Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Индустријски инжењеринг

Предмет: CIM системи

Број индекса: 418/2011

Срђан Н. Петровић

Основе SCADA система на примеру система даљинског управљања у ЕД Електрошумадија Крагујевац

мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. **Др Миладин Стефановић**
2. _____
3. _____

Датум одбране:_____

Оцена:_____

Кандидат има задатак 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 JSCADA. У оквиру практичног дела, на основу искустава са праксе, потребно је представити систем даљинског управљања ЕД Електрошумадија у Крагујевцу. Неопходно је описати системе, представити рад система и поузданост система и на крају дати правце даљег развоја система.

Препоручена литература:

[1] Управљање и телекомуникације у електроенергетском систему, Ј.Драгутиновиц, Е.Вељковиц, 2008 године

[2] Дистрибуирани управљачки системи; Заједничке карактеристике надзорно-управљачких (SCADA) система, Скрипта, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2005.

[3] Compartmentalization of Protocols in SCADA Communication, International Journal of Advanced Science and Technology, Dong-joo Kang and Rosslin John Robles, July, 2009

Крагујевац, новембар 2013.

ментор:

Др Миладин Стефановић

Садржај

Резиме 4
Abstract 4
1. Увод 5
2. Основе концепта SCADA система 7
2.1. Дефиниција и основе SCADA система 7
2.2. Компоненте и принципи функционисања SCADA система 9
2.3. SCADA – подсистеми 13
2.4. Елементи и архитектура SCADA система 15
2.5. Комуникација SCADA система 18
2.6. Протоколи SCADA система 21
2.7. Мрежна опрема SCADA система 22
2.8. SCADA хардвер 26
2.9. Софтверска подршка SCADA система 27
3. Примери имплементације SCADA система - JSCADA 30
3.1. Основне карактеристике JSCADA система 30
3.2. Основе архитектуре SCADA система 30
3.2.1. Опис и топологија система 30
3.2.2. Опште особине система 32
3.2.3. Опис основних функционалности система 35
3.2.4. Могућности проширења 39
3.3. Опциони пакети 39
4. Систем даљинског управљања у ЕД Електрошумадија Крагујевац 40
4.1. Основни елементи система даљинског управљања 40
4.2. Опис система даљинског управљања SDU-100 Електрошумадија Крагујевац 40
4.2.1. Рад система 41
4.2.2. Поузданост система 42
4.2.3. Информације које се преносе системом даљинског управљања 43
4.3. SCADA системи у ЕД Електрошумадија 44
4.3.1. Архитектура система у ЕД Електрошумадија 46

4.3.2. Кориснички интрефејс 46
4.3.3. Извештаји..... 50
4.4. Даљи развој систем 51
5. Закључак 52
6. Литература..... 53

Резиме

У овом раду се описује рад SCADA система који служи за надзор и управљање. Уз помоћ њег вршимо прикупљање информација са удаљених места о неком процесу, вршимо обраду истих, и 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 обухватићемо историјат, контролу, његову архитектуру и комнуникације, протоколе итд.

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

Abstract

This paper describes the operation of SCADA systems used for monitoring and management. With this we gather information from distant places of some process, we handle them, and, if necessary, control and react appropriately to make the system work perfect. SCADA system now is using in many areas, and also becoming an essential part of data management. This paper will cover the history, control, and komnunikacije its architecture, protocols, etc..

Key words: SCADA systems, surveillance, monitoring, data collection, management

1. Увод

Сведоци смо веома брзог развоја индустрије у другој половини претходног века, а нарочито у последњих десет година. Рачунарство и управљање системима се развија у правцима који, у скоријој прошлости, нису могли ни да се препоставе. 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 оператора. У свим овим областима намећу се питања као што су:

Како се прецизни подаци могу прикупљати на једном месту и слати на друго место?

Како се подаци могу прикупљати из много положаја и снимати у централизованој локацији како би се ту анализирали?

Како надзирати и управљати са удаљене локације и свести грешку на минимум?

Уз сва ова питања треба додати флексибилност, ефикасност, смањење трошкова одржавања и повећања поузданости рада, пратити – развој технологије и побољшања итд. Све ово су полазни параметри за увођење SCADA система, у горе наведеним областима. Ако посматрамо рачунарство и управљање системима тј. SCADA систем намећу се питања:

Шта се подразумева као најпростији пример SCADA система?

Где се употребљава, како се користи итд?

У овом раду се могу наћи одговори на ова питања. Методе које су коришћене у овом раду су: метода преноса података (комбинација комуникационе технологије), метода која се користи за приступ, манипулацију и контролу података (информација) из SCADA опреме у систему мреже, и метода за побољшање SCADA система у реалном времену (процена ризика и грешке у системима).

Рад је структуиран у пет поглавља. У оквиру другог поглавља под називом Основе концепта SCADA система биће представљене дефиниције и основе SCADA система, компоненте и подсистеми SCADA-е, како се врши комуникација и која је опрема неопходна за комуникацију. На крају поглавља у кратким цртама ћу представити хардвер и софтвер SCADA система.

У трећем поглављу биће представљен пример имплементације SCADA система – JSCADA. Биће описане неке његове основне карактеристике, архитектура и опциони пакети.

Четврто поглавље је поглавље где ћу Вам преставити систем даљинског управљања у ЕД Електрошумадија Крагујевац. Основне елементе, као и опис рада, поузданости система, и информације које се преносе системом даљинског управљања. Како изгледа архитектура и кориснички интерфејс.

2. Основе концепта SCADA система

2.1. Дефиниција и основе SCADA система

У данашњем индустријском окружењу обично смо суочени са потребом надзора и управљања разним процесима. У најпростијем случају то значи да је процес опремљен са неком врстом уређаја за мерење за потребе надзора и некокм врстом уређаја за управљање. Опремљен тим алатима, одређени систем може контролисати процес за који је одговоран. Обично се техничко-технолошки процеси састоје из више различитих, подсистема и простроно су дислоцирани. За ове послове се користе рачунарски подржани системи познати под именом SCADA системи (Supervisiory Control And Data Acquisition). Нарочито су погодни за процесе који раде 24 часа дневно и захтевају стални надзор и управљање.

Постоји више сличних дефиниција SCADA система и неке од њих ће овде бити наведене:

- SCADA (Supervisiory Control And Data Acquisition) представља систем за мерење, праћење и контролу индустријских система.
- SCADA системи су високо дистрибуирани системи за контролу географско расутих објеката, често расути по хиљада квадратних километара, где су централизовано прикупљање података и контрола критични за рад система.
- 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.
- SCADA систем је акроним од Supervisiory Control And Data Acquisition (прикупљање података, надзор, праћење и (управљање) и 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.

Главни циљеви SCADA система су да

1. Врши надзор
2. Успостави управљање над системом и да осигура понашање система онакоа како се од њега очекује
3. Редукује радну снагу применом аутоматизације
4. Складишти податке о понашању система
5. Обезбеди информације о раду система и успостави ефективно управљање ресурсима система

6. Успостави ефикасно функционисање система тако што ће максимално смањити потребу за рутинским посетама удаљеним локацијама и потенцијално смањити потрошњу електричне енергије
7. Обезбеди систем управљања који ће омогућити да се сви оперативни циљеви дефинишу и остваре
8. Обезбеди систем узбуњивања који ће омогућити да се неправилно функсионисање 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. Широм света, SCADA систем се употребљава за:

- Пренос и дистрибуцију електричне енергије: Електродистрибуција користи SCADA систем за праћење потрошње енергије у електромрежи као и праћење електро објеката, одржаба 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 итд.
- Водовод и канализација: На објектима менаџери користе за контролу SCADA-KGH (SCADA –KGH), расхладне јединице, осветљење и унос система.
- 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.

Ово је само кратак списак за све потенцијалне захтеве за SCADA системима. SCADA се користи у скоро свакој индустрији и јавној инфраструктури – свуда где се повећава ефикасност аутоматизације. Шта више, ови примери не показују колико дубок и сложен систем SCADA може бити. У свакој индустрији, менаџери морају да контролишувише фактора и интеракција између тих фактора. SCADA системи обезбеђују очитавање могућности и рачунарске моћи да прате све што је релативно за пословање.

2.2. Компоненте и принципи функционисања SCADA система

SCADA системи нуде следеће основне функције: аквизиција података, надзор и процесирање догађаја, управљање процесом, хронологија догађаја и анализа, визуелизација процеса, прорачуни и извештаји, додатне функције по захтеву корисника. Ове функције обављају четири врсте SCADA компонената.

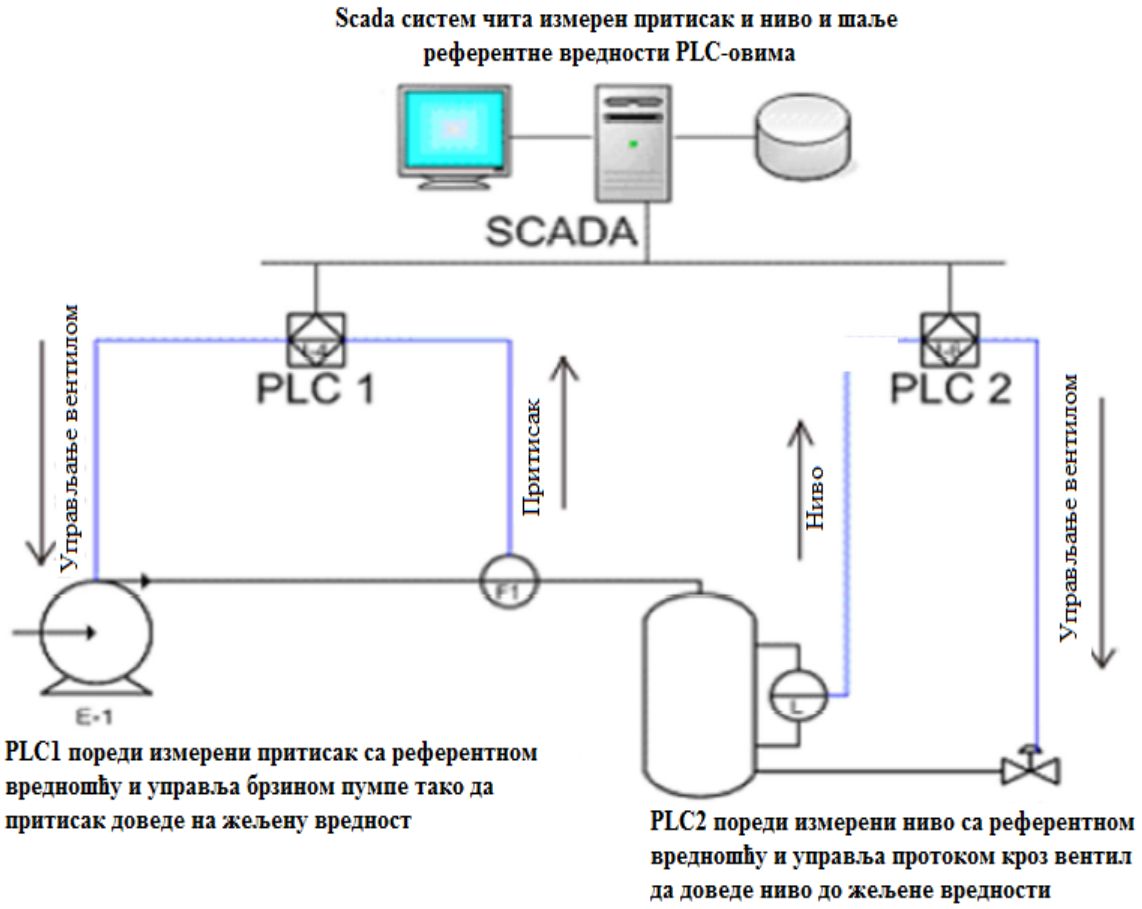
- Сензори (било дигитални или аналогни), и контрола релеја који директно са интерфејса управља системом.
- Телеметријске јединица (RTU - Remote Terminal Unit). То су мале компјутерске јединице размештене на терену у одређеним локацијама. RTU (телеметрисјке јединице) служе као локални сабирни пунктови за прикљупљање извештаја из сензора и испоруку команде за контролу релеја.
- SCADA – Мастер јединица то су већи рачунари којима конзола служи као централни поцесор за SCADA систем. Мастер јединице обезбеђују људски интерфејс за систем и аутоматски регулише систем управљања као одговор на сензор улаза.
- Комуникацијске мреже који повезује SCADA – мастер јединицу RTU на терену.

Прикупљени подаци се обично посматрају на једном или више SCADA рачунарима 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, притиска, 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 (Програмибилни логички контролери) или другог комерцијалног хардверских модула.

SCADA системи се користе не само у већини индустријских процеса као што су прављање челика, производња и дистрибуција струје (конвенционалне и нуклеарне), праћење и контрола хемијских транспортних процеса, градских водоводних система већ такође све више и у свакодневном животу. SCADA системи су постигли суштински напредак током протеклих година у смислу функционалности и перфоманси (слика 1).

Термин SCADA се обично односи на централни систем који надгледа и контролише читаву фабрику или систем који је распоређен на велике даљине (километрима). Највећи део контроле једне станице се врши аутоматски од стране PLC-а. Главне контролне функције су скоро увек забрањене контролеру у станици. На пример, PLC може да контролише 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. 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 може на основу њих, донети одговарајуће одлуке које могу бити потребне да би се подесиле или преписале нормале PLC-ове контроле. Подаци се, такође, могу чувати у историјату, који је често подржан базом података, ради приказа трендова и других аналитичких радњи.



Слика 1. Место SCADA система у примеру управљања; Слика преузета са сајта www.tagor.mycpanel.rs

SCADA систем типично 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 мери 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 историјат тог тага.

SCADA рачунар је индустријски (PC – personal computer) на коме се извршава сфицирани 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 деривацијског стабла мноштва таквих екрана.

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. Стари PLC-ови немају стандардизован начин приказивања информација оператеру. Дотле SCADA систем прикупља информације са PLC-ова и других контролера преко неке врсте мреже, затим комбинује и форматира те инфромације. HMI може такође бити повезан са базом података да би обезбедио приказивање трендова, дијагностичких података и менаџерских информација. Три компоненте SCADA система су:

- Вишеструке удаљене терминалне јединице PLC-ови
- Главна станица (Master station) и HMI компјутер
- Комуникацијска инфраструктура.

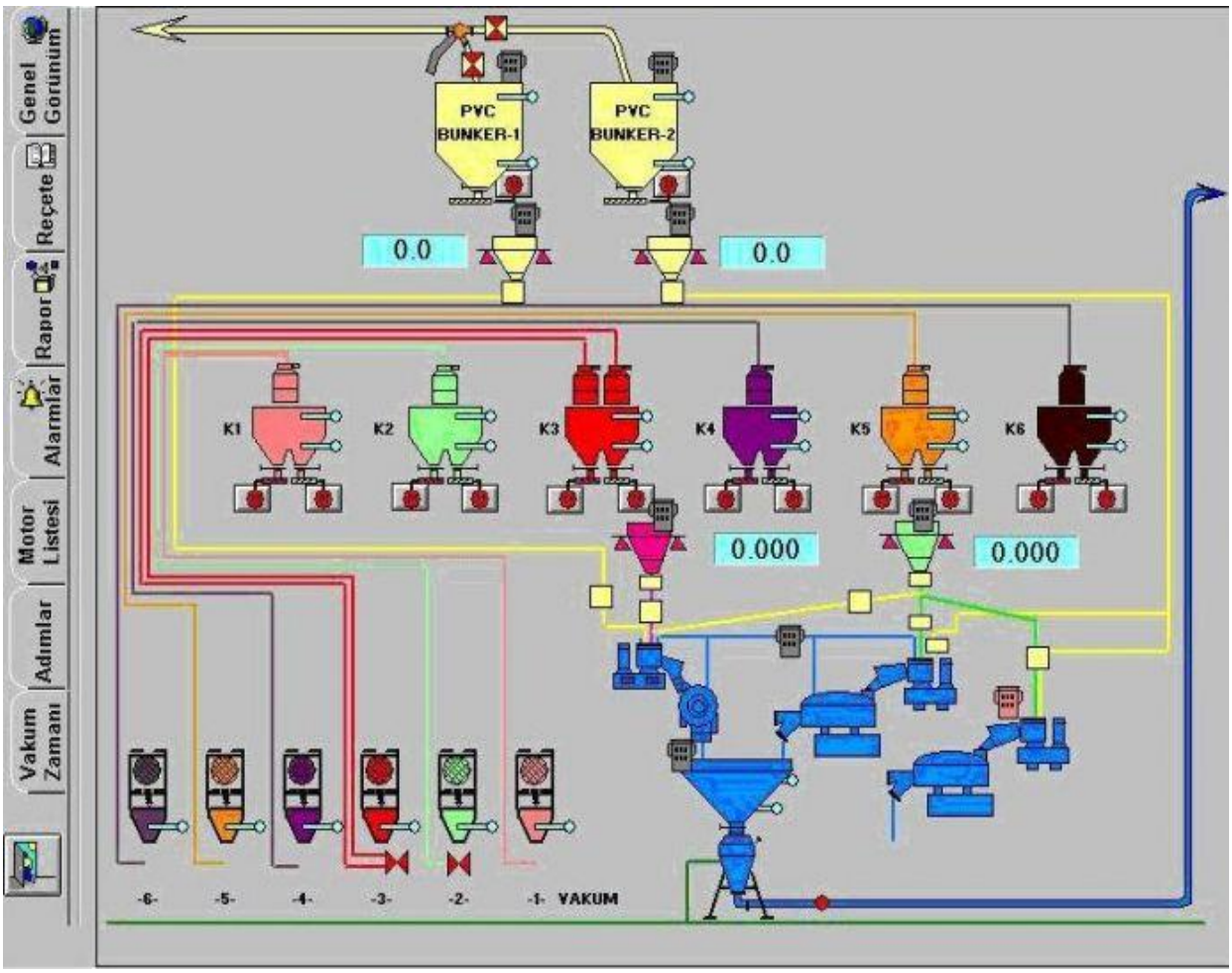
Термин ‘’главна станица’’ се односи на сервери и на софтвере за комуникацију са опремом, а онда и на HMI софтвер који се извршава на једном или више рачунара контролној соби, или негде другде. У мањим SCADA системима, главна станица може бити само један PC рачунар, док у већим SCADA системима, главна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

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

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 знатно 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.

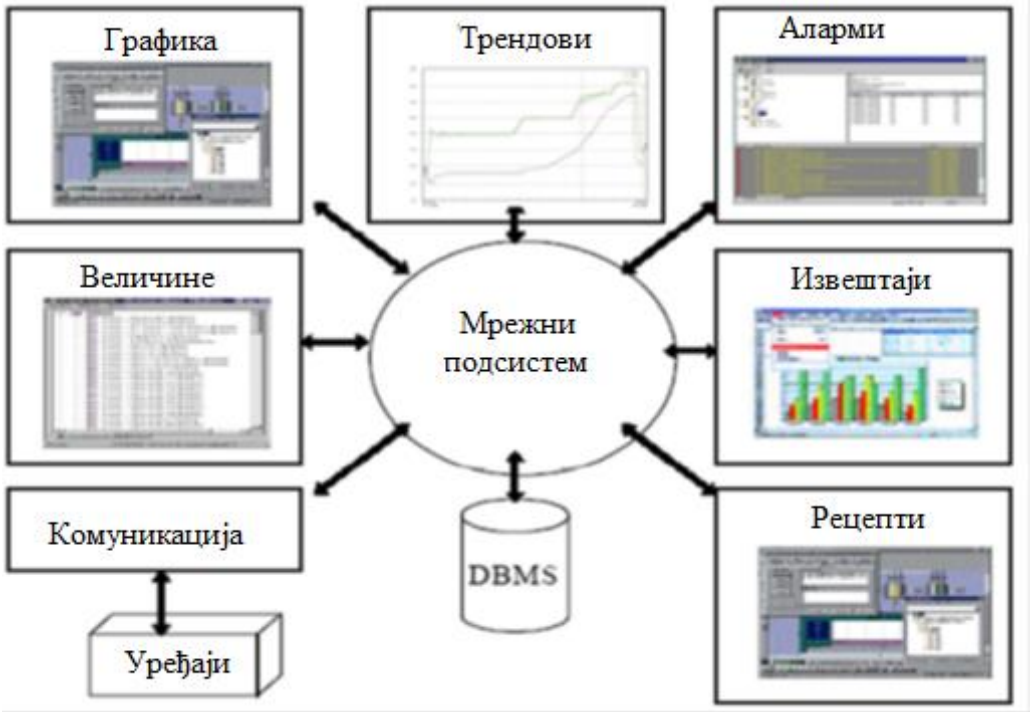


Слика 2: Пример SCADA система који се извршава на рачунару; Слика преузета са сајта www.elektrotekno.com

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.

2.3. SCADA – подсистеми

При реализацији надзорно-управљачких система применом SCADA софтвера претпоставља 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.



Слика 3: SCADA подсистеми; Слика преузета из предавање “Индустријски системи и протоколи – SCADA” , Факултет Техничких Наука Нови Сад

Тада се SCADA софтвер пројектује тако да омогући једноставно специфицирање свих елемената система, као и једноставно пројектовање оператерског интерфејса и диспечерских станица. При томе се мора специфицирати начин комуникације, чворови у мрежи, време скенирања појединих станица или појединих сигнала у станици, као и скуп (база) података који се прати и обрађују. Иако SCADA софтвери развијају различити произвођачи из анализе доступних система могу се уочити сличности у њиховој архитектури. Такође се може приметити постојање сличних подсистема приказаних на слици 3 као што су:

1. Подсистем за дефинисање величина у коме се дефинишу величине и њихове особине као што су горња и доња граница вредности величине, време очитавања, 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 употребљени програм.

2. 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.
3. 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.
4. У подсистему за извештаје се формирају извештаји о променама вредности величина, алармима, акцијама оператера и осталим аспектима рада постројења.
5. 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, енг. VBA -Visual Basic for Application) програмском језику који се одликује једноставном синтаксом.
6. 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.
7. Подсистем за приступ базама података омогућује трајно чување и преглед података у релационим базама података. Ранија решења су бележила податке у датотеке у нестандардном 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.

8. Подсистем за рецептуре омогућује задавање више вредности величина као жељене промене вредности величина у времену.
9. Мрежни подсистем омогућује повезивање осталих подсистема СКАДА 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 Exchage) технологију која је једноставна за кориштење а показује добре перформансе у системима у којима се преноси мала количина података. У сложенијим системима често је користе системи дистрибуираних објеката који се заниваju на DCOM (Distributed Component Object Model - распоред компоненти на објекту модела) и CORBA (Common Object Request Broker Architecture) технологијама.

2.4. Елементи и архитектура SCADA система

SCADA системи обухватају широк спектар опреме, подсистема и техничких решења који омогућавају прикупљање и обраду података о процесима, а затим и реаговање на адекватан начин. Управљање процесима може бити иницирано од стране оператера, а може бити и аутоматско. SCADA систем припада класи сложених хијерархијских система, а могу се издвојити следеће целине:

- Мерна опрема и извршни органи,
- Удаљени У/И модули,
- Удаљене станице,
- Систем за комуникацију, и
- Централна станица.

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

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 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.

Централна станица представља централно место SCADA система и обично је опремљена PC 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.

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

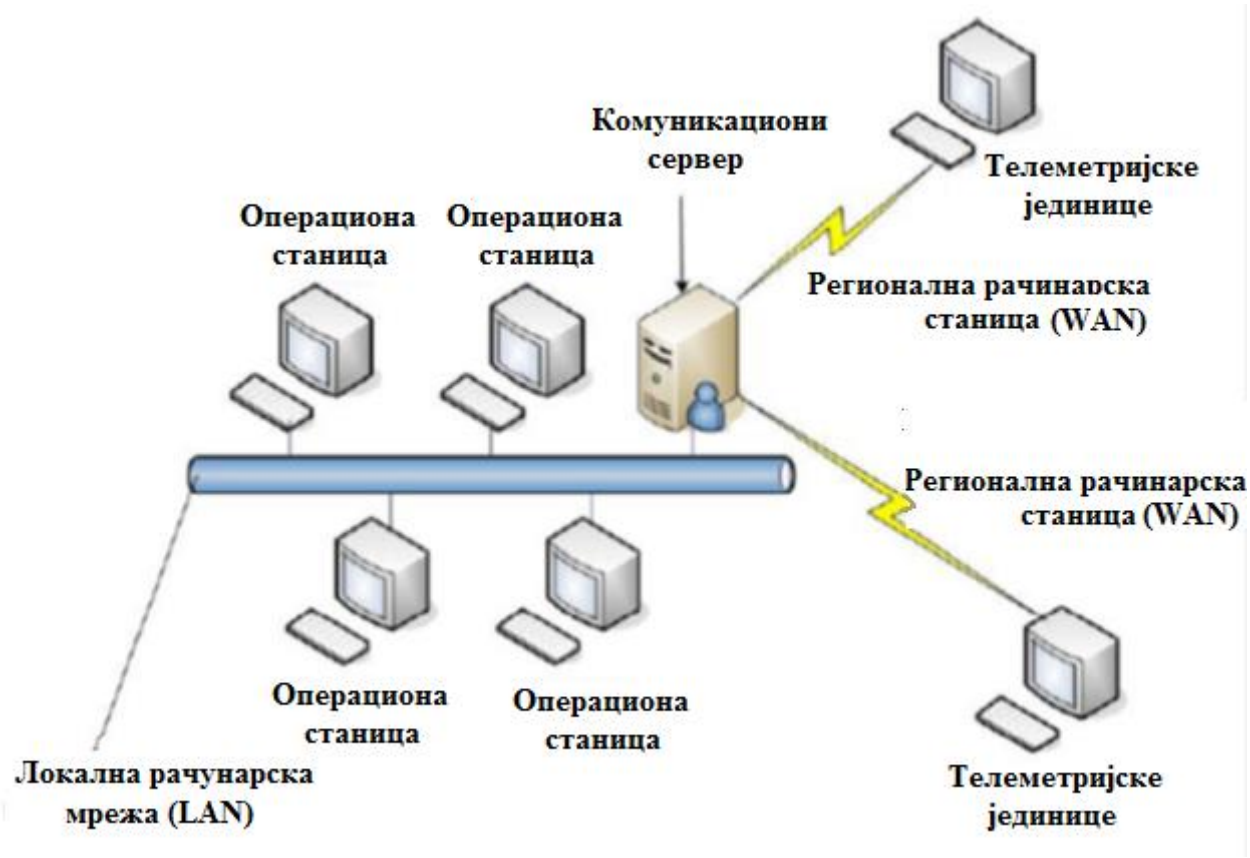
централне станице, али се иницирање свих контролних функција и крајња верификација њиховог извршења врши у централној станици. Постоје различити типови архитектуре SCADA система, а неки од њих су:

- 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.

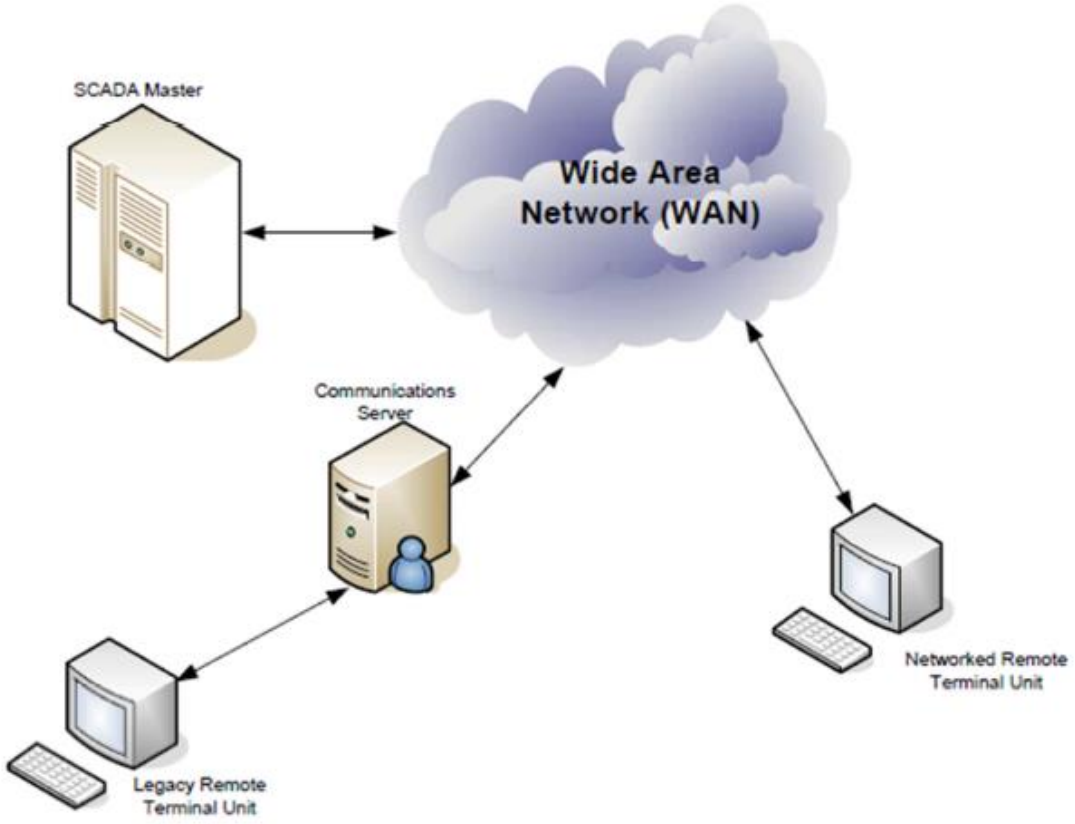
Дистрибуирани SCADA систем обухвата скуп удаљених станица које су повезане локалном радио мрежом са управљачким центром, одакле се реализује надзор и управљање процесима.

На слици 4. је приказан дистрибуирани SCADA систем, док је на слици 5. приказан WASCAD систем.



Слика 4: Дистрибуирани SCADA систем; Слика преузета са сајта http://co841scada.wikispaces.com/

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 5: WASCAD систем; Слика преузета са сајта http://co841scada.wikispaces.com/

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.

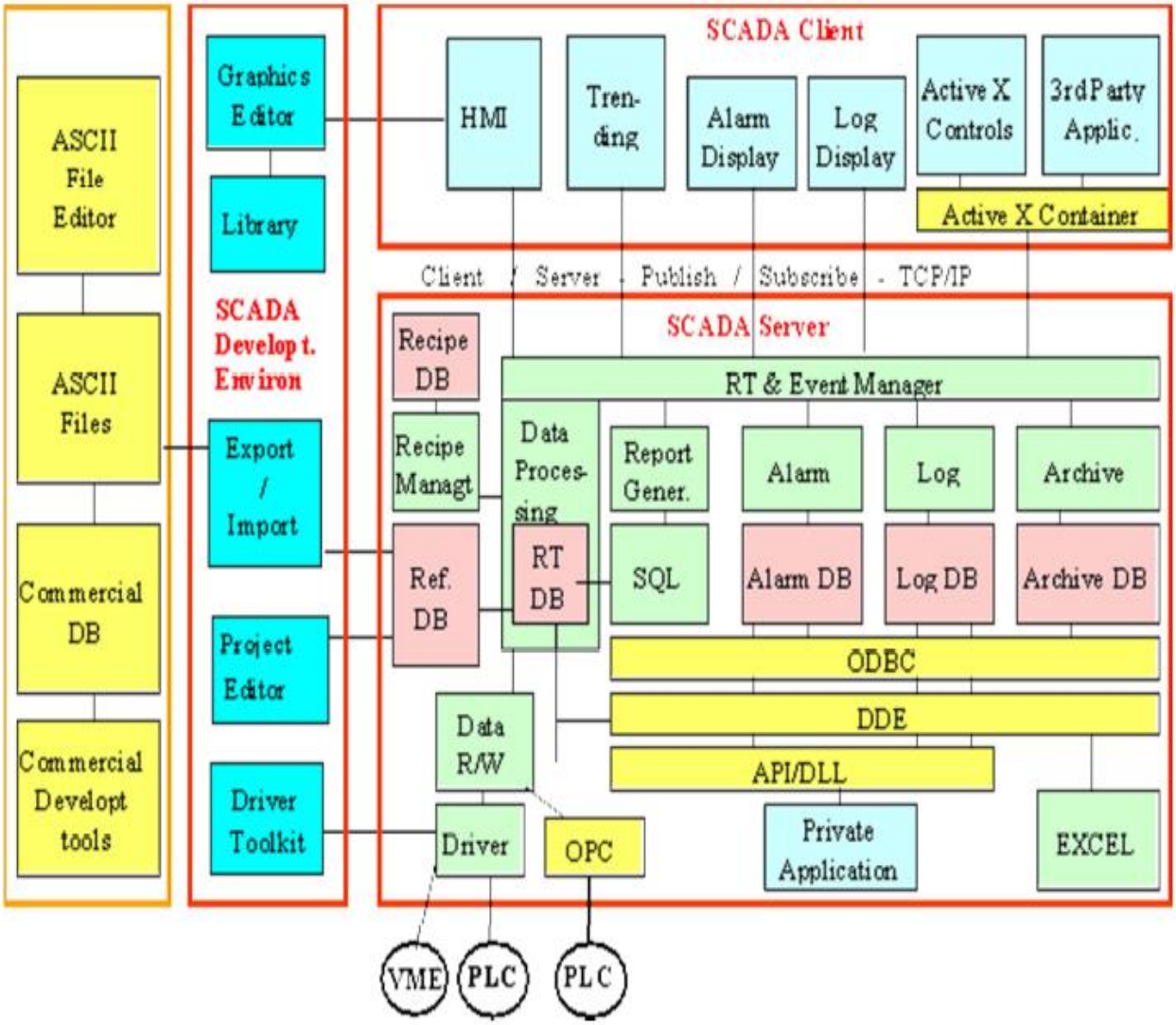
2.5. Комуникација SCADA система

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.

Ако контролер и комуникациони протокол користе асинхрони пренос тада ће га и производи такође подржавати. Производи омогућавају комуникационе дривер-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 дривер девелопмент тоолкит (управљачки програм развојни алата).

На слици 6 је приказана шема комуникације SCADA система.



Слика 6. Комуникација SCADA система; Слика преузета са сајта http://co841scada.wikispaces.com/

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 базирати 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.

GPRS је уствари додатак, који омогућава комутацијом пакета (packet switching) у GSM (Global Sistem for Mobile Communications) системима, базираним на временском мултиплексу - TDMA - u (Time Division Multiple Access). GPRS резервише радио ресурсе само онда када пошиљаоц 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. Протоколи SCADA система

Да би на нивоу комуникационог система остварили поуздану и ефикасну комуникацију између елемената SCADA система, разнородних по својој архитектури, сложености и начину функционисања, неопходно је постојање комуникационог протокола који би стандардизовао скуп команди, меморијске просторе, формате порука, итд. Под протоколом можемо да подразумевамо правила која описују како се један облик комуникације реализује преко неког елементарнијег. Значи комуникациони протоколи дефинишу метод којим се подаци преносе преко комуникационог линка. Све док уређаји за пренос следе унапред одређен низ правила за слање података, уређаји који примају податке су способни да послате сигнале претворе и податке са одређеним значењем. На пример протокол ће дефинисати информацију као што је време које је потребно да се пошаље било који пакет података, јачину сигнала и жељену дестинацију. Иако данас не постоји јединствени стандард за индустријски протокол, одређене групе произвођача установиле су неколицину широко прихваћених протокола:

- Mobdus,
- Foundation Fieldbus,
- Profibus,
- DeviceNet,
- CAN, и итд.

Индустријски комуникациони протоколи коришћени на пољу мерења и управљања заједничким именом се називају Fieldbus протоколи. Протоколи за комуникацију у SCADA системима су направљени искључиво за рад у условима смањене поузданости комуникације, као и да омогуће сигуран пренос података гарантујући поуздано допремање података до жељених дестинација. Протоколи такође имају систем за детекцију грешака и технике за поновно слање порука (које нису успеле да дођу до жељене локације) употребом handshaking технике (међусобна размена синхронизованих импулса два уређаја) која користи header или footer поруке (додатни подаци на почетку и крају пакета порука), придодати сировим подацима у процесу комуникације. Такве додатне информације оптерећују систем комуникације, тј. утичу на брзину. Корисници SCADA система не морају бити упознати са комуникационим протоколима који се користе, у ствари протоколи треба да буду транспарентни. Међутим важно је разумети да и уз употребу медија као што је радио веза постоји могућност, и ако мала, да ће се догодити грешка у комуникацији.

На пример управљачка команда може бити послата на погрешну дестинацију. SCADA системи често захтевају потврду од оператера да је за реализовање управљања потребна баш та команда (провера потврде управљања). Овај приступ омогућава известан ниво

заштите да се управљачка команда не пошаље на погрешну локацију. Више је вероватно да је сам оператер направио грешку и да је управљачка команда послата на погрешну локацију. Провера потврде управљања даје оператеру још једну шансу да одабере одговарајућу локацију. Отворен систем је онај који омогућава комуникацију између различитих врста уређаја (тј. уређаја различитих произвођача). Затворени системи су по дефиницији они који омогућавају комуникацију само између уређаја исте врсте (од истог произвођача).

Отворени системи отклањају недостатке који постоје код затворених система, као што су потпуна зависност од једног произвођача и недостатак информација како протокол функционише. Међутим да би се схватиле предности отворених система потребни су стандарди са детаљно дефинисаним комуникационим протоколима, да би се одредили сви аспекти узајмне повезаности компјутера и осталих уређаја.

2.7. Мрежна опрема SCADA система

Пасивна мрежна опрема представља наједноставнију 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:

- 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 :

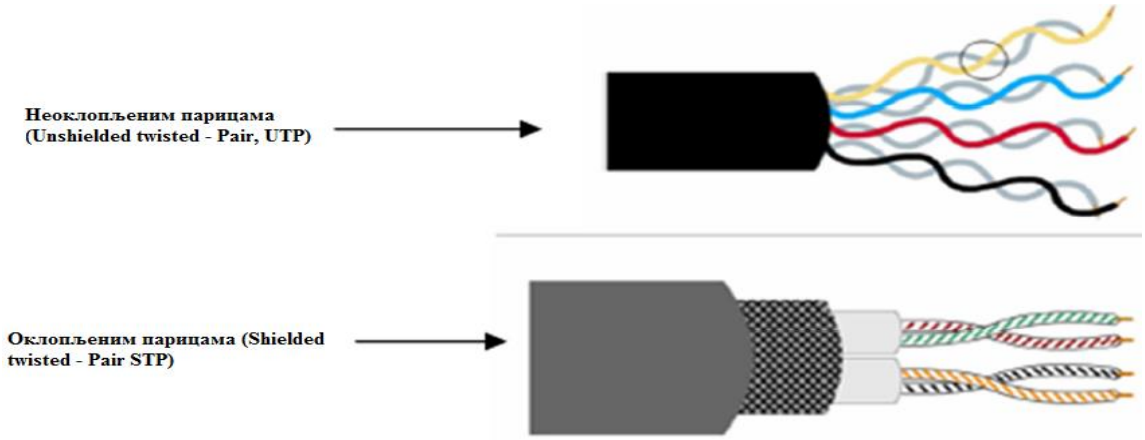
- Бинарни проток
- Поузданост кабла
- Максималну дужину између чворова
- Заштиту од електричних сметњи
- Подужно слабљење
- Толеранције у отежаним условима рада
- Цену и општу расположивост кабла
- Лако повезивање и одржавање

Коаксијални каблови (приказан на слици 7) 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, спољашни 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 метал 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 7: Слојеви коаксијалног кабла; Слика преузета са сајта http://www.racunarskemreze.com

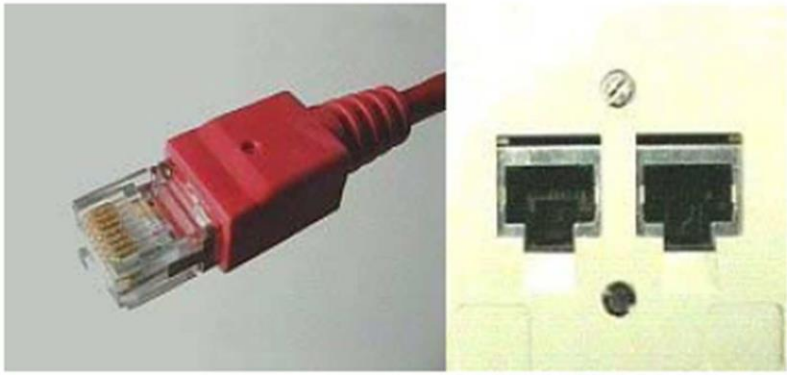
Кабл са упредним парицама (twisted pair cable) се састоји од парова изолованх бакарних жица које су обмотане (упредене) једна око друге. Упредање се врши у циљу отклањања електромагнетних сметњи. Број увртаја по метру чини део спецификације типа кабла јер што је број увртаја по метру већи, већа је отпорност кабла на електромагнетне сметње. На слици 8. приказана су два типа овог кабла: кабл са неоклопљеним (Unshielded Twisted – Pair,UTP) и оклопљеним (Shielded Twisted-Pair, STP) парицама.

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 8: Каблови са неоклопљеним и оклопљеним парицама; Слика преузета са сајта http://prakticnanastavaets.wordpress.com/ankete/

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/перфомансе у пракси су се најбоље показали FTP каблови, тако да се они најћешће 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.



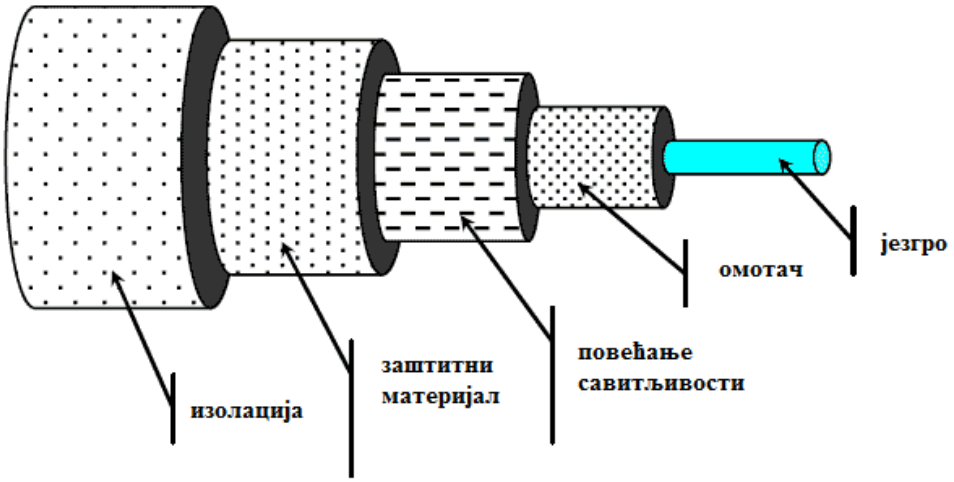
Слика 9: Конектор RJ45 и утичница; Слика преузета са сајта http://prakticnanastavaets.wordpress.com/ankete/

Најчешћи RJ конектори су;

- RJ11-једна телефонска линија
- RJ14-две телефонске линије
- RJ12 и RJ25- три телефонске линије
- RJ45- Ethernet рачунарска мрежа (приказан на слици 9)

Каблови са упреденим парицама за повезивање са рачунарима користе RJ-45 конекторе. За повезивање бакарних жица са конекторима користи се посебан тип алата – тзв. клешта за кримповање. Овај алат најчешће има могућност за рад са RJ45 И RJ11 конекторима.

Оптички каблови (слика 10) - 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 10: Оптички кабл; Слика преузета са сајта fizikica.wordpress.com

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.

2.8. SCADA хардвер

SCADA систем, се састоји од броја удаљених терминал јединица RTU или прикупљање теренских података и слање тих података назад на главну станицу преко комуникациониг система. Мастер станица (проказан на слици 11) приказује прикупљање податке и омогућава оператеру да обавља даљинско управљање системом. Тачни и правовремени податак омогућава оптимизацију рада постројења и процес.

Даље користи су ефикасније поузданије и сигурније пословање. Све ово резултује нижим трошковима пословања у односу на раније неаутоматизоване системе. На сложенијим SCADA систему постоји пет нивоа или хирархија :

- Терен инструментација и контрола уређаја
- Ранжирни терминал и RTU
- Комуникациони системи
- Мастер станице
- Комерцијалне информационе технологије (IT) или
- Обраде података одељење компјутерски систем

Слика 11: SCADA хардвер (hardware); Слика преузета са сајта www.pupin.rs

RTU обезбеђује интерфејс за област аналогне и дигиталне сензоре налази се на свакој удаљеној локацији. Комуникација система обезбеђује пут за комуникацију између мастер станице и удаљених локација. Овај комуникациони систем може бити у облику жице, оптичког, радио везе, телефонска линија, микроталасна можда чак и сателиит.

Специфични протоколи грешке откривању филозофије које се користе за ефикасно оптимални пренос података.

Мастер станице (или под - мастер) прикупљају податке из различитих RTU и генерално обезбеђује интерфејс оператера за приказивање информација и контроле удаљених локација. У великим система телеметрију под мајстор станице са сајтова прикупља инфромације са удаљених мастер и акт релеј назад на станицу контолу мајстора.

2.9. Софтверска подршка SCADA система

Важан аспект сваког SCADA система је компјутерски софтвер који се користи у оквиру система. Најуочљивија 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.

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 подскуп 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 елемата 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 библиотека 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. Примери имплементације SCADA система - JSCADA

3.1. Основне карактеристике JSCADA система

EUROICC JSCADA је Клијент - Сервер SCADA апликација са могућношћу комуникације кроз Web. Развијена је на Јава2 платформи уз употребу Java, Web, HML и HTML технологија, са циљем да буде модуларна, флексибилна и универзално примењлива (независна од опреме на управљачком и погонском нивоу). Захваљујући томе, ова апликација може да ради на било ком WindowsTM оперативном систему (98/Me/NT4/2000/XP), било којој LinuxTM OS дистрибуцији, као и на неким мање распрострањеним платформама (MacOSTM, SolarisTM). JSCADA је нови концепт у корисничком нивоу CIM23 производа, који у себи обједињује елементе класичног SCADA система и Web апликације. Даље, раздвајањем система на клијенте и сервере омогућено је да један клијент приступа произвољном броју сервера, кроз једну или више клијентских апликација које раде паралелно.

EUROICC JSCADA обезбеђује и уобичајене SCADA елементе: евиденцију корисника, мониторске екране, команде, аларме, графике, извештаје, унос у базу података, преглед системских података и online help (помоћ). Сви они су креирани и прилагођени савременим вишекорисничким графичким радним окружењима са прозорима (сви Windows-и, H-windows за Linux, MacOS итд.), што додатно повећава конфор при раду и олакшава праћење параметара. За комуникацију Клијент – Сервер, JSCADA користи проверене, стандардне и свуда присутне Интернет протоколе - TCP/IP и UDP/IP. То му гарантује прикључење на безмало сваку мрежу: пословни/индустријски LAN/WAN, Интранет. То такође значи да се, помоћу JSCADA апликације, производни систем може пратити у било које доба дана, са било које тачке на Web-у.

3.2. Основе архитектуре JSCADA система

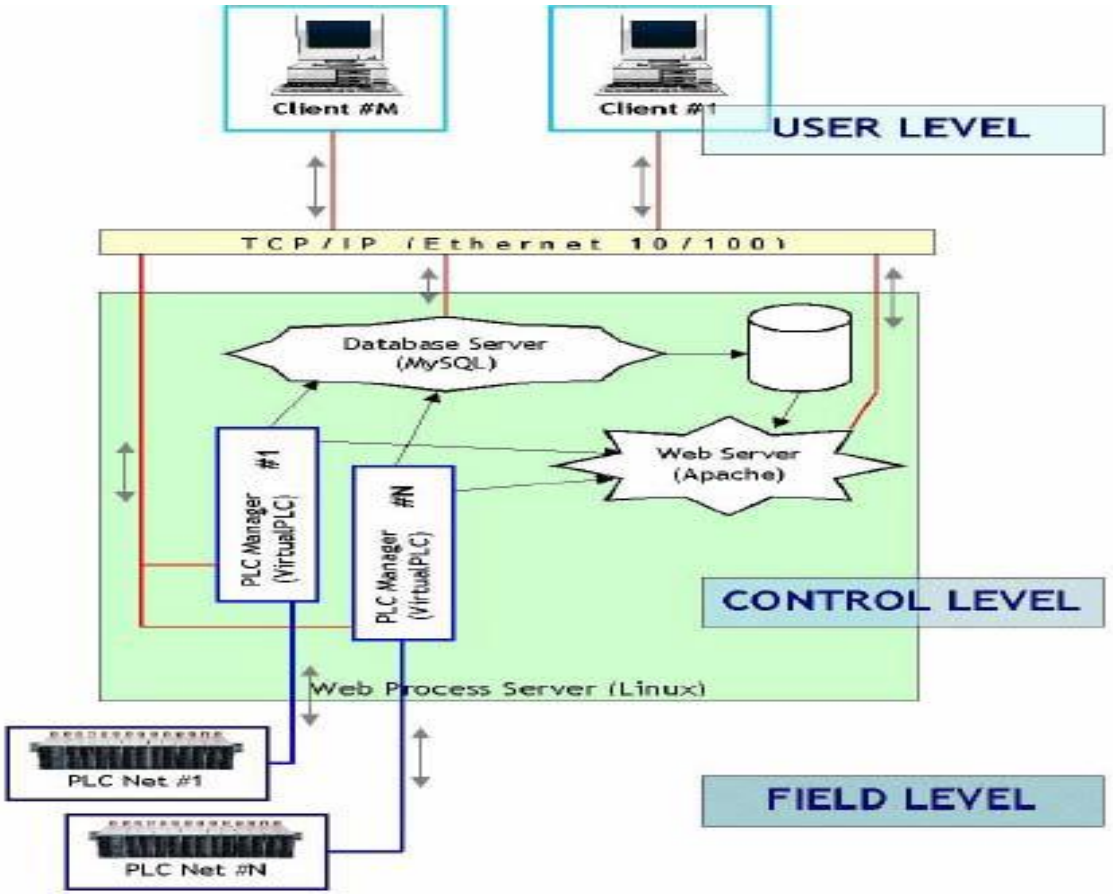
3.2.1. Опис и топологија система

Серверски део JSCADA се, кроз серверски рачунар, повезује са мерном, регулационом и осталом техником у пољу (Field level, слика 12). То могу бити обични и интелигентни сензори/трансмитери, програмабилни логички контролери (PLC), интелигентни извршни органи (вентили, серво мотори, фреквентни регулатори...) и томе слично. Сервер (WPS – Web Process Server) води рачуна о аквизицији података са оваквих уређаја и њиховом складиштењу у базу података. Веза сервера са уређајима у пољу омогућена је употребом одговарајућих драјвера и хардверских адаптера за потребне протоколе комуникације (MODBUS, PROFIBUS, M-BUS, HOSTLINK, TCP/IP и сл.). За

аквизицију података, њихов упис у базу, пријем команди и слање ка клијенту задужена је посебна апликација, VPLC (“Виртуални PLC”). Као база података на Серверу користи се MySQL.

Клијентски део

Клијент комуницира са сервером по TCP/IP и UDP/IP24 Интернет протоколу, што обезбеђује добар рад клијент – сервер за сваку данас доступну врсту везе између рачунара. Таква веза може бити директна (кроз LAN), кроз телефонску мрежу (Dial-up), како фиксне тако и мобилне телефоније. Клијентски део апликације написан је у JAVA2 програмском језику, што му даје могућност рада као самосталне апликације или као аплета. У овом другом случају сав рад апликације дешава се унутар Web Browser-a (читача), тако да корисник једино треба да има одговарајући Java plug-in за свој читач.



Слика 12: Структура система JSCADA са WPC серверском платформом; Слика преузета из рада SCADA системи [2]

Повезивање

Захваљујући оваквој, релативно једноставној и робусној топологији, једни те исти елементи система се, попут Лего коцкица, могу међусобно повезивати, чинећи тако системе са веома сложеном хијерархијом.

3.2.2. Опште особине система

Разноврсност примењливих платформи

Захваљујући изабраном концепту и компонентама, систем може бити имплементиран на практично свим PC платформама које су данас у употреби. Дакле, клијент/сервер може бити изведен у конфигурацији Linux/Linux, Windows/Linux, те Windows/Windows. Као DB сервер (сервер базе података) користи се MySQL (доступан за Windows/Linux платформе). За комуникацију са мрежом PLC контролера служи VPLC апликација, која ради као Daemon (под Linux-ом), односно Service (под Windows-ом).

Разуђеност система

Употреба клијент – сервер концепта доводи до расподеле "одговорности" на више рачунара у систему. У случају "пада" неког од клијената систем не трпи никакве последице. У случају пада неког од сервера остатак мреже и функционалности везане за остале сервере се не прекидају, док мрежа PLC-ова и регулатора (field network) под надлежношћу хаварисаног сервера наставља да ради по сопственим програмима. Дакле, у овом другом случају губе се (привремено) функције надзора и даљинског управљања, док надзор и управљање у локалу (директно на машини) остају "нетакнуте".

Еластичност конфигурисања

Захваљујући овако осмишљеној конфигурацији систем се изузетно лако преправља/дограђује. Неке од предности које се тиме стичу су:

- Конфигурисање система од истих компоненти са различитим дубинама хијерархије;
- Могућност повезивања практично неограниченог броја клијената на један сервер.

Поузданост

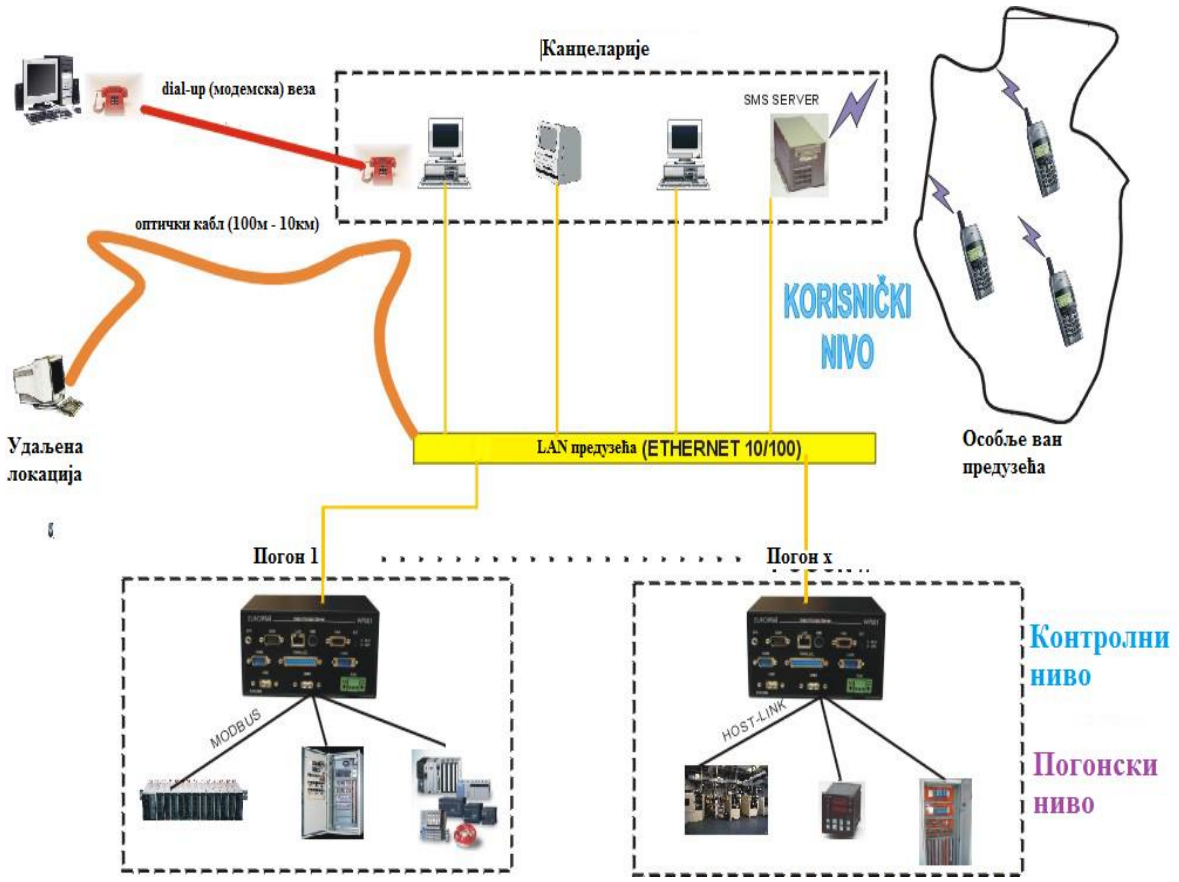
Постоје платформе за развој корисничког интерфејса које такође омогућују приступ кроз Web, а у односу на Javu2 брже и уз мање програмерског знања дају резултате (употреба разних "скрипт језика"), или имају визуелно атрактивнији интерфејс (нпр. Macromedia

Flash). Основна предност Java платформе у односу на њих јесте поузданост која се, пре свега, испољава кроз:

• Могућност примене различитих стандарда и протокола заштите – комуникација кроз VPN (Virtual Private Network), кроз SSL (Secure Socket Lauer), дигитално потписивање и провера дигиталних сертификата за апликацију и њене модуле.

• Могућност енкрипције података који се преносе – у зависности од врсте енкрипције доступна величина кључа је од 64 до 256 бита за податке, све до 2048 бита за дигиталне потписе (аутентикацију и размену кључева).

• Могућност извршавања апликација са различитим безбедносним ограничењима у раду (нарочито важи за аплете), тзв. Sandbox концепт.



Слика 13 : Пример мреже са имплетираном JSCADA-ом; Слика преузета из рада SCADA системи [2]

Поред ове, имплицитне поузданости система, коју носи програмско одружење у коме је софтвер написан и у коме ради (Java2), JSCADA има и експлицитно уграђене механизме

поузданости, који су превасходно везани за рад са корисничким налозима на систему. Сваком кориснику понаособ се, у зависности од додељеног нивоа приоритета, дозвољава или забрањује приступ одређеним подацима и елементима система. Тиме се, на пример, може обезбедити забрана командовања корисницима ван погона, приступ подацима из свих подстаница само кориснику у контролном центру, приступ трећих лица појединим подацима и сл.

Могућност повезивања

За Java2 платформу данас постоји изузетно велики број класа и пакета. Поменимо само неке – повезивање са разним базама података (MS Access, Oracle, MySQL и др.) кроз SQL интерфејс, повезивање са другим типовима апликација кроз CORBA API повезивање са SAP25 информационим системима (кроз пакет RMI функција), повезивање са "native code" (C, C++) апликацијама (кроз JNDI) итд.

Уштеде у времену

Захваљујући мноштву сензора који су данас уобичајено присутни на опреми а које овакав систем аквизира, често се могу уочити нежељене појаве и пре него што се развију до хаваријских размера, што омогућава доследнију примену концепта превентивног одржавања, који је данас толико популаран. Такође се, уз одговарајућу хардверску надградњу, овакав систем може оспособити да алармира дежурна и одговорна лица чим се уоче непожељни трендови у раду постројења или објекта, и то кроз СМС поруке, директне телефонске поруке или хитне E-mail поруке.

Уштеде у новцу

Имплементација оваквог система обично даје и директне новчане уштеде кроз смањену потрошњу сировина и енергената, смањен шкарт и сл., што је директна последица успостављања боље контроле над квалитетом производа. Овакве уштеде обично се крећу у распону од 2 – 20%.

Боље планирање ресурса

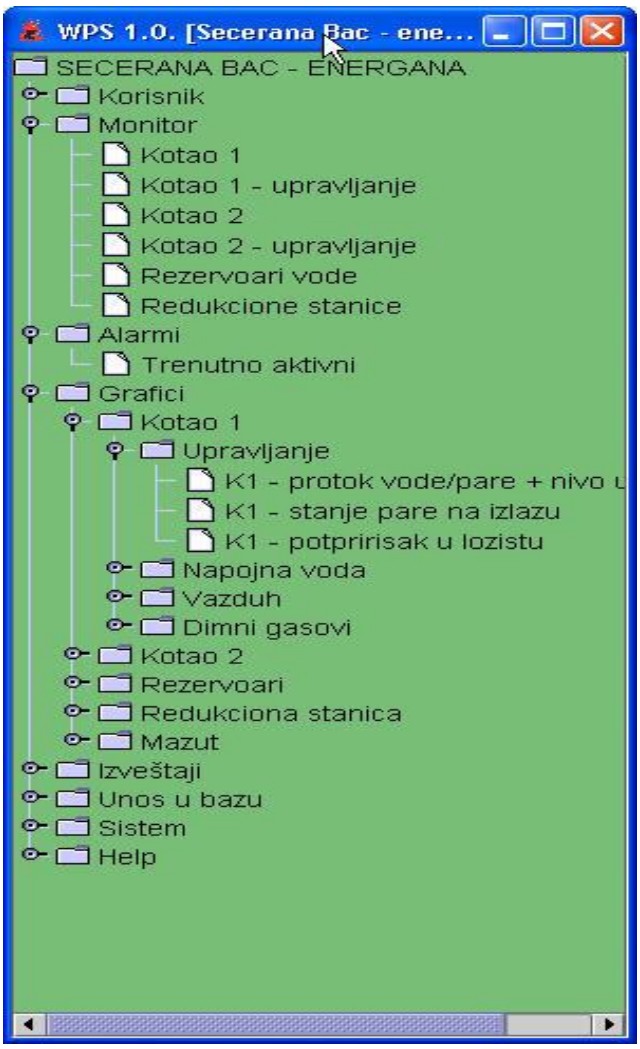
Бољом контролом производње и производа омогућено је боље планирање производних ресурса, тј. већа поузданост читавог система.

3.2.3. Опис основних функционалности система

SCADA функционалности овог система су:

Главни мени

- Главни мени, слика 14. , се формира у облику стабла, где су функционалне групе приказане као чворови а конкретни елементи као листови стабла. Ово је уједно и главни прозор апликације, његовим затварањем завршава се рад апликације.
- Прегледнији од менија, овакав приказ омогућава приступ жељеном елементу једним кликом миша или притиском тастера.



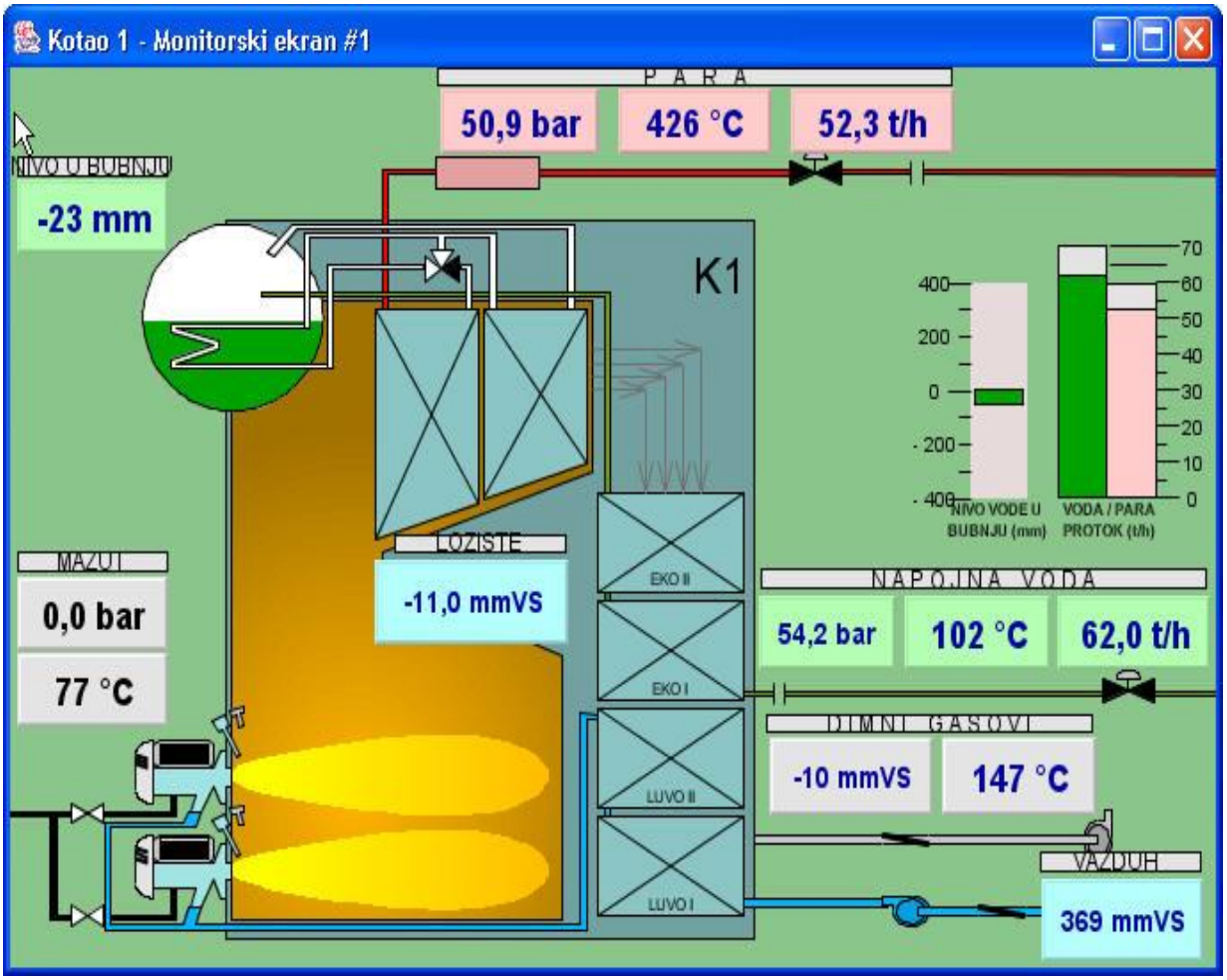
Слика 14 : Главни мени; Слика преузета из рада SCADA системи [2]

Корисник – евиденција пријаве /одјаве корисника, контрола приступа ресурсима и сл.

Мониторски екрани – прегледан шематски приказ параметара процеса у реалном времену, у потпуности прилагођен конкретном процесу. Приказ неке величине може бити (слика 15.):

- дигиталан – прозор са бројном вредношћу и мерном јединицом,
- аналогни – bar-graf, слајдер, мерач са казаљком (кружни) или слично,
- on/off – за дискретне величине са 2, 3 или 4 стања (приказ стања помоћу боја).

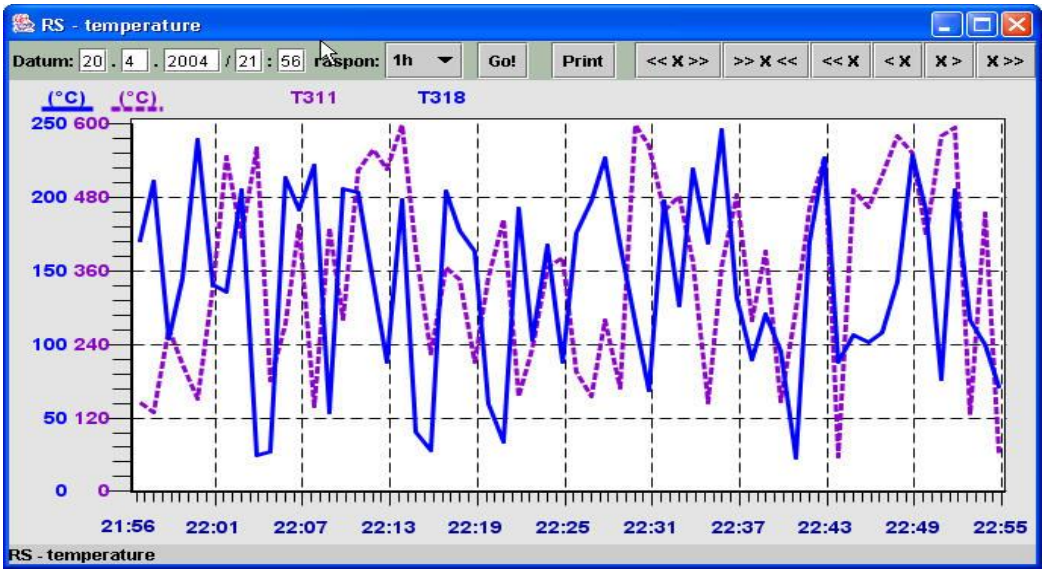
То су, типично, разни индикатори (рада мотора, постизања неке температуре, преоптерећења ваге и сл.).



Слика 15 : Мониторски екран, приказ технолошке шеме процеса; Слика преузета из рада SCADA системи [2]

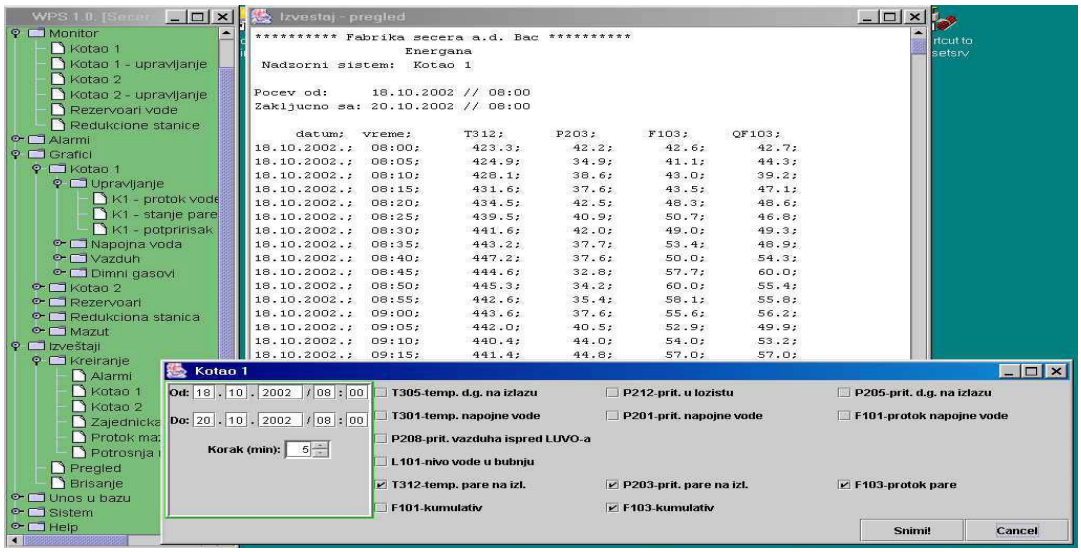
Графици – графички приказ историје вредности одабраних параметара процеса (које систем прати), слика 16. Подешавање по временској оси, претраживање по времену. Штампање графика кроз Принт сервис оперативног система, (другим речима, штампање је

“препуштено” OS и функционише за све OS (Windows, Linux, …) без накнадне инсталације софтверских модула, драјвера и сл.



Слика 16: Графички приказ историје вредности одабраних параметара процеса; Слика преузета из рада SCADA системи [2]

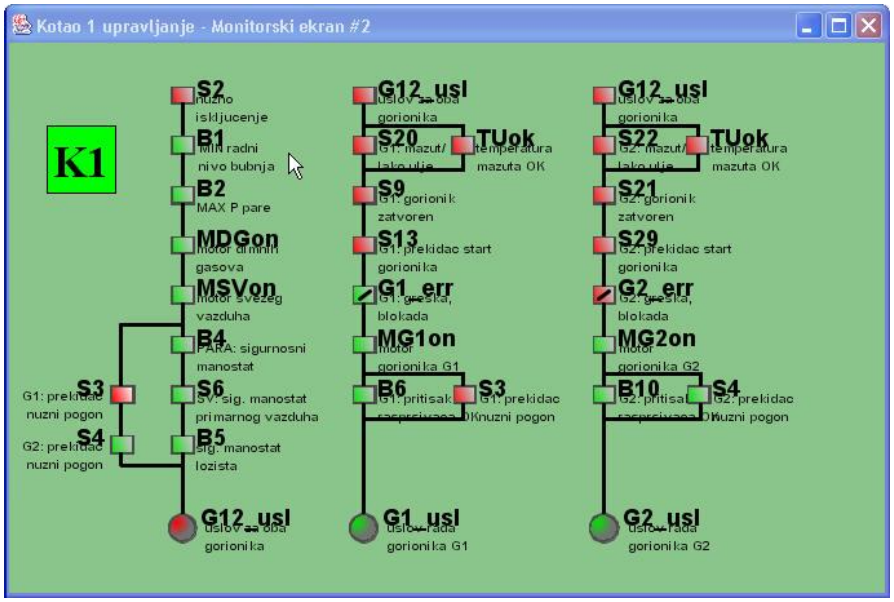
Извештаји – бројчани приказ историје вредности одабраних параметара процеса, слика 17. Могућност прегледа, снимања, штампања и брисања извештаја. Извештај се снима локално на диск клијента, и његово накнадно брисање /измена не утиче на аквизиране податке (који се чувају у бази података на серверу). Формат извештаја је ASCII Delimited, тако да се може лако учитати у сваки програм за табеларна израчунавања, ради даље анализе (MC Excel, Lotus 1-2-3, Open Office Calc,...).



Слика 17 : Приказ извештаја који генерише SCADA; Слика преузета из рада SCADA системи [2]

Аларми – могућност дефинисања различитих аларма и њихов он-лине приказ у посебном прозору, слика 18. Преглед тренутно активних и историје аларма. Аларми са и без потврде, итд.

Help – online help систем, “чист” HTML, за приказ користи default Web browser OS-a (MS IE, NS Navigator, Opera и сл.). Универзалан, преносив (Cross–Application и Cross-Platform), лако проширив, међусобно повезан хиперлинковима, могућност претраживања итд.



Слика 18: Аларми; Слика преузета из рада SCADA системи [2]

У Web функционалности овог система убрајају се:

• Комуникација Клијент – Сервер је потпуно “Web компатибилна”, тј. спроводи се кроз протоколе TCP/IP и UDO/IP. Практично, то значи да се један исти SCADA клијент може користити и у локалној мрежи (компанијски Интеранет) и преко

Интернета.

• Као опција, JSCADA може бити испоручена и у форми Applet-а, са нешто измењеним (осиромашеним) корисничким интерфејсом и избором опција. То практично значи да кориснику више није потребна чак ни инсталација JSCADA клијента на рачунару са ког приступа мрежи, већ само неки Web Browser који подржава аплете (MS IE 5.0 или новији, NS Navigator 6 или новији).

3.2.4. Могућности проширења

Систем се може прилагођавати потребама корисника на следеће начине:

- Конфигурисањем постојећих елемената. То значи да корисник може додавати сопствене објекте за функционалности које већ постоје у систему, нпр. да дода командовање новим вентилом, измени параметре постојећег графика и сл. Ово се врши кроз постављање одговарајућих параметара у бази података. Ово је квантитативно проширење система, и не захтева никакву додатну инсталацију софтвера, ни на серверу нити на клијенту.
- Додавањем нових функција систему, нпр. команди (уколико је претходно био испоручен само надзрорни део), СМС сервиса или одређене обраде аквизираних података (архивирање, фактурисање, извоз у друге формате и сл.). Ово је квалитативно проширење система, и постиже се кроз инсталацију нових софтверских модула на рачунару клијента. На рачунару сервера није потребна инсталација додатног софтвера.

3.3. Опциони пакети

Командовање извршним елементима врши се директно управљање извршним органима (моторима, цилиндрима, вентилима), прелаз управљања ручно /аутоматски, подешавање параметара PID регулације, затим рад са рецептурама: избор, едитовање, чување и активирање, технолошке рецептуре, управљање процесима кроз задовољење технолошких критеријума – рецептуре, манипулација рецептурама: креирање, чување, избор, едитовање, штампање, активирање рецептуре: директно (одмах), временски програмирано (у току дана /недеље), и историја рецептуре: када је и ко променио рецептуру. Могућност чувања старих верзија.

4. Систем даљинског управљања у ЕД Електрошумадија Крагујевац

4.1. Основни елементи система даљинског управљања

На подручју огранка ЕД Центар доо ЕД Електрошумадија Крагујевац на територији општина Крагујевац, Баточина, Рача, Лапово и Кнић управља се електроенергетским системом из диспечерског центра у Крагујевцу. За управљање и надзор високонапонских објеката 110 кV и 35 кV користи се SCADA систем описан у овом раду.

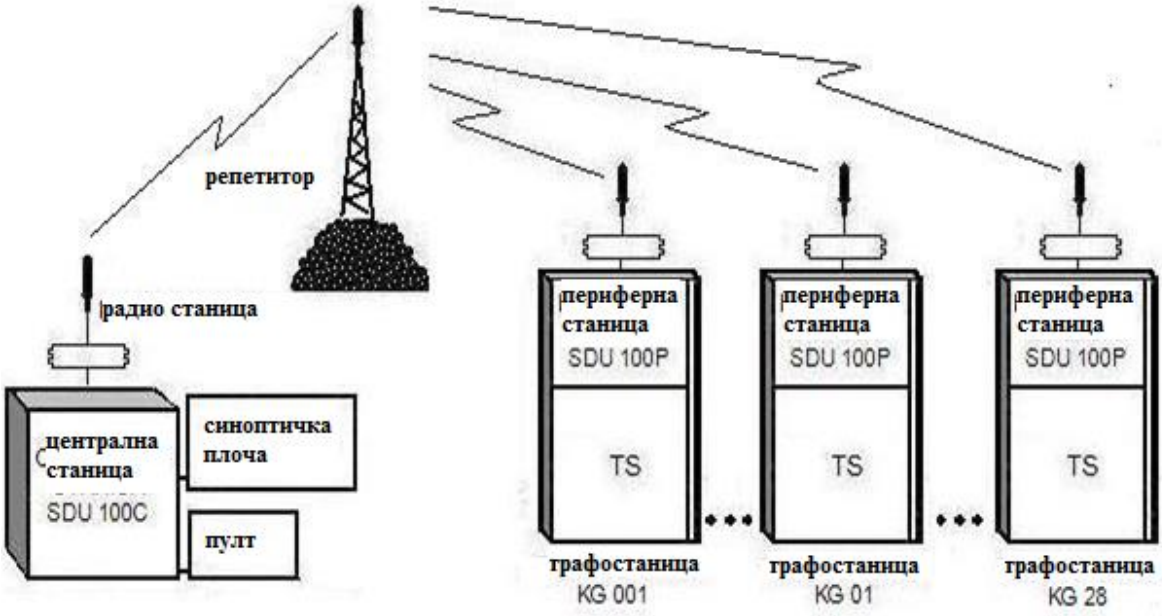
За надзор и управљање 10 кV мрежом користе се два система: SCADA систем за прикупљање података и управљање стубним прекидачима и растављачима са преносним путем преко радио мреже и минискада за стубне јављаче сигнализације и риклозере са преносним путем преко GSM мреже. За управљање тарифом и јавним осветљењем града Крагујевца користи се радио телекомандни систем са два емисиона места.

4.2. Опис система даљинског управљања SDU-100 Електрошумадија Крагујевац

Са изградњом система даљинског управљања започело се крајем седамдесетих година. Основано је одељење за систем даљинског управљања и више тимова радило је на прилагођавању објеката. Електрошумадија се одлучила за систем даљинског управљања SDU-100 имајући у виду противречне захтеве као што су цена, економичност одржавања, једноставност, поузданост, широко температурно подручје рада, модуларност и флексибилност у проширивању до максималног капацитета.

У систем је укључено деветнаест трансформаторских станица и то шест 110/35 кV, дванаест 35/1 кV и једна 10/0.4 кV. Укупан број сигнализација у систему је око 1800, команди око 600, а мерењима се преносе струје трансформатора. У центру управљања постављен је уређај SDU-100P преко кога се управља радом система. Уређај је повезан са командним пултом и синоптичком плочом дужине око 10м, на којој је представљена једнополна шема мреже са свим потребним подацима и са које се може управљати

читавим системом. Пренос података се остварује на једном семидуплексном радиоканалу са звездастом конфигурацијом.



Слика 19: Блок шема SDU;

На слици 19 може се видети блок шема система даљинског управљања која је примењена у ЕД Електрошумадија Крагујевац.

4.2.1. Рад система

Управљање системом SDU-100 врши се из центра слањем одговарајућих порука у дигиталном облику у периферне станице. Користи се асинхрони начин преноса, а свака порука састоји се од низа FSK импулса. Дужина појединих порука није фиксна него зависи од смера и врсте поруке као и од броја сигнализација односно даљинских мерења која се преносе.

Свака порука започиње кодном комбинацијом која означава почетак поруке, следе адреса периферне станице, организациона реч која дефинише да ли се шаље команда, сигнализација или мерење, садржај поруке и завршава се кодном комбинацијом која означава крај поруке.

Ефективно трајање командне поруке износи 440мс. Максимално ефективно време трајања сигнализационе поруке (свих 100 сигнализација) износи 2 секунди, а свих 10 мерења износи 3 секунди.

У целом систему у датом тренутку може бити активиран само један предајник, што значи да није могуће прекинути поруку која се управо преноси. За време слања поруке из центра или из периферне станице не може започети предаја или слање поруке из неке друге периферне станице.

Пренос сигнализација и даљинских мерења је цикличан. Уређај SDU100/C у центру шаље по задатом редоследу поруке којима захтева од појединих периферних станица слање сигнализација, односно даљинских мерења. Када периферна станица прими припадајућу адресу, иницира се њен одговор.

Појединим сигнализацијама, за које је време преноса у цикличном начину рада предугачко, додељује се статус хитне сигнализације. Време од појаве хитне сигнализације у периферној станици до њеног пријема у центру износи највише 6 секунди. Унутар циклуса предвиђени су поједини временски интервали у којима се може спонтано јавити периферна станица у којој се појавила хитна сигнализација. Појава хитне сигнализације у центру изазива акустички и оптички аларм. Оператер у центру мора квитирати ту сигнализацију, а централна станица аутоматски шаље потврду пријема хитне сигнализације у периферију.

Телекоманде се шаљу командним тастерима на синоптичкој плочи и то једним за укључење, а једним за искључење енергетских прекидача (чија комбинација замењује командно-потврдни прекидач). Истовремено може се слати само једна телекоманда. Ради осигурања преноса и извршења команда се шаље у два корака, као припремна и као извршна. У оба корака врши се компарација команде у периферној станици и у централној станици као валидација пре извршења. За врема слања команде прекида се циклус прозивања. После извршења команде, периферна станица шаље у центар сва сигнализациона стања из постројења.

4.2.2. Поузданост система

Код конципирања система SDU-100 пошло се од претпоставке да ће систем радити у отежаним условима експлоатације, односно комуникациони путеви на неким локацијама биће изложени сметњама с обзиром да систем покрива релативно широко географско подручје, а истовремено треба да задовољи високе захтеве у погледу поузданости рада.

У поступку преноса између периферне станице и центра управљања подаци су заштићени од утицаја сметњи на неколико начина. Основна заштита података постигнута је употребом заштитног кода са Хеминговом дистанцом d=4, који омогућава кориговање

једне грешке и детекцију две грешке у сваком пренесеном знаку. У случају детекције грешке која не може бити коригована, примљена порука се поништава и пренос се понавља.

Приликом конструкције уређаја водило се рачуна о примени квалитетних компоненти. Уређаји су рађени у технологији CMOS интегрисаних кола, уз минимално коришћење LSI компоненти. Периферне станице раде у температурном опсегу од од -20°C до +70°C и не захтевају никакво додатно грејање, док су уређаји у центру предвиђени за рад на собној температури.

4.2.3. Информације које се преносе системом даљинског управљања

Сиганлизације

Преносе се положајне сигнализације сабирничких растављача првог и другог система сабирница, излазних растављача и ножева за уземљење, сигнали укљученог и искљученог прекидача. Сигнализације заштита по напонским нивоима: земљоспојна, прекострујна и краткоспојна, диференцијална, бухолц, преоптерећење изводних ћелија и друге сигнализације заштита. Сигнализације обавештења: нестанак напона за сигнализацију, заштиту и напон за навијање прекидача, минимални напон 110 V, нестанак напона 220 V, отворена врата трафостанице, отворена врата ћелије, искључена даљинска команда, појава земљоспоја, итд.

Сигнализације из периферних станица шаљу се у центар у току цикличног прозивања. Периферна станица у којој је настала хитна сигнализација прекида циклус прозивања и спонтано се јавља, шаљући у центар сва сигнализациона стања. Уколико периферна станица није од центра добила потврду да је примљена хитна сигнализација, слање се понавља одређени број пута у одређеном временском периоду. Испад прекидача на било ком пољу сматра се битном информацијом у погледу прекида при снабдевању потрошача и њему је додељен статус хитне сигнализације. Сигализације се преносе у центар и сваки пут када се у периферији прими и изврши извршна команда.

Команде

Предвиђена су три начина командовања енергетским прекидачима: механички, локално (са ормана у пољу или са командносигнализационе плоче у једној од просторија објекта) и даљински. Даљински се шаљу команде укључења и искључења енергетског прекидача и команда поништавања меморијских сигнализација на објекту. Растављачима се не командује, јер не поседују електромоторне погоне.

Локално и даљинско управљање прекидачима међусобно се искључује. У сваком објекту постављен је прекидач ИДК (искључење даљинске команде) којим се укључује или

искључује даљинска команда. За то време систем даљинског управљања шаље сигнализације и мерења по устаљеној радној процедури.

Код преноса команди разликујемо три врсте заштите: пренесених информација, енергетског система и човека. Заштита информације везана је за начин рада информационог система SDU100. Друга врста заштите има за сврху да заштити сам енергетски објекат од оштећења. Користећи блокаду укључења прекидача преко контаката растављача и ножева за уземљење није могуће извршење команде ако нису испуњена сигнализациона стања растављача и ножа за уземљење тог поља. Трећа врста заштите односи се на заштиту особља које интервенише у ТС. Ни у ком случају се даљинска команда не сме извршити ако је било које поље отворено, без обзира да ли је прекидач ИДК искључен или не. Отварањем врата ћелије (поља) аутоматски се искључује могућност извршења даљинске команде.

Мерења

У систему се преносе мерења струја трансформаторских извода на нижој напонској страни.

4.3. SCADA системи у ЕД Електрошумадија

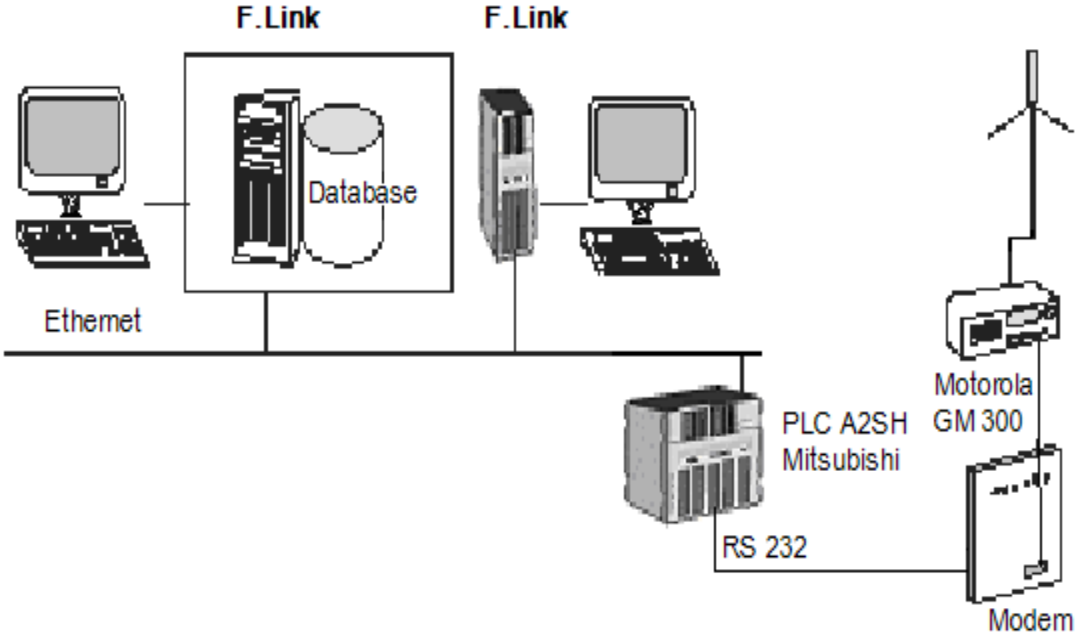
Први корак у реконструкцији система даљинског управљања био је замена централне станице. Водило се рачуна да постојећа опрема у трафостаницама као и преносни пут могу да се искористе и касније поступно замене. Периферне станице у објектима су задржане, као и начин функционисања система и претходно описани принципи преноса и формати порука, тако да није било потребно прилагођење на објектима.

У диспечерском центру уграђена је SCADA која је задовољила тражене захтеве као што су отвореност за надоградњу и могућност креирања властитих програмских модула, модуларна изградња и повезаност, употреба стандардних у свету признатих решења: ActiveX, Microsoft VBA, Microsoft SQL Server 2000, OPC Server-Client веза, ODBC, добра подршка систему, јак програм за статистичке прорачуне и дијаграме и компатибилност са великим бројем реномираних светских произвођача PLC-ова. Синоптичка плоча и централна станица замењене су новим системом управљања који обухвата:

1. PC рачунар са SCADA програмом
2. Програмабилни Логички Контролер (PLC)
3. Модем
4. Резервно напајање

5. Два PC рачунара су преко Ethernet-а међусобно повезана тако да формирају два радна места. На исту мрежу везан је са својом IP адресом PLC. Он је преко RS 232 интерфејса повезан на модем који подржава постојећи протокол SDU-100. Модем се директно веже на радио-станицу SDU.

На слици 20. је приказана блок шема новог система управљања у ЕД Електрошумадија Крагујевац.



Слика 20. Блок шема новог система управљања

PLC се састоји од напајачког модула, модула централног процесора и модула серијског интерфејса. Врши редовно прозивање периферних станица у одређеним циклусима. Преко Ethernet-а модула добија податке од SCADA-е, захтев за командовање прекидачима или захтев за прекоредни упит и прослеђује их модему. Примљене податке из периферних станица анализира и прослеђује рачунару.

Модем податке преузете од PLC-а анализира и претвара у облик прикладан за пренос преко радио-станице. Он уједно управља пријемом и предајом радио-станице за време преноса. У процесу пријема анализира исправност података и прослеђује их преко RS 232 интерфејса у PLC.

4.3.1. Архитектура система у ЕД Електрошумадија

SCADA је клиент/сервер систем са тро нивовском структуром:

1. Ниво корисника
2. Обрада података
3. Складиштење података

Први ниво је окренут према кориснику система. У клиент/сервер структури он представља клиента и има неколико функција. Садржи графички кориснички интерфејс преко кога оператер комуницира са системом. Омогућава конекцију на сервер ради израде апликација. Одржавање и развој система врше се помоћу два развојна алата који се налазе на клиент рачунару, Client Builder-а за клиент апликације и Configuration Explorer-а за сервер апликације. Client Builder је алат за прављење корисничког интерфејса. Омогућава графички приказ свих елемената система којим се управља. Једном креирани елементи се чувају у библиотеци и могу се поново користити, а садржи и библиотеку стандардних елемената. Подржава интегрисани дизајн мод и мод рада апликације што минимизира циклус развоја апликације и омогућава корисничком интерфејсу да буде брз и конструктиван. Configuration Explorer даје приказ у облику стабла слично као Windows Explorer. То омогућава хијерархијски прилаз сервера система, OPC сервера, апликација и таскова. Помоћу Configuration Explorer-а креирају се таскови који обављају одређене послове као што су читање и писање података према екстерним уређајима, чување података, алармирање, генерисање извештаја у оквиру апликације. Одржавање и развој апликација на серверу, преко овог алата, врши се са сваког клиент рачунара који има овлашћење за то.

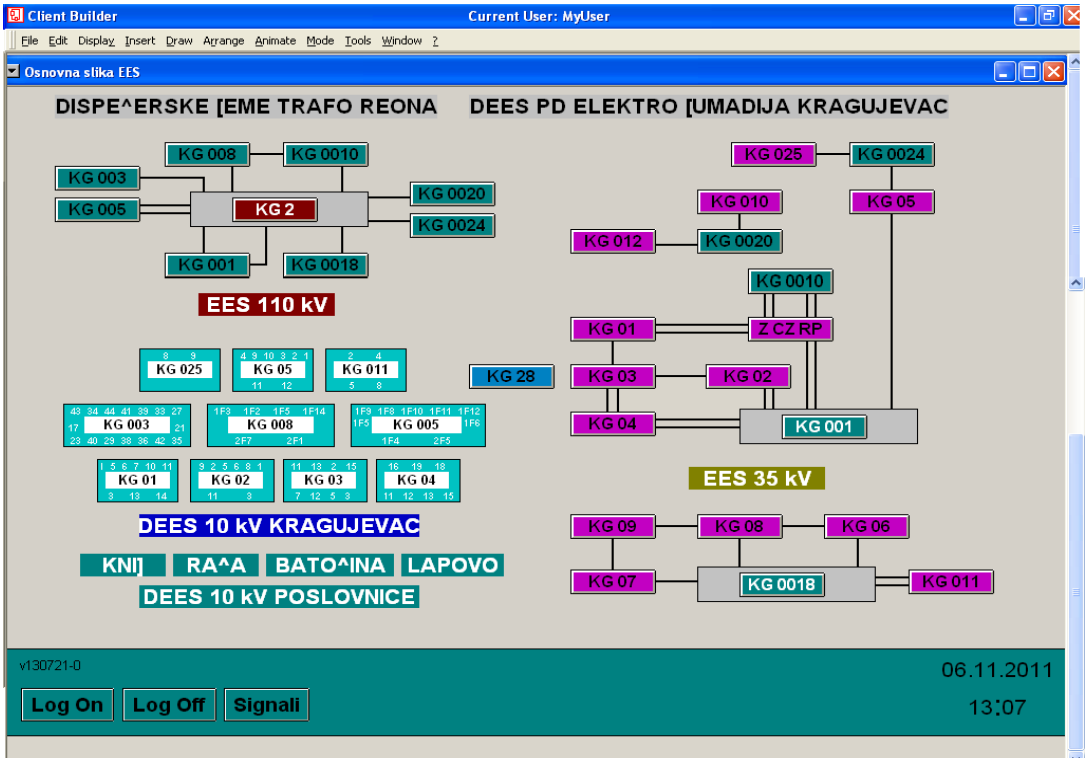
Други ниво је сервер система. На њему се налазе сервер апликације, он обрађује податке и обезбеђује информације за ниво клиента. На овом нивоу налази се и база података реалног времена. Она складишти податке унете са тастатуре, добијене обрадом или из екстерних уређаја. Овако унетим подацима приступају таскови, који међусобно комуницирају читајући и уписујући податке у базу, а не директно, што омогућава комуникацију са другим апликацијама и развој сопствених таскова.

Трећи ниво служи за складиштење података. У систем је укључена релациона база података.

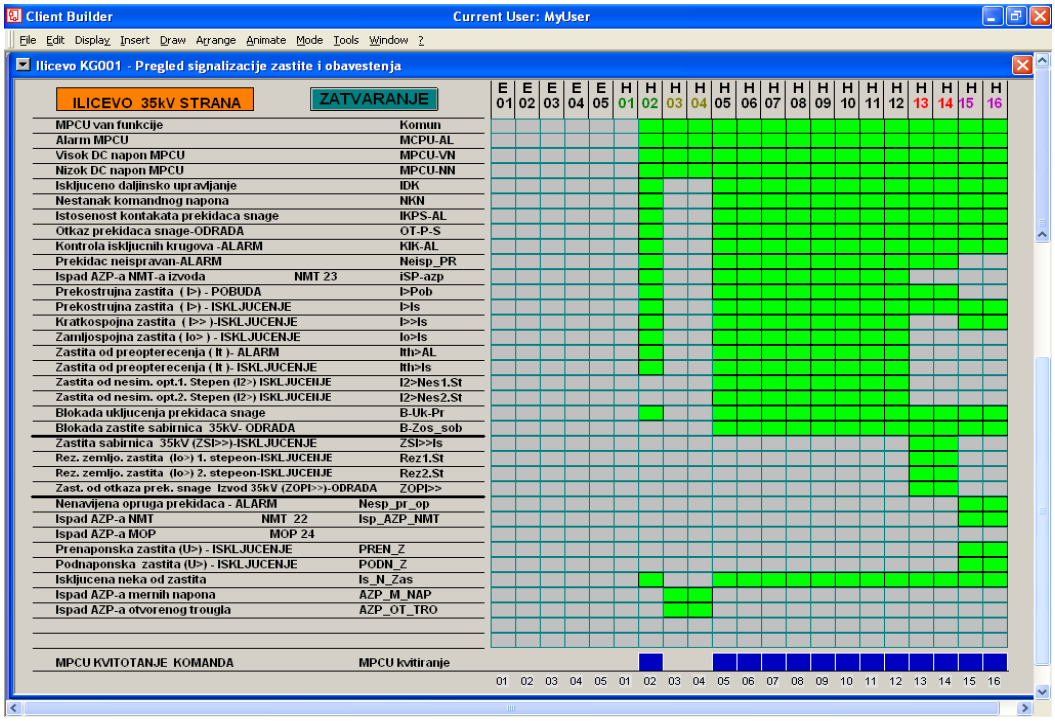
4.3.2. Кориснички интрефејс

После стартовања SCADA програма појављује се основни панел са слике 21. Диспечер попуњава поља за корисничко име, шифру и пријављује се на систем под својим именом што му омогућава обављање операција за које има овлашћење. Алармна линија

даје приказ последњег аларма, опомене или поруке. Тастером Сигнали позива се панел са слике 22. који даје приказ алармних линија.



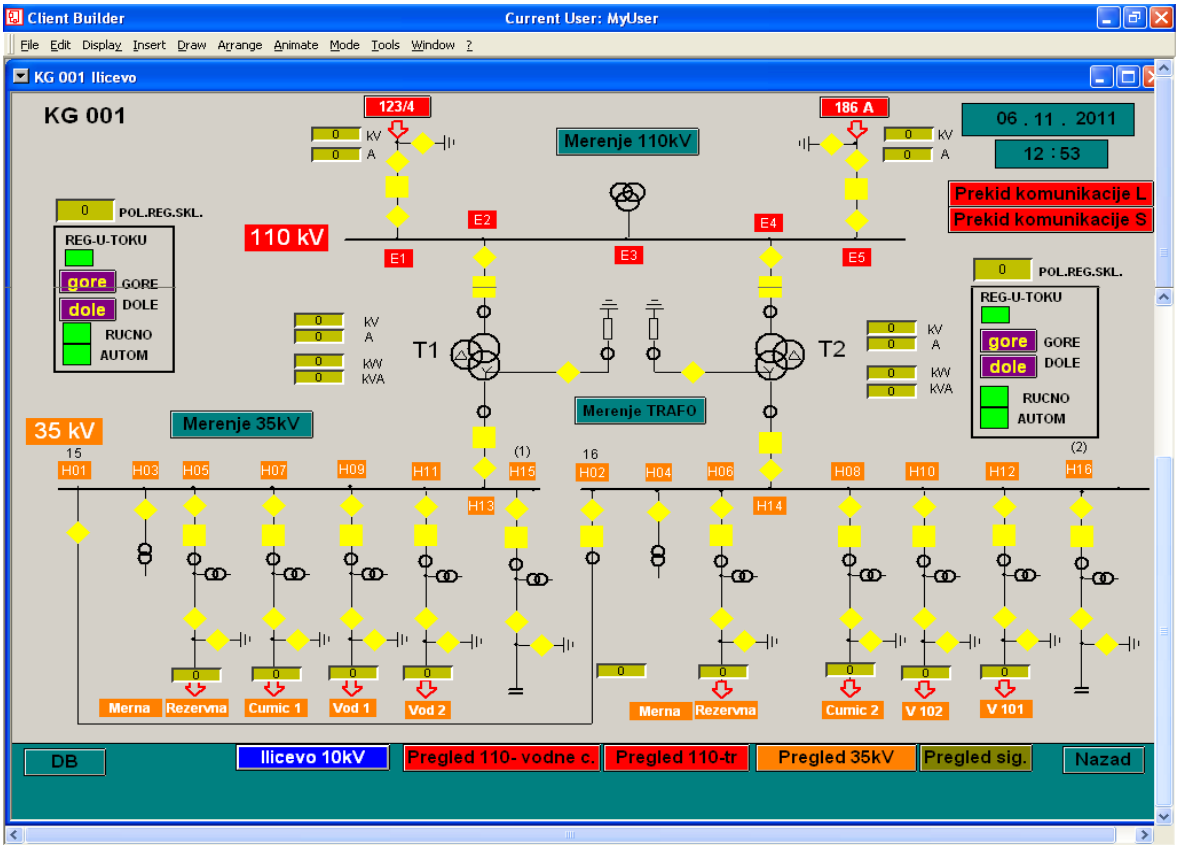
Слика 21: Кориснички интерфејс



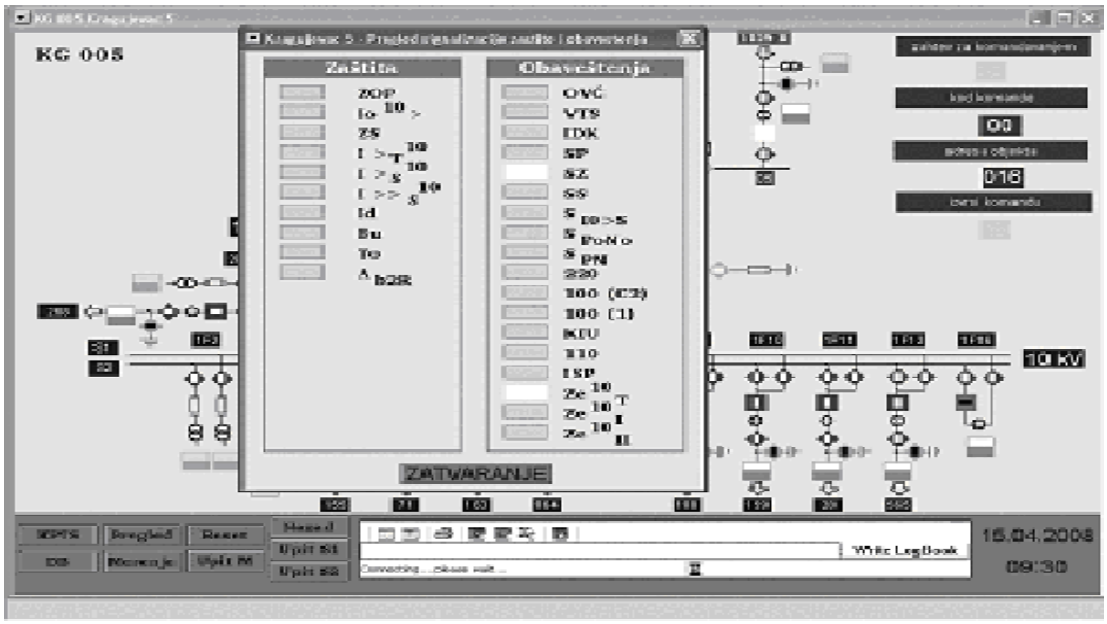
Слика 22: Основни панел и приказ алармних линија

Аларми су раздвојени по групама. Постоје групе сигнали прекидача, сигнали растављача и ножева за уземљење, сигнали заштите, сигнали обавештења и команде. Сваки од објеката има ове групе сигнала. Приказ може бити за све објекте или само за поједине, одређене групе сигнала, што се бира означавањем кућице испред тражене групе сигнала у левом делу екрана. У десном делу екрана исписују се сигнали који стижу са објеката, опомене и поруке, време њиховог настанка, потврде и нестанка као и име тренутно пријављеног оператера.

Из основног панела тј. блок шеме EES, притиском на одређени тастер, добија се графички приказ објеката укључених у систем, као на слици 23. Он пружа увид у сигнализацију положаја енергетских прекидача, сабирничких и излазних растављача и ножева за уземљење. Свака промена на објекту изазива промену симбола на шеми. Хитне сигнализације стижу независно од циклуса прозивања, праћене су звучним сигналом и појавом црвеног круга на основном панелу поред ознаке објекта са ког сигнал долази. Ресетовање звучног сигнала врши се кликом на црвени круг. Остале сигнализације стижу са циклусом прозивања или прекоредним упитом помоћу тастера Упит S. Сигнализације заштите и обавештења за одређени објекат добијају се кликом на тастер Преглед отварањем панела као на слици 24. Квитирање меморисаних сигнализација на објекту врши се тастером KPTS.

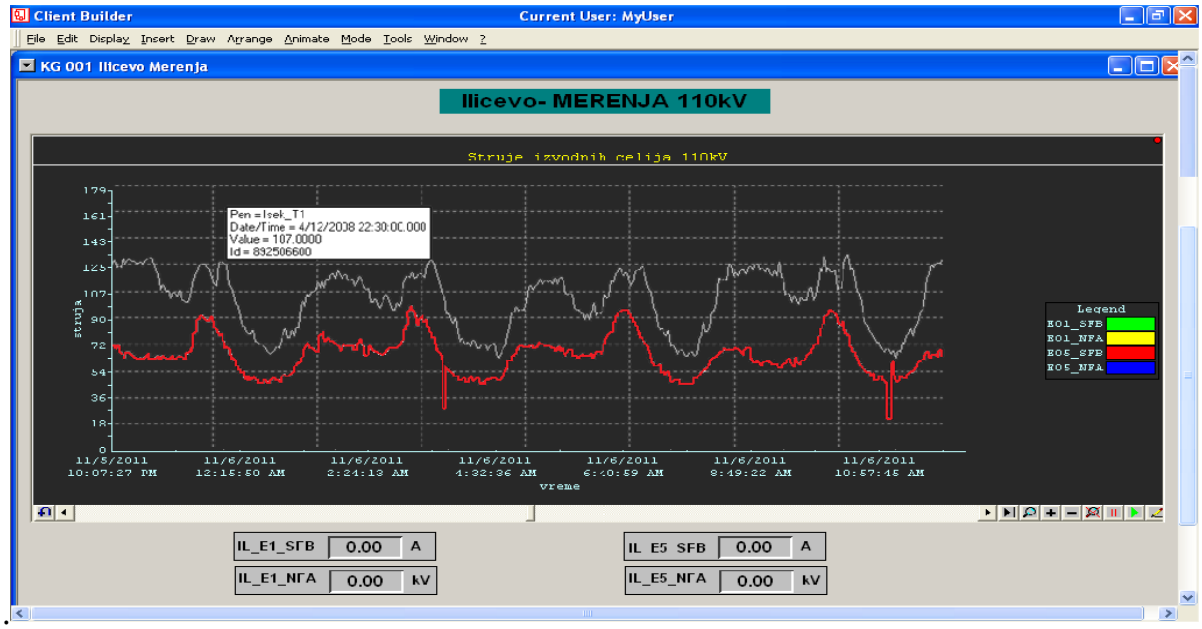


Слика 23 .Графички приказ објекта



Слика 24. Сигнализација заштите и обавештења

Поред графичког приказа сваке ћелије налази се прозор за испис мерења. Тренутно мере се струје једне фазе за сваки трафо на објекту и те вредности приказују се у прозорима поред трафо ћелија. Прозивање мерења се врши са циклусом, а прекоредни упит тастером Упит М. Тастером Мерња добија се панел као на слици 25. Он даје графички приказ промене мерене величине у времену. Координате на приказу су лако промењиве по обе осе а кликом на тачку дијаграма добијају се вредности мерене величине и времена. Табеларни приказ добија се кликом на тастер DB



Слика 25. Графички приказ мерења

Командовање енергетским прекидачима врши се из панела објекта. Кликом на симбол прекидача којим се жели командовати појављује се прозор за дијалог. После бирања жељене операције и потврде оператера шаље се припремна команда. Периферија шаље потврду и тек тада се потврдом оператера шаље извршна команда. Уколико је време за потврду истекло или се јавила грешка у преносу добија се порука да команда није извршена. После успешно извршене команде јавља се аларм и симбол прекидача се мења сходно извршеној операцији.

Сви догађаји који се десе у систему бележе се у бази података реалног времена. Преглед базе се добија тастером DB.

4.3.3. Извештаји

FactoryLink, на основу базе података реалног времена, креира извештаје који се чувају на диску, штампају, обрађују у другим апликацијама или у HML формату користе преко Интернета.

Такође је могуће користити Microsoft Access или Excel за креирање извештаја или извозити податке у неку базу као што су SQL Сервер, Oracle или Subace.

У диспечерском центру ЕД Електрошумадије се сваког дана у 6.00 часова формира извештај о догађајима за претходних 24 сата. У Excel табели налазе се подаци о времену укључења и искључења ћелија, времену испада ћелија, заштитама које су при томе деловале, другим манипулацијама на објектима као и евентуалним проблемима у систему. Потребни подаци о догађајима на појединим објектима филтрирањем издвајају се из ове табеле.

Подаци се такође експортују у SQL Сервер базу. Дневни извештаји чувају се у бази и по потреби реконструишу.

Повезивање са периферним уређајима и другим апликацијама

Преко програмског модула EDI (External Device Interface) повезују се периферни уређаји, RTU уређаји преко одговарајућег протокола на базу података реалног времена. Поједини периферни уређаји могу имати различите протоколе комуникације. Повезивање на друге SCADA системе или на друге пословне апликације остварује се преко OPC Сервера (OLE for Process Control). Factory Link може да функционише као OPC Сервер или као OPC Client или као оба. То омогућава повезивање на друге Windows апликације које подржавају OPC комуникацију, као нпр. DSP или слични програмски пакети који су надоградња на аквизиционе програме. У таквој вези SCADA-DSP сви подаци који се добијају у SCADA-и су транспарентни и преносе се у DSP аутоматски где се ажурирају и обрађују.

4.4. Даљи развој систем

Ради одржавања и повећања функционалности SDU поред редовног одржавања потребна је и стална доградња и модернизација система. У наредном периоду планирано је укључивање у систем реновиране трафостанице КГ 01 Становљанско поље. При реконструкцији трафостанице уграђена је и нова микропроцесорска опрема за заштиту и управљање. Станични рачунар у објекту потребно је повезати са SCADA системом у Диспечерском центру.

Трафостанице које се налазе на територијама пословница такође су укључене у систем. Даљинско командовање врши се из ДЦ-а у Крагујевцу. Особље у пословници нема без директног уласка у објекат могућност управљања као ни информације о стању система. Планира се постављање SCADA система у свакој од четири пословнице. Оне би биле идентичне као у ДЦ, али би покривале објекте на својој територији.

Замена опреме у периферним станицама планира се у склопу реновирања појединих објеката. Као преносни пут и даље ће бити задржана радио-мрежа, али ће таласни опсег од 2м бити замењен са 0.7м због побољшања функционалности и усклађивања са законским одредбама. Систем омогућава прилагођење на друге преносне путеве када се стекну технички услови, па се разматра и постепен прелазак на оптички преносни пут.

У току је повезивање SCADA система са DSM-ом, а требало би извршити интеграцију свих система који се баве управљањем и праћењем појединих делова EES на конзумном подручју.

5. Закључак

Данашње време је одликовано брзим темпом развоја науке технологије и цивилизације у целини. Циљ овог рада је да прикаже једно модерно решење даљинског надзора и управљања у неком систему поготово великим као сто су водопривреде, електропривреде итд… и истовремено задовољти данашње захтеве развоја привреде као што су флексибилност, ефикасност, поузданост, сигурност, прецизност. У раду је приказан SCADA систем који можемо дефинисати као скуп наменских, просторно дистрибуираних, међусобно повезаних рачунарских модула, чији је заједнички циљ остварење функција надзора и/или управљања физичким процесом у реалном времену

Основна функција SCADA система је циклична аквизиција дигитализованих вредности различитих физичких величина које одређују стање производног технолошког процеса. Формирањем базе мерених података у рачунару, ствара се основа за проверу и приказ тренутног стања физичког процеса, односно за вршење ефикасног надзора над њим. Истовремено применом уграђеног управљачког алгоритма могуће је одредити и захтевати корективне активности, тј. извршити управљање над физичким системом. Специфична намена SCADA система намеће одређене захтеве који овакве рачунарске системе издваја од осталих. SCADA систем опште намене мора испунити : рад у реалном времену, дистрибуција рачунарских ресурса у оквиру SCADA-е и постизање максималне поузданости и расположивости.

Вишегодишње искуство у експлоатацији SDU на подручју ЕД Електрошумадије Крагујевац показује да је увођење тог система испунило постављене циљеве, омогућавајући током низа година ефикасан даљински надзор и управљање објектима електроенергетског система, оптимизацију рада и рационалније коришћење средстава.

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.

FactoryLink SCADA са интегрисаним SQL Сервером, OPC подршком и клиент/сервер архитектуром представља добру надоградњу система. Повезивањем са другим апликацијама и системима управљања средње напонском мрежом добио би се целовит и ефикасан систем управљања.

6. Литература

[1] Предавање са Факултета Техничких Наука Нови Сад, Индустријски системи и протоколи – SCADA.

[2] Дипломски рад на тему SCADA системи, Владимир Милашиновић.

[3] Предавање на Институту Михајло Пупин: “Систем за надзор, управљање и аквизицију података”.

[4] VIEW 4, Систем за надзор, управљање и аквизицију погонских података; Опис система, Институт Михајло Пупин, Београд, 2010.

[5] Чланак на сајту “ЈКП Водовод и Канализација града Београда”.

[6] Управљање и телекомуникације у електроенергетском систему, Ј.Драгутиновиц, Е.Вељковиц, 2008 године

[7] Дистрибуирани управљачки системи; Заједничке карактеристике надзорно-управљачких (SCADA) система, Скрипта, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2005.

[8] Compartmentalization of Protocols in SCADA Communication, International Journal of Advanced Science and Technology, Dong-joo Kang and Rosslin John Robles, July, 2009

Интернет извори

[9] http://www.scribd.com/doc/7203762/I3E-Standard-for-SCADA-and-Automation-Systems

[10] http://www.scadasystems.net/

[11] http://www.pupin.rs/

[12] http://www.scribd.com/doc/175801497/SCADA

[13] http://www.ing.unisi.it/biblio/ebook/sistemi_scada.pdf

[14] http://spvp.zesoi.fer.hr/ 2001/scada/spvpSCADA1.htm#_Toc508735469

[15] http://prakticnanastavaets.wordpress.com/ankete