

Универзитет у Крагујевцу
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА ЧАЧАК



ДИПЛОМСКИ РАД ИЗ ПРЕДМЕТА
АУТОМАТСКЕ ПРОИЗВОДНЕ ЛИНИЈЕ

АПЛИКАЦИЈА 2Д ДЕЛТА РОБОТА
ПРИМЕНОМ ПЛК-А *SIEMENS 1511T* И
СЕРВО ДРАЈВЕРА *SINAMICS V90*

Ментор

Др Срећко Ђурчић

Кандидат

Богдан Гајић 171/2013

У Чачку, 2019. године

Захваљујем се лаборанту Немањи Лазовићу, асистенту Војиславу Вујчићу као и професору Срећку Ђурчићу који су ми помогли приликом израде дипломског рада. Највећу захвалност дuguјем асистенту Милошу Божићу који ми је корисним саветима највише помогао приликом израде дипломског рада.

САДРЖАЈ

1. УВОД.....	3
2. ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ	4
2.1 КИНЕМАТИЧКИ ЛАНАЦ	4
2.2 ПАРАЛЕЛНИ МАНИПУЛАТОРИ.....	7
3. ОПИС КОМПОНЕНТИ ПОСТАВКЕ.....	16
3.1 ИЗГЛЕД <i>SIEMENS</i>-ОВЕ СЕРВО ПОСТАВКЕ	16
3.2 ОПЕРАТОР ПАНЕЛ.....	17
3.3 МОДУЛ ЗА НАПАЈАЊЕ	19
3.4 ПРОГРАМАБИЛНИ ЛОГИЧКИ КОНТРОЛЕР	20
3.5 СЕРВО ДРАЈВЕРИ	21
3.6 СЕРВО МОТОРИ.....	22
4. ОПИС МЕХАНИКЕ.....	24
5. ИЗРАДА АПЛИКАЦИЈЕ.....	27
5.1 СОФТВЕРСКИ ПАКЕТ <i>V-ASSISTANT</i>.....	27
5.2 СОФТВЕРСКИ ПАКЕТ <i>TIA PORTAL</i>.....	32
5.2.1 ПОДЕШАВАЊЕ ВЕРЗИЈЕ <i>FIRMWARE</i>-а	32
5.2.2 КРЕИРАЊЕ ПРОЈЕКТА И ПОВЕЗИВАЊЕ ХАРДВЕРА	36
5.2.3 КРЕИРАЊЕ ТЕХНОЛОШКИХ ОБЈЕКАТА	44
5.2.4 ПРОГРАМСКИ БЛОКОВИ	55
5.2.5 ИЗРАДА АПЛИКАЦИЈЕ ЗА ОПЕРАТОР ПАНЕЛ	75
6. ЗАКЉУЧАК	83
7. ЛИТЕРАТУРА	84

1. УВОД

У овом дипломском раду описаны су савремени елементи индустријске аутоматизације кроз пример двоосног делта робота.

Значај оваквих система јавља се код апликација које захтевају брза, прецизна и репетативна кретања, што је чест случај у процесима паковања и сортирања.

Како је коришћена серво поставка детаљно описана кроз дипломске радове Милоша Срејића [1] и Игора Јоксимовића [2] у овом раду ће се укратко дати опис компоненти и већим делом ће се бавити неопходним корацима за реализацију пројекта. Намена овог рада је да будући студенти своја теоријска знања која стичу из предмета „Аутоматизовани технолошки системи“ практично примене у лабораторијским условима.

Дипломски рад се састоји из четири целине:

- 1) Теоријске основе
- 2) Опис компоненти поставке
- 3) Опис механике
- 4) Израда апликације

У првом делу **Теоријске основе** описаны су роботски манипулатори, врсте кинематичких ланаца, паралелни роботи, карактеристике таквог дизајна као и њихова имплементација у индустрији.

У другом делу **Опис компоненти поставке** приказан је пано са компонентама, њихове главне карактеристике и шема међусобне везе свих компоненти.

У трећем делу **Опис механике** дат је приказ склопа израђеног у програмском пакету *SOLIDWORKS*, као и опис делова од којих је он сачињен.

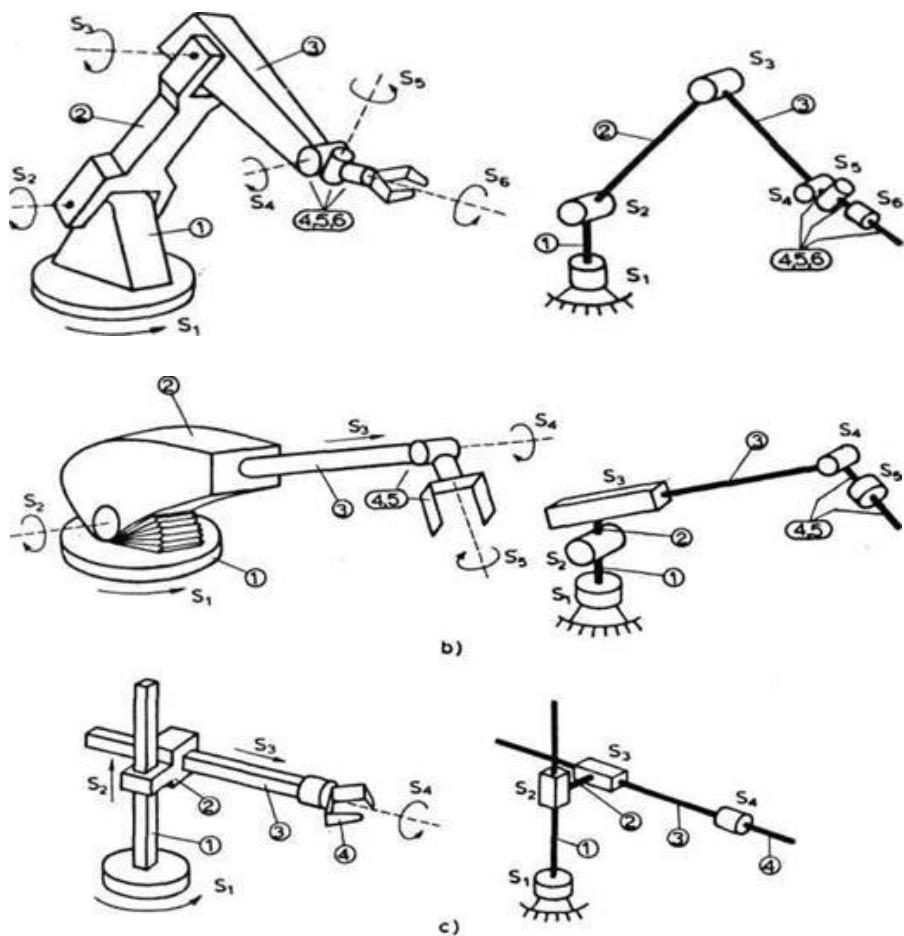
У четвртом делу **Израда апликације** описан је поступак постављања одговарајућих подешавања серво драјвера у програму *V-ASSISTANT* након чега се прелази на израду пројекта, у програму *TIA Portal*, који обухвата апликацију за *PLC* и *HMI* панел.

2. ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ

2.1 КИНЕМАТИЧКИ ЛАНАЦ

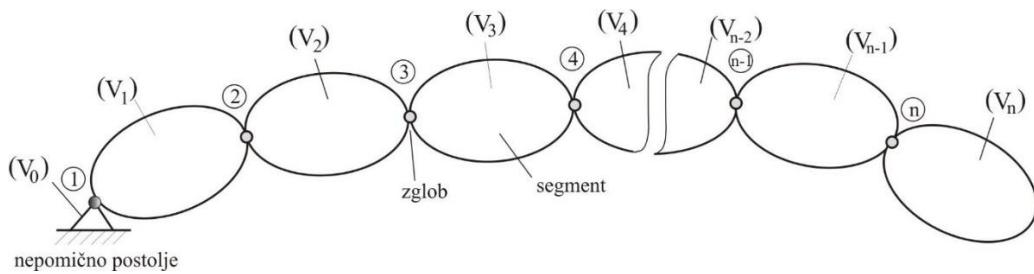
Роботски манипулатори представљају један од најпоузданијих аутоматизованих система и као такви налазе честу примену у аутоматским производним линијама.

Такве системе називамо кинематичким ланцима. Кинематички ланац састоји се од низа сегмената спојених зглобовима, при чему сегментима ланца сматрамо крута тела, док зглобови могу бити ротациони или транслаторни. На следећој слици (Слика 2.1) представљено је неколико манипулационих робота и приказ одговарајућих кинематичких ланаца.

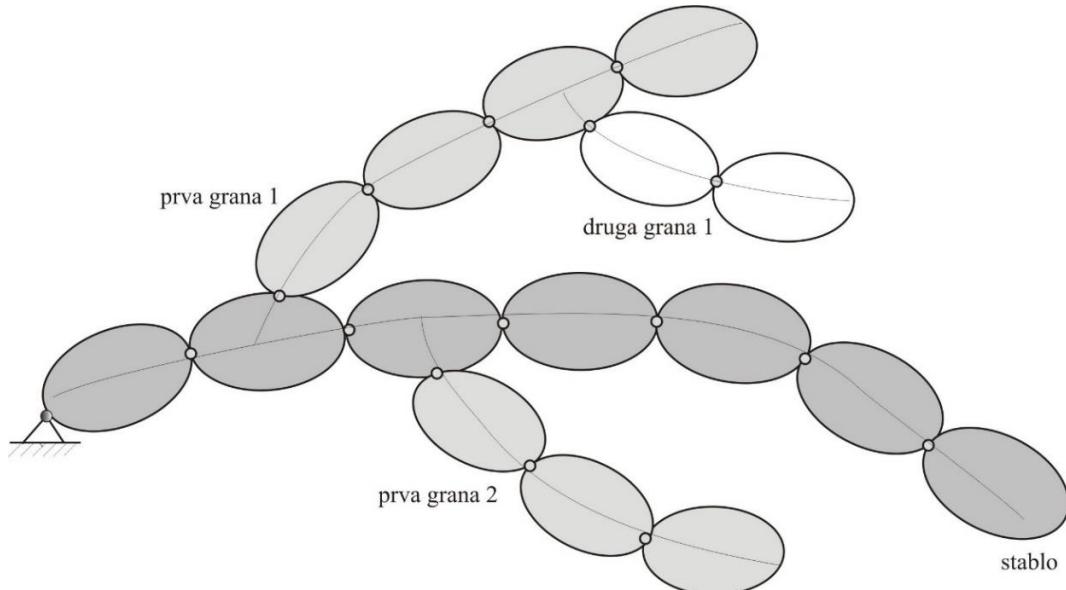


Слика 2.1 Приказ манипулационих робота и кинематичких ланаца

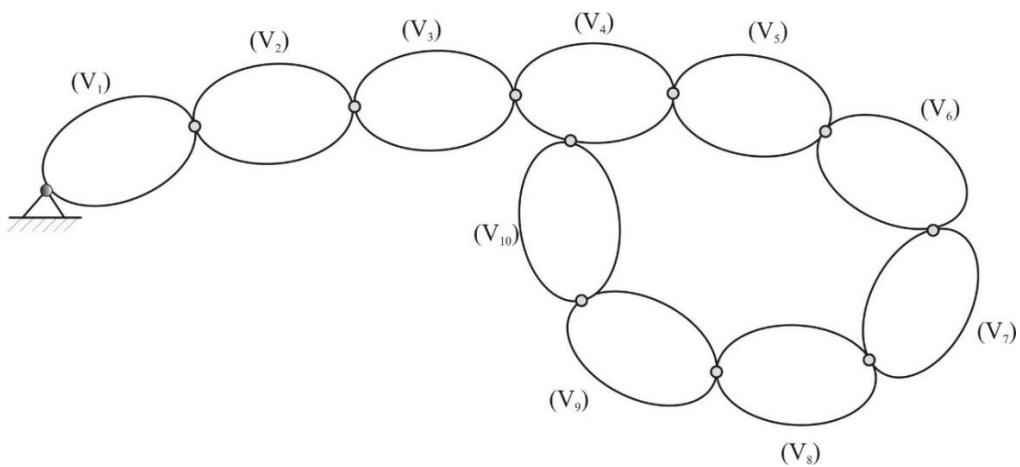
Кинематички ланци могу бити подељени на просте или разгранате и на оне који су отворени или затворени. На следећим сликама (*Слика 2.2, Слика 2.3 и Слика 2.4*) приказане су дате поделе.



Слика 2.2 Отворени кинематички ланац



Слика 2.3 Отворени кинематички ланац са гранањем



Слика 2.4 Затворени кинематички ланац

Прорачун кинематике може се вршити директном или инверзном методом.

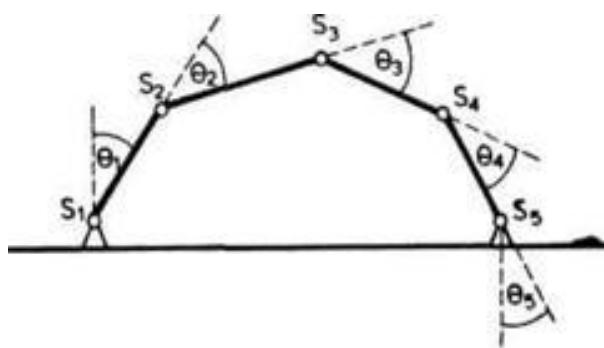
Директна метода значи да се на основу датих параметара о померању актуатора рачуна позиција извршног елемента, док инверзна метода представља рачунање за колико би требало да се изврши померај актуатора на основу дате позиције извршног елемента.

Код серијских манипулатора прорачун директне кинематике је једноставан, а инверзне компликован, док је код паралелних манипулатора обрнуто.

Број степени слободе зглобног кинематичког ланца једнак је броју могућих независних кретања тог ланца, односно једнак је броју независних параметара потребних да би се једнозначно одредио положај целог ланца.

Ако је у питању отворени кинематички ланац, тада је за дефинисање положаја потребно знати померања у свим зглобовима ланца, дакле за који угао је обрнут сваки ротациони зглоб, односно колики је померај у сваком транслаторном зглобу. Код таквих ланца зглобови су међусобно независни и померања у зглобовима могу бити произвољна.

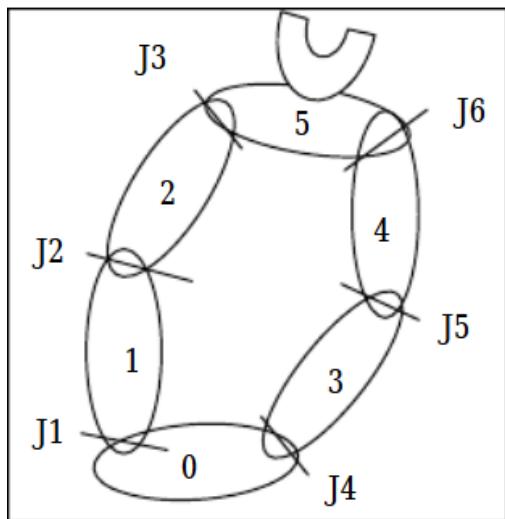
Код затворених ланца број степени слободе није једнак броју зглобова. Ако посматрамо механизам са слике (*Слика 2.5*) можемо приметити да овај затворени ланац иако има пет зглобова, сваки са по једним ротационим степеном слободе, има два степена слободе јер је за одређивање положаја овог ланца потребно знати два параметра, углове зглобова актуатора (Θ_1 и Θ_5).



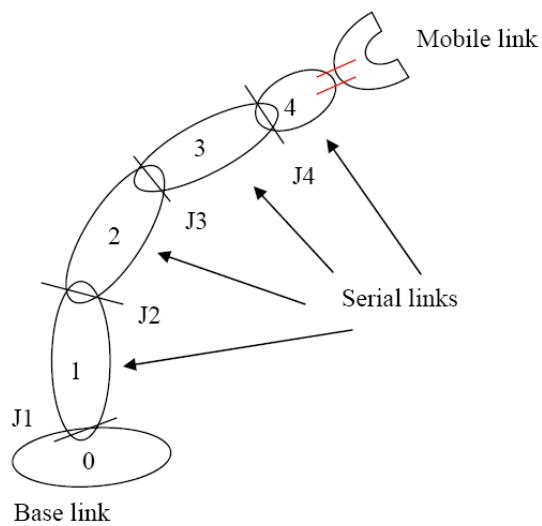
Слика 2.5 Затворени кинематички ланац

2.2 ПАРАЛЕЛНИ МАНИПУЛАТОРИ

Паралелни манипулатор дефинише се као затворени кинематички ланац чији је извршни елемент повезан са базном кариком путем неколико независних кинематичких ланаца. Структура таквог робота дата је на слици (Слика 2.6), где карика 0 одговара бази односно основи робота, а карика 5 платформи извршног елемента.



Слика 2.6 Структура паралелног манипулатора



Слика 2.7 Структура серијског манипулатора

Паралелна структура има своје предности и мане у односу на конвенционалне серијске манипулаторе.

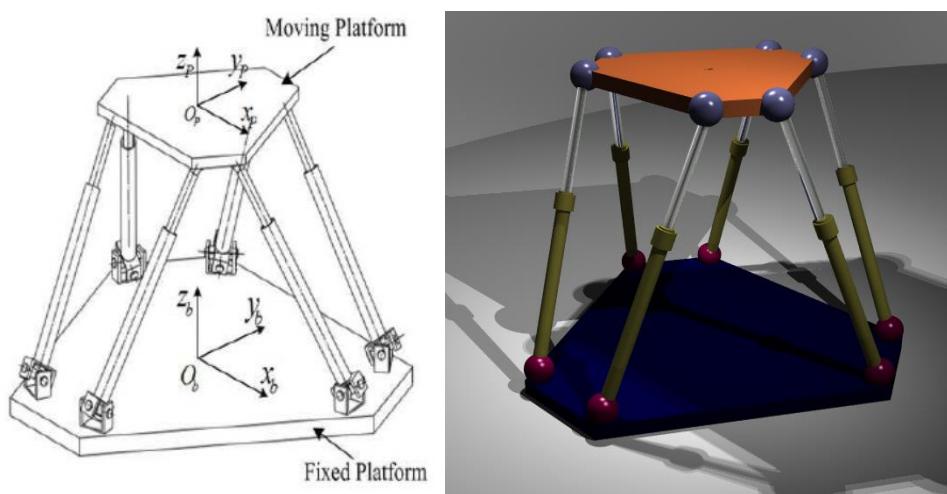
Међу предностима можемо сврстати могућност подизања већег терета услед тога што се силе разлађу на паралелне карике ланца које су фиксиране за базу; добар одзив система услед мале инерције, јер се актуатори налазе на фиксираној базној подлози; код паралелних манипулатора са мање од 6 степени слободе користе се крући и лакши материјали за израду карика, тиме се додатно смањује инерција и побољшава однос чврстоће/масе.

Највећа мана паралелних манипулатора јавља се у виду мањег радног простора услед веза између карика и њихових физичких ограничења као и распона дејства актуатора; такође, серијски манипулатори су способнији за извођење спретнијих покрета.

Препознајемо два дизајна паралелних робота:

- 1) Гаф-Стјуартова платформа
- 2) Делта робот

Гаф-Стјуартова платформа је врста паралелног манипулатора који се састоји од шест транслаторних актуатора повезаних у три групе на покретној плочи која представља извршни елемент. Тиме се омогућава кретање извршног елемента у шест степени слободе. На следећој слици (*Слика 2.8*) дат је приказ такве платформе.



Слика 2.8 Гаф-Стјуартова платформа

Овакве платформе нашле су разне практичне примене. На сликама (*Слика 2.9, Слика 2.10, Слика 2.11*) респективно су приказане употребе оваквих платформи коришћених за симулацију летења, позиционирање радара као и платформу која обавља прецизне хируршке операције.



Слика 2.9 Гаф-Стјуартова платформа коришћена као симулатор летења

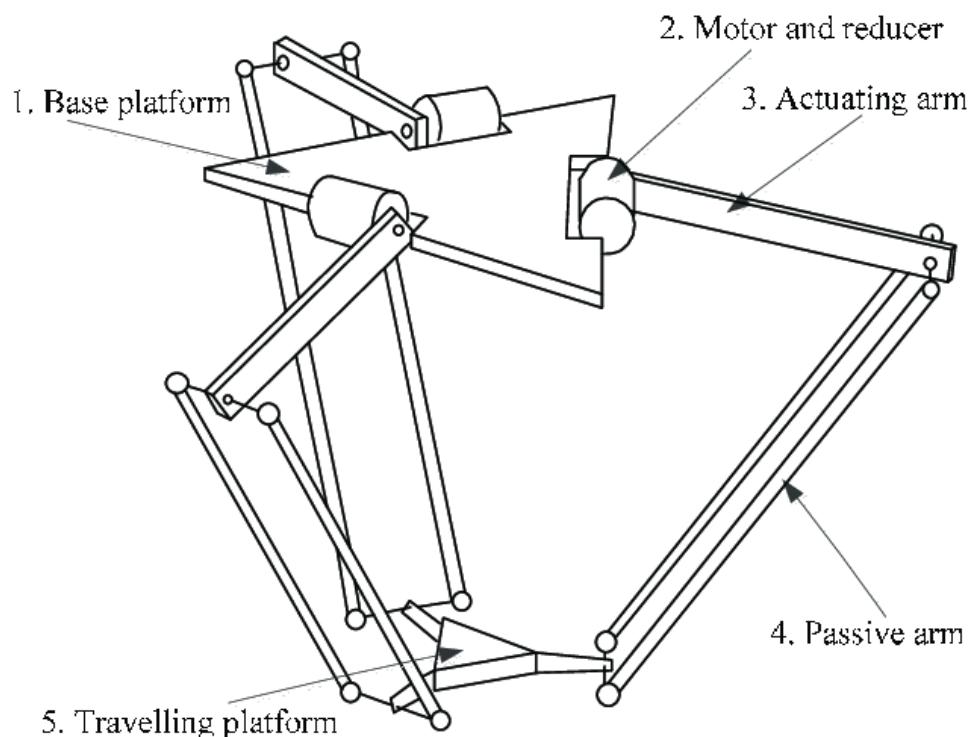


Слика 2.10 Гаф-Стјуартова платформа коришћена за позиционирање радара



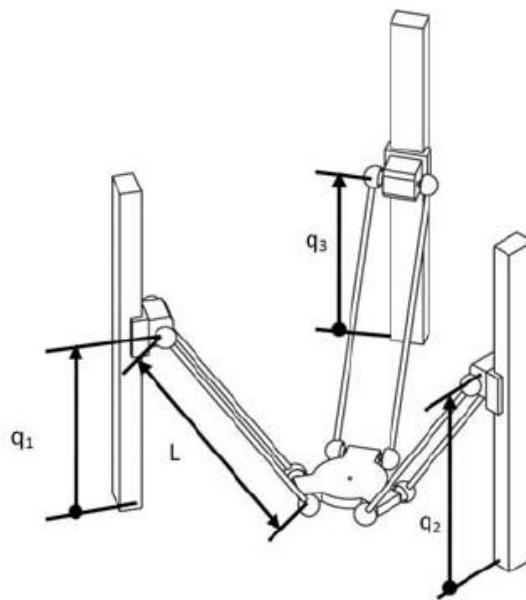
Слика 2.11 Гаф-Стјуартова платформа коришћена за прецизну хирургију

Делта робот је врста паралелног манипулатора који се састоји од три руке које су на једном крају причвршћене за базну платформу а на другом крају причвршћене за покретну платформу на којој се налази извршни елемент. На базној платформи налазе се актуатори, по један за сваку руку, а руке се сastoјe из два дела, дела који је актуиран и дела који је пасиван. Овакав систем дат је на слици (Слика 2.12). Делта робот има три степена слободе, али у зависности од тога шта се користи као извршни елемент, може имати и четврти степен слободе који представља оријентацију алата. Најчешћа инсталација оваквих система је са рукама у висећем положају.



Слика 2.12 Приказ делта робота са ротационим актуаторима

Постоје и делта роботи код којих се користе линеарни актуатори. Изглед таквог робота приказан је на слици (*Слика 2.13*).



Слика 2.13 Приказ делта робота са линеарним актуаторима

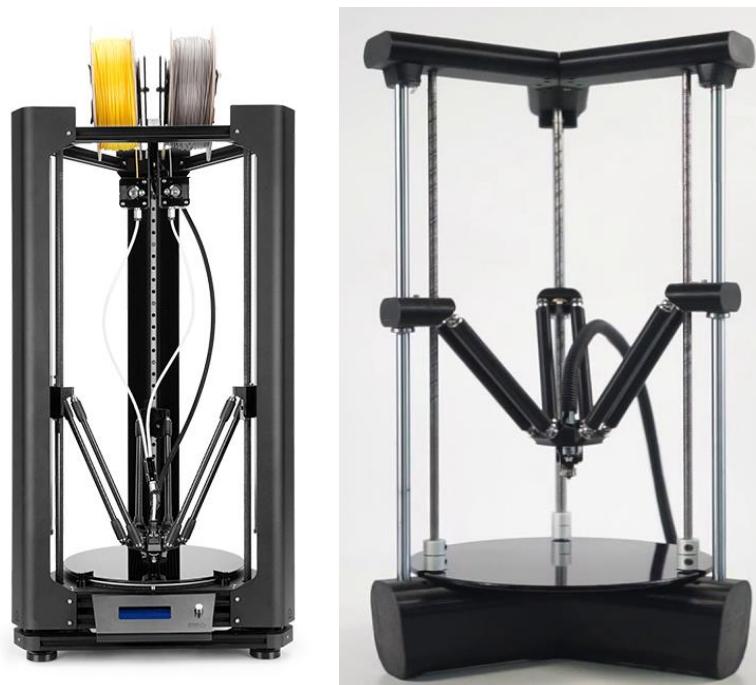
Делта роботи настали су као одговор инжењера на потребе индустрије за брзим, прецизним и репетативним операцијама малог оптерећења. Због таквих карактеристика постали су незаобилазан део аутоматизованих система који се баве паковањем, сортирањем и сличним операцијама. Погодни су за рад са ситним електронским компонентама, као и са лековима и храном, тако да су своје место пронашли у више водећих индустрија. Осим за паковање и сортирање, овакви роботи се користе и у медицини као и у свету 3Д штампача. На следећим сликама (*Слика 2.14*, *Слика 2.15*, *Слика 2.16*) дат је изглед таквог робота као и разни прикази имплементације.



Слика 2.14 Делта робот „FlexPicker“ фирме „ABB“

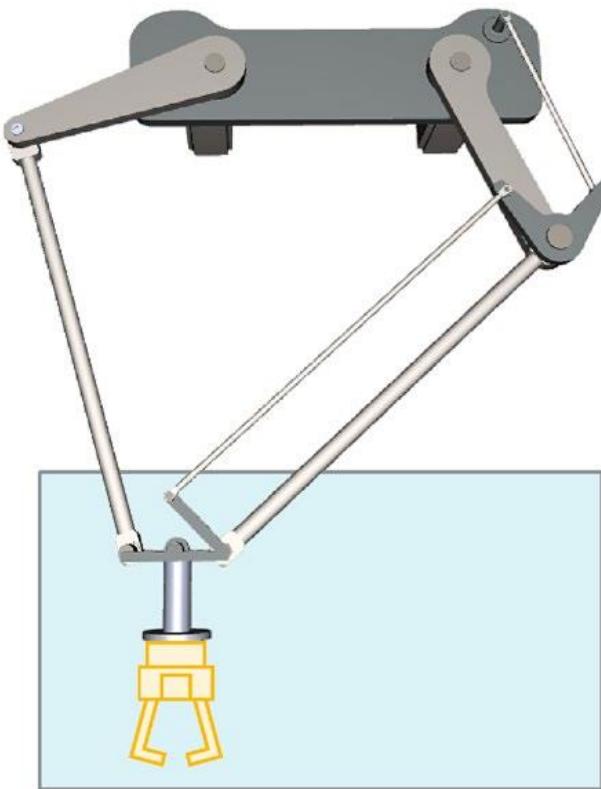


Слика 2.15 Аутоматизована линија са четири делта робота фирме „Cama Group“



Слика 2.16 3Д штампач базиран на делта роботу са линеарним актуаторима фирмe „Atom“

Како се овај рад бави проблематиком 2Д делта робота, такав систем биће приказан следећом сликом (Слика 2.17).



Слика 2.17 Модел 2Д делта робота са означеном типичном радном зоном [8]

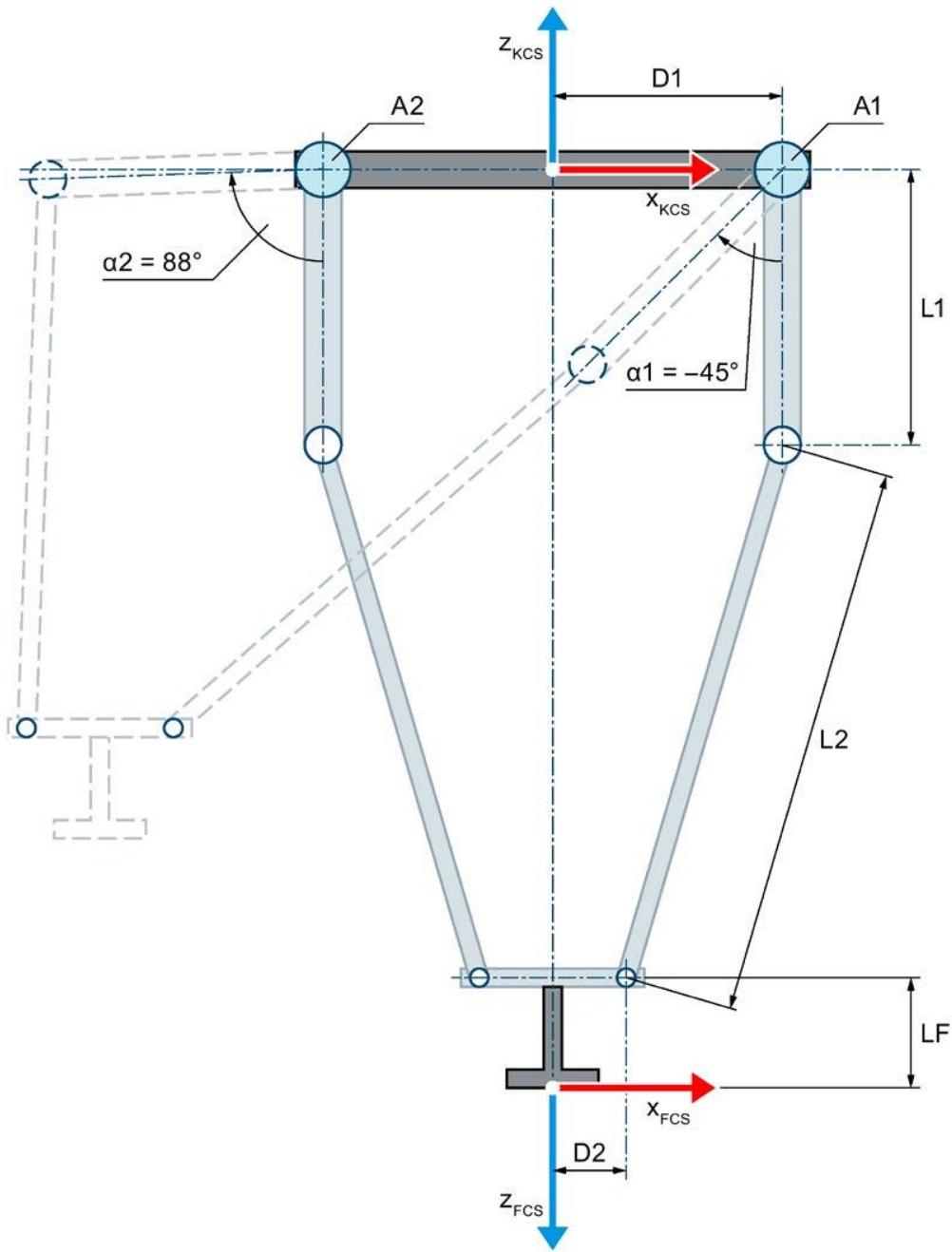
Као што се може видети са слике, оваква конфигурација омогућава кретање извршног елемента по две осе и тиме има два степена слободе, наравно трећи степен слободе је могуће остварити управљањем оријентацијом алата.

На следећој слици (Слика 2.18) дат је графички приказ предњег погледа таквог склопа заједно са означеним битним параметрима и координатним системима.

Kinematics Coordinate System - кинематички координатни систем, чији координатни почетак представља нулту тачку кинематике (*Kinematics Zero Point*). На основу те тачке се дефинишу сви геометријски параметри објекта кинематике.

Flange Coordinate System - координатни систем алата чија z оса увек показује у негативном смеру z осе кинематичког координатног система.

Нулти положај кинематике означен је бојом  , док је померај кинематичког система за дате углове α_1 и α_2 означен испрекидано  . A1 и A2 представљају ротационе осе актуатора.



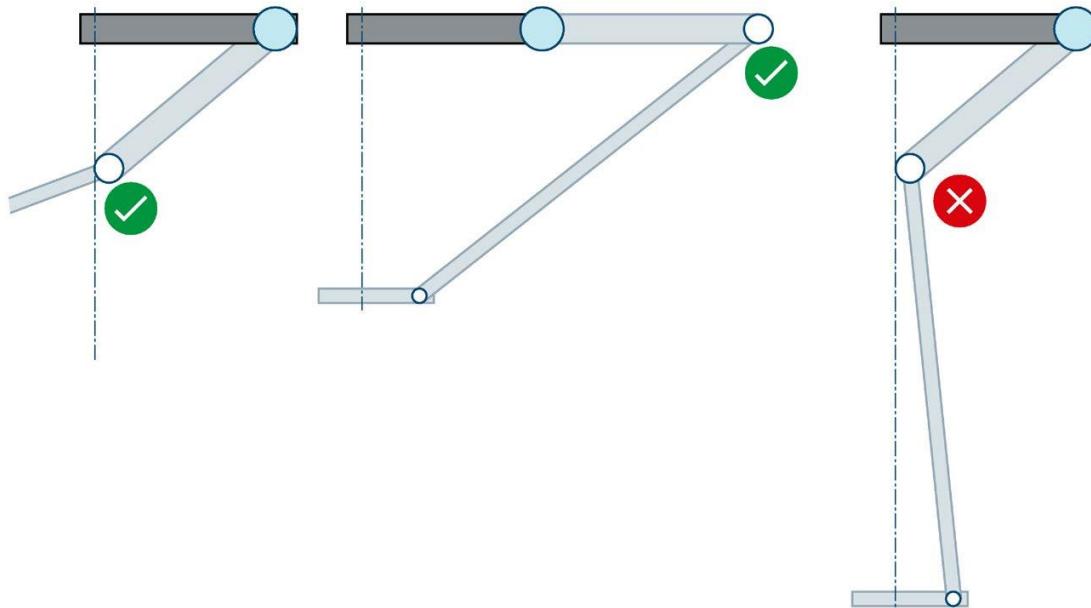
Слика 2.18 Графички приказ 2Д делта робота са означеним битним параметрима [8]

Геометријске величине:

- D1 означава растојање од центра осе A1 до центра базне платформе (радијус базне платформе)
- D2 означава растојање од укљештења доњег дела руке до центра покретне платформе (радијус покретне платформе)
- L1 означава дужину горњег дела руке
- L2 означава дужину доњег дела руке
- LF означава растојање почетка координатног система алата од покретне платформе изражене у z оси кинематичког координатног система
- D1, D2, L1 и L2 идентични су за обе руке робота

У нултој позицији оса A1 и A2, горњи делови руку показују у негативном смеру z осе кинематичког координатног система.

На следећој слици (*Слика 2.19*) приказани су дозвољени и недозвољени положаји зглобова.

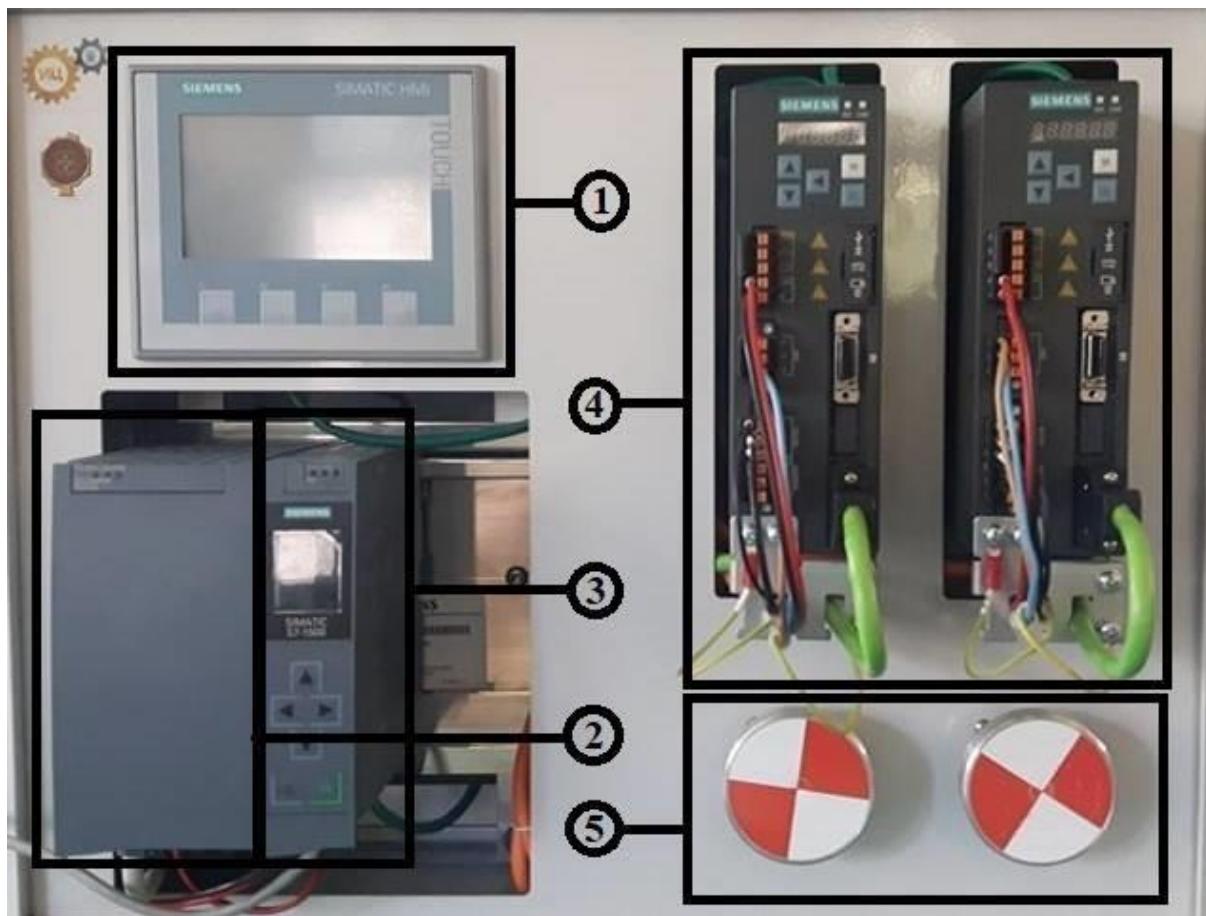


Слика 2.19 Графички приказ дозвољених положаја зглобова 2Д делта робота [8]

3. ОПИС КОМПОНЕНТИ ПОСТАВКЕ

3.1 ИЗГЛЕД SIEMENS-ОВЕ СЕРВО ПОСТАВКЕ

На следећој слици (Слика 3.1) дат је изглед Siemens-ове серво поставке са означеним компонентама.



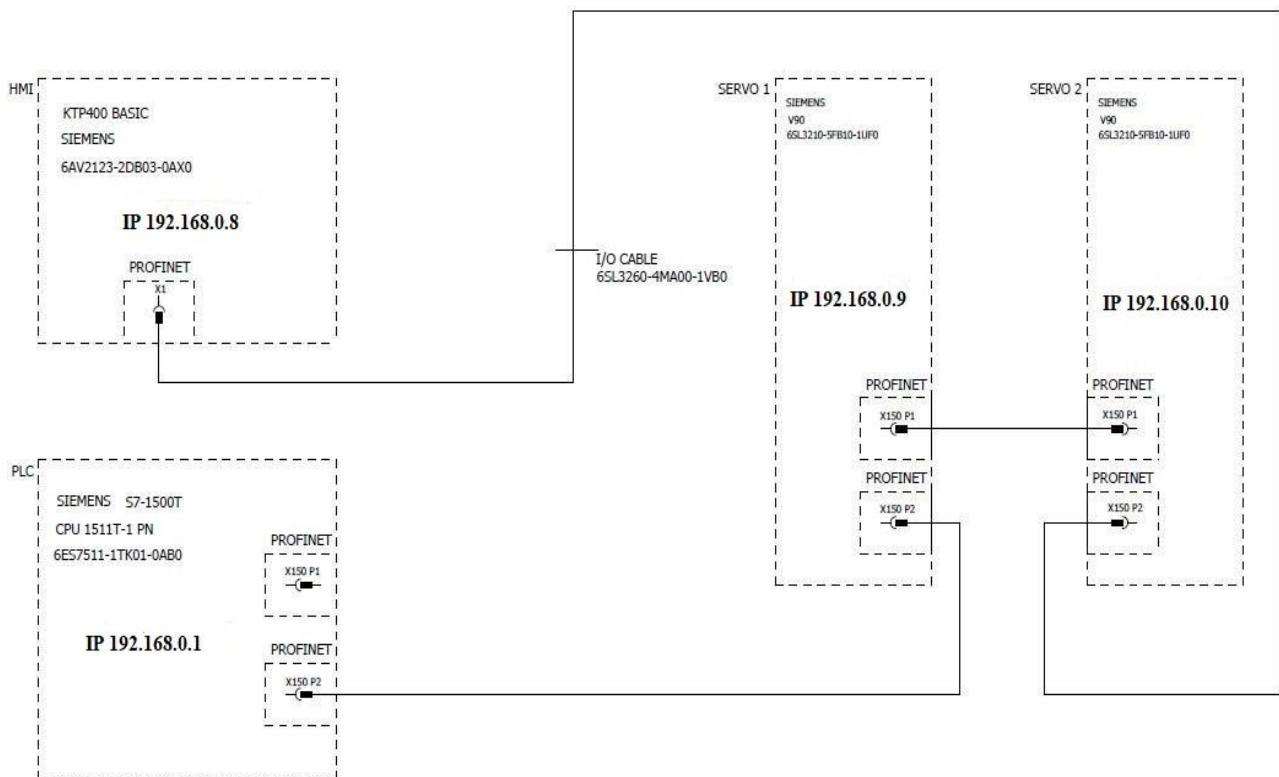
Слика 3.1 Изглед серво поставке

Коришћене компоненте на Siemens-овој серво поставци су:

- 1) Оператор панел (*SIMATIC HMI- KTP400 BASIC / [6AV2123-2DB03-0AX0](#)*)
- 2) Модул за напајање (*PM 190W 120/230 VAC / [6EP1333-4BA00](#)*)
- 3) Програмабилни логички контролер (*SIMATIC S7-1500T / CPU 1511T-1 PN, [6ES7511-1TK01-0AB0](#)*)
- 4) Серво драјвери (*SINAMICS V90 PN / [6SL3210-5FB10-1UF0](#)*)

5) Серво мотори (*SIMOTICS S-1FL6 / [IFL6022-2AF21-1AA1](#)*)

На следећој слици (*Слика 3.2*) дата је блок шема повезивања *PROFINET* комуникације компоненти. Битно је испоштовати ову шему приликом повезивања топологије у софтверу *TIA Portal* јер у супротном програм неће радити.



Слика 3.2 Приказ повезивања *PROFINET* комуникације

3.2 ОПЕРАТОР ПАНЕЛ

На пано је уграђен оператор панел, са екраном осетљивим на додир, производића Siemens, типа *SIMATIC HMI-KTP400 BASIC* ознаке: *6AV2123- 2DB03-0AX0*, чији је приказ дат на слици (*Слика 3.3*).



Слика 3.3 Приказ уградјеног оператор панела [3]

Неке од битнијих техничких карактеристика оператор панела дате су у следећој табели (*Табела 3.1*).

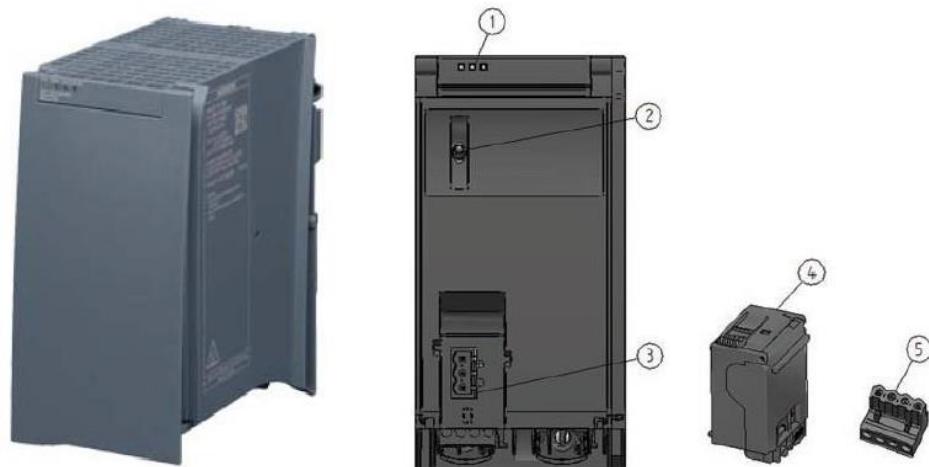
Табела 3.1 Техничке карактеристике оператор панела

Називни напон напајања	24 V DC
Дозвољено одступање напона доња- горња граница	19,2 V DC – 28,8 V DC
Дијагонала екрана	4.3"
Резолуција екрана	480x272 пиксела
Поседовање флеш меморије	Да
Поседовање RAM меморије	Да
Доступна меморија за корисничке податке	10 MB
Број индустриских Ethernet интерфејса	1
Број USB интерфејса	1
PROFINET протокол	Да
Радна температура доња – горња граница	-20 °C - 60 °C
Програмирање помоћу софтвера TIA Portal	Да

Више о коришћеном оператор панелу може се прочитати у његовом документу [3].

3.3 МОДУЛ ЗА НАПАЈАЊЕ

На пано је уgraђен модул за напајање произвођача Siemens, типа *PM 190W 120/230 VAC* ознаке: *6EP1333-4BA00*. Приказ таквог модула дат је на слици (*Слика 3.4*).



Слика 3.4 Приказ уgraђеног модула за напајање [4]

- 1) Лед диоде, показују стање рада и стање дијагностике
- 2) On/off прекидач
- 3) Прикључак напајања преко линијског конектора
- 4) Линијски конектор, добија се приликом испоруке
- 5) Излазни прикључак 24V DC, добија се приликом испоруке

Најбитније техничке карактеристике овог напајања дате су у следећој табели (*Табела 3.2*).

Табела 3.2 Техничке карактеристике модула за напајање

Улазни напон	120/230 V AC, 50/60 HZ
Излазни напон	24 V DC
Излазна струја	8 A
Снага	190 W

Више о коришћеном напајању може се прочитати у његовом документу [4].

3.4 ПРОГРАМАБИЛНИ ЛОГИЧКИ КОНТРОЛЕР

На пано је уgraђен програмабилни логички контролер произвођача *Siemens* који припада фамилији *SIMATIC S7-1500 T*, конкретан тип *CPU 1511T-1 PN*, ознаке: *6ES7511-1TK01-0AB0* који је *PROFINET* комуникацијом повезан са свим осталим компонентама. Изглед коришћеног контролера дат је на слици (*Слика 3.5*).



Слика 3.5 Приказ уgraђеног ПЛК-а [5]

Неке од битнијих техничких карактеристика коришћеног ПЛК-а дате су у табели (*Табела 3.3*).

Табела 3.3 Техничке карактеристике ПЛК-а

Процесор	<i>CPU 1511T-1 PN</i>
Минимална потребна верзија софтвера <i>TIA Portal</i>	<i>V13 SPI Update 4</i>
Поседовање контролног оператор панела	Да
Број интегрисаних контролних дугмади	6
Називни напон напајања	24 V DC
Дозвољено одступање напона доња-горња граница	19,2 V DC – 28,8 V DC
Номинална вредност узлазне струје	0,7 A
Максимална вредност узлазне струје	1,9 A
<i>SIMATIC</i> меморијска картица	Да
Максимална величина меморијске картице	32 GB
Интерна меморија контролера за програм	225KB
Интерна меморија контролера за податке	1MB

<i>PROFINET</i> комуникација	Да
<i>Master/Slave</i> протокол	Да

Детаљније о овој компоненти налази се у дипломском раду [2], као и у његовом документу [5].

3.5 СЕРВО ДРАЈВЕРИ

На серво поставци уgraђена су два серво драјвера произвођача *Siemens*, серије *Sinamics*, типа *V90 PN* (ознака *PN* се односи на то да се комуникација обавља преко *PROFINET* протокола) и ознаке: *6SL3210-5FB10-1UF0*. Приказ таквог драјвера дат је на слици (*Слика 3.6*), а неке техничке карактеристике дате су табелом (*Табела 3.4*).



Слика 3.6 Приказ серво драјвера [6]

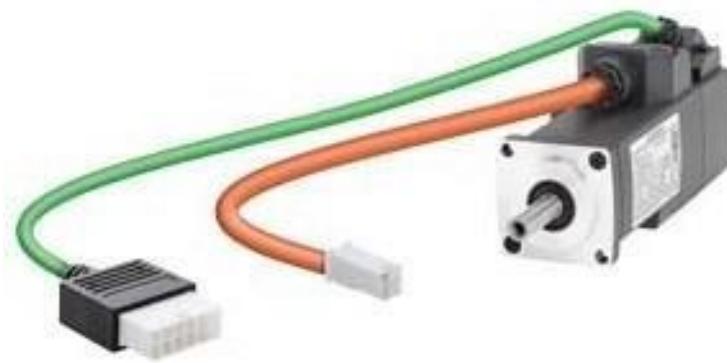
Табела 3.4 Техничке карактеристике серво драјвера

ОСНОВНЕ ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ СЕРВО ДРАЈВЕРА	
Називни напон напајања	24 V DC (-15% до +10%)
Максимална струја (када се користи мотор без кочнице)	1,6 A
Максимална струја (када се користи мотор са кочницом)	3.6 A
Контролни систем	Серво контрола
Динамичка кочница	Уграђена
Заштитне функције	Заштита од грешке уземљења, заштита од кратког споја, заштита од пренапона
Температура амбијента у току рада	0 °C до 45 °C : (без смањења снаге) 45 °C до 55 °C: (са смањењем снаге)
Степен заштите	IP 20
СПЕЦИФИЧНЕ ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ СЕРВО ДРАЈВЕРА	
Називни напон напајања	1/3 фазе 200 V AC до 240 V AC (-15% до +10%)
Фреквенција	50/60 Hz
Називна излазна струја	1,2 A
Максимална излазна струја	3,6 A
Максимална подржана снага мотора	0,1 kW
Излазна фреквенција	0 до 330 Hz

Детаљније о овој компоненти налази се у дипломском раду [1], као и у његовом документу [6].

3.6 СЕРВО МОТОРИ

На серво поставци уграђена су два серво мотора произвођача *Siemens*, типа *SIMOTICS S-1FL6*, чија је ознака: *1FL6022-2AF21-1AA1*. То су мотори са сталним магнетима и малом инерцијом. На вратилу таквог мотора налази се инкрементални енкодер *TTL 2500PPR*. Приказ мотора са енкодером дат је на слици (*Слика 3.7*). Неке од техничких карактеристика коришћених мотора дате су у табели (*Табела 3.5*).



Слика 3.7 Приказ серво мотора са енкодером [7]

Табела 3.5 Техничке карактеристике серво мотора

Номинална брзина обртања	3000 о/мин
Номинална струја	1,2 А
Номинални момент	0,16 Nm
Номинална снага	0,05 kW
Максимална брзина обртања	5000 о/мин
Максимална струја	3,6 А
Максимални момент	0,48 Nm
Момент инерције мотора	0.031 kgm ²
Тип енкодера	Инкрементални екодер резолуције 2500 имп/о
Степен заштите	IP 65
Препоручена амбијентална температура	0...40 °C

Више информација о коришћеним серво моторима може се погледати у документу [7].

4. ОПИС МЕХАНИКЕ

Ради потребе израде физичких делова прототипа на 3Д штампачу, дизајнирани су CAD модели у софтверском пакету *SOLIDWORKS 2016*.

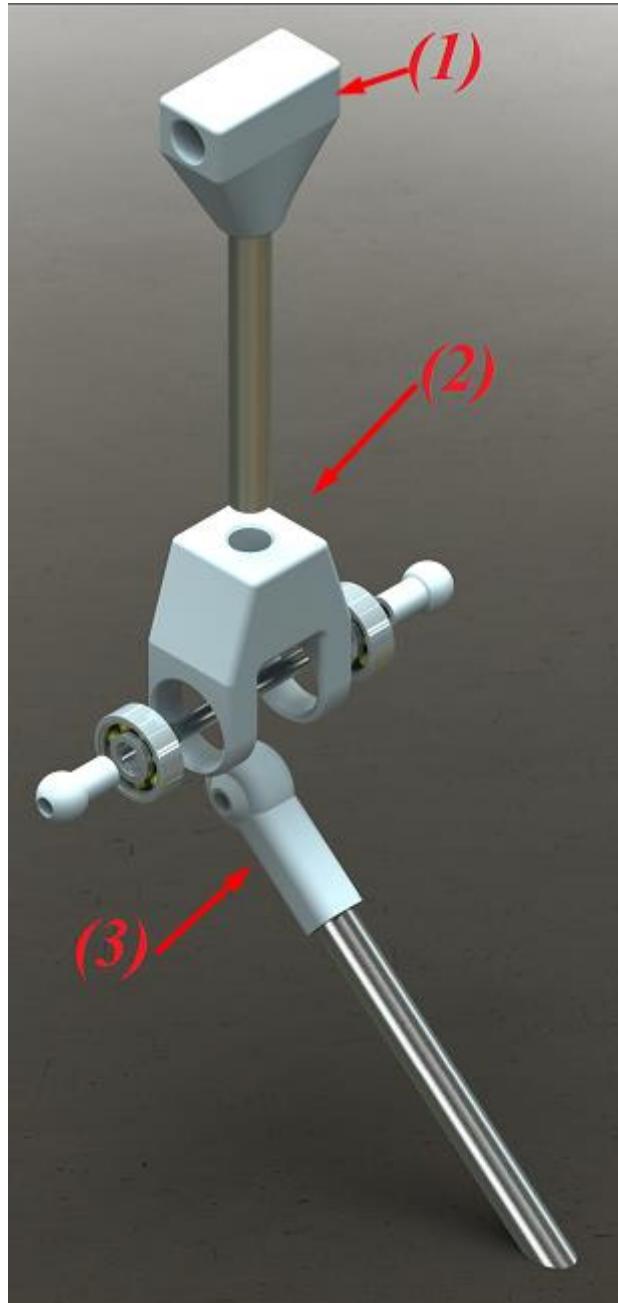
На следећој слици дат је приказ склопа (*Слика 4.1*).



Слика 4.1 Приказ склопа

Склоп се састоји од два подсклопа руке и подсклопа извршног елемента.

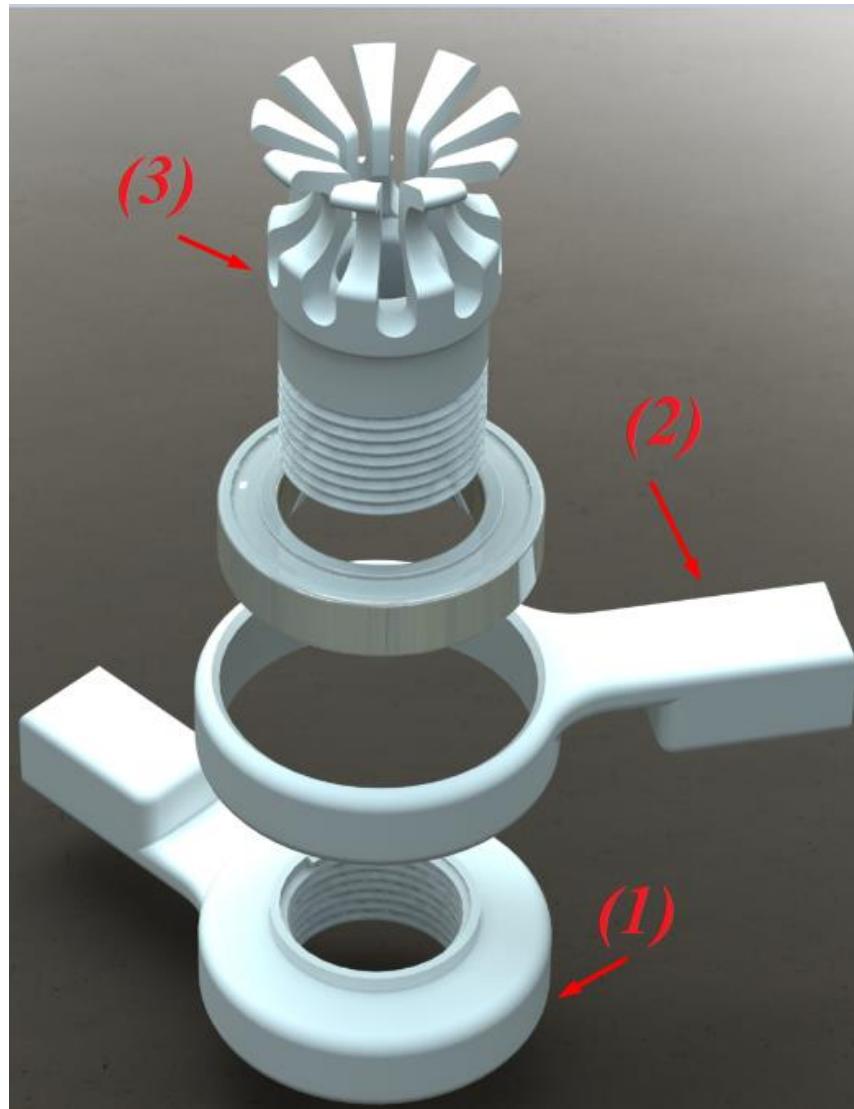
На следећој слици дат приказ подсклопа руке, са описаним деловима од којих је састављен (*Слика 4.2*).



Слика 4.2 Приказ подсклопа руке

Рука је повезана са осовином мотора помоћу конектора (1), који је помоћу алуминијумске цеви повезан са зглобом (2). У оквиру зглоба налазе се два куглична лежаја димензија $8 \times 22 \times 7$ mm (унутрашњи пречник x спољашњи пречник x висина лежаја). Помоћу лежајева кретање се преноси на унутрашњи део зглоба означен са (3).

Извршни елемент састоји се од базног дела (1), спојнице (2), дела који држи алат (у овом примеру тај алат је оловка за писање), као и једног кугличног лежаја димензија 20 x 32 x 7 mm. Изглед подсклопа извршног елемента приказан на слици (Слика 4.3).



Слика 4.3 Приказ подсклопа извршног елемента

У оквиру базног дела налази се рупа пречника који одговара спољашњем пречнику држача оловке, што одговара унутрашњем пречнику кугличног лежаја, док унутрашњи пречник спојнице одговара спољашњем пречнику кугличног лежаја. Када се куглични лежај постави на држач оловке и монтира спојница, навртањем (3) по урезаној путањи навртања у (1) обезбеђује се склапање извршног елемента, који се алуминијумским цевима повезује са рукама робота.

5. ИЗРАДА АПЛИКАЦИЈЕ

5.1 СОФТВЕРСКИ ПАКЕТ V-ASSISTANT

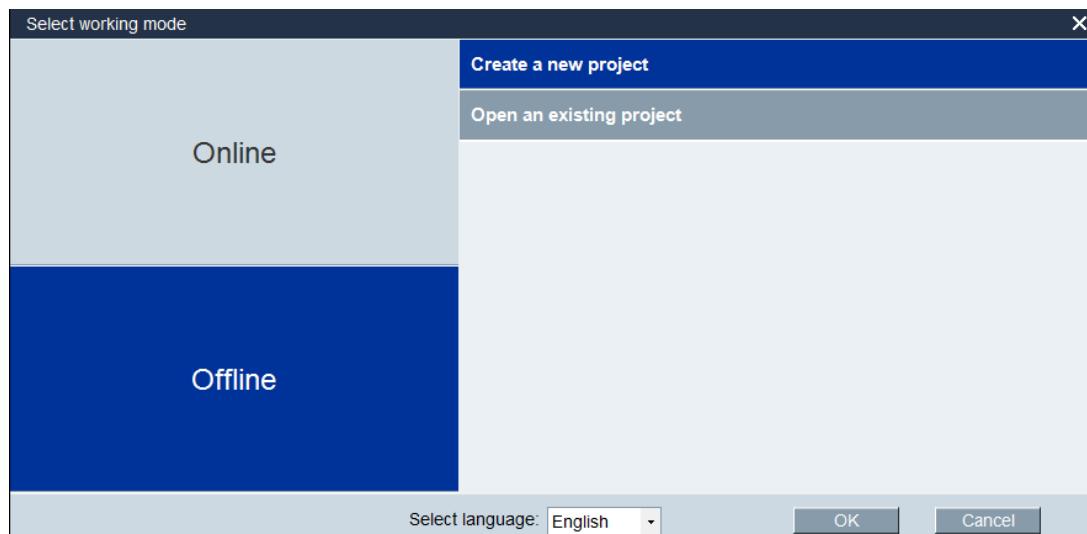
SINAMICS V-ASSISTANT је инжењерски алат дизајниран за дијагностику и брзо пуштање у рад серво драјвера *SINAMICS V90*. Софтвер ради на персоналном рачунару *Windows* оперативном систему и користи графички кориснички интерфејс за интеракцију са корисницима и комуницира са серво драјвером преко *USB-a*. Може се користити за модификовање параметара праћење статуса серво драјвера. [1]

Покретање програмског пакета *V-ASSISTANT* врши се двокликом на иконицу, приказ иконице дат је на слици (*Слика 5.1*).



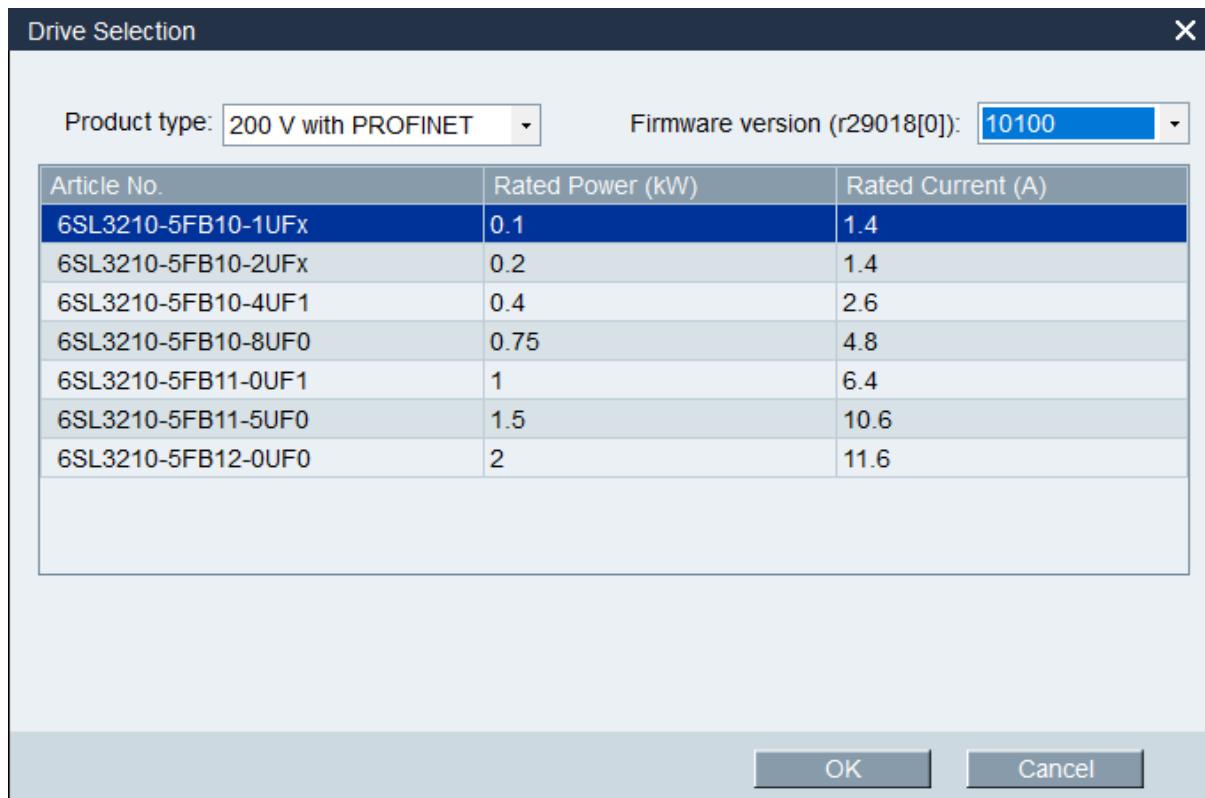
Слика 5.1 Изглед иконице програма

Након покретања програма, добијамо прозор приказан на слици (*Слика 5.2*) у којем можемо изабрати *Online* или *Offline* режим.



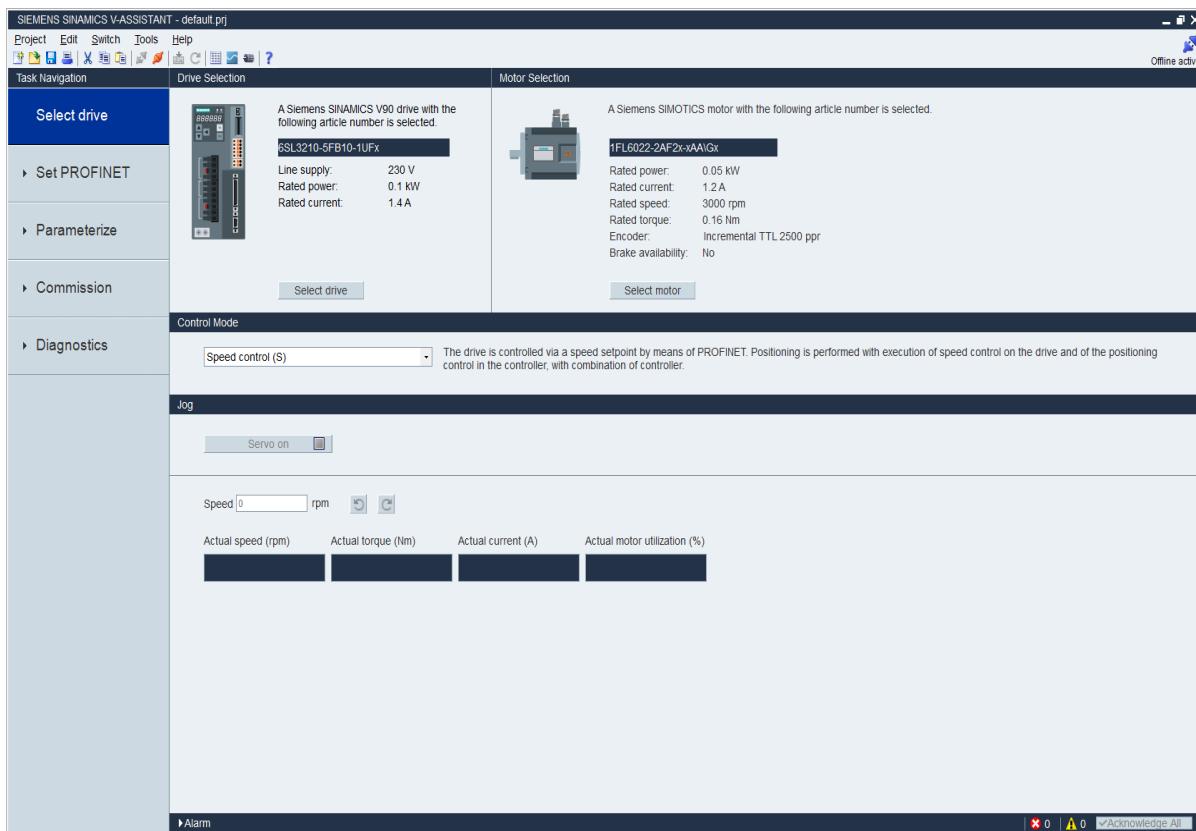
Слика 5.2 Избор режима

Уколико се изабере *Online* режим и ако је драјвер повезан *USB* каблом са рачунаром појавиће се драјвер са својим параметрима, у супротном преласком у *Offline* режим добијамо могућност креирања новог пројекта или отварања већ постојећег пројекта. Кликом на *Create a new project* и потврдом на *OK* прелазимо у следећи прозор у коме се врши избор серво драјва. Конкретно за овај пример бира се драјвер као на слици са одговарајућом верзијом *firmware-a* (*Слика 5.3*).



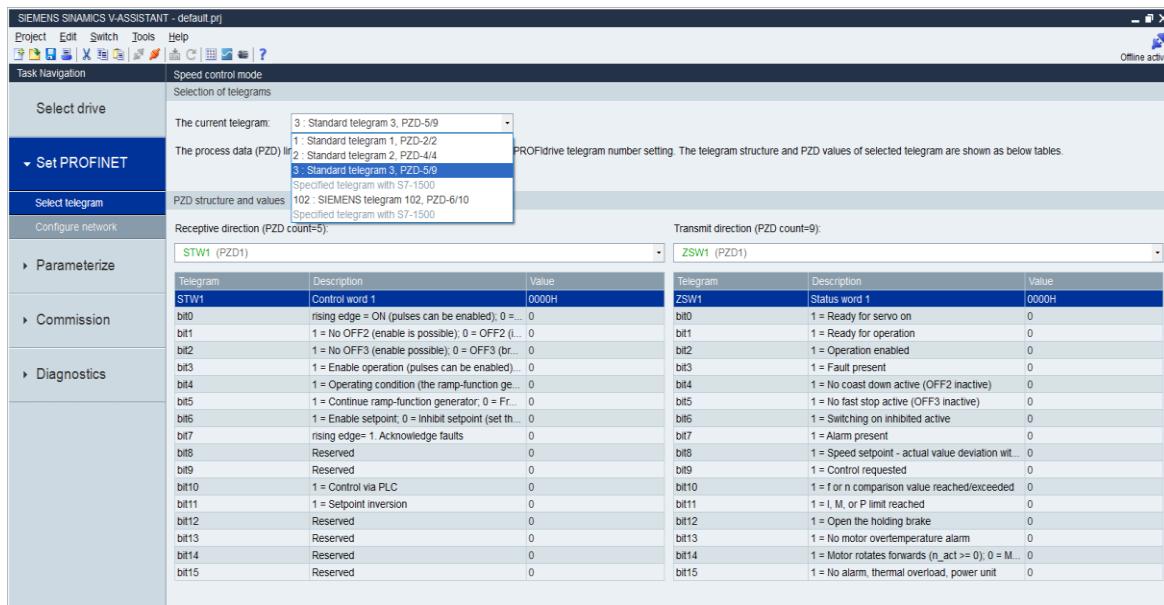
Слика 5.3 Избор драјвера и верзије фирмвера

Када се одабере одговарајући драјвер, прелазимо у прозор као на слици (*Слика 5.4*).



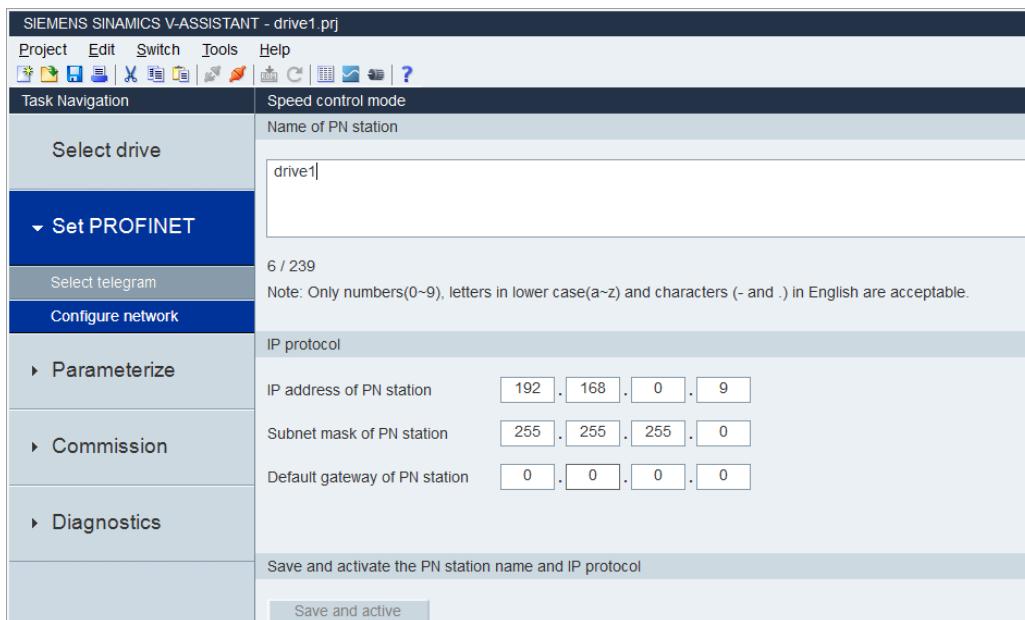
Слика 5.4 Изглед прозора

Преласком на картицу *Set PROFINET – Select telegram* која се налази у менију са леве стране, добијамо приказ прозора дат на слици (Слика 5.5). У оквиру овог прозора постављамо жељени телеграм, конкретно за наш случај бирајмо стандардни телеграм 3.

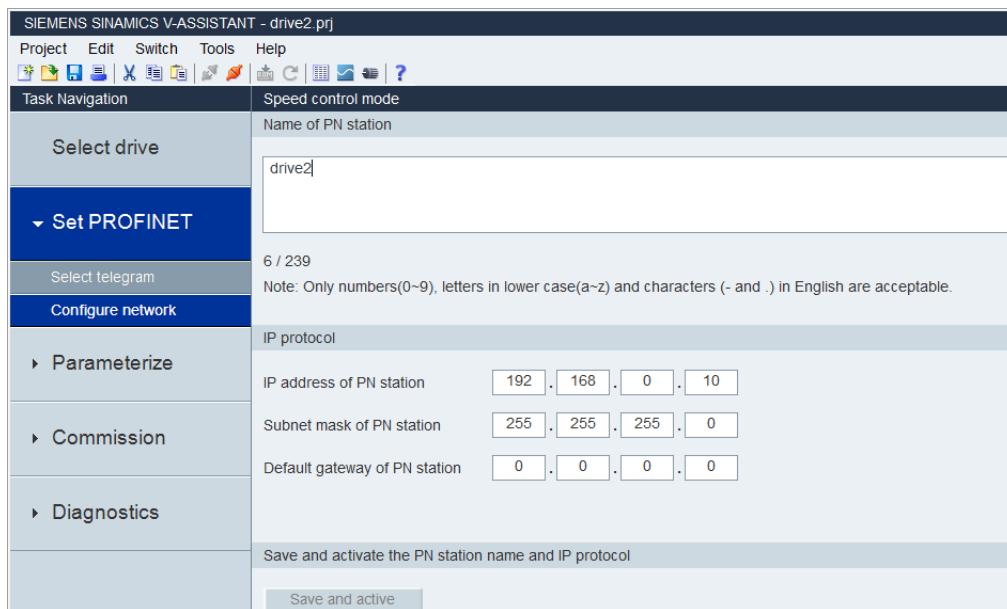


Слика 5.5 Одабир жељеног телеграма

Након одабира телеграма, потребно је прећи у картицу *Set PROFINET – Configure network*. У оквиру те картице подешава се име драјвера на *PN* мрежи као и његова IP адреса. Изглед прозора са уписаним подацима који одговарају драјверу 1 приказан је на слици (*Слика 5.6*), а за драјвер 2 на слици (*Слика 5.7*).



Слика 5.6 Подешавање мрежских параметара драјвера 1

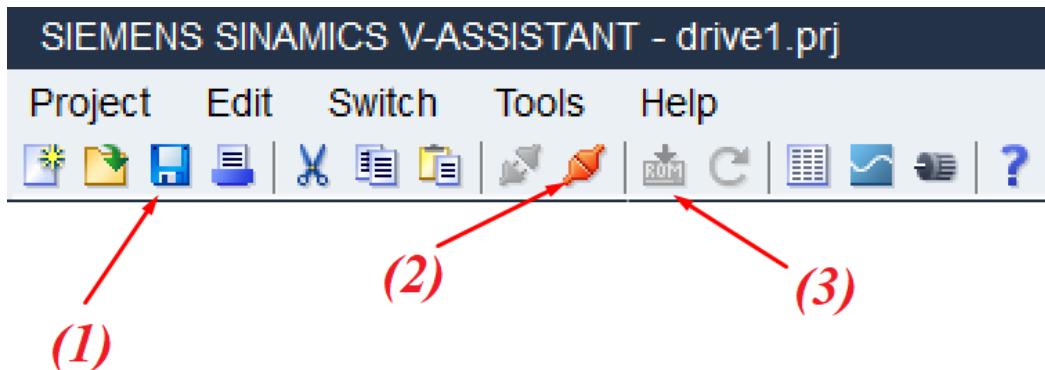


Слика 5.6 Подешавање мрежских параметара драјвера 2

Све што је након овога остало да се одради, јесте да се сачува пројекат (1), потом да се омогући комуникација драјвера и рачунара серијском везом, након чега се опцијом *Go online* (2) успоставља комуникација са уређајем у софтверу. Кликом на *Save and active* дугме можемо сачувати подешавања за дати драјвер, након чега је

потребно уписати податке и у *ROM* меморију (3), како се подешавања драјвера не би изгубила при ресетовању уређаја.

На следећим slikama приказан је *toolbar* са описаним функцијама као и приказ успешно учитаних параметара драјвера 1 и драјвера 2, респективно. (*Слика 5.7, Слика 5.8*).



Слика 5.7 Изглед главног *toolbar-a* у којем се налазе поменуте функције

Active name of PN station	Active name of PN station
drivexb14fe3	drivexb24ea3
Active IP protocol	Active IP protocol
IP address of PN station	192 . 168 . 0 . 9
Subnet mask of PN station	255 . 255 . 255 . 0
Default gateway of PN station	192 . 168 . 0 . 9
MAC address of PN station	00 - 1C - 06 - 3A - A6 - F7
IP address of PN station	192 . 168 . 0 . 10
Subnet mask of PN station	255 . 255 . 255 . 0
Default gateway of PN station	192 . 168 . 0 . 10
MAC address of PN station	00 - 1C - 06 - 3A - A7 - 78

Слика 5.8 Изглед успешно учитаних параметара

Поновити поступак и за драјвер 2. Након потврде о успешном упису података једног и другог драјвера завршена су потребна подешавања у програмском пакету *V-ASSISTANT*.

Овде нису наведене остале могућности софтверског пакета како су оне детаљно описане у дипломском раду [1].

5.2 СОФТВЕРСКИ ПАКЕТ *TIA PORTAL*

Потпуно интегрисани портал за аутоматизацију (*Totally Integrated Automation Portal – TIA Portal*), је софтвер компаније *Siemens* у оквиру ког су интегрисане све функције за реализацију најзахтевнијих апликација, од дигиталног планирања па све до пуштања у рад потпуно аутоматизованих фабрика. [2]

TIA Portal пружа подршку у планирању и пуштању у рад апликација контроле кретања (*Motion Control*).

У овом делу биће описано шта је све потребно да се уради како би се реализовала апликација 2Д делта робота, тако да неће бити описа функција софтвера које се не користе. Детаљније о софтверском пакету *TIA Portal* као и претходно реализованим апликацијама може се погледати у дипломским радовима [1] [2].

Циљ ове апликације је да се направи кинематички објекат са реалним димензијама механике по софтверски дефинисаном технолошком објекту кинематике *Delta picker 2D* (*Слика 2.17, Слика 2.18*), као и да се обезбеди контрола рада таквог робота са адекватним опцијама на оператор панелу. Поменути технолошки објекат налази се у библиотеци унапред дефинисаних објеката кинематике од стране *Siemens*-а и о њима као и о могућим функцијама кинематике детаљно се може се прочитати у упутству [8].

Креирање таквих објеката подржано је серијом *S7-1500 T CPU* контролера, али је могуће тек од 2.5 верзије *firmware*-а.

5.2.1 ПОДЕШАВАЊЕ ВЕРЗИЈЕ *FIRMWARE*-а

Како је на коришћеном контролеру била инсталirана 2.1 верзија *firmware*-а, потребно је унапредити на минимум верзију 2.5.

Препоручено је да увек буде инсталirана најновија верзија *firmware*-а за дати контролер. Пројекти базирани на *firmware*-у ниже верзије компатабилни су на уређају који поседује вишу верзију *firmware*-а. Такође, увек се може вратити уназад верзија *firmware*-а ако за тим има потребе.

Firmware се налази на званичном [сајту](#) [9]. Пожељно је преузети верзију која садржи унапређење и за *CPU* и за дисплеј.

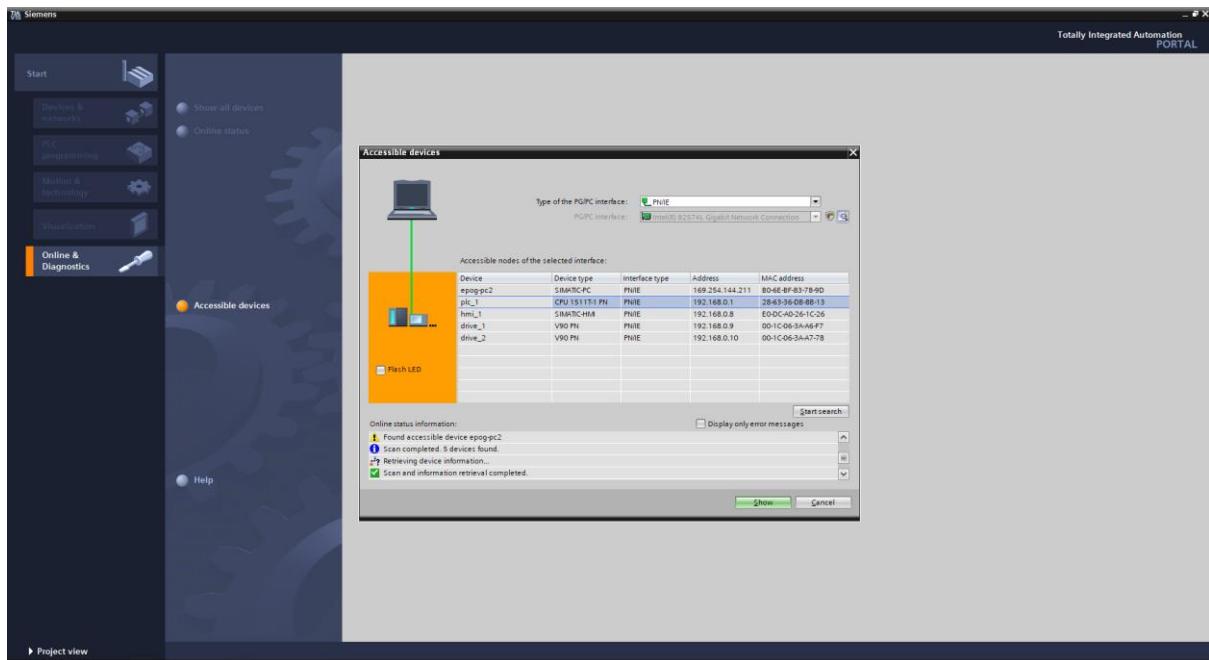
Унапређење верзије *firmware*-а могуће је извршити *Online* помоћу софтвера *TIA Portal* или *Offline* помоћу *SIMATIC* меморијске картице директно у ПЛК-у.

Након преузимања жељене верзије потребно је покренути софтверски пакет *TIA Portal*. Изглед иконице програма дат је на слици (Слика 5.9).



Слика 5.9 Изглед иконице

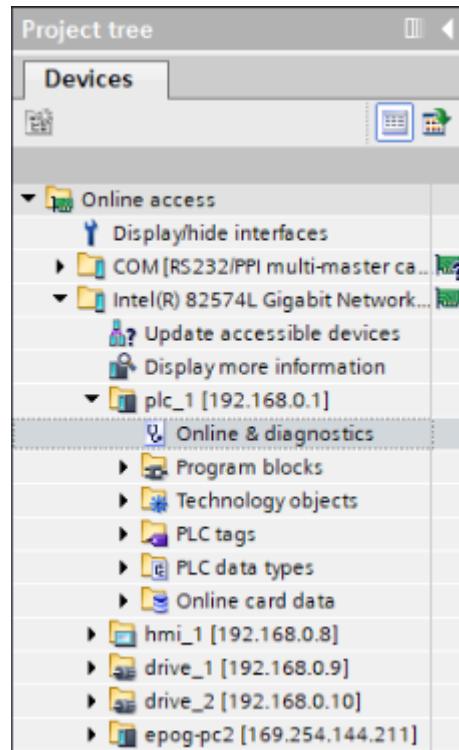
Покретањем програма приказује се *Portal view* прозор у коме преласком на опцију *Online & Diagnostics* → *Accessible devices* добијамо изглед прозора као са слике (Слика 5.10).



Слика 5.10 Portal view

У оквиру тог прозора потребно је обележити *PLC_1* и потврдити тастером *Show*, након чега прелазимо у главни кориснички интерфејс, тј. *Project view*.

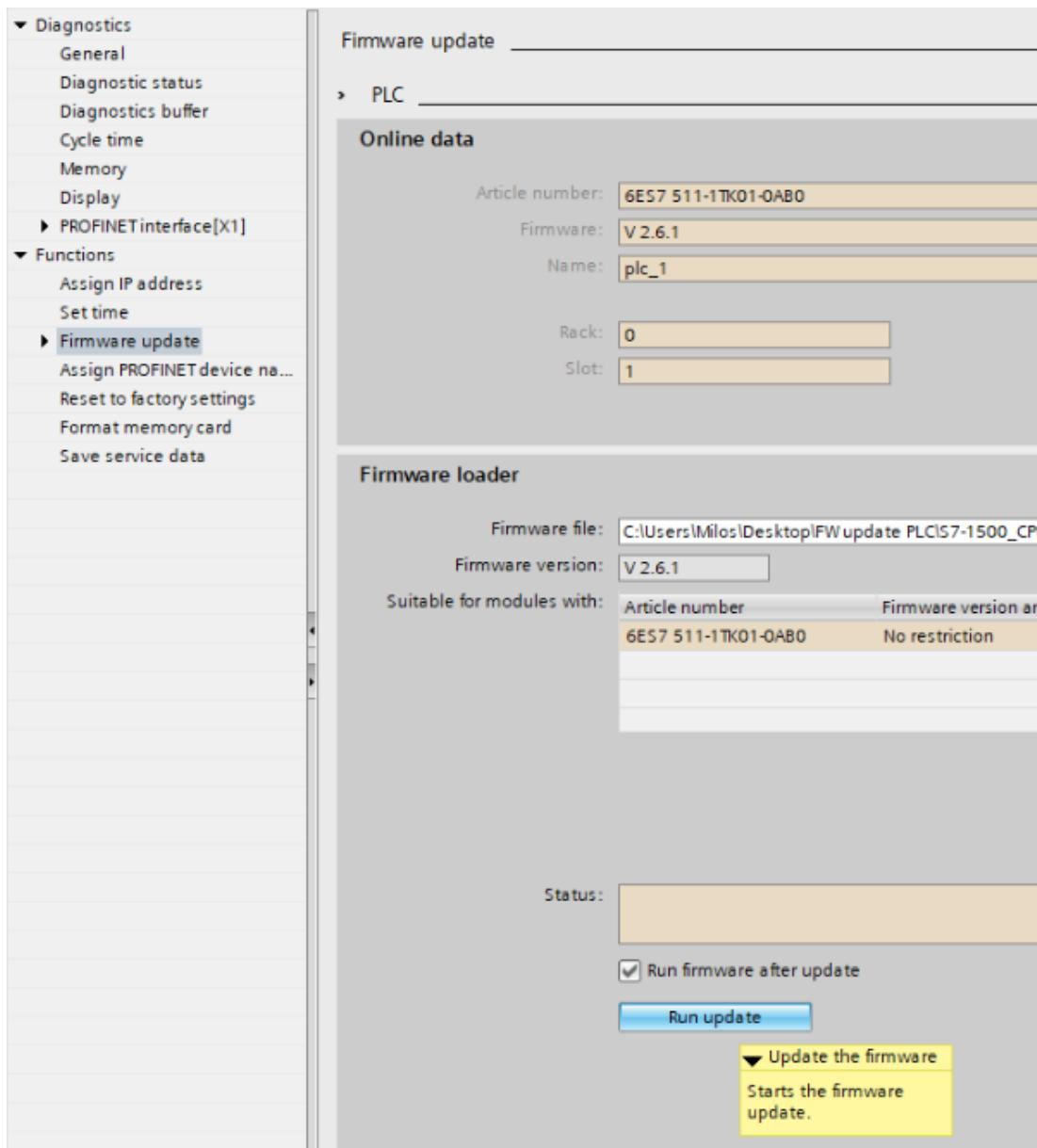
У прозору који се отвара након овога из картице *Devices* која припада *Project tree*-у потребно је отворити фасцикли *PLC_1* и двоクリком на *Online & Diagnostics* покренути функцију, приказано на слици (*Слика 5.11*).



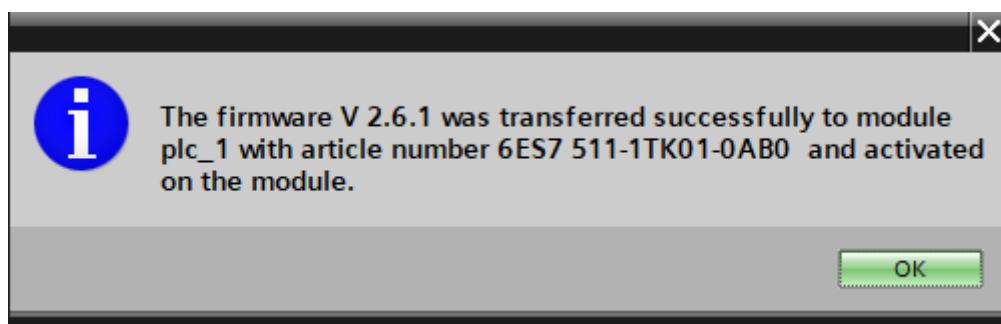
Слика 5.11 Изглед прозора у коме се налази функција

Из стабла *Functions* одабира се опција *Firmware update*. У пољу *Firmware loader* учитавамо жељену верзију *firmware-a*, а покретање инсталације врши се кликом на тастер *Run update*. На слици приказан поступак (*Слика 5.12*).

Потврда о успешној инсталацији приказана на слици (*Слика 5.13*).



Слика 5.12 Изглед прозора у коме се подешава firmware



Слика 5.13 Обавештење о успешном инсталирању firmware-a

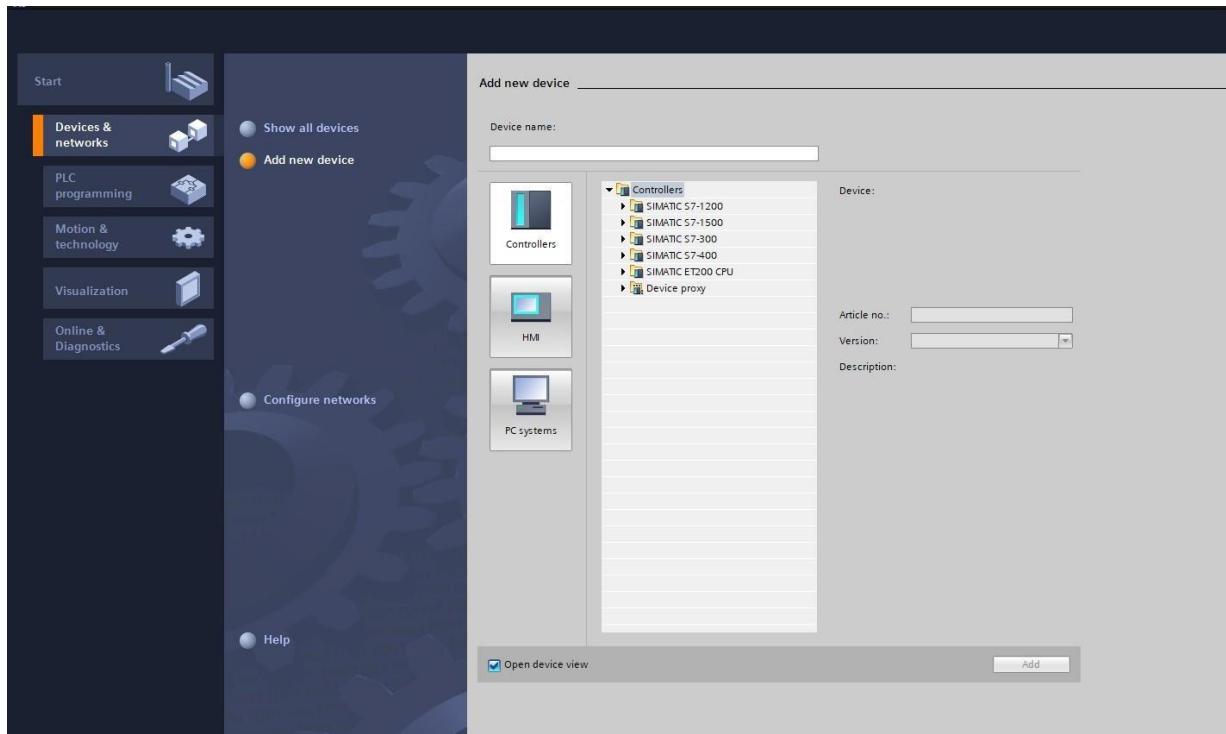
5.2.2 КРЕИРАЊЕ ПРОЈЕКТА И ПОВЕЗИВАЊЕ ХАРДВЕРА

Опције креирања новог или отварања већ постојећег пројекта налазе се у картици *Start* у оквиру *Portal view-a*. Изглед опције креирања новог пројекта приказан на следећој слици (*Слика 5.14*).



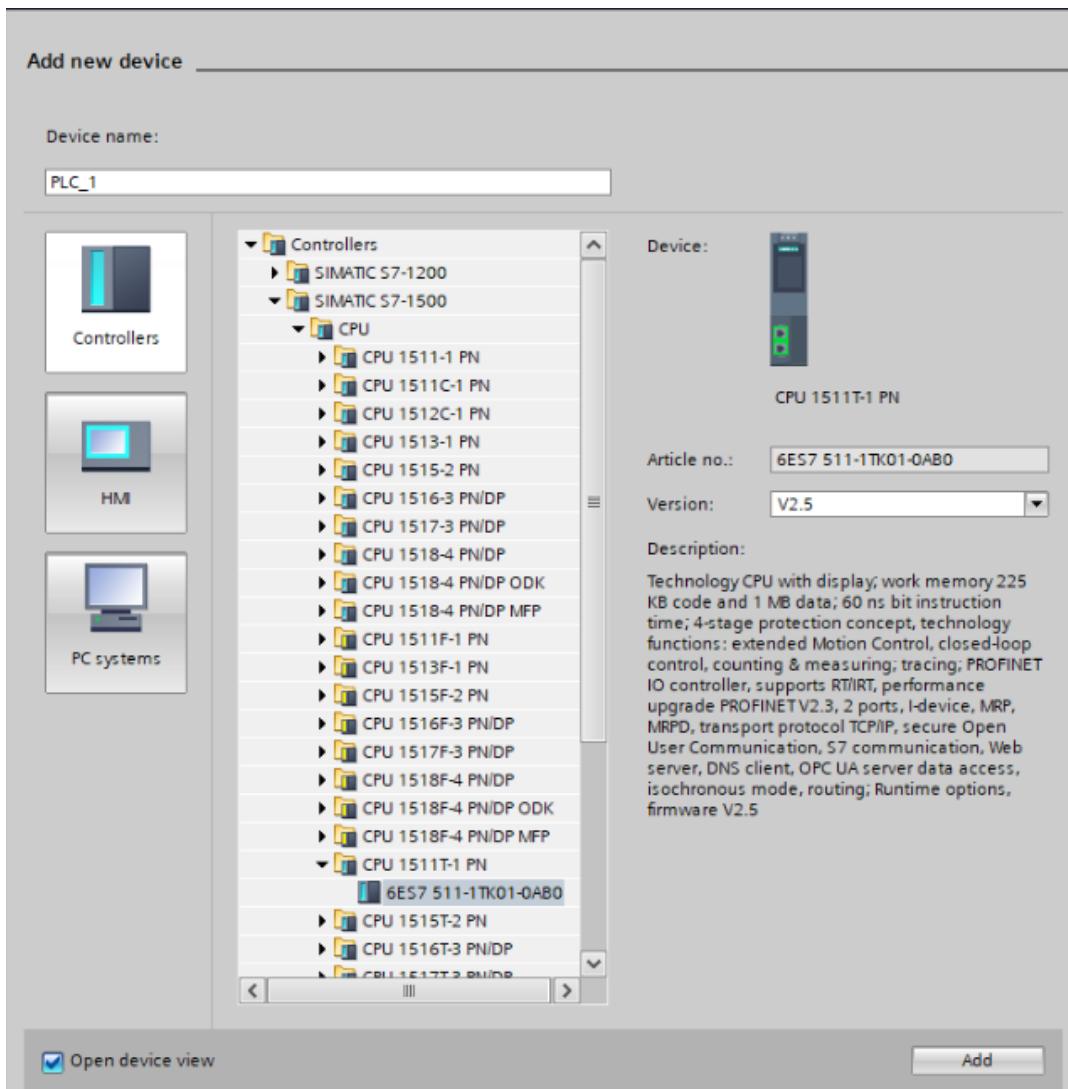
Слика 5.14 Креирање новог пројекта

Додавање компоненти врши се у картици *Devices & Networks*. Изглед прозора дат је на следећој слици (*Слика 5.15*).



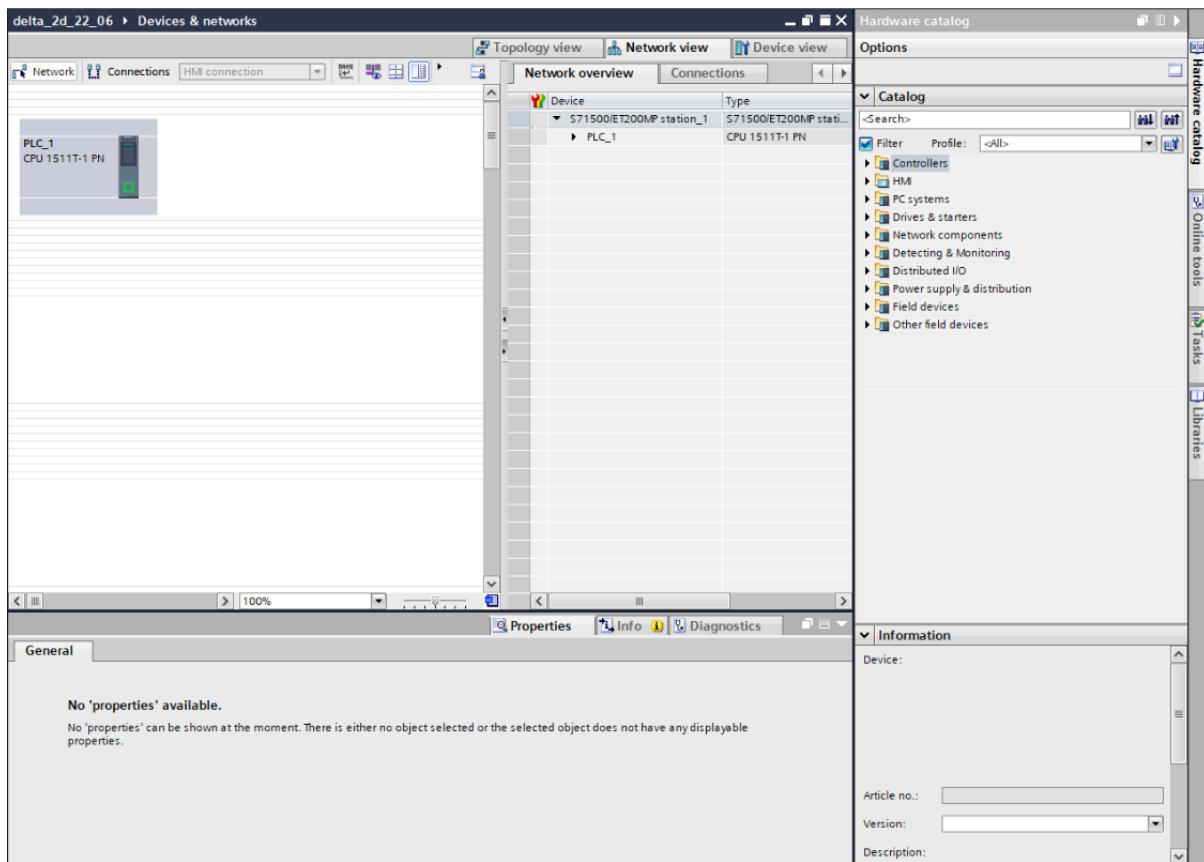
Слика 5.15 Изглед прозора у коме се увозе уређаји

Кликом на *Add new device* → *Controllers* и одабиром *CPU 1511T-1 PN* верзије 2.5 врши се додавање контролера (*Слика 5.16*).



Слика 5.16 Одабир контролера

Из главног прозора који се отвара у *Project view*-у отварамо функцију *Devices & networks* након чега добијамо изглед прозора као са слике (Слика 5.17).

Слика 5.17 Изглед прозора *Devices & networks*

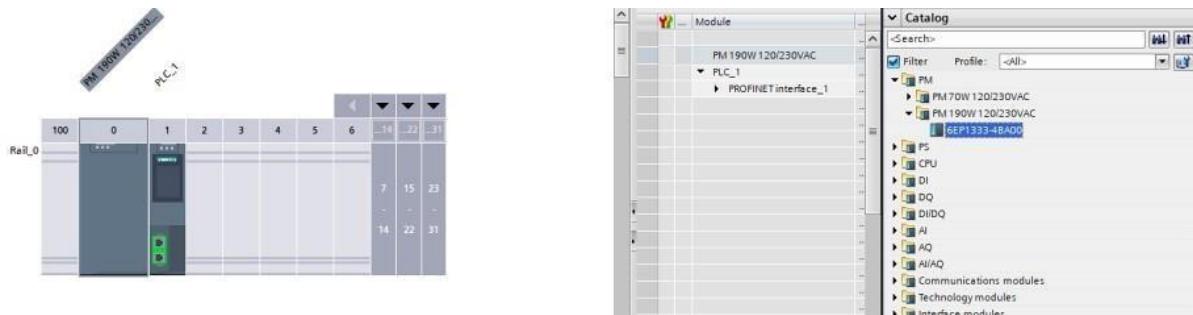
У оквиру отвореног прозора можемо да приметимо три различите картице:

1. *Device view* – картица у којој имамо приказ ПЛК-а и у њој се додаје модул за напајање.
2. *Network view* – картица у којој се врше подешавања мреже додатих уређаја
3. *Topology view* – картица у којој се повезује топологија

Жељени уређаји се увозе њиховим одабиром у прозору *Hardware catalog* и превлачењем у главни прозор.

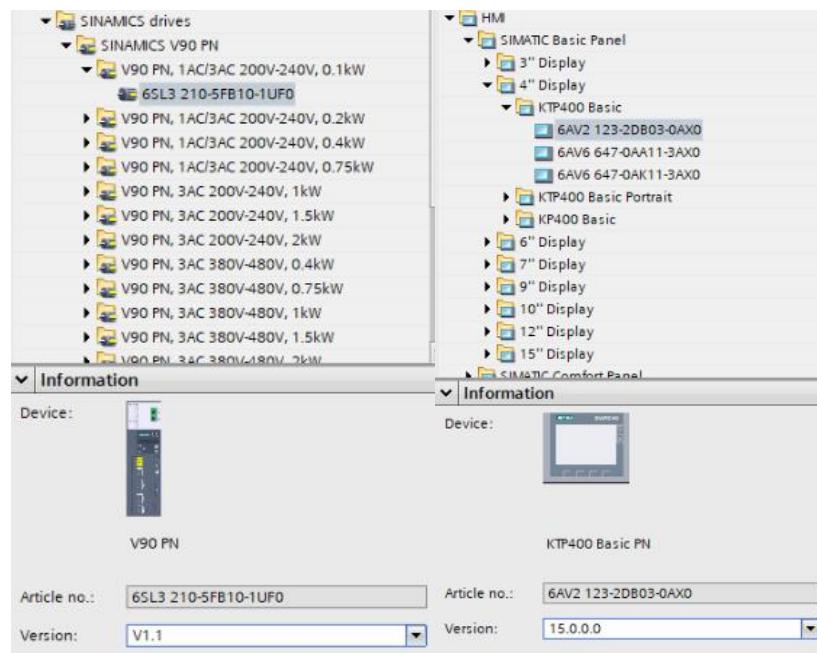
Приликом увозења уређаја јако је битно обратити пажњу на податке о изабраним уређајима који се налазе у картици *Information* у оквиру *Hardware catalog*-а. На пример ако је верзија *firmware*-а додатог драјвера различита од верзије која се налази у самом драјверу, систем неће функционисати. Исто важи и за повезивање топологије, ако се не повеже како је повезана на реалном хардверу, систем неће функционисати.

Како је ПЛК модуларног типа и нема своје напајање потребно је додати модул за напајање. Напајање се додаје на рек на место где се и физички налази. Преласком у картицу *Device view* и одабиром *PM 190 W 120/230 VAC* у хардверском каталогу врши се додавање (*Слика 5.18*).



Слика 5.18 Изглед додатог модула за напајање

Након тога преласком у картицу *Network view* и одабиром одговарајућих уређаја, као и њихових верзија *firmware-a*, у хардверском каталогу додајемо драјвер 1, драјвер 2 и оператор панел. На следећим сликама биће приказан одабир компоненти и дат изглед мреже након додавања свих компоненти (*Слика 5.19*, *Слика 5.20*).

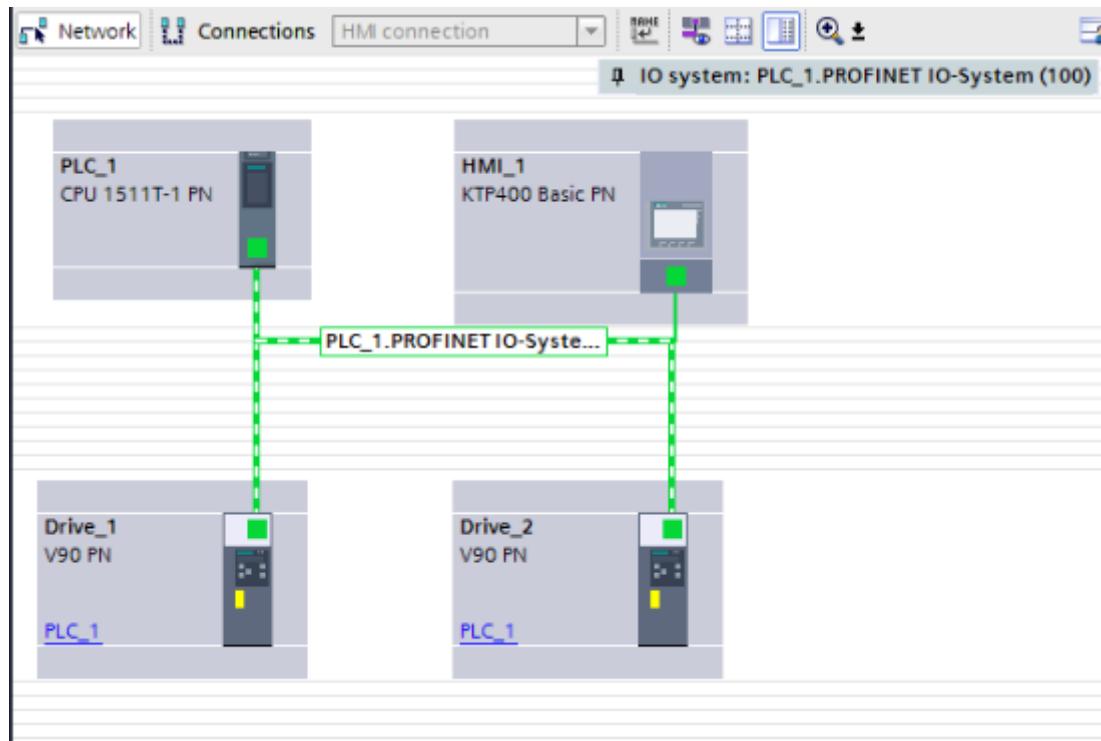


Слика 5.19 Одабир компоненти



Слика 5.20 Приказ мреже

Додате уређаје је потребно повезати у мрежу (спајањем конектора) након чега добијамо приказ као на слици (Слика 5.21).



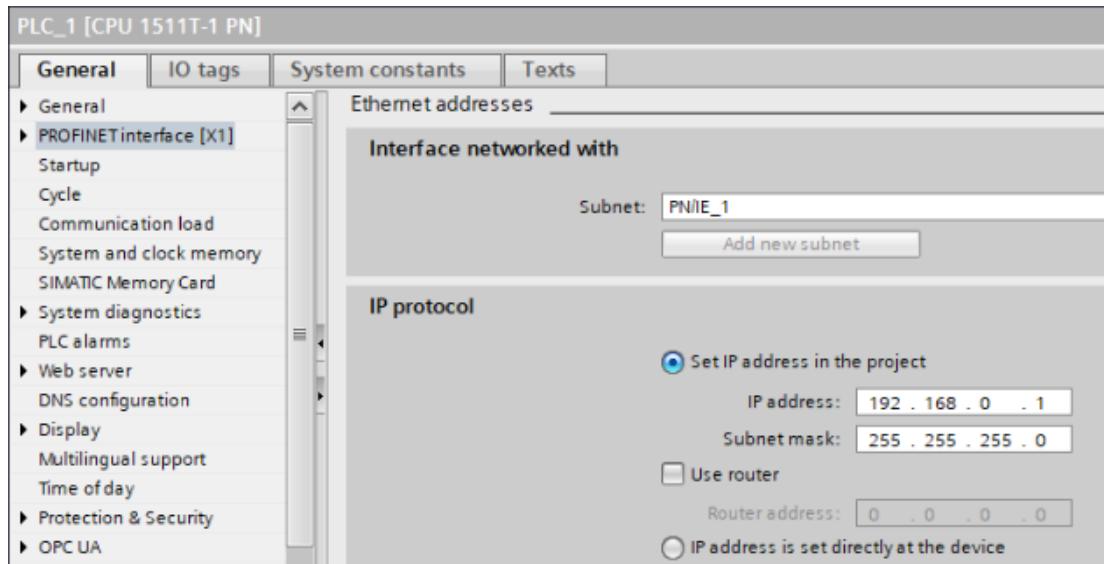
Слика 5.21 Приказ мреже након повезивања уређаја

Следећа ствар која је потребна да се уради јесте да се конфигурише сваки уређај.

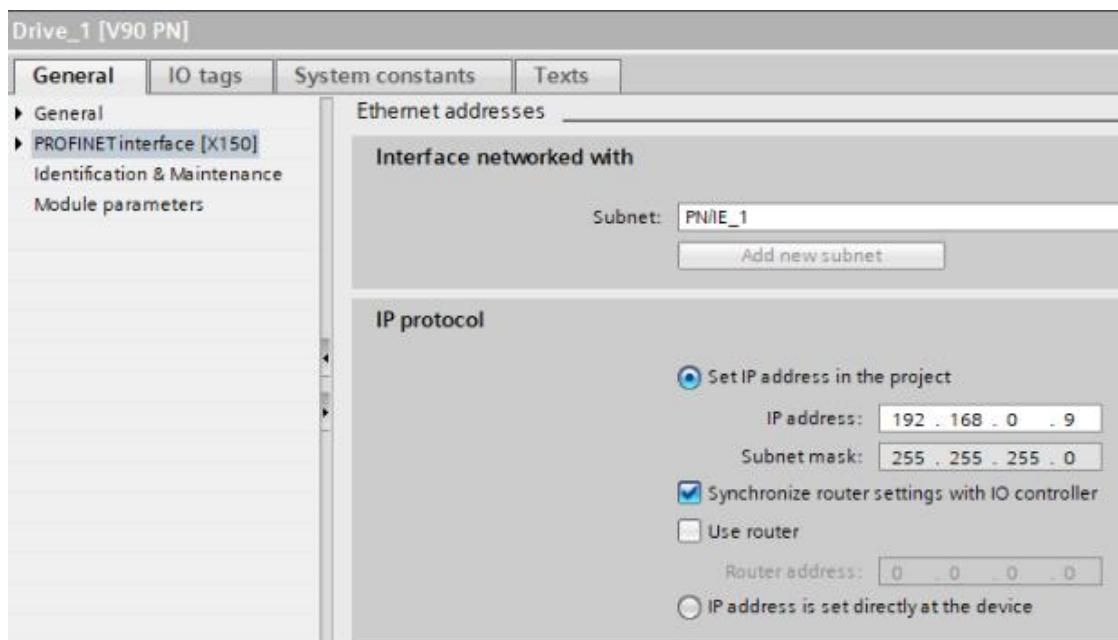
Према блок шеми датој сликом (*Слика 3.2*) додељујемо IP адресе уређајима и повезујемо топологију.

Уређај који желимо да конфигуришемо селектујемо у приказу главног прозора након чега у картици *Properties* можемо видети и мењати подешавања.

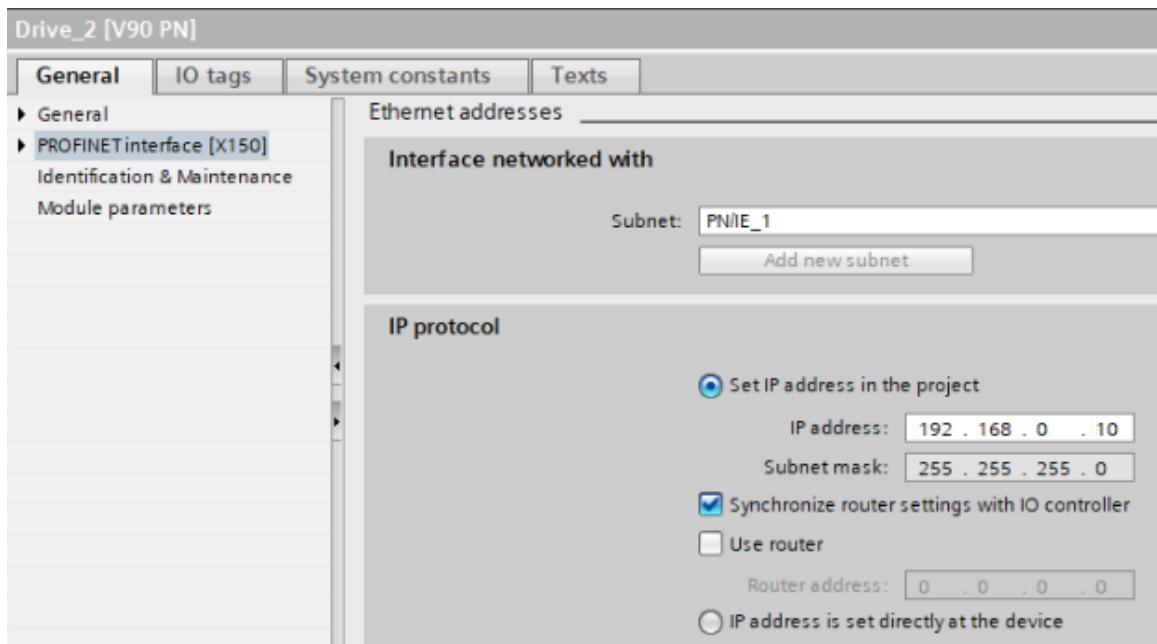
Исправно подешене IP адресе уређаја могу се видети на сликама (*Слика 5.22*, *Слика 5.23*, *Слика 5.24*, *Слика 5.25*).



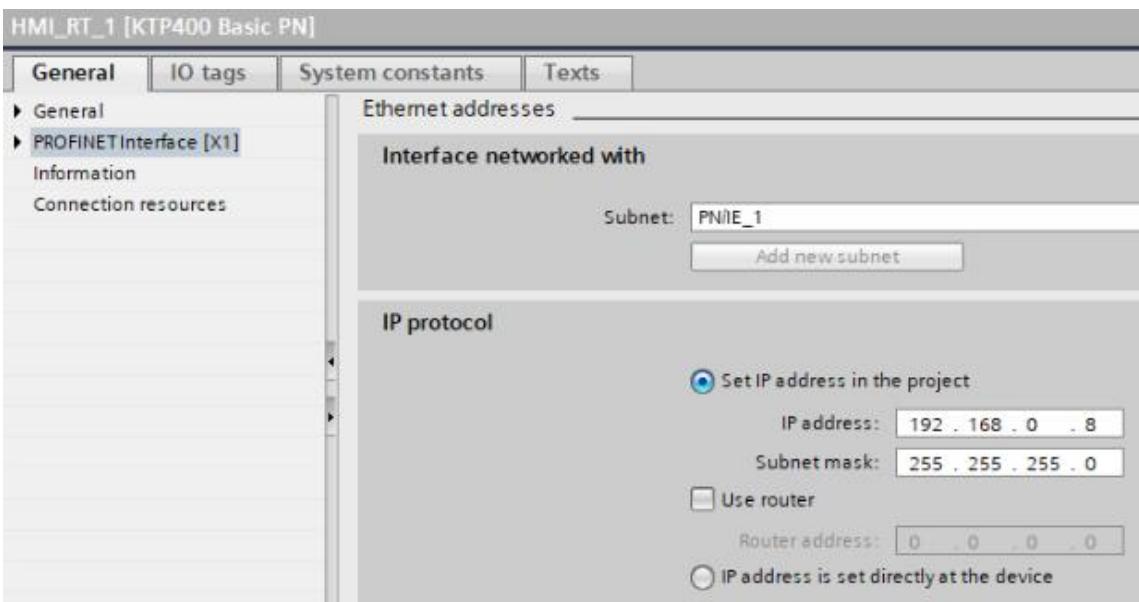
Слика 5.22 IP адреса PLC-a



Слика 5.23 IP адреса драјвера 1

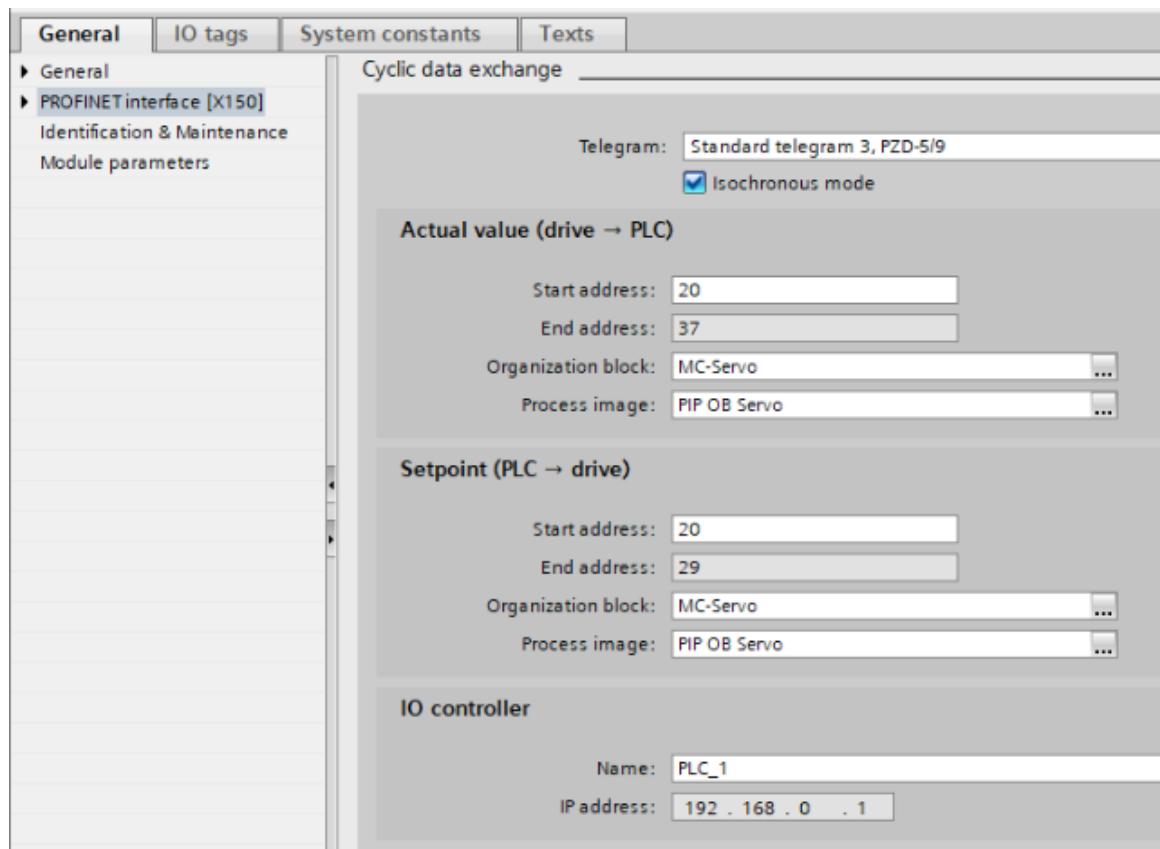


Слика 5.24 IP адреса драјвера 2



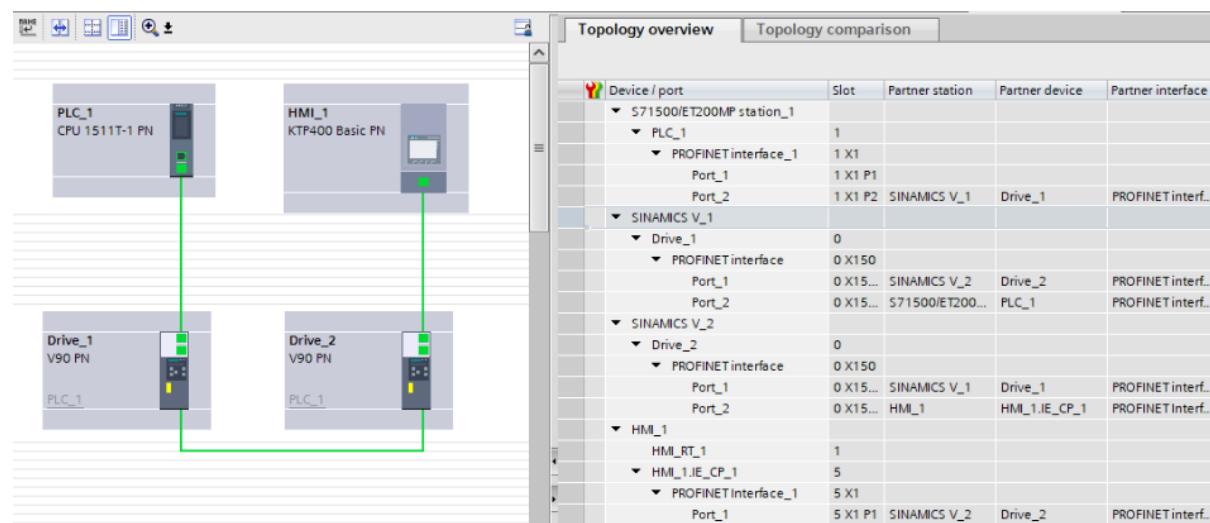
Слика 5.25 IP адреса HMI-a

На следећој слици дат је приказ подешавања *Cyclic data exchange* параметара за један од драјвера, док су за други потпуно идентична (Слика 5.26).



Слика 5.26 Приказ Cyclic data exchange параметара

Преласком у картицу *Topology view* повезујемо уређаје како су и реално повезани. Изглед успешно повезане топологије дат је на следећој слици (Слика 5.27).

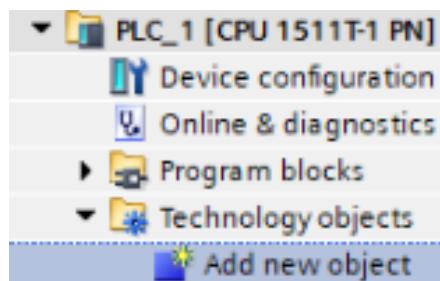


Слика 5.27 Приказ исправно повезане топологије

5.2.3 КРЕИРАЊЕ ТЕХНОЛОШКИХ ОБЈЕКАТА

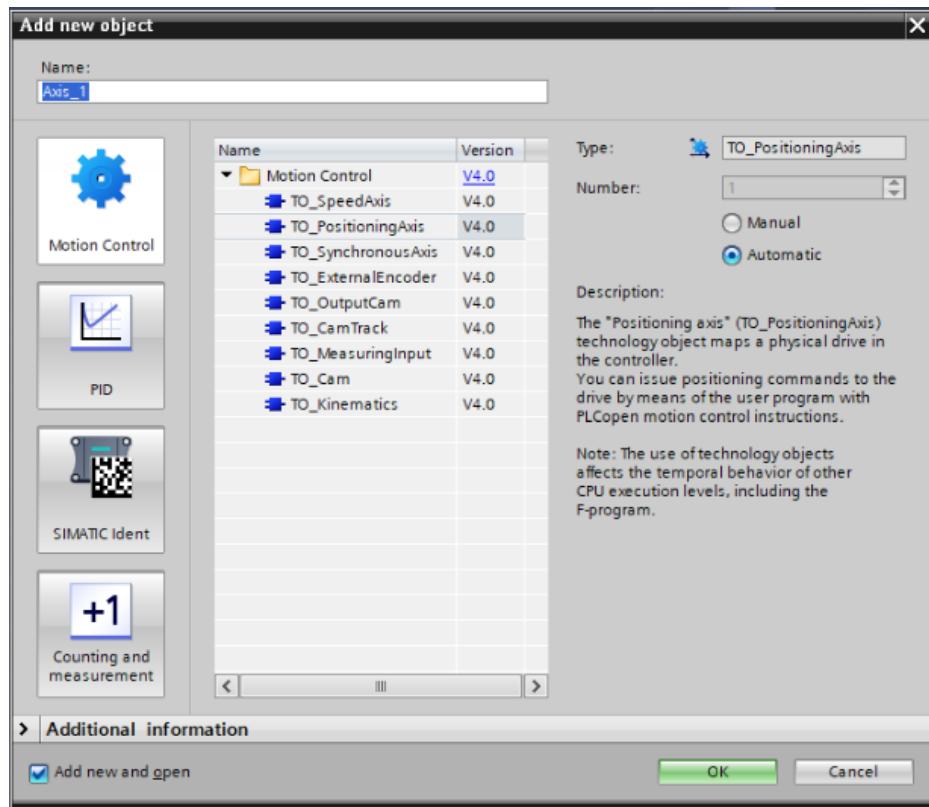
Технолошки објекти представљају модел реалних објеката којима управљамо. За потребе ове апликације креирајмо два технолошка објекта у виду позиционих оса, као и кинематички технолошки објекат *Delta picker 2D*.

Добавање новог технолошког објекта се врши на начин као на слици (*Слика 5.28*).



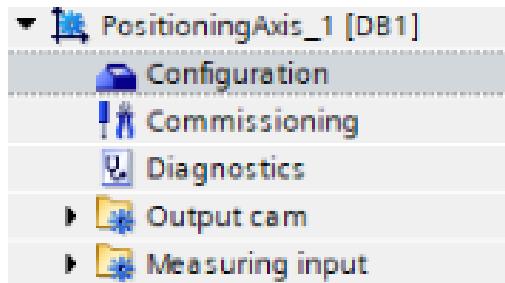
Слика 5.28 Добавање технолошког објекта

Одабир позиционе осе врши се на начин као на слици (*Слика 5.29*).

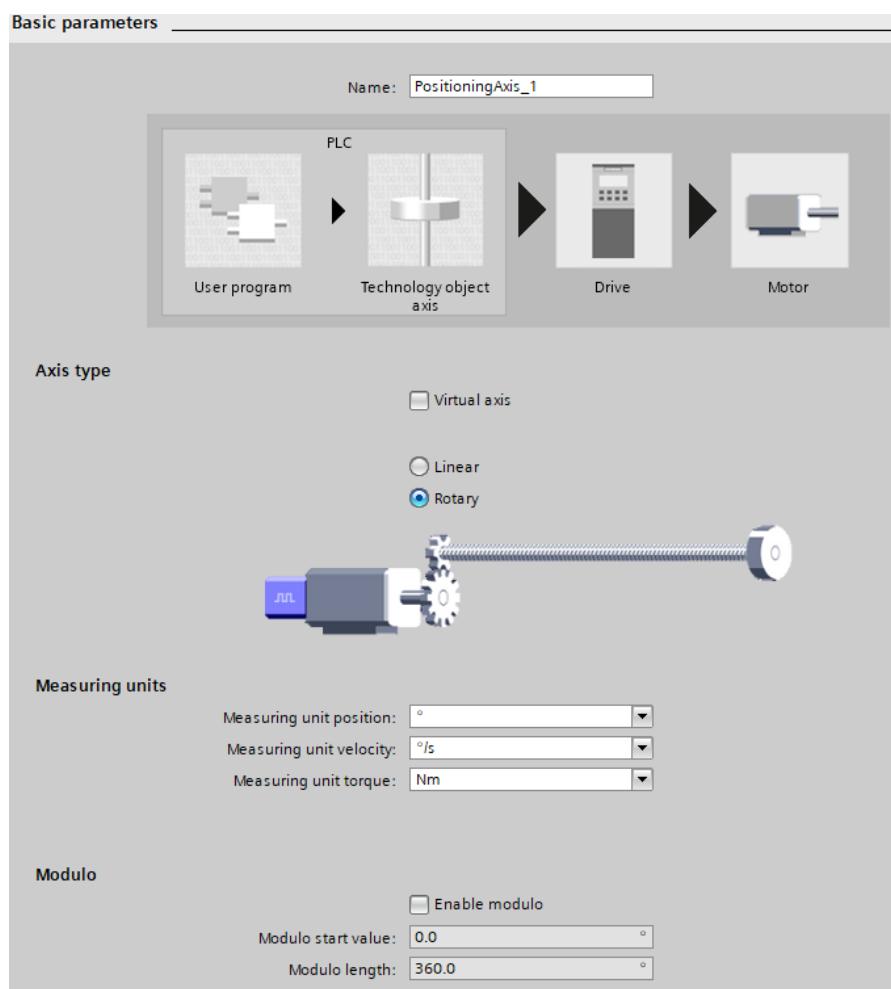


Слика 5.29 Избор технолошког објекта

По креирању технолошког објекта, његово конфигурисање вршимо преласком у опцију *Configuration*, приказано на слици (*Слика 5.30*), док је на слици (*Слика 5.31*) приказан прозор са основним подешавањима у којем бирамо ротациони тип осе.



Слика 5.30 Додавање технолошког објекта



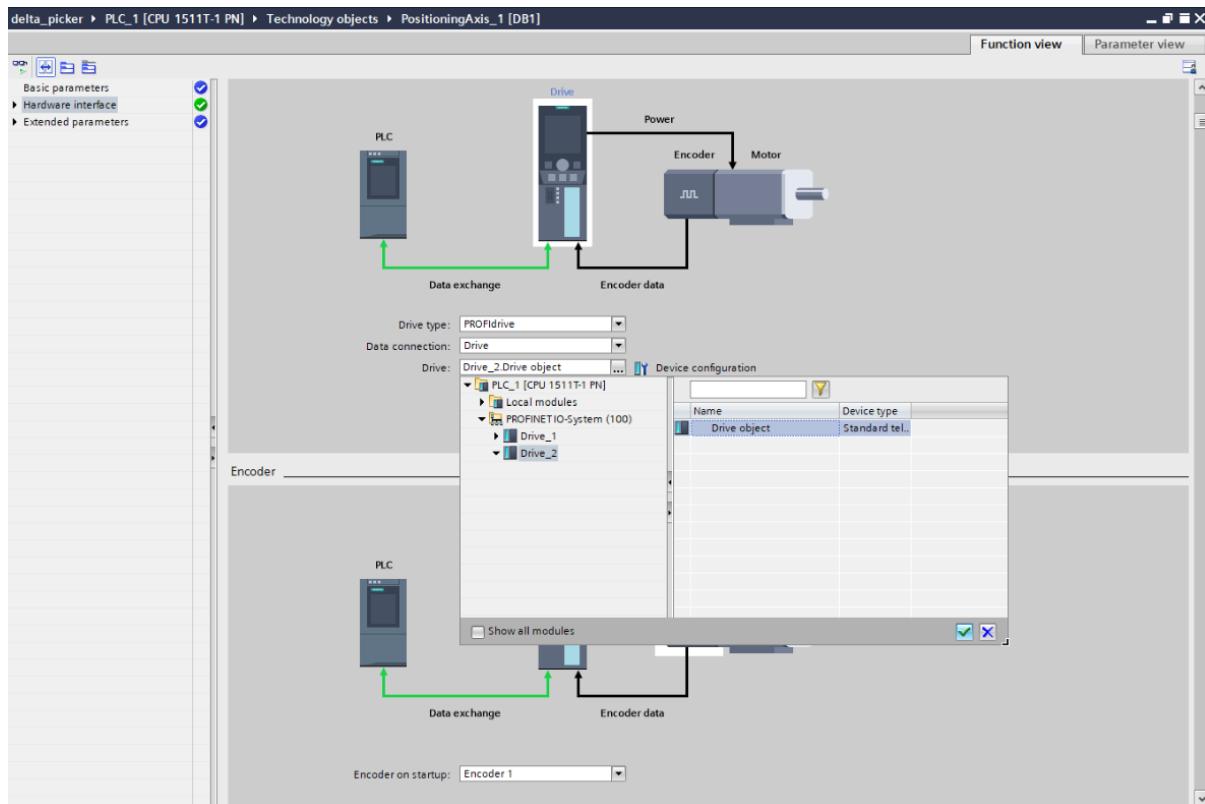
Слика 5.31 Изглед основних подешавања

Другу позициону осу креирати потпуно аналогно првој.

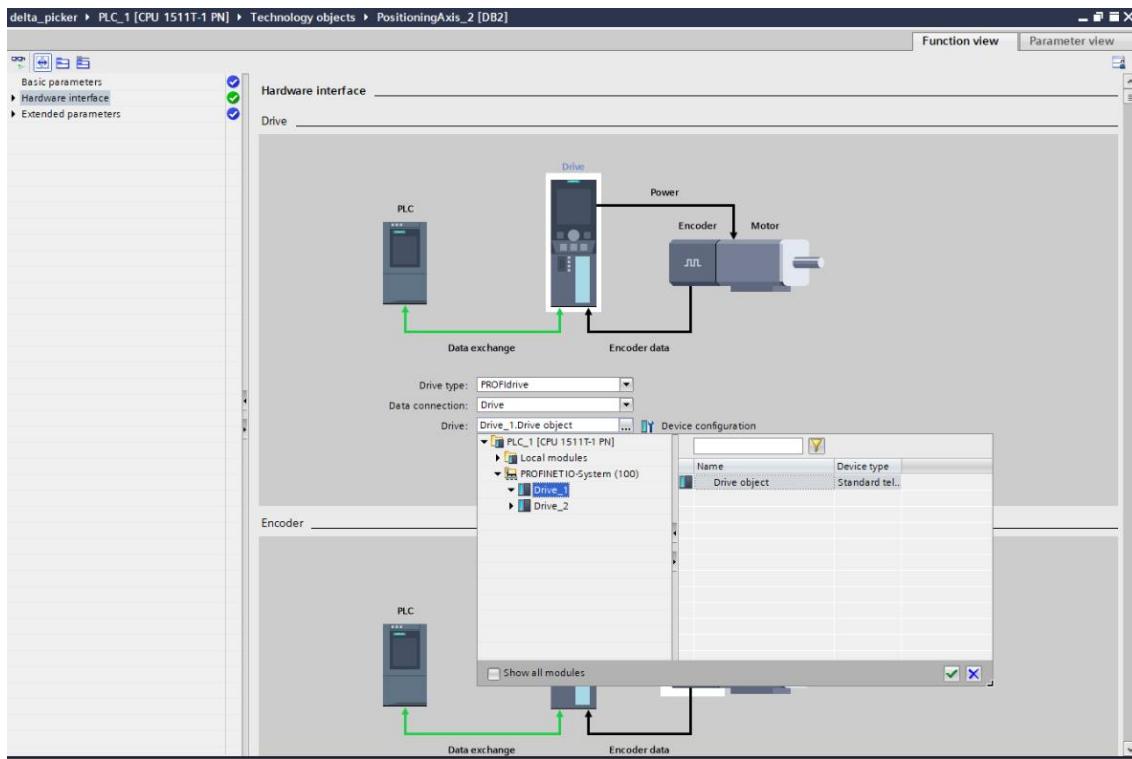
Када су креиране обе осе, потребно их је повезати са реалним хардвером. То се врши у опцији подешавања оса у картици *Hardware interface*.

Позициону осу 1 повезујемо са драјвером 2, а позициону осу 2 са драјвером 1.

Начин повезивања позиционе осе 1 и позиционе осе 2. приказан је на следећим сликама респективно (*Слика 5.32, Слика 5.33*).

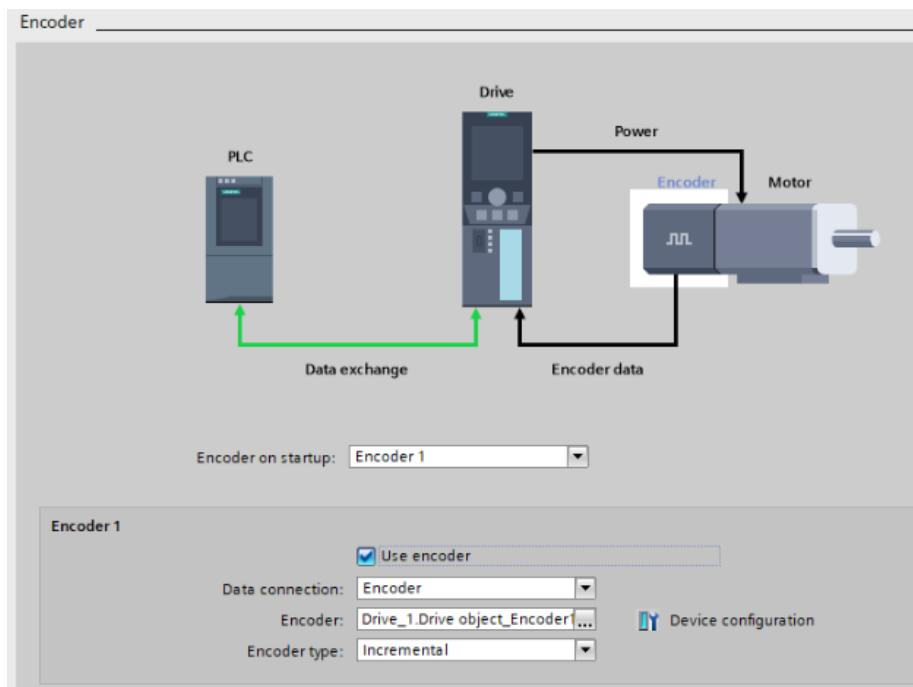


Слика 5.32 Повезивање осе 1 и драјвера 2

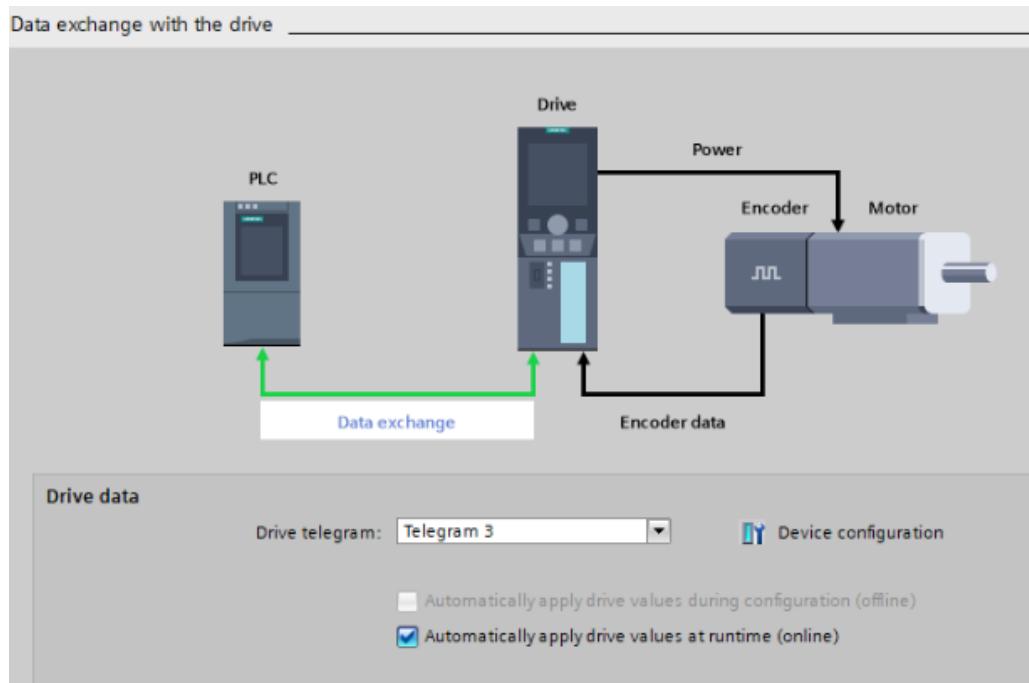


Слика 5.33 Повезивање осе 2 и драјвера 1

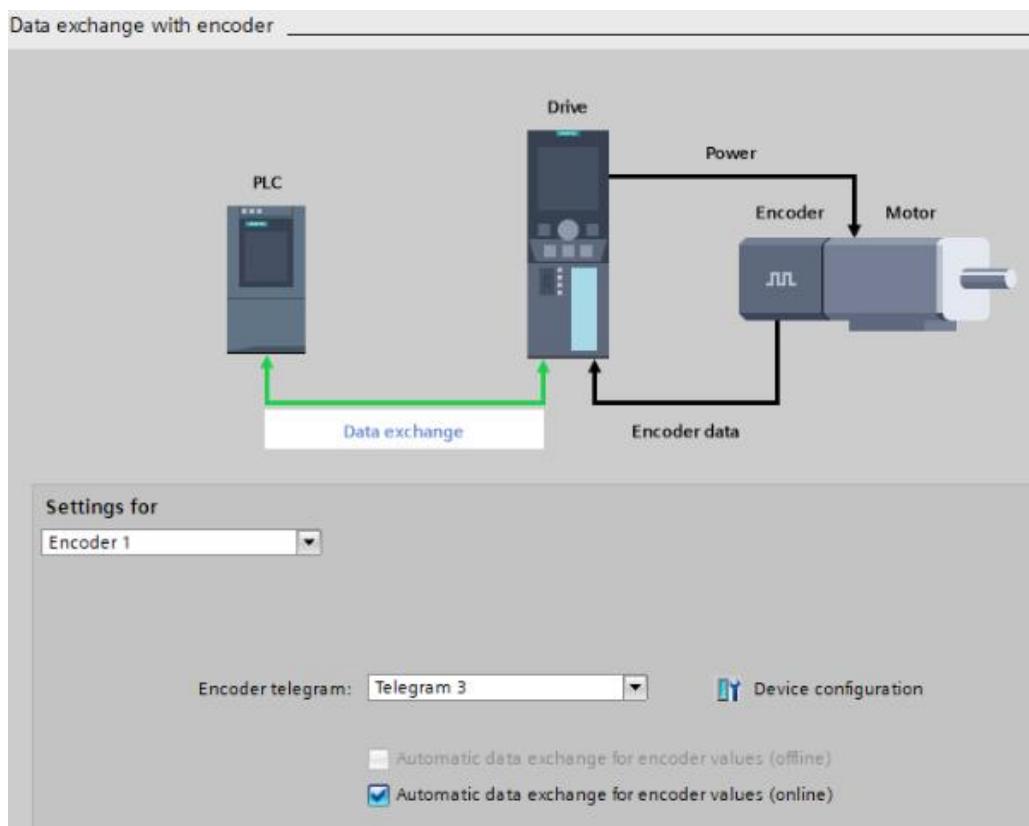
Преостало је да се провере подешавања везана за избор енкодера као и да ли је додељен жељени телеграм. На следећим slikama приказаће се подешавања за једну од оса, док су за другу потпуно аналогна (Слика 5.34, Слика 5.35, Слика 5.36).



Слика 5.34 Одабир енкодера

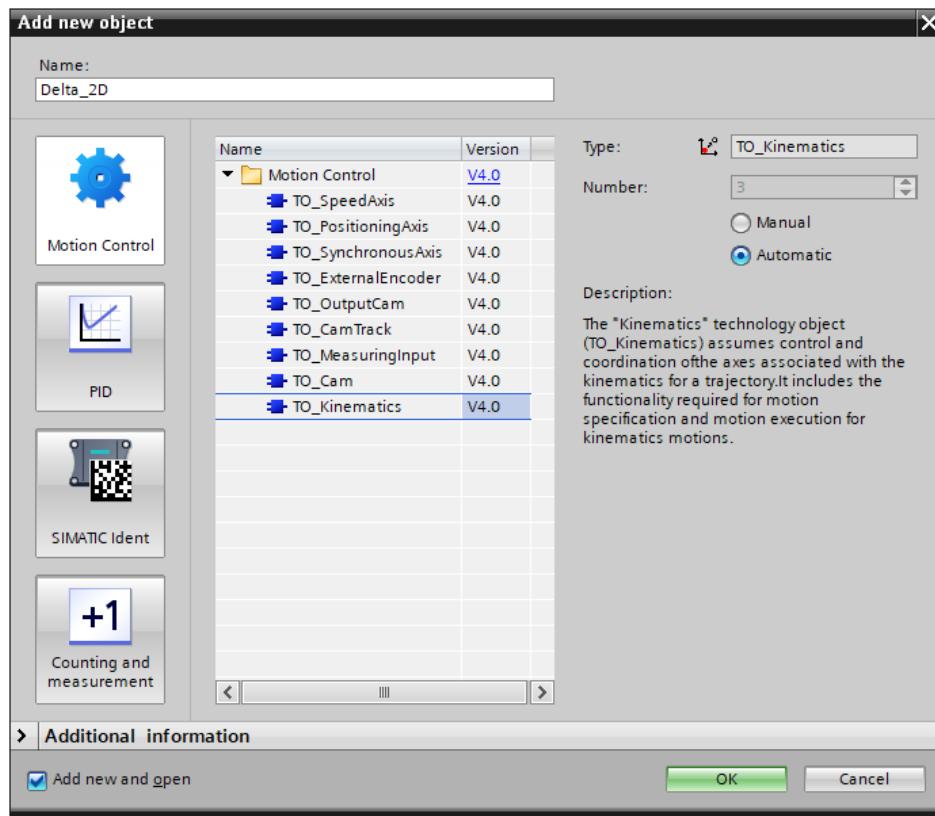


Слика 5.35 Одабир телеграма за драјвер

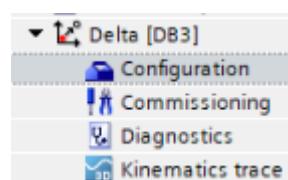


Слика 5.36 Одабир телеграма за енкодер

Овим су завршена подешавања везана за позиционе осе, и потребно је да се креира кинематички технолошки објекат, што је и приказано на сликама (*Слика 5.37, Слика 5.38*).

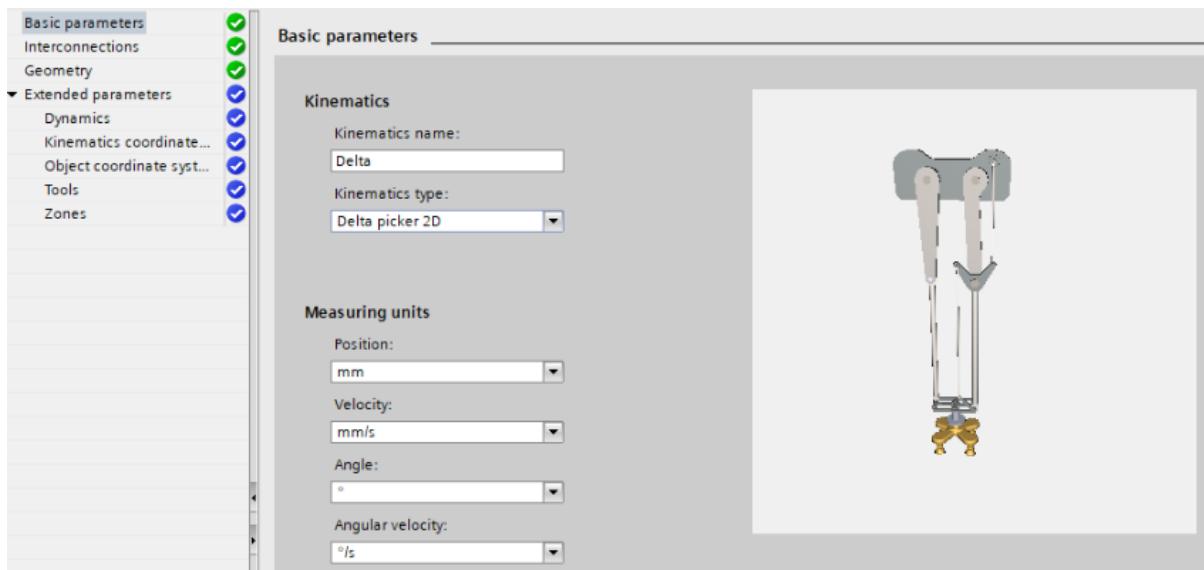


Слика 5.37 Креирање кинематичког технолошког објекта



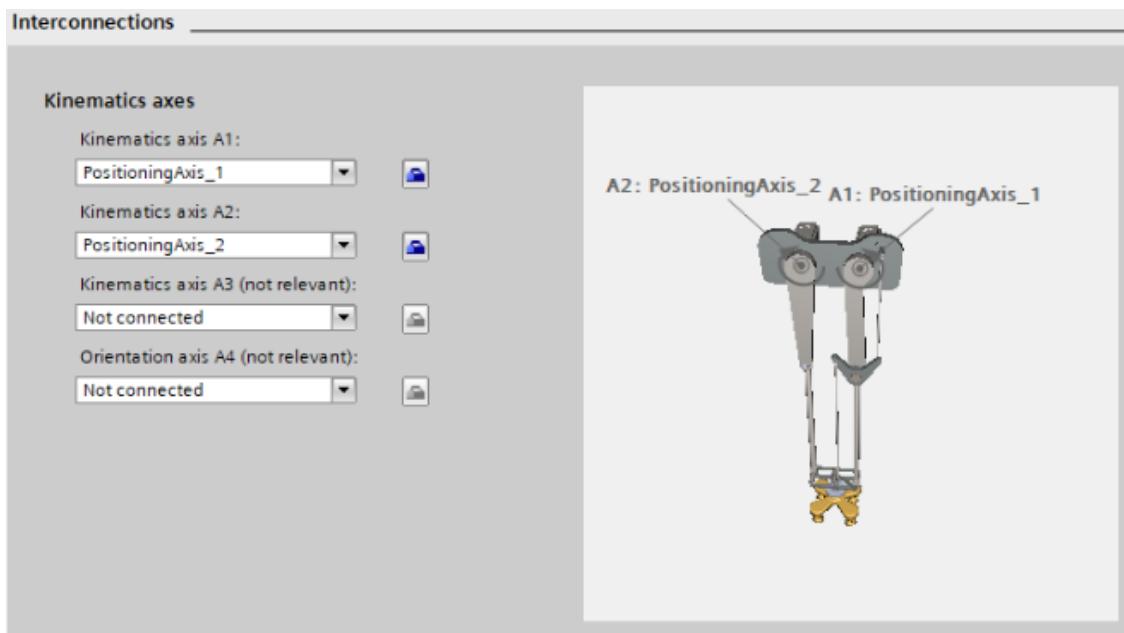
Слика 5.38 Опције у картици технолошког објекта

Преласком у *Configuration* добија се приказ као са слике (*Слика 5.39*). У оквиру овог прозора подешава се име, тип технолошког објекта, као и јединице за позицију, брзину, угао и угаону брзину. Такође, постоји 3Д приказ креiranог технолошког објекта.



Слика 5.39 Креирани кинематички технолошки објекат

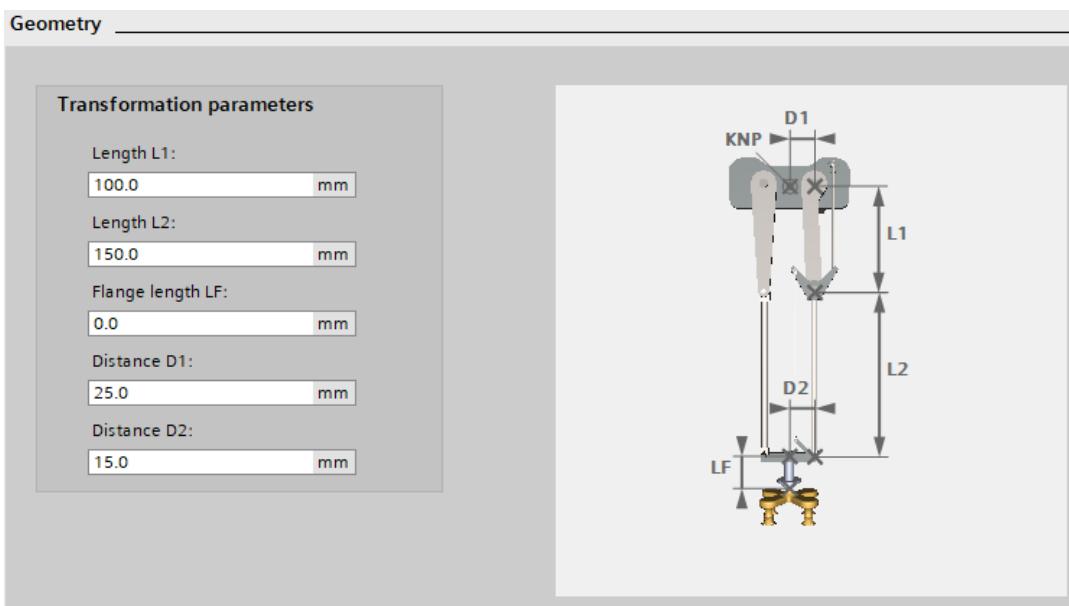
У опцији *Interconnections* вршимо повезивање претходно направљених позиционих оса са осама кинематичког технолошког објекта. Како се ради о 2Д објекту управљања, повезивање оса *A3* и *A4* је закључано, док се оса *A1* повезује са позиционом осом 1, а оса *A2* са позиционом осом 2. Приказано на слици (Слика 5.40).



Слика 5.40 Повезивање оса

Преласком у подешавања геометрије добијамо прозор у који је потребно унети реалне вредности физичких делова на основу којих се формира димензија виртуелног 3Д модела кинематичког објекта у *TIA Portal*-у.

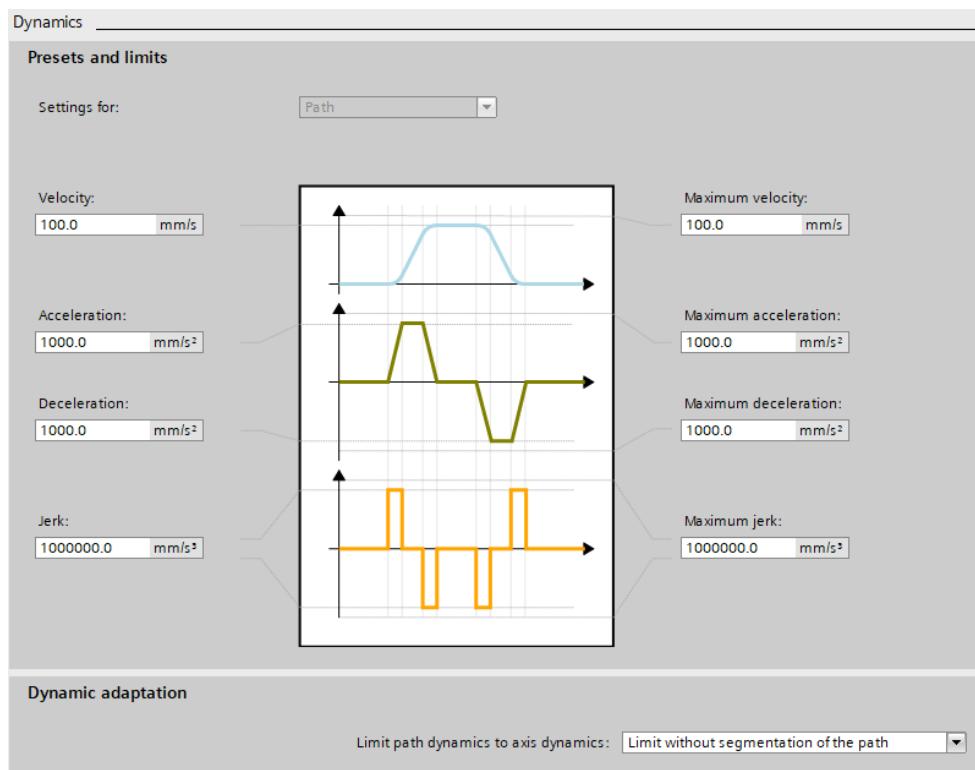
На слици (Слика 5.41) дат приказ прозора у коме се подешава геометрија.



Слика 5.41 Подешавање геометрије

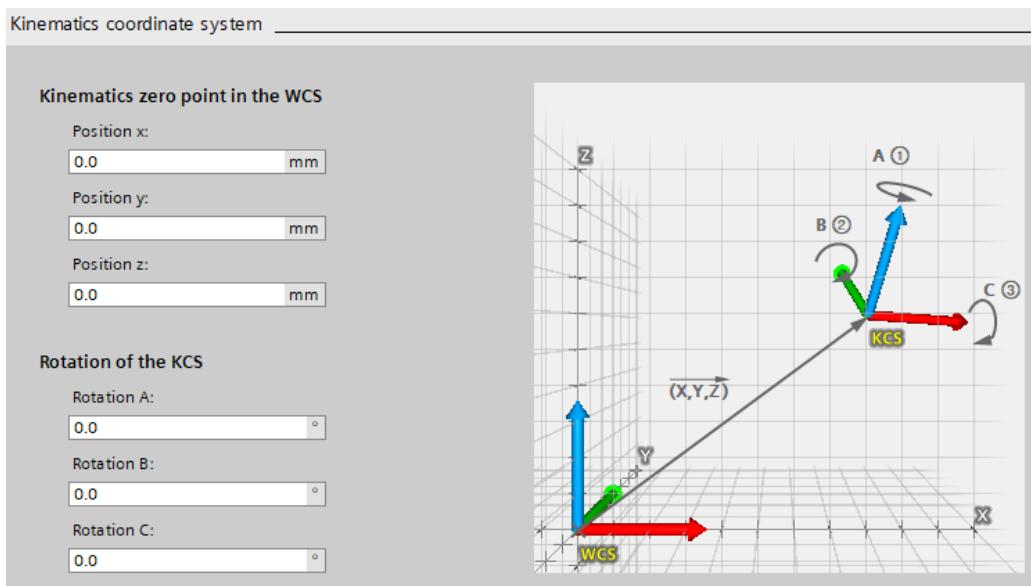
Преласком у картицу *Extended parameteres* могуће је вршити напредна подешавања везана за дати технолошки објекат.

На следећој слици приказано је подешавање динамике (Слика 5.42)

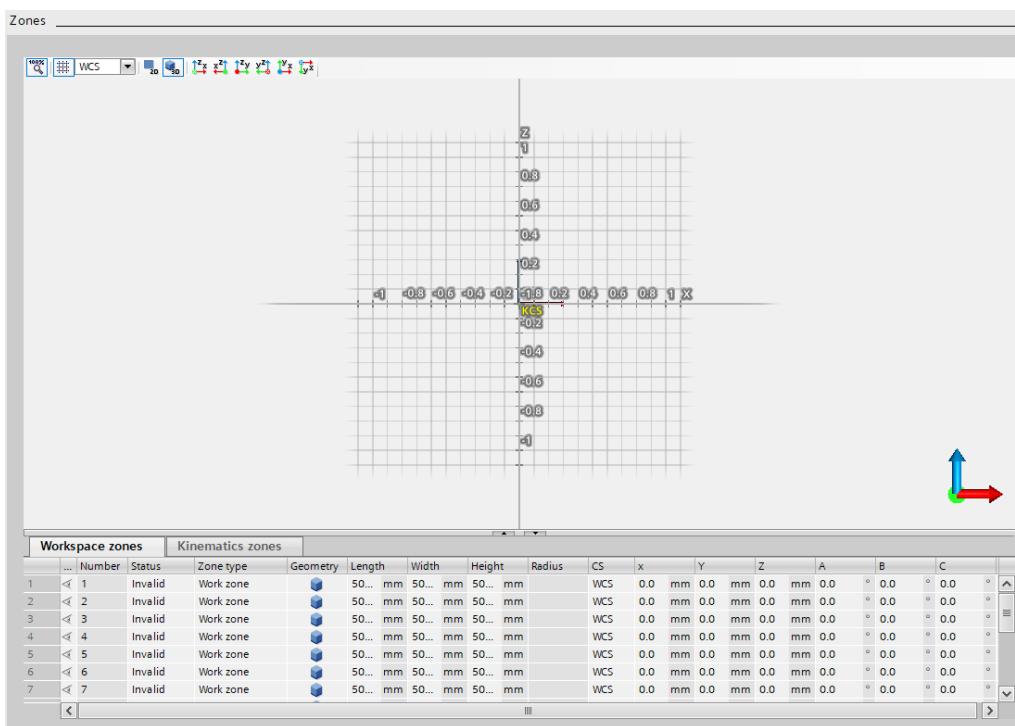


Слика 5.42 Подешавање динамике

Осим динамике могуће је подесити координатне системе кинематике, алата и објекта као и границе радне и кинематичке зоне. На следећим сликама (*Слика 5.43, Слика 5.44*) дат је приказ подешавања кинематичког координатног система и зоне, респективно.



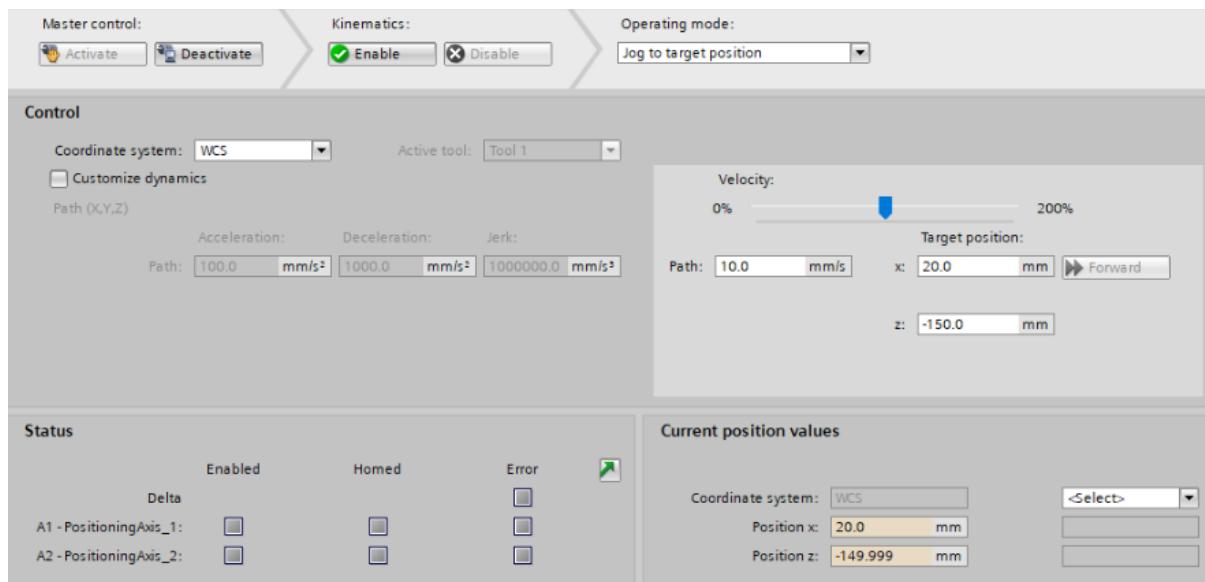
Слика 5.43 Подешавање координатног система



Слика 5.44 Подешавање зоне

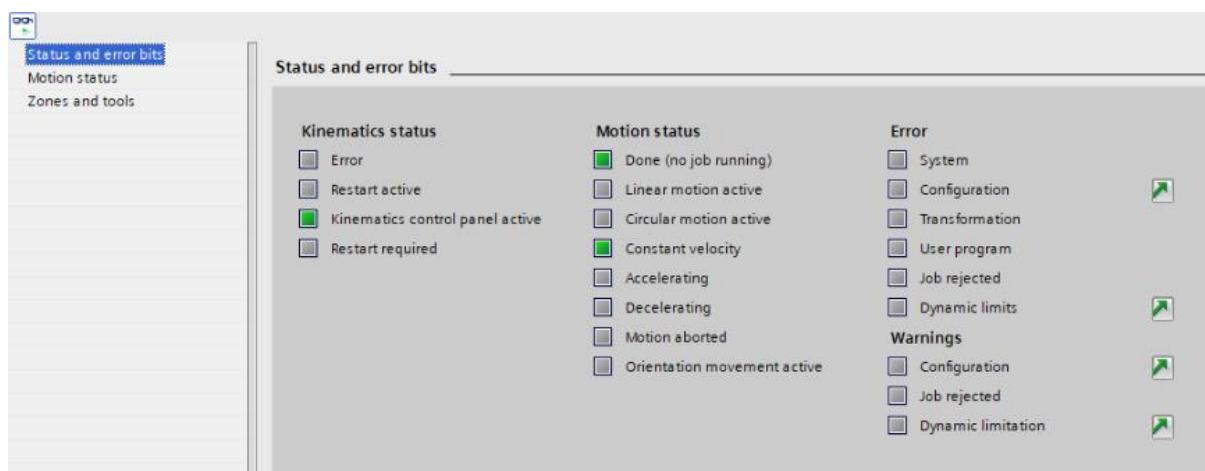
Преласком у *Commissioning* може се преузети контрола над технолошким објектом и покренути кретање истог. То је погодно јер можемо тестирати да ли су осе исправно повезане.

На следећој слици (Слика 5.45) дат је приказ прозора *Commissioning*.



Слика 5.45 Прозор за тестирање

Подаци о тренутном стању технолошког објекта могу се погледати преласком у функцију *Diagnostics*. Приказ те опције дат на слици (Слика 5.46).

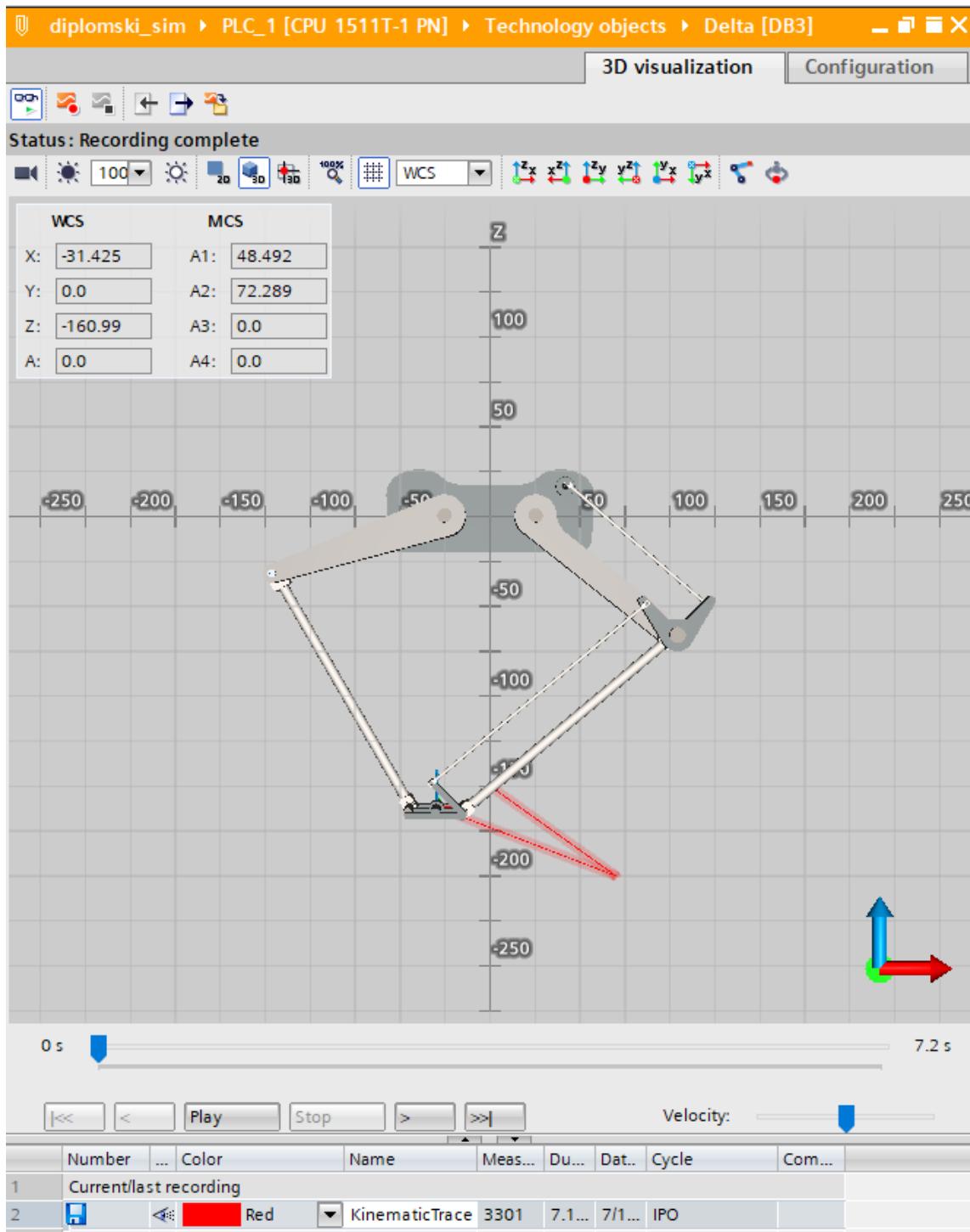


Слика 5.46 Дијагностика

У оквиру функције *Kinematics trace* може се пратити промена положаја оса у реалном времену, приказано на 3Д моделу кинематичког објекта.

Осим што се могу пратити промене у реалном времену, могуће је и снимити кретања ради анализирања и побољшавања истих.

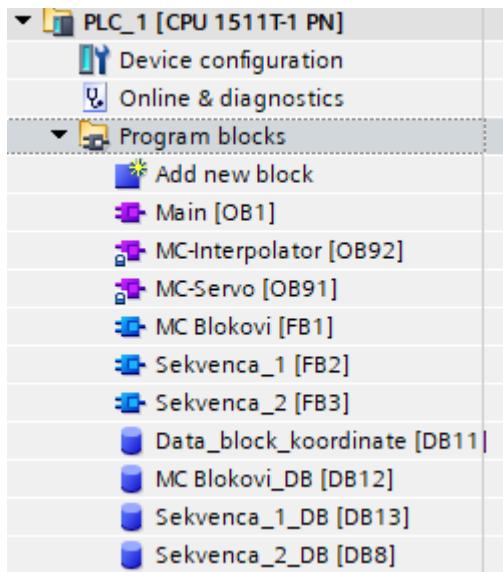
На следећој слици (Слика 5.47) дат је изглед прозора и модела. Може се приметити и сачувана путања, обележена црвеном бојом.



Слика 5.47 Приказ модела у реалном времену

5.2.4 ПРОГРАМСКИ БЛОКОВИ

Програмирање се врши у картици *Program blocks*. Креирање новог програмског блока врши се кликом на *Add new block*. Списак свих коришћених блокова дат је на слици (Слика 5.48).



Слика 5.48 Програмски блокови

Блокови *MC-Interpolator* и *MC-Servo* су блокови који се аутоматски креирају од стране програма и као такви су закључани.

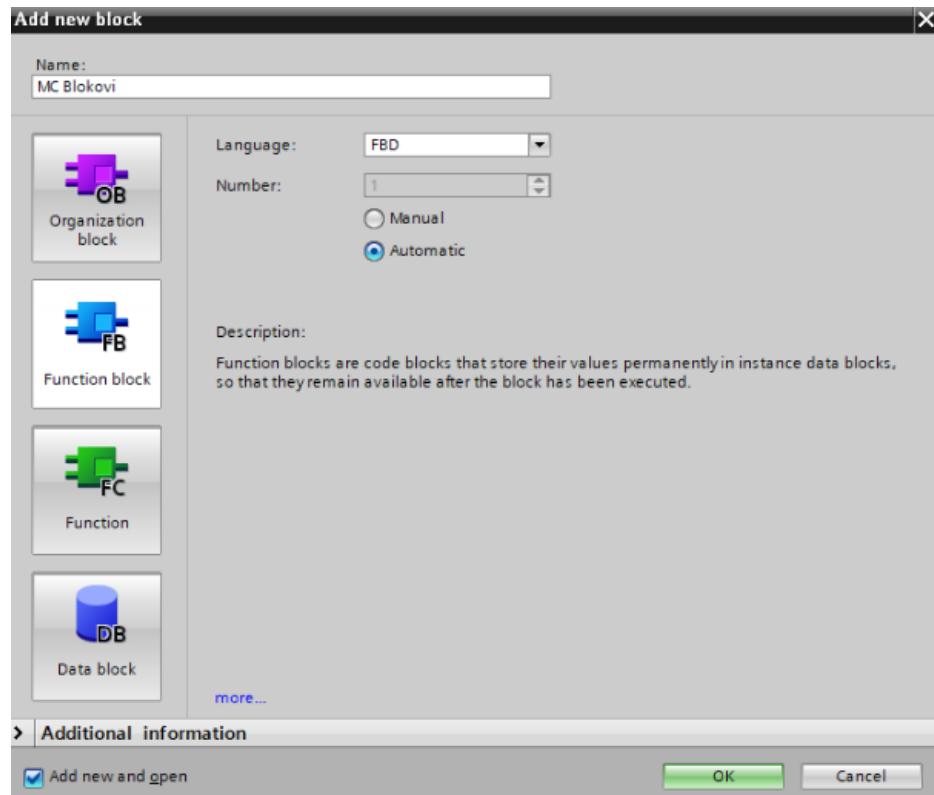
Блок *Main* представља главни програмски блок, у оквиру кога се позивају функције главног програма као и функционални блокови које корисник креира.

Блокови *MC Blokovi*, *Sekvenca_1*, *Sekvenca_2* су функционални блокови. Њихова улога је да извршавају додељене функције. У зависности од коришћених функција и захтеване функционалности, блокови могу имати улазе и излазе. Исти блок се може позвати више пута у главном програму.

Блокови у којима се чувају подаци зову се *Data block*-ови. Креирањем функционалног блока и његовим позивањем у главном програму аутоматски се креира и пратећи *Data block*.

MC Blokovi – функција овог блока је да омогући осе, ресетује осе као и да доведе осе у жељену *home* позицију. Креирање таквог блока приказано је на слици

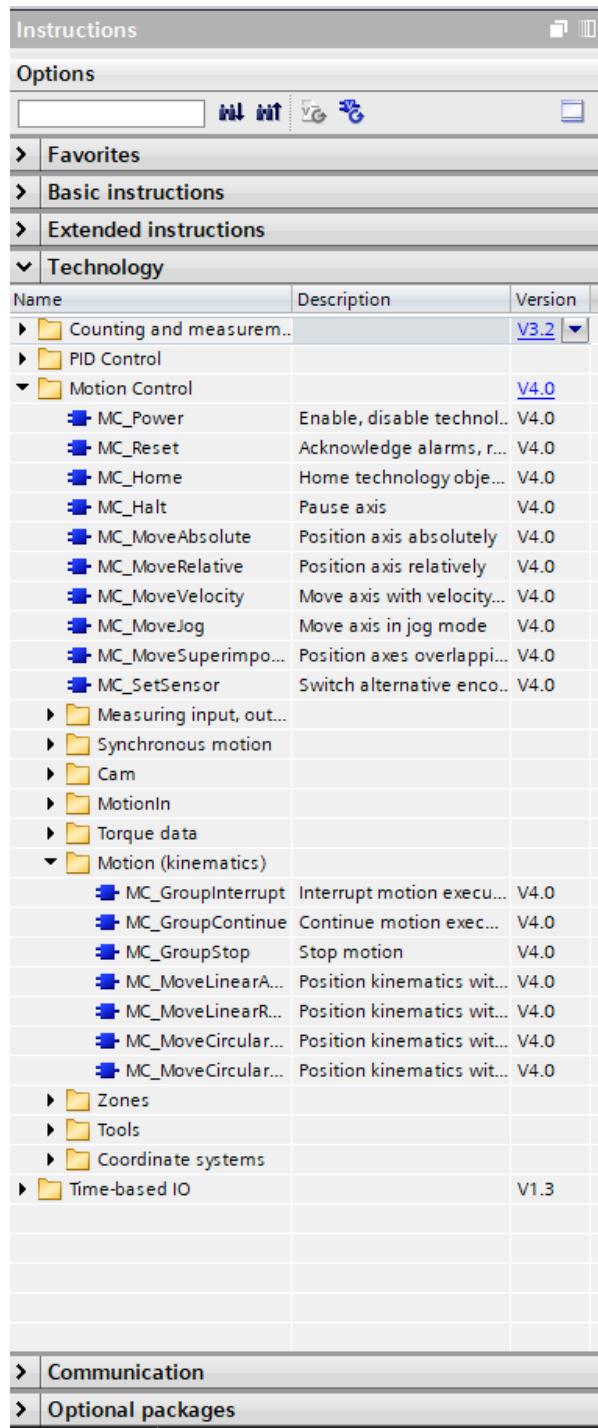
(Слика 5.49). За програмирање овог, и свих осталих, блокова изабран је програмски језик **Function Block Diagram**,



Слика 5.49 Креирање функционалног блока

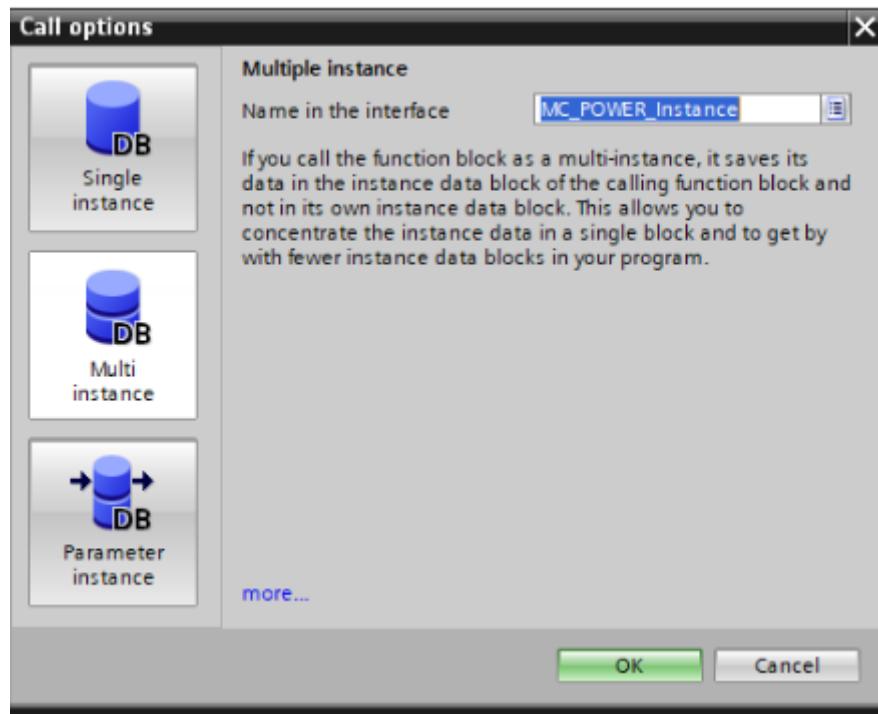
Листа доступних функција за програмирање налази се у прозору *Instructions*.

На слици (Слика 5.50) приказан изглед поменутог прозора.



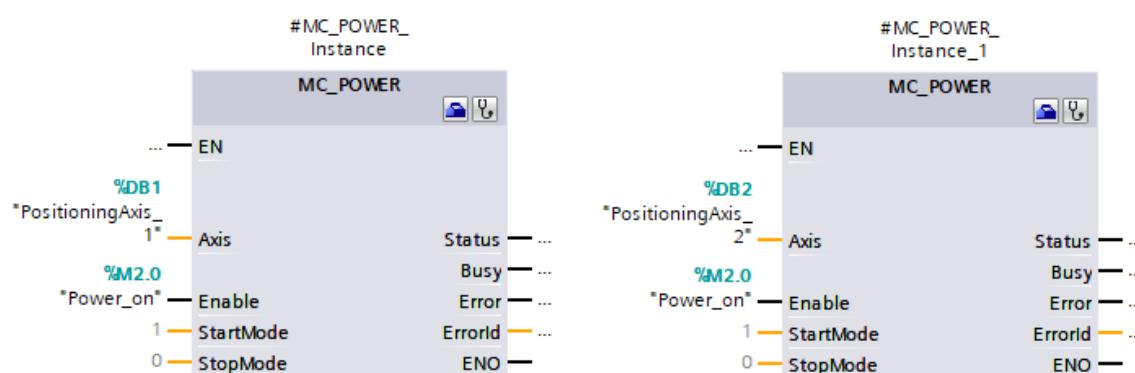
Слика 5.50 Листа инструкција

Превлачењем жељеног блока из инструкција у радни део екрана добија се прозор као на слици (Слика 5.51). У оквиру овог прозора потребно је изабрати *Multi instance* опцију.



Слика 5.51 Позивање блока

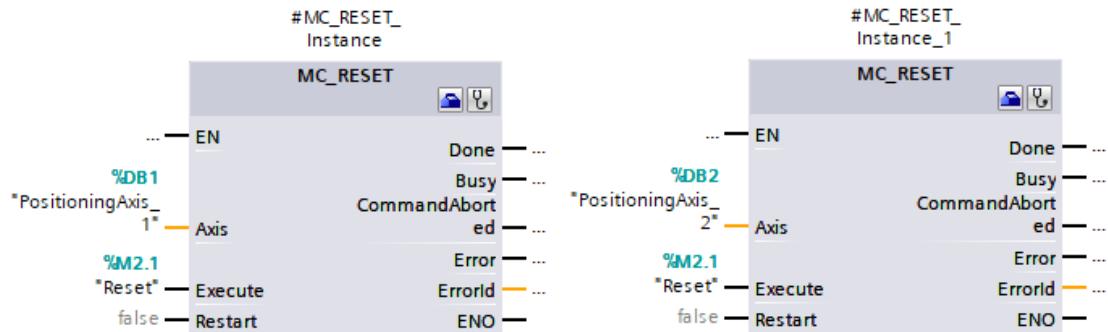
MC_Power – блок који омогућује осу. На улаз *Axis* доводи се жељена оса, а на улаз *Enable* логичка променљива. Стане овог блока контролише се тастером *Power ON* који се налази на оператор панелу. Изглед коришћених блокова дат на слици (Слика 5.52).



Слика 5.52 Изглед POWER блокова

Дефинисање променљивих врши се тако што се једноставно упише жељено име у одговарајуће поље након чега се десним кликом и опцијом *Define tag* дефинише жељена променљива.

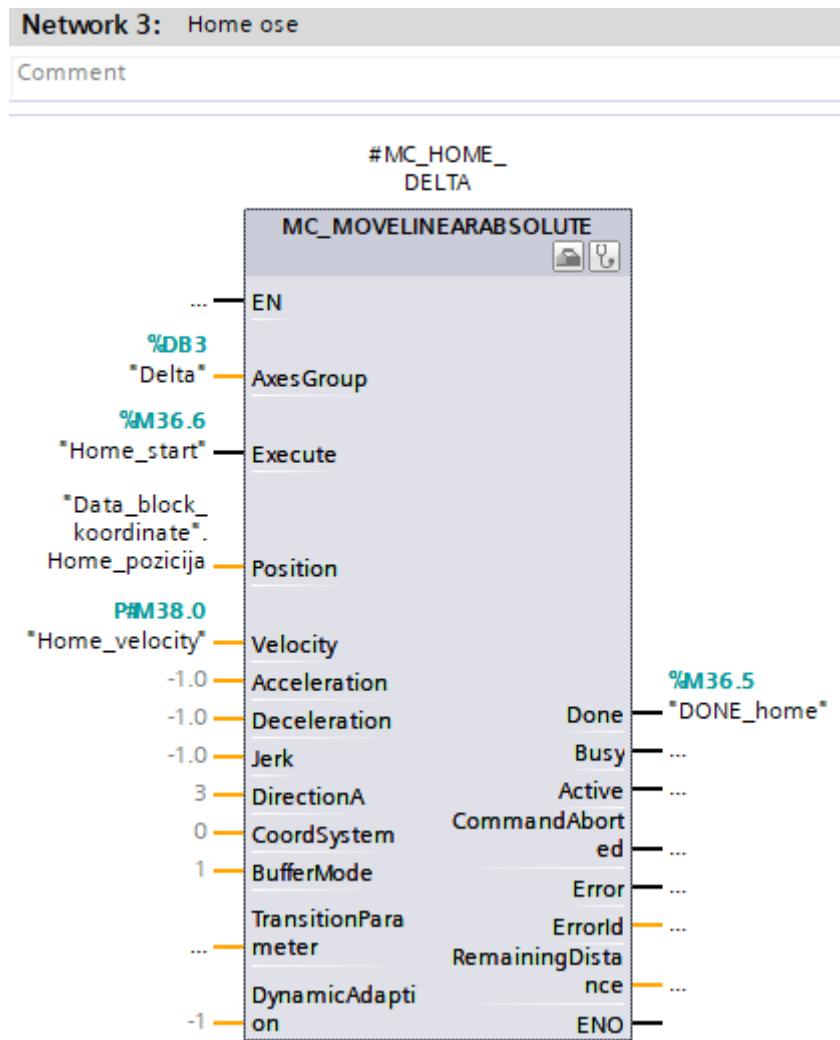
MC_Reset – блок којим се ресетује грешка серво драјвера. Стање овог блока контролише тастер *Reset* који се налази на оператор панелу. На слици (*Слика 5.53*) дат изглед коришћених блокова.



Слика 5.53 Изглед RESET блокова

За потребе довођења кинематичког објекта у *home* позицију, коришћен је блок *MC_MOVELINEARABSOLUTE* којим се врши кретање линеарном интерполацијом тачке. На улаз *AxesGroup* доводи се кинематички објекат, на улаз *Execute* логичка променљива којом се управља блоком. На улаз *Position* доводи се низ реалних променљиви од четири члана, први члан тог низа представља координату по X оси, а трећи члан представља координату по Z оси. На улаз *Velocity* доводи се жељена брзина кретања у јединици која је дефинисана за дати технолошки објекат. На излазу блока *Done* додељена је логичка променљива чије ће стање бити *TRUE* када је блок извршен. Покретање овог блока се врши тастером *Home* који се налази на оператор панелу, ту се такође и уносе вредности позиције и брзине.

Изглед блока дат на слици (*Слика 5.54*).



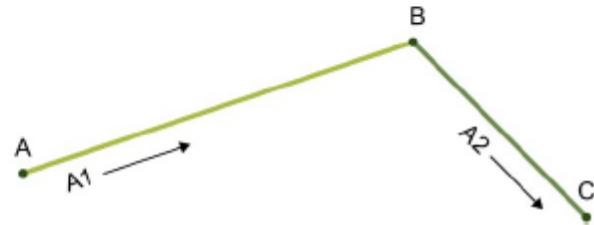
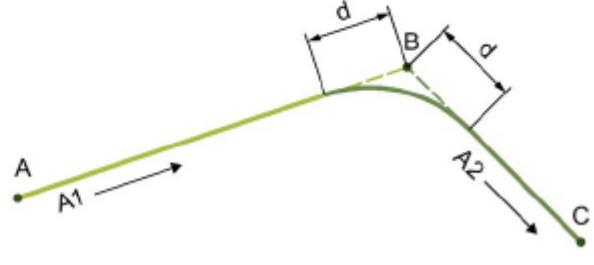
Слика 5.54 Изглед HOME блока

Изглед његовог пратећег блока у коме се налазе подаци, приказан је на следећој слици (Слика 5.55).

MC Blokovi_DB			
	Name	Data type	Start value
1	Input		
2	Home_brzina	LReal	80.0
3	Home_pozicija	Array[1..4] of LReal	
4	Home_pozicija[1]	LReal	0.0
5	Home_pozicija[2]	LReal	0.0
6	Home_pozicija[3]	LReal	-249.0
7	Home_pozicija[4]	LReal	0.0

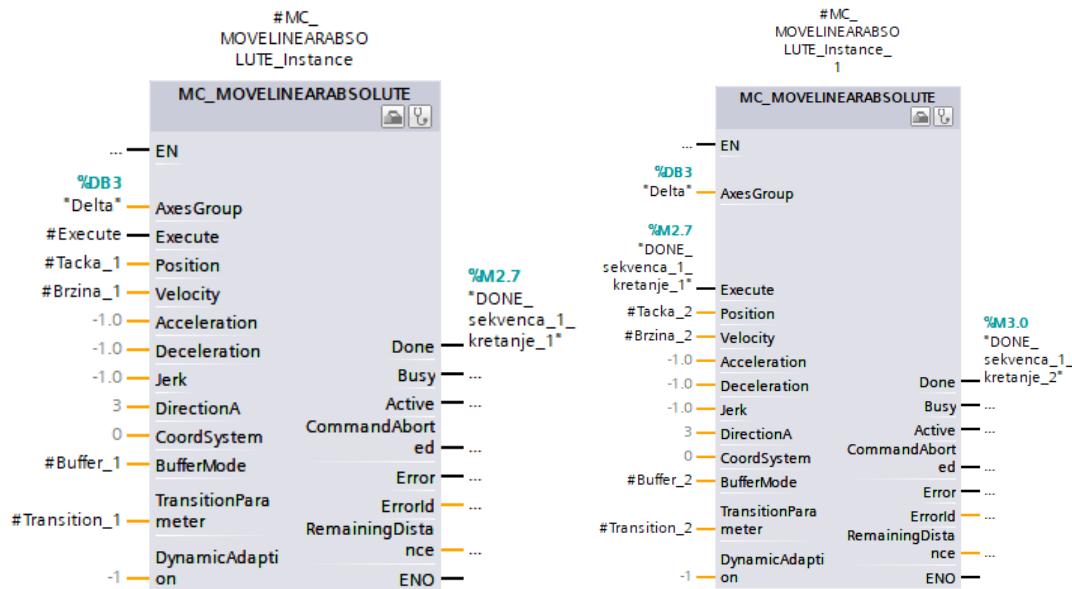
Слика 5.55 Изглед data block-a

Sekvenca_1 представља функционални блок који се састоји од три линеарне интерполације спојених у једну секвенцу. Постизање такве функционалности врши се тако што се излаз *Done* прве интерполације доводи на улаз *Execute* друге интерполације, а излаз *Done* друге интерполације доводи на улаз *Execute* треће интерполације. Улази *BufferMode* и *TransitionParameter* одређују како ће се прећи из једне линеарне интерполације у другу, објашењено сликом (*Слика 5.56*).

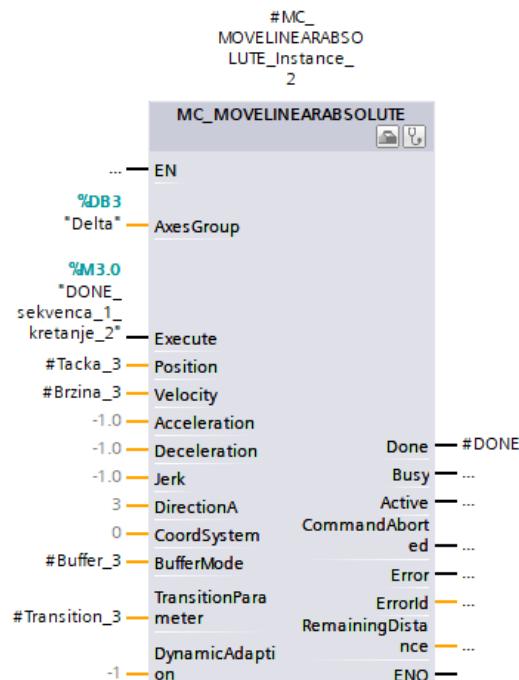
Rounding clearance ("Transition-Parameter[1]")	Motion transition ("BufferMode")
Not relevant	"BufferMode" = 1 
$d > 0.0$	"BufferMode" = 2, 5 

Слика 5.56 Могућности спајања кретања

Изглед коришћених блокова у оквиру овог функционалног блока дат на следећим slikama (*Слика 5.57*, *Слика 5.58*). На слици (*Слика 5.59*) дат приказ пратећег *Data block-a*. Сва подешавања као и покретање овог програмског блока врши се на оператор панелу.



Слика 5.57 Коришћени блокови за линеарну интерполацију



Слика 5.58 Коришћени блок за линеарну интерполацију

	Name	Data type	Start value	Description
1	Input			
2	▶ Transition_3	Array[1..5] of LReal		
3	▶ Transition_2	Array[1..5] of LReal		
4	▶ Transition_1	Array[1..5] of LReal		
5	Buffer_3	DInt	1	
6	Buffer_2	DInt	1	
7	Buffer_1	DInt	1	
8	Execute	Bool	false	
9	▶ Tacka_1	Array[1..4] of LReal		
10	▶ Tacka_1[1]	LReal	-60.0	
11	▶ Tacka_1[2]	LReal	0.0	
12	▶ Tacka_1[3]	LReal	-150.0	
13	▶ Tacka_1[4]	LReal	0.0	
14	▶ Tacka_2	Array[1..4] of LReal		
15	▶ Tacka_2[1]	LReal	70.0	
16	▶ Tacka_2[2]	LReal	0.0	
17	▶ Tacka_2[3]	LReal	-200.0	
18	▶ Tacka_2[4]	LReal	0.0	
19	▶ Tacka_3	Array[1..4] of LReal		
20	▶ Tacka_3[1]	LReal	0.0	
21	▶ Tacka_3[2]	LReal	0.0	
22	▶ Tacka_3[3]	LReal	-150.0	
23	▶ Tacka_3[4]	LReal	0.0	
24	Brzina_1	LReal	30.0	
25	Brzina_2	LReal	30.0	
26	Brzina_3	LReal	30.0	
27	▶ Output			
28	DONE	Bool	false	

Слика 5.59 Изглед пратећег data block-a

Sekvenca_2 представља функционални блок који се састоји од две линеарне интерполације и једне кружне интерполације спојених у једну секвенцу. Вршење кружне интерполације постиже се коришћењем блока *MC_MoveCircularAbsolute*.

У зависности од одабира параметара *CircMode* кружну интерполацију је могуће извршити на један од следећих начина:

- Помоћу успутне и крајње тачке у равни (*CircMode = 0*)

Успутну тачку дефинишемо као тачку на кружној путањи која одређује како се прилази крајњој тачки. Кружна путања се одређује помоћу почетне, успутне и крајње тачке. Оваквом интерполацијом је искључиво могуће превалити пут који је мањи од 360° .

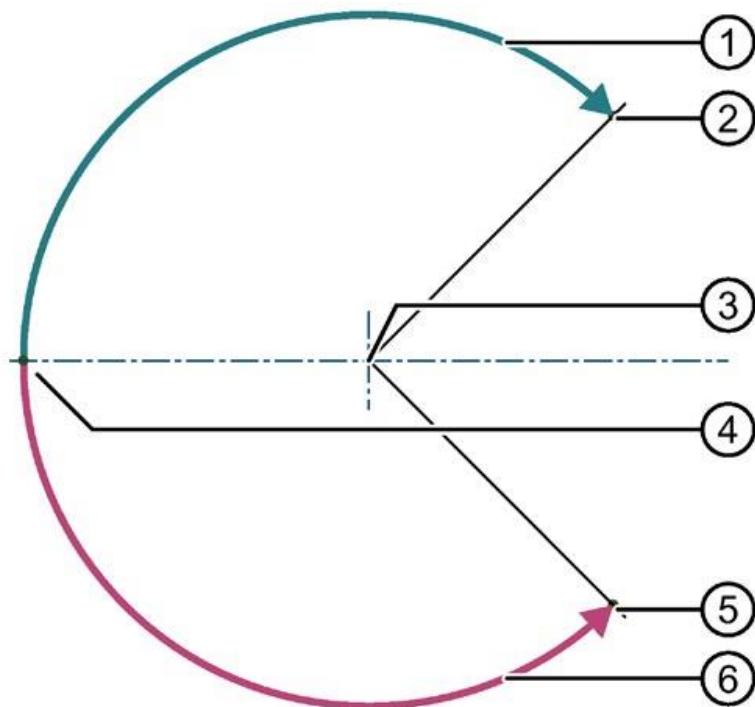
- Помоћу центра кружнице и угла у равни (*CircMode = 1*)

Крајња тачка се рачуна помоћу унетих координата центра кружнице и датог угла. Параметром *PathChoice* дефинише се кретање позитивном односно негативном кружном путањом. На слици (Слика 5.60) приказан овакав начин кружне интерполяције.

- Помоћу полупречника круга и крајње тачке у равни (*CircMode* = 2)

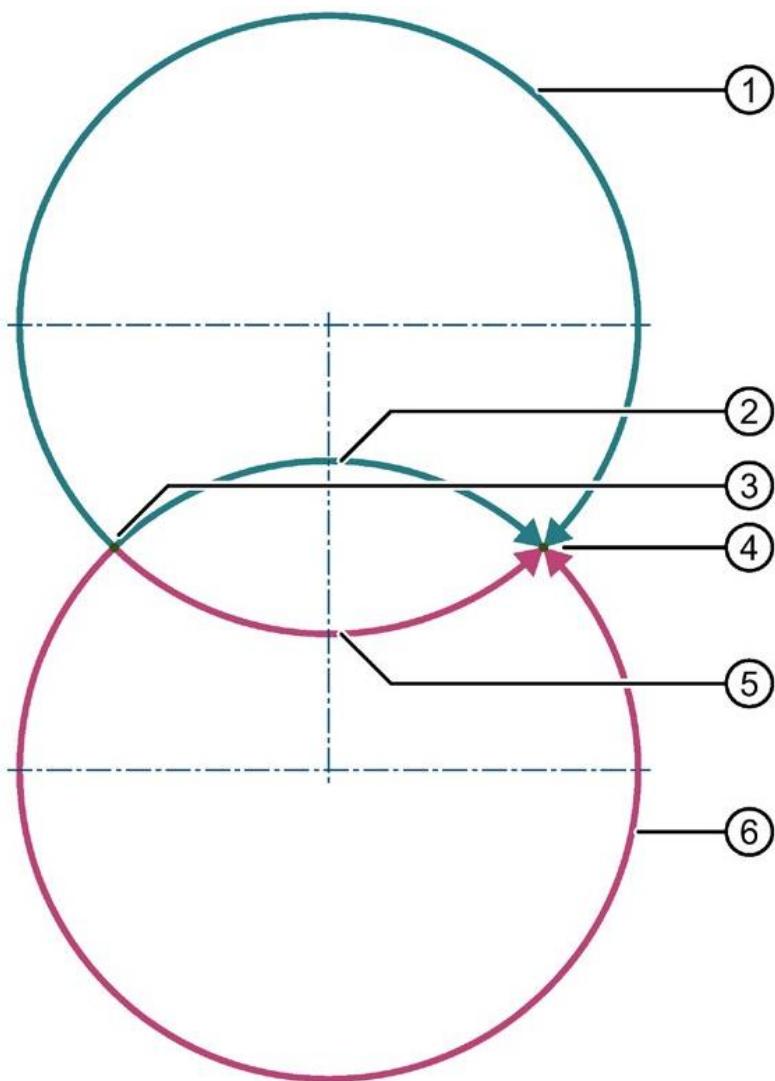
Кружна путања се рачуна помоћу полупречника круга и дефинисане крајње тачке у равни, чиме добијамо четири потенцијалне кружне путање. Параметром *PathChoice* врши се одабир жељене путање. На слици (Слика 5.61) приказан овакав начин кружне интерполовације.

Улазни параметар *AuxPoint* у зависности од одабира начина интерполовације означава успутну тачку или центар кружнице.



Слика 5.60 Одабир кружне путање

- 1) Позитиван смер кретања (*PathChoice* = 0)
- 2) Крајња тачка
- 3) Центар кружнице
- 4) Почетна тачка
- 5) Крајња тачка
- 6) Негативан смер кретања (*PathChoice* = 1)

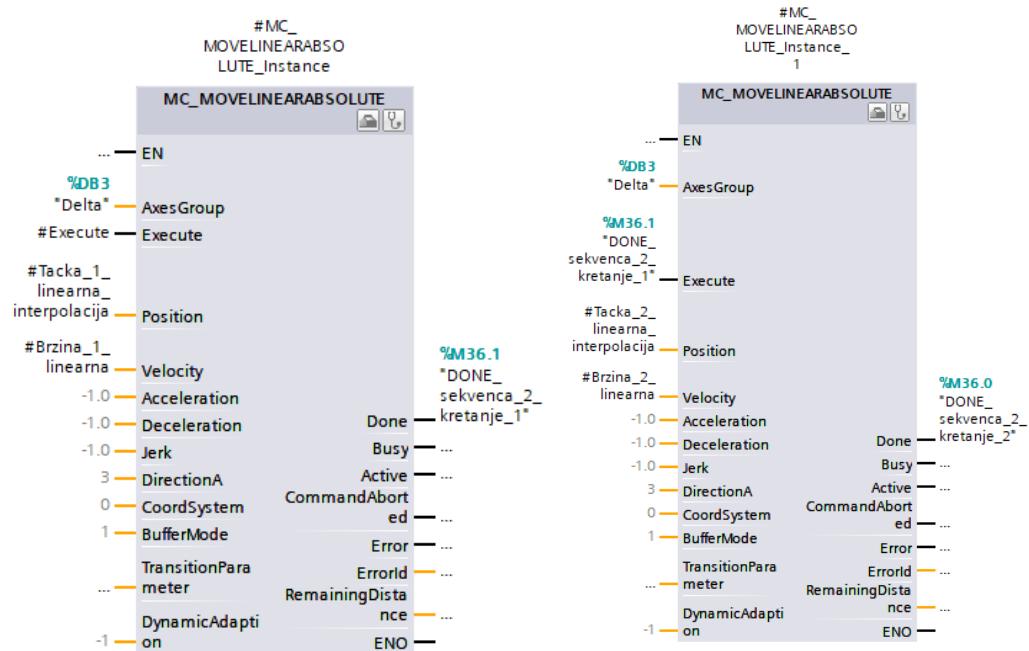


Слика 5.61 Одабир кружне путање

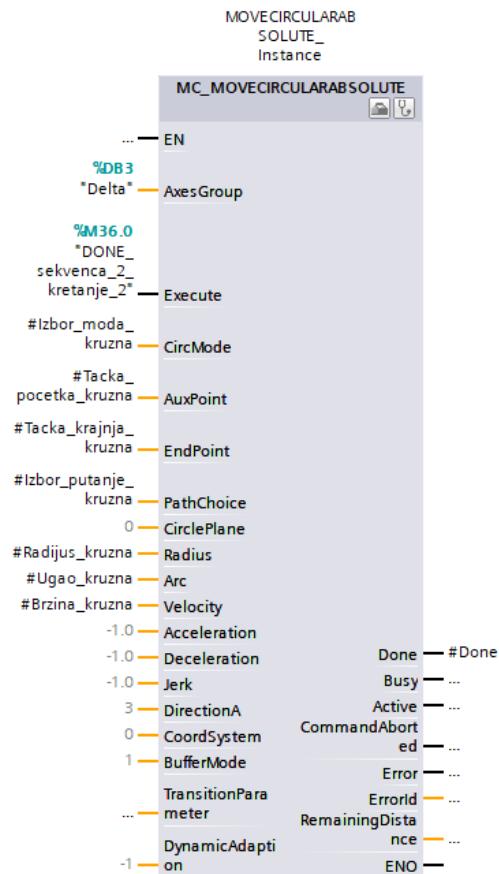
- 1) Дужи позитивни сегмент круга ($\text{PathChoice} = 2$)
- 2) Крајни позитивни сегмент круга ($\text{PathChoice} = 0$)
- 3) Почетна тачка
- 4) Крајња тачка
- 5) Крајни негативни сегмент круга ($\text{PathChoice} = 1$)
- 6) Дужи негативни сегмент круга ($\text{PathChoice} = 3$)

Изглед коришћених блокова у оквиру овог функционалног блока дат на следећим сликама (Слика 5.62, Слика 5.63). На слици (Слика 5.64) дат приказ пратећег

Data block-a. Сва подешавања као и покретање овог програмског блока врше се на оператер панелу.



Слика 5.62 Изглед блокова линеарне интерполяције

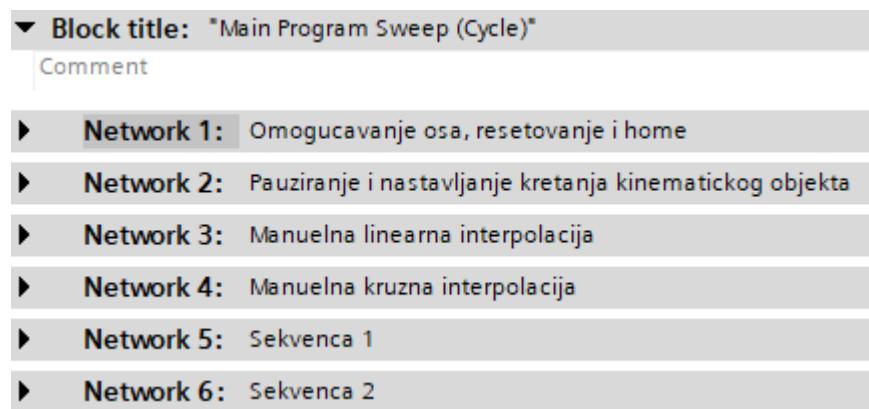


Слика 5.63 Изглед блока кружне интерполяције

Sekvenca_2_DB			
	Name	Data type	Start value
1	Input		
2	Execute	Bool	false
3	Tacka_1_linearna_inte..	Array[1..4] of LReal	
4	Tacka_1_linearna_...	LReal	90.0
5	Tacka_1_linearna_...	LReal	0.0
6	Tacka_1_linearna_...	LReal	-180.0
7	Tacka_1_linearna_...	LReal	0.0
8	Tacka_2_linearna_inte..	Array[1..4] of LReal	
9	Tacka_2_linearna_...	LReal	0.0
10	Tacka_2_linearna_...	LReal	0.0
11	Tacka_2_linearna_...	LReal	-150.0
12	Tacka_2_linearna_...	LReal	0.0
13	Izbor_moda_kruzna	DInt	0
14	Tacka_pocetka_kruzna	Array[1..3] of LReal	
15	Tacka_pocetka_kr...	LReal	-50.0
16	Tacka_pocetka_kr...	LReal	0.0
17	Tacka_pocetka_kr...	LReal	-200.0
18	Tacka_krajnja_kruzna	Array[1..4] of LReal	
19	Tacka_krajnja_kruz...	LReal	0.0
20	Tacka_krajnja_kruz...	LReal	0.0
21	Tacka_krajnja_kruz...	LReal	-240.0
22	Tacka_krajnja_kruz...	LReal	0.0
23	Izbor_putanje_kruzna	DInt	0
24	Radius_kruzna	LReal	0.0
25	Ugao_kruzna	LReal	0.0
26	Brzina_1_linearna	LReal	30.0
27	Brzina_2_linearna	LReal	30.0
28	Brzina_kruzna	LReal	30.0
29	Output		
30	Done	Bool	false

Слика 5.64 Изглед одговарајућег data block-a

Main програмски блок је блок у коме ће бити позвани направљени функционални блокови. Структурни приказ дат је на слици (Слика 5.65).

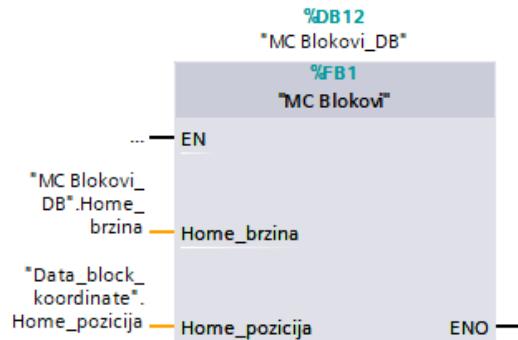


Слика 5.65 Изглед структуре main програма

Претходно направљени функционални блокови се у *main* програму позивају превлачењем на радну површину (слично као функције).

Network 1: омогућавање оса, ресетовање оса, почетна позиција кинематичког објекта.

На следећој слици (*Слика 5.66*) дат је приказ прве мреже у којој је позван функционални блок *MC Blokovi*.

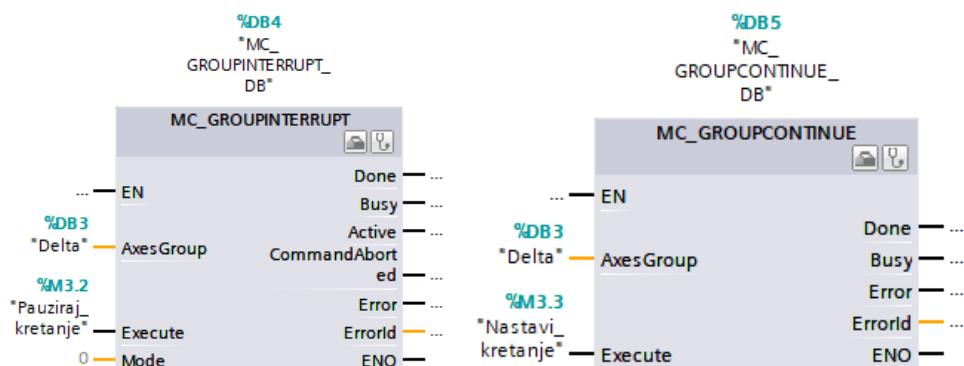


Слика 5.66 Network 1

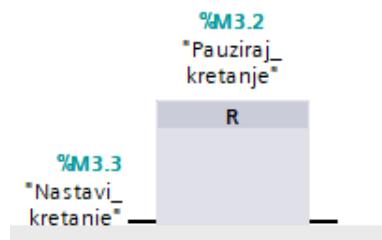
Network 2: Паузирање и настављање кретања кинематичког објекта.

На следећој слици (*Слика 5.67*) дат је приказ блокова којима се паузира и наставља кретање кинематичког објекта. Такође је одрађено и ресетовање логичке променљиве *Pauziraj_kretanje* када се активира логичка променљива *Nastavi_kretanje* (*Слика 5.68*). То се врши помоћу *Reset bit* блока који се налази у *Bit logic instructions* подељку прозора *Instructions*.

Овим блоком управљамо тастерима који се налазе на оператор панелу.



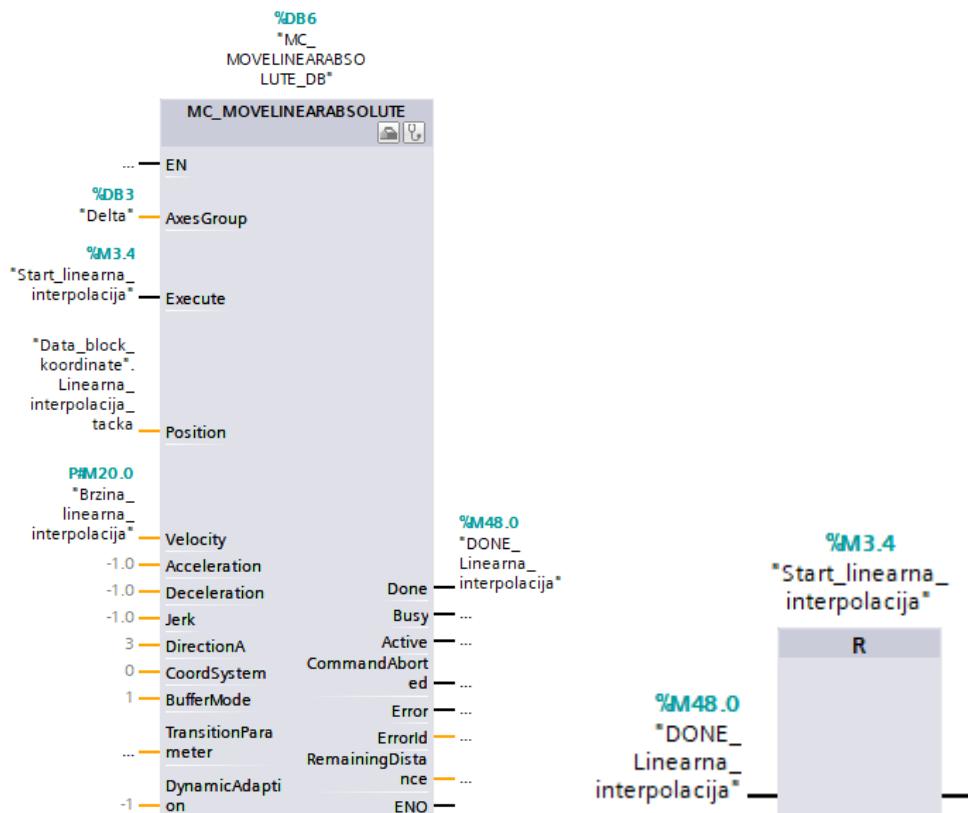
Слика 5.67 Блокови за паузирање и настављање кретања



Слика 5.68 Ресетовање променљиве

Network 3: Мануелна линеарна интерполяција

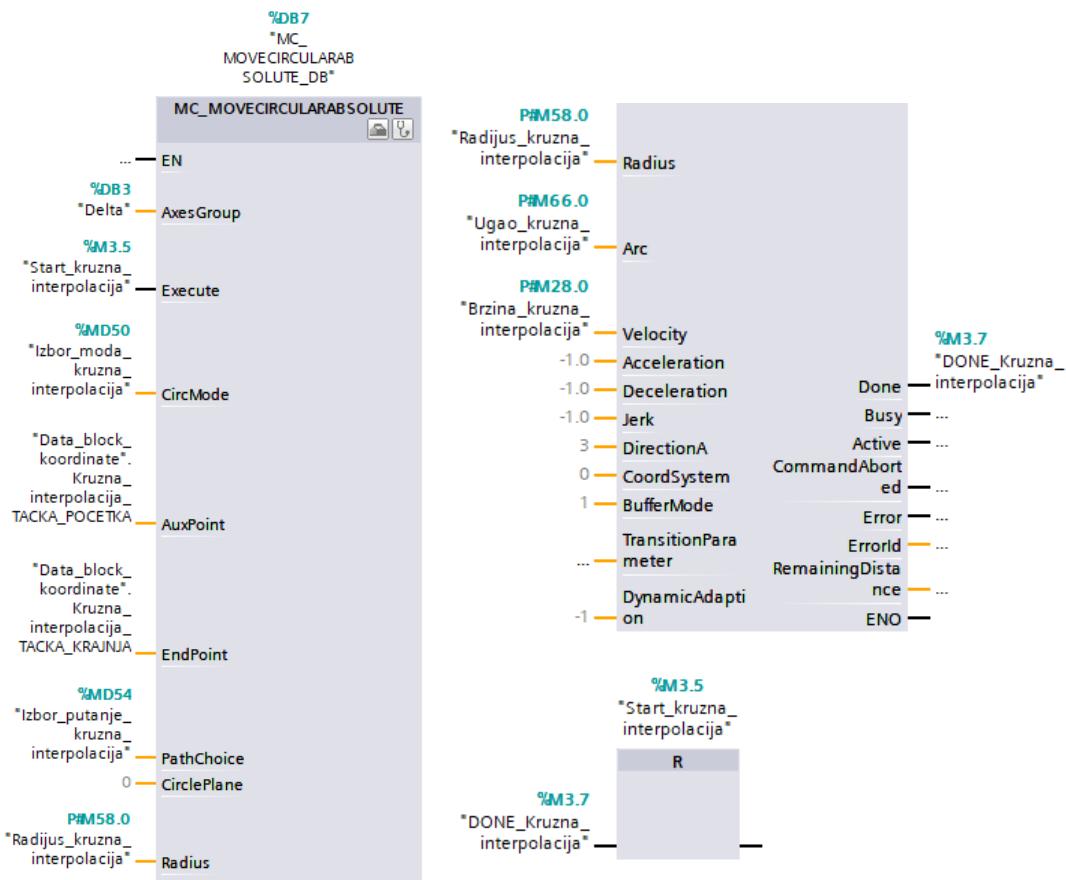
На следећој слици (Слика 5.69) приказан је блок којим се врши мануелна линеарна интерполяција на основу задатих координата и брзине на оператор панелу.



Слика 5.69 Мануелна линеарна интерполяција

Network 4: Мануелна кружна интерполяција

На следећој слици (Слика 5.70) приказан је блок којим се врши мануелна кружна интерполяција на основу задатих параметара на оператор панелу.



Слика 5.70 Мануелна кружна интерполяција

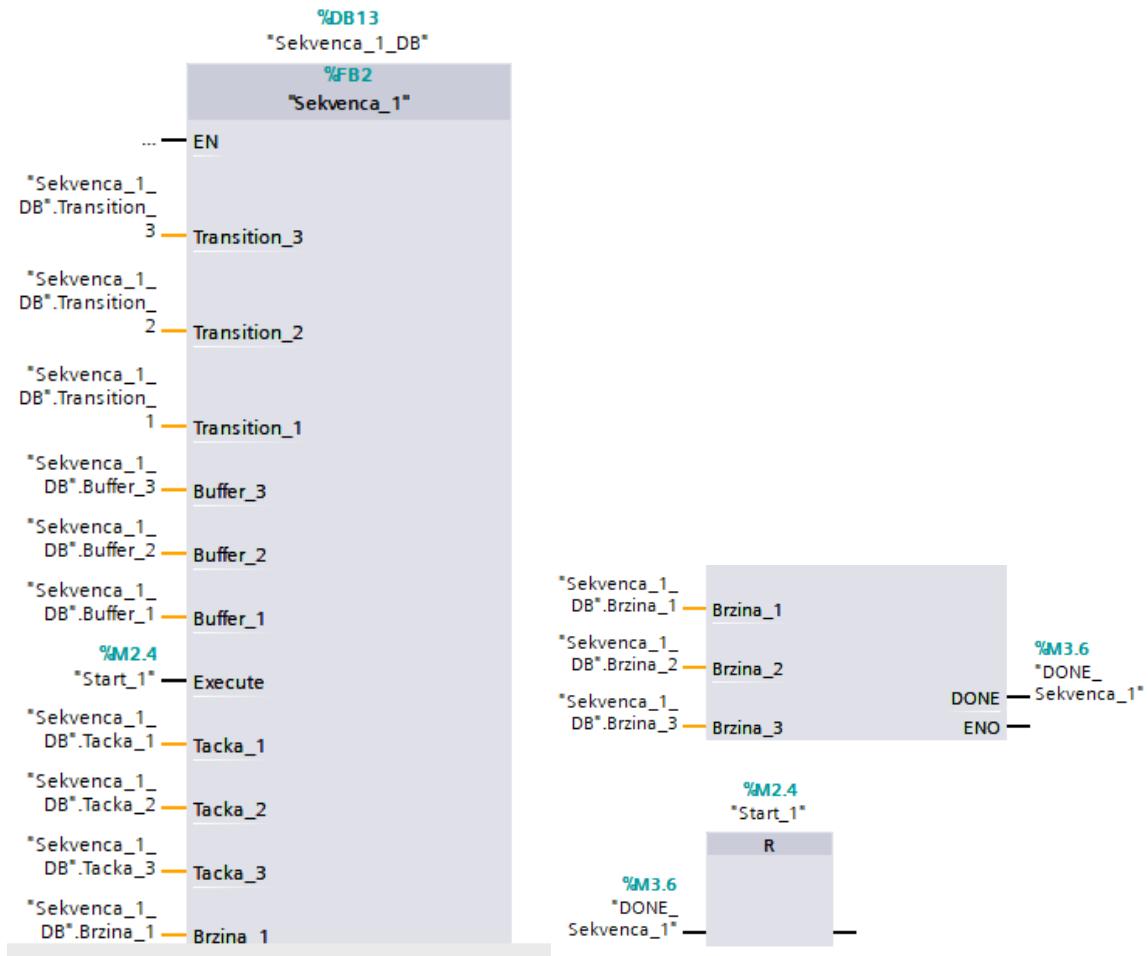
Подаци о позицији код мануелне линеарне и код мануелне кружне интерполяције чувају се у *Data_block_Koordinate*. Приказ тог блока дат је на следећој слици (Слика 5.71).

Data_block_koordinate			
	Name	Data type	Start value
1	Static		
2	Linearna_interpolacija..	Array[1..4] of LReal	
3	Kruzna_interpolacija_...	Array[1..3] of LReal	
4	Kruzna_interpolacija_...	Array[1..4] of LReal	

Слика 5.71 Data block координате

Network 5: Секвенца 1

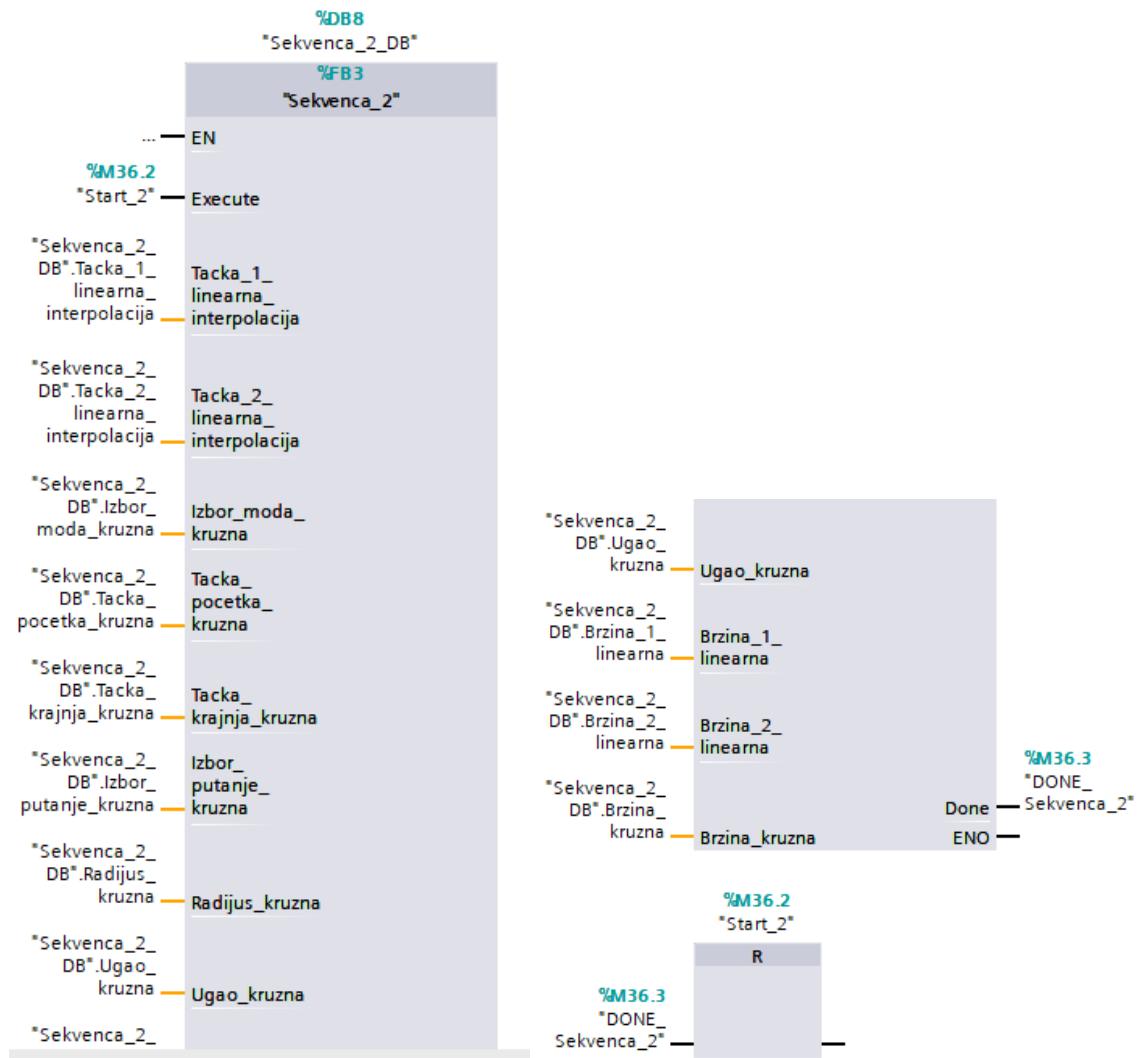
На следећој слици (Слика 5.72) приказан је изглед мреже у којој се позива функционални блок *Sekvenca_1*. Параметри ове секвенце су унапред дефинисани али се могу уписати произволни параметри на оператор панелу.



Слика 5.72 Network 5

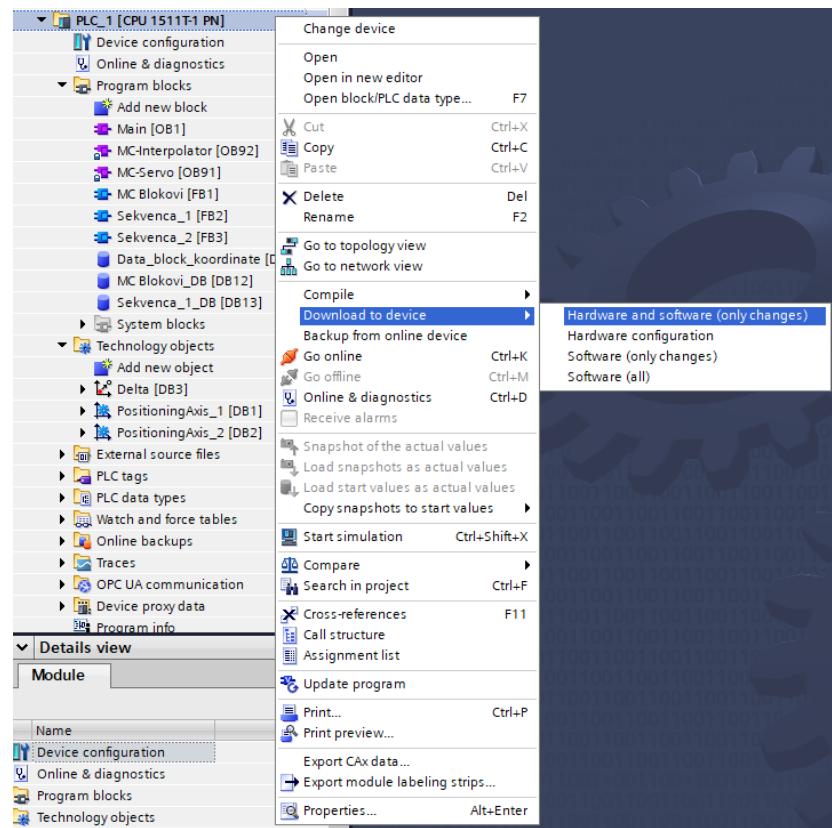
Network 6: Секвенца 2

На следећој слици (Слика 5.73) приказан је изглед мреже у којој се позива функционални блок *Sekvenca_2*. Параметри ове секвенце су унапред дефинисани или се могу уписати произвольни параметри на оператор панелу.



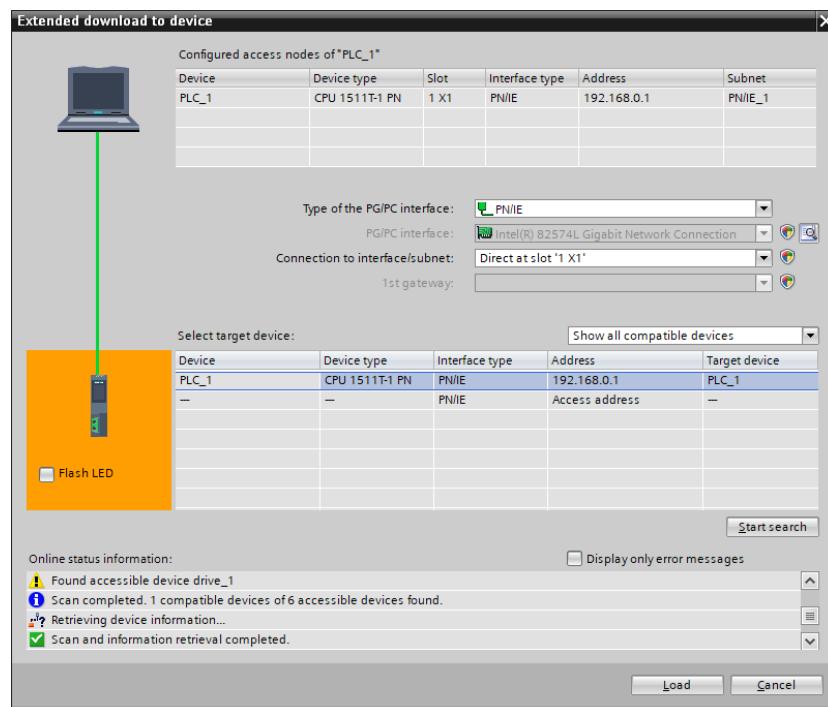
Слика 5.73 Network 6

Преостало је још само да се написани програмски блокови спусте на ПЛК. То се врши одабиром *PLC-a*, десним кликом на њега и одабиром опције *Download to device* (Слика 5.74).



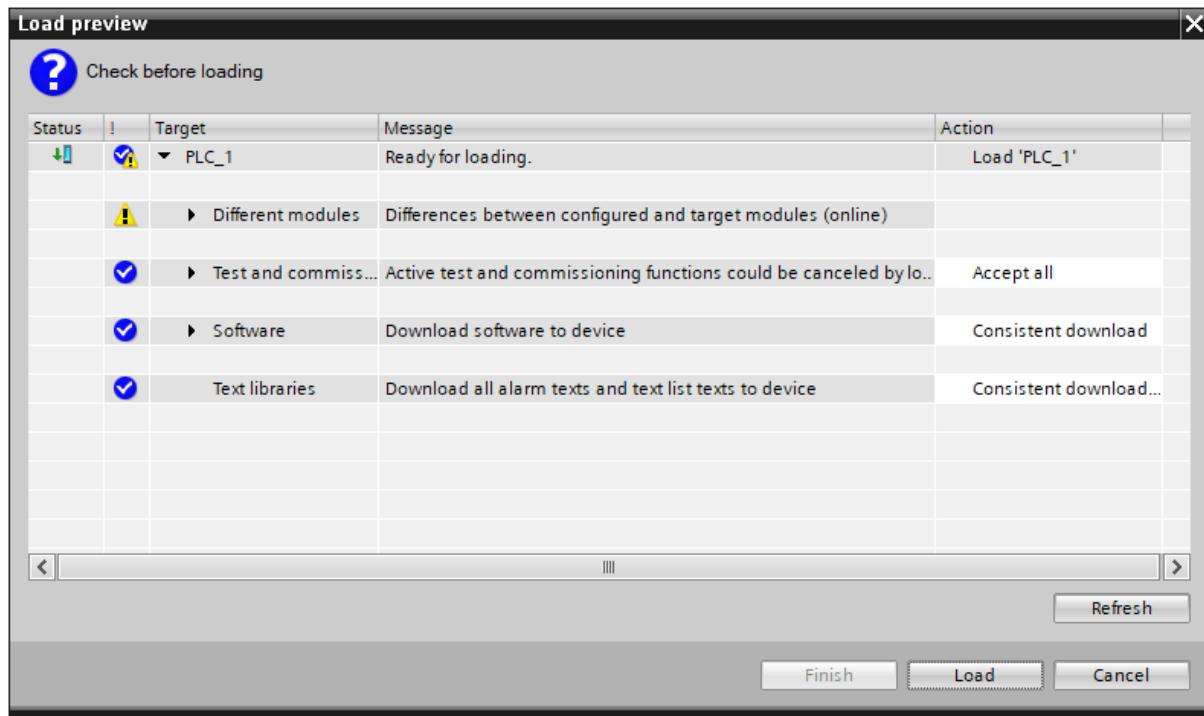
Слика 5.74 Спуштање апликације

Након што је ово урађено, отвара се прозор као на слици (Слика 5.75) у коме бирајмо уређај на који желимо да спустимо апликацију.



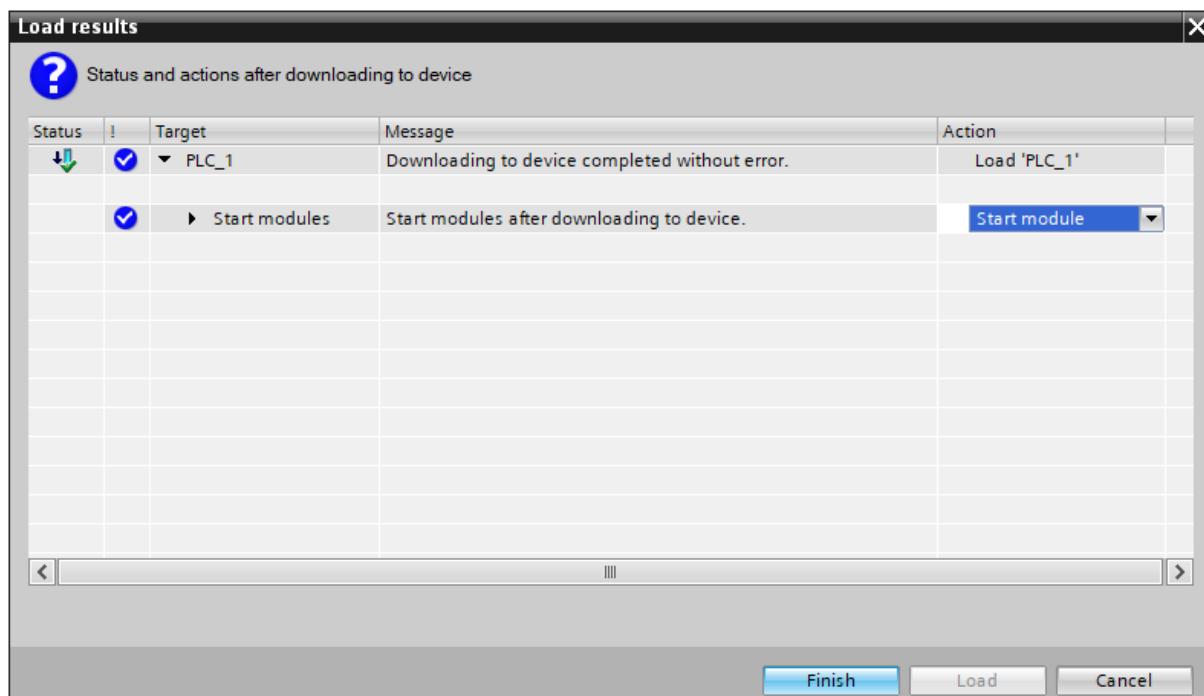
Слика 5.75 Одабир уређаја

Одабиром опције *Load* прелазимо у следећи прозор (*Слика 5.76*).



Слика 5.76 Load прозор

Одабиром опције *Load* прелазимо у следећи прозор (*Слика 5.77*).



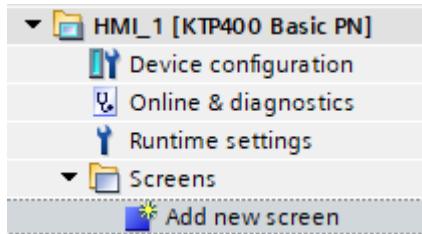
Слика 5.77 Успешно спущен код

Потврдом на *Finish* код је успешно спуштен на ПЛК.

5.2.5 ИЗРАДА АПЛИКАЦИЈЕ ЗА ОПЕРАТОР ПАНЕЛ

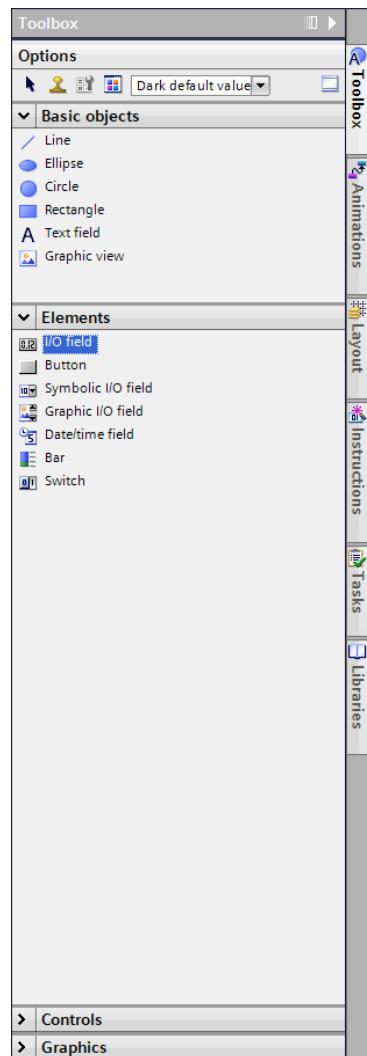
Преласком у картицу *HMI* → *Screens* можемо израдити екране за оператор панел.

Приказ креирања новог екрانا дат је на слици (*Слика 5.78*).



Слика 5.78 Додавање новог екрана

Све функције које користимо налазе се у *Toolbox*-у (*Слика 5.79*). Њиховим превлачењем на радну површину додајемо објекте на екран.



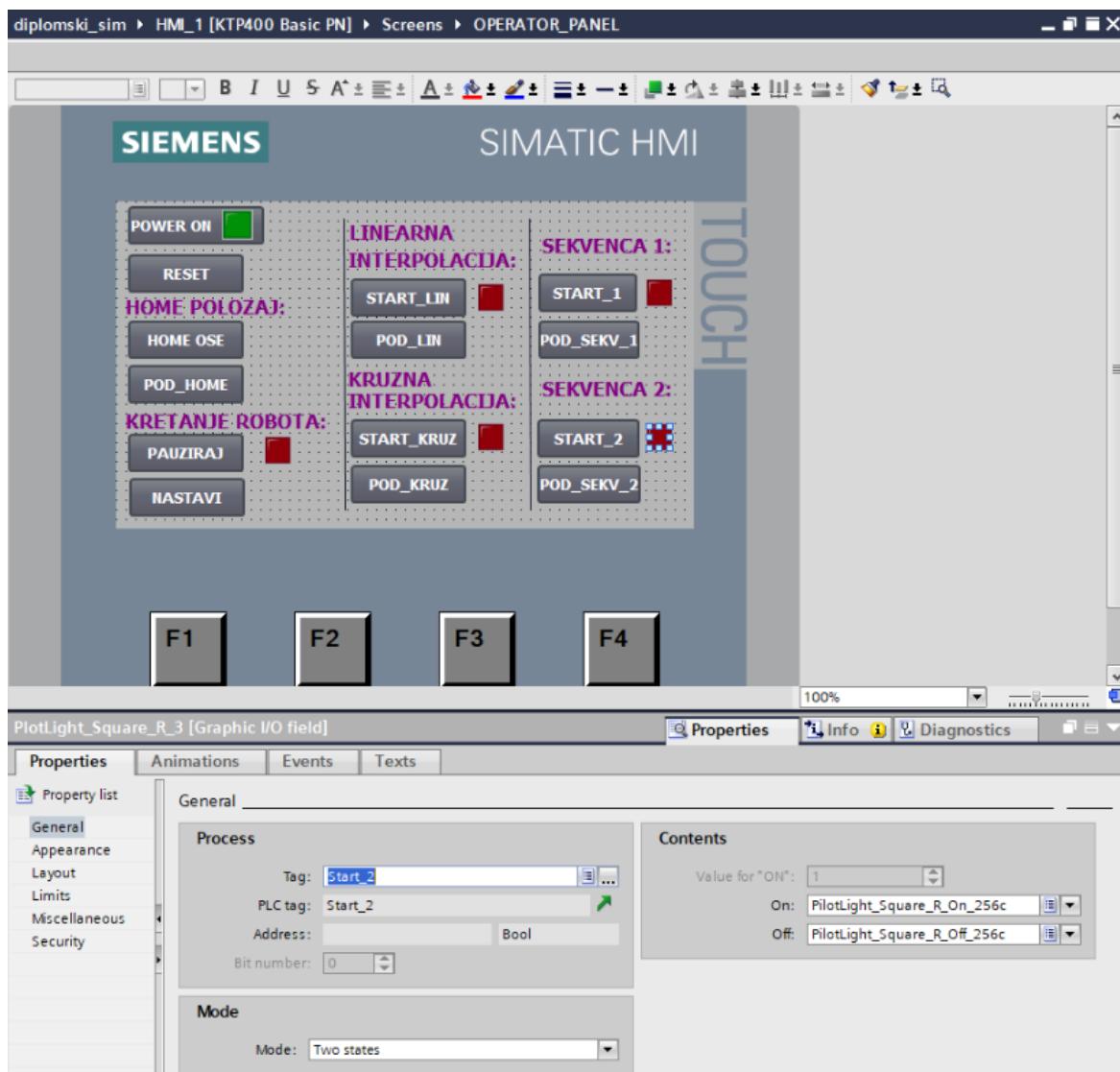
Слика 5.79 Изглед toolbox-a

Подешавања додатог објекта врше се у картици *Properties* која се отвара након селектовања жељеног објекта.

За потребе израде свих екрана коришћени су следећи елементи:

- *Text field* – текстуално поље
- *I/O field* – поље за унос или испис података
- *Button* – тастер
- *Plot light* – сигнална лампица

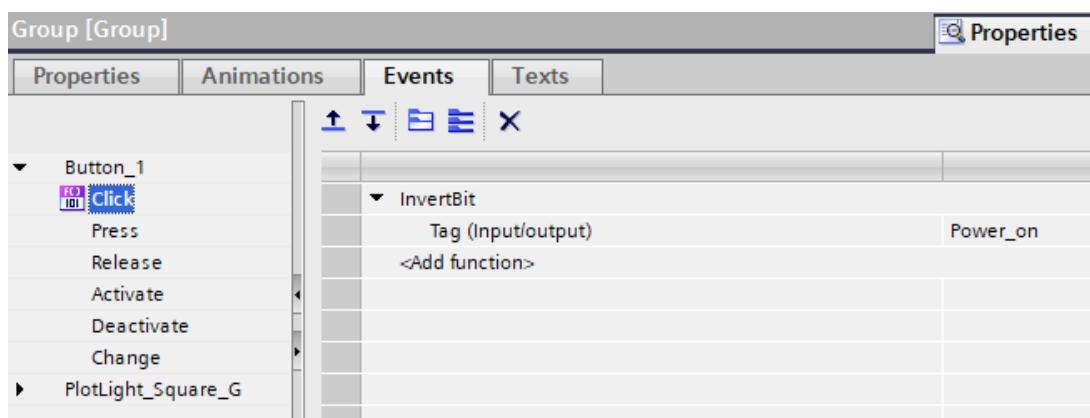
На следећој слици дат је изглед главног екрана као и окружења у којем се израђује екран (*Слика 5.80*). Може се приметити да је заокружена сигнална лампица тако да се у картици *Properties* налазе подешавања везана за њу.



Слика 5.80 Изглед радног окружења

Додељивање функционалности сигналној лампици врши се тако што се у пољу *Tag* повезује са жељеном логичком променљивом, конкретно *Start_2*, што значи да ће лампица сијати за стање логичке јединице, а бити искључена за стање логичке нуле додељене променљиве.

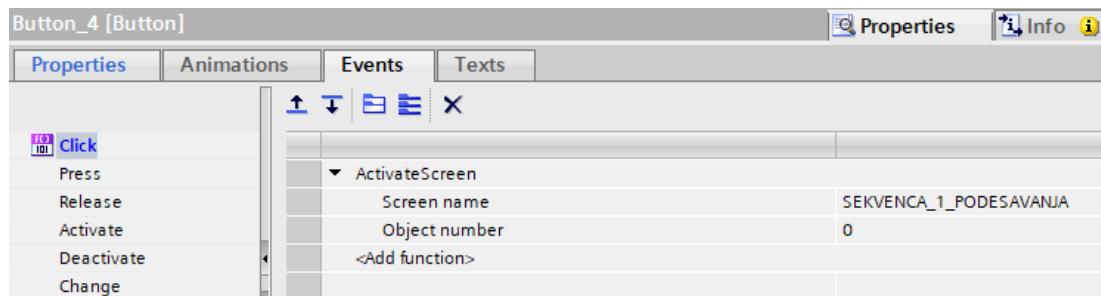
На следећој слици (Слика 5.81) биће дат приказ подешавања функционалности тастера *POWER ON*. Како је жељена функционалност овог тастера да промени стање променљиве *Power_on* која се налази у *PLC-y*, селектовати тастер и преласком у картицу *Events* у секцији *Click* изабрати опцију *InvertBit* и повезати је са жељеном променљивом. Тиме се постиже да се на сваки додир тастера мења логичко стање повезане променљиве.



Слика 5.81 Изглед додавања функције тастеру

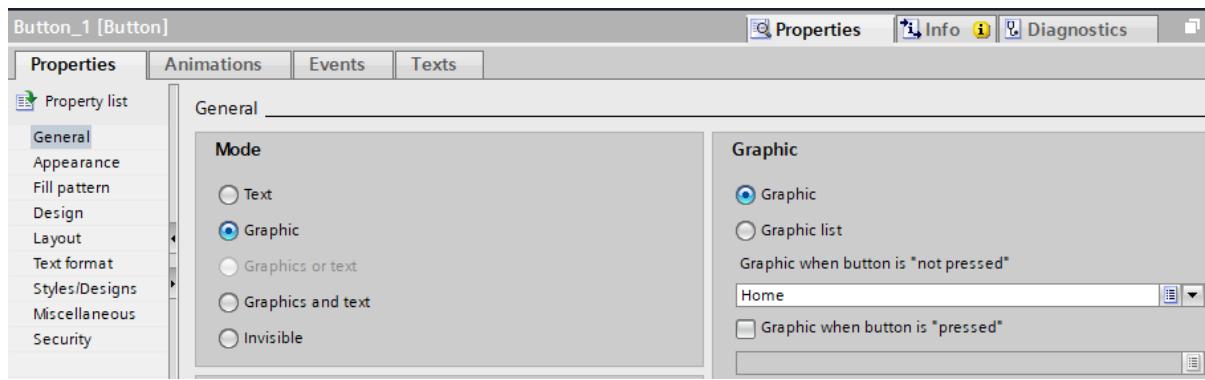
Сви остали коришћени тастери се конфигуришу на исти начин. У зависности од потребне функционалности тастера изабрати која функција се извршава када се тастер притисне/држи/пусти итд.

На следећој слици (Слика 5.82) дат је изглед функције за прелазак у други екран.



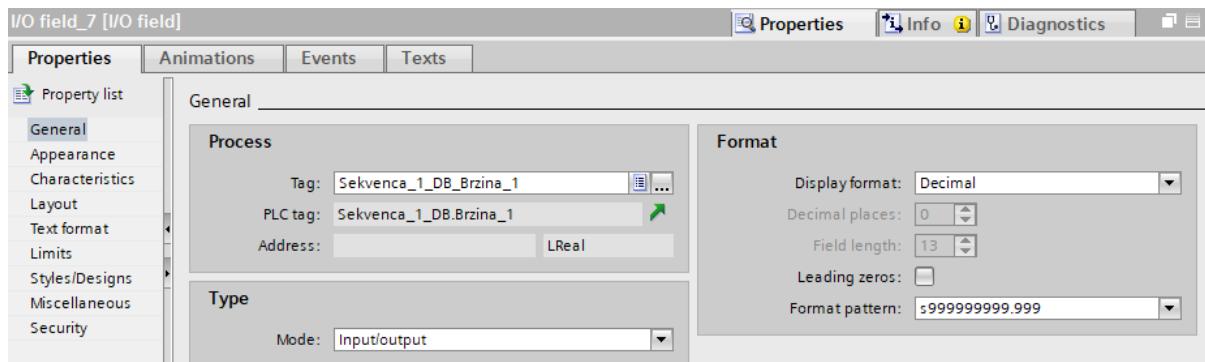
Слика 5.82 Изглед додавања функције тастеру

Тастерима се може додати графички приказ на следећи начин (Слика 5.83).



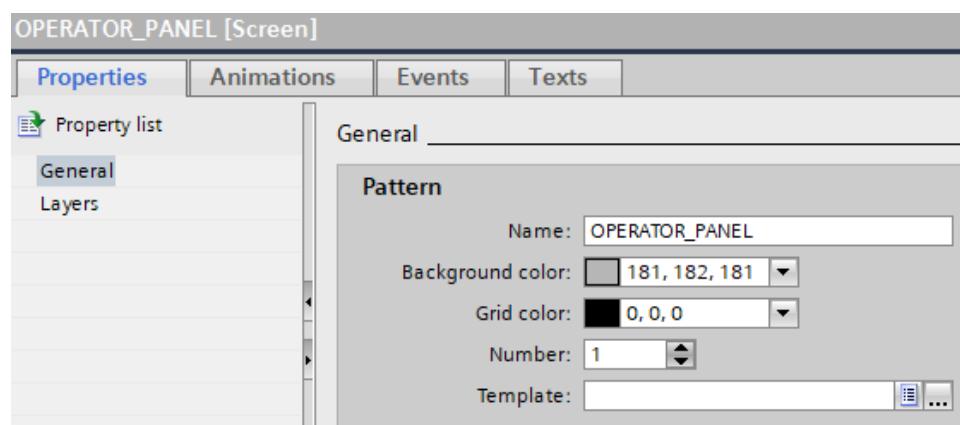
Слика 5.83 Графички приказ на тастеру

Подешавање улазно-излазног поља врши се на начин приказан на слици (Слика 5.84). Потребно је селектовати жељено поље, након чега се у пољу Tag повезује са променљивом чију вредност желимо да променимо, односно испишишемо.



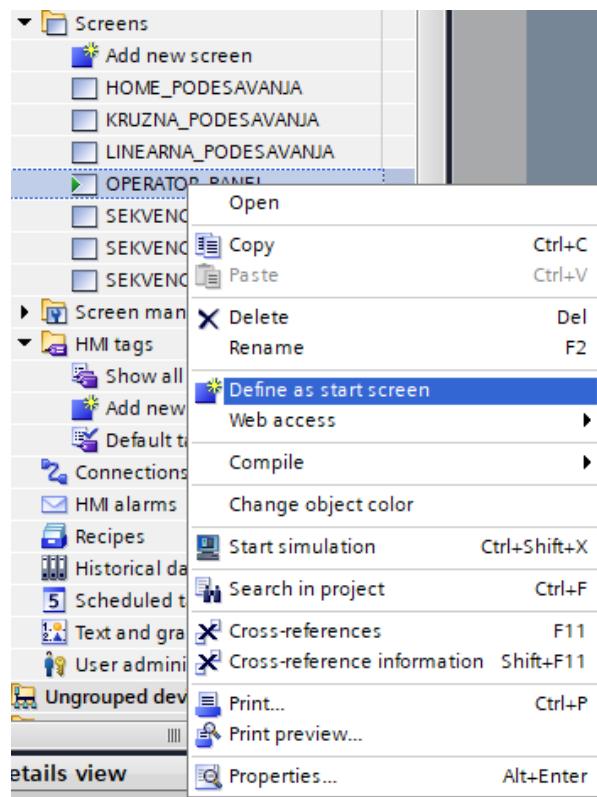
Слика 5.84 Повезивање У/И поља са променљивом

Промену имена екрана као и боје позадине могуће је урадити на следећи начин (Слика 5.85).



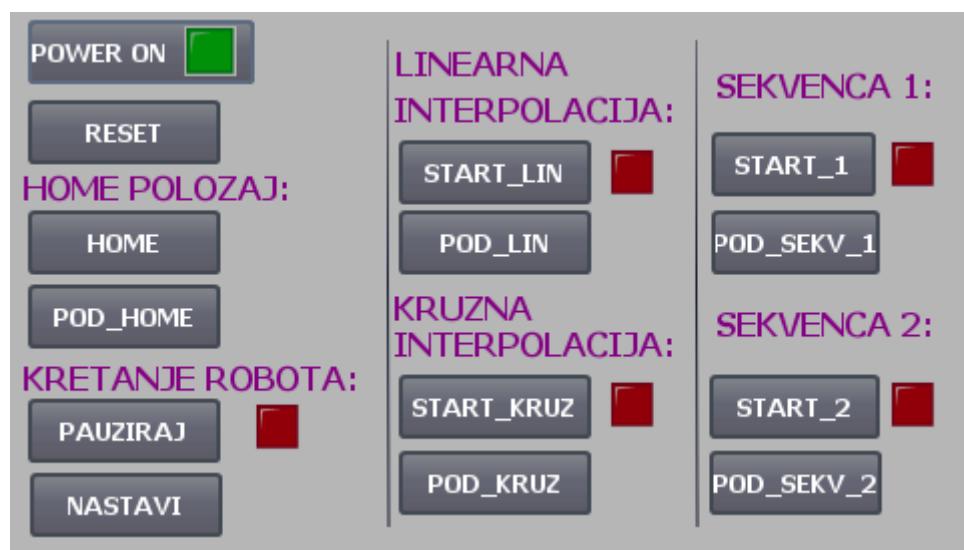
Слика 5.85 Подешавање екрана

Одабир почетног екрана врши се на начин приказан на слици (Слика 5.86).

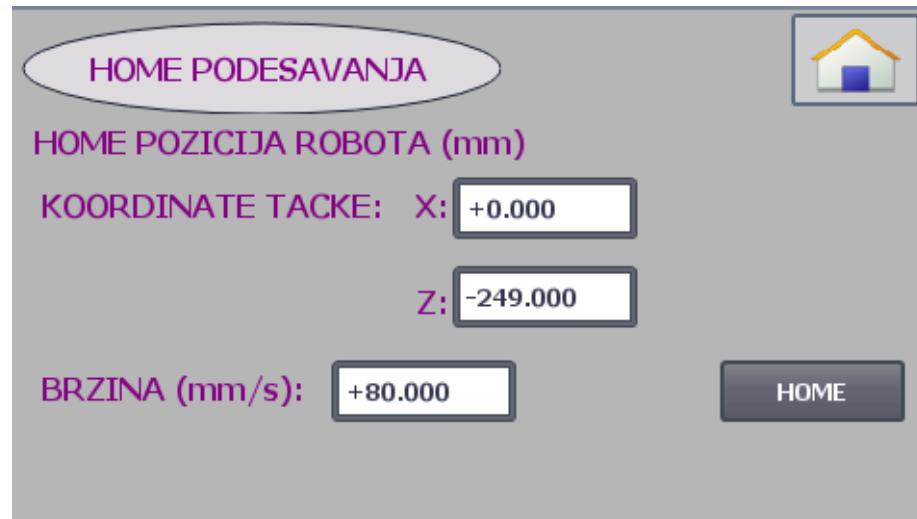


Слика 5.86 Дефинисање почетног екрана

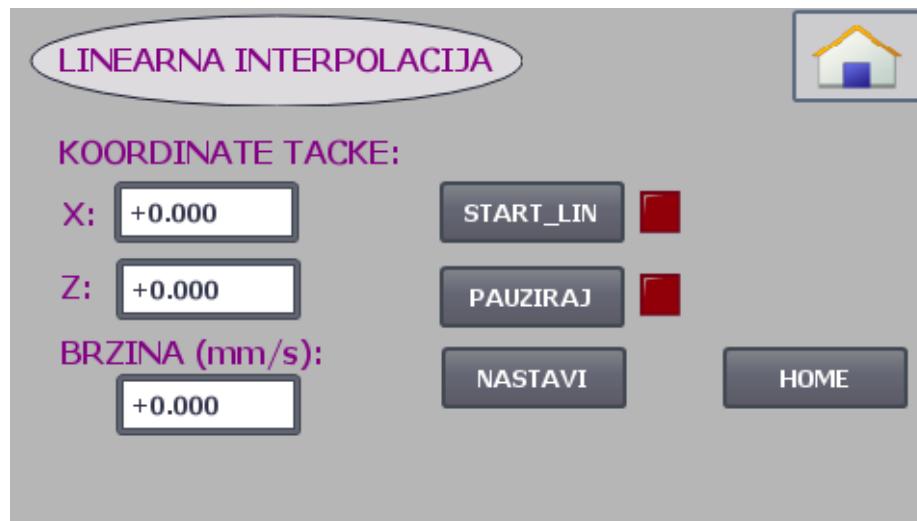
На следећим slikama биће дати прикази свих направљених екрана (Слика 5.87-5.95).



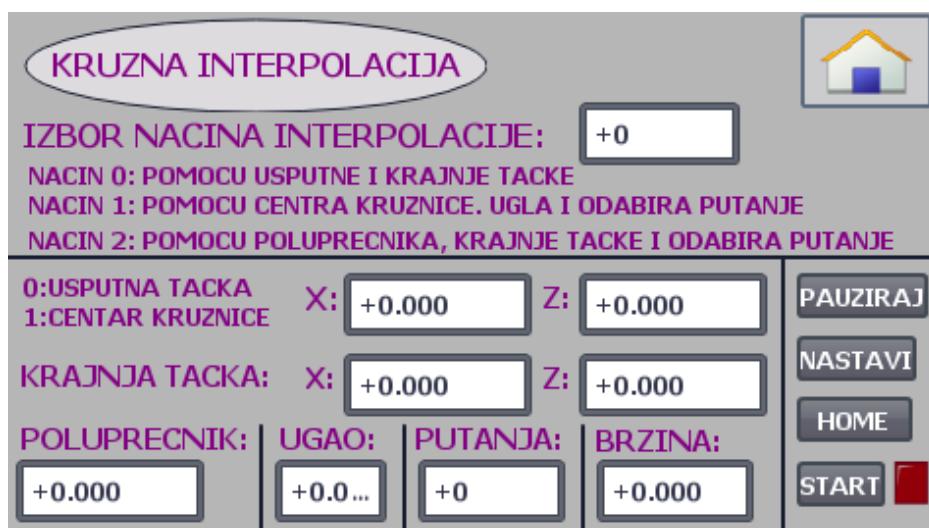
Слика 5.87 Почетни екран



Слика 5.88 Подешавања home позиције



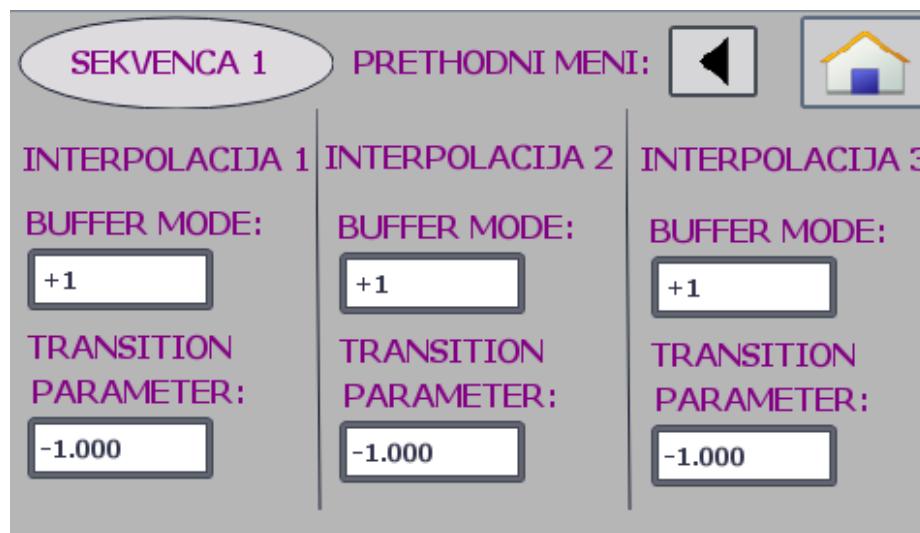
Слика 5.89 Подешавања мануелне линеарне интерполяције



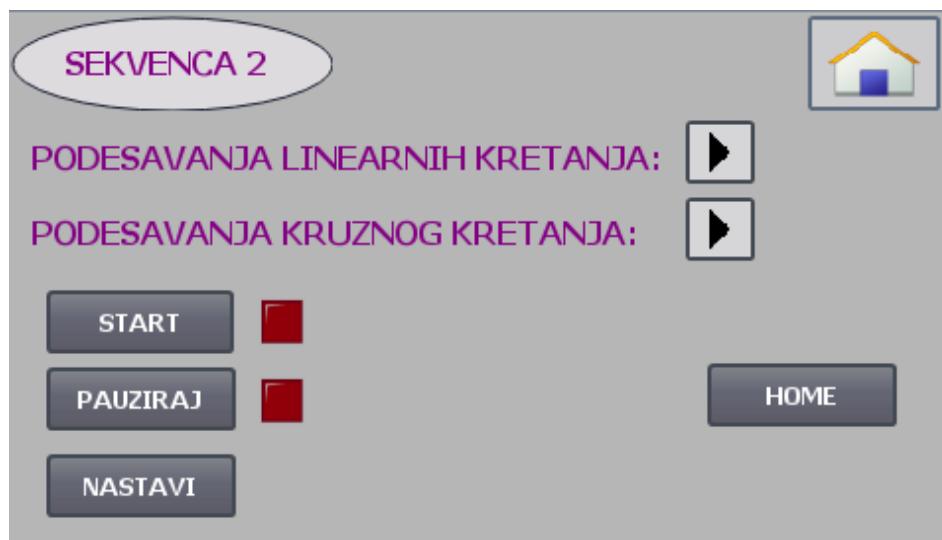
Слика 5.90 Подешавање мануелне кружне интерполяције



Слика 5.91 Подешавања секвенце 1



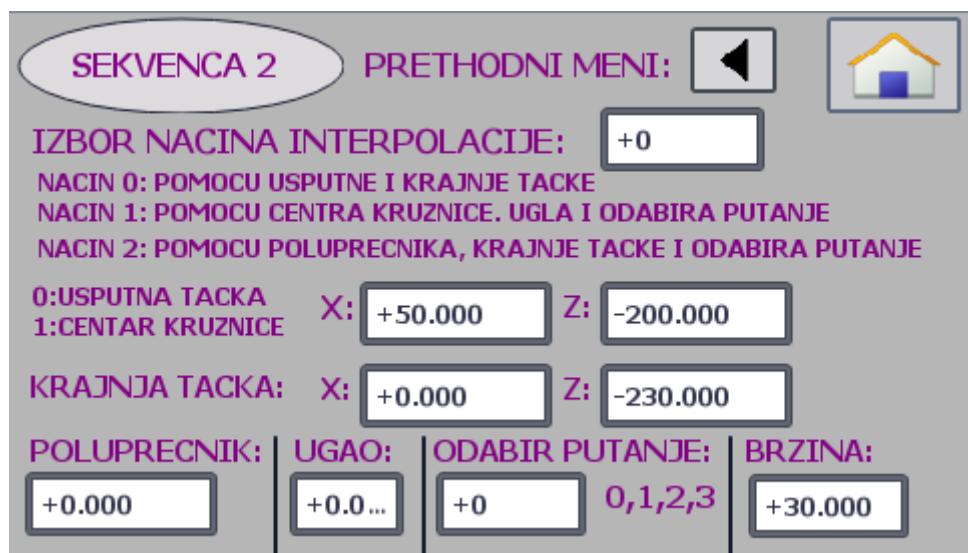
Слика 5.92 Напредна подешавања секвенце 1



Слика 5.93 Подешавања секвенце 2



Слика 5.94 Секвенца 2 – подешавање линеарних интерполяција



Слика 5.95 Секвенца 2 – подешавање кружнне интерполяције

Након израде потребних екрана, остало је да се програм спусти на *HMI*. То се врши потпуно аналогно начину који је описан за *PLC*.

6. ЗАКЉУЧАК

Дипломски рад: **Апликација 2Д делта робота применом ПЛК-а Siemens 1511T и серво драјвера SINAMICS V90** израђен је са циљем да се надовеже на већ постојеће дипломске радове [1][2] реализованих на коришћеној серво поставци и тиме будућим студентима да омогући упознавање са савременом опремом која се користи у индустрији за потребе аутоматизације.

Теоријски део описује врсте роботских манипулатора, упознаје читача са кинематичким ланцима као и предностима једног односно другог дизајна. Приказује се разнолика примена таквих система.

Описом компоненти које се налазе на серво поставци омогућено је упознавање са њиховим основним функцијама и техничким подацима.

Реализацијом *CAD* модела у програмском пакету *SOLIDWORKS*, омогућено је да се њиховом израдом на 3Д штампачу направи функционални склоп 2Д делта робота, који би се монтирао на осе серво мотора, чиме би овај пројекат добио нову димензију.

Реализацијом апликације робота на ПЛК-у, показано је како се помоћу кинематике управља кретањем таквог манипулатора, као и потенцијалне могућности таквог начина управљања.

Израдом апликације за оператор панел омогућава се коришћење целокупне апликације без повезивања контролера са *PC* рачунаром.

Један од праваца унапређења ове апликације јавља се у виду постављања камере на платформу извршног елемента, док би се као извршни елемент користила хваталька. Програмирањем би се омогућило да робот на основу очитавања камере активира извршни елемент и сортира предмете по боји, односно величини.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Милош Срејић, „Апликација CAM профила применом PLC-а CPU 1511T-1 PN и серво драјвера SINAMICS V90“, дипломски рад, ФТН Чачак, 2018
- [2] Игор Јоксимовић „Апликација „Летеће маказе“ применом PLC-а CPU 1511T-1 PN и серво драјвера SINAMICS V90“, дипломски рад, ФТН Чачак, 2018
- [3] http://titan-air.com/assets/siemens_simatic_hmi_basic_panels_9-16-16.pdf, јул 2019
- [4] https://cache.industry.siemens.com/dl/files/506/68022506/att_107911/v1/s71500_pm_190_W_120_230_vac_manual_en-US_en-US.pdf, јул 2019
- [5] https://cache.industry.siemens.com/dl/files/492/68020492/att_895876/v1/s71500_cmu1511_1_pn_manual_en-US_en-US.pdf, јул 2019
- [6] https://cache.industry.siemens.com/dl/files/218/93005218/att_74528/v1/SINAMICS_V90_OPI_en-US_en-US.pdf, јул 2019
- [7] <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/us/Catalog/Product/1FL60222AF211AA1>, јул 2019
- [8] <https://support.industry.siemens.com/cs/document/109749264/simatic-s7-1500-s7-1500t-kinematics-functions-v4-0-in-tia-portal-v15?dti=0&lc=en-WW>, јул 2019
- [9] [https://support.industry.siemens.com/cs/document/109478459/firmware-update-s7-1500-cpus-incl-displays-and-et-200-cpus-\(et-200sp-et-200pro\)?dti=0&lc=en-WW](https://support.industry.siemens.com/cs/document/109478459/firmware-update-s7-1500-cpus-incl-displays-and-et-200-cpus-(et-200sp-et-200pro)?dti=0&lc=en-WW), јул 2019