

**Факултет инжењерских наука Универзитета у
Крагујевцу**



Назив студијског програма: Електротехника и рачунарство
Ниво студија: Мастер академске студије
Предмет: Аутоматизација индустријских процеса
Број индекса: 447/2019

Бобан Г. Срећковић
Управљање и надзор система
осветљења и брисача на
ШИНСКИМ ВОЗИЛИМА
Мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. др Јасна Радуловић, ред. проф.

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да реализује систем за осветљење на шинским возилима, као и управљање брисачима на возилу на основу сигнала добијених са сензора за кишу. Потребно је анализирати комплетан систем и реализовати и испитати SCADA систем. Испитати могућност унапређења реализованог система.

Препоручена литература:

- [1] Frank D. Petruzella, Програмабилни логички контролери, превод 4. издања, Микро књига, Београд 2011.
- [2] З. Јегеш, М. Аџић, Р. Мартон, Управљање применом PLC уређаја, Виша техничка школа, Суботица 2005.
- [3] Оливера Јанковић, Ратко Јанковић, Приказ коришћења HMI и PLC у управљању технолошким процесима, Инфотех, Бијељина 2013.

Крагујевац, 12.03.2020.

Ментор:
др Јасна Радуловић, ред. проф.

Садржај

1. Увод	8
2. Теоријска разматрања	9
2.1 Фарови	9
2.2 Брисачи	15
2.3 Сензор за кишу	21
2.4 Програмабилни логички контролер	24
3. Практични део рада	34
3.1 Анализа и дефинисање компоненти система	34
3.2 Израда софтвера SCADA система	40
3.2.1 Развојно окружење и програмски језик	40
3.2.2 Принцип рада система	40
3.2.3 Симулација рада система	55
4. Закључак	60
Литература	61

Резиме:

У овом раду обрађена је тема дигиталног управљања и надзора система за осветљење и брисача на шинским возилима. Током анализе целокупног система и његових потреба, дошло се до закључка да *PLC* уређај компаније *Siemens* у потпуности задовољава потребе једног оваквог система. Битно је напоменути да се наведени уређај може пронаћи и у већ конкретним системима који су своју примену пронашли у сличним системима код свих типова шинских возила. Ти системи су већ познати као веома прецизни и приликом њиховог коришћења приметне су високе перформансе које пружају. Такође за један овакав систем потребан је и уређај који пружа могућност интеракције на релацији човек-машина. За ту намену одабран је *HMI* уређај већ горе наведене компаније. Изабрани уређај у потпуности нуди све неопходне опције и перформансе које се очекују од једног таквог чиниоца система. За потребе интегрисаног развојног окружења, одабран је *SIMATIC STEP 7 – TIA Portal*, који пружа сву неопходну подршку софтверског алата за програмирање наведених уређаја. Програмски језик који се користи у овом раду је *Ladder Diagram (LD, LAD)*, који представља програм преко графичког дијаграма заснованог на шеми кола релејског хардвера.

Кључне речи: *PLC, HMI, SIMATIC STEP 7, TIA Portal, Ladder Diagram*

Summary:

This paper deals with the topic of digital control and monitoring of lighting systems and wipers on rail vehicles. During the analysis of the entire system and its needs, it was concluded that the PLC device from Siemens fully meets the needs of such a system. It is important to note that this device can be found in already specific systems that have found their application in similar systems in all types of rail vehicles. These systems are already known to be very precise and when using them, the high performance they provide is noticeable. Also, such a system requires a device that provides the possibility of human-machine interaction. For this purpose, the HMI device of the above mentioned company was selected. The selected device fully offers all the necessary options and performances that are expected from one such system factor. For the needs of the integrated development environment, SIMATIC STEP 7 - TIA Portal was selected, which provides all the necessary support of the software tool for programming these devices. The programming language used in this paper is the Ladder Diagram (LD, LAD), which represents a program via a graphical diagram based on a circuit diagram of relay hardware.

Keywords: *PLC, HMI, SIMATIC STEP 7, TIA Portal, Ladder Diagram*

1. Увод

Темпо производње данашњег индустријског окружења непрестано се повећава. Сходно томе, одговорности оператера се повећавају и постају свеобухватније. Руковалац мора брзо и лако добити информације о статусу машине и мора бити у могућности да подједнако и лако контролише рад машине. С друге стране, функције програмабилних логичких контролера, *PLC* система, повећавају се и постају све напредније, што омогућава ефикасну контролу сложених процеса. [1]

Напредак у микропроцесорској технологији је, између осталог, значајно утицао на системе управљања. Почетна идеја је била да се примени такав електронско-микропроцесорски управљачки уређај који се лако може репрограмирати у случају потребе за променама у захтевима управљања. [2]

Према једној од дефиниција, програмабилни логички контролер је:

„Дигитални електронски уређај који користи програмабилну меморију за меморисање команди које захтевају извођење одређених функција, као што су логичке функције, секвенцирање, бројање, време, рачунање, за управљање различитим машинама и процесима.“ – *The National Electrical Manufacturers Association – NEMA* [3]

Коришћењем оператора терминала комуникација човек-машина је једноставна и сигурна чак и за сложене и напредне процесе. Графички управљачки панели (*HMI*) су развијени да задовоље захтеве комуникације човек-машина за надгледање и контролу у разним областима употребе у производњи, процесној индустрији, итд.

Коришћење терминала поједностављује рад руковоца јер се лако прилагођава радном окружењу истог. Веома је важно да оператер може да користи термине који су му познати и са којима је „упознат“. Генерално, предности модерних технологија у управљању и контроли производних процеса су јасне, а постоје и значајни трошкови за примену таквих решења. [4]

2. Теоријска разматрања

2.1 Фарови

Фарови су један од основних делова аутомобила, камиона, мотора и осталих друмских возила. Исправност фарова, као и њихов квалитет, је веома битан за сигурност путовања.

Први фарови су били заправо ацетиленске лампе и коришћене су на превозним средствима од 1880. године. Први електрични фарови су направљени 1898. године и били су опционо монтирани на возилима. Ипак, временом су постали неизоставни, па чак и најпрепознатљивији део возила. [5]

Стандардне лампе за фарове су представљене 1940. године, док су халогене лампе први пут коришћене 1962.



Слика 1 – Аутомобилски фар [6]

Иако је основна намена фарова била употреба у току ноћне вожње, у скорије време је уведена обавеза укључивања фарова и током дана. Ипак, многе земље су истакле разне локалне разлоге за и против коришћења светала у дневној вожњи, те се и правила разликују од земље до земље. [7]

Развој светала довео је до тога да су 2006. развијени тренутно најмодернији фарови са интелигентним светлосним системом.

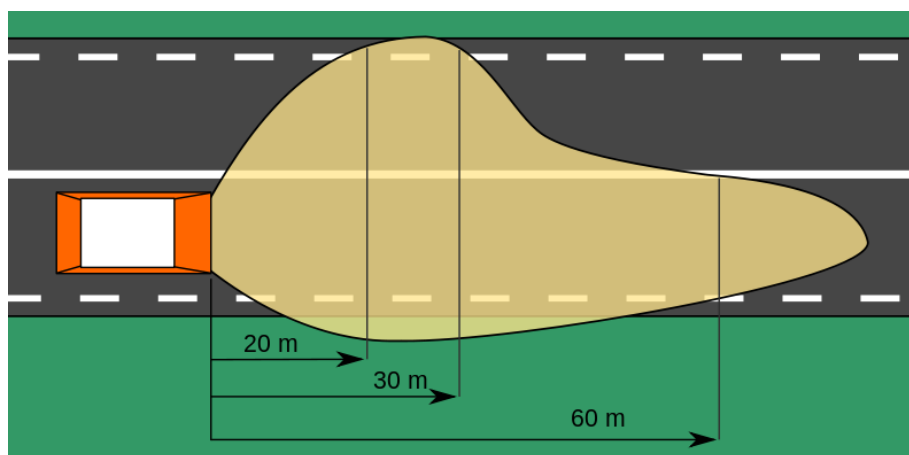
Најновији типови фарова омогућавају пет режима рада и то:

- Режим одређене државе у којој се вози
- Режим вожње по аутопуту
- Побољшана светла за маглу
- Активно светло
- Светло у кривинама

Већина карактеристика фарова је дефинисана посебним правилницима и актима, како на нивоу држава, тако и на глобалном нивоу.

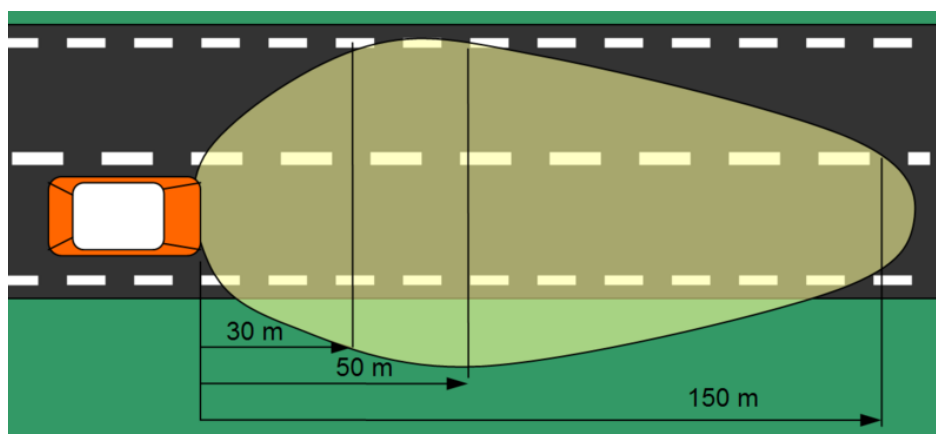
Модерна предња светла су електрична са могућношћу подешавања на тзв. спуштена (кратка) светла и подигнута (дуга) светла. Међусобно пребацивање се врши померањем командног прекидача који се обично налази иза волана – управљача возила.

Спуштена светла често подлежу контроли с обзиром да морају бити задовољене одређене карактеристике и норме. Веома је битно да имају дужину светлосног снопа тако да не сметају возачима надолazeћих аутомобила, али да истовремено дужина буде довољна за омогућавање одговарајућег нивоа осветљености. [5]



Слика 2 – Кратка светла [5]

Дуга светла најчешће не подлежу озбиљним контролама. Користе се током вожње када нема никаквог возила у сусрет посматраном и ван насељених места.



Слика 3 – Дуга светла [5]

Најчешћи су захтеви да светлост фарова буде бела. Ранијим прописима дозвољавала се употреба благо-жутих фарова. Сада су углавном усаглашена правила у већини Европских земаља, као и у неким ван Европе, као што су Јапан и Нови Зеланд. Тако да већина дозвољава употребу жутих светала само код старијих аутомобила, док се нови аутомобили углавном праве са белим светлима. [5]

Бела боја има предност јер омогућава бољу видљивост целог спектра боја. Жута са друге стране има предност у неким случајевима као што су светла за маглу.

Најмодернији *LED* фарови имају светла чија боја тежи ка плавичастој варијанти беле, али топлије боје беле су најпогодније.

Још једна карактеристика фарова је закривљеност стакла на фару. С обзиром да се извор светлости, лампа, налази у центру и у близини рефлектора, такав светлећи сноп има облик параболе. Зато је неопходно да оптика фарова исправи све светлосне таласе тако да испред фарова буде релативно усмерен сноп. Постоји више начина како се сноп може исконтролисати, али сви се заснивају на Фреснеловим сочивима и призми. [5]

Извор светлости (нит или лук) постављен је у фокус рефлектора или близу њега, који може бити параболичног, или не-параболичног сложеног облика. Оптика Фреснела и призме обликоване у бочне и вертикалне делове сочива леме (мењају) светла предњих светала како би се обезбедио потребан образац расподеле светлости. Већина запечаћених светала има оптику за сочива. [8]

Почевши од 1980-их, рефлектори фарова почели су да се развијају даље од једноставне челичне параболе са утиснутим печатом. *CAD* технологија омогућила је развој рефлекторских фарова са непараболичним рефлекторима сложеног облика. Компанија *Valeo* их је прва комерцијализовала под њиховим брэндом назива *CIBIE*, ови фарови су касније револуционарно променили дизајн аутомобила. [9]

Оптика за дистрибуцију светлости у жељеном узорку дизајнирана је у самом рефлектору, а не у сочиву. У зависности од развојних алата и техника које се користе, рефлектор може бити дизајниран од самог почетка као облик по мери, или може почети као парабола која стоји у величини и облику готовог пакета. У другом случају, целокупна површина је модификована тако да даје појединачне сегменте посебно израчунате сложене контуре. Облик сваког сегмента дизајниран је тако да њихов кумулативни ефекат ствара тражени образац расподеле светлости. [8]

Савремени рефлектори су обично направљени од пластике пресоване, или ињекционо пресоване, мада постоје и оптички рефлектори. Рефлектујућа површина је алуминијум нанешен паром, са бистром превлаком која спречава оксидацију изузетно танког алуминијума. При пројектовању и производњи сложених рефлекторских фарова морају се поштовати изузетно строге толеранције.

Пројекторске (полиелипсоидне) лампе су оне у којима се филамент налази на једном фокусу елипсоидног рефлектора и има сочиво кондензатора на предњој страни лампе. Сенка се налази на равни, између рефлектора и сочива, а пројекција горње ивице ове сенке обезбеђује гранични приказ кратког снопа. Облик ивице сенке и њен тачан положај у оптичком систему одређују облик и оштрину реза. Сенка се може спустити помоћу осовине активираних соленоидом како би се обезбедило кратко светло и уклонити са путање светлости за дуга светла. Таква оптика је позната као *BI Xenon* или *BI Halogen* пројектор. Ако је гранична сенка фиксирана на путу светлости, потребне су одвојене лампе за дуга светла. Кондензаторска сочива могу имати благе прстенове Фреснел-а или друге обрађене површине како би се смањила оштрина резања. Савремена сочива за кондензацију садрже оптичке карактеристике специјално дизајниране да усмере мало светла нагоре - према локацијама ретрорефлективних надземних путних знакова. [8]

Први електрични извор светлости фара био је волфрам, који је радио у атмосфери вакуума или инертног гаса унутар сијалице или запечаћеног снопа фара. У поређењу са изворима светлости новије технологије, волфрамове нити дају малу количину светлости у односу на снагу коју троше. Такође, током нормалног рада таквих сијалица, волфрам кључа са површине нити и кондензује се на стаклу сијалице, поцрњујући је. Ово смањује излаз светлости филамента и блокира део светлости која би прошла кроз неосветљено стакло сијалице. Ипак, поцрњење је представљало мањи проблем код запечаћених снопова, њихова велика унутрашња површина смањила је дебљину акумулације волфрама. Из ових разлога, обични волфрамови филаменти су потпуно застарели у свету модерних фарова. [5]

Волфрам-халогена технологија (такође названа „кварц-халоген“, „кварц-јод“, „јодни циклус“, итд.) повећава ефективну светлосну ефикасност волфрамове нити када ради на вишој температури филамента. То резултира већим бројем луменима. Волфрам-халогена сијалица има много дужи животног века од сличних филамената који раде без циклуса регенерације самог халогена. Са једнаком осветљеношћу, халогене сијалице такође имају дужи век трајања. Извори светлости халогених фарова европског дизајна су обично конфигурисани да пружају више светла при истој потрошњи енергије као и њихове обичне волфрам-колеге слабијег излаза. Супротно томе, многи дизајни са седиштем у САД-у конфигурисани су тако да смањују или минимизирају потрошњу енергије, а да снага светлости буде изнад законских минималних захтева. [5]



Слика 4 – Типови лежишта халогених сијалица [10]

Даљи развој волфрамов-халогене сијалице има дихројску превлаку која пролази видљиву светлост и рефлектује инфрацрвено зрачење. Познате су под називом *HIR* (Халогени Инфрацрвени Рефлектор). Стакло у таквој сијалици може бити сферно или цевасто. Одбијено инфрацрвено зрачење удара у нит која се налази у средишту стакленог омотача, загревајући нит у већем степену него што се то може постићи само резистентним загревањем. [11]

Сијалице са високим интензитетом (*HID – High-intensity discharge*) производе светлост електричним луком, а не ужареном нити. Велики интензитет лука долази од металних соли које испаравају у комори за лук. Ове лампе имају већу ефикасност од волфрамових сијалица. Због повећане количине светлости доступне из *HID* горионика у односу на халогене сијалице, *HID* фарови који производе дати узорак снопа могу бити мањи од халогених фарова који производе упоредив узорак снопа. Алтернативно се може задржати већа величинаи на тај начин ксенонска светла могу произвести робуснији узорак снопа. [5]



Слика 5 – *HID* сијалица [12]

Примене фарова који користе диоде које емитују светлост (*LED*) развијају се врло активно од 2004. *LED* фарови су најновија иновација у предњем осветљењу возила. Много су светлије од обичних халогених сијалица, док је потрашња у односу на наведене сијалице далеко мања.

Од 2010. године, *LED* фарови пружали су перформансе између халогених и *HID* фарова, са системском потрошњом енергије нешто нижом од осталих фарова, дужим веком трајања и флексибилнијим могућностима дизајна.

Како се *LED* технологија наставила развијати, предвиђало се да ће се перформансе *LED* фарова побољшати како би се приближиле, задовољиле и можда једног дана надмашиле *HID* фарове.

То се догодило средином 2013. године, када је компанија Мерцедес представила *LED* фарове који дају веће перформансе од упоредивих *HID* поставки.



Слика 6 – *LED* сијалица [12]

Пре *LED* диода, сви извори светлости који се користе у фаровима (волфрам, халоген, *HID*) емитовали су инфрацрвену енергију која може отопити нагомилани снег и лед са сочива фарова и спречити даље нагомилавање. *LED* диоде то не могу. Неки *LED* фарови премештају топлоту из хладњака на задњој страни *LED* диода на унутрашњу површину предњег сочива да би се загрејали, док на другима није предвиђено одмрзавање сочива.

Тај недостатак је у данашњим системима осветљења веома присутан и решава се на многе начине, али тренутно не постоји универзално и најбоље решење које је глобално прихваћено.

2.2 Брисачи

Брисач ветробранског стакла је уређај који се користи за уклањање кише, снега, леда, течности за прање, воде и / или остатака са предњег прозора возила, тако да оператер возила може боље да види шта је пред њим. Готово сва моторна возила, укључујући аутомобиле, камионе, аутобусе, возне локомотиве и пловила са кабином - и неки авиони - опремљена су једним или више таквих брисача, што је обично законски услов. [13]

Брисач се углавном састоји од металне руке; један крај се окреће, а други крај има дугачку гумену метлицу. Руку покреће мотор, често електрични мотор, мада се за нека возила користи и пнеуматска снага.

Метлица се пребацује напред-назад преко стакла, гурајући са своје површине воду, друге падавине или било које друге препреке видљивости. На возилима направљеним после 1969. брзина је нормално подесива, са неколико континуалних брзина и често једним или више испрекиданих подешавања. [13]



Слика 7 – Изглед метлице брисача [14]

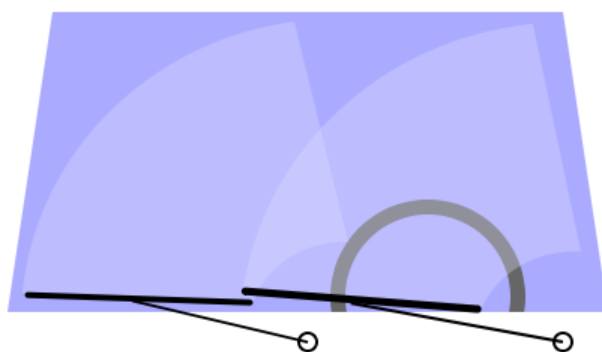
Већина возила са системом брисача користи два синхронизована радијална крака, док многа комерцијална возила користе један или више кракова „пантографа“.

На неким возилима, систем за прање ветробранског стакла се такође користи за побољшање и проширење функције брисача на суве или ледене услове. Овај систем прска воду или течност за прање прозора против смрзавања на ветробранско стакло помоћу пар добро постављених млазница. Овај систем помаже уклањању нечистоће или прашине са ветробранског стакла када се користи заједно са метлицама брисача. Када се користи течност за прање током зимског периода, она може помоћи брисачима да уклоне снег или лед. За ове врсте зимских услова, нека возила имају додатне грејаче усмерене на прозоре или уграђене грејне жице у стакло. Такви системи за одмрзавање помажу у спречавању стварања снега и леда на ветробранском стаклу. Ређе се минијатурни брисачи уграђују на фарове како би се осигурало њихово оптимално функционисање. [13]

Брисачи се могу напајати на различите начине, мада се већина данас употребљаваних напаја електричним мотором кроз низ механичких компонената, обично две серијске или паралелне везе.

Возила са ваздушним кочицама понекад користе пнеуматске брисаче, напајане избацивањем мале количине ваздуха под притиском из кочионог система у мали мотор са ваздушним погоном постављен на, или мало изнад, ветробранског стакла. Ови брисачи се активирају отварањем вентила који омогућава ваздуху под притиском да уђе у мотор. [13]

Већина брисача су пивот (или радијалног) типа. Они су причвршћени за једну руку која је заузврат причвршћена за мотор. Обично се налазе на многим аутомобилима, камионима, возовима, трамвајима, чамцима, авионима, итд. [13]

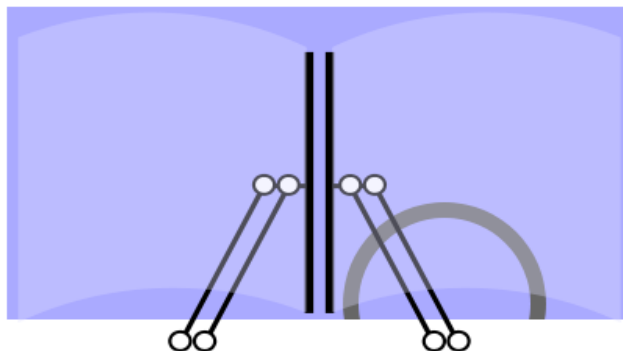


Слика 8 – Пивот тип брисача [13]

Савремени брисачи ветробранског стакла обично се крећу паралелно. Међутим, различити модели наведених система користе брисаче конфигуриране за кретање у супротним смеровима, што је механички сложеније, али може избећи остављање великог необрисаног угла ветробранског стакла испред предњег дела.

Други дизајн брисача заснован је на „пантографу“ и користи се на многим комерцијалним возилима, посебно аутобусима са великим ветробранским стаклима. Брисачи пантографа имају по два крака за сваку метлицу, при чему је сам склоп метлица ослоњен на хоризонталну траку која повезује два крака. Један крак је причвршћен за мотор, док је други на празном ходу. Механизам пантографа, иако је сложенији, омогућава метлицама да покрију већи део ветробранског стакла на свакој тачки. [13]

Међутим, обично захтева и да брисач буде „паркиран“ на средини ветробранског стакла, где може делимично ометати поглед возача када се не користи. Неколико модела аутомобила понекад користи руку пантографа на возачевој страни и нормалну руку за сувозача.



Слика 9 – Пантограф тип брисача [13]

Једноставна поставка са једном метлицом са средишњим осовином обично се користи на задњим ветробранским стаклима, као и на предњим деловима аутомобила.

Већина брисача ветробранског стакла ради заједно са машином за прање ветробранског стакла. То је пумпа која испоручује мешавину воде, алкохола и детерџента (мешавина која се назива течност за прање ветробранског стакла) из резервоара на ветробранско стакло. Течност се дозира кроз мале млазнице постављене на хаубу. Обично се користе уобичајене млазнице, али неки дизајни користе флуидни осцилатор за ефикасније расипање течности.

Потребна је велика сила да се метлице брисача тако брзо покрену преко ветробрана. Да би се она генерисала, користи се пужни зупчаник на излазу малог електромотора.

Смањење пужног зупчаника може да повећа струју обртног момента мотора, и то за око 50 пута, у исто време смањујући излазну брзину електромотора, такође за 50 пута. Излазна снага редукованих брзина управља зглобном везом која помера брисаче напред-назад. [13]

Унутар склопа мотора и зупчаника налази се електронско коло, које детектује када су брисачи у доњој позицији.

Коло одржава снагу за рад брисача све док се не нађу у доњој позицији, а затим прекида довод струје у електромотор. Ово коло такође паркира брисаче током међуподешавања.

Зглобна веза је повезана на излазно вратило редуктора. Због те везе вратило се обрће како ради мотор брисача, и повезана је са дугачком шипком. Ова дугачка шипка је повезана на краћу, која покреће брисач са возачке стране. Друга дугачка шипка даље шаље снагу возачким странама на сувозачки брисач. [13]

Метлице брисача су заправо налик на ручне брисаче стакала. Рука брисача превлачи танку гумену траку преко ветробрана да би се на тај начин уклањала вода и нечистоћа.

Системи брисача на возилима су углавном предвиђени за 1,5 милиона пута током животног века.

Када је метлица нова, гума је чиста и нема пукотине и усеке. Вода се уклања без остављања трагова. Како се метлице троше и старе, тако се формирају пукотине, а прљавштина се таложи на ивицама, те изостаје креирање неопходног споја са стаклом, што за последицу има остављање трагова. Понекад се може постићи нешто дужи век метлице тако што им се ивице чисте тканином потопљеном у средство за прање прозора.

Једна од најважнијих ствари представља равномерни притисак дуж читавог распона гуме. Метлице су дизајниране тако да се каче у једној тачки у средини, али низ руку се гранају попут крошње дрвета, тако да су повезане у шест до осам тачака. Ако се снег или лед формирају на дотичним рукама, то може да угрози равномерну дистрибуцију притиска, што поново за последицу има остављање трагова испод брисача. Неки произвођачи нуде специјалне зимске метлице са гуменим слојем који прекрива систем руку, штитећи их од снега и леда. [15]

Већина возила има исти дизајн брисача. Две метлице се заједно померају да би очистиле ветробран. Једна од њих окреће се око тачке у близини возача, а друга отприлике испод ветробрана супротно од возачеве стране.

Постоји и неколико другачијих решења. Постоји и систем који користи по једну руку брисача, он се пружа и увлачи како се креће преко ветробрана.

Овај систем је познат као „Single Arm“ (контролисани). Овај дизајн обезбеђује добро покривање, али је сложенији од стандардног дуалног система. Нека возила користе метлице које су постављене на супротним странама ветробрана и крећу се у супротном смеру, док нека возила експлоатишу један брисач, постављен у средини. Ова решења не обезбеђују тако добро покривање као стандардни систем са два брисача.

Већина брисача има ниску и високу брзину, као и међуподешавања. Када су у режиму мале или велике брзине, мотор ради у континуитету. Међутим, у случају међупоставке, брисачи се заустављају након сваког потеза. Постоје различите врсте прекидача за брисаче. Нека возила имају само једну „међубрзину“, док други поседују 10 дискретних поставки, док трећи имају клизну скалу у оквиру које може бити постављен готово сваки временски интервал. [13]



Слика 10 – Прекидач за управљање брисачима [16]

Који год систем да контролише брисаче возила, одговарајуће подешавање може бити варљиво. Ако раде пребрзо, ветробран постаје сув, а брисачи шкрипе. Ако раде преспоро, видљивост ће бити компромитована. Чињеница је да ће количина воде на ветробрану бити већа уколико се аутомобил креће брже и обрнуто, а брзина кретања је типично променљива. Дакле, возач треба све време да обраћа пажњу на то да брисачи раде у одговарајућем режиму и одговарајућом брзином. Ипак, произвођачи су (можда) коначно решили овај проблем новом технологијом - сензорима за кишу. У прошлости су прво аутомобилске компаније покушавале или да елиминишу брисаче, или да аутоматски контролишу њихову брзину рада.

Нека од решења укључују детектовање вибрација проузрокованих капима кише која ударају о ветробран, затим коришћење специјалних слојева који не дозвољавају формирање капљице, па чак и ултрасоничног вибрирања ветробрана које би уситњавало капљице до те мере да не би било потребе за брисањем.

Међутим, ове системе су пратили бројни проблеми, тако да никада нису стигли до серијске производње, или су бивали брзо укинати.

Нови тип система брисања присутан је већ извесно време и заиста добро функционише када је реч о откривању количине воде која се налази на ветробрану и контролисању брзине рада брисача.

Наведени систем користи оптичке сензоре који откривају влажност. Сензор је постављен у контакту са унутрашњом страном ветробрана, углавном на средини ветробранског стакла. Ако је површина сува, већи део светлости се налази на спољној површини ветробрана и она се одбија назад у сензор. Ако се на стаклу налазе капи, оне ће расипати светлост у различитим правцима, а што је више воде на површини, мање светла се враћа у сензор. [13]

Електроника и софтвер сензора покрећу брисаче када се количина рефлектоване светлости смањи до унапред подешеног нивоа. Софтвер поставља брзину рада брисача, базирано на томе колико се брзо влага генерише између два покрета брисача. Систем такође прилагођава брзину онолико често колико је потребно, у складу са акумулацијом воде на ветробрану.

2.3 Сензор за кишу

Сензор за кишу или прекидач за кишу је склопни уређај који се активира кишом. Постоје две главне апликације за сензоре за кишу. Прва је уређај за заштиту воде повезан са аутоматским системом за наводњавање због којег се систем искључује у случају падавина. Други је уређај који се користи за заштиту унутрашњости возила од кише и за подршку аутоматском режиму рада брисача ветробранског стакла. [17]

Додатна примена у професионалним сателитским комуникационим антенама је покретање дувача кише на отвору довода антене, како би се уклониле капљице воде са поклопца.

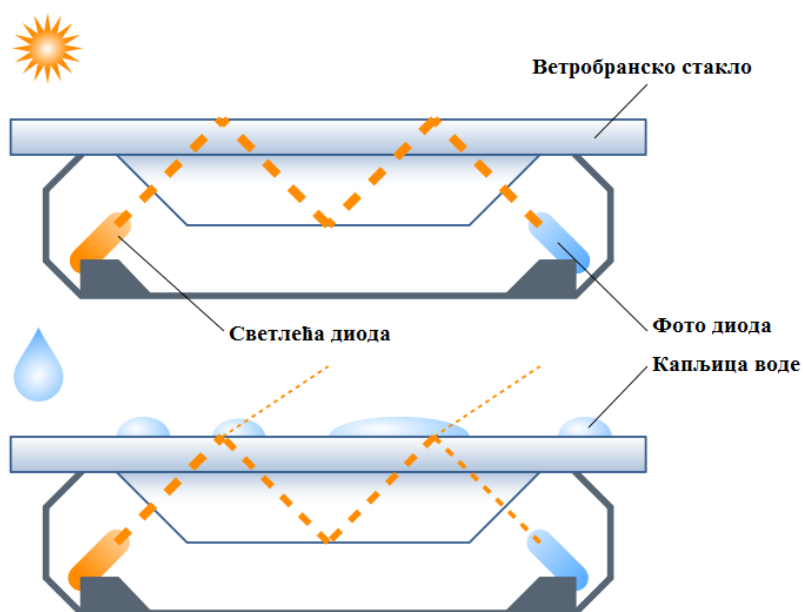


Слика 11 – Сензор за кишу [18]

Сензор за кишу разликује се од класичних сензора по томе што делује само као електронски уређај са осетљивим мембранама. Такође има оптички елемент који може да реагује на влагу на стаклу возила. Потребан је начин на који би само возило могло аутоматски да контролише брисање и друге механизме разних система који чине једно возило, као на пример систем који је одговоран за затварање прозора. Како је влажна атмосфера важна за сензор, монтира се на ветробранско стакло.

Сензор уређаја се налази залепљен за ветробран у посебном склопу. Он се састоји од пројектора инфрацрвеног светла и сензора који детектује ваздух одбијен са површине ветробрана. Сноп светлости пада на стакло под углом од 45 степени, а рефлектује се другачије када је стакло и када је поквашено. Уређај је способан да открије интензитет падања кише и да прилагоди брзину брисача. [19]

Принцип рада сензора за кишу заснива се на упоређивању оптичких својстава ветробранског стакла у различитим атмосферским условима, тачније, на разликама у одразу инфрацрвеног зрака од чисте и влажне или нечишћене стаклене површине.



Слика 12 – Принцип рада сензора за кишу [17]

Сензори за кишу за системе за наводњавање доступни су и у бежичној и у жичаној верзији. Већина користи хигроскопне дискове који набрекну у присуству кише и поново се смањују док се исушују - електрични прекидач заузврат притисне или отпусти хигроскопски диск и брзина сушења се обично подешава контролом вентилације која долази до склопа. Међутим, неки електрични сензори који се такође продају на тржишту користе кипер са кашиком или сонде типа проводљивости за мерење кише. Обе бежичне и жичане верзије користе сличне механизме за привремено заустављање наводњавања преко регулатора за наводњавање - посебно они који су повезани на терминале сензора контролера за наводњавање или су инсталирани у серији са заједничким кругом електромагнетног вентила тако да спречавају отварање било каквих вентила када је присутна киша. [17]

Неки сензори за кишу за наводњавање садрже и сензор смрзавања како би спречили систем да ради на температурама смрзавања, посебно тамо где се системи за наводњавање и даље користе преко зиме.

Прва реална употреба сензора за кишу је била 1958. године. Тада је одељење *General Motors* за моторна возила *Kadillac* експериментисало са прекидачем осетљивим на воду који је покренуо разне електромоторе да затворе кабриолет и подигну отворене прозоре посебно изграђеног модела у случају кише. [17]

Аутоматски сензор кише *General Motors*-а за кабриолет био је доступан као опција коју је дилер инсталирао током 1950-их за возила као што је *Chevrolet Bel Air*. [20]

Касније, 1996. године, *Kadilac* је поново опремио аутомобиле аутоматским сензором за кишу, овај пут да аутоматски активира брисаче ветробранског стакла и по потреби прилагоди њихову брзину условима. [17]

Већина возила са овом функцијом има положај „Auto“ на контролној јединици.

Најчешћи савремени сензори за кишу заснивају се на принципу тоталне унутрашње рефлексије. Све време се из унутрашњости у ветробранско стакло спушта инфрацрвена светлост под углом од 45 степени. Ако је стакло суво, критични угао за укупну унутрашњу рефракцију је око 42°. Ова вредност се добија помоћу формуле укупног унутрашњег преламања [21]

$$\sin(\theta_c) = \frac{n_1}{n_2}$$

где је $n_1 = 1$ приближна вредност индекса лома ваздуха за инфрацрвену област и $n_2 = 1,5$ је приближна вредност индекса рефракције стакла, такође за инфрацрвену област. У том случају, пошто је упадни угао светлости 45°, сва светлост се рефлектује и детектор добија максимални интензитет. [21]

Ако је стакло мокро, критични угао се мења на око 60°, јер је индекс преламања воде већи од ваздуха ($n_1 = 1,3$). У том случају, јер је упадни угао 45°, укупна унутрашња рефлексија се не добија. Део светлосног зрака се преноси кроз стакло, а интензитет мерен за рефлексију је нижи - систем детектује воду и брисачи се укључују. [21]

2.4 Програмабилни логички контролер

Програмабилни логички контролер или *PLC* (скраћеница од енглеске речи *Programmable Logic Controller*) је логички контролер који је могуће програмирати ради управљања одређеним процесима. [22]

PLC се највише користи као централни део управљачких аутоматских система у индустрији, његов програм, односно алгоритам, се може брзо и једноставно мењати по потребама за брза решења и апликације.



Слика 13 – Изглед *PLC*-а [23]

Део је многих машина и процеса у индустрији. *PLC* је дигитални рачунар, његов програм се извршава циклично и састоји се од 3 фазе: читање улазних променљивих, извршавање програмског кода, исписивање резултата логичких операција на излазе. Програм се памти у интерној меморији и када уређај остане без напајања. Пројектован је за тешке услове рада, отпоран на вибрације, температурне промене, електрично сметње, итд.

Једноставно, то је специјализовани и појачан рачунар који омогућава контролу скоро свих индустријских процеса. Обични рачунари не би издржали да раде у условима у којима раде *PLC*-ови, годинама без икаквих проблема. [22]

HMI - (енгл. *Human Machine Interface*) или рачунарски људски интерфејс (*CHI*) (енгл. *Computer Human Interface*) обично се користи за комуникацију са програмабилним логичким контролерима и другим рачунарима, као што су они за унос и праћење температуре и притисака за даљу аутоматизацију контрола или сигурносно реаговање.

Интеракција човек-рачунар (енгл. *Human-Computer interaction, HCI*) је интердисциплинарна област која се бави проучавањем интеракције између људи и рачунара, са циљем да рачунари учине прикладним и лакшим за коришћење, а да се томе користе као инструменти који побољшавају човекову креативност и комуникацију и сарадњу између људи. [24]

Такође се понекад користи и скраћеница MMI (енгл. *Man Machine Interface*). HMI је изузетно важна крајем 20. века појављивањем све јефтинијих, мањих и свемоћнијих рачунара. Интеракција између корисника и рачунара појављује се као кориснички интерфејс, који обухвата: хардвер (улазни и излазни уређаји) и софтвер. [24]



Слика 14 – Изглед HMI-а [25]

PLC је индустријски контролер заснован на микропроцесору са програмабилном меморијом која се користи за чување програмских упутстава и различитих функција.

Састоји се од:

- процесорске јединице (*CPU – Central Processor Unit*) - која интерпретира улазе, извршава управљачки програм ускладиштен у меморији и шаље излазне сигнале,
- јединице за напајање - која претвара наизменични напон у једносмерни,
- меморијске јединице - која чува податке са улаза и програма које ће извршити процесор,
- улазни и излазни интерфејс - где контролер прима и шаље податке са/на спољне уређаје,
- комуникацијски интерфејс - за пријем и пренос података на комуникационим мрежама од/до удаљених PLC-а.

PLC-ови захтевају уређај за програмирање који се користи за развој и касније преузимање креираног програма у меморију контролера.

Разликују се две основне конструкције *PLC*-ова. Компактни *PLC* је конструкција која представља економско решење и предвиђено је за управљање системима и процесима мале сложености. Сам контролер је независан, затворени уређај који има фиксни број улаза и излаза, без могућности проширења. У једном кућишту, углавном мањих димензија, налазе се извор за напајање, процесорска јединица, меморија, улазни и излазни модули. На овај начин изведени контролори углавном имају највише улаза и шест излаза и меморију од неколико килобајта. [24]

Други тип дизајна, модуларни *PLC* се, на супрот компактној конструкцији, састоји од више модула смештених унутар шасије, која се зове рек. У реку се налазе слотови за смештање модула, који се састоје од вођице за монтирање модула и конектора на задњој плочи река преко кога се модули прикључују на заједничку магистралу. Први слот је резервисан за модул извора напајања, који мрежни напон претвара у једносмерни напон, потребан за рад остатка система. Други слот се користи за процесорски модул, који извршава кориснички програм и управља радом осталих модула. Остали слотови се користе за *I/O (Input/Output)* модул, меморијски модул, итд. [24]



Слика 15 – Изглед модуларног *PLC*-а [23]

У улазним и излазним блоковима налазе се заштите неопходне за изолацију *CPU* блока од штетних утицаја које индустријско окружење може преко улазних линија унети у *PLC*. Програмска јединица је обично рачунар који се користи за писање програма, најчешће у ледер дијаграму.

Централна процесорска јединица (*CPU*) је мозак *PLC*-а. Сам *CPU* је најчешће неки од микроконтролера, раније су то били 8-битни микроконтролери попут 8051, док се данас користе 16-битни и 32-битни микроконтролери. *CPU* се такође брине о комуникацији, међусобној повезаности осталих делова *PLC*-а, извршавању програма, управљању меморијом, надгледањем улаза и управљањем излаза. *CPU* јединица врши велики број провера самог *PLC*-а како би се на време уочиле евентуалне грешке. [22]

Системска меморија, која је изведена најчешће у *FLASH* технологији, користи се са бочних контролера за оперативни систем. Поред оперативног система у њој се налази и кориснички програм преведен из ледер дијаграма у бинарном облику. Корисничка меморија је подељена на блокове који имају посебне функције. Неки делови меморије користе се за чување стања улаза и излаза (имају одговарајући бит у меморији), други делови меморије користе се за чување садржаја променљивих које се користе у корисничком програму (вредности тајмера или бројача). [22]

Електрично напајање се користи за довођење електричне енергије до централних процесорских јединица. Већина *PLC*-ова ради на 24 VDC или на 220 VAC. Обично се не користи за покретање спољних улаза или излаза.



Слика 16 – Напајање *PLC*-а [26]

Ефективност и самосталност неког аутоматизованог система у великој мери зависи од могућности самог *PLC*-а да чита и обрађује сигнале са различитих врста сензора и улазних уређаја. Комуникација између руковаоца и машине остварује се путем тастера, тастатуре, прекидача или екрана осетљивих на додир.

Са друге стране, за детекцију радног комада, механизма за кретање, притиска, температуре или нивоа температуре, потребни су специфични уређаји као што су сензори нивоа, брзине, температуре, фотоелектрични сензори, итд. Због тога улазни сигнали могу бити логички, дигитални и аналогни.

Мањи контролери углавном имају само дигиталне улазне линије док већи могу прихватити и аналогне улазе преко посебних јединица које се прикључују на *PLC*. Најчешће вредности аналогних сигнала су реда од неколико милиампера за струјни сигнал и неколико милivolти за напонски сигнал, које генеришу разни сензори. *PLC* улази имају два основна задатка: прихватају улазне сигнале и штите логичку јединицу.

Између улазних линија и *CPU* налази се прилагодљиви степен који се често назива „интерфејс“. Улога овог степена је да заштити *CPU* од несразмерних сигнала који се уводе на улаз у *PLC*. Улазни прилагодљиви степен претвара ниво логике тог сигнала на ниво логике сигнала који одговара *CPU*. Ово се углавном обавља помоћу електронских компонената које се називају оптокаплери (опто-изолатори).

Оптокаплер је уствари вид опто-изолације, где нема електричне везе између спољашњег света и *CPU*-а, већ се сигнал преноси светлошћу, оптичким путем. Спољни сигнал који је доведен на улаз укључује *LED* диоду у оптокаплеру чија светлост побуђује фототранзистор који се налази у истом кућишту. Када транзистор проведе, *CPU* ће регистровати сигнал као логичку нулу, а по престанку деловања улазног сигнала *LED* диода се гаси, транзистор не проводи, напон на колектору расте и *CPU* тај сигнал види као логичку јединицу. [24]

Многи улазни уређаји су механичке компоненте које имају контакт. При отварању или затварању контакта, електрични спој се не раскида, односно не успоставља се тренутно, већ се јавља прелазни режим у току кога се повезује више пута пре него што достигне коначно стање. Ова појава се зове треперење (енг. *bouncing*) контаката и може имати врло озбиљне нежељене последице уколико се не елиминише, с обзиром на то да логичка јединица сваки трептај може да протумачи као нову активацију улазног сигнала. Ово се решава колом за елиминацију треперења улазног сигнала који се уграђује у прилагодљиви степен.

Излази *PLC*-а служе за повезивање контролера са излазним уређајима којима се управља. То су најчешће мотори, соленоиди, релеји, звучна и светлосна сигнализација и слично. Могу бити аналогног или дигиталног типа.

Излазни интерфејс је сличан улазном. У овом случају *CPU* шаље сигнал на *LED* диоду која својом светлошћу побуђује фото-транзистор који почиње да проводи, чиме напон између његовог колектора и емитера пада на 0,7 V, што уређај прикључен на излаз види као логичку нулу. Када нема сигнала на *LED* диодима, транзистор је зачочен и на излазу постоји логичка јединица. Фото-транзистор није директно везан за излаз *PLC*-а, већ се између њега и излаза обично налази релеј или јачи транзистор способан да врши прекиде јачих сигнала. [22]

У случајевима када се на релејни излаз повезује индуктивно оптерећење, потребно је да се изађе на заштиту диодама, како би се продужио радни век контакт релеја. Приликом укључивања и искључивања излаза долази до појаве напонских пикова на крајевима индуктивног оптерећења који могу изазвати варничење контакта излазног релеја. Уградњом диоде ови пикови се елиминишу.

Сваки контролер има ограничен број улазно/излазних линија. Ако је потребано тај број се преко одређених додатних модула може повећати проширењем система преко линије за проширење.



Слика 17 – Изглед модула за проширење улаза-излаза *PLC*-а [27]

Дискретни (дигитални) сигнали могу попримити само вредност 1 или 0 (тачно или нетачно).

Примери уређаја који пружају дискретни сигнал укључују граничне склопке, фотоелектричне сензоре и кодере. Дискретни сигнали се шаљу помоћу напона или струје, при чему су одређени екстремни опсези означени као укључено и искључено. На пример, контролер може да користи улаз од 24 V једносмерне струје са вредностима изнад 22 V једносмерне струје које представљају укључено, вредности испод 2 V једносмерне струје које представљају искључено, а средње вредности су недефинисане.

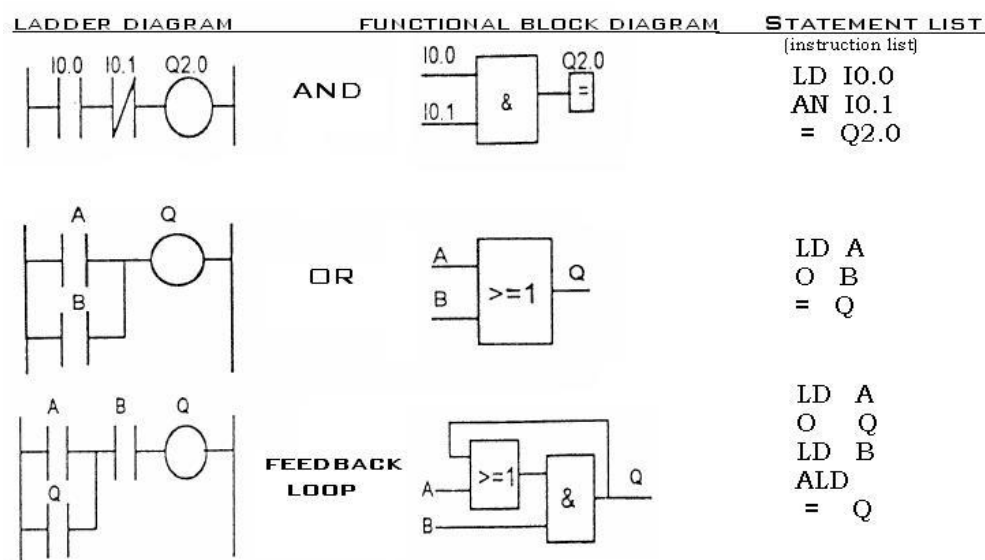
Аналогни сигнали могу користити напон или струју који су пропорционални величини надгледане променљиве и могу попримити било коју вредност у оквиру њихове скале. Притисак, температура, проток и тежина често су представљени аналогним сигнаlima. Они се обично тумаче као целобројне вредности са различитим опсезима тачности у зависности од уређаја и броја битова доступних за чување података. На пример, аналогни улаз од 0 до 10 V или 4-20 mA претворио би се у целобројну вредност од 0 до 32767. PLC ће узети ову вредност и транспоновати је у жељене јединице процеса како би је оператер или програм могао прочитати. [22]

Правилна интеграција такође ће укључивати времена филтрирања за смањење буке, као и висока и ниска ограничења за пријављивање грешака. Удаљеност од уређаја и контролера је такође забрињавајућа, јер је максимална удаљеност доброг квалитета 0-10 V сигнала врло кратка у поређењу са сигналом 4-20 mA. [22]

Програмабилни логички контролери намењени су за употребу од стране инжењера без програмске позадине. Из тог разлога је први пут развијен графички програмски језик назван Лествичаста дијаграм (*LD, LAD*) који подсећа на шематски дијаграм система изграђеног са електромеханичким релејима. Усвојили су га многи произвођачи, а касније је стандардизован у стандарду програмирања *IEC 61131-3* управљачких система. И даље се широко користи, захваљујући својој једноставности. [28]

Од 2015. године, већина PLC система придржава се стандарда *IEC 61131-3* који дефинише 2 текстуална програмска језика: структурирани текст (*ST*, слично *Pascal-y*) и инструкцијске листе (*IL*); као и 3 графичка језика: лествичаста дијаграм, функционални блок дијаграм (*FBD*) и табела секвенцијалних функција (*SFC*). [22]

Савремени *PLC* -ови могу се програмирати на разне начине, од логике лествице изведене релејем, до програмских језика као што су посебно прилагођени дијалекти *BASIC* и *C*.



Слика 18 – Приказ синтаксе програмских језика за *PLC* [29]

Иако су основни концепти *PLC* програмирања заједнички свим произвођачима, разлике у *I/O* адресирању, организацији меморије и скуповима инструкција значе да *PLC* програми никада нису савршено заменљиви између различитих произвођача. Чак и унутар исте линије производа једног произвођача, различити модели можда неће бити директно компатибилни.

Главна разлика од већине осталих рачунарских уређаја је у томе што су *PLC*-ови намењени, а самим тим и толерантни, за теже услове (попут прашине, влаге, топлоте, хладноће). *PLC* улаз може укључивати једноставне дигиталне елементе као што су гранични прекидачи, аналогне променљиве из процесних сензора (као што су температура и притисак) и сложеније податке попут оних из система за позиционирање или машинског вида.

Функционалност *PLC*-а еволуирала је током година тако да укључује секвенцијалну контролу релеја, контролу кретања, контролу процеса, дистрибуиране системе управљања и умрежавање. Могућности руковања подацима, складиштења, обраде и комуникационих могућности неких модерних *PLC*-ова приближно су једнаке десктоп рачунарима.

Програми налик *PLC*-у у комбинацији са удаљеним *I/O* хардвером омогућавају рачунару опште намене да опонаша неке *PLC*-ове у одређеним апликацијама. Контролори десктоп рачунара нису опште прихваћени у тешкој индустрији јер ти рачунари раде на мање стабилним оперативним системима од *PLC*-ова и зато што хардвер обично није дизајниран на једнаким нивоима толеранције на температуру, влажност, вибрације и дуговечност.

PLC ради у циклусу скенирања програма, где свој програм изводи више пута. Најједноставнији циклус скенирања састоји се од 3 корака:

1. читати улазе,
2. извршити програм,
3. писање излаза.

Програм прати редослед упутстава. Процесору је обично потребно десетине милисекунди да процени све инструкције и ажурира статус свих излаза. Ако систем садржи даљински *I/O* - на пример спољни сталак са *I/O* модулима - онда то уводи додатну несигурност у времену одзива *PLC* система.

Како су *PLC*-ови постајали све напреднији, развијане су методе за промену редоследа извођења мердевина, а примењени су и потпрограми. Ово побољшано програмирање може се користити за уштеду времена скенирања за велике брзине процеса. На пример, делови програма који се користе само за подешавање машине могу се одвојити од оних делова потребних за рад при већој брзини. Новији *PLC*-ови имају могућност покретања логичког програма синхронно са *I/O* скенирањем. То значи да се *I/O* ажурира у позадини, а логика чита и записује вредности како је потребно током скенирања логике. [22]

I/O модули посебне намене могу се користити тамо где је време скенирања *PLC*-а предуго да би се омогућиле предвидљиве перформансе. Прецизни модули за одређивање времена или модули бројача за употребу са енкодерима вратила користе се тамо где би време скенирања било предуго да би се поуздано бројали импулси или детектовао осећај ротације енкодера. То омогућава чак и релативно спором *PLC*-у да и даље тумачи пребројане вредности како би управљао машином, јер акумулирање импулса врши наменски модул на који брзина извршавања програма не утиче. [24]

3. Практични део рада

У овом делу рада биће приказана практична реализација концептуалног решења једног дигитално управљаног система. Битно је напоменути да је овај систем само један део много већег и комплекснијег система који је своју практичну употребу пронашао унутар шинских возила, тачније код трамваја.

Целокупни систем функционише тако што чека одговарајућу команду од стране возача која се потом моментално извршава. Поред функција које директно зависе од људског фактора, постоје и функције које се извршавају аутоматски у зависности од стања одређених сензора, или других уређаја који имају могућност слања одређених дијагностичких сигнала. *PLC* је задужен за обраду и процесирање свих улазних сигнала, али је исто тако одговоран и за слање свих излазних сигнала што га чини главним чиниоцем овог система. Поред главне јединице система, потребно је имати и графички приказ одређених стања сензора и других уређаја. За ту сврху се користи *HMI* јединица.

Због комплексности самог система управљања шинским возилима, постоји велики број контролних елемената као што су разни сензори (у највећој мери је реч о сензорима опште намене, али и другим специјализованим мерним уређајима). Исто тако су присутни и остали системи (нпр. систем за управљање кочницама, расхладни систем, или систем за управљање вратима, који су уједно и најбитнији системи једног оваквог возила).

3.1 Анализа и дефинисање компоненти система

На почетку пројектовања и развоја система потребно је дефинисати и одабрати потребне компоненте које чине тај систем на основу анализе која се спроводи тако што се посматра шира слика намене и начина употребе наведеног система. Важно је напоменути да је реч о концептуалном решењу што значи да се већина потребних функција – компоненти посматра као симулација њихових сигнала. Симулација се изводи коришћењем прекидачких тастера који шаљу одређена стања посматраних уређаја – компоненти, и на основу њих главна јединица креира одговарајуће излазе.

Конкретно за овај рад су потребне следеће компоненте:

- Програмабилни логички контролер - *PLC*
- Кориснички интерфејс – *HMI*
- Развојно окружење

Управљачка јединица која се користи за овај рад је *PLC* компаније *Siemens*, *SIMATIC S7-1500*, класе *1518-4 PN/DP*, ознаке *6ES7-518-4AP00-0AB0*.



Слика 19 – Изглед одабраног *PLC*-а [30]

Из назива самог уређаја може се видети да наведени уређај ради на 24 V (20,4 V – 28,8 V) једносмерног напона. Реч је о индустријском уређају који поседује заштиту приликом погрешног окретања поларитета напајања. Сам уређај када ради не користи више од 500 mA, док је максимална струја коју може да користи (када су сви експанзионни модули прикључени) 1 500 mA.

Реч је о компактном типу јединице који поседује екран (дисплеј). Радна програмска меморија је 3 MB, док поседује меморију од 10 MB за податке. Време извршавања инструкција са битовима износи 1 ns, што овај уређај убраја у једне од бржих *PLC* јединица.

Како је одабран *PLC* који нема дигиталне улазе и излазе, потребно је проширити његове могућности уз помоћ додатних модула.

У питању су модули који омогућавају *PLC*-у да ради са дигиталним улазима – излазима као да их он сам већ поседује. У питању су модули ознака *6ES7521-1BL10-0AA0* – модул са 32 дигитална улаза, као и модул ознаке *6ES7 522-1BL10-0AA0* – модул са 32 дигитална излаза. Важно је напоменути да наведени модули такође раде на истом напону као и *PLC* уређај – 24 VDC.

Битно је напоменути да се модули морају повезати на исту мрежну линију на којој се налази и *PLC* да би се осигурао њихов правилан рад. Такође се током рада са њима мора водити рачуна о правилном одабиру улазно - излазних терминала, односно ознакама истих.

За кориснички интерфејс је одабран *SIMATIC HMI KTP600*. То је базични панел са *TFT* дисплејем величине 6 инча. Сам дисплеј је осетљив на додир – „touch screen“. Резолуција слике је 320 пиксела по хоризонтали, и 240 пиксела по вертикали екрана. Позадинско осветљење није подесиво и прописани радни век му износи 50 000 сати. Панел такође поседује и 6 функционалних тастера који се могу користити за манипулацију од стране руковаоца јединице. [31]



Слика 20 – Изглед обрабане HMI јединице [31]

Напајање ове јединице је такође 24 VDC (19,2 V – 28,8 V). Јачина струје коју користи панел не прелази преко 0,35 A. У самом панелу се налази 32-битни процесор типа *RISC*.

Након хардверских компоненти, потребно је одабрати и развојно окружење, у овом случају софтверску компоненту, која се користи за реализацију наведеног система.

Реч је о *SIMATIC STEP 7 – TIA Portal* развојном окружењу. Ово окружење помаже вам да своје инжењерске задатке обављате интуитивно и ефикасно. Захваљујући својој интеграцији у *TIA Portal*, *STEP 7* нуди транспарентност, интелигентну корисничку навигацију и једноставне токове рада у сваком кораку рада и програмирања. Функције попут повлачења и испуштања (*drag & drop*), копирања и лепљења (*copy & paste*) и аутоматског довршавања (*auto complete*) чине посао много бржим и лакшим. [32]



Слика 21 – Софтвер за програмирање PLC-а [32]

Софтвер нуди максималну једноставност за употребу, без обзира да ли сте почетник у пољу инжењерства, или већ имате дугогодишње искуство. За нове кориснике софтвер је лако научити и применити, док је за стручњаке брз и ефикасан.

SIMATIC STEP 7 у *TIA Portalu*-у је свеобухватан инжењерски алат за конфигурисање и програмирање *SIMATIC* контролера, било *PLC*-а, или *PC*-а. Може се користити како за инжењеринг *SIMATIC S7-1200 Basic* контролера, тако и за конфигурирање *SIMATIC HMI Basic* панела, јер је *WinCC Basic* део софтверског пакета. [32]

Може се конфигурисати цело постројење помоћу једног графичког уређивача. Графички уређивач нуди три погледа како би се осигурала јасна подела задатака.

Мрежни приказ приказује графичке везе између уређаја, као и параметризацију и конфигурацију појединачних уређаја, а приказ топологије приказује стварну међусобну повезаност *PROFINET* уређаја.



Слика 22 – Софтвер и хардвер намењен SCADA систему [32]

Мрежни приказ омогућава конфигурацију комуникације постројења. Комуникационе везе између појединих станица приказане су графички и врло јасно. Могуће је добити комбиновани приказ свих мрежних ресурса и компоненти, повезати ресурсе помоћу превлачења и испуштања и још много тога.

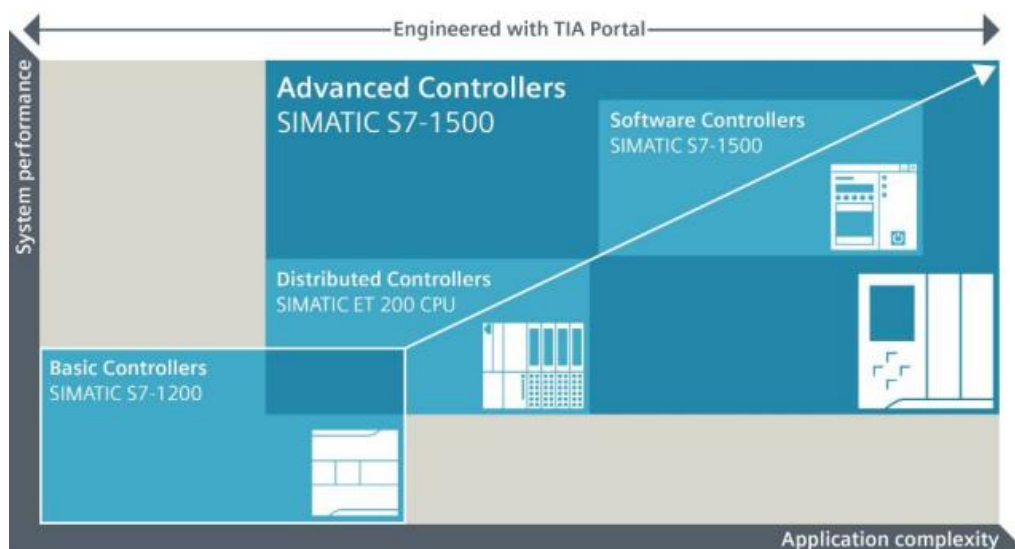
Конфигурација и додељивање адреса уређаја врши се у приказу уређаја. Сви уређаји су представљени на фотореалистичан начин. Када се зумирају на најмање 200%, *I/O* се приказују симболичним именима или адресама. [32]

Корисне функције су складиштење конфигурисаних хардверских модула, као и њихова поновна употреба, аутоматско читавање доступног хардвера, претрага комплетног текста у каталогу хардвера са опционим филтрирањем.

За мреже *PROFINET*, приказ топологије нуди могућност приказивања портова који су међусобно повезани и међусобне комуникације током текућег рада.

Идентификовањем, приказивањем и надгледањем физичких веза између уређаја на *PROFINET I/O*, администратори могу лако да надгледају и одржавају чак и сложене мреже.

Софтвер такође пружа моћне програмске уређиваче за програмирање *SIMATIC S7* контролера и омогућава ефикасно креирање корисничких програма.



Слика 23 – Могућности развојног окружења [32]

Уређивачи програмирања прилагођени су задацима и радним токовима који пружају основу за интуитивни концепт рада *STEP 7 (TIA Portal)*. Уграђивање различитих уређивача у заједничко радно окружење осигурава да су сви подаци доступни корисницима на доследан начин и гарантује преглед пројектних података у сваком тренутку.

STEP 7 подржава графичке програмске језике и на тај начин обезбеђује значајно повећање инжењерске ефикасности када се програми креирају.

Кориснички оријентисани, потпуно графички језици *LAD* и *FBL* нуде изврсну јасноћу и брзу навигацију у уређивачу блокова, захваљујући функцијама као што су отварање и затварање читавих мрежа, приказивање и скривање симбола и адреса, одабир готових напредних функција, као и оквир за израчунавање који омогућава директан унос формула са *SIMATIC S7-1200* и *S7-1500* уређаја.

3.2 Израда софтвера SCADA система

На почетку израде софтвера једног оваквог система потребно је претходно упознати се са техничким спецификацијама свих елемената који се користе. Најважније је разумети улогу и намену једног оваквог концептуалног решења, чија је улога, да користећи скуп дигиталних сигнала, извршава управљање и надзор одређених процеса. Како је реч о системима који се током времена унапређују, битно је креирати систем који оставља могућност – простор за унапређење, уколико касније буде било потребе. Унапређење се може имплементирати на целом процесу (систему), или само на делу истог.

3.2.1 Развојно окружење и програмски језик

За израду софтвера SCADA система користи се интегрисано развојно окружење *Step 7 – TIA Portal*, које је специјално намењено за рад са *PLC* и *HMI* уређајима. За програмски језик одабран је *LADDER DIAGRAM (LD, LAD)*, који представља најједноставнији начин за програмирање наведених уређаја. Одабрано развојно окружење, као и програмски језик, у великој мери олакшавају разумевање и коришћење наведених уређаја у циљу креирања једног аутоматизованог система који своју намену проналази код шинских возила.

3.2.2 Принцип рада система

У наставку су приказане слике практичне реализације као и кратка објашњења целокупног система.

Систем се може поделити на више целина, односно блокова, где је сваки појединачни блок задужен за одређену функцију неког подсистема.

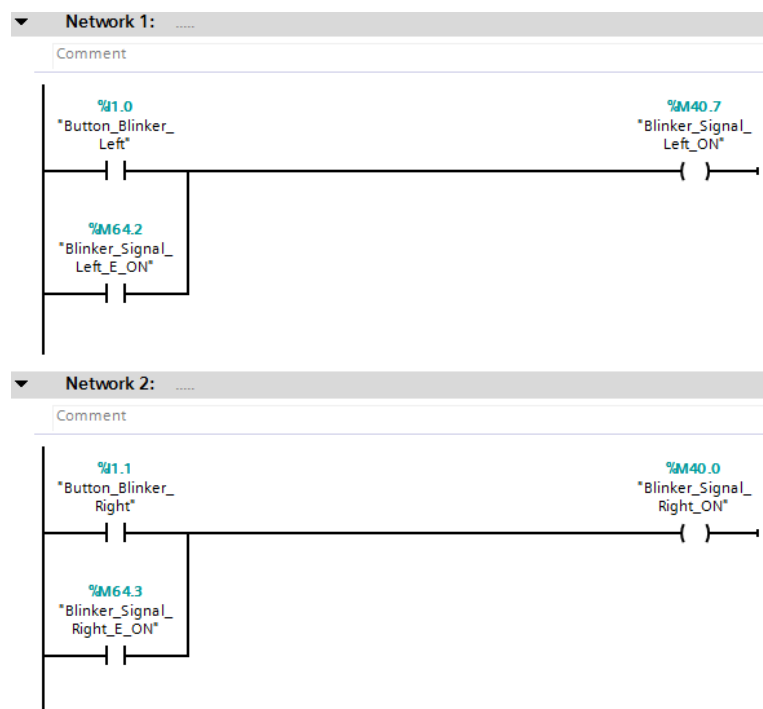
Блокови који чине наведени систем су:

- *Blinker Controller* – блок који је задужен за управљање показивачима правца кретања
- *Exterior Light Controller* – блок који је задужен за управљање позиционим, стоп и светлима у случају опасности

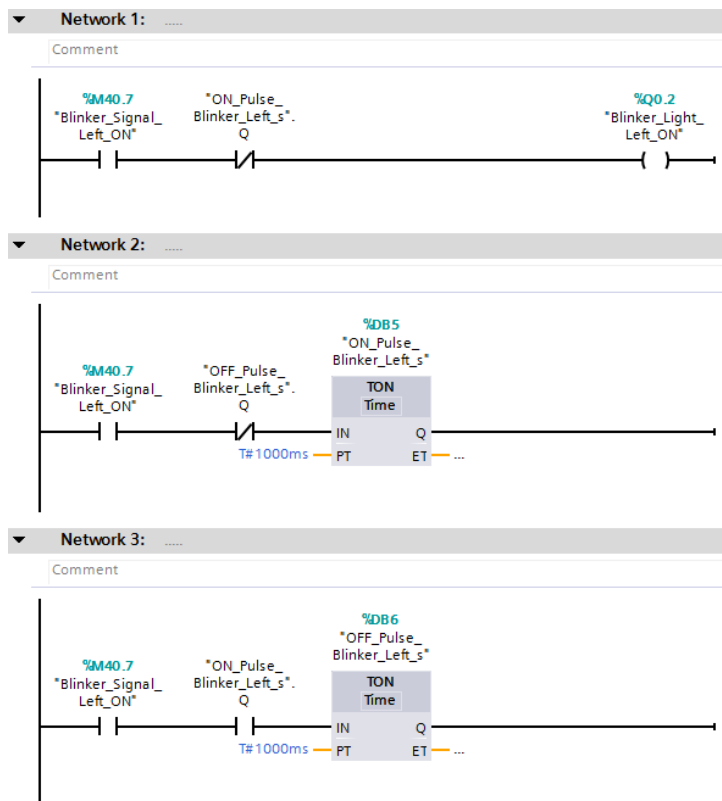
- *Headlight Controller* – блок који је задужен за управљање кратким и дугим светлима
- *Wiper Controller* – блок који је задужен за управљање брисачима и млазницама за прање ветробранског стакла
- *Diagnostic Controller* – блок који је задужен за управљање дијагностичким делом система

Blinker Controller

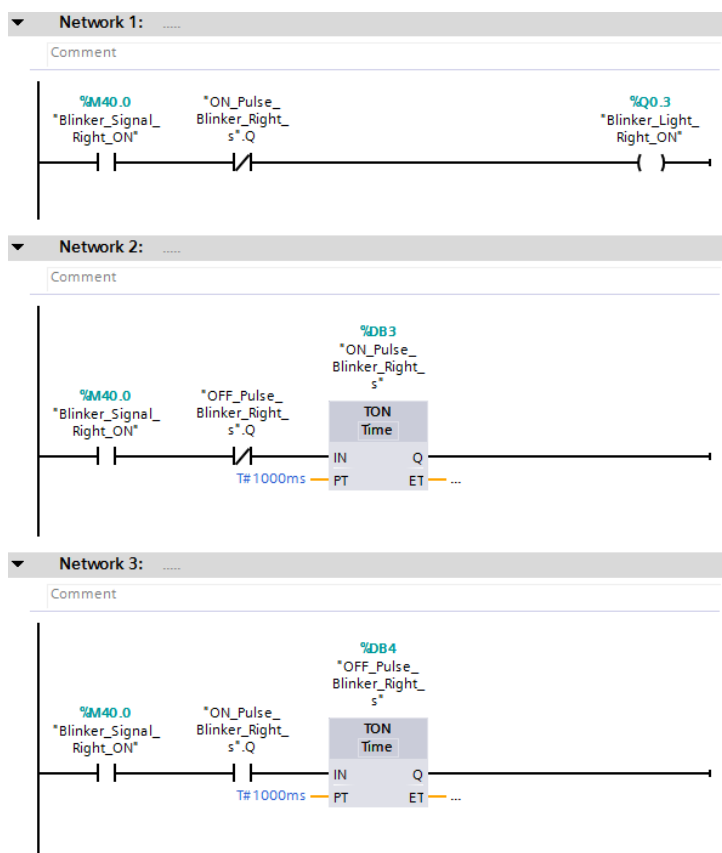
Улога контролера за управљање показивачима правца кретања је да на одговарајући начин и у тачно дефинисаном временском интервалу укључује или искључује сијалице показивача. У конкретном случају користи се временски период од једне секунде, односно сијалица показивача се укључује на једну секунду, након тога се искључује такође на једну секунду. Битно је напоменути да је главни активатор показивача прекидач којим возач манипулише и све док је прекидач у једном од активних стања (окренут лево или десно, преклопни прекидач), показивачи ће радити.



Слика 24 – *Blinker controller*



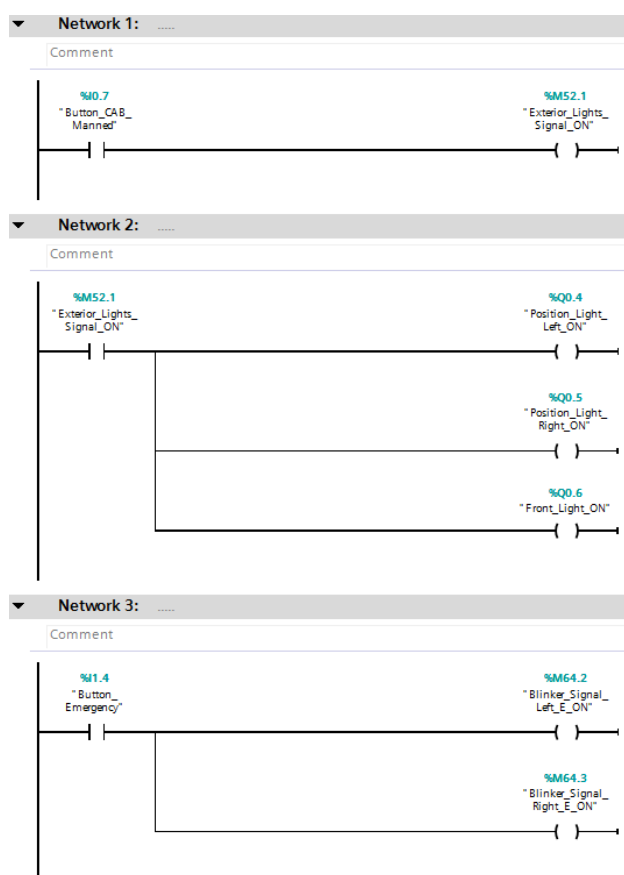
Слика 25 – Blinker Left



Слика 26 – Blinker Right

Exterior Light Controller

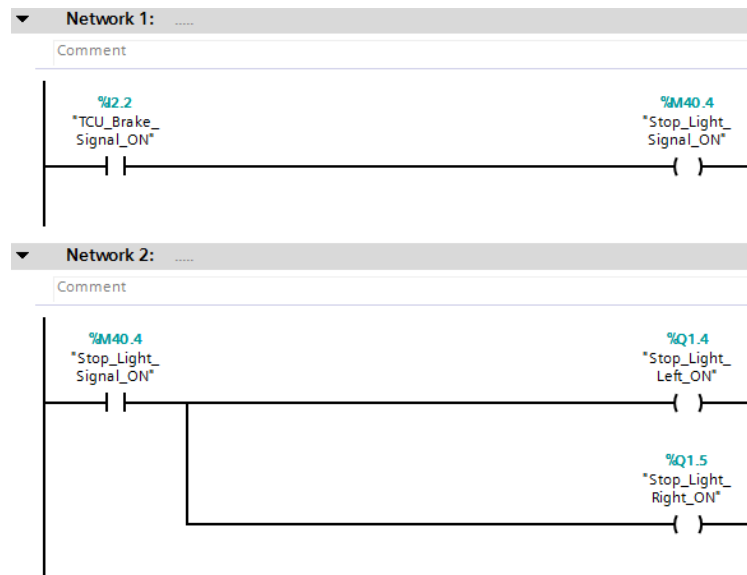
Улога контролера екстерног осветљења је да води рачуна о позиционим, стоп и светлима у случају опасности. Укључивање ових светала је аутоматизован процес где је могућност грешке од стране возача искључена. Грешка која је иначе веома присутна код већине возача је та да возач приликом покретања возила заборави да укључи основна светла. Та грешка је отклоњена тако што се прекидач укључивања основних светала више не користи, већ је за ту намену искоришћен други прекидач – *Button CAB MANNED* (кабина заузета, активна). Када возач уђе у кабину шинског возила и када жели да покрене то исто возило, он мора активирати главни прекидач који му омогућава манипулацију са возилом. Управо је тај прекидач (контакт прекидача) искоришћен за аутоматско укључивање екстерног осветљења.



Слика 27 – Exterior Light Controller

Такође се, поред укључивања основних светала приликом вожње у нормалним околностима, могу укључити и светла у случају опасности – *Emergency Light*. Када возач активира прекидач за ту намену, показивачи правца кретања за обе стране ће се укључити и радити без престанка по већ устаљеном режиму блинкања.

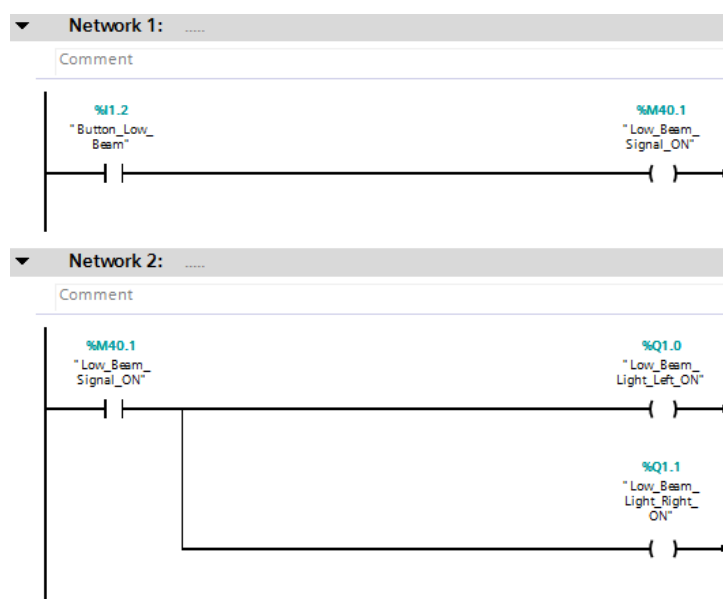
Последња група светала у овом блоку су стоп светла. Она се укључују аутоматски сваки пут када возач активира кочницу возила. Тада се из контролног система за тракцију (*Traction Control Unit - TCU*), шаље сигнал који активира, односно укључује стоп светла.



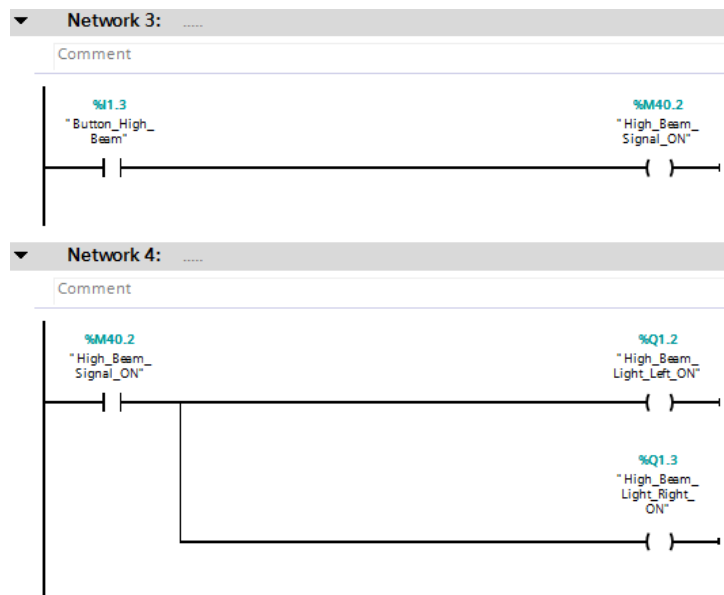
Слика 28 – TCU Brake & Stop Lights

Headlight Controller

Улога контролера фарова је да на основу стања прекидача активира кратка (*low beam*) или дуга (*high beam*) светла. Укључивање ових светала у потпуности зависи од процене возача, односно његове манипулације са прекидачима за ову намену.



Слика 29 – Headlight Controller – Low Beam



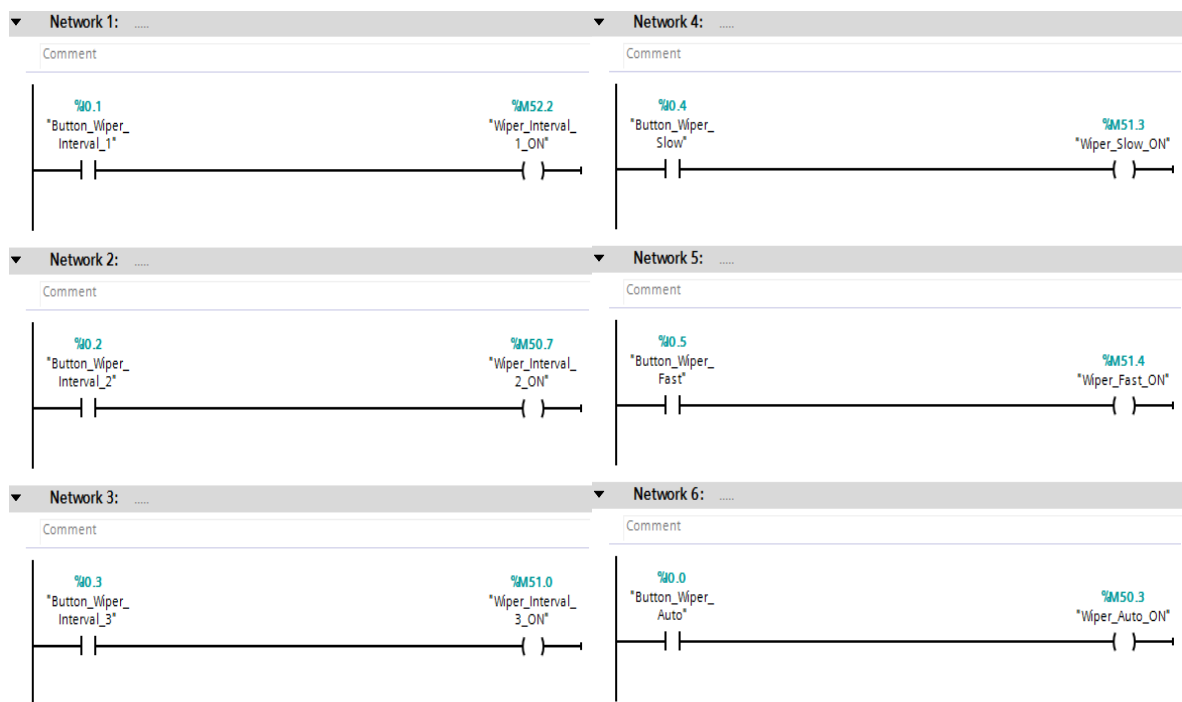
Слика 30 – Headlight Controller – High Beam

Битно је напоменути да се већ увелико и овај систем пребацује на аутоматски режим, односно да контрола укључивања горе наведених светала зависи од сензора који шаље информацију да ли је потребно укључити их. Сличан принцип рада као и код брисача, с тим што се контрола о раду других светала поново препушта процени возача.

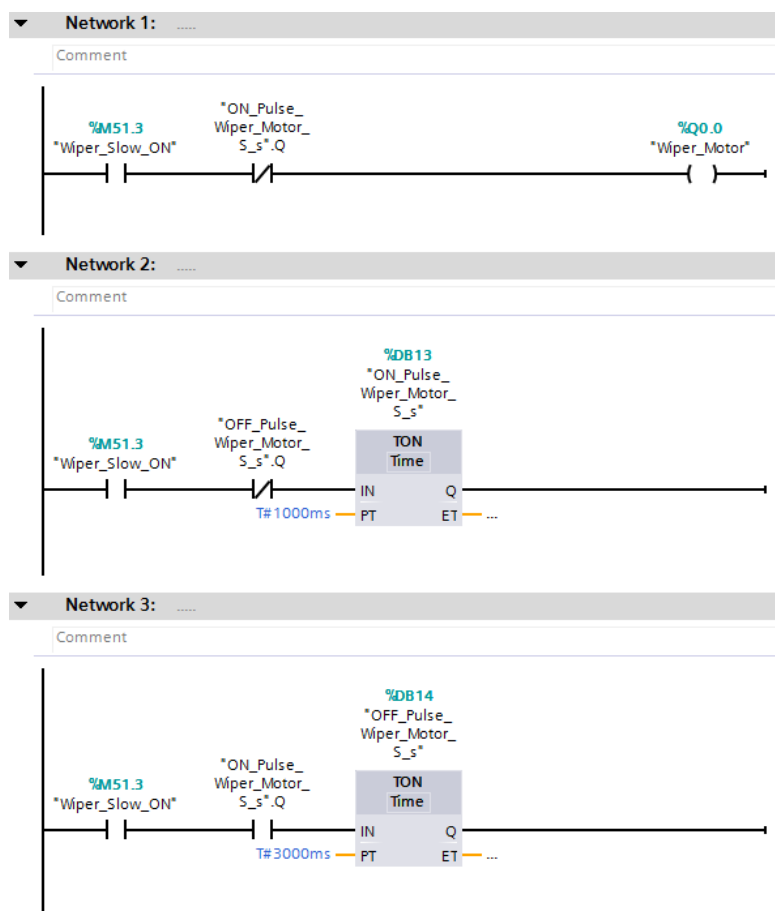
Wiper Controller

Улога контролера који води рачуна о раду брисача ветробранског стакла је итекако важна. Он води рачуна да на основу одабира жељеног начина рада, управља мотором који покреће механички склоп брисача. Одабир се врши користећи ротациони прекидач који поседује више опција – начина рада брисача: Спори (*Slow*), Брзи (*Fast*), Интервалски (*Interval*, три могуће опције) и Аутоматски (*Auto Mode*).

Осовина мотора брисача се увек окреће у истом смеру, док је механичким путем реализовано да се брисачи крећу у оба смера. У овом случају управљање мотором је реализовано временским прекидима напајања мотора. Разлика између спорог, брзог и интервалског начина рада је само у томе што су им времена паузе (трајање прекида напајања мотора) различита. На тај начин се постиже жељена ефикасност самих брисача, односно да у зависности од количине падавина (воде на ветробранском стаклу), возач може одабрати фреквенцију рада истих.



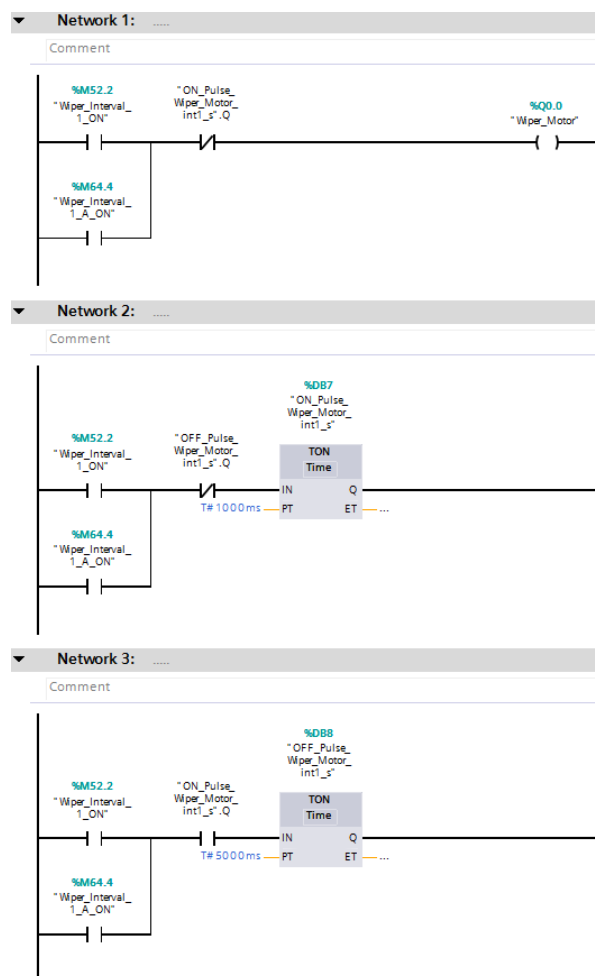
Слика 31 – Wiper Controller



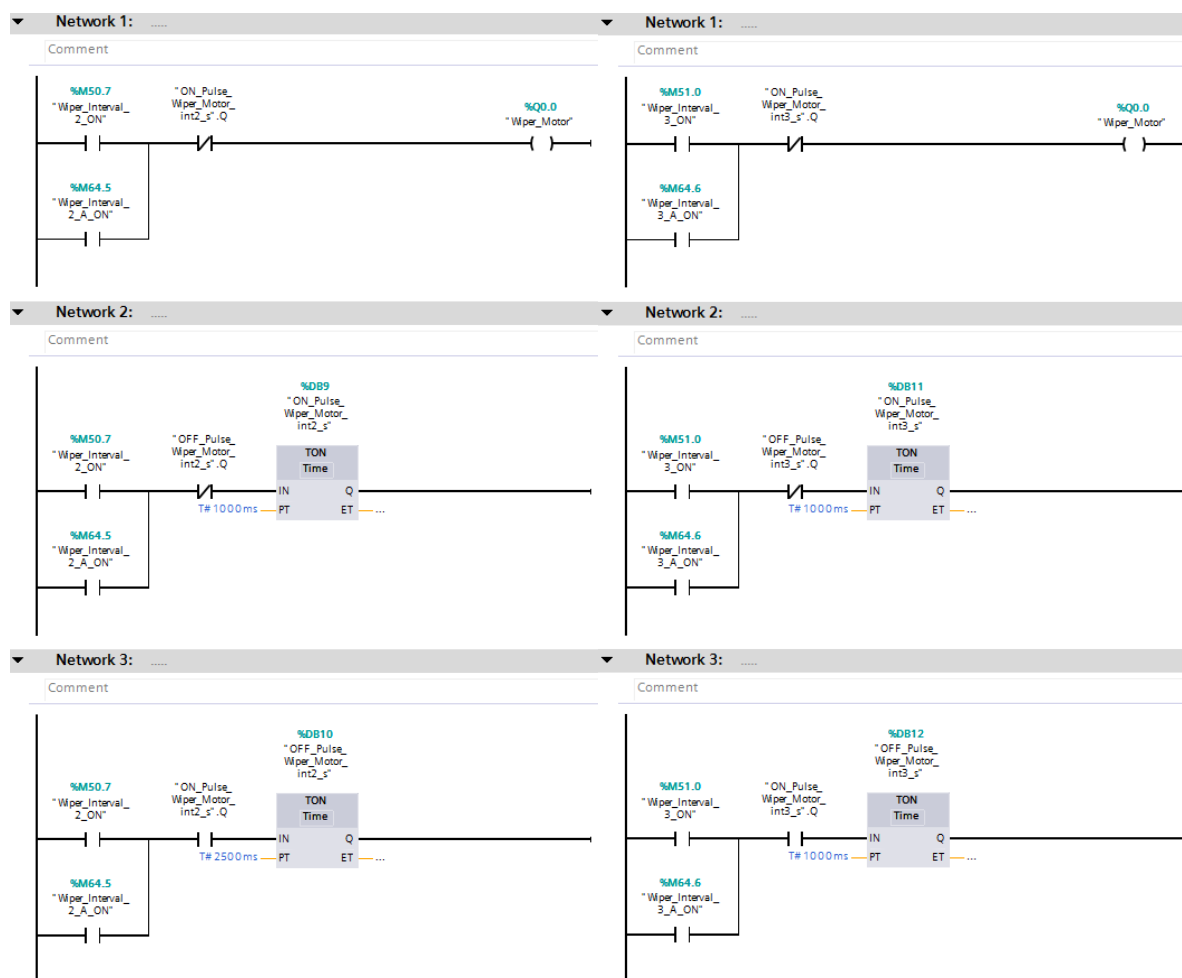
Слика 32 – Wiper Slow Mode



Слика 33 – Wiper Fast Mode

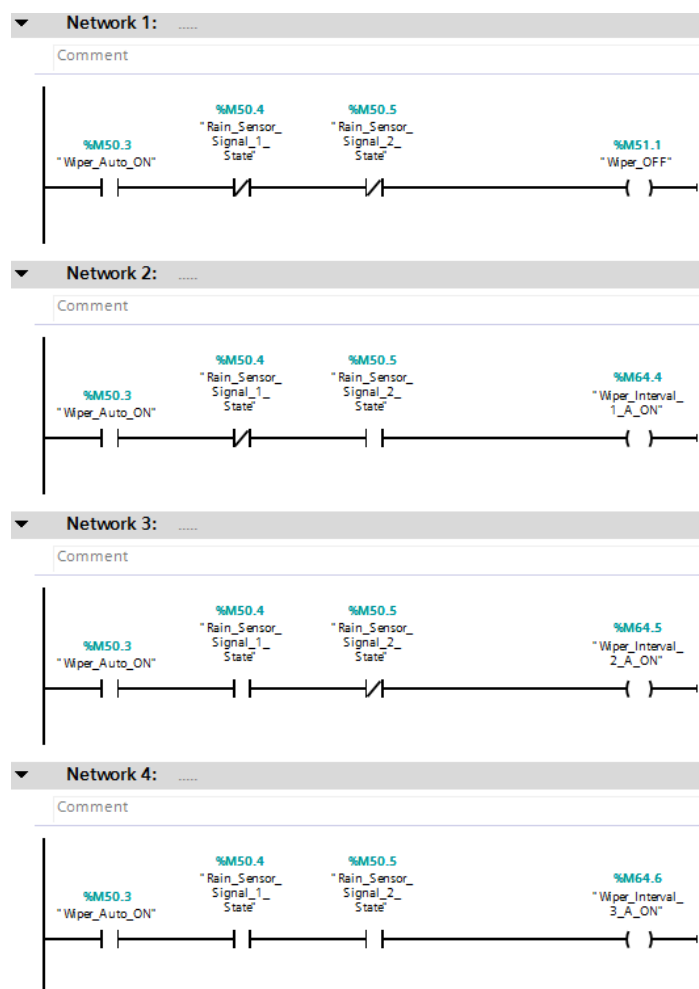


Слика 34 – Wiper Interval 1 Mode



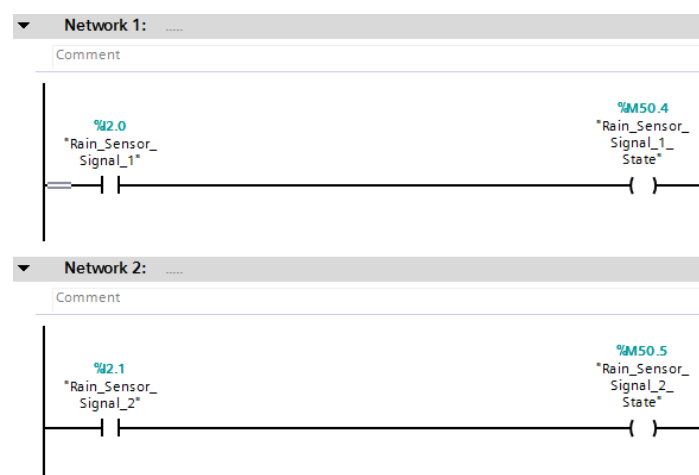
Слика 35 – Wiper Interval 2 & 3 Mode

Аутоматски режим рада брисача подразумева да се контрола фреквенције рада истих контролише коришћењем читавања стања са сензора за кишу. Сензор за кишу у конкретном примеру има четири могућа стања: веома ниска вредност (скоро да нема воде на ветробранском стаклу), ниска вредност (покретање брисача са малом фреквенцијом – интервал 1), средња вредност (интервал 2), висока вредност (интервал 3).



Слика 36 – Wiper Auto Mode

Битно је напоменути да су стања сензора приказана као комбинација два дигитална сигнала и да се на основу њих покреће одређени интервалски рад брисача, уз услов да је прекидач управљача брисачима постављен на опцију „Auto“ (аутоматски режим).



Слика 37 – Rain sensor signals

Такође је битно поменути блок чија је улога да управља млазницама за прање ветробранског стакла. Када возач притисне прекидач за активирање, тада се покреће мотор (пумпа) који испумпава течност за прање стакла из њене посуде и кроз млазнице их распршава директно на ветробранско стакло.

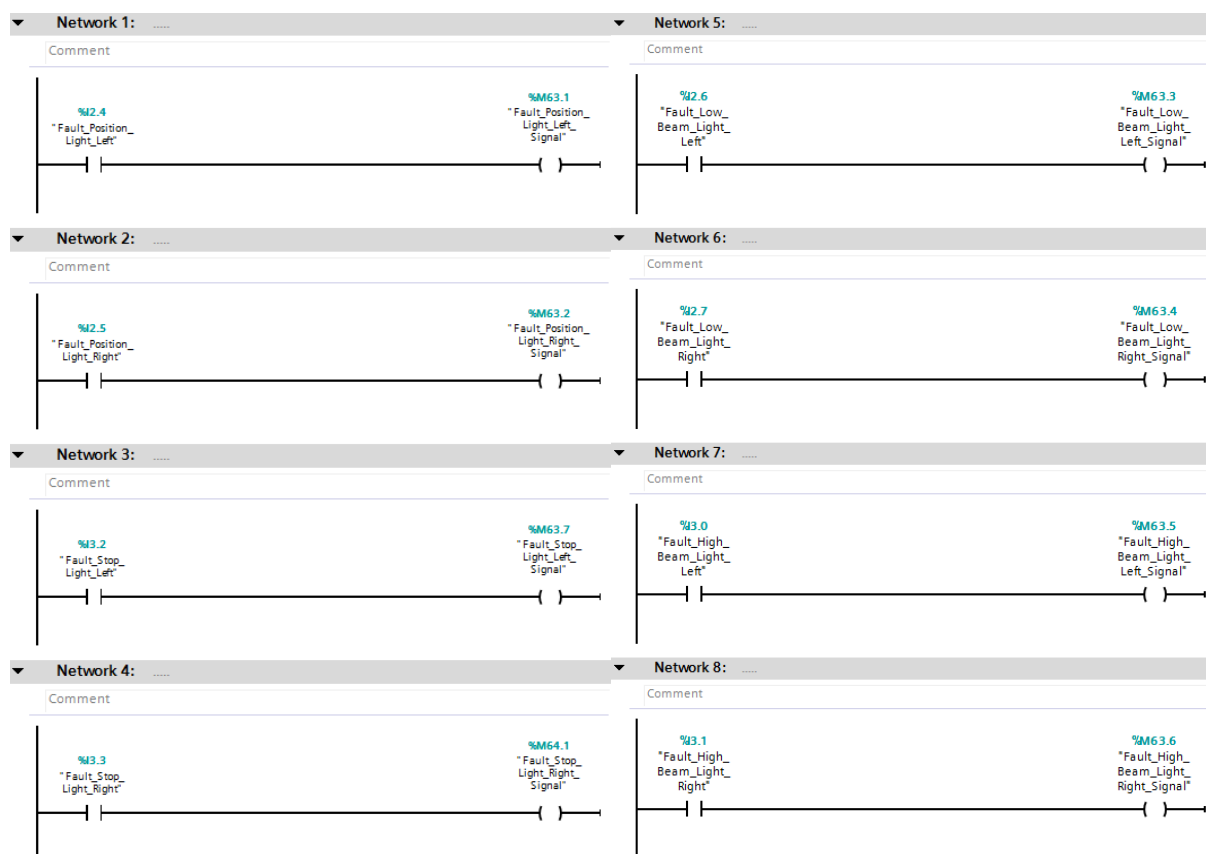


Слика 38 – Washer

Diagnostic Controller

Последњи контролер овог система је блок који води рачуна о исправности сијалица одређених светлосних група. Често се овај блок назива и мониторингом исправности сијалица. Светлосне групе над којима се врши надгледање исправности: светла позиција, стоп светла, кратка и дуга светла.

За сваку светлосну групу постоји специјализовани модул који у случају неисправности сијалице шаље одређени сигнал на основу кога се може видети која сијалица не ради – није исправна.



Слика 39 – Diagnostic Controller

На основу добијених сигнала грешка, односно упозорење, се појављује на екрану за дијагностику у виду обавештења. Тако возач може видети која светлосна група – сијалица није исправна и благовремено поступити у складу са прописима (државе, фирме, итд.).

Discrete alarms				
	ID	Alarm text	Alarm class	Trigger tag
	1	Left position light fault !	Warnings	Fault_Position_Light_Left
	2	Right position light fault !	Warnings	Fault_Position_Light_Right
	3	Left stop light fault !	Errors	Fault_Stop_Light_Left
	4	Right stop light fault !	Errors	Fault_Stop_Light_Right
	5	Left low beam fault !	Errors	Fault_Low_Beam_Left
	6	Right low beam fault !	Errors	Fault_Low_Beam_Right
	7	Left high beam fault !	Warnings	Fault_High_Beam_Left
	8	Right high beam fault !	Warnings	Fault_High_Beam_Right

Слика 40 – Alarm table

На сликама испод је приказан изглед *HMI* екрана који се налази у возачевој кабини.



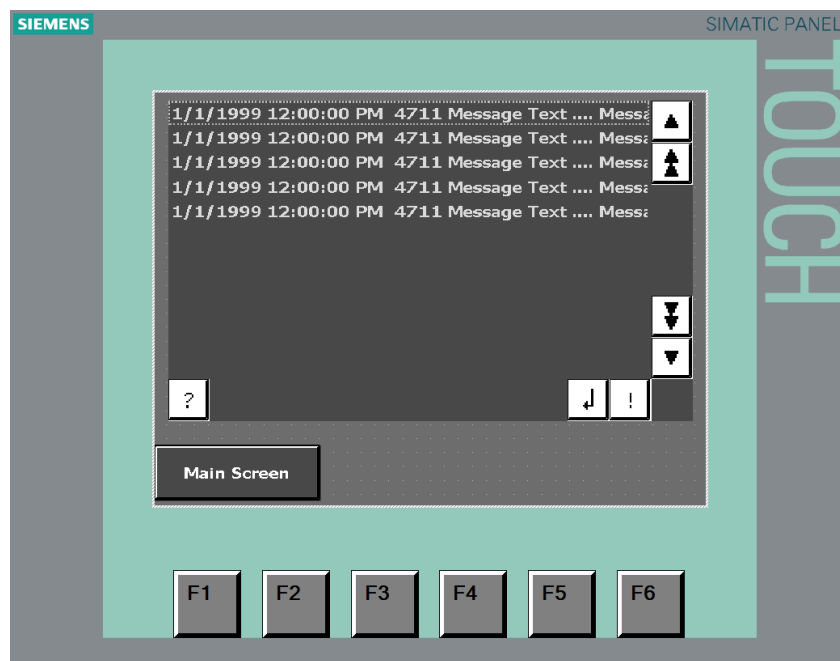
Слика 41 – Main Screen

На екрану приказаном на слици број 41 возач може надгледати које су све опције активирание.

Функције које је могуће надгледати:

- Светла (*Lights*)
 - Спољашње осветљење (*Exterior lights*)
 - Светла у случају опасности (*Emergency*)
 - Кратка светла (*Low Beam*)
 - Дуга светла (*High Beam*)
 - Стоп светла (*Brake*)
 - Показивачи правца кретања (*Blinkers*) – леви (*Left*) и десни (*Right*)
- Брисачи (*Wipers*)
 - Спор режим рада (*Slow*)
 - Брзи режим рада (*Fast*)
 - Интервалски режим рада 1 (*Interval 1*)
 - Интервалски режим рада 2 (*Interval 2*)
 - Интервалски режим рада 3 (*Interval 3*)
 - Аутоматски режим рада (*Auto mode*)
 - Млазнице за прање ветробранског стакла (*Washer*)

Такође се на овом екрану у доњем десном углу налази дугме *Diagnostic*, које када се притисне отвара други екран – дијагностички.



Слика 42 – *Diagnostic Screen*

На том екрану се могу видети све грешке или обавештења које систем генерише. Такође се у листи могу видети и аларми који су раније поменути (слика број 42), и на основу којих возач има увид у тренутно стање – исправност одређених светлосних група.

Наравно, да би целокупан систем функционисао на начин на који је описан, потребан је велики број променљивих. Под променљивим се подразумевају сви улази (означени словом *I*), излази (означени словом *Q*), као и меморијске локације (означене словом *M*).

	Name	Address		Name	Address
1	Stop_Light_Left_ON	%Q1.4	35	Wiper_Interval_1_ON	%M52.2
2	Stop_Light_Right_ON	%Q1.5	36	Wiper_Interval_2_ON	%M50.7
3	High_Beam_Light_Left_ON	%Q1.2	37	Button_Wiper_Slow	%I0.4
4	High_Beam_Light_Right_ON	%Q1.3	38	Button_Wiper_Fast	%I0.5
5	Fault_Low_Beam_Light_Left	%I2.6	39	Wiper_Fast_ON	%M51.4
6	Fault_Low_Beam_Light_Right	%I2.7	40	Wiper_OFF	%M51.1
7	Fault_Position_Light_Left	%I2.4	41	Wiper_Interval_3_ON	%M51.0
8	Fault_Position_Light_Right	%I2.5	42	Wiper_Slow_ON	%M51.3
9	Position_Light_Right_ON	%Q0.5	43	Rain_Sensor_Signal_1_State	%M50.4
10	Front_Light_ON	%Q0.6	44	Rain_Sensor_Signal_2_State	%M50.5
11	Emergency_Signal_ON	%M40.5	45	Button_Wiper_Auto	%I0.0
12	Position_Light_Left_ON	%Q0.4	46	Wiper_Auto_ON	%M50.3
13	Low_Beam_Light_Left_ON	%Q1.0	47	Button_Wiper_Interval_2	%I0.2
14	Low_Beam_Light_Right_ON	%Q1.1	48	Button_Wiper_Interval_3	%I0.3
15	Blinker_Light_Left_ON	%Q0.2	49	Wiper_Motor	%Q0.0
16	Blinker_Light_Right_ON	%Q0.3	50	Button_Wiper_Interval_1	%I0.1
17	Fault_High_Beam_Light_Left	%I3.0	51	Rain_Sensor_Signal_1	%I2.0
18	Fault_Stop_Light_Right_Signal	%M64.1	52	Button_Emergency	%I1.4
19	Blinker_Signal_Left_E_ON	%M64.2	53	Blinker_Signal_Left_ON	%M40.7
20	Fault_High_Beam_Light_Right_Sig...	%M63.6	54	Button_Low_Beam	%I1.2
21	Fault_Stop_Light_Left_Signal	%M63.7	55	Button_High_Beam	%I1.3
22	Wiper_Interval_2_A_ON	%M64.5	56	High_Beam_Signal_ON	%M40.2
23	Wiper_Interval_3_A_ON	%M64.6	57	TCU_Brake_Signal_ON	%I2.2
24	Blinker_Signal_Right_E_ON	%M64.3	58	Blinker_Signal_Right_ON	%M40.0
25	Wiper_Interval_1_A_ON	%M64.4	59	Low_Beam_Signal_ON	%M40.1
26	Fault_Stop_Light_Right	%I3.3	60	Button_Washer	%I0.6
27	Fault_Position_Light_Left_Signal	%M63.1	61	Washer_ON	%M51.7
28	Fault_High_Beam_Light_Right	%I3.1	62	Rain_Sensor_Signal_2	%I2.1
29	Fault_Stop_Light_Left	%I3.2	63	Washer_Pump	%Q0.1
30	Fault_Low_Beam_Light_Right_Sig...	%M63.4	64	Button_Blinker_Left	%I1.0
31	Fault_High_Beam_Light_Left_Signal	%M63.5	65	Button_Blinker_Right	%I1.1
32	Fault_Position_Light_Right_Signal	%M63.2	66	Exterior_Lights_Signal_ON	%M52.1
33	Fault_Low_Beam_Light_Left_Signal	%M63.3	67	Button_CAB_Manned	%I0.7
34	Stop_Light_Signal_ON	%M40.4			

Слика 43 – Листа PLC променљивих

Name	Connection	PLC name	PLC tag
TCU_Brake_Signal_ON	HMI_Connection_2	PLC_1	TCU_Brake_Signal_ON
Blinker_Signal_Left_ON	HMI_Connection_2	PLC_1	Blinker_Signal_Left_ON
Blinker_Signal_Right_ON	HMI_Connection_2	PLC_1	Blinker_Signal_Right_ON
High_Beam_Signal_ON	HMI_Connection_2	PLC_1	High_Beam_Signal_ON
Exterior_Lights_Signal_ON	HMI_Connection_2	PLC_1	Exterior_Lights_Signal_ON
Emergency_Signal_ON	HMI_Connection_2	PLC_1	Emergency_Signal_ON
Low_Beam_Signal_ON	HMI_Connection_2	PLC_1	Low_Beam_Signal_ON
Wiper_Slow_ON	HMI_Connection_2	PLC_1	Wiper_Slow_ON
Wiper_Auto_ON	HMI_Connection_2	PLC_1	Wiper_Auto_ON
Washer_ON	HMI_Connection_2	PLC_1	Washer_ON
Fault_Position_Light_Left_Signal	HMI_Connection_2	PLC_1	Fault_Position_Light_Left_Signal
Wiper_Interval_3_ON	HMI_Connection_2	PLC_1	Wiper_Interval_3_ON
Wiper_Fast_ON	HMI_Connection_2	PLC_1	Wiper_Fast_ON
Wiper_Interval_1_ON	HMI_Connection_2	PLC_1	Wiper_Interval_1_ON
Wiper_Interval_2_ON	HMI_Connection_2	PLC_1	Wiper_Interval_2_ON

Слика 44 – Листа HMI променљивих

Битно је само напоменути да се променљиве које се налазе унутар *PLC*-а користе и за управљање *HMI* јединицом. Може се рећи да су променљиве *HMI* јединице само приказ *PLC* променљивих које *HMI* користи за своје намене и притом не утиче на њихове вредности.

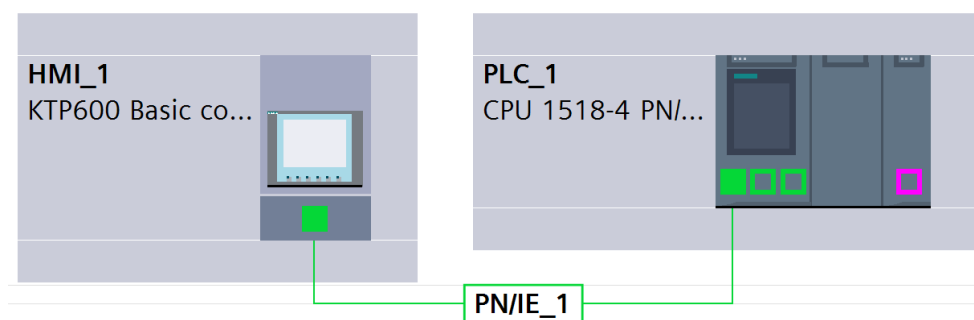
3.2.3 Симулација рада система

Практична изведба система је реализована користећи *PLCSIM* – за симулацију *PLC* -а као и *RT Simulator* за симулацију *HMI* јединице.

TIA Portal нам такође омогућава да видимо изглед уређаја и мрежног повезивања, односно како би то изгледало у физичкој реализацији уређаја и повезивања истих.



Слика 45 – Изглед *PLC*-а и модула за проширење улаза-излаза



Слика 46 – Приказ мрежног повезивања између *PLC*-а и *HMI*-а

PLCSIM нам пружа опције симулирања рада свих компоненти које су прикључене на *PLC*. На тај начин се може мењати стање одређених улазних променљивих, у овом случају стања прекидача.

Name	Address	Display format	Monitor value	Immediate modify	Bits
"Button_Blinker_Left"	%I1.0	Bool	FALSE	FALSE	☐
"Button_Blinker_Right"	%I1.1	Bool	FALSE	FALSE	☐
"Button_CAB_Manned"	%I0.7	Bool	FALSE	FALSE	☐
"Button_Emergency"	%I1.4	Bool	FALSE	FALSE	☐
"Button_Wiper_Interval_1"	%I0.1	Bool	FALSE	FALSE	☐
"Button_Wiper_Interval_2"	%I0.2	Bool	FALSE	FALSE	☐
"Button_Wiper_Interval_3"	%I0.3	Bool	FALSE	FALSE	☐
"Button_Wiper_Slow"	%I0.4	Bool	FALSE	FALSE	☐
"Button_Wiper_Auto"	%I0.0	Bool	FALSE	FALSE	☐
"Rain_Sensor_Signal_1"	%I2.0	Bool	FALSE	FALSE	☐
"Rain_Sensor_Signal_2"	%I2.1	Bool	FALSE	FALSE	☐
"Button_Wiper_Slow"	%I0.4	Bool	FALSE	FALSE	☐
"Button_Wiper_Fast"	%I0.5	Bool	FALSE	FALSE	☐
"Button_Washer"	%I0.6	Bool	FALSE	FALSE	☐
"Button_Low_Beam"	%I1.2	Bool	FALSE	FALSE	☐
"Button_High_Beam"	%I1.3	Bool	FALSE	FALSE	☐
"TCU_Brake_Signal_ON"	%I2.2	Bool	FALSE	FALSE	☐
"Fault_Position_Light_Left"	%I2.4	Bool	FALSE	FALSE	☐
"Fault_Position_Light_Right"	%I2.5	Bool	FALSE	FALSE	☐
"Fault_Low_Beam_Light_Left"	%I2.6	Bool	FALSE	FALSE	☐
"Fault_Low_Beam_Light_Right"	%I2.7	Bool	FALSE	FALSE	☐
"Fault_High_Beam_Light_Left"	%I3.0	Bool	FALSE	FALSE	☐
"Fault_High_Beam_Light_Right"	%I3.1	Bool	FALSE	FALSE	☐
"Fault_Stop_Light_Left"	%I3.2	Bool	FALSE	FALSE	☐
"Fault_Stop_Light_Right"	%I3.3	Bool	FALSE	FALSE	☐

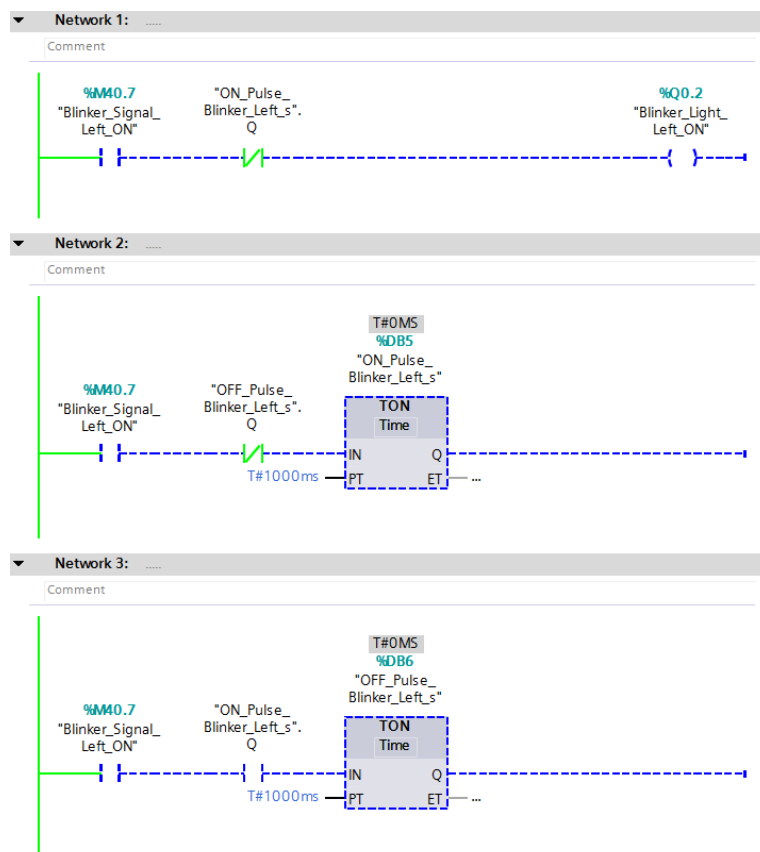
Слика 47 – Листа променљивих у симулатору – промена стања

На основу промене стања улаза, унутар *TIA Portal*-а може се надгледати реаговање *PLC*-а на те промене. Тако се проверава да ли софтвер система функционише како треба и симулира се рад као да се ради са физичком реализацијом система.

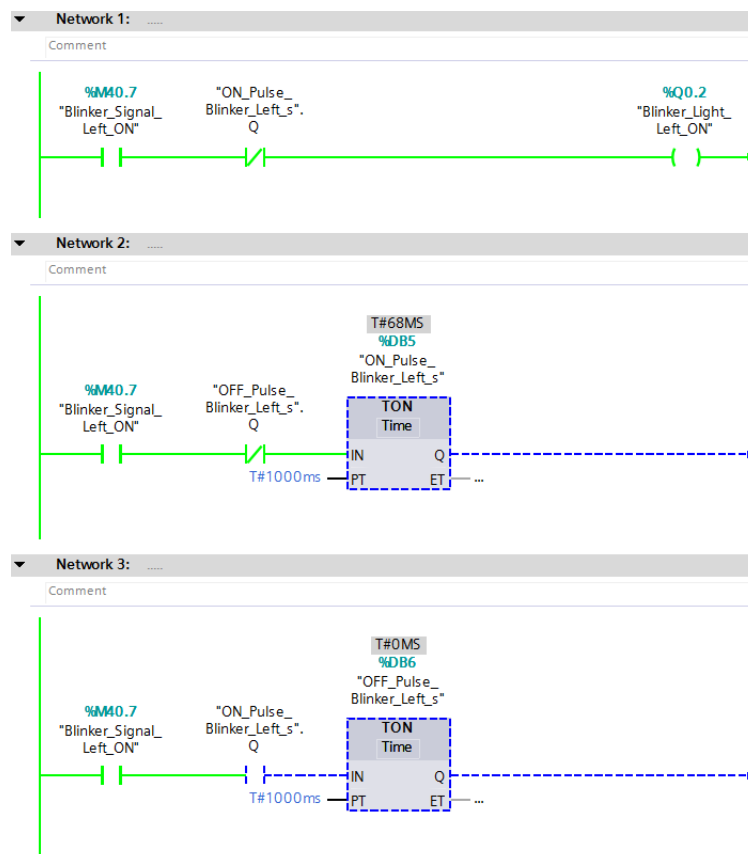
На сликама испод је приказана симулација рада дела софтвера који је одговоран за активирање показивача правца кретања, при скретању у лево.

Ту се може видети да се сијалице показивача активирају (укључују) и деактивирају (искључују) на сваких 1000 ms (1 секунда).

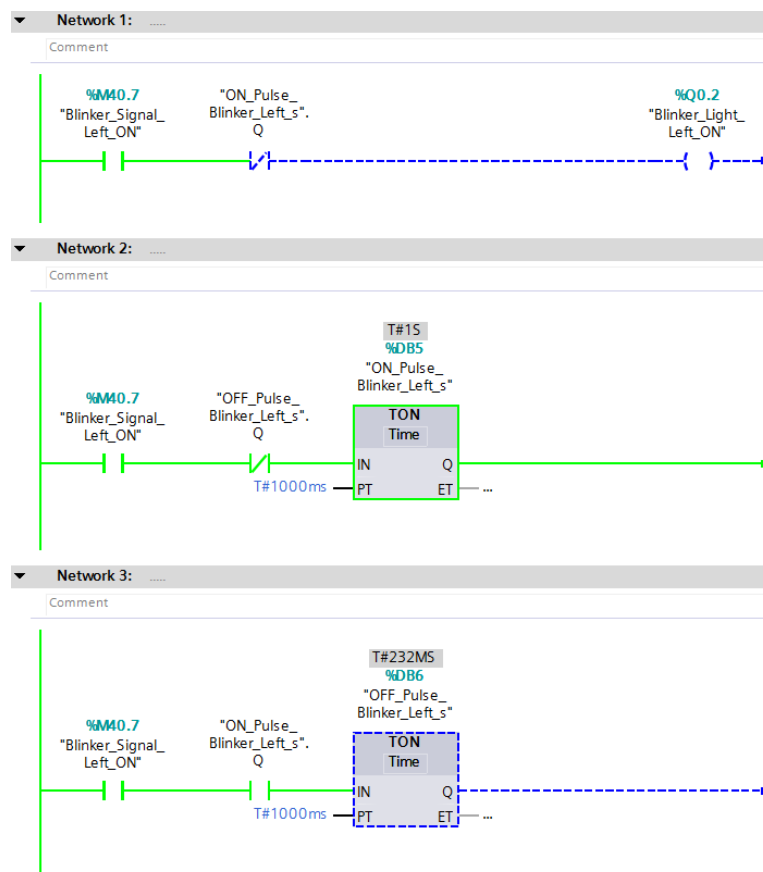
Активирање показивача се изводи променом стања одговарајућег улаза (прекидача – *Button Blinker Left*) путем *PLCSIM* апликације.



Слика 48 – Леви показивач правца кретања искључен

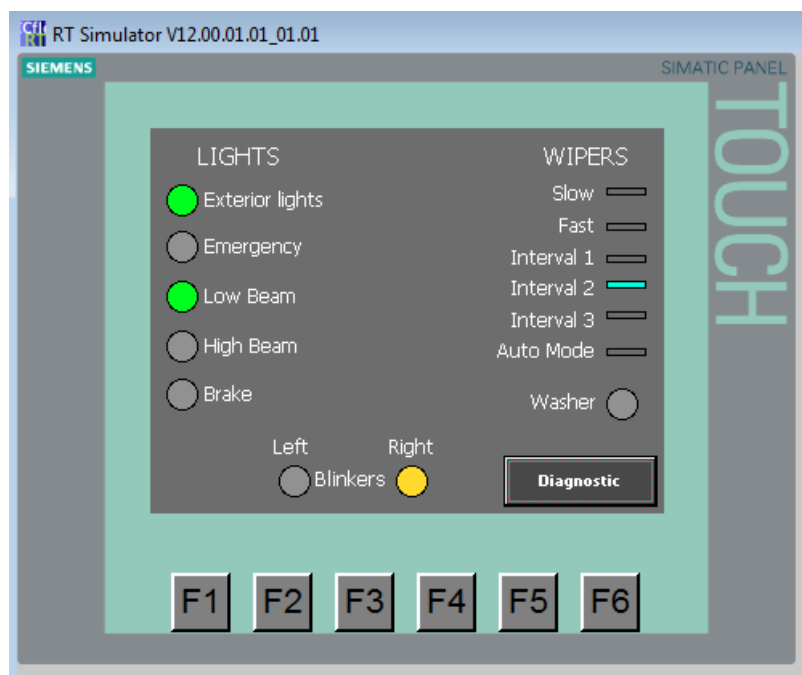


Слика 49 – Леви показивач правца кретања укључен на једну секунду



Слика 50 – Леви показивач правца кретања искључен на једну секунду

Користећи *RT Simulator*, могуће је симулирати рад *HMI* јединице овог система. На сликама испод су приказани изгледи екрана *HMI* јединице.

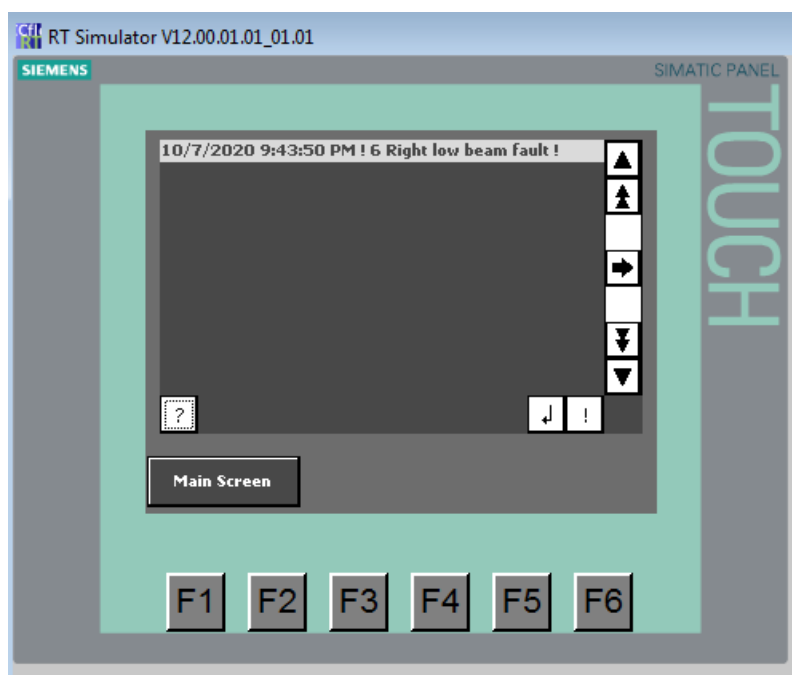


Слика 51 – Изглед Main екрана *HMI* јединице приликом симулације

Стања која су приказана на слици изнад су следећа:

- Активирана спољашња светла
- Активирана кратка светла
- Активиран десни показивач правца кретања
- Активиран рад брисача у интервалском режиму рада 2

На слици испод је приказан изглед екрана *HMI* јединице намењен за прегел дијагностичких података.



Слика 52 – Изглед Diagnostic екрана *HMI* јединице приликом симулације

На слици изнад се може видети како изгледа грешка коју софтвер (систем) приказује возачу. У конкретном показном примеру реч је о грешци која обавештава возача да кратко светло на десној страни (фару) не ради како треба.

4. Закључак

Тема мастер рада је била заснована на креирању концептуалног софтверског решења SCADA система за намене – потребе шинских возила. Један такав систем, због своје намене, мора бити стабилан и да практично никада не направи грешку у свом радном веку. Наравно да се грешке приликом коришћења механичких и електронских компонената не могу избећи, али је њихово појављивање потребно спустити на што мањи број, или креирати посебан режим рада уколико се било каква хаварија или отказ компоненти система појави. Током анализе највише пажње је било усмерено на потребе – захтеве наведеног система, као и на одабир потребних елемената да би један овакав систем било могуће реализовати. Реализација система је као примарни циљ имало примену у аутоматским управљачким системима који захтевају високе динамичке перформансе, као и високи ниво поузданости.

Иако делови овог система можда на први поглед делују тривијално и не толико битно у самом окружењу у односу на друге системе који се налазе у сваком шинском возилу, то није добро опажање. Контролер који брине о правилном раду брисача ветробранског стакла омогућава возачу да види испред себе ако киша у том тренутку пада. То је најбоље приказати на примеру када се препрека налази на прузи односно на путањи кретања возила. Тада возач може благовремено предузети све сигурносне мере које су прописане у таквим околностима. Системи спољашњег осветљења, фарова и дијагностике, такође обезбеђују да шинско возило има сва светлосна обележја која помажу како возачу тог возила, тако и другим учесницима у саобраћају да на време уоче возило. Исто тако се може рећи и за систем показивача правца кретања, где други учесници могу на време видети намеру возача шинског возила и тако уједно благовремено реаговати на тај вид сигнализације.

Даљи развој и унапређење осталих система у наредном периоду проузроковаће и потребу да се систем мења сходно новим захтевима или прописима. Концепт оваквог система чини основу за даља унапређења, где је главни акценат на проширивању додатних могућности са коришћењем нових и напреднијих компоненти. Промена ће имати за циљ постизање што бољих перформанси и што већу оцену приликом задовољавања претходно постављених, али и будућих захтева.

Литература

- [1] Frank D. Petruzella, Програмабилни логички контролери, превод 4. издања, Микро књига, Београд 2011.
- [2] З. Јегеш, М. Аџић, Р. Мартон, Управљање применом PLC уређаја, Виша техничка школа, Суботица 2005.
- [3] Knowing the basics of PLCs, Приступљено: 25.08.2020. године, линк:
<https://www.ecmweb.com/content/article/20891093/knowing-the-basics-of-plcs>
- [4] Оливера Јанковић, Ратко Јанковић, Приказ коришћења HMI и PLC у управљању технолошким процесима, Инфотех, Бијељина 2013.
- [5] Headlamp, Приступљено: 02.09.2020. године, линк:
<https://en.wikipedia.org/wiki/Headlamp>
- [6] Texas Instruments New Headlights Dazzle With a Million Pixels, Приступљено: 02.09.2020. године, линк:
<https://www.wired.com/story/texas-instruments-headlights>
- [7] Cherian Varghese, Umesh Shankar, Passenger Vehicle Occupant Fatalities by Day and Night – A Contrast, National Center for Statistics and Analysis, Washington 2007.
- [8] Hella Headlamp Systems, Приступљено: 05.09.2020. године, линк:
http://dastern.torque.net/techdocs/Archives/Hella_Systems/hella_headlamp_systems.htm
- [9] Charles W. Spencer, Headlamp Developments with DMC Reflectors Including Homofocal Arrangements, SAE International, САД 1984.
- [10] What Headlight Bulb Do I Need, Приступљено: 08.09.2020. године, линк:
<https://ledlightguides.com/what-headlight-bulb-do-i-need>
- [11] Lee Bartolomei, Bob Crase, LEDs Beware! The Rebirth of the Incandescent Light Bulb, Deposition Sciences, Santa Rosa 2012.
- [12] Exploring bulb options for car headlights, Приступљено: 12.09.2020. године, линк:
<https://www.autoblog.com/2016/06/22/exploring-bulb-options-for-car-headlights>
- [13] Windscreen wiper, Приступљено: 14.09.2020. године, линк:
https://en.wikipedia.org/wiki/Windscreen_wiper
- [14] Wiper Blades: Everything you ever wanted to know, Приступљено: 15.09.2020. године, линк:
<https://www.autoweek.com/car-life/a1919126/wiper-blades-everything-you-ever-wanted-know>

- [15] Брисачи – ствар без које не може ниједан аутомобил, Приступљено: 16.09.2020. године, линк:
<https://autorepublika.com/2019/11/07/brisaci-stvar-bez-koje-ne-moze-nijedan-automobil>
- [16] 2014 BMW F15 X5 How To: Using the Windows Washer Stalk, Приступљено: 19.09.2020. године, линк:
<https://www.autoevolution.com/news/2014-bmw-f15-x5-how-to-using-the-window-washer-stalk-video-68265.html>
- [17] Rain sensor, Приступљено: 22.09.2020. године, линк:
https://en.wikipedia.org/wiki/Rain_sensor
- [18] Rain sensor / Light Sensor, Приступљено: 23.09.2020. године, линк:
<https://www.hella.com/partnerworld/us/Product-range/Electronics/Rain-sensor-Light-sensor-2726/>
- [19] Како ради аутоматски брисач, Приступљено: 24.09.2020. године, линк:
<https://www.magazinauto.com/kako-radi-automatski-brisac>
- [20] 1957 Chevrolet Bel Air Convertible, Приступљено: 24.09.2020. године, линк:
<https://www.mecum.com/lots/FL0118-313091/1957-chevrolet-bel-air-convertible>
- [21] D. Y. Smith, W. Karstens, Refractive index of glass and its dispersion for visible light, Journal of Physics, Aracaju 2008.
- [22] Programmable logic controller, Приступљено: 28.09.2020. године, линк:
https://en.wikipedia.org/wiki/Programmable_logic_controller
- [23] SIMATIC S7-1200, Приступљено: 29.09.2020. године, линк:
<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/s7-1200.html>
- [24] Програмабилни логички контролер, Приступљено: 01.10.2020. године, линк:
<https://www.automatika.rs/baza-znanja/teorija-upravljanja/programabilni-logicki-kontroler-plc.html>
- [25] SIMATIC HMI Basic Panels, Приступљено: 01.10.2020. године, линк:
<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/simatic-hmi/panels/basic-panels.html>
- [26] SIMATIC design power supplies, Приступљено: 01.10.2020. године, линк:
<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/power-supply/simatic-design.html>
- [27] SIMATIC S7-1500 signal modules, Приступљено: 02.10.2020. године, линк:
<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/simatic-s7-1500/signal-modules.html>
- [28] Status IES 61131-3 standard, PLCopen, 2018.

[29] PLC Programming, Приступљено: 04.10.2020. године, линк:

<http://www.plcmanual.com/plc-programming>

[30] SIMATIC S7-1500, Приступљено: 05.10.2020. године, линк:

<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/Catalog/Product/6ES7518-4AP00-0AB0>

[31] SIMATIC HMI KTP600 Basic Color DP, Приступљено: 06.10.2020. године, линк:

<https://support.industry.siemens.com/cs/pd/326210>

[32] PLC Programming with SIMATIC STEP7, Приступљено: 10.10.2020. године, линк:

<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/tia-portal/software/step7-tia-portal.html>