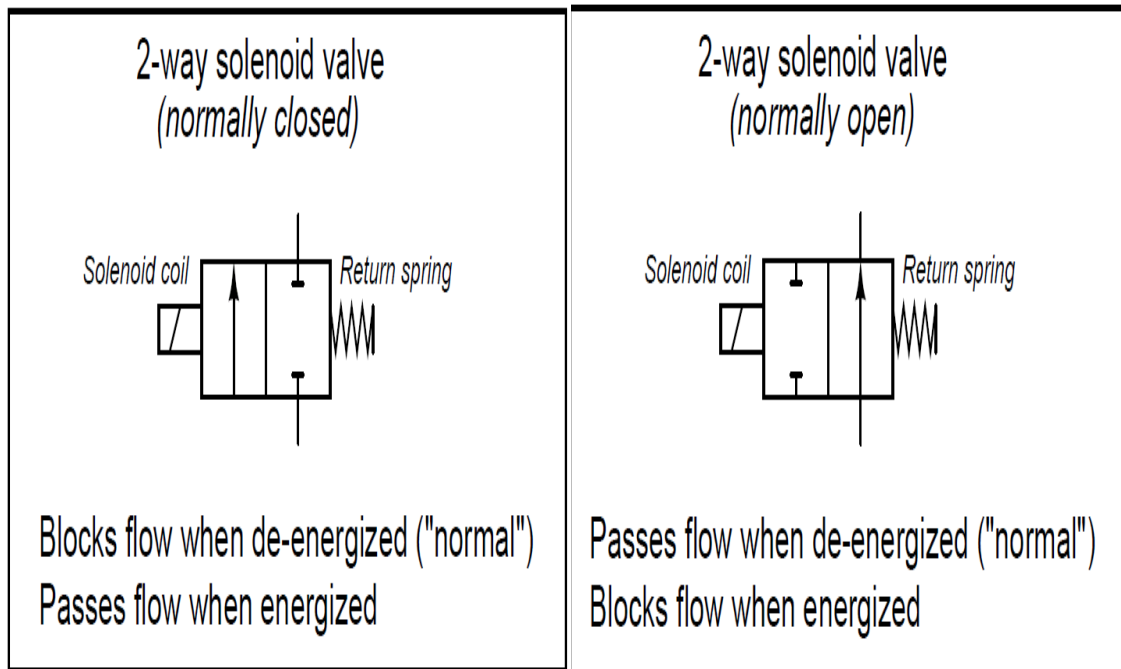
Η ηλεκτροβαλβίδα είναι μια ηλεκτρομηχανολογική κατασκευή που επιτρέπει ή εμποδίζει τη διέλευση κάποιου ρευστού. Χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με έμβολα μονής ή διπλής δράσης ώστε να ελέγξουμε την κίνηση της ράβδου του εμβόλου. Η ηλεκτροβαλβίδα αποτελείται από ένα πηνίο με ένα κινητό

σιδηρομαγνητικό πυρήνα στο κέντρο του. Όταν μια τάση εφαρμόζεται στο πηνίο δημιουργείται ένα μαγνητικό πεδίο το οποίο ασκεί δύναμη στο σιδηρομαγνητικό πυρήνα που έχει στο κέντρο του ανοίγοντας ή κλείνοντας έτσι το στόμιο. Η παραπάνω διαδικασία είναι η βασική αρχή λειτουργίας της ηλεκτροβαλβίδας. [9]



Εικόνα 2.14. Ηλεκτροβαλβίδα και το σύμβολο της

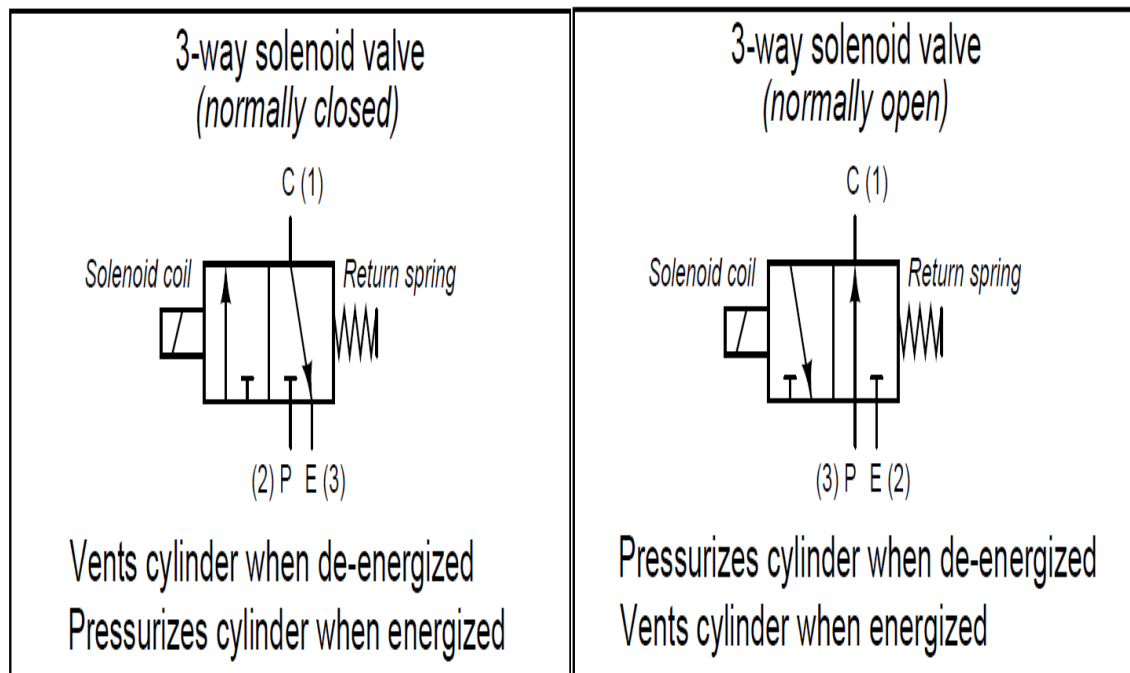
Οι ηλεκτροβαλβίδες χαρακτηρίζονται με δυο αριθμούς, για παράδειγμα μια βαλβίδα 2/2 που είναι και η πιο απλή. Ο πρώτος αριθμός δηλώνει τον αριθμό των θυρών ενώ ο δεύτερος αριθμός δηλώνει τον αριθμό των καταστάσεων μεταγωγής. Στη βαλβίδα 2/2 που έχουμε δυο θύρες η μία είναι η είσοδος του ρευστού και η δεύτερη η έξοδος ενώ όσο αφορά τις καταστάσεις αυτές είναι Normally Open και Normally Closed. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι ενώ η ορολογία Normally Open και Normally Closed χρησιμοποιούνται και για τα ηλεκτρικά κυκλώματα εντούτοις στις ηλεκτροβαλβίδες έχουν εντελώς διαφορετική σημασία καθώς σε μια Normally Open βαλβίδα το ρευστό ρέει ελεύθερα ενώ στο ηλεκτρικό κύκλωμα μια Normally Open επαφή λειτουργεί σαν ένας ανοιχτός διακόπτης μην επιτρέποντας τη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος. Σε μια Normally Closed ηλεκτροβαλβίδα συμβαίνει το αντίθετο, δηλαδή το ρευστό δεν μπορεί να περάσει.



Εικόνα 2.15 Τα σύμβολα μιας 2/2 Normally Closed και Normally Open ηλεκτροβαλβίδας

Στην εικόνα 2.15 παρατηρούμε ότι υπάρχει ένα πηνίο και ένα ελατήριο. Το πηνίο είναι υπεύθυνο ώστε με τον οπλισμό του να αλλάξει κατάσταση η ηλεκτροβαλβίδα από την αρχική κατάσταση ηρεμίας ενώ με το ελατήριο γίνεται η επαναφορά στην αρχική κατάσταση ηρεμίας.

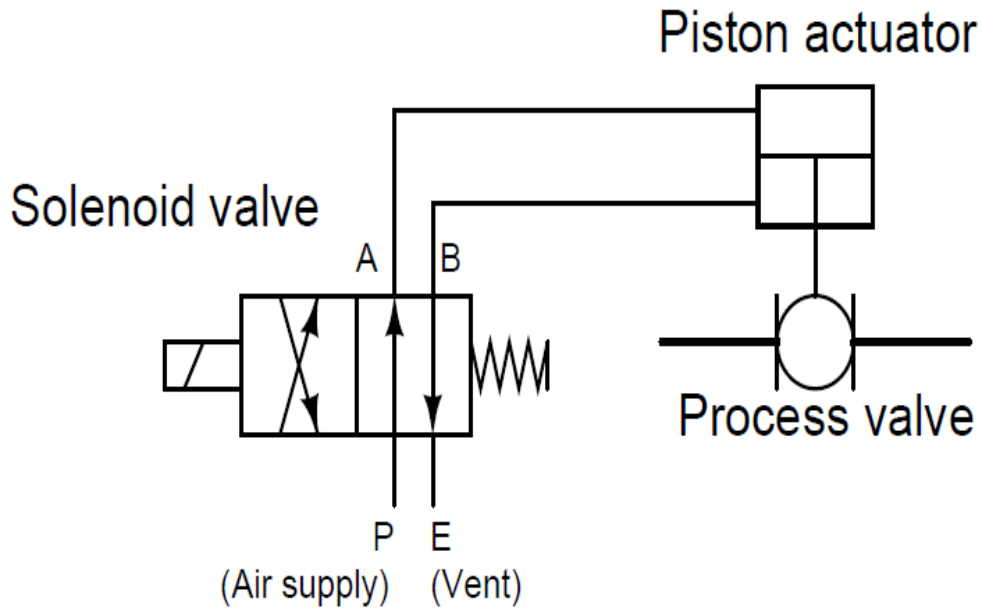
Μια άλλη αρκετά συνηθισμένη ηλεκτροβαλβίδα είναι η 3/2 με το σχηματικό της διάγραμμα να φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 2.16. Ηλεκτροβαλβίδες 3/2(NC και NO)

Σε αντίθεση με την ηλεκτροβαλβίδα 2/2 στην ηλεκτροβαλβίδα 3/2 παρατηρούμε κάποια γράμματα στο σχηματικό της διάγραμμα. Αυτά χρησιμοποιούνται για να δηλώσουν τα εξής: Το C είναι η έξοδος από το αρχικό της λέξης Cylinder που δηλώνει ότι πρέπει να συνδεθεί με ένα έμβολο. Το P είναι η είσοδος από το αρχικό της λέξης Pressure που δηλώνει ότι θα πρέπει να συνδεθεί με κάποια αντλία αέρα στη συγκεκριμένη περίπτωση καθώς πρόκειται για βαλβίδα που χρησιμοποιείται σε πνευματικό σύστημα. Το γράμμα E που είναι το αρχικό της λέξης Exhaust δηλώνει τη θύρα για την αποβολή του ρευστού στο εξωτερικό περιβάλλον. Στα υδραυλικά συστήματα τα αντίστοιχα γράμματα είναι A(Actuator), P(Pressure), T(Tank).

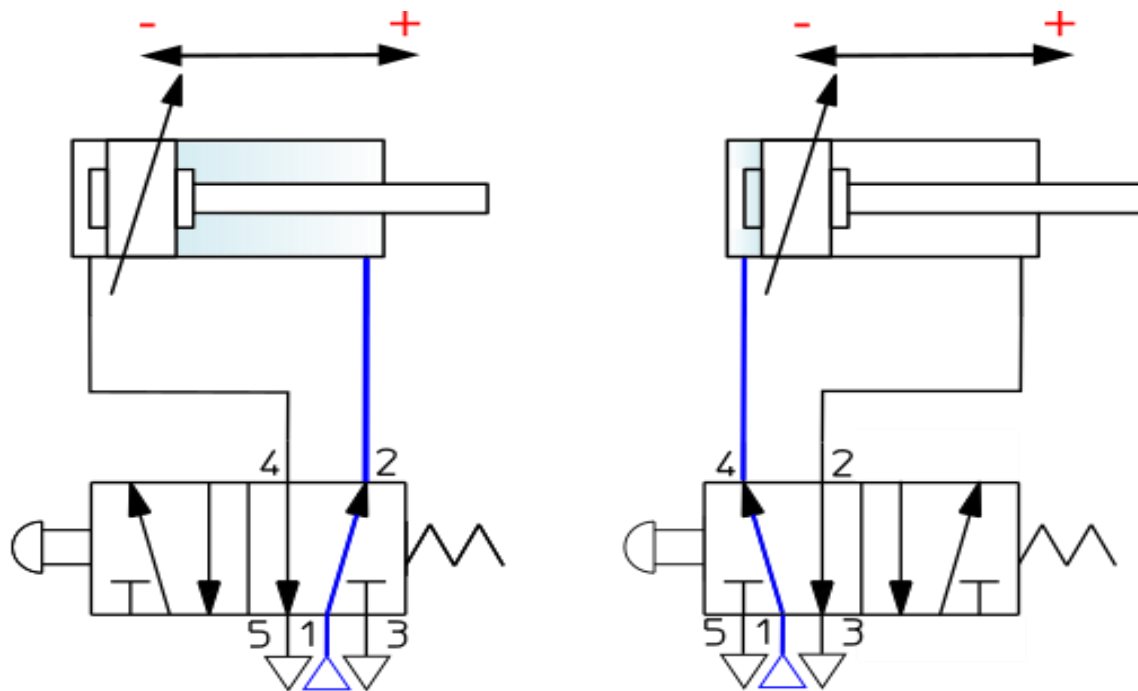
Οι ηλεκτροβαλβίδες 2/2 και 3/2 "ταιριάζουν" με έμβολα μιας δράσης αφού παρατηρούμε από τα σχηματικά τους διαγράμματα ότι έχουν μόνο μια θύρα για να συνδεθεί στο κύλινδρο. Σε περίπτωση που το έμβολο είναι διπλής δράσης θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί βαλβίδα 4/2 ή 5/2 ή κάποια άλλη από τη μεγάλη πληθώρα ηλεκτροβαλβίδων που υπάρχει με αυτές τις δυο να είναι όμως οι συνηθέστερες.



Εικόνα 2.17 Ηλεκτροβαλβίδα 4/2

Σε σχέση με την ηλεκτροβαλβίδα 3/2 τα γράμματα P και E έχουν την ίδια σημασία, ενώ πλέον τα A και B δηλώνουν ότι θα πρέπει να συνδεθούν στις δυο θύρες του κυλίνδρου διπλής δράσης.

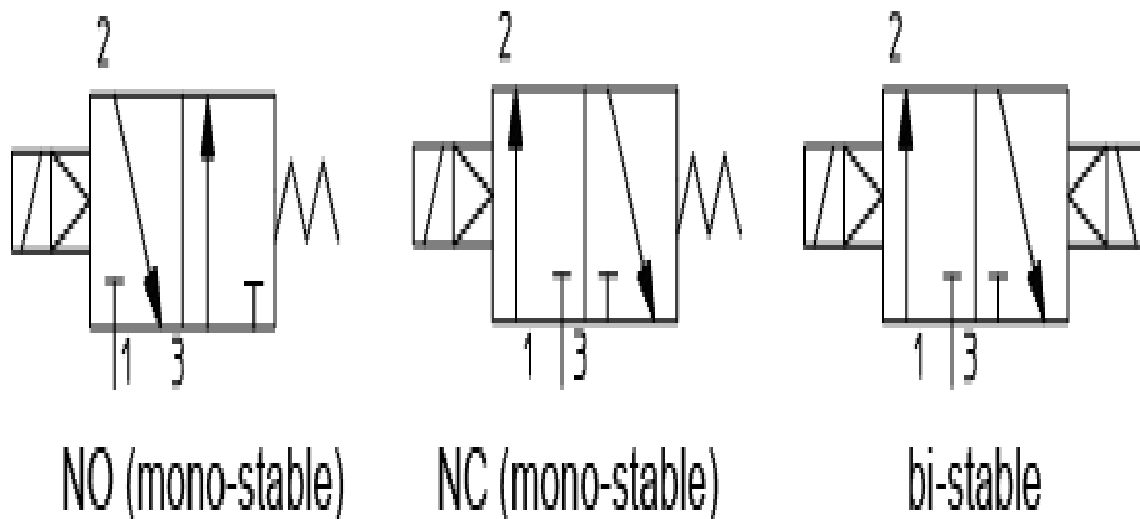
Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το σχηματικό διάγραμμα της ηλεκτροβαλβίδας 5/2. Παρατηρούμε ότι αντί πλέον για γράμματα υπάρχουν οι αριθμοί 1-5. Με το 1 συμβολίζεται η θύρα της εισόδου, το 2 και το 4 είναι οι εξοδοι οι οποίοι συνδέονται με τις δυο θύρες του εμβόλου ενώ με το 3 και το 5 συμβολίζεται η εκτόνωση.



Εικόνα 2.18 Ηλεκτροβαλβίδα 5/2.

Είναι απαραίτητο να επισημανθεί ότι πέρα από τη διαφορά που έχουν οι ηλεκτροβαλβίδες 2/2 και 3/2 με τις 4/2 και 5/2 όσον αφορά ότι οι δύο πρώτες είναι πιο κατάλληλες για έμβολα μονής δράσης, οι ηλεκτροβαλβίδες 4/2 και 5/2 δεν χαρακτηρίζονται ως Normally Open ή Normally Closed καθώς το ρευστό ρέει είτε είναι στην αρχική κατάσταση ηρεμίας οι βαλβίδες είτε όχι με την επιλογή της κατεύθυνσης να γίνεται μέσω της συνδεσμολογίας των θυρών του εμβόλου με τις θύρες της ηλεκτροβαλβίδας.

Ένας άλλος διαχωρισμός των βαλβίδων είναι σε μονοσταθείς και δισταθείς. Στις μονοσταθείς ηλεκτροβαλβίδες υπάρχει ένα πηνίο και ένα ελατήριο. Μόλις αφαιρεθεί η εντολή από το πηνίο η επαναφορά στην αρχική κατάσταση ηρεμίας γίνεται μέσω ελατηρίου. Στις δισταθείς ηλεκτροβαλβίδες υπάρχουν δυο πηνία τα οποία ενεργοποιούνται από στιγμιαίους παλμούς ηλεκτρικής τάσης. Μόλις αφαιρεθεί η εντολή από το ένα πηνίο δεν επιστρέφει στην αρχική κατάσταση αλλά παραμένει ως έχει. Η επαναφορά γίνεται με την ενεργοποίηση του δεύτερου πηνίου. Και σε αυτή την περίπτωση επίσης δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως Normally Open ή Normally Closed. [10]



Εικόνα 2.19 Μονοσταθείς και δισταθείς βαλβίδες.

Για την επιλογή της κατάλληλης ηλεκτροβαλβίδας θα πρέπει να λάβουμε υπόψιν κάποια κριτήρια. Αυτά είναι:

- Τύπος της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας. Θα πρέπει να προσδιορίσουμε αν η εφαρμογή απαιτεί 2 ή 3 θέσεων.
- Το υλικό του περιβλήματος και της σφράγισης ανάλογα με το περιβάλλον λειτουργίας της βαλβίδας αλλά και τις χημικές ιδιότητες του ρευστού.
- Την τάση του πηνίου καθώς μπορεί το πηνίο να είναι AC ή DC
- Λειτουργία της ηλεκτροβαλβίδας. Ανάλογα με την εφαρμογή θα πρέπει η βαλβίδα να είναι Normally Open ή Normally Closed, μονοσταθής ή δισταθής κλπ.
- Πίεση και θερμοκρασία. Η βαλβίδα που θα επιλεγεί θα πρέπει να αντέχει στην ανώτερη και κατώτερη τιμή της πίεσης και της θερμοκρασίας της εφαρμογής
- Χρόνος απόκρισης. Χρόνος απόκρισης είναι ο χρόνος που χρειάζεται ώστε η ηλεκτροβαλβίδα να μεταβεί από τη μια κατάσταση στην άλλη.
- Βαθμός προστασίας. Θα πρέπει η ηλεκτροβαλβίδα να έχει τέτοιο βαθμό προστασίας ώστε να προστατεύεται από τη σκόνη την υγρασία κ.α.

2.5 ΜΕΣΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

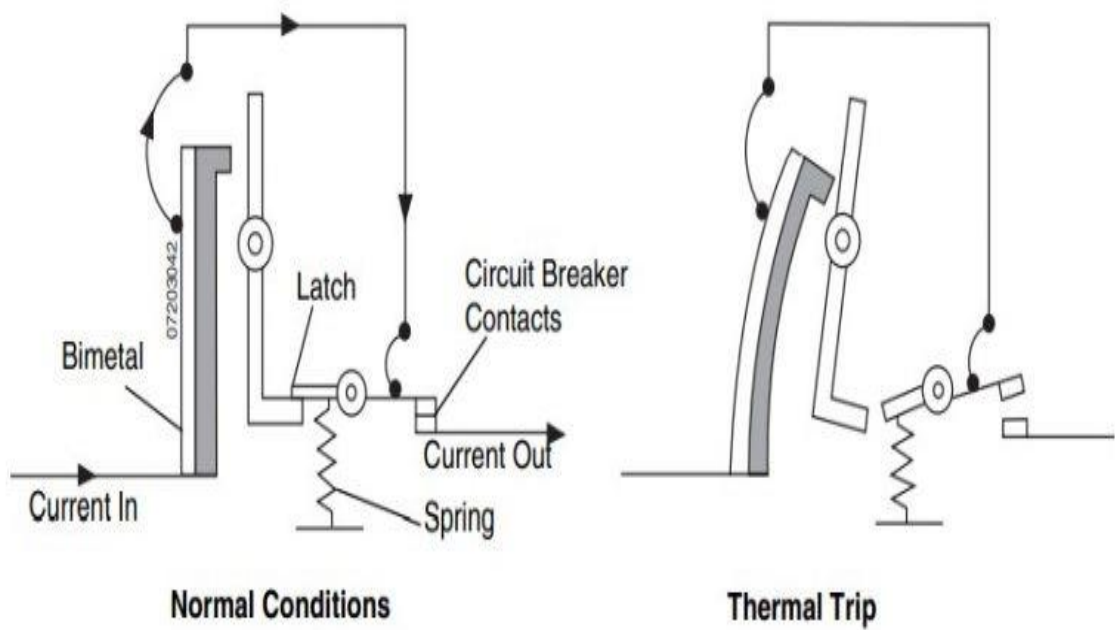
Είναι απαραίτητο σε κάθε εφαρμογή να προστατεύουμε τον κινητήρα μας από υπερφόρτωση και βραχυκύκλωμα. Με τον όρο βραχυκύκλωμα εννοούμε την αστοχία μέσα στην περιέλιξη του κινητήρα ή της γραμμής που τον τροφοδοτεί, όπου έρχονται σε επαφή μεταξύ τους οι φάσεις ή μία φάση με το γειωμένο περίβλημα της μηχανής. Με τον όρο υπερφόρτωση εννοούμε την περίπτωση όπου παρατεταμένα ο κινητήρας καλείται να αποδώσει μηχανική ισχύ μεγαλύτερη από την ονομαστική λόγω αυξημένου μηχανικού φορτίου, με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγαλύτερο ρεύμα τόσο στη γραμμή τροφοδοσίας όσο και μέσα στην περιέλιξη του κινητήρα.

Η προστασία του κινητήρα επιτυγχάνεται μέσω δυο ειδών ρελέ

- Απλό θερμικό ρελέ προστασίας
- Θερμομαγνητικό ρελέ προστασίας

Το θερμομαγνητικό ρελέ προστατεύει τον κινητήρα και από βραχυκύκλωμα και από υπερφόρτιση ενώ το απλό θερμικό προστατεύει μόνο από υπερφόρτιση γι' αυτό το λόγο χρειάζονται ασφάλειες για την προστασία από βραχυκύκλωμα όπου τοποθετούνται πριν το θερμικό.

Το απλό θερμικό λειτουργεί με βάση τη θερμότητα. Στο εσωτερικό του έχει τρία διμεταλλικά ελάσματα, ένα για κάθε φάση. Το ρεύμα καθώς διέρχεται από το θερμικό δημιουργείται θερμότητα ίση με $Q=I^2 * R * t$. Εξαιτίας του διαφορετικού συντελεστή διαστολής που έχουν τα ελάσματα όταν θερμανθούν πάνω από κάποιο βαθμό θα λυγίσουν και θα ανοίξουν ένα διακόπτη ο οποίος υπάρχει στο εσωτερικό του θερμικού ρελέ εμποδίζοντας έτσι τη διέλευση του ρεύματος. Όταν το διμεταλλικό έλασμα ψυχρανθεί στην αρχική του θερμοκρασία ο διακόπτης θα ξανακλείσει επιτρέποντας πάλι τη διέλευση του ρεύματος. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ο τρόπος λειτουργίας του θερμικού ρελέ. [11], [12]



Εικόνα 2.20 Τρόπος λειτουργίας θερμικού ρελέ προστασίας.

Η επιλογή του θερμικού θα πρέπει να γίνεται με βάση το εύρος ρύθμισης της έντασης του ρεύματος, ώστε το ονομαστικό ρεύμα του κινητήρα να είναι εντός αυτού του εύρους.



Εικόνα 2.21 . α



β. Θερμικά ρελέ προστασίας

Όπως παρατηρούμε στην εικόνα 2.21α το θερμικό ρελέ έχει στην πάνω πλευρά 3 "ακροδέκτες". Η χρησιμότητά τους είναι ώστε να "κουμπώσει" απευθείας το θερμικό στις εξόδους του προτεταμένου ρελέ ισχύος. Ο περιστροφικός διακόπτης reset μπορεί να τοποθετηθεί είτε σε αυτόματη επαναφορά είτε σε χειροκίνητη. Στην αυτόματη λειτουργία επαναφοράς ο κινητήρας μπορεί να ξαναξεκινήσει απρόσμενα. Στην εικόνα 2.21 β για την επανεκκίνηση του κινητήρα θα πρέπει να πατηθεί το button start αφού κάθε φορά που διακόπτεται το κύκλωμα είναι πατημένο το button stop.

Το θερμικό ρελέ προστασίας έχει το πλεονέκτημα του μειωμένου κόστους ενώ το μειονέκτημα του είναι ότι επηρεάζεται από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Επίσης απαιτείται κάποιος χρόνος αντίδρασης μέχρι να ανοίξει η επαφή και να διακοπεί η διέλευση του ρεύματος αν και στις περισσότερες περιπτώσεις αυτός ο χρόνος είναι μέσα στα επιτρεπτά πλαίσια ώστε να μην δημιουργηθεί κάποια ζημιά στον κινητήρα.

Το θερμομαγνητικό ρελέ προστασίας είναι συνδυασμός θερμικού ρελέ προστασίας και ενός ηλεκτρομαγνήτη. Ο ηλεκτρομαγνήτης αποτελείται από ένα τμήμα σιδήρου με ένα συρμάτινο πηνίο γύρω του, το οποίο όταν διαρρέεται από ρεύμα δημιουργείται ο ηλεκτρομαγνήτης. Καθώς η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι ανάλογη της έντασης του ρεύματος όσο αυξάνεται η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος αυξάνεται και ένταση του μαγνητικού πεδίου με αποτέλεσμα να έλκεται ένας σπλισμός ανοίγοντας το διακόπτη και έτσι να μην περνάει πλέον ρεύμα. [13]Τα πλεονεκτήματα του θερμομαγνητικού διακόπτη είναι

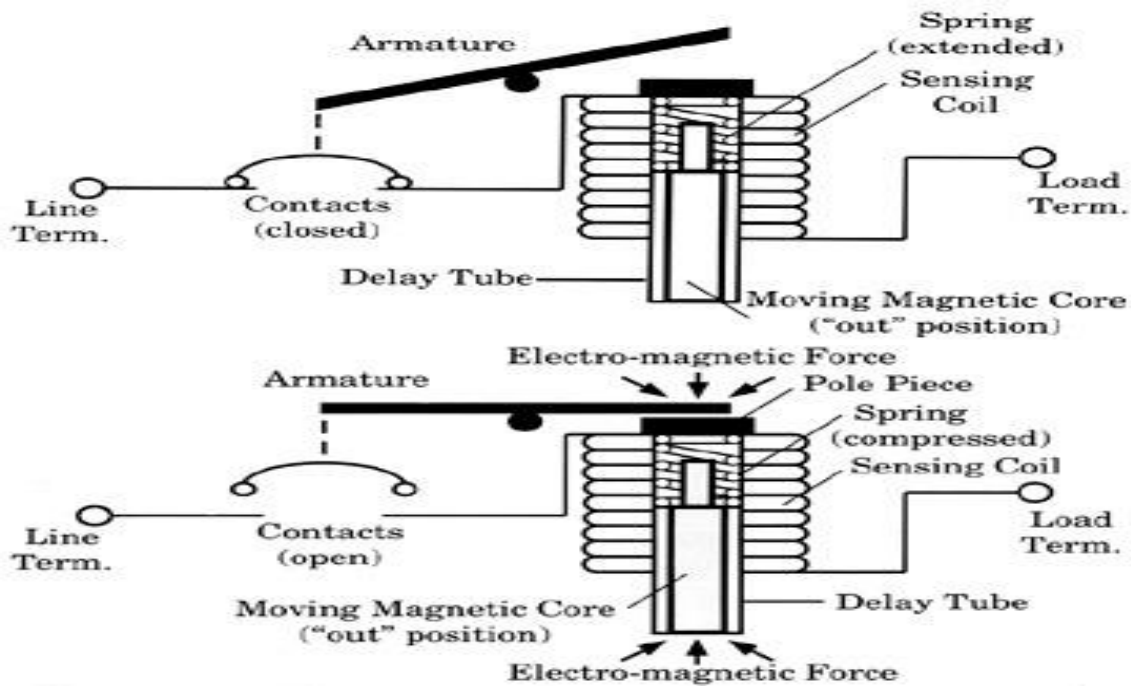
- Προστασία τόσο από υπερφόρτωση όσο και από βραχυκύκλωμα
- Γρήγορη απόκριση

ενώ στα μειονεκτήματα του συγκαταλέγονται

- Αυξημένο κόστος
- Η επαναφορά του θα πρέπει να γίνει από κοντά. Το θερμομαγνητικό έχει ένα διακόπτη με τρεις θέσεις: on, off, trip. Αφού γίνει η διακοπή του κυκλώματος ο διακόπτης από τη θέση on θα πάει στη θέση trip. Για την επαναφορά του θα πρέπει να γυρίσει χειροκίνητα πρώτα στη θέση off και μετά στη θέση on.

Άλλη μια διαφορά που έχει το θερμομαγνητικό ρελέ προστασίας σε σχέση με το απλό θερμικό είναι ότι θα πρέπει να τοποθετηθεί πριν το ρελέ ισχύος.

Η επιλογή του κατάλληλου θερμομαγνητικού γίνεται , ώστε το ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας του κινητήρα να είναι εντός του εύρους ρύθμισης της έντασης ρεύματος του θερμομαγνητικού όπως συμβαίνει και με το απλό θερμικό ρελέ.



Εικόνα 2.22 (πάνω) τρόπος λειτουργίας θερμομαγνητικού με ρεύμα ίσο ή μικρότερο του ονομαστικού, (κάτω) τρόπος λειτουργίας θερμομαγνητικού σε περίπτωση βραχυκυκλώματος

Όπως αναφέρθηκε πριν, το απλό θερμικό ρελέ προστασίας του κινητήρα, προστατεύει τον κινητήρα μόνο σε περίπτωση από υπερφόρτωση αλλά όχι από βραχυκύκλωμα. Για να προστατέψουμε το κινητήρα και από βραχυκύκλωμα θα πρέπει να τοποθετηθούν και ασφάλειες ή διακόπτες ισχύος.

Οι ασφάλειες έχουν την ικανότητα προστασίας από βραχυκύκλωμα και υπερφόρτωση με το πλεονέκτημα του πολύ μικρού κόστους. Συναντώνται σε διάφορους τύπους όπως είναι

- Βιδωτές
- Μαχαιρωτές

- Neozed



Εικόνα 2.23 Ασφάλειες

Οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος μπορούν να διακόψουν το ρεύμα βραχυκύκλωσης. Οι κύριες κατηγορίες τους είναι:

- Μικροαυτόματοι
- Θερμομαγνητικοί
- Λοιποί αυτόματοι διακόπτες(MCCB, Air Circuit Breakers).

Κάποιες από τις λειτουργίες που επιτελούν οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος είναι

- Τηλεχειρισμός
- Χειροκίνητος χειρισμός για συντήρηση
- Απομόνωση. Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να τηρεί τις προϋποθέσεις ενός αποζεύκτη



Εικόνα 2.24 Αυτόματος διακόπτης ισχύος



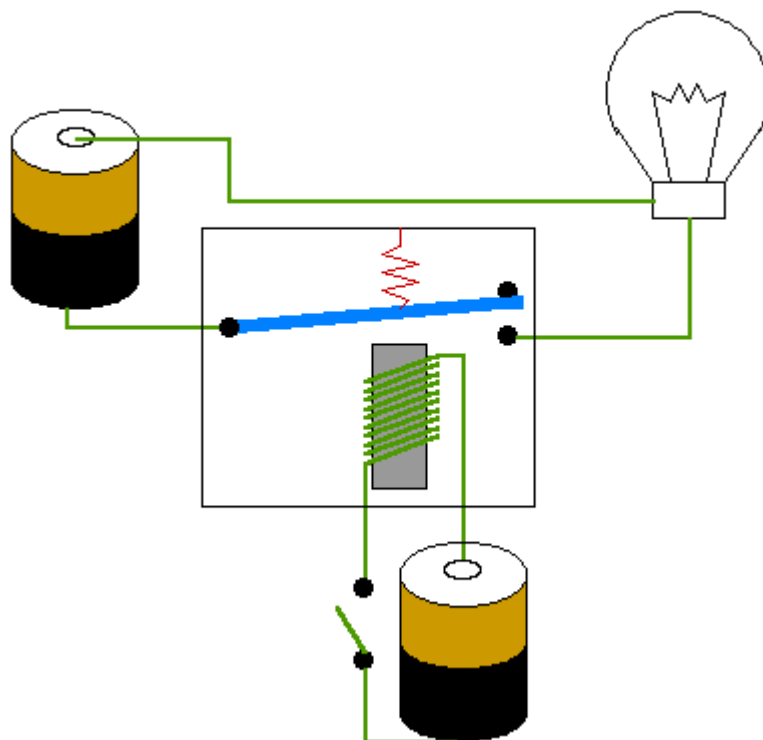
Εικόνα 2.25 Μικροαυτόματος

2.6. ΡΕΛΕ(ΕΠΑΦΕΙΣ)

Τα ρελέ είναι υλικά τα οποία μπορεί να τα συναντήσουμε και με την ονομασία επαφείς. Είναι ηλεκτρομαγνητικοί διακόπτες και αποτελούν βασικό στοιχείο των κυκλωμάτων αυτοματισμού.

Τα σημαντικότερα μέρη από τα οποία αποτελείται ένα ρελέ είναι το πηνίο, ο πυρήνας του πηνίου, οι κινητές και σταθερές επαφές, το ελατήριο επαναφοράς καθώς και το περίβλημά του.

Τα ρελέ τα χρησιμοποιούμε για να ελέγξουμε μεγάλα ρεύματα με βοήθεια ασθενών ρευμάτων. Αυτό επιτυγχάνεται με τον εξής τρόπο. Ένα μικρό ρεύμα διαρρέει το πηνίο δημιουργώντας μαγνητικό πεδίο. Το μαγνητικό πεδίο έλκει ή απωθεί τις επαφές επιτρέποντας ή εμποδίζοντας με αυτόν τον τρόπο τη διέλευση του ρεύματος. Ο τρόπος λειτουργίας του ρελέ φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 2.26 Τρόπος λειτουργίας ρελέ

Οι επαφές είναι γαλβανικά απομονωμένες από τον ηλεκτρομαγνήτη. Αυτό σημαίνει ότι η τάση και το ρεύμα που περνάει μέσα από τις επαφές είναι διαφορετικό από το ρεύμα που δημιουργεί το μαγνητικό πεδίο μέσω του ηλεκτρομαγνήτη. Αυτός είναι και ο λόγος που χρησιμοποιούνται ευρέως, επειδή με ένα μικρό ρεύμα του κυκλώματος αυτοματισμού μπορούμε να ελέγξουμε μεγάλα φορτία στο κύκλωμα ισχύος.

Οι επαφές των ρελέ ανάλογα με την κατάσταση στην οποία βρίσκονται όταν το πηνίο δεν είναι οπλισμένο χωρίζονται σε δυο βασικές κατηγορίες, τις Normally Open και Normally Closed. Στις Normally Open (NO) επαφές όταν το πηνίο δεν είναι οπλισμένο το ρελέ λειτουργεί σαν ανοικτός διακόπτης, μην επιτρέποντας το ρεύμα να περάσει, ενώ όταν το πηνίο οπλίσει η επαφή κλείνει λειτουργώντας σαν κλειστός διακόπτης επιτρέποντας τη διέλευση του ρεύματος. Στις Normally Closed (NC) επαφές η λειτουργία είναι αντίθετη, δηλαδή όταν το πηνίο δεν διαρρέεται από ρεύμα η επαφή είναι κλειστή τροφοδοτώντας το φορτίο με ρεύμα ενώ όταν το πηνίο οπλίσει η επαφή ανοίγει και λειτουργεί σαν ανοικτός διακόπτης. Τα περισσότερα ρελέ δεν έχουν μόνο NO ή NC επαφές αλλά συνδυασμό αυτών. Επίσης υπάρχουν ρελέ με μεταγωγικές επαφές. Μια μεταγωγική επαφή είναι μια επαφή που μπορεί να ελέγχει

δυο κυκλώματα και αποτελείται από μια Normally Open και Normally Closed επαφή με ένα κοινό σημείο.



Εικόνα 2.27 Ρελέ ισχύος

Για την επιλογή του κατάλληλου ρελέ θα πρέπει να λάβουμε υπόψη διάφορα κριτήρια όπως

- Την τάση του πηνίου. Το πηνίο μπορεί να τροφοδοτείται με AC ή DC τάση και σε διάφορες τιμές όπως 24V DC, 115 V DC, 230 V AC.
- Την τάση και την ένταση των επαφών ανάλογα με την κατηγορία χρήσης
- Το πλήθος και το είδος των επαφών
- Διάρκεια ζωής σε κύκλους λειτουργίας
- Την κλάση προστασίας.

Υπάρχει και μια άλλη κατηγορία ρελέ, τα μικρορελέ τα οποία όμως δεν έχουν την ικανότητα μεταφοράς μεγάλου ρεύματος και έτσι χρησιμοποιούνται για το κύκλωμα αυτοματισμού. Το πηνίο τους μπορεί να είναι είτε AC είτε DC και θα πρέπει να "κουμπώσουν" σε μια βάση για την τοποθέτησή τους στο πίνακα.



Εικόνα 2.28. Μικρορеле και βάση τοποθέτησης

2.7 PLC (ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΛΟΓΙΚΟΙ ΕΛΕΓΚΤΕΣ)

Το PLC (Programmable Logic Controller) είναι μια συσκευή που ανήκει στην οικογένεια των μικροϋπολογιστών. Τα PLC έκαναν την εμφάνιση τους τη δεκαετία του 1960 για τις ανάγκες της αυτοματοποίησης στην αμερικάνικη αυτοκινητοβιομηχανία. Από τότε μέχρι σήμερα έχουν αναπτυχθεί τόσο πολύ που αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι κάθε βιομηχανικής εφαρμογής και όχι μόνο καθώς χρησιμοποιούνται επίσης στη ναυτιλία, στις εγκαταστάσεις κτιρίων κ.α. [14]

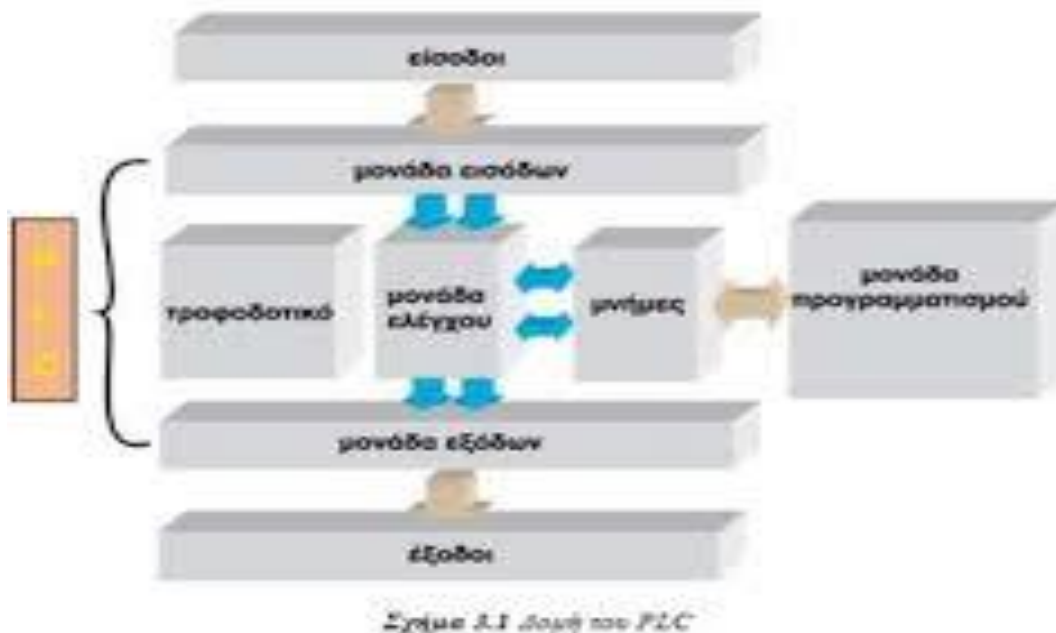
Πριν την εφεύρεση του προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή όταν οι απαιτήσεις μιας εφαρμογής άλλαζαν, έπρεπε να αλλάξει και η καλωδίωση του ηλεκτρολογικού πίνακα, και ενδεχομένως να προστεθούν ή να αφαιρεθούν κάποια υλικά. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την αυξημένη πιθανότητα κάποιου λάθους αλλά και το μεγάλο χρονικό διάστημα που απαιτούνταν για να γίνει αυτή η μετατροπή. Επίσης αυξανόταν το κόστος σε κάθε μετατροπή. Με το PLC πλέον η μετατροπή που απαιτείται όταν αλλάζουν οι απαιτήσεις της εφαρμογής γίνεται μέσω κώδικα.



Εικόνα 2.31. PLC από δυο διαφορετικές εταιρείες

Τα PLC αποτελούνται από πέντε βασικά μέρη

- Τις εισόδους
- Τις εξόδους
- Τη μνήμη
- Τον επεξεργαστή(CPU)
- Το τροφοδοτικό



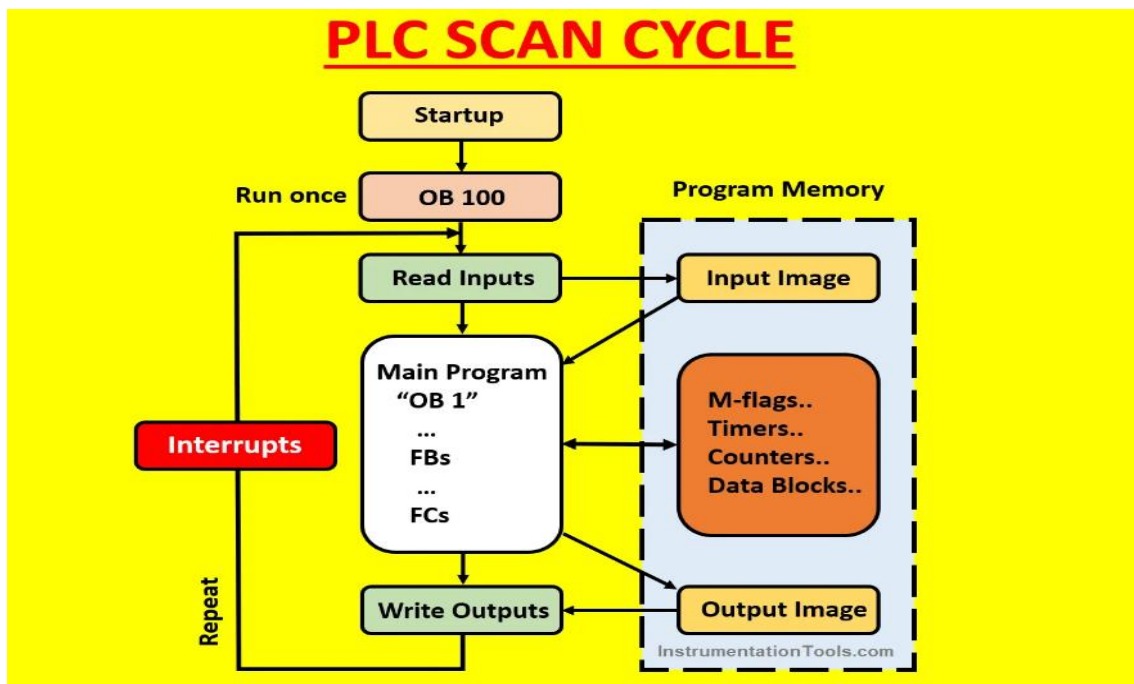
Εικόνα 2.32. Η δομή ενός PLC

Οι είσοδοι είναι τα διάφορα αισθητήρια ή μπουτόν που υπάρχουν στην εφαρμογή. Ο ρόλος τους είναι η μεταφορά της "κατάστασης" της εγκατάστασης, στη CPU όπως π.χ. ότι έχει πατηθεί ένα μπουτόν. Οι είσοδοι μπορούν να είναι δυο ειδών, αναλογικές και ψηφιακές. Οι ψηφιακές είσοδοι έχουν μόνο δυο πιθανές καταστάσεις. Αυτές είναι είτε ενεργοποιημένες είτε απενεργοποιημένες και μπορούμε να τις συναντήσουμε με διάφορες εκφράσεις όπως HIGH ή LOW, κλειστή ή ανοιχτή επαφή, λογικό 1 ή 0. Οι αναλογικές είσοδοι μπορούν να πάρουν διάφορες τιμές ενώ τα αισθητήρια που συνδέονται στις εισόδους έχουν συνήθως αναλογικές τιμές 4-20 mA, 0-20 mA, 0-10 V

Οι έξοδοι του PLC συνδέονται με διάφορους ενεργοποιητές όπως είναι ενδεικτικές λυχνίες, σειρήνες, κινητήρες κλπ. Οι έξοδοι όπως και οι είσοδοι μπορεί να είναι είτε ψηφιακές είτε αναλογικές, αν και οι αναλογικές έξοδοι δεν είναι τόσο συνηθισμένες και γι' το λόγο χρειάζεται να προστεθεί επιπλέον κάρτα εξόδου στο κυρίως σώμα του PLC. Επειδή το PLC δεν μπορεί να οδηγήσει μεγάλα φορτία όπως είναι οι κινητήρες θα πρέπει οι έξοδοι που αντιστοιχούν σε κάποιο μεγάλο φορτίο να συνδεθούν στο πηνίο ενός ρελέ αλλιώς θα καταστραφεί η έξοδος. Η ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση μιας εξόδου εξαρτάται από τον επεξεργαστή ο οποίος λαμβάνει αποφάσεις και εκτελεί οδηγίες ελέγχου βάσει των οδηγιών του προγράμματος στη μνήμη σε συνδυασμό με την κατάσταση στην οποία βρίσκονται οι είσοδοι σε κάθε κύκλο προγράμματος. [15]

Ο κύκλος προγράμματος είναι η σάρωση των εντολών του κώδικα που έχει “φορτωθεί” στο PLC. Η διαδικασία έχει ως εξής: αρχικά η CPU “βλέπει” σε τι κατάσταση βρίσκονται οι εισοδοί και καταχωρεί την αντίστοιχη τιμή στην περιοχή μνήμης που είναι ειδική γι’ αυτόν το σκοπό (input image), στη συνέχεια εκτελείται ο κώδικας και καταχωρείται η αντίστοιχη τιμή εξόδου στην περιοχή μνήμης που είναι ειδική γι’ αυτό το σκοπό (output image) και στο τέλος η περιοχή μνήμης εξόδου μεταφέρεται στην κάρτα εξόδου του PLC και ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί την κατάλληλη έξοδο. Ο κύκλος προγράμματος επαναλαμβάνεται συνεχώς όσο το PLC είναι σε λειτουργία.

Όπως είναι εμφανές όταν μια είσοδος αλλάζει κατάσταση κατά τη διάρκεια του κύκλου προγράμματος η CPU δεν το αντιλαμβάνεται απευθείας αλλά στον επόμενο κύκλο προγράμματος και γι’ αυτό είναι απαραίτητο ο κύκλος να διαρκεί μικρό χρονικό διάστημα, της τάξης των 10 msec. [16]



Εικόνα 2.33 Ο κύκλος προγράμματος ενός PLC

Το τροφοδοτικό είναι απαραίτητο ώστε να τροφοδοτήσει με την κατάλληλη τάση τα εσωτερικά ηλεκτρικά στοιχεία του ελεγκτή, και να διατηρεί το περιεχόμενο της μνήμης RAM, όπου είναι αποθηκευμένο το πρόγραμμα σε συνδυασμό με μια μπαταρία η οποία είναι ενσωματωμένη στο PLC. Τις περισσότερες φορές το τροφοδοτικό πρέπει να παράγει τάση 24 V DC καθώς αυτή την τάση απαιτεί το PLC

ενώ υπάρχουν PLC που δέχονται 230 V AC και έχουν στο εσωτερικό τους τροφοδοτικό.

Στη μνήμη του PLC αποθηκεύεται το πρόγραμμα καθώς και η κατάσταση των εισόδων των εξόδων. Οι κυριότερες μνήμες στα PLC είναι η RAM και η EEPROM. Η μνήμη RAM είναι μια προσωρινή μνήμη, δηλαδή μόλις διακοπεί η τροφοδοσία της χάνει τα δεδομένα τα οποία μπορούν και να γραφτούν σε αυτήν και να διαβαστούν από αυτή. Η μνήμη EEPROM είναι μια μόνιμη μνήμη, δηλαδή δε χάνει τα δεδομένα της μόλις διακοπεί η τροφοδοσία αλλά είναι μόνο μνήμη ανάγνωσης και όχι εγγραφής.

Ο επεξεργαστής είναι ο "εγκέφαλος" του ελεγκτή. Ο επεξεργαστής είναι αυτός που διαβάζει τις εισόδους, εκτελεί το πρόγραμμα και διαμορφώνει τις εξόδους. Επιπλέον ο επεξεργαστής είναι υπεύθυνος για την εκτέλεση του προγράμματος, τη μέτρηση, το χρονισμό κλπ.

Τα πλεονεκτήματα της χρήσης των PLC σε σχέση με τον κλασικό αυτοματισμό είναι:

- Υπάρχει η δυνατότητα επαναπρογραμματισμού οποιαδήποτε στιγμή χωρίς να αλλάξει κάτι στον εξοπλισμό ή την καλωδίωση
- Είναι επεκτάσιμα
- Είναι πιο εύκολη η αποσφαλμάτωση
- Σε κάθε ελεγκτή υπάρχει πληθώρα από χρονικά, μετρητές κλπ.
- Το πρόγραμμα που είναι "φορτωμένο" στη μνήμη μπορεί να "κοπεί" σε πολλά κομμάτια
- Εξοικονόμηση χώρου στον ηλεκτρολογικό πίνακα
- Υπάρχει η δυνατότητα προγραμματισμού σε διάφορες γλώσσες προγραμματισμού
- Εν τέλει το συνολικό κόστος μιας εγκατάστασης είναι μικρότερο

2.8 ΟΘΟΝΗ HMI (HUMAN MACHINE INTERFACE)

Η οθόνη HMI είναι μια διεπαφή χρήστη ή ένας πίνακας οργάνων που συνδέει ένα χειριστή με έναν ελεγκτή για μια βιομηχανική διεργασία, επιτρέποντας τον με αυτόν τον τρόπο να ελέγχει και να χειρίζεται ένα μηχάνημα ή μια συσκευή. [17]

Μέσω μιας οθόνης HMI ένας χειριστής μπορεί

- Να εισάγει εντολές στον ελεγκτή ώστε αυτός με τη σειρά του να εκτελέσει την προγραμματισμένη λειτουργία

- Να έχει οπτική εμφάνιση των δεδομένων
- Να παρακολουθήσει το χρόνο παραγωγής, τους συναγερμούς, τις εισόδους, τις εξόδους κ.α. [18]

Υπάρχουν διάφοροι τύποι HMI ανάλογα με την εφαρμογή. Αυτοί είναι:

- Graphical User Interfaces. Βασίζονται σε υπολογιστή και χρησιμοποιούν μια γραφική διεπαφή για να παρουσιάσουν δεδομένα επεξεργασίας και επιτρέπουν στο χειριστή να εισάγει εντολές
- Οθόνες αφής: Πρόκειται για οθόνες αφής που χρησιμοποιούν οθόνη αφής για την παρουσίαση δεδομένων διεργασίας και επιτρέπουν στο χειριστή να εισάγει εντολές. Χρησιμοποιούνται συχνά σε εφαρμογές όπου ένας φυσικός πίνακας ελέγχου δεν είναι πρακτικός, όπως σε περιβάλλοντα όπου ο χώρος είναι περιορισμένος.
- Φυσικοί πίνακες ελέγχου. Χρησιμοποιούν κουμπιά και διακόπτες για να παρουσιάσουν δεδομένα και να εισάγουν εντολές.
- Web-based HMI. Χρησιμοποιούν ένα browser για την παρουσίαση των δεδομένων και την εισαγωγή των εντολών από το χειριστή. Ο χειριστής μπορεί να εισάγει τις εντολές και να παρακολουθεί τις διαδικασίες εξ' αποστάσεως με την προϋπόθεση ότι διαθέτει συσκευή με δυνατότητα περιήγησης στο internet. [18]

Η επιλογή της κατάλληλης οθόνης ανάλογα με την εφαρμογή θα πρέπει να γίνει με βάση τα παρακάτω κριτήρια.

- Συμβατότητα. Η οθόνη θα πρέπει να είναι συμβατή με τον εξοπλισμό και τα συστήματα που θα ελέγχει. Περιλαμβάνει τη συμβατότητα με το σύστημα ελέγχου, τα πρωτόκολλα επικοινωνίας καθώς και τις μορφές δεδομένων που χρησιμοποιούνται από τον εξοπλισμό.
- Υλικό. Το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένη η οθόνη θα πρέπει να τηρεί κάποιες προδιαγραφές σε σχέση με το περιβάλλον λειτουργίας όπως είναι: η θερμοκρασία, η υγρασία, οι κραδασμοί κ.α.
- Οθόνη. Η οθόνη HMI θα πρέπει να είναι ευανάγνωστη με καλή ανάλυση, εύκολη πλοήγηση και να έχει φωτισμό σε περίπτωση λειτουργίας της σε περιβάλλον με μειωμένη φωτεινότητα.
- Ευχρηστία. Θα πρέπει να είναι εύκολη στη χρήση και στην κατανόηση
- Οπτικοποίηση δεδομένων. Θα πρέπει να μπορεί να εμφανίσει τα δεδομένα στο χειριστή με σαφή τρόπο, όπως γραφήματα ώστε να τον βοηθήσει να πάρει την κατάλληλη απόφαση
- Επεκτασιμότητα. Θα πρέπει σε περίπτωση που η διαδικασία ή ο εξοπλισμός γίνει πιο προηγμένος στο μέλλον να μπορέσει να "ακολουθήσει" την αύξηση της πολυπλοκότητας
- Απομακρυσμένη πρόσβαση. Κάποιες εφαρμογές απαιτούν απομακρυσμένη παρακολούθηση και έλεγχο της διαδικασίας. Σε αυτήν την περίπτωση η κατάλληλη οθόνη θα πρέπει να έχει αυτήν τη δυνατότητα.
- Κόστος. Η οθόνη HMI θα πρέπει να είναι οικονομικά αποδοτική. [18]

Οι οθόνες HMI έχουν αρκετά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Τα πλεονεκτήματα τους είναι:

- Βελτιωμένη απόδοση
- Αυξημένη ασφάλεια
- Εύκολη στη χρήση
- Απομακρυσμένη πρόσβαση

ενώ στα μειονεκτήματά τους είναι:

- Εξάρτηση από την οθόνη HMI
- Πολυπλοκότητα
- Πρόσθετο κόστος



Εικόνα 2.34. Οθόνες HMI

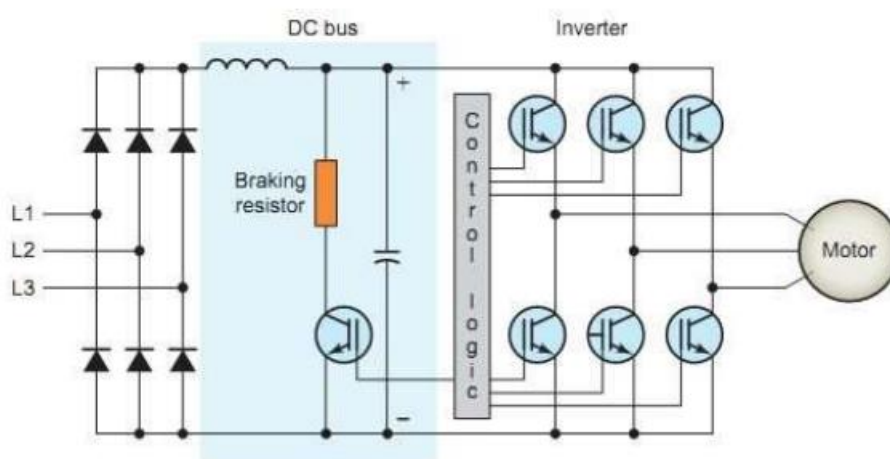
2.9. INVERTER (VFD)

Κατά την απευθείας εκκίνηση των κινητήρων ac, αυτοί τραβάνε έως 9 φορές το ονομαστικό τους ρεύμα. Γι' αυτό το λόγο αναπτύχθηκαν διάφορες μέθοδοι ώστε να απαλειφθεί αυτό το φαινόμενο. Δύο πολύ συχνές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία είναι με τη χρήση soft starter και vfd.

Η διαφορά ενός soft starter και ενός vfd είναι ότι ενώ το soft starter προσφέρει ομαλή εκκίνηση και σταμάτημα του κινητήρα μόνο, με το vfd μπορούμε να ελέγξουμε τις στροφές του κινητήρα όχι μόνο κατά την εκκίνηση και το σταμάτημα του αλλά και κατά όλη τη διάρκεια λειτουργίας του. Μια άλλη διαφορά που έχουν είναι ότι εξαιτίας

αυτού, το κόστος ενός vfd σε σχέση με ενός soft starter είναι αυξημένο. Καθώς στην παρούσα εργασία θέλαμε να ελέγξουμε την ταχύτητα των κινητήρων κατά τη διάρκεια λειτουργίας τους χρησιμοποιήθηκαν vfd.

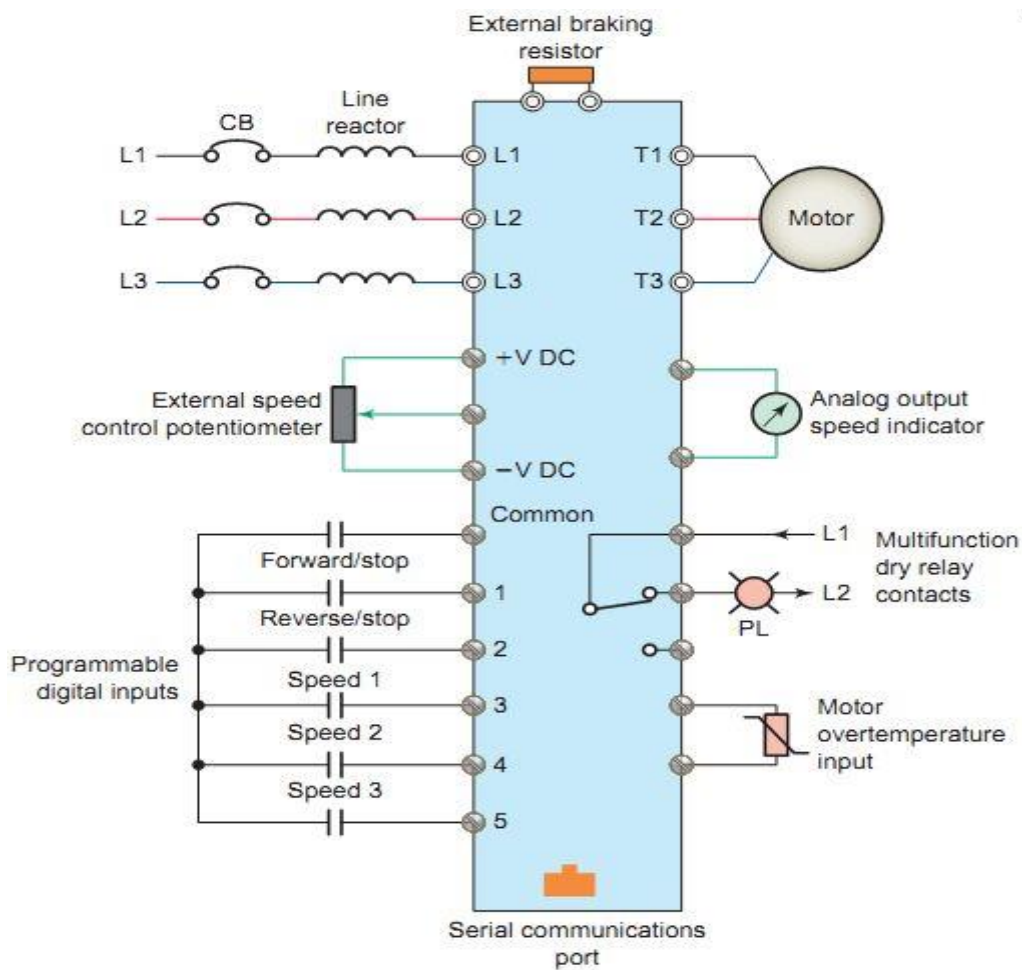
Μια μονάδα vfd είναι ένας τύπος ελεγκτή που κινεί έναν ηλεκτροκινητήρα μεταβάλλοντας τη συχνότητα του και από εκεί πήρε την ονομασία του (variable frequency drive). Η ταχύτητα του κινητήρα είναι ανάλογη της συχνότητας.



Εικόνα 2.35 Τρόπος λειτουργίας vfd

Το πρώτο τμήμα ενός vfd είναι ο ανορθωτής που αποτελείται από 6 διόδους οι οποίες επιτρέπουν το ρεύμα να περάσει μόνο προς τη μια κατεύθυνση. Για παράδειγμα κάθε φορά που η φάση L1 είναι πιο θετική από τις άλλες δυο φάσεις τότε θα ανοίξουν οι δυο ανάλογες διόδους και θα επιτρέψουν τη ροή του ρεύματος ενώ οι άλλες 4 διόδους θα είναι κλειστές. Αντίστοιχα το ίδιο συμβαίνει για οποιαδήποτε από τις τρεις φάσεις είναι θετικότερη. Με αυτόν τον τρόπο η ac τάση μετατρέπεται σε dc με το μειονέκτημα όμως ότι δημιουργείται κυματισμός. Για τη μείωση του κυματισμού αυτού χρησιμοποιείται ένας πυκνωτής. [19]

Στη συνέχεια υπάρχει το τμήμα του inverter που μετατρέπει τη dc τάση σε ac. Όταν άγει κάποιο από τα πάνω τρανζίστορ η αντίστοιχη φάση του κινητήρα συνδέεται με τη θετική τάση και αντίστοιχα αν άγει κάποια από τα κάτω τρανζίστορ η αντίστοιχη φάση του κινητήρα συνδέεται με την αρνητική τάση. Έτσι μπορούμε να τροφοδοτήσουμε τον κινητήρα με τριφασικό ρεύμα οποιασδήποτε συχνότητας επιθυμούμε. [19]



Εικόνα 2.36.Συνδεσμολογία vfd

Με τη χρήση vfd έχουμε τα εξής πλεονεκτήματα:

- Μείωση της κατανάλωσης και του κόστους ενέργειας. Σε περίπτωση που η εφαρμογή δεν απαιτεί τη λειτουργία του κινητήρα στις ονομαστικές στροφές τότε μπορούμε να μειώσουμε την ταχύτητα, με βάση και την απαίτηση φορτίου, ελέγχοντας τη συχνότητα και επιτυγχάνοντας με αυτόν τον τρόπο εξοικονόμηση ενέργειας. Δεν υπάρχει άλλη μέθοδος που να δίνει αυτήν τη δυνατότητα. Ακόμα οι κινητήρες ευθύνονται για πάνω από το 65% της κατανάλωσης ενέργειας στη βιομηχανία. Με τη χρήση vfd μπορεί να υπάρξει μείωση στην κατανάλωση ενέργειας έως και 70%.
- Αύξηση της παραγωγής. Λειτουργώντας τους κινητήρες στην κατάλληλη ταχύτητα συγχρονίζονται καλύτερα τα διάφορα μέρη της παραγωγής και έτσι θα αυξηθεί η παραγωγή.
- Μείωση της φθοράς. Κατά την εκκίνηση και το σταμάτημα δεν θα υπάρχουν τα τραντάγματα που φθείρουν τα μηχανικά μέρη του κινητήρα και δεν υποβάλλεται ο κινητήρας στο "στιγμαίο σοκ" της εκκίνησης. Λόγω του βέλτιστου ελέγχου υπάρχει μεγαλύτερη προστασία από υπόταση, υπέρταση κλπ. [19]



Εικόνα 2.38. Συσσκευή vfd

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

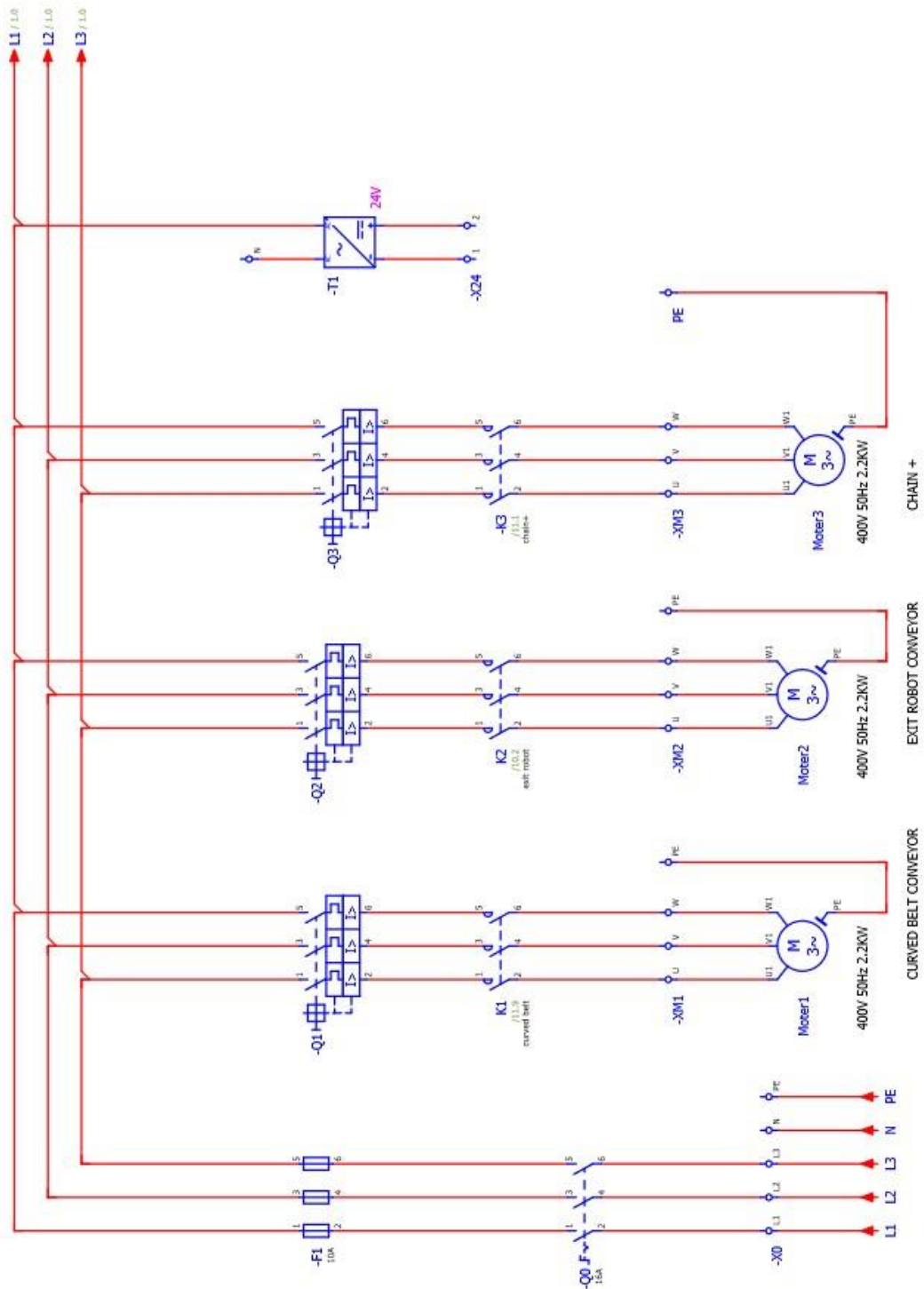
3.1 EPLAN

Το EPLAN είναι ένα σχεδιαστικό πρόγραμμα που μας επιτρέπει να κάνουμε το ηλεκτρολογικό σχέδιο μιας εφαρμογής. Έχει έτοιμες βιβλιοθήκες με πληθώρα στοιχείων τα οποία χρησιμοποιούνται στις βιομηχανικές διεργασίες.

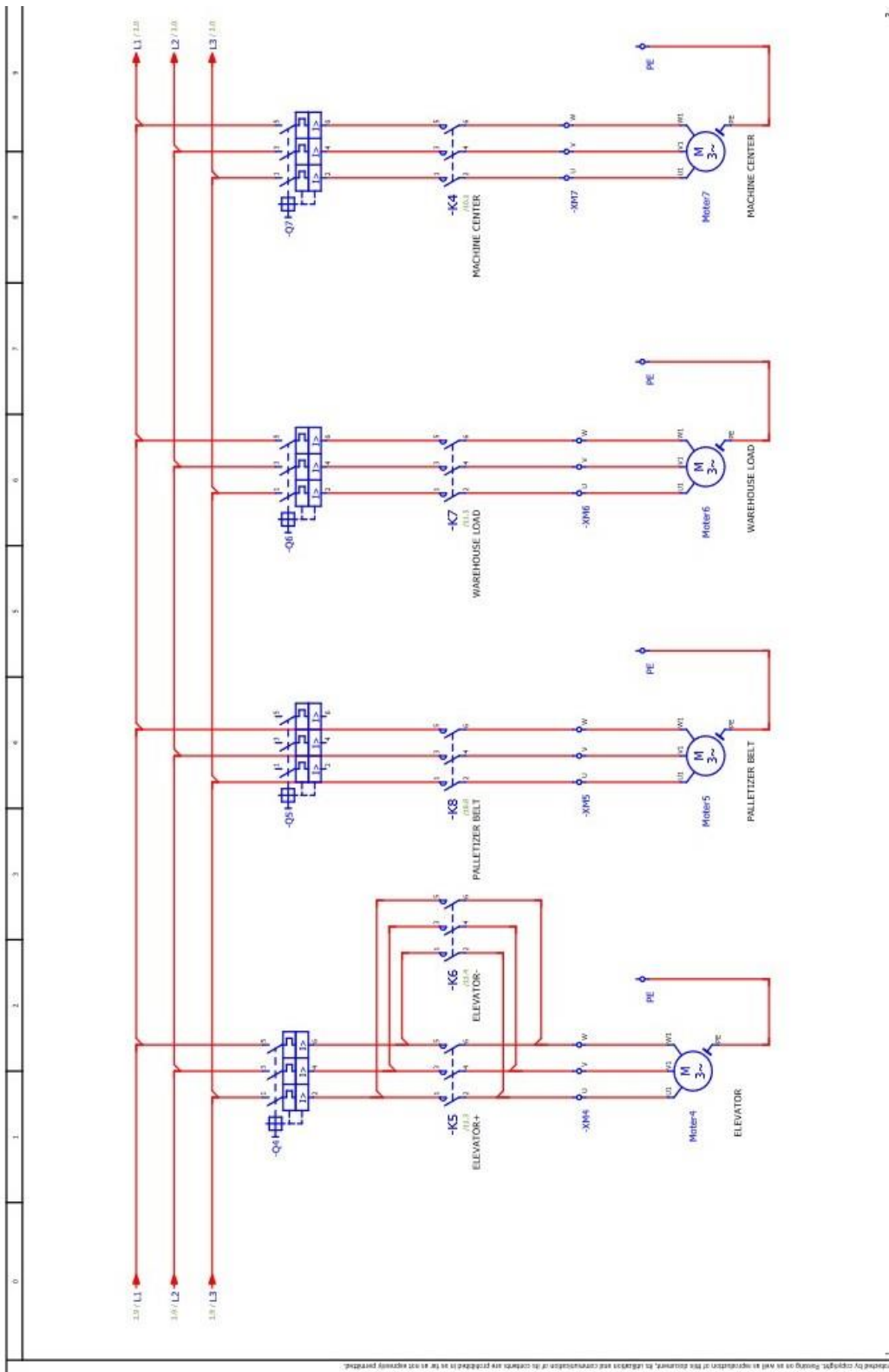
Το ηλεκτρολογικό σχέδιο της κάθε εφαρμογής είναι απαραίτητο. Σε περίπτωση κάποιας δυσλειτουργίας έχοντας το ηλεκτρολογικό σχέδιο είναι πιο εύκολη η εύρεση της βλάβης αλλά και η επίλυση της κερδίζοντας έτσι πολύτιμο χρόνο στον οποίο η διεργασία έχει πάψει να βρίσκεται σε λειτουργία.

Το σχέδιο της παρούσης εργασίας αποτελείται από δυο βασικά τμήματα: το πρώτο τμήμα είναι το κυρίως κύκλωμα ή κύκλωμα ισχύος που περιλαμβάνει την παροχή, τους κινητήρες, τα μέσα προστασίας και τα ρελέ ισχύος, και το δεύτερο τμήμα είναι το κύκλωμα αυτοματισμού που περιλαμβάνει τις εισόδους και τις εξόδους του PLC.

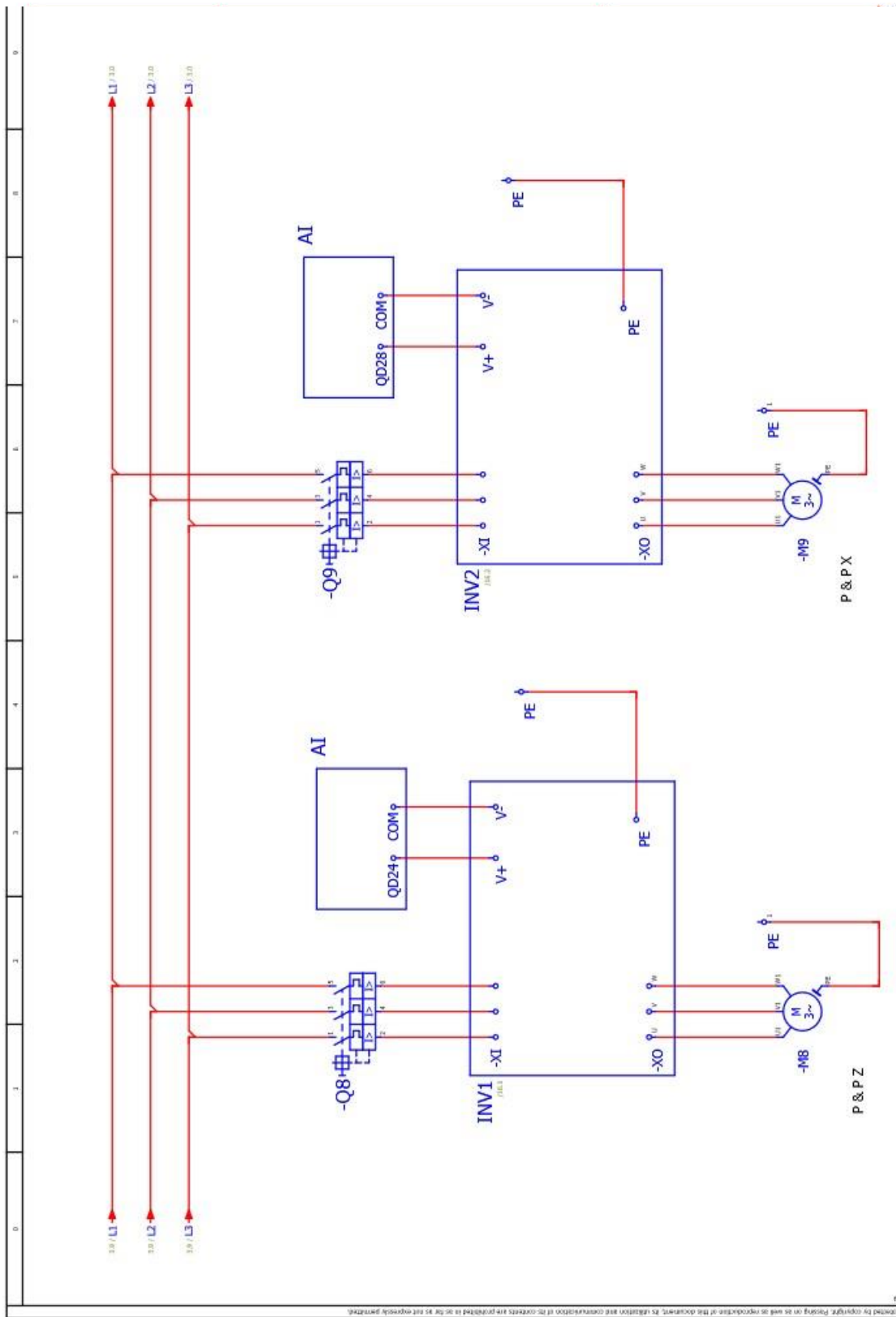
3.1.1. ΚΥΚΛΩΜΑ ΙΣΧΥΟΣ



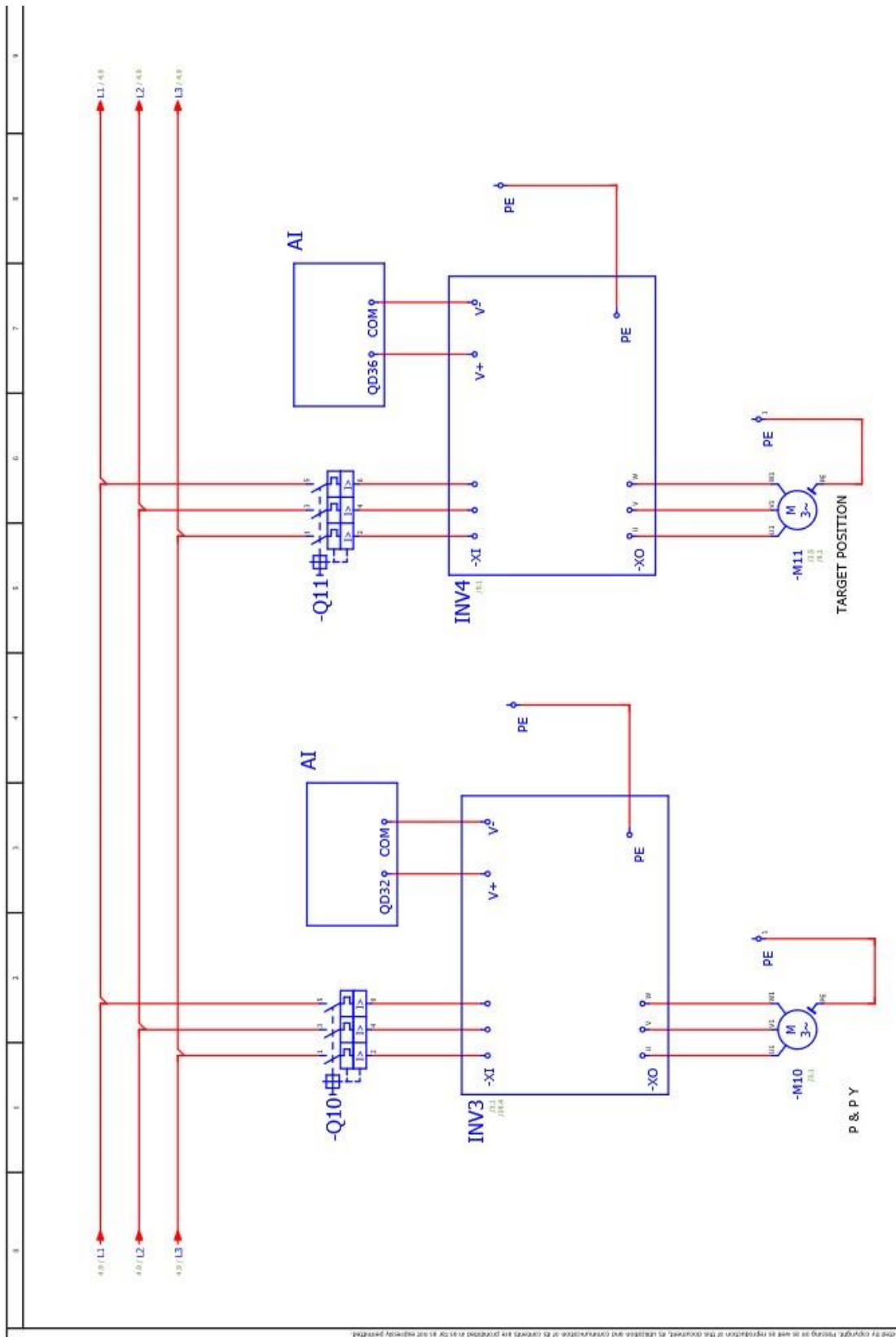
Εικόνα 3.1. Το κυρίως κύκλωμα των curved belt conveyor, exit robot conveyor και της αλυσίδας που φέρνει τις παλέτες στη σωστή θέση μέσα στο palletizer



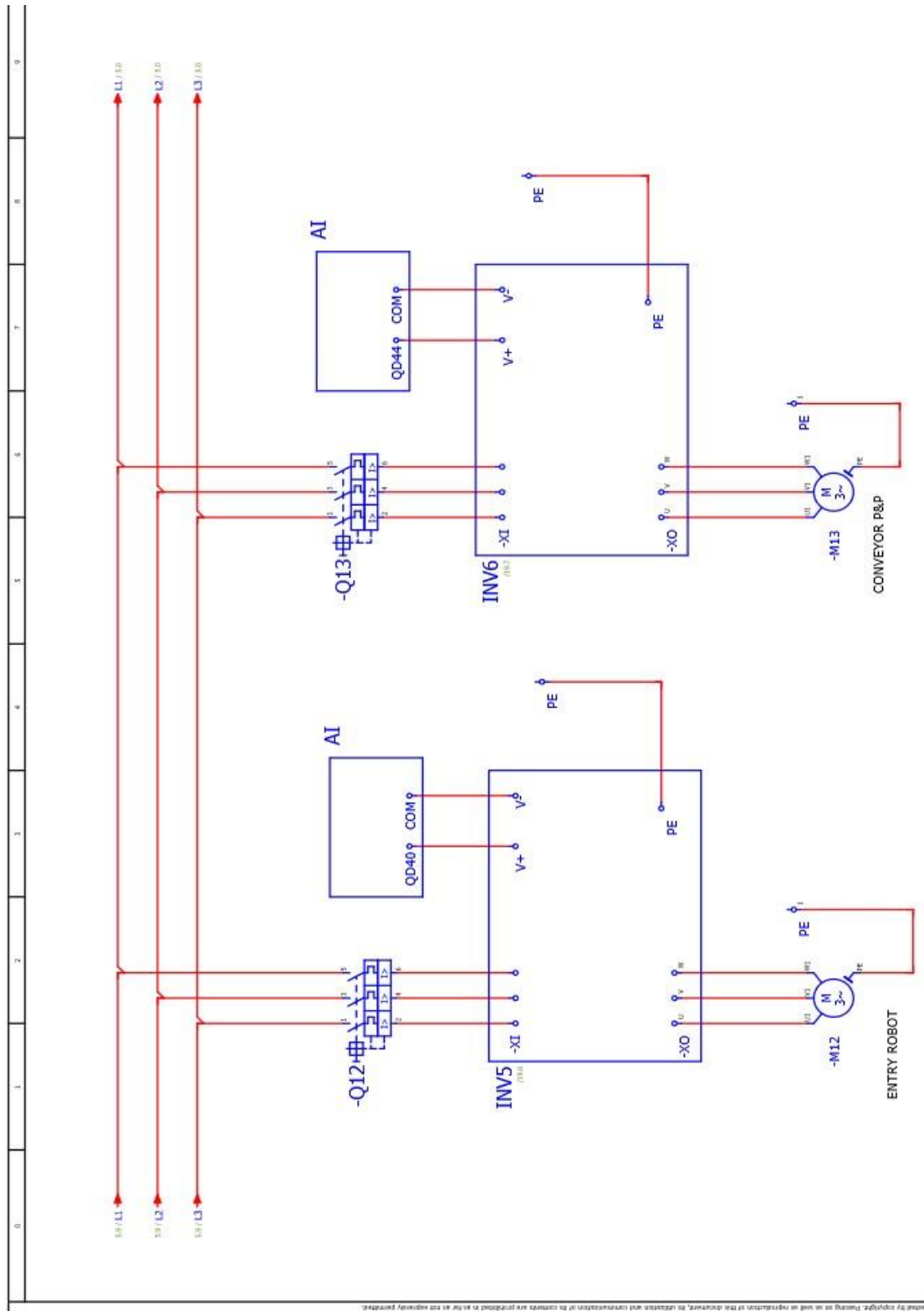
Εικόνα 3.2. Το κυρίως κύκλωμα του ασανσέρ, του ραουλόδρομου πριν το crane , της μηχανής παραγωγής και του ταινιόδρομου που σπρώχνει τα τεμάχια στο palletizer.



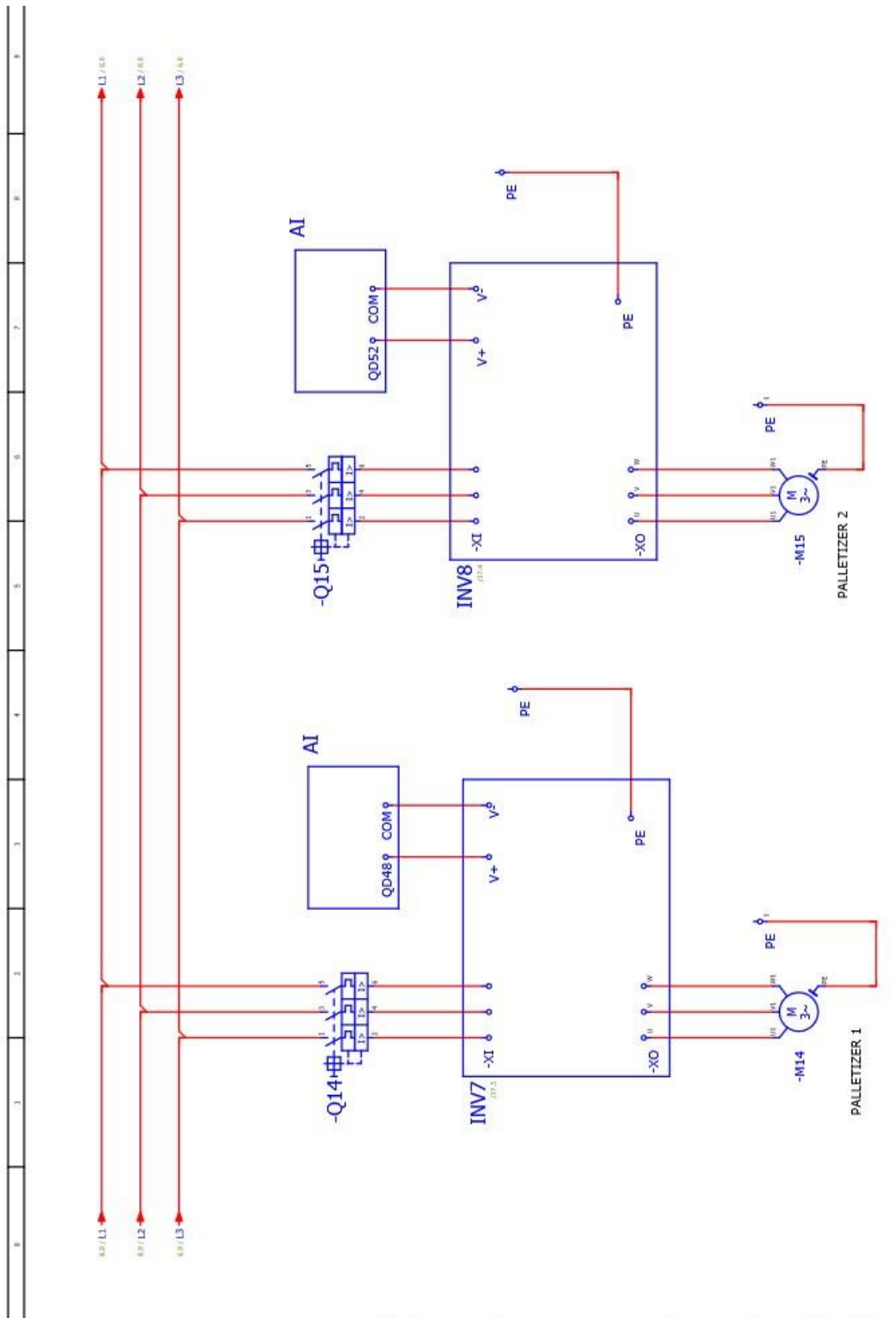
Εικόνα 3.3. Το κύκλωμα για τους άξονες Z και X του pick and place



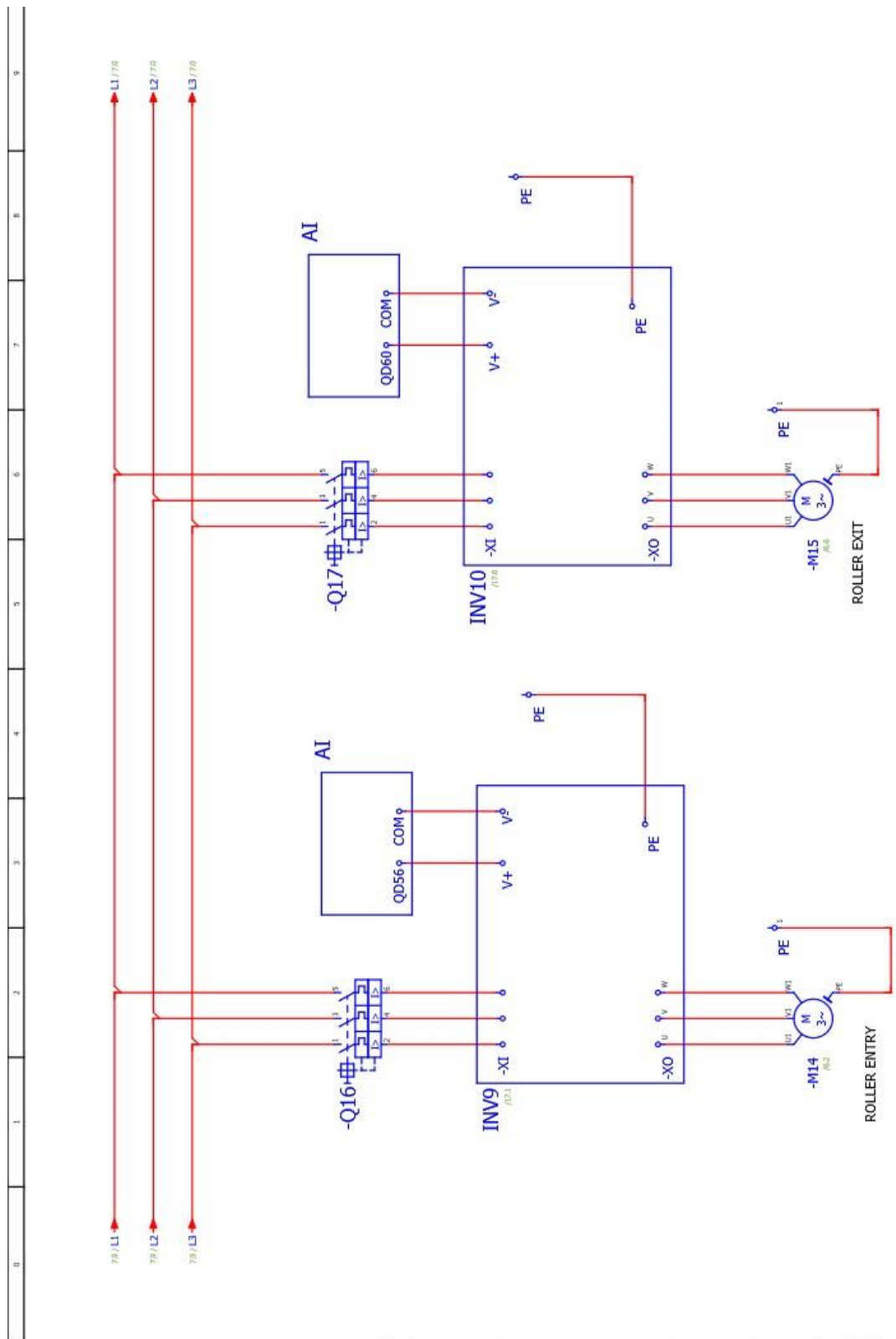
Εικόνα 3.4. Το κύκλωμα για τον άξονα Y του pick and place και του κινητήρα που μεταφέρει τις παλέτες στην επιθυμητή θέση



Εικόνα 3.5 Το κύκλωμα των κινητήρων του ταινιόδρομου που μεταφέρει τα αντικείμενα στο μηχάνημα επεξεργασίας και του ταινιόδρομου πριν το pick and place.



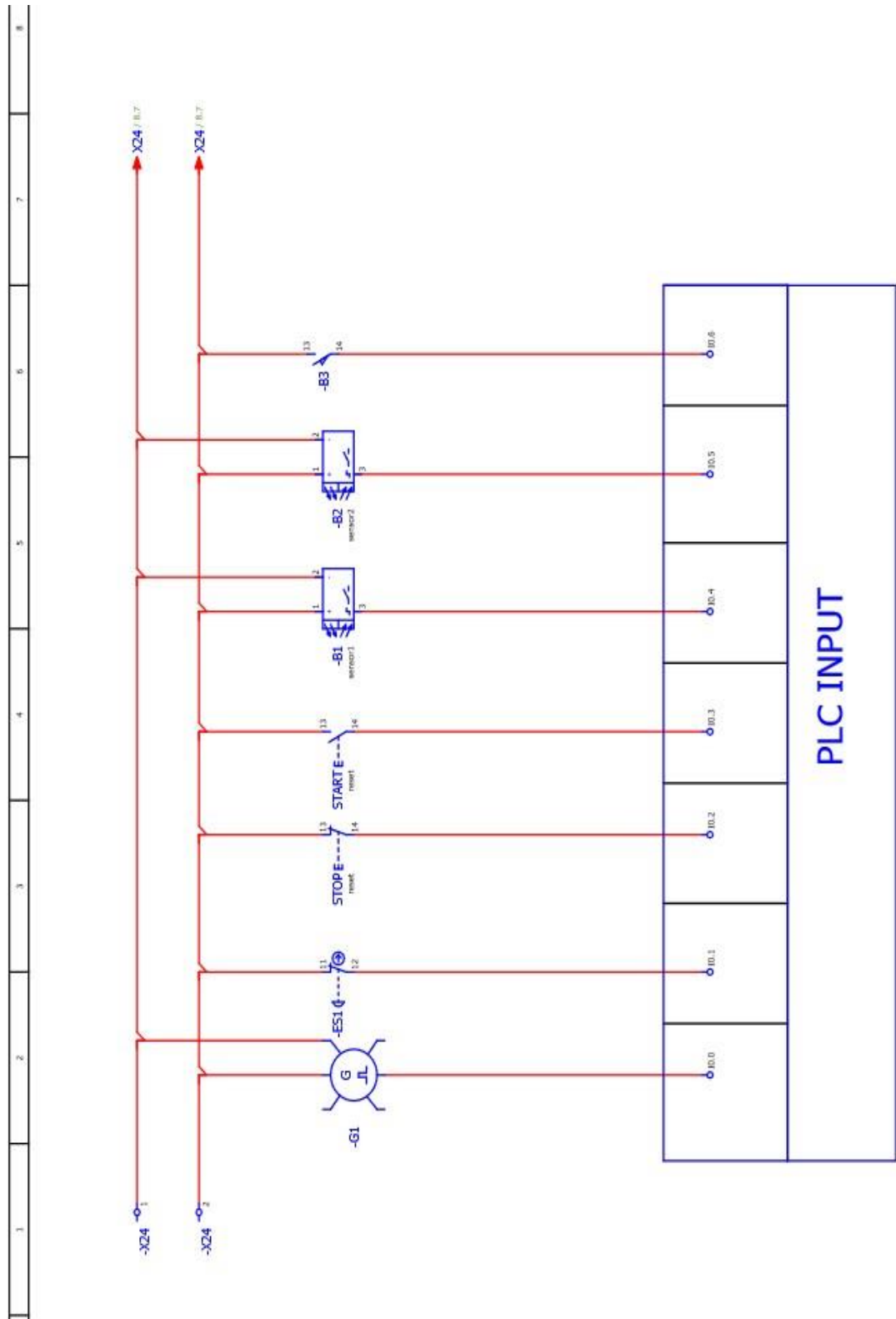
Εικόνα 3.6 Το κύκλωμα των κινητήρων των ταινιόδρομων πριν το palletizer



Εικόνα 3.7 Το κύκλωμα των κινητήρων των ραουλόδρομων εισόδου και εξόδου παλετών στο palletizer.

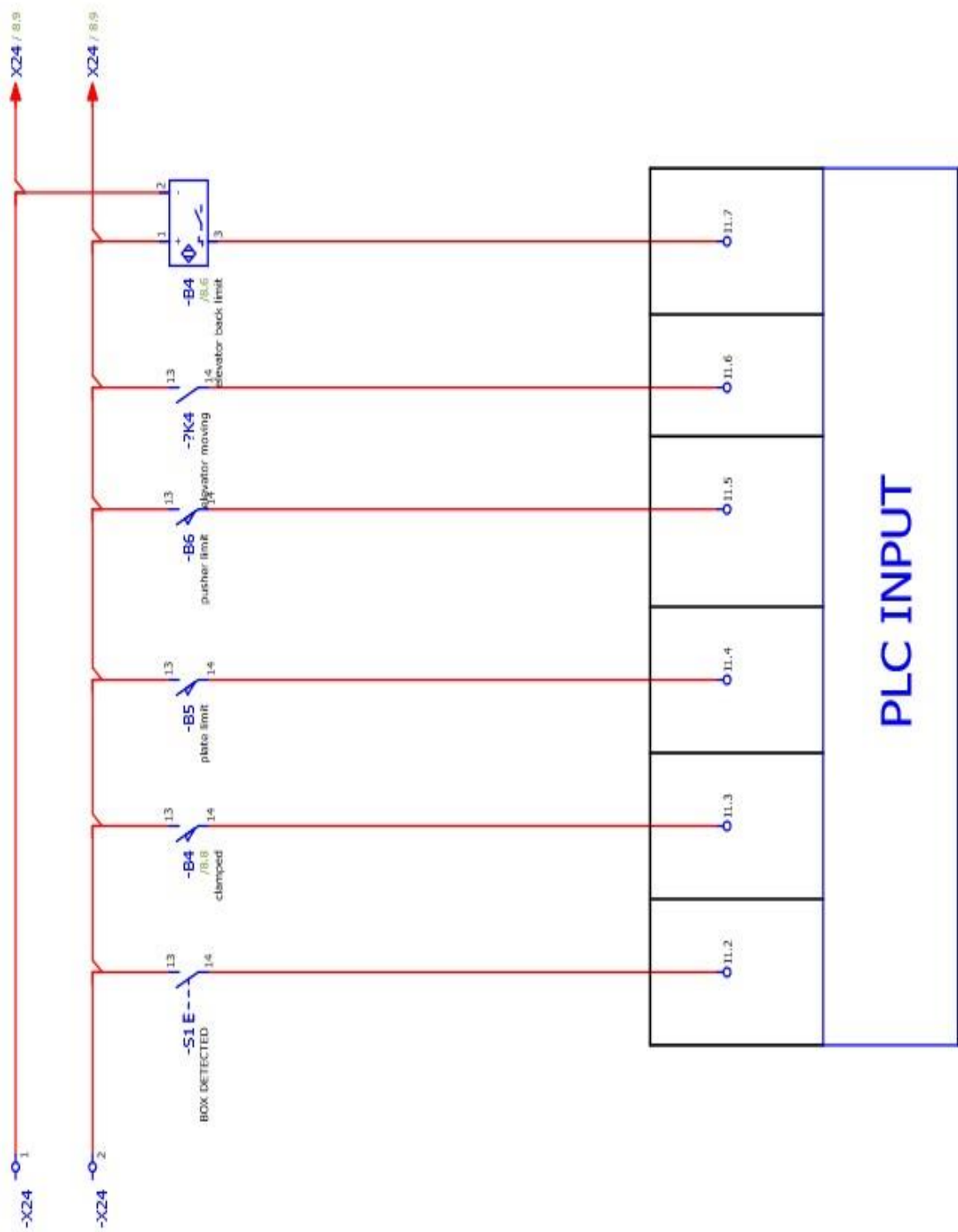
Όπως παρατηρούμε το κύκλωμα ξεκινάει με τις τρεις φάσεις που πρέπει να βιδωθούν σε τρεις κλέμες ή να κουμπωθούν αν οι κλέμες είναι με ελατήριο και από την άλλη άκρη των κλεμών συνδέονται στο γενικό διακόπτη και έπειτα στη γενική ασφάλεια. Στη συνέχεια από την ασφάλεια πρέπει να συνδεθεί στο θερμομαγνητικό κάθε κινητήρα και στις επαφές του ρελέ ισχύος που ενεργοποιεί τον κάθε κινητήρα και τέλος στο κιβώτιο των κινητήρων πάλι μέσω κλεμών σε περίπτωση που ο κινητήρας είναι με απευθείας εκκίνηση. Όταν ο κινητήρας είναι με vfd, συνδέεται το κάθε vfd μετά το θερμομαγνητικό και ο κινητήρας συνδέεται στο inverter. Επίσης σε κάθε inverter συνδέονται και οι αντίστοιχες αναλογικές έξοδοι από το PLC ώστε με αυτόν τον τρόπο να γίνεται η επιλογή της επιθυμητής ταχύτητας

3.1.2. ΚΥΚΛΩΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

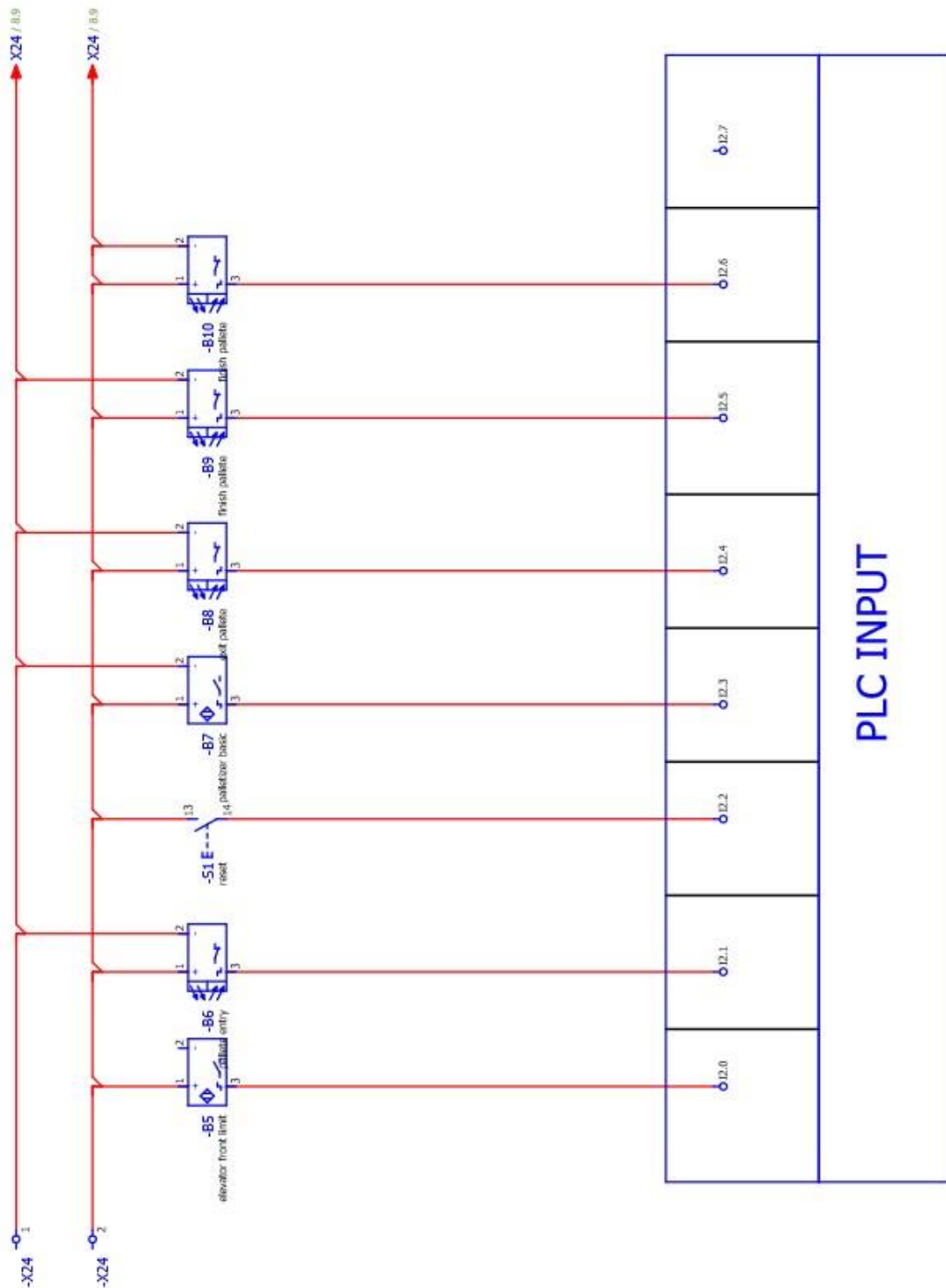


Εικόνα 3.8. Είσοδοι του I0.0-I0.6 PLC.Οι είσοδοι I0.7-I1.1 δεν χρησιμοποιούνται

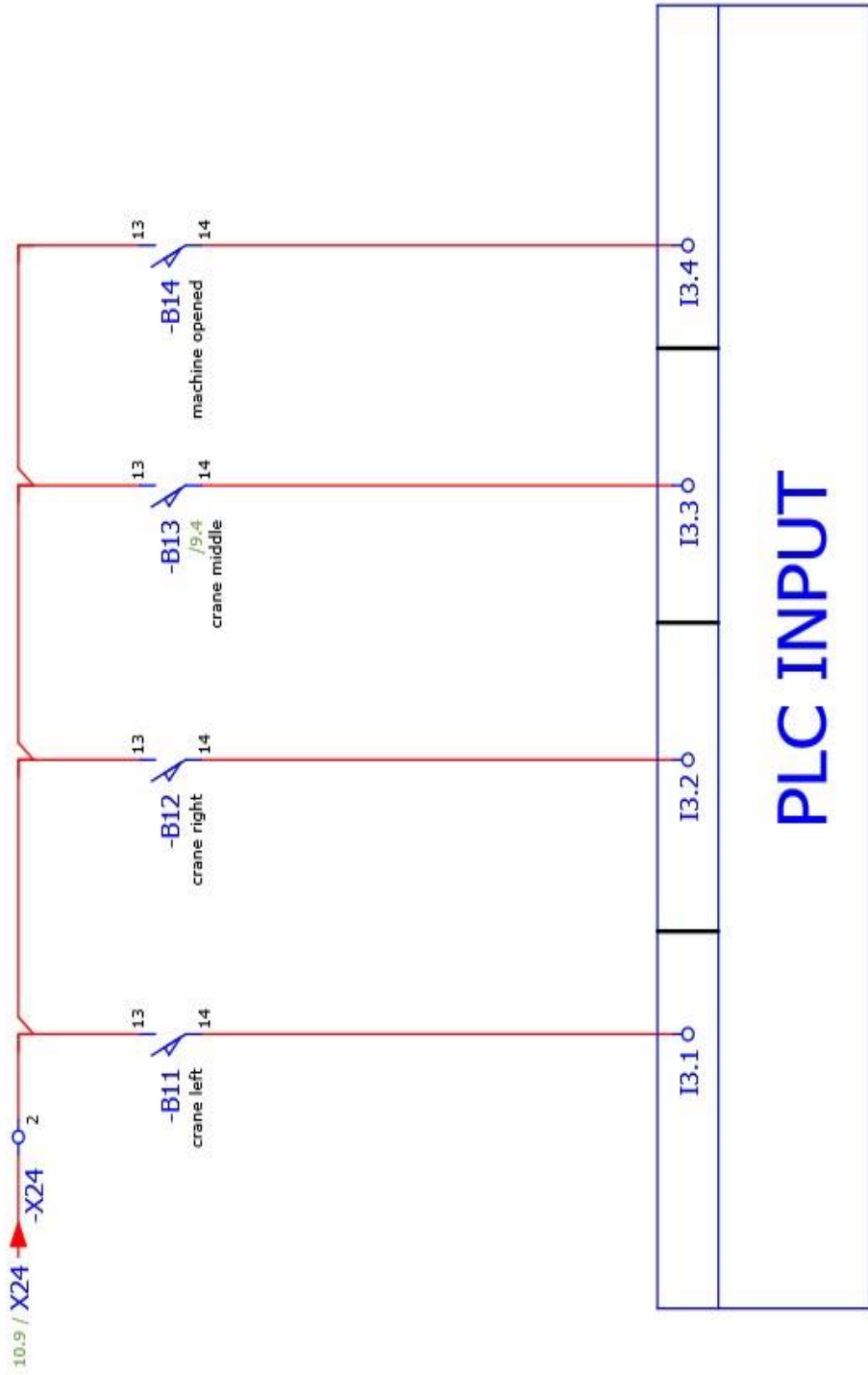
Στην είσοδο I0.0 βλέπουμε να συνδέεται μια παλμογεννήτρια αλλά κάποια από τα καλώδια της να είναι ασύνδετα. Αυτό συμβαίνει επειδή η παλμογεννήτρια που χρησιμοποιείται στο FACTORY I/O δεν χρειάζεται να έχει όλους τους ακροδέκτες της συνδεδεμένους αλλά μόνο αυτούς για την τροφοδοσία και ένα ακροδέκτη για την έξοδο.



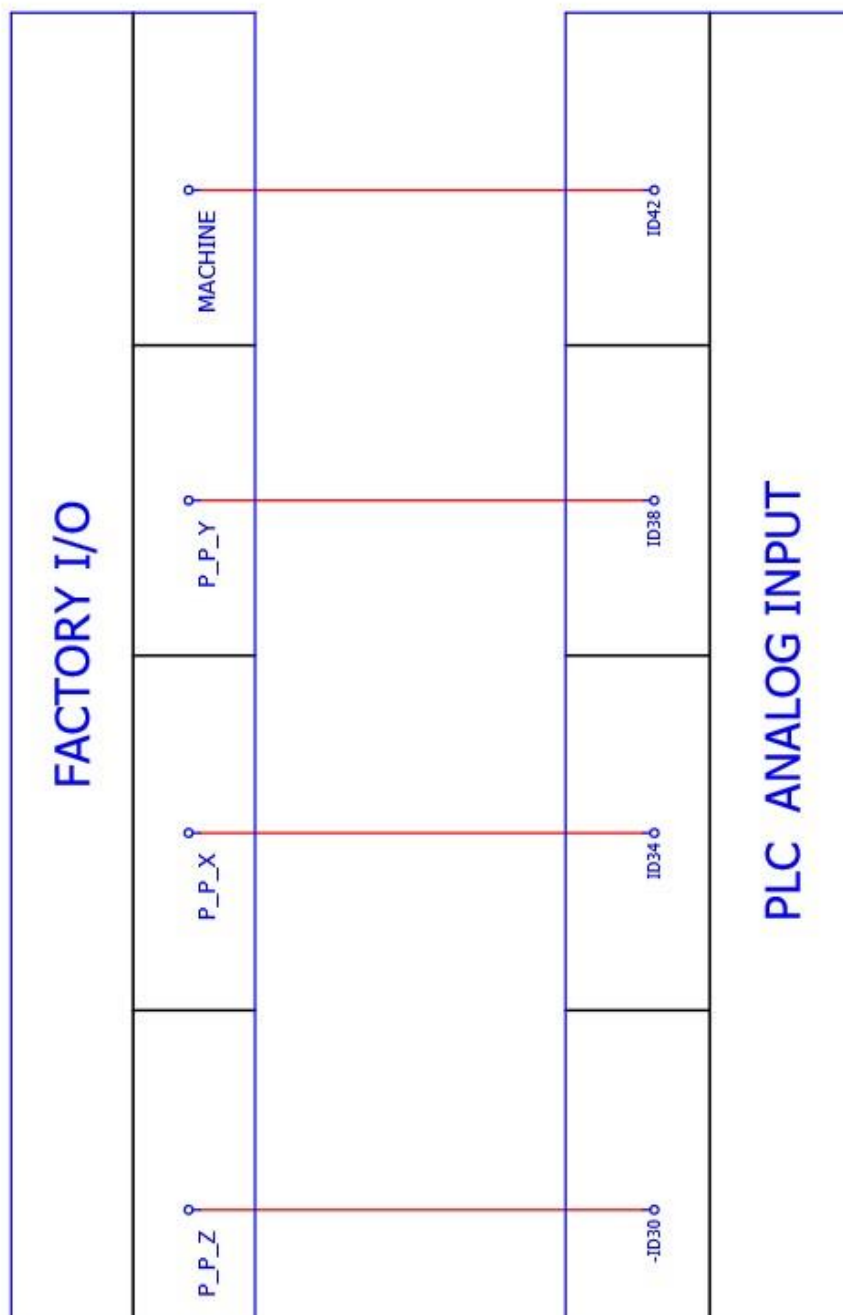
Εικόνα 3.9. Είσοδοι του I1.2-I1.7 PLC.



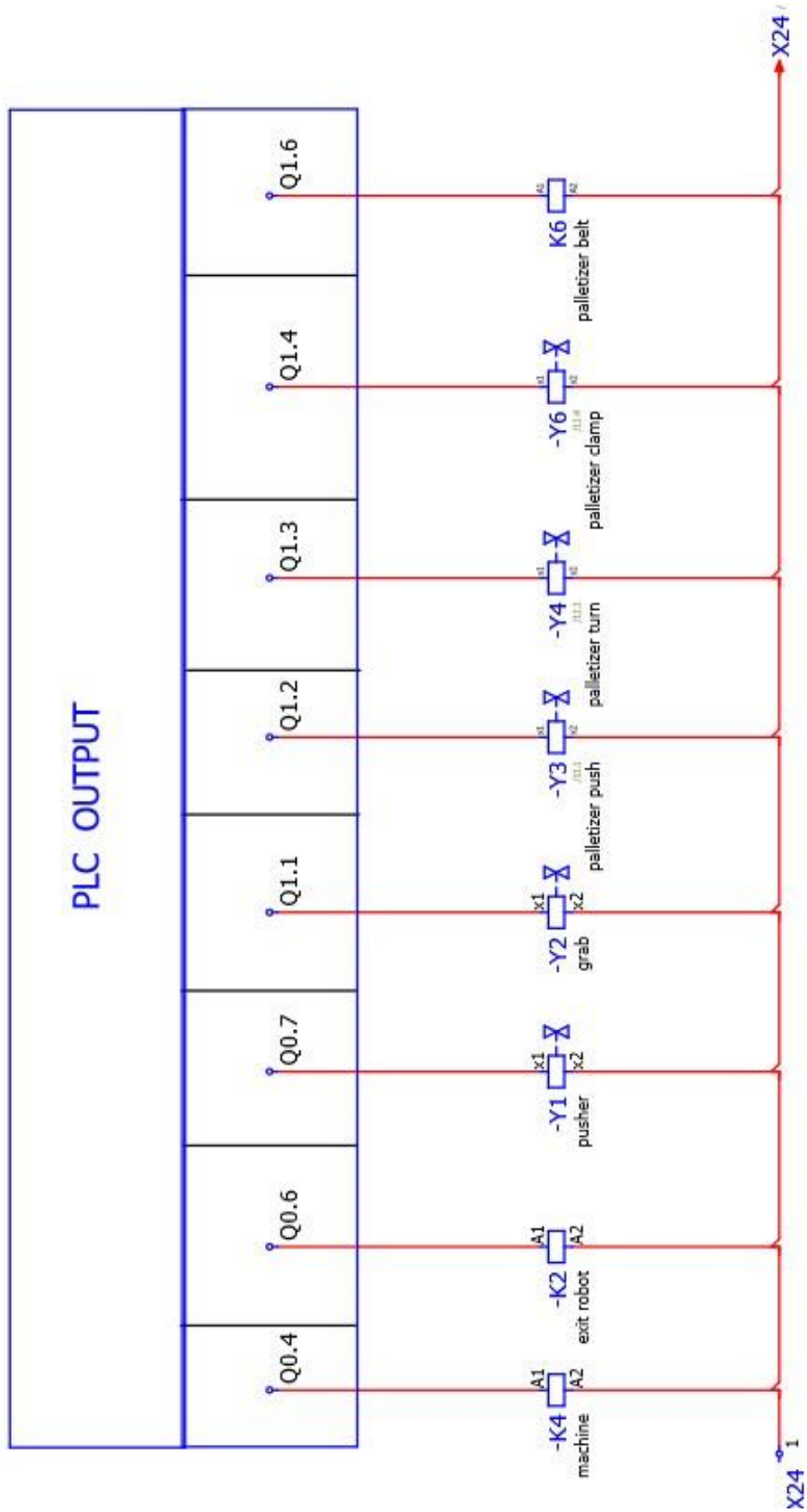
Εικόνα 3.10. Είσοδοι του I2.0-I2.7 PLC.



Εικόνα 3.11. Είσοδοι του I3.1-I3.4 PLC. Η είσοδος I3.0 δε χρησιμοποιείται



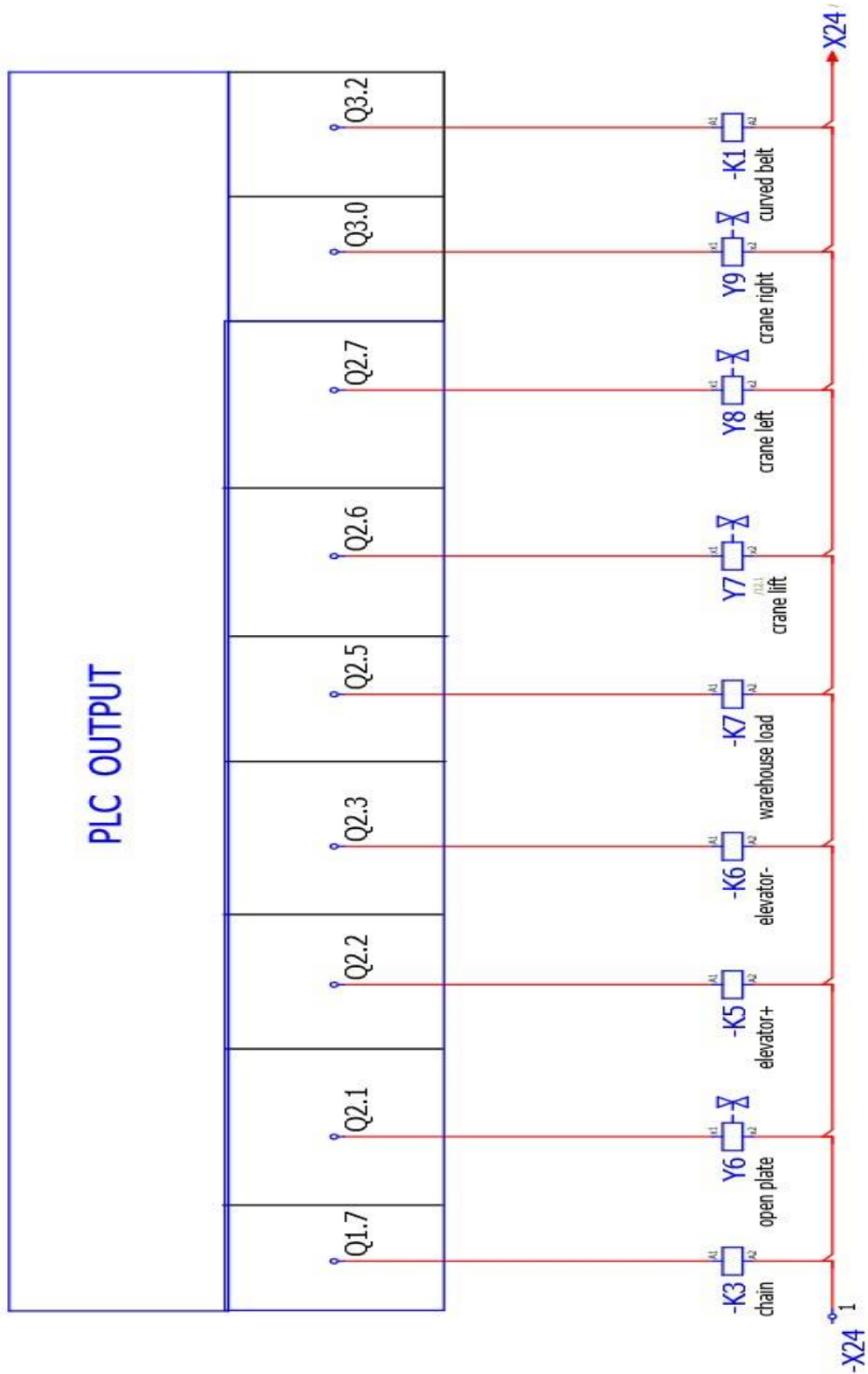
Εικόνα 3.12. Οι αναλογικές εισοδοι του PLC.



Εικόνα 3.13. Έξοδοι του Q0.4-Q1.6 PLC.

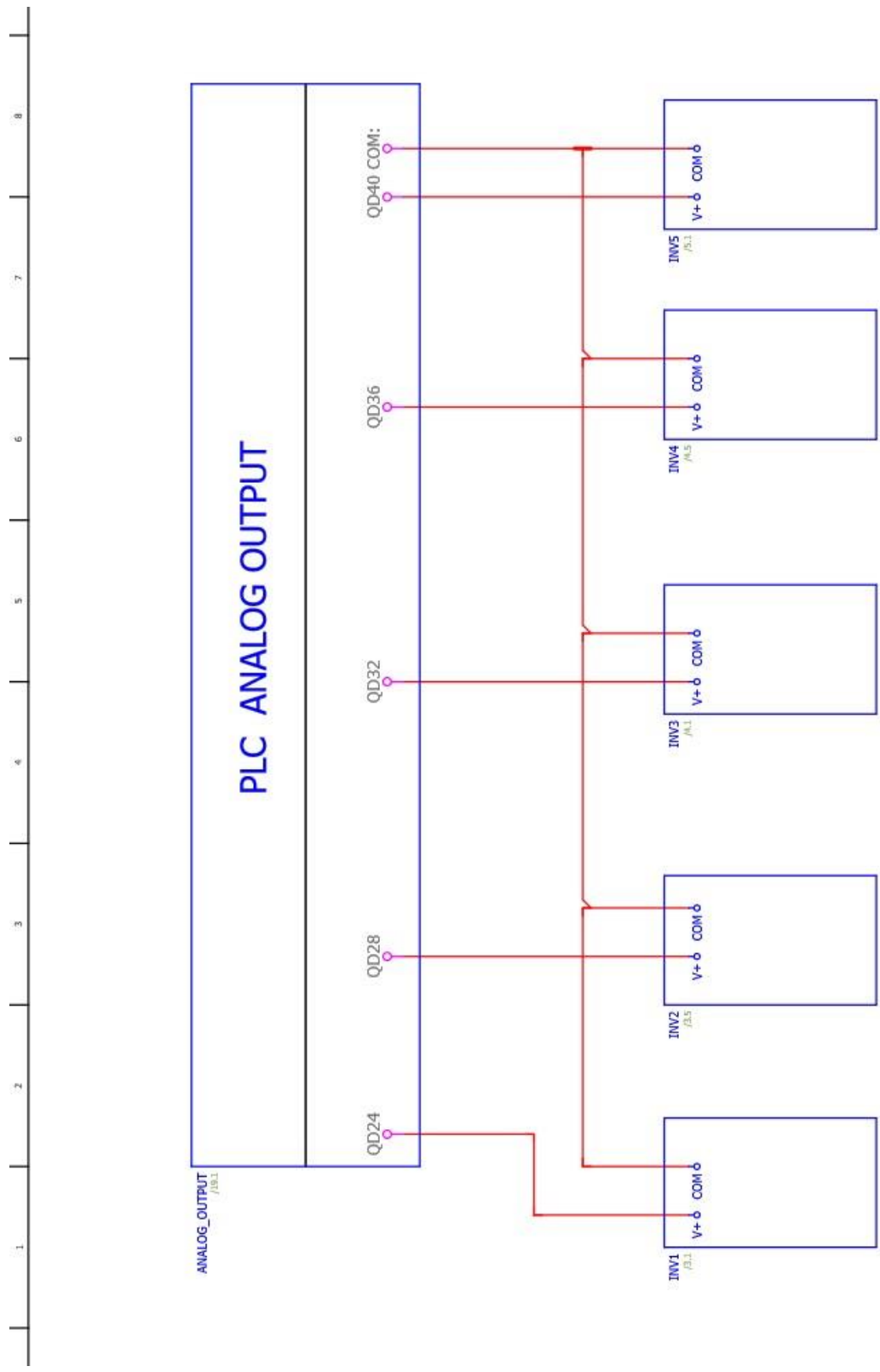
Οι έξοδοι Q0.0-Q0.3 δεν συνδέονται σε κάποιο ρελέ ή ηλεκτροβαλβίδα ή λυχνία κ.λπ., αλλά χρησιμοποιούνται μόνο για την εμφάνιση γραφικών στοιχείων(τεμαχίων) στο FACTORY I/O και για αυτό το λόγο δεν συνδέονται πουθενά στο ηλεκτρολογικό σχέδιο. Επίσης οι έξοδοι Q1.0, Q1.5 δε χρησιμοποιούνται.

Εικόνα 3.13. Έξοδοι του Q1.7-Q3.2 PLC.



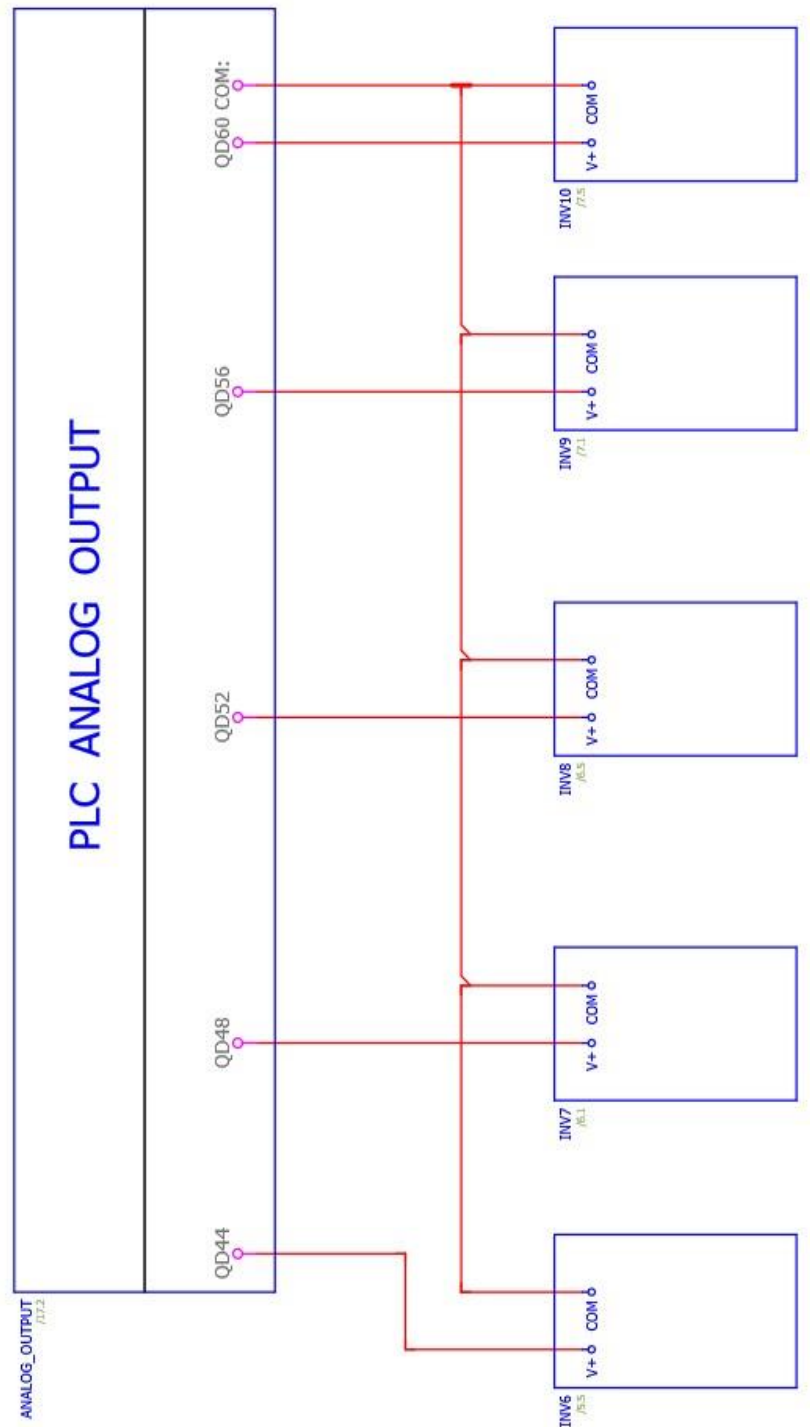
Εικόνα 3.13. Έξοδοι του Q1.7-Q3.2 PLC.

Οι έξοδοι Q2.0, Q2.4, Q3.1 δε χρησιμοποιούνται στο πρόγραμμα αλλά υπάρχουν μόνο για δυνατότητα επέκτασης.



Εικόνα 3.14 Οι αναλογικές εξοδοι του PLC, QD24-QD40.

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---



Εικόνα 3.15 Οι αναλογικές εξοδοι του PLC, QD44-QD60.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ PLC-HMI

4.1.ΤΙΑ PORTAL

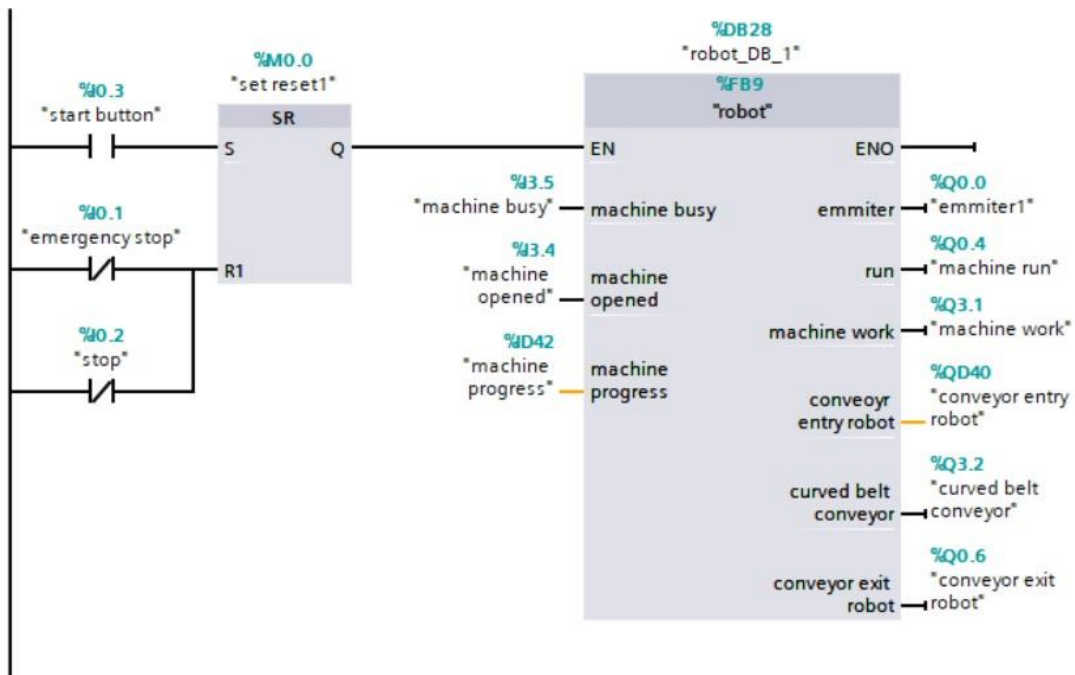
Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο το FACTORY I/O έχει τη δυνατότητα να επικοινωνήσει με PLC διαφόρων εταιρειών, όμως λόγω έλλειψης του απαραίτητου υλικού η εργασία εκτελέστηκε εξ' ολοκλήρου σε περιβάλλον προσομοίωσης. Σε αυτήν την περίπτωση το FACTORY I/O έχει τη δυνατότητα να συνδεθεί μόνο με την πλατφόρμα προγραμματισμού της Siemens που είναι το TIA PORTAL και έτσι ο προγραμματισμός έγινε στο συγκεκριμένο περιβάλλον.

4.1.1. ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ MAIN

Η συνάρτηση main είναι η βασική συνάρτηση του προγράμματος η οποία εκτελείται μόλις εκτελέσουμε το πρόγραμμα και είναι αυτή στην οποία μπορεί να γραφεί ο κώδικα απευθείας. Επίσης από τη συνάρτηση main μπορούμε να καλέσουμε κάποια άλλη συνάρτηση την οποία έχουμε δημιουργήσει, έχοντας με τη σειρά της αυτή, τη δυνατότητα να καλέσει κάποια άλλη συνάρτηση.

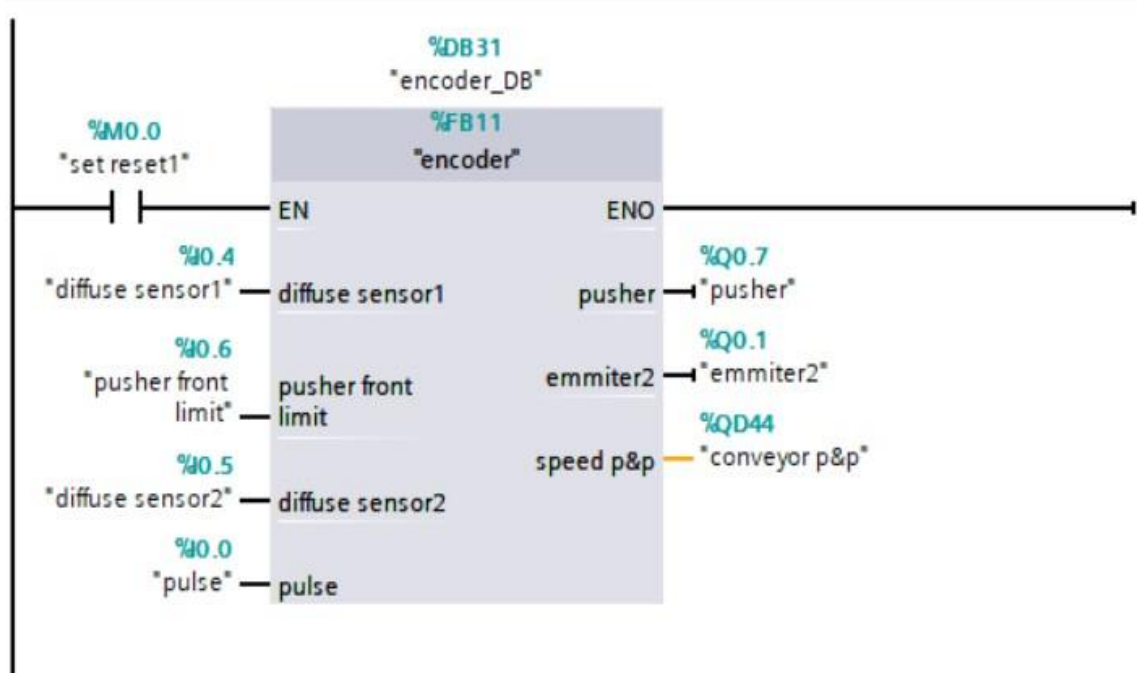
Στην παρούσα εργασία στη συνάρτηση main απλά καλούμε τα διάφορα function blocks που έχουμε δημιουργήσει. Με τη δημιουργία συναρτήσεων αυτό που επιτυγχάνεται στο πρόγραμμα, είναι να "σπάσει" το πρόγραμμα σε κομμάτια και να είναι μικρότερο, όπως επίσης σε περίπτωση σφάλματος είναι πιο εύκολη η αποσφαλμάτωση. Άλλος ένας λόγος είναι ότι σε περίπτωση επεκτασιμότητας του προγράμματος αυτή είναι πιο εύκολη με τη χρήση συναρτήσεων.

Στις παρακάτω εικόνες φαίνονται οι συναρτήσεις που υπάρχουν στη main, όπως και η προϋπόθεση ότι για να κληθούν οι συναρτήσεις θα πρέπει να πατηθεί το button start και να μην πατηθούν τα buttons stop και emergency stop.

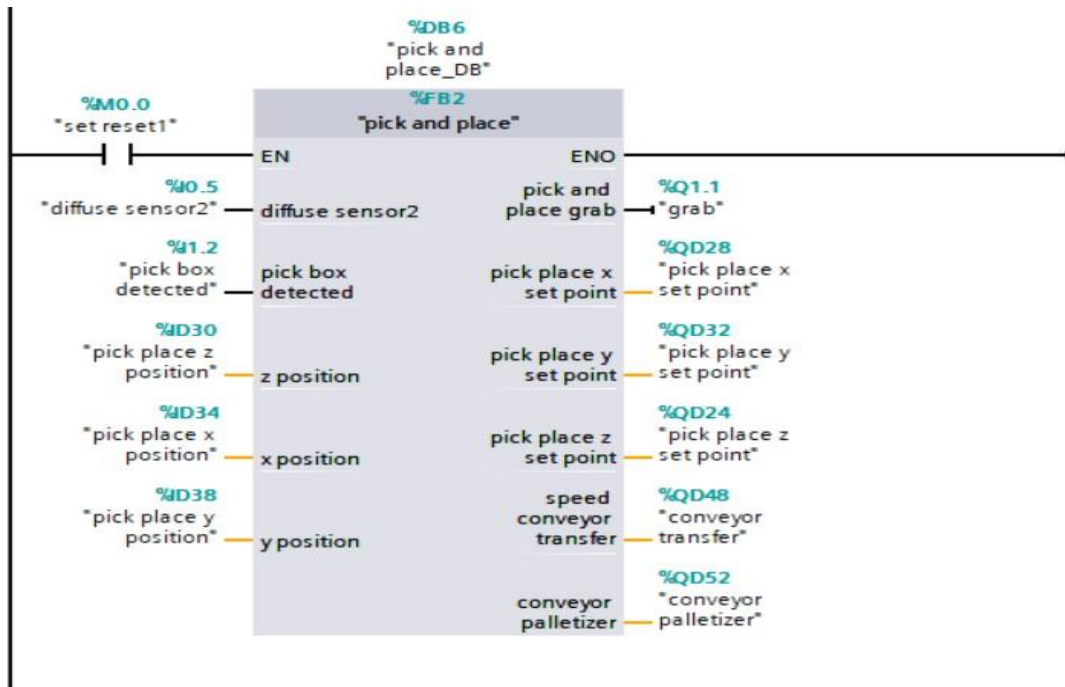


Εικόνα 4.1 Κλήση της συνάρτησης robot.

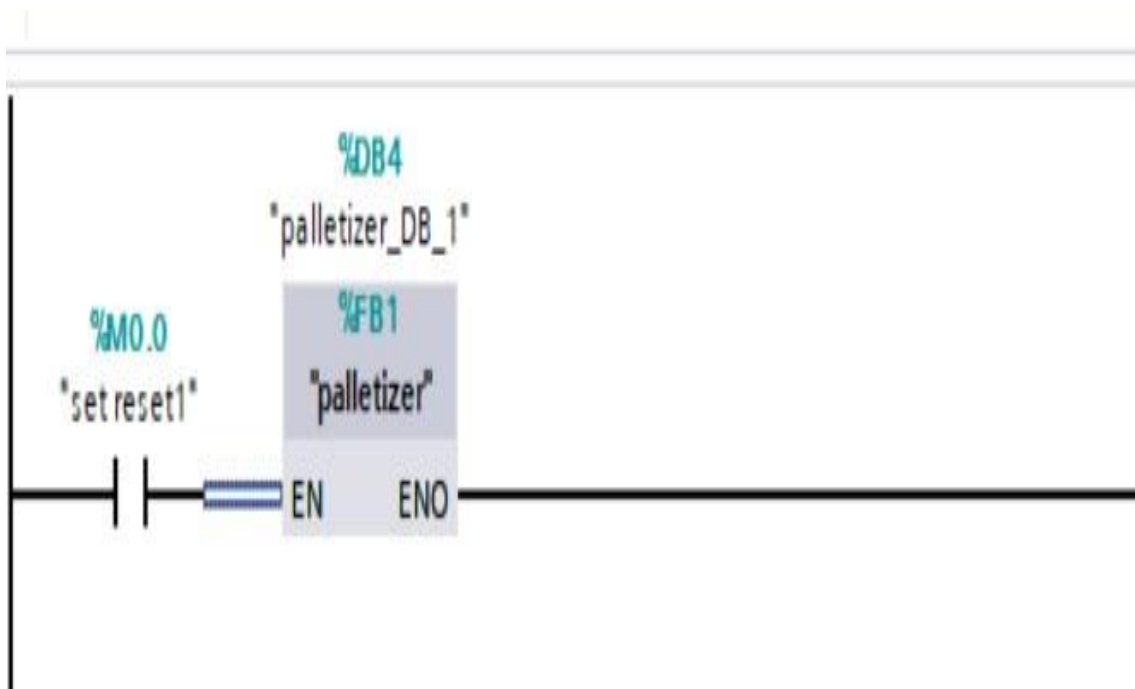
Στην εικόνα 4.1, βλέπουμε την έναρξη λειτουργίας της γραμμής παραγωγής. Μόλις πατηθεί το start το bit της μνήμης M0.0 γίνεται λογικό 1 και παραμένει σε αυτήν την κατάσταση εξ' αιτίας του flip-flop set reset1 μέχρι να πατηθεί κάποιο από τα buttons stop ή emergency stop. Όταν το M0.0 γίνει 1 καλεί τη συνάρτηση robot.



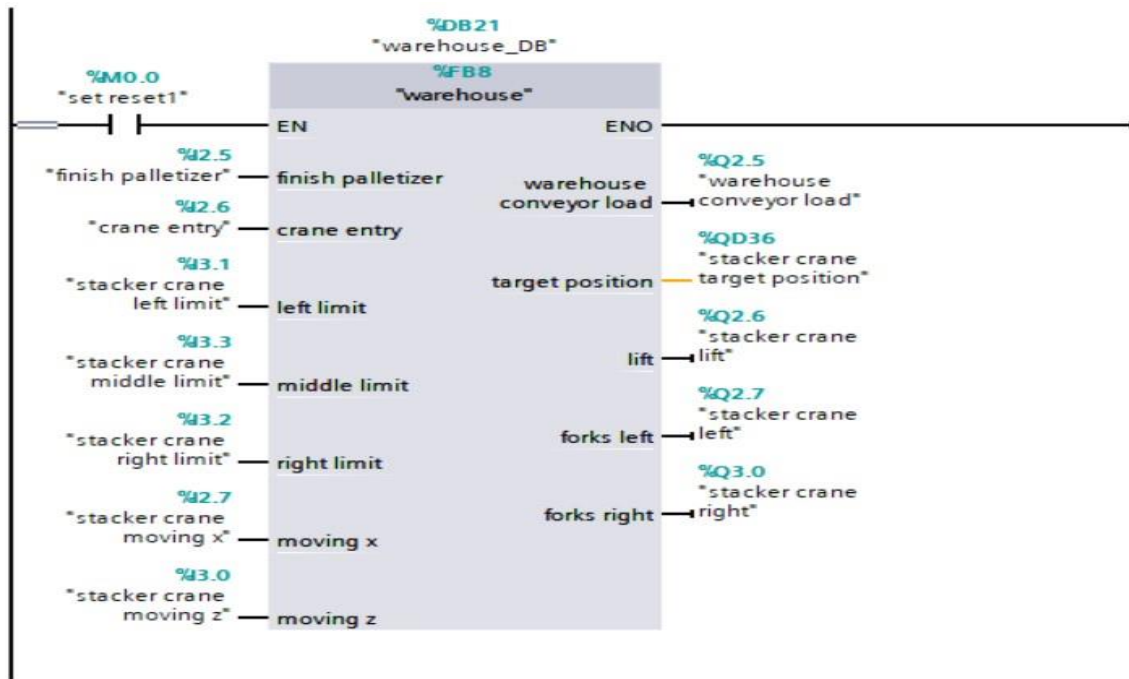
Εικόνα 4.2 Κλήση της συνάρτησης encoder



Εικόνα 4.3. Κλήση της συνάρτησης pick and place



Εικόνα 4.4 Κλήση της συνάρτησης palletizer

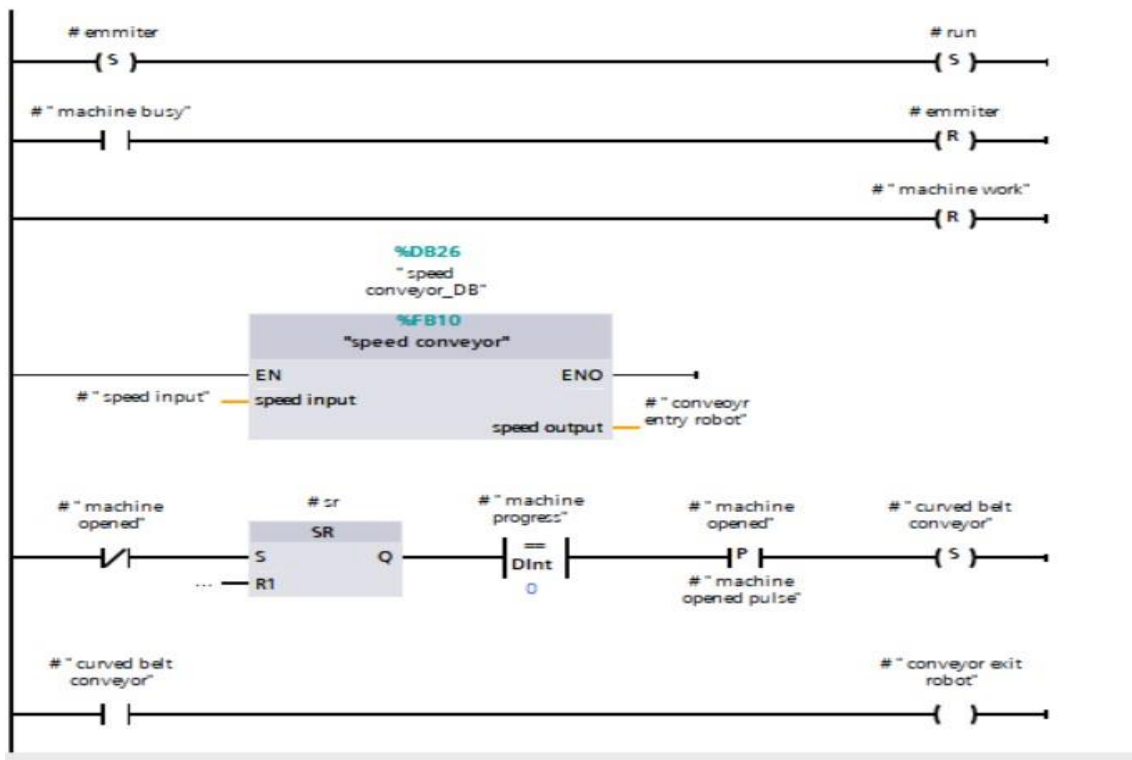


Εικόνα 4.5. Κλήση της συνάρτησης warehouse

Στις εικόνες 4.2-4.5 βλέπουμε τις κλήσεις των υπόλοιπων συναρτήσεων που υπάρχουν στη main και ότι αυτές πραγματοποιούνται με τον ίδιο τρόπο όπως και η συνάρτηση robot στην εικόνα 4.1.

Στη συνέχεια φαίνεται η λειτουργία της κάθε μίας από αυτές τις συναρτήσεις.

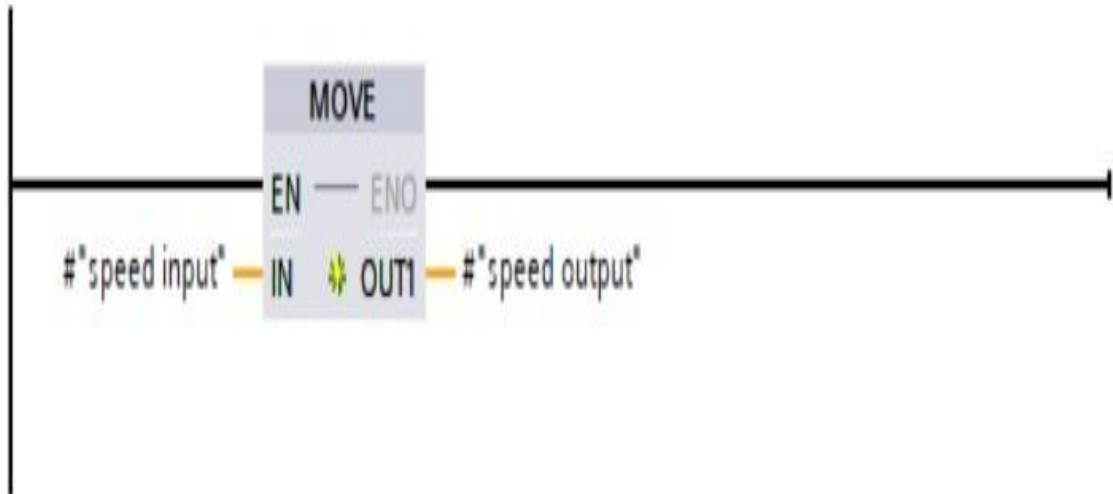
4.1.2. ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ROBOT



Εικόνα 4.6. Λειτουργία της συνάρτησης robot

Με την κλήση της συνάρτησης εμφανίζονται αντικείμενα προς επεξεργασία από το μηχάνημα παραγωγής και το robot είναι έτοιμο συνεχώς για λειτουργία, με την προϋπόθεση ότι υπάρχει κάποιο αντικείμενο στη θέση από την οποία τα πιάνει. Κατά το χρονικό διάστημα στο οποίο το robot δεν κινείται και το μηχάνημα δεν επεξεργάζεται τα αντικείμενα, δε δημιουργούνται καινούργια αντικείμενα προς επεξεργασία. Στη συνέχεια παρατηρούμε ότι καλείται άλλη μια συνάρτηση speed conveyor μέσα στη συνάρτηση robot(όπως θα δούμε παρακάτω καλείται μέσα και από τις άλλες συναρτήσεις) με την οποία εισάγουμε την επιθυμητή ταχύτητα και αυτή μεταφέρει την εντολή μας στο ταινιόδρομο.

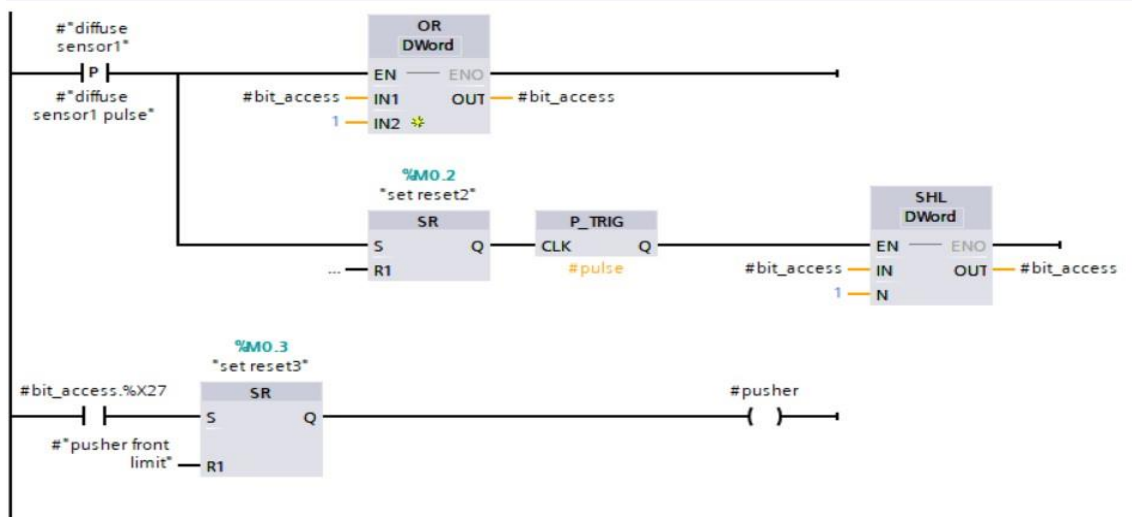
Μόλις το μηχάνημα επεξεργαστεί το πρώτο τεμάχιο και ανοίξει η πόρτα ενεργοποιεί τον ταινιόδρομο curved belt conveyor και παραμένει ενεργοποιημένος για όλη τη διάρκεια της διεργασίας, και αυτός με τη σειρά του ενεργοποιεί τον κινητήρα που κινεί τον επόμενο ταινιόδρομο όπου βρίσκεται η παλμογεννήτρια για τον εντοπισμό της θέσης του τεμαχίου.



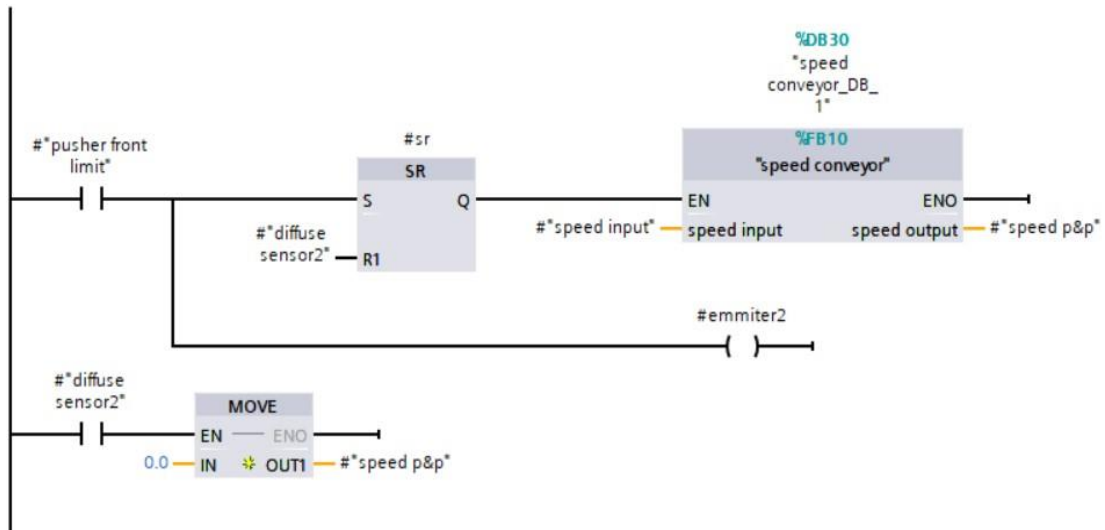
Εικόνα 4.7. Η συνάρτηση speed conveyor

Στην εικόνα 4.7 βλέπουμε ότι η συνάρτηση speed conveyor το μόνο που κάνει είναι να μεταφέρει την τιμή της μεταβλητής speed input όπου είναι η τιμή που εισάγουμε μέσω της οθόνης HMI στη μεταβλητή speed output που είναι η ταχύτητα του κινητήρα.

4.1.3. ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ENCODER



Εικόνα 4.8. Πρώτο τμήμα της συνάρτησης encoder

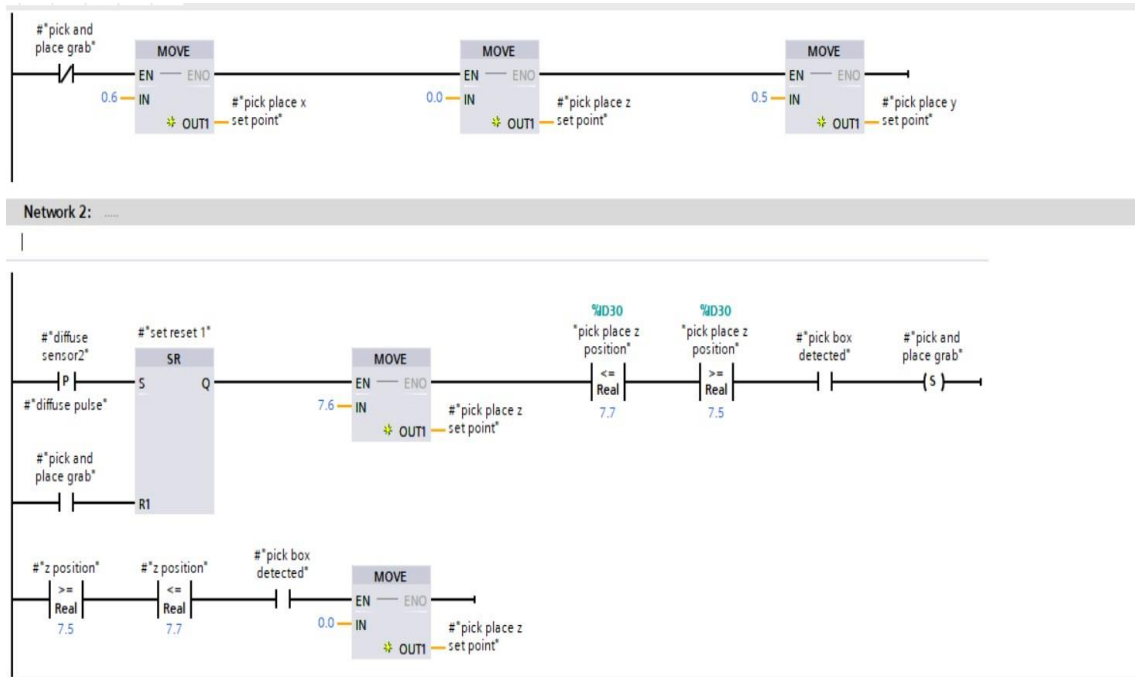


Εικόνα 4.9. Δεύτερο τμήμα της συνάρτησης encoder

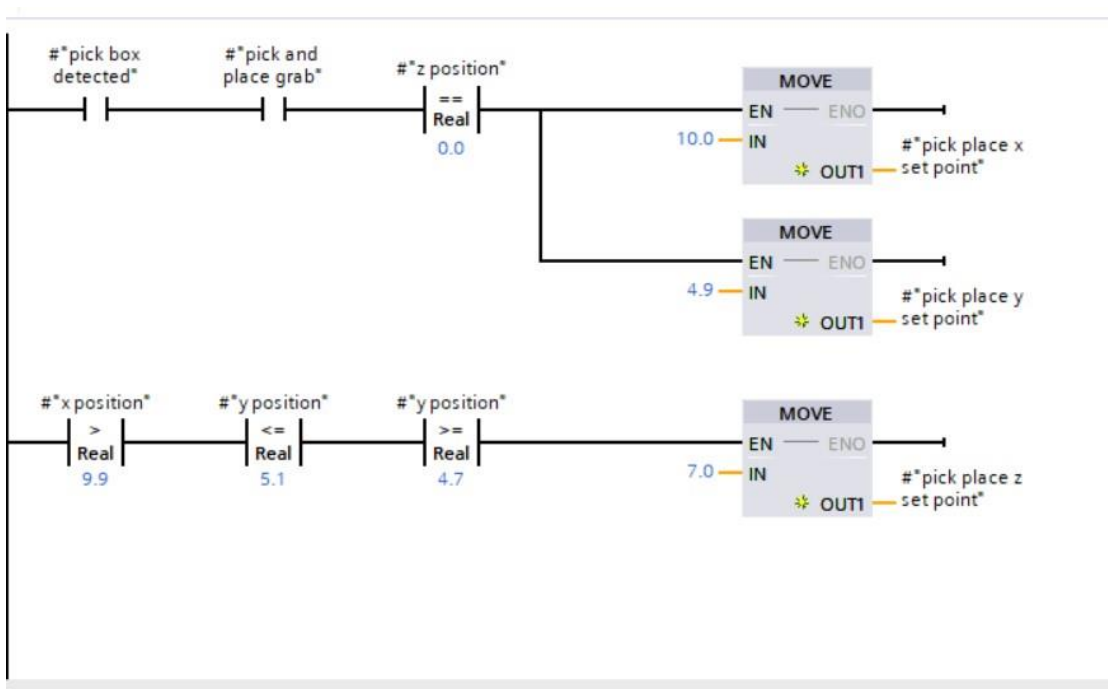
Στις εικόνες 4.8-4.9 βλέπουμε τη λειτουργία της συνάρτησης encoder. Μόλις ένα αντικείμενο περάσει μπροστά από τον αισθητήρα στο τελευταίο ψηφίο της λέξης 32 bits "bit access" τοποθετείται ένα λογικό 1. Σε κάθε παλμό που παράγεται από την παλμογεννήτρια αυτό το bit μεταφέρεται κατά μια θέση αριστερά και μόλις φτάσει στην 28^η θέση από δεξιά εκτείνεται το έμβολο μέχρι την πλήρη έκταση του ώστε με αυτόν τον τρόπο να σπρώξει το τεμάχιο στον ταινιόδρομο που οδηγεί στο pick and place και τότε επιστρέφει στην αρχική του θέση.

Μόλις εκταθεί πλήρως το έμβολο, ο κινητήρας καλεί τη συνάρτηση speed conveyor και αρχίζει να κινείται με την επιθυμητή ταχύτητα μέχρι να φτάσει μπροστά από τον αισθητήρα που βρίσκεται στην κατάλληλη θέση και τότε σταματάει μέχρι να έρθει το επόμενο τεμάχιο.

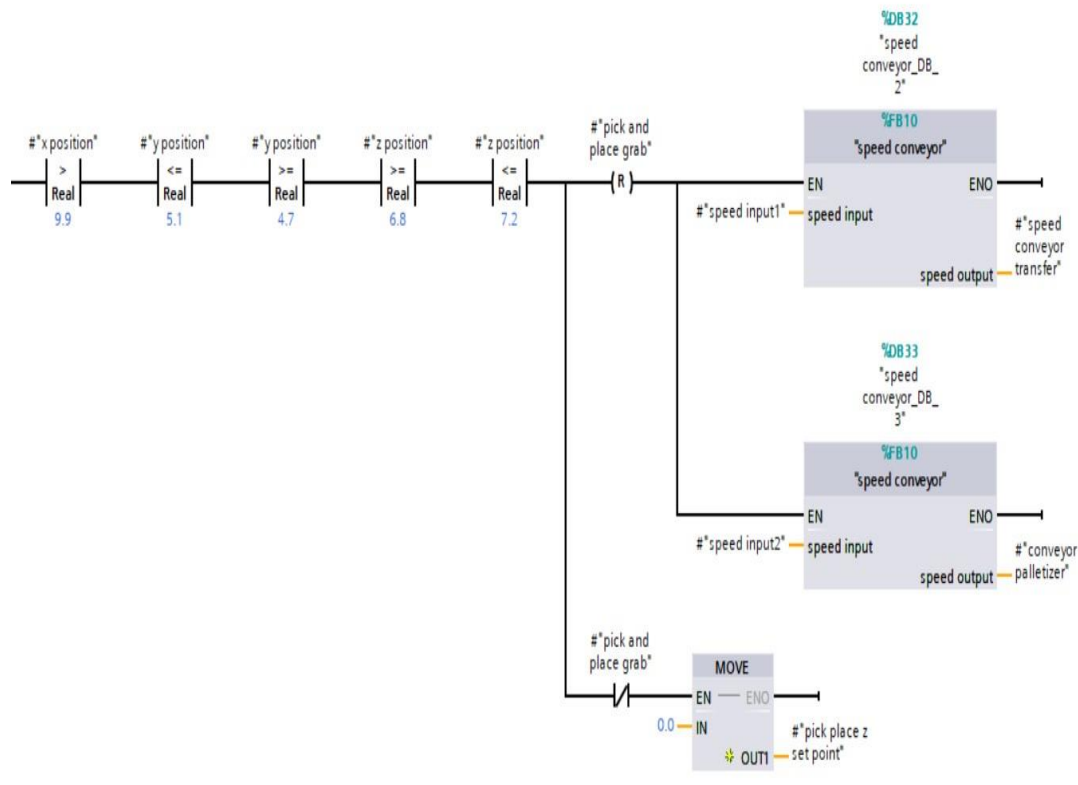
4.1.4. ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ PICK AND PLACE



Εικόνα 4.10. Πρώτο τμήμα της συνάρτησης pick and place



Εικόνα 4.11. Δεύτερο τμήμα της συνάρτησης pick and place



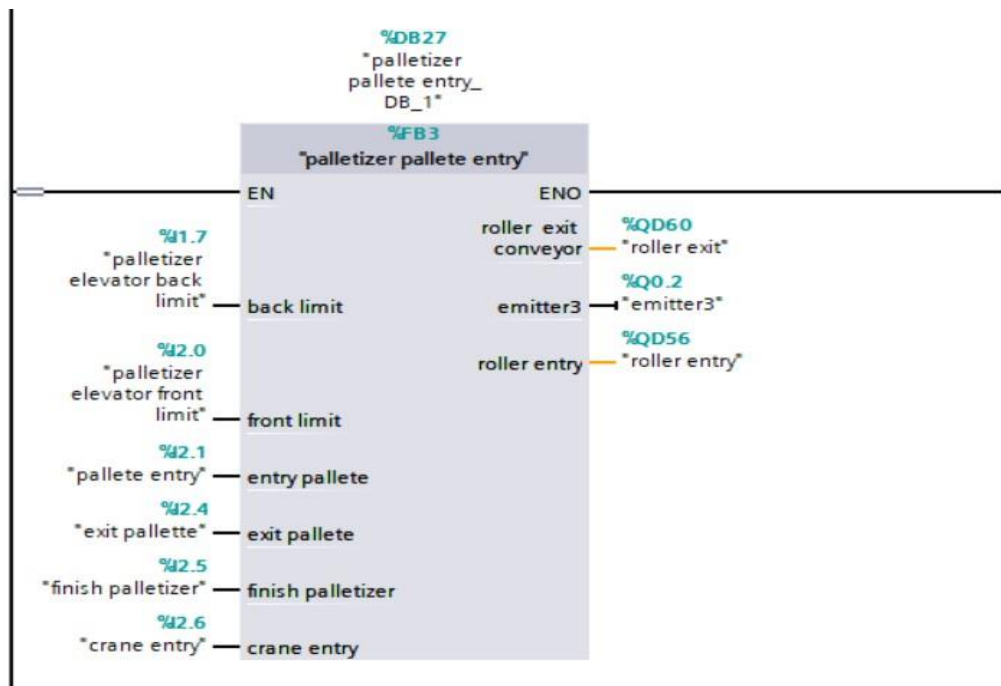
Εικόνα 4.12 Τρίτο τμήμα της συνάρτησης pick and place

Στις εικόνες 4.9-4.12 φαίνεται η λειτουργία του pick and place. Αυτή έχει ως εξής. Με την κλήση της συνάρτησης και από τη στιγμή που το pick and place δεν έχει αρπάξει κάποιο τεμάχιο πάει στην αρχική θέση που του έχουμε ορίσει. Μόλις ενεργοποιηθεί ο αισθητήρας που βρίσκεται από κάτω, κατεβαίνει, αρπάζει το αντικείμενο και ανεβαίνει πάλι πάνω. Στη συνέχεια μεταφέρεται προς τον πρώτο ταινιόδρομο που οδηγεί στο palletizer και όταν φτάσει κατεβαίνει και αφήνει το τεμάχιο στον ταινιόδρομο και αφού το αφήσει ανεβαίνει και επιστρέφει στην αρχική του θέση.

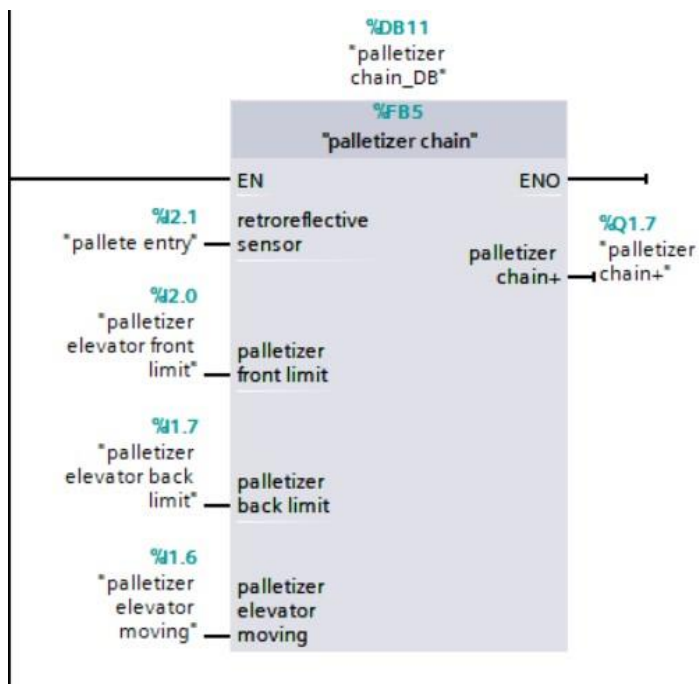
Επίσης μόλις αφήσει το τεμάχιο στον ταινιόδρομο οι δυο αυτοί ταινιόδρομοι κινούνται με την επιθυμητή ταχύτητα.

4.1.5. ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ PALLETIZER

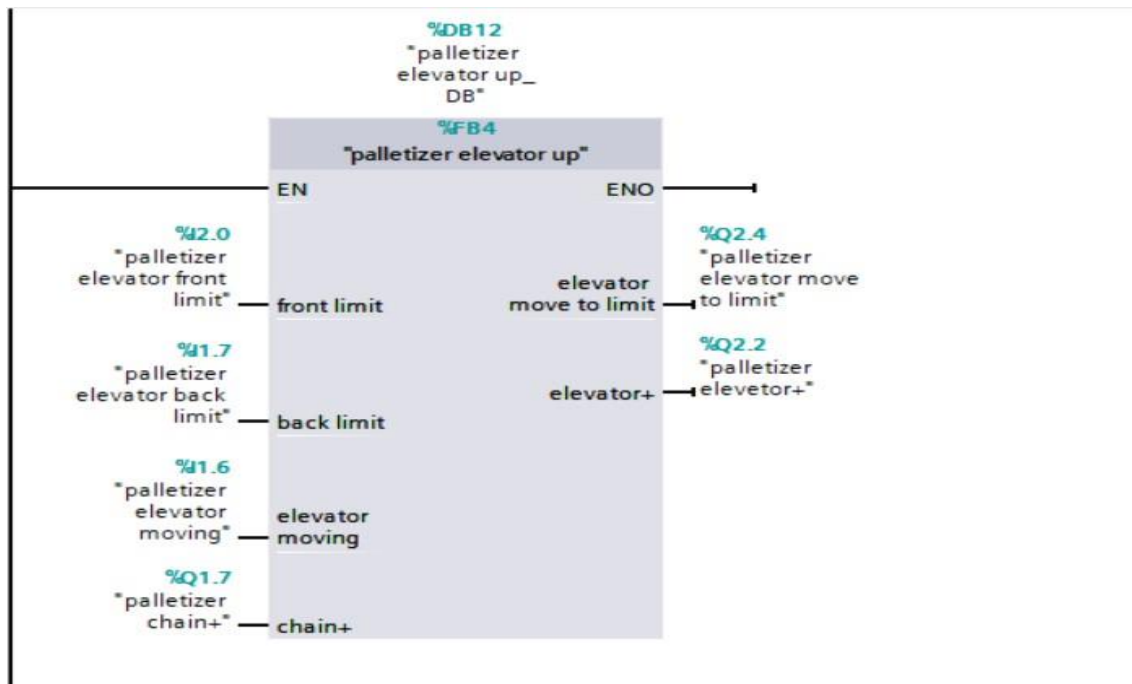
Μέσα στη συνάρτηση palletizer υπάρχουν άλλα πέντε function blocks τα οποία φαίνονται στις παρακάτω εικόνες.



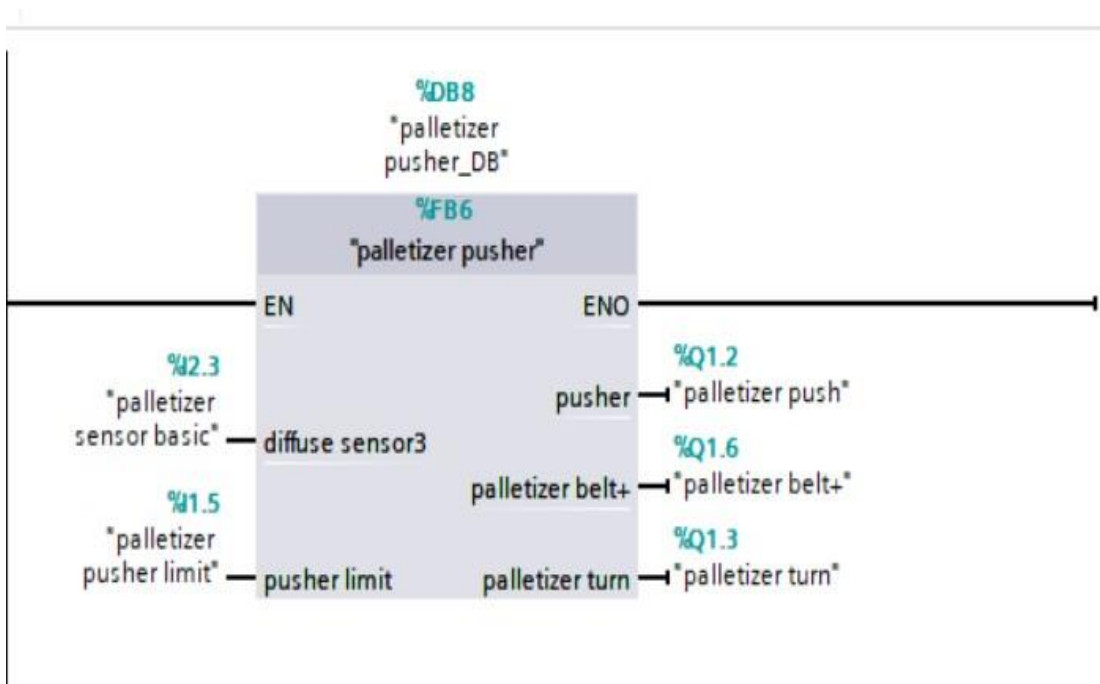
Εικόνα 4.13. Κλήση της συνάρτησης palletizer pallette entry



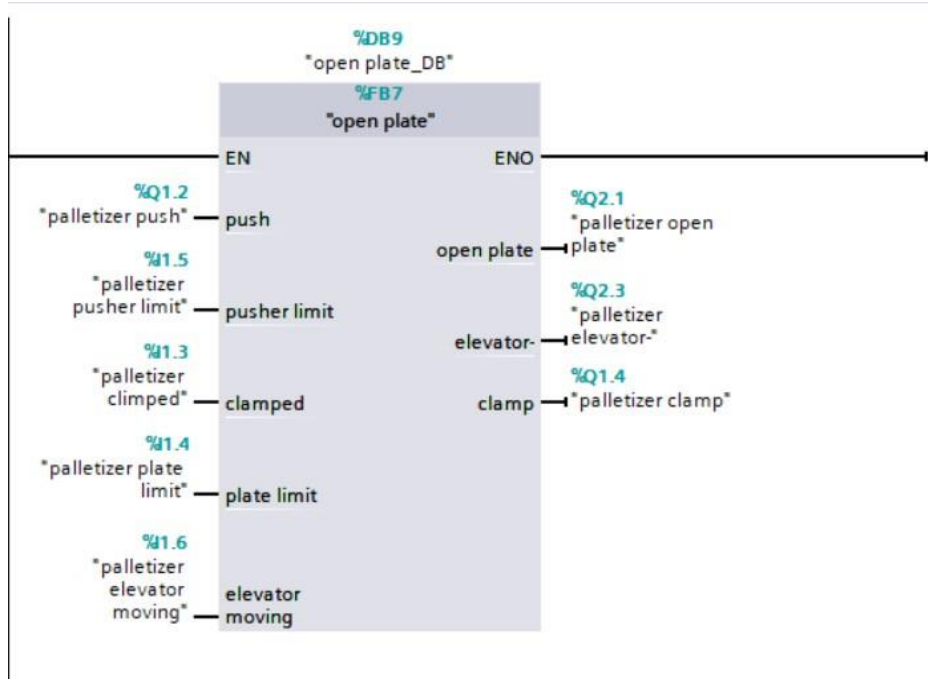
Εικόνα 4.14. Κλήση της συνάρτησης palletizer chain



Εικόνα 4.15. Κλήση της συνάρτησης palletizer elevator up



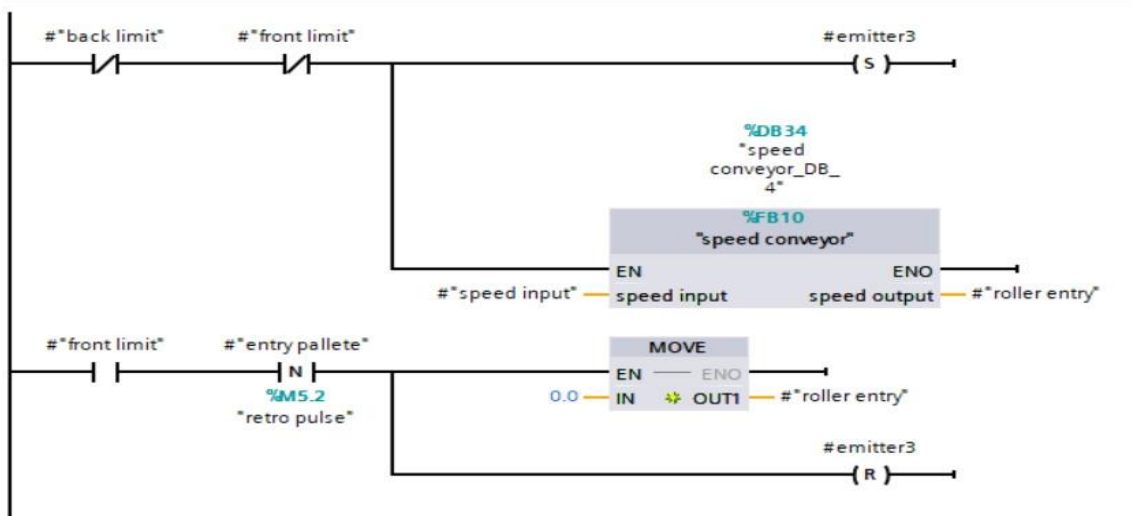
Εικόνα 4.16. Κλήση της συνάρτησης palletizer pusher



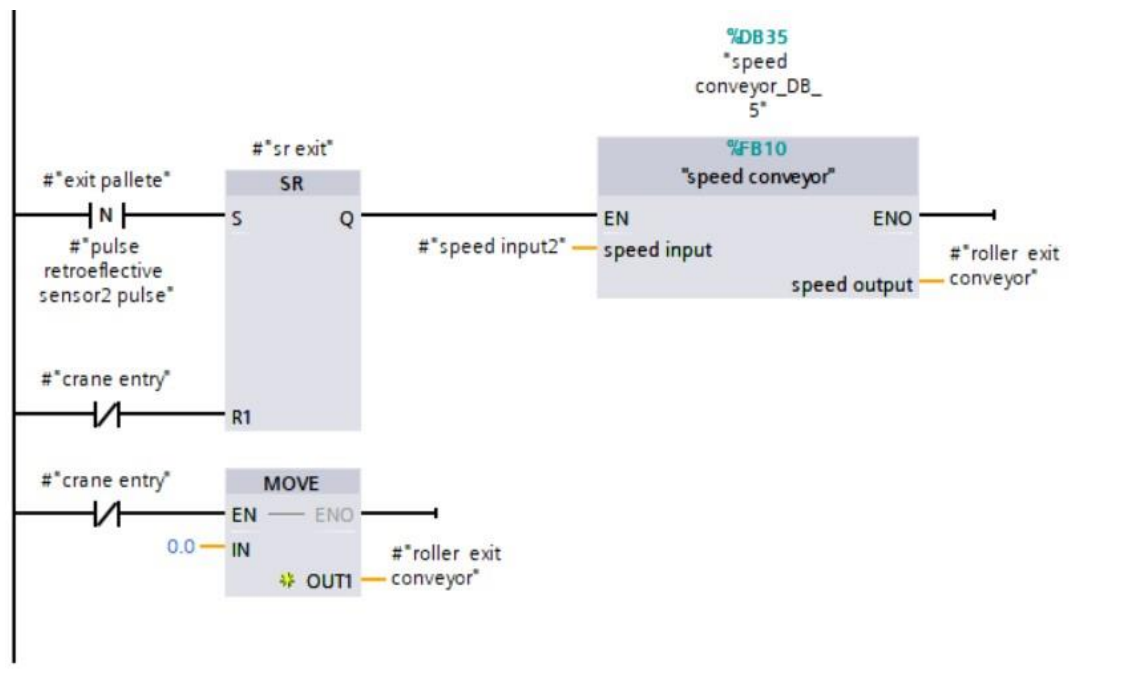
Εικόνα 4.17. Κλήση της συνάρτησης palletizer open plate

Παρακάτω φαίνονται οι συναρτήσεις που υπάρχουν μέσα στη συνάρτηση palletizer

➤ Συνάρτηση pallette entry



Εικόνα 4.18. Πρώτο τμήμα της συνάρτησης palletizer pallette entry



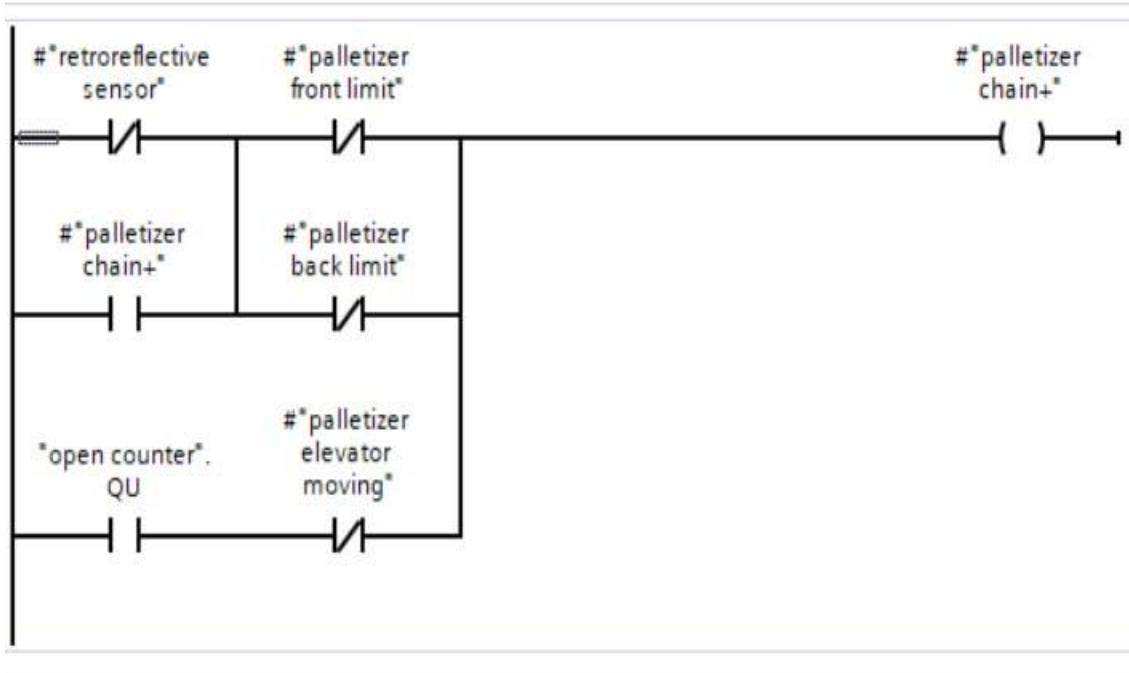
Εικόνα 4.19. Δεύτερο τμήμα της συνάρτησης palletizer pallette entry

Στις εικόνες 4.18 και 4.19 παρουσιάζεται η λειτουργία εισόδου και εξόδου παλέτας στο palletizer. Με την κλήση της συνάρτησης από τη στιγμή που δεν υπάρχει κάποια παλέτα στο ασανσέρ δημιουργούνται οι παλέτες και κινείται ο ραουλόδρομος με την ταχύτητα που έχει εισάγει ο χρήστης μέσω της οθόνης HMI. Όταν ενεργοποιηθεί ο μπροστά αισθητήρας στο ασανσέρ και ο αισθητήρας που βρίσκεται στην άκρη του ραουλόδρομου εισόδου, σταματάει να περιστρέφεται ο κινητήρας και να δημιουργούνται οι παλέτες.

Ο ραουλόδρομος εξόδου ενεργοποιείται μόλις ενεργοποιηθεί ο αισθητήρας που βρίσκεται στην έξοδο του palletizer και παραμένει ενεργοποιημένος μέχρι να φτάσει η παλέτα στον αισθητήρα πριν το crane.

Καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας τους μπορούμε να μεταβάλλουμε την ταχύτητα τους μέσω της οθόνης HMI.

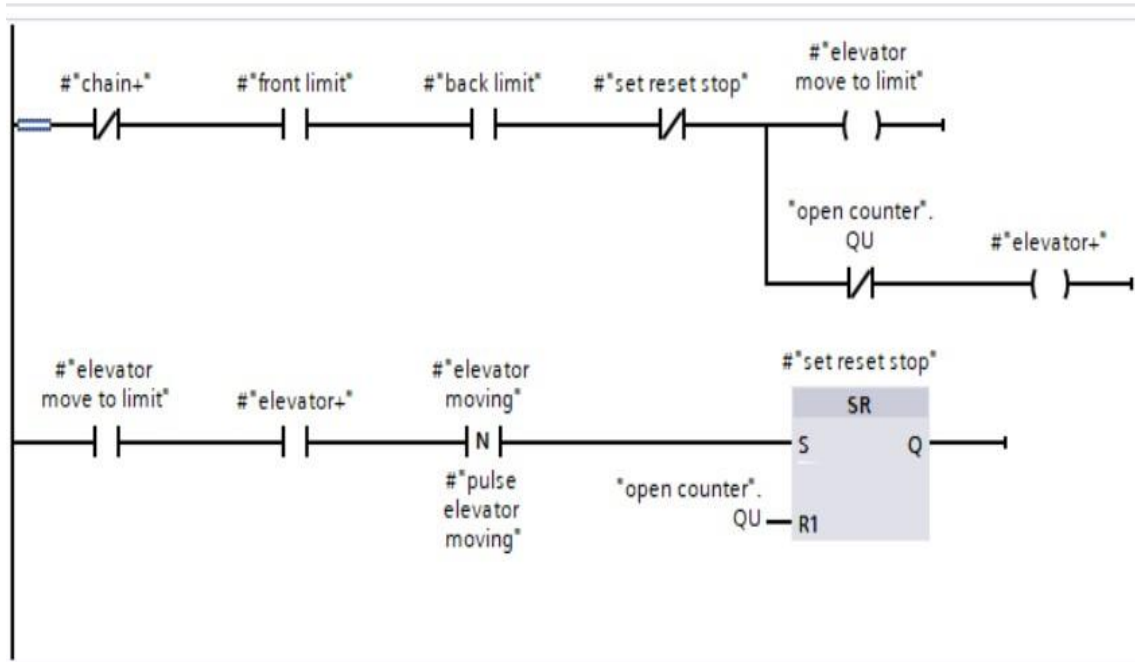
➤ Συνάρτηση chain



Εικόνα 4.20. Λειτουργία συνάρτησης palletizer pallet chain.

Μόλις ενεργοποιηθεί ο αισθητήρας που βρίσκεται στην άκρη του ραουλόδρομου εισόδου των παλετών η αλυσίδα αρχίζει να κινείται για να φέρει την παλέτα μέσα στο ασανσέρ, μέχρι να φτάσει στο κατάλληλο σημείο, όπου τότε θα ενεργοποιηθούν οι αισθητήρες στα άκρα του ασανσέρ και θα σταματήσει να κινείται η αλυσίδα. Θα ξαναενεργοποιηθεί όταν το ασανσέρ κατέβει κάτω αφού έχει γεμίσει η παλέτα τον απαιτούμενο αριθμό σειρών από τεμάχια.

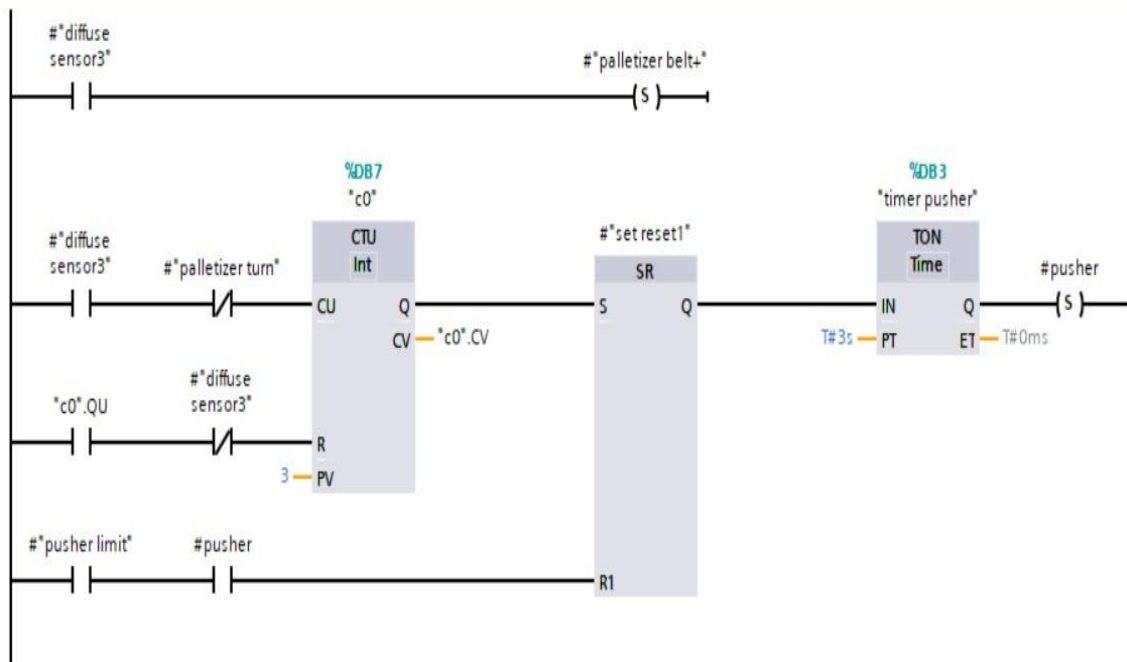
➤ Συνάρτηση elevator up



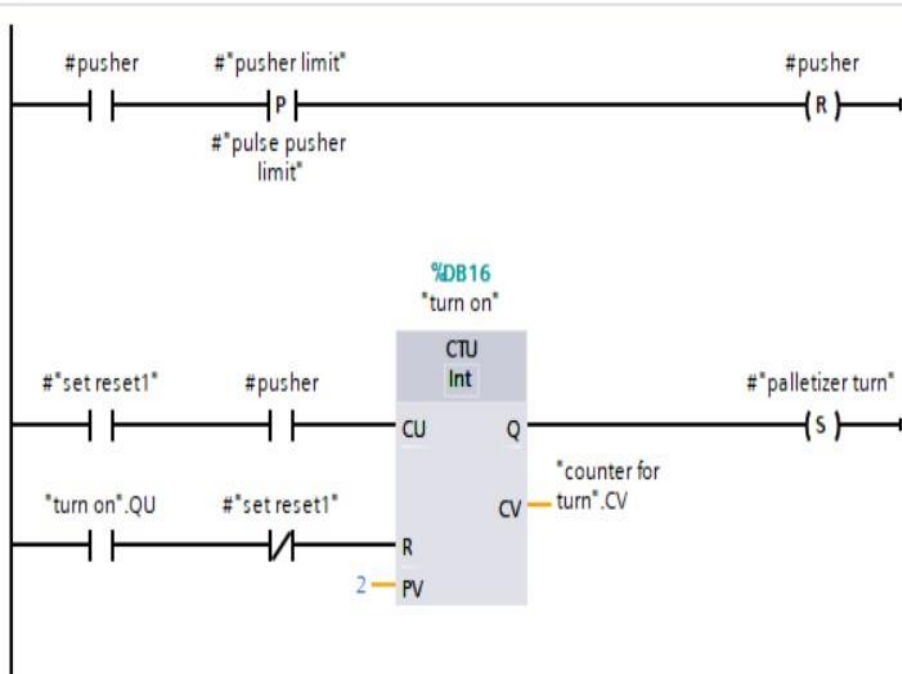
Εικόνα 4.21. Λειτουργία συνάρτησης palletizer elevator up.

Στην εικόνα 4.21 παρουσιάζεται η λειτουργία ανόδου του ασανσέρ. Αυτή έχει ως εξής: μόλις έρθει η παλέτα στο ασανσέρ στην κατάλληλη θέση το ασανσέρ ανεβαίνει στην ανώτερη θέση.

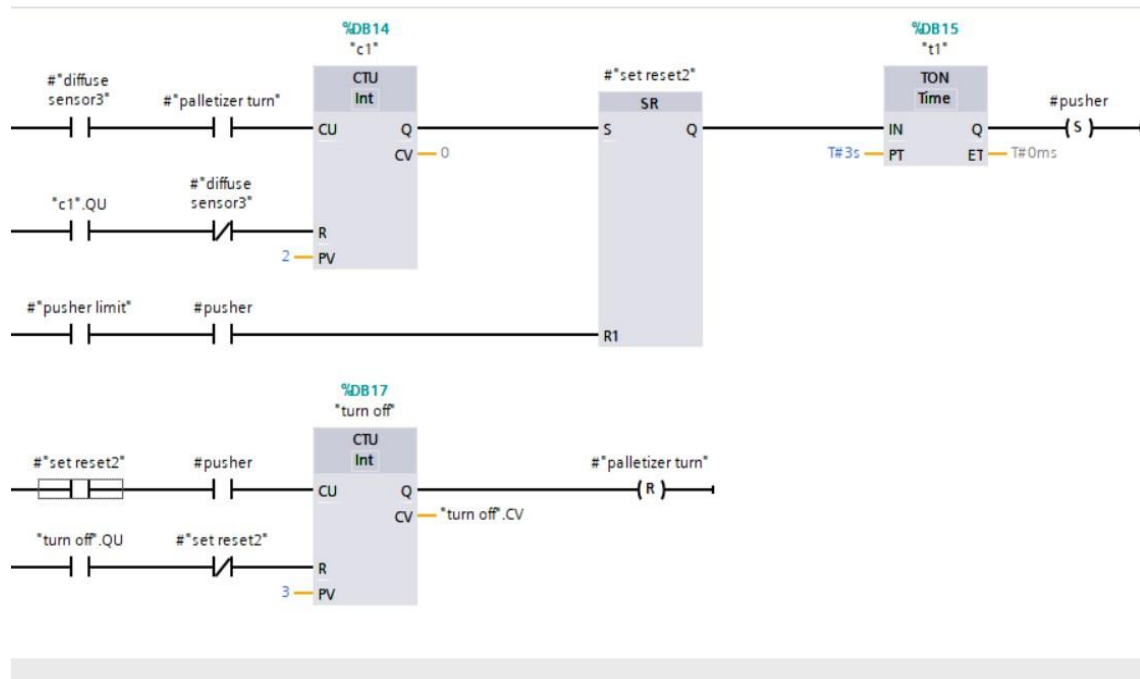
➤ Συνάρτηση pusher



Εικόνα 4.22 Πρώτο τμήμα της συνάρτησης palletizer pusher



Εικόνα 4.23. Δεύτερο τμήμα της συνάρτησης palletizer pusher



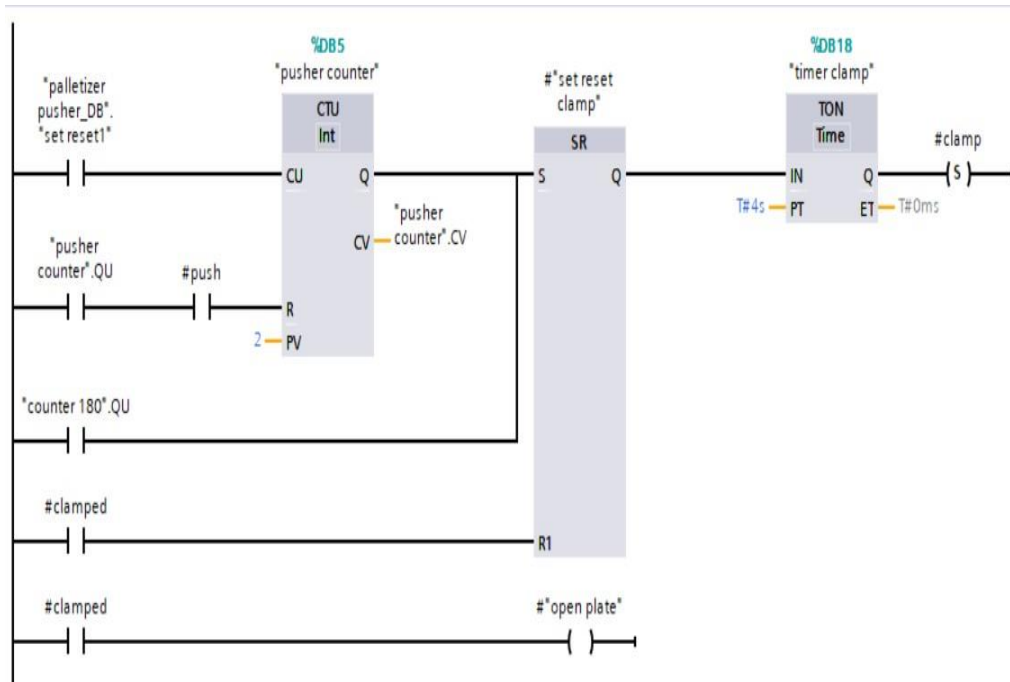
Εικόνα 4.24. Τρίτο τμήμα της συνάρτησης palletizer pusher

Στις εικόνες 4.22-4.24 φαίνεται η λειτουργία της συνάρτησης palletizer pusher. Μόλις ο αισθητήρας που βρίσκεται στον ταινιόδρομο πριν το palletizer ενεργοποιηθεί, ενεργοποιεί τον κινητήρα από τον ταινιόδρομο palletizer belt ώστε να φέρει τα τεμάχια μπροστά από ένα έμβολο, ο ρόλος του οποίου είναι να τα τοποθετεί με τη σειρά του πάνω στην πλατφόρμα που βρίσκεται πάνω από την παλέτα.

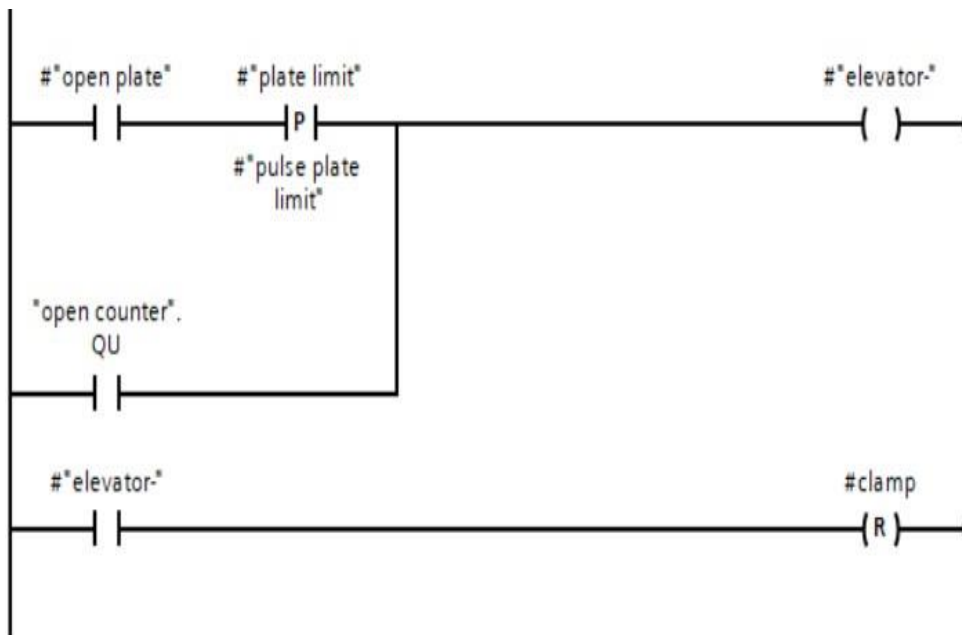
Μόλις έρθουν τρία τεμάχια τότε αυτό το έμβολο εκτείνεται και αφού έχει εκταθεί πλήρως επιστρέφει στην αρχική του θέση. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται άλλη μια φορά, ώστε στην πλατφόρμα πάνω να υπάρχουν 6 τεμάχια κάθε φορά.

Μόλις ολοκληρωθεί η επανάληψη της διαδικασίας ένα άλλο έμβολο στην αρχή του palletizer εκτείνεται ώστε να στρέψει τα τεμάχια που θα έρθουν κατά 90°. Τότε αφού έρθουν δυο τεμάχια το πρώτο έμβολο εκτελεί πάλι την ίδια διαδικασία με πριν αλλά αυτή τη φορά 3 φορές ώστε να υπάρχουν πάλι 6 τεμάχια πάνω στην πλατφόρμα και στη συνέχεια το έμβολο που είναι υπεύθυνο για την περιστροφή των τεμαχίων επιστρέφει στην αρχική του θέση για να επαναληφθεί όλη η διαδικασία.

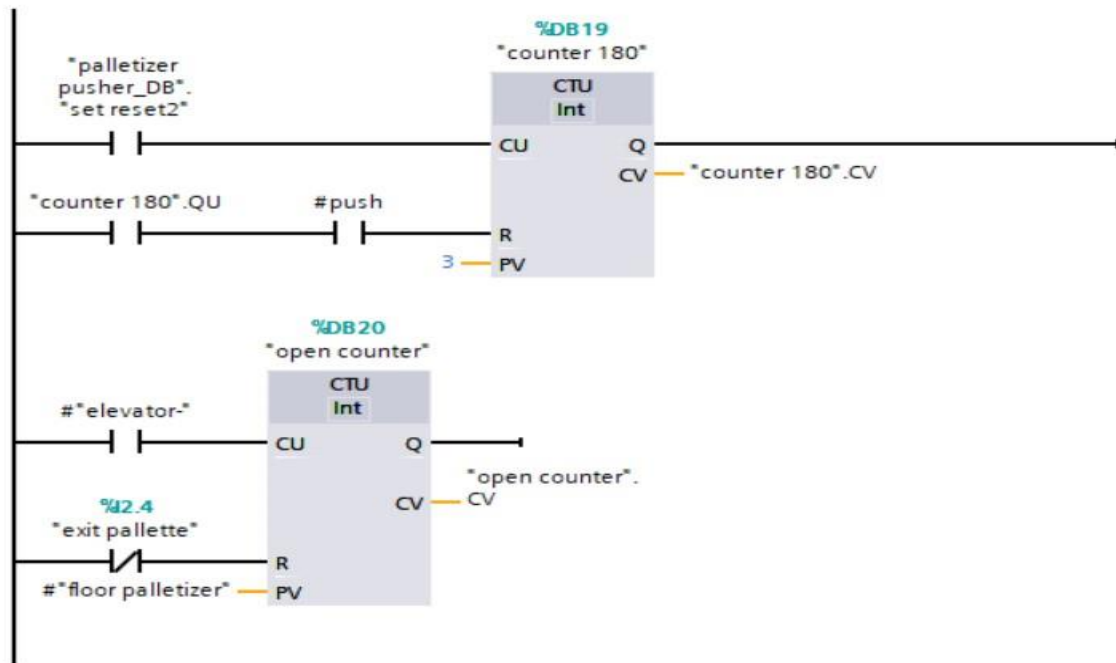
➤ Συνάρτηση open plate



Εικόνα 4.25 Πρώτο τμήμα της συνάρτησης palletizer open plate



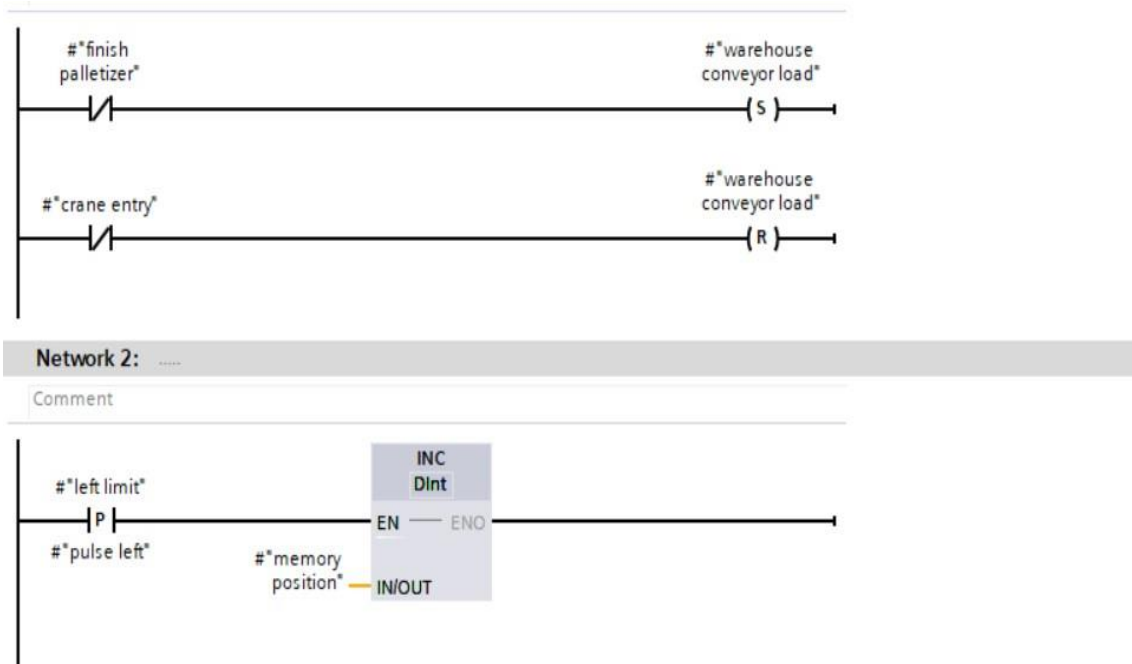
Εικόνα 4.26 Δεύτερο τμήμα της συνάρτησης palletizer open plate



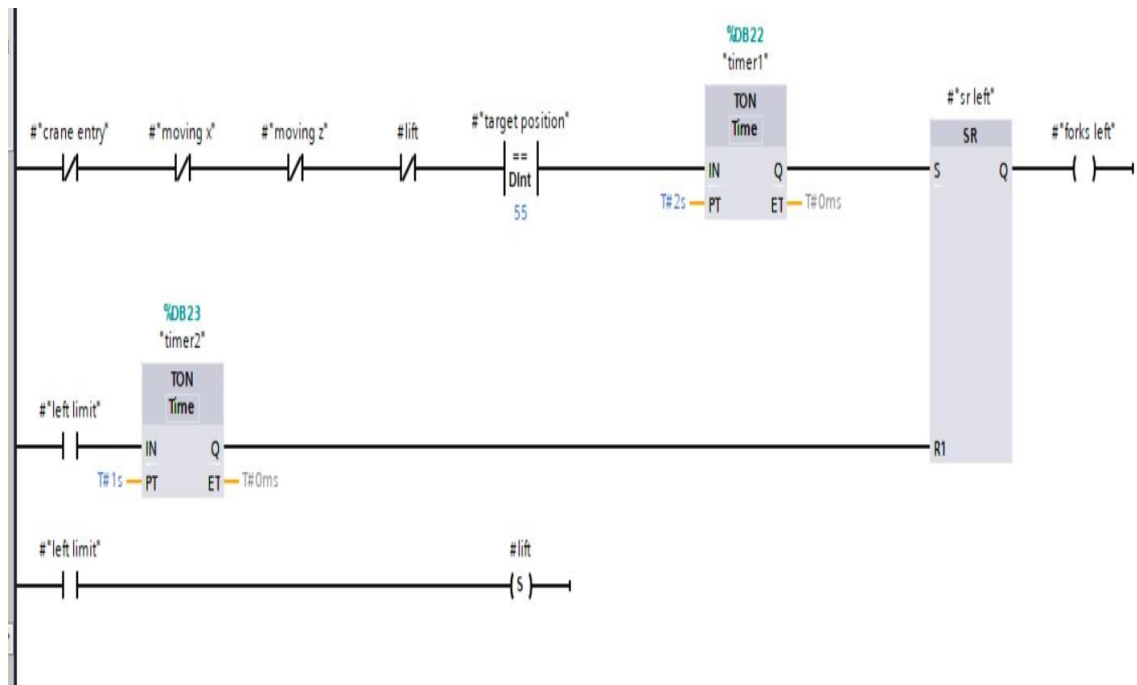
Εικόνα 4.27 Τρίτο τμήμα της συνάρτησης palletizer open plate

Στις εικόνες 4.25-4.27 φαίνεται η λειτουργία της συνάρτησης palletizer open plate. Μόλις έρθουν 6 τεμάχια πάνω στην πλατφόρμα δυο έμβολα σφίγγουν τα τεμάχια και στη συνέχεια ανοίγει η πλατφόρμα για να πέσουν τα τεμάχια στην παλέτα. Έπειτα κατεβαίνει η παλέτα κατά μια θέση και η πλατφόρμα ξανακλείνει. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται τόσες φορές, όσες είναι η τιμή που έχει θέσει ο χειριστής ότι θέλει να γίνει μέσω της οθόνης HMI και όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία, το ασανσέρ με την παλέτα κατεβαίνει στο χαμηλότερο σημείο και βγαίνει από το palletizer (σε συνδιασμό με τις συναρτήσεις chain και elevator up).

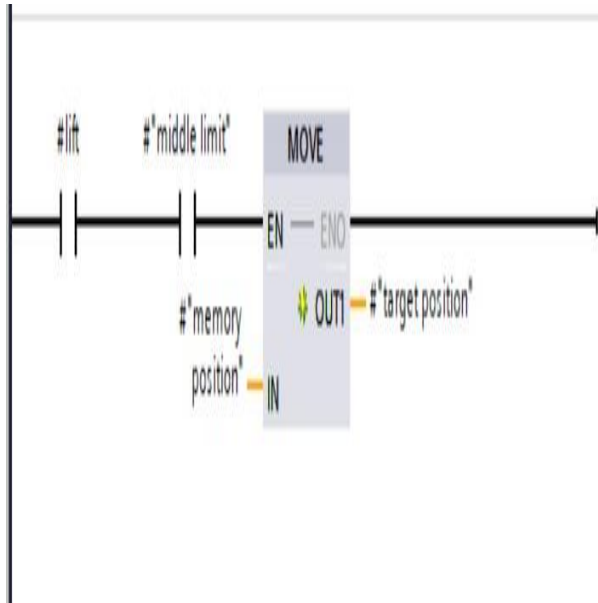
4.1.6. ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ WAREHOUSE



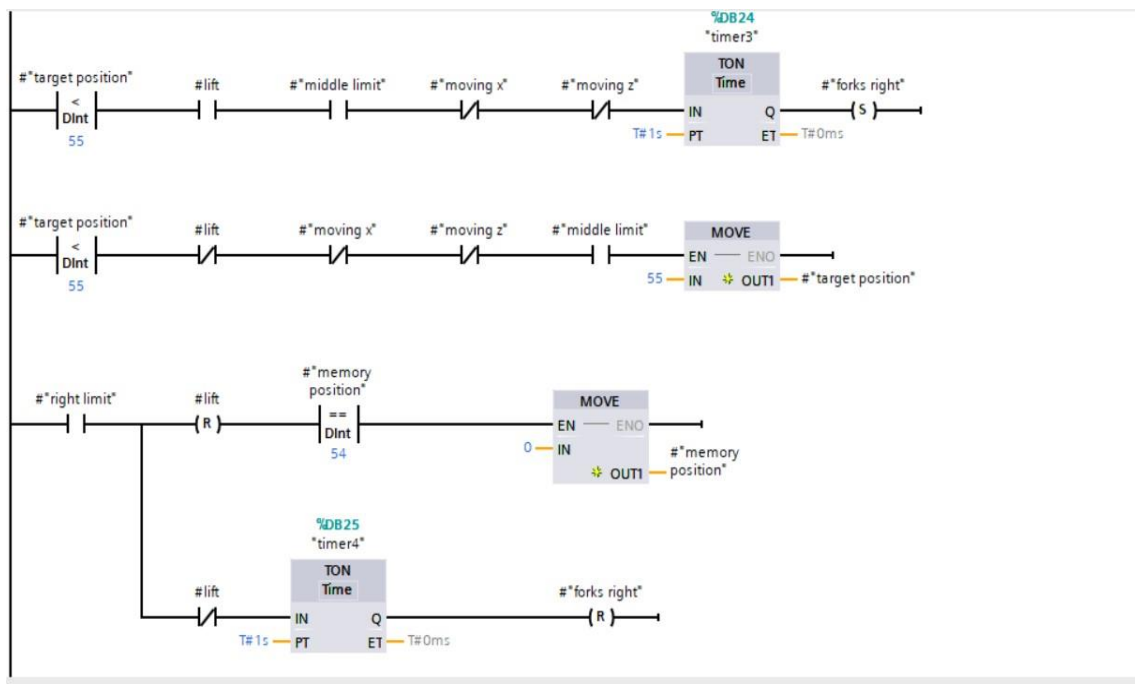
Εικόνα 4.28 Πρώτο τμήμα της συνάρτησης warehouse



Εικόνα 4.29 Δεύτερο τμήμα της συνάρτησης warehouse



Εικόνα 4.30 Τρίτο τμήμα της συνάρτησης warehouse



Εικόνα 4.31 Τέταρτο τμήμα της συνάρτησης warehouse

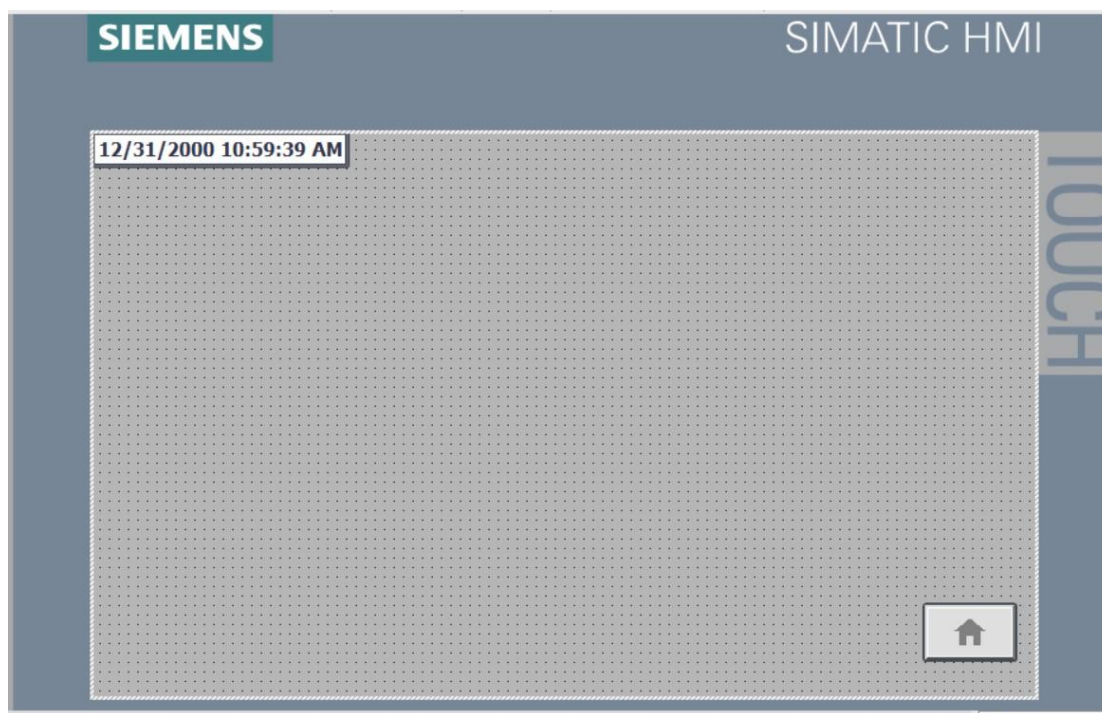
Η λειτουργία του συστήματος αποθήκευσης έχει ως εξής: Όταν η παλέτα φτάσει στο τέλος του ταινιόδρομου που υπάρχει στην έξοδο του palletizer ενεργοποιείται ο κινητήρας που περιστρέφει τα ράουλα στο ραουλόδρομο που βρίσκεται πριν το γερανό και σταματάει όταν φτάσει στην κατάλληλη θέση για να "πάρει" ο γερανός την παλέτα. Τότε βγαίνουν τα πιρούνια του γερανού παίρνουν την

παλέτα και την πηγαίνουν στην πρώτη θέση αποθήκευσης. Τότε αφήνει την παλέτα και επιστρέφει στην αρχική θέση για να παραλάβει την επόμενη. Κάθε παλέτα μεταφέρεται στην επόμενη θέση διαδοχικά και όχι σε οποιαδήποτε θέση.

4.2. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΟΘΟΝΗΣ HMI

Ο προγραμματισμός της οθόνης γίνεται εισάγοντας κάποια γραφικά στοιχεία στην κάθε σελίδα που δημιουργούμε και στη συνέχεια ορίζουμε τι θέλουμε να κάνει το καθένα από αυτά.

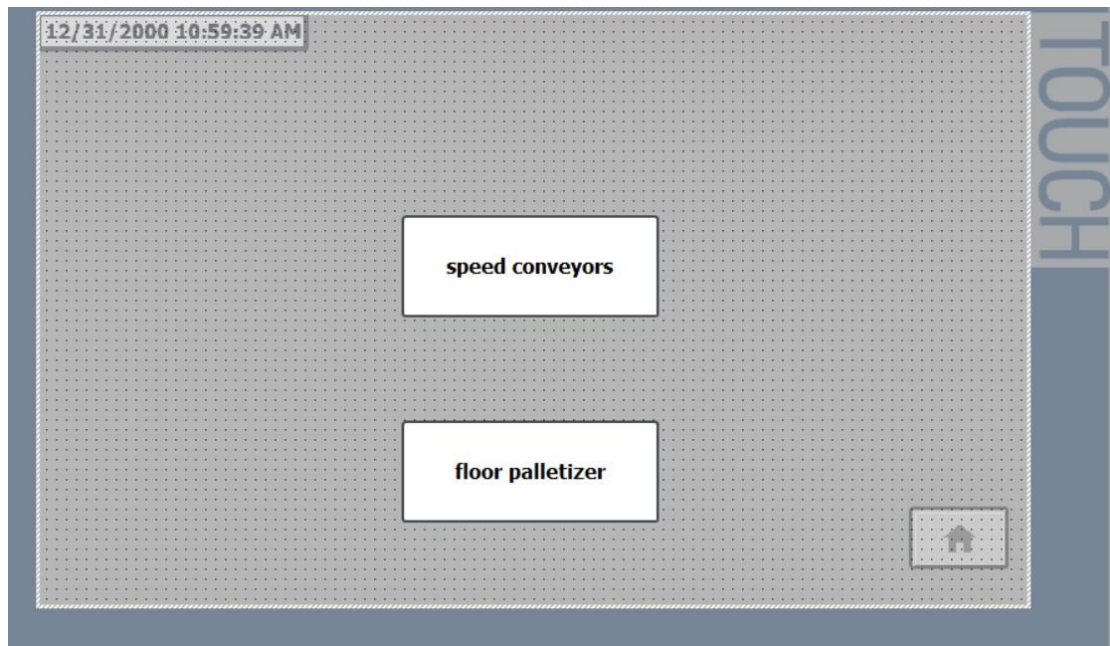
Αρχικά έχει δημιουργηθεί ένα template το οποίο ενεργοποιώντας το σε οποιαδήποτε σελίδα θέλουμε, εμφανίζεται ότι υπάρχει μέσα στην σελίδα του template. Στην παρούσα εργασία αυτό που υπάρχει στο template είναι ένα button που κάθε φορά που το πατάμε επιστρέφουμε στην αρχική σελίδα καθώς και η εμφάνιση της ημερομηνίας και της ώρας όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 4.32. Το template της οθόνης.

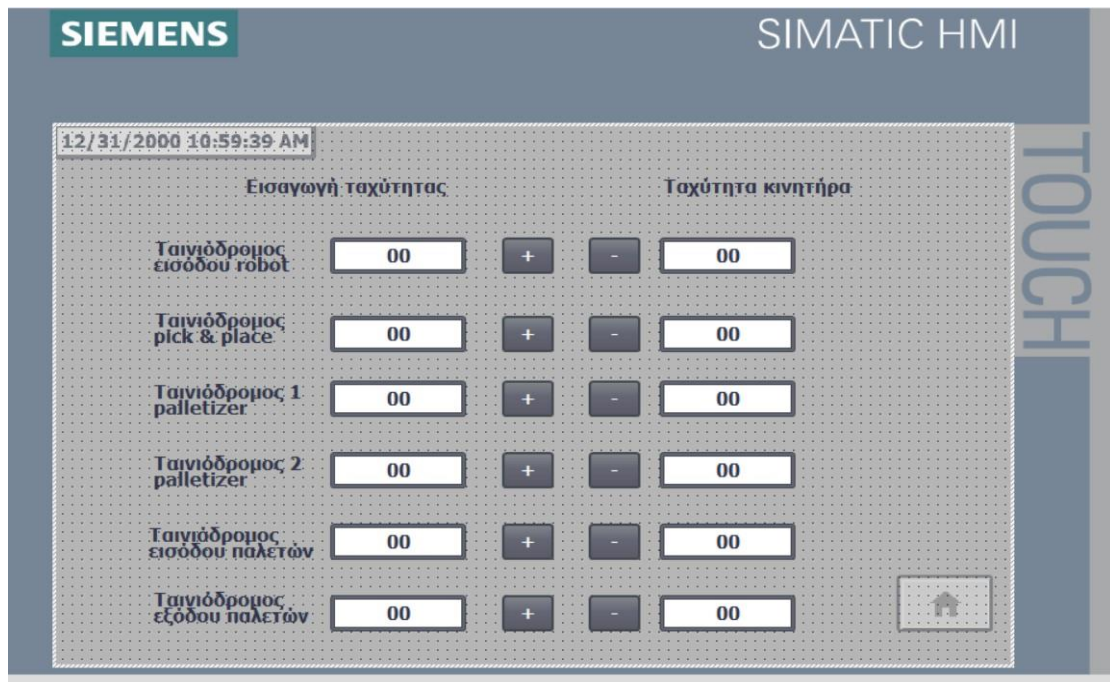
Στη συνέχεια δημιουργούμε την αρχική σελίδα. Σε αυτήν υπάρχουν δυο buttons. Πατώντας το ένα μεταφερόμαστε στη σελίδα στην οποία μπορούμε να εισάγουμε τις επιθυμητές τιμές ταχύτητας των κινητήρων και πατώντας το άλλο

μεταφερόμαστε στη σελίδα που εισάγουμε πόσες σειρές θέλουμε να έχει η παλέτα από τεμάχια.



Εικόνα 4.33 Η αρχική σελίδα της εφαρμογής.

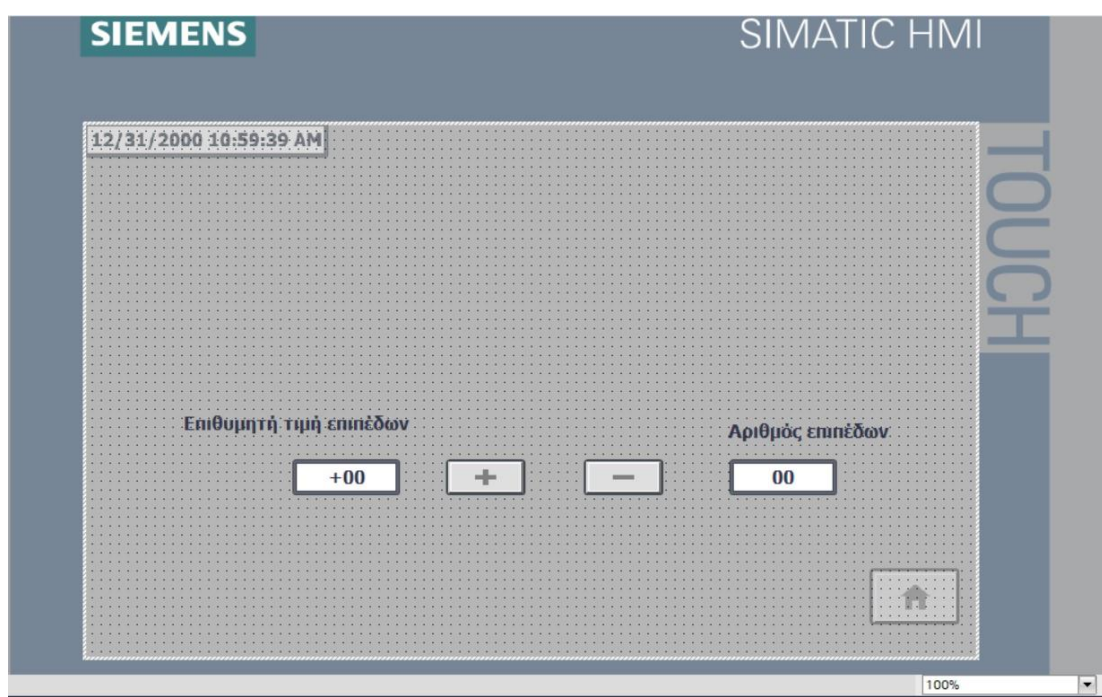
Πατώντας το button speed conveyors μεταφερόμαστε στην σελίδα που φαίνεται παρακάτω.



Εικόνα 4.34. Η σελίδα εισαγωγής επιθυμητών ταχυτήτων

Στην εικόνα 4.34 παρατηρούμε έξι ενδείξεις στα αριστερά. Πατώντας σε κάποια από αυτές μπορούμε να εισάγουμε την ταχύτητα του αντίστοιχου κινητήρα. Επίσης μπορούμε να θέσουμε την τιμή της ταχύτητας του αντίστοιχου κινητήρα με τα πλήκτρα "+" και "-". Στις ενδείξεις δεξιά φαίνεται η ταχύτητα με την οποία περιστρέφεται ο αντίστοιχος κινητήρας.

Επιστρέφοντας στην αρχική σελίδα και πατώντας το button floor palletizer μεταφερόμαστε στη σελίδα που μπορούμε να εισάγουμε τον αριθμό των σειρών που θέλουμε να έχει η παλέτα από τεμάχια.



Εικόνα 4.35. Η οθόνη εισαγωγής επιθυμητών σειρών(επιπέδων) για το palletizer

Η σελίδα επιλογής επιπέδων είναι παρόμοια με αυτήν της επιλογής ταχυτήτων. Αριστερά παρατηρούμε μια ένδειξη την οποία πατώντας μπορούμε να εισάγουμε πόσες σειρές θέλουμε να τοποθετηθούν στην παλέτα, το οποίο μπορούμε να το κάνουμε και πατώντας τα πλήκτρα "+" και "-". Στη δεξιά ένδειξη βλέπουμε τον αριθμό των σειρών που έχουν ολοκληρωθεί. Γίνεται προφανές ότι όταν αυτοί οι δύο αριθμοί είναι ίσοι η διαδικασία στο palletizer έχει ολοκληρωθεί και η παλέτα πλέον είναι έτοιμη για εξαγωγή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε έχοντας ως απώτερο σκοπό την προσομοίωση μιας βιομηχανικής παραγωγικής διεργασίας ώστε να ελεγχθεί κατά πόσο μπορεί να μειωθεί η επίδραση του ανθρώπινου παράγοντα σε αυτήν, επιτυγχάνοντας την αύξηση της παραγωγής και τη μείωση του κόστους.

Η σχεδίαση της παραγωγικής διαδικασίας περιλαμβάνει όλα τα στάδια, από την επεξεργασία της πρώτης ύλης μέχρι και την αποθήκευση των τελικών προϊόντων, εκτός όμως από το στάδιο της συσκευασίας καθώς το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για να προσομοιώσει την παραγωγική διαδικασία δεν έχει αυτή τη δυνατότητα.

Χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό FACTORY I/O για τη δημιουργία εικονικού εργοστασίου επιλέγοντας τα κατάλληλα εξαρτήματα και μηχανήματα και τοποθετώντας τα στην κατάλληλη θέση λαμβάνοντας υπ' όψιν τη διεργασία η οποία πρέπει να εκτελεστεί. Στη συνέχεια σχεδιάστηκε το ηλεκτρολογικό σχέδιο στο EPLAN και κατόπιν έγινε ο προγραμματισμός του PLC και της οθόνης HMI στην πλατφόρμα προγραμματισμού της Siemens, Tia Portal, λόγω της δυνατότητας προσομοίωσης της διεργασίας χωρίς την ύπαρξη φυσικού ελεγκτή. Τέλος έγινε η διασύνδεση της πλατφόρμας Tia Portal με το FACTORY I/O και η προσομοίωση της διεργασίας επιβεβαιώνοντας την ορθή λειτουργία της.

Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στο στάδιο της παλετοποίησης, καθώς με την πλήρη αυτοματοποίηση της παλετοποίησης τα πλεονεκτήματα είναι πολλά σε σύγκριση με την τοποθέτηση των αντικειμένων σε παλέτες από κάποιον εργαζόμενο. Αυτά περιλαμβάνουν: την περισσότερη ομοιομορφία της τοποθέτησης των αντικειμένων πάνω στην παλέτα, την καλύτερη απόδοση του palletizer, το μεγαλύτερο ύψος στο οποίο μπορούν να τοποθετηθούν τα αντικείμενα, το αυξημένο βάρος των αντικειμένων το οποίο μπορεί να τοποθετήσει το palletizer στις παλέτες.

Κατά τη παλετοποίηση ένα πρόβλημα που έπρεπε να λυθεί ήταν η διάταξη με την οποία θα πρέπει να τοποθετηθούν τα τεμάχια στη παλέτα ώστε να υπάρχει μεγαλύτερη σταθερότητα. Με δεδομένο ότι η πλατφόρμα του palletizer που βρίσκεται πάνω από την παλέτα χωράει μέχρι 6 τεμάχια, οι διατάξεις των τεμαχίων είναι 3x2 και 2x3 εναλλάξ. Ένα άλλο πρόβλημα είναι ο μέγιστος αριθμός σειρών από αντικείμενα που μπορούν να τοποθετηθούν στη παλέτα. Για την επίλυση αυτού του προβλήματος

έχουν τεθεί όρια στις τιμές τις οποίες μπορεί να εισάγει ο χρήστης για τον επιθυμητό αριθμό των σειρών μέσω της οθόνης HMI και αν ξεπεραστούν δε ξεκινάει η διαδικασία της παλετοποίησης μέχρι την εισαγωγή επιτρεπτής τιμής.

Με τη σχεδίαση μιας αυτόματης γραμμής παραγωγής, παλετοποίησης και αποθήκευσης έχει επιτευχθεί ο αρχικός σκοπός της εργασίας που ήταν η μείωση του ανθρώπινου παράγοντα σε μια παραγωγική μονάδα, ενώ επίσης υπάρχει η δυνατότητα μελλοντικών βελτιώσεων π.χ. απόρριψη ελαττωματικών προϊόντων κλπ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] <https://www.learnrobotics.org/blog/difference-between-pnp-and-npn/>.
- [2] N. Feng. <https://www.omch.co/npn-and-pnp-proximity-sensors/>.
- [3] <https://www.ifm.com/gr/el/shared/technologien/magic-cube/%CF%86%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%BA%CF%8D%CF%84%CF%84%CE%B1%CF%81%CE%B1>.
- [4] <https://www.analogictips.com/rotary-encoders-part-1-optical-encoders/>.
- [5] <https://www.encoder.com/wp2011-basics-how-an-encoder-works>.
- [6] https://en.wikipedia.org/wiki/Rotary_encoder.
- [7] <https://medium.com/@vcompmississaug/what-are-single-acting-double-acting-hydraulic-cylinders-817d6e6f30a8>.
- [8] F. Richards. <https://www.pneumatictips.com/what-are-single-acting-pneumatic-cylinders/>.
- [9] <https://www.pneumatictips.com/what-are-single-acting-pneumatic-cylinders/>.
- [10] <https://tameson.com/pages/32-way-pneumatic-valve>.
- [11] R. Repas. <https://www.pneumatictips.com/what-are-single-acting-pneumatic-cylinders/>.
- [12] <https://www.pneumatictips.com/what-are-single-acting-pneumatic-cylinders/>.
- [13] <https://www.carlingtech.com/trip-time-delay>.
- [14] https://en.wikipedia.org/wiki/Programmable_logic_controller.
- [15] F. Petruzzella, Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές, Τζιόλας, 2018.
- [16] <https://instrumentationtools.com/understanding-the-scan-cycle-of-siemens-plc/>.
- [17] <https://www.techtarget.com/whatis/definition/human-machine-interface-HMI>.
- [18] <https://automationcommunity.com/human-machine-interface/>.
- [19] C. Hartman. <https://vfds.com/blog/what-is-a-vfd/>.