



УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
ФАКУЛТЕТ ЗА МАШИНСТВО И
ГРАЂЕВИНАРСТВО КРАЉЕВО

ЗАВРШНИ РАД

Студент:

Јелена Живковић, рег. бр. 23/07

Краљево, фебруар 2013. године

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
КАТЕДРА ЗА ЕНЕРГЕТИКУ И АУТОМАТСКО УПРАВЉАЊЕ
ФАКУЛТЕТ ЗА МАШИНСТВО
И ГРАЂЕВИНАРСТВО У КРАЉЕВОУ

ЗАДАТАК ЗАВРШНОГ РАДА

Студент: ЈЕЛЕНА ЖИВКОВИЋ 23/07

Предмет: ОСНОВИ СИСТЕМА И АУТОМАТСКОГ
УПРАВЉАЊЕА

Тема: РАЧУНАРСКО УПРАВЉАЊЕ И НАДЗОР
„ТОПЛАНА“ КРАЉЕВО

ЗАВРШНИ РАД ТРЕБА ДА ОБУХВАТИ
СЛЕДЕЋЕ:

1. УВОД
2. РАЧУНАРСКИ СИСТЕМ ЗА УПРАВЉАЊЕ И НАДЗОР
ПРОЦЕСА (SCADA)
3. „ТОПЛАНА“ КРАЉЕВО
4. ЗАКЉУЧАК
5. ЛИТЕРАТУРА

Предметни наставник:

проф. др Новак Недић, ментор

Садржај

1. Увод.....	1
2. Рачунарски систем за управљање и надзор.....	2
2.1. Појам и структура.....	2
2.1.1. Историјат развоја и генерациска подела SCADA система	3
2.1.1.1. Централизоване SCADA системи	4
2.1.1.2. Дистрибуиране SCADA системи	4
2.1.1.3. Умрежене SCADA системи	5
2.1.2. Дефиниција SCADA система	6
2.1.2.1. Основни елементи SCADA система	6
2.1.2.2. Основне компоненте типичног SCADA система	7
2.1.3. Основне функције SCADA система	9
2.1.3.1. Главни циљеви SCADA система	10
2.1.3.2. Примена SCADA система	11
2.2. Елементи SCADA система.....	11
2.2.1. Основне компоненте типичног SCADA система	11
2.2.1.1. Мерна и регулишућа опрема.....	12
2.2.1.2. Подстананица.....	14
2.2.1.3. Комуникациони системи	15
2.2.1.4. Главна станица	15
2.2.1.5. Повезивање SCADA система у целини	15
2.2.2. Базе података.....	16
2.2.2.1. Процесна база.....	17
2.2.2.2. Телеинформациона база.....	18
2.3. Мерно-регулишућа техник.....	18
2.3.1. Мерење.....	18
2.3.2. Мерни претварачи, давачи, показивачи.....	19

2.3.2.1. Врсте излазних сигнала.....	19
2.3.2.2. Према природи мерне величине	19
2.3.2. Регулишућа техника.....	20
2.3.3.1 Систем аутоматског управљања (САР).....	20
2.3.3.2. Извршни орган.....	21
2.3.3.2. Регулишући вентил	21
2.4. Подстананица.....	23
2.4.1. Основне карактеристике.....	23
2.4.2. Основна структура PLC – а.....	25
2.5. Комуникациони систем.....	27
2.5.1. Јавна телефонска мрежа у SCADA комуникацији	28
2.5.1.1. Комуникација мрежа SCADA система на мањим растојањима.....	29
2.5.1.2. RS-485 BUS (магистрала).....	29
2.5.1.3. Интернет	29
2.5.2. Бежично комуникациони системи.....	29
2.5.2.1. Микроталаси	30
2.5.2.2. Инфра црвени пренос.....	30
2.5.2.3. GSM мрежа.....	30
2.5.3. Мрежне конфигурације	31
2.5.3.1. Point-to-point	31
2.5.3.2. Point-to-multipoint.....	32
2.5.4. WAN (Wide Area Network Backbone) “кичмени стуб” SCADA система	32
2.5.5. Комуникациони протокол.....	33
2.6. Главна станица.....	34
2.6.1 Главни рачунарски систем.....	35
2.7. Проблеми поузданости и безбедности SCADA система.....	35
2.7.1 Безбедносни принципи SCADA система.....	36

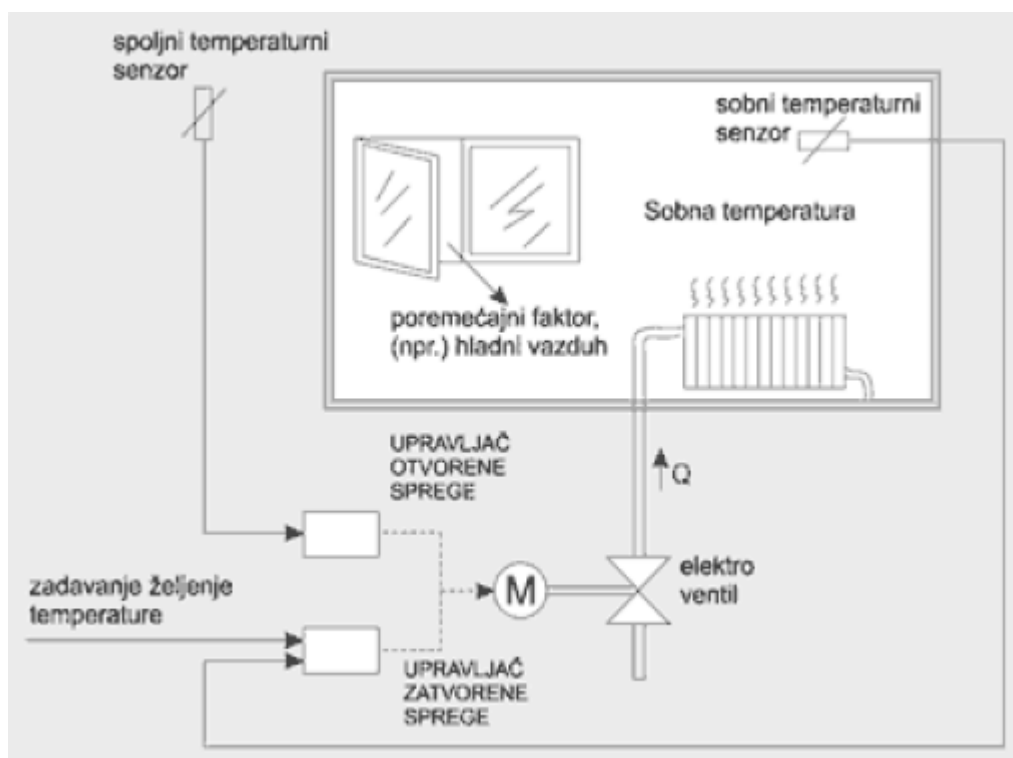
3. „Топлана“ Краљево.....	37
3а. Историјат	37
3б. Делатност.....	37
3в. Котларнице	38
3.1. Реконструкција топлотних подстаница и повезивање у јединствени систем даљинског надзора.....	40
3.1.1. Технички опис подстанице.....	41
3.1.1.1. Затечено стање.....	41
3.1.1.2. Ново пројектовано стање.....	41
3.1.2. Топлотна подстаница са мерно – регулишућом опремом, даљинским надзором и управљање (SCADA).....	42
3.1.2.1. PLC контролер – микропроцесорски регулатор	42
3.1.2.2. Регулишућа опрема.....	43
3.1.2.3. Мерач утрошене топлотне енергије.....	43
3.1.2.4. Остала опрема у подстаници	44
3.1.2.5. Пренос података и систем SCADA.....	47
3.1.3. Мониторинг рада једне подстанице	48
3.1.4. Пример	55
4. Закључак.....	57
5. Литература.....	58
6. Коришћени сајтови.....	59

1. Увод

У свом завршном раду се бавим темом рачунарског управљања и надзора „Топлана“ Краљево.

Рачунарско управљање и надзор омогућавају појединачно загревање објекта са сопственим централним грејањем. Наведено подразумева да свака зграда има сопствени извор енергије (топлоте). У насељима са већим бројем објеката, појединачна грејна постројења са својим котлом и димњаком, велики су извори загађења околног спољног простора, како због дима и осталих продуката сагоревања, тако и услед допремања горива и каснијег одвожења шљаке ако се користи угаљ. Ефикасност појединачних котлова који су увек релативно малих капацитета је увек мања од оних већих снага, па је све то довело до снабдевања топлотном енергијом насеља, реона и градова у целини, централизовано, у оквиру даљинског система грејања, са заједничким извором топлоте и њеним развођењем до сваког потрошача. Систем даљинског грејања се састоји од топлотног извора, цевовода за развод топлотне енергије, топлотних предајних станица (тзв. кућне подстанице) и грејног постројења са својим цевоводом и грејним телима у самој згради.

Систем процесног управљања чине: процес којим се управља, његова опрема и човек – оператер, ово називамо кратким именом SCADA систем.



Сл. Најједноставнији пример процесног управљања

2. Рачунарски систем за управљање и надзор процеса

2.1. Појам и структура

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) - прокупљање података, надзор, праћење и управљање – подразумева цео спектар опреме, система и решења која омогућавају прикупљање података о неком процесу – удаљеном систему, обради истих, надзор, и у појединим случајевима реаговање на адекватан начин.

Најпростији пример SCADA система је обичан PC рачунар који преко аквизиционе- управљачке картице прима податке, обрађује их, формира информације о процесу и на тај начин врши надзор, али и управљање ако је потврђено на том нивоу. Програмска подршка за овај модел SCADA система се своди на подршку PC бус магистрала. То је у основи централизован систем аквизиције и управљања.

Комплекснији пример SCADA система је мрежа рачунаром подржаних радио веза управљаних терминалом TU (Terminak Unit) који комуницирају са рачунарским центром – дистрибутивни систем управљања (Distributed Control System).

И најкомплекснији пример scada система је мрежа SCADA система која функционише по принципу сервер-сервер, сервер-клијент - WASCAD системи(Wide Area SCADA). Разменом података између два или више независних SCADA система који контролишу различите сегменте истог технолошког процеса или привредног система.



Слика 1. Једноставан SCADA систем

Данашњи ниво савремене технологије добрим делом је остварен захваљујући развоју теорије и праксе аутоматског управљања. Теорија и пракса аутоматског управљања су најшире нашле примену у техничким дисциплинама и захваљујући тој чињеници савремено доба се са правом назива доба аутоматизације. Међутим, у новије време научна достигнућа у овој области налазе примену и ван подручја техничке дисциплине као на пример у економији, медицини, биологији и др. Може се слободно речи да је разумевање и праћење развоја савремене технологије као и науке уопште, неопходно познавање теорије и примене система аутоматског управљања.

Пошто говоримо о сложеним системима, који се састоје из више функционално различитих зависних система и подсистема, најчешће дислоцираних као логичан корак погодан за даноноћно опслуживање ресурса и корисника, примењујемо рачунарски подржани систем, под именом SCADA систем (Supervisory Control and Data Acquisition).

SCADA системи су дизајнирани за надзор и контролу података, пружајући поуздано средство за анализу информација са више RTU-а (Remote Terminate Unit). Према данашњим захтевима до “високим технологијама” производње, SCADA је неопходна за обављање прорачуна и анализа у стварном времену на радним станицама. Једна од изузетних предности је сам визуелно односно графички приказ жељених података на операторском терминалу или више мониторских екрана.

2.1.1. Историјат развоја и генерацијска подела SCADA система

Први патенти везани за даљинско командовање и надзор јавили су се још крајем XIX века (раних 1890 – их). Ти рани, електромеханички, системи су најчешће коришћени само за надзор или само за командовање а врло ретко истовремено и за надзор и командовање. Током 1920 – их и 1930 – их година појавили су се различити комерцијални системи за надзор и управљање који су били способни за даљински пренос више мерења по једном каналу и који су подржавали елементарне операције даљинског командовања.

Овде намерно наглашавамо командовање, ти рани системи су коришћени за даљинско задавање једноставних команди типа укључи / искључи. “Мерења“ која су се преузимала са удаљене локације су била углавном индикације статуса опреме, односно величине које су имале само две могуће вредности укључено / искључено.

Први комерцијални системи су били реализовани применом електромеханичких релеја. Решења базирана на електромеханичким релејима, због велике сложености и непоузданости такве опреме, су чинила пренос великог броја индикација и аналогних мерења непрактичним. Ови системи су коришћени за аквизицију релативно малог броја мерених информација и даљинског командовања. Ови системи су најчешће називани системима за “надзорно управљање“ (Supervisory Control). Тек касних 1960 – их година, као последица појаве мини – рачунара и развоја телекомуникационе и мерне опреме, појавили су се први рачунарски системи за даљински надзор и управљање који су имали све битне компоненте и функције система које данас називамо SCADA системима.

Са развојем рачунарске технологије, паралелно се одвија и развој SCADA система. Могу се издвојити три генерације SCADA система:

- централизовани SCADA системи
- дистрибуирани SCADA системи
- умрежени SCADA системи.



слика 2. SCADA систем

2.1.1.1 Централизовани SCADA системи

Када су настали SCADA системи, управљачки системи су били централизовани, са једним централним рачунаром који је управљао читавим системом (mainframe). Локалне рачунарске мреже нису коришћене и сваки систем је био самосталан, без веза са другим системима. WAN (Wide Area Network) мреже су настале због потреба комуникације са спољним станицама и углавном нису коришћене у друге сврхе. Није било данашњих комуникационих протокола, већ су протоколе наменски развијали произвођачи RTU – ова. Ови протоколи су били једноставни, нису подржавали никакву другу функцију осим скенирања и узимања података са спољне станице и прослеђивања команди до станице. Није било могуће преносити било које друге податке кроз мрежу осим комуникација са RTU – ом.

Веза са централном станицом SCADA система су пројектовали произвођачи, а састојала се од одговарајућег адаптера или конектора којим се кабал повезивао са задњом страном (backpanel) CPU – а. Редундантност система прве генерације постизала се коришћењем два идентична система, примарног и помоћног, који су били повезани преко исте магистрале података (bus). Помоћни систем је надгледао рад примарног система и преузимао улогу управљања уколико би дошло до отказа у примарном систему, што значи да се помоћни систем ретко користио при управљању.

2.1.1.2 Дистрибуирани SCADA системи

Следећа генерација SCADA система користи појаву LAN мрежа и развој полупроводничке технологије која омогућава минијатуризацију и расподелу управљачких функција у оквиру система. Више станица (рачунара) са посебним функцијама је повезано међусобно помоћу LAN мреже и размењује информације у реалном времену. Ове станице су у класи мини рачунара, мање и јефтиније од процесора прве генерације.

Неке од ових дистрибуираних станица преузимају улогу комуникационих процесора за комуникацију са RTU – овима у спољним мерним уређајима, неке су у улози

операторских интерфејса, HMI (human – machine interface) за операторе система, док су другима додељене функције математичких компресора или сервера за базе података.

Расподела појединих системских функција SCADA система обезбеђује више процесорске снаге за систем него што би било могуће остварити помоћу једног процесора и побољшава редундантност и поузданост система. Мрежа која повезује ове уређаје се базира LAN протоколима и омогућава везу локалном окружењу.

Неки од произвођача SCADA опреме развојали су сопствене LAN протоколе, што им је омогућило да их оптимизују за комуникацију у реалном времену али је онемогућило или ограничило комуникацију са SCADA система других произвођача.

Дистрибуирана архитектура омогућава да сви рачунари на LAN – у буду on – line све време, уместо ранијих редундантних шема код којих су секундарни рачунари преузимали улогу примарних рачунара тек када примарни рачунари испадну из система. На пример, када један HMI рачунар “падне“, његову улогу може одмах да преузме други HMI рачунар, чуме се процедура преузимања улоге знатно скраћује. Расподела мастер рачунара у SCADA систему на више рачунара и њихова веза преко LAN мреже не утиче на WAN мрежу са даљинским станицама. Ове спољне везе се и даље базирају RTU – овим комуникационим протоколима и онемогућавају други мрежни саобраћај. Као и у случају прве генерације SCADA система, друга генерација је такође била ограничена тиме што су хардвер, софтвер и периферне уређаје одређивали произвођачи SCADA система.

2.1.1.3. Умрежени SCADA системи

Модерна архитектура централне јединице SCADA система је врло слична архитектури друге генерације, осим што се базира на принципима отворених система уместо ранијих, затворених и произвођачки контролисаних. Функције централне јединице су и даље подељене између више рачунара повезаних мрежом а протоколе за комуникацију са RTU – овим и даље одређују произвођачи.

Побољшање у односу на предходну генерацију SCADA система представља отворена архитектура која је заснована на отвореним стандардима и протоколима, чиме је омогућена расподела функција SCADA система и кроз WAN мрежу, а не само кроз LAN мрежу као што је до сада био случај. Примена отворених стандарда елиминише бројна ограничења предходних генерација SCADA система: коришћењем комерцијалних програма и протокола олакшава се повезивањем периферних уређаја различитих произвођача (монитори, принтери, диск драјвери, CD – читачи и резачи и слично) на мрежу. Такође, омогућила је SCADA произвођачима да се повуку из области развоја управљачког хардвера и да користе достигнућа водећих системских произвођача (као што су Compaq, Hewlett – Packard, Sun Microsystems) у развоју основних рачунарских платформи и оперативних система, а да се посвете уградњи специфичних захтева SCADA система у постојеће рачунарске управљачке системе.

Најважнија особина треће генерације SCADA система је могућност коришћења WAN протокола, рецимо IP (Internet Protokol), за комуникацију између централне станице и комуникационе опреме, чиме је омогућена расподела функција централне станице за комуникацију са спољним станицама кроз WAN. Данас су доступни RTU – ови који комуницирају са центром преко Ethernet везе. Проширењем функција SCADA система кроз LAN се систовремено повећава поузданост система.

2.2.2. Дефиниција SCADA система

Дефиниција SCADA система:

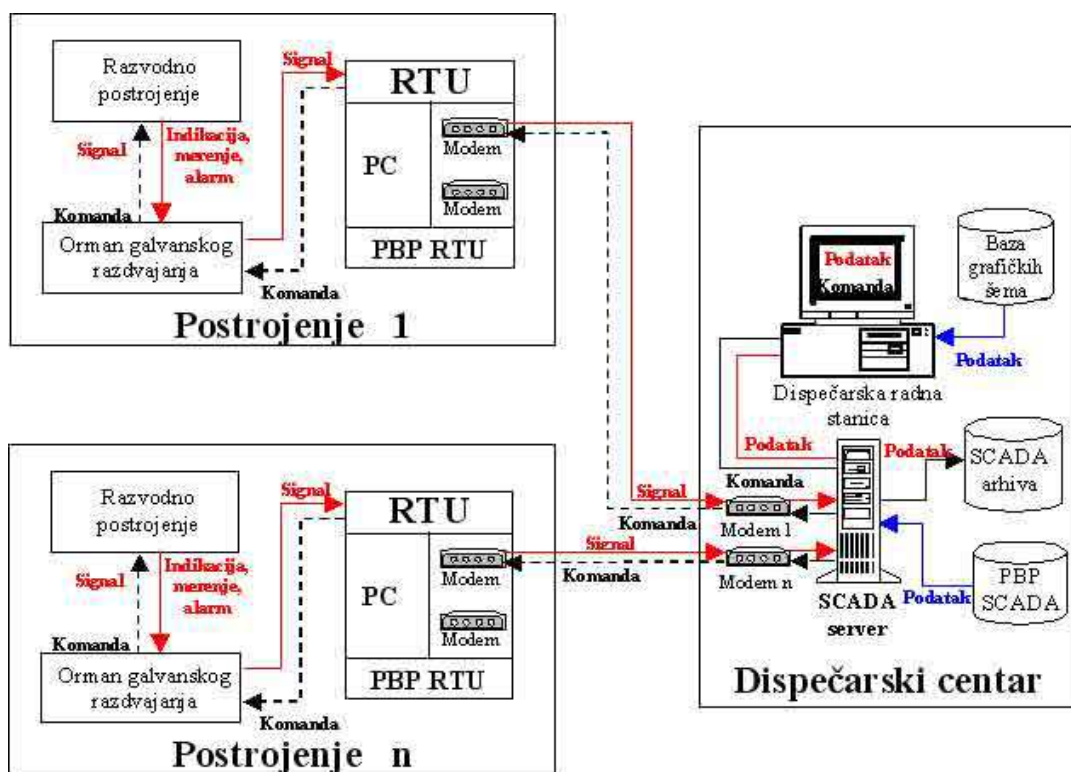
Систем за активацију података и надзорно управљање, SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) подразумева цео спектар опреме, система и решења која омогућује прикупљање података о неком процесу.

SCADA системи се највише користе у електроенергетици, водопривреди и другим системима који захтевају аквизицију велике количине података са географски удаљених локација. Ова особина покривања географских удаљених локација разликује SCADA системе од сродних DCS (Distributed Control Systems) – дистрибуираних система управљања који су увек лоцирани на једној локацији. Поред тога SCADA системи, се разликују од DCS система, углавном користе у отвореној петљи, тј. пре свега за надзор а врло ретко за управљање у затвореној спреси.

2.2.2.1. Основни елементи SCADA система

SCADA систем чини целина од више хардверских и софтверских компоненти. Све те компоненте заједно називамо SCADA системом.

Елементи SCADA система могу се приказати као на следећој слици.



2.2.2.2. Основне компоненте типичног SCADA система

Основне компоненте типичног SCADA система су:

1. Мерна и управљачка опрема – сензори и претварачи “очи и уши” SCADA система. Уређаји попут мерача нивоа, протока, притиска, температуре и други, прикупљају податке на основу којих искусни оператери могу проценити стање система. Мерни претварачи омогућавају конверзију мерних величина у погодан (струјни сигнал 4-20mA, напонски ниво, дигитални сигнал, итд.). Помоћу актуатора и командних панела могуће је аутоматизовати производне процесе, покретати и заустављати моторе, отворати и затварати вентиле, склопке и прекидаче, дозирати компоненте у хомској индустрији и извршавати друге команде.

Даљинске станице – да би се могле извршити функције даљинског надгледања и управљања, информације које се добијају са сензора и претварача се морају претворити (конвертовати) у облик компатибилан са SCADA “језиком”. Ову функцију извршавају тзв. даљинске станице (RTU – Remote Terminal Units).

Даљинске станице су робусни индустријски рачунари који врше преузимање података (мерења и индикација) од мерне опреме, примарну обраду података, локално управљање и комуникацију са надређеним центром. Функцију даљинских станица често врше и програмабилни логички контролери (PLC – Programmable Logic Controllers).

2. Комуникациона мрежа – комуникациона опрема, је потребна за пренос података од даљинских станица лоцираних на објектима са којих се прику подаци до надређеног центра.

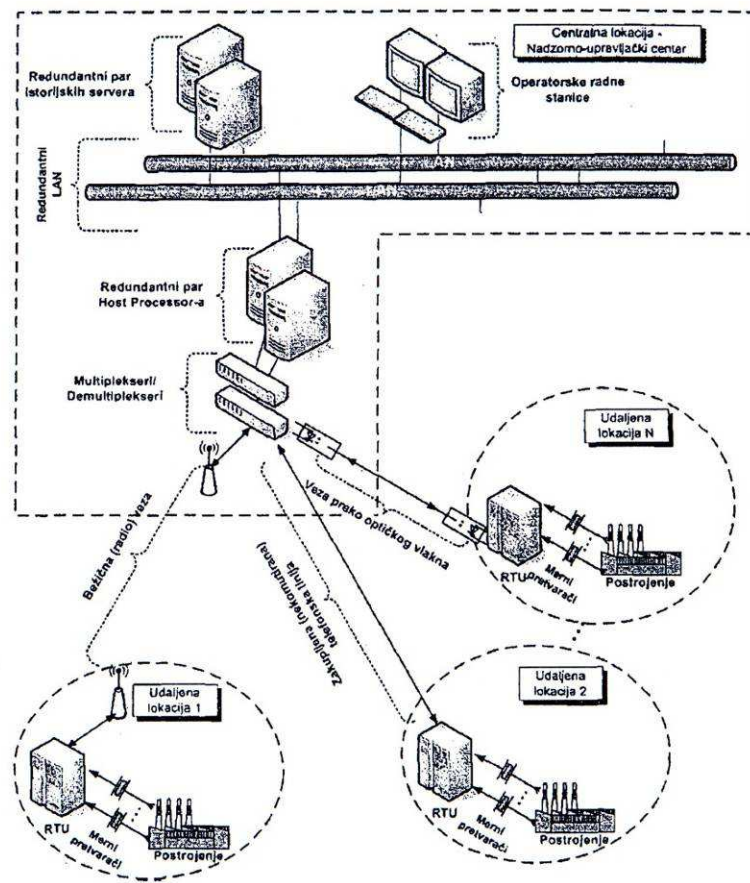
Код SCADA система се за пренос података могу користити различити комуникациони медији као што су оптичка влакна, усмерене радио везе, комутиране и некомутиране телефонске линије, VF везе преко енергетских водова, а у оквиру једног објекта и локалне рачунарске мреже (ово је стандардно код DCS система). Без обзира на то, који се комуникациони медији користе, пренос података се најчешће врши сериском везом по неком од стандардних протокола, као што је то IEC 60870-101. Комуникациони протокол дефинише начин комуникације између делова неког система, тако што одређује формулу у којој ће бити представљени подаци који се помоћу њега размењују.

3. Централна станица (MTU – Master Terminal Unit) – представља главни процесор (host processor) SCADA система у којем се истичу сви аквизирани и телеметрирани подаци. Мерења и индикације из последњег циклуса аквизиције се привремено смештају RAM меморији централне станице одакле их могу преузимати различите софтверске апликације SCADA система укључујући MMI апликације и апликације за архивирање историских података. У неким SCADA конфигурацијама функције централне станице се деле на више рачунара.

Тако се комуникацијом са RTU – овима и аквизицијом мерења бави примарни процесор (FEP – Front End Processor). Подаци које FEP аквизира из система се затим преко брзе локалне везе преписују у меморију рачунара чија је функција комуникација са другим апликацијама и серверима SCADA система.

4. Историски сервери – у пракси се поред аквизиције и презентације података у реалном времену скоро увек врши и архивирање измерених вредности аналогних величина и индикација. У оквиру модерних SCADA система функције архивирања најчешће обављају специјализовани сервери у склопу SCADA система.

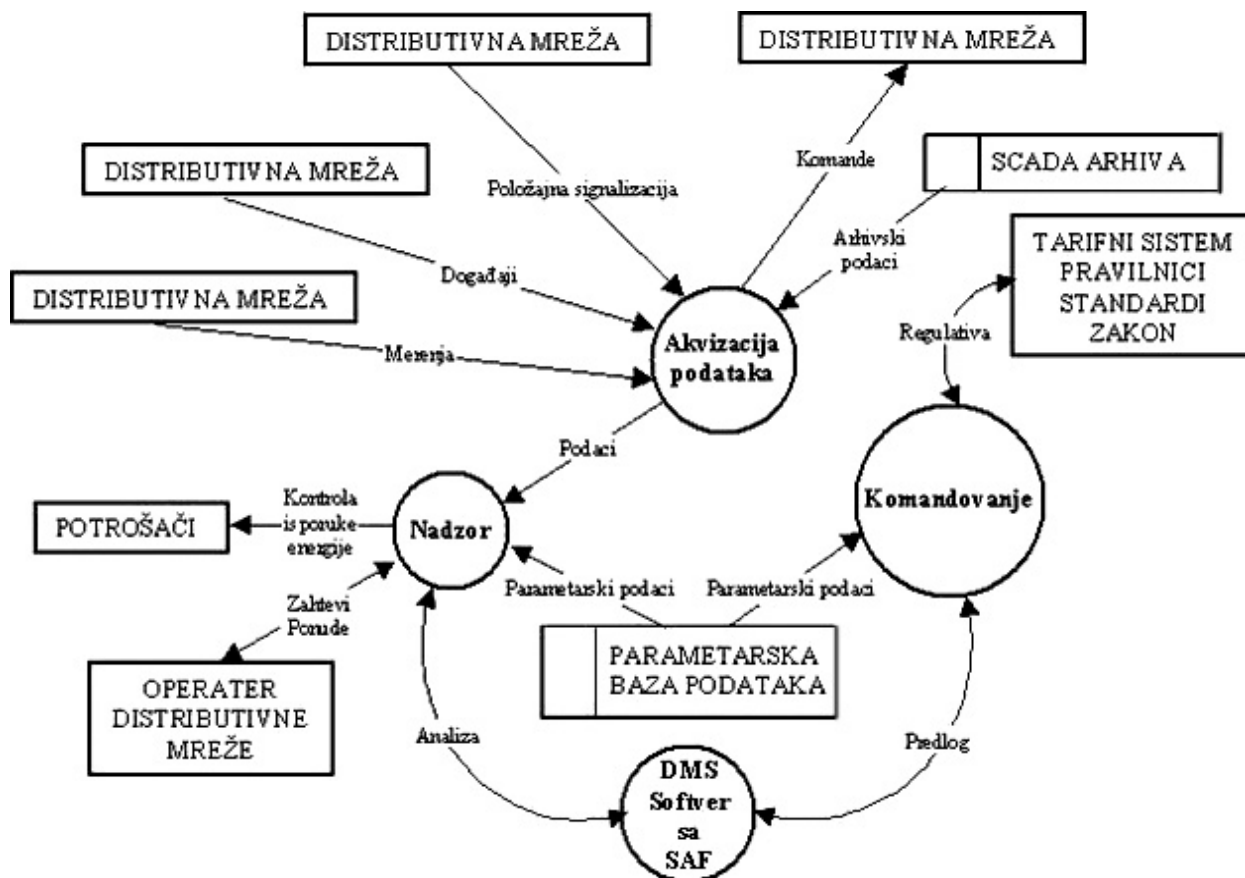
5. Операторске радне станице – MMI / HMI (Man Machine Interface / Human Machine Interface) рачунари – операторске радне станице се најчешће налазе на истој локацији као централна станица и обезбеђују графички интерфејс према аквизираним подацима и њихов приказ у погодној форми (једнополне шеме и слично) као и задавање управљачких налога од стране корисника.



Слика 3. Типична конфигурација SCADA система

2.2.3. Основне функције SCADA система

1. Надзор у процесирању
2. Управљање процесом
3. Хронологија пороцес и анализа истих
4. Прикупљање података из технолошког процеса



Слика 4. Основне функције SCADA система

2.2.3.1. Главни циљеви SCADA система

1. Надзор над системом
2. Ефикасно управљање
3. Прикупљање и складиштење података
4. Успостављање параметара понашања система
5. Рационална употреба радне снаге
6. Уштеда енергије
7. Равномерно хабање система
8. Систем обавештавања и узбуњивања у случају непожељних параметара система и њихово постављање у одговарајући режим рада и сл.
9. Саме последице четири основне функције SCADA система чине да се могућност једна на другу, пружајући све предности савремене технологије, које доносе већу уштеду, тако да умрежена средства сама одплаћују себе доносећи профит.

2.2.3.2. Примена SCADA система

Примена SCADA система је готово неограничена само се поставља питање инвестиција, а примењује се најчешће:

1. Производња и дистрибуција електричне енергије
 - хидроцентралe
 - термоелектране
2. Индустирија снабдевања и пречишћавање воде
 - постројања за прераду отпадних вода
 - постројења за прераду пијеће воде
3. Петро – хемијска индустрија
 - нафне бушотине
 - складиште и постројења за прераду нафте
4. Прехрамбена индустрија
5. Метална индустрија, банкарство, грађевинство, финансије и др.

2.2. Елементи SCADA система

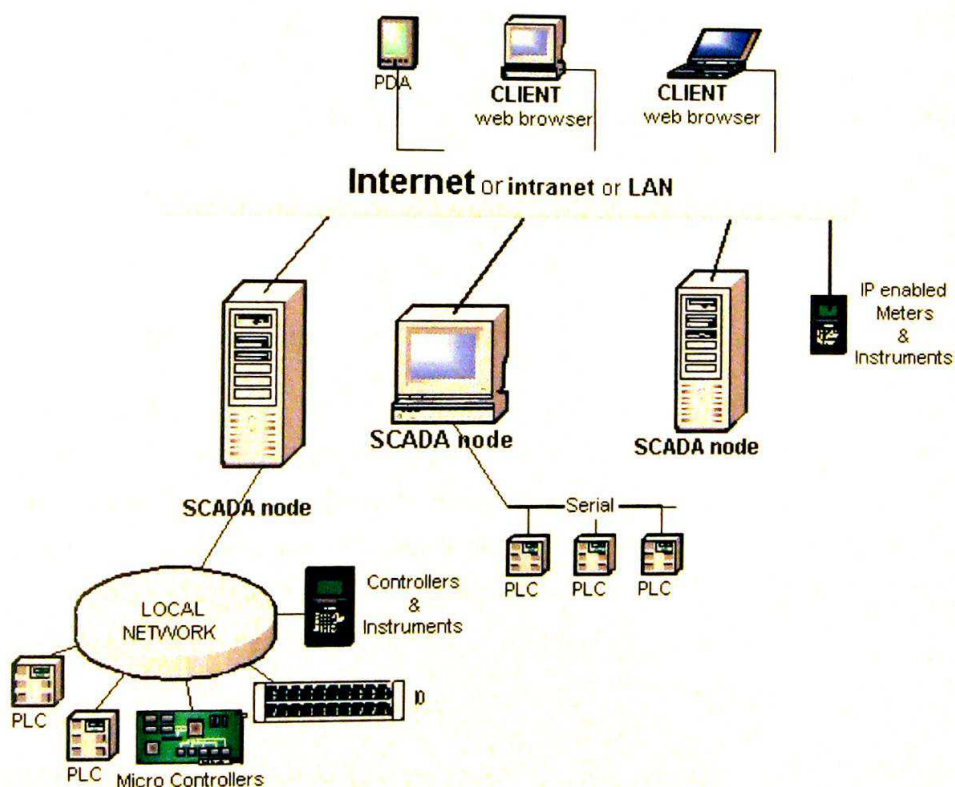
Ако гледамо из угла искуства и праксе, кроз основан скуп основних функција система SCADA – Е није само софтвер заправо он представља скуп више софтверских и хардверских решења.

SCADA представља варијанту тренутно великог улагања које се врло брзо отплаћују због саме уштеде у производњи и сигурности рада система.

2.2.1. Основне компоненте типичног SCADA система

Основне компоненте типичног SCADA система:

1. Мерна и регулишућа опрема
2. Подстанци
3. Комуникациона мрежа
4. Централна станица
5. Операторска радна станица
6. Главна станица



Слика 4. Једноставан пример SCADA система

2.2.1.1. Мерна и регулишућа опрема

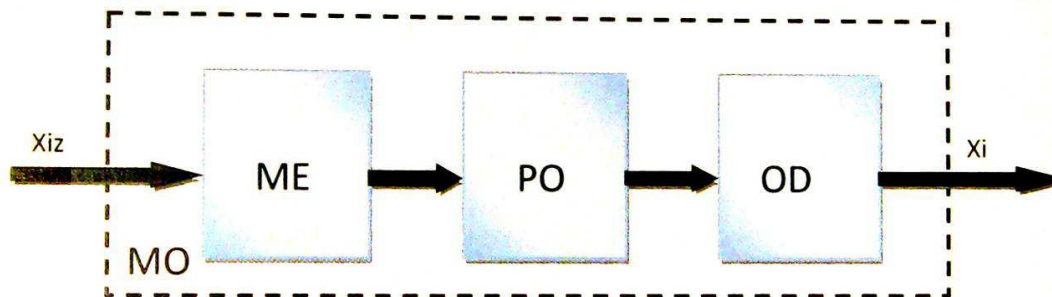
Мерно регулишућу опрема чине:

- мерни орган – трансмитери
- мерно информациони део – регулатор
- мерни уређај – индикатор
- извршни уређај – актуатор

Мерни орган – трансмитери

Мерни орган у системима аутоматског регулисања, односно трансмитер има двоструку улогу. Прва улога је да мери неку физичку величину а друга улога је да стандардни сигнал претвори у сигнал погодан за пренос и даљу обраду. С обзиром коју функцију обавља можемо рећи да трансмитер има два основна дела: мерни и претварачки. Мерни део садржи осетни елемент који преко механизма повезан са показивачем измењене вредности или може бити и без показивача у зависности од захтева.

У зависности коју физичку величину меримо у том погледу користимо и одговарајући претварачки део трансмитера нпр. пнеуматски трансмитер (мери промену притиска), електрични (промена електричне величине индуктивности или капацитета).



Слика 5. Блок дијаграм мерног органа

Мерно информациони део – регулатор

Регулатор представља такав уређај, уз чију помоћ се остварује аутоматско регулисање, без непосредног учешћа човека. Подела регулатора извршена је у зависности од њиховог начина рада, коришћење или некоришћење помоћне енергије, врсте помоћне енергије (пнеуматски, хидраулични и механички), начини формирања излазног сигнала (P – пропорционални, PI – пропорционални – интегрални, PD – пропорционално – диференцијални, PID – пропорционални – интегрални – диференцијални).

Основни елементи које чине регулатор су:

- елементи за обраду грешке (PID)
- постављач сигнала
- детектор грешке са појачивачем сигнала
- склопка за ручно – аутоматски рад

Мерни уређај – индикатор

Постоје два типа сигнала које добијамо из излаза сензора, а то су аналогни (континуалне вредности) и дигитални сигнали (дискретне вредности). Индустриски стандард мерних вредности сигнала код аналогних сигнала су напони: 0 – 5V, 0 – 10 V, и струја од 4 – 20mA и од 0 – 20mA.

Дигитални сигнал такође представља одређене напоне или струје за које систем контролише логику и доводи је у стање логичке 1 – јединице или 0 – нуле. Постоје толеранције нпр. од 0 – 2V имамо стање логичке нуле а за 2 – 5V стање логичке јединице

Извршни уређај – актуатор

Представља уређај, који неку енергију претвара у кретање, а такође може бити искоришћен и за неко претварање енергије и силу. У зависности од енергије коју користи може бити пнеуматски, електрични или хидраулични и да енергију исти претвори у неку врсту кретања (мотор, пумпа, вентил и др.).

Имају задатак да делују непосредно на објекту управљања (ОУ). Извршним органом се управља сигналом који долази из појачавача снаге. Спрега појачавача и извршног органа назива се актуатор.



Слика 6. Актуатор

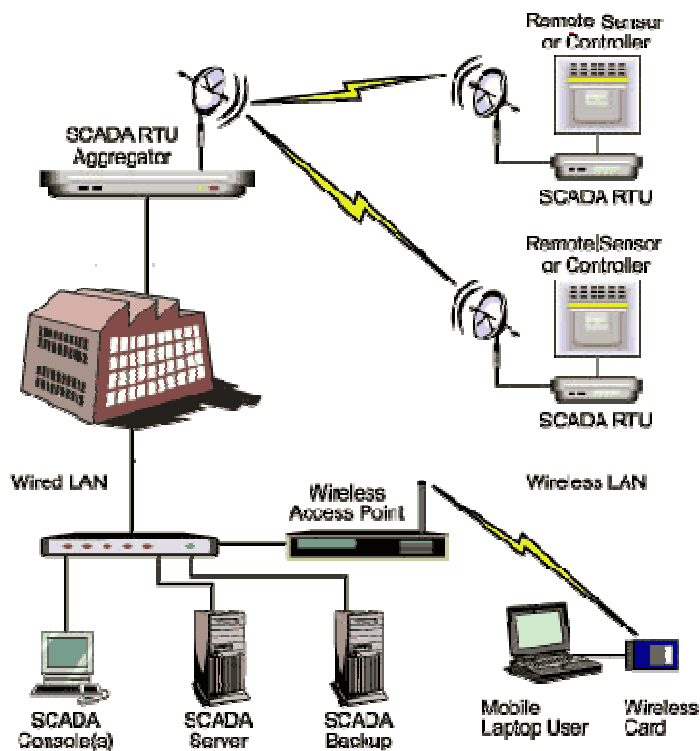
2.2.1.2. Подстаница

За пренос информација тј. за даљинско управљање и надзор неопходно је да сигнал са сервера на одговарајући начин конвертујемо у облик који је компатибилан SCADA језику. Комплетан посао око пријема података са мерне опреме, примарну обраду, комуникацију са надређеним центром и локално управљање се врши преко RTU – а (Remote Terminal Unit). RTU - представља микропроцесор који управља низом електричних уређаја на самом физичком објекту управљања и представља део дистрибутивног контролног система или SCADA система. Типичан RTU као комуникациони интерфејс користи сериске податке (RS232, RS485, RS442 и интернет) у оквиру протокола MODBUS. Функцију даље станице може обављати и PLC.

2.2.1.3. Комуникациони системи

Да би смо извршили пренос података са локалних или даљинских станица постављених на објектима до надређених контролних нивоа морамо поседовати комуникациону опрему. Морамо имати поуздану везу између централног рачунара и операторских терминала. Део комуникационе опреме представљају и мултиплексери који имају улогу да врше прерасподелу података у оба смера. Комуникациони медији, који се користе за пренос података су: жицани каблови, оптички каблови, усмерене радио везе, телефонске линије, локална рачунарска мрежа, интернет и GPRS и сл.

Примена сваког се везује за цену и сигурност комуникације и успостављање везе са реалним одзивом, тако у зависности од ситуације на лицу места бирамо најповољнији и најадекватнији облик модела за пренос података. Нпр. у оквиру фабрике телефонске линије, локалне рачунарске мреже или за удаљене географске локације GPRS.



Слика 7. Радио комуникација

2.2.1.4. Главна станица

Главна станица представља главну јединицу SCADA система и задужена је за прикупљање података. Сви измерени подаци из последњег сиклуса аквизиције бивају смештени у RAM меморију одакле их преузимају посебни системи SCADA или делови система за прихватање података. Главна станица може подржати један рачунар или се ради у мрежи са додатним радним станицама, са којима се врши расподела задужења или одговорности.

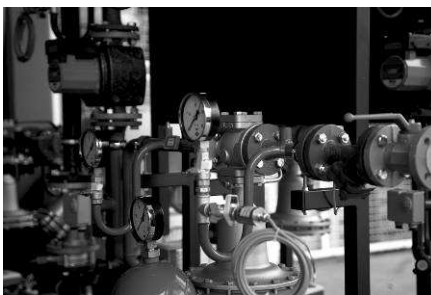
2.2.1.5. Повезивање SCADA система у целини

Подстанице врше базу аквизиције великог броја аналогних и дигиталних процесних величина и њихова конверзација у одговарајући формат. Подаци се обрађују и сви параметри контролишу у случају промене оператера генеришу управљачке акције а може бити и софтверско генерисање управљачких акција. При преносу инструкција врши се провера да не би дошло до грешке или пак прогрешне инструкције.

Надзорно – управљачки систем – би се могло дефинисати као систем који омогућује надзор управљања различитим удаљеним процесима помоћу сериских комуникација између централне подстанице, што се може закључити да овај систем има неколико издвојених целина: удаљени U/I модул за аквизицију података и управљање постројења, опрему за пренос података и диспечерски центар.

Удаљени U/I модул – представља спрег рачунарског система са мерном опремом и извршним органом. Ови модели свакако морају подржати пренос дигиталних и аналогних сигнала и реализовати функцијски бројач, тајмер и генератор импулса. Поред тога развијени су и специјализовани мерно – претварачки модул, као и регулатори. У склопу ових модела налазе се и елементи за комуникацију.

Подстанца – је PLC или неки други микрорачунарски контролер који обавља прикупљање мерних сигнала са сензора задаје управљачки сигнал актуаторима, надзорни систем процесне опреме и сигнализира аларме. Поред тога удаљена станица даје потребне информације диспечерском центру и прима команде од њега.



Слика 8. Топлотна подстанца

2.2.2. Базе података

База података представљају основу на којој почива цео информациски систем SCADA-е. У бази података чувају се: подаци из процеса, параметри система, ручно унети подаци, разни изведени подаци, архиве и сл. Од ефикасности система зависи обезбеђеност брзог и ефикасног приступа базама података.

При почетку развоја неке примене мора се брижљиво извршити анализа скупа података који се надзиру, технолошки захтеви, остали захтеви корисника, како би се дефинисала ефикасна база података.

База података SCADA система углавном садржи три основна дела:

- Процесне базе – базе реалног времена
- Текеинформационе базе
- Релационе базе података.

2.2.2.1. Процесна база

У процесну базу стижу сирови подаци из процеса и ту почиње њихова обрада. Процесна база има више делова:

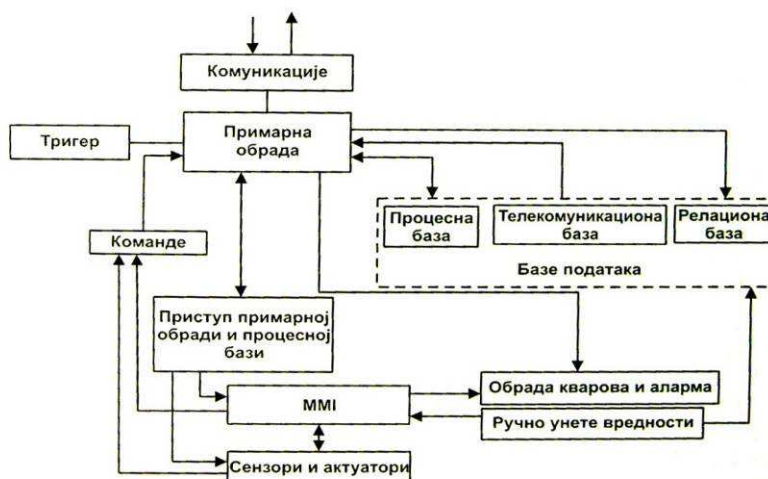
- Подаци из процеса и део резервисан за податке који стижу из процеса
- Параметри и део процесне базе који је резервисан за податке који стижу из процеса
 - Ручно унети подаци: постоје две функције. Једна је унос података који се не захватају из процеса већ се директно уносе како би се постигла пуна обсервабилност технолошког процеса, док је друга функција искључивање/укључивање одређених података из процеса
 - Изведени подаци: су део процесне базе резервисан за податке који представљају изведена мерења по неком алгоритму или дефинисаној законитости.

Са процесном базом тесно је везан програм за примарну обраду. Подаци стижу у рачунар подсредством комуникације. Сирови подаци се смештају у процесну базу података,

обрађују комуникацију и почиње њихова примарна обрада. Примарна обрада сирове податке претвара у инжењерске јединице, проверавајући при том границе аларма, границе ручно унетих вредности, врши прорачун изведених мерења и ако је то потребно активира алармни систем.

Процесна база је резидентна у меморији рачунара. За разлику од ње, релациона база се налази на диску рачунара и ту бележи сваки циклус мерења као један запис. Над овом базом се радије све “off-line” обраде, претраживање, извештаји, трендови и сл. Овој бази се придодавају подаци о хронологији догађаја, хронологији алармних кварова, посебни подаци које корисник жели да анализира.

Веза комуникација, база података, MMI и процеса приказана је на слици 9:



Слика 9. Веза комуникација

2.2.2.2. Телеинформациона база

Телеинформациона база садржи податке и параметре потребне за извршење комуникације. База се састоји од основних података у вези PLC-ова, врсти комуникације, комуникационим протоколима итд.

2.3. МЕРНО-РЕГУЛИШУЋА ТЕХНИКА

2.3.1. Мерење

Кад реализујемо неки мерни процес, није једноставно, нити лако директно поређење мерних величина са одговарајућом јединицом мера, тако да у процесу мерења користимо низ материјализованих техничких направа и средства помоћу којих се обавља процес мерења.

Средства мерења поделили смо на три основне групе:

1. **Мере (узорци)** – мера је материјализовано средство мерења одговарајуће величине са којима се може репродуковати одређена дефиниција мере.

2. Мерни уређаји – мерни уређаји су средства мерења са којима се у мерном поступку остварује процес поређења мерне величине и мере показивањем резултата мерења на индикатору.

3. Мерни претварач – мерни претварач је уређај који се користи за мерење, који на свом излазу даје величину која је у одређеном односу према улазној величини.

Примена мерних уређаја врши се на три функционално различита начина. Примена специфичних инструмената за мерење физичких величина, са циљем утврђивања њихових вредности и стандардних јединица. Ово представља уобичајену примену мерних уређаја уопште.

Други начин примене односи се на функцију праћења, из чијих се података омогућава оператера да реагује путем управљачке акције над процесом, чије се вредности мере. За неке параметре које се мере попут:

- промена притиска на регулишућем вентилу
- промена температуре на грејачима
- повећавање вибрација на осовини мотора и сл.

Трећи начин контроле односи се на мерне уређаје, које представљају део аутоматског регулисања, где одржавамо параметре излазне величине у односу на задату улазну величину. У овом случају говоримо о мерним уређајима као делу SCADA система.

2.3.2. Мерни претварачи, давачи, показивачи

За управљање техничким системом од велике важности је престављање информација понашања основних параметара: положаја, протока, нивоа, притиска, температуре, влажности ваздуха итд.

Сензори престављају основни елемент мерних уређаја, који врше претварање физичке величине у неки базни информациони сигнал.

Основне карактеристике сензора:

- Одликују се високом поузданошћу
- Изузетан технички квалитет (линеарност, осетљивост, брзина одазива и др.)
- Технолошком конструкцијом (једноставност и габарити)

Постоје два критеријума класификације и то су:

1. Врсте излазних сигнала
2. Према природи мерне величине

2.3.2.1. Врсте излазних сигнала

Излазни сигнали деле се на:

- Аналогни (нормални динамички опсег излазног сигнала, осетљивост на шумове)
- Дигитални (велика могућност интеракције са микропроцесорским управљачким средствима)

2.3.2.2. Према природи мерне величине

Према природи мерне величине деле се на:

- Топлотни (мерна температура, топлотног капацитета)
- Механички (мерење сила и момената, притисака, вакуума, механичког напрезања)
- Кинематички (мерење линеарне и угаоне брзине и убрзања, протока)
- Геометријски (мерни положај тел, нивоа, размера)
- Временски (мерење временског периода и фреквенције)
- Електрични (мерење електромоторне силе, струје отпора, капацитета, проводности)
- Хемијски (мерење хемијског састава)
- Физичке (мерење маса, густине, тврдоће, пластичности, храпавости).

2.3.3. Регулишућа техника

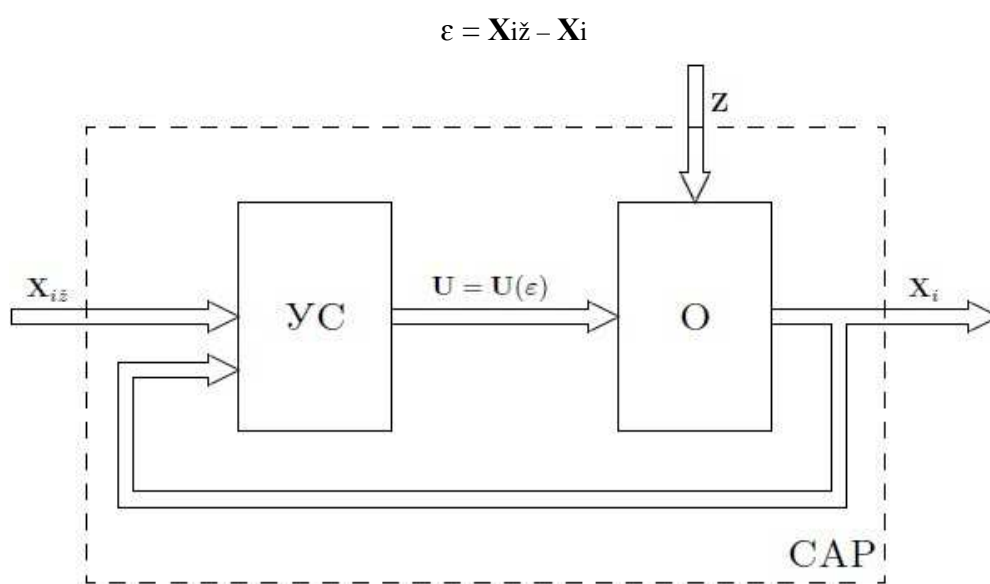
2.3.3.1. Систем аутоматског управљања (САР)

За формирање правилног управљања објекта управљачки систем користи само информацију о разлици између њеног жељеног понашања $X_{iž}$ и његовог стварног понашања X_i :

$$U = U(X_{iž} - X_i) = U(\epsilon), \quad \epsilon = X_{iž} - X_i$$

онда је систем аутоматског управљања тог објекта затвореног система аутоматског управљања тј. система аутоматског регулисања слика 10.

Затворени систем аутоматског управљања се одликује постојањем повратне спреге која је негативна, што је потребно да управљачки систем могао да утврди разлику између грешке стварног и динамичког понашања облика:

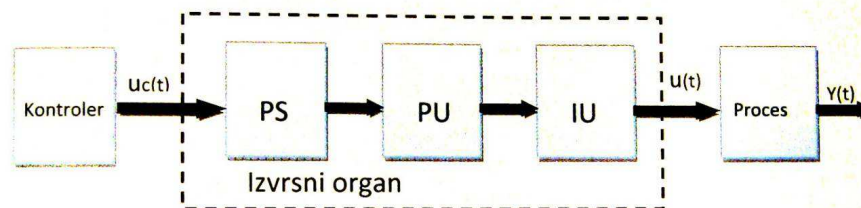


Слика 10. Систем аутоматског регулисања (САР)

У затвореном систему аутоматског управљања се остварује индиректна или посредна компензација дејства поремећаја. Она се постиже стварањем управљања на основу грешке ϵ , која представља последицу поремећаја Z , или промене жељене вредности $X_{iž}$.

2.3.3.2. Извршни орган

Извршни орган је означен као подсистем којим се остварује непосредан утицај на објекат управљања у ужем смислу. Погонски део извршног органа у ширем смислу зове се актуатор или извршни механизам (разни типови мотора), док његов извршни део јесте извршни орган (вентили, клапне, итд.). Сагласно управљачкој променљивој U_c (који може бити стандардни струјни сигнал 4 – 20 mA), извршни орган у ширем смислу мења интезитет енергије или материјал кроз објекат управљања, у циљу постизања жељених перформанси управљање променљиве Y .



Слика 11. Могућа структура извршног органа: PS – конвертор сигнала и појачавач сигнала, PU – погонски уређај, IU – извршни уређај

2.3.3.3. Регулишући вентил

Више од 90 % регулишућих контура процесној индустрији се заснива на регулисању температуре, притиска, нивоа, протока, итд., а где се као управљачка променљива користи проток флуида (тј. течности, гаса, паре). А када је управљачка променљива проток, тада се за регулишући проток кроз управљани објекат користи регулишући вентил (који у зависности од радне тачке уноси одређено појачање у систему).

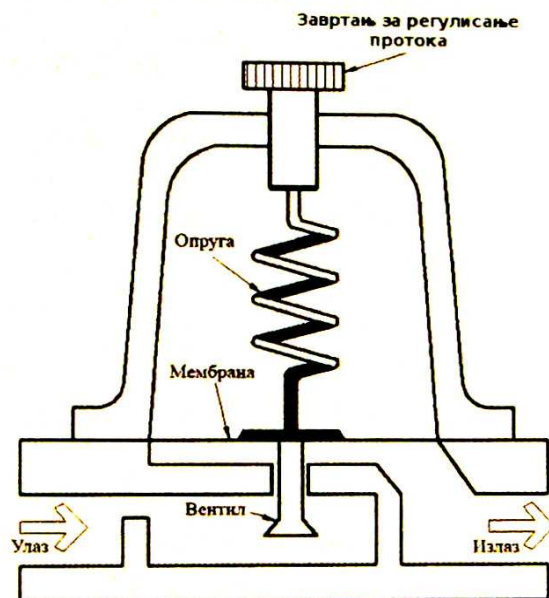
Проток кроз цеви површине попречног пресека A , је директно пропорционалан брзини флуида кроз цев ($Q = A \cdot v$), а ако се ради о масеном протоку тада проток зависи од густине флуида. Вентил делује као локални отпор (доводи до пада притиска) и зависи од степена његове отворености, мање или више, пригушај струје флуида, смањује његову брзину и проток.

У општем случају важи релација:

$$Q = K \cdot \sqrt{\Delta p}$$

где је K – константа пропорционалности, Q - проток, Δp - пад притиска.

На слици 12. је приказан пресек регулатора притиска неког флуида (уље, вода). Жељени притисак се подешава окретањем калибрисаног завртња. Окретањем завртња се преко опруге подешава сила која се одупире кретању мембране на горе. Доња страна мембране је изложена флуиду чији се притисак регулише, а самим тим и проток флуида кроз вентил. Померање мембране указује на разлику између жељеног и стварног притиска, што значи да мембрана служи као компаратор. Вентил, који је повезан са мембраном, помера се у складу са разликом притиска све до не дође у позицију у којој је разлика нула.



Слика 12. Пример регулишућег вентила – шематски приказ

2.4. ПОДСТАНИЦЕ

2.4.1. Основне карактеристике

Подстанице представљају изузетно важан део за надзор и управљање и представља спону за надзор између главне станице са једне станице и мерних инструмената и управљачких елемената са друге стране.

Основне функције подстанице су:

- Локално управљање
- Прикупљање података
- Комуникација са главном станицом
- Пренос у главну станицу вредности мерења и сигнала
- Извршење команди добијених из главне станице
- Подешавање датума и времена за главне станице
- Јављање аларма главној станици
- Мерни сат рада поједних уређаја.

Због својих карактеристика, поузданости и функције оријентисаности према кориснику као један RTU изабрали смо PLC (Програмибилни Логички Контролер).

Индустријска револуција која је била у залету половином прошлог века, аутоматизована на ниском нивоу у односу на данас, захтевала је нове технологије које ће уз мање токове доносити што већи профит и самосталност у производњи. Облик аутоматизације се своди на гомилу активних релеја, тајмера и других делова који су представљали праву главобољу у случају отказа, јер због робусности и безброј жичаних веза време отклањања квара представљао је и велико улагање новца.

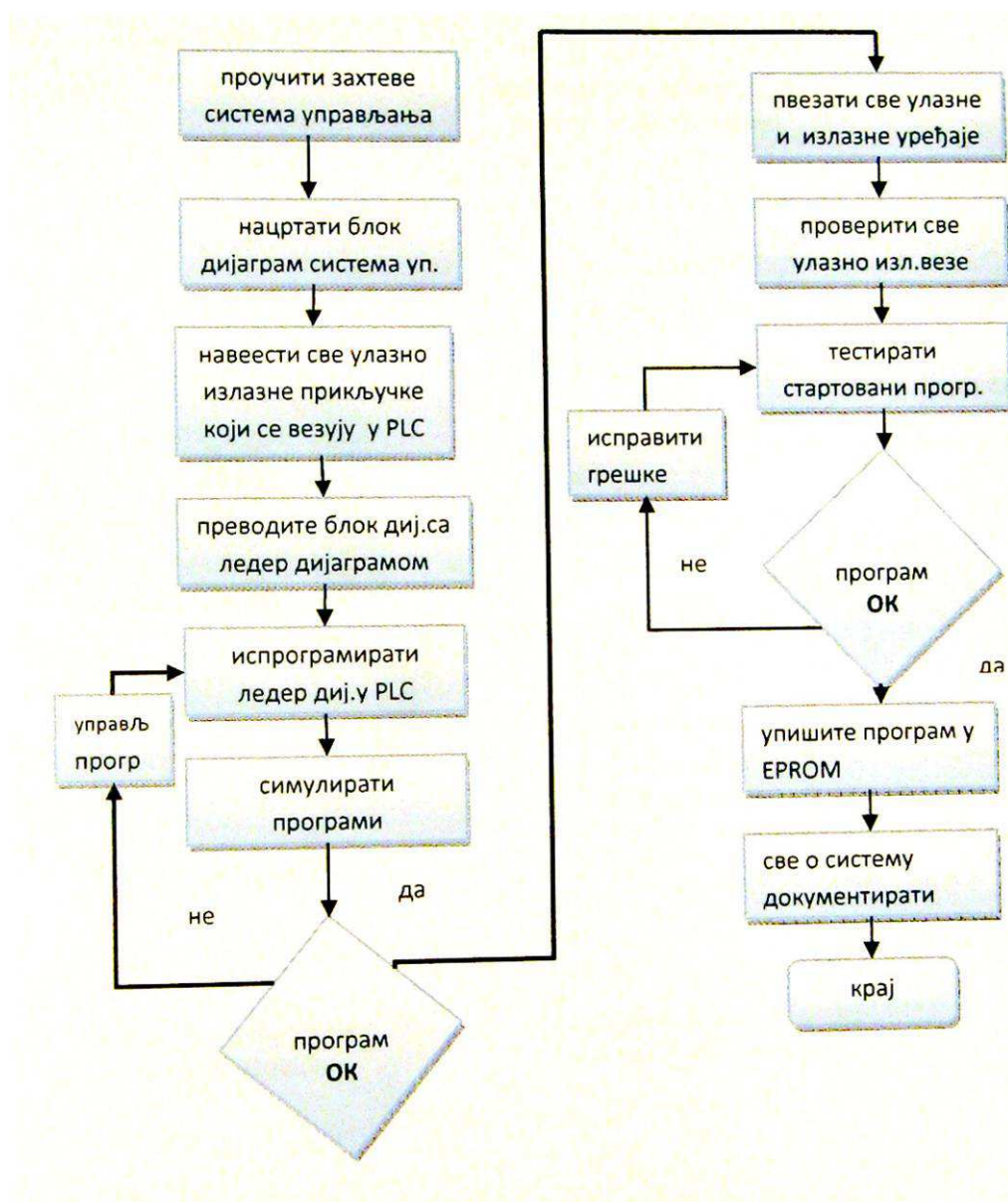
Програмибилни логички контролер представља уређај кога корисник уношењем програма може контролисати догађај или низ догађаја. Сви догађаји су покренути на основу улаза који представља излазни сигнал за PLC. PLC представља сопствени начин програмирања, тј. програм такав да програмибилна логика има формат:

- Лествичав
- Листу инструкција
- Логика симбола.

Када се испрограмира један PLC, то би био као да смо заменили десетине или и стотине релеја, тајмера или других уређаја.

Када приступамо пројектовању САУ – а система морамо обратити пажњу на следеће:

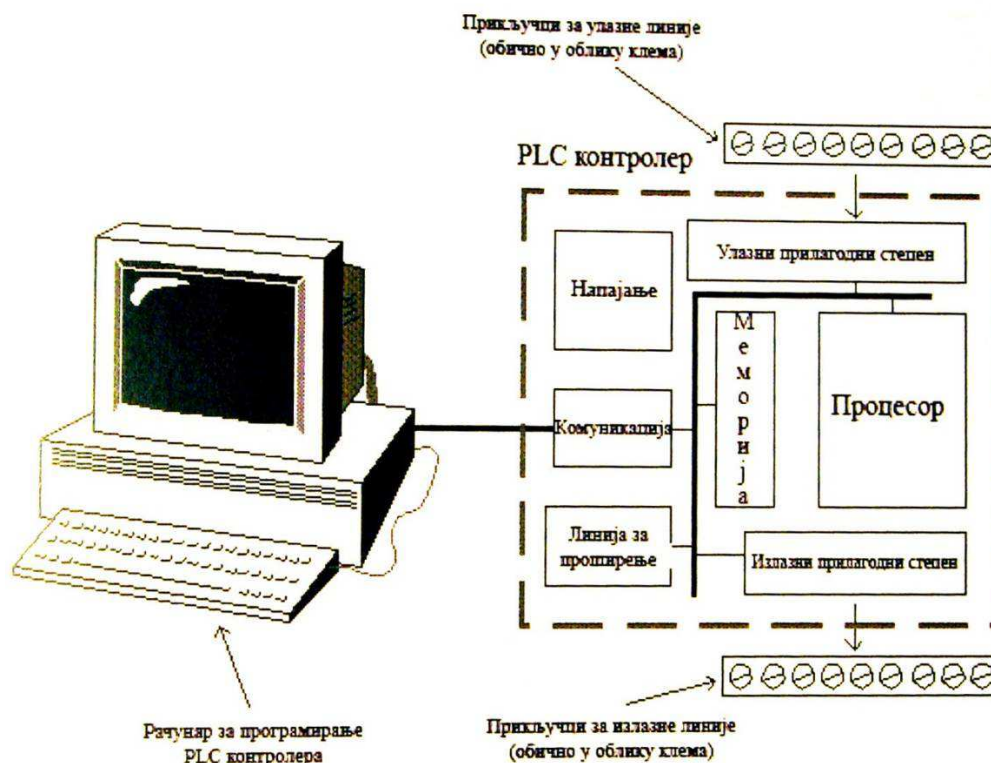
1. Извршити избор уређаја или система којим желимо да управљамо
2. Одредити све улазне и излазне уређаје које повезујемо са PLC – ом
3. Израдити лествичаст дијаграм према редоследу операција и система управљања.



Слика 13. Блок дијаграм системског приступа при пројектовању система управљања

2.4.2 Основна структура PLC – а

PLC се састоји из CPU (Centralna Procesorska Jedinica) и излазног и улазног модула. CPU представља микроконтролер то су 16 – о и 32 – дво битни микроконтролери. Основна улога CPU – а је провођење одлука, комуникација, извршење програма, надгледање улаза и постављених излаза, управљање меморијом и контролу повезаности свих делова PLC – а. На самом PLC – у се налази индикатор, који се активира у случају неке грешке.



Слика 14. Основни елементи PLC контролера

Улазно / излазни модул (У/И модул)

Улазни модул приказује улазно дигиталне или аналогне сигнале па их конвертује у дигиталне сигнале, које CPU може процесуирати. Излазни модул представља инструкције добијене од CPU – а у дигиталне / аналогне сигнале, којима управљају различити актуатори.

Меморија

Овај модул обезбеђује комуникацију PLC-а и управљачког рачунара или пак рачунара којим се врши програмирање PLC-а преко протока за комуникацију.

Електрично напајање

Да бисмо PLC ставили у функцију морамо му обезбедити напајање преко модула за напајање. процес се напаја за 24V једносмерног напона или 220V наизменичног напона, мада је у суштина да могу радити на различитим нивоима напона. Битно је

обезбедити стабилност напајања за правилан рад PLC-а. У конструкционом постављању врши се постављање модула на такозване рекове (шине) а редослед постављања модула је

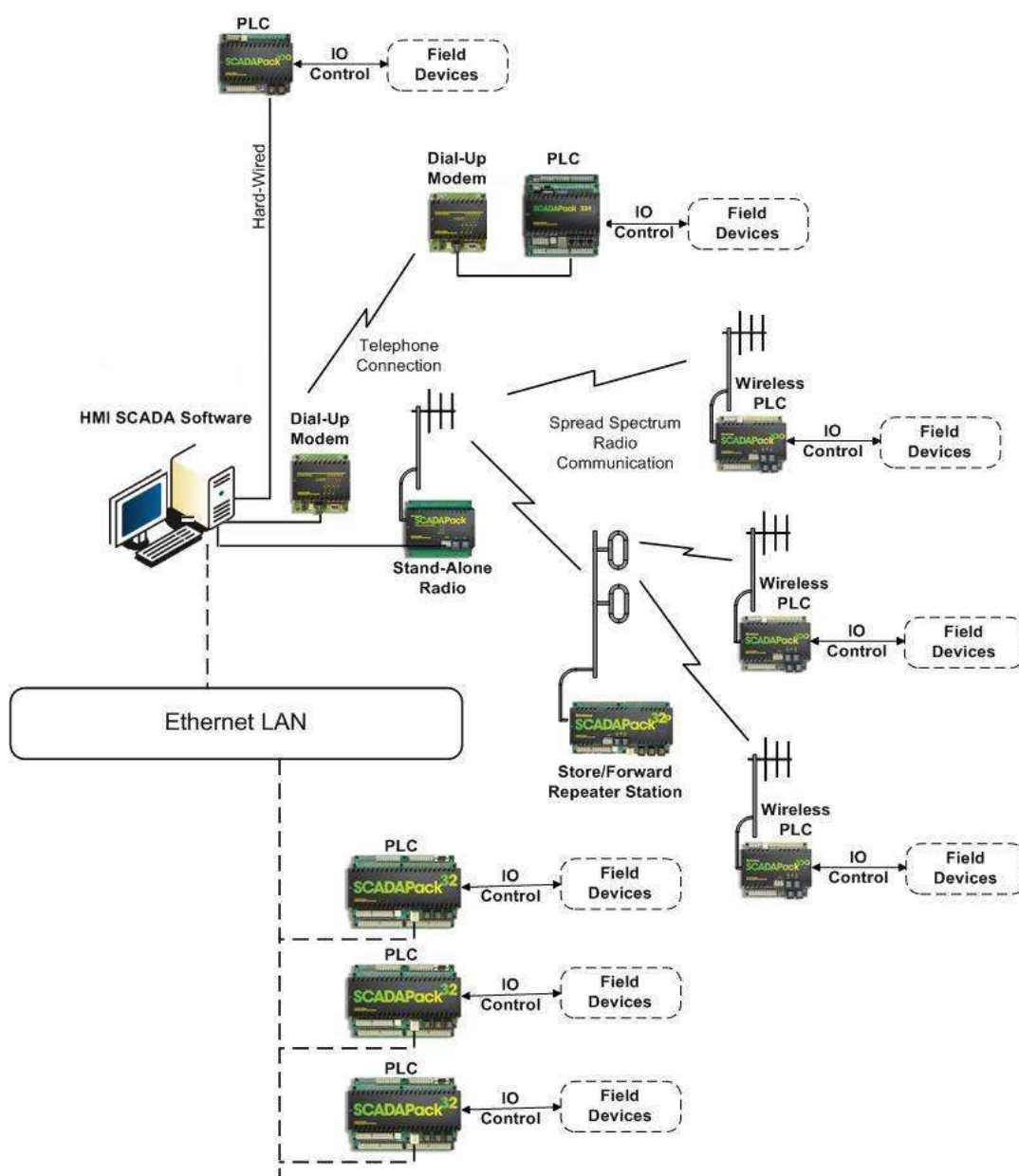
- Модул за постављање
- Процесорски модул
- А затим произвољан распоред.



Слика 15. Електрично напајање

2.5. Комуникациони систем

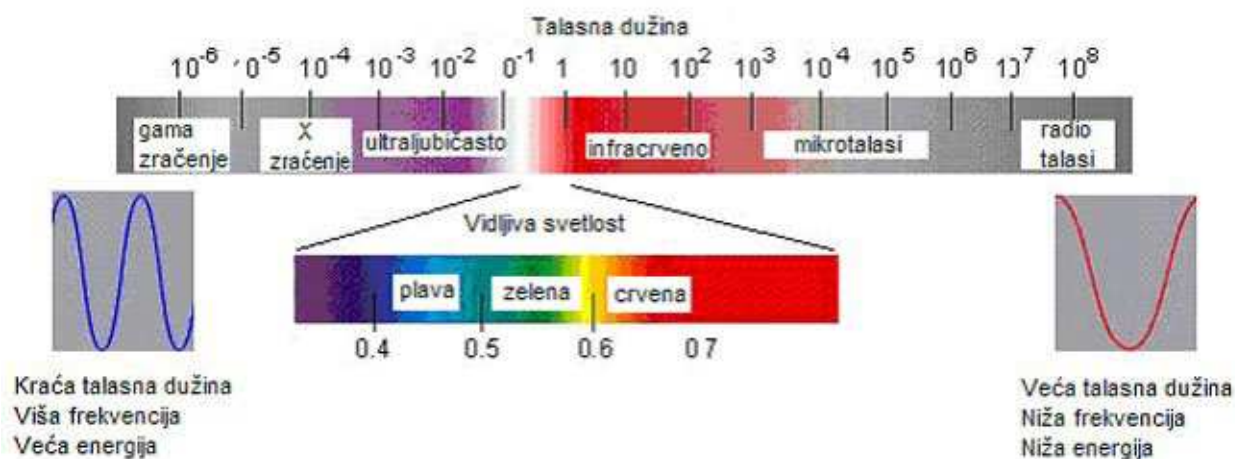
Комуникациони системи обезбеђују активно примање и прослеђивање информација, након чега се обезбеђује одговарајућа управљачка наредба, која се затим прослеђује кроз SCADA систем. На овај начин се обезбеђује динамичко прилагођавање свим тренутно постављеним захтевима. Основно је да нам комуникациони систем обезбеди поузданост и преносну информацију између свих елемената SCADA система. Са развојем техничких могућности, вид комуникације SCADA система се апсолутно адаптира на нове могућности у преносу података, тако да пренос података зависи од избора медија преноса података и оправданости издвојених средстава за неки вид комуникације.



Слика 16. Комуникациони системи

Општи израз комуникације означава пренос података од извора (предајника) до одредишта(пријемника) подсредством преносног медијума, уз помоћ комуникационих уређаја који обезбеђују путању и одговарајућу снагу сигнала при преносу. У зависности од врсте медијума сигнале које преносимо, могу бити аналогни и дигитални, а сам медијум може бити: жичани, бежични и оптички. Када узмемо у обзир комуникацију, битан став за SCADA систем је обезбедити адекватан пропусни опсег, расположивост и време одзива.

SCADA захтева пренос података у оба смера. Спектар електромагнетних таласа дат је на слици 17:



Слика 17. Спектар електромагнетних таласа

Податке можемо преносити на три начина:

- Симплекс пренос (подаци се могу преносити само у једном смеру, телевизијски сигнали)
- Полу-дуплекс пренос (подаци се могу преносити у оба смера али се не може вршити пренос у оба смера)
- Дуплекс пренос (подаци се могу истовремено преносити у оба смера).

2.5.1. Јавна телефонска мрежа у SCADA комуникацији

Пренос података преко јавне телефонске линије врши се уз помоћ DIAL-UP модема инсталираним у удаљеним станицама. Суштина је да се комуникација остварује периодично тј. комуникација на везу и остварује мали пренос података, тј. битова у јединици времена. Модеми су уређаји који омогућују малу брзину преноса података.



Слика 18. Пренис сигнала телефонском мрежом

2.5.1.1. Комуникација мрежа SCADA система на мањим растојањима

Трансфер информација на мањим растојањима врши се уз помоћ LAN-а који се користи RS-485 BUS (магистрала).

LAN локална мрежа (Local Area Network) обухватаједно релативно мало подручје и служи за размену података између групе корисника (предузећа, фабрика, производних погона). За остваривање комуникације од великог је значаја локална мрежа и подршку за TCP/IP протоке.

2.5.1.2. RS-485 BUS (магистрала)

Диференцијални сигнал RS-485 BUS (већа је удаљеност и већи је проток). RS-485 је (half-duplex) дибирекциона комуникација, која за пренос података користи две линије (означавају се са А и Б), кроз које се истовремено преноси исти податак, а информација на страни пријемника, да ли је податак бинарна јединица или не, добија се разликом напона између линије А и Б. Ако је улазна разлика напона на пријему VAB већа од 200mV добија се бинарна јединица или ако је VAB мањи од -200mV добија се бинарна нула.

RS-485 технологија преноса је једноставна и економична и првенствено се користи када се захтева висока брзина преноса. Брзине које се могу остварити су у подручју од 9,6Kbit/sec до 12Mbit/sec. Максимална брзина преноса зависи од дужине линије. Сви уређаји су спојени у сабирничку структуру, а по сегментима је дозвољено до максимално 32 уређаја. Почетак и завршетак мора бити активни сабирнички терминатор. Оба терминатора имају властито напајање како би се обезбедио пренос без грешке.

Уколико постоји потреба за мрежом са више уређаја од максималних 32 по сегменту, тада је потребна употреба repeat-ера за повезивање појединих сегмената.

2.5.1.3. Интернет

Интернет је постао највећа сведска компјутерска мрежа тако да приступ информацијама на даљину преставља право благо. Повезивање SCADA система са интернет мрежом врши се преко TCP/IP протокола.

Предности су велике расположивости, било који од рачунара на мрежи може бити централни рачунар (управљање и надзор се може вршити на огромним раздаљинама) а мане су могућности неовлађеног приступа у систем са катастрофалним последицама и цена таквог начина управљања. Поставља се питање безбедности у управљању стратешким објектима због безбедности разлога система попут електрана, нуклеарних центара итд.

2.5.2. Бежично комуникациони системи

Удаљеност, физичка не премостљивост или пак због одређених препрека бежична комуникација преставља основни разлог за примену. Пренос података се остварује кроз атмосферу. Ови системи су флексибилни и лако могу да се уклопе у неки нови облик технологије.

2.5.2.1. Микроталаси

Микроталаси престављају одличан медијум за пренос података на даљину и то у великом обиму. Пренос се врши преко радио антена или сателита. Захтев је, да код радио преносника, предајника и пријемника буде видљив, а то се обезбеђује преко релејних станица. Да би избегли релејне станице мођемо узети у обзир комуникацију преко геостационарног сателита на тај начин што земаљска станица шаље сигнал сателиту који их појачава и шаље следећој станици (брзи вид комуникације).

2.5.2.2. Инфрацрвени пренос

Инфрацрвени пренос је ограничен на малу даљину, при чему је потребно да се обезбеди ефективна видљивост.

2.5.2.3. GSM мрежа

GSM мрежа у последње време добија на популарности, комуникација се остварује преко мобилног телефона. Основна предност огледа се у веома једноставном успостављању комуникације, која практично не зависи од растојања између учесника комуникације.

Користећи GSM (Global System for Mobile Communications) и GPRS (General Packet Radio Service) модема у комбинацији са микро-контролерским модулом или РС рачунаром омогућена је комуникација, пренос података као и директна контрола са удаљеним потрошачима. Систем се може користити само уз помоћ мобилних телефона, РС рачунара или у комбинацији оба. Такође битна карактеристика система је могућност надоградње и развијања коришћењем већ постојећих система.



Слика 19.Блок дијаграм за даљински надзор

Произвођач, поред компоненти система (хардвера) обезбеђује комплетан програмски софвер, као и развој апликација према посебним захтевима корисника. Свака комуникација је заштићена кодом, шифром и програмирања самог корисника тако да у случају губљења мобилног телефона није могуће приступити систему.

Могучности које GSM пружа:

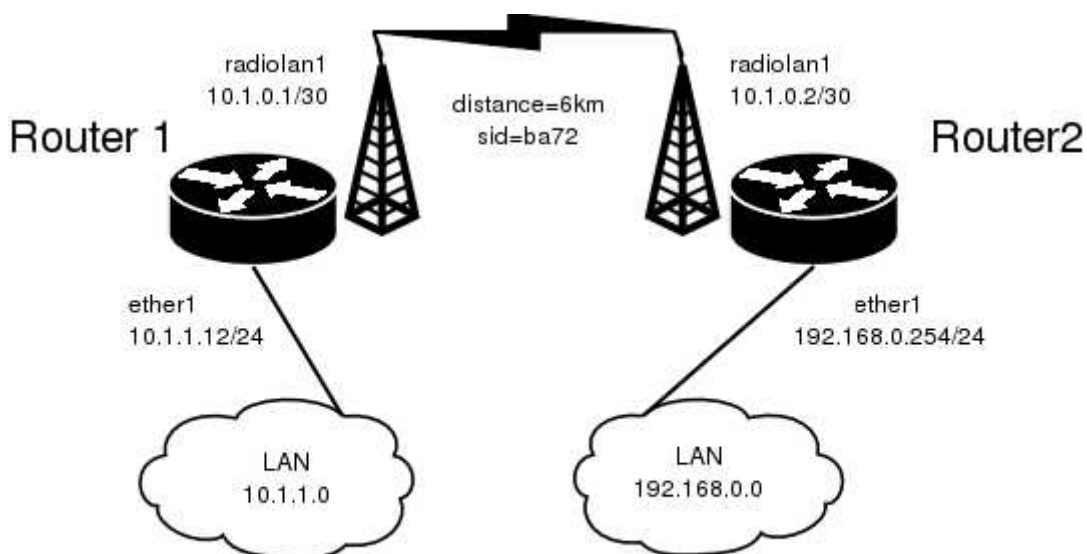
- Комплетна контрола управљачког система
- Извештај на мобилним телефонима са свим осталим подацима
- Даљинско управљање и искључење извршних органа (грејање, мотори, пумпе).

2.5.3. Мрежне конфигурације

- Point-to-point
- Point-to-multipoint

2.5.3.1. Point-to-point

Point-to-point је комуникациона веза између два система или процеса. Комуникација се остварује на следећи начин што је дато на слици.

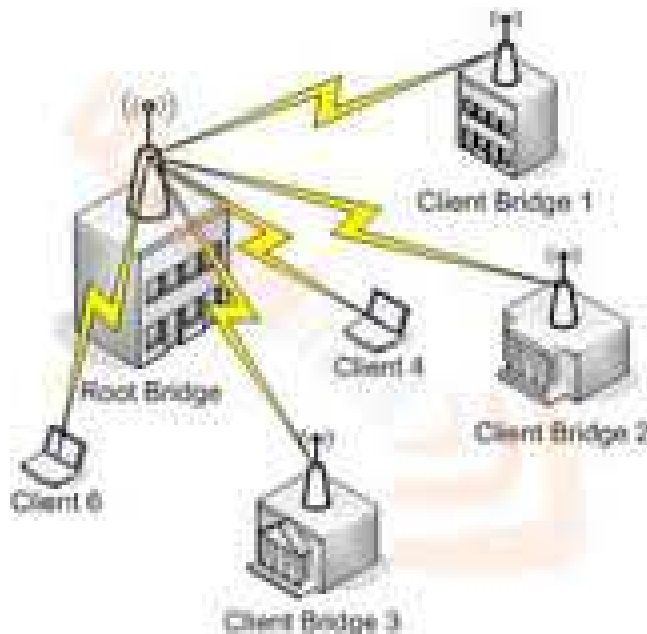


Слика 20. Point - to - point

Пример: Када са RTU1 стигне информација да је пао ниво у резервоару, RTU2 прихвата информацију и активира мотор за довод флуида. Када достигне одређен ниво RTU1 јавља RTU2 достигнути ниво и RTU2 затвара довод флуида.

2.5.3.2. Point-to-multipoint

У овој комуникацији један RTU преставаља одређени ниво док су остали RTU подређени. У комуникацији се врши адресирање и индентификација у међусобној комуникацији а главну контролу врши надрешени RTU.

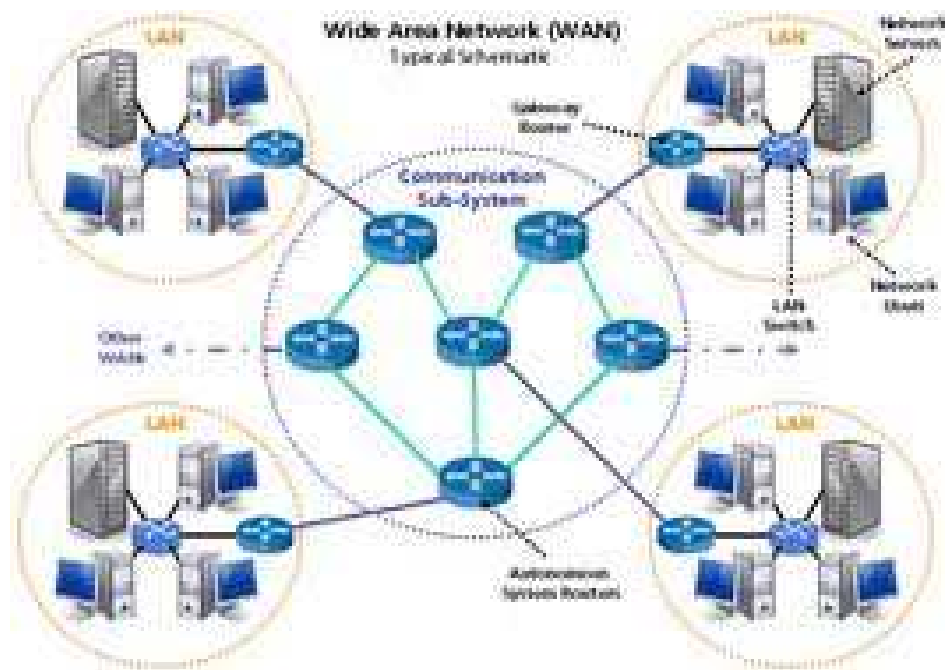


Слика 21. Point-to-multipoint

2.5.4. WAN (Wide Area Network Backbone) “кичмени стуб” SCADAсистема

WAN је мрежа за комуникацију подацима које покрива релативно широк географски положај. Састоји се из више међусобно повезаних LAN –ова.

Технологија ове мреже је тип звезде или прстена, а комуникација у оквиру мреже је комуникација у FULL-DUPLEX режиму, тј. пренос информација између предајника и пријемника је двосмерна истовремено. WAN мрежа преставаља претечу данашње глобалне мреже тј интернета.



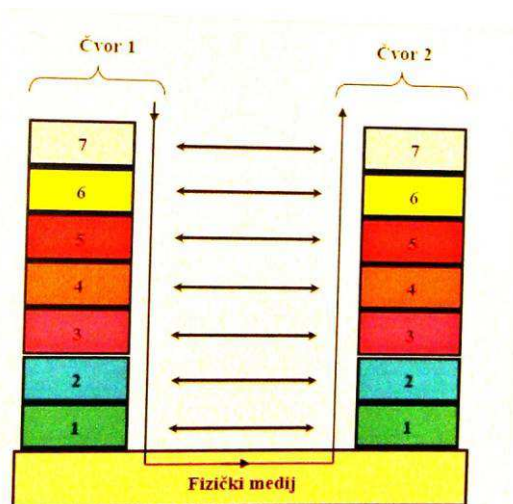
Слика 22. WAN мрежа

2.5.5. Комуникациони протокол

Стандардизацијом поред физичког нивоа комуникације треба обухватити и формате бројева, начин адресирања, па све до апликационог нивоа. Постоји више поступака реализације протокола апликационог нивоа. Протокол може обухватити тачно дефинисан скуп наредби за постављање мерног опсега за задавање фреквенције дигиталног филтра и сл. Како је врло тешко предвидети све могућности примене протокола, други приступ се заснива на дефинисању врло малог скупа наредби, како би само преносиле променљиве задате адресе у некој мемориској области, са значењем зависно од конкретног уређаја. Ово је флексибилнији приступ, али приморава корисника уређаја да проучавају његову организацију.

Да би се олакшала стандардизација рачунарских мрежа, ISO дефинише модел мрежа из седам независних нивоа:

- физички,
- канални,
- мрежни,
- транспортни ниво,
- ниво серије,
- презентациони ниво,
- апликациони ниво.



Слика 23. Комуникациони проток

2.6. Главна станица



Слика 24. Главни контролни центар

Информације прикупљене са RTU – ова прослеђује се путем комуникационог система главној станици у којој се врши аквизиција података. У зависности од сложености система постоји један или више главних станица, тако да послови према важности и приоритету врше надзор и управљање.

SCADA систем обухвата пуно објеката али мозак система предвиђа:

- главни контролни центар,
- локални контролни центар.

Ово чини један главни рачунарски систем.

2.6.1 Главни рачунарски систем

Главни рачунарски систем SCADA представља мрежу рачунара са корисничким интерфејсом, који обухвата графику високе резолуције и све остале неопходне рачунарске компоненте. Овакви системи су уобичајено смештени у простору који је заштићен од буке и технолошком окружењу и обично се налази у климатизованом простору.

Ово је најупечатљивији део SCADA система што појачава и визуелни утисак о самом начину надзора и управљања. Информације о процесу преузимају се у форми анимираних графичких приказа високе резолуције, листа, трендова, историских и статичких графикана и др.

Основне управљачке функције обухватају супервизијски и ниво координације на скали хијерархијских нивоа управљачких система.

У оквиру главног система постоје апликације, које се комбинују са експертским системима, која обухвата алгоритам са самооткривање могућих кварова опреме и на тај начин спречава хаварију или кварове и спречава застој у систему. Сама распрострањеност РС рачунара и цена на тржишту приморала је произвођаче SCADA система да развију софтвере који одговарају хардверу РС – а . SCADA софтвер подразумева најчешће софтверски пакет који омогућава конфигурисање и аквизиције апликација. Под конфигурацијом се подразумева формирање комплексне базе података, са подацима који су прикупљени подсредством мрежа до мерне опреме, аквизиционих и управљачких рачунара, начинима њихових ажурирања и презентовања, алармима, догађајима, могућим командама оператера и структуру рачунарске мреже. Креирање базе података у комбинацији са активационим софтвером из SCADA пакета предвиђа заправо оно што се ужем смислу подразумева под SCADA софтвер.

2.7. Проблеми поузданости и безбедности SCADA система

Техничко – технолошки напредак, развој софтверских технологија и појава информационих система довели су до појаве новог концепта у организацији управљачких система. Инфорамационе технологије уграђене у инфраструктуру чине друштво комплекснијим и ефикаснијим, али осетљивим када је у питању безбедност. Инплементирање заштитних механизма је у великој мери отежано због географске разуђености SCADA система и због чињенице да се у системима налази велики број уређаја осетљивих на улазе хакера кроз велики број приуступних тачака у мрежи.

Додатну тешкоћу ствара чињеница да систем није интероперабилан, тако да различити протоколи помоћу којих се заштитни интелигентни електронски уређаји комуницирају са PLC – овима, RTU – овима, РС – јевима и другим SCADA уређајима представљају ограничење у покушајим да се заштити комуникација. Поред разноликости примене опреме у систему, користе се различити медији за комуникацију између различитих делова система (комерцијалне и закупљене телефонске линије, бежични пренос, оптички каблови), што представља додатне захтеве при дефинисању заштитног модела система.

SCADA система се користе за упревљање битним системима као што су електроенергетске, водопривредни и други слични системи.

2.7.1 Безбедносни принципи SCADA система

Безбедносни принципи SCADA система:

- инплементирањем заштитних механизма у SCADA система је у великој мери отежано због географске разуђености система и због чињенице да се у њему налази велики број уређаја осетљивих на упаде хакера кроз велики број пристпних тачака у мрежи. Основни захтев у погледу одрживости система је да очува управљачке функције приликом испада неких његових делова.

- идеалан систем би требало да буде самоодржив, отпоран на промене у окружењу и да поседује могућности:

- Самоконфигурисање – аутоматско конфигурисање компонената на основу заштитних правила највишег приоритета. Остали део система се аутоматски прилагођава;
- Самооптимизовање – компоненте у систему проверавају могућности за побољшавање карактеристика;
- Самоизлечења – систе аутоматски порверава, детектује и поправља хардверске и софтверске грешке;
- Самозаштите – систем се аутоматски штити од каскадних испада и спољних напада раним упозорењем, чиме се спречавај ураспади већих размера.

Такође, систем би требало да има могућности да разуме, учи и понуди интелигентан одговор на догађаје са којима се први пут суочава и тако обезбеди поуздану заштиту од нежељених упада.

3. „Топлана“ Краљево

ЈКП "Топлана" Краљево основано је 1966. Године у оквиру тадашњег стамбеног предузећа. Почетком 1973. године, сва предузећа везана за проблематику развоја и живота града спајају се у једно предузеће које послује под називом ОУР – а Комуна.

Данас ЈКП "Топлана" Краљево преко даљинског система грејања из пет котларница са инсталираном снагом од 72 MW греје: стамбени простор, повлашћени простор и пословни простор. Годишња производња топлотне енергије је 82GWh.

Почетком 1988. године издваја се као самостално предузеће. У том статусу је и данас.

3а. Историјат

Педесетих година у Краљеву се за потребе Општине и Среза Краљево граде веће зграде које добијају сопствене котлове на угаљ за централно грејање.

У то време донет је и нови урбанистички план који је предвиђао да се у центру града подижу нове пословностамбене зграде са више спратова и већом густином становања. Пројектима се предвиђа и уградња инсталација централног грејања у зградама. Тако су зграде грађене после 1958. године добијале сопствене котларнице.

Интезивнијом градњом у центру града јавила се потреба за градњом једне котларнице за више зграда. Топлана је изграђена између данашњих улица Милоша Великог, Цара Лазара и Хајдук Вељкове. Инвеститор око 300 станова и топлане на овом подручју била је Војнограђевинска дирекција из Београда.

1966. Топлана је са топоводима и подстаницама предата Стамбеном предузећу Краљево. „ЈП Топлана Краљево“ је јавно енергетско предузеће за даљинско грејање. Снабдева топлотном енергијом стамбени и пословни простор града Краљева. Оснивач је Општина Краљево.

Снабдевање се врши из 5 топлотних извора укупне инсталисане снаге од 72MW. Годишња производња топлотне енергије је 82 GWh.

Као гориво природни гас је заступљен са 85%, а мазут са 15%.

Дистрибуција топлоте се врши преко топоводне мреже укупне дужине 14 километара просечног пречника цеви 180 мм.

Специфична потрошња енергије примарног горива остварује се са 179 W/м², и измерена специфична потрошња стамбених зграда од 125 W/м².

3б. Делатност

Основна делатност предузећа је производња и дистрибуција топлотне енергије укључујући додатне послове у области одржавања производних капацитета, топовода, подстанца играјних инсталација, као и вршење стручног надзора и пројектовања.

Даљинско грејање у Краљеву снабдева се топлотом из комбинованог система за производњу топлоте и електричне енергије пре свега коришћењем обновљивих извора енергије из своје околине. Даљинско грејање је савремено, веома заступљено а делови система се користе и за даљинско хлађење.

Чињенице и бројке:

Назив:	ЈП „Топлана“ Краљево
Оснивач:	Скупштина општине Краљево
Адреса:	Цара Лазара 52А, 36 000 Краљево
Основана:	1966. године
Број запослених:	73
Снага:	72 MW
Котларнице:	5
Мрежа:	14km
Подстанице:	352

Грејне површине:

Станови:	392 818m ²
Посл. простор:	71 786m ²
Енергенти:	
Гас:	7 500 000 Nm ³ /god.
Мазут:	1 400 t/god.

Зв.Котларнице

"Централна Топлана"

Инсталисана снага: 35,7 MW

Мрежа: Вреловодна, ук. дуж. 3625 m чине је правци саинсталисаном снагом и радним режимима:

I - "Општина" 8,96 MW, 130/75,

II - "102 стана" 14,6 MW, 130/75,

III - "Леснина" 4.0 MW, 130/90,

IV - "Kej" 8,2 MW, 130/75

Гориво: Природни гас / мазут

Подстананица: 159

Подручје града: Ограничена улицама Војбоде Путника (неукључујући објекте у датој улици), Димитрија Туцовића, Олге Јовичић, Чика Љубина и IV Краљевачки батаљон.

"Нова колонија"

Инсталисана снага: 31,5 MW

Мрежа: вреловодна, ук. дуж 4147 m, чине је правци са инсталисаном снагом и радним режимима:

- "Стари вреловод" 21,66 MW, 150/90,

- "Доситејева" 09/08 MW, 150/70.

Гориво: Природни гас / мазут

Подстаница: 99

Подручје града: Насеље Моше Пијаде и улице: Војводе Путника, Београдска, др Љубинка Ђорђевића, Доситејева и 27 марта.

"Зелена гора"

Инсталисана снага: 9.7 MW

Мрежа: Топловодна 110/70, ук. дуж 1822 m, чине је правци са инсталисаном снагом:

I - "Зелена гора" 8,5 MW

II - "Симкин ливаде" 1,2 MW

Гориво: Природни гас / мазут

Подстаница: 80

Подручје града: Које обухвата улице: Зелена Гора, Војводе Степе, Олге Милутиновић, Танаска Рајића и делом Карађорђеву.

"Хигијенски завод"

Инсталисана снага: 1.6 MW

Мрежа: Топловодна 90/70, ук. дуж.120 m, чине је правци са инсталисаном снагом:

I - "Зграда 1" 0,8 MW

II - "Зграде 04:08" 0,5 MW

III - "Група грађана" 0,3 MW

Гориво: Мазут

Подстаница: 13

Подручје града: Део насеља Хигијенски завод

"ОШ Светозар Марковић"

Инсталисана снага: 2.3 MW

Мрежа: Топловодна 90/70, ук. дуж 150 m, чине је правци са инсталисаном снагом:

I - "Елмостан" 0,5 MW

II - "Школе" 1,8 MW

Гориво: Лож уље

Подстаница: 10

Подручје града: Тржни центар Елмосдом и Елмостан, ОШ Светозар Марковић и ОШ IV Краљевачки батаљон.

3.1. Реконструкција топлотних подстаница и повезивање у јединствени систем даљинског надзора

У периоду 2005 год. у ЈКП Топлана, реализован је пројекат реконструкција подстаница и повезивање у јединствен систем даљинског надзора, управљања и аквизиција параметара.

Пројектом је предвиђена и уградња мерача топлотне енергије на три нивоа:

- производњи
- дистрибуцији
- потрошњи.

Реконструкцијом подстанице и уградњу опреме за повезивање у јединствени систем SCADA, произвођачу и дистрибуеру топлотне енергије омогућено је следеће:

- извештај о алармним станицама
- даљинска контрола и управљање
- даљински мониторинг параметара
- локално регулисање
- могућност управљање техничко – економским системом
- мерење утрошене електричне енергије.

Осим техно – економских улаза излаза од значаја за енергетски субјекат, пројекат има следеће циљеве на локалном и глобалном нивоу:

- генерални циљ да се изгради свест о потреби рационалног коришћења енергије и то код запослених у свим секторима где се енергија производи, дистрибуира и троши, као и код грађана крајњих потрошача.
- конкретан циљ реализације овог пројекта је да се покаже колико се енергије може уштедети на једном демонстрационом пројекту. Прикупљени подаци о уштеди могу покренути примену постигнутих решења и на другим местима, што би врло брзо довело до већих уштеда. Циљну групу пре свега коју чине грађани, могу очекивати да преко овог пројекта уштеде енергије имају мање трошкове.

Општина преко оваквих пројеката може стећи поверење грађана због бољих услуга, а са друге стране штедња ће омогућити улагање у ширење система даљинског грејања. На глобалном нивоу пројекат ће имати позитивне утицаје на екологију.

ЖКП Топлана је током прве грејне сезоне овог система установила егзактне и мерне параметре за оцену битних категорија енергетске ефикасности производње и дистрибуције топлотне енергије, а то су:

- процена уштеде примарне енергије
- губитак у топловодној мрежи
- степен ефикасности топлотног извора
- специфична потрошња потрошача
- специфична потрошња на извору
- анализа на релацију уштеде (исплативост инвестиција, цена kWh).

3.1.1. Технички опис подстанице

3.1.1.1. Затечено стање

Техничке карактеристике постојеће подстанице су следеће: индиректан тип, добошаста против струјни апарат, регулишућа константа протока са разводним вентилом, ручно регулисање, не постоји мерење предате топлотне енергије, визуелно праћење параметара рада.

Зграда се састоји од подрума, приземља и типских спратова. У подуму је смештена топлотна подстананица. У свим осталим етажама су просторије за становање. Инсталација

централног грејања је у режиму 90/70 °C са принудном циркулацијом која се остварује

циркулационим пумпама. Као грејна тела уграђени су углавном ливени радијатори различитих величина. У подстаницама се налазе противструјни апарати, застареле конструкције, разделници топле воде, застарели турбински калориметри за мерење који нису у функцији, органи за регулисање, као и електроорман са склопкама. Разводна мрежа се води испод плафона подрума, регулисање инсталације у смислу протока воде врши се преко пригушних бленди, косих вентила непознате карактеристике и радијаторских дупло регулишућих вентила.

3.1.1.2. Ново пројектовано стање

Реконструкција топлотних станица у оквиру грејног подручја омогућила је функција регулисања и мерења. У овом пројекту предвиђен је аутономан рад мерно – регулишуће опреме као и њихово повезивање у централни систем SCADA даљинског надзора и управљања. Топлотне подстанице су индиректног типа, са задржаним старим добошастим апаратом (који ће се у другој фази заменити плочастим апаратом) са омогућеном локалном квалитативном – квантитативном регулисању. Режим је на примарној

страни топлотне подстанице (топловод) 150/90°C, а на секундарној страни (кућна грејна

инсталација) 90/70°C. Електрокомандни орман садржи опрему и PLC са потребним

модулима за локалну комуникацију са опремом у пољу и за комуникацију са централним системом SCADA.

3.1.2. Топлотна подстанца са мерно – регулишућом опремом, даљинским надзором и управљање (SCADA)

Овом реконструкцијом омогућено је аутономан рад мерно – регулишућом опремом, која је повезана у главни систем даљинског надзора и управљања SCADA. Топлотна подстанца је индиректног типа са добошастим размењивачем топлоте и са локалном квалитативном – квантитативном регулисањем. Конфигурација подстанце и избор опреме треба да омогући следеће:

- даљинску контролу и управљање
- даљински мониторинг параметара
- извештај о алармним стањима
- локално квалитативно – квантитативно регулисање
- мерење утрошене топлотне енергије
- могућност управљања техничким системом (топлотни извор – развод мрежа – подстанца – потрошач).

Сви ови захтеви биће испуњени применом следећих принципа:

1. Избором савремених решења и опрема:
 - плочасти размењивач топлоте
 - електромоторни поролазних регулишућих вентила
 - ултразвучи мерач утрошене топлоте
 - фреквентном регулисању броја обртаја циркулационих пумпи.
 - применом регулисања PLC
2. Применом неког од софтвера SCADA.
3. Повезивање у јединствену мрежу: оптички кабал.

3.1.2.1. PLC контролер – микропроцесорски регулатор

Микропроцесорски регулатор је управљачки елемент реконструисане топлотне подстанце. Поред функције регулисања, микропроцесорски регулатор омогућује:

- издавање команде (дигитални излаз)
- приказ свих мерних величина
- приказ свих аналогних улаза (мерења) и дигиталних улаза (сигнализација)
- приказ и подешавања параметара регулисања
- могућност комуницирања са надређеним центром SCADA
- могућност комуницирања са рачунарском јединицом мерача топлоте
- избор рада електромоторног вентила: ручно / аутоматски.

Микропроцесорски регулатор је конфигуриран са два комуникациона прикључка:

1. комуникација са надређеним центром смештеним у диспечерском центру топлане,
2. комуникација са рачунарском јединицом уграђеног мерача топлотне енергије.

Ради комуникације између микропроцесорског регулатора и рачунарске јединице мерача топлоте енергије, регулатор има уграђен интерфејс RS485.

Из рачунарске јединице мерила топлоте читавају се следећи подаци:

- проток воде
- температура воде у разводном воду примара
- температура воде у повратном воду примара
- остали расположиви подаци (тренутна топлотна снага, вредност утрошене топлотне енергије, идентификациони број рачунарске јединице, број часова рада и др.)

Основне величине које се мере и обрађују у микропроцесорском регулатору су:

- притисак у потисном воду примара
- притисак у повратном воду примара
- притисак у постисном воду секундара
- температура воде у разводном воду секундара
- температура воде у повратном воду секундара.

3.1.2.2. Регулишућа опрема

У топлотној подстаници предвиђено је регулисање протока и температуре. Као регулишући елементи предвиђени су електромоторни пролазни вентил са софтверским и механичким решеним ограничењем протока и вентила називног пречника и KVS вредности бираним тако да се ради са ауторитетом $p = 0,5$ до 1 минимално 0,35 (према произвођачу). Микропроцесорски регулатор омогућује реализацију следећих регулишућих кругова: T1CR – 02 регулисања температура воде у разводном воду секундарног дела у функцији промене температуре спољачњег ваздуха, и F1QR – 01 регулисања протока воде.

Основни регулишући круг T1CR – 02 омогућава да се температура воде у разводном воду секундарног дела подстанице мења у функцији промене температура спољашњег ваздуха. Регулатор управља радом електромоторног вентила (интегрисаног у склоп вентила за регулисање температуре и протока) и мења проток воде кроз подстаницу до максимално предвиђеног протока за одређену подстаницу.

Други регулишући круг F1QR – 01 обезбеђује ограничење вредности протока кроз размењивач на задату вредност – максимални дозвољени проток за одређену подстаницу, односно прелази се на регулишући проток када измерена вредност протока постане једнака задатој.

PLC садржи и сат реалног времена који омогућује дефинисање и програмирање дневног и ноћног и продуженог режима рада подстанице.

3.1.2.3. Мерач утрошене топлотне енергије

Мерач топлотне енергије је уређај којим се мери утрошена топлотна енергија коју преда носилац топлоте. Мерач обавља следећу функцију:

- мери температурску разлику воде у разводном и повратном воду,
- протеклу запремину воде,
- множи температурску разлику,
- протеклу запремину тачности и топлотни коефицијент и интеграл по времену наведени производ.

Састоји се из:

1. ултразвучног мерача протока
2. два температурна сензора
3. микропроцесорске рачунарске јединице.

Мерач је опремљен интерфејсом М – BUS који омогућује спајање са микропроцесорским регулатором.

3.1.2.4. Остала опрема у подстаници

Циркулацију грејног медијума омогућују циркулационе пумпе са три брзине које се монтирају по гранама према условима сваког објекта. Дилатацију воде и одржавање притиска омогућује постојаћа отворена експанзиона посуда, пројектовање запремине.

А. Циркулациона пумпа:

Имају задатак:

- а) Пропорционална регулација притиска
- пумпа аутоматски мења свој капацитет према захтевима потрошње флуида. Путем тастатуре постављене на управљачкој плочи може се подесити напор пумпе.
- б) Константна регулација притиска
- висина притиска, независно од количине флуида, одржавати константном. Тастатурно послуживање могуће је подешавањем жељеног притиска пумпе.
- в) Константна крива напора пумпе
- пумпа ради константним бројем обртаја на или између максималне или минималне линије напора.
- г) Промена са температуром
- капацитет пумпе се мења променом температуре флуида.
- д) Спољни сигнал грешке
- путем безпотенцијалног излазног сигнала
- ђ) Спољно аналогно управљање
- капацитет или број обртаја спољним 0 – 10 V давачем сигнала
- е) Спољна регулација путем улаза за:
- спољни улаз / излаз
- максималну криву напора
- минималну криву напора (ноћни рад)
- ж) Даљинско управљање
- бежично управљање системом јединица даљинског управљања

Примењују се:

Као пумпе система грејања и као пумпе за топлу конзумну воду, а погодне су за примену у уређајима са константним капацитетом и системима са променљивом температуром протока у цевима.

Медијум које пумпе користе:

Морају бити чисти, течни, неагресивни, неексплозивни, медијуми без чврстих или влакнастих честица, као и без додатка минералних уља. У системама грејања вода циркулације мора да задовољава неке услове као што су услови прихваћеног стандарда за квалитет воде централног грејања.

В. Заптивни вентил и остала арматура у примарном делу је називног притиска NP16, а

у секундарном делу је називног притиска NP6 за радну температуру до 150°C.

С. Цевни водови топлотно изолују минералном вуном у облози од алуминијумског лима дебљине 0,55mm.

Д. Аларми могу се третирати као посебна врста догађаја. Аларми могу бити генерисани од стране опреме на удаљеној локацији и пренети у форми индикације статуса – догађаја од релевантног RTU – а до MTU – а. Аларми се такође могу генерисати као резултат рада софтвера самог MTU – а.

Генерисање и обрада аларма је управо једна од најбитнијих функција сваког SCADA система. Правовремена презентација алармних стања кориснику (оператеру, диспечеру) омогућава правовремене корективне акције и одклањање појаве која је довела до алармног стања. Када се SCADA систем кориси за управљање великим системима као што су електроенергетски системи и велики водопривредни системи алармне индикације, различитог значаја за безбедност и исправан рад система, се врло често јављају. Такође, када дође до отказа неког дела управљаног система, врло често се у кратком временском интервалу јавља јако велики број алармних порука – често толико велики да превазилазе могућности анализе и одговарајуће реакције корисника система.

Да би се избегле ситуације у којима, због zasiћености алармним порукама, корисници система нису у стању да правилно реагују и препознају узрок проблема у модерним SCADA системима се стандардно врши додатно процесирање аларма нпр:

- Аларми се групишу према приоритету и области одговорности. Груписање према приоритету омогућава кориснику да лакше препозна аларме који указују на ситуације на које треба примарно реаговати.
- Груписање према области одговорности омогућава да се дефинише нпр. на којој ће операторској конзоли, односно ком кориснику, ће се приказивати која група аларма. На тај начин корисник је задужен да прати само онај подскуп аларма који је везан онај део система за који је надлежан.
- Одређеним алармима се придружују аутоматске процедуре. Одређеном сету алармних порука се могу придружити софтверске процедуре које се аутоматски

извршавају код наставка алармног стања. На овај начин извршавање потребних активности ради одклањања алармног стања се може аутоматизовати и остварити бржа реакција. Овај приступ међути није увек могуће користити.

○ Користи се Интелигентни Процесори Аларма (Intelligent Alarm Processor). Интелигентни процесори аларма су софтверске апликације у оквиру SCADA система чији је задатак да интерпретирају скуп алатмних порука и да кориснику пруже информацију о томе шта је заиста проблем у систему уместо велике групе алатмних порука. Ако дође до проблема или отказа у неком делу система врло често се генерише изизетно велик број алармних порука, које суштински имају исти узрок. Интелигентни процесори аларма препознају комбинације аларма и догађаја у систему на бази тога дефинишу „збирни догађај“ односно основни узрок проблема који затим преентују кориснику. Интелигентни процесору аларма се јављају у релативно модерним SCADA системима и у анализи аларма често примењују различите софтверске технике засноване на експертним системима, методама вештачке интелигеције и фази логике.

Е. Сензори:

То су уређаји који служе за детекцију разних врста објеката, нивоа воде. Они претварају аналогне величине у дигиталне. Сензори су уређаји који могу допринети бољем раду алармних система.

У топлани користе се:

Сензор СН 1010 и CVH 1010

Монтажа сензора у цевовод:

За монтажу сензора у цевовод заварујемо на цев муфну од $\frac{1}{2}$ цола. При томе морамо имати на знању, да је уградна дужина сензора 100mm. За привијање сензора користимо виљушкасти кључ, да не оштетимо заштитну чауру сензора.

Електрично прикључење сензора:

За прикључење сензора користимо двожилни изолирни кабал 2x0.8mm. Уводница на конектору Pg09 прилагођена је за кабал пресека 6 – 8mm. Само са правилним одабиром прикључног кабла и адекватним затегом матице уводнице и поклопца дозе, постигнути ћете заштиту IP 65 и са тиме онемогућити корозију контакта сензора.

Контрола прикључења:

Са мерењем отпора на прикљученом каблу можемо одредити да ли је сензор превилно прикључен. Зависност отпорности сензора од температуре:

St. C	ОНМ
0	1000
25	1097.3
50	1194.0
75	1289.8

100 1385.0

Сензор TZ 10:

Сензор температуре типа TZ 10 користи се за мерење спољне температуре. Монтажа се изводи на спољној осенченој страни објекта на висини 2,5. Ако је сензор успостављен директном утицају сунца, потребно га је додатно осенчити.

Електрично прикључење сензора:

За прикључење сензора користимо двожилни изолирни кабал 2x0.8mm. Уводница на дози прилагођена је за кабал пресека 3 – 6mm. Само са правилним одабиром прикључног кабла и адекватним затегом матице уводнице и поклопца дозе, постигнути ћете заштиту IP 65 и са тиме онемогућити корозију контакта сензора.

Контрола прикључења:

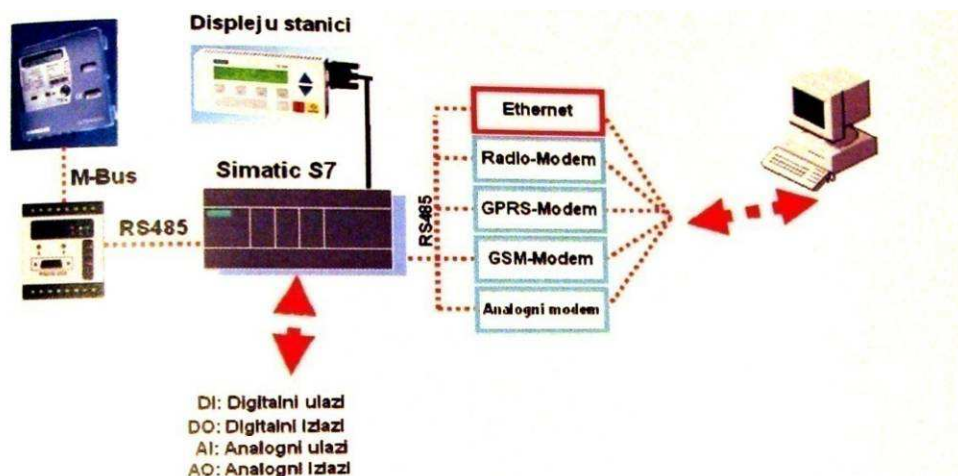
Са мерењем отпора на прикљученом каблу можемо одредити да ли је сензор превилно прикључен. Зависност отпорности сензора од температуре:

St. C	ОММ
0	1000
25	1097.3
50	1194.0
75	1289.8
100	1385.0

3.1.2.5. Пренос података и систем SCADA

Предвиђена је уградња комуникационог процеса (10/100 Mbit/s) у подстанци за повезивање на индустриски интернет у складу са IEEE 802,3.

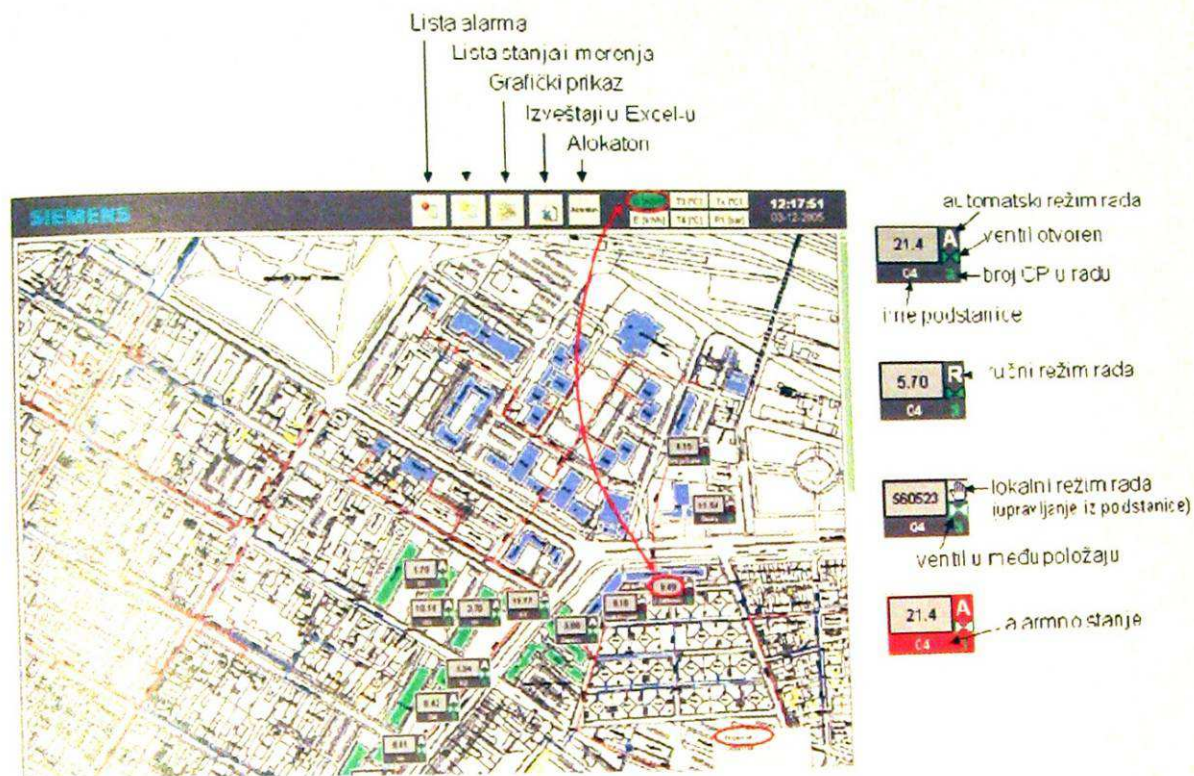
Модул је преко оптичког кабла са оптичким прикључцима повезан са надређеним рачунаром тако да су све подстанции повезане оптичким каблом и главну станицу системом SCADA.



Слика 25. Примењено техничко решење у пилот - пројекат пренос података

3.1.3. Мониторинг рада једне подстаннице

Мониторинг представља главни контролни центар где се у сваком тренутку може пратити рад свих подстанница и вршити њихов надор и управљање.



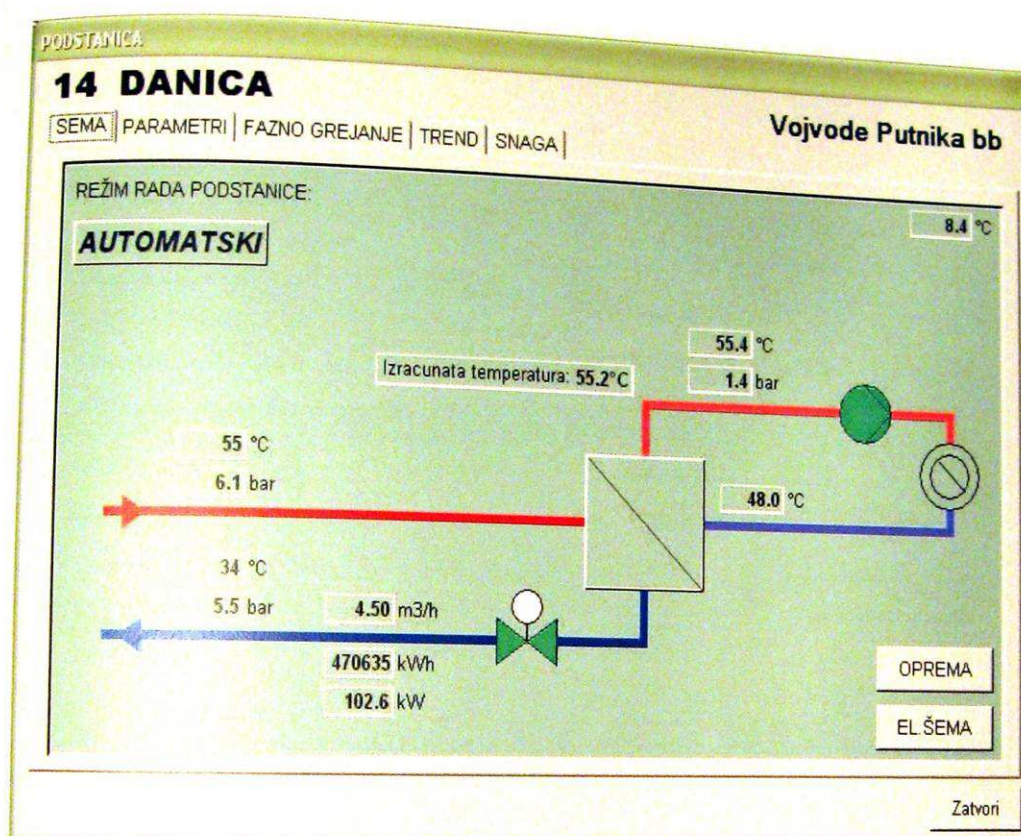
слика 26. Мониторинг свих подстанница у ЈКП Топлана Краљево

На слици 27 се види интерфејс монитроинга рада топлотних подстанница на географској карти грејног подручја. Свака надгледана подстанница има своје име и означена је одређеном бојом и скаладу са тренутним радним статусом. Такође на главном мониторингу рада дате су и додатни режими рада а то су:

- аутоматски режим рада
- ручни режим рада

Алармно стање се активира у случају грешке, где се рад пребацује на ручни режим рада.

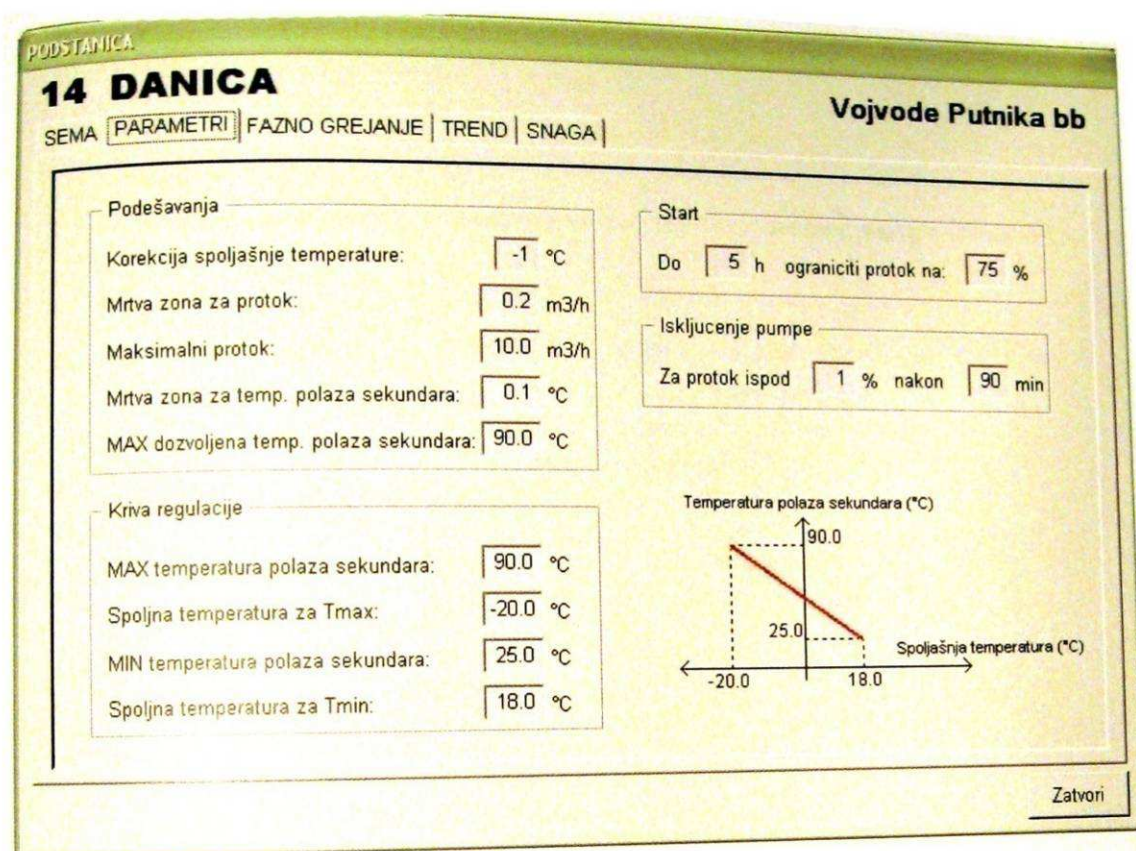
Приказ мерења стања у подстанци



Слика 27. Шема топлотне подстаннице са очитаним параметрима

Одабиром једне подстаннице на мониторингу, на екрану ће се појавити прозор са називом топлотне подстаннице (14 Даница) и подацима који се у њој прате (сл. 27). Подаци су у прозору подељени на више картица, прва која се показује „Шема“. На шеми се могу очитати тренутне измерене вредности температура, притисака, протока на примарној страни као и утрошене количине енергије и ангажованог топлотног капацитета. Израчуната температура представља вредност коју задаје регулатор у зависности од тренутне спољне температуре а на основу које пролазни вентил са електромотором регулише проток на примарној страни топлотне подстаннице. Овим регулисањем утичемо на температуру потиска на секундарној страни, а самим тим и на температуру просторија грејног објекта.

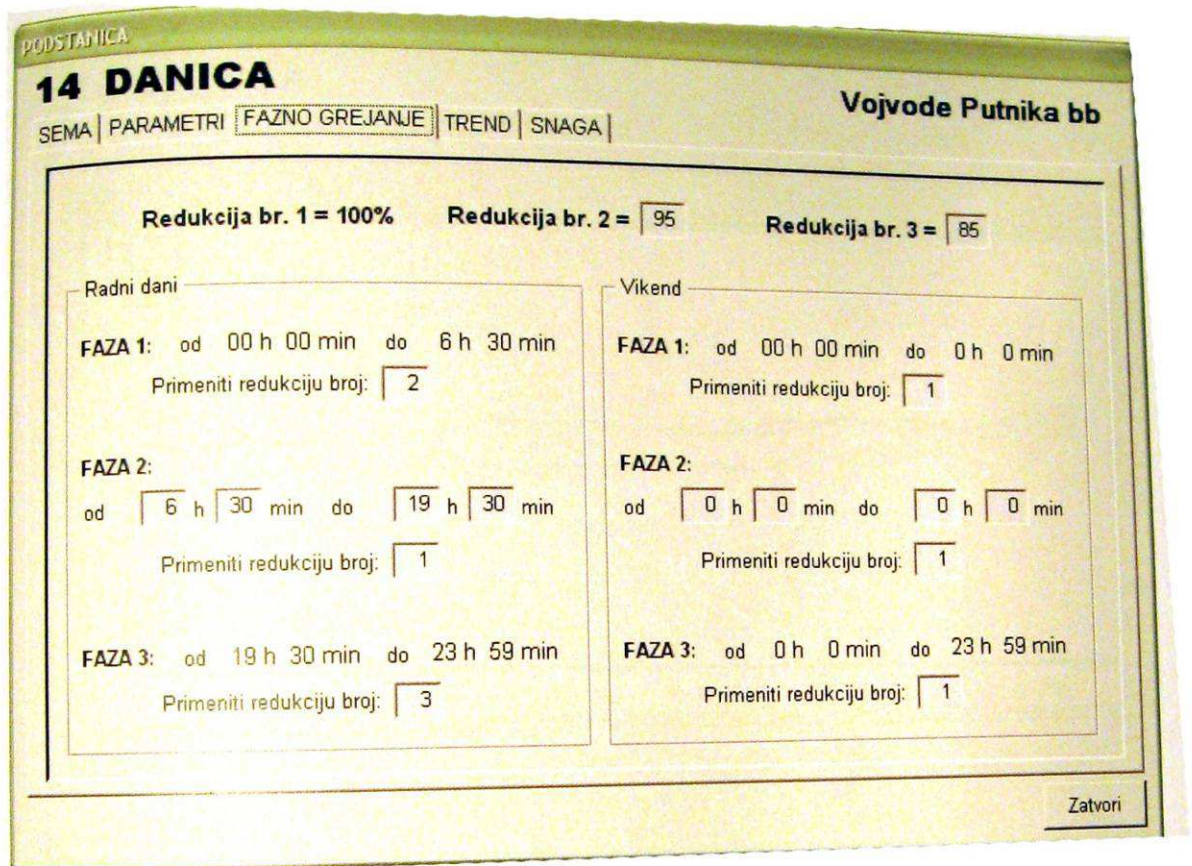
Подешавање параметара регулисања



Слика 28. Подешавање параметара топлотне подстанице

На картици параметара можемо вршити софтверско подешавање регулисања топлотне подстанице. Имамо могућност ограничавања максималног протока примара и максималне температуре секундара, као и регулисање укључења и искључења циркулационе пумпе. Такође у овом делу се задаје крива регулисања која је одређена са две тачке. Прва тачка је одређена максималном температуром полаза секундара (T_{max}) и спољном температуром за T_{max} , а друга тачка је одређена минималном температуром полаза секундара (T_{min}) и спољном температуром за T_{min} . На основу овако добијене криве а према спољној температури добија се израчуната температура секундара.

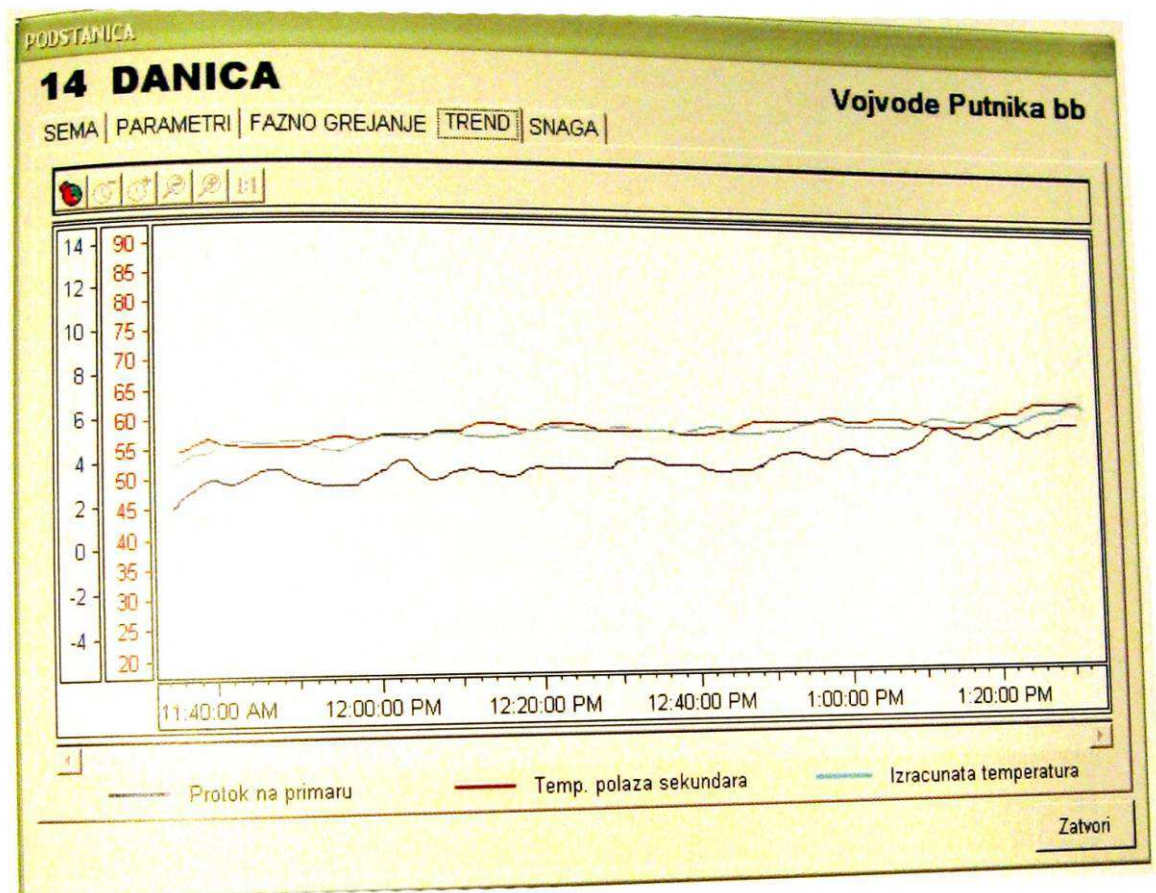
Подешавање параметара регулисања фазног грејања



Слика 29. Подешавање режима грејања

Фазно грејање представља умањење режима грејања за одређени проценат у одређеном периоду дана. Постоји могућност дефинисања три фазе грејања. Фаза 1 је увек 100%, док фаза 2 и 3 могуће умањити за одређени проценат, тиме умањењем регулише се израчуната температура секундара.

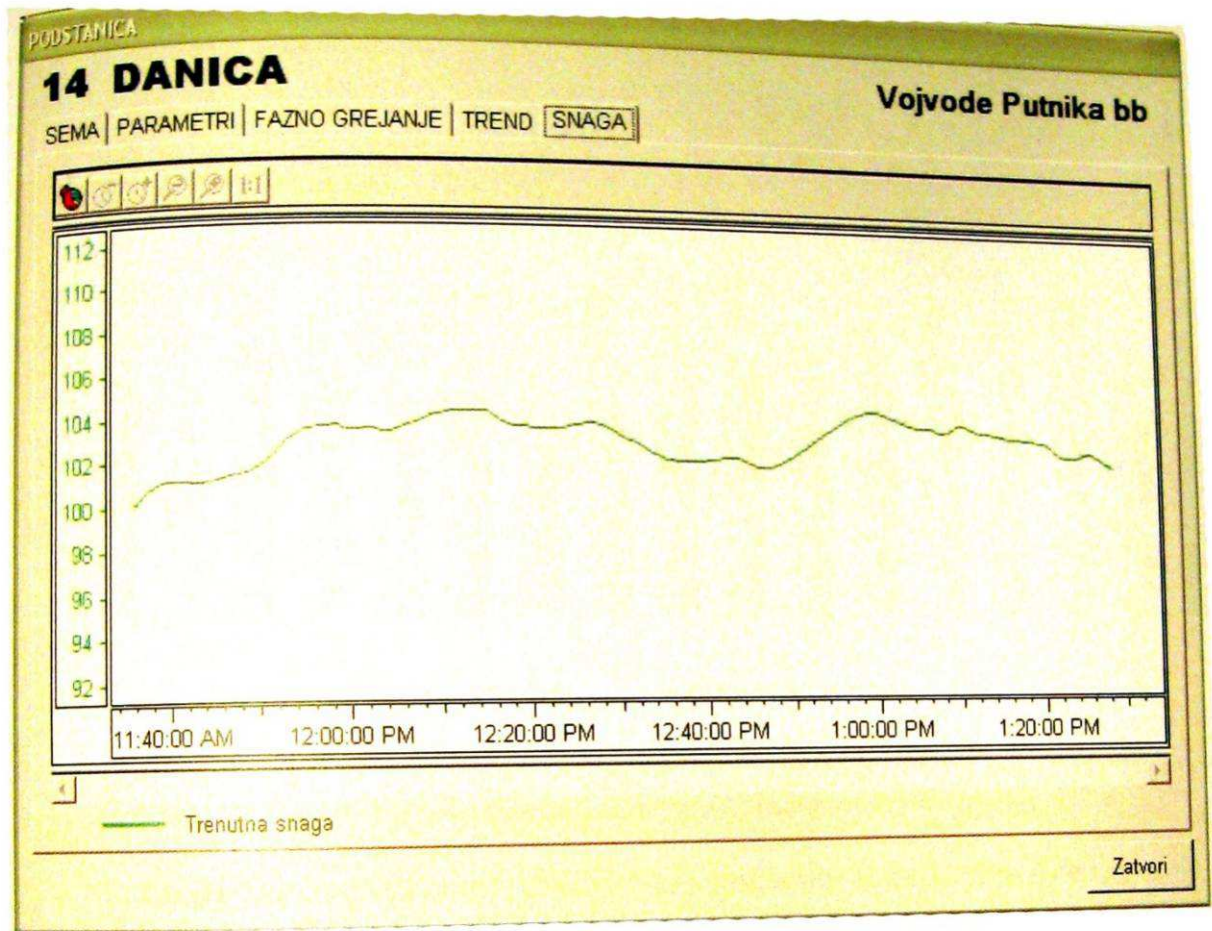
Тренд – дијаграм релевантних мерења



Слика 30.Тренд дијаграм

Тренд дијаграм представља промену одређених параметара у току времена. Релевантни параметри за квалитетно регулисање параметара који се прате су проток на примару, температура пролаза секундарна и израчуната температура.

Тренутна снага

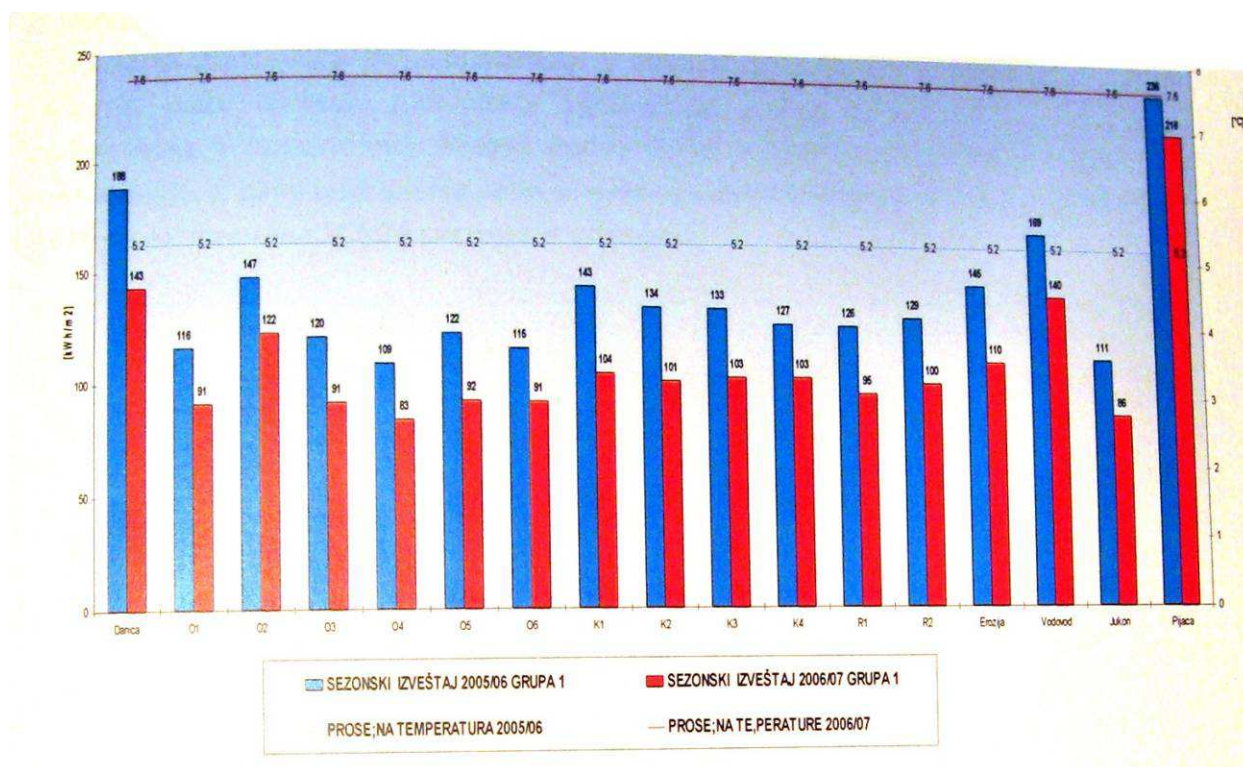


Слика 31. Дијаграм снаге

Слично тренд – дијаграму, дијаграм снаге представља промену трнутно ангазоване снаге у току времена.

Све податке које прикупља и обрађује микропроцесорски регулатор могуће је извести у ексел табеле у виду дневног или месечног извештаја. Такође постоји могућност упоређивања дијаграма за различите временске периоде, а све у циљу постизања веће енергетске ефикасности рада топлотне подстанице.

Оцена енергетске ефикасности



Слика 32. Упоредни преглед специфичне потрошње

На основу анализе рада топлотних подстанци пре изведене реконструкције и после реконструкције са упоредних дијаграма (сл. 33) и постојећих извештаја рада топлотних подстанци можемо извршити процену:

- уштеда примарне енергије горива
- степен ефикасности топлотног извора
- смањење губитака у транспорту топлотне енергије због нижих температура
- специфичну потрошњу на нивоу топлотног извора
- специфичну потрошњу на нивоу потрошача.

3.2.4. Пример

Одређивање потрошње горива котлова у топлани „Нова колонија“.

Котловске јединице

Изабране котловске јединице су котлови за ложење течног и гасовитог горива, тро промајни у блок извожењу у комбинацији са економајзером, са изведеном термоизолацијом у облози од алуминијумског лима.

Карактеристике котлова су следеће:

- Топлотни учинак котла $Q = 11.000$ до 12.000 kW,
- Степен корисности за 130°C $\eta = 93.00\%$ до 91.25% ,
- Притисак $p = 8$ bar,
- Гориво гас/ мазут,
- Температура $t = 130$ °C,
- Габарити котла $8071 \times 3400 \times 3750$,
- Прикључак димних гасова 900 mm,
- Отпор димне стране 11 до 15 mbar укључујући и економајзер,
- Садржај воде више од 30.000 lit,
- Маса котла (са изолацијом) око 33.000 kg.

Укупни новопроектовани капацитет котларнице износи $Q = 3 \times 12.000 = 36.000$ kW

Котлови су опремљени сигурносном и заштитном опремом за температуре преко 120°C у складу са JUS M.E6.204, DIN 4752 и EN12953-6

Одређивање потрошње горива

Потрошња гаса при максималном оптерећењу је:

$$B_1 = \frac{Q}{Hd \times \eta} = \frac{12000}{33.340 \times 0.91} \times 3600 = 1420 \text{ Nm}^3 / \text{h}$$

Укупна максимална потрошња гаса је

$$B_{\max} = B_1 + B_2 + B_3 = 4260 \text{ Nm}^3 / \text{h}$$

У току експлоатације котлови раде са фактором једновремености 0.70 па је укупна потрошња једнака:

$$B_{\text{uk}} = 0.8 \times B_{\max} = 4260 \times 0.70 = 2982 \text{ Nm}^3 / \text{h}$$

Годишња потрошња је:

$$B_{\text{god}} = \frac{16 \times e \times y \times SD}{(tu - ts)} \times B = \frac{16 \times (0.95 \times 0.90) \times 0.58 \times 2635}{(20 + 18)} \times 4260 = 2.343.800 \text{ Nm}^3 / \text{god}.$$

SD- степен дани за Краљево 2635,

ts= -18°C према JUS U J5.600,

Hd- доња топлотна моћ тешког лож уља 33340 KJ/ Nm³ ,

e- температурно и експлоатационо ограничење, (стамбени пр. -0.95; ограничено грејање -0.90) ,

y- прекид ложења и утицај ватре 0.58.

Основне карактеристике топлотног извора су:

- Топлотни учинак 36MW,
- Режим рада 130/70°C,
- Могућност гревања при губицима $q=120W/m^2$ 300.000 m²,
- Распоживи напор на прагу Топлане 60 mVS,
- Гориво
 - Тешко лож уље 40.910 KJ/kg алтернативно гориво,
 - Природни гас 33.000 KJ/kg основно гориво,
- Потрошња уља 70 t/ god. (у сезони 2005/ 06) ,
- Потрошња гаса 3.500.000Nm³/god. (у сезони 2005/ 06) ,
- Укупно горива 30-35 GWh/god. (у сезони 2005/ 06) .

4. Закључак

Можемо закључити да је примена SCADA система вишеструко исплатива према свему предходно изнетом. Поузданост и квалитет рада система даљинског грејања је много већи, јер су информације о проблемима у топоводној мрежи много брже, а самим тим и отклањање кварова је ефикасније. У данашње време када је енергија сваким даном скупља, а фосилних горива је све мање примена SCADA система је обавезна. Рад једне топлане са применом оваквог начина управљања доприноси великој уштеди у производњи топлотне енергије.

5. Литература

[1] МИЛАН М.,ГОРАН Ј., ЈЕЛЕНА Ц., Рачунарски подржано мерење и управљање, Машински факултет у Крагујевцу, 2005.

[2] ШИЊАК, С. М., Експлатациони третман система даљинског грејања. Београд 2003, страна 116 – 124.

[3] ВУЈОВИЋ Љ., Р. ДУРКОВИЋ, Даљинско грејање, Београд 1984.

[4] ТОДОРОВИЋ Б., Пројектовање постројења за централно грејање, Машински факултет у Београду 1996.

[5] МАРКОСКИ М., Цевни водови, Машински факултет у Београду 1995.

[6] Др. Новак Недић, ред. проф. Предавање из предмета „Управљање и надзор дистрибутивних система“, Краљево 2008 год.

6. Коришћени сајтови

- www.elektrosoft.rs
- www.cisco.com
- www.mikroe.com
- www.sandija.com
- www.telemecanique.com
- www.vanis.hr
- www.viseek.com
- www.campbellsce.com
- www.ndted.org