

Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство
Ниво студија: Мастер академске студије
Модул: Индустијски инжењеринг
Предмет: СИМ системи
Број индекса: 382/2012

Мирослав Љ. Јовановић

**Концепт имплементације SCADA система у
индустији
мастер рад**

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Миладин Стефановић, ред. проф- ментор
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог рада кандидат треба да представи основе концепта SCADA система, кроз презентацију основних дефиниција, компонената, принципа, елемената, протокола, хардвера и софтвера. Потребно је затим представити пример реалне имплементације SCADA система. У оквиру практичног дела, на основу искустава са праксе, потребно је представити систем даљинског управљања FIAT аутомобили Србија у Крагујевцу. Неопходно је описати системе, представити рад система и поузданост система и на крају дати правце даљег развоја система.

Препоручена литература:

- [1] Предавање са Факултета Техничких Наука Нови Сад, Индустријски системи и протоколи – SCADA.
- [2] Скрипта са Факултет техничких наука, Дистрибуирани управљачки системи; Заједничке карактеристике надзорно-управљачких (SCADA) система, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2005.
- [3] Bailey D., Wright E., Practical SCADA for Industry, An imprint of Elsevier Linacre House, Jordan Hill, 2003

Крагујевац, мај, 2015.

Ментор:

Ред.проф. Миладин Стефановић

Резиме рада: У раду се описује рад SCADA система који служи за надзор и управљање уз помоћ којег вршимо прикупљање информација са удаљених места о одређеном процесу, врши се обрада истих, уколико је неопходно и управљање односно реаговање на адекватан начин како би систем функционисао идеално. SCADA систем је данас нашао примену у многим областима, па тако постаје и неизоставан део управљања подацима. У овом раду ће бити обухваћен историјат, контрола, архитектура система, комуникације и протоколи.

Кључне речи: SCADA систем, праћење, надзор, прикупљање података, управљање

Summary of work: The labor describes the operation of SCADA systems used for monitoring and control. By which we gather information from distant places on a particular process, is evaluated the same, if necessary, manage or react adequately to make the system work perfect. SCADA system has now been applied in many fields, including becoming a essential part of data management. This paper will cover the history, control, system architecture, communications and protocols.

Keywords: SCADA system monitoring, control, data collection, management

Садржај

1. Уводна разматрања.....	6
2. Основи концепта SCADA система.....	7
2.1. Дефиниције SCADA система.....	7
2.2. Принципи функционисања SCADA система.....	8
2.3. Елементи SCADA система.....	13
2.4. Групације SCADA система.....	19
2.5. Комуникација SCADA система.....	21
2.6. Софтверска подршка SCADA система.....	22
3. Имплементација SCADA система у индустрији.....	27
3.1. Услови имплементације SCADA система.....	28
3.2. Софтверски пакет у имплементацији SCADA система – WinCC.....	31
4. Примена SCADA система у FIAT аутомобили Србија (FAS).....	34
4.1. SCADA софтвер SIMATIC WinCC flexible 2005 – Advanced.....	34
4.2. Надзор и контролисање мотора фреквентним регулатором.....	38
4.3. Примена SCADA система у производњи.....	45
5. Закључак.....	50
6. Литература.....	51

1. Уводна разматрања

Потреба за видео надзором и управљањем разних процеса у индустрији је велика, пошто се данашња индустрија заснива на веома великом броју аутоматизованих процеса, у ту сврху израђен је систем под називом SCADA. SCADA систем поседује уређаје који читавају одређене параметре, поседује делове које повезују екстерне са интерним деловима, тј. преносници разних сигнала, параметара, до уређаја који врши њихову обраду, након чега се параметар дистрибуира до уређаја који је у интеракцији са човеком, на основу чега човек (корисник) може да врши читавања и корекцију. SCADA системи је скраћеница од Supervisory Control and Data Acquisition. Овакви системи су погодни за процесе које треба надзорисати по 24 часа. Погодност овог система је и у томе што се могу исцртавати графикони приликом рада одређених процеса и на крају се сва та читавања могу записати и архивирати у одређеном формату, што је од великог значаја приликом касније провере самог процеса, на основу чега се може лакше закључити шта у великој мери утиче на процес. На основу чега се врши кориговање и дорада, или чак и замена одређене карике у ланцу.

Многе области попут водопривреде, енергетике, пољопривреде, комуникације, сигурносних система и других области имају потребу за технологијом која омогућава даљинско мерење и надзор и пренос информација са удаљене локације до оператера.

Рад садржи пет поглавља, прво поглавље односи се на уводна разматрања, неке уводне напомене. У другом поглављу рада говори се о дефинисању SCADA система, компоненте од којих је сачињен ситем, подсистеми и на крају софтвер који је потребан за функционисање система. Треће поглавље говори о имплементацији SCADA-е у индустрији. Приказани на примени WinCC SCADA систему, направљен је софтвер и хардвер од стране компаније SIEMENS. Четврто поглавље се односи на конкретан пример, где се може видети функционисање система надзора и управљања, на примеру контролисања електромотора у компанији FIAT аутомобили Србија.

2. Основи концепта SCADA система

2.1. Дефиниције SCADA система

У индустријском окружењу јавља се потреба за надзором и управљањем разним процесима. То представља процес који је опремљен са уређајима за мерење потреба надзора и уређајима за управљање. Опремљен оваквом врстом алата систем може контролисати процес за који је одговоран. Обично се техничко-технолошки процеси састоје из више различитих подсистема и просторно су дислоцирани. За ове послове се користе рачунарски подржани системи познати под именом SCADA системи (Supervisory Control And Data Acquisition). Овакви системи су погодни за процесе који раде 24 часа дневно и захтевају стални надзор и управљање.

Постоји више дефиниција SCADA система [1]:

- SCADA системи су високо дистрибуирани системи за контролу географско расутих објеката, често расути по хиљадама квадратних километара, где су централизовано прикупљање података и контрола критични за рад система.
- SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) представља систем за мерење, праћење и контролу индустријских система.
- SCADA систем подразумева цео спектар опреме, система и решења која омогућавају прикупљање података о неком процесу - удаљеном систему обрада истих, надзор, и у појединим случајевима, и реаговања на адекватан начин.
- SCADA је систем који служи за аутоматизацију општих процеса, односно који се користе за прикупљање података са сензора и инструмената лоцираних на удаљеним станицама и за пренос и приказивање тих података у централној станици у сврху надзора или управљања.

Главни циљеви SCADA система су да [1]:

- врши надзор система,
- успостави управљање над системом и да осигура понашање система како се од њега очекује,
- редукује радну снагу применом аутоматизације,
- складишти податке о понашању процеса,
- обезбеди информације о раду система и успостави ефективно управљање ресурсима система,
- успостави ефикасно функционисање система тако што ће максимално смањити потребу за рутинским посетама удаљеним локацијама и потенцијално смањити потрошњу електричне енергије,

- обезбеди систем управљања који ће омогућити да се сви оперативни циљеви дефинишу и остваре,
- обезбеди систем узбуњивања који ће омогућити да се неправилно функционисање система евидентира са централне локације, чиме се омогућава ефикасна употреба одговарајућих тимова за поправку, као и превентивно алармирањекоје има за циљ да спречи веће хаварије.

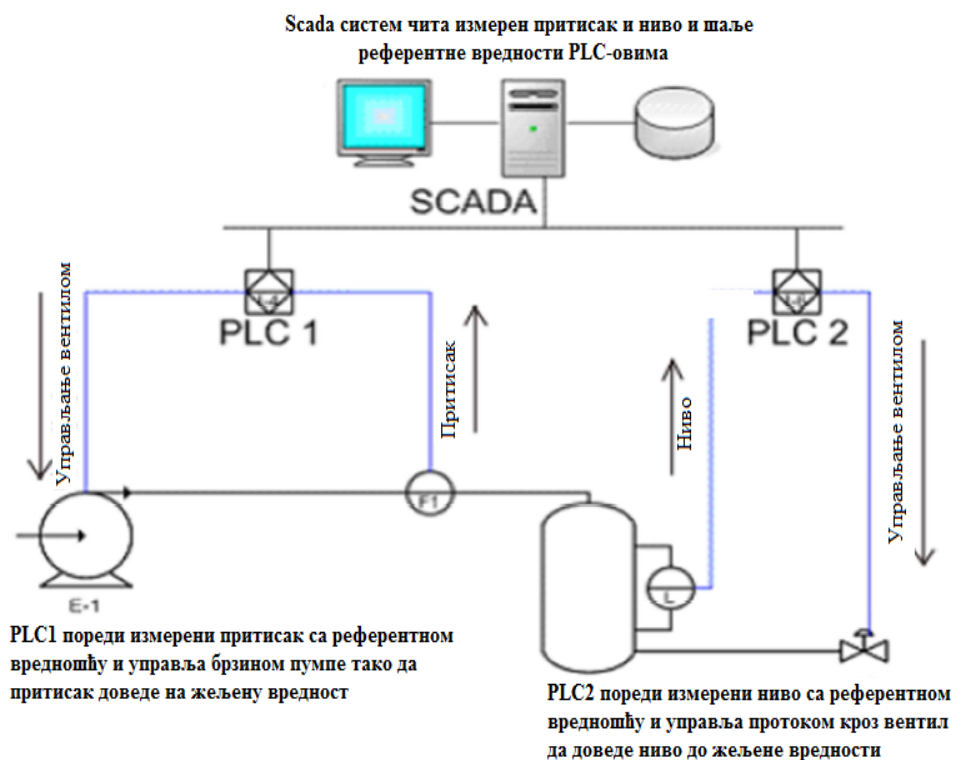
SCADA системи се користе за аутоматизацију сложених индустријских процеса, где је непрактична људска контрола – системи у којима има више контролних фактора, поготову ако се захтевају брже контроле. SCADA систем се употребљава за [1]:

- пренос и дистрибуцију електричне енергије: Електродистрибуција користи SCADA систем за праћење потрошње енергије у електромери као и праћење електро објеката, одржава добар напон у мрежи (искључује и укључује мањи и већи напон), врши баланс и контролу оптерећења, врши даљинско мерење (чита податке са бројила), детектује квар у електро мрежи.
- водовод и канализација: На објектима менаџери користе за контролу SCADA-KGH (KGH- Климатизација Грејање Хлађење).
- производњу: SCADA систем служи за управљање залихама делова, за "just-in-time" производњу, регулисање индустријске аутоматизације и робота, праћење процеса и контрола квалитета.
- масовни транспорт : У превозу се користи SCADA да регулише струју у подземним железницама, трамвајима и тролејбусима, да аутоматизују сигнале саобраћаја железничког система, да бисте пратили и лоцирали возове и аутобусе, и за контролу капије преласка преко пруге.
- саобраћајне сигнале : SCADA регулише семафоре, контрола саобраћаја и открива ван реда сигнала.

2.2. Принципи функционисања SCADA система

Прикупљени подаци се обично посматрају на једном или више SCADA рачунара у централној (главној) станици. SCADA систем у реалности може да прати и управља до стотинама хиљада улазно – излазних вредности. Уобичајени аналогни сигнали које SCADA систем надзире (или управља) су нивои, температуре, притисци, брзине протока и брзине мотора. Типични дигитални сигнали за надзор (управљање) су прекидачи нивоа, прекидачи притиска, статус генератора, релеји и мотори. Као што јој и само име каже, SCADA нема потпуну контролу над системом, већ је више фокусирана ка нивоу надгледања и надзирања. Као таква, она је софтверски пакет који је позициониран на самом врху хардвера на који се односи, углавном преко PLC-а (Programmable Logic Controllers-Програмибилни логички контролери) или другог комерцијалног хардверског модула.

Термин SCADA се обично односи на централни систем који надгледа и контролише читаву фабрику или систем који је распоређен на велике даљине. Највећи део контроле једне станице се врши аутоматски од стране PLC-а. Главне контролне функције су скоро увек забрањене контролеру у станици. PLC може да контролише, на пример, проток воде за хлађење кроз део индустријског процеса, SCADA систем може да дозволи оператеру да промени задату вредност протока и може да снима и приказује било која алармна стања, као што су губитак притиска или висока температура (слика 2.1). Прикупљање података почиње на нивоу PLC-а и укључује очитавање величина и статуса. Затим се подаци који су потребни шаљу на SCADA систем, где се преводе и форматирају на такав начин да оператер у контролној соби уз помоћ интерфејса (дисплеја) може на основу њих, донети одговарајуће одлуке које могу бити потребне да би се подесиле или преписале норме PLC-ове контроле. Подаци се, такође, могу чувати у историјату, који је често подржан базом података, ради приказа трендова и других аналитичких радњи. [2]



Слика 2.1. Шематски приказ SCADA система у примеру управљања [2]

SCADA систем имплементира дистрибуирану базу података, која се често зове база тагова, која се састоји од елемената званих тачке или тагови. Таг представља једну улазну или излазну вредност која се прати или којом се управља од стране система. Тагови могу бити "hard" (тврди) или "soft" (меки). Тврди таг представља стварну вредност улазног или

излазног сигнала, док је меки таг резултат логичких и математичких операција примењених на тврди таг. Вредност тагова обично се чувају као комбинација вредност-време; вредност и временски тренутак када је та вредност снимљена или израчуната. Серија вредност-време комбинација је историјата тог тага. [2]

SCADA рачунар је индустријски (PC – personal computer) на коме се извршава софицирани SCADA HMI софтвер. HMI (Human-Machine Interface – спрега између човека и рачунара) је апарат који процесне податке представља оператеру и кроз који оператер контролише процес. Основни интерфејс оператера је скуп графичких екрана који приказују деривацијско стабло мноштва таквих екрана. [2]

HMI индустрија је у основи створена из потребе за стандардизацијом начина праћења и контролисања удаљених контролора са више позиција, PLC-ова и других контролних уређаја. Док PLC-ови омогућавају аутоматско, пре-програмско вођење процеса, они су обично раштркани по целој фабрици, чиме је ручно прикупљање података са њих отежано. SCADA систем прикупља информације са PLC-ова и других контролера преко неке врсте мреже, затим комбинује и форматира те информације. HMI може такође бити повезан са базом података да би обезбедио приказивање трендова, дијагностичких података и менаџерских информација. Три компоненте SCADA система су[2]:

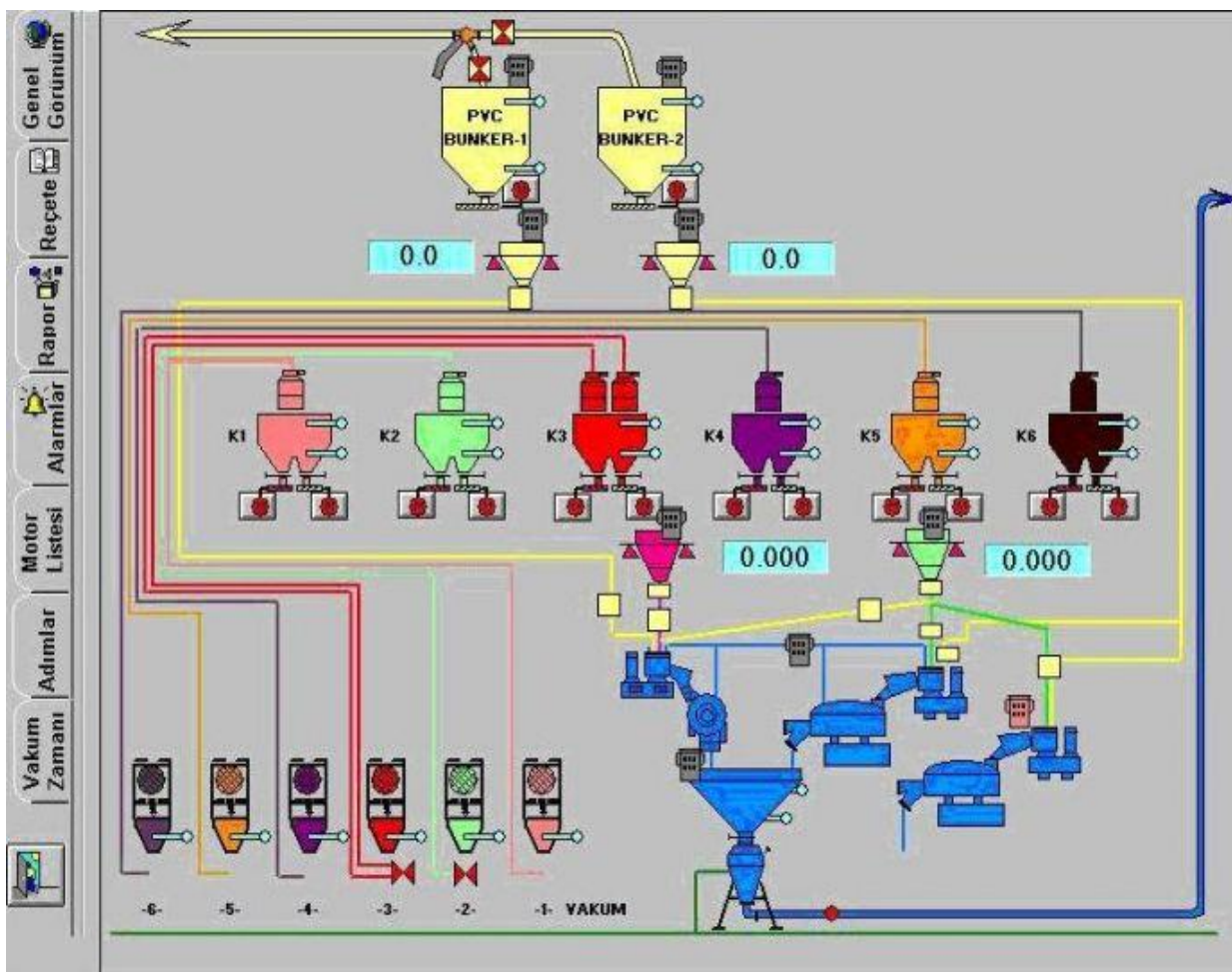
- вишеструке удаљене терминалне јединице PLC-ови
- главна станица (Master station) и HMI компјутер и
- комуникацијска инфраструктура.

Термин ‘главна станица’ се односи на сервере и на софтвере за комуникацију са опремом, а онда и на HMI софтвер који се извршава на једном или више рачунара контролној соби, или негде другде. У мањим SCADA системима, главна станица може бити само један PC рачунар, док у већим SCADA системима, главна станица се може састојати од више сервера и дистрибуираних софтверских апликација.

SCADA систем обично презентује информације оператеру у облику мимичких дијаграма, слика 2.2. То значи да оператер може да види шематско представљање фабрике коју контролише. [2]

На пример, слика пумпе која је повезана на цевима може оператеру показати да пумпа ради и колико течности пумпа кроз цев у том тренутку. Оператер тада може да искључи пумпу. HMI софтвер ће приказати смањивање брзине протока течности у цеви у реалном времену. Мимички дијаграми се могу састојати од линијске графике и шематских симбола који представљају процесне елементе, или се могу састојати од дигиталних фотографија процесне опреме прекривеним анимираним симболима. Време потребно да се стигне до удаљених станица, да се прикупе подаци или да се издају наредбе, да се преиспитају ручно унети подаци, испишу извештаји или изврше било које од функција које пружа SCADA систем, је у чињеници веома важно. Користи од уштеде времена су далеко веће од

скраћења људских радних сати – брзе реакције на аларме, благовремене акције и наредбе имају и високу новчану вредност. Примарна сврха SCADA система је да унапред дају упозорење на проблем који може настати. [2]



Слика 2.2. Пример SCADA система који се извршава на рачунару [2]

Пре него што су SCADA системи (са телеметријом) имплементирани, гомила удаљених станица је имала људство или су их инспекције често посећивале. Увођењем SCADA система потреба за људством је увелико смањена што чини основни економски покретач за имплементацију управо тих система у првом великом таласу свеобухватних система у седамдесетим и осамдесетим годинама [3].

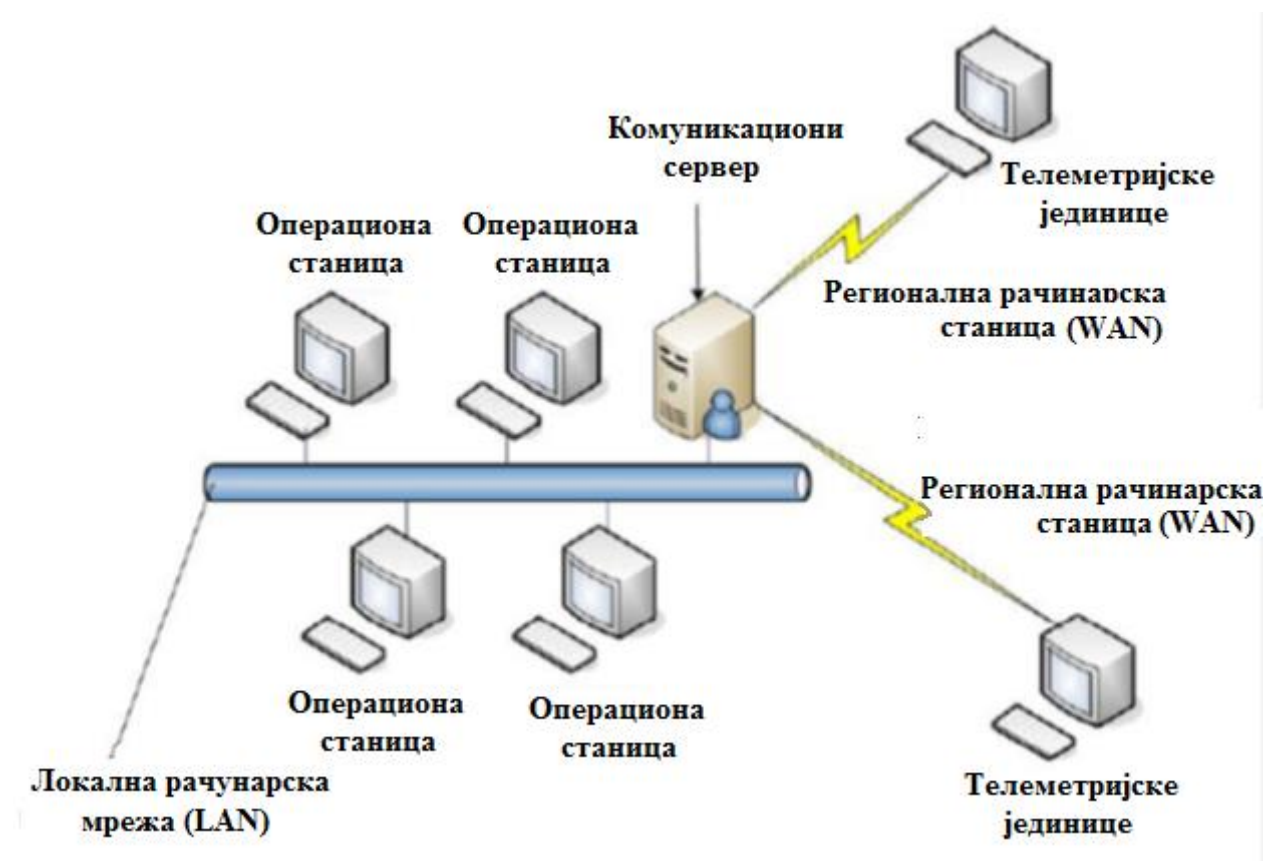
Једна од основних карактеристика SCADA система је централизација најприоритетнијих функција на надзорно управљачкој јединици. Програмска подршка у удаљеним станицама осигурава аквизицију података и локално управљање процесом до нивоа који се задаје са централне станице, али се иницирање свих контролних функција и крајња верификација њиховог извршења врши у централној станици. Постоје различити типови архитектуре SCADA система, а неки од њих су[4]:

- централизован систем.
- дистрибуирани систем.
- WASCAD систем.

Централизовани систем подразумева скуп опреме и мерних уређаја који су директно повезани са централним рачунаром, који прима и обрађује информације, ради надзор и управља процесом.

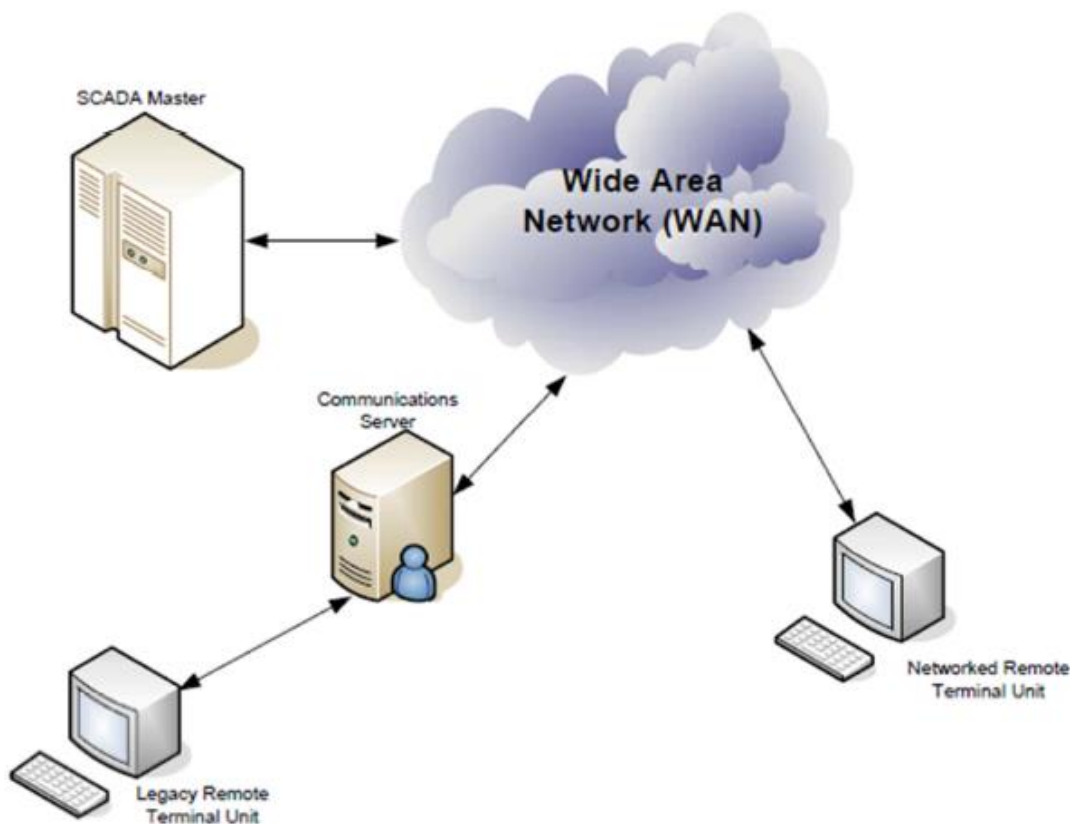
Дистрибуирани SCADA систем обухвата скуп удаљених станица које су повезане локалном радио мрежом са управљачким центром, одакле се реализује надзор и управљање процесима.

На слици 2.3. је приказан дистрибуирани SCADA систем, док је на слици 2.4. приказан WASCAD систем.



Слика 2.3. Дистрибуирани SCADA систем

WASCAD системи подразумевају географски дистрибуиране SCADA системе који функционишу по принципу сервер–клијент или сервер–сервер. Разменом података између два или више независних SCADA система, који контролишу различите сегменте истог технолошког процеса или привредног система, стиче се целовита слика о његовом стању.



Слика 2.4. WASCAD систем

WASCAD је оријентисан на управљање комплексним пословним системима код којих је акценат на хијерархијској структури и супервизији процеса, због сложености процеса и могућности грешака у комуникацији [4].

2.3. Елементи SCADA система

SCADA системи обухватају широк асортиман опреме и системе који омогућавају прикупљање и обраду података о процесима који се надгледају, као и уређаје за реаговање на адекватан начин, услед анализе прикупљених података. Управљање процесима може се извести од стране оператера, а може бити и аутоматско. SCADA систем припада класи сложених система, а може се поделити у следеће целине [3]:

- мерна опрема и извршни органи,
- удаљени У/И модули,
- удаљене станице,
- систем за комуникацију,
- Централна станица и
- пасивна мрежна опрема.

Мерна опрема и извршни органи обухватају скуп опреме која је инсталирана на одговарајућим уређајима на самом процесу, који SCADA систем надгледа.

Мерна опрема обухвата различите инсталиране сензоре који мере различите физичке величине (сила, интензитет светлости, температура, број обртаја, релативна влажност, дужина, брзина, ниво, сланост и друго) и претварају их у електричне сигнале, односно у облик који је читљив удаљеним станицама. Помоћу мерне опреме се добијају информације о функционисању процеса на основу којих се може надгледати и утицати на побољшање пословних перформанси. Извршни органи су уређаји који спроводе одговарајуће корекције и управљачке акције.

Удаљени У/И (улазно/излазни) модули су инсталирани на појединачним елементима опреме а представљају везу између периферних елемената и рачунарског система, која се остварује одговарајућим системом комуникација.

Удаљене станице су независни микропроцесорски уређаји који обезбеђују комуникацију између мерне опреме, централне станице и извршних органа. Подаци са мерне опреме се преносе ка централној станици а из централне станице се управљачке команде преносе ка извршним органима. Удаљена станица надзире и статус процесне опреме и сигнализира одговарајуће аларме и у питању су обично програмабилни логички контролери PLC, Programmable Logic controller, који поседују апликативни софтвер, микропроцесор и компоненте за контролу активирања неког уређаја.

PLC су специјализовани рачунари чији оперативни систем омогућава да се једноставно и у реалном времену обави аквизиција великог броја података, њихова основна обрада и пренос резултата обраде на извршне органе.

Систем за комуникацију обезбеђује пренос информација између диспечерског центра и удаљених станица. Комуникација између удаљених станица и централне станице, као и између самих централних станица, се одвија преко комуникационог медијума у зависности од могућности и захтева корисника. Локалне мреже се заснивају на различитим топологијама (point to point – звезде, отворене – магистрале и затворене – прстен). У циљу формирања снажног информатичког SCADA чвора, модерни SCADA системи комбинују различите комуникационе медијуме и топологије [3].

Централна станица представља централно место SCADA система и обично је опремљена РС рачунаром или неким снажним рачунарским системом на коме се реализује надзор и управљање процесом. Ти рачунари су подржани апликацијом типа MMI, Man Machine Interface, која омогућава интерактиван дијалог оператера са рачунаром за конкретан систем надзора и управљања.

Основу за доношење одлука и управљање на овом нивоу чине подаци који се прикупљају са удаљених станица и то периодично, иницирано одређеним догађајима или на захтев

оператера. Сви подаци се чувају у бази података одакле се ради њихова презентација и генерисање управљачких акција. На централној станици се дефинишу и преносе референтни сигнали, синхронизују функције појединих подсистема, задају се рецептуре, одређују реакције на поједине аларме, оптимизирају алгоритми и друго.

Пасивна мрежна опрема представља најједноставнију компоненту рачунарских мрежа. Атрибут "пасивна" потиче од циљне карактеристике компоненти ове категорије да над мрежним саобраћајем не изврше никакву измену. Пасивне компоненте мреже чине:

- утичнице,
- каблови,
- панели за преспајање и за завршавање каблова (patch panel),
- каблови за преспајање (patch cabel),
- рек ормани,
- каналице за вођење кабла.

За пренос сигнала између рачунара већина данашњих мрежа користи каблове који се понашају као мрежни преносни медијуми. Постоји много различитих типова каблова који могу да се примене у различитим ситуацијама. Њихов број је изузетно велики и обухвата више од 2000 различитих типова. Већина данашњих мрежа користи три основне врсте каблова [5]:

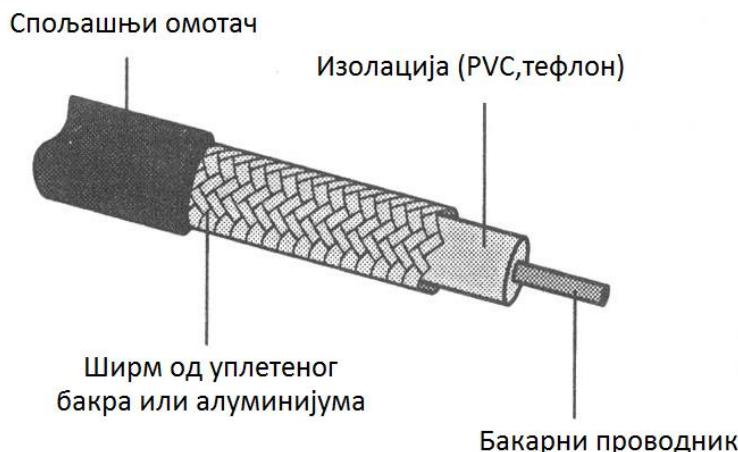
- коаксијалне каблове,
- каблове са упреденим парицама (twistedpair),
- оптичке каблове.

Кроз упоредне парице и коаксијални кабл преносе се електрични сигнали, док се кроз оптичка влакна преносе сигнали у виду светлосних импулса. За исправан рад мреже потребно је да се кабловски систем (каблови и прикључни елементи) формира од компоненти које задовољавају одређене техничке стандарде. Каблови који се користе у једној мрежи зависе од више параметара [6]:

- бинарни проток,
- поузданост кабла,
- максималну дужину између чворова,
- заштиту од електричних сметњи,
- подужно слабљење,
- толеранције у отежаним условима рада,
- цену и општу расположивост кабла,
- лако повезивање и одржавање.

Коаксијални каблови, слика 2.5., су у једном периоду били најраспрострањенији мрежни медијум за пренос података, и то из више разлога: релативно су јефтинији, лаки,

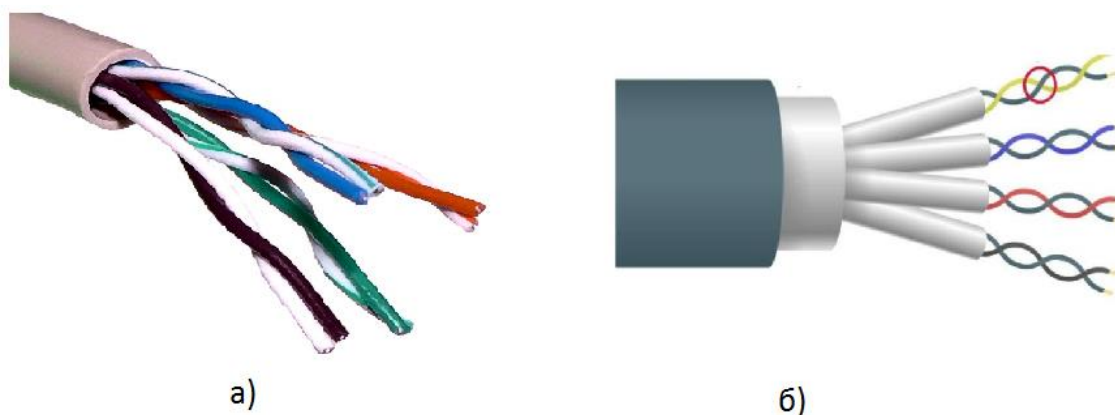
флексибилни и једноставни за рад. У свом најједноставнијем облику, коаксијални кабл се састоји од бакарне жице у средини, око које се налази најпре изолација, а затим слој од уплетеног метала (ширм) и на крају, спољашњи заштитни омотач. Сврха овог оклопа је да апсорбује електромагнетне сметње или шум, и тиме спречи њихово мешање са подацима који се преносе. Каблови који имају један слој изолације и један слој од уплетеног метала зову се и каблови са двоструком заштитом. Постоје, такође и каблови са четвороструком заштитом (два слоја изолације и два слоја ширма), који се примењују у срединама са јаким електромагнетним сметњама.



Слика 2.5. Слојеви коаксијалног кабла

Кабл са упредним парицама (twisted pair cable) се састоји од парова изолованх бакарних жица које су обмотане (упредене) једна око друге. Упредање се врши у циљу отклањања електромагнетних сметњи. Број увртаја по метру чини део спецификације типа кабла јер што је број увртаја по метру већи, већа је отпорност кабла на електромагнетне сметње. На слици 2.6., приказана су два типа каблова: кабл са неоклопљеним (Unshielded Twisted – Pair, UTP) и оклопљеним (Shielded Twisted-Pair, STP) парицама [6].

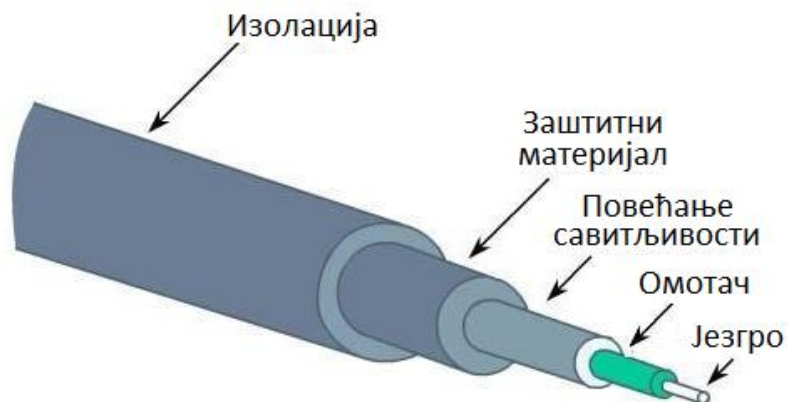
Групе парица се обично налазе у заштитном омотачу и заједно са њим чине кабл. Правила структурног каблирања, које се данас скоро искључиво користи за формирање рачунарских мрежа, прописују да се за повезивање рачунара морају користити четворопарични каблови. Упредањем се поништава електрични шум од суседних парица, или осталих извора, као што су мотори, релеји, трансформатори и енергетска инсталација.



Слика 2.6. Каблови са неоклопљеним (а) и оклопљеним парицама (б)

FTP кабл је направљен тако да су четири парице потпуно обавијене танком металном фолијом. Ова фолија своју заштитну функцију обавља тако што захваљујући високој импеданси рефлектује спољне, ометајуће, електромагнетне сигнале на учестаностима већим од 5 MHz и тако им онемогућава продор до самих парица. По односу цена/перформансе у пракси су се најбоље показали FTP каблови, тако да се они најчешће и користе. Бакарне жице каблова са уврнутим парицама се са хардверским мрежним интерфејсом рачунара (нпр. Мрежном Ethernet картицом) не повезују засебно и директно већ путем одговарајућих конектора. Најчешће коришћени тип конектора је RJ (Registered Jack) и он се, у више варијанти, користи код телефонских и рачунарских мрежа.

Оптички каблови, слика 2.7., - Код ове врсте каблова, оптичка влакна преносе дигиталне сигнале у облику модулисаних светлосних импулса. Каблови од оптичких влакана не подлежу електричним сметњама, имају најмање слабљење сигнала дуж кабла и подржавају изузетно велике брзине преноса података на великим удаљеностима. Користе се и у случајевима када LAN мрежа треба повеже више објеката, где се са бакарним кабловима могу очекивати проблеми са уземљењем и атмосферским пражњењима.



Слика 2.7. Оптички кабл

Оптичке везе осим велике брзине преноса обезбеђују и потребно галванско раздвајање инсталација. Често се постављају у објектима, у случајевима када се предвиђа велики мрежни саобраћај између спратних развода у односу на центар мреже.



Слика 2.8. Каблови за преспајање

Рек ормани су ормани у који служе за смештај пасивне и активне мрежне опреме као што су, каблови, прекидачи рутери, сервери итд.



Слика 2.9. Рек орман

Каналице служе за трасирање каблова, у зависности од конфигурације објекта и на који начин се жели вођење каблова.

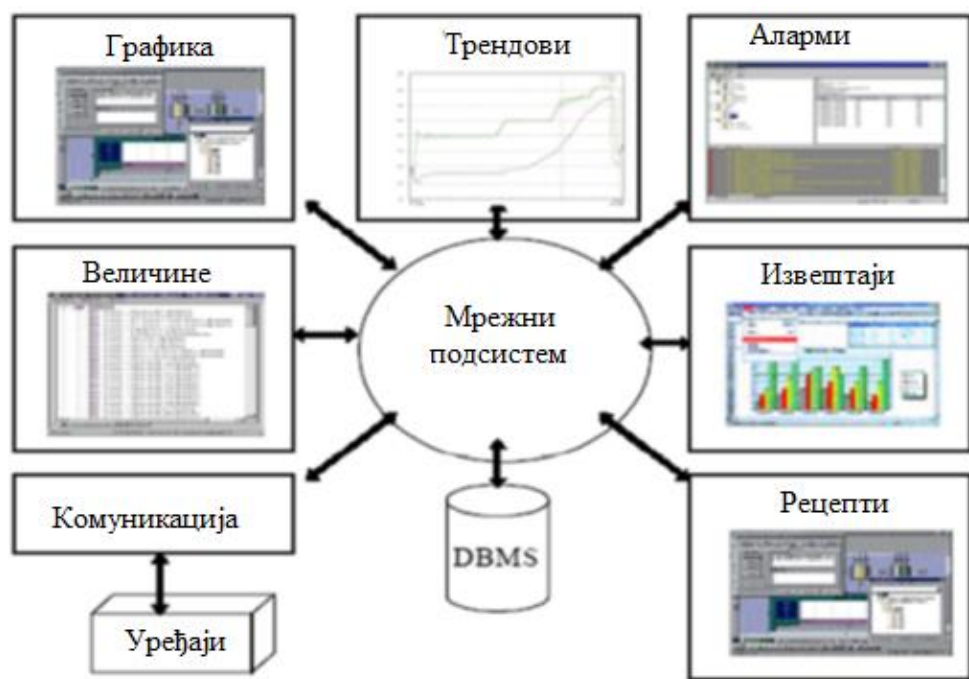


Слика 2.10. Врсте каналица

Постоји више врста каналица, као што видимо на слици 2.10.

2.4. Групације SCADA система

При реализацији надзорно-управљачких система применом SCADA софтвера постоје постројења са пратећом мерном опремом и извршним органима, што представља шему система.



Слика 2.11. SCADA групе система

SCADA софтвери развијају различити произвођачи из анализе доступних система могу се уочити сличности у њиховој архитектури. Такође се могу навести SCADA групе система приказане на слици 2.11., као што су:

- подсистем за дефинисање величина у коме се дефинишу величине и њихове особине као што су горња и доња граница вредности величине, време читавања, итд. Улазне величине представљају вредности измерених физичких величина из процеса, а излазне величине вредности које се шаљу ка управљачким уређајима. Често се могу дефинисати и меморијске величине (које служе за прорачуне) и системске величине које су специфичне за употребу програма.
- подсистем за аларме који служи за дефинисање и приказ алармних стања у систему. Алармна стања могу представљати недозвољену или критичну вредност величине као и недозвољену акцију или команду оператера. Сваки аларм има своје особине као што су ниво озбиљности аларма, место настанка, категорија, порука која се везује за аларм и слично. Подсистем за аларме омогућује промену стања аларма путем операције потврде и брисања.
- подсистем за приказ трендова у коме се приказују последње промене вредности величина (трендови у реалном времену) и историјат промене вредности величина у току дужег временског периода (хистограми). Добро осмишљени подсистеми за приказ трендова омогућују и упоредни приказ више величина као и архивирање дијаграма.
- у подсистему за извештаје се формирају извештаји о променама вредности величина, алармима, акцијама оператера и осталим аспектима рада постројења.
- графички подсистем приказује стање постројења у облику који је најпрегледнији за човека (оператера) како би он могао правовремено одреаговати на промену стања система. Основна идеја је да се летимичним погледом на екран уоче неправилности у раду постројења, да би се брзо реаговало и спречило нежељено понашање. Вредности величина се најчешће приказују у облику бројева или “динамичких слика”, чиме се олакшава уочавање промена на слици. Поред приказа стања система графички подсистем треба да омогући извршавање неке акције од стране оператера. На пример кликом миша на неки објекат може се покренути извршавање неког раније дефинисаног макроа или скрипте. У већини доступних система омогућено је писање макроа у VBA (програмски језик за апликације, енгл. VBA -Visual Basic for Application) програмском језику који се одликује једноставном синтаксом.
- комуникациони подсистем омогућује повезивање SCADA система са физичким уређајима који врше непосредан надзор и управљање (PLC). Најчешће се ово повезивање врши преко драјвера који су развијени од стране произвођача мерне и управљачке опреме. У SCADA софтверским системима независних произвођача постоји велика палета драјвера за опрему различитих произвођача, док је код

произвођача SCADA софтвера и управљачке опреме акценат ставља на драјвере за сопствене уређаје.

- подсистем за приступ базама података омогућује трајно чување и преглед података у релационим базама података. Ранија решења су бележила податке у датотеке у нестандартном облику. Новија решења користе неки од стандардних начина архивирања података који омогућују кориснику лак приступ подацима као и приступ подацима из других софтверских система. На Микрософт виндовс оперативним системима често се користи ODBC (Open Database Connectivity) и нешто савременија ADO (ActiveX Data Object) технологија. Употреба ових технологија омогућује лакшу претрагу података као и формирање извештаја помоћу SQL (Structured Query Language) језика.
- подсистем за рецептуре омогућује задавање више вредности величина као жељене промене вредности величина у времену.
- мрежни подсистем омогућује повезивање осталих подсистема SCADA програма. Брзина рада целог система у многоме зависи од програмског решења овог система. Обично се решења ослањају на оперативни систем и користе познате протоколе (транспортног нивоа). Једна група решења користи DDE (Dynamic Data Exchange) технологију која је једноставна за коришћење а показује добре перформансе у системима у којима се преноси мала количина података. У сложенијим системима често је користе системи дистрибуираних објеката који се занимају на DCOM (Distributed Component Object Model - распоред компоненти на објекту модела) и CORBA (Common Object Request Broker Architecture) технологијама.

SCADA софтвер се пројектује тако да омогући једноставно означавање сваког елемената система, као и једноставно пројектовање интерфејса и диспечерских станица, којим командује оператер. При томе се мора означити начин комуникације, тачке у мрежи, време скенирања појединих станица или појединих сигнала у станици, као и скуп (база) података који се прати и обрађују.

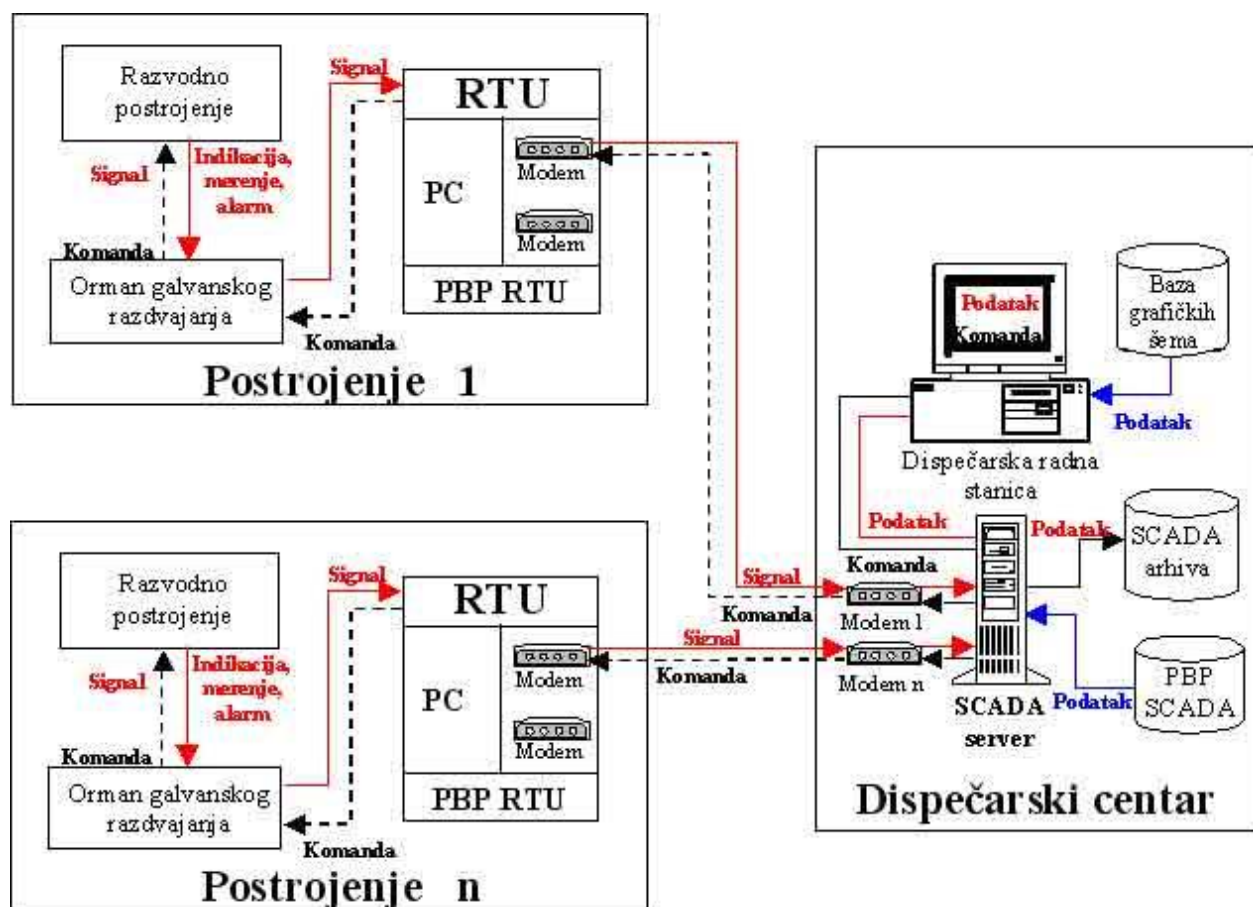
2.5. Комуникација SCADA система

Унутрашња комуникација - Клијент-сервер и сервер-сервер комуникација са eventdriven (управљање догађајем) базира, и користи TCP / IP протокол за комуникацију. Клијент опише параметар који има поједини сервер, и само промене тог параметра се враћају клијенту.

Приступ уређајима - Сервери периодични читају податак са контролера. Брзина читања може бити различита за различите параметре. Контролер даје захтевни параметар серверу. Контролер и комуникациони протокол користе асинхрони пренос који ће се тада произвести и подржати. Производи омогућавају комуникационе driver-е за већину PLC-ова и широко распрострањене сабирнице. Дата сервер може подржавати више комуникацијских протокола, онолико колико има слободних места за комуникационе

картице. За развој нових драјвера потребно је 2-6 недеље у зависности од комплексности и сличности са постојећим драјверима, и за то се користи driver development toolkit (управљачки програм развојни алата).

На слици 2.12., је приказан пример комуникације SCADA система.



Слика 2.12. Комуникација SCADA система [4]

За SCADA систем потребна нам је комуникација која се обавља између централног рачунара и удаљених мерних јединица, а заснована је на „master-slave“ режиму рада. Ово су типични полинг системи код којих централни рачунар прозива мерне и црпне јединице, успоставља везу и по одређеном протоколу врши аквизицију потребних података. С друге стране, за комуникацију нам је била потребна технологија која се се базира на „клијент – сервер“ концепту, где клијенти иницијализују повезивање са сервером. GPRS су технологије које у потпуности задовољавају тај захтев, те омогућавају несметану и веома ефикасну комуникацију.

GPRS је скраћеница за General Packet Radio Service. То је стандард за бежичну комуникацију, који омогућава слање и примање информације покретном мрежом користећи велике брзине. Стандардизован је у Европском институту за

телекомуникационе стандарде ETSI (European Telecommunications Standards Institute) 2000 године. Једнако је ефикасан за мале снопове података (e-mail, web-browsing), као и за огромне количине података. Спада у тзв. 2.5G генерацију, која означава важан искорак из друге у трећу генерацију мобилних уређаја [5].

GPRS је уствари додатак, који омогућава комутацијом пакета (packet switching) у GSM (Global Sistem for Mobile Communications) системима, базираним на временском мултиплексу - TDMA - и (Time Division Multiple Access). GPRS резервише радио ресурсе само онда када пошилаоц има податке за послати, иначе фреквенције остају слободне за коришћење од стране других корисника .

GPRS доноси побољшању квалитета услуга слања података, с аспекта поузданости, брзине и подршке. Нове апликације развијене на основу GPRS - а прошириле су мрежу у корисника мобилних уређаја, а пружатељима услуга омогућиле повећање разноврсности садржаја које нуде. Међутим те нове услуге повећавају захтеве на капацитет радио ресурса. Један од начина како ублажити те захтеве јест коришћење истих радио ресурса за све мобилне станице. GPRS кориснику омогућује знатно већу брзину и непосредност при преносу података, као и много нових апликација које су пре појаве GPRS - а биле незамисливе у бежичној комуникацији .

GPRS унапређује постојене везе, омогућује да информација буде послата или примљена истог тренутка (непосредно) им се укаже потреба. Није потребна диал/уп модемска веза. Због тога се GPRS корисници декларишу као стално спојени. Непосредност је предност GPRS-а у односу на услуге које користе комуникацију канала. Високи степен непосредности врло је важан за карактеристику апликација са критичним временом, као даљинска ауторизација кредитне картице, код које је потпуно неприхватљиво пустити корисника да чека ниједну додатну секунду.

2.6. Софтверска подршка SCADA система

Најјучљивија компонента софтвера јесте оператерски интерфејс, међутим на свим нивоима SCADA систем налази неки софтвер у одређеном облику. У зависности од величине и природе SCADA система, софтвер може бити значајна финансијска ставка када је у питању развој, одржавање и проширење SCADA система. Када је софтвер добро дефинисан, дизајниран, написан, проверен и тестиран сигурно ће се направити ефикасан SCADA систем. Ако се у било којој од наведених фаза, развоја SCADA апликације, направи пропуст то ће резултирати неуспехом целокупног SCADA пројекта. Многи SCADA системи упошљавају специјализовани комерцијални софтвер уз помоћ којих се врши развој SCADA апликације. Тај специјализовани софтвер је често конфигурисан за одређене хардверске платформе, и не може се комбиновати или повезати са софтвером или хардвером других произвођача. Данас је на располагању и широк спектар стандардног

комерцијалног софтвера, од којих неки могу да испуњавају захтеве потребне за реализацију SCADA система (апликације).

Овај софтвер је флексибилнији и може се комбиновати са различитим врстама хардвера и софтвера. Генерално, специјализован софтвер се фокусира на процесе и управљачку функционалност, док стандардни софтвер ставља акценат на компатибилност са различитим хардверским платформама и пратећом опремом. Због тога је важно предузети адекватно планирање да би се одабрао софтверски систем који одговара неком новом SCADA систему. Такви софтверски производи се користе у оквиру следећих компоненти SCADA система:

- Оперативни систем централног компјутера: софтвер који се користи за управљање хардвером централног компјутера. Софтвер може да се базира на UNIX, Windows или другим популарним оперативним системима.
- Оперативни систем оператерског терминала: софтвер који је обично исти као оперативни систем централног компјутера. Овај софтвер заједно са софтвером централног компјутера обично доприноси умрежавању централног компјутера и оператерских терминала [4].

Апликација централног компјутера: софтвер који управља разменом података између PLC-ова и централног компјутера. Софтвер такође омогућава графички кориснички интерфејс (GUI - Graphical User Interface) – графички кориснички интерфејс који нуди мимик екране појединачних делова процеса (или целог процеса), екране аларма, графике који представљају промену аналогних параметара процеса (trends) и екране управљачких функција.

Апликације оператерских терминала: апликације које омогућавају корисницима приступ информацијама које апликација централног компјутера има на располагању. То је обично подкуп софтвера који се користи у централним компјутерима.

Управљачки програми за комуникационе протоколе: софтвер који се обично налази на централном компјутеру и PLC-овима, и потребан је да би управљао превођењем и интерпретацијом података између крајева комуникационих линкова у систему.

Софтвер за управљање комуникационом мрежом: софтвер који омогућава самим комуникационим мрежама функције мониторинга ради превенције од евентуалних грешака у комуникацији.

Софтвер аутоматизације на PLC-овима: софтвер који омогућава инжењерима да конфигуришу и одржавају апликације које се налазе на PLC-овима. Ово најчешће укључује апликације које се односе на локалну аутоматизацију и све задатке за обраду података који се изводе на PLC-овима.

За постојање једног SCADA система апсолутно је небитно која опрема је употребљена нити на који начин су реализоване поједине софтверске функције. Ипак, чињеница је да се овде ради о изузетно сложеним системима у којима се обавља мноштво разнородних функција, што значи да њихово пројектовање може да буде веома компликовано. Са друге стране, очигледно је да је читав низ функција система везаних за прикупљање, пренос и приказивање података, заправо типизиран и да не зависи битно од саме апликације.

При развијању надзорно-управљачког система применом SCADA софтвера предпоставља се да постоји постројење са пратећом мерном опремом и извршним органима, да је дата технолошка шема и опис постројења, као и електро пројекат на нивоу постројења.

Истовремено се предпоставља да је развијен пројекат дистрибуираног система који обухвата удаљене станице, опрему за пренос података и телеметријску мрежу. У складу са тим од SCADA софтвера се очекује да омогући једноставно специфицирање свих елемената система, као и једноставно пројектовање оператерског интерфејса у надзорно-управљачким центрима. Само дефинисање SCADA апликације подразумева спецификацију начина комуникације (тип мреже, комуникациони драјвери и сл.), чворова у мрежи, време скенирања појединих станица или појединих сигнала у станицама, као и скуп (базу) података који се прате и обрађују. Основу сваке SCADA апликације чини база података. Ови подаци се користе на различите начине, као што су:

- извештаји, један део података се памти и на основу њих се формирају различите врсте извештаја. Од софтвера се очекује да омогући једноставну спецификацију временских параметара за прикупљање података
- аларми, скуп података чије се вредности пореде са заданим границама. Свако прекорачење граница означава се као аларм, који сигнализира оператеру да се у процесу нешто не одвија како је замишљено. SCADA софтвер треба да омогући дефиницију аларма, дефинисање нивоа озбиљности, смера промене који изазива аларм, спецификације поруке која се везује за аларм итд.
- догађаји, математичка или логичка операција над подацима чија истинитосна вредност указује на настанак догађаја. Као резултат детекције догађаја систем извршава одговарајућу команду. Софтвером се одређује репертоар дозвољених операција и команди.
- графици, представљају посебан и вероватно са корисничке тачке гледишта, најзначајнији део система. Графички дисплеј омогућава кориснику да надгледа рад система, да прати графиконе промена појединих величина, да региструје аларме и да задаје команде.

Са пројектантске тачке гледишта SCADA софтвер треба да омогући што једноставније креирање графичких објеката, коришћење библиотеке готових објеката и контролу објеката у смислу промене боје, облика, положаја итд., а у зависности од стања у процесу.

Изузетно је погодно ако је софтвер пројектован тако да омогући директну размену података (DDE – Dynamic Data Exchange) између SCADA апликације и других стандардних апликација типа Excell, Access и сл. На овај начин се проширују могућности SCADA-е, тако што се за приказ и обраду података користи она врста програма која је професионално развијена и најбоље одговара жељеној врсти примене. Несумњиво је да се пред SCADA софтвер поставља веома много захтева. Различите комерцијално расположиве SCADA-е решавају сваки од назначених проблема са мање или више успеха, пружају мању или већу флексибилност и поузданост, и у одређеним сегментима су лакше или теже за коришћење.

Поред тога, иако већина SCADA софтвера може, бар номинално, да подржава елементе система који потичу од различитих произвођача, извесно је да квалитет апликације зависи и од уграђене опреме. Отуда је изузетно тешко да се изврши упоредна анализа SCADA софтвера. Чини се да је, бар у овом тренутку, избор софтвера препуштен укусу пројектанта, односно оном аспекту за који се њему, из неких разлога, чини да је најзначајнији при пројектовању апликације.

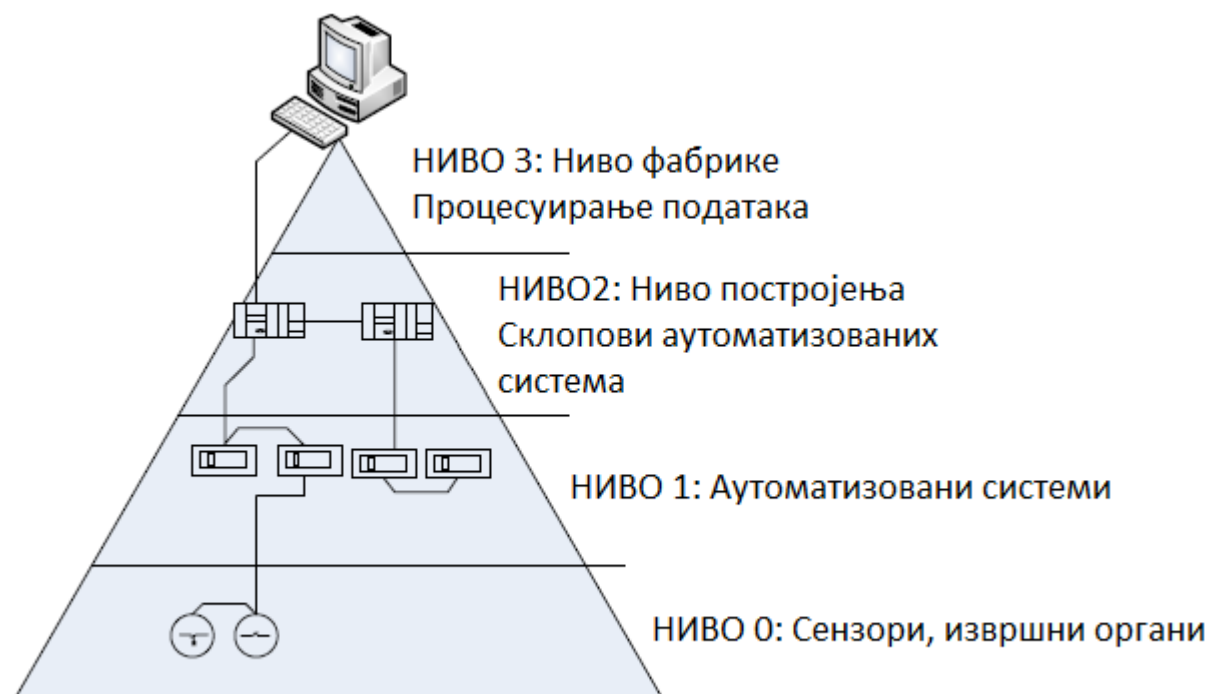
3. Имплементација SCADA система у индустрији

Сама имплементација SCADA система се веома брзо покаже као веома ефикасан и знатно напредан систем који унапређује целокупну производњу. Посебне одлике је приказао на пољу остваривања економичније производње и сагледавања могућности тренутног стања система ради што ефективније и рентабилније производње. Имплементација система доноси веома велико олакшање у раду самих оператера руковоаца у смислу преузимања функција мониторинга (надгледања) над великим бројем информација које стижу из погона производње. Код система приказ свих дешавања је дат на веома приступачан начин и тиме омогућен брз, квалитетан и ефикасан начин управљања.

Савремена индустријска производња захтева брзо прилагођавање трендовима тржишта и променама насталим у технологији производње. То подразумева брзу промену производног програма, смањено време за пројектовање, извођење и одржавање погона, олакшану дијагностику, смањење застоја или надоградњу постојећих система без компликованих измена концепције. Дизајн система за аутоматизацију производње у тим условима има велики значај. Данас је немогуће замислити индустријски процес без примне рачунара и технологија везаних за њих. Програмабилни логички контролери (PLC) представљају основу аутоматизације било којег индустријског постројења. Коришћење тзв. НМІ (Human Machine Interface) уређаја омогућен је надзор над управљањем и извођење неопходних управљачких акција.

Најсавременији индустријски системи аутоматизације су у великој мери дистрибуиране архитектуре, где су бројни дигитални модули међусобно повезани комуникационим мрежама, у циљу сакупљања података и управљања нижим хијерархијским слојевима. Дистрибуирани системи аутоматизације се све више користе у производној и процесној индустрији. Свака конфигурација тог типа носи низ предности, пре свега у флексибилности при пројектовању и каснијој доградњи, затим у поузданости, уштеди каблова и пратеће опреме, лакшој локализацији кварова и сл.

Једна универзална мрежа не може да задовољи све постављене потребе у процесној индустрији. Због тога је развијено већи број комуникационих система прилагођених за одговарајући скуп задатака. На основу намене система, односно количине и типа података који се размењују, брзине преноса односно реакције система могуће је извршити класификацију комуникационих система у савременој аутоматизацији. Графички приказ класификације дат је на слици 3.1.



Слика 3.1. Графички приказ нивоа комуникације у процесима [7]

Као што се види са слике разликујемо четири нивоа у савременим индустријским постројењима а то су:

- ниво сензора, извршних органа,
- ниво уређаја,
- ниво постројења,
- ниво фабрике .

НИВО 0 – На овом нивоу је комуникација која повезује сензоре и извршне органе замењујући класично ожичавање улаза и излаза као и што се види са слике, овде се ради о релативно малим удаљеностима сведеним на ниво погона, при чему је врло битно да су времена одзива врло мала значи испод једне милисекунде. Размењују се релативно мале количине података пошто сензори у погону шаљу тренутне вредности величина које мере, а то је обично једна аналогна или дигитална величина мада у општем случају може да их буде више.

НИВО 1 - На овом нивоу се налазе аутоматизовани делови погона који могу да буду у облику дистрибуираних станица или независне аутоматизације појединачних машина које учествују у целокупном систему. Наравно овде се размењују веће количине података, времена одзива могу да буду већа пошто се део операција обавља дистрибуирано у локалним станицама у оквиру мреже, дужина између елемената у систему су много веће.

НИВО 2 - Ниво постројења као и што сам назив каже се односи на целокупно постројење, количина података расте пошто се размењује већи број података између постројења, исто тако постројења могу да буду просторно дистанцирана у оквиру фабричког круга па су потребе веће дужине медијума за повезивање између њих, времена оцива могу бити много већа, пошто се ради о целокупном погону, промене се не дешавају великом брзо као на нижим нивоима, неколико стотина милисекунди задовољава потребе ове комуникације.

НИВО 3 - Највиши ниво у целокупној хијерархији комуникација у оквиру система аутоматског управљања процесном индустријом представља ниво фабрике. У оквиру овог нивоа се размењују подаци на нивоу свих постројења једне фабрике или чак групације фабрика. Овде просторна ограничења престају да важе пошто фабрике односно њихова постројења могу да буду лоциране на различитим позицијама на земаљској кугли. Овде се као медијум преноса података појављују савремене технологије интернет, мобилна телефонија, сателитске комуникације. Овај ниво обухвата локалне рачунаре на којима се налазе SCADA софтвер, као и удаљене станице, исто тако врло често се врши интеграција у оквиру бизнис софтверских пакета при чему је омогућено економско праћење комплетне производње од куповине сировине до продаје купцу готовог производа.

3.1. Услови имплементације SCADA система

Како би се систем SCADA могао имплементирати и пројектовати у одређеној грани индустрије, потребно је испунити одређене критеријуме:

- доступност – мери се с обзиром на доступност функција које систем подржава, и зависи од поузданости целог склопа и програмске подршке; важно је обезбедити сигурност приступа мрежним уређајима;
- одржавање – на располагању увек мора бити превентивно одржавање, откривање и отклањање грешака, могућност примене прилагодљивих делова (Asset Optimization), надоградња, тестирање и побољшање без утицаја на перформансе система;
- перформансе – за сваку функцију SCADA система морају бити дефинисана времена одзива, која морају деловати у складу са начином рада система и његовим управљањем;
- проширивост – одређена је са могућношћу додавања нових радних тачака, функција, и опреме у систем, као и са количином времена потребном за то додавање; неки примери ограничења проширивости: расположиви физички простор, капацитет извора напајања, дисипација топлоте, број процесора и његова процесна моћ, капацитети меморија свих врста, ограничења на процедуре, адресе или ознаке, дужине сабирничких линија.

При пројектовању система главне функције на које се треба обратити пажња су:

- прикупљање (аквизиција) података и приказ (display) – чување бинарних и аналогних података у процесну базу,
- аларм и догађаји – снимање важних промена и операторских акција,
- база историјских података – чување вредности процесних вредности,
- обрада измерених података – рачунање изведених вредности (нпр. надзор лимита)
- евидентирање и извештавање,
- Human Machine Interface (HMI) – графички приказ стања објекта, листе, извештаји,
- руковање операторским командама (наредбама) – бинарне команде, упутства, скрипте.

Интеграција између машине и човека као оператора (HMI), може се поделити у две групе:

- HMI за постројење (HMI-P) садржи:
 - приказ стања постројења – сигнализација, инструменти, екран, приказ трендова и аларма, приказ порука одржавања,
 - протокол стања постројења – снимање процесних вредности и догађаја са временском овером,
 - дијалог са оператором – упис текста, провера и потврда,
 - директне команде – притисак дугмета, додир екрана или тастатуре,
 - снимање свих манипулација – снимање свих команди, а посебно критичних операција,
 - означавање објекта – закључавање објекта и команди,
 - администрација – исправан приступ, сигурносни нивои,
 - онлајн помоћ – конструкција цртежа, приступ интернету.
- HMI за инжињеринг (HMI-E) садржи:
 - конфигурација постројења – повезивање нових уређаја, програм, достављање и поправка уређаја, додељивање имена и адреса уређајима,
 - изглед (облик) екрана и тастатуре – елементи слике, сликовне вредности
 - дефинисање командних секвенци – командни језик,
 - дефинисање протокола – шта је догађај и како га треба регистровати,
 - параметризација front-end уређаја – референтне вредности, лимити, коефицијенти,
 - дијагностичка помоћ – записивање ситуација квара, локализација квара.

Главне функције операторског система, које се стављају на располагање применом SCADA система су графика процеса, руковођење догађајем/алармом, кретања (трендови), историја процеса, интеграција контролера, упутства.

3.2. Софтверски пакет у имплементацији SCADA система - WinCC

Један од система и софтвера који се користе у данашњој индустрији је WinCC од произвођача SIEMENS. SIEMENS је направио софтвер који служи за надзор и управљање одређеним процесом, којих у индустрији, нпр. аутомобилској има пуно. Овакав програм је објединио све функције које се траже од једног SCADA система, као што су надзор, сигнализација аларма, исцртавање шеме по којој ће се вршити надзор и корекција процеса.

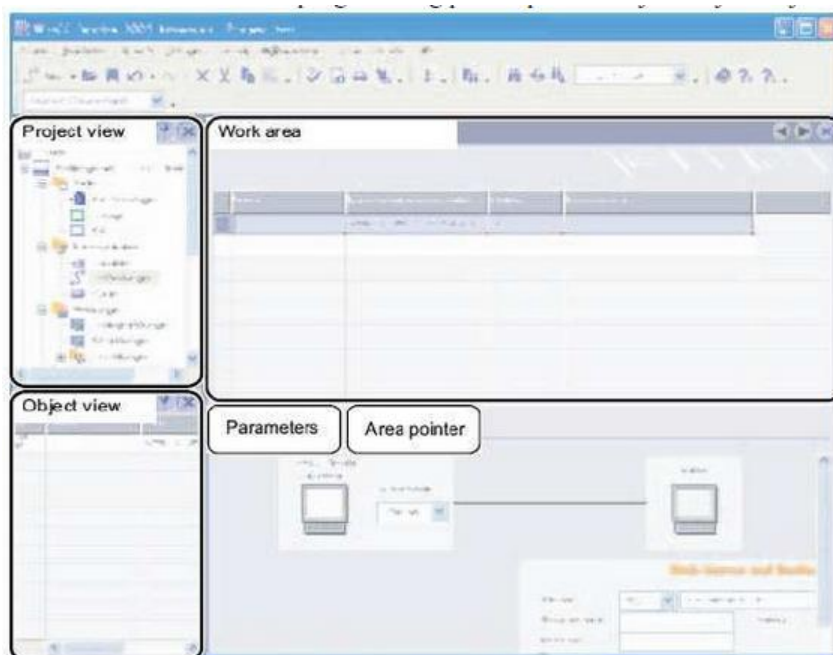
WinCC представља основни елемент у систему који је одговоран за контролу комуникације између HMI-а и PLC-а помоћу тагова и локалних показивача. Под комуникацијом се подразумева размена података измену два чвора спојена преносним уређајем. Комуникациони чворови могу међусобно бити повезани директно каблом или пак путем мреже. Комуникациони чвор може бити сваки учесник у мрежи који је у стању са другим учесницима да комуницира и преноси податке. У WinCC flexible окружењу, следећи учесници могу бити комуникациони партнери:

- централни модули и/или комуникациони модули у систему управљања,
- HMI уређаји и/или комуникациони процесори у PC-у.

Подаци који се размењују између комуникационих чворова могу служити различитим сврхама:

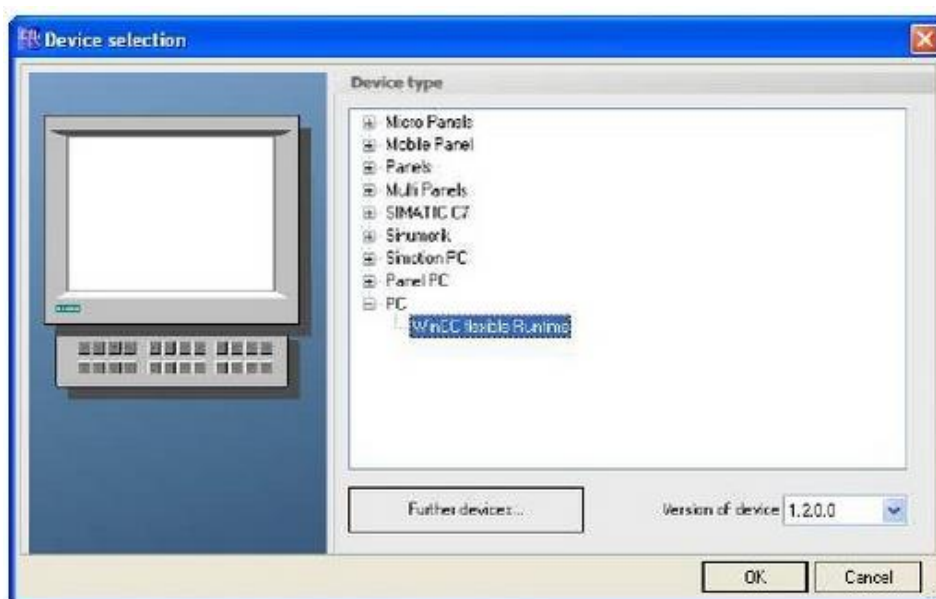
- контрола процеса,
- аквизиција података процеса,
- дојава стања у процесу,
- архивирање процесних података.

У WinCC flexible постоје екстерни и интерни тагови. Екстерни тагови се користе за комуникацију и представљају слику дефинисаних меморијских локација на PLC-у. И HMI и PLC, могу читати и писати на одређене меморијске локације. Тагови које креирамо показују на дефинисане PLC адресе. HMI чита вредност са дефинисане адресе а потом га приказује. Оператор може да уноси вредности у HMI уређај, које ће потом бити исписане на одговарајућу PLC адресу.

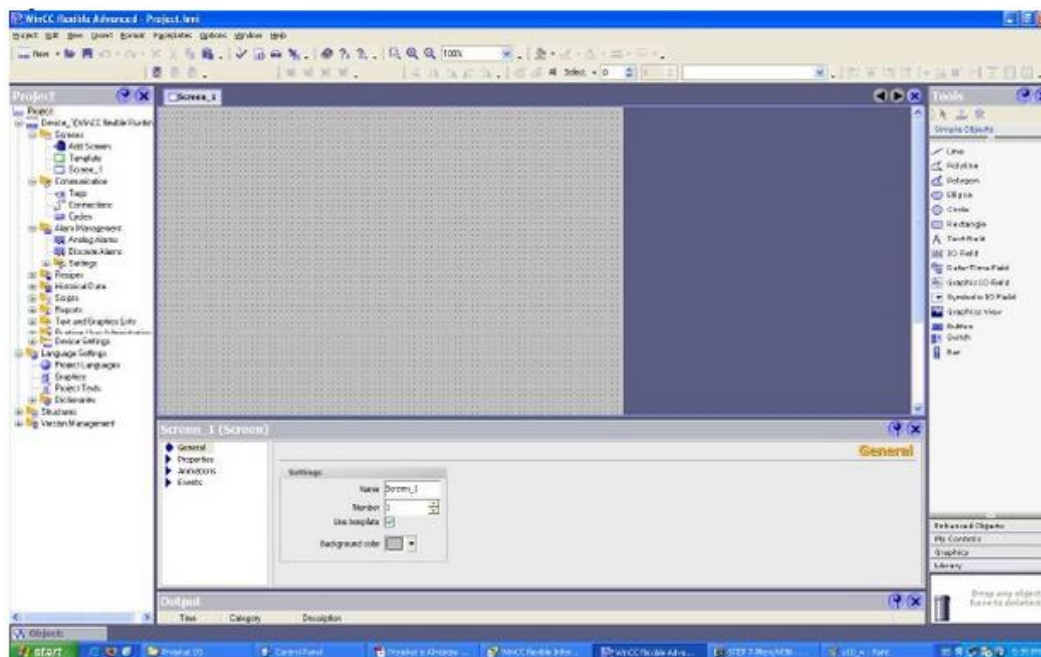


Слика 3.2. Радно окружење у SIEMENS WinCC-у

Из радног окружења, слика 3.2., после одабира оператерски панел који се користи. Прелази се у корак где врши пројектовање самог система, као што су одабир одређеног PLC-а у систему, на основу којег се врши дефинисање команди које треба да се изврше на основу којих ће нпр. радити одређени електро мотор, којом ће се брзином окретати, итд. А уједно се може и вршити читавање параметара који су битни за сам мотор.



Слика 3.3. Одабир оператерског уређаја



Слика 3.4. Изглед новог прозора

По отварању прозора за нови пројекат ,слика 3.4., врши се конфигурисање и шемирање процеса који се желе надгледати, контролисати и управљати. На левој страни главног прозора се налази стабло пројекта у којем се налазе сви елементи коришћени у пројекту и има се на располагању могућност да се одаберу као и да додају нове. На средњем делу главног прозора је почетни прозор, на који се постављају елементи. Испод почетног прозора налази се прозор за подешавање функција и особина елемента. Постоји низ елемената које се могу додати на почетни прозор те тиме олакшати кориснику коришћење и разумевање. Постоји још и низ различитих индикатора, прекидача и дугмади које је могуће додати на пројекат.

Пошто се софтвер WinCC користи у следећем поглављу, ту ће бити детаљније објашњење одређене функције, SCADA софтвер SIMATIC WinCC flexible 2005 – Advanced, је приказан у поглављу четири.

4. Примена SCADA система у FIAT аутомобили Србија (FAS)

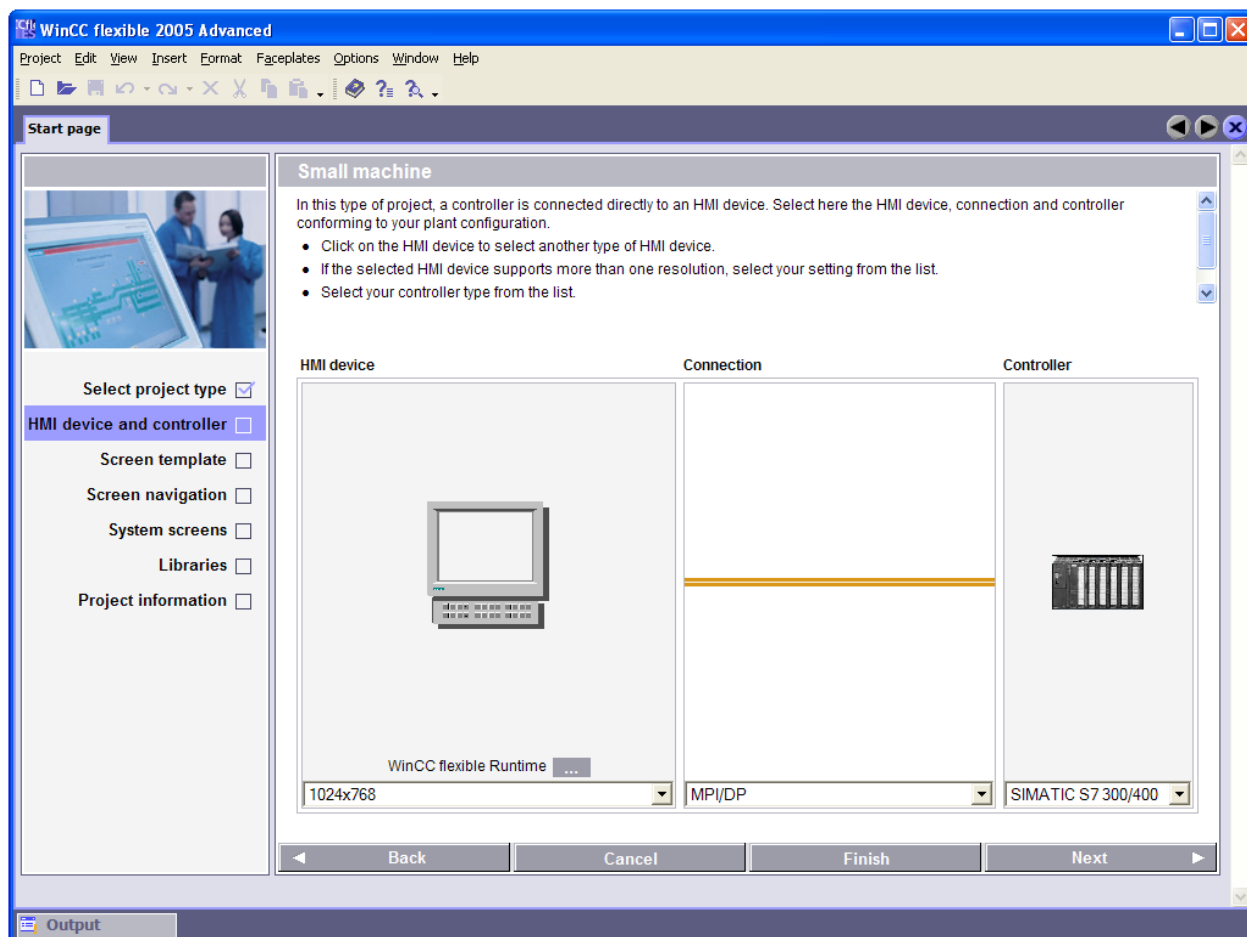
У процесу производње у фабрици Каросерија FIAT Србија, SCADA систем употребљен је, у зависности од сложености процеса, и као систем за праћење процеса и као систем контроле и управљања појединим параметрима у процесу производње.

4.1. SCADA софтвер SIMATIC WinCC flexible 2005 - Advanced

У компанији FIAT Србија поред коришћења развојног окружења програма SIMATIC WinCC Explorer користи се у SIMATIC WinCC flexible 2005 Advanced представља моћан HMI софтвер који служи за делимичну контролу, надзор и прикупљање података у аутоматизованом систему коришћењем PC-а. Поред тога омогућава дефинисање и приказ алармних стања у систему, приказ трендова, односно приказ промена величина система у времену, формирање извештаја о алармима, трендовима и акцијама оператера, као и њихово архивирање односно трајно чување.

Процес је представљен графички на екрану, преко скупа графичких елемената којима су придружени процесни тагови (process tags). Процесни или екстерни тагови омогућавају комуникацију између компоненти аутоматизационог процеса, нпр. HMI уређаја и PLC-а, односно омогућавају комуникацију између оператера и процеса. Екстерни таг је слика одређене меморијске локације у PLC-у. Оператеру је омогућено да читава и подешава вредности процесних величина, са стране HMI уређаја (PC-а), коришћењем процесних тагова преко меморијских локација PLC-а. Постоје и интерни тагови (internal tags) који су смештени у меморији HMI уређаја и који служе за извршење интерних (локалних) прорачуна. Ови тагови немају конекцију ка PLC-у [7].

По стартовању програма и избором опције Create a new project with the Project Wizard отварамо нови пројекат. Избором опције Small machine остварујемо директну везу између HMI уређаја и PLC-а. Након ове опције отвара се прозор приказан на слици 4.1., у коме подешавамо тип комуникације између HMI уређаја и контролера, као и тип коришћеног контролера.



Слика 4.1. Избор комуникације и типа контролера [7]

Радни прозор се састоји из неколико главних оквира:

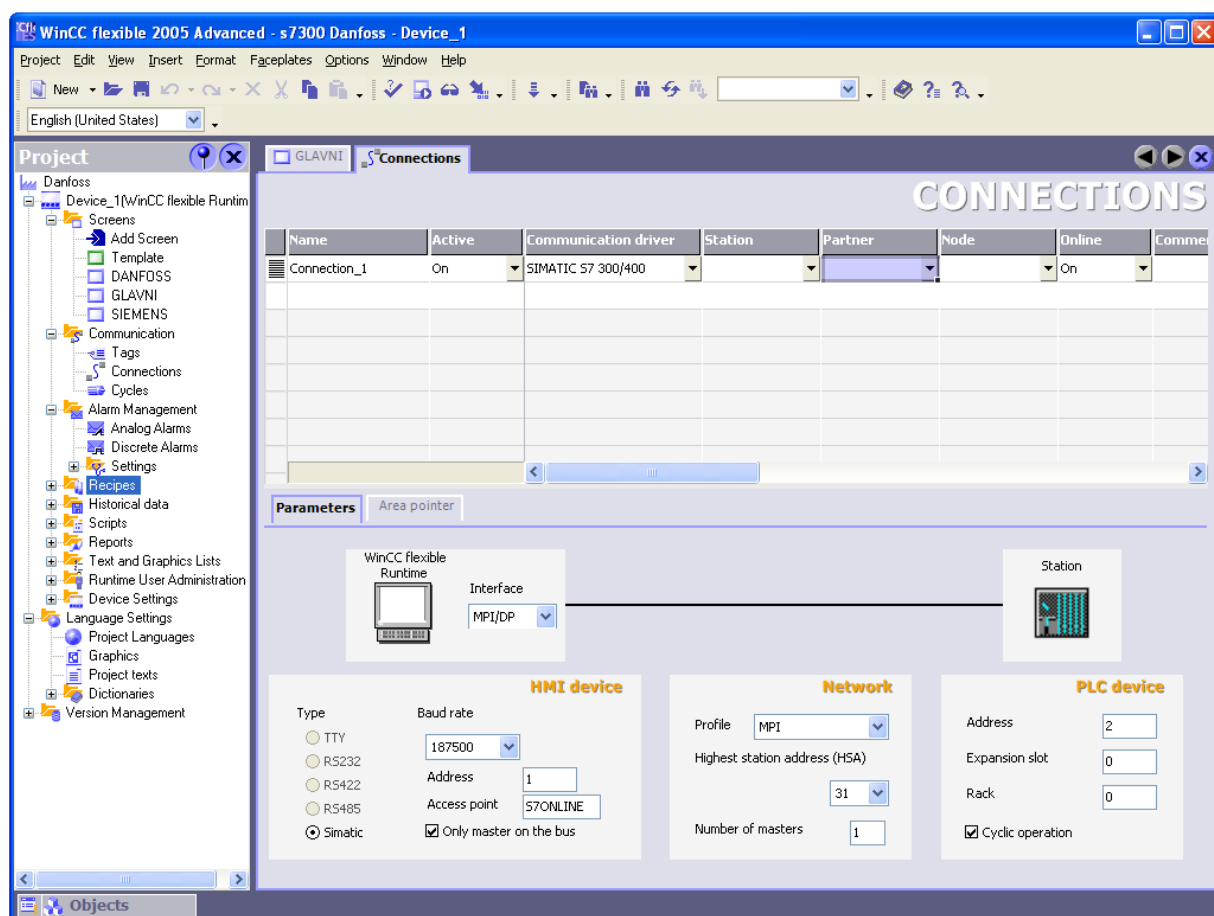
- Project View (у левом делу)-садржи систематски попис свих важнијих својстава и функционалности пакета. Такође омогућава брз и једноставан приступ жељеним едиторима, подешавањима и сл.
- Work area(централни део)- радни простор за креирање графичког интерфејса, као и преглед едитора.
- Tools (у десном делу) - прозор са графичким алатима потребним за израду интерфејса.

Најважнији едитори у оквиру овог прозора су:

- Screens editor – садржи команде за додавање нових радних екрана у пројекат, као и позивање и измену постојећих,
- Tags editor – служи за конфигурисање екстерних и интерних тагова,

- Connections – едитор за дефинисање и успостављање веза са спољашњим уређајима са којих се читавају подаци, најчешће су то PLC-ови. Постоје драјвери за све комерцијално заступљеније уређаје, па је тиме конфигурисање и успостављање везе у већој мери олакшано,
- Analog alarms – едитор за дефинисање и подешавање својстава аналогних аларма,
- Discrete alarms – едитор за дефинисање и подешавање својстава дигиталних аларма,
- Data logs – едитор за дефинисање и подешавање логова са подацима. Податке је могуће чувати у текстуалној датотеци или записивати у базу података,
- Alarm logs – исто као и претходни, само што се односи искључиво на запис и чување алармних стања,
- Scripts – едитор за писање програмских скрипти у Visual Basic-у.

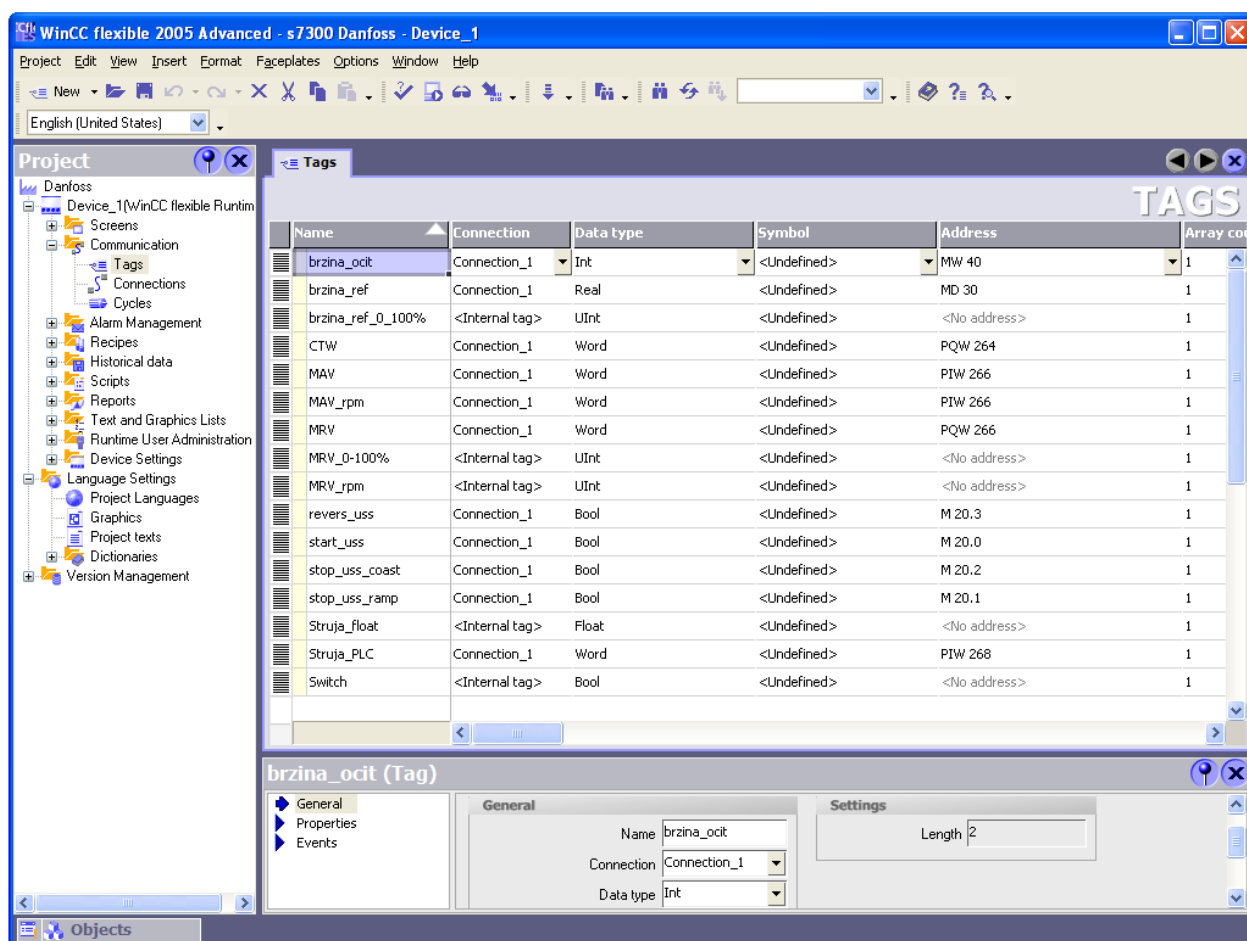
У одељку Communication, у едитору Connections су извршена следећа подешавања: физичка веза са PLC-ом остварена је преко USB-MPI/DP кабла; параметри MPI комуникације: брзина преноса података (Baud rate, 187.5 Kbit/s), профил MPI, адреса HMI уређаја, PC-а, је постављена на 1, а адреса PLC-а је постављена на 2, слика 4.2.



Слика 4.2. Подешавање комуникације са PLC-ом [7]

У одељку Communication, у едитору Tagss врши се унос екстерних и интерних тагова, слика 4.3. При уношењу екстерних тагова у базу потребно је одредити везу са које се читавају, њихов тип и адресу меморијске окације PLC-а са које се читавају. Треба водити рачуна о додељивању адреса таговима, да би се избегло да се адресе делимично поклапају и тако погрешно читавају вредности.

На неколико наредних слика дати су основни прозори направљене SCADA-е. приказује како су дефинисани тагови. Сlike 4.4, 4.5, дефинишу аларме: дефинисан је аналогни аларм (активира се када аналогни улаз пређе неку вредност), сврстан је у ново направљену класу аларма, и дефинисан је алармни лог у коме ће се записивати сваки догађај из те класе аларма.



Слика 4.3. Едитор базе података тј. Tags editor [7]

Test	Number	Class	Trigger tag	Limit	Trigger mode
Analogni ulaz van opsega warnings	1	Warnings	An_in_rek_zn_Scadu	50	On rising edge
Analogni ulaz van opsega error	2	Alarm class analogni_ulaz	An_in_rek_zn_Scadu	75	On rising edge

Слика 4.4. Едитор аналогних аларма

Name	Log alarm text and error location	No. of data records ...	Storage location	Path	Data source ...	Data source name	Logging method
Alarm log_analogni_ulaz	On	500	File	C:\logs	System		Circular log

Слика 4.5. Прављење историје: data/logs

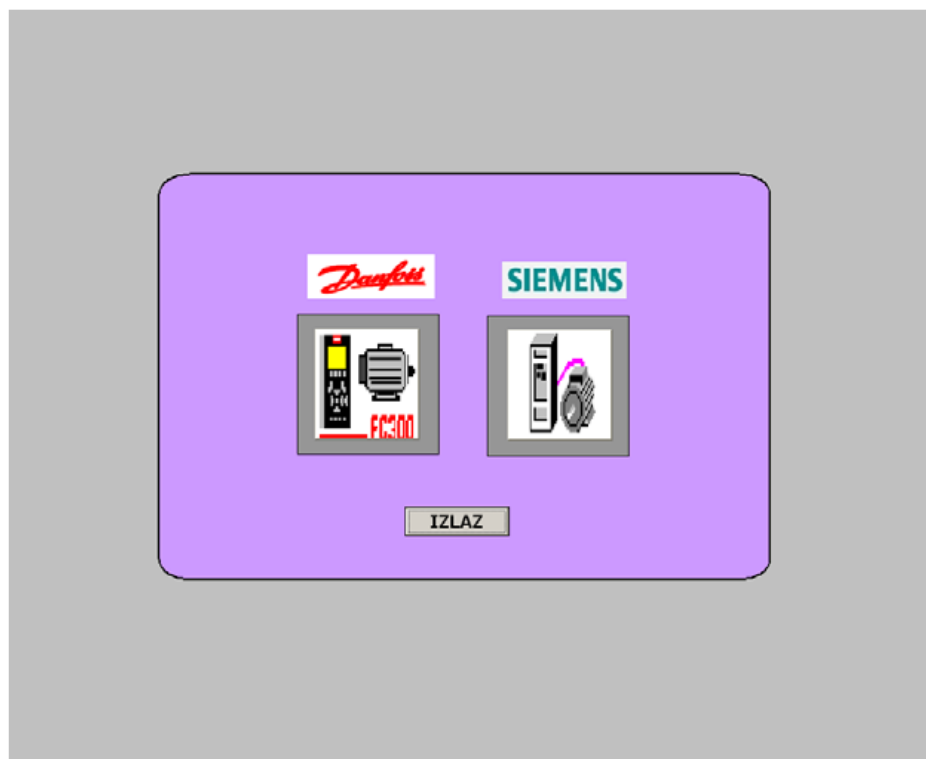
Адресе екстерних тагова у овом пројекту су одређене према подешеним адресама процесних података (PCD део) PROFIBUS телеграма и према адресама меморијских локација PLC-а S7-300 које служе за прихватање информација са SCADA система, које даље прослеђују ка S7-200 PLC-у. Било каква измена функције делова PROFIBUS телеграма (PPO), обавезно повлачи измену у додељивању адреса променљивима у бази података WinCC flexible. Такође, у овом едитору могу извршити и друга подешавања везана за тагове, од којих су важнија нпр. циклус аквизиције, начин тј. мод аквизиције, разне граничне вредности, скалирања итд.

Наредни корак је конфигурисање графичког интерфејса коришћењем графичких симбола, који се налазе у Tools прозору, као и повезивање са таговима.

4.2. Надзор и контролисање мотора фреквентним регулатором

Графички интерфејс се састоји из 3 прозора ГЛАВНИ, DANFOSS и SIEMENS.

ГЛАВНИ прозор, слика 4.6., омогућава избор мотора којим ће се управљати. Једноставним кликом на икону DANFOSS-овог или SIEMENS-овог фреквентног регулатора прелази се на један од преостала два прозора, DANFOSS или SIEMENS.



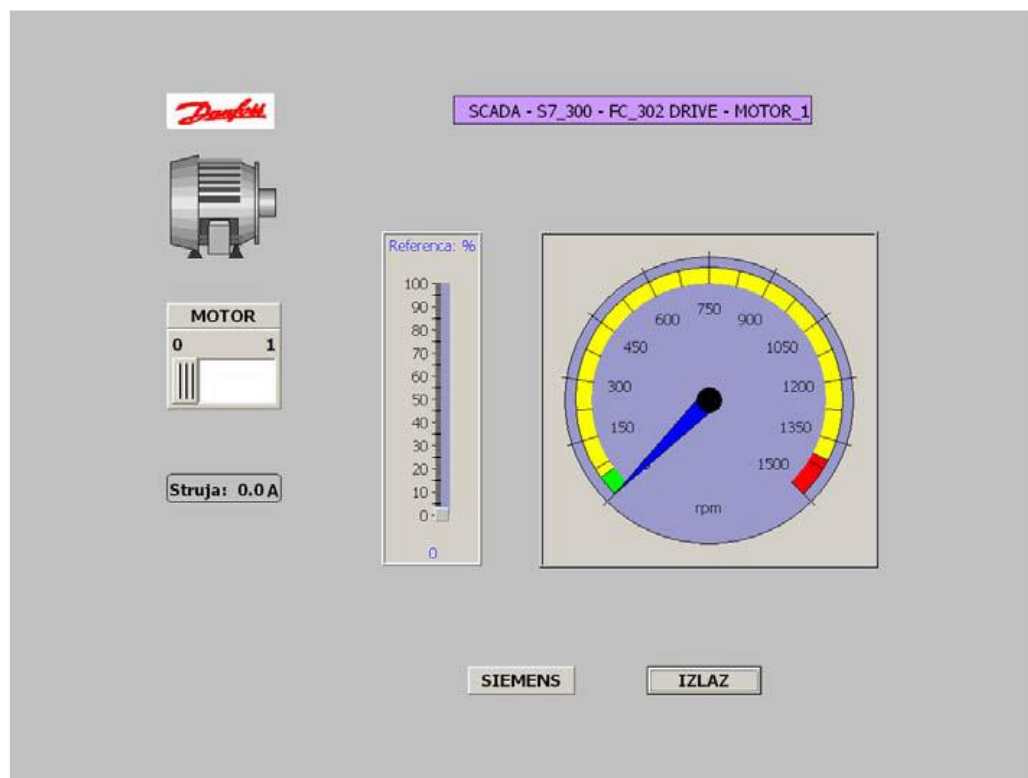
Слика 4.6. Изглед главног прозора [7]

Активирање ових прозора је остварено коришћењем две Switch графичке компоненте из Tools прозора. Кликом на Switch компоненту отвара се прозор Property View за њено конфигурисање. Избором опције Генерал у пољу Type бира се опција Switch with graphic, док је у опцији Events>Change потребно подесити ActivateScreen и изабрати DANFOSS прозор чиме је омогућено његово активирање. Наведена подешавања се односе и на други Switch који омогућава прелаз на прозор SIEMENS са тим да је потребно у опцији Events>Change подесити ActivateScreen и изабрати назив поменутог прозора.

ИЗЛАЗ представља графичку компоненту Button која омогућава излазак из Runtime режима SCADA-е. Да би то омогућили потребно је да у прозору који се активира кликом на ову компоненту у опцији Events>Click подесимо Stop Runtime mod.

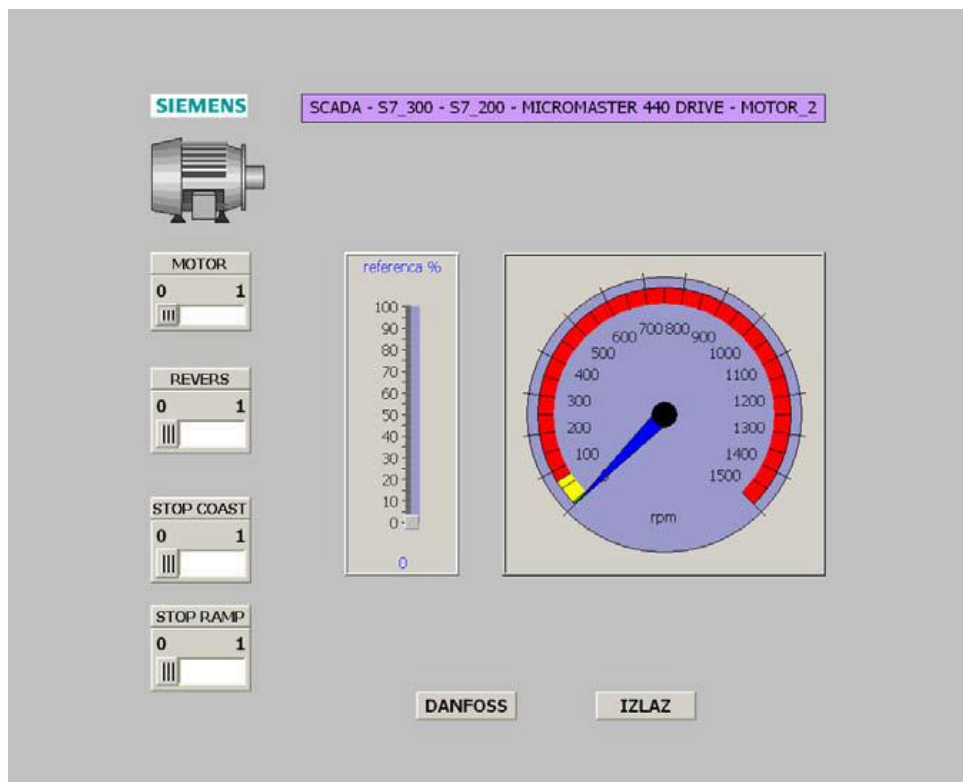
DANFOSS прозор, слика 4.7., поседује основне контроле за управљање мотором, а то су покретање/заустављање и задавање жељене вредности брзине. За покретање и заустављање коришћена је графичка компонента Switch, при чему су њена стања Switch on и Switch off подешена за уписивање хексадецималних вредности 047C (децимално 1148) и 043C (1084) за старт и стоп мотора у таг CTW, који служи за преношење контролне речи до фреквентног регулатора. Померањем клизача контроле Slider задаје се референца брзине мотора, при чему долази до промене вредности taga MRV_0-100% у опсегу од 0 до 100. Код дефинисања наведеног taga у Events/Change value врши се линеарно скалирање да би се добила вредност из апсолутног опсега 0 до 16384, која се уписује у таг MRV (који се

потом PROFIBUS-ом шаље као задата вредност брзине фреквентном регулатору). Контрола Gauge графички приказује стварну тј. очитану вредност брзине мотора, скалирану у обртаје по минути (придружени таг је MRV_rpm), док компонента IO Field приказује тренутну вредност струје.



Слика 4.7. Изглед DANFOSS прозора [7]

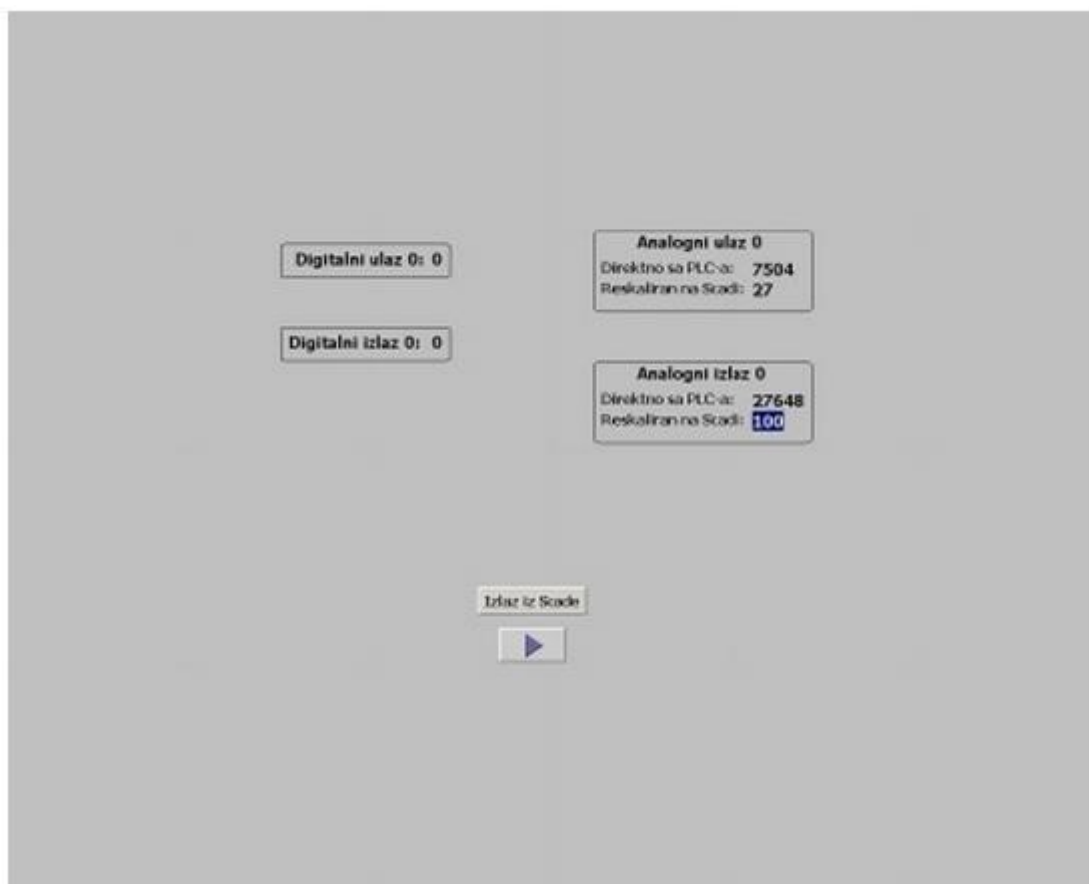
Кликом на дугме SIEMENS прелази се у истоимени прозор, слика 4.8. Он такође поседује основне контроле за управљање мотором, а то су покретање, заустављање по рампи и по инерцији, промена смера обртања и задавање жељене вредности брзине. За покретање и заустављање коришћена је графичка компонента Switch, при чему су њена стања Switch on и Switch off подешена за уписивање вредности 0 или 1 за старт и стоп мотора у tag start_USS. Померањем клизача контроле Slider задаје се референа брзине мотора, при чему долази до промене вредности интерног тага brzina_ref_0-100% у опсегу од 0 до 100. Информација о референци брзине која се шаље ка S7-300 PLC-у и даље USS bus-ом ка MM440 фреквентном регулатору, уписује се у екстерни tag brzina_ref који садржи скалирану, односно исту вредност tag brzina_ref_0-100% (јер је скалирање извршено по обрасцу $y=a*x+c$, где је $a=1, c=0$). Контрола Gauge графички приказује стварну тј. очитану вредност брзине мотора (придружени таг је brzina_ocit).



Слика 4.8. Изглед SIEMENS прозора [7]

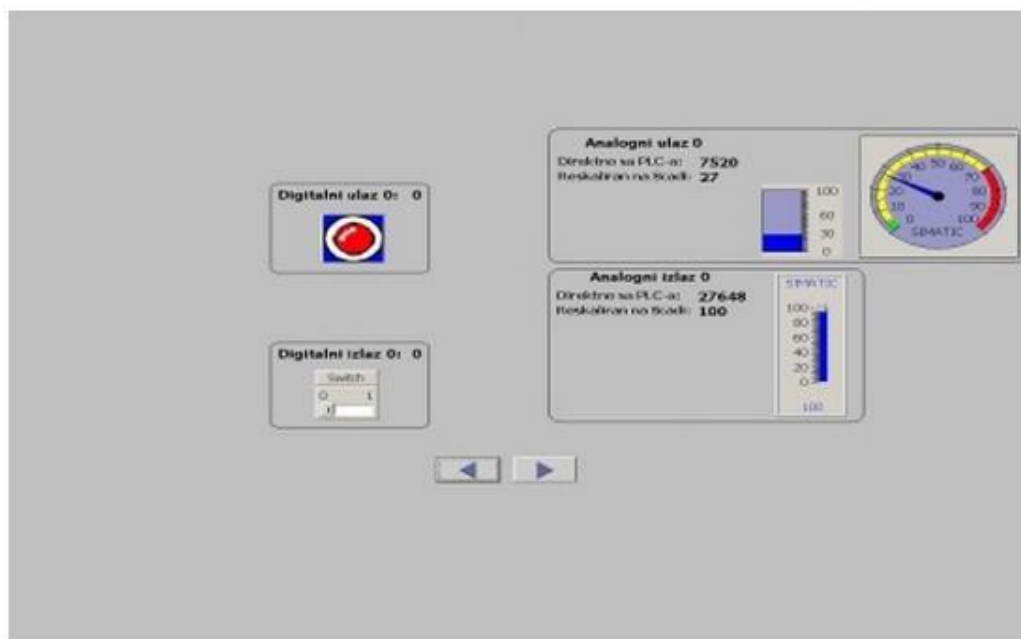
Након дефинисања корисниког интерфејса за контролу брзине мотора, потребно је интегрисати WinCC flexible пројекат у креирани пројект у SIMATIC Manager-у. То је омогућено избором опције Project>Integrate in Step 7. Овим је успостављена комуникација између HMI софтвера-WinCC flexible и реализованог електромоторног погона чија је конфигурација дефинисана у пројекту SIMATIC Manager-а. Затим је потребно компајлирати пројекат и извршити га. Уз помоћ WinCC Runtime програма, који представља једну од основних компоненти WinCC flexible софтвера, омогућено је извршење пројекта у процесном моду, односно омогућена је надзор и управљање процесом, односно реализованим електромоторним погоном у реалном времену.

На сликама 4.9. –4.13. су показане неке од осталих могућности апликације.



Слика 4.9. Основна комуникација са PLC-ом

На слици 4.9., је приказано на најједноставнији начин визуелизовати дигитални и аналогни улаз са PLC-а, као и задати неке вредности дигиталном и аналогном излазу на PLC-у.



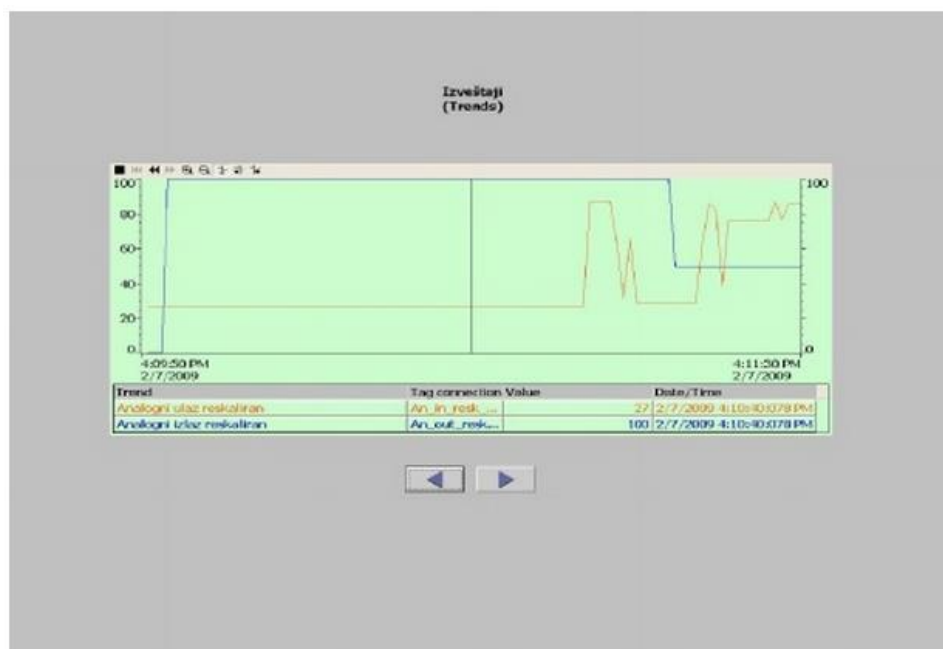
Слика 4.10. Графички приказ комуникације са PLC-ом

На слици 4.10 је приказано како је могуће нумеричке вредности са PLC-а (коришћене и на слици 4.9) повезати са графичким компонентама SCADA система.



Слика 4.11. Графички приказ компоненти

На слици 4.11 је приказано како је могуће нумеричке вредности са PLC-а повезати са сложеним графичким компонентама SCADA система. Где се може одабиром на одређени графички приказ командовати вредностима, као и корекција у току рада истих.



Слика 4.12. График приказа промена вредности PLC –а у току рада

На слици 4.12. је приказано како је могуће приказивати промене вредности са PLC-ана временском дијаграму.

**Alarmi i upozorenja
(Alarms, warnings)**

Primer (analogni ulaz 0): 13

Trenutno aktivni:				
No.	Time	Date	Status	Text
2	4:12:11 PM	2/7/2009	CO	Analogni ulaz van opsega error

Potvrda alarma

Istorija:				
No.	Time	Date	Status	Text
2	4:12:12 PM	2/7/2009	IC ID	Analogni ulaz van opsega error
2	4:12:11 PM	2/7/2009	C	Analogni ulaz van opsega error
2	4:12:07 PM	2/7/2009	(CA)D	Analogni ulaz van opsega error
2	4:12:06 PM	2/7/2009	(CA)A	Analogni ulaz van opsega error
2	4:12:05 PM	2/7/2009	C	Analogni ulaz van opsega error
2	4:12:04 PM	2/7/2009	(CA)D	Analogni ulaz van opsega error
2	4:12:03 PM	2/7/2009	(CA)A	Analogni ulaz van opsega error
2	4:12:02 PM	2/7/2009	C	Analogni ulaz van opsega error
2	4:12:00 PM	2/7/2009	(CA)D	Analogni ulaz van opsega error
2	4:11:56 PM	2/7/2009	(CA)A	Analogni ulaz van opsega error
2	4:11:19 PM	2/7/2009	C	Analogni ulaz van opsega error
2	4:11:18 PM	2/7/2009	(CA)D	Analogni ulaz van opsega error

Brisi

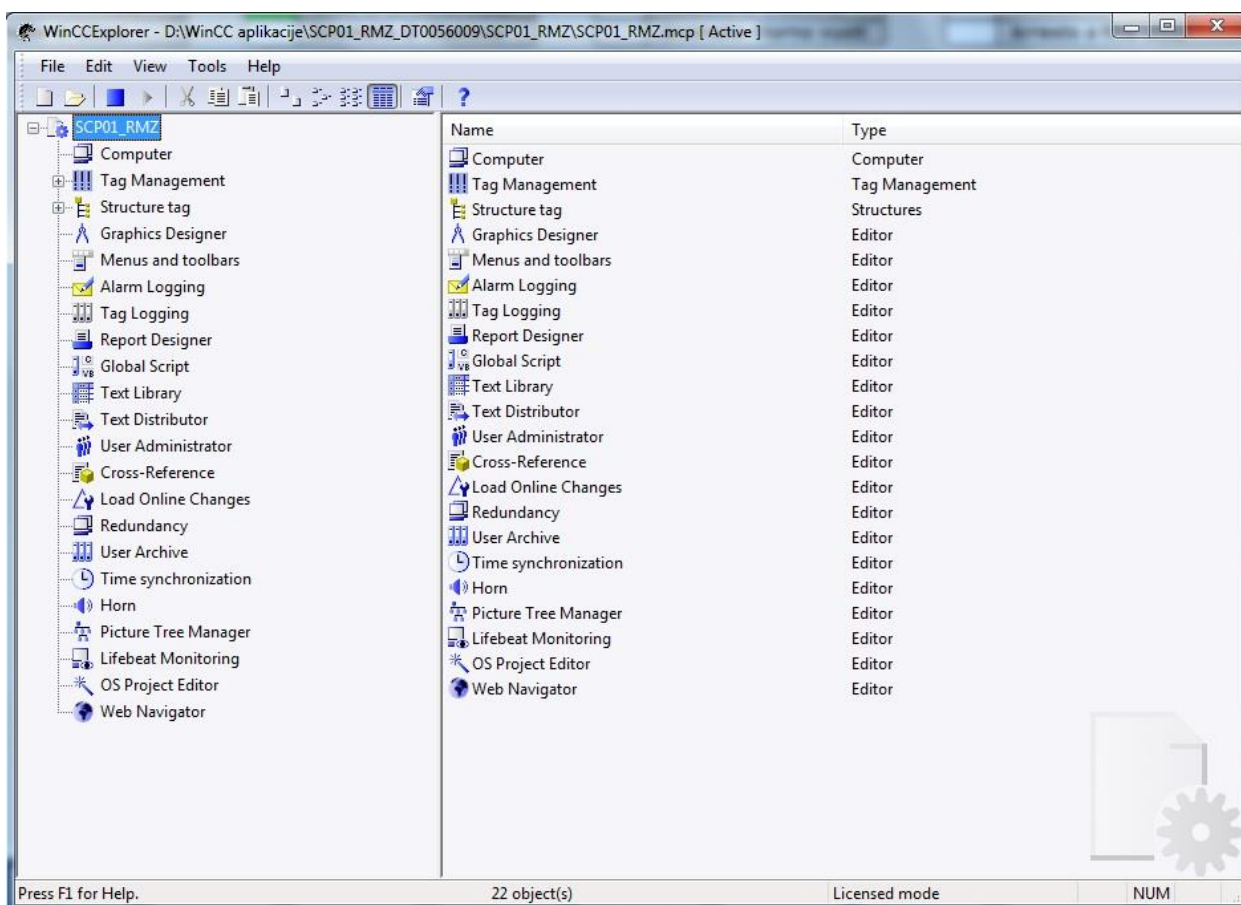
Arhiviraj

Слика 4.13. Приказ аларма

На слици 4.13. су приказани различити аларми, који могу бити архивирани, и/или потврђени и обрисани од стране оператера.

4.3. Примена SCADA система у производњи

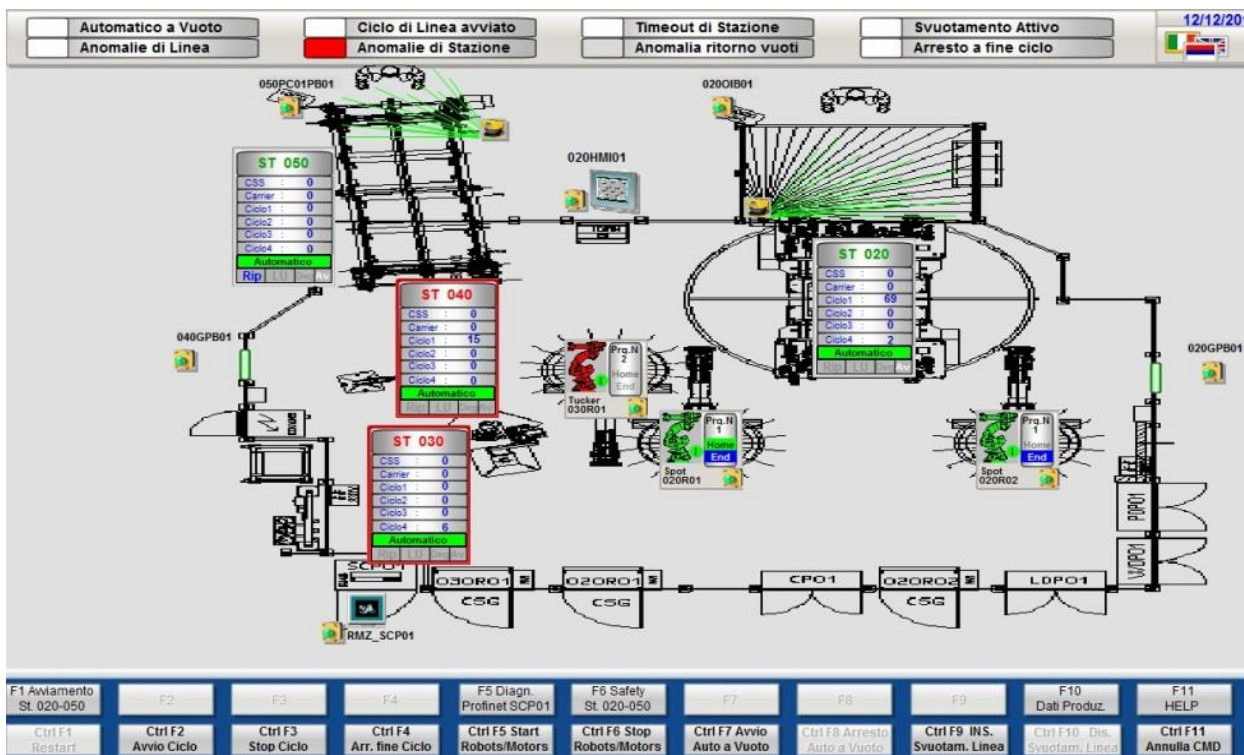
SCADA систем је инсталиран на потпуно аутоматизованим линијама на којима се процес обавља уз помоћ робота, транспортних трака, лифтова. SCADA Пројекти ових линија креирани су у програмском пакету WinCC Explorer који је повезан и са програмом Simatic Manager Step 7 у коме су креирани PLC пројекти линија због размене и коришћења одређених заједничких сигнала и параметара. Поједини сигнали које генерише SCADA систем употребљени су у блоковима података као и у функцијским блоковима због креирања одређених програмских наредби у Simatic Manager-у које користи и главни PLC.



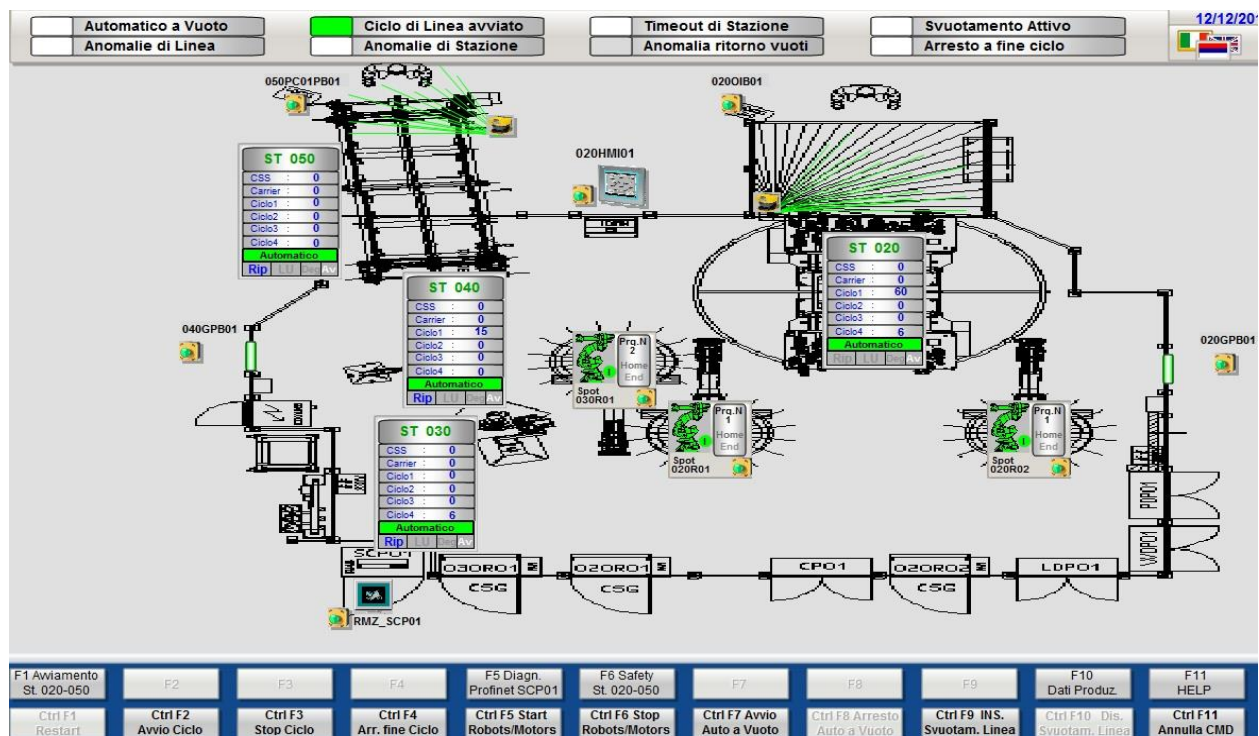
Слика 4.14. Развојно окружење у програму WinCCExplorer

На примеру линије ојачања централног стуба може се видети примена SCADA у домену праћења процеса производње. Визуелно је приказан физички распоред уређаја унутар линије са ознакама као и радни режим у коме се одређени уређаји налазе у сваком тренутку.

На следећим сликама дат је приказ радних режима робота, транспортне траке за одлагање урађених делова и уређаја за безбедност (ласер скенера). Зелена боја најчешће означава нормално стање, док црвена показује аномалију у раду.



Слика 4.15. Физички распоред уређаја на линији ојачања централног стуба, где се може видети да су операције 30 и 40 као и робот 030R01 у стању аномалије.



Слика 4.16 – Изглед исте линије у нормалном стању без аномалија

У пољима којима су обележени роботи налази се и неколико битних информација о самом радном режиму робота у сваком тренутку.



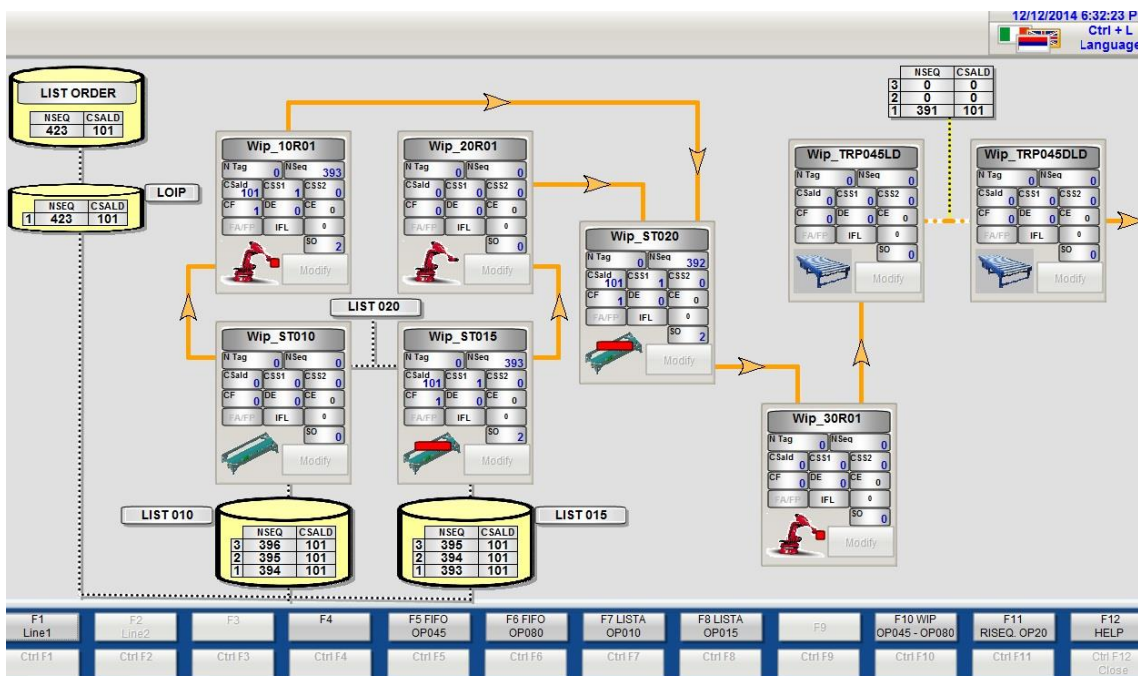
Слика 4.17. Графички приказ робота 020R01

На слици 4.17., може се видети да се ради о роботу са ознаком 020R01. Ознака Spot даје информацију да робот извршава операцију тачкастог заваривања (Spot welding) и да притом ради са програмом 1 (Prg.N1). Home и End означавају тренутно стање у ком се робот налази: робот се налази у Home позицији (одлазак робота у унапред програмирану позицију након извршавања програма), End означава да је програм завршен и да се чека на извршење наредног циклуса.

Ове информације су корисне за мониторинг процеса и доступне су на свим нивоима тако да за овакав начин праћења процеса производње није неопходно присуство у самом погону производње. Програмирање SCADA система као и модификација параметара због своје важности представљају хијерархијски виши ниво управљања који је доступан фирмама које су специјализоване за одржавање оваквих система.

Поред самог мониторинга, треба напоменути да SCADA систем у одређеном смислу има и управљачку улогу. То се најбоље може видети на примеру линије Преградног зида. У овом случају преградни зид се израђује у различитим варијантама за возило са десним и левим воланом, при чему се роботима приликом заваривања, хватања и преношења дела мора обезбедити аутоматско препознавање дела и да се у зависности од тога примени одговарајући програм заваривања. То је постигнуто уз помоћ SCADA система где се на почетку производње јасно дефинише број делова за леви и десни волан при чему је сваки део логички обележен, тј. кодован од почетка до краја његове производње. Редни бројеви (секвенце) се додељују по аутоматизму док се одређеном шифром систему даје до знања да ли се ради о десном или о левом моделу преградног зида.

На следећој слици приказан је систем ‘‘наруџбине’’ делова. У зависности од производних потреба, на почетку смене оператер уноси број делова који се израђују као и њихов код (леви волан, десни волан, CNG...). NSEQ – Number of Sequence – представља редни број дела, док CSALD представља код тог дела. На опрацијама ST010 и ST015 потребно је упарити исти део па се тако њима додељује иста секвенца и исти код. На слици 4.18 се види да су у процесу производње секвенце под редним бројевима 392 и 393 тј. да робот 10R01 преноси део са секвенцом 393 чији се упарени део налази и на столу ST015 док се претходни део са секвенцом 392 налази на столу ST020. Стрелицама је означен смер кретања дела на производној линији.



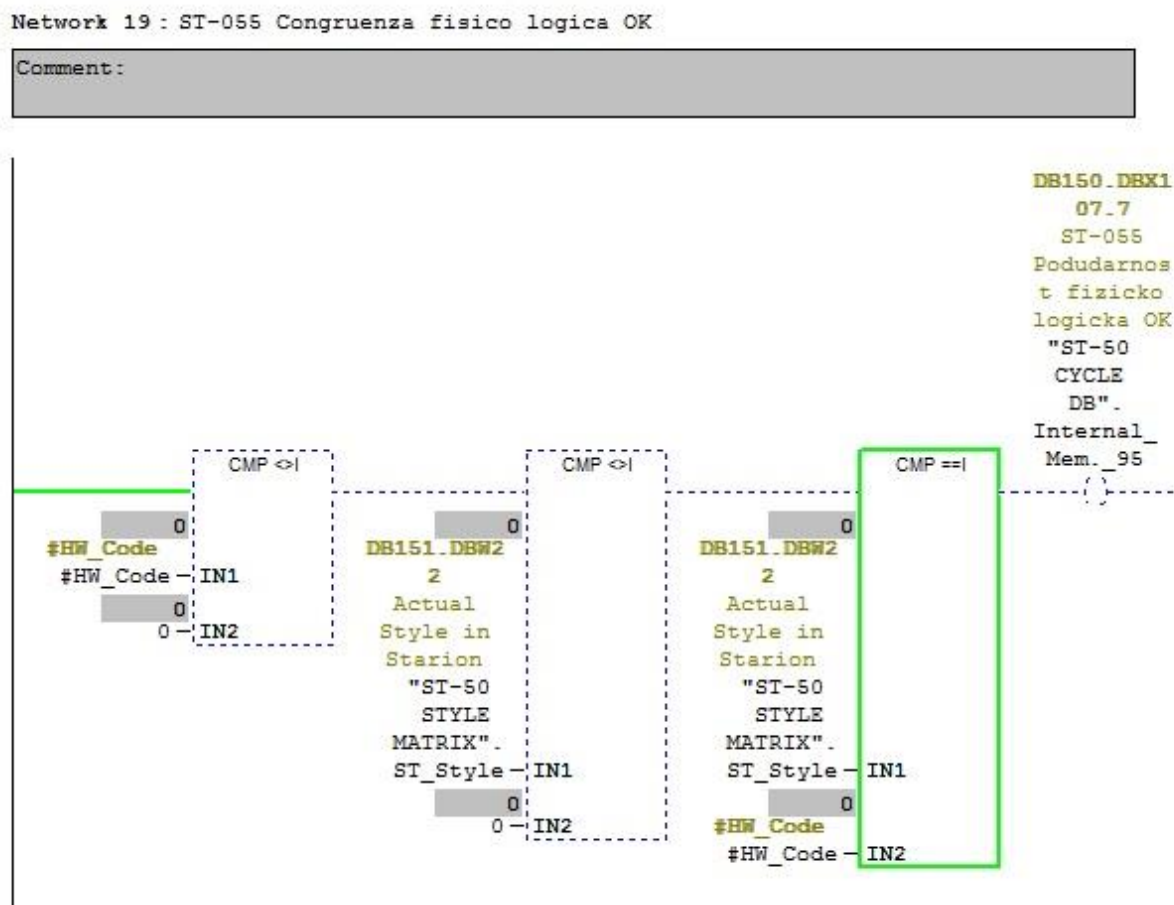
Слика 4.18. Систем наруџбине делова – order list у SCADI на линији Преградног зида

У сваку листу на операцијама 10 и 15 (LIST 010 и LIST 015) привремено се може складиштити 30 секвенци, док се након убацивања новог дела на алат од стране радника и његовог детектовања од стране индуктивних сензора том делу додељује јединствена секвенца, та секвенца се преноси даље кроз процес производње док се у складиште смешта нова секвенца на крају листе:

Dim.	30	Elem. Num.	30	List Full	List Empty	MODE	Remote	12/12/2014 6:36:...
Detail				UNI	NSeq	395	CSald	101
				NSeq	CSald	CSS1	CSS2	NTag
				CF	DE	CE	FAFP	
1	396	101	1	0	0	1	0	0
2	397	101	1	0	0	1	0	0
3	398	101	1	0	0	1	0	0
4	399	101	1	0	0	1	0	0
5	400	101	1	0	0	1	0	0
6	401	101	1	0	0	1	0	0
7	402	101	1	0	0	1	0	0
8	403	101	1	0	0	1	0	0
9	404	101	1	0	0	1	0	0
10	405	101	1	0	0	1	0	0
11	406	101	1	0	0	1	0	0
12	407	101	1	0	0	1	0	0
13	408	101	1	0	0	1	0	0
14	409	101	1	0	0	1	0	0
15	410	101	1	0	0	1	0	0
Detail				UNP	NSeq	425	CSald	101
				NSeq	CSald	CSS1	CSS2	NTag
				CF	DE	CE	FAFP	
16	411	101	1	0	0	1	0	0
17	412	101	1	0	0	1	0	0
18	413	101	1	0	0	1	0	0
19	414	101	1	0	0	1	0	0
20	415	101	1	0	0	1	0	0
21	416	101	1	0	0	1	0	0
22	417	101	1	0	0	1	0	0
23	418	101	1	0	0	1	0	0
24	419	101	1	0	0	1	0	0
25	420	101	1	0	0	1	0	0
26	421	101	1	0	0	1	0	0
27	422	101	1	0	0	1	0	0
28	423	101	1	0	0	1	0	0
29	424	101	1	0	0	1	0	0
30	425	101	1	0	0	1	0	0

Слика 4.19. Привремена листа са 30 секвенци

Кодирањем сваког дела у SCADI онемогућава се постављање погрешног дела, примена погрешног програма заваривања, па тако и стварање шкартова. Раднику се на дисплеју сигнализира који део треба поставити (преко сигнала који се задаје уношењем секвенце и кода дела – логичка идентификација дела), док се физичка идентификација дела обезбеђује детекцијом преко индуктивних сензора присуства. Приликом постављања дела у програму се проверава физичко логичка подударност и уколико она постоји циклус се извршава док се у супротном циклус прекида. На тај начин, дефинисањем секвенци и кода у SCADI, елиминише се могућност постављања неодговарајућег дела од стране радника на линији.



Слика 4.20. Приказ блока физичко-логичке подударности

На слици 4.20 приказан је изглед функционалног блока у програм Simatic Manager у коме се проверава физичко-логичка подударност дела.

5. Закључак

Дизајн система за аутоматизацију производње у тим условима има велики значај. Данас је немогуће замислити индустријски процес без примене рачунара и технологија везаних за њих. Програмабилни логички контролери (PLC) представљају основу аутоматизације било којег индустријског постројења. Коришћење тзв. HMI (Human Machine Interface) уређаја омогућен је надзор над управљањем и извођење неопходних управљачких акција. Такође, индустријски комуникациони системи имају значајну улогу.

У процесу производње у фабрици Каросерија FIAT Србија, SCADA систем употребљен је, у зависности од сложености процеса, и као систем за праћење процеса и као систем контроле и управљања појединим параметрима у процесу производње.

SCADA систем, у фабрици аутомобила FIAT Србија, је инсталиран на потпуно аутоматизованим линијама на којима се процес обавља уз помоћ робота, транспортних трака, лифтова. SCADA Пројекти ових линија креирани су у програмском пакету WinCC Explorer који је повезан и са програмом Simatic Manager Step 7 у коме су креирани PLC пројекти линија због размене и коришћења одређених заједничких сигнала и параметара. Поједини сигнали које генерише SCADA систем употребљени су у блоковима података као и у функцијским блоковима због креирања одређених програмских наредби у Simatic Manager-у које користи и главни PLC. У фабрици поред надзора процеса, врши се и задавање команди процесу.

SCADA систем у фабрици аутомобила FIAT, има веома велики значај, зато што би се веома тешко, скоро никако, не би могао вршити надзор разноразних процеса, нпр. контрола робота, контрола покретних трака, лифтова итд.

У време брзог технолошког развоја потребна је стална модернизација система, плански развој, увођење система који могу да се интегришу као и улагање у обуку кадрова. Овакви системи имају даљи тренд раста и усавршавања, као што су још поједностављеније функције коришћења самог софтверског пакета. Што се тиче хардверског дела, даљи тренд раста очекује да се саме компоненте које се користе усаврше, бржи одзив, бржа комуникација између главног оперативног уређаја и PLC-ова.

6. Литература

- [1] Предавање са Факултета Техничких Наука Нови Сад, Индустијски системи и протоколи – SCADA.
- [2] Скрипта са Факултет техничких наука, Дистрибуирани управљачки системи; Заједничке карактеристике надзорно-управљачких (SCADA) састема, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2005.
- [3] Bailey D., Wright E., Practical SCADA for Industry, An imprint of Elsevier Linacre House, Jordan Hill, 2003
- [4] Милашиновић В., SCADA системи, дипломски рад, Факултет Инжењерских наука, Крагујевац 2004.
- [5] Предавање на Институту Михајло Пупин: “Систем за надзор, управљање и аквизицију података”.
- [6] Dong-joo K., Rosslin J., Robles Compartmentalization of Protocols in SCADA Communication, International Journal of Advanced Science and Technology, July 2009
- [7] SIEMENS SIMATIC HMI “WinCC flexible 2008 Compact/Standard/Advanced, User’s Manual“, Edition 07/2008