



UNIVERSITETI I PRISHTINËS
"HASAN PRISHTINA"
UNIVERSITY OF PRISHTINA

Rr. Xhorxh Bush, Ndërtesa e Rektoratit, 10 000 Prishtinë, Republika e Kosovës
Tel: +381 38 244 183 • E-mail: rektorati@uni-pr.edu • www.uni-pr.edu

Nr. Prot.: 2100

Datë: 03/11/2025

**RAPORT VLERËSIMI TË DORËSHKRIMIT TË PUNIMIT TE DIPLOMES
MASTER**

FAKULTETI	Fakulteti i Inxhinierisë Mekanike
Departamenti/ Programi	Mekatronikë
Projektpropozimi	AUTOMATIZIMI I SORTIMIT TË OBJEKTEVE NË STACIONIN E MANIPULIMIT DHE MONITORIMI PËRMES HMI-SË ME S7-1500
Kandidati	BSc. Vanesa Mjeku
Mentori	Prof. Asoc. Dr. Xhevahir Bajrami
Aprovimi i projekt propozimit në Këshillin e Fakultetit	Datë: 23/01/2025
	Vendimi nr.: 135
<p>Vlerësimi i dorëshkrimit</p> <p>Në bazë të vendimit nr. 135 të datës 23/01/2025, të Këshillit të Fakultetit të Inxhinierisë Mekanike në Prishtinë, është formuar komisioni në përbërje:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Prof. Dr. Arbnor Pajaziti, kryetar 2. Prof. Asoc. Dr. Shpetim Lajqi, anëtar 3. Prof. Asoc. Dr. Xhevahir Bajrami, mentor <p>Për vlerësimin e punimit Master me titull "Automatizimi i Sortimit të Objekteve në Stacionin e Manipulimit dhe Monitorimi përmes HMI-së me S7-1500" të kandidatës Vanesa Mjeku. Pas shqyrtimit të punimit të lartpërmendur, Komisioni jep këtë:</p> <p style="text-align: center;">R A P O R T</p> <p>Punimi Master me titull "Automatizimi i Sortimit të Objekteve në Stacionin e Manipulimit dhe Monitorimi përmes HMI-së me S7-1500" është strukturuar në kapituj kryesorë dhe është ilustruar me figura, grafe dhe tabela të nevojshme.</p>	

Formulari- F2

Hyrje

Ky kapitull ka për qëllim të trajtojë projektimin dhe realizimin e një sistemi të automatizuar për sortimin e objekteve në një stacion manipulimi, duke përdorur kontrolluesin logjik programues SIMATIC S7-1500 (PLC) dhe ndërfaqen HMI (Human-Machine Interface) për monitorim dhe ndërveprim në kohë reale. Për realizimin e këtij punimi janë përdorur metodat eksperimentale dhe projektimi inxhinierik. Është ndërtuar një modul praktik trajnimi me komponentë industriale, ku janë zhvilluar programet përmes softuerit TIA Portal. Janë analizuar karakteristikat teknike të komponentëve me burime nga dokumentacioni zyrtar i prodhuesve si Siemens dhe Festo. Testimi i sistemit është kryer në kushte laboratorike, duke simuluar skenarë të ndryshëm të procesit të sortimit.

Bazat e automatizimit industrial

Ky kapitull paraqet një përmbledhje të koncepteve themelore të automatizimit, duke filluar nga përkufizimi dhe rëndësia e tij, klasifikimi i sistemeve të automatizimit, teknologjitë mbështetëse si dhe roli i kontrolluesve logjikë programues (PLC) dhe ndërfaqeve HMI në zbatimin e zgjidhjeve moderne industriale. Kjo bazë teorike shërben si themel për pjesët praktike të punimit që do të trajtohen në kapitujt pasues.

Automatizimi mund të jetë:

- Automatizim fik (hard automation): i përshtatshëm për prodhim në seri të madhe;
- Automatizim fleksibil (flexible automation): me mundësi për përshtatje të shpejtë sipas ndryshimeve në produkt;
- Automatizim programues (programmable automation): ku logjika ndryshohet sipas nevojave përmes softuerit.

Përshkrimi i komponentëve të sistemit të ndërtuar

Ky kapitull përshkruan në mënyrë të detajuar komponentët kryesorë që përbëjnë sistemin e automatizuar për sortimin e objekteve. Pajisjet e përdorura janë të ndërtuara mbi platformën Festo Didactic dhe Siemens, të cilat ofrojnë një mjedis praktik për simulim dhe testim të skenarëve realë industriale. Analiza fokusohet në funksionin e secilit komponent, ndërlidhjen mes tyre, dhe rolin në procesin e automatizuar.

Projektimi i stacionit të manipulimit dhe sortimit

Formulari- F2

Ky kapitull trajton mënyrën e organizimit të komponentëve të përshkruar në kapitullin paraprak, duke i shndërruar ata në një njësi funksionale të koordinuar. Procesi i projektimit përfshin si aspektin fizik të sistemit (vendosja e komponenteve, rrjedha e objekteve, lidhja mekanike dhe pneumatike), ashtu edhe aspektin logjik (sekuenca e operacioneve, sinjalet hyrëse/dalëse dhe ndërveprimi përmes HMI). Synimi është krijimi i një sistemi që arrin të identifikojë, klasifikojë dhe orientojë objekte me karakteristika të ndryshme në mënyrë të pavarur dhe efikase, duke siguruar kontroll të plotë përmes PLC-së dhe monitorim përmes HMI-së.

Programimi dhe simulimi i sistemit

Në këtë kapitull paraqitet mënyra se si është realizuar programimi i sistemit të automatizuar të sortimit dhe manipulimit, si dhe simulimi i tij përmes mjeteve të avancuara softuerike. Për zhvillimin e programit është përdorur platforma TIA Portal, e cila mundëson konfigurimin dhe programimin e kontrolluesit logjik të programueshëm (PLC) Siemens S7-1500 dhe ndërfaqes HMI. Programimi dhe konfigurimi janë realizuar përmes platformës TIA Portal V17. Në këtë projekt, TIA Portal është përdorur për krijimin e strukturës së adresave të hyrje-daljeve (%I, %Q), për definimin e blloqeve të të dhënave (%DB), si dhe për implementimin e komandave bazë të ciklit të punës, si Start, Stop dhe Reset.

Modelimi i stacionit të manipulimit dhe sortimit në solidworks

Modelimi tredimensional i stacionit të manipulimit dhe sortimit është realizuar në ambientin SolidWorks, i cili ofron fleksibilitet dhe saktësi në ndërtimin e pjesëve mekanike dhe në procesin e asamblesë. Zgjedhja e kësaj platforme është bërë për shkak të mundësive të avancuara që ajo ofron në dizajnimin e komponentëve, përfshirë përcaktimin e lidhjeve ndërmjet pjesëve, kufizimet e lëvizjes si dhe mundësinë për t'i përdorur modelet në simulime të mëvonshme.

Procesi i modelimit ka filluar me ndërtimin e pjesëve bazë të sistemit, duke u mbështetur në dimensionet dhe konfigurimin real të pajisjes Festo.

Kalimi i modelit nga solidworks në matlab/simulink

Pas përfundimit të modelimit të stacionit të manipulimit dhe sortimit në SolidWorks, hapi vijues ka qenë eksportimi i këtij modeli në MATLAB/Simulink përmes mjetit Simscape Multibody. Qëllimi i këtij procesi është krijimi i një prototipi digjital të integruar, ku pjesët mekanike, kufizimet e lëvizjes dhe parametrat fizikë të përkthyer nga SolidWorks të përdoren për simulime dinamike dhe për testimin e logjikës së kontrollit.

Formulari- F2


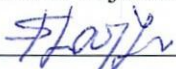

Eksportimi është realizuar duke përdorur Simscape Multibody Link, e cila gjeneron automatikisht skedarin XML dhe skedarët shtesë STEP të modeleve. Pasi është kryer eksportimi, modeli është importuar në MATLAB dhe është hapur në ambientin Mechanics Explorer për të verifikuar strukturën dhe përputhshmërinë e tij me modelin origjinal.

P Ë R F U N D I M

Në bazë të të dhënave të përshkruara më lart, Komisioni për Vlerësimin e punimit Master konsideron se punimi është hartuar në nivel të duhur, i pasqyruar me figura, diagrame dhe tabela të nevojshme. Prandaj, komisioni i propozon Fakultetit të Inxhinierisë Mekanike në Prishtinë, që punimin Master me titull **“Automatizimi i Sortimit të Objekteve në Stacionin e Manipulimit dhe Monitorimi përmes HMI-së me S7-1500”** të kandidatës **Vanesa Mjeku**, ta aprovojë si punim për Master dhe ta japë në diskutim publik.

Prishtinë,

Komisioni:

1. 
Prof. Dr. Arbnor Pajaziti – kryetar
2. 
Prof. Asoc. Dr. Shpetim Lajqi – anëtar
3. 
Prof. Asoc. Dr. Xhevahir Bajrami – mentor

UNIVERSITETI I PRISHTINËS
FAKULTETI I INXHINIERISË MEKANIKE

Programi studimor: Mekatronikë



PUNIM DIPLOME

TEMA: Automatizimi i sortimit të objekteve në stacionin e manipulimit dhe monitorimi përmes HMI-së me S7-1500

Mentori:

Prof. Asoc. Dr. Xhevahir Bajrami

Kandidati/ja:

BSc. Vanesa Mjeku

Prishtinë, Nëntor 2025

PËRMBAJTJA

Lista e figurave	3
Lista e tabelave	4
Lista e shkurtesave	5
ABSTRAKTI	6
ABSTRACT	7
HYRJE	8
1. BAZAT E AUTOMATIZIMIT INDUSTRIAL	10
1.1 Përkufizimi dhe rëndësia e automatizimit.....	10
1.2 Kategoritë e sistemeve të automatizimit.....	11
1.2.1 Automatizimi fiks (Fixed Automation)	11
1.2.2 Automatizimi programues (Programmable Automation)	12
1.2.3 Automatizimi fleksibil (Flexible Automation)	12
1.2.4 Krahasim i kategorive	13
1.3 Teknologjitë e përdorura në proceset e automatizuara	13
1.3.1 Komponentët harduerikë në automatizim	13
1.3.2 Komponentët softuerikë në automatizim	14
1.3.3 Roli i integritit teknologjik në industrinë 4.0.....	14
1.4 Roli i PLC-ve dhe HMI-ve në industrinë moderne.....	15
1.4.1 Kontrolluesit Logjikë të Programueshëm (PLC)	15
1.4.2 Ndërfaqet Njeri-Makinë (HMI)	15
1.4.3 Bashkëpunimi ndërmjet PLC-ve dhe HMI-ve	16
1.4.4 Rëndësia në industrinë moderne	17
2. PËRSHKRIMI I KOMPONENTËVE TË SISTEMIT TË NDËRTUAR.....	18
2.1 SIMATIC S7-1500 (PLC).....	18
2.2 Sensorët.....	19
2.2.1 Sensori optik IP_F1.....	19
2.2.2 Sensor optik IP_N_F0.....	20
2.3 Aktuatorët dhe cilindrat pneumatike.....	21
2.3.1 DSNU-25-80-P-A	21
3. PROJEKTIMI I STACIONIT TË MANIPULIMIT DHE SORTIMIT	24

3.1 Përshkrimi i procesit të sortimit.....	24
3.2 Zgjedhja e sensorëve dhe aktuatorëve	26
3.2.1 Sensorët në sistem.....	26
3.2.2 Kriteret e zgjedhjes së sensorëve dhe aktuatorë	27
3.2.3 Aktuatorët në system.....	28
4. PROGRAMIMI DHE SIMULIMI I SISTEMIT	29
4.1 Programimi në TIA Portal	29
5. MODELIMI I STACIONIT TË MANIPULIMIT DHE SORTIMIT NË SOLIDWORKS	39
6. KALIMI I MODELIT NGA SOLIDWORKS NË MATLAB/SIMULINK.....	44
7. KONKLuzioni.....	50
8. REFERENCAT.....	52

Lista e figurave

Figura 1. Integrimi i PLC-së dhe HMI-së në një sistem industrial të automatizuar.	16
Figura 2. SIMATIC S7-1500 (PLC) i integruar në stacionin e sortimit.	18
Figura 3. Sensori optik i instaluar në stacionin e sortimit.....	19
Figura 4. Sensori IP_N_F0.	20
Figura 5. Cilindër pneumatike Festo me sensorë magnetikë të integruar për detektimin e pozicionit.....	21
Figura 6. Blloku i valvolave solenoide Festo me lidhje pneumatike dhe elektrike.	22
Figura 7. Diagram rrjedhe i procesit të automatizuar të sortimit të objekteve.	25
Figura 8. Programi në Ladder Diagram në TIA Portal.	31
Figura 9. Programi për hapjen e gripper-it në TIA Portal.....	31
Figura 10. Programi për aktivizimin e vonuar të gripper-it në TIA Portal.	32
Figura 11. Programi për uljen e krahut dhe kontrollin e gripper-it në TIA Portal.....	33
Figura 12. Programi për detektimin e objektit në gripper në TIA Portal.....	34
Figura 13. Programi për lëvizjen e krahut në pozicionin e djathtë në TIA Portal.	34
Figura 14. Programi për lëvizjen e krahut në pozicionin e majtë në TIA Portal.	35
Figura 15. Programi për rikthimin e krahut në pozicionin fillestar në TIA Portal.	36
Figura 16. Programi për numërimin e objekteve në TIA Portal.	37
Figura 17. Ndërfaqja HMI për kontrollin e procesit në TIA Portal.	38
Figura 18. Modelimi i bazamentit të stacionit në SolidWorks.	39
Figura 19. Modelimi i kolonës vertikale dhe traversës horizontale.....	40
Figura 20. Pjesa lëvizëse e sistemit e modeluar në SolidWork.	41
Figura 21. Integrimi i gripper-it në strukturën e stacionit.....	42
Figura 22. Paraqitja e mekanizmit të gripper-it për kapjen e objekteve.	43
Figura 23. Pamja e modelit të eksportuar nga SolidWorks.	44
Figura 24. Skema e kontrollit të pistonit prismatic në Simulink.	46
Figura 25. Skema e plotë e integritit të modelit mekanik të stacionit të manipulimit dhe sortimit me logjikën e kontrollit në MATLAB/Simulink.	47
Figura 26. Modeli i eksportuar nga SolidWorks dhe i vizualizuar në Mechanics Explorer në MATLAB/Simulink.....	48

Lista e tabelave

Tabela 1. Karakteristikat e automatizimit fiks.....	11
Tabela 2. Karakteristikat e automatizimit programues.....	12
Tabela 3. Karakteristikat e automatizimit fleksibël.....	12
Tabela 4. Krahasimi i kategorive të automatizimit industrial.....	13
Tabela 5. Teknologjitë kryesore në automatizim dhe funksionet e tyre.....	14
Tabela 6. Sensorët e përdorur në sistemin e automatizuar.....	20
Tabela 7. Aktuatorët e përdorur në sistemin e automatizuar.....	23

Lista e shkurtesave

PLC	Programmable Logic Controller (Kontrollues Logjik Programues)
HMI	Human-Machine Interface (Ndërfaqe Njeri-Makineri)
TIA	Totally Integrated Automation (Automatizim tërësisht i integruar)
OPC UA	Open Platform Communications Unified Architecture
PROFINET	Process Field Net (protokoll komunikimi industrial)
SIL	Safety Integrity Level (Niveli i integritetit të sigurisë)
PL	Performance Level (Shkalla e performancës së sigurisë)
OEE	Overall Equipment Effectiveness (Efikasiteti i përgjithshëm i pajisjeve)
TON	Timer ON Delay (Kohëmatës për aktivizim të vonuar)
TOF	Timer OFF Delay (Kohëmatës për çaktivizim të vonuar)
CTU	Count Up (Numërues rritës)
I/O	Input/Output (Hyrje/Dalje)

ABSTRAKTI

Në këtë punim trajtohet projektimi dhe implementimi i një sistemi të automatizuar për sortimin e objekteve në një stacion manipulimi industrial, duke përdorur kontrollorin logjik programues (PLC) Siemens S7-1500 dhe sistemin e vizualizimit HMI. Qëllimi kryesor i kësaj pune është zhvillimi i një zgjidhjeje teknike për përmirësimin e efikasitetit dhe besueshmërisë së proceseve të manipulimit, duke reduktuar ndërhyrjet manuale dhe duke rritur sigurinë në ambientet industriale.

Nëpërmjet kësaj teme është realizuar konfigurimi i pajisjeve të nevojshme, hartimi i logjikës së kontrollit përmes TIA Portal, zhvillimi i ndërfaqes së përdoruesit në HMI dhe testimi i sistemit në kushte laboratorike. Puna përfshin gjithashtu analizën e kostove dhe përfitimeve të aplikimit të këtij sistemi në linjat e prodhimit. Rezultatet e perfituara dëshmojnë se automatizimi i këtij procesi kontribuon në optimizimin e ciklit prodhues dhe ofron një model praktik të zbatueshëm për industrinë e prodhimit dhe përpunimit.

Fjalë kyçe: Automatizim industrial, SIMATIC S7-1500 (PLC), HMI, sortim objektesh, stacion manipulimi, TIA Portal.

ABSTRACT

This paper presents the design and implementation of an automated system for object sorting in an industrial handling station, utilizing the Siemens S7-1500 programmable logic controller (PLC) and a human-machine interface (HMI) visualization system. The main objective of this work is to develop a technical solution that improves the efficiency and reliability of handling processes, reducing manual intervention and increasing safety in industrial environments.

The project involves the configuration of required devices, the development of control logic via TIA Portal, the design of the user interface in HMI, and system testing in laboratory conditions. Additionally, a cost-benefit analysis of applying this system to production lines is conducted. The obtained results confirm that automating this process optimizes the production cycle and offers a practical, applicable model for the manufacturing and processing industry.

Keywords: Industrial automation, Siemens S7-1500 PLC, HMI, object sorting, handling station, TIA Portal.

HYRJJE

Zhvillimet e vrullshme në fushën e automatizimit industrial kanë ndikuar ndjeshëm në mënyrën e funksionimit të linjave të prodhimit dhe manipulimit të materialeve, duke sjellë përfitime të mëdha në aspektin e saktësisë, efikasitetit dhe sigurisë. Automatizimi i proceseve teknologjike është bërë një domosdoshmëri për ndërmarrjet që synojnë optimizimin e kostove dhe rritjen e cilësisë së produktit final.

Në këtë kontekst, ky punim ka për qëllim të trajtojë projektimin dhe realizimin e një sistemi të automatizuar për sortimin e objekteve në një stacion manipulimi, duke përdorur kontrolluesin logjik programues SIMATIC S7-1500 (PLC) dhe ndërfaqen HMI (Human-Machine Interface) për monitorim dhe ndërveprim në kohë reale. Sistemi në fjalë simulohet në një modul trajnimi industrial, ku përfshihen komponente të integruara si sensorë, aktuatorë, valvola, dhe pajisje pneumatike të menaxhuara në mënyrë të koordinuar përmes logjikës së kontrollit të programuar.

Zgjedhja e platformës Siemens S7-1500 është bërë për shkak të fleksibilitetit, fuqisë së përpunimit dhe integritetit të avancuar që ajo ofron me teknologjitë e tjera industriale. Nga ana tjetër, përdorimi i HMI-së ofron mundësi të avancuara për vizualizim dhe kontroll të procesit, duke i lehtësuar operatorit ndërhyrjen dhe mbikëqyrjen e gjendjes së sistemit.

Punimi përfshin analiza të hollësishme mbi arkitekturën e sistemit, zgjedhjen e komponentëve përkatës, zhvillimin e programit logjik, si dhe konfigurimin dhe testimin e ndërfaqes HMI. Po ashtu, do të paraqiten përfitimet që ofron ky sistem krahasuar me zgjidhjet manuale ose gjysmë-automatike, duke theksuar rëndësinë që ka automatizimi në rritjen e produktivitetit dhe reduktimin e gabimeve.

Përmes këtij punimi synohet të ilustruhet një zbatim praktik i konceptit të automatizimit në industrinë moderne, duke u bazuar në standardet dhe teknologjitë më të fundit që përdoren në ambientet industriale reale.

Qëllimi i këtij punimi është të projektojë dhe implementojë një sistem të automatizuar për sortimin e objekteve në një stacion manipulimi, duke integruar kontrolluesin SIMATIC S7-1500 (PLC) dhe një ndërfaqe të vizualizimit HMI, në mënyrë që të rritet efikasiteti, saktësia dhe siguria e procesit.

Objektivat kryesore janë:

- Të shqyrtohet arkitektura dhe funksionimi i PLC S7-1500 dhe ndërfaqes HMI.
- Të realizohet projektimi dhe konfigurimi i një sistemi për sortimin e objekteve.
- Të zgjidhen dhe të integrohen sensorë, aktuatorë dhe komponente ndihmëse për realizimin e sistemit.
- Të zhvillohet programi logjik në TIA Portal për kontrollin e procesit.
- Të krijohet ndërfaqja grafike HMI për monitorim dhe ndërveprim.
- Të analizohen rezultatet e funksionimit të sistemit dhe përfitimet e tij.

Për realizimin e këtij punimi janë përdorur metodat eksperimentale dhe projektimi inxhinierik. Është ndërtuar një modul praktik trajnimi me komponentë industriale, ku janë zhvilluar programet përmes softuerit TIA Portal. Janë analizuar karakteristikat teknike të komponentëve me burime nga dokumentacioni zyrtar i prodhuesve si Siemens dhe Festo. Testimi i sistemit është kryer në kushte laboratorike, duke simuluar skenarë të ndryshëm të procesit të sortimit.

1. BAZAT E AUTOMATIZIMIT INDUSTRIAL

Zhvillimet teknologjike në industrinë moderne kanë krijuar një bazë të fuqishme për automatizimin e proceseve prodhuese dhe të manipulimit të materialeve. Për të ndërtuar një sistem të besueshëm dhe efikas për sortimin e objekteve në një stacion manipulimi, është e domosdoshme të kuptohen bazat teorike dhe praktike të automatizimit industrial.

Ky kapitull paraqet një përmbledhje të koncepteve themelore të automatizimit, duke filluar nga përkufizimi dhe rëndësia e tij, klasifikimi i sistemeve të automatizimit, teknologjitë mbështetëse si dhe roli i kontrolluesve logjikë programues (PLC) dhe ndërfaqeve HMI në zbatimin e zgjidhjeve moderne industriale. Kjo bazë teorike shërben si themel për pjesët praktike të punimit që do të trajtohen në kapitujt pasues.

1.1 Përkufizimi dhe rëndësia e automatizimit

Automatizimi industrial përfaqëson procesin e përdorimit të sistemeve të kontrollit – siç janë kompjuterët, PLC-të dhe robotët – për të operuar makina dhe procese industriale me ndërhyrje minimale të njeriut [1].

Ai shfrytëzon teknologjitë moderne për të rritur produktivitetin, saktësinë dhe sigurinë në linjat e prodhimit dhe manipulimit. Në thelb, automatizimi ka për qëllim zëvendësimin e proceseve manuale me sisteme të kontrolluara automatikisht, që veprojnë sipas një logjike të programuar, në mënyrë të qëndrueshme dhe të përsëritshme [2].

Zbatimi i tij ka sjellë përfitime të shumta për industrinë, si ulja e kostove operative, përmirësimi i cilësisë, zvogëlimi i mbeturinave dhe rritja e kapacitetit të prodhimit.

Automatizimi është gjithashtu i lidhur ngushtë me konceptet e Industrisë 4.0, ku pajisjet janë të ndërlidhura dhe të afta të komunikojnë përmes rrjeteve digjitale, duke kontribuar në inteligjencën e prodhimit dhe menaxhimin në kohë reale [3].

Në praktikë, automatizimi mund të jetë:

- Automatizim fiks (hard automation): i përshtatshëm për prodhim në seri të madhe;
- Automatizim fleksibil (flexible automation): me mundësi për përshtatje të shpejtë sipas ndryshimeve në produkt;

- Automatizim programues (programmable automation): ku logjika ndryshohet sipas nevojave përmes softuerit.

Në kontekstin e këtij punimi, automatizimi i sortimit të objekteve në stacionin e manipulimit përmes një PLC dhe HMI është shembull tipik i automatizimit programues, me fokus në ndërlidhjen e komponentëve fizikë dhe dixhitalë për të realizuar një sistem efikas e të kontrollueshëm.

1.2 Kategoritë e sistemeve të automatizimit

Sistemet e automatizimit industrial mund të klasifikohen në disa kategori bazuar në fleksibilitetin e tyre, shkallën e përshtatshmërisë ndaj ndryshimeve në produkt apo proces, dhe mënyrën e funksionimit. Kuptimi i këtyre kategorive është thelbësor për zgjedhjen e teknologjisë së përshtatshme në projektimin e një sistemi, siç është ai i sortimit të objekteve [4].

1.2.1 Automatizimi fiks (Fixed Automation)

I njohur edhe si automatizim i ngurtë, ky është tipi më i thjeshtë dhe më i qëndrueshëm i automatizimit. Ai përdoret kur procesi është i njëjtë dhe i përsëritshëm për një periudhë të gjatë kohe dhe nuk kërkon ndryshime. Investimi fillestar është i lartë, por kostoja e njësi-produktit bie ndjeshëm në prodhim në masë.

Shembull: Linjat automatike të montimit të automobilave, ku çdo makinë kalon të njëjtin cikël prodhimi [5].

Për të kuptuar më mirë veçoritë e këtij tipi të automatizimit, në Tabelën 1 janë paraqitur karakteristikat kryesore të tij.

Tabela 1. Karakteristikat e automatizimit fiks.

Karakteristikë	Vlerësim
Fleksibilitet	Shumë i ulët
Sasia e prodhimit	Shumë e lartë
Kosto fillestare	E lartë
Ndryshimi i produktit	Kërkon rikonfigurim të plotë

1.2.2 Automatizimi programues (Programmable Automation)

Ky lloj automatizimi lejon modifikimin e logjikës së funksionimit përmes programimit, pa pasur nevojë për ndryshime fizike në pajisje. Ai është ideal për prodhim me seri të mesme dhe të ndryshueshme. Kontrollon kryesisht nga PLC-të ose kompjuterë industrialë që mund të rikonfigurohen sipas nevojës.

Shembull praktik në këtë temë: Sistemi i sortimit i ndërtuar me SIMATIC S7-1500 (PLC), ku ndryshimi i logjikës së përzgjedhjes së objekteve bëhet përmes softuerit TIA Portal [1]. Për të kuptuar më mirë veçoritë e këtij tipi të automatizimit, në Tabelën 2 janë paraqitur karakteristikat kryesore të tij.

Tabela 2. Karakteristikat e automatizimit programues.

Karakteristikë	Vlerësim
Fleksibilitet	Mesatar
Sasia e prodhimit	E mesme
Kosto fillestare	Mesatare
Ndryshimi i produktit	I thjeshtë përmes programit

1.2.3 Automatizimi fleksibil (Flexible Automation)

Ky është niveli më i avancuar i automatizimit, ku pajisjet janë të afta të reagojnë në kohë reale ndaj ndryshimeve në produkt, por edhe në mjedisin e prodhimit. Përdoret në fabrika me shumëllojshmëri të madhe të produkteve, ku kërkohet personalizim pa ndërprerje të prodhimit.

Shembull: sisteme të prodhimit me robotë të integruar dhe ndërlidhje përmes protokolleve si PROFINET ose OPC UA [5]. Të dhënat e mëposhtme në Tabelën 3 përmbledhin aspektet kryesore që e dallojnë automatizimin fiks nga format e tjera të automatizimit.

Tabela 3. Karakteristikat e automatizimit fleksibël.

Karakteristikë	Vlerësim
Fleksibilitet	Shumë i lartë
Sasia e prodhimit	E ndryshueshme
Kosto fillestare	E lartë
Ndryshimi i produktit	I menjëhershëm

1.2.4 Krahasim i kategorive

Në Tabelën 4 paraqitet një krahasim ndërmjet tipeve kryesore të automatizimit industrial. Tabela ilustron ndryshimet kryesore në fleksibilitet, kosto fillestare, koston për njësi prodhimi dhe lehtësinë e ndryshimit të produktit për secilin tip automatizimi.

Tabela 4. Krahasimi i kategorive të automatizimit industrial.

Tipi i automatizimit	Fleksibilitet	Kosto Fillestare	Kosto për njësi	Ndryshimi i produktit
Fiks	Shumë i ulët	E lartë	E ulët	Shumë i vështirë
Programues	Mesatar	Mesatare	Mesatare	I mundshëm
Fleksibël	Shumë i lartë	E lartë	E ndryshueshme	I lehtë dhe i shpejtë

Kuptimi i këtyre kategorive ndihmon në zgjedhjen optimale të sistemit që do të përdoret. Në këtë punim, automatizimi programues është forma më e përshtatshme, duke ofruar balancë të mirë ndërmjet fleksibilitetit dhe koston, si dhe lehtësirë në ndryshimin e logjikës në varësi të llojit të objektit që duhet të sortohet.

1.3 Teknologjitë e përdorura në proceset e automatizuara

Automatizimi industrial nuk është thjesht zëvendësim i njeriut me makinë, por krijimi i një sistemi të ndërlidhur teknologjikisht, i cili është në gjendje të marrë vendime logjike, të kryejë veprime të përsëritshme me saktësi të lartë dhe të ofrojë mbikëqyrje dhe reagim në kohë reale. Për këtë arsye, teknologjitë që përdoren janë të ndara në dy grupe kryesore: komponentë harduerikë dhe komponentë softuerikë.

1.3.1 Komponentët harduerikë në automatizim

Kontrolluesit logjikë janë “truri” i sistemit. Ata marrin sinjale hyrëse, ekzekutojnë logjikën e programuar dhe japin komanda në dalje. Siemens S7-1500 është një nga modelet më të avancuara të PLC-ve dhe ofron përpunim të shpejtë të të dhënave, komunikim me rrjet, dhe mbështetje për TIA Portal [4].

Sensorët janë "sytë" e sistemit. Ata detektojnë prani, largësi, pozicion, temperaturë apo presion. Në sistemin e sortimit, përdoren sensorë optikë për detektim ngjyrash dhe sensorë magnetikë për pozicionimin e cilindrave [6].

Aktuatorët janë “muskujt” e sistemit – realizojnë lëvizjen. Zakonisht janë cilindra pneumatikë, motorë elektrikë apo valvola.

Panelet HMI shërben për vizualizimin dhe kontrollin manual të sistemit. Operatori mund të monitorojë statusin dhe të japë komanda (p.sh. Start, Stop, Reset) përmes një ndërfaqeje të thjeshtë me prekje [1].

1.3.2 Komponentët softuerikë në automatizim

TIA Portal është platformë softuerike e Siemens për programim dhe konfigurim të PLC-ve dhe HMI-ve. TIA Portal integron funksione për programim logjik, konfigurim të rrjetit, dhe dizajn të ndërfaqeve vizuale.

Simulimi dhe testimi i shumë sistemeve industriale testohen virtualisht para zbatimit fizik, përmes simulimeve në softuer si Factory I/O, PLCSIM apo Matlab/Simulink. Kjo redukton gabimet dhe lehtëson optimizimin.

Analiza e të dhënave dhe komunikimi në rrjet: Sot, përmes PROFINET, OPC UA dhe Ethernet/IP, të gjitha pajisjet janë të ndërlidhura për shkëmbim të shpejtë dhe të sigurt të të dhënave. Sistemet mbështesin komunikim në kohë reale dhe siguri ndaj ndërprerjeve [7].

1.3.3 Roli i integritit teknologjik në industrinë 4.0

Në epokën e Industrisë 4.0, të gjitha këto teknologji janë të integruara në mënyrë të ndërlidhur përmes sistemeve digjitale. Objektet e automatizuara janë të pajisura me sensorë, ndajnë të dhëna me PLC, dhe reagojnë në kohë reale për të optimizuar procesin. Tabela 5 paraqet teknologjitë kryesore që përdoren në sistemet e automatizimit industrial dhe funksionet që ato kryejnë në procesin e prodhimit.

Tabela 5. Teknologjitë kryesore në automatizim dhe funksionet e tyre.

Teknologjia	Funksioni kryesor	Shembull zbatimi
PLC	Ekzekuton logjikën e kontrollit të sistemit	Siemens S7-1500
Sensorë	Detektojnë prani, pozicion ose gjendje	Sensor optik për ndarjen e objekteve
Aktuatorë	Kryejnë veprime fizike (lëvizje, ndarje, shtytje)	Cilindër pneumatik
Teknologji pneumatike	Lëvizje mekanike përmes presionit të ajrit	Valvolë solenoide
HMI	Ndërfaqe për komandim dhe monitorim nga operatori	Touch panel Siemens KTP700
Rrjet industrial	Komunikim ndërmjet PLC, HMI dhe moduleve periferike	PROFINET, Ethernet/IP

Përdorimi i teknologjive të përparuara në automatizim nuk është vetëm zgjedhje teknike, por edhe strategjike për rritjen e efikasitetit dhe besueshmërisë në çdo proces industrial.

1.4 Roli i PLC-ve dhe HMI-ve në industrinë moderne

Në epokën e Industrisë 4.0, automatizimi industrial është bërë një komponent thelbësor për rritjen e efikasitetit, fleksibilitetit dhe cilësisë në proceset prodhuese. Dy nga komponentët kryesorë që mundësojnë këtë automatizim janë Kontrolluesit Logjikë të Programueshëm (PLC) dhe Ndërfaqet Njeri-Makinë (HMI). Këto teknologji punojnë së bashku për të siguruar kontroll të saktë dhe ndërveprim efikas ndërmjet operatorëve dhe makinave.

1.4.1 Kontrolluesit Logjikë të Programueshëm (PLC)

PLC-të janë kompjuterë industrialë të dizajnuar për të kontrolluar procese të ndryshme në mjedise të ashpra industriale. Ata marrin sinjale hyrëse nga sensorët, ekzekutojnë logjikën e programuar dhe dërgojnë sinjale dalëse për të kontrolluar aktuatorët. Avantazhet kryesore të PLC-ve përfshijnë:

- Besueshmëri e lartë: Të dizajnuara për të funksionuar në kushte të vështira ambientale.
- Fleksibilitet në programim: Mund të programohen për një gamë të gjerë aplikimesh.
- Zgjidhje modulare: Lejojnë zgjerim të lehtë të sistemeve ekzistuese.

Në kontekstin e këtij projekti, përdorimi i Siemens S7-1500 ofron përparësi të tilla si përpunim i shpejtë i të dhënave, integrim i lehtë me platformën TIA Portal dhe mbështetje për komunikim të avancuar përmes protokolleve si PROFINET. [11]

1.4.2 Ndërfaqet Njeri-Makinë (HMI)

HMI-të janë pajisje që lejojnë operatorët të ndërveprojnë me sistemet e automatizuara përmes ndërfaqeve grafike. Ato shfaqin të dhëna në kohë reale, lejojnë komandimin manual dhe ofrojnë alarmime për ngjarje të ndryshme. Përfitimet kryesore të HMI-ve përfshijnë:

- Monitorim i përmirësuar që lejojnë vizualizim të proceseve në kohë reale.
- Ndërveprim i lehtë: Përdorimi i ekraneve me prekje dhe ndërfaqeve intuitive.
- Rritje e sigurisë: Alarmime të menjëhershme për ngjarje kritike.

Në këtë projekt, përdorimi i paneleve HMI të Siemens, të integruara me PLC-në përmes PROFINET, mundëson një ndërveprim të qetë dhe efikas ndërmjet operatorit dhe sistemit të automatizuar.

1.4.3 Bashkëpunimi ndërmjet PLC-ve dhe HMI-ve

Integrimi i PLC-ve dhe HMI-ve (Figura 1) krijon një sistem të fuqishëm dhe të koordinuar që mundëson: kontroll të saktë të proceseve sepse PLC-të ekzekutojnë logjikën e kontrollit bazuar në sinjalet hyrëse, monitorim dhe ndërveprim në kohë reale ku HMI-të shfaqin të dhënat dhe lejojnë komandimin manual dhe Reagim të shpejtë ndaj anomalive sepse Sistemi alarmon operatorët për ngjarje të papritura, duke lejuar ndërhyrje të menjëhershme.

Ky bashkëpunim është thelbësor për funksionimin efikas të sistemeve të automatizuara në industrinë moderne.



Figura 1. Integrimi i PLC-së dhe HMI-së në një sistem industrial të automatizuar.

Në të majtë paraqitet HMI (Human-Machine Interface) me ekran me prekje që shfaq të dhëna të procesit dhe në të djathtë paraqitet një PLC modular, me disa njësi hyrëse-dalëse (I/O) për lidhje me sensorë dhe aktuatorë, Figura 1.

1.4.4 Rëndësia në industrinë moderne

Përdorimi i PLC-ve dhe HMI-ve në industrinë moderne sjell përfitime të shumta, duke përfshirë: Rritje të efikasitetit ku automatizimi i proceseve redukton kohën e ciklit dhe rrit produktivitetin, fleksibilitet në prodhim ku ndryshimet në produkt ose proces mund të implementohen lehtësisht përmes rikonfigurimit të programit, pastaj përmirësim të cilësisë sepse bëhet kontrolli i saktë i proceseve që redukton variacionet dhe defektet dhe ka siguri ku sistemet alarموjnë për ngjarje të rrezikshme, duke lejuar ndërhyrje të shpejtë. Këto përfitime e bëjnë integrimin e PLC-ve dhe HMI-ve një komponent kyç në përpjekjet për transformimin digjital dhe automatizimin e proceseve industriale.

2. PËRSHKRIMI I KOMPONENTËVE TË SISTEMIT TË NDËRTUAR

Ky kapitull përshkruan në mënyrë të detajuar komponentët kryesorë që përbëjnë sistemin e automatizuar për sortimin e objekteve. Pajisjet e përdorura janë të ndërtuara mbi platformën Festo Didactic dhe Siemens, të cilat ofrojnë një mjedis praktik për simulim dhe testim të skenarëve realë industrialë. Analiza fokusohet në funksionin e secilit komponent, ndërlidhjen mes tyre, dhe rolin në procesin e automatizuar.

2.1 SIMATIC S7-1500 (PLC)

SIMATIC S7-1500 (PLC) është një nga kontrolluesit më të avancuar për aplikime industriale, i projektuar për të ofruar performancë të lartë, modularitet dhe lidhje të fuqishme përmes PROFINET.

Modeli i përdorur: SIMATIC S7-1500 CPU 1511-1 PN, Figura 2.

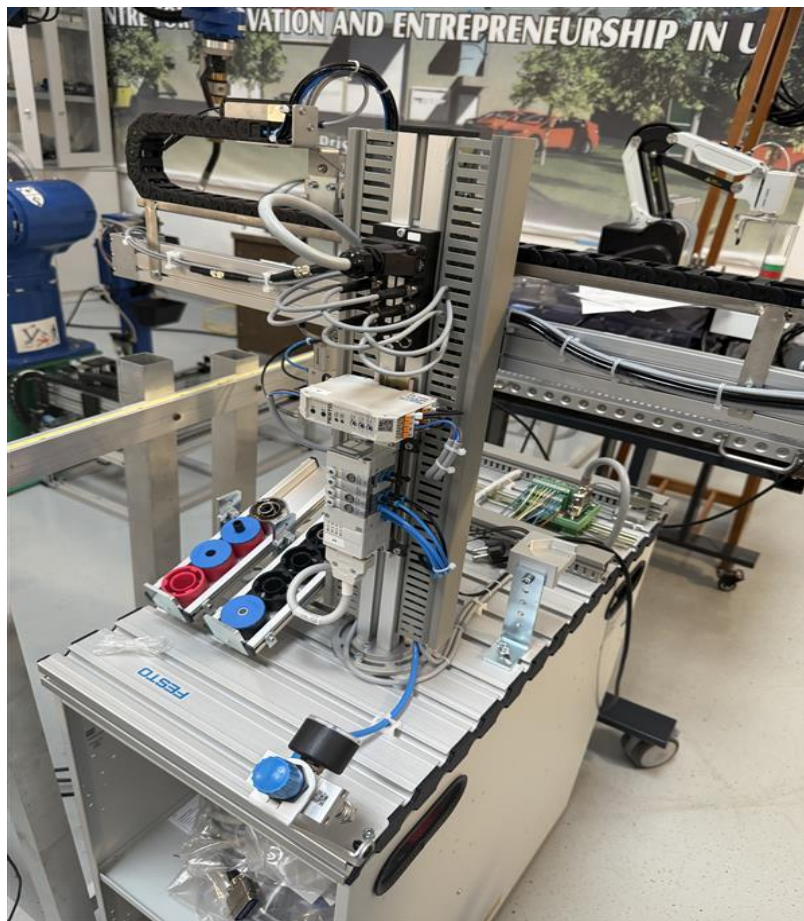


Figura 2. SIMATIC S7-1500 (PLC) i integruar në stacionin e sortimit.

Karakteristikat teknike te tij janë: Procesor me kohë reagimi të shpejtë, lidhje përmes PROFINET, mbështetje për TIA Portal dhe kapacitet për module DI/DO, AI/AO, komunikim dhe teknologji të avancuar, ky sistem kontrollon të gjithë rrjedhën logjike të sortimit, menaxhon hyrjet nga sensorët dhe komandon daljet drejt valvolave dhe cilindrave pneumatike.

2.2 Sensorët

Sensorët janë komponentë të domosdoshëm për identifikimin dhe pozicionimin e objekteve gjatë procesit të sortimit. Në këtë sistem janë përdorur: Sensorë optikë që bëjnë detektimin e objekteve me ngjyra të ndryshme, sensorë magnetikë për pozicionin e cilindrave dhe sensorë induktivë dhe të afërsisë për gjendjen e pjesëve lëvizëse.

2.2.1 Sensori optik IP_F1

Sensori optik IP_F1 (Figura 3) detekton objektin që kalon në zonën e verifikimit për të aktivizuar logjikën e ndarjes. Është i lidhur direkt me hyrjet digjitale të PLC-së Siemens për të gjeneruar sinjal të nivelit "HIGH" në prani objekti. [6]

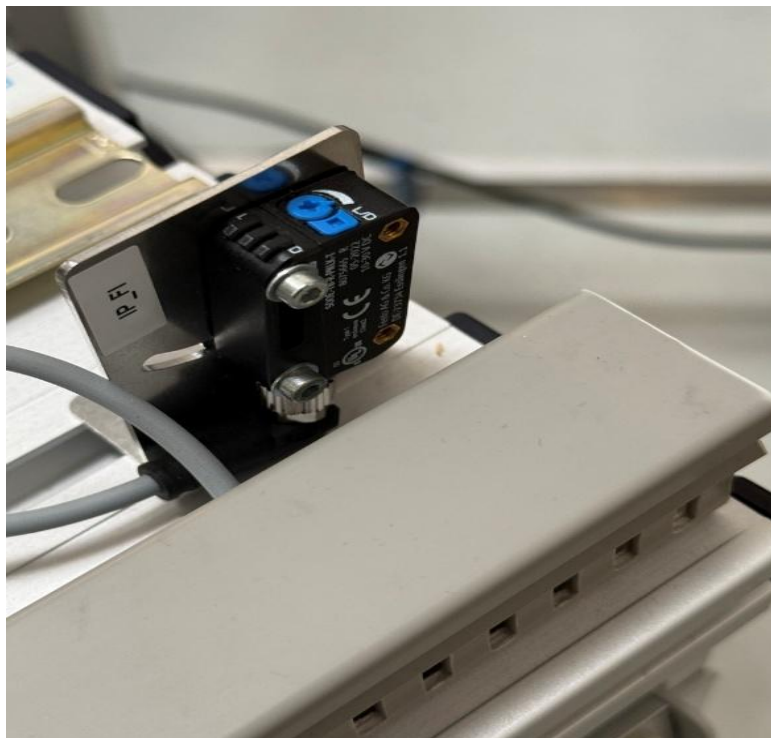


Figura 3. Sensori optik i instaluar në stacionin e sortimit.

2.2.2 Sensor optik IP_N_F0

Sensori optik IP_N_F0 është i vendosur në zonën e kontrollit të kapakëve për të detektuar praninë e një objekti në pikën e ngarkimit. Ai është i tipit diffuse proximity, që do të thotë se përdor dritën e reflektuar nga objekti për të gjeneruar sinjal elektrik. Sensori është i lidhur me një hyrje digjitale në SIMATIC S7-1500 (PLC) dhe aktivizon pjesën tjetër të sekuencës së sortimit kur objekti detektohet, Figura 4.



Figura 4. Sensori IP_N_F0.

Sensori është i lidhur me një hyrje digjitale në SIMATIC S7-1500 (PLC) dhe aktivizon pjesën tjetër të sekuencës së sortimit kur objekti detektohet. [6]. Në Tabelën 6 paraqiten llojet e sensorëve të përdorur në sistemin e automatizuar, funksionet e tyre kryesore, pozicioni në sistem dhe lidhja përkatëse me PLC-në.

Tabela 6. Sensorët e përdorur në sistemin e automatizuar

Emërtimi i sensorit	Tipi i sensorit	Funksioni kryesor	Pozicioni në sistem	Lidhja me PLC
IP_F1	Sensor optik (afërsie)	Detekton praninë e objektit në pikën e ndarjes	Afer linjës së sortimit	DI0.0
IP_N_F0	Sensor optik (diffuse)	Detekton objektin në zonën e ngarkimit	Pranë ngarkuesit të kapakëve	DI0.2
Sensor cilindri 1	Sensor magnetik i pozicionit	Detekton pozicionin fundor të cilindrit	Cilindri vertikal (2B2)	DI0.4
Sensor cilindri 2	Sensor magnetik i pozicionit	Detekton pozicionin fundor gjatë shtyrjes	Cilindri horizontal (2B1)	DI0.5
Sensor magazina	Sensor optik	Konfirmon vendosjen e kapakut në pozicion	Pranë kanalit të ngarkimit	DI0.6

2.3 Aktuatorët dhe cilindrat pneumatike

Sistemi përfshin cilindra pneumatike me veprim të dyfishtë, të komanduar përmes valvolave solenoide me lidhje elektrike me PLC. Cilindrat realizojnë lëvizjen e objekteve për lartësim, shtytje ose ndarje dhe janë të pajisur me sensorë të brendshëm magnetikë për detektim të pozicionit fundor.

2.3.1 DSNU-25-80-P-A

Cilindri pneumatikë DSNU-25-80-P-A është i pajisur me dy lidhje pneumatike për kontroll të lëvizjes përpara dhe prapa, si dhe me mundësi për montim të sensorëve magnetikë për detektimin e pozicionit. Ai përdoret për të shtyrë ose ndarë objektet gjatë procesit të sortimit, nën komandën e PLC-së përmes valvolave solenoide, Figura 5.



Figura 5. Cilindër pneumatike Festo me sensorë magnetikë të integruar për detektimin e pozicionit.

Cilindri i paraqitur është i tipit me veprim të dyfishtë, i përdorur për të realizuar lëvizjen vertikale të objektit gjatë procesit të sortimit. Ai është i pajisur me sensorë magnetikë në pozicionet 2B1 dhe 2B2, të cilët detektojnë kur cilindri arrin skajet e udhëtimit të tij. Këto sinjale dërgohen në PLC për të konfirmuar përfundimin e një veprimi mekanik. [5]

Për të realizuar komandimin e këtyre cilindrave, sistemi përdor një bllok të valvolave solenoide të tipit 5/2, të integruar në një modul kompakt të prodhuar nga Festo, Figura 6. Çdo valvolë është e lidhur me një portë digjitale të PLC-së dhe me rrjetin e tubave pneumatike që shpërndan ajrin e kompresuar në drejtimin përkatës. Aktivizimi i këtyre valvolave lejon realizimin e veprimeve mekanike për shtyrje, ngritje apo ndarje të objekteve, sipas logjikës së programuar në sistem [8].

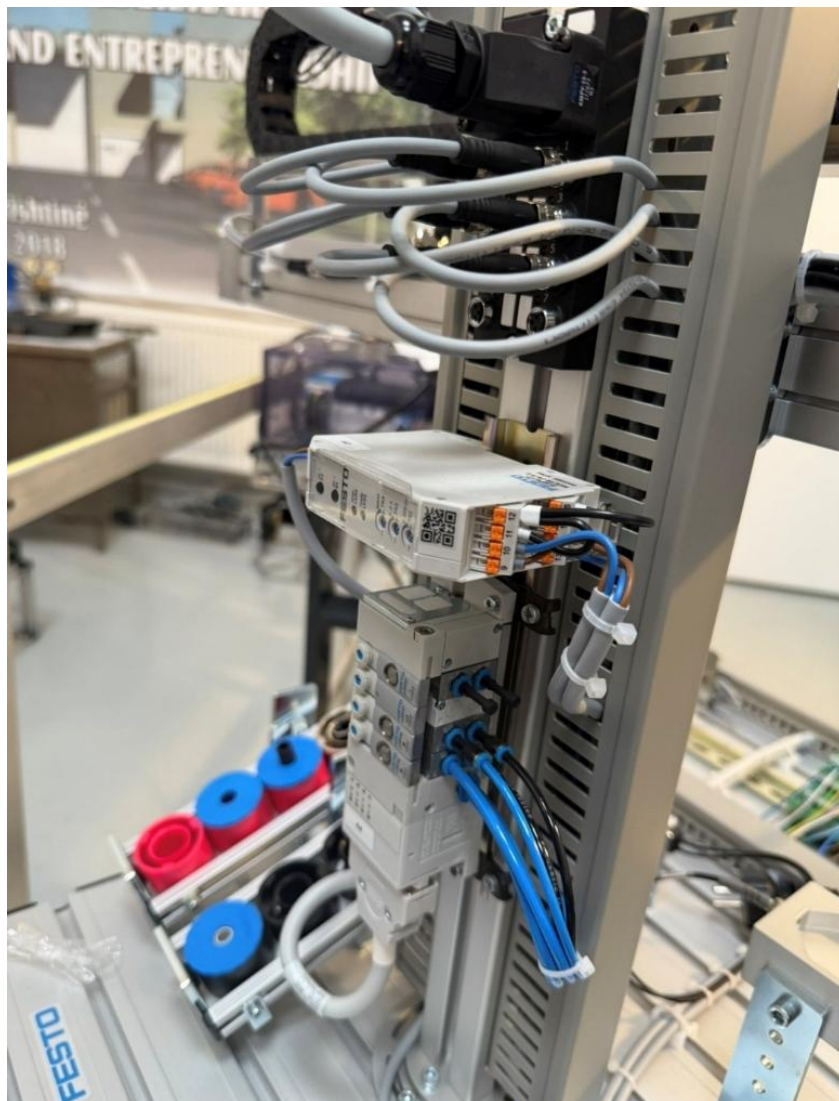


Figura 6. Blloku i valvolave solenoide Festo me lidhje pneumatike dhe elektrike.

Ky modul i integruar përmban katër valvola solenoide të komandueshme individualisht, të cilat janë të lidhura me tubacion pneumatik (blu) dhe terminale elektrike që komunikojnë me PLC-në përmes lidhjeve digjitale. Ai mundëson kontrollin e cilindrave në sistem përmes ajrit të kompresuar. Përmbledhja e aktuatorëve të përdorur në këtë sistem automatizimi jepet në tabelën në vijim. Tabela 7 paraqet përmbledhjen e aktuatorëve të përdorur në sistemin e automatizuar, duke përfshirë tipin, funksionin kryesor dhe sensorët përkatës të integruar.

Tabela 7. Aktuatorët e përdorur në sistemin e automatizuar.

Emri i komponentit	Tipi i aktuatorët	Funksioni kryesor	Sensorë të integruar
Cilindër vertikal 2B	Cilindër pneumatike me veprim të dyfishtë	Ngritja/ulja e objektit për ndarje	Sensorë magnetikë (2B1, 2B2)
Cilindër horizontal	Cilindër me shtytje lineare	Shtyn kapakun në rrugën e përzgjedhjes	Sensor magnetik në skajin fundor
Valvola solenoide	5/2 me komandë elektrike	Drejton rrjedhën e ajrit për cilindra	–
Modul elektrik valvolash	Blok i integruar me lidhje pneumatike dhe elektrike	Aktivizon veprimet mekanike të sistemit përmes ajrit	–

Përmes këtij kapitulli u prezantuan të gjithë komponentët thelbësorë që përbëjnë sistemin e ndërtuar për sortimin e objekteve në një stacion manipulimi të automatizuar. U analizuan kontrolluesi logjik programues Siemens S7-1500, paneli HMI për ndërveprim me operatorin, si dhe komponentët fizikë si sensorët, cilindrat pneumatike dhe valvolat solenoide. Çdo komponent është zgjedhur me kujdes, duke pasur parasysh funksionalitetin, sigurinë dhe përputhshmërinë me standardet industriale moderne.

Kuptimi i mirëfilltë i karakteristikave teknike dhe mënyrës së ndërveprimit të këtyre pajisjeve përbën bazën për fazën e projektimit të sistemit. Në kapitullin vijues do të trajtohet procesi i projektimit të stacionit të manipulimit dhe sortimit, ku këta komponentë do të konfigurohen dhe organizohen në një njësi funksionale të integruar.

3. PROJEKTIMI I STACIONIT TË MANIPULIMIT DHE SORTIMIT

Zbatimi i një sistemi të automatizuar për sortimin e objekteve kërkon një planifikim të qartë teknik dhe logjik. Ky kapitull trajton mënyrën e organizimit të komponentëve të përshkruar në kapitullin paraprak, duke i shndërruar ata në një njësi funksionale të koordinuar. Procesi i projektimit përfshin si aspektin fizik të sistemit (vendosja e komponenteve, rrjedha e objekteve, lidhja mekanike dhe pneumatike), ashtu edhe aspektin logjik (sekuenca e operacioneve, sinjalet hyrëse/dalëse dhe ndërveprimi përmes HMI).

Synimi është krijimi i një sistemi që arrin të identifikojë, klasifikojë dhe orientojë objekte me karakteristika të ndryshme në mënyrë të pavarur dhe efikase, duke siguruar kontroll të plotë përmes PLC-së dhe monitorim përmes HMI-së.

3.1 Përshkrimi i procesit të sortimit

Sistemi i ndërtuar është konceptuar për të identifikuar dhe ndarë objekte (p.sh. kapakë plastikë) sipas ngjyrës ose tipit, përmes një sërë hapash të paracaktuara, të cilët ekzekutohen në mënyrë të koordinuar nga komponentët mekanikë dhe logjikë të sistemit.

Rrjedha e procesit në pika, Figura 7:

1. Objekti vendoset në hyrje (manualisht ose automatikisht).
2. Sensorët optikë detektojnë praninë e objektit dhe transmetojnë sinjalin te PLC.
3. Në bazë të karakteristikës së objektit (p.sh. ngjyra), PLC vendos se në cilën kategori do të përfshihet ai.
4. Cilindri pneumatik vertikal ngre ose shtyn objektin drejt pozicionit të ndarjes.
5. Valvolat solenoide aktivizojnë cilindrat për veprime mekanike në drejtimin e përcaktuar.
6. Sensorët magnetikë të cilëve janë të bashkangjitur në cilindër, konfirmojnë pozicionin fundor dhe përfundimin e veprimit.
7. Procesi monitorohet në HMI, ku operatori mund të ndjekë çdo hap në kohë reale ose të japë komandë manuale (Start, Stop, Reset).

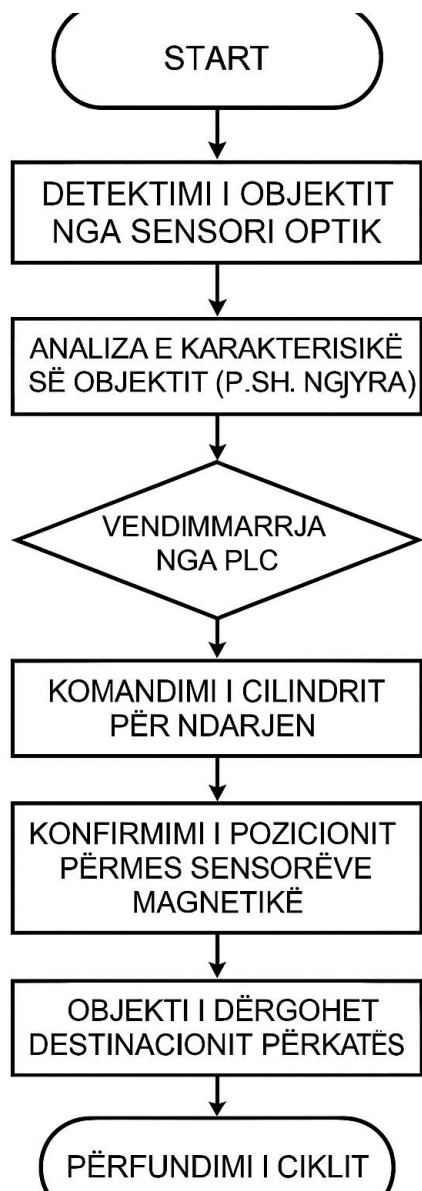


Figura 7. Diagram rrjedhe i procesit të automatizuar të sortimit të objekteve.

Objektivi funksional i procesit është të realizojë një cikël të plotë sortimi automatik me ndërhyrje minimale njerëzore, duke siguruar që çdo objekt të trajtohet në mënyrë korrekte sipas karakteristikave të tij, me efikasitet, saktësi dhe përsëritshmëri. Për të kuptuar më qartë mënyrën se si funksionon procesi i sortimit të objekteve në këtë sistem të automatizuar, është paraqitur një diagram rrjedhe që ilustron hapat logjikë të ekzekutuar nga komponentët përkatës, Figura 7. Ky diagram përfaqëson ciklin standard të punës, duke përfshirë sinjalet hyrëse nga sensorët, përpunimin nga PLC dhe aktivizimin e aktuatorëve mekanikë për ndarjen e objekteve, Figura 7.

Diagrami paraqet sekuencën logjike të funksionimit të sistemit: nga detektimi i objektit deri te ndarja e tij në destinacionin përkatës, bazuar në sinjalet nga sensorët dhe komandat e ekzekutuara nga PLC. Siç sparaqitet në diagramin e mësipërm, bashkëpunimi ndërmjet sensorëve, PLC-së dhe aktuatorëve mundëson një cikël të automatizuar të plotë, me ndërhyrje minimale njerëzore. Ky cikël garanton saktësi në identifikimin dhe ndarjen e objekteve, duke përmirësuar efikasitetin dhe përsëritshmërinë e procesit në mjedise industriale. Në nënkapitullin vijues do të shqyrtojmë zgjedhjen konkrete të sensorëve dhe aktuatorëve të instaluar në sistemin e ndërtuar.

3.2 Zgjedhja e sensorëve dhe aktuatorëve

Projektimi i një sistemi të automatizuar kërkon një përzgjedhje të kujdesshme të sensorëve dhe aktuatorëve, të cilët përbëjnë lidhjen fizike ndërmjet mjedisit real dhe kontrolluesit logjik (PLC). Në këtë nënkapitull do të paraqiten llojet e sensorëve dhe aktuatorëve të përdorur në sistem, funksioni i tyre në procesin e sortimit, si dhe kriteret mbi të cilat është bazuar zgjedhja e tyre [8].

3.2.1 Sensorët në sistem

Sensorët përbëjnë një ndër komponentët më të rëndësishëm të sistemeve të automatizuara, pasi ata ofrojnë informacion të drejtpërdrejtë nga ambienti fizik dhe i transmetojnë këto sinjale në formë digjitale ose analoge te kontrolluesi logjik programues (PLC). Në sistemin e ndërtuar janë përdorur kryesisht sensorë optikë, sensorë magnetikë, si dhe sensorë pozicioni, të cilët së bashku mundësojnë monitorimin dhe kontrollin preciz të objekteve në procesin e sortimit.

Sensorët optikë të afërsisë

Këta sensorë përdoren për të detektuar praninë e objekteve pa kontakt fizik. Në këtë rast, janë instaluar në hyrje të linjës së sortimit dhe detektojnë momentin kur një kapak ose objekt vendoset në platformë. Sensorët të tillë janë të ndjeshëm ndaj reflektimit të dritës nga sipërfaqja e objektit dhe mund të punojnë me precizion të lartë në distanca të shkurtra [9].

Sensorët magnetikë (pozicionalë)

Në cilindrat pneumatike janë të instaluar sensorë magnetikë në pozicionet fundore për të detektuar nëse pistoni ka arritur skajin e tij të lëvizjes. Për shembull, në cilindrin vertikal janë pozicionuar sensorët 2B1 dhe 2B2, ndërsa në cilindrin horizontal është vendosur sensori 3B1. Këto sinjale janë esenciale për vendimmarrjen e saktë nga PLC dhe për të siguruar që veprimet mekanike janë realizuar plotësisht para se të vazhdojë cikli tjetër [5], [8].

Sensorët e lidhur në panelin XMA2

Paneli i lidhjes (XMA2) përmban terminale të dedikuara për lidhjen e sensorëve me hyrjet digjitale të PLC-së. Kjo strukturë ndihmon në organizimin e sinjaleve dhe në mirëmbajtjen e sistemit, duke e bërë më të lehtë diagnostikimin gjatë fazës së testimit ose operimit të vazhdueshëm [8].

3.2.2 Kriteret e zgjedhjes së sensorëve dhe aktuatorë

Komponentët janë të certifikuar për përdorim në sisteme të automatizuara të sigurt. Përzgjedhja e sensorëve dhe aktuatorë në këtë sistem është bërë bazuar në një sërë kriteresh teknike dhe funksionale, siç paraqiten më poshtë:

- Lloji i objektit që do të detektohet apo manipulohet: për objekte jo metalike janë përzgjedhur sensorë optikë me ndjeshmëri të lartë ndaj ngjyrave dhe formave.
- Distanca e operimit: është vlerësuar në përputhje me dimensionet fizike të linjës dhe vendosjen e objekteve.
- Shpejtësia e përgjigjes: për të siguruar sinkronizim të saktë me komandat e PLC-së dhe për të shmangur vonesat në ciklin e sortimit.
- Tensioni i punës dhe përputhshmëria me PLC-në: sensorët e përzgjedhur funksionojnë me 24V DC dhe kanë dalje digjitale të përshtatshme për lidhje direkte me hyrjet DI të PLC-së.
- Kushtet mjedisore (IP mbrojtja): për të garantuar funksionim të qëndrueshëm në mjediset industriale.
- Jetëgjatësia dhe mirëmbajtja: është preferuar përdorimi i sensorëve dhe aktuatorë me jetë të gjatë dhe mirëmbajtje minimale.
- Siguria në funksionim: komponentët janë të certifikuar për përdorim në sisteme të automatizuara të sigurt.
- Mbështetja teknike dhe dokumentacioni: është përzgjedhur pajisje nga prodhues me reputacion (Festo, Siemens), me dokumentacion të plotë për integrim në sisteme PLC.

Përzgjedhja sipas këtyre kriterëve garanton një sistem të qëndrueshëm, të saktë dhe të lehtë për mirëmbajtje, duke përmbushur të gjitha kërkesat funksionale dhe operative të procesit të sortimit. [5], [8].

3.2.3 Aktuatorët në system

Aktuatorët janë pajisjet që kryejnë veprime fizike në sistemin e automatizuar, siç janë shtytja, ngritja, zhvendosja apo ndarja e objekteve. Në sistemin e sortimit të ndërtuar, aktuatorë janë kryesisht cilindra pneumatike dhe valvola elektromagnetike (solenoid), të cilat komandohen nga PLC përmes daljeve digjitale.

Cilindrat pneumatike

Janë përdorur dy cilindra pneumatike me veprim të dyfishtë:

Cilindri vertikal – i instaluar për të ngritur ose ulur objektin gjatë procesit të inspektimit.

Cilindri horizontal – i përdorur për të zhvendosur objektin në drejtimin përkatës sipas rezultatit të identifikimit nga sensorët.

Të dy cilindrat janë të pajisur me sensorë magnetikë për monitorimin e pozicioneve fundore të pistonit, që shërbejnë për të informuar PLC-në kur veprimi është kryer me sukses [10].

Ky cilindër aktivizohet për të realizuar ngritjen e objektit dhe sinjalizon arritjen e pozicioneve përmes sensorëve të vendosur në trupin e tij.

Valvolat solenoide (elektropneumatike)

Komanda e lëvizjes së cilindrave realizohet përmes valvolave 5/2 me solenoid, të cilat janë të integruara në një bllok valvular Festo. Kur një sinjal digjital dërgohet nga PLC, valvola e aktivizuar rregullon rrjedhën e ajrit të kompresuar që çon në lëvizjen përkatëse të cilindrit. Lidhja është realizuar përmes daljeve digjitale të PLC-së (p.sh., %Q0.0 – %Q0.3).

Ndërfaqja fizike e komandimit (Paneli me butona)

Sistemi është i pajisur edhe me një panel komandimi që përmban butonat: Start, Stop dhe Reset. Këta butona mundësojnë ndërhyrjen manuale në procesin e sortimit, për raste testimi ose kontrolli jashtë ciklit të automatizuar.

4. PROGRAMIMI DHE SIMULIMI I SISTEMIT

Në këtë kapitull paraqitet mënyra se si është realizuar programimi i sistemit të automatizuar të sortimit dhe manipulimit, si dhe simulimi i tij përmes mjeteve të avancuara softuerike. Për zhvillimin e programit është përdorur platforma TIA Portal, e cila mundëson konfigurimin dhe programimin e kontrolluesit logjik të programueshëm (PLC) Siemens S7-1500 dhe ndërfaqes HMI.

4.1 Programimi në TIA Portal

Programimi Ladder Logic (programimi shkallë) është një nga gjuhët më të përdorura për zhvillimin e logjikës së kontrollit në sistemet e automatizuara industriale. Një nga avantazhet kryesore të kësaj metode është se programimi paraqitet në formë vizuale, shumë të ngjashme me skemat e qarkut elektrik, duke e bërë më të lehtë për inxhinierët dhe teknikët që të kuptojnë dhe të ndërtojnë logjikën e sistemit. Elementet themelore të Ladder Logic përfshijnë kontaktet hyrëse, bobinat dalëse, tajmerët, numëruesit dhe blloqe të ndryshme funksionale si MOVE, krahasuesit dhe funksione matematikore. Këto elemente përdoren për të ndërtuar sekuenca logjike të cilat kontrollojnë procese të ndryshme industriale si motorë, valvula, rripa transportues dhe robotë industrialë [12].

Tabela 8 paraqet simbolet kryesore të përdorura në Ladder Logic, së bashku me përshkrimin përkatës të funksionit të secilit element.

Tabela 8. Simbolet bazë në Ladder Logic.

Elementi	Simboli tipik	Përshkrimi
Kontakti i hapur (NO)	—[]—	Lejon qarkun kur aktivizohet hyrja
Kontakti i mbyllur (NC)	—[/]—	Lejon qarkun kur hyrja është jo aktive
Bobina (Coil)	—()—	Aktivizon një dalje ose një variabël
Tajmeri (TON)	—(TON)—	Shtyn aktivizimin e një dalje për një kohë të caktuar
Numëruesi (CTU)	—(CTU)—	Numëron sa herë aktivizohet hyrja
Blloku MOVE	—(MOVE)—	Kopjon një vlerë nga një variabël te tjetra

Adresimi i hyrjeve dhe daljeve në Ladder Logic

Në TIA Portal, secila hyrje dhe dalje ka një adresë të caktuar që e identifikon lidhjen e saj fizike në PLC:

- Hyrjet (Input) → %I (shembull: %I0.0, %I0.1)
- Daljet (Output) → %Q (shembull: %Q0.0, %Q0.1)
- Variablat ndihmëse → %M (shembull: %M0.0)
- Fjalorët e të dhënave → % DB (shembull: DB1.DB0)

Programimi dhe konfigurimi përmes platformës TIA Portal V17

Programimi dhe konfigurimi janë realizuar përmes platformës TIA Portal V17, e cila ofron një mjedis të integruar për zhvillimin, testimin dhe monitorimin e aplikacioneve industriale. Kjo platformë mundëson jo vetëm programimin e logjikës së kontrollit për PLC-të Siemens S7-1500, por edhe dizajnimin e ndërfaqeve HMI dhe konfigurimin e rrjetit PROFINET në një mjedis unik pune.

Në këtë projekt, TIA Portal është përdorur për krijimin e strukturës së adresave të hyrje-daljeve (%I, %Q), për definimin e blloqeve të të dhënave (%DB), si dhe për implementimin e komandave bazë të ciklit të punës, si Start, Stop dhe Reset. Falë ndërthurjes së funksioneve grafike dhe logjike që ofron kjo platformë, është siguruar integrim i plotë ndërmjet PLC-së dhe HMI-së, duke mundësuar monitorim në kohë reale, diagnostikim të menjëhershëm të gabimeve dhe optimim të ciklit të kontrollit industrial. Kjo qasje përfaqëson standardin bashkëkohor të automatizimit të integruar të Siemens, i cili përdoret gjerësisht në linja prodhimi dhe laboratorë trajnimit për zhvillimin e sistemeve inteligjente të kontrollit.

Në vijim, në figurat që pasojnë, do të paraqitet në mënyrë vizuale procesi i programimit në TIA Portal, përfshirë ndërtimin e rrjetit logjik në Ladder Diagram, aktivizimin e komandave të kontrollit për gripper-in, krahinë robotike, tajmerët (TON/TOF) dhe funksionet ndihmëse si numërimi i objekteve dhe resetimi automatik i sistemit. Këto figura qartë mënyrën se si logjika e kontrollit është strukturuar për të realizuar funksionet kryesore të procesit të manipulimit dhe sortimit në mënyrë të automatizuar [15].

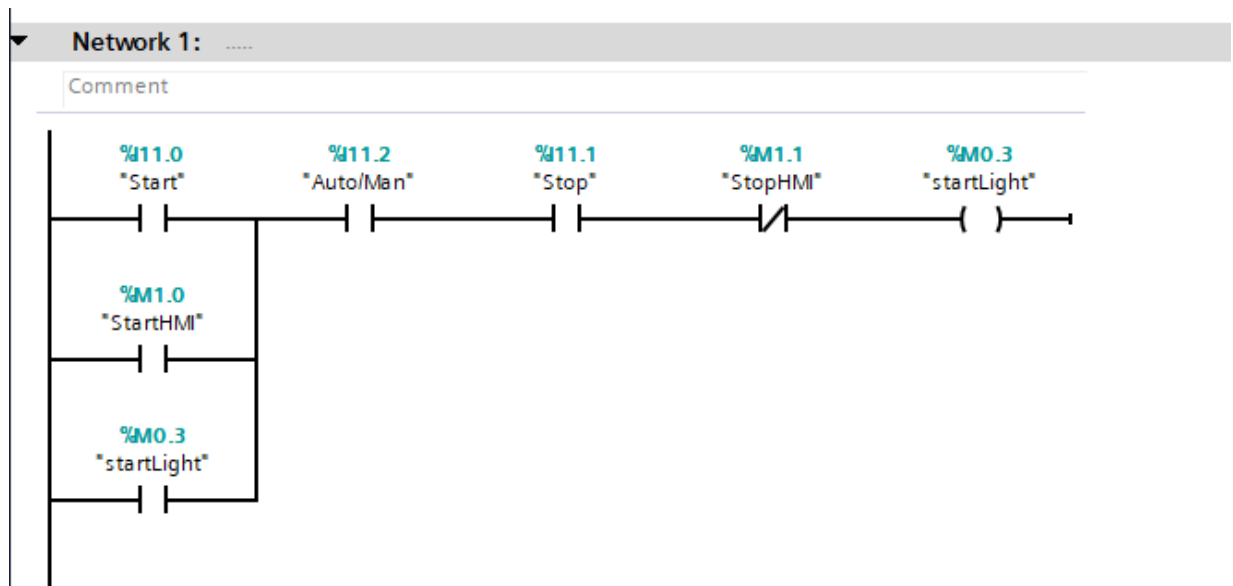


Figura 8. Programi në Ladder Diagram në TIA Portal.

Figurën 8 është paraqitur programi i krijuar në platformën TIA Portal, ku është zhvilluar logjika bazë për nisjen dhe ndalimin e sistemit përmes butonave fizikë dhe ndërfaqes HMI. Ky program ka për qëllim aktivizimin e dritës “startLight” që sinjalizon se sistemi është në gjendje pune. Kur përdoruesi shtyp butonin “Start” (%I1.0) ose komandën “StartHMI” (%M1.0) nga ekrani HMI, dhe zgjedhësi “Auto/Manual” (%I1.2) është në modalitetin automatik, atëherë drita “startLight” (%M0.3) ndizet duke treguar se sistemi është aktiv. Butoni “Stop” (%I1.1) ose sinjali “StopHMI” (%M1.1) përdoren për ta ndalur procesin dhe për ta fikur dritën. Ky program është logjika bazë e kontrollit, e cila siguron që operatori të ketë mundësinë të nisë dhe ndalojë sistemin në mënyrë të sigurtë, qoftë nga butonat fizikë, qoftë nga ndërfaqja HMI.

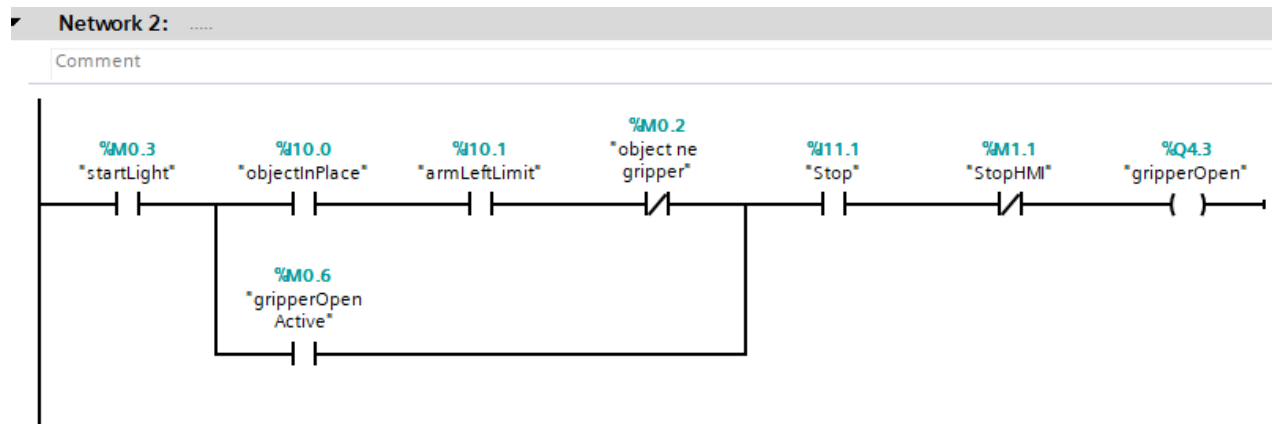


Figura 9. Programi për hapjen e gripper-it në TIA Portal.

Figurën 9 është paraqitur rrjeti i dytë i programit në Ladder Diagram, i cili kontrollon hapjen e gripper-it (kapëses) në sistemin automatik. Ky program funksionon vetëm pasi sistemi të jetë aktivizuar përmes dritës “startLight” (%M0.3), që tregon se procesi është nisur me sukses. Logjika parashikon që gripper-i të hapet vetëm kur janë plotësuar disa kushte sigurie dhe pozicionimi. Kur sensori “objectInPlace” (%I0.0) konfirmon praninë e objektit në pozicionin e duhur dhe sensori “armLeftLimit” (%I0.1) tregon se krahu është në pozitën e majtë, atëherë nëse nuk ka objekt aktualisht në gripper (%M0.2 është joaktiv), programi lejon aktivizimin e daljes “gripperOpen” (%Q4.3). Gjithashtu, përfshihet sinjali “gripperOpenActive” (%M0.6) që ruan gjendjen e hapur të gripper-it derisa të ndryshojë kushti i punës. Procesi ndërpritet menjëherë nëse aktivizohet butoni “Stop” (%I1.1) ose komanda “StopHMI” (%M1.1) nga ndërfaqja HMI. Kështu, ky rrjet siguron hapjen e sigurtë dhe të kontrolluar të gripper-it vetëm kur të gjitha kushtet e pozicionimit dhe të sigurisë janë përmbushur.

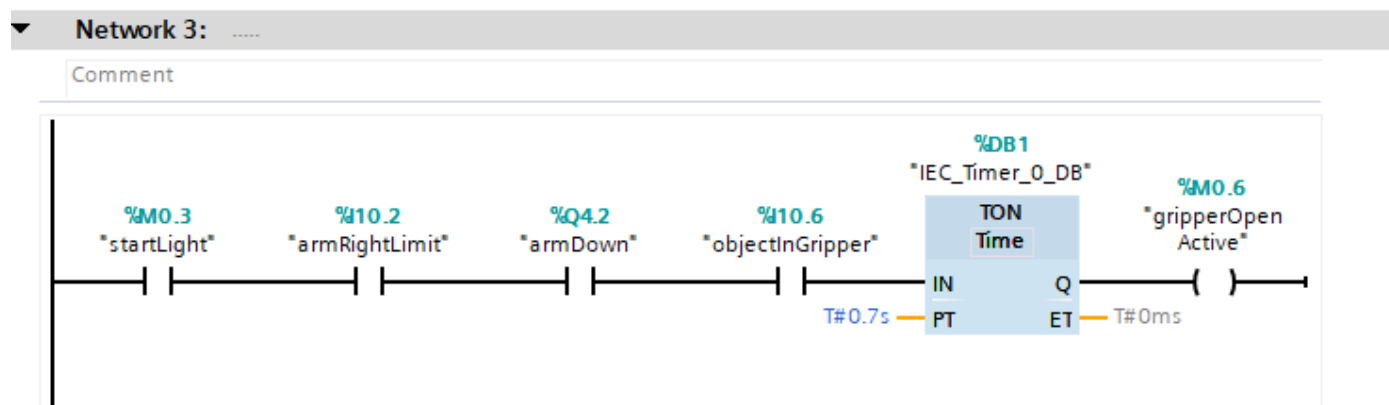


Figura 10. Programi për aktivizimin e vonuar të gripper-it në TIA Portal.

Figurën 10 është paraqitur rrjeti i tretë i programit, i cili përdor një kohëmatës (Timer TON) për të realizuar një vonesë të kontrolluar në aktivizimin e sinjalit “gripperOpenActive”. Ky rrjet funksionon vetëm pasi sistemi është aktivizuar me sinjalin “startLight” (%M0.3) dhe kur krahu ndodhet në pozicionin e djathtë (%I0.2 – “armRightLimit”) si dhe është ulur poshtë (%Q4.2 – “armDown”). Përveç kësaj, sensori “objectInGripper” (%I0.6) duhet të konfirmojë se objekti ndodhet brenda gripper-it. Kur të gjitha këto kushte plotësohen, aktivizohet kohëmatësi TON me një kohë vonese prej 0.7 sekondash (T#0.7s), i vendosur në bllokun e të dhënave %DB1 “IEC_Timer_0_DB”. Pas kalimit të kësaj kohe, dalja Q e timer-it bëhet aktive dhe aktivizon sinjalin %M0.6 “gripperOpenActive”, i cili tregon se gripper-i është hapur ose në gjendje pune.

Përdorimi i këtij timer-i siguron që aktivizimi të mos ndodhë menjëherë, por vetëm pasi të jenë përmbushur plotësisht kushtet mekanike dhe të kalojë koha e përcaktuar për siguri dhe stabilitet në proces.

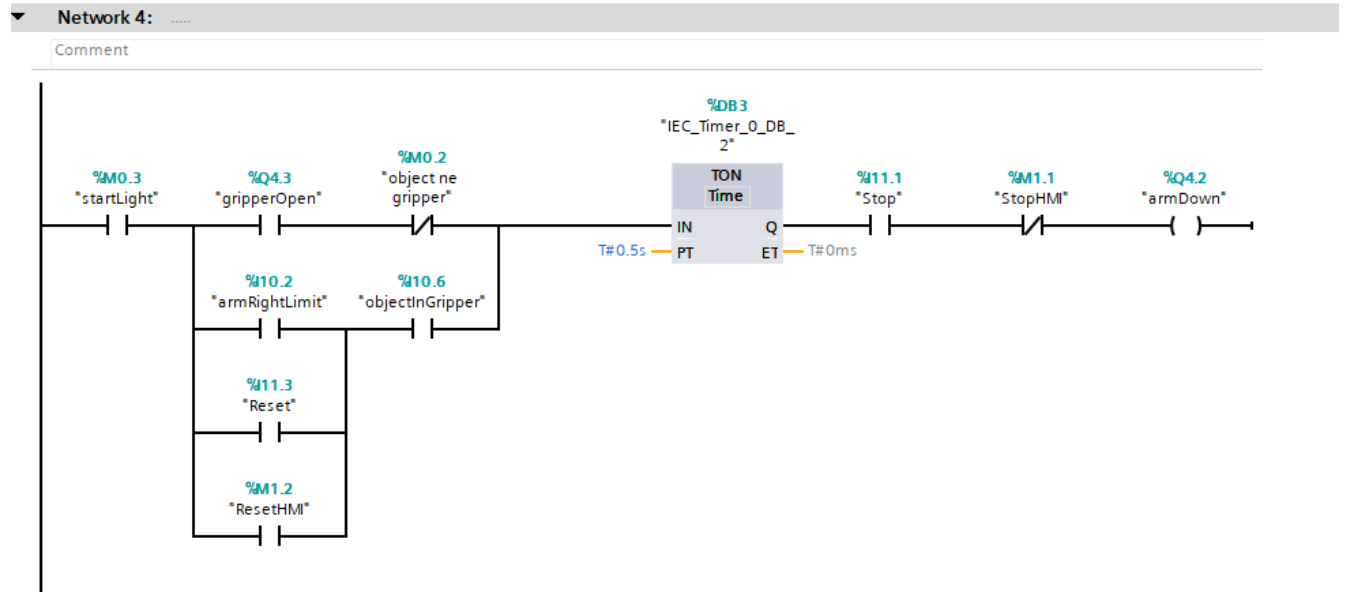


Figura 11. Programi për uljen e krahut dhe kontrollin e gripper-it në TIA Portal.

Figurën 11 është paraqitur rrjeti i katërt i programit, i cili kontrollon lëvizjen poshtë të krahut robotik (“armDown”) pas hapjes së gripper-it. Programi fillon vetëm kur sinjali “startLight” (%M0.3) është aktiv, që do të thotë se sistemi është në punë. Fillimisht kontrollohet nëse gripper-i është hapur (%Q4.3 – “gripperOpen”) dhe nëse nuk ka objekt në të (%M0.2 – “object ne gripper”). Përveç kësaj, pozicioni i krahut duhet të jetë në limitin e djathtë (%I0.2 – “armRightLimit”) ose objekti të jetë detektuar në gripper (%I0.6 – “objectInGripper”). Në këtë rrjet përdoret një kohëmatës TON i ruajtur në bllokun e të dhënave %DB3 “IEC_Timer_0_DB_2”, me kohë vonese 0.5 sekonda (T#0.5s). Ky timer shërben për të vonuar komandën që dërgohet tek dalja %Q4.2 “armDown”, duke siguruar që krahut të lëvizë poshtë vetëm pasi të jenë plotësuar të gjitha kushtet e pozicionimit dhe hapjes së gripper-it. Gjithashtu, janë përfshirë sinjalet e komandës së reset-it (%I1.3 “Reset” dhe %M1.2 “ResetHMI”), që lejojnë rikthimin e sistemit në gjendje fillestare në rast nevojë. Procesi ndërpritet nëse aktivizohet butoni Stop (%I1.1) ose komanda për ndalim nga HMI (%M1.1 “StopHMI”). Kjo logjikë siguron një lëvizje të kontrolluar dhe të sigurt të krahut, duke parandaluar lëvizje të papritura gjatë operimit.

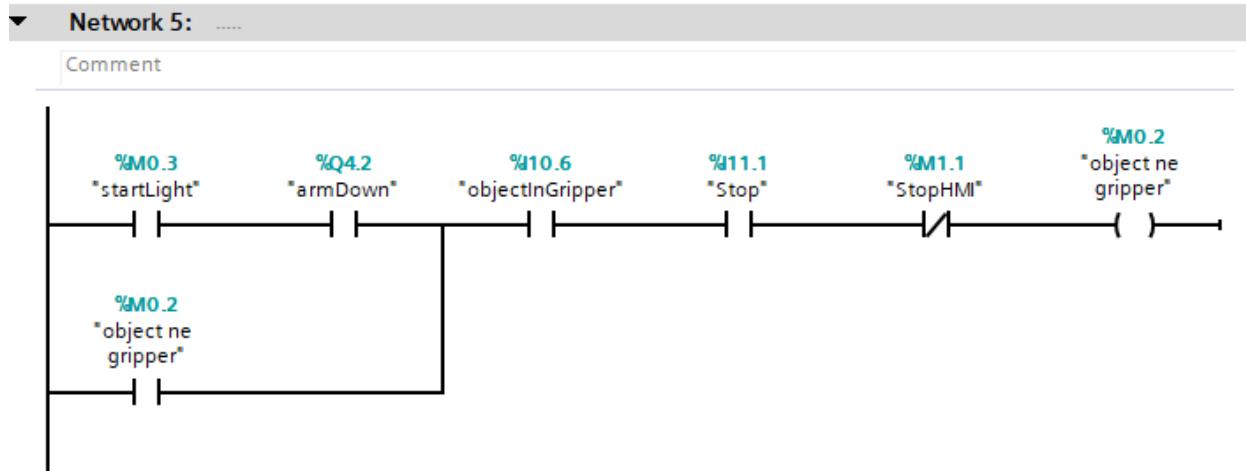


Figura 12. Programi për detektimin e objektit në gripper në TIA Portal.

Figurën 12 është paraqitur rrjeti i pestë i programit, i cili ka për qëllim ruajtjen dhe verifikimin e pranisë së objektit brenda gripper-it gjatë procesit të punës. Ky rrjet funksionon vetëm kur sinjali “startLight” (%M0.3) është aktiv, që do të thotë se sistemi është në gjendje pune. Kur krahu është në pozicionin e ulur (%Q4.2 – “armDown”) dhe sensori “objectInGripper” (%I0.6) detekton se objekti ndodhet brenda gripper-it, aktivizohet sinjali logjik %M0.2 “object ne gripper”. Ky sinjal ruan informacionin që gripper-i mban aktualisht një objekt, duke e bërë të mundur vazhdimin e fazave të tjera të procesit automatik. Përfshirja e këtij sinjali në degën paralele siguron që gjendja e mbajtjes së objektit të mos humbet gjatë ciklit të punës. Në rast se shtypet butoni “Stop” (%I1.1) ose komanda e ndalimit nga HMI (%M1.1 – “StopHMI”), procesi ndërpritet menjëherë dhe sinjali “object ne gripper” çaktivizohet, duke garantuar sigurinë e operimit. Ky rrjet luan rol kyç në monitorimin e objektit gjatë manipulimit nga sistemi automatik.

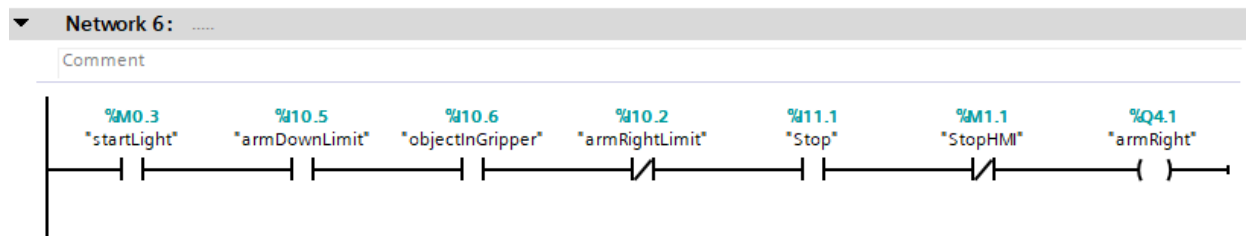


Figura 13. Programi për lëvizjen e krahut në pozicionin e djathtë në TIA Portal.

Figurën 13 është paraqitur rrjeti i gjashtë i programit, i cili kontrollon lëvizjen horizontale të krahut robotik në drejtimin e djathtë. Ky proces realizohet vetëm kur sistemi është aktivizuar përmes sinjalit “startLight” (%M0.3). Fillimisht kontrollohet që krahu të ndodhet në pozicionin e ulur

(%I0.5 – “armDownLimit”) dhe që sensori “objectInGripper” (%I0.6) të konfirmojë praninë e objektit në gripper. Për të lejuar lëvizjen në të djathtë, duhet që krahu të mos ketë arritur ende limitin e tij të djathtë (%I0.2 – “armRightLimit” është joaktiv). Nëse këto kushte përmbushen, aktivizohet dalja %Q4.1 “armRight”, e cila dërgon komandën për lëvizjen e motorit ose cilindrit që e zhvendos krahun horizontalisht në drejtimin e djathtë. Procesi ndërpritet menjëherë nëse shtypet butoni “Stop” (%I1.1) ose komanda e ndalimit nga ndërfaqja HMI (%M1.1 – “StopHMI”), duke garantuar ndalje të sigurt të lëvizjes. Ky rrjet përfaqëson fazën e transportit të objektit, ku krahu me objektin në gripper zhvendoset nga pozicioni fillestar në anën e djathtë për të vazhduar ciklin automatik të manipulimit.

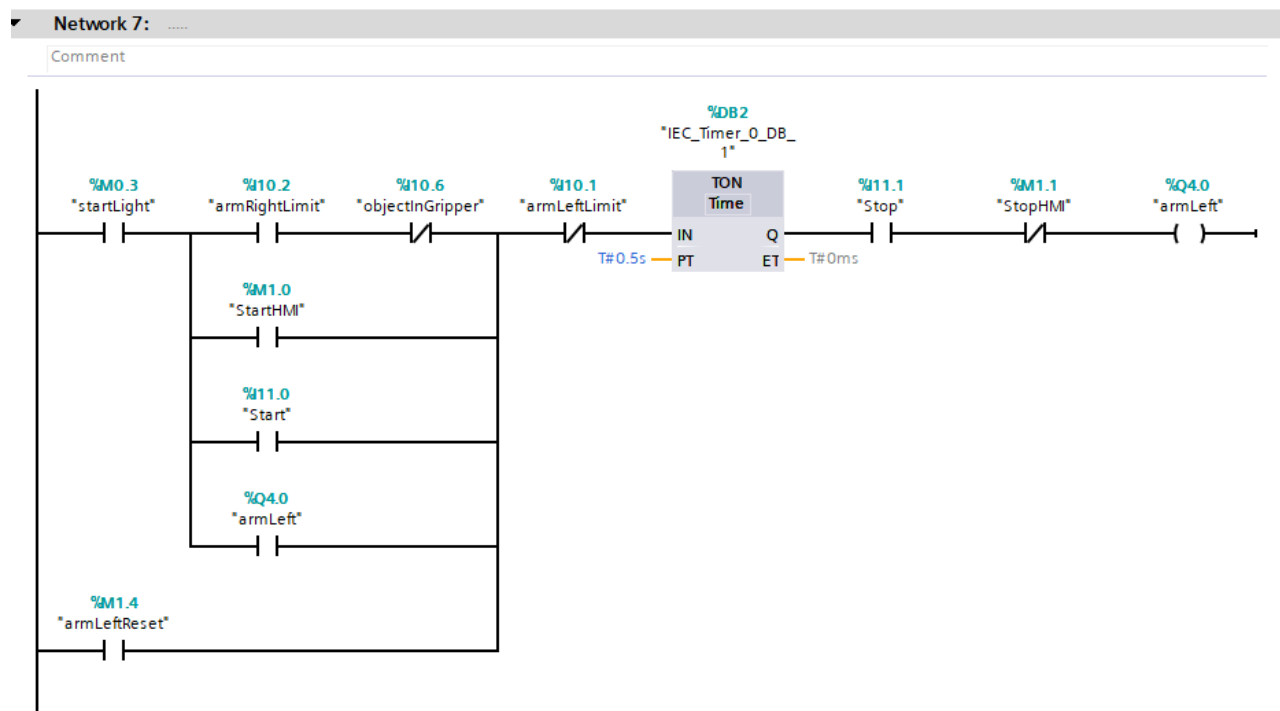


Figura 14. Programi për lëvizjen e krahut në pozicionin e majtë në TIA Portal.

Figurën 14 është paraqitur rrjeti i shtatë i programit, i cili kontrollon lëvizjen e krahut robotik në drejtimin e majtë përmes komandave automatike dhe manuale. Programi funksionon vetëm kur sinjali “startLight” (%M0.3) është aktiv, që tregon se sistemi është në funksion. Kushtet për lëvizje përfshijnë që krahu të mos jetë në limitin e majtë (%I0.1 – “armLeftLimit” joaktiv), të mos jetë në limitin e djathtë (%I0.2 – “armRightLimit” aktiv), dhe që objekti të mos ndodhet më në gripper (%I0.6 – “objectInGripper” joaktiv). Aktivizimi i lëvizjes në të majtë realizohet përmes një kohëmatësi TON të vendosur në %DB2 “IEC_Timer_0_DB_1”, me kohë vonese 0.5 sekonda

(T#0.5s), i cili siguron që lëvizja të ndodhë me ritëm të kontrolluar dhe të sigurt. Rrjeti parashikon disa mënyra për të nisur procesin: përmes butonit fizik “Start” (%I1.0), komandës “StartHMI” (%M1.0) nga ndërfaqja, apo duke ruajtur vazhdimësinë e sinjalit “armLeft” (%Q4.0). Për më tepër, sinjali %M1.4 “armLeftReset” përdoret për të rivendosur pozicionin në rast se krahu ka arritur limitin ose procesi është ndërprerë. Lëvizja ndërpritet menjëherë nëse shtypet “Stop” (%I1.1) ose komanda “StopHMI” (%M1.1), duke garantuar sigurinë në çdo moment. Ky rrjet është pjesë kyçe e ciklit automatik të manipulimit, pasi mundëson kthimin e krahut në pozicionin fillestar për përgatitjen e ciklit të ardhshëm të punës.

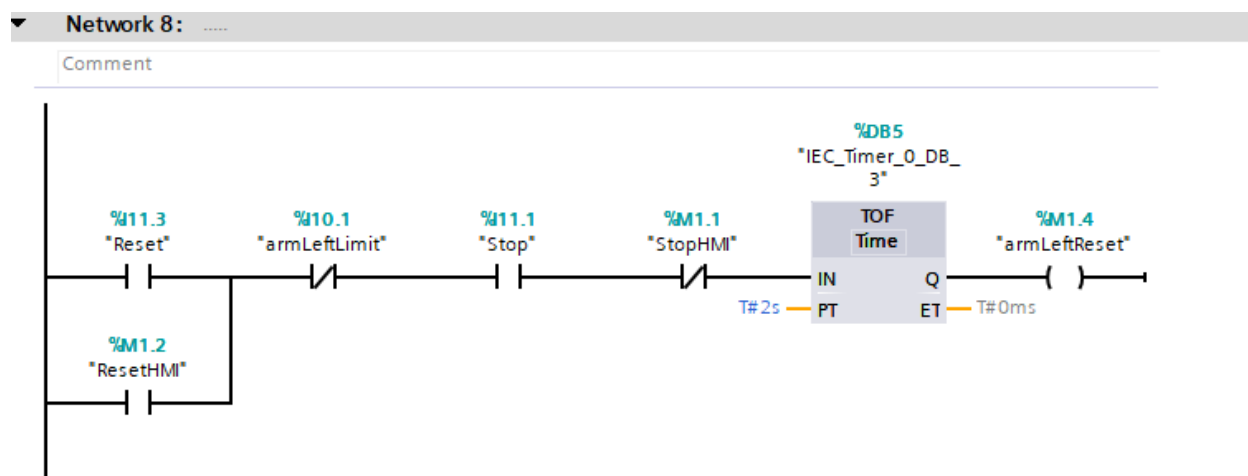


Figura 15. Programi për rikthimin e krahut në pozicionin fillestar në TIA Portal.

Figurën 15 është paraqitur rrjeti i tetë i programit, i cili ka për qëllim rikthimin e krahut në pozicionin fillestar përmes komandës “Reset”. Ky proces realizohet kur operatori shtyp butonin fizik “Reset” (%I1.3) ose komandën “ResetHMI” (%M1.2) nga ndërfaqja HMI. Logjika kontrollon që krahu të mos jetë ende në limitin e majtë (%I10.1 – “armLeftLimit”) dhe që butoni “Stop” (%I1.1) ose komanda “StopHMI” (%M1.1) të mos jenë aktive. Në këtë rrjet përdoret një kohëmatës TOF (Timer Off Delay) i ruajtur në bllokun e të dhënave %DB5 “IEC_Timer_0_DB_3”, me kohëzgjatje 2 sekonda (T#2s). Funkzioni i këtij timer-i është që të mbajë aktiv sinjalin %M1.4 “armLeftReset” për një periudhë të caktuar kohe edhe pasi komanda “Reset” të jetë liruar, duke siguruar që krahu të kthehet plotësisht në pozicionin fillestar përpara se procesi të rifillojë. Kjo zgjidhje garanton që sistemi të rifillohet në mënyrë të sigurt, të kontrolluar dhe të sinkronizuar pas çdo cikli pune ose ndërprerjeje.

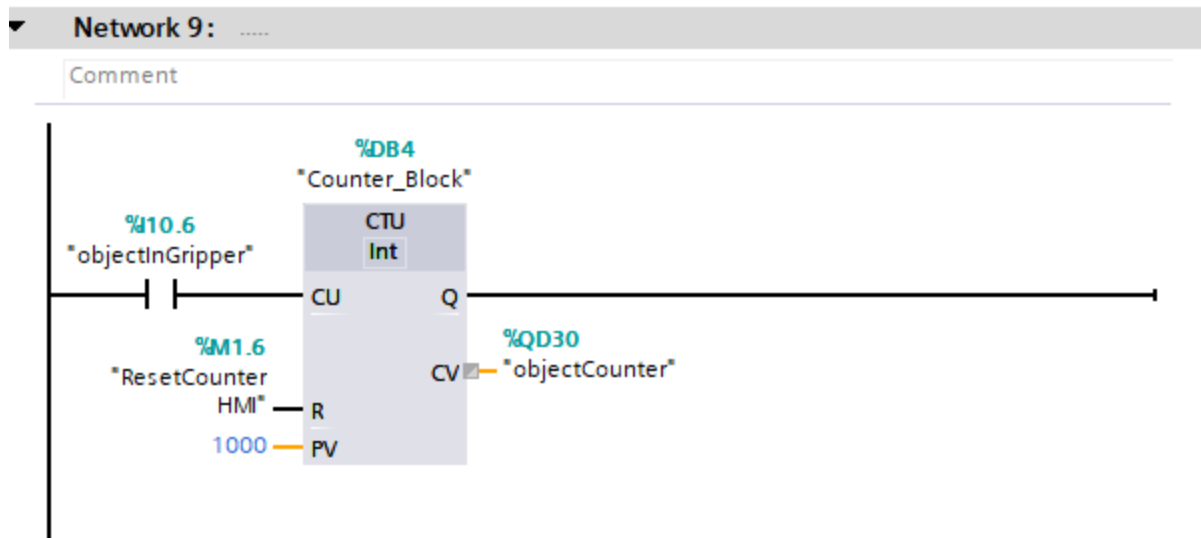


Figura 16. Programi për numërimin e objekteve në TIA Portal.

Figurën 16 është paraqitur rrjeti i nëntë i programit, i cili përdor një bllok numërues (Counter CTU) për të regjistruar numrin e objekteve të kapura nga gripper-i gjatë procesit të punës. Numërimi realizohet sa herë që sensori “objectInGripper” (%I0.6) detekton praninë e një objekti të ri në gripper. Blloku i numëruesit është i vendosur në %DB4 “Counter_Block” dhe ka një vlerë maksimale (preset value) prej 1000, që tregon se mund të regjistrojë deri në 1000 objekte para se të arrihet limiti. Vlera aktuale e numërimit shfaqet në daljen %QD30 “objectCounter”, e cila mund të paraqitet në ndërfaqen HMI për monitorim vizual të progresit. Për të rivendosur numërimin në zero, përdoret komanda “ResetCounterHMI” (%M1.6), e cila e rikthen bllokun e numëruesit në gjendjen fillestare. Ky rrjet ka funksion të rëndësishëm në monitorimin dhe analizën e performancës së sistemit, duke lejuar operatorin të dijë saktësisht sa objekte janë manipuluar gjatë një cikli pune ose gjatë gjithë procesit automatik.

Në përfundim, nga programet e paraqitura në figurat e mësipërme, mund të konstatohet se logjika e kontrollit është ndërtuar në mënyrë të qartë, të sigurt dhe të përsëritshme, duke siguruar ekzekutim të saktë të secilit hap të procesit të sortimit. Platforma TIA Portal ka mundësuar integrimin e plotë të PLC-së dhe HMI-së, testimin e funksioneve përmes simulimit dhe eliminimin e gabimeve në fazën e zhvillimit. Kjo strukturë programimi garanton efikasitet, siguri dhe fleksibilitet në funksionimin e sistemit të automatizuar, duke përfaqësuar një model praktik të zbatueshëm në mjedise industriale reale.

Figurën 17 është paraqitur paraqitet ndërfaqja HMI e krijuar në TIA Portal, e cila shërben si lidhja kryesore midis operatorit dhe sistemit të automatizuar. Përmes saj, operatori mund të kontrollojë procesin me anë të komandave Start, Stop, Reset dhe Reset Counter, si dhe të monitorojë në kohë reale parametrat e sistemit, si p.sh. numrin e objekteve të përpunuara dhe gjendjen e gripper-it. Ky konfigurim lejon komunikim të menjëhershëm dhe të sigurt midis komponentëve PLC–HMI, duke përmirësuar ndjeshëm ndërveprimin njeri–makineri dhe duke ofruar një kontroll të thjeshtë, intuitiv dhe efikas të procesit të automatizuar.

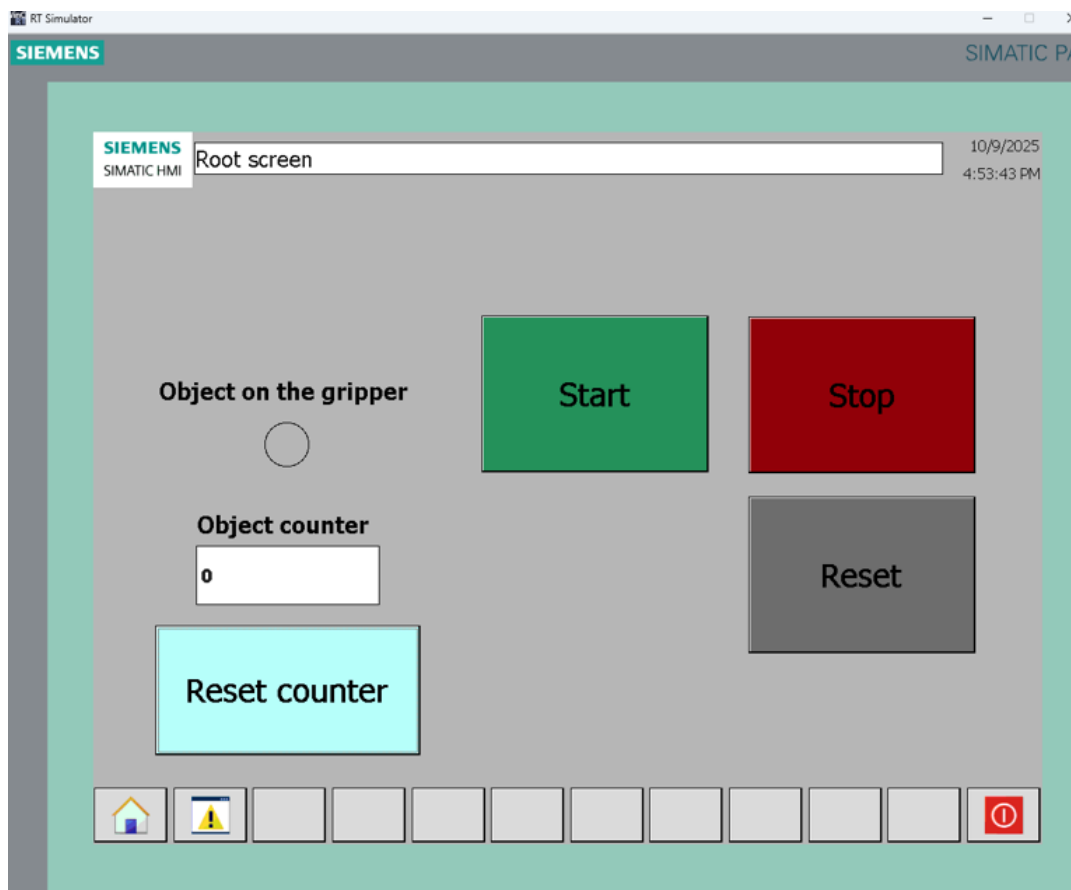


Figura 17. Ndërfaqja HMI për kontrollin e procesit në TIA Portal.

5. MODELIMI I STACIONIT TË MANIPULIMIT DHE SORTIMIT NË SOLIDWORKS

Modelimi tredimensional i stacionit të manipulimit dhe sortimit është realizuar në ambientin SolidWorks, i cili ofron fleksibilitet dhe saktësi në ndërtimin e pjesëve mekanike dhe në procesin e asamblesë. Zgjedhja e kësaj platforme është bërë për shkak të mundësive të avancuara që ajo ofron në dizajnimin e komponentëve, përfshirë përcaktimin e lidhjeve ndërmjet pjesëve, kufizimet e lëvizjes si dhe mundësinë për t'i përdorur modelet në simulime të mëvonshme [14].

Procesi i modelimit ka filluar me ndërtimin e pjesëve bazë të sistemit, duke u mbështetur në dimensionet dhe konfigurimin real të pajisjes Festo, Figura 18.

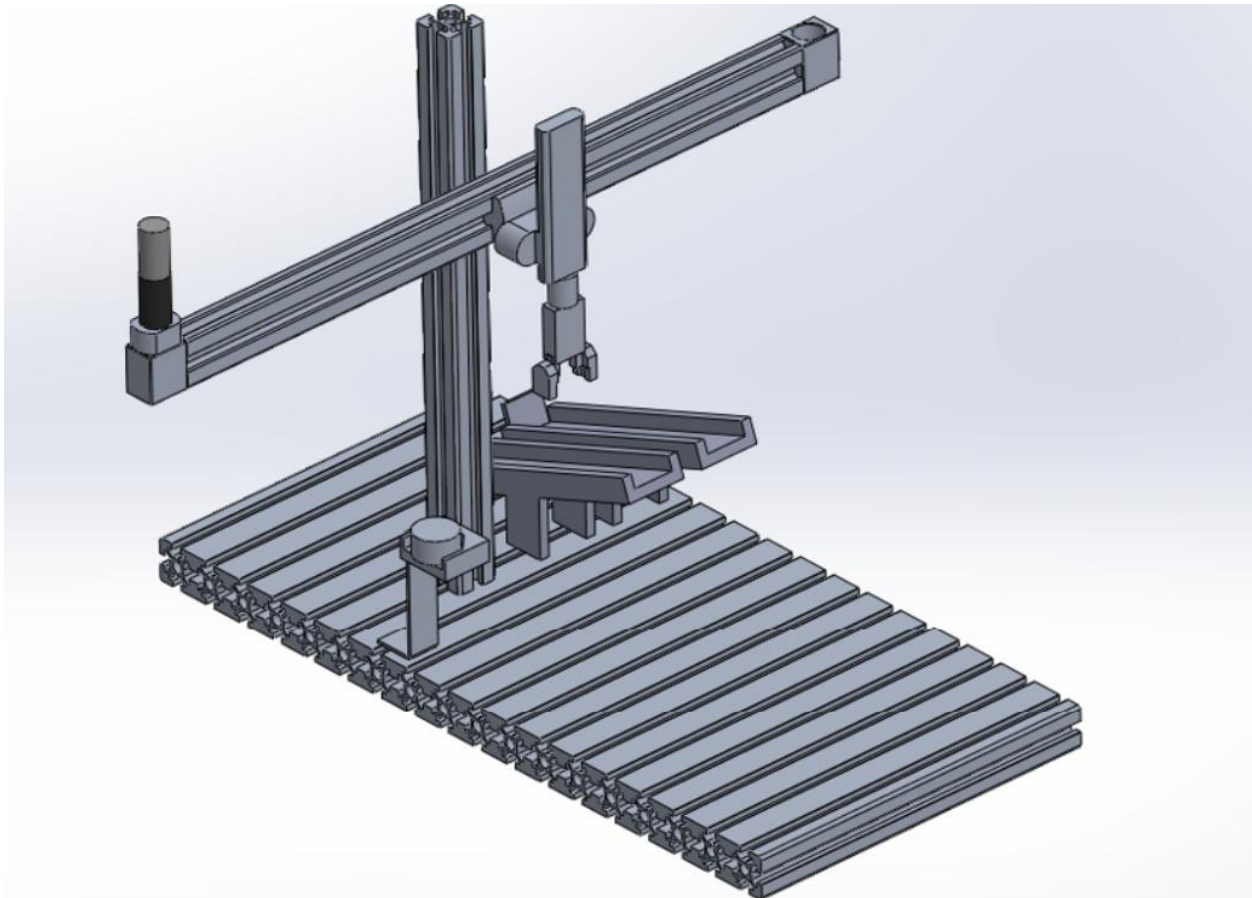


Figura 18. Modelimi i bazamentit të stacionit në SolidWorks.

Në këtë fazë është realizuar bazamenti i stacionit, i cili përbëhet nga profile alumini dhe shërben si strukturë mbajtëse për gjithë sistemin. Pas tij janë modeluar kolona vertikale dhe traversa

horizontale, të cilat përbëjnë skeletin kryesor mbi të cilin do të vendosen pjesët lëvizëse, Figura 19.

Pasi janë krijuar pjesët individuale është kaluar në fazën e asamblesë. Ky proces është kryer në mënyrë të kujdesshme duke respektuar renditjen logjike të montimit, ku fillimisht janë vendosur pjesët statike si bazamenti dhe kolonat mbajtëse, ndërsa më pas janë shtuar elementët që i japin lëvizshmëri sistemit.

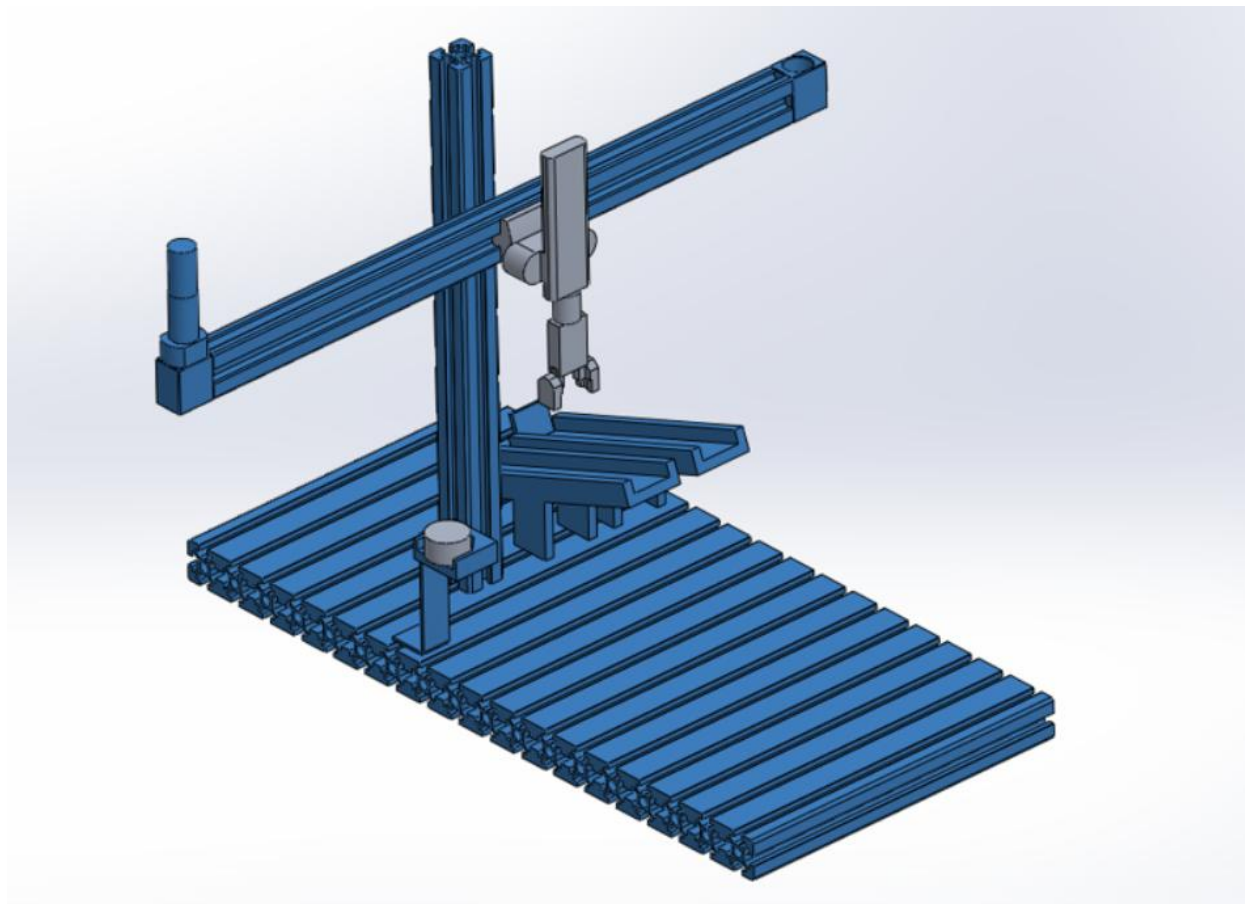


Figura 19. Modelimi i kolonës vertikale dhe traversës horizontale.

Një aspekt i rëndësishëm gjatë modelimit ka qenë identifikimi i pjesëve statike dhe atyre dinamike. Në kategorinë e parë përfshihen bazamenti dhe kolonat mbajtëse që nuk marrin pjesë në lëvizje, ndërsa pjesët dinamike janë gripper-i dhe mekanizmat linearë të cilët i mundësojnë manipuluesit lëvizjen në boshtin horizontal dhe vertikal. Në një nga hapat e ndërmjetëm të procesit të modelimit, i ilustruar në Figurën 20, është veçuar pjesa lëvizëse e sistemit, e cila përfaqëson një ndër elementet kyçe në realizimin e funksionit të manipulimit dhe sortimit të objekteve.

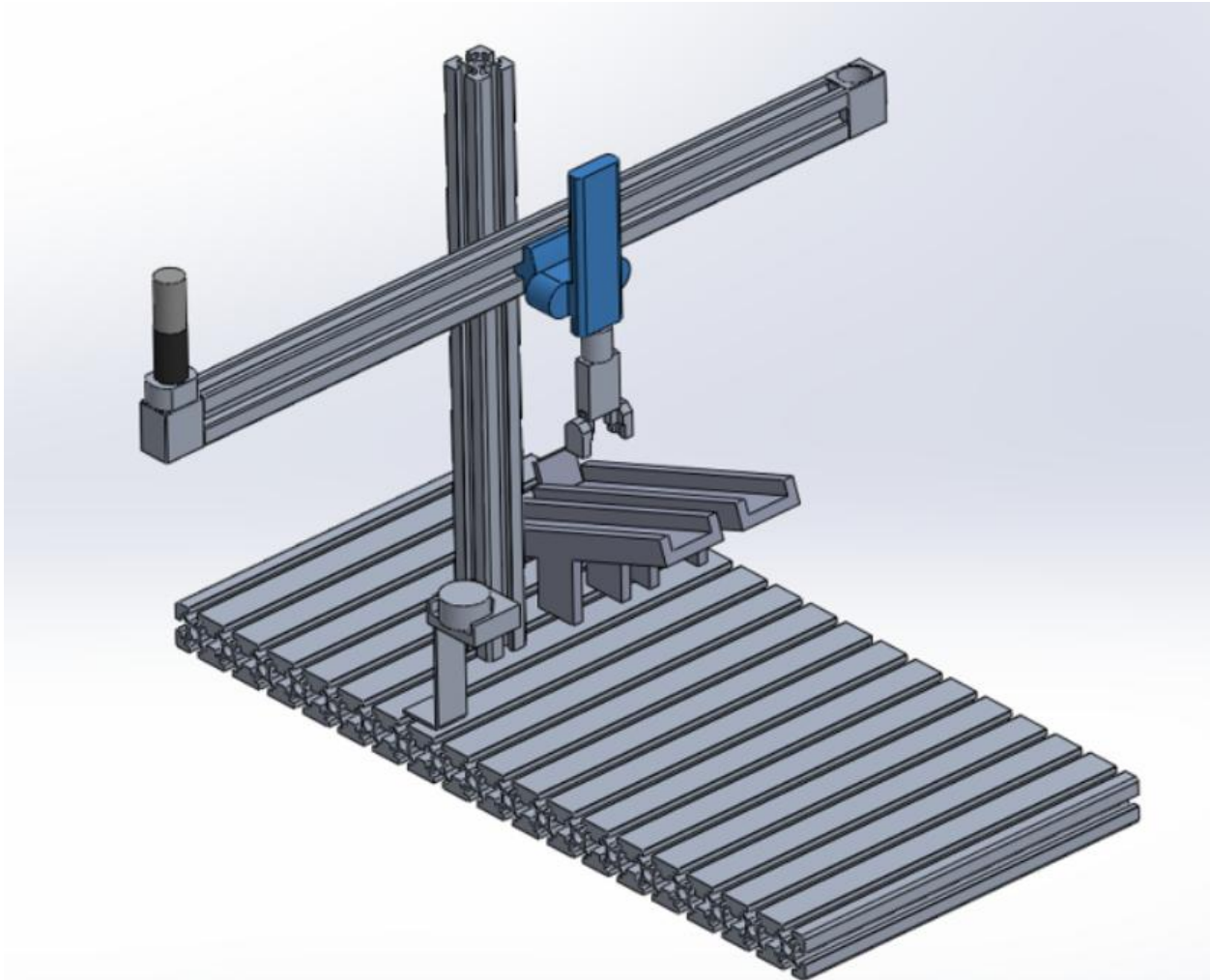


Figura 20. Pjesa lëvizëse e sistemit e modeluar në SolidWork.

Për të siguruar funksionimin realist të modelit, në SolidWorks janë përcaktuar kufizimet mekanike përkatëse, të cilat rregullojnë shkallët e lirisë së secilës pjesë. Këto kufizime përfshijnë lëvizjen lineare të mekanizmit linear në drejtim horizontal, lëvizjen vertikale të gripper-it, si dhe hapjen dhe mbylljen e tij për kapjen e objekteve. Në Figurën 21 është paraqitur faza e integritit të gripper-it mbi mekanizmin linear, duke kombinuar pjesët statike dhe dinamike në një asamble të vetme funksionale.

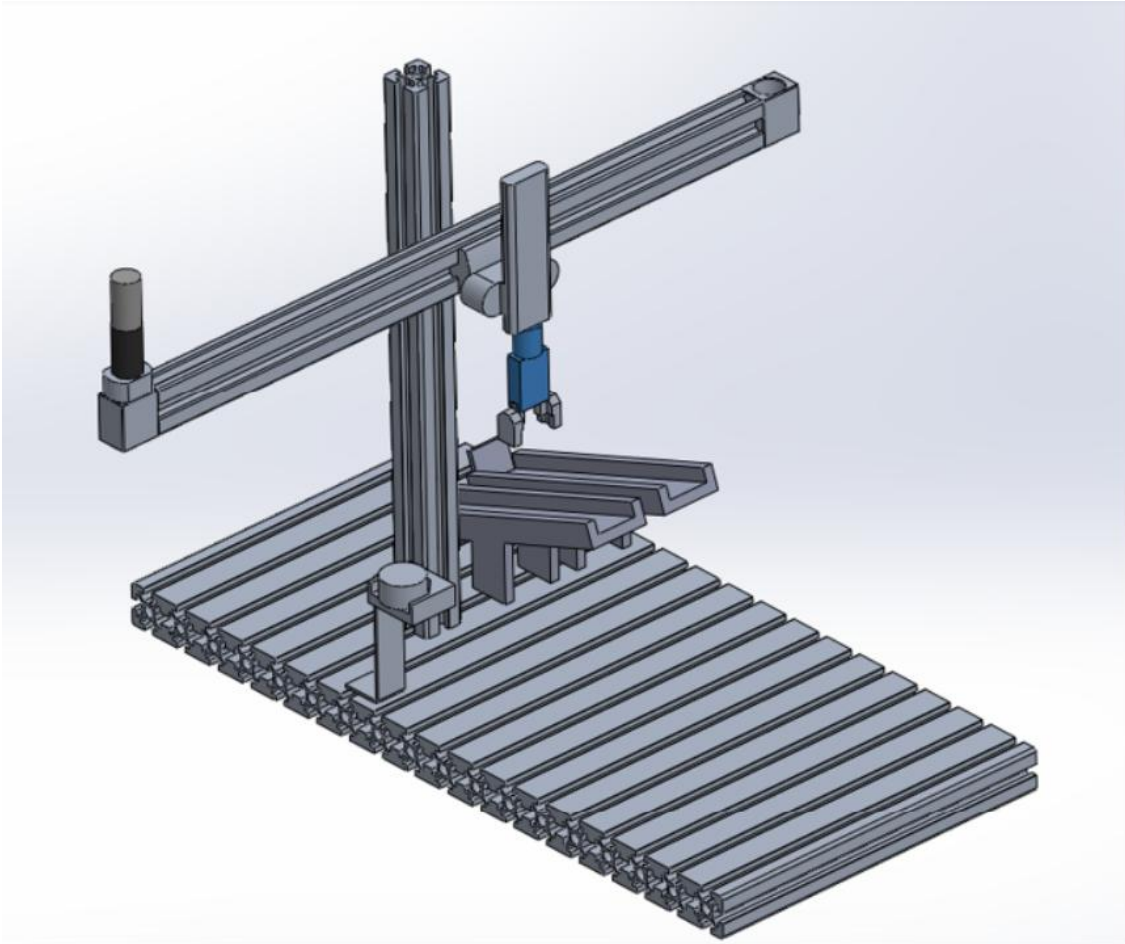


Figura 21. Integrimi i gripper-it në strukturën e stacionit.

Në vijim të procesit të modelimit, pas definimit të lëvizjeve lineare dhe vertikale të mekanizmit mbajtës, është e domosdoshme të paraqitet edhe komponenti kryesor që realizon kontaktin e drejtpërdrejtë me objektet – kapësja e gripper-it. Ky element përfaqëson fazën përfundimtare të mekanizmit të manipulimit, ku lëvizjet e krijuara nga strukturat lineare dhe vertikale shndërrohen në veprim konkret mbi objekt.

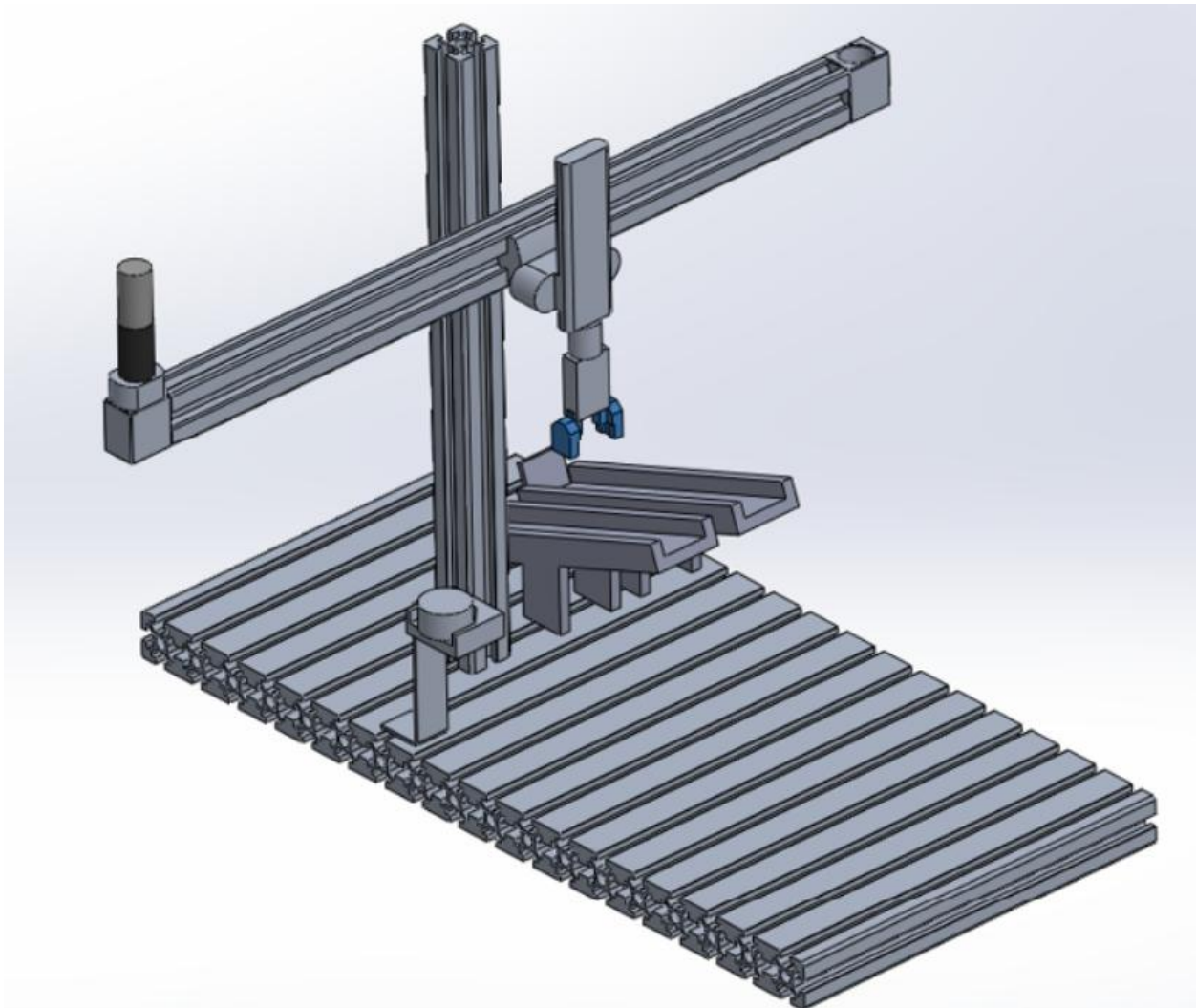


Figura 22. Paraqitja e mekanizmit të gripper-it për kapjen e objekteve.

Në Figurën 22 jepet paraqitja e kapëses së gripper-it, e cila realizon hapjen dhe mbylljen e nofullave për kapjen, transportimin dhe lëshimin e objekteve. Kjo pjesë e sistemit është thelbësore për të siguruar që procesi i manipulimit dhe sortimit të jetë funksional dhe i plotë.

Modelimi i stacionit në SolidWorks ka një rëndësi të veçantë pasi përfaqëson një prototip virtual të pajisjes. Ky model i jep mundësinë projektuesit të analizojë strukturën e sistemit, të verifikojë përputhshmërinë ndërmjet pjesëve statike dhe atyre dinamike dhe të bëjë teste virtuale përpara fazës së implementimit praktik. Procesi i modelimit të stacionit në SolidWorks ka siguruar një strukturë të plotë dhe funksionale, e cila jo vetëm që pasqyron pajisjen reale, por edhe krijon kushtet e duhura për zhvillimin e analizave të mëtejshme dhe për implementimin e suksesshëm të projektit.

6. KALIMI I MODELIT NGA SOLIDWORKS NË MATLAB/SIMULINK

Pas përfundimit të modelimit të stacionit të manipulimit dhe sortimit në SolidWorks, hapi vijues ka qenë eksportimi i këtij modeli në MATLAB/Simulink përmes mjetit Simscape Multibody, Figura 23. Qëllimi i këtij procesi është krijimi i një prototipi digjital të integruar, ku pjesët mekanike, kufizimet e lëvizjes dhe parametrat fizikë të përkthyer nga SolidWorks të përdoren për simulime dinamike dhe për testimin e logjikës së kontrollit.

Eksportimi është realizuar duke përdorur Simscape Multibody Link, e cila gjeneron automatikisht skedarin XML dhe skedarët shtesë STEP të modeleve [13].

Këto përmbajnë informacionin e plotë rreth pjesëve, lidhjeve, kufizimeve dhe parametrave fizikë të sistemit. Pasi është kryer eksportimi, modeli është importuar në MATLAB dhe është hapur në ambientin Mechanics Explorer për të verifikuar strukturën dhe përputhshmërinë e tij me modelin origjinal.

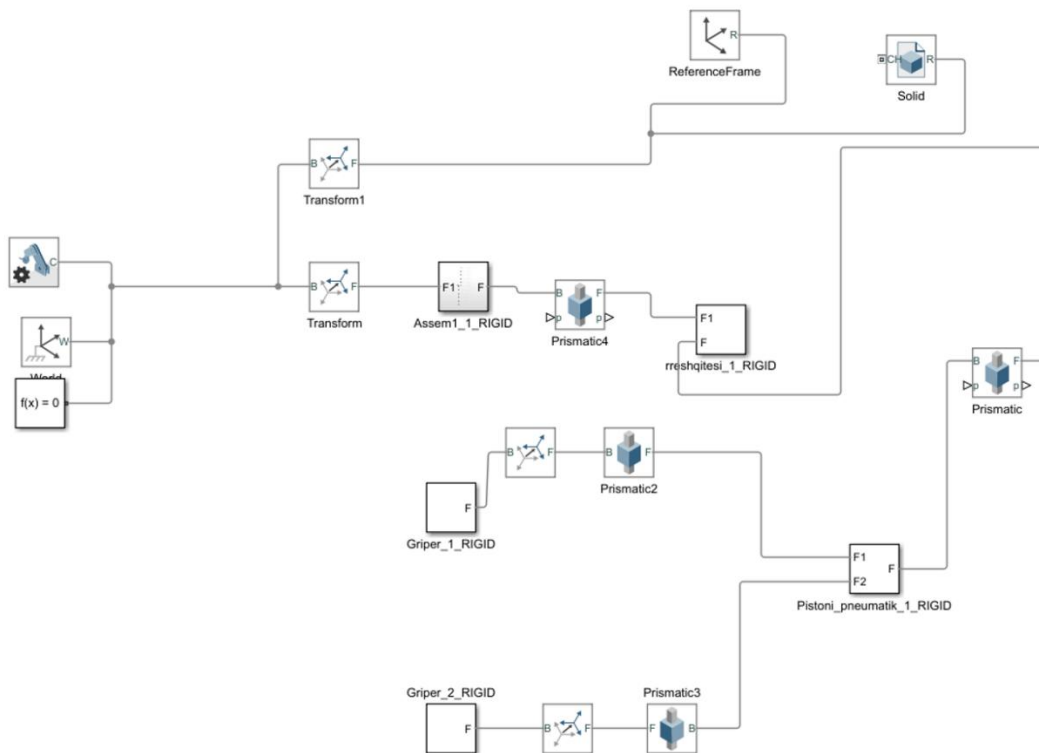


Figura 23. Pamja e modelit të eksportuar nga SolidWorks.

Në Figurë 23 paraqitet modeli mekanik i stacionit të manipulimit dhe sortimit, i ndërtuar me elementë të Simscape Multibody pas eksportimit nga SolidWorks. Struktura përbëhet nga disa blloqe kryesore që përfaqësojnë trupat rigidë, lidhjet prismatike (lineare), si dhe transformimet që vendosin pjesët në pozicionin e duhur hapësinor. Figura paraqet një hartë të plotë të lidhjeve mekanike të stacionit të manipulimit dhe sortimit. Blloqet rigid përfaqësojnë pjesët e ngurta të sistemit (bazamenti, gripper-i, pistoni), ndërsa nyjet prismatike i japin atyre lëvizshmëri lineare. Në këtë mënyrë, modeli i importuar nga SolidWorks është përkthyer në një strukturë funksionale në Simulink, ku mund të simulohet sjellja dinamike e tij nën ndikimin e forcave dhe kushteve të ndryshme të kontrollit.

ReferenceFrame shërben si pikë fikse nga e cila maten të gjitha lëvizjet, ndërsa Solid përfaqëson bazamentin e stacionit, i cili është pjesë statike dhe nuk merr pjesë në lëvizje. Pastaj Transform dhe Transform1 këto blloqe përdoren për të vendosur orientimin dhe pozicionin e pjesëve në hapësirë. Ato lidhin elementët rigidë dhe sigurojnë që pjesët e importuara nga SolidWorks të jenë të sinkronizuara me koordinatat e sistemit.

Assem1_1_RIGID përfaqëson një nga montimet e importuara nga SolidWorks, e cila është trajtuar si trup rigid. Ai është i lidhur me blloqet e tjera përmes nyjeve prismatike, duke i lejuar lëvizjet lineare, ndërsa Prismatic, Prismatic2, Prismatic3, Prismatic4 këto janë nyje të tipit prismatike që mundësojnë lëvizje lineare të trupave në drejtim të një boshti të caktuar. Në këtë model ato përfaqësojnë lëvizjet kryesore të sistemit: ngritjen dhe zbritjen e gripper-it, lëvizjen horizontale të mekanizmit linear dhe hapjen/mbylljen e gripper-it.

Griper_1_RIGID dhe Griper_2_RIGID janë dy elementet që përfaqësojnë krahët e gripper-it. Ato janë trupat rigidë që lëvizin në mënyrë lineare për të kapur ose liruar objektet, të komanduar përmes nyjeve prismatike përkatëse.

Pistoni_pneumatik_1_RIGID është një trup rigid që përfaqëson pistonin pneumatike të gripper-it. Ai është i lidhur me dy nyje prismatike, të cilat simulojnë lëvizjen lineare të pistonit kur aplikohet forcë pneumatike dhe blloqet e tjera ndihmësepërdoren për të vendosur kushtet fillestare ose kufizime matematikore për sistemin. Për shembull, ato mund të caktojnë gjendjen fillestare të gripper-it ose pozicionin e pistoneve para fillimit të simulimit.

Pas ndërtimit të modelit mekanik në MATLAB/Simulink, hapi vijues ka qenë krijimi i logjikës së kontrollit për të komanduar lëvizjet e pistonit dhe gripper-it siq shihet në Figurën 24. Në këtë fazë është ndërtuar një skemë kontrolli e cila përcakton kufijtë e zhvendosjes së pistonit, shpejtësinë e lëvizjes si dhe kushtet për ndalimin ose kthimin në gjendjen fillestare. Përmes përdorimit të blloqeve matematikore, logjike dhe integrale të Simulink, është realizuar një sistem i cili lejon simulimin e lëvizjes lineare të pistonit në kushte të ndryshme pune, Figura 24.

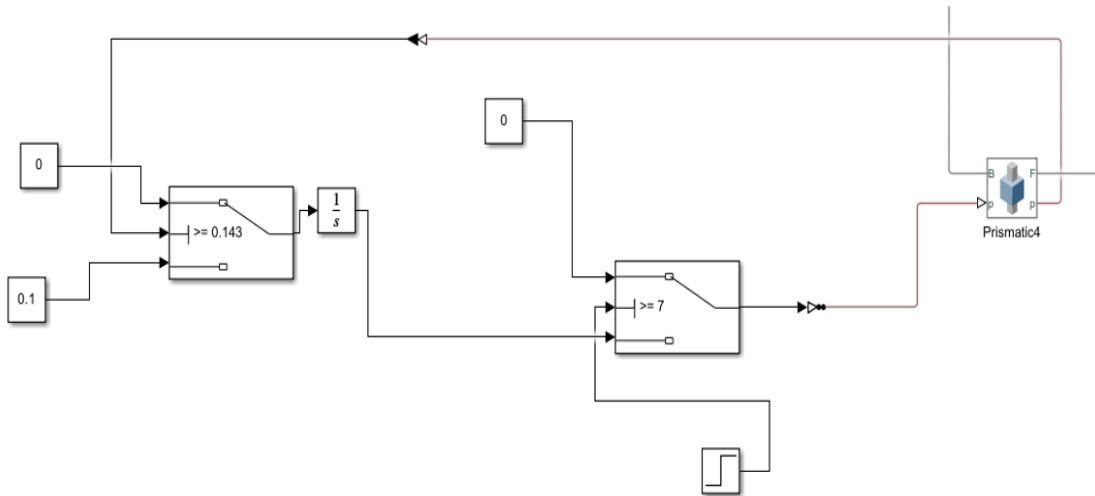


Figura 24. Skema e kontrollit të pistonit prismaticke në Simulink.

Në pjesën hyrëse të skemës janë përdorur blloqet konstante, të cilat përcaktojnë gjendjen fillestare të pistonit dhe vlerën e zhvendosjes së dëshiruar. Këto sinjale kalojnë nëpër një bllok krahasues, i cili kontrollon nëse pistonit ka arritur distancën e paracaktuar prej 0.143 metrash. Në momentin që ky kusht logjik plotësohet, sistemi ndryshon gjendje dhe sinjalizon që pistonit ka arritur kufirin e parë të lëvizjes. Më pas, sinjali i dalë integrohet përmes një blloku integrale ($1/s$), i cili shndërron sinjalin hyrës në një zhvendosje të vazhdueshme në kohë. Kjo lejon që lëvizja e pistonit të përfaqësohet jo vetëm si një impuls i thjeshtë, por si një proces dinamik me shpejtësi dhe distancë të caktuar. Një tjetër bllok krahasues është vendosur për të kontrolluar kufirin e sipërm të lëvizjes së pistonit, i cili është përcaktuar në vlerën 7. Në momentin që pistonit arrin këtë prag, aktivizohet logjika e ndalimit, duke shmangur tejkalimin e diapazonit të lejuar të lëvizjes. Kjo logjikë është e domosdoshme për të garantuar sigurinë e simulimit dhe për të ruajtur sjelljen realiste të modelit. Në anën e djathtë të figurës paraqitet nyja prismaticke (Prismatic4), e cila përfaqëson lëvizjen lineare të pistonit në modelin mekanik. Të gjitha sinjalet e gjeneruara nga blloqet e mëparshme lidhen me këtë nyje, duke e komanduar atë në mënyrë të drejtpërdrejtë. Në këtë mënyrë, lëvizja e pistonit në

modelin digjital pasqyron me saktësi sjelljen që do të kishte sistemi real nën të njëjtat kushte. Kjo skemë kontrolli tregon qartë mënyrën se si përmes MATLAB/Simulink mund të ndërtohet një logjikë e plotë për komandimin e pistonit, duke përfshirë nisjen e lëvizjes, kufizimin e saj në distanca të caktuara dhe ndalimin kur arrihen vlerat maksimale.

Pas krijimit të logjikës së kontrollit për një piston të vetëm, në hapat vijues është realizuar zgjerimi i skemës duke përfshirë të gjithë elementët mekanikë të stacionit, Figura 25. Në këtë fazë, modeli mekanik i importuar nga SolidWorks është lidhur me blloqet e kontrollit në mënyrë që të mund të komandohen jo vetëm pistoni kryesor, por edhe gripper-i dhe elementët e tjerë lëvizës të sistemit. Kjo është bërë duke shtuar krahasues shtesë, integrorë dhe gjeneratorë të sinjaleve logjike, të cilët përcaktojnë kufijtë e lëvizjes dhe kushtet e sinkronizimit ndërmjet komponentëve. Në këtë mënyrë është arritur ndërtimi i një skeme të plotë të integruar, ku pjesa mekanike dhe logjika e kontrollit bashkëpunojnë në një strukturë të vetme.

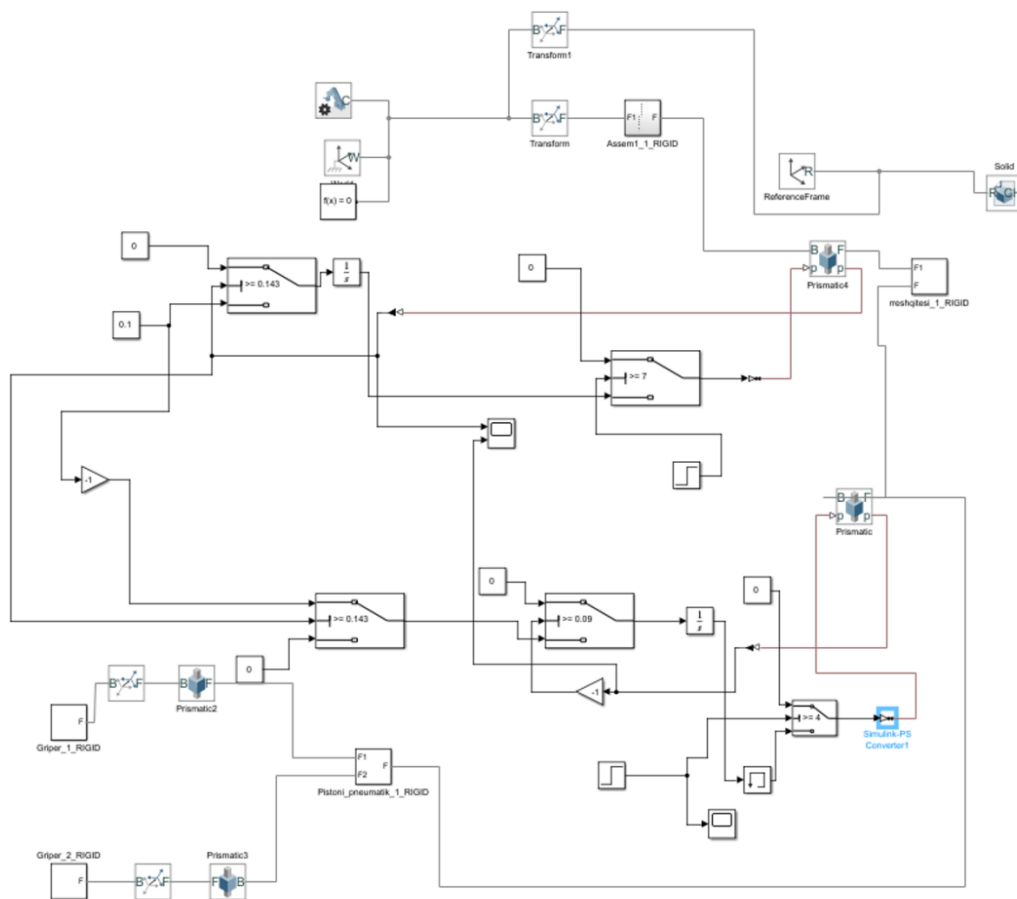


Figura 25. Skema e plotë e integrit të modelit mekanik të stacionit të manipulimit dhe sortimit me logjikën e kontrollit në MATLAB/Simulink.

Në figurën 25 paraqitet integrim i plotë I modelit mekanik dhe logjikës së kontrollit. Në pjesën e sipërme të skemës ndodhet struktura mekanike, e cila përbëhet nga trupat rigidë dhe nyjet prismaticke që përfaqësojnë bazamentin, pistonin pneumatike dhe gripper-in. Këta elementë janë vendosur në hapësirë përmes blloqeve Transform dhe Reference Frame, duke përcaktuar pozicionet dhe orientimet e tyre në raport me kornizën globale të sistemit.

Në pjesën e poshtme të skemës ndodhet logjika e kontrollit, e cila është më e detajuar krahasuar me figurën e mëparshme. Këtu janë përdorur blloqe krahasuese që përcaktojnë kufijtë e zhvendosjes (si ≥ 0.143 , ≥ 0.09 dhe ≥ 7), integrorë për gjenerimin e lëvizjes së vazhdueshme, si dhe invertues dhe sinjale logjike që përcaktojnë gjendjet e kalimit nga një hap në tjetrin. Këto blloqe punojnë së bashku për të gjeneruar sinjale të cilat komandojnë nyjet prismaticke dhe i detyrojnë ato të lëvizin sipas kushteve të paracaktuara.

Falë këtij integrimi, lëvizjet e pistonëve dhe hapja apo mbyllja e gripper-it janë të sinkronizuara, duke pasqyruar sjelljen e pritur të stacionit real gjatë manipulimit dhe sortimit të objekteve. Kjo qasje bën të mundur testimin e funksionalitetit të plotë të sistemit në një mjedis virtual përpara kalimit në implementimin fizik me PLC dhe HMI.

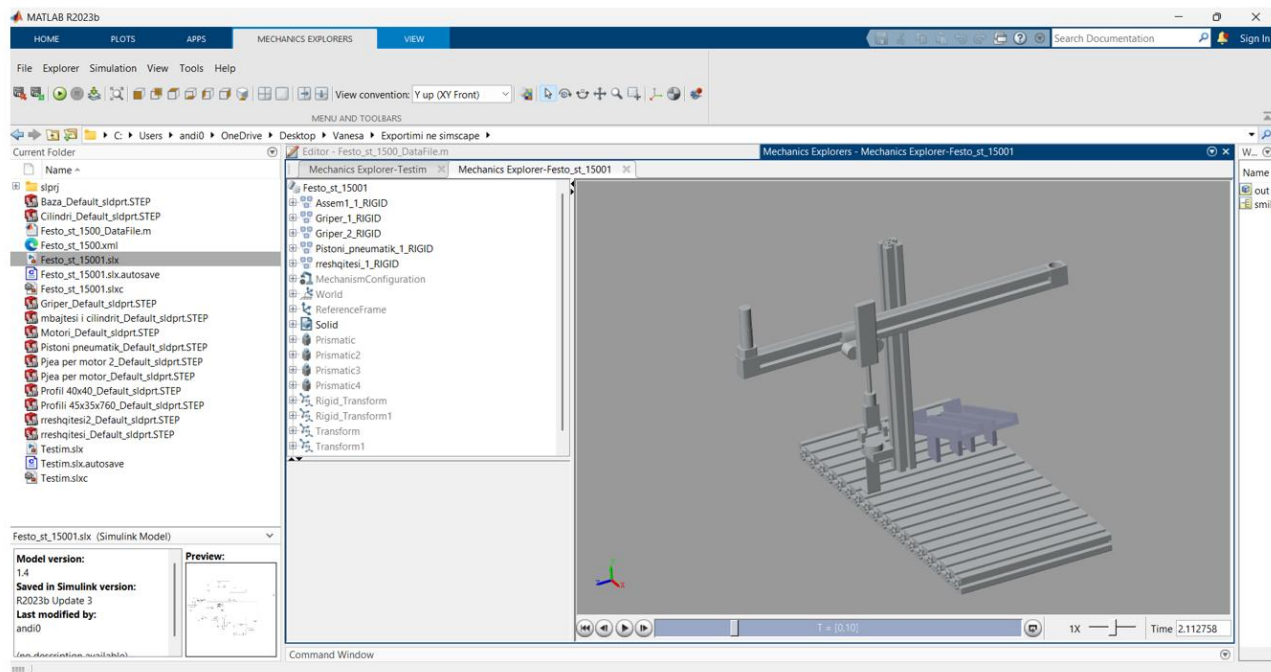


Figura 26. Modeli i eksportuar nga SolidWorks dhe i vizualizuar në Mechanics Explorer në MATLAB/Simulink.

Pas eksportimit të modelit nga SolidWorks dhe importimit në MATLAB/Simulink, modeli është hapur në ambientin Mechanics Explorer për të verifikuar strukturën dhe përputhshmërinë e tij me sistemin origjinal. Në këtë fazë janë kontrolluar orientimet e boshtit, vendosja e trupave rigidë, emërtimi i pjesëve dhe hierarkia e lidhjeve mekanike. Ky hap është thelbësor, pasi garanton që kufizimet dhe shkallët e lirisë së përcaktuara në SolidWorks të përkthehen saktë në Simulink.

Në figurë më poshtë kemi paraqitur modelin e stacionit të manipulimit dhe sortimit të hapur në Mechanics Explorer, ku pjesët kryesore si bazamenti, pistoni pneumatike dhe gripper-i vizualizohen së bashku me listën e trupave rigidë dhe nyjeve përkatëse. Ky kontroll fillestar shërben si bazë për ndërtimin e skemës së plotë të simulimit.

7. KONKLUZIONI

Punimi paraqet një zbatim të plotë dhe të qëndrueshëm të një sistemi të automatizuar për sortimin e objekteve, duke integruar PLC-në Siemens S7-1500, platformën TIA Portal dhe ndërfaqen HMI me një stacion manipulimi pneumo-mekanik. Konceptimi është ndërtuar mbi analiza të qarta të arkitekturës së sistemit, përzgjedhje të argumentuara të sensorëve dhe aktuatorëve (optikë, magnetikë dhe cilindra me veprim të dyfishtë), si dhe mbi një logjikë kontrolli të modularizuar në Ladder Diagram, që mbulon nisjen/ndalimin, hapjen e gripper-it, lëvizjet vertikale e horizontale, rikthimin (reset), vonesat me TON/TOF dhe numërimin e objekteve me CTU.

Rezultatet laboratorike treguan se cikli i punës ekzekutohet në mënyrë të qëndrueshme, me ndërveprim të qartë operator–sistem përmes HMI-së, duke reduktuar gabimet manuale dhe duke rritur sigurinë funksionale. Vlerësimi i kostos dhe përfitimeve konfirmon se automatizimi i këtij procesi optimizon kohën e ciklit dhe rrit përsëritshmërinë, duke ofruar një model të aplikueshëm në linja prodhimi dhe përpunimi.

Kontribut i veçantë i punimit është translacioni ndër-mjedisor: nga modeli 3D në SolidWorks, tek eksportimi në Simscape Multibody dhe integrimi me kontrollin logjik në MATLAB/Simulink, çka mundësoi prototipimin digjital, verifikimin kinematik/dinamik dhe sinkronizimin e sinjaleve logjike me kufizimet mekanike (nyje prizmatike, referenca dhe transformime). Kjo qasje e bazuar në model-based design uli rrezikun e defekteve gjatë implementimit dhe rriti besueshmërinë e kalimit nga simulimi në pajisjen reale.

Në tërësi, sistemi i projektuar demonstroi praktikën bashkëkohore të automatizimit programues dhe të Industrisë 4.0, ku kontrolli logjik, sensorika dhe komunikimi PROFINET/HMI bashkëveprojnë për të arritur efikasitet, saktësi dhe auditim të procesit (p.sh. përmes numërimit dhe vizualizimit në kohë reale). Dokumentimi i rrjeteve logjike, i hartës I/O dhe i parametrave të timer/counter përbën një bazë të fortë për shkallëzim dhe mirëmbajtje të sistemit.

Puna e ardhshme mund të përfshijnë:

1. shtimin e identifikimit të avancuar me kamera industriale dhe algoritme “machine vision” për klasifikim sipas dimensioneve dhe defekteve;
2. aplikimin e diagnostikës prediktive dhe logjikës së sigurisë (SIL/PL) për ndalim të dyfishtë;
3. integrimin e protokolleve OPC UA/MQTT për mbledhje të dhënash dhe analizë OEE;
4. adaptimin e parametrave me kontroll feedback nga sensorët (p.sh. shpejtësi pneumatike e varur nga ngarkesa).

Këto shtesa do të rrisin autonominë, transparencën dhe fleksibilitetin e zgjidhjes, duke e afruar sistemin drejt një linje prodhimi plotësisht të zgjuar.

8. REFERENCAT

- [1]. Groover, M. P. (2016). *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing* (4th ed.). Pearson Education.
- [2]. Mikell P. Groover. (2020). *Fundamentals of Modern Manufacturing*. Wiley.
- [3]. Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review*. Technische Universität Dortmund.
- [4]. Siemens AG. (2022). *SIMATIC S7-1500 System Manual*.
<https://support.industry.siemens.com>
- [5]. Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3, 18–23
- [6]. Festo Didactic. (2021). *Sensor Technology in Automation*.
- [7]. Mackay, S. et al. (2017). *Practical Industrial Data Communications*.
- [8]. Festo Didactic. (2020). *EduTrainer Universal/Compact d'API – Manual teknik*.
- [9]. Festo Automation. (2019). *Photoelectric Sensors – Technical Overview*.
- [10]. Festo Didactic. (2020). *Pneumatic Training Manual – Fundamentals and Applications*.
- [11]. Bolton, W. (2021). *Programmable Logic Controllers* (7th ed.). Routledge.
- [12]. Petruzella, F. D. (2016). *Programmable Logic Controllers*. McGraw-Hill Education.
- [13]. MathWorks Inc. (2023). *Simscape Multibody User's Guide*.
- [14]. Dassault Systèmes. (2022). *SolidWorks Motion Simulation – Technical Documentation*.
- [15]. Siemens AG. (2021). *TIA Portal V17 – Programming Guide for S7-1500 Controllers*.
- [16]. ISO 12100:2010. *Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction*.
- [17]. Xhevahir Bajrami,., Ligjerata të autorizume për Dirigjuesit e programueshem logjikë, 2023, Prishtinë.
- [18]. Shala, E., Bajrami, X., Zaev, E., & Babunski, D. (2025, June). Efficient Kinematic Modeling, Simulation and Control of a 6-DOF Robotic Arm. In 2025 14th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO) (pp. 1-6). IEEE.

UNIVERSITETI I PRISHTINËS

FAKULTETI I INXHINIERISË MEKANIKE

DEKLARATA ETIKE

Unë, **Vanesa Mjeku** me numër të regjistrimit (ID) **220805200010**

deklaroj se,

punimi i diplomës master me titull:

“Automatizimi i sortimit të objekteve në stacionin e manipulimit dhe monitorimi përmes HMI-së me S7-1500”

- paraqet rezultatet e punës sime shkencore hulumtuese,
- punimi i diplomës në tersi apo pjesërisht nuk është paraqitur në ndonjë program akademik në Fakultete tjera apo Universitete,
- rezultatet e prezantuara në punimin e diplomës janë të besueshme dhe janë të specifikuara në mënyrën e duhur, dhe
- nuk i kam shkel të drejtat autoriale.

Prishtine, Nentor 2025

BSc. Vanesa Mjeku
