



ΔΙΕΘΝΕΣ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

Πανεπιστημιούπολη Σίνδου

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

Διπλωματική Εργασία

**ΕΞΟΜΟΙΩΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΕΝΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ  
ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΕΜΑΧΙΩΝ**

ΤΟΥ

ΑΔΑΜ ΑΝΤΩΝΙΟΥ

Επιβλέπων Καθηγητής  
Τριανταφυλλίδης Δημήτριος

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

Θεσσαλονίκη, Μάρτιος 2023

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

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 Creative Commons όπως και το πρωτότυπο.

Αναλυτικές πληροφορίες νομικού κώδικα στην ηλεκτρονική διεύθυνση:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode>

## 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, 08-04-2023

Ο Δηλών: ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΑΔΑΜ



A photograph of a handwritten signature in black ink on a light-colored surface. The signature is stylized and appears to be 'ΑΔΑΜ'. In the bottom right corner of the photograph, there is a small, vertical watermark that reads '© 2023'.

## **ABSTRACT**

Software simulation of an automated production and processing system.

The automated production processing systems are maybe the most widely and effective means of transportation in the productive process. It's an application that is constantly developing, both in the field of materials but also in the technology that is connected with them.

Another field that is being developed at an accelerated pace in the modern worldwide environment is the 3D software, that can support the simulation of big automated industries and can inspire the engineers and developers for new experiments and technologies.

Especially in the field of automated production lines with CNC machines and pick and place applications there is a constant struggle to make the process as fast, accurate and effective at the same time. With the merging of these two fields there is an expectation of the best possible outcomes and naturally the highest possible saving in resources both in the form of human resources and also of time.

In the present thesis we will present a complete automated production and processing line controlled by a PLC module and visualized by a 3D software, with very realistic effects and cameras.

The production line starts with raw materials driven through conveyor belts to two different automated CNC cells. The CNC machines with automatic loading and unloading from robotic arms are producing lids and bases. These two parts, identified later by a vision camera and assembled from a pivot arm to two different conveyor belts. Then a robotic pick and place crane puts the two parts (lid and base) together and the final part is moving until palletized by another pick and place crane to a stackable plastic box. After three completed materials have been loaded in the stackable box, the box is moving through the exit of the production line in roller.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής Και Διοίκησης υπό την επίβλεψη του Καθηγητή κ. Δημήτριου Τριανταφυλλίδη μετά από συζήτηση και ανάπτυξη των ενδιαφερόντων μου σχετικά με τον τομέα των PLC και της βιομηχανίας παλετοποίησης. Με την παρούσα εργασία περατώνονται οι σπουδές μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα των ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ και οφείλω να ευχαριστήσω θερμά τους ανθρώπους που συνέβαλλαν στην ολοκλήρωσή τους.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Δημήτριο Τριανταφυλλίδη για την εμπιστοσύνη και το ενδιαφέρον που έδειξε τόσο κατά την ανάθεση της εργασίας, όσο και κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των μαθημάτων του μεταπτυχιακού προγράμματος. Θα ήθελα επίσης να τον ευχαριστήσω για τη συμπαράσταση την καθοδήγησή και την άμεση ανταπόκρισή του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας μας.

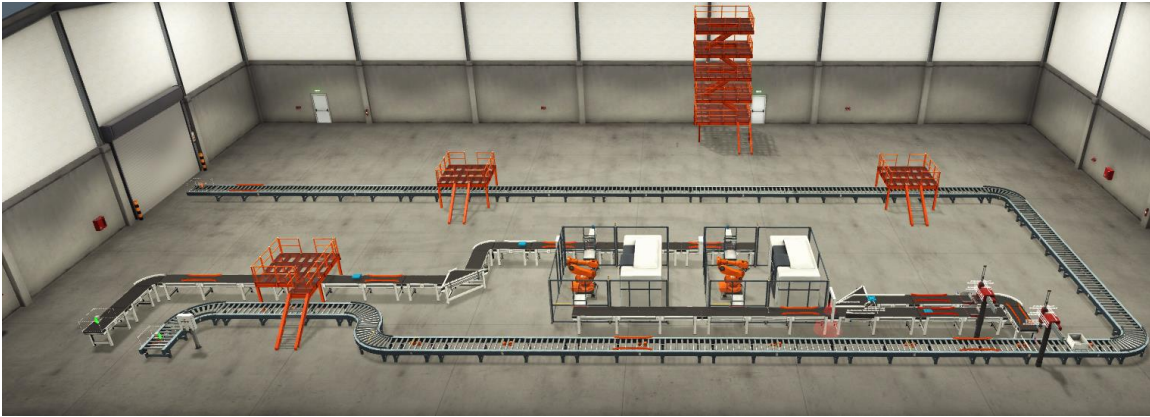
Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την οικογένεια μου που στηρίζει τις προσπάθειες μου είτε ηθικά είτε υλικά καθ' όλη τη διάρκεια των μαθητικών αλλά και ακαδημαϊκών σπουδών.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>1</b>
ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	1
ΟΡΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΟΡΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΑ .....	2
ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ ΠΡΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ .....	3
ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ .....	5
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>: ΣΥΝΤΟΜΗ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΤΙΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΕΙΣ 1-2-3 .....</b>	<b>7</b>
1.1 1 <sup>η</sup> ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ.....	7
1.2 2 <sup>η</sup> ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ.....	7
1.3 3 <sup>η</sup> ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ.....	9
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>: ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ 4.0 (INDUSTRY 4.0) ΚΑΙ ΤΕΛΕΥΤΑΙΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΜΕΡΕΣ ΜΑΣ.....</b>	<b>11</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>: SOFTWARE ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ FACTORY I/O. ....</b>	<b>13</b>
3.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ .....	13
3.2 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ .....	13
3.3 3D ΜΟΝΤΕΛΑ .....	15
3.4 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΤΗΣΙΜΟ ΑΥΤΟΜΑΤΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ FACTORY I/O. ....	22
3.5 ΔΙΕΥΘΥΝΣΙΟΔΟΤΗΣΕΙΣ ΕΝΤΟΛΩΝ .....	23
3.6 ΛΙΣΤΑ ΥΛΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ .....	26
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>: PLC ΚΑΙ ΤΙΑ PORTAL .....</b>	<b>30</b>
4.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ .....	30
4.2 ΤΑ PLC ΣΗΜΕΡΑ.....	32
4.3. ΤΙΑ PORTAL - ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ PLC (TOTALLY INTEGRATED AUTOMATION PORTAL V17 BY SIEMENS) .....	33
4.4. ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ.....	33
4.4.1 <i>DEVICE CONFIGURATION</i> .....	33
4.4.2 <i>MAIN [OB1] ORGANIZATION BLOCK</i> .....	37
4.4.3 <i>FUNCTION BLOCKS</i> .....	37
4.4.3.1 FC1 MAIN START FUNCTION BLOCK .....	38
4.4.3.2 FC2 ROBOTS.....	39
4.4.3.3 FC3 ASSEMBLER 1 (adhesive).....	45
4.4.3.4 FC4 ASSEMBLER 2 (blue_box) .....	51
4.4.3.5 FC5 ANALOG ROLLERS .....	55
4.4.3.6 FC9000 S7-1500 Communication Drive .....	58
4.5 PLC SIM .....	62
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>64</b>

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ



*Εικόνα 1: Γενική κάτοψη του βιομηχανικού χώρου*

Σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι αφενός η εξοικείωση με τη δημιουργία προγραμμάτων PLC σε προχωρημένο επίπεδο και αφετέρου η χρήση σύγχρονων μέσων εξομοίωσης (Software) με σκοπό την προβολή, σε πραγματικό χρόνο και τρισδιάστατο περιβάλλον, της λειτουργίας αλλά και ορθής διασύνδεσης ή όχι του προγράμματος που έχει δημιουργηθεί. Καθώς το περιβάλλον εξομοίωσης είναι εξαιρετικά ρεαλιστικό αυτό οδηγεί τον προγραμματιστή στο να έχει μια καλή εικόνα για το τι σχεδιάζει ενώ συγχρόνως τον καλεί να επανασχεδιάσει και να πειραματιστεί αρκετά μέχρι την τελική υλοποίηση.

Τέλος, η διπλωματική εργασία σε γενικότερο πλαίσιο συμβολίζει το κλείσιμο του κύκλου σπουδών και έχει σαν αποτέλεσμα την εφαρμογή ενός μέρους των γνώσεων που έχει λάβει ο κάθε σπουδαστής αλλά και την εξειδίκευση πάνω σε συγκεκριμένα αντικείμενα μέσω της ερευνητικής ή και πρακτικής εργασίας που γίνεται για την επίτευξή της.

## **ΟΡΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΟΡΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΑ**

- **Εργαλειομηχανές – CNC (Computer Numerical Control)**

Οι εργαλειομηχανές ή αλλιώς κέντρα κατεργασίας είναι πολυλειτουργικά μηχανήματα σχεδιασμένα για τις κατεργασίες του φρεζαρίσματος, της διάτρησης, της κοπής και του τορναρίσματος διαφόρων τύπων υλικών, με μεγάλη ακρίβεια, στον χώρο της βιομηχανίας. Είναι εξοπλισμένα με κεντρικές μονάδες PLC, ηλεκτρονικούς υπολογιστές και εξειδικευμένα Software CAD-CAM με σκοπό τον σχεδιασμό των λειτουργιών τους και τον προγραμματισμό όλων των παραμέτρων και συνθηκών λειτουργίας. Επίσης, έχουν τη δυνατότητα αυτόματης αλλαγής εργαλείων κατεργασίας (κοπτικά εργαλεία) με σκοπό την αύξηση της παραγωγικότητας. Τα κύρια χαρακτηριστικά τους είναι η υψηλή ακρίβεια, η επαναληψιμότητα και η μεγάλη ταχύτητα παραγωγής ακόμη και σε πολύπλοκα και ακριβά εξαρτήματα.

Ένα ακόμη χαρακτηριστικό των κέντρων κατεργασίας είναι το πλήθος των αξόνων (βαθμών ελευθερίας) που διαθέτουν και μπορούν να κινηθούν ταυτόχρονα.

- **Κελιά –Cells στον χώρο της βιομηχανίας**

Ο όρος «κελί» αναφέρεται σε έναν συγκεκριμένο τύπο συστήματος παραγωγής ή περιοχής εργασίας, όπου ένα σύνολο μηχανών, εξοπλισμού και χειριστών είναι οργανωμένα σε έναν βιομηχανικό χώρο με σκοπό τη βελτιστοποίηση της ροής εργασίας, την αποδοτικότητα και την συγχρονισμένη λειτουργία πολλαπλών διαδικασιών. Ένα κελί είναι συνήθως σχεδιασμένο για μια συγκεκριμένη παραγωγική εργασία και στοχεύει στην ελαχιστοποίηση απωλειών καθώς οι εργασίες μέσα σε αυτό είναι απόλυτα εξειδικευμένες.

Στις μέρες μας πολλοί κατασκευαστές μηχανημάτων έχουν δημιουργήσει και προωθούν τέτοιου είδους κελιά αποτελούμενα από περισσότερα από ένα μηχανήματα στον χώρο τους και παρατηρείται ότι έχουν μεγάλη απήχηση σε παραγωγικά μοντέλα όπως Lean Manufacturing και Just In Time Manufacturing (JIT).



## ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ ΠΡΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ

Η αυτοματοποιημένη αυτή γραμμή παραγωγής επεξεργάζεται δοκίμια συγκεκριμένων διαστάσεων μέσω δύο κέντρων κατεργασίας (CNC ΦΡΕΖΕΣ), με σκοπό το πρεσάρισμα τους στο επόμενο στάδιο και τελικά την τοποθέτησή τους μέσα σε πλαστικά κουτιά (Stackable Boxes).

Όλος ο κύκλος εργασίας είναι πλήρως αυτοματοποιημένος μέσω μεταφορικών ταινιών, ραουλόδρομων, ρομποτικών βραχιόνων και άλλων σύγχρονων μέσων αυτοματισμού.

Η διαδικασία ξεκινάει πιέζοντας το κεντρικό κουμπί έναρξης START οπότε ξεκινούν οι ταινιόδρομοι και τα κομμάτια αρχίζουν να τροφοδοτούνται από σταθμό σε σταθμό.

Ο πρώτος σταθμός των δοκιμίων είναι τα δύο κέντρα κατεργασίας, στα οποία τα δοκίμια «μοιράζονται» ανά ένα, με σκοπό την παραγωγή βάσεων και καπακίων ενός συγκεκριμένου μοτίβου. Τα κέντρα εργασίας τροφοδοτούνται μέσω ρομποτικών βραχιόνων και έτσι έχουμε δύο πλήρως αυτοματοποιημένα κελιά (CELLS).

Στη συνέχεια τα επεξεργασμένα δοκίμια τοποθετούνται εκ νέου σε μεταφορικές ταινίες, μέσω των ρομποτικών βραχιόνων και κατευθύνονται προς το επόμενο στάδιο. Πριν καταλήξουν στο επόμενο στάδιο όμως, «χωρίζονται» ανάλογα με τον τύπο τους μέσω αισθητήρα οράσεως (VISION SENSOR), ο οποίος αναγνωρίζει το μοτίβο και αναλόγως δίνει εντολή ανακατεύθυνσης.

Αφού και τα δύο δοκίμια έχουν καταλήξει στον σταθμό «συγκόλλησης» δύο πνευματικοί βραχιόνες τα ευθυγραμμίζουν και ένας γερανός δύο αξόνων (two axes pick and place crane) τα πρεσάρει μεταξύ τους.

Στο επόμενο στάδιο, το έτοιμο προϊόν φτάνει στο τέλος της μεταφορικής ταινίας από όπου και φορτώνεται μέσω ενός άλλου γερανού δυο αξόνων (two axes pick and place crane) σε βιομηχανικά πλαστικά κουτιά χωρητικότητας τριών ολοκληρωμένων τεμαχίων.

Τα πλαστικά κουτιά οδηγούνται στο σημείο φόρτωσης μέσω μιας γραμμής ραουλοδρόμων και κάθε φορά που ολοκληρώνεται η φόρτωση τους κατευθύνονται προς την έξοδο.

Η κίνηση όλων των μεταφορικών ταινιών γίνεται με τη χρήση ψηφιακών σημάτων, ενώ όλων των ραουλοδρόμων με τη χρήση δύο ξεχωριστών αναλογικών σημάτων και τη δυνατότητα προσαρμογής ταχυτήτων ανάλογα με τις ανάγκες.

Όλα τα στάδια του αυτοματισμού ελέγχονται με αισθητήρες για την ομαλή λειτουργία της κάθε μονάδας.

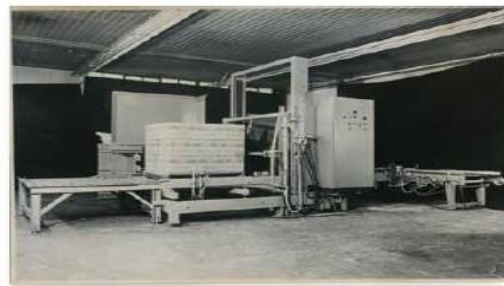
## ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Οι πρώτες γραμμές παλετοποίησης άρχισαν να στήνονται και να λειτουργούν αποκλειστικά από ανθρώπινο δυναμικό, το οποίο έκανε όλες τις διαδικασίες. Όμως, με την εκθετική αύξηση της απαιτούμενης ποσότητας παραγωγής, η εκτέλεση όλων των εργασιών από το ανθρώπινο δυναμικό, έμοιαζε αδύνατη.

Έτσι, γύρω στις αρχές της δεκαετίας του 1950 άρχισαν να εμφανίζονται οι πρώτες αυτόματες μηχανές σε σχηματισμό γραμμής παραγωγής. Δηλαδή, σε κάθε μια μηχανή «χτίζονταν» το προς παλετοποίηση προϊόν στρώμα-στρώμα, αλλά η λειτουργία γινόταν με μια παλέτα σε κάθε κύκλο εργασίας.

Στις αρχές του 1970 όμως η αύξηση της παραγωγικότητας των μηχανημάτων ήταν επιτακτική ανάγκη. Συνεπώς οι κατασκευαστές μετά από μελέτες εφηύραν μια νέα πρωτοποριακή μέθοδο παραγωγής η οποία ονομάστηκε «σειριακή γραμμή παλετοποίησης συνεχούς κίνησης» (in-line continuous-motion palletizer)<sup>1</sup>.

Στη συνέχεια γύρω στις αρχές του 1980 εμφανίστηκαν πλέον οι πρώτοι ρομποτικοί βραχίονες (ρομποτικοί παλετοποιητές) οι οποίοι χρησιμοποιούσαν μια αρπάγη στο άκρο τους έτσι ώστε να κάνουν το γνωστό “pick and place”.



www.palletizing.com

Εικόνα 2: Οι πρώτες αυτόματες γραμμές παλετοποίησης

<sup>1</sup> <https://palletizing.com/applications/>

Στις μέρες μας πλέον η εξέλιξη τέτοιου τύπου αυτοματοποιημένων διαδικασιών παίζει καθοριστικό ρόλο στις μεγάλες βιομηχανίες, όπου οι ρυθμοί παραγωγής έχουν φτάσει σε πολύ υψηλότερα επίπεδα σε σχέση με το παρελθόν. Έτσι και η έρευνα για νέες καινοτόμες λύσεις είναι διαρκής.

Ειδικά στις μεγάλες εταιρίες logistics οι ανάγκες και οι προκλήσεις είναι τεράστιες, (για παράδειγμα γραμμές παλετοποίησης μεικτών προϊόντων με διαλογή και επιλογή βέλτιστης θέσης και κατεύθυνσης του κάθε προϊόντος ξεχωριστά) με αποτέλεσμα να έχουν ενσωματωθεί για τα καλά στον χώρο αυτό τεχνολογίες όπως η «τεχνητή νοημοσύνη», τα «νευρωνικά δίκτυα» αλλά και λογισμικά υψηλών προδιαγραφών με δυνατότητες προσομοίωσης γραμμών παραγωγής, συλλογής δεδομένων και πολλά ακόμη.

Στη βιομηχανία της παλετοποίησης οι βιομηχανικοί ελεγκτές (PLC), άρχισαν να εμφανίζονται, στις πρώτες μορφές τους, τουλάχιστον τριάντα χρόνια πριν. Τις τελευταίες δεκαετίες η χρήση τους στα συστήματα μηχανοτρονικής αποτελεί τον κανόνα. Τα PLC χρησιμοποιούνται πλέον σε κάθε επαγγελματική εφαρμογή που εμπεριέχει βιομηχανικό αυτοματισμό και αυτό γιατί τα πλεονεκτήματα που μας παρέχουν είναι τεράστια.

Σήμερα θα λέγαμε ότι ο ρόλος που τους έχει δοθεί στη βιομηχανία είναι τεράστιος και πολύ κρίσιμος, καθώς συναντούμε τα PLC να ελέγχουν ολόκληρες γραμμές παραγωγής ή και ολόκληρες μονάδες παραγωγής, σε κάποιες περιπτώσεις με τεράστιο όγκο δεδομένων, πλήθος ρομπότ, με τα οποία αλληλεπιδρούν και φυσικά τα συστήματα SCADA μέσω των οποίων επεμβαίνει ο ανθρώπινος παράγοντας είτε για διορθώσεις, είτε για έλεγχο ομαλής λειτουργίας, είτε για εξαγωγή στατιστικών δεδομένων με σκοπό την βελτίωση.

Ο λόγος που γίνεται τελευταία για την BIOMHXANIA 4.0 (Industrie 4.0) σχετίζεται με τέτοιες τεχνολογίες οι οποίες έχουν ήδη εμφανιστεί και εφαρμόζονται από τους πρωτοπόρους στο χώρο, που πρόκειται να αλλάξουν τα δεδομένα μέσα στις επόμενες δεκαετίες<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Robin A. Popple, “The Science of Palletizing”, αντλήθηκε από: <https://palletizing.com/wp-content/uploads/sites/3/2017/11/Science-of-Palletizing.pdf>

# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>Ο</sup>: ΣΥΝΤΟΜΗ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΤΙΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΕΙΣ 1-2-3**

## **1.1 1<sup>η</sup> ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ**

Η πρώτη βιομηχανική επανάσταση ξεκίνησε περί τα μέσα του 18<sup>ου</sup> αιώνα από τη Μεγάλη Βρετανία, με μεγάλες αλλαγές στα μηχανήματα μεταποίησης προϊόντων του αγροτικού τομέα και κύριο υλικό επεξεργασίας το βαμβάκι και σταδιακά προχώρησε σε Ευρώπη και Αμερική με σημαντικές αλλαγές γενικότερα στον βιομηχανικό τομέα, μέχρι τα μέσα περίπου του 19<sup>ου</sup> αιώνα.

Οι αλλαγές που έφερε σταδιακά αυτή η περίοδος ήταν η μετάβαση από τις χειρονακτικές μεθόδους παραγωγής σε μηχανήματα με αξιοσημείωτα χαρακτηριστικά την ανάπτυξη των ατμομηχανών, των υδροκινούμενων μύλων, και την ανάπτυξη της βιομηχανίας της υφαντουργίας. Επίσης έφερε και σημαντικές κοινωνικές αλλαγές καθώς οδήγησε στην σταδιακή ανάπτυξη πόλεων γύρω από τις βιομηχανίες, όπου οι άνθρωποι μετανάστευαν από τις αγροτικές περιοχές για να εργαστούν στα εργοστάσια. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση της εργατικής τάξης και τη δημιουργία νέων οικονομικών και πολιτικών δεδομένων. Ένα ακόμη κομβικό γεγονός της εποχής αυτής ήταν ο τομέας των μεταφορών όπου οι ατμομηχανές έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στις θαλάσσιες και στις επίγειες μεταφορές μεταφορές πετυχαίνοντας ταχύτερες μετακινήσεις ανθρώπων και αγαθών, διευκολύνοντας την ανάπτυξη του εμπορίου<sup>3</sup>.

Συνολικά, η πρώτη βιομηχανική επανάσταση άνοιξε τον δρόμο για την ταχεία τεχνολογική πρόοδο που ακολούθησε, διευκόλυne την αστικοποίηση και είχε σημαντική επίδραση στην παγκόσμια οικονομία<sup>4</sup>.

## **1.2 2<sup>η</sup> ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ**

Η Δεύτερη Βιομηχανική επανάσταση, στην οποία σημειώθηκε ιδιαίτερη βιομηχανική και τεχνολογική πρόοδος, ξεκίνησε περί τα μέσα του 19<sup>ου</sup> αιώνα κυρίως από το Ηνωμένο Βασίλειο, τη Γερμανία, τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής αλλά και την Γαλλία και

---

<sup>3</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Industrial\\_Revolution](https://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_Revolution)

<sup>4</sup> [http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/5307/Istoria\\_G-Lykeiou\\_html-apli/index1\\_6.html](http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/5307/Istoria_G-Lykeiou_html-apli/index1_6.html)

διήρησε έως και περίπου τις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα με αποκορύφωμα της τα τέλη του 19<sup>ου</sup> αιώνα. Σημειώνεται ότι συναντάται επίσης με το όνομα Βιομηχανική Εποχή 2.0.

Βασικοί τομείς στους οποίους διαπιστώνεται σημαντική εξέλιξη κατά την δεύτερη Βιομηχανική επανάσταση είναι:

- Ο τομέας της ηλεκτρικής ενέργειας με την ανάπτυξη ηλεκτρογεννητριών και δικτύων διανομής, τα οποία αντικατέστησαν την ατμοκίνηση στο σύνολο σχεδόν των βιομηχανιών.
- Ο τομέας των επικοινωνιών και τηλεπικοινωνιών, καθώς αρχικά με την εφεύρεση του τηλεγράφου από τον Σαμουέλ Μόρς και εν συνεχεία του τηλεφώνου από τον Αλέξανδρο Γκράχαμ Μπελ, επιτεύχθηκε η επικοινωνία μεγάλων αποστάσεων, επιτρέποντας την σχεδόν άμεση μετάδοση μηνυμάτων.
- Ο τομέας των μεταφορών καθώς με την ανάπτυξη και την ευρεία χρήση των σιδηροδρόμων αλλά και των ατμόπλοιων και των εσωτερικής καύσης κινητήρων η μεταφορά αγαθών και ανθρώπων διευκολύνθηκε με αποτέλεσμα την οικονομική ανάπτυξη πολλών περιοχών.

Μεγάλη ήταν δε και η εξέλιξη που παρατηρήθηκε στην μαζική παραγωγή και συναρμολόγηση σειράς με την εφαρμογή τεχνικών μαζικής παραγωγής, κυρίως μέσω της χρήσης γραμμών συναρμολόγησης, οι οποίες διευκόλυναν την μαζική παραγωγή, μειώνοντας το κόστος και αυξάνοντας την παραγωγικότητα.

Καθίσταται λοιπόν σαφές ότι η επίδραση της δεύτερης βιομηχανικής επανάστασης τόσο στην οικονομία και την τεχνολογία αλλά και στην κοινωνία εν γένει ήταν τεράστια, διαμορφώνοντας τα πρώτα στάδια της βιομηχανίας όπως την ξέρουμε σήμερα. Ωστόσο δημιουργήθηκαν συγχρόνως μεγάλες κοινωνικές ανισότητες και εκμετάλλευση στον εργασιακό χώρο<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Second\\_Industrial\\_Revolution](https://en.wikipedia.org/wiki/Second_Industrial_Revolution)

### 1.3 3<sup>η</sup> ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ

Η Τρίτη βιομηχανική επανάσταση ξεκίνησε στα τέλη του 20ού αιώνα και είναι γνωστή ως Ψηφιακή επανάσταση ή Ηλεκτρονική Εποχή. Χαρακτηρίζεται από τις σημαντικές αλλαγές στους τομείς της παραγωγής και της κατασκευής, με την ευρεία υιοθέτηση της αυτοματοποίησης και της υπολογιστικής τεχνολογίας. Κάποια από τα βασικά στοιχεία είναι :

- Εμφάνιση των Ηλεκτρονικών Υπολογιστών. Στη δεκαετία περίπου του 1970 άρχισαν να πρωτοεμφανίζονται οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές οι οποίοι έπαιξαν καθοριστικό ρόλο αργότερα στη Βιομηχανία 3.0.
- Ταχεία εξέλιξη του βιομηχανικού αυτοματισμού και των βιομηχανικών ρομπότ. Αυτές οι τεχνολογίες βοήθησαν στην επίτευξη των επαναλαμβανόμενων εργασιών υψηλής ακρίβειας και την δραματική αύξηση της παραγωγικότητας με αποτέλεσμα τη δημιουργία μαζικών παραγωγών.
- Νέες τεχνολογίες κατασκευής. Με την εξέλιξη των εργαλειομηχανών CNC και των τρισδιάστατων εκτυπωτών έγινε δυνατή η αυτοματοποιημένη διαδικασία παραγωγής με συγκεκριμένα πρότυπα και προδιαγραφές όπως και η δημιουργία πρωτότυπων μοντέλων με σκοπό την έρευνα και την εξέλιξη.
- Μεγάλες αλλαγές έγιναν επίσης και στον τομέα της Εφοδιαστικής Αλυσίδας μέσω της εξέλιξης των συστημάτων ανταλλαγής δεδομένων και παρακολούθησης των προμηθειών (ERP-EDI).
- Ενσωμάτωση της πληροφορικής μέσω της ευρείας χρήσης των ηλεκτρονικών υπολογιστών, του δικτύου και του διαδικτύου. Η εξέλιξη του κλάδου της πληροφορικής, των SOFTWARE και του διαδικτύου γενικότερα, έχει παίξει καθοριστικό ρόλο στην απογείωση της τρίτης βιομηχανικής επανάστασης<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup><https://el.economy-pedia.com/11039465-third-industrial-revolution>,  
<https://www.economiafinanzas.com/el/tercera-revolucion-industrial/>

Ωστόσο όπως σε όλες τις περιόδους μεγάλων τεχνολογικών εξελίξεων, δημιουργήθηκαν αντίστοιχα και διάφοροι κίνδυνοι και προκλήσεις, όπως για παράδειγμα οι αλλαγές στα πρότυπα απασχόλησης. Παρόλο που η παραγωγικότητα αυξήθηκε και δημιουργήθηκαν νέες ευκαιρίες απασχόλησης σε ορισμένους κλάδους, προκλήθηκε συγχρόνως μεγάλη απώλεια θέσεων εργασίας στις μεγάλες βιομηχανίες.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>: ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ 4.0 (INDUSTRY 4.0) ΚΑΙ ΤΕΛΕΥΤΑΙΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΜΕΡΕΣ ΜΑΣ**

Τα τελευταία χρόνια οι τεχνολογικές εξελίξεις πάνω στις βελτιστοποιήσεις των βιομηχανικών μονάδων κινούνται με εκπληκτικά γρήγορους ρυθμούς και ο λόγος για την 4<sup>η</sup> βιομηχανική επανάσταση είναι πλέον γεγονός.

Οι πρώτες αναφορές για την νέα εποχή της βιομηχανίας ανακοινώθηκαν επίσημα το 2013 από τη Γερμανική κυβέρνηση ως στρατηγική με κύριο στόχο την εφαρμογή τεχνολογιών αυτοματισμού και επικοινωνιών στη βιομηχανία της παραγωγής.

Οι βασικές αρχές αυτής της εξελικτικής περιόδου όμως είναι διαφορετικές από εκείνες των προηγούμενων δεκαετιών διότι οι τεχνολογίες πλέον εστιάζουν κυρίως σε αντικείμενα όπως :

- Ανάκτηση δεδομένων (Data Acquisition)
- Μεγάλος όγκος δεδομένων (Big Data)
- Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT)
- Υπολογιστικό νέφος (Cloud Computing)
- Αλυσίδα μπλόκ (Block Chain)
- Ενσωμάτωση βιομηχανικών πληροφοριών (Industrial Information Integration)
- Κυβερνο-φυσικά συστήματα (Cyber Physical Systems (CPS))
- Τεχνητή νοημοσύνη (Artificial Intelligence (AI))

Αυτές οι τεχνολογίες πρόκειται να αλλάξουν ριζικά τον τρόπο με τον οποίο τα σημερινά προϊόντα σχεδιάζονται, παράγονται, πακετάρονται και στέλνονται σύμφωνα έρευνες που γίνονται και για να αναλυθούν θα χρειαζόταν πολλά ακόμη κεφάλαια.

Μερικά από τα πλεονεκτήματα που μας προσφέρει η βιομηχανία 4.0 είναι:

- Αύξηση της αποτελεσματικότητας μέσω της συλλογής δεδομένων.
- Βελτίωση της ποιότητας αναλύοντας τα δεδομένα και χρησιμοποιώντας αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης.
- Αύξηση της ασφάλειας του ανθρώπινου δυναμικού χρησιμοποιώντας τα ρομπότ σε θέσεις με υψηλό κίνδυνο.
- Ευκολότερη λήψη αποφάσεων για την αύξηση της παραγωγικότητας μέσω των δεδομένων που συλλέγονται.
- Ευκολότερη πρόβλεψη ζήτησης της αγοράς με σκοπό την βελτιστοποίηση του παραγωγικού ρυθμού.

Ο βασικός πυρήνας λοιπόν με πιο απλά λόγια είναι η κεντρική διασύνδεση όλων των μονάδων για συλλογή και ανάλυση δεδομένων μεγάλων βιομηχανιών με σκοπό τη στοχευμένη βελτιστοποίηση η οποία με μικρές αλλαγές χαμηλού σχετικά κόστους φέρνει εντυπωσιακά ποσοστά βελτίωσης της παραγωγής και μείωσης χαμένων πόρων. Όσο περισσότερες εταιρείες υιοθετούν τέτοιες τεχνολογίες τόσο περισσότερο μεγαλώνει αυτό το δίκτυο και εξελίσσεται με αποτέλεσμα στο κοντινό μάλιστα μέλλον να έρθουμε αντιμέτωποι με ακόμη πιο εκπληκτικά πράγματα<sup>7</sup>.

Στον αντίποδα όλων των παραπάνω πλεονεκτημάτων βέβαια πολλές είναι οι έρευνες και οι αναφορές στους κινδύνους και τις προκλήσεις που μπορεί να εμπεριέχονται στην τόσο ραγδαία υιοθέτηση όλων των νέων αυτών τεχνολογιών από τη βιομηχανία.

Κάποιοι από αυτούς τους κινδύνους είναι οι παρακάτω :

- Κίνδυνοι κυβερνοασφάλειας (Cyber Security Risks)
- Μείωση θέσεων εργασίας (Job Displacement)
- Τεχνικές προκλήσεις (Technical Challenges)
- Ανησυχία για το απόρρητο των δεδομένων (Data Privacy Concerns)
- Εξάρτηση από την τεχνολογία (Dependency on Technology)
- Μεγάλα κόστη για τις μικρές επιχειρήσεις (Big Costs for Smaller Companies)

Απομένει λοιπόν, μέσα στα επόμενα χρόνια, να διαπιστώσουμε, πως θα αντιμετωπιστούν όλα αυτά και πόσο σωστά η όχι θα κρίνουν οι βιομηχανίες τους κινδύνους και τα ρίσκα που εμπεριέχονται στην υιοθέτηση αυτών των τεχνολογιών<sup>8</sup>.

---

<sup>7</sup> “INDUSTRY 4.0: STATE OF THE ART AND RESEARCH IMPLICATIONS” Monika Kosacka-Olejnik and Rapeepan Pitakaso, LogForum, Scientific Journal of Logistics αντλήθηκε από: [http://www.logforum.net/pdf/15\\_4\\_3\\_19.pdf](http://www.logforum.net/pdf/15_4_3_19.pdf)

<sup>8</sup> “Industry 4.0: state of the art and future trends”, Li Da Xua, Eric L. Xub and Ling Lia, International Journal of Production Research, αντλήθηκε από: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5824789/mod\\_resource/content/1/Industria%204.0%20CIMM%20PMR%203301.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5824789/mod_resource/content/1/Industria%204.0%20CIMM%20PMR%203301.pdf)

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>: SOFTWARE ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ FACTORY I/O.**

### **3.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ<sup>9</sup>**

Το Factory I/O είναι ένα τρισδιάστατο πρόγραμμα προσομοίωσης της εταιρίας “Real Games” με το οποίο ο χρήστης μπορεί να στήσει εικονικές βιομηχανικές γραμμές παραγωγής χρησιμοποιώντας μια τεράστια γκάμα βιομηχανικών υλικών και ειδών αυτοματισμού.

Το πρόγραμμα αυτό επίσης διαθέτει μια σειρά από έτοιμες εφαρμογές αυτοματισμού για διάφορα επίπεδα προγραμματιστών, οι οποίες έχουν ως σκοπό να «εμπνεύσουν» τον χρήστη να τις χρησιμοποιήσει αυτούσιες μέσα σε προγράμματα που θα κληθεί αργότερα να δημιουργήσει τους κώδικες προγραμματισμού.

Μέσα από μια σειρά επιλογών και ρυθμίσεων και ιδίως με τις κάμερες που προβάλλεται ο βιομηχανικός χώρος και τα τρισδιάστατα μοντέλα, έχει επιτευχθεί ένα εξαιρετικά ρεαλιστικό βιομηχανικό περιβάλλον το οποίο προκαλεί τον χρήστη να δημιουργήσει εξελιγμένες και αυτόνομες γραμμές παραγωγής καθώς και έξυπνες εφαρμογές μεταφοράς και παλετοποίησης προϊόντων.

Τέλος, οι δυνατότητες διασύνδεσης και αλληλεπίδρασης με αρκετά λογισμικά προγραμματισμού λογικών ελεγκτών PLC το καθιστά ως ένα πολύ σημαντικό εργαλείο που θα μπορούσαμε να πούμε πως έχει δυνατότητες να ξεφύγει από τα όρια της εκπαιδευτικής χρήσης και να χρησιμοποιηθεί ακόμη και ως επαγγελματικό πρόγραμμα προσομοίωσης γραμμών παραγωγής.

### **3.2 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ**

Η βασικότερη χρήση αυτού το λογισμικού γίνεται από πανεπιστήμια και ομάδες σπουδαστών με κύριο αντικείμενο την εκπαίδευση τους πάνω στον προγραμματισμό λογικών ελεγκτών PLC.

Φυσικά, ένα πολύ σημαντικό κομμάτι του προγράμματος είναι και η εξοικείωση με τα αντικείμενα που χρησιμοποιούνται (μηχανολογικός εξοπλισμός), με τον οποίο ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να πειραματιστεί αρκετά μέχρι να φέρει εις πέρας την απαιτούμενη

---

<sup>9</sup> <https://docs.factoryio.com/manual/>

εφαρμογή, και έτσι έχει τη δυνατότητα να αντιληφθεί καλύτερα τον τρόπο λειτουργίας των μερών αυτών.

Ένα εξίσου σημαντικό κομμάτι όμως, είναι και τα υλικά αυτοματισμού που χρησιμοποιούνται, όπως αισθητήρες, φωτοκύτταρα, οπτικές κάμερες, διακόπτες και άλλα.



*Εικόνα 3: Γενική εικόνα κάποιων από τα διαθέσιμα υλικά αυτοματισμού του προγράμματος.*

### 3.3 3D MONTEΛΑ

Τα τρισδιάστατα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία αυτή παρουσιάζονται και αναλύονται παρακάτω με τη σειρά.

- Ράουλα μεταφοράς βαρέων αντικειμένων.



*Εικόνα 4: Γενική εικόνα των ραουλόδρομων μεταφοράς βαρέων αντικειμένων του προγράμματος.*

Τα ράουλα αυτά χρησιμοποιούνται κατά κόρων στις βιομηχανίες που υπάρχει ανάγκη να μεταφέρονται αντικείμενα με βάρος άνω των 50 κιλών και στο πρόγραμμα διατίθενται σε διάφορα μήκη όπως 2,4 ή και 6 μέτρα ανάλογα με τις ανάγκες. Ακόμα διατίθενται και γωνίες για τη δυνατότητα αλλαγής κατεύθυνσης των αντικειμένων. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα να ελέγχονται είτε από αναλογικά σήματα ( $-10\text{ V} \dots +10\text{ V}$ ) με ρύθμιση ταχύτητας από 0 έως 0,8m/s ανάλογα με τις ανάγκες μας είτε από ψηφιακά σήματα με έλεγχο κίνησης προκαθορισμένης ταχύτητας των 0,45 m/s. Είναι προφανές ότι η επιλογή ελέγχου κίνησης μέσω αναλογικών σημάτων δίνει το πλεονέκτημα της ρύθμισης της ταχύτητας συγκριτικά με τα ψηφιακά σήματα που δίνουν μόνο τη δυνατότητα ελέγχου. Επίσης η ταχύτητα κίνησης μέσω αναλογικών σημάτων μπορεί να γίνει έως και διπλάσια σε σχέση με τα ψηφιακά.

- Ταινιόδρομοι μεταφοράς



*Εικόνα 5: Γενική εικόνα των διαθέσιμων ταινιόδρομων μεταφοράς του προγράμματος.*

Οι ταινιόδρομοι μεταφοράς αντικειμένων (Conveyor Belts) αποτελούν άλλη μια συσκευή που συναντάμε σχεδόν σε κάθε μεγάλη βιομηχανία, καθώς προσφέρουν εξαιρετικές λύσεις βελτιστοποίησης παραγωγής και ευελιξίας στις μέρες μας.

Η ταχύτητα τους σε αυτό το πρόγραμμα κυμαίνεται στα 0.6 m/s για ψηφιακό σήμα, ενώ οι επιλογές σε μεγέθη και συνδυασμούς αλλαγής κατευθύνσεων είναι πολλές.

Φυσικά δίνεται η δυνατότητα τοποθέτησης αισθητήρων σε διάφορα σημεία των ταινιόδρομων με σκοπό τον έλεγχο της κίνησης τους. Επίσης, το πρόγραμμα δίνει τη δυνατότητα τοποθέτησης παλμογεννήτριας (Incremental Encoder) για τον ακριβή έλεγχο θέσης του ταινιόδρομου σε περίπτωση που ο χρήστης το χρειάζεται.

- Emitter and Remover



*Εικόνα 6: Σταθμοί τοποθέτησης και απόθεσης προϊόντων.*

Οι δυο αυτοί σταθμοί τοποθετούνται συνήθως στην αρχή και στο τέλος των διαδρόμων μεταφοράς μέσα στο πρόγραμμα και προσομοιώνουν την τοποθέτηση και την αφαίρεση προκαθορισμένων αντικειμένων μέσα στον βιομηχανικό χώρο. Ο λόγος ύπαρξης τους μπορούμε να πούμε ότι αντιστοιχεί με τη σύνδεση άλλων μερών μέσα στη βιομηχανική μονάδα, ή με την επίδραση του ανθρώπινου παράγοντα ο οποίος μπορεί για παράδειγμα να τροφοδοτεί τις γραμμές αυτές. Στη συγκεκριμένη εργασία έχουν τοποθετηθεί δύο τροφοδότες. Ο πρώτος είναι προγραμματισμένος να τοποθετεί πλαστικά δοκίμια χρώματος μπλε στην αρχή της μεταφορικής ταινίας, ενώ ο δεύτερος τοποθετεί πλαστικά κουτιά στην αρχή του ραουλοδρόμου. Επίσης υπάρχει και ένα Remover στο τέλος του ραουλοδρόμου το οποίο αφαιρεί τα έτοιμα κουτιά που φτάνουν στην έξοδο του βιομηχανικού χώρου.

Η θέση που τοποθετούνται οι συσκευές αυτές μέσα στο πρόγραμμα μπορεί να οριστεί από τον προγραμματιστή, όπως και ο τρόπος που τροφοδοτεί τα προκαθορισμένα αντικείμενα στις μεταφορικές ταινίες. Δηλαδή, δίνεται η δυνατότητα να παράγονται τα αντικείμενα ανά συγκεκριμένο χρόνο, ή μπορεί να οριστεί ο επιθυμητός αριθμός αντικειμένων που πρέπει να τροφοδοτούνται μέσα σε συγκεκριμένο χρονικό πλαίσιο.

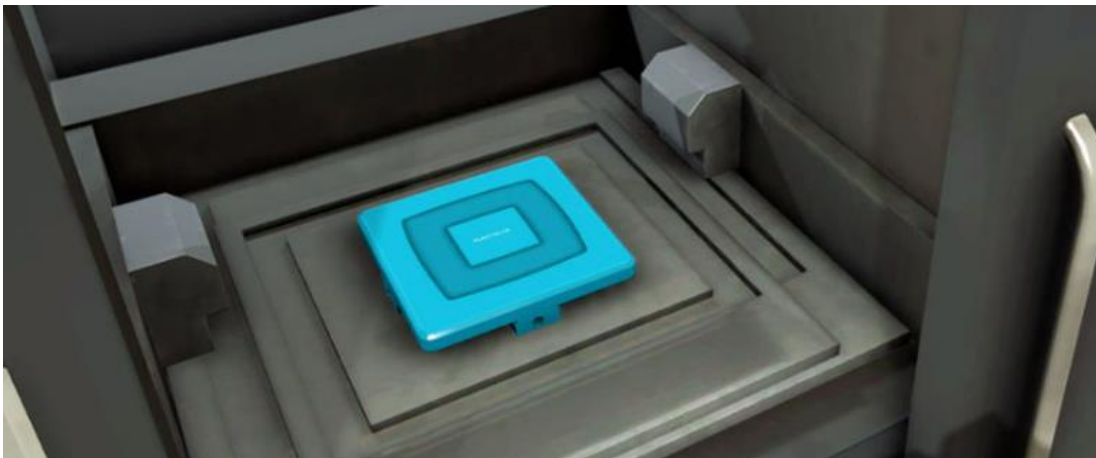
- Ακατέργαστο υλικό



*Εικόνα 7: Ακατέργαστο υλικό που επεξεργάζεται από την εργαλειομηχανή CNC.*

Το ακατέργαστο υλικό χρώματος μπλε “Raw Material” που χρησιμοποιείται στο πρόγραμμα από τα δύο κέντρα κατεργασίας για την παραγωγή βάσεων και καπακιών και έχει βάρος 8 κιλών ανά τεμάχιο πριν την επεξεργασία.

- Καπάκι προϊόντος (Product Lid)



*Εικόνα 8: Επεξεργασμένο υλικό (καπάκι).*

Το επεξεργασμένο προϊόν που φαίνεται στην εικόνα 8 χρησιμοποιείται ως καπάκι του τελικού προϊόντος που βγαίνει από αυτή τη γραμμή παραγωγής και έχει τελικό βάρος 5 κιλά.



- Βάση προϊόντος (Product Base)



*Εικόνα 9: Επεξεργασμένο υλικό (βάση).*

Το επεξεργασμένο προϊόν που φαίνεται στην εικόνα 9 χρησιμοποιείται σαν βάση του τελικού προϊόντος και έχει βάρος 7 κιλά.

- Τελικό προϊόν (Final Product)



*Εικόνα 10: Τελικό προϊόν προς φόρτωση και μεταφορά.*

Το τελικό προϊόν που φαίνεται στην εικόνα 10 δεν είναι διαθέσιμο προς χρήση ως έτοιμο από το πρόγραμμα αλλά μπορεί να προκύψει μόνο από συναρμολόγηση των δύο παραπάνω. Το βάρος αυτού είναι 12 κιλά.

- Κουτί τοποθέτησης και μεταφοράς προϊόντων (Stackable Box)



*Εικόνα 11: Κουτί τοποθέτησης και μεταφοράς προϊόντων.*

Το κουτί αυτό χρησιμοποιείται στη βιομηχανία για μεταφορές τέτοιου είδους αντικειμένων έτσι ώστε να μην υπάρχει ο κίνδυνος να «πέσουν».

Το κουτί αυτό ζυγίζει άδειο 15 κιλά, ενώ γεμάτο με 3 σετ προϊόντων φτάνει συνολικά γύρω στα 51 κιλά.

- Κέντρα κατεργασίας (Machining Centers)

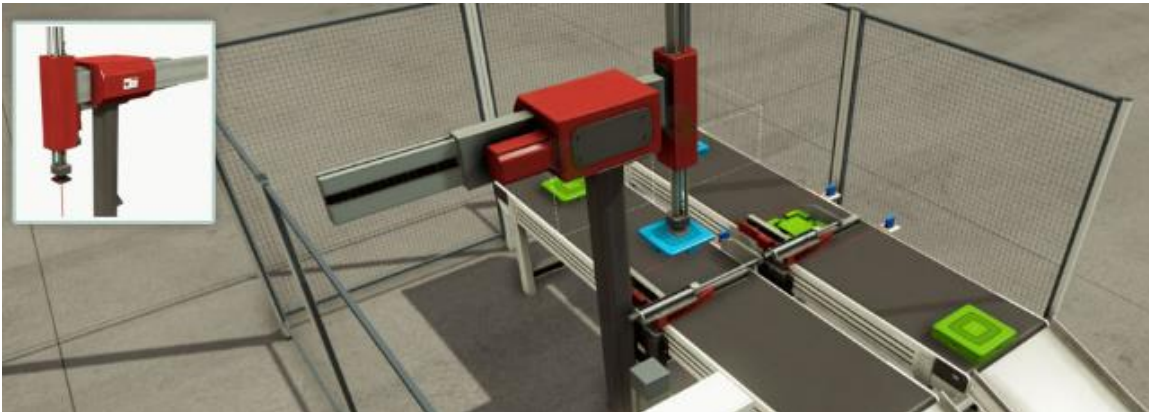


*Εικόνα 12: Κελί (Cell) με κέντρο κατεργασίας.*

Τα κέντρα κατεργασίας είναι έτοιμοι σταθμοί, που παρέχονται από το πρόγραμμα ως αυτόνομα κελιά (Cells) μαζί με τους ρομποτικούς βραχίονες για το φόρτωμα και ξεφόρτωμα των υλικών και μπορούμε να τα παραμετροποιήσουμε, ώστε να

επεξεργάζονται τα υλικά τα οποία τροφοδοτούνται σε αυτά, βάσει του προγραμματισμού των σημάτων (Input – Output) που τους δίνονται. Έτσι, μόλις το υλικό φτάσει στην είσοδο του κελιού, ένας ρομποτικός βραχίονας το παίρνει με ειδική αρπάγη και το τοποθετεί στην εργαλειομηχανή CNC. Μετά την επεξεργασία της εργαλειομηχανής, ο ρομποτικός βραχίονας το βγάζει έξω από το κελί, με σκοπό τη συνέχιση του κύκλου εργασιών. Στην εργασία αυτή, το πρώτο ρομπότ στη σειρά παράγει τις βάσεις οι οποίες έχουν χρόνο επεξεργασίας 3 δευτερόλεπτα, ενώ το δεύτερο ρομπότ παράγει τα καπάκια, τα οποία έχουν χρόνο επεξεργασίας 6 δευτερόλεπτα. Θα πρέπει να σημειωθεί εδώ πως ο προγραμματισμός αυτός έγινε σκοπίμως, καθώς το υλικό που βγαίνει από το πρώτο κέντρο έχει να διανύσει μεγαλύτερη απόσταση στον ταινιόδρομο σε σχέση με το δεύτερο και έτσι υπάρχει μια ομαλή ροή στον κύκλο εργασιών σε σχέση με τον χρόνο κατεργασίας. Κατά τη διάρκεια των δοκιμών διαπιστώθηκε ότι αν δεν υπήρχε αυτή η χρονική διαφορά σε σχέση με τις αποστάσεις των κελιών, πολλές φορές τα υλικά συνέπιπταν κάτω από την κάμερα αναγνώρισης υλικών και δημιουργούσαν δυσλειτουργία.

- Ρομπότ μεταφοράς και τοποθέτησης (Two axes pick and place)



Εικόνα 13: Ρομπότ μεταφοράς και τοποθέτησης.

Στην εργασία αυτή χρησιμοποιούνται δύο ρομπότ τέτοιου τύπου, το πρώτο για τη «συγκόλληση» των δύο υλικών μεταξύ τους, ενώ, το δεύτερο για την μεταφορά και τοποθέτηση των έτοιμων υλικών από τον ταινιόδρομο στο κουτί μεταφοράς.

Το ρομπότ αυτό έχει τη δυνατότητα κίνησης σε δύο άξονες (X-Z), καθώς και την περιστροφή του άξονα Z κατά 90 μοίρες. Επίσης η κεφαλή του διαθέτει σύστημα αναρρόφησης (Vacuum) με το οποίο σταθεροποιεί τα υλικά για τη μεταφορά τους.

Η ταχύτητα των αξόνων είναι 2 m/s και οι μέγιστες διαδρομές τους είναι X 1125mm και Z 625 mm.

### **3.4 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΤΗΣΙΜΟ ΑΥΤΟΜΑΤΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ FACTORY I/O.**

Η διαδικασία του σχεδιασμού και της υλοποίησης γραμμών παραγωγής σε ρεαλιστικό επίπεδο απαιτεί σημαντική εμπειρία στον χώρο της μηχανικής “Mechatronics”, της διαχείρισης και οργάνωσης μεγάλων εφαρμογών “project management” καθώς και πολύ εξειδικευμένη γνώση της συγκεκριμένης εφαρμογής που καλείται να υλοποιήσει ο εκάστοτε μηχανικός ή η ομάδα. Το Factory I/O είναι ιδανικό για πειραματισμό, εκπαίδευση και προσομοίωση πάνω στον σχεδιασμό και τη βελτιστοποίηση τέτοιων γραμμών διότι το περιβάλλον του είναι αρκετά ρεαλιστικό.

Παρακάτω παρατίθενται κάποια από τα βασικά βήματα της γενικότερης διαδικασίας σε εικονικό και ρεαλιστικό περιβάλλον.

1. Κατανόηση της εφαρμογής και των βημάτων που χρειάζονται για την υλοποίηση μέσω της σωστής χαρτογράφησης των πόρων που είναι απαραίτητοι, όπως, υλικά, μηχανήματα, εξειδικευμένο ανθρώπινο δυναμικό και άλλα.
2. Καθορισμός των απαιτήσεων σε εξοπλισμό που πρόκειται να χρειαστεί, όπως, μηχανήματα, εργαλεία, ενεργειακές απαιτήσεις, αισθητήρες, PLC και άλλα.
3. Σχεδιασμός των γραμμών παραγωγής με γνώμονα τη βέλτιστη τοποθέτηση των μηχανημάτων για την εξοικονόμηση χώρου και την κατ’ελάχιστο μετακίνηση του προσωπικού από σταθμό σε σταθμό.
4. Σχεδιασμός του προγράμματος ελέγχου όλης της εφαρμογής. Δηλαδή προγραμματισμός κάποιας μονάδα PLC με συγκεκριμένο λογισμικό και με γνώμονα πάντοτε την ασφάλεια και τη σταθερότητα του συστήματος.
5. Στήσιμο και δοκιμή της γραμμής παραγωγής είτε σε ρεαλιστικό περιβάλλον είτε σε κάποιο τρισδιάστατο λογισμικό όπως το Factory I/O.

6. Εγκατάσταση της γραμμής παραγωγής σε εικονικό ή ρεαλιστικό περιβάλλον και δοκιμές.
7. Εκ νέου βελτιστοποίηση της γραμμής παραγωγής σύμφωνα με τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο λειτουργίας. Σε αυτό το στάδιο μπορούν να διορθωθούν τυχόν αστοχίες της εγκατάστασης, να γίνει βελτίωση κάποιων ασφαλιστικών προστασίας και βελτιστοποίηση της αποτελεσματικότητας.

### **3.5 ΔΙΕΥΘΥΝΣΙΟΔΟΤΗΣΕΙΣ ΕΝΤΟΛΩΝ**

Ο τρόπος με τον οποίο υλοποιείται η διασύνδεση όλων των λειτουργιών του Factory I/O με το πρόγραμμα του PLC έτσι ώστε να αλληλεπιδρούν σε πραγματικό χρόνο πραγματοποιείται μέσω των διευθύνσεων που θα πρέπει να οριστούν και από τα δύο μέρη με την ίδια σειρά ακριβώς. Φυσικά, για τη διευκόλυνση του προγραμματιστή και για την ευκολότερη τροποποίηση μελλοντικά καλό είναι εκτός από τις διευθύνσεις να δίνεται και ίδια ονοματολογία διευθύνσεων μεταξύ των δυο προγραμμάτων όπως έχει γίνει και σε αυτή την εργασία.

Αρχικά θα πρέπει να ορίσουμε τον όγκο των διευθύνσεων του PLC, τον τύπο αλλά και κάποιο Offset στην αρίθμηση των διευθύνσεων που πιθανώς μπορεί να χρειαζόμαστε για τη συμβατότητα με το λογισμικό του PLC. Με τον όρο offset εννοούμε την αντιστάθμιση των διευθύνσεων που ίσως χρειάζεται να κάνουμε με σκοπό να υπάρχει ορθή συμβατότητα μεταξύ του λογισμικού σχεδίασης και του λογισμικού του PLC. Για παράδειγμα, στην εργασία αυτή δόθηκε Offset 30 στις αναλογικές εισόδους και εξόδους του PLC στο Factory I/O διότι το λογισμικό του PLC δίνει αυτόματα αυτή την διευθυνσιοδότηση στις αναλογικές κάρτες του. Αυτό δεν σημαίνει βέβαια πως ο προγραμματιστής δεν έχει τη δυνατότητα να επέμβει και να τροποποιήσει τις διευθύνσεις όπως επιθυμεί, όμως το ζητούμενο είναι πάντα η επίτευξη της συμβατότητας των διευθύνσεων για την ομαλή λειτουργία.

Όπως φαίνεται στην εικόνα 14 χρησιμοποιούνται 32 ψηφιακές εισοδοι, 25 ψηφιακές έξοδοι (Bool Inputs-Outputs), 5 αναλογικές εισοδοι και 5 αναλογικές έξοδοι (DWORD Inputs-Outputs).

**PLC**

Auto connect

Model

S7-1500

**I/O Config**

Numerical Data Type

DWORD

**I/O Points**

	Offset	Count
Bool Inputs	0	32
Bool Outputs	0	25
DWORD Inputs	30	5
DWORD Outputs	30	5

Εικόνα 14: PLC configuration μέσα στο Factory I/O.

Το configuration αυτό του PLC δεν είναι δεσμευτικό εξ' αρχής και μπορεί να τροποποιηθεί όποια στιγμή θέλουμε. Στη συνέχεια, αφού πρώτα έχουμε δημιουργήσει όλο το τρισδιάστατο εικονικό περιβάλλον του εργοστασίου και έχουμε ονομάσει κάθε αισθητήρα και ενεργοποιητή πηγαίνοντας στην οθόνη των "IO" βλέπουμε στην εικόνα 15 όλα τα σήματα στην αριστερή και δεξιά πλευρά της οθόνης καθώς και τη μονάδα του PLC στο κέντρο σύμφωνα με αυτά που έχουν οριστεί πιο πριν.

SENSORS				ACTUATORS	
Diffuse Sensor 10	%I0.0	%Q0.0		Alarm Siren 1	
Diffuse Sensor 11	%I0.1	%Q0.1		Belt Conveyor 1	
Diffuse Sensor 12	%I0.2	%Q0.2		Belt Conveyor 1	
Diffuse Sensor 13	%I0.3	%Q0.3		Belt Conveyor 1	
Diffuse Sensor 14	%I0.4	%Q0.4		Belt Conveyor 1	
Diffuse Sensor 14	%I0.5	%Q0.5		Belt Conveyor 1	
FACTORY I/O (Paused)	%I0.6	%Q0.6		Belt Conveyor 1	
FACTORY I/O (Reset)	%I0.7	%Q0.7		Belt Conveyor 1	
FACTORY I/O (Running)	%I1.0	%Q1.0		Belt Conveyor 1	
FACTORY I/O (Time Scale)	%I1.1	%Q1.1		Belt Conveyor 1	
GENERAL EMERGENCY	%I1.2	%Q1.2		Belt Conveyor 1	
Machining Center 1 (Opened)	%I1.3	%Q1.3		Belt Conveyor 1	
Machining Center 2 (Opened)	%I1.4	%Q1.4		Belt Conveyor 1	
Machining Center 1 (In Busy)	%I1.5	%Q1.5		Belt Conveyor 1	
Machining Center 2 (In Busy)	%I1.6	%Q1.6		Belt Conveyor 1	
Machining Center 1 (Progress)	%I1.7	%Q1.7		Belt Conveyor 1	
Machining Center 2 (Progress)	%I2.0	%Q2.0		Belt Conveyor 1	
Machining Center 1 (Has Error)	%I2.1	%Q2.1		Belt Conveyor 1	
Machining Center 2 (Has Error)	%I2.2	%Q2.2		Belt Conveyor 1	
Pot 1 (V)	%I2.3	%Q2.3		Belt Conveyor 1	
Pot 2 (V)	%I2.4	%Q2.4		Belt Conveyor 1	
Pusher 1 (Back Limit)	%I2.5	%Q2.5		Belt Conveyor 1	
Pusher 2 (Back Limit)	%I2.6	%Q2.6		Belt Conveyor 1	
Pusher 1 (Front Limit)	%I2.7	%Q2.7		Belt Conveyor 1	
Pusher 2 (Front Limit)	%I3.0	%Q3.0		Belt Conveyor 1	
Reset Button 1	%I3.1	(REAL) %Q030		Belt Conveyor 1	
Retroreflective Sensor 1	%I3.2	(REAL) %Q034		Belt Conveyor ASSEMBLER 2	
Retroreflective Sensor 2	%I3.3	(REAL) %Q038		Curved Belt Conveyor 2 (+)	
Right Positioner 1 (Limit)	%I3.4	(REAL) %Q042		Curved Belt Conveyor 4 (+)	
Right Positioner 2 (Limit)	%I3.5	%Q046		Curved Belt Conveyor 11 (+)	
Right Positioner 1 (Clamped)	%I3.6			Curved Roller Conveyor 1 (+)	
Right Positioner 2 (Clamped)	%I3.7			Curved Roller Conveyor 2 (+)	
Start Button 1	%I30			Digital (V1)	
Stop Button 1	%I34 (REAL)			Digital (V2)	
Two-Axis Pick & Place 1 (Detected)	%I38 (REAL)			Digital Display 3	
	%I42				
	%I46				

Εικόνα 15: Λίστα Input – Output μέσα στο Factory I/O.

Βλέπουμε δηλαδή στην αριστερή πλευρά όλα τα σήματα των αισθητήρων (Sensors) που έχουμε διαθέσιμα στο πρόγραμμα και στην δεξιά πλευρά όλα τα σήματα των ενεργοποιητών (Actuators).

Στην εικόνα 16 φαίνεται η σειρά με την οποία έχει γίνει η διευθυνσιοδότηση στο PLC. Ο τρόπος που γίνεται αυτό είναι απλός, μετακινούμε δηλαδή μέσω “drag and drop” το επιθυμητό σήμα στην κατάλληλη διεύθυνση.

SENSORS				ACTUATORS	
Diffuse Sensor 2	%I0.0	%Q0.0	Belt Conveyor 1	Alarm Siren 1	
Diffuse Sensor 2	%I0.1	%Q0.1	Roller Conveyor Block 1 (D)	Belt Conveyor 1	
Diffuse Sensor 5	%I0.2	%Q0.2	Roller Conveyor (D) ASSEMBLER 2	Belt Conveyor 1	
Diffuse Sensor 5	%I0.3	%Q0.3	Pivot Arm Sorter 1 Turn	Belt Conveyor 1	
Diffuse Sensor 6	%I0.4	%Q0.4	Pivot Arm Sorter 1 Belt (+)	Belt Conveyor 1	
Diffuse Sensor 8	%I0.5	%Q0.5	Two-Axis Pick & Place 1 Z	Belt Conveyor 1	
Diffuse Sensor 8	%I0.6	%Q0.6	Two-Axis Pick & Place 1 (Grab)	Belt Conveyor 1	
Diffuse Sensor 9	%I0.7	%Q0.7	Two-Axis Pick & Place 1 X	Belt Conveyor 1	
Diffuse Sensor 10	%I1.0	%Q1.0	Machining Center 1 (Start)	Belt Conveyor 1	
Diffuse Sensor 11	%I1.1	%Q1.1	Machining Center 2 (Start)	Belt Conveyor 1	
Diffuse Sensor 12	%I1.2	%Q1.2	Machining Center 2 (Produce Lids)	Belt Conveyor 1	
Diffuse Sensor 13	%I1.3	%Q1.3	Right Positioner 2 (Clamp)	Belt Conveyor 1	
Diffuse Sensor 14	%I1.4	%Q1.4	Right Positioner 2 (Release)	Belt Conveyor 1	
FACTORY I/O (Paused)	%I1.5	%Q1.5	Right Positioner 1 (Clamp)	Belt Conveyor 1	
FACTORY I/O (Reset)	%I1.6	%Q1.6	Two-Axis Pick & Place 2 Z	Belt Conveyor 1	
FACTORY I/O (Running)	%I1.7	%Q1.7	Two-Axis Pick & Place 2 (Grab)	Belt Conveyor 1	
FACTORY I/O (Time Scale)	%I2.0	%Q2.0	Two-Axis Pick & Place 2 X	Belt Conveyor 1	
GENERAL EMERGENCY	%I2.1	%Q2.1	Stop Beads 1	Belt Conveyor 1	
Machining Center 1 (Opened)	%I2.2	%Q2.2	Pusher 1	Belt Conveyor 1	
Machining Center 2 (Opened)	%I2.3	%Q2.3	Pusher 2	Belt Conveyor 1	
Machining Center 1 (In Busy)	%I2.4	%Q2.4	Belt Conveyor ASSEMBLER 2	Belt Conveyor 1	
Machining Center 2 (In Busy)	%I2.5	%Q2.5		Belt Conveyor 1	
Machining Center 1 (Progress)	%I2.6	%Q2.6		Belt Conveyor 1	
Machining Center 2 (Progress)	%I2.7	%Q2.7		Belt Conveyor 1	
Machining Center 1 (Has Error)	%I3.0	%Q3.0		Belt Conveyor 1	
Machining Center 2 (Has Error)	%I3.1	(REAL) %Q030	Roller Conveyor Block 1	Belt Conveyor 1	
Pot 1 (V)	%I3.2	(REAL) %Q034	Digital (V1)	Belt Conveyor 1	
Pot 2 (V)	%I3.3	(REAL) %Q038	Roller Conveyor Block 2	Belt Conveyor ASSEMBLER 2	
Pusher 1 (Back Limit)	%I3.4	(REAL) %Q042	Digital (V2)	Curved Belt Conveyor 3 (+)	
Pusher 2 (Back Limit)	%I3.5	%Q046		Curved Belt Conveyor 4 (+)	
Pusher 1 (Front Limit)	%I3.6			Curved Belt Conveyor 11 (+)	
Pusher 2 (Front Limit)	%I3.7			Curved Roller Conveyor 1 (+)	
Reset Button 1	%I30			Curved Roller Conveyor 2 (+)	
Retroreflective Sensor 1	%I34 (REAL)			Digital (V1)	
Retroreflective Sensor 2	%I38 (REAL)			Digital (V2)	
Right Positioner 1 (Limit)	%I42			Digital Display 3	

Εικόνα 16: Λίστα Input – Output μέσα στο Factory I/O.

### 3.6 ΛΙΣΤΑ ΥΛΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

Το Factory I/O παρέχει μια αρκετά μεγάλη γκάμα επιλογών στα υλικά αυτοματισμού που είναι απαραίτητα για την υλοποίηση τέτοιου είδους προγραμμάτων τα οποία είναι από απλά κλασικά πλήκτρα και διακόπτες μέχρι υπερσύγχρονες κάμερες αναγνώρισης υλικών και αισθητήρες. Παρακάτω δίνεται μια αναλυτική λίστα των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή την εργασία.

- **Diffuse Sensor**

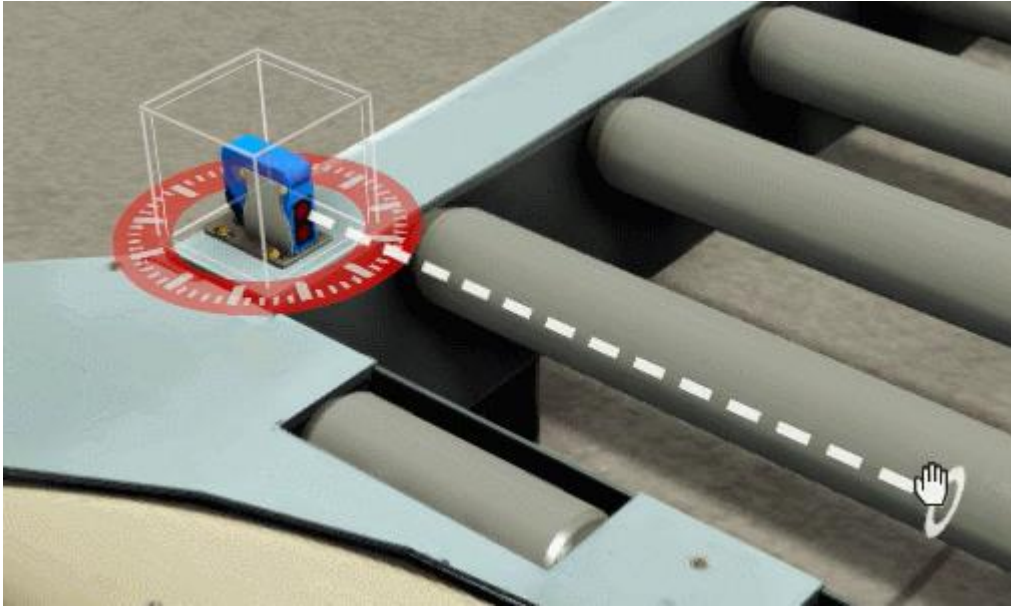


*Εικόνα 17: Diffuse Sensor.*

Ο αισθητήρας αυτός χρησιμοποιείται πολύ συχνά στη βιομηχανία, λειτουργεί αυτόνομα χωρίς ανακλαστήρα και είναι σχεδιασμένος να ανιχνεύει στερεά αντικείμενα σε απόσταση από 0 έως 1.6 μέτρα. Έχει στο επάνω μέρος του ενδεικτική λυχνία η οποία ανάβει όταν ενεργοποιείται και στην Ευρωπαϊκή αγορά τον συναντάμε συνήθως σε τάσεις λειτουργίας 6 – 30 Volt DC PNP. Ο όρος PNP στην πράξη σημαίνει πως ο αισθητήρας μόλις ενεργοποιηθεί θα βγάλει ένα σήμα θετικής τάσης στο αντίστοιχο καλώδιο του (μαύρο συνήθως). Βέβαια πολλοί αισθητήρες τέτοιου τύπου πλέον εκτός από πολυτασικοί, δίνουν τη δυνατότητα επιλογής στον χρήστη μέσω “dip switch” για PNP – NPN.

Μέσα από το πρόγραμμα δίνεται η δυνατότητα περιστροφής του αισθητήρα γύρω από τον εαυτό του με σκοπό την τοποθέτηση του σε επιθυμητή γωνία καθώς και δυνατότητα ρύθμισης της επιθυμητής απόστασης που θα διαβάζει (“range”).





Εικόνα 18: Καλιμπράρισμα αισθητήρα.



Εικόνα 19: Καλιμπράρισμα αισθητήρα.

- **Retro reflective sensor and reflector**

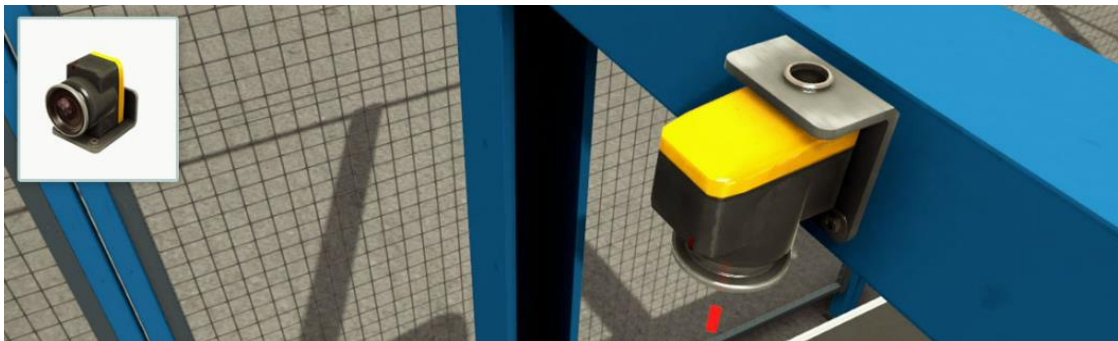


*Εικόνα 20: Retroreflective sensor.*

Σε αντίθεση με τους Diffuse Sensors οι Retro Reflective για τη λειτουργία τους απαιτούν τον κατάλληλο ανακλαστήρα στην απέναντι μεριά έτσι ώστε να λαμβάνουν συνεχώς την επιστρεφόμενη δέσμη έως ότου διακοπεί. Είναι σχεδιασμένοι να λειτουργούν με στερεά υλικά και το εύρος της δέσμης φτάνει μέχρι και τα 6 μέτρα.

Είναι πολύ σημαντικό να γίνεται σωστή ευθυγράμμιση του αισθητήρα με τον ανακλαστήρα κατά την τοποθέτηση γι' αυτό και αυτοί οι αισθητήρες έχουν δύο ενδεικτικές λυχνίες, η πράσινη λυχνία όταν είναι σταθερά αναμμένη υποδεικνύει την ορθή ευθυγράμμιση του αισθητήρα με τον ανακλαστήρα, ενώ η κίτρινη λυχνία όταν είναι σταθερά αναμμένη υποδεικνύει την μη διακοπτόμενη δέσμη ανάμεσα τους από άλλα υλικά.

- **Αισθητήρας οράσεως (VISION SENSOR)**



*Εικόνα 21: Vision Sensor.*

Ο αισθητήρας οράσεως στο πρόγραμμα έχει τη δυνατότητα να αναγνωρίζει ακατέργαστο υλικό, καπάκι ή βάση ανάλογα με τον προγραμματισμό και έχει εύρος ρύθμισης από 0.3 έως 2 μέτρα.

Έχει επίσης τη δυνατότητα να αναγνωρίζει περισσότερα από ένα αντικείμενα αν προγραμματιστεί κατάλληλα. Τα σήματα εξόδου του αισθητήρα είναι ψηφιακά και δηλώνουν την ανίχνευση του αντικειμένου που τον έχουμε εκπαιδεύσει να αναγνωρίζει.

Στην εργασία αυτή, ο αισθητήρας οράσεως είναι προγραμματισμένος να αναγνωρίζει και να δίνει το κατάλληλο σήμα μόνο στις βάσεις χρώματος μπλε. Επίσης διαθέτει μια κόκκινη ακτίνα laser για τη διευκόλυνση της ευθυγράμμισης του με τα αντικείμενα που θέλουμε να αναγνωρίζει.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>: PLC ΚΑΙ TIA PORTAL

### 4.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Το PLC εφευρέθηκε για να καλύψει τις ανάγκες της αμερικανικής αυτοκινητοβιομηχανίας. Οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές δημιουργήθηκαν ως λύση καθώς θεωρήθηκε ότι η αντικατάσταση του λογισμικού θα μπορούσε να έχει πολύ αποδοτικότερα αποτελέσματα από την πρότερη κατάσταση που ήταν η ανασυναρμολόγηση και επανακαλωδίωση των μηχανών κάθε φορά που γινόταν αλλαγή στο μοντέλο που ήταν σε παραγωγή. Πριν από τα PLC οι διαδικασίες του ελέγχου γίνονταν με την χρήση εκατοντάδων ηλεκτρονικών αισθητήριων παντός τύπου που ήταν όλα συνδεδεμένα με κατάλληλο τρόπο πάνω σε ρελέ. Η διαδικασία για την επικαιροποίηση αυτών των εγκαταστάσεων για την ετήσια παραγωγή του κάθε μοντέλου ήταν πολύ χρονοβόρα και δαπανηρή, καθώς οι ηλεκτροτεχνίτες έπρεπε να αλλάξουν την καλωδίωση ξεχωριστά σε κάθε ρελέ.

Οι ψηφιακοί υπολογιστές, που είναι γενικής χρήσης προγραμματιζόμενες συσκευές, πολύ σύντομα χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο των βιομηχανικών διεργασιών. Αυτοί οι πρώτοι όμως υπολογιστές απαιτούσαν την ύπαρξη ειδικών προγραμματιστών, αυστηρό έλεγχο της λειτουργίας τους καθώς και ειδικές συνθήκες θερμοκρασίας, καθαριότητας και ποιότητας τάσης τροφοδοσίας. Ακόμα, χρησιμοποιώντας έναν υπολογιστή γενικής χρήσης για τον έλεγχο της διαδικασίας παραγωγής απαιτείται η προστασία του υπολογιστή από τις συνθήκες που επικρατούν στο εργοστάσιο.

Οπότε έγινε εμφανής η ανάγκη για την δημιουργία ενός βιομηχανικού υπολογιστή ελέγχου που θα έχει την δυνατότητα να αντέχει τις συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον του εργοστασίου, να υποστηρίζει διακριτές εισόδους και εξόδους με ένα τρόπο που θα είναι εύκολα επεκτάσιμος, δεν θα απαιτεί χρόνια εκπαίδευση για τη χρήση του και θα επιτρέπει την εύκολη παρακολούθηση της λειτουργίας του. Τέλος ο χρόνος απόκρισης του υπολογιστή αυτού θα πρέπει να είναι αρκετά γρήγορος για να είναι ικανός να ελέγχει την παραγωγική διαδικασία και η ταχύτητα των σημάτων εξόδου να ποικίλλει ανάλογα με τη φύση της διαδικασίας που εκτελεί.

Τα πρώτα PLC είχαν ως σκοπό να αντικαταστήσουν τα λογικά συστήματα με ρελέ. Αυτά τα PLC προγραμματίζονταν με τη χρήση της γλώσσας Ladder, η οποία θυμίζει έντονα ένα σχηματικό διάγραμμα ενός λογικού συστήματος με ρελέ. Αυτή η διαδικασία προγραμματισμού επιλέχτηκε για να μειώσει τις απαιτήσεις κατάρτισης για τους υπάρχοντες τεχνικούς. Άλλα πρώιμα PLC χρησιμοποιούσαν μια μορφή λίστας εντολών προγραμματισμού. Τα σύγχρονα PLC μπορούν να προγραμματιστούν με διάφορους τρόπους από τη χρήση της γλώσσας Ladder έως και με πιο βασικές γλώσσες προγραμματισμού όπως η C. Μια άλλη μέθοδος είναι η λογική state, μια πολύ υψηλού επιπέδου γλώσσα προγραμματισμού που σχεδιάστηκε για τον προγραμματισμό PLC και έχει σαν βάση τα διαγράμματα μετάβασης κατάστασης.

Σχετικά με τον προγραμματισμό των πρώιμων PLC, μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1980, προγραμματίζονταν χρησιμοποιώντας ειδικές συσκευές προγραμματισμού τα οποία προγραμμάτιζαν τις αντίστοιχες συγκεκριμένες μονάδες PLC, όπου διάφορα πλήκτρα λειτουργίας αντιπροσώπευαν τα διάφορα λογικά στοιχεία των προγραμμάτων των PLC.

Τα προγράμματα ήταν αποθηκευμένα σε κασέτες, ενώ, οι δυνατότητες για την ανάπτυξη μεγάλων προγραμμάτων δεν υπήρχε λόγω της έλλειψης μνήμης.

Πλέον τα PLC μπορούν να προγραμματιστούν με τη χρήση εφαρμογών λογισμικού για προσωπικούς υπολογιστές. Ο υπολογιστής μπορεί να συνδεθεί με το PLC μέσω καλωδιώσεων Ethernet , RS-232 , RS-485 ή RS-422 και USB. Το λογισμικό προγραμματισμού επιτρέπει την είσοδο και την επεξεργασία στη γλώσσα προγραμματισμού Ladder. Γενικά, παρέχει λειτουργίες για τον εντοπισμό σφαλμάτων και την αντιμετώπιση προβλημάτων του PLC, για παράδειγμα, τονίζοντας τμήματα του προγράμματος για να δείξει την τρέχουσα κατάσταση κατά τη διάρκεια της λειτουργίας ή μέσω προσομοίωσης. Το λογισμικό μπορεί να ανεβάσει και να κατεβάσει το πρόγραμμα του PLC, δίνοντας έτσι την δυνατότητα για την δημιουργία αντιγράφων για λόγους ασφαλείας και επαναφοράς. Σε ορισμένα μοντέλα PLC, το πρόγραμμα μεταφέρεται από έναν προσωπικό υπολογιστή στο PLC μέσω μιας κάρτας προγραμματισμού που ταυτόχρονα γράφει το πρόγραμμα και σε ένα αφαιρούμενο ολοκληρωμένο τύπου EEPROM ή EPROM.

## 4.2 ΤΑ PLC ΣΗΜΕΡΑ

Τα PLC σήμερα είναι οι πιο κοινοί ελεγκτές που συναντάμε σε όλες τις βιομηχανικές εφαρμογές λόγω των τεράστιων πλέον απαιτήσεων παραγωγής, ευελιξίας αλλά και αξιοπιστίας που παρέχουν. Πρόκειται για ένα συνεχώς εξελισσόμενο βιομηχανικό προϊόν αυτοματισμού το οποίο εκτός από πλήθος εντολών και εφαρμογών παρέχει πλέον και τη δυνατότητα άντλησης πληροφοριών και στατιστικών στοιχείων.

Τα μοντέλα των τελευταίων βιομηχανικών προτύπων λοιπόν, πάνω στο κομμάτι του αυτοματισμού παρουσιάζουν τις βιομηχανίες όπως τις ξέρουμε μεν με ρομποτικά μηχανήματα που προγραμματίζονται και ελέγχονται από ΛΟΓΙΚΟΥΣ ΕΛΕΓΚΤΕΣ (Controllers) με βασική διαφορά όμως πλέον πως αυτά δεν είναι αυτόνομα κομμάτια μέσα στον ίδιο βιομηχανικό χώρο αλλά όλα μαζί σαν υποσύνολα συνδέονται και ελέγχονται από ένα κεντρικό ελεγκτή. (Master PLC)<sup>10</sup>.

Ο ελεγκτής αυτός με τη σειρά του προγραμματίζεται και δίνει όλες τις πληροφορίες – προειδοποιήσεις μέσω των συστημάτων SCADA στα οποία δημιουργείται όλο το γραφικό περιβάλλον με το οποίο αλληλεπιδρά ο άνθρωπος.

Μερικά ακόμη από τα πλεονεκτήματα που μας προσφέρει η διασύνδεση ολόκληρων μονάδων με βιομηχανικούς ελεγκτές είναι:

- Η πιο απλή δομή όλου του συστήματος με τεράστιες δυνατότητες εύρεσης σφαλμάτων.
- Η επίτευξη υψηλότερων ταχυτήτων επεξεργασίας και αλληλεπίδρασης μεταξύ των τμημάτων.
- Η σταθερότητα και η αξιοπιστία καλής λειτουργίας τέτοιων συστημάτων που είναι πλέον αποδεδειγμένη.
- Η ισχυρή δυνατότητα αναβάθμισης με τεράστια επεκτασιμότητα και εξοικονόμηση πόρων.
- Η ασφαλέστερη και καλύτερη οργάνωση όλων των δικλείδων ασφαλείας για την αποφυγή ατυχημάτων στους χώρους εργασίας.
- Πιο φιλικό και εύχρηστο περιβάλλον αλληλεπίδρασης ανθρώπου – μηχανής.

---

<sup>10</sup>[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%81%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%B6%CF%8C%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CE%BF%CF%82\\_%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82\\_%CE%B5%CE%BB%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CF%84%CE%AE%CF%82](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%81%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%B6%CF%8C%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CE%BF%CF%82_%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CE%B5%CE%BB%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CF%84%CE%AE%CF%82)

### **4.3. TIA PORTAL - ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ PLC (Totally Integrated Automation portal V17 by SIEMENS)**

Πρόκειται για ένα ευρέως διαδεδομένο λογισμικό της SIEMENS στον χώρο του αυτοματισμού και της βιομηχανίας γενικότερα μέσω του οποίου σχεδιάζονται και παραμετροποιούνται συστήματα αυτοματισμού για μονάδες PLC και συστήματα απομακρυσμένης παρακολούθησης και ελέγχου SCADA.

Μέσα από ένα αρκετά φιλικό προς τον χρήστη περιβάλλον παρέχεται η δυνατότητα δημιουργίας μιας ολοκληρωμένης εφαρμογής αυτοματισμού με πολλά εργαλεία, όπως προγραμματισμό HMI, Drives και άλλες περιφερειακές συσκευές που βοηθούν σημαντικά τον μηχανικό στην αύξηση της παραγωγικότητας, την εξοικονόμηση χρόνου και στον ταχύτατο εντοπισμό σφαλμάτων.

Το Tia Portal σήμερα χρησιμοποιείται από τις μεγαλύτερες βιομηχανίες στον κόσμο όπως αυτοκινητοβιομηχανίες, βιομηχανίες ενέργειας, βιομηχανίες παλετοποίησης και άλλα.

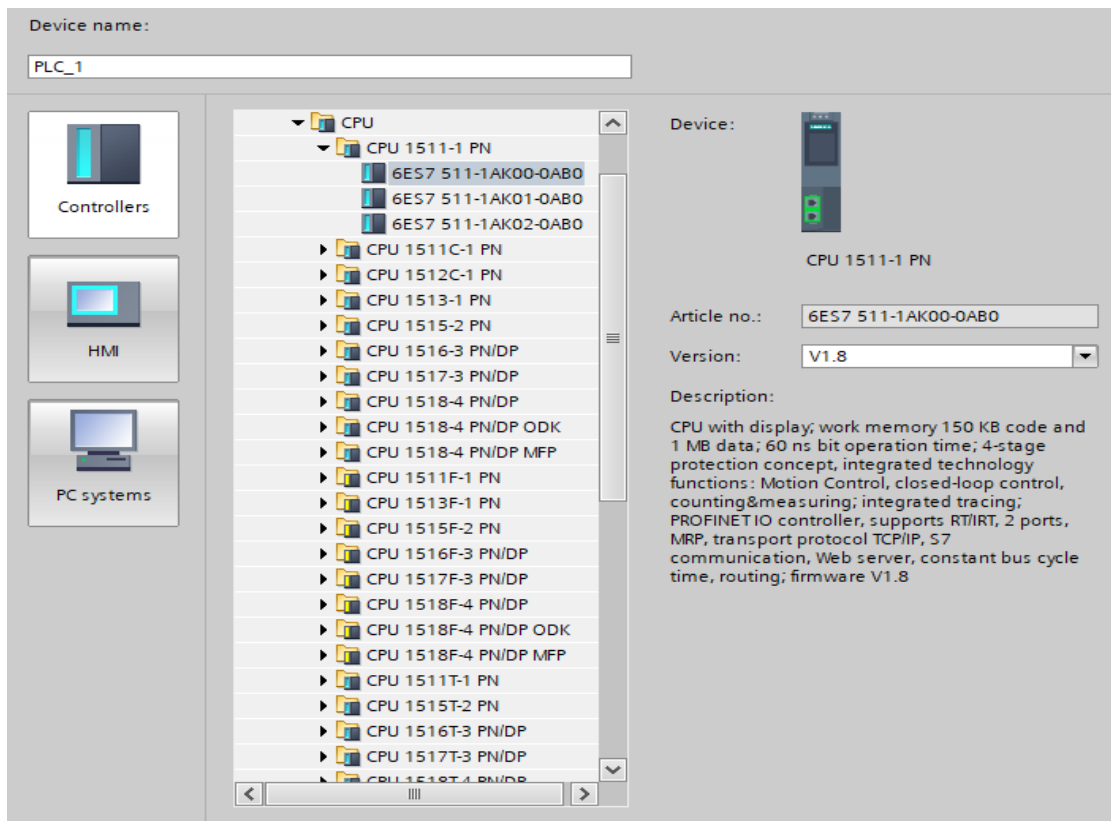
### **4.4. ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ**

#### **4.4.1 DEVICE CONFIGURATION**

Κατά τα πρώτα στάδια της δημιουργίας ενός προγράμματος σε γλώσσα PLC, με το αντίστοιχο λογισμικό, ο χρήστης, θα πρέπει να έχει κάνει μια αρχική μελέτη της εφαρμογής που πρόκειται να υλοποιήσει προκειμένου να έχει μια γενική εικόνα των απαιτήσεων της εφαρμογής. Στη συνέχεια γίνεται η κατάλληλη επιλογή του ελεγκτή και των περιφερειακών μονάδων που θα χρειαστεί και φυσικά υπάρχει πάντοτε η δυνατότητα επεκτάσεων από τις κατασκευάστριες εταιρίες όμως, η αρχική μελέτη εξοπλισμού HARDWARE είναι εξαιρετικά σημαντική για την εξοικονόμηση πόρων και την αρτιότητα της εκάστοτε εφαρμογής.

Στο Device Configuration του προγράμματος έχει επιλεγεί η “CPU 1511-1 PN” της σειράς “ S7 1500” η οποία είναι η advanced σειρά της SIEMENS για απαιτητικές εφαρμογές.

Στην εικόνα 22 φαίνονται τα χαρακτηριστικά της μονάδας CPU που επιλέξαμε.



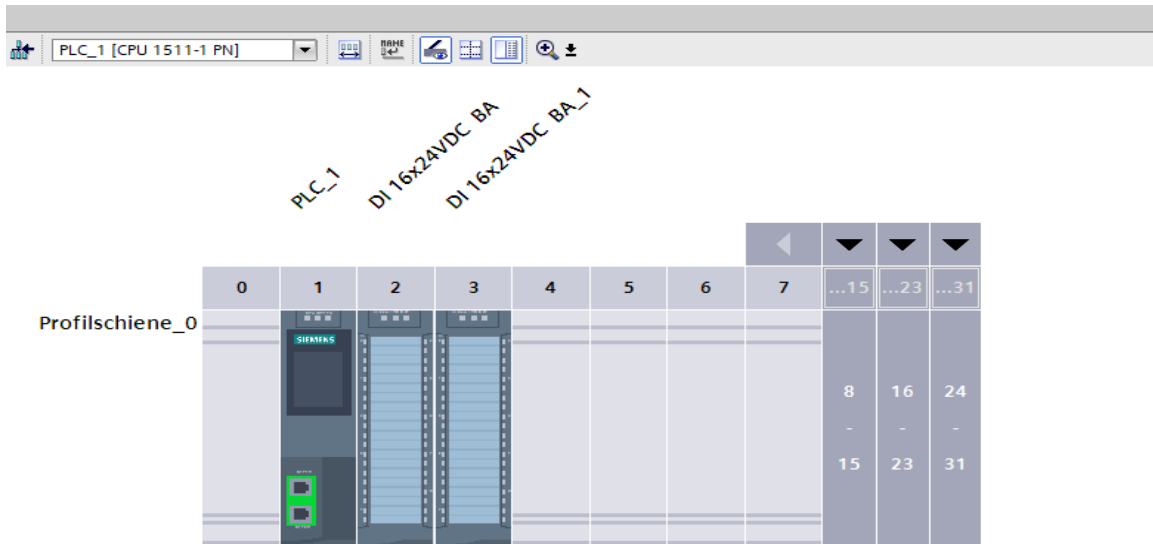
Εικόνα 22: Τεχνικά χαρακτηριστικά της μονάδας CPU.

Κάποια από τα σημαντικά χαρακτηριστικά του ελεγκτή, που σε κάθε εφαρμογή γίνεται ειδική μελέτη είναι η μνήμη λειτουργίας, η ταχύτητα επεξεργασίας, τα πρωτόκολλα επικοινωνίας ( TCP/IP), ο τρόπος διασύνδεσης με άλλες μονάδες (PROFINET I/O PN) και άλλα.

Στη συνέχεια ανάλογα με το πόσες ψηφιακές εισόδους πρόκειται να χρειαστούμε για την εφαρμογή μας επιλέγουμε και τοποθετούμε τις κατάλληλες περιφερειακές μονάδες.

Στην συγκεκριμένη εφαρμογή χρησιμοποιήθηκαν δυο ψηφιακές μονάδες 16 εισόδων η κάθε μια (σύνολο 32 εισοδοι) οι οποίες διεγείρονται με τάση 24 Volt DC.

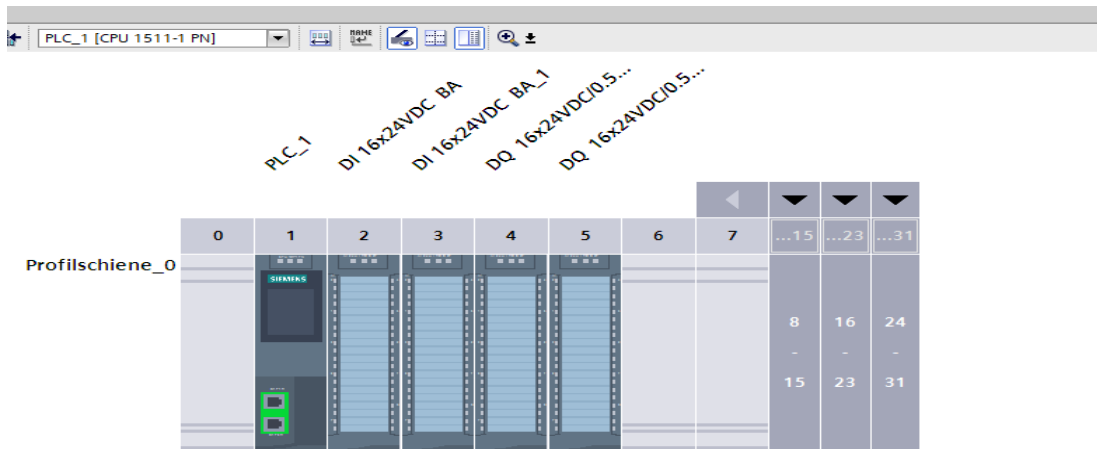




Εικόνα 23: Rack της μονάδας CPU και των περιφερειακών ψηφιακών συσκευών εισόδων.

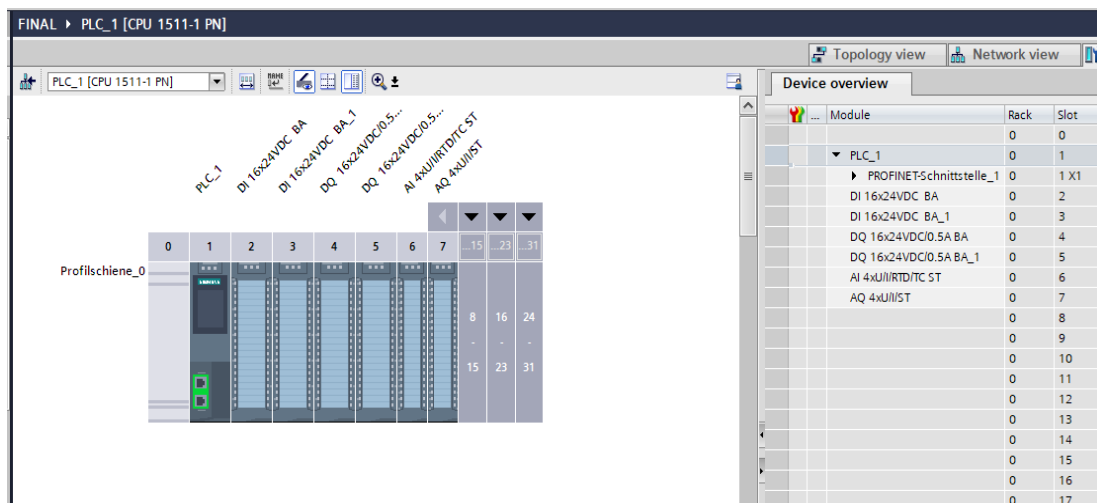
Στην ίδια λογική έγινε και η επιλογή των ψηφιακών μονάδων εξόδων οι οποίες είναι ισάριθμες με τις μονάδες εισόδων όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα.

Θα πρέπει να σημειωθεί πως οι κάρτες εξόδων τροφοδοτούν την κάθε έξοδο με 24V DC 0.5 A, που σημαίνει πως οι έξοδοι θα πρέπει να οδηγούν κατά κύριο λόγο ρελέ, ηλεκτροβαλβίδες, αισθητήρες και οτιδήποτε άλλο έχει χαμηλές απαιτήσεις ρεύματος.



Εικόνα 24: Rack της μονάδας CPU και των περιφερειακών ψηφιακών συσκευών εισόδων και εξόδων.

Για τα αναλογικά σήματα χρησιμοποιήθηκε μια κάρτα με τέσσερις εισόδους και μια κάρτα με τέσσερις εξόδους. Οι κάρτες αυτές χρησιμοποιήθηκαν για να διαβάζουν αναλογική τάση εισόδου 0-10 Volt DC και να οδηγούν με αναλογική τάση εξόδου 0-10V DC τους ραουλόδρομους.



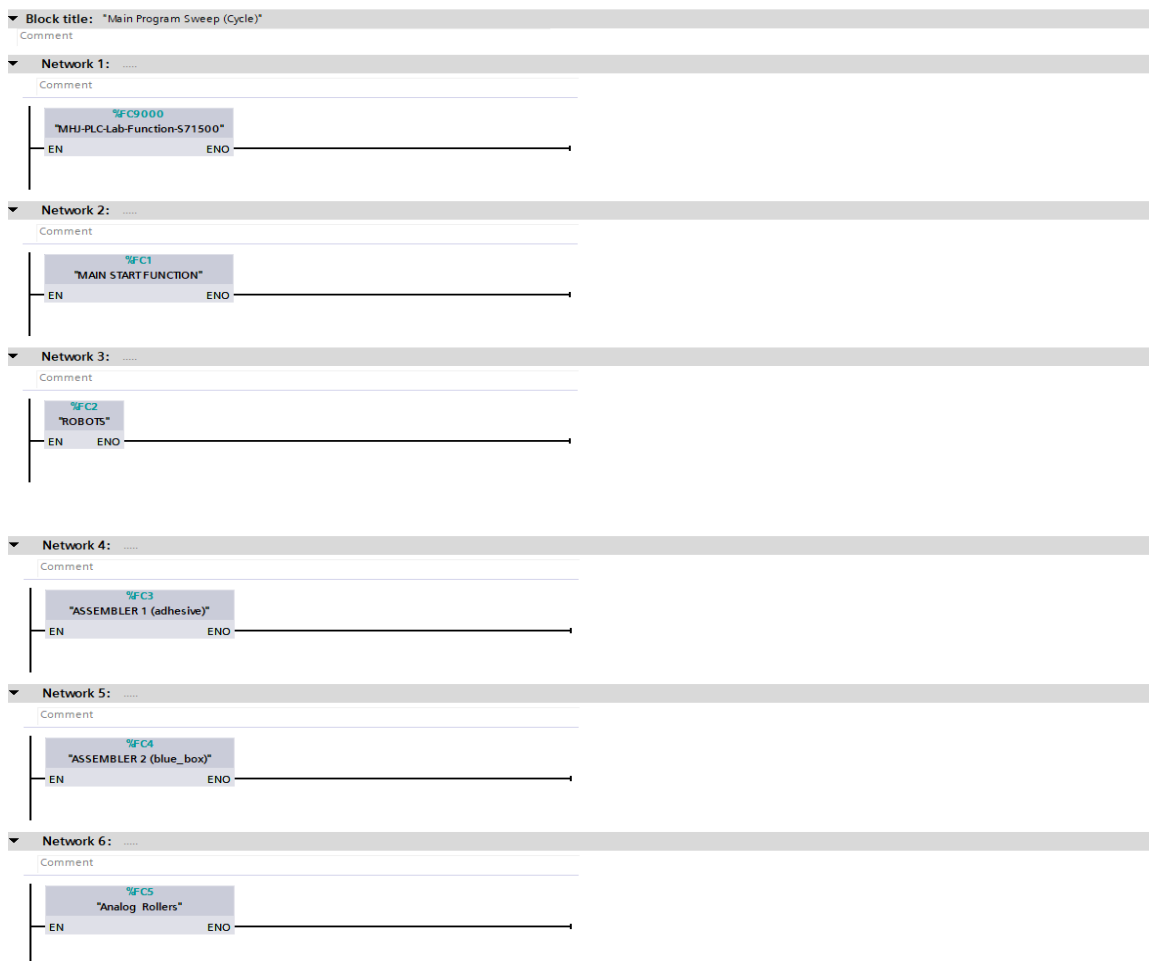
Εικόνα 25: Rack της μονάδας CPU και των περιφερειακών ψηφιακών συσκευών εισόδων και εξόδων.

#### 4.4.2 MAIN [OB1] ORGANIZATION BLOCK

Η συνάρτηση Main είναι η βασικότερη συνάρτηση του προγράμματος καθώς είναι αυτή που τρέχει μέσα στον επεξεργαστή του PLC μέσα σε επαναλαμβανόμενο βρόχο.

Μέσα σε αυτή τη συνάρτηση μπορούμε είτε να γράψουμε απευθείας όλο το πρόγραμμα του PLC ή να δημιουργήσουμε τα Function Blocks που επιθυμούμε έτσι ώστε το συνολικό μας πρόγραμμα να είναι πιο καλά δομημένο και εύκολο προς αλλαγές ή διορθώσεις σφαλμάτων.

Όπως φαίνεται και στην εικόνα 26 η κύρια συνάρτηση του προγράμματος (MAIN) έχει δομηθεί αποκλειστικά σε Function Blocks.



Εικόνα 26: Κύρια συνάρτηση του προγράμματος(MAIN).

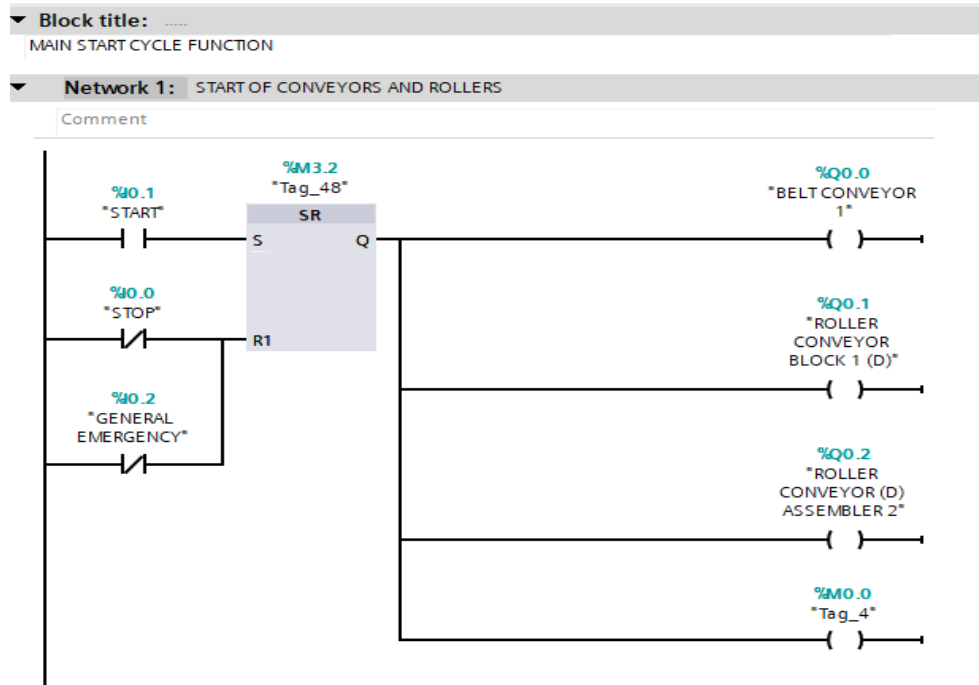
### 4.4.3 FUNCTION BLOCKS

#### 4.4.3.1 FC1 MAIN START FUNCTION BLOCK

Αυτό το μπλοκ του προγράμματος αποτελείται από τα τρία βασικά πλήκτρα για την αρχή αλλά και τον τερματισμό του κύκλου εργασιών της γραμμής παραγωγής. Όπως φαίνεται και στην εικόνα 27 έχουμε τα πλήκτρα “START”, “STOP” και “GENERAL EMERGENCY”. Αυτά οδηγούνται σε ένα SR RELAY το οποίο ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί κάθε φορά τους αντίστοιχους ταινιόδρομους.



Εικόνα 27: Κεντρικός πίνακας χειρισμών όλου του αυτοματισμού.



Εικόνα 28: Function Block 1.

#### 4.4.3.2 FC2 ROBOTS

Αυτό το μπλοκ του προγράμματος αφορά τους αυτοματισμούς, σχετικά με τα δυο ρομπότ, καθώς και τον διαχωρισμό των διαφορετικών υλικών που εξάγονται από τα κέντρα εργασίας.

Αρχικά, μόλις το πρώτο κομμάτι (Raw Material) περάσει από το πρώτο ρομπότ με κατεύθυνση προς το δεύτερο ρομπότ μέσω του ταινιόδρομου, με την ενεργοποίηση του “Diffuse Sensor 3” κατεβαίνει το “Stop Blade”, το οποίο είναι ένας μηχανισμός, ο οποίος μπορεί να σταματήσει το επόμενο κομμάτι που πρόκειται να προωθηθεί στο δεύτερο ρομπότ.



Εικόνα 29: Stop Blade.

Ακόμη μόλις το κομμάτι φτάσει στην είσοδο του πρώτου ρομπότ και έχει δώσει παλμό ο “Diff. Sensor 6”, ενεργοποιείται ένα “SR relay”<sup>11</sup> το οποίο μετά από χρόνο 200ms,

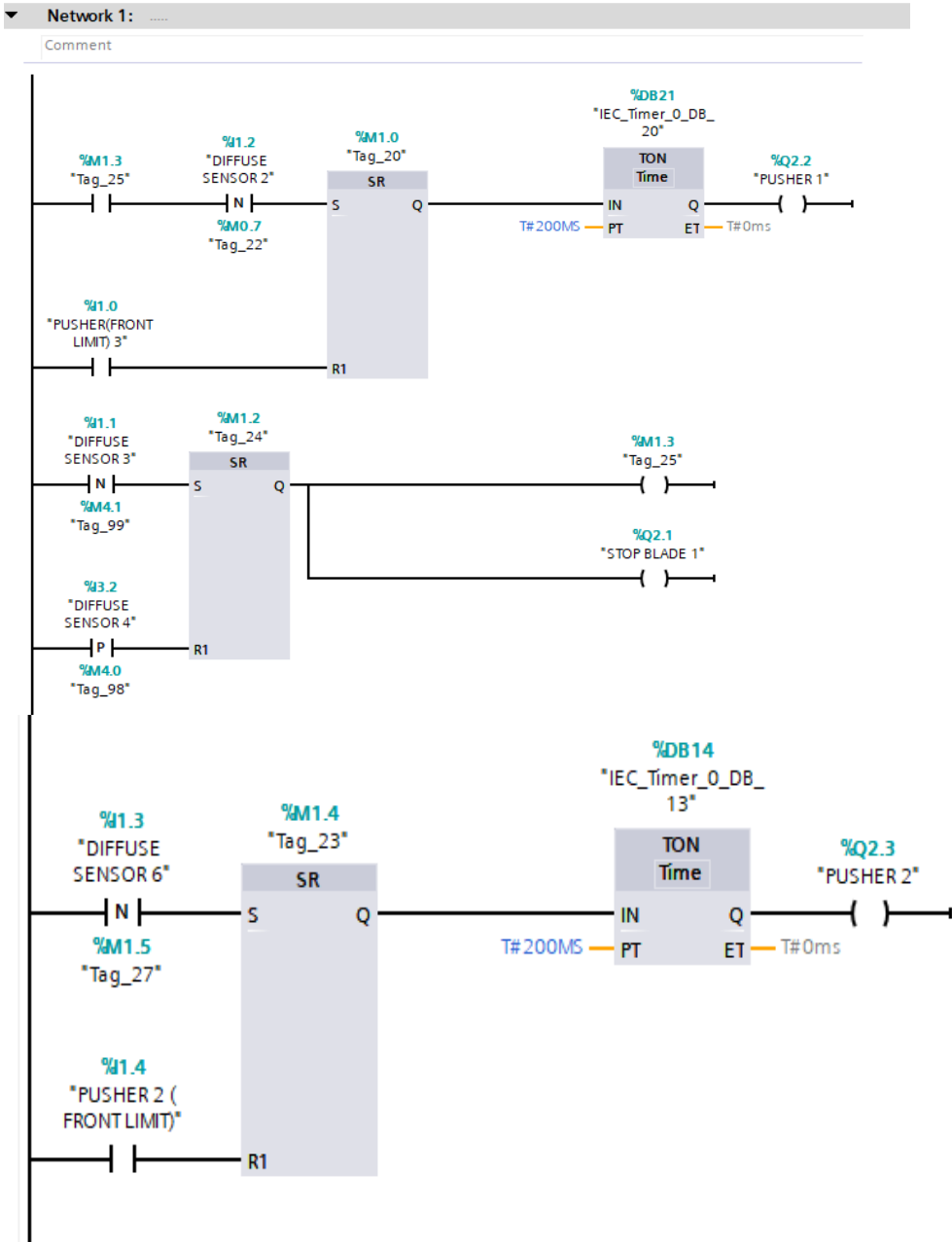
<sup>11</sup> SR relay : Το SR (Set-Reset) relay είναι ένας ενεργοποιητής τύπου ρελέ με τη διαφορά ότι κάθε φορά που του δίνεται εντολή κάνει συγκράτηση της κατάστασης του χωρίς να χρειάζεται κάποιο επιπλέον κύκλωμα αυτοματισμού.

ενεργοποιεί τον προωθητή κομματιού “ %Q2.3 PUSHER 2”. Το SR κάνει reset αμέσως μόλις διαβάσει την θέση του στο εμπρός μέρος “PUSHER 2 (FRONT LIMIT)” και έτσι είναι έτοιμο για το επόμενο κομμάτι.

Σχετικά με το πρώτο ρομπότ, όταν έχει ενεργοποιηθεί το “STOP BLADE” που σημαίνει πως έχει ήδη περάσει το πρώτο κομμάτι προς το δεύτερο ρομπότ, ενεργοποιείται ένα “SR Relay (%M1.2)” και με το που έρθει κομμάτι και διαβάσει ο “Diff. Sensor 2” ενεργοποιείται ένα “SR Relay (%M1.0)” όπου και εδώ μετά από 200ms ενεργοποιεί τον προωθητή κομματιού “Q2.2 PUSHER 1”. Αυτό και πάλι αντίστοιχα κάνει RESET μόλις το επαγωγικό αισθητήριο της πνευματικής κίνησης του “PUSHER 1” δώσει παλμό οτι έχει φτάσει στο εμπρός όριο γίνεται Reset στο SR (%M1.0).

Επίσης το SR του “STOP BLADE” κάνει Reset μόλις διαβάσει το κομμάτι στη θέση φόρτωσης από το ρομπότ (“Diff. Sensor 4”).

Όλα τα παραπάνω παρουσιάζονται στην εικόνα 30 στο Network 1 του προγράμματος.



Εικόνα 30: Fuction Block 2.

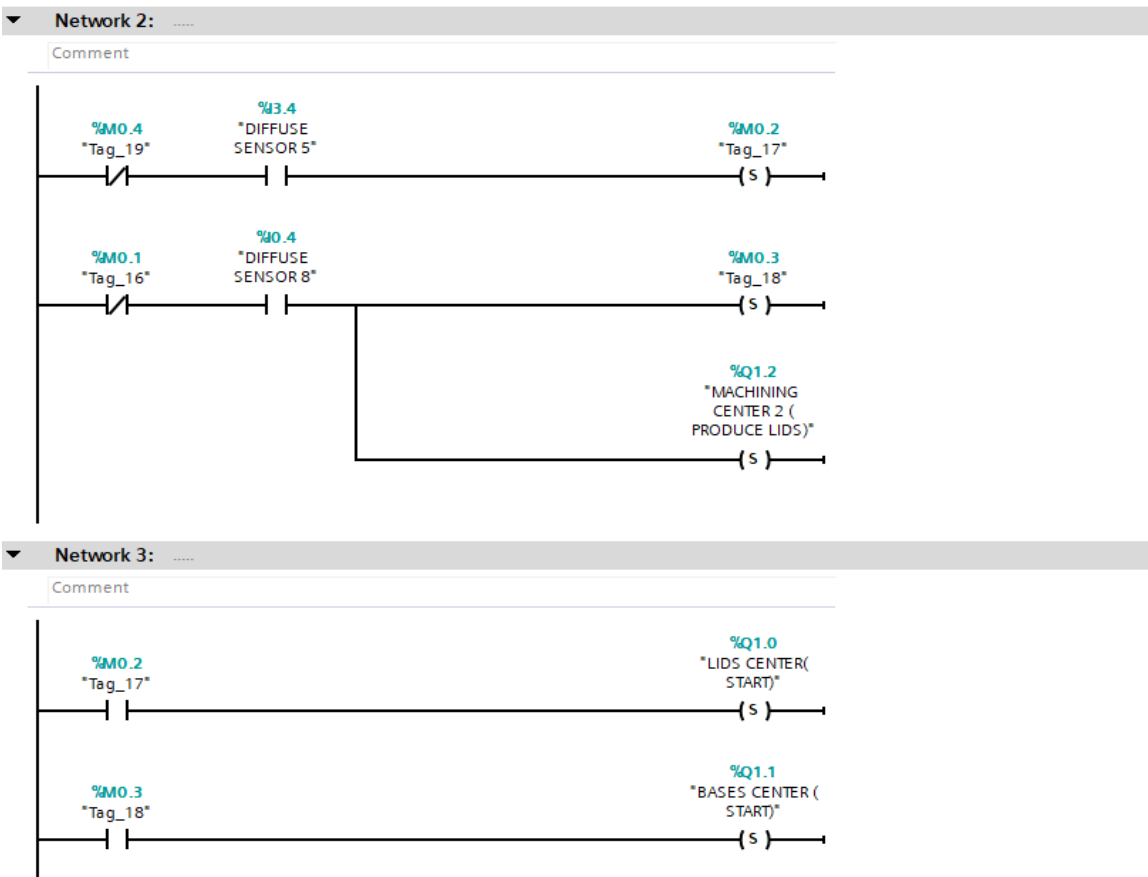
### Network 2-3:

Το κομμάτι αυτό του Network αφορά τα σήματα ενεργοποίησης των δυο ρομπότ.

Πιο συγκεκριμένα, η τροφοδοσία του υλικού στο κάθε κέντρο εργασίας ελέγχεται από έναν αισθητήρα και συγκεκριμένα τον “Diff. Sensor 5” για το πρώτο κέντρο και “Diff. Sensor 8” για το δεύτερο κέντρο. Μόλις κάποιος από τους δύο παραπάνω αισθητήρες διεγερθεί, τότε δίνεται εντολή έναρξης του κύκλου εργασίας του αντίστοιχου κέντρου.

Ο ρομποτικός βραχίονας παίρνει το υλικό προς κατεργασία και το τοποθετεί στη μηχανή CNC. Το δεύτερο κέντρο εργασίας παίρνει ακόμη ένα σήμα όταν βρίσκεται σε λειτουργία για να παράγει διαφορετικό προϊόν. “ %Q1.2 MACHINING CENTER 2 PRODUCE LIDS”.

Μόλις το κομμάτι είναι έτοιμο από τη μηχανή CNC ο ρομποτικός βραχίονας το παίρνει και το τοποθετεί στην πλευρά εξόδου του κελιού.

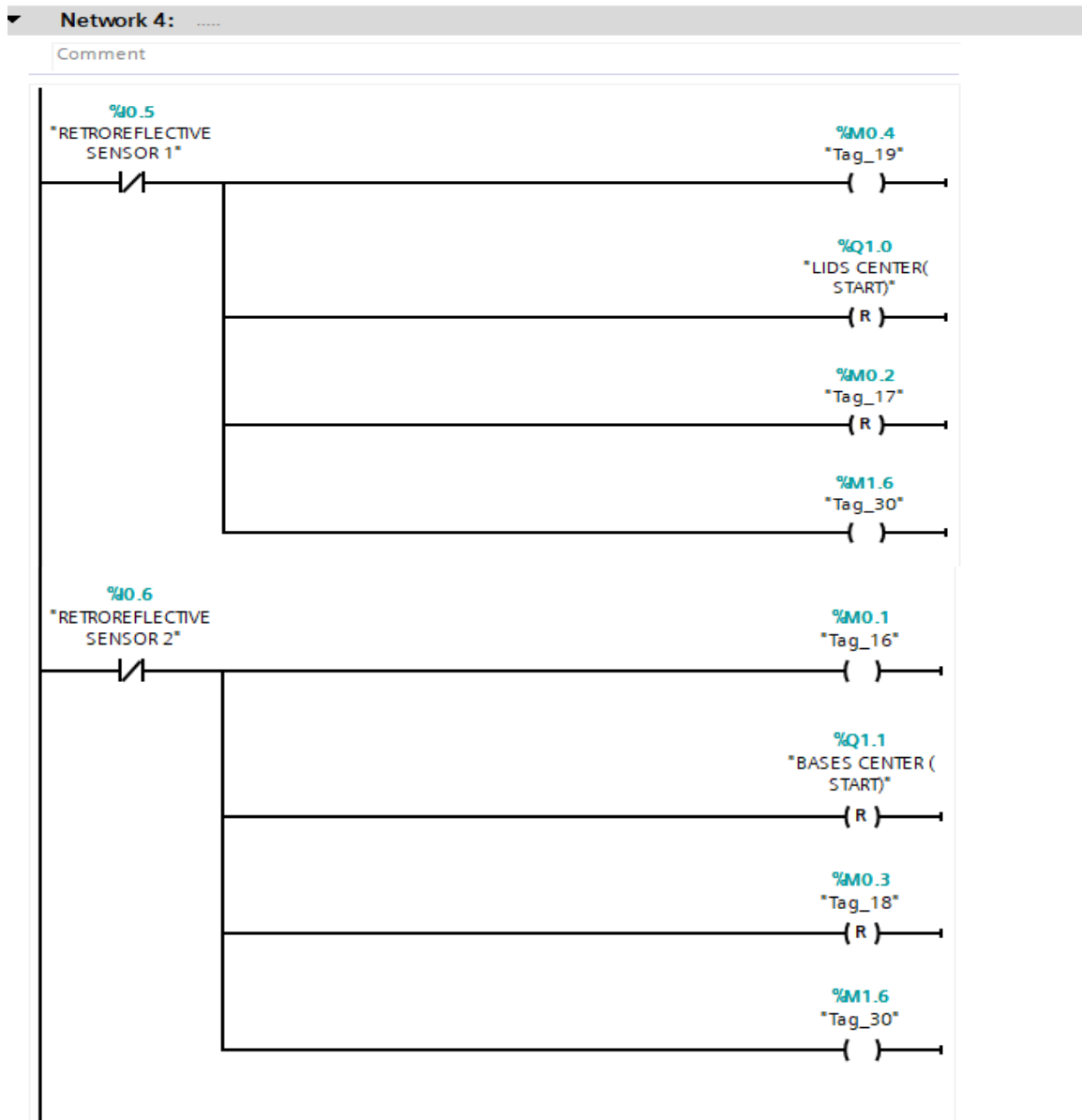


Εικόνα 31: Fuction Block 2 (Robots).



## Network 4:

Μόλις τα επεξεργασμένα πλέον υλικά τοποθετηθούν από τους αντίστοιχους ρομποτικούς βραχίονες στα σημεία εξόδων των κελιών, αναγνωρίζονται από τους αντίστοιχους αισθητήρες ανάκλασης “Retro Reflective Sensor 1” και “Retro Reflective Sensor 2”, οι οποίοι κάνουν Reset στα κέντρα εργασίας έτσι ώστε να είναι έτοιμα να συνεχίσουν αμέσως τον κύκλο εργασίας τους για τα επόμενα υλικά προς επεξεργασία.



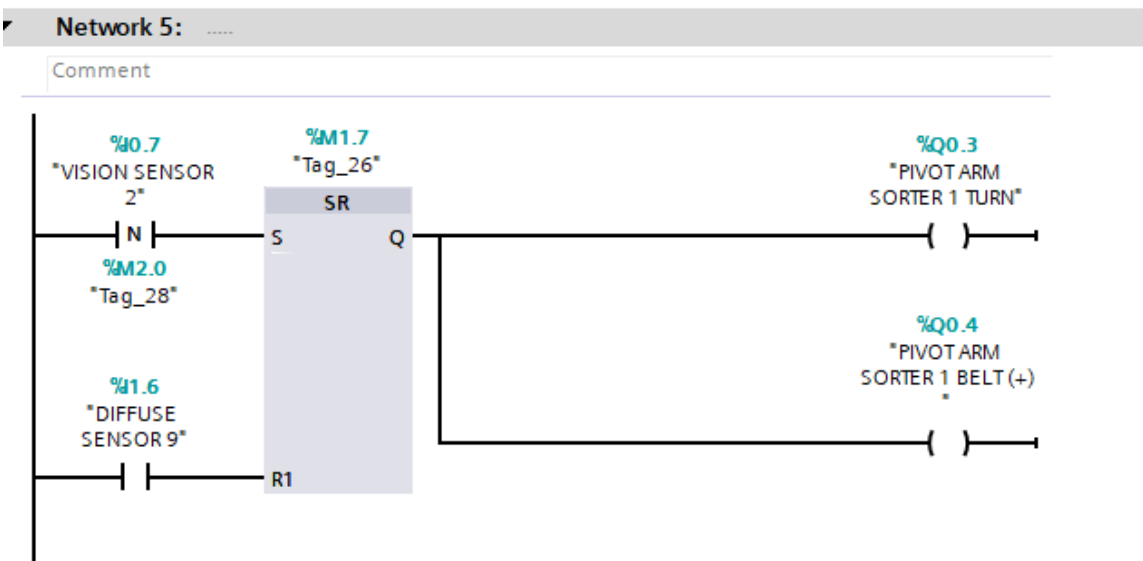
Εικόνα 32: Function Block 2 (Robots).

## Network 5:

Στη συνέχεια τα επεξεργασμένα υλικά συνεχίζουν πάνω στους ταινιόδρομους προς το επόμενο στάδιο στο οποίο γίνεται η διαλογή των βάσεων και των καπακιών (“Bases-Lids”).

Η διαλογή αυτή επιτυγχάνεται μέσω μιας κάμερας η οποία ελέγχει όλα τα κομμάτια που περνάνε από τον ταινιόδρομο και είναι προγραμματισμένη όποτε διαβάζει κομμάτι βάσης να δίνει ψηφιακή εντολή εξόδου. Η εντολή αυτή ενεργοποιεί ένα “SR RELAY %M1.7” το οποίο με τη σειρά του δίνει εντολή ανακατεύθυνσης (%Q0.3) και κίνησης (%Q0.4) σε έναν βραχίονα, ο οποίος ανακατευθύνει τα κομμάτια των βάσεων στην επιθυμητή ευθεία

Μόλις το υλικό περάσει σε αυτή την ταινιογραμμή ο αισθητήρας “Diff. Sensor 9” δίνει την εντολή για Reset του SR και την επιστροφή του βραχίονα σε θέση ηρεμίας.



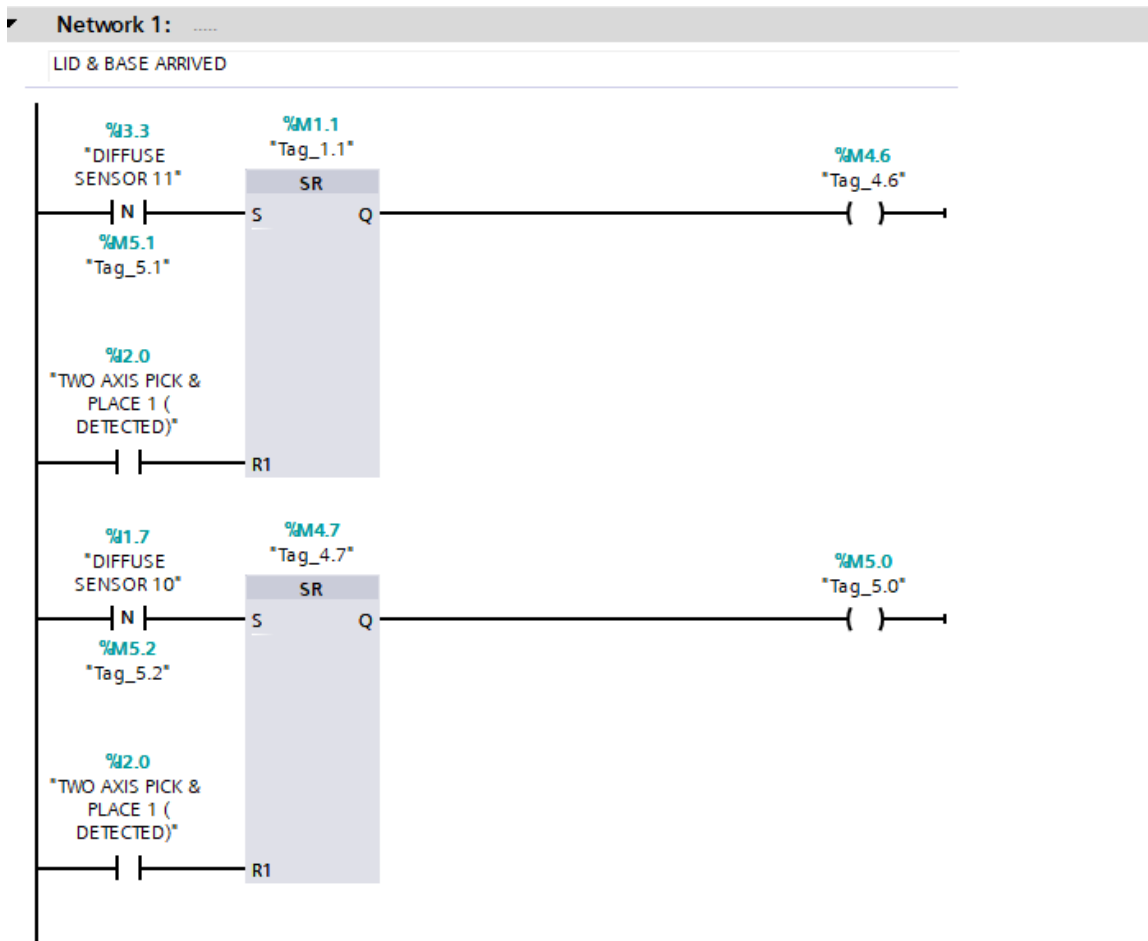
Εικόνα 33: Fuction Block 2 (Vision Sensor).

#### 4.4.3.3 FC3 ASSEMBLER 1 (adhesive)

Αυτό το μπλοκ του προγράμματος έχει να κάνει με το ρομπότ συγκόλλησης (“two axis pick and place assembler 1”) των δυο κατεργασμένων τεμαχίων τα οποία φτάνουν σε αυτόν τον σταθμό.

#### Network 1:

Με το που φτάσουν τα δυο τεμάχια προς συγκόλληση στα τερματικά τους σημεία, οι αισθητήρες “Diff. Sensor 10 και Diff. Sensor 11” έχουν διαβάσει και κρατήσει τις τιμές τους στα δυο “SR RELAY %M1.1 και %M4.7”.

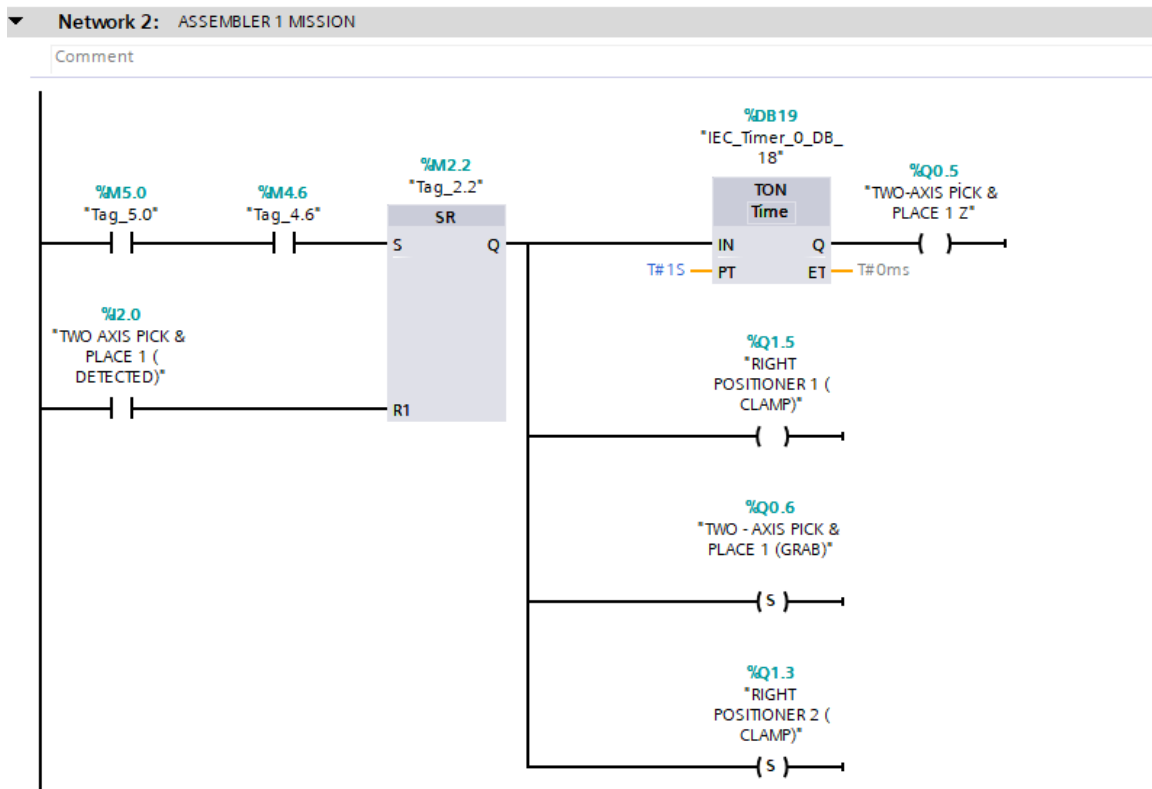


Εικόνα 34: Function Block 3 (Assembler 1).

## Network 2:

Αφού και οι δύο αισθητήρες από το παραπάνω δίκτυο έχουν διαβάσει και κρατήσει τις τιμές, τότε ενεργοποιείται ένα “SR Relay %M2.2” το οποίο δίνει σήμα στα δύο “positioner” να κλείσουν έτσι ώστε να ευθυγραμμιστεί το κομμάτι, (%Q1.5 & %Q1.3) αλλά και στο ρομπότ να ενεργοποιήσει την αναρρόφηση (vacuum) της κεφαλής του έτσι ώστε να είναι σε θέση να σηκώσει και να μεταφέρει το πρώτο κομμάτι. Ταυτόχρονα με τα παραπάνω όμως και μετά από καθυστέρηση ενός δευτερολέπτου (%DB19) δίνεται εντολή στο ρομπότ να κατεβάσει τον κάθετο (Z) άξονα του έτσι ώστε να προσεγγίσει η κεφαλή το πρώτο κομμάτι. (%Q0.5).

Όλα τα παραπάνω μαζί με τις μνήμες του πρώτου δικτύου κάνουν Reset μόλις η κεφαλή του ρομπότ διαβάσει ότι κλείδωσε το κομμάτι.



Εικόνα 35: Function Block 3 (Assembler 1).

Στη συνέχεια, αφού η αναρρόφηση έχει ενεργοποιηθεί και η κεφαλή του ρομπότ έχει κατέβει, (Z move) μόλις δοθεί το σήμα ότι ανιχνεύτηκε κομμάτι (% I2.0 DETECTED) ακυρώνεται η εντολή του κάθετου άξονα Z οπότε και επιστρέφει σε θέση ηρεμίας και ταυτόχρονα δίνεται εντολή στον οριζόντιο άξονα X να κάνει κίνηση εμπρός.

Μετά από χρόνο 500ms δίνεται η εντολή ο κάθετος άξονας Z να κάνει εκ νέου κίνηση προς τα κάτω έτσι ώστε να «π्रेसάρει» το πρώτο κομμάτι με το δεύτερο.

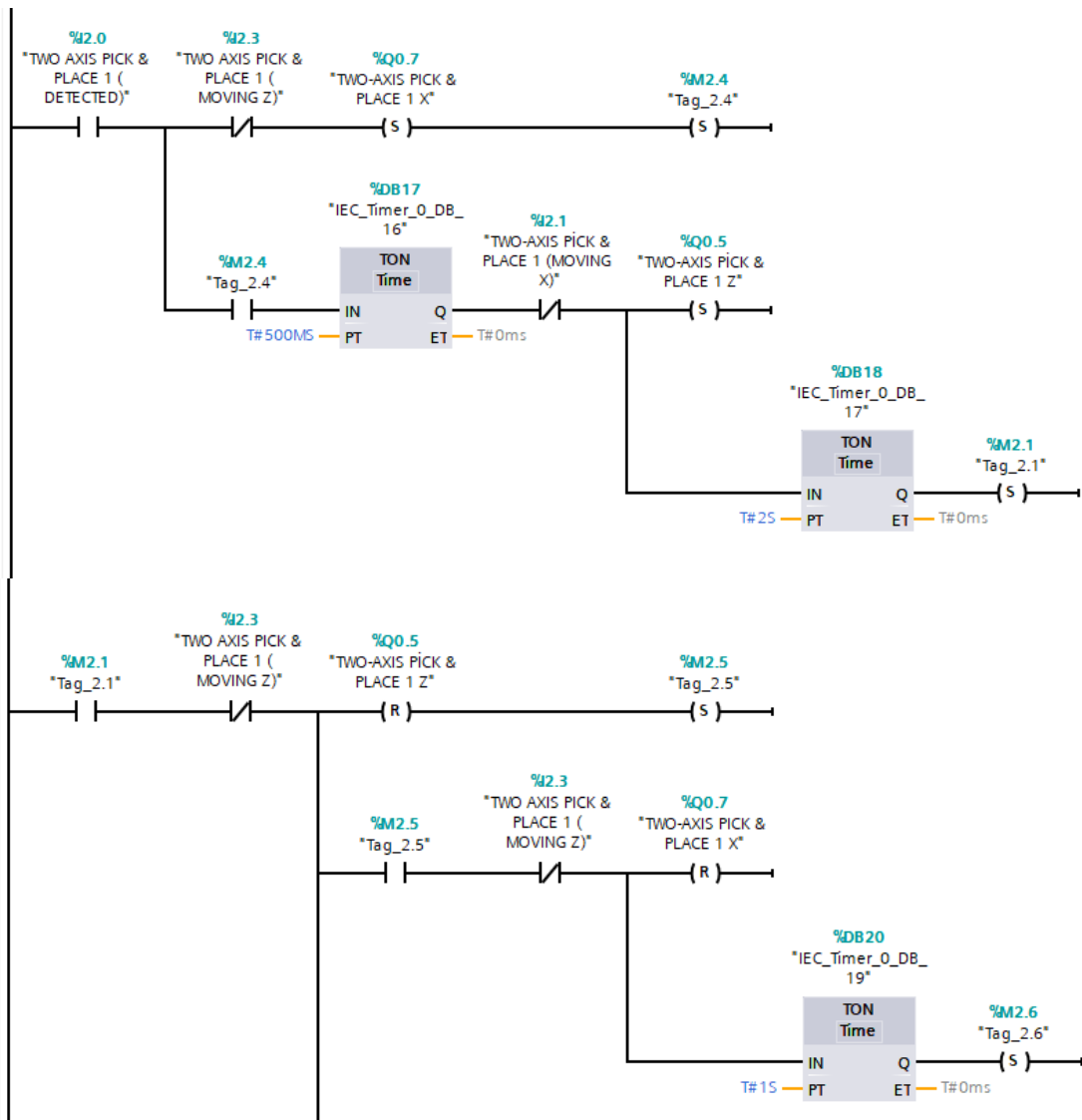
Μετά από 2sec. (%DB18), ενεργοποιείται η μνήμη (%M2.1) η οποία κάνει RESET στους δύο άξονες του ρομπότ οι οποίοι επιστρέφουν σε στη θέση ηρεμίας τους.

Με τον τρόπο αυτό έχει πλέον επιτευχθεί η «συγκόλληση» των δύο τεμαχίων μεταξύ τους.

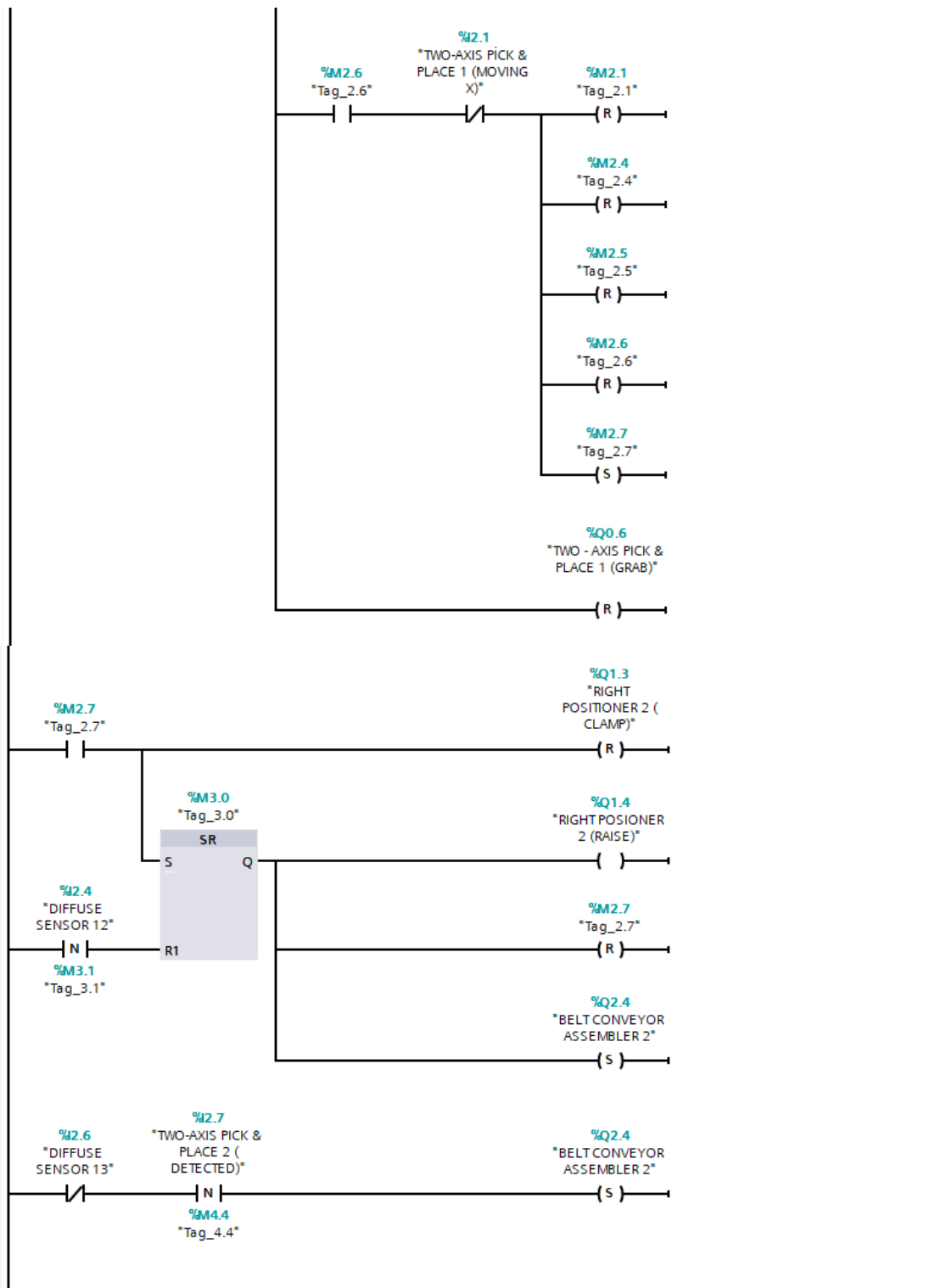
Στη συνέχεια, μετά από 1sec. (%DB20), κάνουν RESET όλες οι μνήμες, απενεργοποιείται η αναρρόφηση (vacuum) του ρομπότ, και δίνεται εντολή να ανοίξει ο ευθυγραμμιστής 2 (%Q1.3) και ταυτόχρονα να σηκωθεί όλο το γκρουπ του ευθυγραμμιστή 2 ψηλά (%Q1.4 RIGHT POSITIONER 2 RAISE) έτσι ώστε το έτοιμο κομμάτι να προχωρήσει.

Το γκρουπ του ευθυγραμμιστή 2 κάνει RESET και επιστρέφει σε θέση ηρεμίας αμέσως μόλις το έτοιμο κομμάτι περάσει στον τάπητα από τον αισθητήρα “Diff. Sensor 12”.

Στη συνέχεια το έτοιμο προϊόν κινείται προς τον σταθμό φόρτωσης και μεταφοράς στα πλαστικά κουτιά και μόλις φτάσει στο τέλος του τάπητα “belt conveyor assembler 2” και το ανιχνεύσει ο “Diff. Sensor 13” σταματάει η κίνηση του τάπητα έως ότου το κομμάτι φορτωθεί στο πλαστικό κουτί από τον “Assembler 2”.



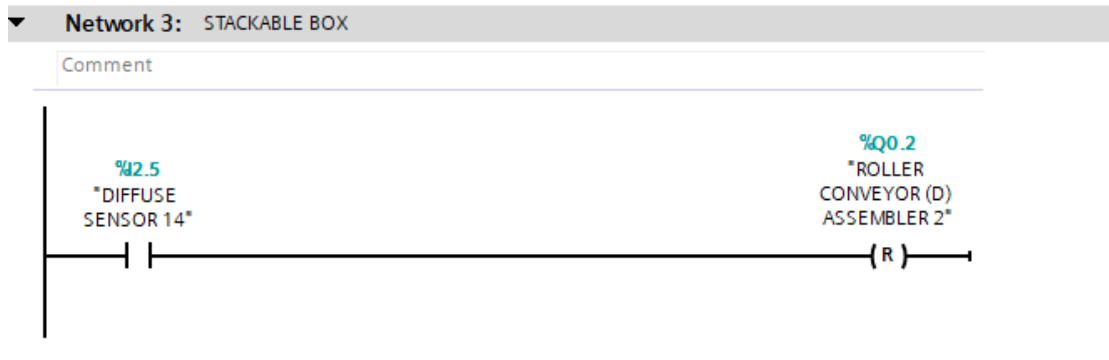
Εικόνα 36: Function Block 3 (Assembler 1).



Εικόνα 37: Function Block 3 (Assembler 1).

### Network 3 :

Αφού ο “Diff. Sensor 14 ” (%I2.5) διαβάσει ότι το πλαστικό κουτί έχει φτάσει στη θέση φόρτωσης, τότε κάνει Reset και σταματάει το (%Q0.2) Roller Conveyor (D) Assembler 2.



Εικόνα 38: Function Block 3 (Assembler 1).



#### 4.4.3.4 FC4 ASSEMBLER 2 (blue\_box)

##### **Network 1:**

Αυτό το μπλοκ του προγράμματος έχει να κάνει με το ρομπότ τοποθέτησης (“two axis pick and place assembler 2”) των έτοιμων τεμαχίων τα οποία φτάνουν σε αυτόν τον σταθμό, στο κουτί μεταφοράς (stackable box).

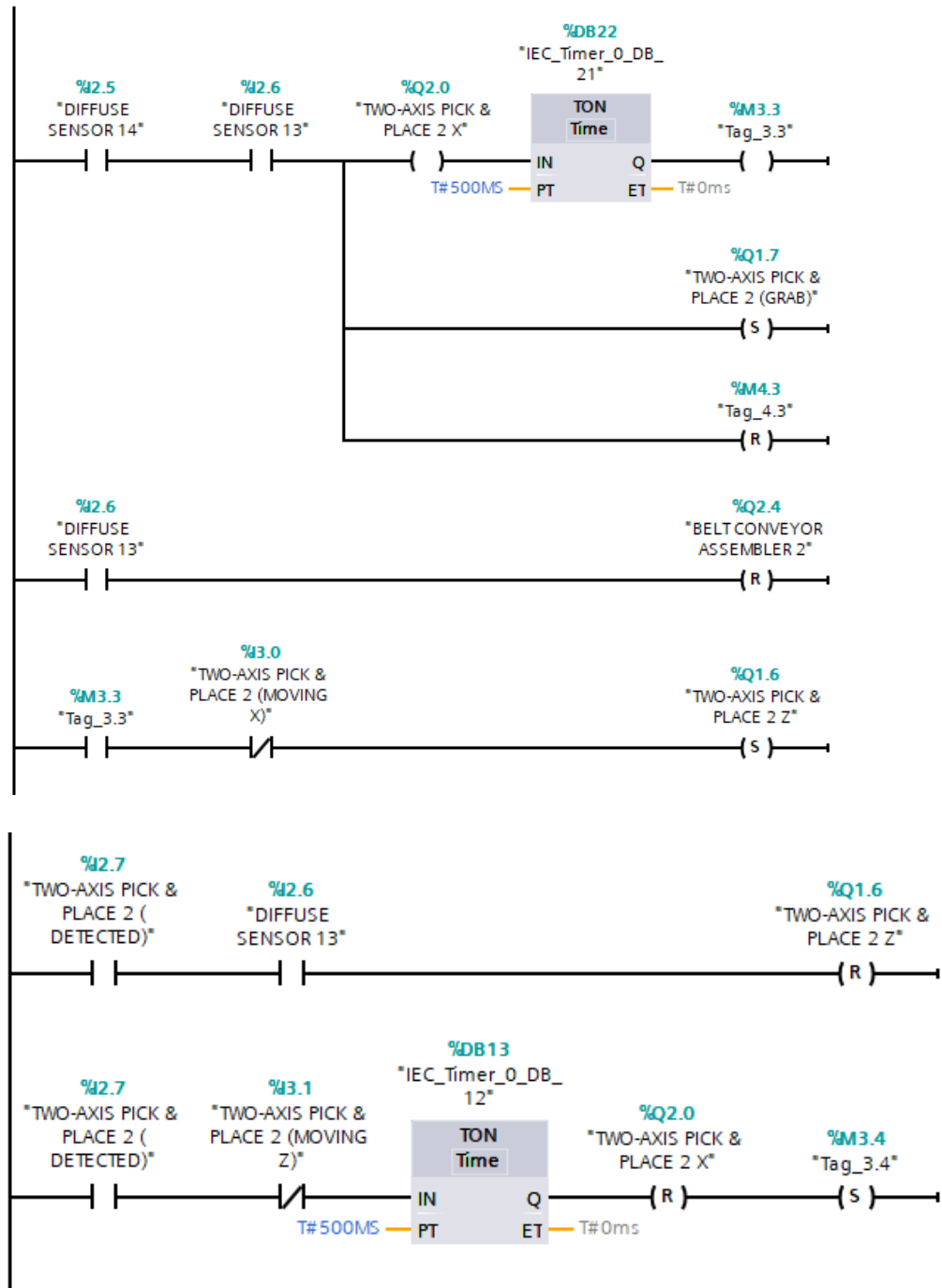
Μόλις τα κομμάτια φτάσουν στο τερματικό σημείο του ταινιόδρομου μεταφοράς, ο αισθητήρας “Diff. Sensor 13” δίνει σήμα και ο ταινιόδρομος σταματάει. Στη συνέχεια, αν το πλαστικό κουτί (stackable box) έχει φτάσει μέσω του ραουλόδρομου στο σημείο φόρτωσης όπου το διαβάζει ο αισθητήρας “Diff. Sensor 14”, σταματάει η κίνηση του και τότε δίνεται εντολή στο ρομπότ “Assembler 2” να κινηθεί στον άξονα X (%Q2.0 έκταση) και να ενεργοποιήσει το σύστημα αναρρόφησης “Grab” του ρομπότ.

Μετά από χρόνο 500ms και αφού το ρομπότ έχει ολοκληρώσει την κίνηση του στον άξονα X, δίνεται η εντολή να κατεβάσει τον άξονα Z (%Q1.6) έτσι ώστε να πιάσει το κομμάτι.

Μόλις το ρομπότ ανιχνεύσει το «κλειδώμα» του κομματιού στην κεφαλή του (%I2.7 Detected) δίνεται η εντολή να σηκωθεί ο άξονας Z και μετά από χρόνο 500ms ο άξονας X επιστρέφει σε θέση ηρεμίας.

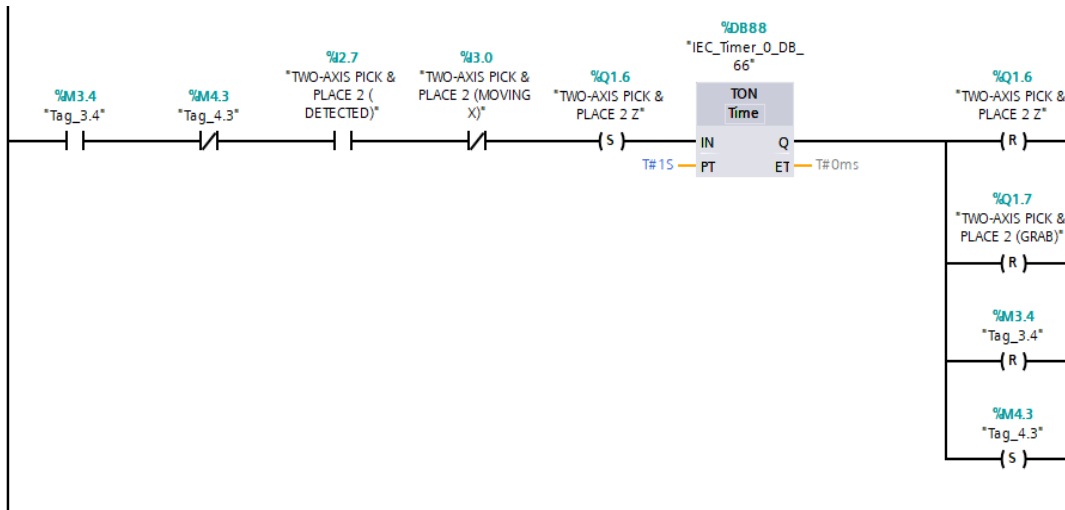
**Network 1:** .....

Comment



Εικόνα 39: Function Block 4 (Assembler 2).

Στη συνέχεια, αφού ο άξονας X έχει επιστρέψει στη θέση ηρεμίας και το κομμάτι συνεχίζει να είναι κλειδωμένο από την κεφαλή του ρομπότ, δίνεται η εντολή να κατέβει ο άξονας Z και μετά από ένα δευτερόλεπτο δίνεται νέα εντολή να ξεμπλοκάρει το κομμάτι έτσι ώστε να πέσει μέσα στο πλαστικό κουτί. Μετά από αυτό ο άξονας Z επιστρέφει σε θέση ηρεμίας.



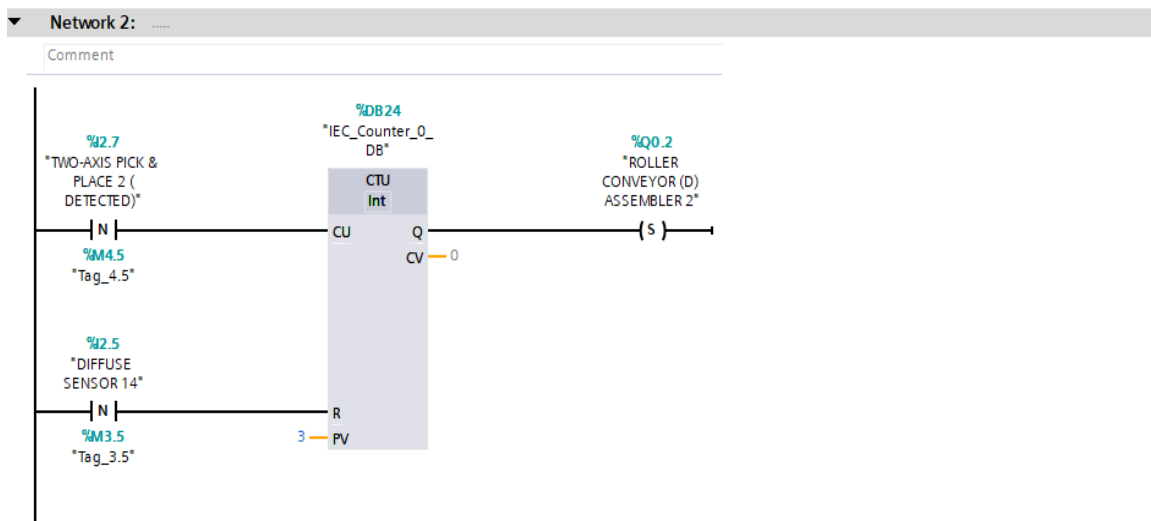
Εικόνα 40: Function Block 4 (Assembler 2).

## Network 2:

Στο τελικό στάδιο αυτού του μπλοκ έχει προστεθεί ένας μετρητής (%DB24 CTU), ο οποίος κάθε φορά που η κεφαλή του ρομπότ δίνει σήμα ότι έχει κομμάτι (detected), δίνει έναν παλμό καθόδου “Negative” στον μετρητή μας. Δηλαδή, ο μετρητής παίρνει συν ένα κάθε φορά που το ρομπότ απελευθερώνει ένα κομμάτι από την κεφαλή του.

Μόλις ο μετρητής φτάσει στον αριθμό 3, δηλαδή έχουν φορτωθεί τρία κομμάτια στο πλαστικό κουτί, δίνεται η εντολή να ξεκινήσει ο ραουλόδρομος, με σκοπό να φύγει το γεμάτο κουτί από την θέση φόρτωσης και να έρθει το επόμενο.

Ο μετρητής κάνει Reset όταν το κουτί περάσει από τον αισθητήρα “Diff. Sensor 14”.



Εικόνα 41: Function Block 4 (Assembler 2).

#### 4.4.3.5 FC5 ANALOG ROLLERS

Αυτό το μπλοκ του προγράμματος έχει να κάνει με τα αναλογικά σήματα που έχουν προγραμματιστεί να δίνουν κίνηση στους ραουλόδρομους, στους οποίους επάνω κινούνται τα πλαστικά κουτιά. Έχει γίνει διαχωρισμός σε δυο διαφορετικά σήματα, ένα για το πρώτο μισό κομμάτι του ραουλόδρομου που φτάνει μέχρι το σημείο φόρτωσης (“Assembler 2”) και ένα για το υπόλοιπο κομμάτι μέχρι την άφιξη του κομματιού στο σημείο φόρτωσης.

Με αυτό τον τρόπο έχουμε τη δυνατότητα να έχουμε διαφορετικές ταχύτητες στα δυο «μπλοκ», κάτι που εξυπηρετεί ρεαλιστικά τη διαδικασία παραγωγής καθώς στο πρώτο κομμάτι συνήθως χρειάζονται πιο αργές ταχύτητες μεταφοράς ανάλογα πάντα και με τον ρυθμό τροφοδοσίας, ενώ στο υπόλοιπο κομμάτι προς το σημείο φόρτωσης οι ταχύτητες θέλουμε συνήθως να είναι οι μέγιστες.

Θα πρέπει να σημειωθεί εδώ πως στο συγκεκριμένο λογισμικό οι ραουλόδρομοι μπορούν να φτάσουν έως και διπλάσιες ταχύτητες όταν τους οδηγούμε με αναλογικά σήματα σε σχέση με την τυποποιημένη ταχύτητα των ψηφιακών σημάτων.

Στην εικόνα 42 φαίνονται τα ποτενσιόμετρα, οι ενδεικτικές οθόνες και αριστερά επάνω ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η ρύθμιση του κάθε αναλογικού σήματος ξεχωριστά.



Εικόνα 42: Function Block 5 ποτενσιόμετρα χειρισμού αναλογικών σημάτων.

## Network 1,2 :

Η διαδικασία που περιγράφεται παρακάτω αφορά και τα δυο δίκτυα (Network 1 & Network 2) διότι ακολουθείται ακριβώς η ίδια μεθοδολογία με μοναδική διαφορά τις διευθύνσεις των σημάτων.

Αρχικά, λαμβάνεται ένα αναλογικό σήμα από το ποτενσιόμετρο του προγράμματος μέσω μιας αναλογικής εισόδου (“ %ID34-POT1 & %ID38-POT2”) το οποίο αντιστοιχεί σε 0-10V DC. Στη συνέχεια αυτό το σήμα στέλνεται σε μια συνάρτηση “NORM\_X” η οποία έχει ως σκοπό να εξομαλύνει το σήμα εισόδου που δέχεται και έχει προκαθορισμένα όρια (Minimum – Maximum). Η έξοδος αυτής της συνάρτησης θα είναι μια τιμή από 0.0 μέχρι 1.0 και ο τύπος από τον οποίο προκύπτει αυτός ο αριθμός, όπως δίνεται στο εγχειρίδιο του ελεγκτή είναι ο εξής : “  $OUT=(VALUE-MIN) / (MAX-MIN)$ ”.

Επίσης, θα πρέπει να δηλώνεται στη συνάρτηση ο τύπος δεδομένων εισόδου και εξόδου. Στην περίπτωση μας είναι : “Real to Real”. Η τιμή που βγαίνει λοιπόν από τη συνάρτηση καταχωρείται σε μια μνήμη του PLC και εισάγεται στην αμέσως επόμενη συνάρτηση η οποία είναι η “SCALE\_X”.

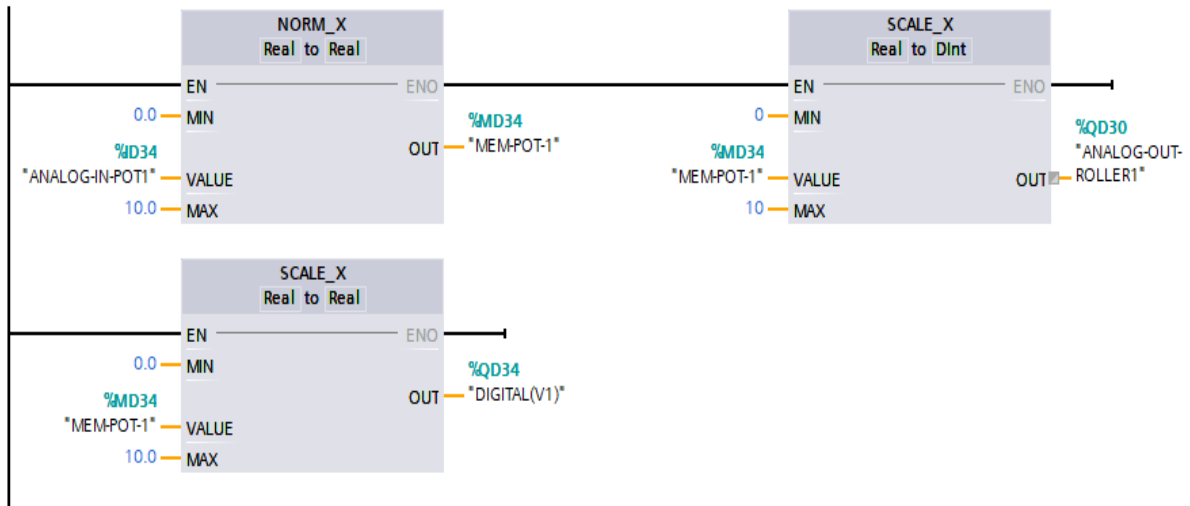
Στη “SCALE\_X” ορίζουμε εμείς την μέγιστη και ελάχιστη τιμή που θέλουμε να πάρουμε στην έξοδο σύμφωνα πάντα με την αντίστοιχη τιμή εισόδου. Έτσι, στην περίπτωση μας για τιμή εισόδου 0.5 θα πάρουμε στην έξοδο τιμή 5.

Ουσιαστικά η “SCALE\_X” διαμορφώνει την κλίμακα στην οποία θέλουμε να δουλέψουμε αναλόγως με την εκάστοτε εφαρμογή και ο τύπος εξόδου αυτής της συνάρτησης είναι : “ $OUT= VALUE ( MAX - MIN ) + MIN$ ”.

Όπως φαίνεται και στην εικόνα 43, μια ακόμη “SCALE\_X” χρησιμοποιείται σε κάθε δίκτυο για την απεικόνιση, σε ψηφιακή οθόνη σε πραγματικό χρόνο, της αναλογικής τιμής που έχουμε ρυθμίσει στο κάθε ποτενσιόμετρο.

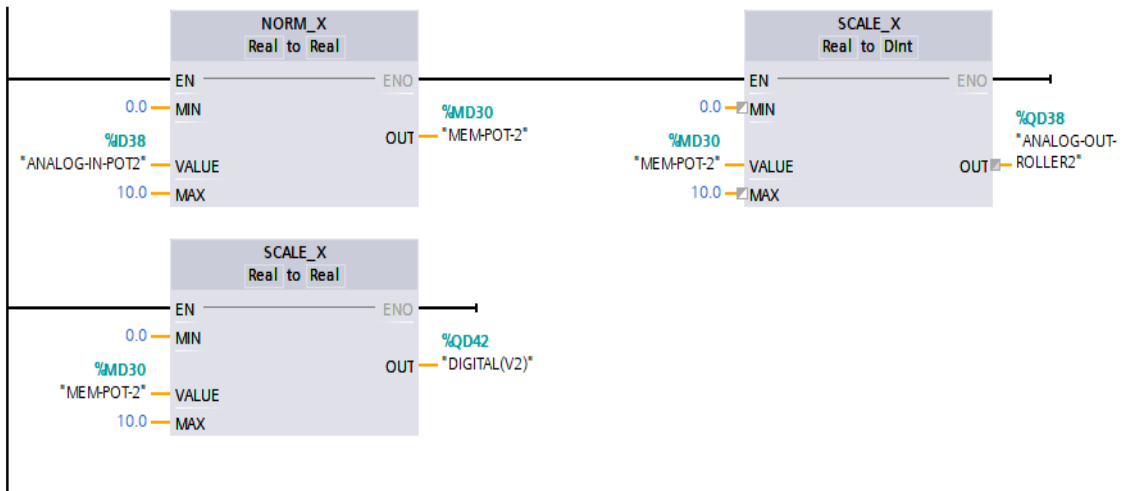
Network 1: .....

ROLLERS 1 ANALOG SPEED



Network 2: .....

ROLLERS 2 ANALOG SPEED



Εικόνα 43: Function Block 5.

#### 4.4.3.6 FC9000 S7-1500 Communication Drive

Το κομμάτι αυτό του προγράμματος πάρθηκε έτοιμο από την επίσημη ιστοσελίδα του προγράμματος Factory I/O, καθώς η εταιρία Real Games δίνει δωρεάν κάποιους κώδικες για την επικοινωνία με διάφορα γνωστά λογισμικά προγραμματισμού PLC.

```
#Value:=PEEK(area := 16#82,
  dbNumber := 0,
  byteOffset := 511);
#Value := #Value + 1;

POKE(area := 16#82,
  dbNumber := 0,
  byteOffset := 511,
  value := #Value);

POKE(area := 16#82,
  dbNumber := 0,
  byteOffset := 1016,
  value := #Value_01_DW);
POKE(area := 16#82,
  dbNumber := 0,
  byteOffset := 1020,
  value := #Value_02_DW);

FOR #ForCounter := 0 TO 63 DO
  #Value:=PEEK(area := 16#1,
    dbNumber := 0,
    byteOffset := #ForCounter);
  POKE(area := 16#81,
    dbNumber := 0,
    byteOffset := #ForCounter,
    value := #Value);
END_FOR;
#Value := PEEK(area := 16#1,
  dbNumber := 0,
  byteOffset := 512);
POKE(area := 16#82,
  dbNumber := 0,
  byteOffset := 512,
  value := #Value);
```



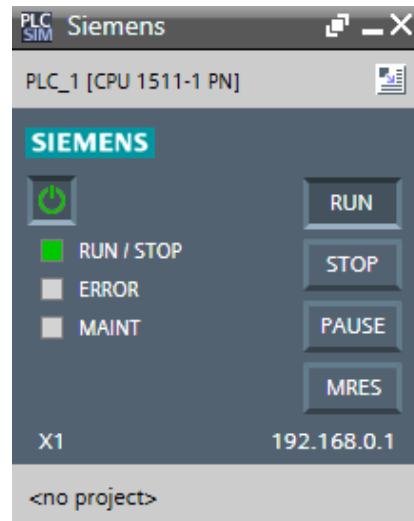
#### 4.4.3.7 PLC TAGS

<b>Name</b>	<b>Path</b>	<b>Data Type</b>
STOP	Standard-Variablen-tabelle	Bool
START	Standard-Variablen-tabelle	Bool
Tag_0.5	Standard-Variablen-tabelle	Bool
PIVOT ARM SORTER 1		
BELT (+)	Standard-Variablen-tabelle	Bool
TWO-AXIS PICK &		
PLACE 1 Z	Standard-Variablen-tabelle	Bool
TWO - AXIS PICK &		
PLACE 1 (GRAB)	Standard-Variablen-tabelle	Bool
DIFFUSE SENSOR 11	Standard-Variablen-tabelle	Bool
Tag_0.6	Standard-Variablen-tabelle	Bool
PIVOT ARM SORTER 1		
TURN	Standard-Variablen-tabelle	Bool
DIFFUSE SENSOR 8	Standard-Variablen-tabelle	Bool
RIGHT POSITIONER 1		
(CLAMP)	Standard-Variablen-tabelle	Bool
LIDS CENTER(START)	Standard-Variablen-tabelle	Bool
BASES CENTER (START)	Standard-Variablen-tabelle	Bool
RETROREFLECTIVE		
SENSOR 1	Standard-Variablen-tabelle	Bool
RETROREFLECTIVE		
SENSOR 2	Standard-Variablen-tabelle	Bool
RIGHT POSITIONER 2		
(CLAMP)	Standard-Variablen-tabelle	Bool
TWO-AXIS PICK &		
PLACE 1 X	Standard-Variablen-tabelle	Bool
RIGHT POSIONER 2		
(RAISE)	Standard-Variablen-tabelle	Bool
ROLLER CONVEYOR		
BLOCK 1 (D)	Standard-Variablen-tabelle	Bool
Tag_0.0	Standard-Variablen-tabelle	Bool
BELT CONVEYOR 1	Standard-Variablen-tabelle	Bool
Tag_0.1	Standard-Variablen-tabelle	Bool
Tag_0.2	Standard-Variablen-tabelle	Bool
Tag_0.3	Standard-Variablen-tabelle	Bool
Tag_0.4	Standard-Variablen-tabelle	Bool
ROLLER CONVEYOR (D)		
ASSEMBLER 2	Standard-Variablen-tabelle	Bool
Tag_1.0	Standard-Variablen-tabelle	Bool
PUSHER 1	Standard-Variablen-tabelle	Bool
VISION SENSOR 2	Standard-Variablen-tabelle	Bool

Tag_0.7	Standard-Variablen-tabelle	Bool
PUSHER(FRONT LIMIT) 3	Standard-Variablen-tabelle	Bool
DIFFUSE SENSOR 3	Standard-Variablen-tabelle	Bool
DIFFUSE SENSOR 2	Standard-Variablen-tabelle	Bool
DIFFUSE SENSOR 6	Standard-Variablen-tabelle	Bool
Tag_1.2	Standard-Variablen-tabelle	Bool
Tag_1.3	Standard-Variablen-tabelle	Bool
MACHINING CENTER 2		
(PRODUCE LIDS)	Standard-Variablen-tabelle	Bool
PUSHER 2	Standard-Variablen-tabelle	Bool
Tag_1.4	Standard-Variablen-tabelle	Bool
PUSHER 2 (FRONT		
LIMIT)	Standard-Variablen-tabelle	Bool
Tag_1.5	Standard-Variablen-tabelle	Bool
Tag_1.6	Standard-Variablen-tabelle	Bool
RIGHT POSITIONER 1		
(CLAMPED)	Standard-Variablen-tabelle	Bool
Tag_1.7	Standard-Variablen-tabelle	Bool
Tag_2.0	Standard-Variablen-tabelle	Bool
DIFFUSE SENSOR 9	Standard-Variablen-tabelle	Bool
Tag_2.2	Standard-Variablen-tabelle	Bool
DIFFUSE SENSOR 10	Standard-Variablen-tabelle	Bool
TWO AXIS PICK &		
PLACE 1 (DETECTED)	Standard-Variablen-tabelle	Bool
Tag_2.1	Standard-Variablen-tabelle	Bool
TWO-AXIS PICK &		
PLACE 1 (MOVING X)	Standard-Variablen-tabelle	Bool
RIGHT POSITIONER 2		
(LIMIT)	Standard-Variablen-tabelle	Bool
TWO AXIS PICK &		
PLACE 1 (MOVING Z)	Standard-Variablen-tabelle	Bool
DIFFUSE SENSOR 12	Standard-Variablen-tabelle	Bool
Tag_2.3	Standard-Variablen-tabelle	Bool
Tag_2.4	Standard-Variablen-tabelle	Bool
Tag_2.5	Standard-Variablen-tabelle	Bool
Tag_2.6	Standard-Variablen-tabelle	Bool
Tag_2.7	Standard-Variablen-tabelle	Bool
Tag_3.0	Standard-Variablen-tabelle	Bool
Tag_3.1	Standard-Variablen-tabelle	Bool
Tag_3.2	Standard-Variablen-tabelle	Bool
DIFFUSE SENSOR 14	Standard-Variablen-tabelle	Bool
DIFFUSE SENSOR 13	Standard-Variablen-tabelle	Bool
BELT CONVEYOR		
ASSEMBLER 2	Standard-Variablen-tabelle	Bool

TWO-AXIS PICK & PLACE 2 X	Standard-Variablentabelle	Bool
TWO-AXIS PICK & PLACE 2 (GRAB)	Standard-Variablentabelle	Bool
TWO-AXIS PICK & PLACE 2 (DETECTED)	Standard-Variablentabelle	Bool
TWO-AXIS PICK & PLACE 2 (MOVING X)	Standard-Variablentabelle	Bool
TWO-AXIS PICK & PLACE 2 Z	Standard-Variablentabelle	Bool
TWO-AXIS PICK & PLACE 2 (MOVING Z)	Standard-Variablentabelle	Bool
Tag_3.3	Standard-Variablentabelle	Bool
Tag_3.4	Standard-Variablentabelle	Bool
Tag_3.5	Standard-Variablentabelle	Bool
Tag_4.5	Standard-Variablentabelle	Bool
Tag_1.1	Standard-Variablentabelle	Bool
Tag_3.6	Standard-Variablentabelle	Bool
Tag_3.7	Standard-Variablentabelle	Bool
STOP BLADE 1	Standard-Variablentabelle	Bool
Tag_4.0	Standard-Variablentabelle	Bool
Tag_4.1	Standard-Variablentabelle	Bool
Tag_4.2	Standard-Variablentabelle	Bool
DIFFUSE SENSOR 5	Standard-Variablentabelle	Bool
Tag_4.3	Standard-Variablentabelle	Bool
Tag_4.4	Standard-Variablentabelle	Bool
ANALOG-IN-POT2	Standard-Variablentabelle	Real
ANALOG-IN-POT1	Standard-Variablentabelle	Real
ANALOG-OUT-ROLLER1	Standard-Variablentabelle	Real
DIGITAL(V1)	Standard-Variablentabelle	Real
ANALOG-OUT-ROLLER2	Standard-Variablentabelle	Real
DIGITAL(V2)	Standard-Variablentabelle	Real
MEM-POT-2	Standard-Variablentabelle	Real
MEM-POT-1	Standard-Variablentabelle	Real
MEM-SIGNAL-OUT-BELT	Standard-Variablentabelle	Real
MEM-SIGNAL-OUT- ROLLER	Standard-Variablentabelle	Real
GENERAL EMERGENCY	Standard-Variablentabelle	Bool
MEM_ANALOG_SET	Standard-Variablentabelle	Real
Tag_4.6	Standard-Variablentabelle	Bool
Tag_4.7	Standard-Variablentabelle	Bool
Tag_5.0	Standard-Variablentabelle	Bool
Tag_5.1	Standard-Variablentabelle	Bool
Tag_5.2	Standard-Variablentabelle	Bool

## 4.5 PLC SIM

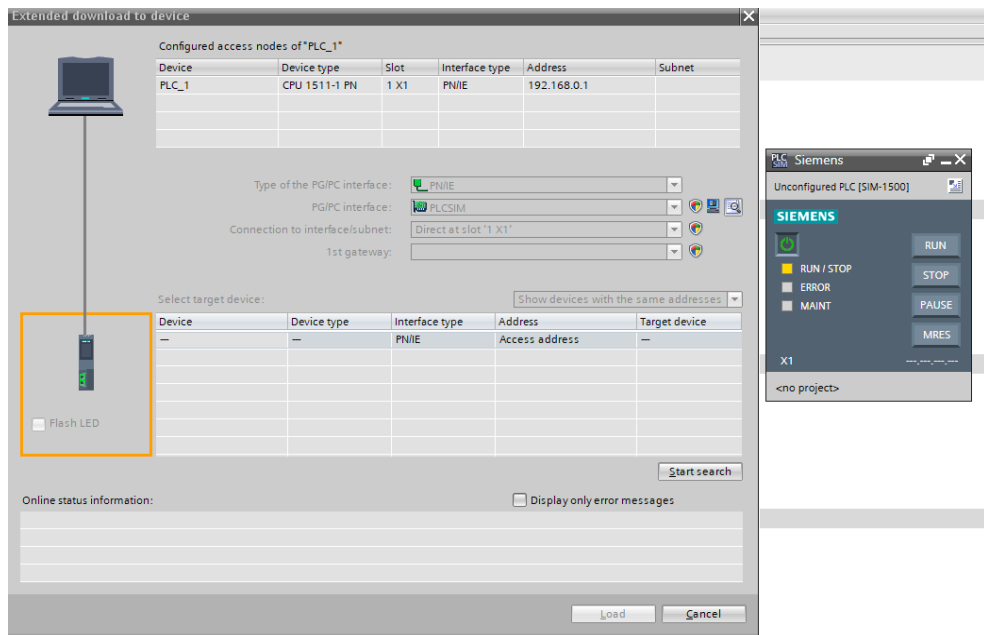


Εικόνα 44: Προσομοιωτής PLC.

Το πρόγραμμα του προσομοιωτή PLC SIM εμπεριέχεται στο λογισμικό Tia Portal και δίνει τη δυνατότητα στον προγραμματιστή να δοκιμάσει και να διορθώσει το πρόγραμμα εικονικά χωρίς την ύπαρξη του πραγματικού PLC που θα χρειαζόταν στην πραγματικότητα.

Αυτό δίνει ένα τεράστιο πλεονέκτημα στους εκπαιδευόμενους προγραμματιστές διότι παρέχει εξοικονόμηση χρημάτων από την αγορά εξοπλισμού αλλά ταυτόχρονα και στους επαγγελματίες προγραμματιστές διότι υπάρχει δυνατότητα δοκιμών και διορθώσεων πριν την τελική αποστολή του προγράμματος στις πραγματικές συσκευές. Με αυτό τον τρόπο είναι σχεδόν μηδενικό το περιθώριο λαθών στον προγραμματισμό, καθώς έχουν ήδη γίνει όλες οι απαραίτητες δοκιμές, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει κίνδυνος ατυχημάτων ή ζημιών με τεράστιο κόστος.

Η χρήση του προσομοιωτή στην εργασία αυτή ήταν απαραίτητη για την επικοινωνία των δυο προγραμμάτων σε πραγματικό χρόνο. Θα πρέπει να σημειωθεί πως κάθε φορά που θέλουμε να τρέξουμε το PLC SIM θα πρέπει να δημιουργούμε μια εικονική επικοινωνία δικτύου με την εικονική μονάδα PLC και να στέλνουμε το πρόγραμμα σε αυτή κάνοντας DOWNLOAD.



Εικόνα 45: Διασύνδεση PLC με ηλεκτρονικό υπολογιστή.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Βασικός στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η εξοικείωση και η ανάδειξη μέρους των δυνατοτήτων των PLC σε συνδυασμό με ένα σύγχρονο βιομηχανικό περιβάλλον παρουσιάζοντας το μέσα από τα εργαλεία προσομοίωσης και εικονικής πραγματικότητας που μας παρέχονται σήμερα.

Αν και ο αρχικός στόχος σχεδίασης της γραμμής παραγωγής ήταν τα δοκίμια να είναι μοριοσανίδες ξύλου και να τοποθετούνται σε παλέτες, δεν κατέστη εφικτό καθώς μέχρι στιγμής το Factory I/O δεν παρέχει τη δυνατότητα σχεδιασμού και εισαγωγής διαφορετικών αντικειμένων πέρα από τα ήδη υπάρχοντα. Παρόλα αυτά το αποτέλεσμα έρχεται πολύ κοντά σε σχέση με μια πραγματική γραμμή παλετοποίησης όπως και ξύλινων προϊόντων.

Κατά τη δημιουργία του κώδικα στο προγραμματιστικό περιβάλλον TIA PORTAL για το PLC, ο οποίος γράφτηκε σε γλώσσα LADDER εντοπίστηκε μια σειρά προβλημάτων τεχνικής φύσεως που έπρεπε να επιλυθούν. Αυτά αφορούσαν τη λογική σειρά εκτέλεσης του προγράμματος, τον σωστό υπολογισμό φυσικών πόρων της μονάδας του PLC, την σωστή ταξινόμηση όλων των διευθύνσεων εισόδων-εξόδων, όπως και την ρουτίνα της επικοινωνίας του με το εξωτερικό πρόγραμμα προσομοίωσης Factory I/O.

Στη συνέχεια, κατά τη δημιουργία του τρισδιάστατου βιομηχανικού χώρου μέσω του προγράμματος Factory I/O χρειάστηκε να τοποθετηθούν όλα τα εξαρτήματα αυτοματισμού σε μια λογική σειρά με σκοπό αποτελεσματικότερη ροή επεξεργασίας. Επίσης χρειάστηκαν αρκετές δοκιμές για την απόλυτη ευθυγράμμιση όλων των εξαρτημάτων, καθώς σε πολλά τμήματα υπήρξαν αστοχίες όπως το να πέφτουν τα δοκίμια στο έδαφος, οι γερανοί να μην μπορούν να τα τοποθετήσουν σωστά στις επιθυμητές θέσεις, ή οι αισθητήρες να μην αναγνωρίζουν τα δοκίμια λόγω λανθασμένης αποστάσεως ή κακής ευθυγράμμισης.

Μετά από πολλές δοκιμές για την επίτευξη της αρμονικής λειτουργίας των κύκλων εργασιών των δύο προγραμμάτων, τα σφάλματα ελαχιστοποιήθηκαν σε σημείο που να επιτυγχάνεται το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Μέσα από την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας, αποκτήθηκε σημαντική εμπειρία σε ένα εφαρμοσμένο πλαίσιο της έννοιας του αυτοματισμού, σε έναν εξειδικευμένο κλάδο του βιομηχανικού τομέα που βρίσκεται σε πλήρη εξέλιξη τα τελευταία χρόνια.