

Факултет инжењерских наука

Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Електротехника и рачунарство

Ниво студија: Мастер академске студије

Предмет: Аутоматизација индустријских процеса

Број индекса: 448/2019

Јован М. Ковачевић

**УПРАВЉАЊЕ АКТУАТОРИМА У
ИНДУСТРИЈСКИМ ПРОЦЕСИМА**

Мастер рад

Комисија за преглед и одбрану

1. проф. др Јасна Радуловић-ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

Задатак дипломског рада

У оквиру мастер рада кандидат треба да проучи основне карактеристике произвољног индустријског процеса и захтеве за његово управљање. Потребно је за одабран процес пројектовати управљање и имплементирати га у реализован *SCADA* систем. Испитати могућности примене пројектованог система на другим индустријским процесима.

Крагујевац, 13.03.2020.

ментор:

проф. др Јасна Радуловић

Садржај

Резиме рада.....	3
Abstract.....	3
УВОД.....	4
Програмабилни логички контролери.....	6
<i>PLC Simatic S7-1200</i>	8
SCADA.....	10
Асинхрони мотори	12
Једносмерни мотори.....	16
DC мотор Escap 28D2R-219P	17
Фреквентни регулатори.....	19
Фреквентни регулатор <i>Altivar ATV61H075N4</i>	21
Фреквентни регулатор <i>Danfoss FC -102P1K5</i>	22
HMI панел	23
Тракасти транспортери.....	24
Фотоелектрични сензори	26
Релеји	27
IP камера.....	29
TIA портал.....	30
Реализација пројекта	35
Блок Конвејер ПЛЦ-а	36
Блок Пумпа ПЛЦ-а	37
Блок Сензори ПЛЦ-а	39
Блок Затварање ПЛЦ-а	40
Блок <i>Main</i> ПЛЦ-а	43
Програм HMI уређаја	44
Програм РС станице	46
Закључак.....	48
Литература.....	49
Прилог А.....	50

УПРАВЉАЊЕ АКТУАТОРИМА У ИНДУСТРИЈСКИМ ПРОЦЕСИМА

Резиме рада

Овај мастер рад описује управљање актуаторима у индустријским процесима. Индустријски процес којим се управља помоћу ПЛЦ контролера јесте пуњење флаша и њихово затварање. Направљен је тракасти транспортер који транспортује флаше до пумпе где се оне пуне водом, а затим се транспортују даље до места где се помоћу асинхроног и једносмерног мотора затварају. Програмирање ПЛЦ контролера и *HMI* уређаја врши се у софтверском окружењу *TIA Portal V13*.

Кључне речи: актуатори, индустријски процес, ПЛЦ, *HMI*, асинхрони мотор, једносмерни мотор, *TIA Portal V13*, тракасти транспортер

CONTROL OF ACTUATORS IN INDUSTRIAL PROCESSES

Abstract

This master thesis describes the management of actuators in industrial processes. The industrial proces that is controlled by a PLC controler is filling bottles and closing them. A conveyor belt was made, transports the bottles to the pump where they are filled with water, and then they are transported further to the place where they are closed by asynchronous and DC motor. The programming of the PLC controller and HMI device is done in the *TIA Portal V13* software environment.

Key words: actuators, industrial processes, PLC, HMI, asynchronous motor, DC motor, *TIA Portal V13*, conveyor belt

УВОД

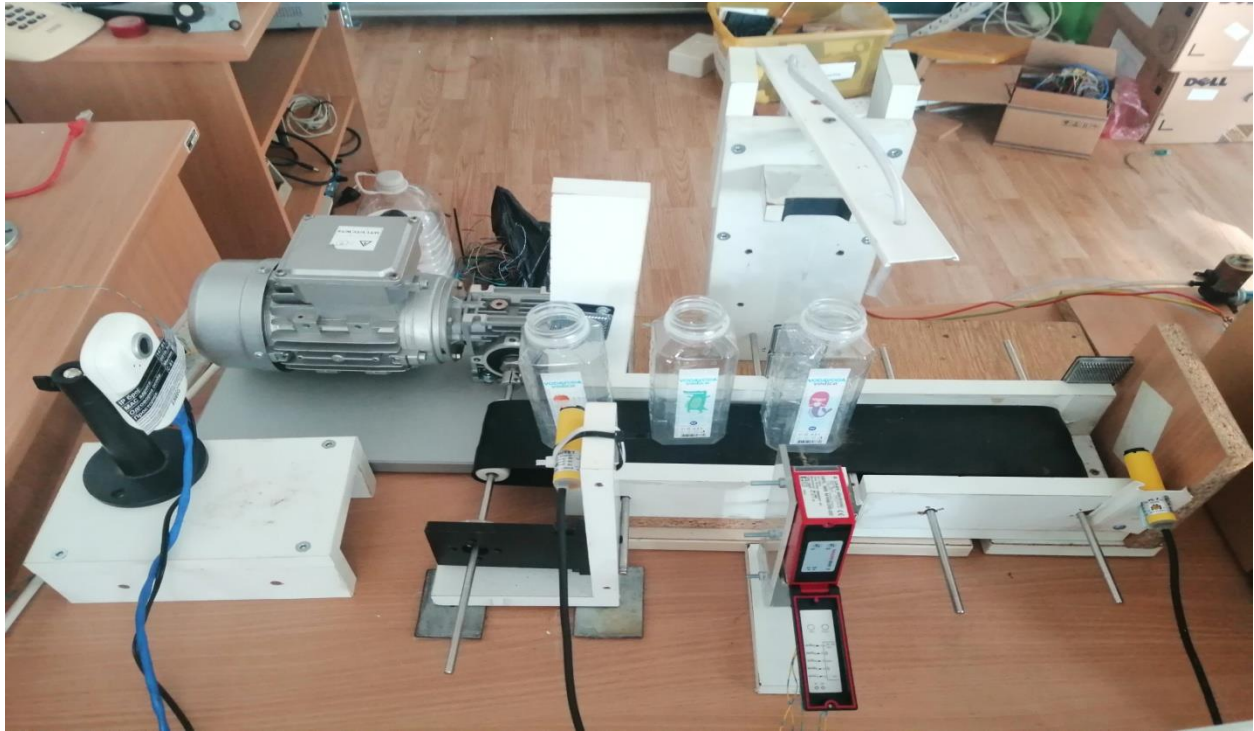
Предмет овог мастер рада јесте управљање актуаторима у индустријским процесима. Под појмом управљање сматра се скуп различитих деловања на неки систем да би се остварио неки циљ. Данас готово сви индустријски процеси користе аутоматизоване системе без којих се не може замислити производни процес. Циљ увођења аутоматизације у индустријским процесима јесте обезбеђивање високе продуктивности као и квалитет производа. Такође, аутоматизацијом се постиже и велика уштеда времена, новца, енергије као и смањење радне снаге.

Развој рачунарске технологије и појаве програмабилних логичких контролера (скр. ПЛЦ) доводи до праве револуције у системима за аутоматизацију. Крајем 70-тих година пројектовани су први ПЛЦ уређаји намењени за рад у индустрији. Данас, савремени ПЛЦ контролери могу да обављају много сложених процеса управљања. Готово је незамисливо данас управљати индустријским процесима без ПЛЦ контролера и извршних органа, тј. актуатора. ПЛЦ контролер је пројектован за рад у изузетно тешким условима који владају у индустријским процесима. Поуздан је и веома једноставан за одржавање.

Индустријски процес који је предмет овог рада јесте аутоматско пуњење флаша и њихово затварање. Направљен је тракасти транспортер који транспортује празне флаше до места где се налази пумпа и где се оне пуне. Када се напуне, флаше се транспортују даље до места где се затварају. Тракасти транспортер погони један асинхрони мотор, док затварање врши једносмерни мотор кога такође асинхрони мотор доводи у положај за затварање, где га након тога враћа у првобитан положај. Заустављање конвејера за пуњење односно затварање флаша омогућавају фотоелектрични сензори који се налазе на траци и који када детектују флашу заустављају даљи транспорт док се операција пуњења или затварање не изврши.

Управљање се врши помоћу Сименсовог ПЛЦ-а *Siemens S7-1200*. Програмиран је *HMI* уређај који омогућава оператеру да у току производње прати и подешава одређене параметре. Могућа су два режима рада, аутоматски режим где систем све ради сам и ручни режим где се преко тастера или *HMI* уређаја врши управљање.

У наставку рада биће објашнени сви уређаји који су се користили приликом израде рада као и програмирање ПЛЦ контролера и *HMI* уређаја у софтверском пакету *TIA Portal V13*. На слици испод приказан је изглед тракастог транспортера кога погони асинхрони мотор.



Слика 1 – Приказ система за пуњење флаша

Програмабилни логички контролери

Програмабилни логички контролер (енг. *Programmable Logic Controller*) или скраћено ПЛЦ је дигитални електронски уређај који се користи за аутоматизацију индустријских постројења. Заснован на микропроцесору, ПЛЦ је у могућности да обавља бројне типове управљачких функција које су различитог нивоа сложености. Сам уређај поседује програмабилну меморију за смештање инструкција којима се реализују функције као што су логичке и аритметичке операције, а све са циљем да се управља различитим уређајима. Индустријски рачунар, како се још назива, направљен је тако да је отпоран на механичке сметње, електромагнетни утицај, као и на влагу и температуру. Након што нестане напајање и касније се врати, ПЛЦ наставља нормално да ради.



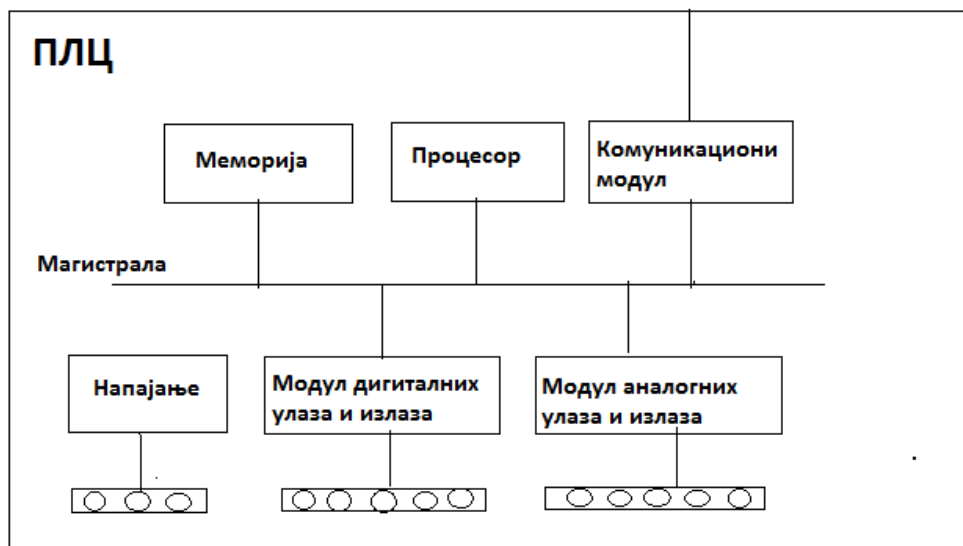
Слика 2 – Програмабилни логички контролер [1]

Архитектура ПЛЦ-а састоји се из следећих делова:

- Процесор
- Напајање
- Улазни интерфејс
- Излазни интерфејс
- Комуникациони интерфејс

Процесор управља радом свих компоненти ПЛЦ-а. У оквиру процеса се налази и меморија ПЛЦ-а у којој се чува програм и остали подаци неопходни за његов рад. Процесор такође брине о комуникацији, међусобној повезаности осталих делова контролера, извршавању програма, управљањем меморијом као и надгледањем улаза и излаза. Преко улаза ПЛЦ-а

прихватају се подаци и смештају се у меморију. Најчешћи улази у ПЛЦ су разне врсте прекидача, тастера или сензора или неке аналогне компоненте.



Слика 3 – Архитектура ПЛЦ-а

Излази контролера служе за повезивање са уређајима којима се управља на пример моторима. Могу да буду дигитални или аналогни. Комуникациони интерфејс служи за остваривање комуникације између ПЛЦ-а и неког уређаја, рецимо другог ПЛЦ-а, рачунара или операторског панела. За ту комуникацију постоје многи протоколи као што су *Modbus*, *EtherNet/IP (Industrial Protocol)*, *PROFINET* и други. Неки од ПЛЦ контролера имају могућност за додавање нових модула у циљу проширења броја улаза или излаза.

ПЛЦ ради у непрекидним циклусима, скен циклусима. Током једног скен циклуса пролази се кроз пет фаза и то: читавање улаза, извршавање програма, комуникација, провера и одржавање и уписивање података на излазе ПЛЦ-а.

У току фазе читавања улаза процесор читава стања улазних линија и уписује их у подручје меморије за које су предвиђени. Као што је већ речено на улазе ПЛЦ-а везују се сензори, тастери и други улазни уређаји који дају неке информације о неком процесу. Ако се на улаз ПЛЦ-а доведе дигитални улаз онда се одговарајућем биту у меморији додељује логичка нула или јединица у зависности од тога шта је на улазу. Процесор извршава програм, тако што извршава наредбу по наредбу. Приликом извршења програмске наредбе потребни подаци се узимају из меморије. У фази комуникације процесор врши размену података са осталим уређајима који су са њим повезани. У сваком скен циклусу врши се и провера оперативног система, меморије и статуса улаза и излаза. Последња фаза скен циклуса јесте уписивање података на излазе ПЛЦ-а. Уписивањем података на излазе врши се реализација одређених функција [2].

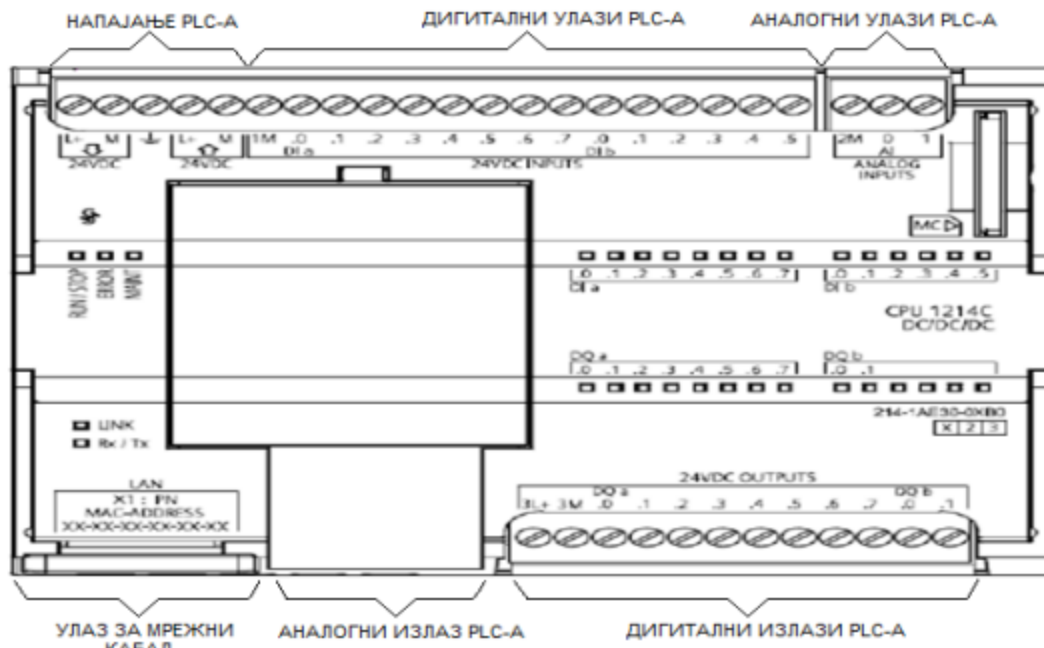


Слика 4 – Скен циклус ПЛЦ-а

PLC Simatic S7-1200

Simatic S7-1200 је модуларни контролер који производи фирма *Siemens* и који је дизајниран да управља уређајима веома високих перформанси. Користи се за аутоматизацију и управљање техничким системима различите сложености. Може да садржи три различита процесора и то са ознакама *CPU 1211C*, *CPU 1212C* и *CPU 1214C* који се разликују по броју улаза/излаза, врсти управљачког напона, напајању итд. У овом раду биће коришћен ПЛЦ који у себи садржи процесор *1214C DC/DC/DC*.

PLC Simatic S7-1200 – 1214 DC/DC/DC садржи програмску меморију од 2 MB и још 50 кВ за чување података. Димензије кућишта су 100x70x75 mm и да би се овај уређај напајао потребно је на његов улаз довести 24 V.

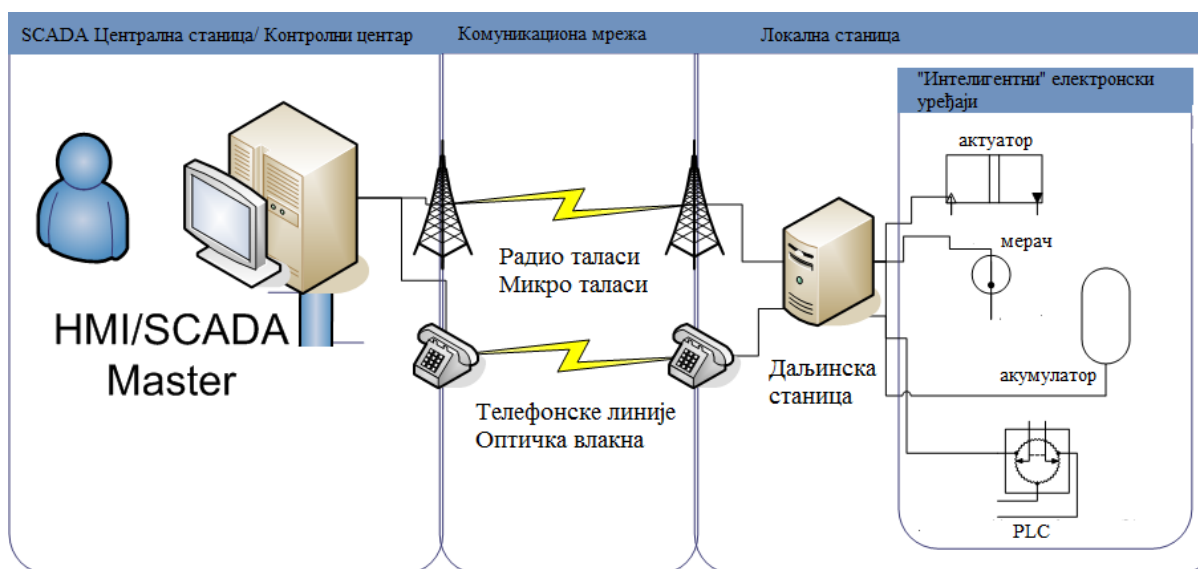


Слика 5 – PLC Simatic S7-1200 – 1214 DC/DC/DC [3]

ПЛЦ поседује 14 дигиталних улаза (слика 6) у опсегу од 0 до 24 V, где је логичка нула од 0 до 5 V а логичка јединица од 15 до 24 V. Улази се означавају великим словом I док се излази означавају са Q (нпр. I0.0 и Q0.0). Контролер поседује и бројаче великих брзина *HSC* (енг. *High Speed Counter*) и то три који раде до 100 kHz и три који раде до 30 kHz. Импулси се доводе на улазе са ознаком I0.0, I0.1... I0.5 и имају адресе ID1000, ID1004... ID1020. Могуће је три начина бројања: *Counting* – где броји примену стања улазног сигнала и уписује у регистар као целе бројеве, *Frequency* – где броји промене стања на улазу које се догоде у одређеним интервалима и *Axis of motion* – где се броји импулс код *PTO* (енг. *Pulse Train Output*). Дигитални излази којих има 10 могу да шаљу дискретан сигнал до 24 V. ПЛЦ такође садржи 2 аналогна улаза (AI0 и AI1) где је опсег од 0 до 10 V и један аналогни излаз са ознаком AQ0 исто у опсегу од 0 до 10V. Могуће је и генерисати **PTO** и **PWM** (енг. **Pulse Width Modulation**) сигнал. На ПЛЦ је могуће додати сигналне и комуникационе модуле. У овом раду додат је модул са аналогним улазима/излазима. На улазе су повезани сензори док су на излазе повезани аналогни улази фреквентних регулатора.

SCADA

SCADA (енг. *Supervisory Control And Data Acquisition*) представља систем за прикупљање података, пренос података и систем за анализу и приказ тих података. Највише се користи где је потребно прикупљање великог броја података са удаљених места, рецимо у електроенергетици, водопривреди итд. Основне компоненте овог система су: мерна и управљачка опрема, комуникациона мрежа, централна станица, историјски сервери и операторске радне станице.



Слика 6 – SCADA систем [4]

Мерну и управљачку опрему представљају сензори и претварачи, тј. уређаји који мере неке вредности (температура, притисак, проток). На основу измерених вредности оператори могу проценити тренутно стање и деловати на систем уколико има потребе. Мерни претварачи врше конверзију измерених величина у погодан сигнал (струјни сигнал, дигитални сигнал).

Даљинске станице (енг. *RTU – Remote Terminal Unit*) представљају рачунаре који преузимају податке од мерне опреме и врше обраду тих података, управљање и комуникацију.

Комуникационе мреже врше пренос свих података од периферија до центра система. Пренос података се врши преко стандардних протокола који одређују на који начин су подаци упаковани.

Централна станица (енг. *MTU – Master Terminal Unit*) је главни процесор система где стижу сви подаци који су прикупљени. Подаци се смештају у *RAM* меморију одакле различити софтверски програми могу да их преузму.

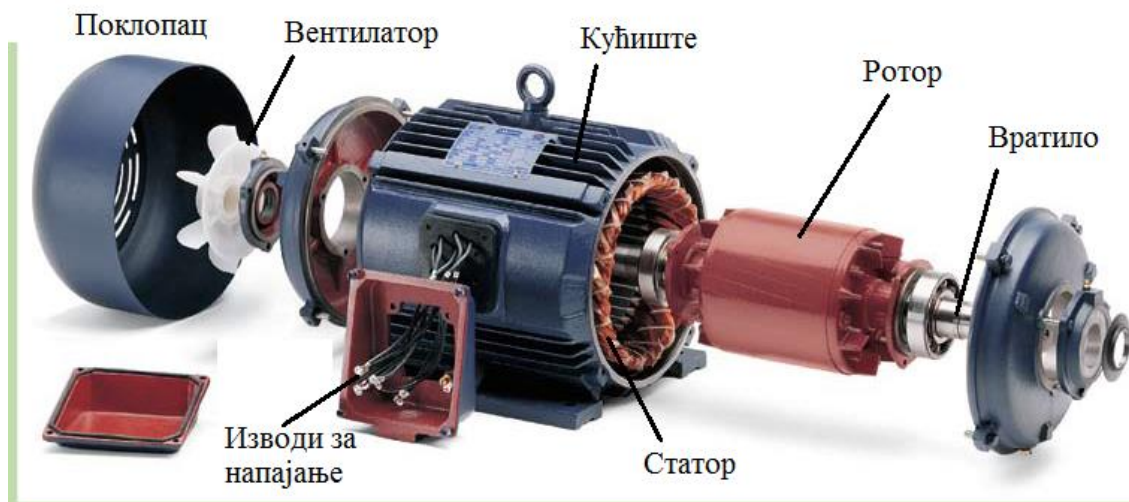
Историјски сервери врше архивирање измерених вредности у оквиру *SCADA* система. Ово обављају специјални сервери који су у склопу система.

Операторске радне станице (енг. *MMI – Man Machine Interface / HMI – Human Machine Interface*) омогућавају графички приказ и приступање архивираним подацима као и задавање команди од стране оператера [5].

SCADA систем који је направљен у овом раду може се поделити у два дела, то су: хардверски део који обухвата ПЛЦ, асинхроне моторе, једносмерни мотор, фреквентне регулаторе и фотосензоре и софтверски део који се односи на програмирање ПЛЦ-а, *HMI* уређаја и *PC* станице .

Асинхрони мотори

Електрични мотори су врста електричних машина који имају велику примену и могу се поделити у две групе а то су, асинхрони и синхрони моторе. Код асинхронних мотора као што и сам назив каже не постоји синхронизација, тј. брзина обртања ротора и брзина обртања магнетног поља нису синхронизоване, док се код синхроног мотора та брзина поклапа. У овом раду ће бити речи само о асинхроном мотору. Постоји неколико врста асинхронних мотора али је принцип рада код свих готово исти. Ови мотори се највише користе у индустрији јер су веома поуздани, нису превише скупи и не захтевају неко одржавање. На слици испод приказан је један асинхронни мотор. Мотор се састоји од два главна дела а то су статор, који је непокретни део и ротор који је покретни. Статор је део који се прикључује на електричну мрежу и има облик шупљег ваљка који је састављен од феромагнетних лимова између којих се поставља изолација. Са унутрашње стране статора налазе се аксијални жлебови за смештај намотаја статора. Намотаји статора напајају се наизменичном струјом и фазно су померени за $2\pi/3$. Намотаји могу бити везани у звезду или у троугао. Фазни намотаји и језгро статора производе магнетни флукс. Након прикључивања фазних намотаја на напајање индукује се магнетно поље. Позиција магнетног поља у односу на статор је фиксна али је променљивог смера. Брзина смера зависи од фреквенције напона којим се мотор напаја.

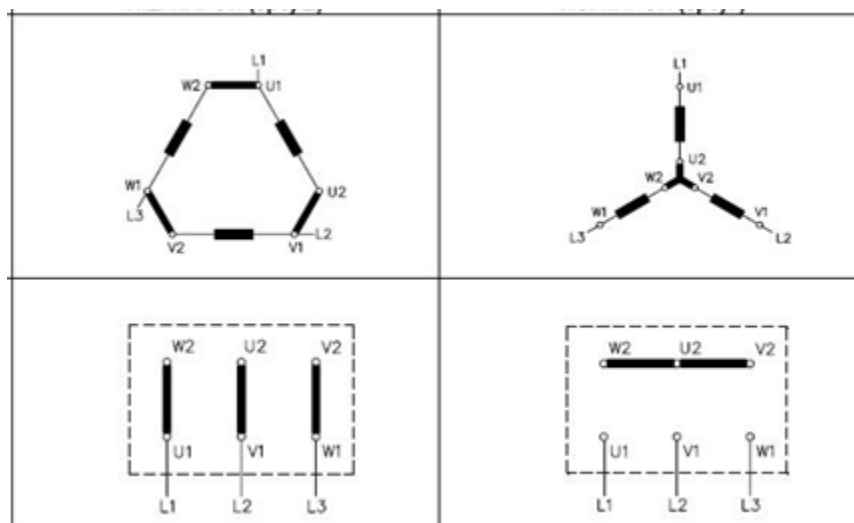


Слика 7 – Асинхрони мотор [6]

Ротор је, као и статор, направљен од феромагнетних лимова са жлебовима и има облик ваљка. Постоје два типа ротора: ротор са клизним прстеновима и краткоспојени ротор. Разлика је у намотајима који постоје у жлебовима. Ротор са клизним прстеновима има намотаје од жице смештене у жлебове и за сваку фазу постоји по један клизни прстен на који се прикључују намотаји. Код краткоспојеног ротора у жлебове су уливане шипке од бакра или алуминијума чији су почеци спојени једним, а крајеви другим проводним прстеном.

Кућиште мотора састоји се од шупљег цилиндра који представља главни део док се са спољашње стране налазе ребра која повећавају површину хлађења. У прикључној кутији са стране налазе се изводи за напајање док се са задње стране кућишта налази вентилатор за хлађење мотора.

Када кроз намотаје статора протичу трофазне наизменичне струје које стварају магнетно поље, ротор мотора се тада окреће неком брзином. Као што је речено намотаји могу бити везани у звезду или троугао. Везивање у звезду представља везивање крајева сва три проводника у једну тачку а остали крајеви су слободни. Слободни крајеви се називају фазе, а проводници фазни проводници. Тачка у којој су спојени проводници назива се звездиште или нулта тачка, и карактерише је то да је збир свих струја у њој једнак нули. Зато се за ту тачку не везује проводник а уколико се то дешава онда је он повезан са уземљењем и представља нулти проводник. Везивање у троугао постиже се спајањем краја једног и почетка другог проводника све док се не формира троугао. Овакав начин везивања се ређе користи јер нема могућност уземљења по једног краја сваког намотаја [6].



Слика 8 - Везивање трофазног система у звезду (десно) и троугао (лево)

Мотори коришћени при изради овог рада су *Chiaravalli CHT63B4*. Један мотор се користи за покретање траке конвејера а други позиционира *DC* мотор који затвара флаше. Мотори могу да раде на различитим мрежама 230/400 V и фреквенцији од 50 до 60 Hz. Снага мотора је 0.18 kW док је обртни момент 1.27Nm. Маса мотора износи 4.5 kg док је струја 0.7 A. Редуктор је истог произвођача који је произвео моторе и по спецификацији коју је дао произвођач преносни однос је 15.



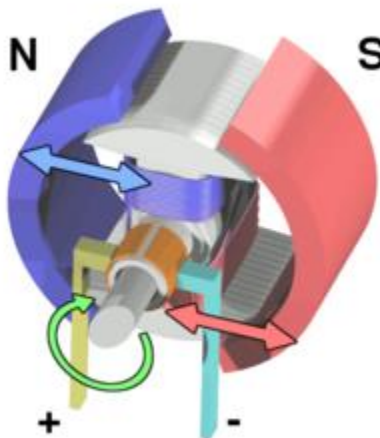
Слика 9 – Мотор *Chiaravalli CHT63B4* [7]

Статорски намотаји на мотору су у овом случају везани у звезду и фазно су померени за 120°. Мотори поседују вентилатор са задње стране који служи за хлађење мотора.

Управљање моторима врши се помоћу фреквентних регулатора и биће објашњено у наставку рада.

Једносмерни мотори

Једносмерни мотори спадају у електричне машине које претварају електричну енергију у механичку енергију ротационог кретања. Састоје се из два дела: ротирајућег дела који се назива ротор и непокретног дела који се назива статор. Ротор је цилиндричног облика, састоји се од феромагнетских лимова и налази се у вратилу машине. Почеци и крајеви намотаја ротора су изведени на комутатор који је састављен од бакарних сегмената који су међусобно изоловани и чија је улога преусмеравање смера струје кроз навоје ротора. Статор је шупљег облика, израђен од гвожђа, у чијој унутрашњости се налазе феромагнетски лимови који представљају половине. На половима статора је смештен побудни намотај кроз који се пропушта струја која ствара непромењиво магнетно поље. У таквој ситуацији долази до појаве момента који изазива ротацију ротора. На слици испод приказан је принцип рада једносмерног мотора [8].



Слика 10 – Приказ рада једносмерног мотора [8]

Типови једносмерних мотора који се највише користе у индустрији, а који се разликују према начину повезивања, деле се у три групе:

- Једносмерни моторе са редном побудом
- Једносмерни моторе са паралелном побудом
- Комбиновано везани мотори

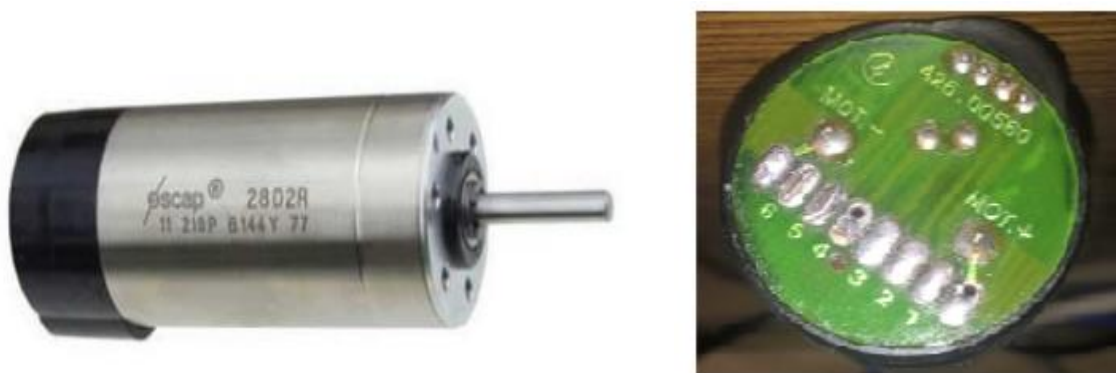
Редно везани једносмерни мотори се користе тамо где је неопходно померање великог терата по самом укључењу и карактерише их велики стартни момент. Паралелни мотори

поседују мањи стартни момент, али имају могућности за регулацију брзине и користе се у ситуацијама где је битна прецизна регулација брзине. Комбиновано везани мотори поседују обе могућности, обезбеђују прецизну регулацију брзине и истовремено имају добар стартни момент тако да могу да покрену велики терет.

Мотори једносмерне струје се најчешће примењују када је потребан мотор променљиве брзине али није неопходна прецизна регулација брзине. Такође, често се користе тамо где су чести циклуси покретања и заустављања, или промене смера ротације. Њихова основна предност је то што су врло једноставни за управљање [8].

DC мотор Escap 28D2R-219P

У раду је коришћен једносмерни мотор *Escap 28D2R-219P* који ради на напону од 12 V и који има 5800 обртаја у минути. У себи има уграђен енкодер са 144 подеока односно резолуције 2.5° . Међутим, пошто се мотор користи само за затварање флаша није потребно читавање са енкодера, тј. контрола позиције или брзине мотора. Мотор је преко релеја повезан са дигиталним излазом ПЛЦ-а на адреси Q0.3 и када је на излазу логичка јединица мотор се окреће. На вратило мотора постављена је плстика кружног облика, која када се мотор окреће затвара флаше. Помоћу асинхроног мотора, једносмерни мотор се доводи у положај за затварање флаша након чега се враћа у првобитни положај.



Слика 11 – Једносмерни мотор *Escap 28D2R-219P*

Изводи мотора са слике 11 :

- *mot-* и *mot+* - напајање мотора
- 3, 4 - извод катоде и аноде диоде енкодера
- 2, 5 – колектори канала енкодера
- 1, 6 – емитери канала енкодера

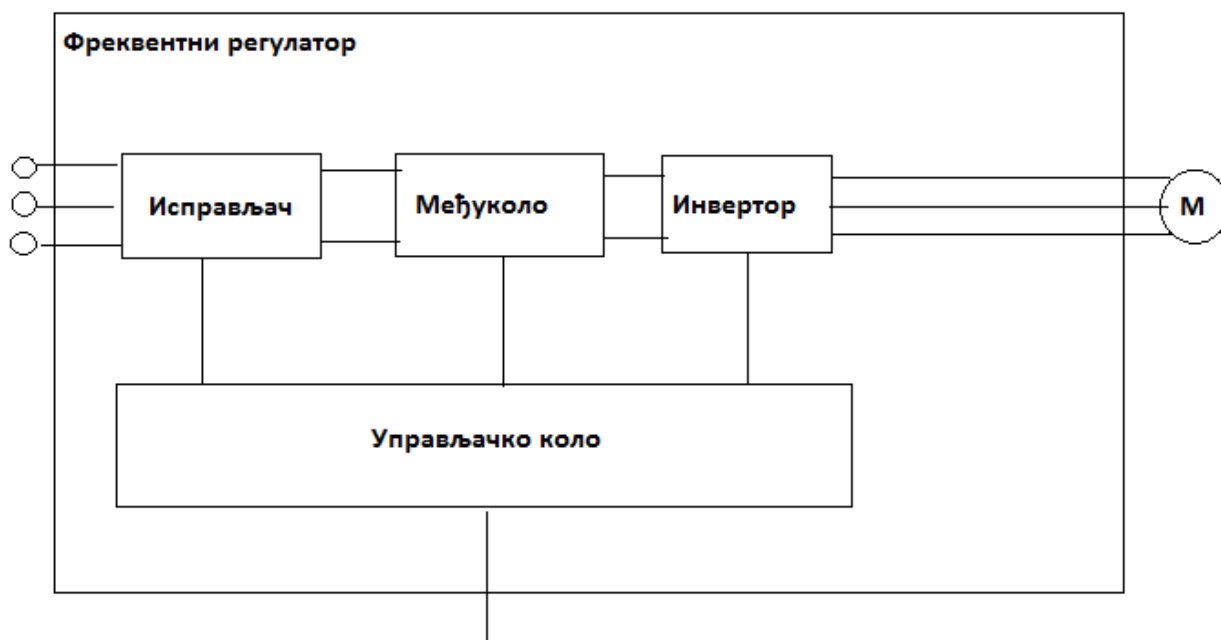
У табели 1 дате су техничке карактеристике мотора *Escap 28D2R-219P*.

Величине	Вредност	Јединице
Номинални напон	12	V
Максимална брзина неоптерећеног мотора	5800	o/min
Момент закочења	94	mNm
Јачина струје неоптерећеног мотора	44	mA
Стартни напон (минимални напон који је потребно довести да би се мотор покренуо – да би савладао Кулоново трење – величина мртве зоне)	0.15	V
Максимална континуална струја	1.5	A
Максимални континуални момент	28.4	mNm
Максимално угаоно убрзање	$48 \cdot 10^3$	rad/s^2
Електрична константа (константа електро-моторне силе, K_{me})	$19.5 \cdot 10^{-3}$	$\frac{Vs}{rad}$
Механичка константа (K_{em})	$19.5 \cdot 10^{-3}$	Nm/A
Отпорност арматуре (R)	2.5	Ω
Индуктивност ротора	0.30	mH
Момент инерције ротора	$17.60 \cdot 10^{-7}$	$10^{-7}kgm^2$

Табела 1 – Карактеристике мотора

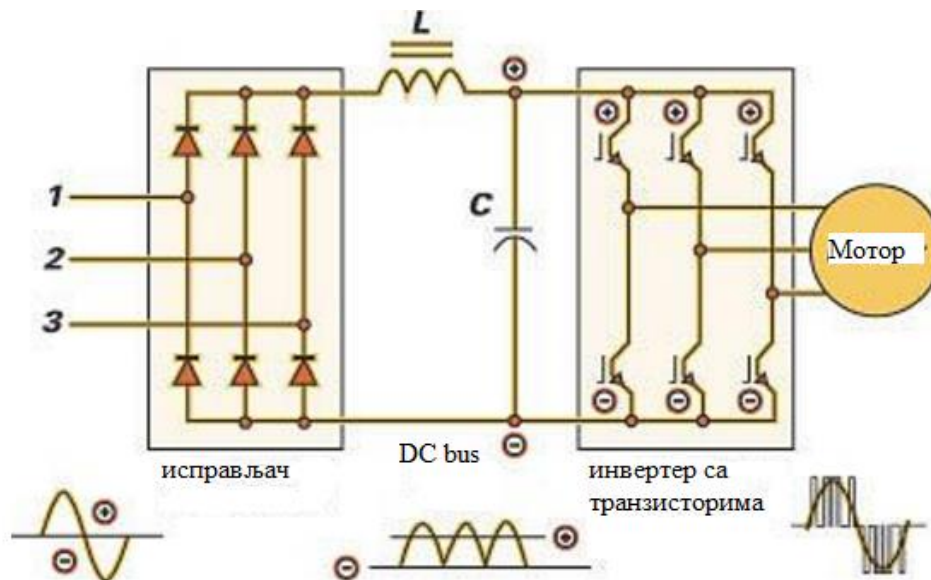
Фреквентни регулатори

За управљање асинхроним мотором, неопходно је имати фреквентни регулатор уз помоћ кога се врши управљање. Фреквентни регулатори су електронски уређаји који омогућавају управљање трофазних асинхроних мотора претварајући улазни мрежни напон и фреквенцију, који су фиксирани вредности, у променљиве величине. Поред основне функције у управљању мотора, фреквентни регулатори имају и бројне друге функције као што су заштита мотора, могућност подешавања брзине и контроле рада преко интерфејса, итд. Асинхронни мотори су данас важан индустријски производ и све док се нису појавили фреквентни регулатори није било могуће у потпуности управљати њима. На слици испод је приказана структура фреквентног регулатора.



Слика 12 – Структура фреквентног регулатора

Исправљач претвара мрежни наизменични напон у једносмерни напон и садржи шест диода које омогућавају проток струје само у једном смеру. Свака фаза се повезује између две диоде где једна проводи струју у датом смеру, док друга онемогућава да струја тече у супротном смеру. Оваквим повезивањем добија се сигнал са низом позитивних полупериода где се у међуколу врши његово исправљање (слика 13).



Слика 13 – Електронско коло фреквентног регулатора [9]

Међуколо се састоји од калема и кондензатора и као што је већ речено врши исправљање улазног напона и тиме омогућава да напон буде већи или једнак од амплитуде наизменичног напона. Инвертор садржи шест биполарних транзистора, где су по два у једној грани везани редно, и на ту грану паралелно су везане још две гране са по два редно везана транзистора. По једна грана везана је на по једну фазу. Инвертор ради тако што укључује по један транзистор у гранама где они пропуштају струју. Контролер управља укључивањем и искључивањем транзистора. Излаз инвертора је правоугаони ширински модулисани сигнал. Управљачко коло прима и шаље сигнал из исправљача, међукола и инвертора и на основу алгоритама управљања дефинише побуду за мотор како би се добио жељени одзив.

Као што је речено, фреквентни регулатори контролишу брзину мотора тако што мењају фреквенцију напона. Брзина обртања магнетног поља статора у минути добија се на следећи:

$$\text{СинхронаБрзина} = \frac{120 * \text{Фреквенција}}{\text{БројПоловаМотора}}$$

Номинална брзина обртања мотора представља брзину обртања осовине мотора са номиналим оптерећењем и при номиналној фреквенцији напона напајања [9].

Фреквентни регулатор *Altivar ATV61H075N4*

У раду су коришћена два фреквентна регулатора, један са ознаком *ATV61H075N4* прозвођача *Scheider Electric* и други са ознаком FC -102P1K5 који производи *Danfoss*. Да би се напајао *ATV61H075N4* потребно је на његов улаз довести 380 V и фреквенцију напона између 50 и 60 Hz. На излазу даје струју од приближно 2.3 A. Са доње стране фреквентног регулатора налазе се прикључци за напајање и за повезивање мотора, док су изнад тога прикључци за аналогне и дигиталне улазе и излазе. На регулатору постоје два аналогна улаза са ознакама AI1 и AI2.



Слика 14 – Френквентни регулатор ATV61H075N4 [10]

На аналогни улаз могуће је повезати неки уређајем који садржи управљачки софтвер, као на пример ПЛЦ и може да прима аналогне вредности од 0 до 10 V. Конкретно у овом раду улаз AI2 повезан је са аналогним излазом ПЛЦ-а, где се преко њега задаје брзина мотора. Такође, регулатор поседује и дигиталне улазе и излазе, и то два дигитална излаза и седам дигиталних улаза. Дигитални улази су обележени са LI1 ,LI2.. LI6 и један са PWR који је сигурносни.

Сви раде на напону до 24 V. Улаз *LI1* повезан је преко релеја са дигиталним излазом ПЛЦ-а на адреси Q0.0. Када је релеј укључен LI1 је у стању логичке јединице и мотор се окреће. Могуће је и други дигитални улаз регулатора повезати ПЛЦ-ом, што би значило да када је активан мотор би се окретао у супротном смеру. Са предње стране регулатора налази се НМІ панел преко кога је могуће конфигурисати параметре мотора.

Фреквентни регулатор *Danfoss FC -102P1K5*

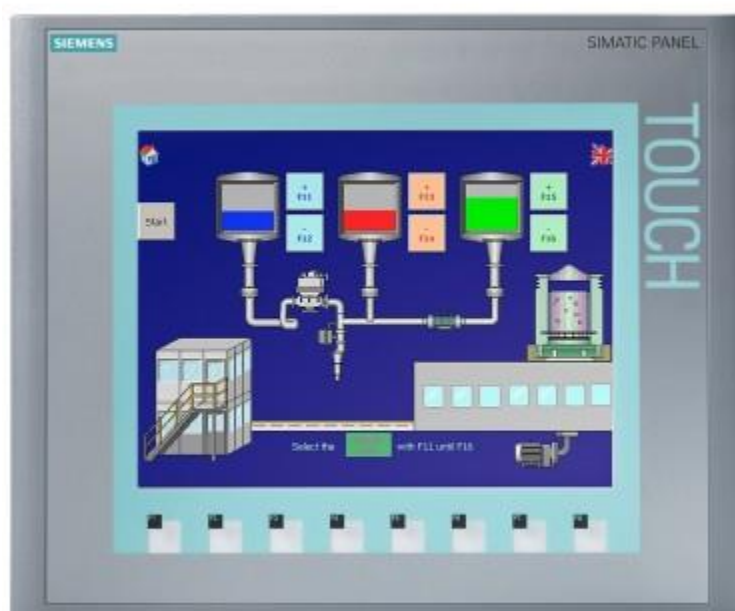
Фреквентни регулатор који управља асинхроним мотором који позиционира DC мотор за затварање флаша је *Danfoss FC-102P1K5*. Регулатор може да ради на напону од 200 до 240 V, на напону од 380 до 480 V и напону 525 до 600 V при фреквенцији од 50 до 60 Hz. Као на претходном регулатору и на овом регулатору постоје аналогни и дигитални улазни и излази. Конкретно у овом раду на дигитални улаз који је означен са бројем 18 доведен је сигнал са релеја који је повезан са дигиталним излазом ПЛЦ-а на адреси Q0.1. За задавање брзине, води се сигнал са аналогног излаза ПЛЦ-а на аналогни улаз регулатора који је означен бројем 55. Доводи се напон у опсегу од 0 до 10 V. Са предње стране регулатора налази се екран са тастерима преко којих је могуће конфигурисати параметре мотора.



Слика 15 – Фреквентни регулатор *Danfoss FC -102P1K5* [10]

HMI панел

HMI (енг. ***Human Machine Interface***) уређаји служе за комуникацију између човека и самог процеса којим се управља и који се надзире. Преко ових уређаја могуће је уносити различите вредности параметара које бира оператер на основу свог експертског знања или информација које добија са панела. Сам преглед информација на панелу би требало да буде што јаснији за оператера.



Слика 16 – *HMI KTP 600 PN* [11]

HMI уређај који је коришћен у овом раду јесте *Siemens HMI KTP 600 PN*. Величина дисплеја је 6 инча, на њему се налази 6 тастера и цео екран је осетљив на додир. Резолуција је 320x240 пиксела и има 256 боја. Напаја се са 24 V. На слици 16 приказан је *HMI KTP 600 PN*. Преко конектора RJ45 могуће је повезати овај уређај на мрежу тако да може да комуницира са осталим уређајима.

Програмирање *HMI* уређаја биће објашњено у наставку.

Тракасти транспортери

Тракасти транспортери су машине које служе за непрекидни транспорт терета. Једноставна конструкција и велики капацитет разлози су масовне употребе оваквих транспортера. Најчешће се користе у индустрији где је потребан равномеран проток терета са места утовара до места истовара. На слици испод приказан је један тракасти транспортер.



Слика 17 – Тракасти транспортер [12]

Тракасти транспортер или конвејер састоји се од два бубња који су међусобно спојени бесконачном траком. Један бубањ је затезни, а други погонски који преко редуктора добија кретање од мотора. Трака належе свом својом дужином на ваљке чиме се спречава угиб траке. Трака се састоји од природних или синтетичких влакана која могу бити направљена од гуме, *PVC-a*, или других материјала [13].

Постоје многи типови тракастих транспортера и могу се класификовати на следећи начин:

- 1) по облику траке – равни или олучасти
- 2) по типу траке – метални, гумирани, армирани...
- 3) по врсти погона – погон на један или оба бубња
- 4) по начину стављања и скидања терета са транспортне траке

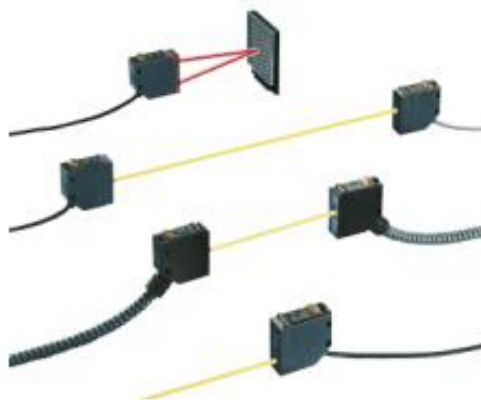
Тракасти транспортер који се користи у овом раду направљен је од дрвета са спољне стране и од осам гумених ваљака, од чега су два погонска и шест затезних. Погонски ваљци преко редуктора добијају погон од асинхроног мотора и тако покрећу траку. На транспортеру се налазе три сензора која дају информацију о томе где се налази флаша и када треба зауставити конвејер.



Слика 18 – Тракасти транспортер

Фотоелектрични сензори

Фотоелектрични сензори представљају уређаје који дају информацију о присутности или одсутности неког објекта. Састоје се од предајника за емитовање светлосног сигнала и пријемника који прима тај светлосни сигнал. На слици испод приказани су фотосензори.



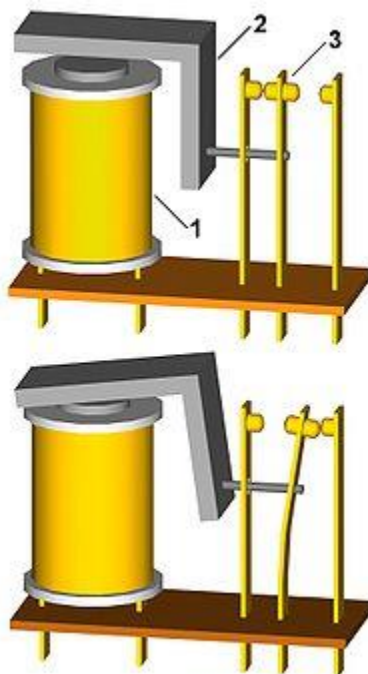
Слика 19 – Фотоелектрични сензори [14]

Када се светло које емитује предајник прекине или рефлектује од објекта, мења се количина светлосног сигнала који стиже у пријемник који открива ову промену и претвара у електрични излаз. Извори светлости су најчешће полупроводничке диоде (ЛЕД диоде) које генеришу инфрацрвено (невидљиво), или видљиво светло. Као пријемници најчешће се користе светлосни транзистори који проведу када на базу транзистора падне довољна количина светлости.

У раду се користе три сензора који дају информацију о тренутној позицији флаше која се транспортује конвејером. Један сензор се налази на почетку конвејера и он бележи колико празних флаша је прошло, други се налази на средини и који када детектује флашу зауставља конвејер и започиње процес пуњења флаше. Трећи сензор се налази на крају конвејера и који када се активира такође зауставља транспортну траку и даје дозволу да се започне процес затварања флаше.

Релеји

Релеји су електричне компоненте које се најчешће користе у савременој аутоматизацији. Они омогућавају прекидање и успостављање електричног кола помоћу електромагнета који отвара и затвара струјне контакте. Електромагнет се састоји од намотаја бакарне жице и када струја тече кроз жицу ствара се магетно поље које привлачи метални део који на себи има електричне контакте који затварају или отварају електрично коло. Када се прекине струја, електромагнет више не привлачи метални део и он се враћа у првобитни положај уз помоћ опруге [15].



Слика 20 – Принцип рада релеја [15]

На слици изнад приказан је принцип рада релеја.

Делови релеја:

- 1) Електромагнет
- 2) Метални део
- 3) Контакти

У овом раду релеји су искоришћени за покретање асинхроних мотора, једносмерног мотора и пумпе. Дигитални излаз ПЛЦ-а на адреси Q0.0 преко релеја је повезан са дигиталним улазом LI1 фреквентног регулатора и када је релеј укључен LI1 је у стању логичке јединице и мотор који покреће конвејер се окреће. Излази ПЛЦ-а на адресама Q0.1 и Q0.2 су такође преко релеја повезани са фреквентним регулатором који управља асинхроним мотором за позиционирање једносмерног мотора за затварање флаша. На адресама Q0.3 и Q0.4 преко релеја су повезани једносмерни мотор и пумпа. На слици испод приказани су релеји који су коришћени при изради рада.



Слика 21 – Релеји коришћени у раду

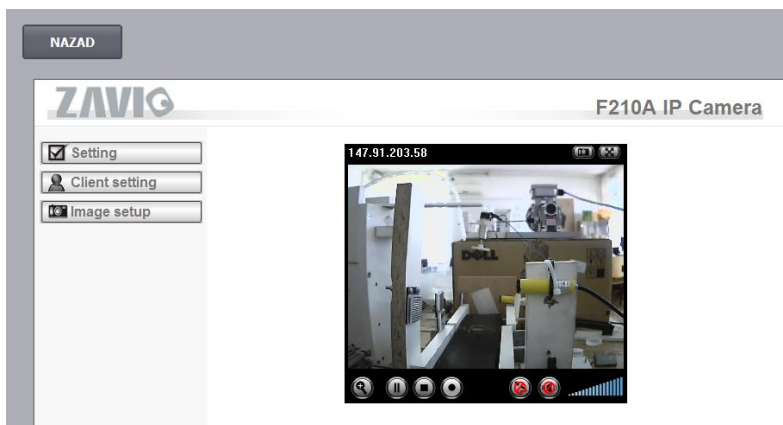
IP камера

За визуелни надзор производног процеса могуће је користити различите врсте камера са разноврсним системима преноса података. *IP* камера (енг. *Internet Protocol*) је врста дигиталне камере која се користи за надзор. Оне користе интернет протокол за пренос података. Камере поседују сензоре за пријем светлосних сигнала и мрежни модул преко кога шаљу и примају податке. На слици испод приказана је камера *Zavio F210A* која је коришћена у овом раду.



Слика 22 – IP камера *Zavio F210A* [16]

IP адреса камере је 147.91.203.60 и постављена је испред конвејера. Овиме је омогућено даљинско надгледање процеса и у случају неке грешке оператер може са РС станице зауставити цео процес док се грешка не отклони. На слици испод приказана је страна РС станице на којој је могуће даљинско надгледање.

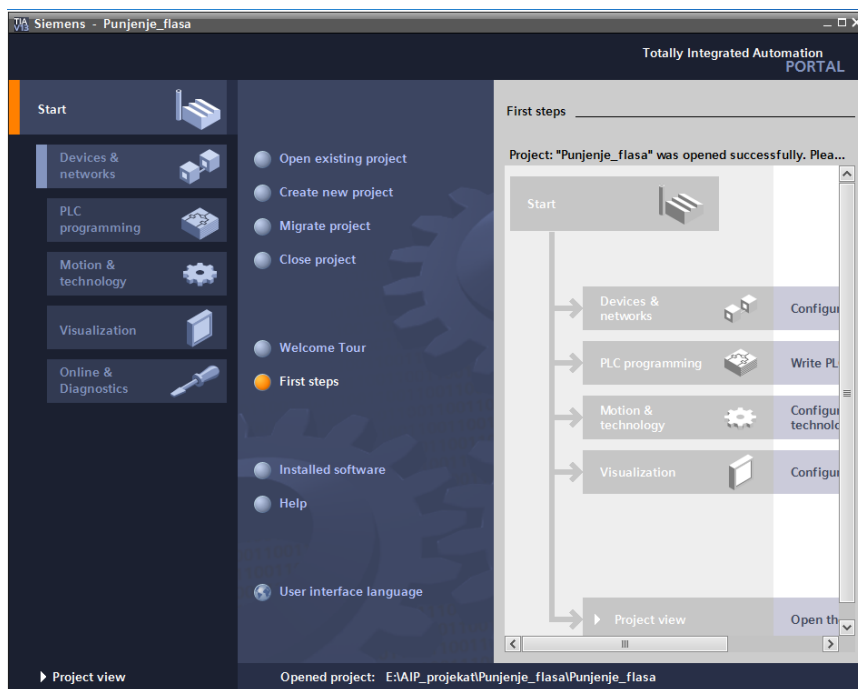


Слика 23 – Приказ производног процеса у реалном времену преко *IP* камере

TIA портал

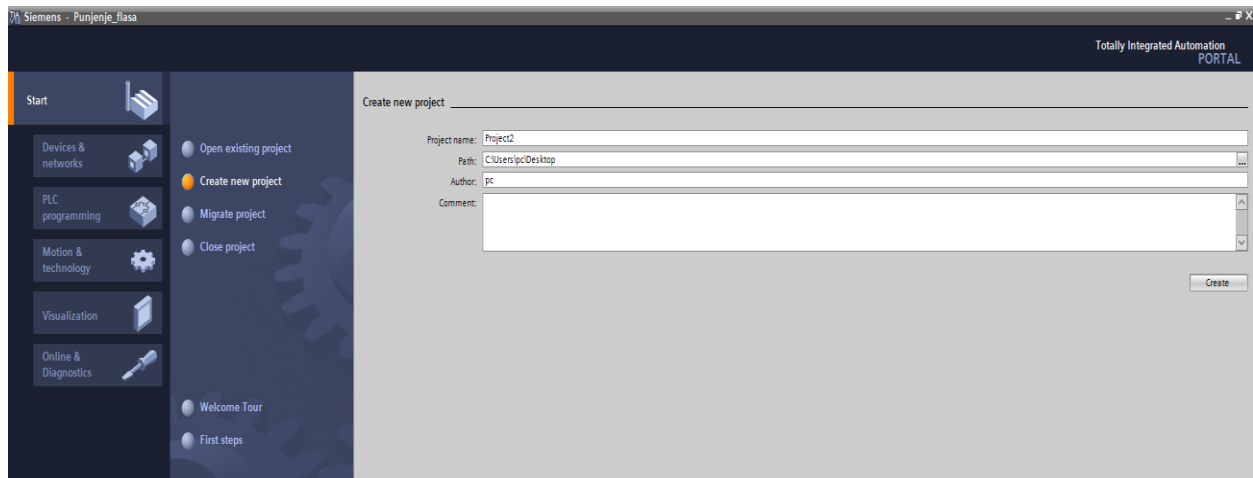
TIA Portal је Сименсово развојно окружење које се користи за дизајнирање комплетног процеса аутоматизације. У наставку рада биће објашњено програмирање ПЛЦ контролера у овом софтверском пакету.

Када се покрене развојно окружење појављује се екран као на слици испод. На почетној страни могу се отворити недавно коришћени пројекти, направити нови или отворити већ постојећи пројекат.



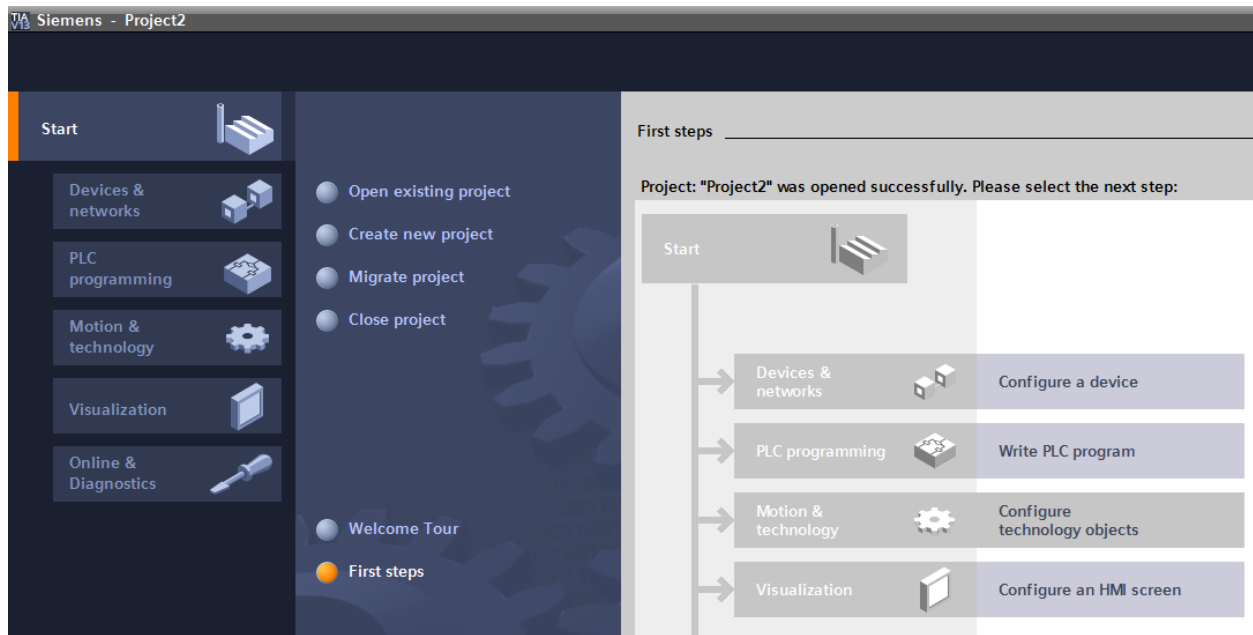
Слика 24 – Почетни екран *TIA Portal* V13

Кликом на опцију *Create new project* отвара се екран (слика 24) за уношење основних података о пројекту у коме се уписују назив пројекта, путања за чување пројекта као и назив аутора и додатни коментар уколико је потребно.



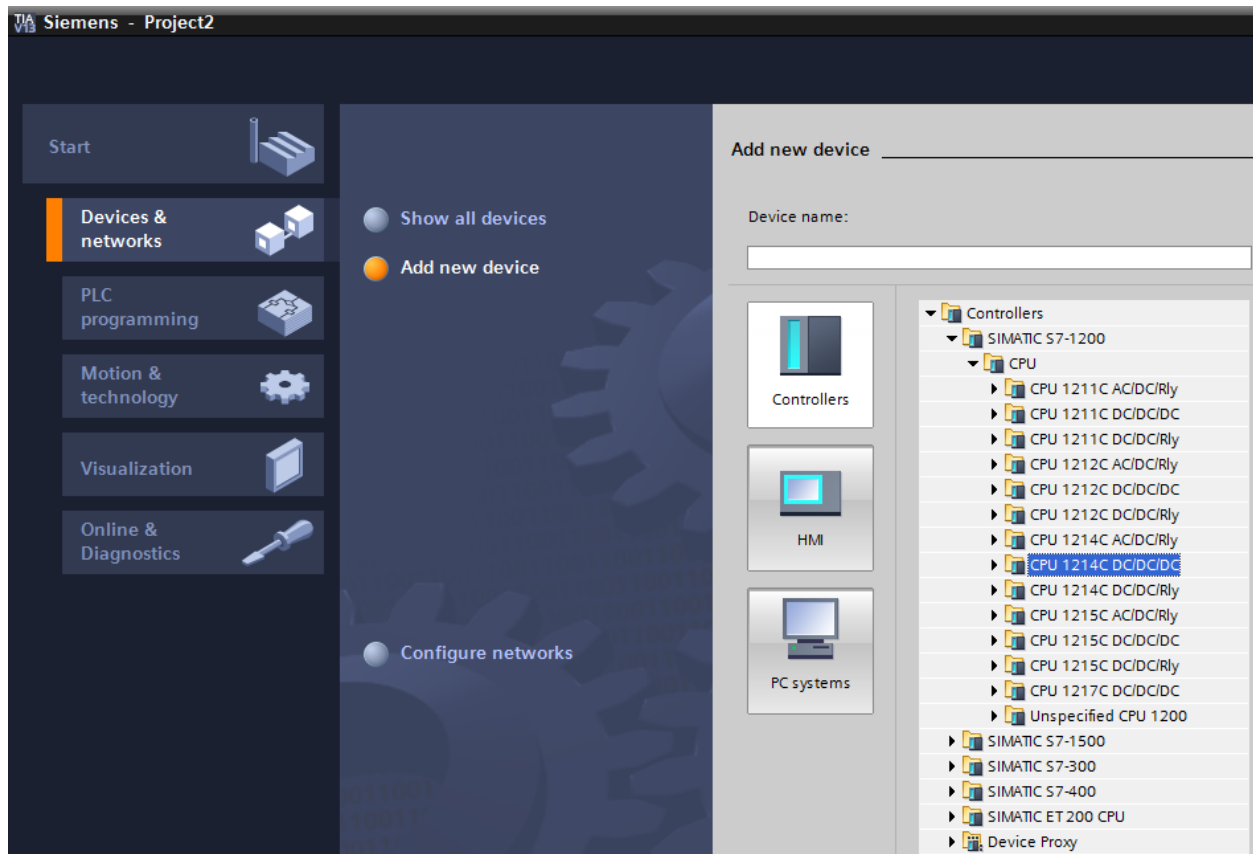
Слика 25 – Екран за уношење основних података о пројекту

На следећем екрану је потребно изабрати опцију *Configure a device* а затим *Add new device*



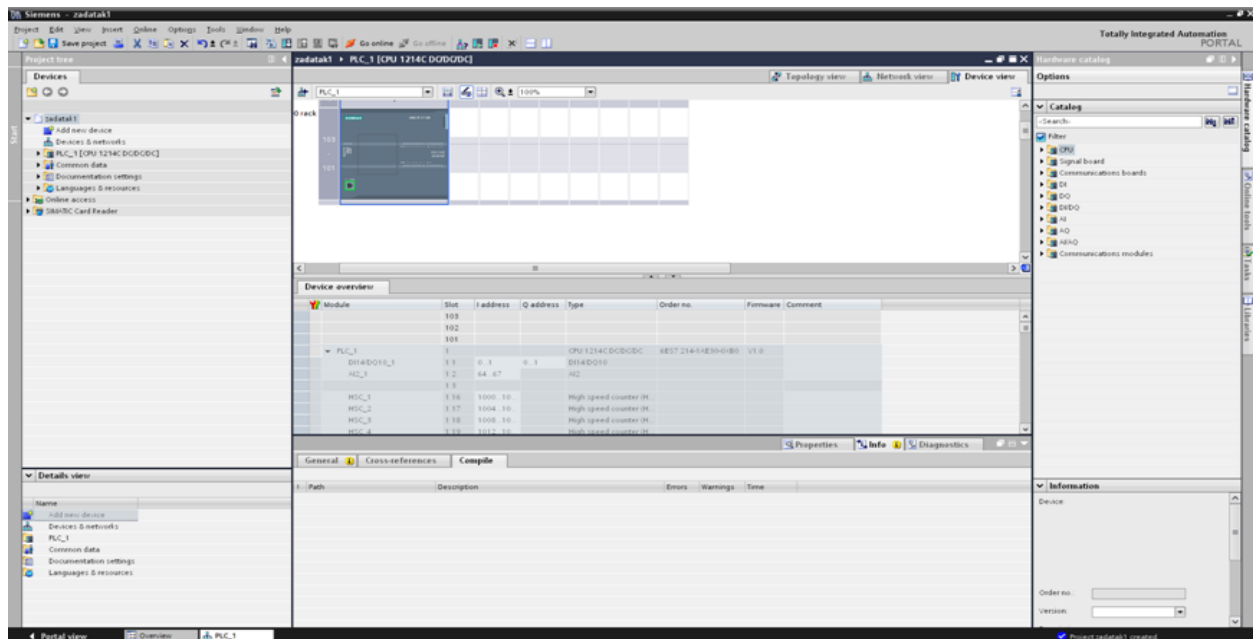
Слика 26 – Додавање новог уређаја

Након тога потребно је изабрати одговарајући уређај. Потребно је познавати основне карактеристике уређаја, као и његов тачан назив. У овом раду је коришћен ПЛЦ који има ознаку *Siemens Simatic S7-1200* са процесором *1214C DC/DC/DC*.



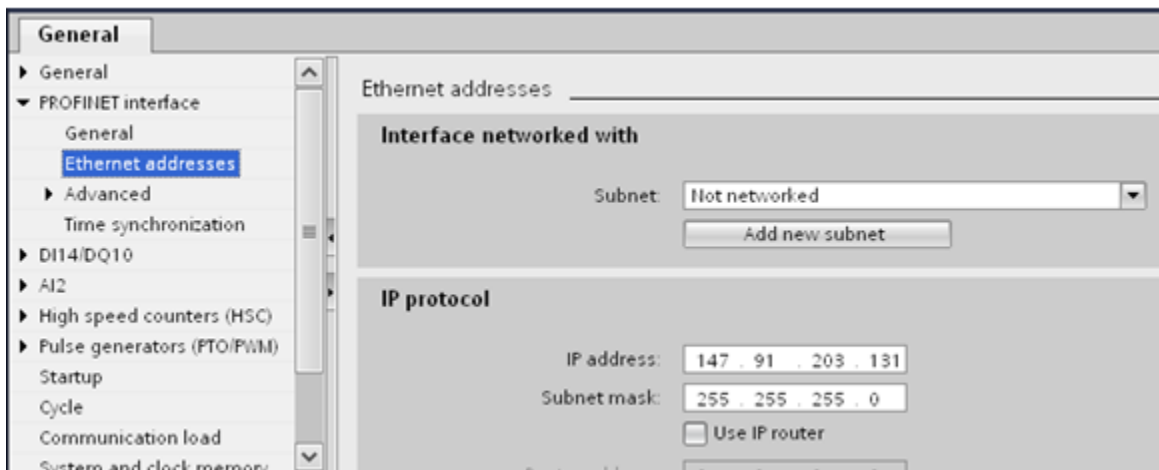
Слика 27–Додавање ПЛЦ контролера *Siemens Simatic S7 1200 - 1214C DC/DC/DC*

Кликом на *Add* добија се прозор као на слици испод.



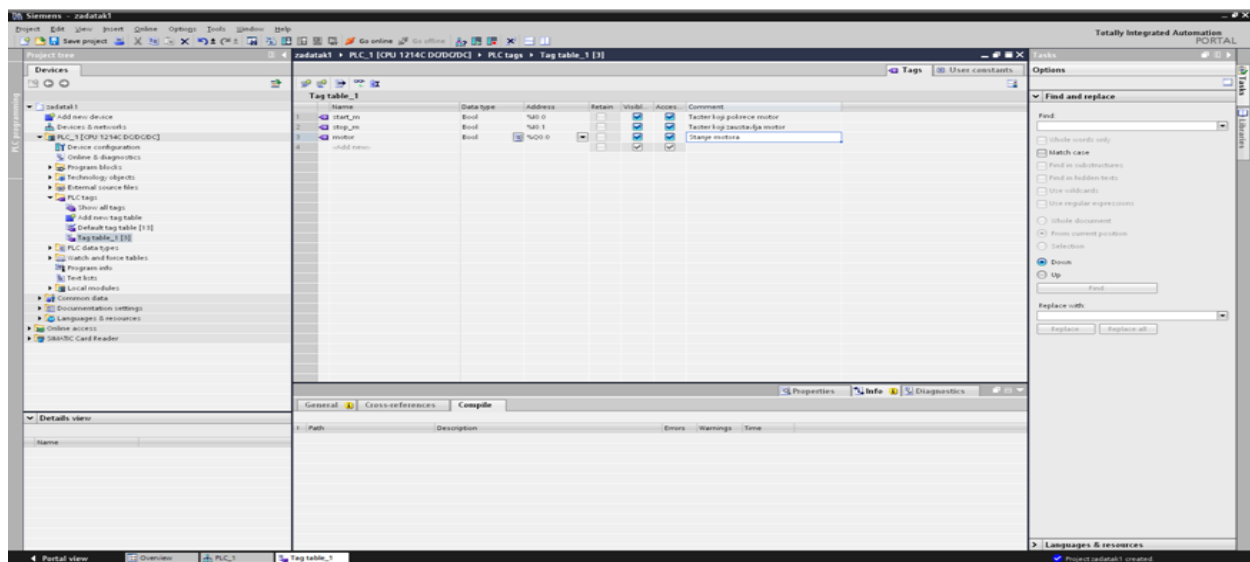
Слика 28 – Почетни екран програма након избора уређаја

Потребно је сада подесити *IP* адресу ПЛЦ-а. То се постиже тако што се кликне десним тастером миша са на назив уређаја са леве стране екрана и изабере опција *Properties*, а затим *Ethernet addresses*.



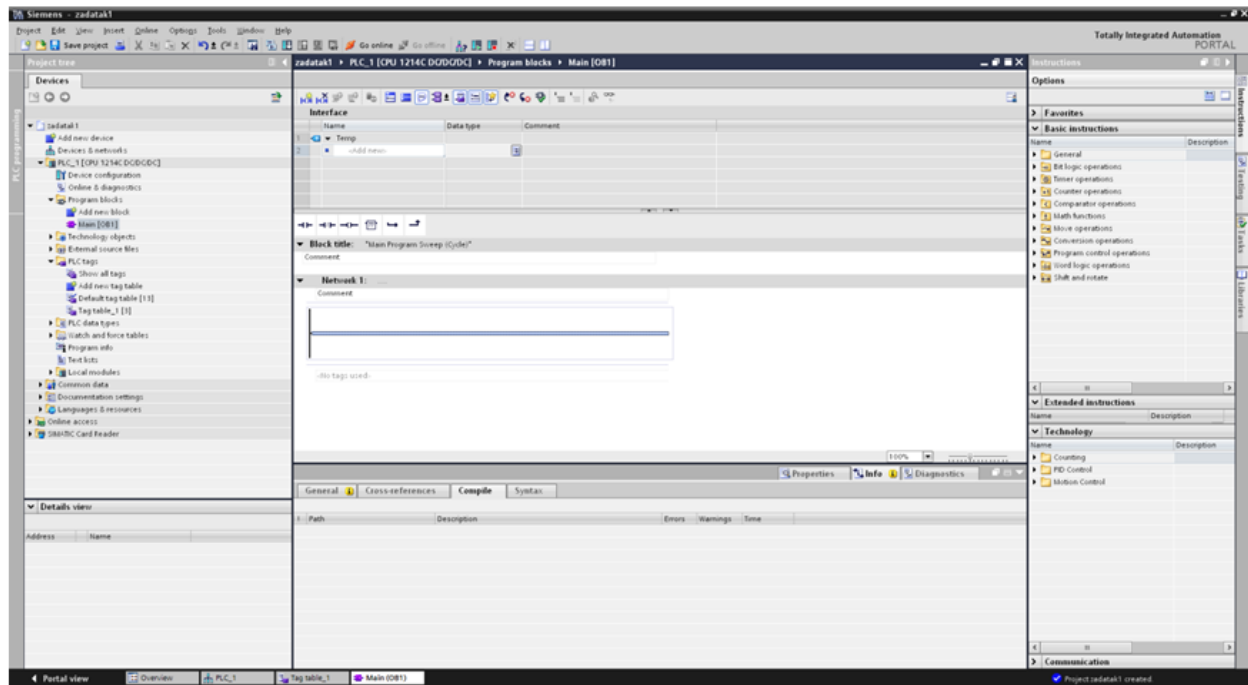
Слика 29 – Подешавање *IP* адресе контролера

Сада је потребно формирати табелу којом се додељују имена одговарајућим улазним и излазним променљивама. Са леве стране екрана бира се *PLC tags* а затим *Add new tag table*.



Слика 30– *PLC Tag table*

Када се отвори нова табела може се унети назив, врста, адреса и додатни опис (уколико је потребно) променљиве. Након тога може се приступити цртању лествичастог дијаграма (енг. *Ladder diagram*) који се добија кликом на *Program blocks* у листи са леве стране прозора.



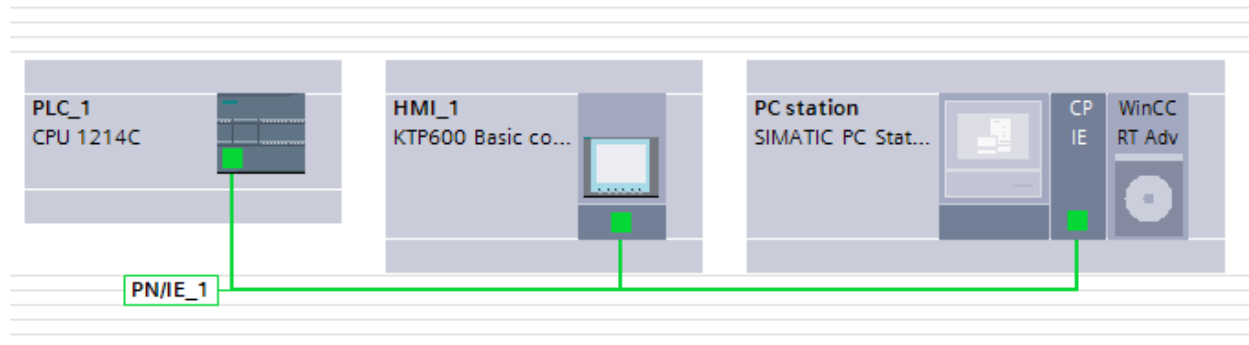
Слика 31 – Цртање лествичастог дијаграма

У наставку рада следи детаљно објашњење програма за ПЛЦ контролер којим је реализован процес пуњења и затварања флаша.

Реализација пројекта

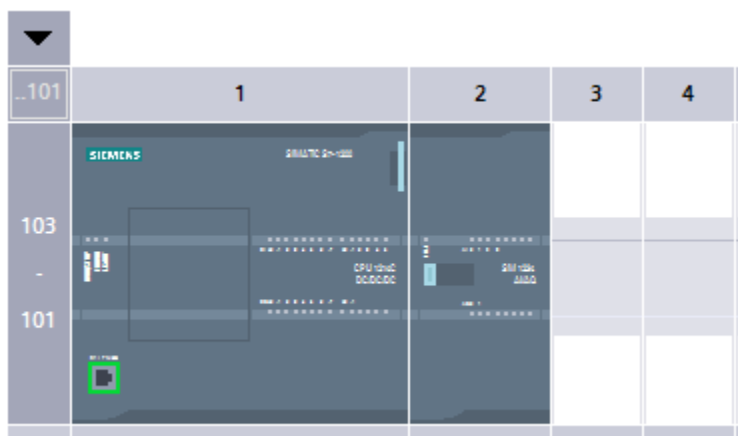
У овом делу рада биће објашнено програмирање ПЛЦ контролера помоћу лествичастог дијаграма као и *HMI* уређаја и *PC* станице.

Најпре је потребно успоставити комуникацију између ПЛЦ-а, *HMI* уређаја и *PC* станице (слика 32) како би могли да размењују информације.



Слика 32 – Успостављење комуникације између уређаја

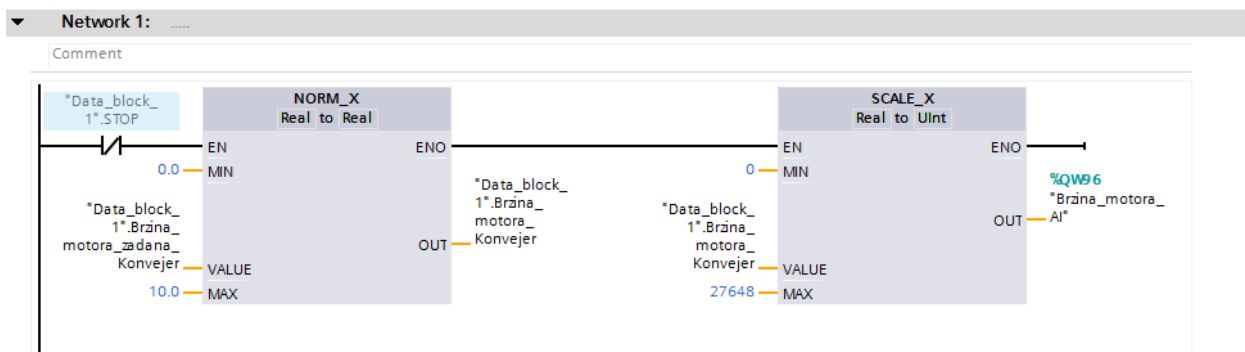
Након тога додаје се додатни модул са аналогним улазима и излазима који има ознаку *6ES7 232-4HA30-0XB0* . Модул се додаје зато што ПЛЦ поседује само два аналогна улаза и један аналогни излаз.



Слика 33 – Додавање модула са аналогним улазима и излазима

Блок Конвејер ПЛЦ-а

Улога овог блока јесте управљање асинхроним мотором који преко редуктора покреће тракасти транспортер. У *Network-у 1* налазе се блокови *NORM_X* и *SCALE_X* преко којих је могуће задавање брзине асинхроног. *NORM_X* нормализује параметар *Data_block_1.Brzina_motora_zadana_konvejer* унутар вредности одређених параметрима MIN и MAX, а то су у овом случају 0 и 10. *SCALE_X* скалира параметар *Data_block_1.Brzina_motora_Konvejer* и уписује га на адресу QW96 где је аналогни излаз. Аналогни излаз је повезан са аналогним улазом AI1+ фреквентног регулатора који покреће мотор тракастог транспортера. Брзину је могуће задати преко *HMI* уређаја или *PC* станице.

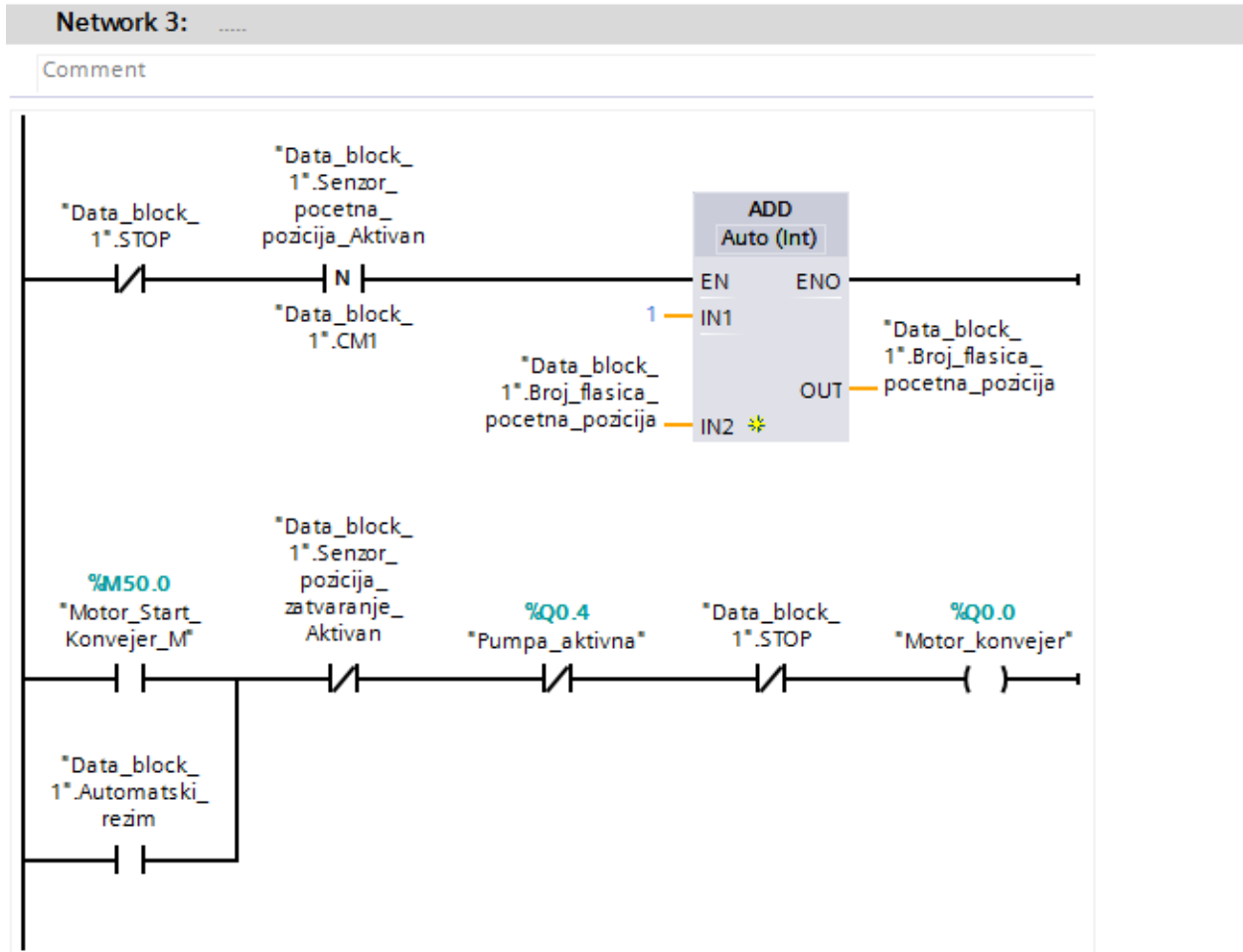


Слика 34 – Network 1 блока Конвејер

У *Network-у 2* блока Конвејер, могуће је на исти начин задати брзину за асинхроног мотора који на конвејеру позиционира једносмерни мотор за затварање флаша.

У *Network-у 3* врши се покретање асинхроног мотора који покреће тракасти транспортер. Услов да се мотор креће јесу да аутоматски режим буде активан, тј. променљива *Data_block_1.Automatski_rezim* има вредност *True* или да прекидач на адреси %M50.0 буде активан. Такође, потребно је да фотосензор затварања има вредност *False*, да пумпа буде неактивна и да све стоп тастер не буде укључен. Дигитални излаз на адреси Q0.0 повезан је преко релеја са дигиталним улазом LI1 фреквентног регулатора (слика 35).

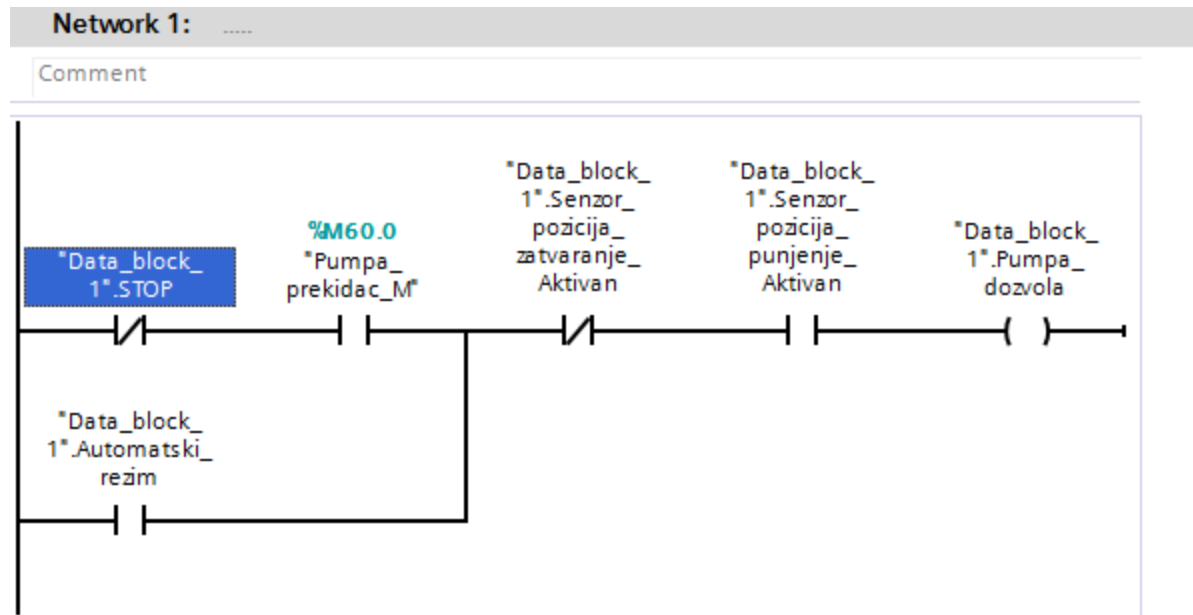
Сваки пут када се фотосензор који се налази на почетку конвејера активира, у променљиву *Data_block_1.Broj_flasica_rocetna_pozicija* додаје се 1. Тиме се добија број празних флаша које су стављене на конвејер, и број се исписује на *HMI* уређају.



Слика 35 – Network 3 блока Конвејер

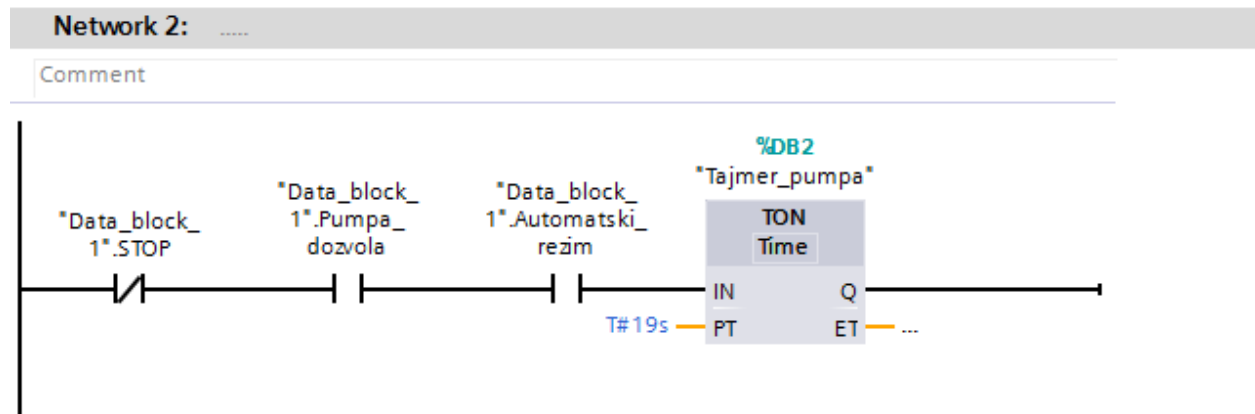
Блок Пумпа ПЛЦ-а

Блок Пумпа обезбеђује пуњење флаша када се флаша позиционира на место где се врши пуњење. У Network-у 1 блока, потребно је да, као и у претходном случају, буде активиран аутоматски режим или да прекидач на адреси %M60.0 буде притиснут. Да би се добила дозвола за пуњење сензор на позицији затварања мора да буде неактиван а сензор на позицији за пуњење активан. Такође, свестоп тастер мора бити неактиван.



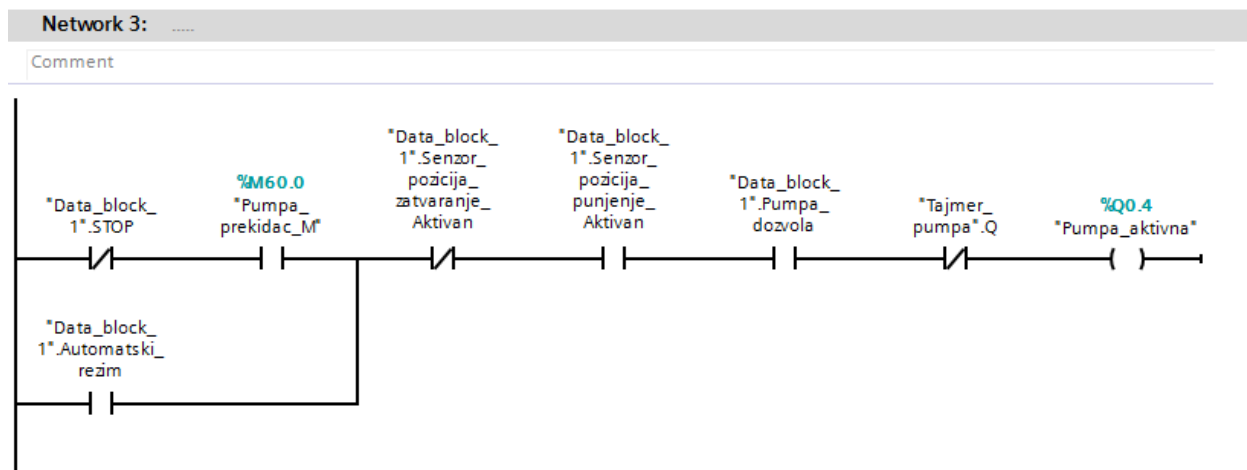
Слика 36 – *Network 1* блока Пумпа

Када се добије дозвола за пуњење укључује се тајмер (слика 36) који броји 19 секунди, колико траје пуњење флаше.



Слика 37 – *Network 2* блока Пумпа

Након истека 19 секунди пумпа нема више дозволу за рад, што се обезбеђује нормално затвореним контактом излаза тајмера *Tajmer_pumpa*. (слика 7) .

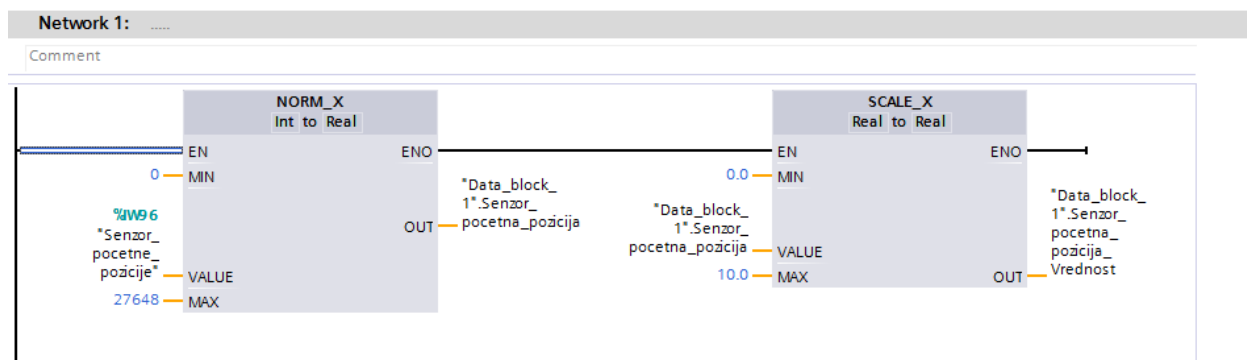


Слика 38 – Network 3 блока Пумпа

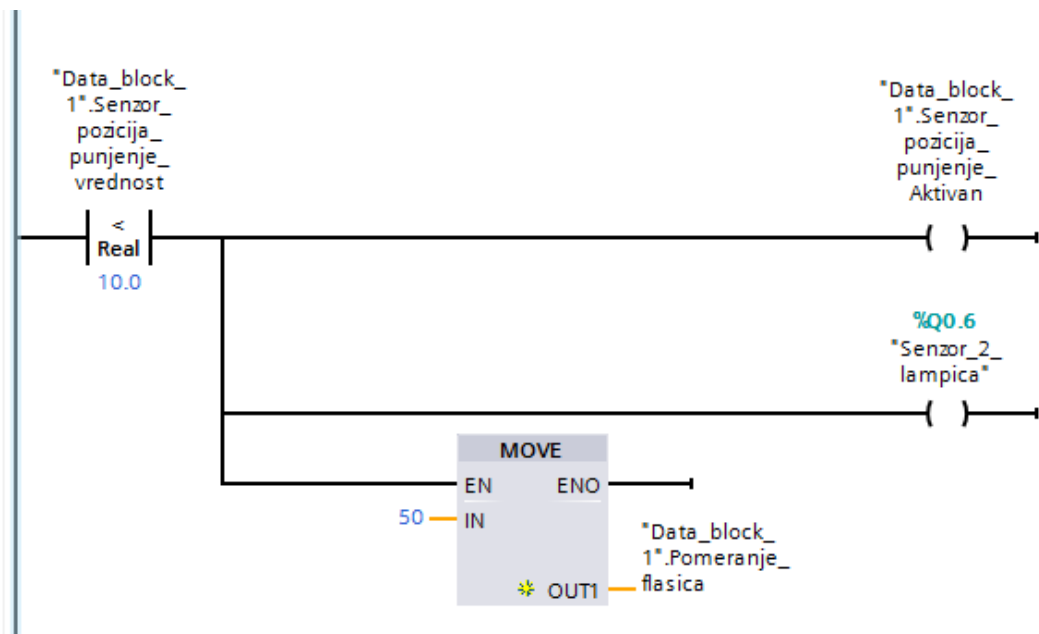
Пумпа је преко релеја повезана са дигиталним излазом ПЛЦ-а на адреси Q0.4.

Блок Сензори ПЛЦ-а

У блоку Сензори врши се читавање са аналогних улаза ПЛЦ-а, где се вредности скалирају и уписују у променљиве. Постоје три фотосензора, један се налази на почетку конвејера и он броји празне флаше које су стављене на конвејер, други се налази на средини где је позиција за пуњење флаша и трећи сензор се налази на крају где се врши затварање флаша.



Слика 39 – Network 1 блока Сензори

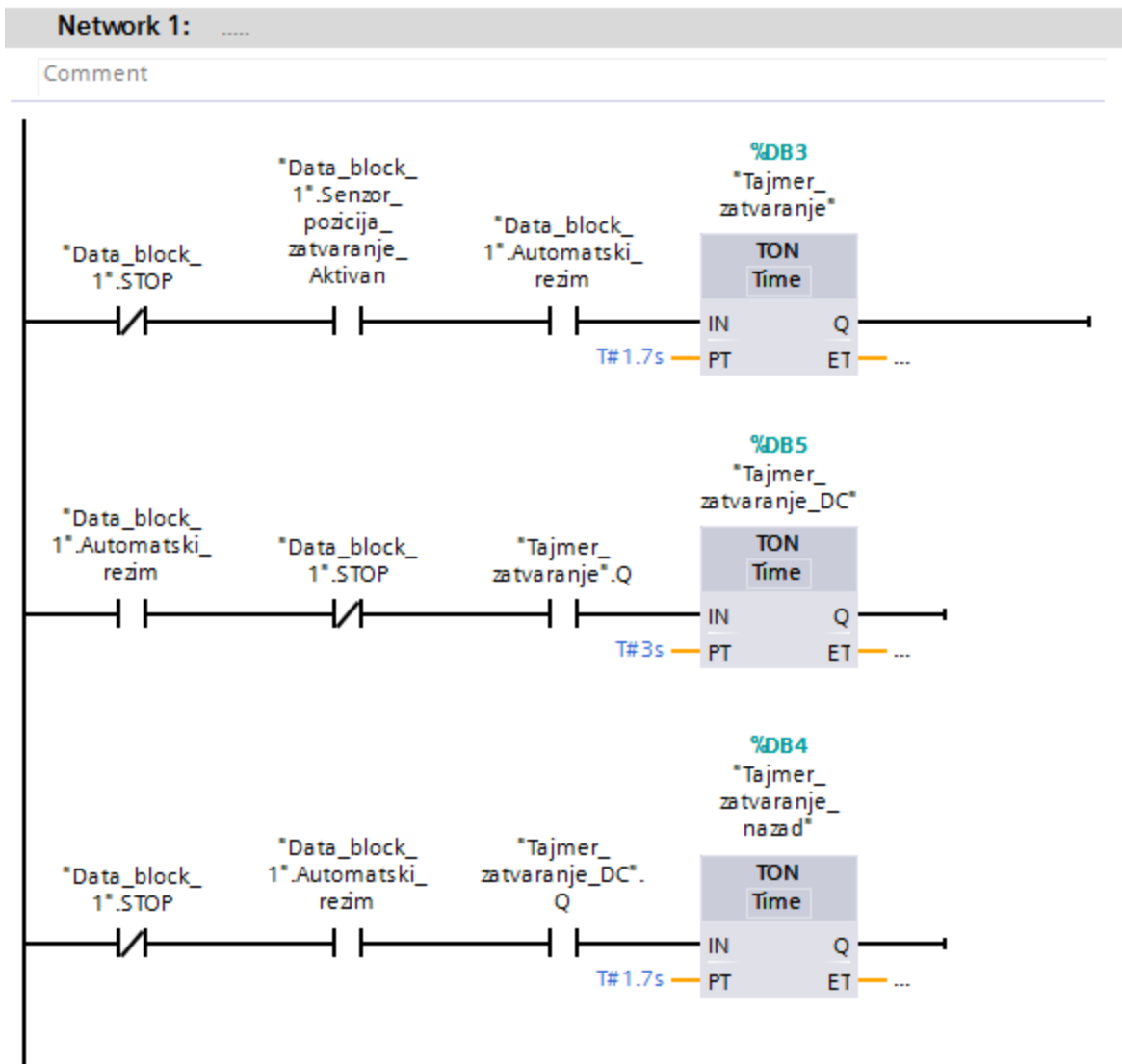


Слика 40 - Network 2 блока Сензори

У Network-у 2 упоређују се очитане вредности са сензора и на основу тога се уписују вредности *True* у променљиве (слика 40). Такође у зависности од тога који је сензор активан променљивој *Data_block_1.Pomeranje_flasica* се додељује одређена вредност. То се ради да би се знало на којој тренутној позицији је флаша и графички се приказује на HMI уређају. Уколико је флаша на почетној позицији додељује се вредност 0, на позицији за пуњење вредност 50 а на крајњој позицији за затварање вредност 100.

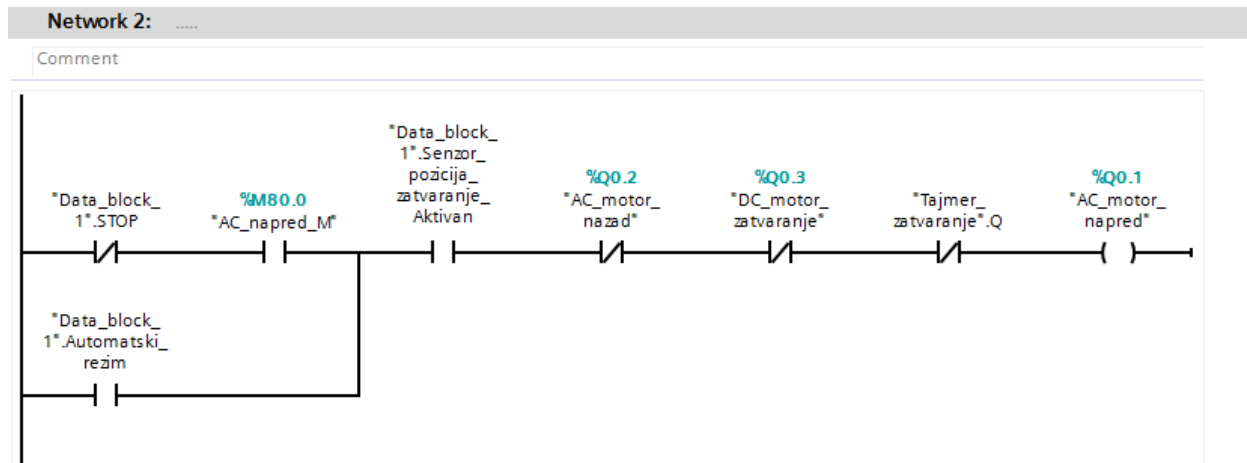
Блок Затварање ПЛЦ-а

Блок затварање контролише асинхрони и једносмерни мотор који имају улогу да затварају флаше. У Network-у 1 када је сензор позиције за затварање активан, активира се тајмер који броји 1.7 секунди. У том периоду активан је асинхрони мотор који иде унапред и позиционира једносмерни мотор на позицију за затварање. Када тајмер *Tajmer_zatvaranje* постане неактиван укључује се други тајмер *Tajmer_zatvaranje_DC* који броји 3 секунде. За то време, док тајмер броји, активан је једносмерни мотор који затвара флашу. Након истека тајмера укључује се трећи тајмер који броји исто 1.7 секунди, а за то време асинхрони мотор се креће уназад и враћа једносмерни мотор у првобитну позицију. Након тога могуће је скинути флашу са конвејера, и то ради оператер.



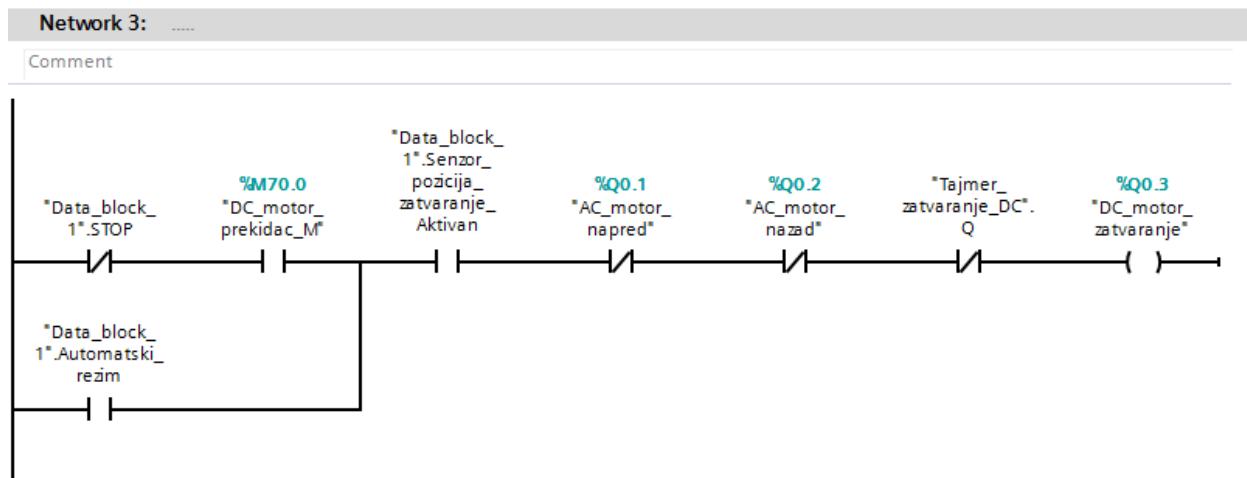
Слика 41 – *Network 1* блока Затварање

У *Network-у 2* када се испуне сви услови, долази до окретања асинхорног мотора напред(слика 42). Услови су да аутоматски режим буде активан, окретање асинхорног мотора уназад буде неактивно, као и окретање једносмерног мотора, да тајмер није истекао и да је флаша позиционирана на месту за затварање, тј да је сензор активан. Дигитални излаз ПЛЦ-а на адреси *Q0.1* повезан је преко релеја са дигиталним улазом фреквентног регулатора.



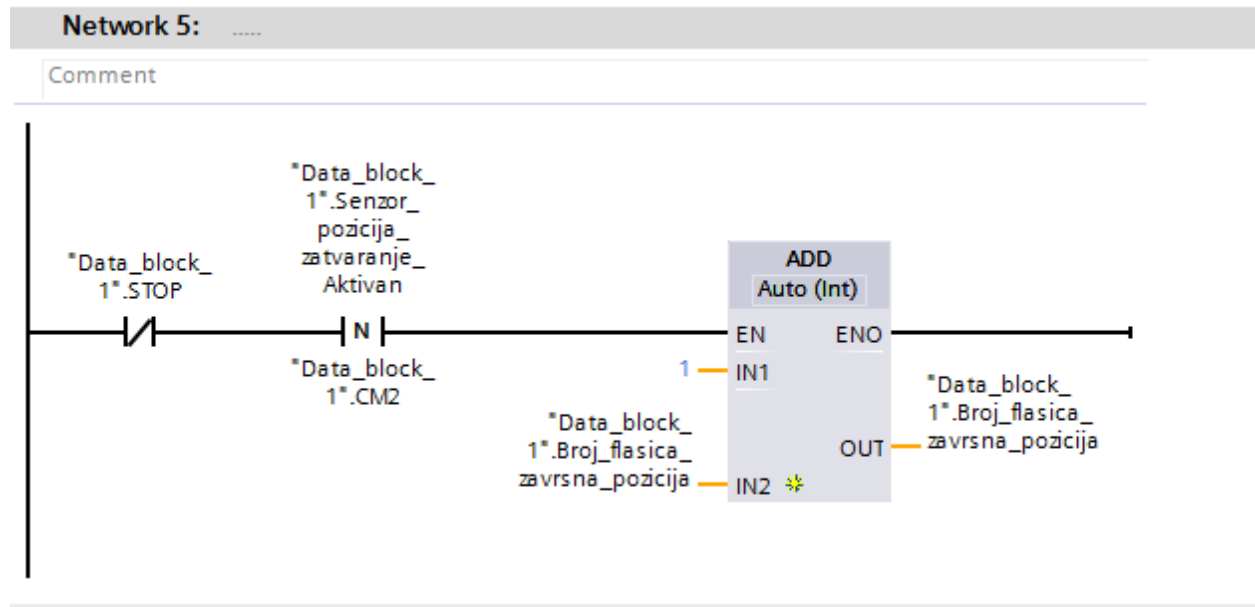
Слика 42 – Network 2 блока Затварање

Network 3 обезбеђује да, када се испуне услови, једносмерни мотор окреће и тако затвара флашу. Једносмерни мотор је преко релеја повезан са дигиталним излазом ПЛЦ-а на адреси Q0.3 (слика 43).



Слика 43 – Network 3 блока Затварање

У Network-у 4 је исто све као и у Network-у 2, само што се асинхорни мотор окреће уназад а са дигиталног излаза на адреси Q0.2 води сигнал на дигитални улаз фреквентног регулатора. Након што сензор позиције постане неактиван, тј. скине се флаша, у променљиву *Data_block_1.Broj_flasica_zavrsna_pozicija* додаје се 1 и тиме се добија информација о броју напуњених и затворених флаша (слика 44).



Слика 44 – Network 5 блока Затварање

Блок Main ПЛЦ-а

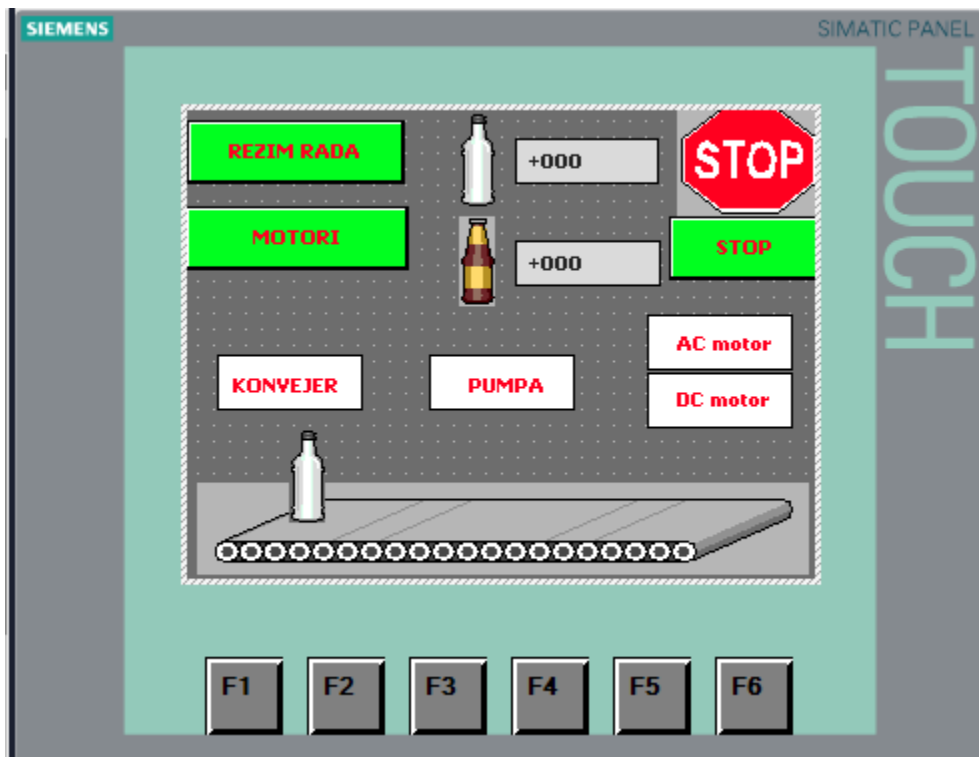


Слика 45 – Блок Main ПЛЦ-а

У Network-у Main блока се променљиве са дигиталих улаза смештају у променљиве чије су адресе меморијске.

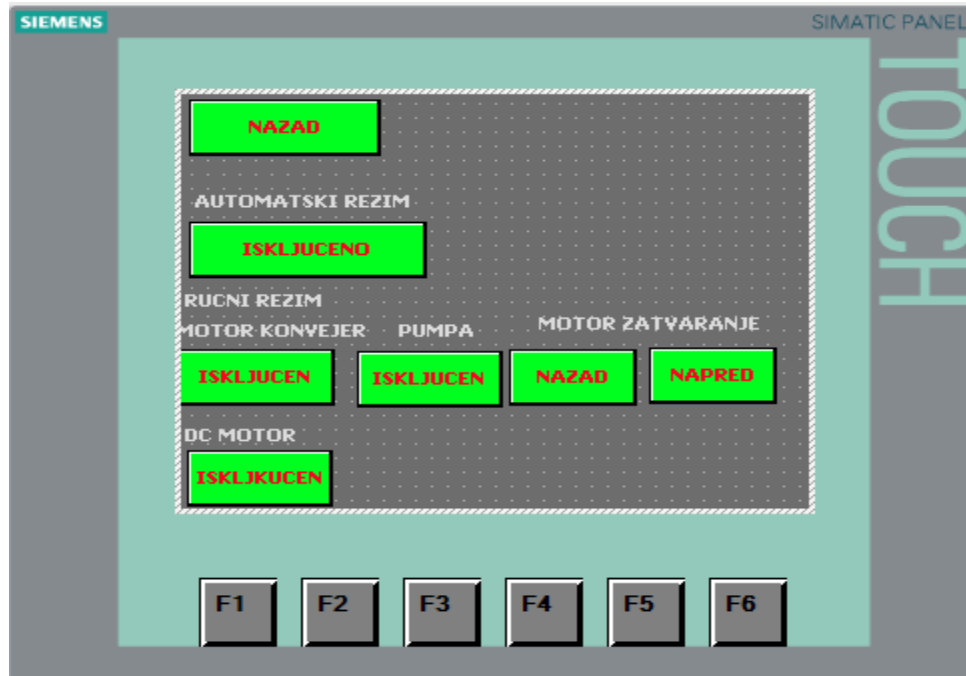
Програм HMI уређаја

Програмирање HMI уређаја је релативно лако, зато што се састоји од превлачења компоненти на екран из понуђене листе и њиховим повезивањем са одговарајућим променљивама у таг табелама. На слици испод приказан је изглед почетног екрана HMI уређаја.



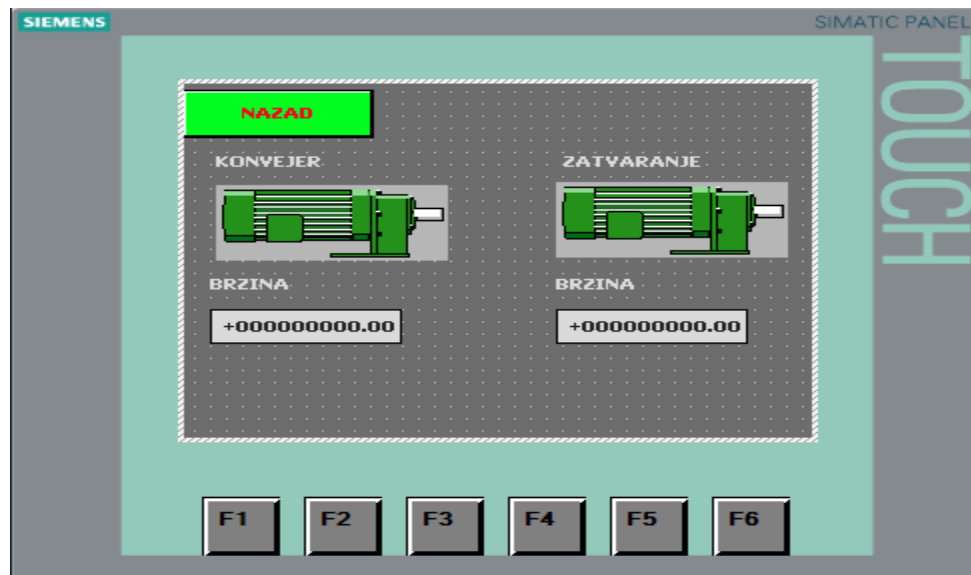
Слика 46 – Изглед почетног екрана HMI уређаја

На екрану се налази три дугмета, једно са прекидање рада читавог процеса (свестоп тастер) и два помоћу којих се задају параметри мотора и бира режим рада. У зависности од тога који је сензор активан флаша се позиционира на графички приказаном конвејеру. Када је мотор који покреће конвејер активан, правоугаоник на коме пише конвејер постане зелене боје и тиме сигнализира да је мотор активан. Исто се дешава када је пумпа, једносмерни или други асинхрони мотор активан. На екрану се налазе и два поља која исписују колико је празних, одосно пуних флаша прошло до тог тренутка.



Слика 47 – Изглед екрана за бирање режима рада

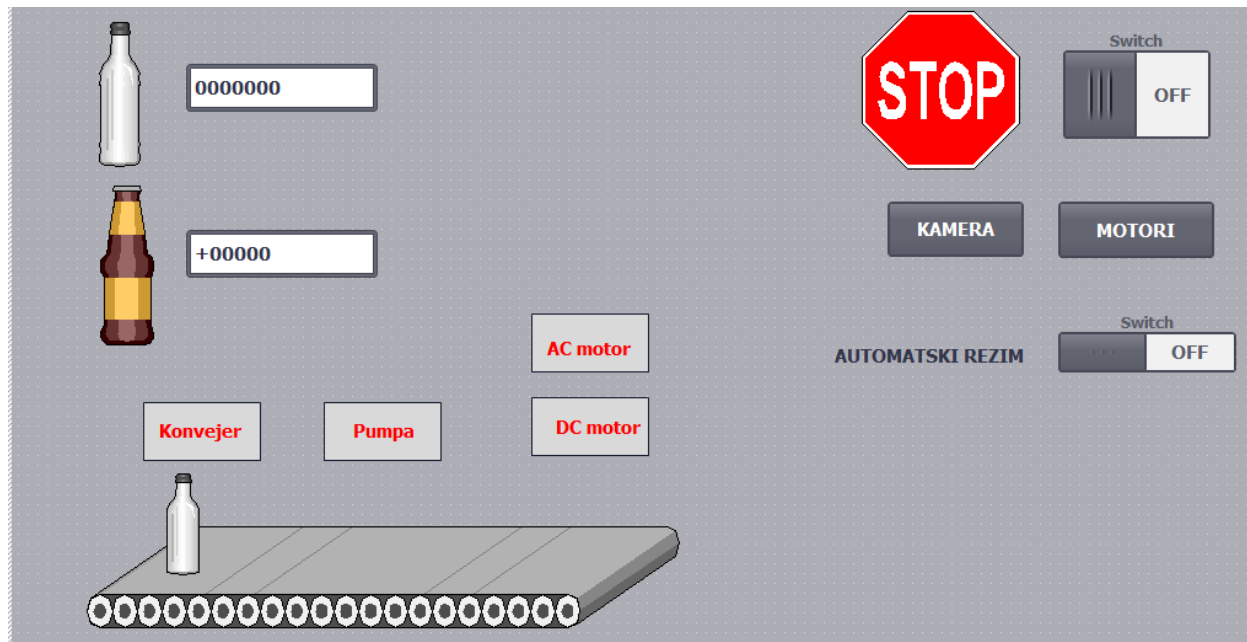
На слици 47 приказан је изглед екрана на коме је могуће бирати режим у ком ради систем. Могуће је радити у аутоматском режиму и у ручном режиму, где помоћу тастера са контролне табле или дугмића са HMI уређаја управља процесом пуњења. На слици 48 приказан је екран где је могуће задавати брзину асинхроним моторима. Могуће је уписати вредности од 0 до 10.



Слика 48 – Изглед екрана за задавање брзине моторима

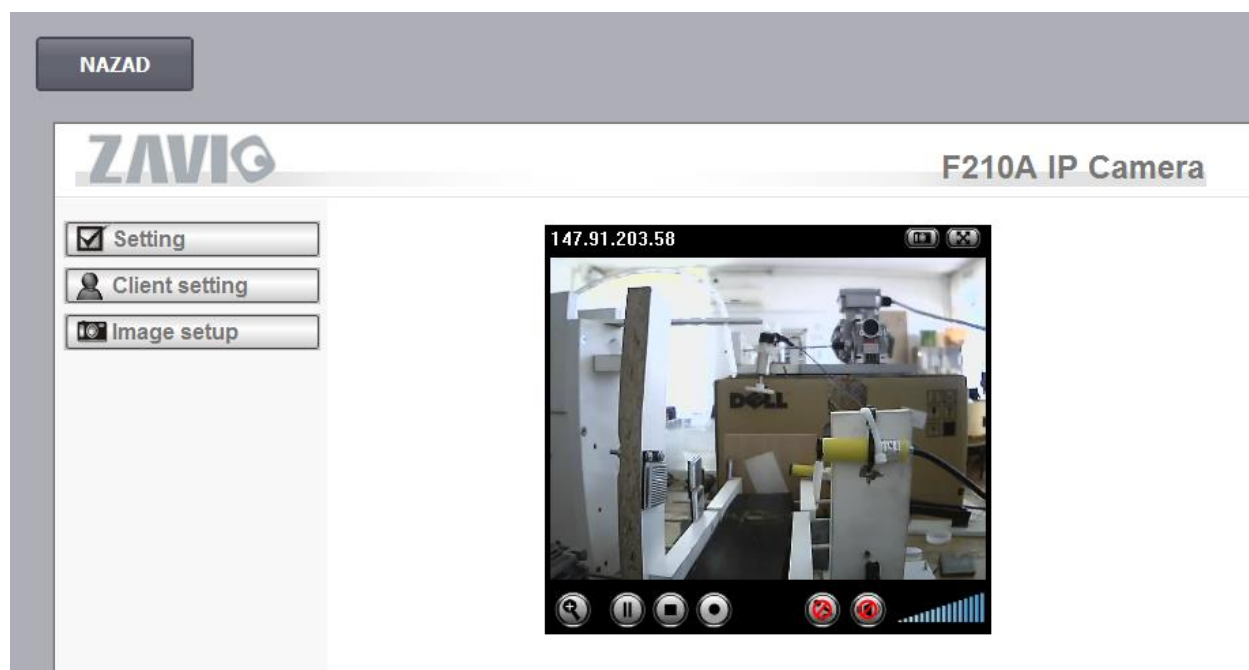
Програм РС станице

Програм *РС* станице је сличан као код *HMI* уређаја и програмира се слично као *HMI* уређај у софтверском пакету *TIA Portal V13*. На екрану се налази све стоп дугме, поља која приказују број празних и број пуних флаша као, и графички приказ конвејера, као и где се флаша тренутно налази и који од актуатора је активан. Притиском на дугме *MOTORI* одлази се на страну где се подешавају брзине асинхроних мотора. На слици испод приказан је почети екран *РС* станице.



Слика 49 – Изглед почетог екрана *РС* станице

Притиском на *switch* могуће је активирати аутоматски режим пуњења. Дугме камера води на страницу на коме се помоћу *IP* камере у реалном времену приказује производни процес (слика 50). Тиме се омогућава праћење производног процеса са удаљеног места и деловања на сам процес производње. Оператер који прати процес уколико дође до неке грешке, може у сваком тренутку притиском на дугме све стоп да заустави производњу.



Слика 50 – Приказ станице са *IP* камером

Закључак

Живимо у времену у коме велики број фабрика користи аутоматизоване системе без којих се не може замислити производни процес. ПЛЦ контролери представљају најбоље решење за било који производни процес који се жели аутоматизовати. Како је све више присутна индивидуализација производње, за одређење кориснике, потребно је омогућити комуникацију између машина али и осталих субјеката производног процеса. Присуство интернета у производњи омогућава ту комуникацију али са друге стране јавља се потреба за скупљањем и обрадом велике количине података. Зато се стално развијају контролери који могу одговорити тим захтевима. Сименсови ПЛЦ контролери су прилагођени да буду стандардна компонента савременог рачунарског система управљања у индустрији.

Овај рад је имао за циљ да објасни структуру једног производног процеса. Управљање над производним процесом вршило се помоћу Сименсовог ПЛЦ контролера у програмском пакету *TIA Portal V13* који представља једно од најбољих софтверских решења за дизајнирање комплетног аутоматизованог процеса.

Производни процес који је описан јесте, транспортовање флаша тракастим транспортером као и њихово пуњење и затварање. Како је наслов рада управљање актуаторима, у раду су се користила два асинхрона и један једносмерни мотор. Ефекти програма у прилогу су документовани кратким видео клиповима.

Литература

- [1] <https://new.siemens.com/global/en.html> , приступљено 10.08.2020.год
- [2] Драган Маринковић, Програмабилни логички контролери, Обреновац, 2012
- [3] Тијана Шуштершич, *SCADA систем управљања АС и DC мотором*, Домаћи задатак, ФИН Крагујевац Универзитета у Крагујевцу, Крагујевац 2016
- [4] www.automatika.rs
- [5] Матијевић, М., Јакуповић, Г., Цар, Ј.: Рачунарски подржано мерење и управљање, Машински факултет у Крагујевцу, друго издање, Крагујевац, Септембар, 2008.
- [6] Александра Вељовић, *Управљање позицијом и брзином асинхроног наизменичног мотора и једносмерног мотора у SCADA систему помоћу Сименових PLC-ова*, семинарски рад, Факултет инжењерских наука
- [7] <https://www.chiaravalli.com/en> , приступљено 11.08.2020.год
- [8] <https://www.automatika.rs/baza-znanja/mehatronika/dc-elektromotori.html> приступљено 15.08.2020.год
- [9] <http://www.frequencyinverter.org/what-is-frequency-converter-how-it-works-631601.html> , приступљено 10.08.2020.год
- [10] Андрија Јестровић, *Пројектовање SCADA апликације и система заснованог на раду четири једносмерна и асихрона мотора*, Мастер рад, ФИН Универзитета у Крагујевцу, Крагујевац, 2017
- [11] <https://www.plc-city.com/shop/fr/siemens-simatic-hmi-basic-panels-1st-generation/6av6647-0aa11-3ax0.html> , приступљено 20.08.2020.год
- [12] www.metal-matik.com приступљено 20.08.2020.год
- [13] Толмач Д., Првуловић С., Транспортни системи, Технички факултет „Михајло Пупин“, Универзитет у Новом Саду, Зрењанин, 2012.
- [14] <https://www3.panasonic.biz/ac/e/fasys/sensor/photoelectric/rx/index.jsp> , приступљено 21.08.2020.год
- [15] <https://www.automatika.rs/baza-znanja/teorija-upravljanja/releji.html> , приступљено 21.08.2020.год
- [16] <https://www.cctvcamerapros.com/IP-Network-Camera-p/zavio-f210a.htm> , приступљено 21.08.2020.год

Прилог А

Tag табела ПЛЦ-а

 Sensor_pozicije_za_punjenje	Int		%IW64		☐	☒	☒	
 Sensor_pocetne_pozicije	Int		%IW96		☐	☒	☒	
 Sensor_pozicije_za_zatvaranje	Int		%IW66		☐	☒	☒	
 Brzina_motora_AI	UInt		%QW96		☐	☒	☒	
 Motor_Start_Konvejer	Bool		%I0.0		☐	☒	☒	
 Motor_konvejer	Bool		%Q0.0		☐	☒	☒	
 Senzor_1_lampica	Bool		%Q0.5		☐	☒	☒	
 Senzor_2_lampica	Bool		%Q0.6		☐	☒	☒	
 Senzor_3_lampica	Bool		%Q0.7		☐	☒	☒	
 Brzina_motora_zatvaranje_AI	UInt		%QW98		☐	☒	☒	
 Pumpa_aktivna	Bool		%Q0.4		☐	☒	☒	
 Pumpa_prekidac	Bool		%I0.1		☐	☒	☒	
 Zatvaranje_AC_motor_napred	Bool		%I0.2		☐	☒	☒	
 Zatvaranje_AC_motor_nazad	Bool		%I0.3		☐	☒	☒	
 DC_motor_prekidac	Bool		%I0.4		☐	☒	☒	
 AC_motor_napred	Bool		%Q0.1		☐	☒	☒	
 AC_motor_nazad	Bool		%Q0.2		☐	☒	☒	
 DC_motor_zatvaranje	Bool		%Q0.3		☐	☒	☒	
 Motor_Start_Konvejer_M	Bool		%M50.0		☐	☒	☒	
 Pumpa_prekidac_M	Bool		%M60.0		☐	☒	☒	
 DC_motor_prekidac_M	Bool		%M70.0		☐	☒	☒	
 AC_napred_M	Bool		%M80.0		☐	☒	☒	
 AC_nazad_M	Bool		%M90.0		☐	☒	☒	
 AC_aktivan_HMI	Bool		%M100.0		☐	☒	☒	

Tag табела HMI уређаја

 AC_aktivan_HMI	Bool		HMI_Conne...	PLC_1	AC_aktivan_HMI	
 AC_napred_M	Bool		HMI_Connectio...	PLC_1	AC_napred_M	
 AC_nazad_M	Bool		HMI_Connectio...	PLC_1	AC_nazad_M	
 Automatski_rezim	Bool		HMI_Connectio...	PLC_1	Data_block_1.Automatsk...	
 Data_block_1.Broj_flasica_poc...	Int		HMI_Connectio...	PLC_1	Data_block_1.Broj_flasic...	
 Data_block_1.Broj_flasica_zavr...	Int		HMI_Connectio...	PLC_1	Data_block_1.Broj_flasic...	
 Data_block_1.Brzina_motora_...	Real		HMI_Connectio...	PLC_1	Data_block_1.Brzina_mo...	
 Data_block_1.Brzina_motora_...	Real		HMI_Connectio...	PLC_1	Data_block_1.Brzina_mo...	
 Data_block_1.Pomeranje_flasica	Int		HMI_Connectio...	PLC_1	Data_block_1.Pomeranje...	
 DC_motor_prekidac	Bool		HMI_Connectio...	PLC_1	DC_motor_prekidac	
 DC_motor_zatvaranje	Bool		HMI_Connectio...	PLC_1	DC_motor_zatvaranje	
 Motor_konvejer	Bool		HMI_Connectio...	PLC_1	Motor_konvejer	
 Motor_prekidac	Bool		HMI_Connectio...	PLC_1	Motor_Start_Konvejer_M	
 Pumpa_aktivna	Bool		HMI_Connectio...	PLC_1	Pumpa_aktivna	
 Pumpa_prekidac	Bool		HMI_Connectio...	PLC_1	Pumpa_prekidac	
 Stop	Bool		HMI_Connectio...	PLC_1	Data_block_1.STOP	

Табела променљивих из базе података

Static						
Brzina_motora_zadan...	Real	0.0		☒	☒	☐
Brzina_motora_Konve...	Real	0.0		☒	☒	☐
Senzor_pocetna_pozi...	Real	0.0		☒	☒	☐
Senzor_pocetna_pozi...	Real	0.0		☒	☒	☐
Senzor_poziacija_punje...	Real	0.0		☒	☒	☐
Senzor_poziacija_punje...	Real	0.0		☒	☒	☐
Senzor_poziacija_zatva...	Real	0.0		☒	☒	☐
Senzor_poziacija_zatva...	Real	0.0		☒	☒	☐
Senzor_pocetna_pozi...	Bool	false		☒	☒	☐
Senzor_poziacija_punje...	Bool	false		☒	☒	☐
Senzor_poziacija_zatva...	Bool	false		☒	☒	☐
Brzina_motora_zadan...	Real	0.0		☒	☒	☐
Brzina_motora_AC_Za...	Real	0.0		☒	☒	☐
Automatski_rezim	Bool	false		☒	☒	☐
Broj_flasica_zavrsna_...	Int	0		☒	☒	☐
Broj_flasica_pocetna_...	Int	0		☒	☒	☐
CM2	Bool	false		☒	☒	☐
CM1	Bool	false		☒	☒	☐
STOP	Bool	false		☒	☒	☐
Pomeranje_flasica	Int	0		☒	☒	☐
Pumpa_dozvola	Bool	false		☒	☒	☐