



**УНИВЕРЗИТЕТ „Гоце Делчев“ – ШТИП**

**ФАКУЛТЕТ ЗА ИНФОРМАТИКА**

**Катедра за компјутерски технологии и интелигентни системи**

**ШТИП**

**м-р Димитрија Ангелков**

**дипл. инж. по електротехника**

**ИНТЕРНЕТ БАЗИРАНОУПРАВУВАЊЕ НА СИСТЕМИ**

**- ДОКТОРСКИ ТРУД-**

Штип, 2017



**УНИВЕРЗИТЕТ „Гоце Делчев“ – ШТИП**

**ФАКУЛТЕТ ЗА ИНФОРМАТИКА**

**Катедра за компјутерски технологии и интелигентни системи**

**ШТИП**

**м-р Димитрија Ангелков**

**дипл. инж. по електротехника**

**ИНТЕРНЕТ БАЗИРАНО УПРАВУВАЊЕ НА СИСТЕМИ**

**- ДОКТОРСКИ ТРУД -**

Штип, 2017

**Комисија за оценка и одбрана на докторската дисертација**

**Интерен ментор:** проф. д-р Цвета Мартиновска-Банде

Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип, Факултет за информатика

**Екстерен ментор:** проф. д-р Андреа Кулаков

Универзитет „Кирил и Методиј“ – Скопје, Факултет за информатички науки и компјутерско инженерство

**Претседател:** вон. проф. д-р Сашо Коцески

Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип

Факултет за информатика

**Член:** проф. д-р Владо Гичев

Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип

Факултет за информатика

**Член:** проф. д-р Виолета Димовска

Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип

Земјоделски факултет

**Научно поле:**

Информатика

**Научна област:**

Управување преку интернет

**Трудови од научната област објавени во меѓународни списанија и конференции:**

1. Angelkov Dimitrija and Martinovska Bande Cveta (2016) Sensor Module for Monitoring Wine Fermentation Process, Applications of Computers in System Science, 1st International Conference on: Applied Physics, System Science and Computers, Dubrovnik, Croatia, September 28-30, 2016.
2. Dimitrija Angelkov and Dusko Lazov (2016) Solar dryer controlled and monitored through the internet; Knowledge International Journal, No. 13.3, ISSN 1857-92 The teacher of the future 06/2016.
3. Dimitrija Angelkov and Dusko Lazov (2016) Role of cogeneration plants controlled online into energy efficiency; Knowledge International Journal, No. 12, ISSN 1857-92 Knowledge without borders 04/2016.
4. Angelkov, Dimitrija and Martinovska Bande Cveta (2016) Web-based Controlled Systems. Knowledge - International Journal, Scientific and Applicative Papers, 12 (1). pp. 237-240. ISSN 1857-92.
5. Dimitrija Angelkov and Dusko Lazov (2016) Trainer for intelligence; Knowledge International Journal, No. 11, ISSN 1857-92 Knowledge capital of the future 12/2015.
6. Angelkov, Dimitrija and Koceska, Natasa and Koceski, Saso (2015) Automated Chess Playing with a Robot Manipulator; International Journal of Engineering Issues Vol. 2015, no. 2, pp. 45 -51 ISSN: 2458-651X Copyright © Infinity Sciences.
7. Angelkov, Dimitrija and Martinovska Bande, Cveta (2014) Control of robots online. In: XIX Scientific Conference IT 2014, February, 24-28 2014, Zabljak, Montenegro.
8. Angelkov, Dimitrija and Koceska, Natasa and Koceski, Saso (2014) Low-cost dual-axis system for solar tracking. In: Embedded Computing (MECO) - 3rd Mediterranean Conference, 15-19 June 2014, Budva, Montenegro.
9. Angelkov, Dimitrija and Martinovska Bande, Cveta (2014) Control and Monitoring Winemaking Process Online. In ICT Innovations, World of data. September, 9-12. 2014, Ohrid, Macedonia. pp.322-323.

**Проекти од научната област:**

Сензорски мрежи за надгледување и контрола на производство на вино 2014, Штип

Адаптибилен систем за технолошки потпомогнато и независно живеење 2015, Штип

## ИНТЕРНЕТ БАЗИРАНО УПРАВУВАЊЕ НА СИСТЕМИ

### КРАТОК ИЗВАДОК

Во последните две децении илјадници напредни процесни контроли се инсталирани во производствените погони. Мотивацијата за надградба на овие системи преку светската интернет мрежа нуди можности за дизајн и анализа на системи кои може да се управуваат на далечина со огромна сигурност и стабилност. Во последната декада веб базираните лаборатории, во реално време, играат важна улога во техничката едукација. Овој докторски труд претставува практично решение со кое се овозможува преку опрема, која е со релативно ниска цена на чинење, да добиеме квалитетно следење и управување на системи на далечина. Основната идеја е да се искористат постојните расположливи технологии кои се слободни за користење и во комбинација со новите решенија од овој докторски труд да се направи управуван систем кој ќе работи беспрекорно под било какви надворешни влијанија системот да активира механизми преку кои сите грешки ќе се анулираат. Решенијата кои се опишуваат се одликуваат со кратко време на реакција. Во секое време и под какви било услови системот да реагира повратно без потребна дополнителна интервенција од надгледувачите и корисниците на системот.

За пример е земена практична реализација на следење и контрола на процес на ферментација во постојна винарија. Оваа пилот винарија е управувана на далечина преку Интернет, во неа не се користи опрема за специјална намена. Целата електроника, софтвер и хардвер е изработен од нулта точка. Каснењето на информациите преку Интернет може да доведат до губење на информациите, затоа овој труд прикажува што се е потребно за дадените информации со сигурност да бидат меморирани, кога ќе постојат услови за тоа, и потоа соодветно да бидат снимани на серверска страна, и преку графички прикази да бидат прикажани на клиентската страна. Во овој докторски труд се покажуваат огромните можности на софтверските решенија кои се употребени за квалитетно и беспрекорно следење и управување на процесот наречен ферментација. За успешно следење на процесот ферментација е изработен сензорски серверски модул преку кој се следат параметрите и се управуваат процесите. Преку овој модул се снимаат вредностите за степен на киселост означена како рН, јаглерод диоксид во гасовите кои се

ослободуваат при самиот процес на ферментација означен како  $\text{CO}_2$ , релативна влажност означена како RH, алкохол во гасовите кои се ослободуваат во процесот означен како Alcohol, температура на виното означена како Temp1 и температура на гасовите кои се ослободуваат при процесот на ферментација означена како Temp2. Модулот може да се надградува со други сензори во зависност од потребите за контрола и квалитет на вино. Тој е изработен со само еден микроконтролер и претставува решение со ниска цена на чинење.

**Клучни зборови:** Интернет базирано управување, контрола на системи, сензорски мониторинг на ферментација на вино.

## ABSTRACT

In the last two decades, thousands of advanced process controls are installed in production plants. The motivation for upgrading these systems through the World Wide Web offers opportunities for design and analysis of systems that can be operated remotely with the huge security and stability. In the last decade, web-based laboratories in real time play an important role in technical education. Pilot research paper represents a practical solution that allows through equipment that is relatively low cost to get quality monitoring and management systems at a distance. The basic idea is to use existing technologies available that are free to use and combined them with new solutions in this paper to make a managed system that works flawlessly. The solutions described are characterized by short response time at any moment and under any conditions.

For example is taken realizing the monitoring and control of the fermentation process in existing winery. This pilot winery is operated remotely via the Internet; it is not used for special purpose equipment. Delay information online can lead to loss of information, because this paper shows that it takes the information provided in confidence to be saved, when there are conditions for it and then be properly display. In a pilot research, paper shows huge possibilities of software solutions that used for quality and flawless tracking and management process called fermentation. For successful monitoring the fermentation process was developed by which the sensor server module is followed by parameters and controlling the industrial process. Through this module are recorded values of degree of acidity marked as pH, carbon monoxide in two gases releases marked as  $CO_2$ , relative humidity marked RH, alcohol gases releases marked Alcohol, temperature of wine marked Temp1, temperature gas that releases marked Temp2. The module can be upgraded with other sensors depending on the needs themselves control and quality of wine. It was created with only one microcontroller and present decision, which is the lowest price of the cost. Therefore, this decision for this solution in this PhD dissertation is of particular importance for the analysis and at the same upgrade in the future.

**Keywords:** Internet, system control, fermentation, monitoring, control.

## СОДРЖИНА

КРАТОК ИЗВАДОК .....	5 -
ABSTRACT .....	7 -
ВОВЕД .....	10 -
1. Системи управувани преку интернет .....	13 -
2. Дизајн на интернет управуван систем .....	24 -
2.1 ФУНКЦИОНАЛЕН МОДЕЛ .....	26 -
2.2 Сродни истражувања .....	31 -
3. Структура на предложениот систем .....	34 -
4. Апликација за работа во винарија .....	51 -
5. Сензорски модул .....	65 -
6. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ РЕЗУЛТАТИ .....	69 -
6.1 Калкулатор за пресметка на параметри на вино .....	86 -
6.2 Уред за намалување на металите во резервоарот со вино .....	91 -
7. Систем за супервизорска контрола и податочна манипулација .....	94 -
7.1 Опис на VRML .....	98 -
7.2 Апликација за веб-сервер за регулација на температура .....	100 -
7.3 Апликација за манипулација со податочна база .....	107 -
7.4 Управување на температура во резервоар преку техники на предвидување .....	110 -
8. ДИСКУСИЈА .....	115 -
9. ЗАКЛУЧОК .....	117 -
10. ПРИЛОГ 1 .....	120 -
10.1 Аналоген сензор за јаглерод диоксид модел MG811 CO <sub>2</sub> .....	120 -
10.2 Дигитален сензор за влажност и температура DHT11 .....	121 -
10.3 Семикондуктор сензор за алкохол MQ-3 .....	122 -
10.4 Сензор модел Vernier за мерење на степен на киселост и температура во течности ...	123 -
10.5 Сензор за слободен сулфур диоксид (SO <sub>2</sub> ) во воздух .....	125 -



<b>10.6</b>	<b>Влезно-излезни уреди во Реална винарија.....</b>	<b>- 129 -</b>
<b>11.</b>	<b>Прилог 2.....</b>	<b>- 132 -</b>
<b>11.1</b>	<b>Карактеристики на мрежниот модул ENC28J60.....</b>	<b>- 132 -</b>
<b>11.2</b>	<b>Калибрација на сензори.....</b>	<b>- 134 -</b>
<b>11.3</b>	<b>ТСР ПРОТОКОЛ.....</b>	<b>- 137 -</b>
<b>12.</b>	<b>КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES).....</b>	<b>- 144 -</b>
<b>13.</b>	<b>Листа на табели и слики.....</b>	<b>- 149 -</b>

## **ВОВЕД**

Интернет базираните системи за контрола овозможуваат далечинско надгледување и прилагодување на параметри преку Интернет. На пример, интернет управувани системи се веб базираните виртуелни лаборатории за потребите на учењето на далечина. Тие овозможуваат корисникот да изведува експерименти во локално контролирани инженерски лаборатории преку Интернет. Исто така, креирани се веб базирани SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) системи кои наоѓаат примена кај автоматизирано производство, RFID системи, медицински системи за надгледување на виталните функции на пациентите во болниците, далечинско надгледување на одредени параметри, како крвен притисок и ниво на шеќер кај пациенти.

Управувањето на далечина претставува техника на водење на некој процес на далечина во ситуација кога непосредното управување не е остварливо од опасни причини или од достапност. Оддалеченоста може да биде од неколку сантиметри до неколку милиони километри.

Развојот на потребните спецификации е креиран во почетните услови на функционалниот модел. Ваквиот функционален модел претставува проширена форма на информационата архитектура. Три генерални управувачки структури се генерирани од анализата на информационата архитектура. Интегрираната дистрибуирана архитектура е доведена во облик на идеална имплементација. Ваквата дистрибуирана интегрирана архитектура претставува контролен систем поврзан на Интернет во сите нивоа на хиерархиско управувачкиот систем.

Интернет базираното управување на системи претставува нов концепт, кој има добиено особено внимание во последните години. Овој нов тип на управување на системите овозможува беспрекорен мониторинг и контрола на системите. Генерално системот е изграден како сет од компоненти кои работат заедно за да постигнат некои заеднички цели или задачи.

Интернетот дозволува контрола во реално време преку постојните мрежи кои се имплементирани во индустријата. Интернет библиотеките се пристапни во секое време, а аудио и видеозаписите се споделуваат помеѓу безброј корисници инстантно.

Ова го овозможуваат уредите за споделување на интернетот на веќе постоен пристап на Интернет. Ваквите уреди се тема на овој труд и се одликуваат со важна особина, а тоа е високиот квалитет и ниската цена на чинење.

Мрежно контролираните системи (NCS) ветуваат огромни бенефиции за владите, индустријата и индивидуалните потреби. Овие мрежи се уште се во фаза на истражување и ни овозможуваат решение како да се изгради систем управуван на далечина во реално време, со релативно кратко временско доцнење на управувањето.

Интернетот ни дозволува размена на информации и можности кои во претходниот период беа незамисливи. Правени се голем број на студии како тоа да се користи постојната мрежна комуникација во комбинација со контролни центри преку актуатори и сензори, кои потоа можат да ни овозможат да постигнеме управување на географски оддалечени локации.

Типичните апликации ги вклучуваат автоматизираното производство и интелегентните транспортни системи.

Во последните години дизајнирани се повеќе системи контролирани преку Интернет, како и решенија за надгледување на вградени системи, најчесто сензорски системи. Интернет базираното управување на системи е актуелно со оглед на се поголемата примена на сензорските мрежи во различни области, како полјоделство, заштита на животната средина, здравствена заштита итн.

Во оваа докторска дисертација е опишана имплементација на систем за далечинско надгледување и управување на сензорска мрежа за работа во винарска визба. Сензорската мрежа е наменета за следење на условите во винаријата, како и климатските услови при одгледување на грозјето. Предложениот систем претставува практично решение со кое се овозможува преку опрема со релативно ниска цена на чинење да се добие квалитетно надгледување и управување на системи на далечина.

Модулот за аквизиција на сензорски податоци е конструиран од различни електронски компоненти. Микроконтролерот PIC16F877A ги обработува податоците од сензорите, ја трансформира информацијата од аналогна во дигитална и ја испраќа преку 'Ethernet' контролор 'ENC28J60' и 'SPI' интерфејс до сервер. Во склоп на системот за аквизиција се користат сензори за CO<sub>2</sub>, алкохол, температура и степен на киселост.

Изработена е апликација ‘Winengine’ за следење на параметрите при процес на ферментација на вино, која користи ‘PHP’ скрипта за читање на сензорските податоци од XML фајл и нивно сместување во ‘MySQL’ база на податоци. Креираната апликација ги прикажува потребните информации и ги опфаќа основните процеси во винариите. Интерфејсот на апликацијата е прилагоден на секојдневните активности во винариите, со што поголем број на функции во еден прозорец со цел да се оптимизира времето потребно за работа со податоците.

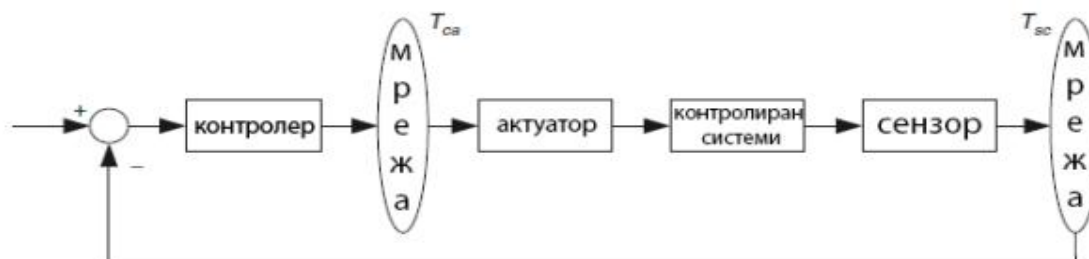
Со примена на техниките на класификација и методите од машинско учење системот може да се надгради со софтверски модул кој врз основа на параметрите донесува интелигентни одлуки за одредени активности што треба да се преземат при одгледувањето на грозјето или при процесот на производство на вино. На пример, податоците од мерењата се важни за донесување на одлуки при одгледувањето на грозјето, како термин за ѓубрење, примена на хемиски средства или наводнување на почвата. Во моментот функционира сензорска мрежа за следење на процесот на ферментација на виното. Со имплементираниот систем се снимаат вредностите за степен на киселост ‘pH’, ослободен јаглерод диоксид ‘CO<sub>2</sub>’, релативна влажност ‘RH’, алкохол, температура на виното и температура во просторијата. Системот може да се надградува и со други сензори во зависност од потребите за контрола на квалитетот на виното.

## 1. СИСТЕМИ УПРАВУВАНИ ПРЕКУ ИНТЕРНЕТ

Генералната контролна структура на систем кој е во интеграција со интернет базирана мрежа е прикажана на слика 1.1. Двете комуникациски каснења се вклучени во затворената јамка. Со 'T<sub>ca</sub>' е обележано временско каснење помеѓу контролорот и актуаторот, а со 'T<sub>sc</sub>' е временско каснење помеѓу сензорот и контролорот.

Две типични контролни структури се опишани во овој труд. Едната е контрола на системот преку повеќе компјутери, а другата е контрола на системот преку еден главен компјутер-сервер.

Скоро сите системи кои се управуваат се одликуваат со следните особини: интерфејс за операторот или главни влезни единици, локално контролиран уред или споредени излезни единици кои ги спроведуваат командните акции од управуваниот орган, комуникациски канал помеѓу далечинската и локалната страна. Телеоперацијата е перформанс на управувањето на далечина, каде човекот кој е оператор манипулира со целиот систем.



Слика 1.1. Контролна структура на систем управуван преку Интернет

Figure 1.1. Control system structure managed online

Повиците се разрешуваат преку стартување на скрипта директно на веб серверот. Оваа скрипта генерира динамички HTML страници. Ваквата веб технологија вообичаено се користи за дизајнирање на интерактивни веб-страници кои во позадина се поврзани со бази на податоци или слични складишта на податоци.

Оваа технологија е различна од технологијата на скриптирање на клиентска страна каде што скриптите се извршуваат кај клиентот во рамките на прелистувачот. За оваа намена најчесто се користи JavaScript.

Основната предност кај скриптирањето на серверска страна е можноста за прецизно поднесување на одговорот на опслужувачот согласно со барањата упатени од страна на клиентот, а согласно со неговите привилегии за пристап и дефинираните политики за работа со базите на податоци.

Во самиот почеток на интернет времето оваа технологија била исклучиво применувана во комбинација со C програмирањето, Perl скрипти и “Shell” скрипти користејќи се со техниката “Common Gateway Interface” (CGI). Овие скрипти се извршуваат од страна на оперативниот систем. Кодирањето и програмирањето се изведува на класичен начин, согласно програмската спецификација за дадениот програмски јазик, а резултатите едноставно се испорачуваат на веб опслужувачот кој понатаму ги доставува до веб-клиентот.

Денес покрај гореспоменатите техники, исто така се користат и ASP и PHP, кои директно се извршуваат од страна на опслужувачот или од страна на одредени модули (т.е. “mod perl” или “mod php”). Двата начина на скриптирање (т.е. CGI или директно извршување) можат да се исползуваат за креирање на комплексни веб-страници. Најчесто препорачливо е да се користи техниката на директно извршување бидејќи вообичаено оваа техника резултира со побрз одзив, така што нема постојано повикување на соодветниот интерпретер.

Динамичките веб-страници понекогаш се опслужувани од специјално дизајниран веб апликациски сервер, како што е на пример Python “Base HTTP Server” библиотеката.

Развој на ICT технологијата значајно влијае и врз компјутерски управуваните системи. Денеска е можно да креирате систем за управување на далечина во кој ICT технологијата има значајно место и заменува голем број на рутински контролни операции на операторот. Можно и пожелно е да се оствари подобра интеракција помеѓу луѓето и машините. Да се оствари природен и интерактивен графичко-кориснички интерфејс со високо ниво на интерактивност.

Компјутерите често се користат за пресметка и графичка презентација на различни величини. Користењето на компјутерите е за проектирање на технички системи или едноставно разбирање на физичките закони кои ги опишуваат нивните поведенија.

Честопати една слика на реален систем е различен број на мерени и потребни величини кои се меѓусебно поврзани. Разбирањето на овие релации е често важен чекор во бројните и инженерски дисциплини.

Доколку на корисниците им се овозможи сите измерени величини да имаат графички прикажани вредности, со едноставно менување на поедини параметри може да ги пратат промените на другите параметри. Со ова им се овозможува да ги опсервираат меѓусебно зависноста на поедини параметри, како и да го пратат однесувањето на системот во целина.

За стекнување на искуство во анализата е важно да имаме динамичко и графичко презентирање на податоците кои ги добиваме под посредство на Интернет. Со ова се стекнува искуство во анализата, синтезата и проектирањето.

Различните интерактивни алатки кои може да се сместени на Интернет, претставуваат значаен ресурс кој овозможува развивање на инженерски способности и знаења кај корисниците кои се служат со ваквите системи. Секој концепт на графичка визуелизација и интерактивност ги разложува апстрактните математички концепти. Посебно ако овие апстрактни математички концепти се презентирани преку лабораториски примери и вежби.

Постоењето на интерактивни софтверски алатки во комбинација со различни експериментални опкружувања овозможуваат значајни инженерски помагала. Под самиот поим на експериментално опкружување може да ги вкрстиме различните модалитети и системските експерименти.

Суштински постојат голем број на различни квалификации на експерименталното опкружување.



Слика 1.2. Класификација на експерименталното опкружување

Figure 1.2. Classification of experimental environment

За потребите на оваа анализа може да се дефинираат два јасни критериума кои овозможуваат прецизна класификација на овие системи. Кога ги посматраме од страната на корисниците првиот критериум претставува начин на пристап на ресурсите во насока на остварување на експериментот. Во контекст на овој критериум постојат два основни начина на пристап на ресурсите, и тоа: одалечен пристап со користење на интернет инфраструктурата и локален пристап каде не е потребен пристап на Интернет за да може да се оствари конекцијата со експерименталната лабораторија. Во нашиот пример е земена реална лабораторија која избобилува со повеќе процеси кои се следат и управуваат.

Другиот критериум претставува природата на физичкиот систем. Во поглед на овој критериум се прави поделба на симулационен модел. Овие модели не постојат во стварната лабораториска опрема која се управува, туку егзистира симулациски софтвер кој го симулира однесувањето на реалниот објект и реалниот модел каде системите реално постојат и во нив физичките објекти се управуваат.

Со комбинирање на овие два критериума може да се дојде до четири вида на опкружување кои по својата природа се доста различни. Понекогаш конвергираат во остварување на поедини цели, прикажани на слика 1.2.



Локалниот пристап на реалниот модел претставува традиционален класичен пристап до реалниот систем кој се управува. Во ова опкружување модулот е поврзан со реален стварен лабораториски експеримент и со помош на соодветен хардвер од аналогно дигитален и дигитален аналоген конвертор преку софтвер се врши аквизиција на податоците и употреба на мерењата. Преку однапред утврдени процедури со користење на модулот кој е базиран на микроконтролери се управуваат реалните експерименти во реалната лабораторија.

Локалниот пристап – симулационен модел, претставува такво опкружување кое е во целост базирано на различни софтверски компоненти. Користејќи графички кориснички интерфејс, корисникот управува со софтверскиот пакет кој симулира однесување на реалниот физички објект. Овде се врши управување виртуелно над објектот кој претставува симулација на реалниот физички објект или ентитет во реалната винарија. Карактеристики на локалниот пристап е еден студент да може да пристапи на симулацискиот софтвер и да ја спроведе предвидената процедура. Овој пристап се користи често како самостојна корисничка виртуелна лабораторија.

Оддалечен пристап – симулациски модел е вид на експеримент кој е многу сличен со претходно опишаното опкружување. Корисниците во овој случај пристапуваат на софтверот кој има за задача да стимулира поведение на реален систем управуван преку Интернет. Основната разлика на овој и претходниот систем е во тоа што во овој случај неколку корисници користат ист модел симултано. Често пати овој систем се нарекува повеќе корисничка виртуелна лабораторија.

Оддалечен пристап – реален модел претставува лабораториска опрема која се управува и пристапува преку Интернет. Корисниците кои се на оддалечена локација и користат експериментален интерфејс пристапуваат до реална лабораториска опрема каде ги вршат сите процеси на ферментација и третман на виното. Овој пристап е најкомплициран и често пати се означува како лабораторија на далечина, теле-лабораторија или управување преку Интернет.

За разлика од локалниот пристап до лабораторискиот експеримент пристапот на далечина виртуелно или реално е потежок и покомплициран. Овој пристап е со најголем потенцијал и не е ограничен само на индустриска примена, туку има примена и во процесот на учење на далечина. Овозможува управување на

лабораториски процеси, одредени инженерски и истражувачки задачи со посредство на Интернет.

Ваквиот пристап им овозможува на истражувачките центри на некој начин да ја позајмуваат лабораториската опрема која може да е доста скапа и да ги спроведуваат експериментите преку опремата во самата лабораторија. Теле-лабораториите за да функционираат успешно потребно е да се исполнат повеќе услови. Најпрво треба да имаат едноставна инсталација и користење. Мора да имаат експериментално опкружување кое е со едноставна инсталација и висок потенцијал за користење.

За да се спроведуваат процесите на далечина потребно е корисникот да има некое објаснување за физичката природа на експериментот, исто така и со доволно детално и прецизно користење на лабораториската опрема. Пристапот на интернет инфраструктурата е исто така важен услов кој треба да биде доволно раширен и прифатен. Оваа инфраструктура треба да се заснова на познати протоколи кои ќе се одликуваат со еднаквост на сервисите, независност на софтверските и хардверските платформи. Со тоа ваквото идеално опкружување да претставува управување на лабораторискиот експеримент на највисоко ниво скоро без продуцирање на никакви системски грешки.

Можноста да користиме стандарден софтвер преку кој пристапуваме на лабораториската вежба претставува еден од главните предуслови во формирањето на лабораторија која се управува на далечина. Во денешно време користењето на софтвер кој е од отворен карактер ни овозможува пристап до лабораториските вежби во реално време. Управувањето со ваквите лаборатории е лесно и претставува резултат на интернет технологијата.

Реалноста и интерактивноста претставуваат карактеристики на овие системи и имаат задача да им овозможат на корисниците активно учество во процесите на спроведување на лабораториските експерименти.

Секоја лабораториска вежба треба да им овозможи на корисниците активно учество и да му ги прикажува реалните резултати и излези од вежбата. Доколку поставиме веб-камера која го пренесува видеосигналот преку Интернет ќе овозможиме постигнување на висок степен на интерактивност и чувство на постоење на реален систем кога се спроведува лабораториската вежба. Достапност е карактеристика која делумно произлегува од претходните карактеристики. Потребно е лабораториската

вежба да биде достапна во секое време преку користење на интернет инфраструктурата која ни овозможува пристап од секое место и време.

Ограничување постои кога некој друг корисник ја користи веќе лабораториската опрема, во тој случај корисникот преку видеокамера на далечина може да го следи процесот кој го управува и следи другиот корисник. За да добива знаења за целиот технолошки процес управуван на далечина се додека не дојде во ситуација сам да почне да го управува и да го следи технолошкиот процес.

Ги претставивме најзначајните карактеристики кои се дефинирани за реалните лаборатории со пристап и управување на далечина. Освен овие постојат и други, како што се: можност за симнување на експерименталните резултати, функционирањето на клиент модулот на сите расположливи платформи преку документација на сите резултати и можност за лесно управување со измените и дистрибуцијата на нови верзии. Со користење на модулирани и отворени архитектури на системите го поткренуваме системот на повисоко ниво.

Во инженерската и техничката едукација лабораториските експерименти имаат значајна улога. Во поедини случаи беше презентирано како поедини инструменти во виртуелната лабораторија можат да бидат заменети со соодветни симулациони софтвери. Замената на пристап во кој се управува со реална стварна лабораториска опрема со симулација и визуелизација е невозможна. Еден од значајните сегменти на инженерската едукација е да им се овозможи на студентите да работат со реална опрема и да мерат на стварни инструменти преку решавање на реални проблеми.

Веб базираната теле-лабораторија е водена од идејата да се спроведуваат стварни експерименти во реално време на реална опрема преку Интернет. Постои голем број на различни примени на овој концепт и различни начини на управување со реалната лабораториска опрема. Заедничко за сите пристапи е на корисникот да му се овозможи поврзување на Интернет преку користење на одреден веб-сервер кој е поврзан со компјутер кој е задолжен за управувањето со лабораториската опрема. Во овој труд опишано е детално како се прави реален веб-сервер преку кој се остварува врска помеѓу корисниците и реалната лабораториска опрема.

Веб-серверот овозможува поврзување на повеќе вакви сервери во мрежа. Секој од серверите има различна уникатна “MAC” адреса и посебни порти преку кои праќаат и

примаат пораки. Овој веб-сервер е достапен постојано во кое било време. Секој од корисниците може да си го планира своето време за работа.

Корисниците не мораат да бидат физички присутни во лабораторијата за да го вршат управувањето и следењето на реалниот индустриски процес. Ова е од особена важност бидејќи овозможува остварување на концептот на учење на далечина и можност за перманентно образование на луѓе кои се дислоцирани од универзитетските и едукативните центри.

Преку достап во кое било време до лабораториската опрема и можноста за полн пристап до лабораторијата води до подобро користење на лабораториските ресурси. Студентите рационално ги користат ресурсите и имаат ниски фиксни трошоци. Во секое време имаат пристап до податоците.

Подобро се подготвуваат за експериментот преку претходно запознавање со опремата која е во реалната лабораторија. Освен тоа корисниците можат да го повторат експериментот онолку пати колку што им е потребно.

Концептот на перманентно образование се реализира преку овој пристап. Се овозможува постојано усовршување на вработените и на корисниците кои се со посебни потреби и се овозможува рамноправен едукативен процес.

Крајните резултати се значајни мотивациони и едукативни ефекти. Подобра организација и квалитет на управувањето и следењето на далечина со подобрени едукативни ефекти. Управувањето на лабораториските процеси преку ваквиот пристап е високо вреднуван во инженерската едукација.

Веб-лабораторијата има голема погодност бидејќи може да биде дел од интегрирано учење кое на студентите им овозможува теориски и практичен дел, како и дел за само вреднување. Од друга страна може да оствари хоризонтално поврзување на универзитетската мрежа со веб базираната лабораторија. Во динамичкото учење евтина лабораториска опрема, ако е добро организирана, може да овозможи големи можности.

Нормално и покрај големиот број на предности ваквиот начин на дефинирање и реализирање на лабораториските експерименти има и свои мани, како на пример непостоење на директен физички контакт со експериментот.

Со самото тоа што корисниците се физички одвоени доведува до тоа да се намали чувството за реална димензија на експериментот. За да се реши овој проблем препорачливо е да се користат мултимедијални алатки за видео пренос и звук, со цел да се постигне подобра презентација на самиот експеримент.

Дел од експериментите по својата суштина не се компатибилни со начинот на спроведување. Честопати симулацијата на реален систем помага да се споредат податоците од реалниот систем и добиените при симулацијата. Кога се работи за спори процеси или постапки каде е потребно цела низа од чекори за да се оствари некоја процедура, експериментот не може да се оствари со задоволувачки квалитет и потребни мери.

Ако креираме виртуелна лабораторија каде софтвер ќе симулира дел од процесот или цел процес тогаш лесно ќе го изгубиме чувството за далечина со помош на задоволително ниво на мрежна инфраструктура. Исто така потребно е да се промени начинот на размислување помеѓу корисниците на системот, поточно односот професор-студент. Во наставниот процес веб базираните теле-лаборатории имаат доминантни предности кои ги прави важен алат без разлика на наведените недостатоци.

Јасно е дека понатамошниот развој на информационите инфраструктури како и напредокот во областа на софтверското инженерство, електрониката и развој на едукативните лаборатории придонесуваат за брз развој на овој концепт на лаборатории.

За да имаме успешна имплементација на системот кој ќе има за задача да го замени класичното лабораториско опкружување постојат повеќе услови кои треба да се задоволат. Условите кои треба да се задоволат се: лесно користење, лесно разбирање, супер визијата на on-line лабораториското опкружување, традиционалните дидактички материјали да се прилагодат по нов концепт, солидни системи за заштита, соодветни сервери, алгоритми за управување на системот кои се флексибилни, управување на измените, одржување на системот, модулирана архитектура, отворена архитектура, физички систем кој е прилагодлив, квалитет на системот со постојани параметри.

Условите кои се потребни да се задоволат од клиентска страна се клиент-софтвер кој е повеќе платформски, лесна инсталација на клиент-софтверот, сигурност на клиентот и софтвер кој е бесплатен.

Условите кои се потребни за да се задоволат експериментите е лесен пристап до библиотеките со претходните алгоритми, претходните состојби, чување на експерименталните податоци и опција за симнување на експерименталните податоци.

Овие суштински услови може да се посматраат од три агли. Првиот агол на посматрање е услови кои се однесуваат на лабораторијата и софтверот со кој се управува лабораториската опрема и самата опрема. Вториот агол на посматрање е услови кои се однесуваат на клиент модул софтверот. Третиот агол на посматрање е услови кои се однесуваат на експериментите во потесна смисла.

Насоките кои треба да бидат се однесуваат на лабораторијата за истата да може да се користи без присуство на физичко лице. Овие насоки мора да бидат интуитивни и лесни за користење. Лабораторијата мора да биде полна со материјал лесен за разбирање. Брзината на одзив е со највисок приоритет бидејќи така ќе имаме систем кој ќе биде близу до оној што се управува од непосредна близина. Нивото на сервис треба да е на потребното ниво и да е со висок квалитет.

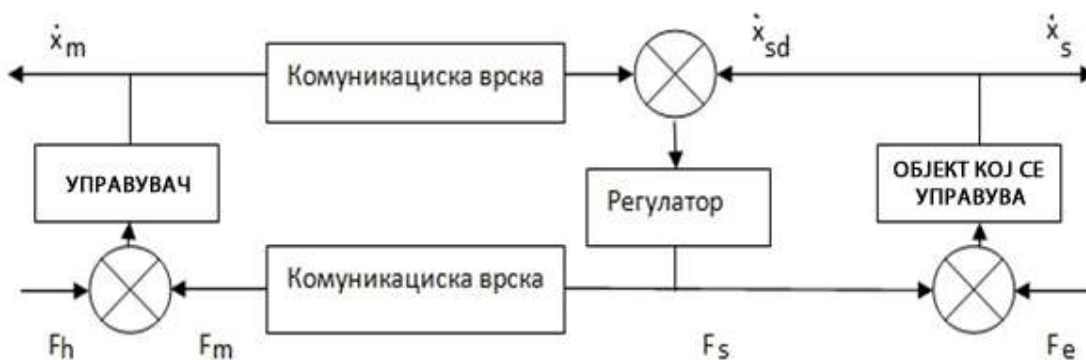
Во поглед на серверско-софтверската компонента која управува со самиот експеримент мора да биде флексибилна, модална и едноставна за одржување и лесна за надгледување.

Условите кои се однесуваат на клиентот се насочени да се овозможи користење на лабораториски вежби независно од софтверско-хардверскиот систем со кој работи клиентот. Останатите услови се сведуваат на лесна инсталација и сигурност на клиентот. Бидејќи еден од основните услови е да имаме пристап преку Интернет, нашиот интернет пребарувач речиси во целост ги исполнува овие барања.

Во овој труд управувањето на далечина работи преку кој било компјутер или каков било мобилен уред. Не се бара дополнителна инсталација на софтвер и големи знаења и искуство за да може да се користи модулот за какви и да е потреби. Од искуство секогаш веб-пребарувачите се бесплатни за користење и најчесто одат во комбинација со новата инсталација на оперативните системи. Резултатите од

експериментите се последна група од услови кои се однесуваат на експериментот. Сите алгоритми на управување треба да бидат сместени во посебна библиотека, исто како и параметрите кои го карактеризираат системот и неговата состојба. Едната страна треба да обезбеди чување на експерименталните податоци, а од друга страна да им се овозможи симнувањето на податоците од експериментите за секој од поединечните корисници посебно. Ова е од особена важност кога управуваме систем кој е динамичен и се одликува со поголем број на параметри. Симнувањето на експерименталните податоци поединечно треба да овозможи креирање на разни технички извештаи. Чувањето на експерименталните податоци им овозможува на предавачите и студентите да споредуваат разни експериментални резултати и да формираат база на податоци која во секое време ќе може да ги генерира податоците кои подлежат на анализа на експериментите кои се тема на анализа.

Во теле-операцијата најчесто користиме техника на бранови променливи и предиктори. Ова е прикажано на слика под реден број 1.3. Ова решение се користи кога имаме проблем со прекин на Интернетот, тогаш се активираат овие техники за да се овозможи непрекината работа на теле-операцијата. Доколку немаме вакво решение кое чека прекин на Интернетот, тогаш управувањето на далечина нема да се одвива.



Слика 1.3. Техника на бранови променливи и предиктори

Figure 1.3. Technique with waves variables and predictors

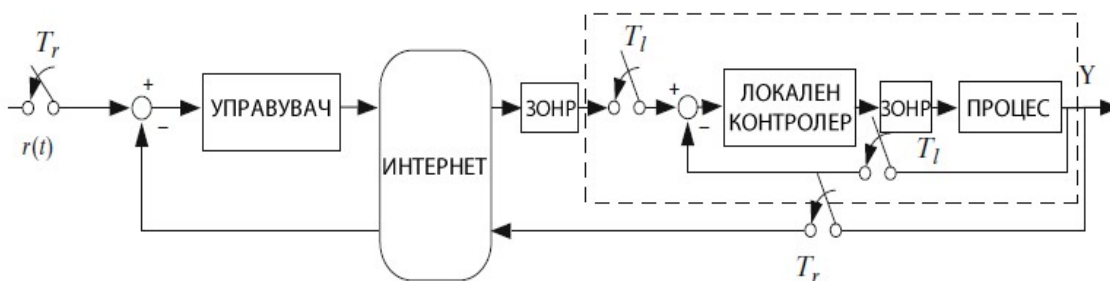
Нормално сите овие наведени услови се однесуваат и произлегуваат од инженерските експерименти и инженерската едукација. Во другите научни и истражувачки области најверојатно би постоеле некои дополнителни специфични услови.

## 2. ДИЗАЈН НА ИНТЕРНЕТ УПРАВУВАН СИСТЕМ

Перформансите на системот кој се управува се во директна врска со интервалот на земање одбироци. Ова е тема на многу истражувачи кои ги истражуваат системите кои се управуваат преку мрежа. Од преглед на литература, општ заклучок е дека перформансите иницијално се подобруваат, доколку времето на земањето на одбироци се намалува. Ова е прикажано на слика 2.1 каде постои задршка од нулти ред (ЗОНР). Во повратната врска микроконтролерот делува како компензатор, тој работи во временски интервали кои се дискретни. Временските каснења се неизбежни поради процесите кои настануваат во приемот, обработката и преносот на податоците. Централно место во управувањето со системите на далечина зема математичкото моделирање.

Стабилноста на системите бара директно познавање на целиот систем. Во ретки случаи понекогаш не е возможно да се направи модел кој ќе биде базиран на математички модел. Во реалните системи уредот кој управува е дел од систем кој е многу поголем од самиот уред и затоа е изложено на секакви надворешни дејствувања. Користењето на повратна врска во современите системи секојдневно се усовршува.

Оваа контролна архитектура е во две нивоа. Двете нивоа работат во две различни времиња на земање и праќање на одбироци, претставени на сликата 2.1, како време на земање  $T_1$  и време на праќање вредности  $T_r$  од излезната величина. Работната верзија на целиот систем е прикажан на слика 2.2, каде е прикажана комбинација од два посебни система преку кои тече целиот пренос на податоци преку Интернет.



Слика 2.1. Контролна шема за дискретно време

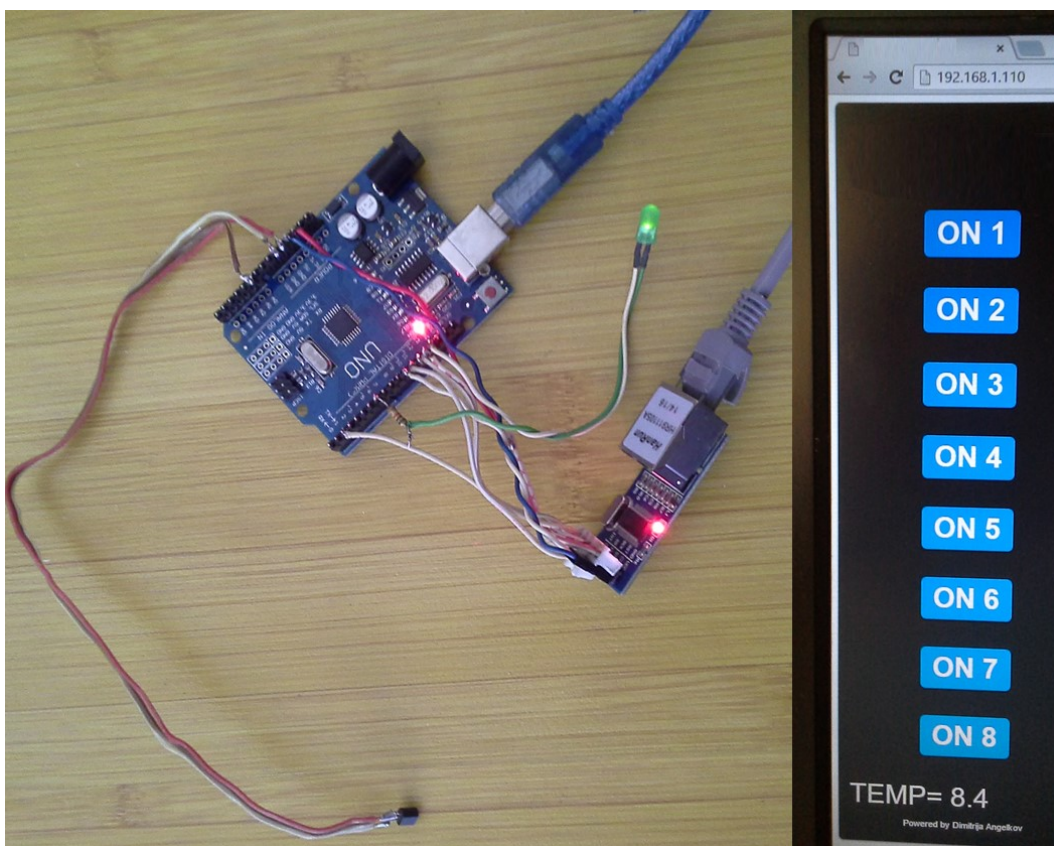
Figure 2.1. Control scheme for discrete-time



Целиот систем ќе остане да биде стабилен, доколку влезовите и излезите во системот се во дозволените нормални граници. Критериумите на стабилност се добиваат преку анализа во фреквентен домен, бидејќи со појавувањето на временското каснење тешко се манипулира во диференцијалните равенки. Затоа ги користиме графичките методи на научниците „Боден“ и „Најквист“.

Односот на амплитудите и фазниот агол во однос на фреквенцијата на сигналот претставува „Боден“ дијаграм, додека пак дијаграмите на „Најквист“ се во поларни координати и ги прикажуваат фазното каснење и амплитудите во еден дијаграм.

Системот е стабилен по Боден кога фазниот агол е  $-180^{\circ}$  и односот на амплитудите да е помал од 0 dB. Системот е стабилен по „Најквист“ кога фазниот агол е  $-180^{\circ}$  и односот на амплитудите е поголем од -1dB.



Слика 2.2. Управување на системи на далечина

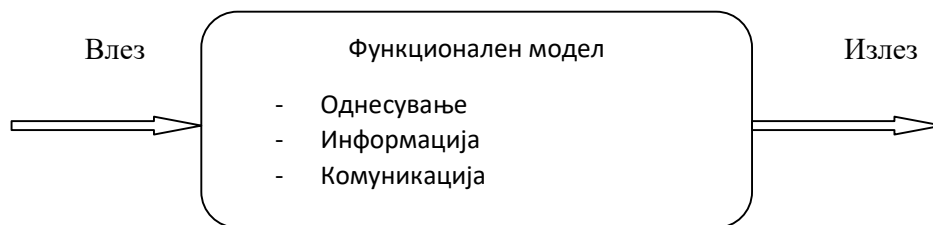
Figure 2.2. Management systems remotely

Управувањето на температурата се врши на далечина, преку внесување на температурата преку форма која е прикажана на слика 2.2. Визуелно имаме приказ на состојбата на секој од осумте дигитални излези преку кои се активираат извршните органи, во нашиот случај релиња. Системот е составен од два посебни микроконтролери. Првиот кој е прикажан лево од сликата е задолжен за влез и излез на податоци од сензорите. Другиот микроконтролер е задолжен за праќање и примање податоци преку Интернет и комуникација со првиот микроконтролер. Температурата ја следиме во реално време, во време од 400 до 500 милисекунди ги добиваме информациите за моменталната вредност на температурата.

## 2.1 ФУНКЦИОНАЛЕН МОДЕЛ

За да ги претставиме потребните спецификации потребен е функционален модел. Функционалниот модел опишува каков контролен систем е потребен за да може еден процес да се управува. На корисниците им е потребен приказ преку дијаграм со податочни текови (ДПТ).

Овие дијаграми во себе содржат контролни функции базирани на однесувањето, информацијата и комуникацијата во функционалниот модел {О,И,К}. Овој модел е прикажан на слика 2.1.1.



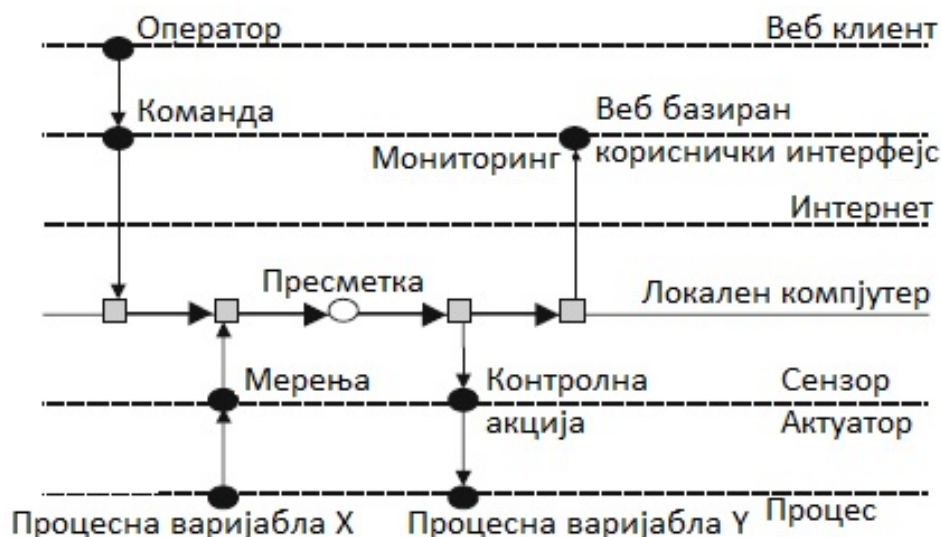
Слика 2.1.1. Функционален модел на системот

Figure 2.1.1. Functional model system

Оваа структура им овозможува на дизајнерите да го идентификуваат активниот канал преку кој операторот ќе ги праќа барањата, и ќе ги прима одговорите.

Функционалниот модел на систем управуван преку Интернет е прикажана на слика 2.1.2

Во овој модел на управување преку Интернет со сиво квадратче се прикажани јазлите на влезови и излези, со црно крукче се објектите и променливите во јазлите и со бело крукче се прикажани јазлите во кои се прават пресметките.



Слика 2.1.2. Функционалниот модел на систем управуван преку Интернет

Figure 2.1.2. Functional model system operated online

Ваквиот модел може да се претстави математички со следниот израз како дијаграм на настани од процесната контрола со скратеница (ДНПК). Најчестите зборови водилки кои се прифатени во интернет базираното управување на системи се прикажани во табела 2.1.1.

$$\text{ДНПК} = (\text{Слој, Јаз, Крај}) \quad (2.1.1)$$

Во кој Слој означува шест различни слоја, а ИНТ означува интернет слој:

$$\text{Слој} = (\text{ОП, ХИД, ИНТ, КОМП, С/А, ПРОЦ}) \quad (2.1.2)$$

Јаз означува три типа на јазли:

**Докторски труд: ИНТЕРНЕТ БАЗИРАНО УПРАВУВАЊЕ НА СИСТЕМИ**

$$Jаз = (Jаз_{обј}, Jаз_{влез/излез}, Jаз_{комп}) \quad (2.1.3)$$

Крај означува краен сет од краеви, каде секој од нив е поврзан со два јазли со податочен трансфер дефиниран со следниот израз:

$$Крај = \{e_1 \cdot e_2 \cdot e_3 \cdot e_4 \dots e_n\} \quad (2.1.4)$$

Горенаведените формални описи ги вклучуваат сите информации за оваа тројка

(Слој, Јаз, Крај) која се опишува математички со следниот израз:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Однесувањето} = \{Jаз_{комп}^1, \dots, Jаз_{комп}^n\} \\ \text{Информацијата} = \{Jаз_{влез/излез}^1, \dots, Jаз_{влез/излез}^k\} \\ \text{Комуникацијата} = \{Крај\} \end{array} \right. \quad (2.1.5)$$

Ги користиме овие структури за да ги земеме индикаторите на оваа архитектура, која ќе ни овозможува физичко управување на системите.

**Табела 2.1.1.** Атрибути, уводни зборови, интерпретација за интернет базирано управување на системи

**Table 2.1.1.** Attributes, guidewords and interpretations for Internet-based control systems

Атрибути	Зборови водилки	Интерпретација
Податок/контрола на тек	Не	Нема тек на информации
	Повеќе	Повеќе податоци се поминати од очекуваните
	Дел од	Некомплетни податоци
	Обратно	Текот на информации е во грешна насока
	Освен тоа	Информацијата е комплетна, но неточна
	Рано	Тек на информациите пред да се побара
	Касно	Тек на информациите покасно од побараното
Податочна рата	Повеќе	Податочната рата е превисока
	Помалку	Податочната рата е прениска
Податочна вредност	Повеќе	Податочната вредност е превисока
	Помалку	Податочната вредност

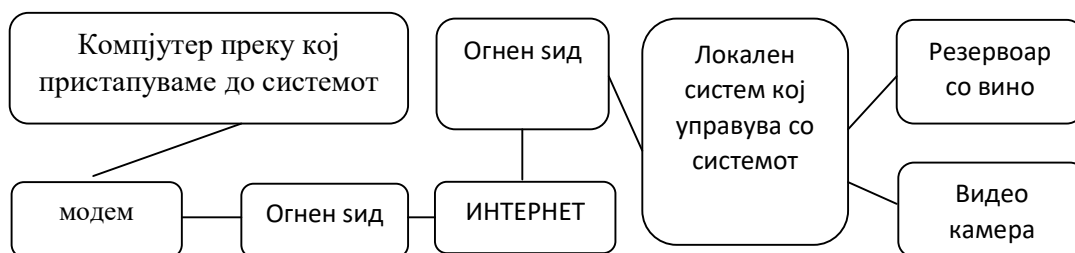
**Докторски труд: ИНТЕРНЕТ БАЗИРАНО УПРАВУВАЊЕ НА СИСТЕМИ**

		е прениска
Настан	Не	Настанот не се случил
	Како што е	Друг настан се одвива
	Освен тоа	Неочекуван настан се случи наместо
Акција	Не	Се одвива без акција
	Како и	Дополнителни акции го заземаат местото
	Дел од	Некомплетна акција се врши
	Освен тоа	Некомплетна акција го зазема местото
Тајминг на настан или акција	Не	Настанот/акцијата никогаш не го зазема местото
	Рано	Настанот/акцијата зазема место пред да се очекува
	Касно	Настанот/акцијата зазема место по очекуваното
	Пред	Се случува пред друг очекуван настан
	После	Се случува по друг очекуван настан
Време на повторување	Не	Излезот не е обновен
	Повеќе	Времето помеѓу излезите е подолго од потребното
	Помалку	Времето помеѓу излезите е помалку од потребното
	Освен тоа	Времето помеѓу излезите е променливо
Време на одговор	Не	Никогаш не се случува
	Повеќе	Времето е подолго од очекуваното
	Помалку	Времето е помалку од очекуваното
	Освен тоа	Времето е променливо

Министерството за одбрана на Обединетото Кралство од безбедносни причини во 1996 година, додава уште три нови зборови водилки кои се однесуваат за интернет базирани управувани систем, а тоа се зборовите: повторно, рано и касно.

Ние додаваме уште три нови зборови водилки како што се: пред, рано и касно. Можните атрибути на системите кои се управуваат се: податочниот тек, контролниот тек, податочната рата, податочната вредност, настан, акција, тајминг на настан или акција, време на повторување и време на одговор.

Отстапувањата од нормалното однесување на системот кој се контролира се пресметува за секој атрибут на секој јазол поединечно. Можно е да се идентификуваат потенцијалните опасности или да се идентификуваат критични настани од сигурносен карактер. Постапката за примена на проверка на безбедноста ќе бидат прикажани во следниот пример прикажан на слика 2.1.3.

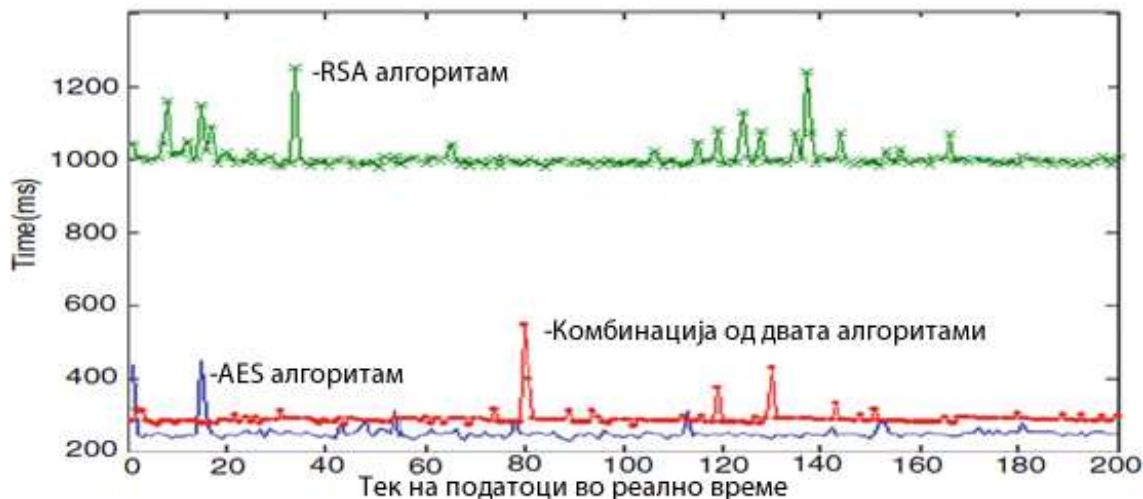


Слика 2.1.3. Поставеност во интернет базираното управување на системи

Figure 2.1.3. Layout of an Internet-based control system

Како што можеме да видиме на сликата 2.1.3, огнениот сид е дизајниран да спречи неавторизиран пристап до локалниот систем кој управува со системот. Само регистрираните корисници можат да управуваат со контролниот интерфејс и да имаат пристап до интернет базираниот систем кој се управува.

Сите контролни команди и параметри од системот кој се управува се со енкрипција пред да бидат пратени преку Интернет и декриптирани кога пристигаат на локалниот систем кој управува со системот преку користење на хибриден алгоритам AES и RSA. Времето кое се троши за енкрипција е прикажано на слика 2.1.4. Од анализата на двата алгоритама воочуваме дека кога користиме комбиниран хибриден алгоритам, времето е драстично помало кога користиме само RSA алгоритам и скоро малку поголемо кога го користиме само AES алгоритамот.



Слика 2.1.4. Споредба на алгоритмите за енкрипција и декрипција

Figure 2.1.4. Comparison of algorithms for encryption and decryption

Вкупното време кое е потребно е составено од три дела и тоа време на енкрипција, време за преносна енкриптираните податоци преку мрежа и време на податочна декрипција.

## 2.2 СРОДНИ ИСТРАЖУВАЊА

Брзиот развој на управувачките технологии имаат влијание во сите полиња од контролните дисциплини. Постојаниот развој на нови теории, нови контролори, актуатори, сензори, нови индустриски процеси, нови “http” апликации, нови филозофии, нови предизвици и нови компјутерски методи доведуваат до трудови со студија до најниско ниво и извештаи од напредни проекти за соработка со размена на иновативни практики. Ваквите подобрени серии нудат можности на истражувачите да прикажат продолжени експозиции на нови нешта во сите аспекти во индустриската контрола која се одликува со широка и брза дисеминација.

Во оваа докторска дисертација направени се повеќе истражување за тоа кој модел на управување ќе ги задоволи системите во поглед на брзина на реакција и дејствување. Исто така е опишана имплементација на систем за далечинско надгледување и управување на сензорска мрежа за работа во винарска визба. Користени се технологии кои се од отворен код за да се овозможи системот да биде користен во реални процеси без притоа да треба користење на скапи лиценци.

Интернет базираните системи за контрола овозможуваат далечинско надгледување и прилагодување на параметри преку Интернет [1]. На пример, Интернет управувани системи се веб базираните виртуелни лаборатории за потребите на учењето на далечина. Тие овозможуваат корисникот да изведува експерименти во локално контролирани инженерски лаборатории преку Интернет. Исто така, креирани се веб базирани SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) системи кои наоѓаат примена кај автоматизирано производство, RFID системи, медицински системи за надгледување на виталните функции на пациентите во болниците [2], далечинско надгледување на одредени параметри, како крвен притисок и ниво на шеќер кај пациенти.

Предности на овие системи се далечинската контрола на параметрите која во некои услови е неопходна, потоа, овозможување заедничко работење на корисници од различни локации и лесна промена на физичката локација на системот за контрола. Некои од недостатоците на интернет базираното управување се доцнењето предизвикано од интернет сообраќајот и променливиот број на корисници за разлика од дистрибуираните контролни системи каде оптоварувањето на системот е определено од почетокот.

Сензорската мрежа е наменета за следење на условите во винаријата, како и климатските услови при одгледување на грозјето. Постојат многу системи со сензорски мрежи [3] кои се користат за најразлична намена, како следење на животната средина [4], системи применети во земјоделството [6,7,8], надгледување на производството на вино [5,9] и др. При производството на вино се користат дистрибуирани сензорски мрежи со цел да се следат параметри кои обезбедуваат константен квалитет на виното. На пример, сончевата радијација и температурата влијаат на нивото на шеќер и зрелоста на грозјето, додека влажноста на воздухот поттикнува развој на некои габи и може да доведе до развој на болести. Ветерот има влијание врз испарувањето и треба да се следи со цел да се планира наводнувањето.

Главна намена на надворешната сензорска мрежа сместена во лозјето е да се добијат информации за односот меѓу карактеристиките на почвата и воздухот и постапките како ѓубрење, прскање со хемиски средства и наводнување. Сензорите инсталирани во визбата потребно е да ја следат температурата и влажноста со цел да обезбедат слични услови за сите буриња во визбата. Овие податоци се добиваат за време на



одлежувањето на виното во дрвени буриња кои содржат танинска киселина важна за конзервацијата и вкусот на виното. Нивото на кислород е друг параметар кој има влијание врз крајните карактеристики на виното и треба да се следи за време на процесот на ферментација и одлежување на виното.

При ферментација на температурата на резервоарите се контролира во границите (14-23 °C). При регулацијата на температурата се поставува зададена вредност на температура во зависност од типот на виното кое треба да се направи. Пример, за црвените вина температурата е повисока (19-23 °C), додека за белите вина е значително пониска (14-18 °C). Ако брзината на ферментацијата е поголема тогаш температурата треба да се намали. Во случај ако активноста е намалена нагло тогаш го исклучуваме ладењето. Со ова се предизвикува повторно забрзување на ферментацијата.

Процесот на производство започнува со самото берење на грозјето. Доколку берењето на грозјето е прерано или прекасно тогаш во старт нема да ги имаме потребниот број на шеќерни единици кои се потребни за производство на квалитетно вино, кое ќе ги задоволи стандардите кои се бараат на пазарот. Дневно количеството на вино при направените испитувања може да се зголемува и до 0.5%, се разбира, доколку условите се најповолни тоа значи да е земјата со солидно ниво на влажност и да има силно сонце. Откога ќе се завршат сите процеси на берење, миеење, гмечење, одделување на ширата и поставување во резервоарите започнува процесот на ферментација. Овој процес настанува при активирање на винскиот квасец кој се додава во гроздовата каша односно шира. Тие почнуваат да го трансформираат шеќерот во алкохол и јаглерод диоксид.

Исто така при овој процес се создаваат и други соединенија, како што се: јантарна киселина, оцетна киселина, глицерин и други соединенија. Ова се спомнува за да се објасни големата топлинска енергија која се ослободува при овој процес на ферментација. Затоа регулацијата на температурата е од особена важност за овој процес на трансформација на шеќерот. Со мерењата и активно следење се утврдува дека температурата на ширата нагло се зголемува од 10 на 20 и повеќе степени за доста кратко време кога се одвива таканаречено алкохолно вриење. Доколку сакаме да ја прекинеме ферментацијата тогаш виното автоматски се лади под 10 степени и

со тоа процесот застанува. Резервоарите после тоа може да се отворат и се додаваат разни додатоци кои ќе вршат подобрување на квалитетот на виното.

Во секој случај управувањето на температурата е од особена важност во целиот процес на производство на вино. Бидејќи се управува на далечина овој процес потребно е системот да се одликува со голема стабилност и беспрекорно функционирање. Секоја системска грешка предизвикува намалување на квалитетот на виното. Ферментацијата е бурна од 4 до 10 дена, после тоа настанува мирно вриење кое може многу лесно да се контролира и да се дотеруваат потребните параметри. Доколку температурата е повисока на самиот почеток и ферментацијата ќе започне побрзо и ќе трае пократко. Во секој случај не треба температурата да биде над 30 степени бидејќи со тоа ќе се уништи квасецот. Откога ќе заврши процесот на ферментација виното се остава да одлежи неколку месеци, со неколку преточувања годишно за да се постигне добро одлежување.

### **3. СТРУКТУРА НА ПРЕДЛОЖЕНИОТ СИСТЕМ**

#### **3.1 Сензорски модул**

Микроконтролерот PIC16F877A е главната компонента на сензорскиот систем. Тој е одговорен за обработка на информацијата добиена од трансдукторите, претворање на оваа информација од аналогна во дигитална и нејзино испраќање до одредиштето, во овој случај, преку Ethernet модул ENC28J60. При изработката на сензорскиот модул важна е големината, бидејќи треба да се развие мал пренослив уред кој треба да биде сместен во бурињата со вино. Други причини за избор на овој уред се неговата висока пресметувачка моќ и мала потрошувачка на енергија што влијае врз автономијата на системот. Овој сензор е наменет за мали винарии. Бидејќи во овие места винариите не сакаат многу да инвестираат во технологија, употребени се евтини компоненти кои лесно може да се интегрираат и да се програмираат.

Меѓу повеќето производители кои нудат комерцијални решенија, избрана е PIC фамилијата на микроконтролери развиена од Microchip Technology Inc. Основни особини на PIC микроконтролерите се широка достапност, ниска цена, лесно репрограмирање на вградениот EEPROM, многу развојни алатки.

Оваа компанија нуди лесна и економична развојна плоча PICDEM 2 Plus, софтвер MPLAB ICD 3, микроконтролер со ниска цена, мала потрошувачка и голем број на апликации и пример програми кои се достапни на Интернет. Овие причини ја направија оваа компанија најдобра опција за развој на прототипот.

PICDEM 2 Plus вклучува порта на комуникациски модул со компјутерот, модул за тестирање на програмите вграден во самото коло, пристап до влезно/излезните порти на микроконтролерот и потребниот софтвер и драјвери за компјутерот.

Микроконтролерот PIC16F877A од повеќето контролори произведени од компанијата Microchip Technology е избран заради компатибилноста со PICDEM 2 Plus развојната плоча. Микроконтролерот вклучува интерен сензор за температура и интегриран конвертор на аналоген во дигитален сигнал, може да се програмира во програмскиот јазик C и има мала цена и мала потрошувачка на енергија.

Комуникацијата меѓу микроконтролерот и мрежниот контролор ENC28J60 се остварува преку 5 пина: RC5, RC4, RC0, RC1 и RC3. Освен пинот RC4 останатите се директно поврзани со мрежниот модул ENC28J60. Изведбата на електричната врска помеѓу мрежниот модул и микроконтролерот е прикажана на слика 3.1.1 и слика 3.1.2.

Од електричната шема може да се заклучи дека двата контролори работат на различен работен напон: микроконтролерот користи 5 [v], додека мрежниот модул користи среден напон од 3.3 [v]. Затоа е потребно да се користи интегралното коло 74HCT08N кое претставува логички множител и во оваа комбинација врши засилување на логичкиот сигнал кој доаѓа од мрежниот контролен модул.



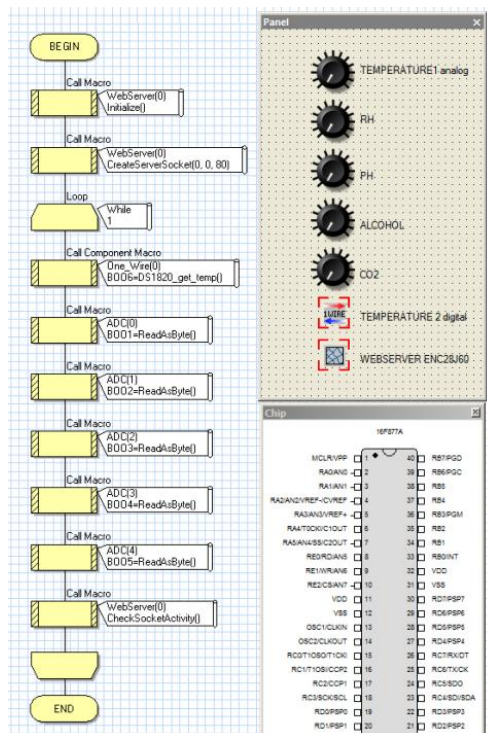
Модулот за аналого-дигитална конверзија (ADC) поддржува брза 10 битна конверзија. Се конфигурира со два контролни регистри, контролен регистер ADCON0 и контролен регистер ADCON1. Модулот се вклучува со поставување на ADCON0 битот на 0. ADCON0 регистарот ја контролира работата на А/Д модулот, додека ADCON1 регистарот ги конфигурира функциите на пиновите за портите. Пиновите на портите може да се конфигурираат како аналогни влезови или како дигитални влезови/излези. Кога ADC модулот подготвува и сместува резултат од конверзијата во регистарски пар ADRESH:ADRESL контролорот за пренос на податоци се прекинува без софтверска интервенција. Централно процесорската единица се стопира за да се избегне која било конверзија преку податочната магистрала за време на преносот на податоци. Кога операцијата на пренос на податоци ќе заврши тогаш CPU продолжува со својата работа. Со цел да се активира интегрираниот температурен сензор во микроконтролерот треба да се избере аналоген влез. Начинот на пристап до ADC регистрите е ист кога се користи екстерен сензор за температура. Како екстерен сензор за температура се користи LM35 интегрално коло.

### **3.2 Дизајн и развој на прототипот на сензорскиот модул**

За креирање на прототипот на сензорскиот модул користена е напредната развојна околина FLOWCODE развиена од Matrix Technology Solutions, која вклучува веќе претходно изработени примери за популарни развојни плочи како што се уредите на Microchip. Овозможува отстранување на грешки за време на развивањето на програмата по инсталирање на драјверите на компјутер (Сл. 3.2.1). Програмот кој е развиен во јазикот C е вметнат во микроконтролерот. Потоа микроконтролерот може да се користи без компјутер.

На слика 3.2.1 е прикажан блок дијаграм за преземање на вредностите од сензорите и праќање на серверска страна преку мрежниот модул. На десниот дел од слика 3.2.1 е панелот за секој поединечен сензор. Бидејќи има аналогни и дигитални сензори се користи соодветен протокол за нивно читање и соодветна трансформација на вредностите. Симулацијата и развојот на програмата за работа на микроконтролерот

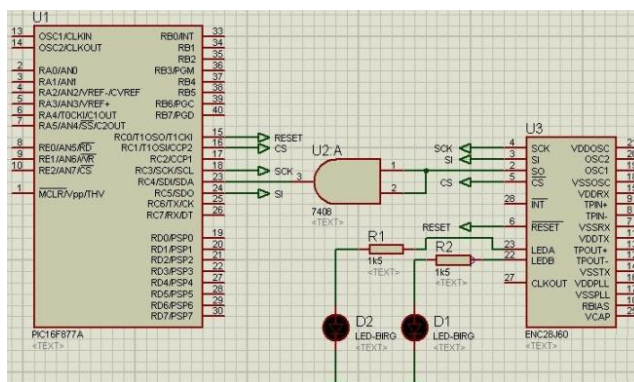
е направена во програмскиот пакет FLOWCODE, кој претставува врвен програм за програмирање на скоро сите типови и модели на микроконтролери.



Слика 3.2.1. Блок дијаграм и панел од симулацијата  
Figure 3.2.1. Block diagram and panel of the simulation

Овој програм нуди можност за развивање на посебни компоненти кои во зависност од потребите се користат во различни системи за автоматско управување и регулација.

Со користење на алатката за дизајн Proteus (Сл. 3.2.2) која е производ на Labcenter Electronics дизајнирана е шема за тестирање на конекциите. На слика 3.2.3 претставена е шема на компонентите и нивното поврзување. Со користење на оваа софтверска алатка дизајниран е прототипот на сензорскиот модул, прво со интересен сензор за температура, а потоа со екстерен сензор за температура LM35DZ.



Слика 3.2.2. Дизајн и симулација на електричното коло во PROTEUS  
 Figure 3.2.2. Design and simulation of the electric circuit in PROTEUS

Слика 3.2.4 ја претставува кутијата со сензорите фиксирана за резервоарот со вино. Сензорскиот модул за надгледување и складирање на податоци кој е претставен на слика 6 испраќа податоци преку Интернет во реално време.



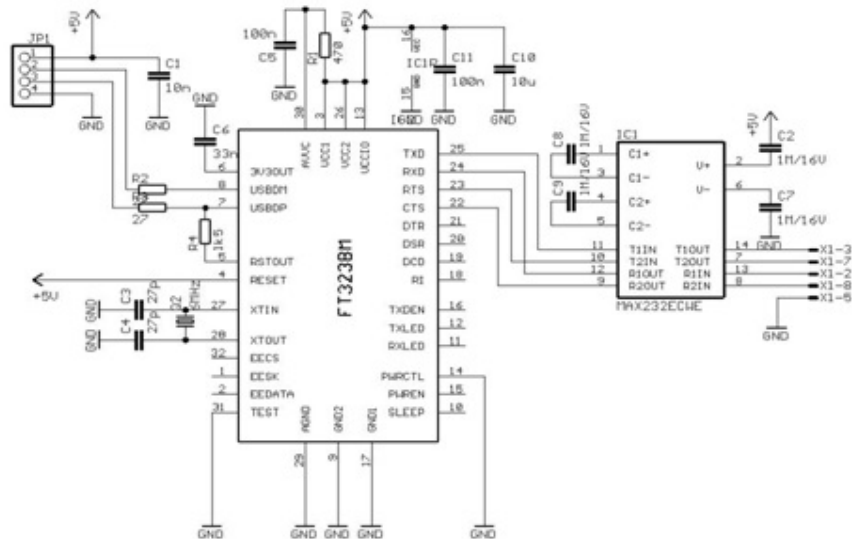
Слика 3.2.3. Модул за надгледување и складирање на сензорски податоци  
 Figure 3.2.3. Module for monitoring and recording sensor data



Слика 3.2.4. Кутија со сензори фиксирана на резервоарот  
 Figure 3.2.4. Box with sensors fixed on a reservoir

### 3.3 Сензорска мрежа

Следен чекор во предложениот проект е креирањето на сензорска мрежа каде еден компјутер ќе ги складира податоците од сензорите инсталирани во секој од резервоарите во винаријата. За поврзување на серверот кој ги складира податоците и секој од сензорските модули инсталирани во резервоарите користено е интегралното коло FT232BM (сл. 3.3.1). Колото FT232BM е поврзано со компјутерот со користење на USB порта и служи како USB кон сериски UART интерфејс со брзина на пренос на податоци од 300baud до 3 Mbaud.

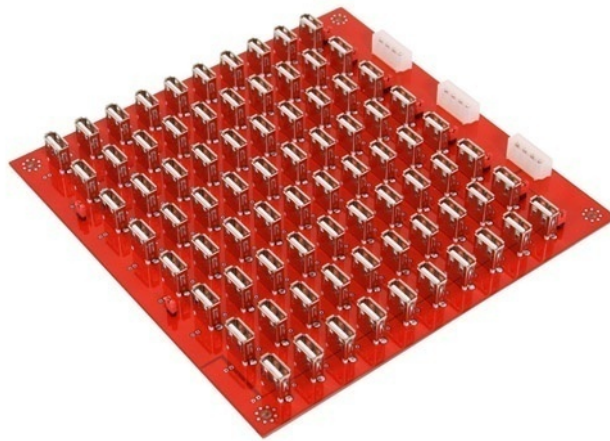


**Слика 3.3.1. Електрично коло USB2COM за поврзување меѓу компјутерот и резервоарите со инсталирани комуникациски и сензорски модули**  
**Figure 3.3.1. Electric circuit USB2COM for the connection between the computer and reservoirs with installed communication and sensor modules**

Во процесот на комуникација секој од резервоарите има доделена порта, како COM3, COM4, и др. Во самиот микроконтролер е подесен протоколот UART. Преку овој протокол се комуницира со интегралното коло FT232BM, кое пак е поврзано со компјутерот преку USB порта. На конекторот JP1 е поврзана USB портата која преку соодветен делител на USB порта комуницира преку точно дефинирана порта за самиот уред. За да се реши проблемот со малиот број на USB порти се користи USB Hub уред (сл.3.3.2). Вредностите од сензорите инсталирани во резервоарите се читаат со временско делење. Секој од резервоарите има множество на сензори со микроконтролер. Микроконтролерот комуницира со интегрираното коло FT232BM преку UART протокол. Комуникацијата се изведува со користење на пин 25 за TXD и



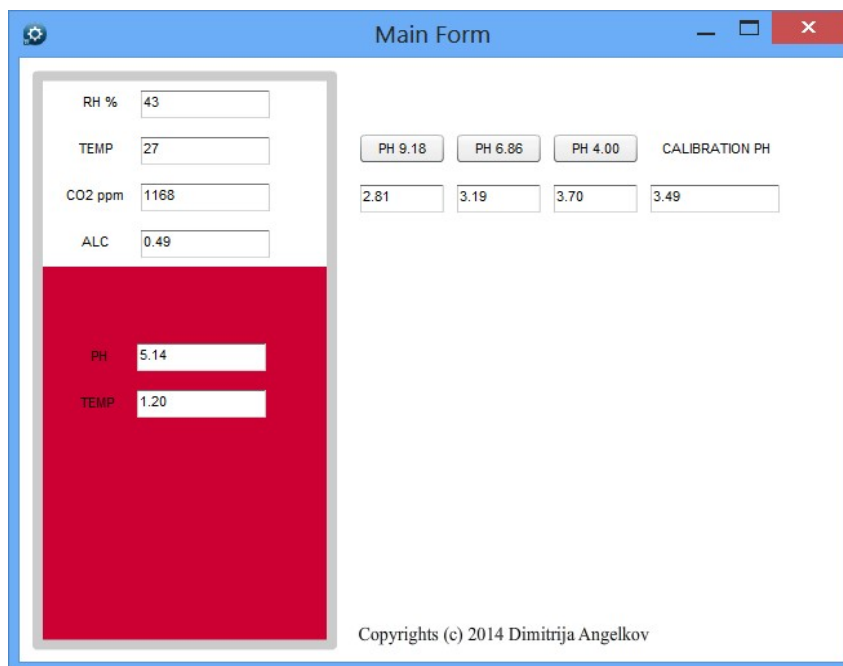
24 за RXD од FT232BM со RS-232 трансдуктор MAX232ECWE кој го трансформира напонот од логичките сигнали користејќи специфициран UART протокол.



Слика 3.3.2. USB Hub уред со 80 конектори

Figure 3.3.2. USB Hub device with 80 connectors

Бидејќи се работи за сериска комуникација најголемото растојание не смее да преминува 50 метри. Доколку е потребна поголема далечина се користи коло за засилување на сигналите кои се разменуваат помеѓу уредите. Во апликацијата прикажана на слика 3.3.3 со поделба на времето се прави конекција со секој од модулите, се читаат вредностите од сензорите и се снимаат во локално во база и на серверска страна. Оваа апликација е направена да работи локално.



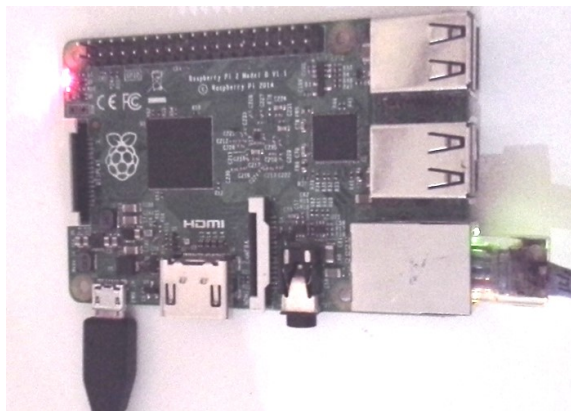
Слика 3.3.3. Програм за следење и снимање на вредностите од сензорската мрежа

Figure 3.3.3. Program to monitor and record the values from the sensor network

### 3.4 Веб-сервер

Како веб-сервер служи уред кој овозможува програмирање во кои било популарни јазици, како на пример “Scratch” и “Python”. Со него може да се извршуваат сите активности како на десктоп компјутерите: од сурфање по интернет, играње видео игри, пуштање на видео со висока дефиниција и останато. Во оваа докторска дисертација се користи овој уред во комбинација со микроконтролери кои може да работат преку интернет мрежа.

Уредот кој е прикажан на слика 3.4.1 има во себе надворешна мемориска карта во која има инсталирано оперативен систем, Apache 2 сервер апликација, MySQL податочна сервер апликација и поддршка за извршување на PHP скрипта. Овие апликации се инсталирани за да се овозможи извршување на скриптите, поврзување со податочната база и пренос на податоци преку користење на интернет протоколите кои ги извршуваат сервисите на Apache 2 сервер апликацијата.



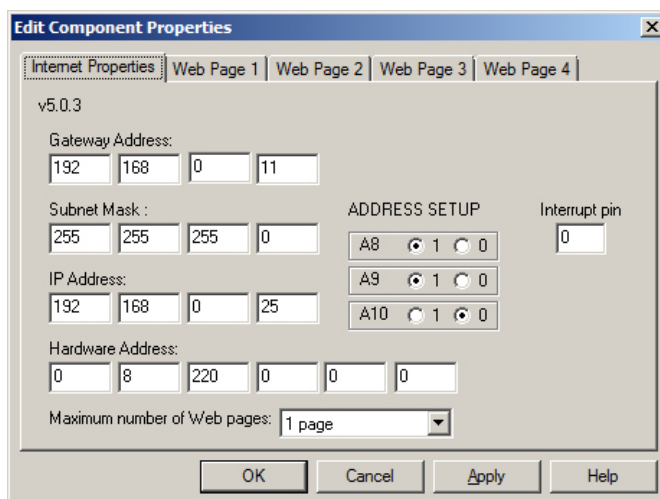
Слика 3.4.1. Веб-сервер во работен режим поставен во реална винарија

Figure 3.4.1. Web server in the operating mode set in real winery

Уредот го содржи во себе популарниот ARM процесор сопственост на фирмата BROADCOM. Наместо тврд диск во себе има инсталирано надворешна SD меморија која во нашиот пример има големина од 8 GB. Уредот е поврзан преку мрежен кабел со рутер, кој во предложениот систем е поврзан со кабелски модем со статична интернет адреса. До фолдерот каде се извршуваат веб-страниците се пристапува преку FTP клиент. На тој начин се овозможува да се постават какви и да било апликации кои работат со податочни бази. Оперативниот систем под кој работи овој процесор е Linux. Преку конекторот за HDMI се остварува видео приказ на монитор.

На четирите USB влеза може да се поврзат тастатура и глумче. Времето на активирање на оперативниот систем е помало од 10 секунди. Овој мал компјутер ги задоволува сите барања за управување на системите на далечина во реално време. Времето на извршување на командите на најоддалечени клиенти е во граници од 0.4 до 0.6 секунди. Дополнителната порта ни овозможува поврзување на голем број влезно-излезни уреди. Доколку се користи компјутер ќе има доста поголеми трошоци на енергија и трошоци со одржувањето на составните делови во самиот компјутер. Овој уред се одликува со многу мала потрошувачка на енергија и затоа е идеално решение во процесите за управување системи на далечина.

На сликата 3.4.2 е прикажана компонента која служи за иницијализација на параметри на веб-серверот, односно за внесување на податоците за адресите.



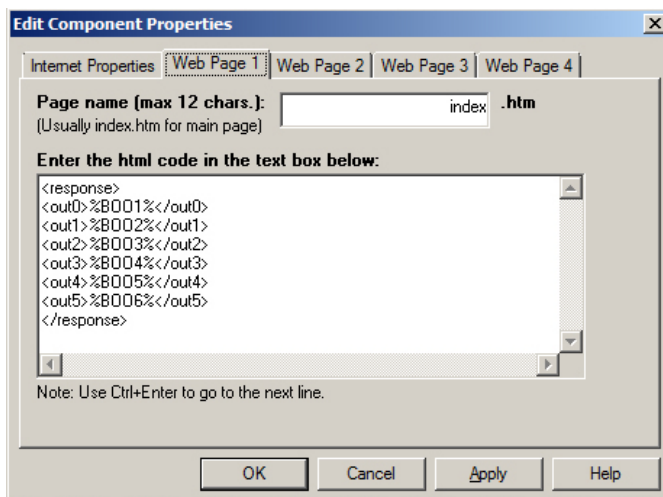
Слика 3.4.2. Иницијализација на параметри на веб-серверот

Figure 3.4.2. Initialization parameters of the web server

Ова е од особена важност за правилна работа на сензорскиот модул. Преку точно дефинирање на интернет адресата и точно дефинирање на уникатна адреса на уредот се прави соодветна организација за да не настане дуплирање на адресите. На овој начин се овозможува да се анулираат грешките кои може да настанат при комуникацијата со серверот и помеѓу самите модули. Во оваа форма исто така се дефинира и пинот за прекин преку кој може да настане хардверска прекин од корисничка страна. Секоја од веб-страниците се поставува во четирите полиња за внесување на програмски код. Со ова се поедноставува програмирањето на самиот модул.

Грешките кои настануваат во системот лесно се отстрануваат бидејќи сите веб-страници се посебно. Ова е прикажано на слика 3.4.3, каде се гледа едноставноста и практичноста на оваа компонента.

Мрежниот модул ENC28J60e проверен во практика и работи под максимален број на повици и приеми од клиентска страна. Мрежниот модул во комбинација со микроконтролерот е во глобала сервер преку кој се опслужуваат корисниците. Во оваа форма може да се емулираат до 4 страни преку кои ќе се извршуваат командите и приказот на податоците од самиот микроконтролер.



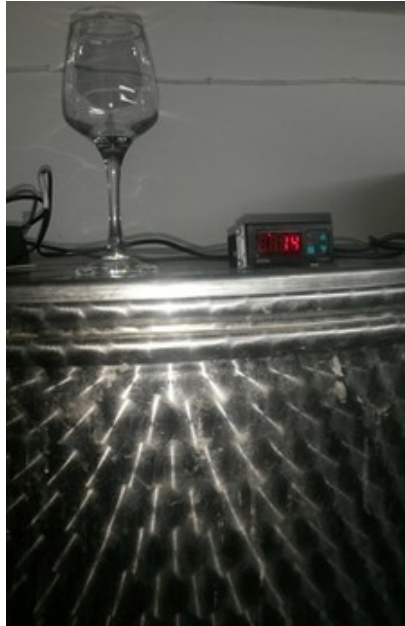
Слика 3.4.3. Програмски код за веб-страницата која ја извршува веб-серверот

Figure 3.4.3. Programming code for a website that performs web server

### 3.5 Систем за регулација на температурата со PID регулатор

Дел од предложениот систем за работа во винарија е модул за регулација на температурата при процесот на ферментација. На слика 3.5.1 е прикажан системот за регулација инсталиран на резервоар за вино. Сензорот за температура кој се користи е популарното интегрално коло DS18B20. Овој сензор користи протокол заснован на пренос на податоците преку една жица. Се одликува со висока стабилност, сензибилност и ниска цена на чинење. Вредноста за температурата и останатите параметри се пренесуваат преку микроконтролерот задолжен за читање и пренос на серверска страна во “Raspberry pi 2” веб-серверот.

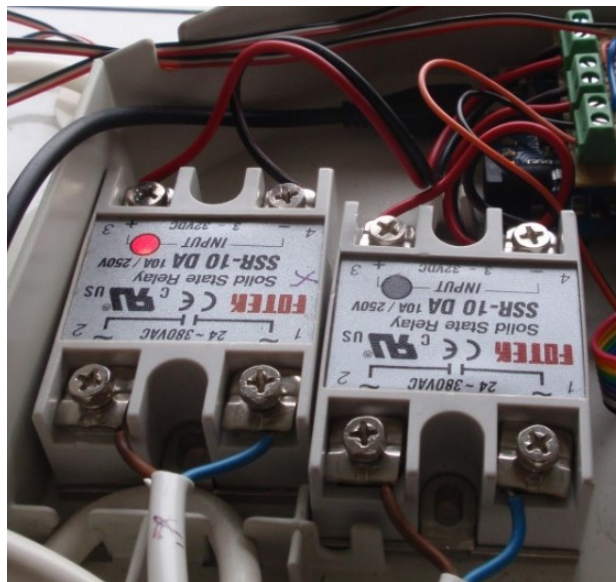
Лицата кои работат во винаријата имаат увид во моменталната вредност на температурата на резервоарот преку дисплеј кој е поставен на врв од резервоарот. На долниот дел од резервоарот е поставен системот за одржување на температурата. Овој уред се управува и следи на далечина преку активирање на активни релиња за греење или ладење прикажани на слика 3.5.2. За регулација на температура се користи PID регулатор кој во зависност од параметрите на “Kp” пропорционалниот коефициент, “Kd” диференцијален коефициент и “Ki” интегрален коефициент ќе предизвика различен одзив и поведење на самиот систем, поточно различна контрола на температурата во резервоарот.



Слика 3.5.1. Следење на температурата во резервоарот за вино

Figure 3.5.1. Following the temperature into winery tank

Параметрите кои се задаваат за управување на температурата се опишани во делот системи за супервизорска контрола и податочна манипулација.



Слика 3.5.2. Активни релиња за контрола на температурата

Figure 3.5.2. Solid state relay for controlling temperature

Најважен дел во следењето на процесот на ферментација е специфичната тежина на течноста во резервоарот. Се додека таа не дојде до вредност 1, процесот на

ферментација не е завршен. Најчесто се почнува од 1.110 и постепено до 10 дена се намалува до вредност 0.99.

Кога специфичната тежина на течноста ќе дојде до оваа вредност сметаме дека процесот на ферментација е завршен бидејќи концентрацијата на шеќер во виното е приближно 4 g/L (суво вино). Процесот на трансформација на шеќерот во алкохол во однос на специфичната тежина е прикажан во табела 3.5.1.

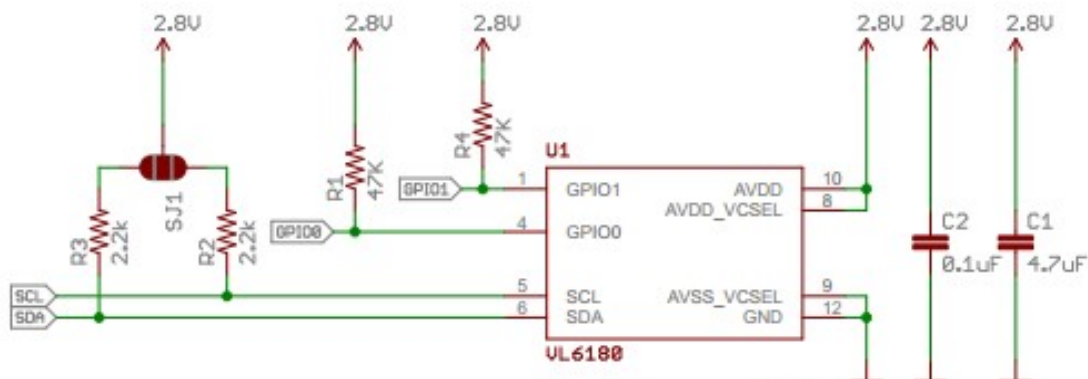
За следење на специфичната тежина на течноста во резервоарите се користи популарниот сензор VL6180, кој го мери растојание од првата препрека. Овој сензор е поставен во внатрешноста на резервоарот и е прикажан на слика 3.5.4. Сензорот е поставен на плута која плови на самата површина од течноста. Преку овој сензор го добиваме волуменот на течноста во резервоарот. Под секој од резервоарите има инсталирано сензор за тежина преку кој ја добиваме вредноста за тежината на течноста. Специфичната тежина “SG” е однос на тежината на течноста и волуменот на течноста. Ова решение овозможува точно следење на трансформација на шеќерот во алкохол.

$$SG = \frac{\text{Тежина на течноста}(gr)}{\text{Волумен на течноста}(L)} \quad (gr/L) \quad (3.5.1)$$

Интерфејсот кој се користи во овој сензор е популарниот индустриски “I2C”. Оваа едно жиленa комуникација е заснована на адреси зададени по договор во самиот програм од микроконтролерот. Секој сензор во една сензорска мрежа си има посебна адреса преку која комуницира со програмско логички контролор.

Растојанието кое го мери овој сензор е над 0.1 (m)метар, затоа мора да се постави на растојание поголемо од оваа минимална вредност. Сензорот работи на принцип на мерење на времето кое е потребно да пристигне рефлектираната светлина која е пратена од самиот инфрацрвен сензор инсталиран на самиот сензор. Денеска живееме во напредно технолошко време, време во кое мерењето на ефектите со светлина веќе не претставува никаков проблем. Без разлика на големата брзина на самата светлина мерењата се извршуваат со голема прецизност.

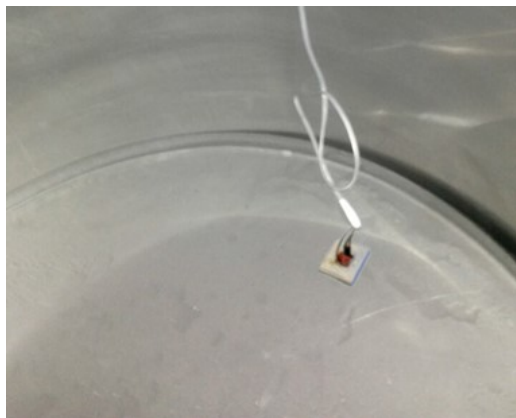
Овие сензори ги има во паметните мобилни телефони, се користат кога го доближуваме телефонот до нас, тогаш екранот се исклучува се со цел да се овозможи штедење на енергијата во батеријата преку директно гасење на сликата од екранот.



Слика 3.5.3. Електрична шема на поврзување на сензорот VL6180 со микроконтролер

Figure 3.5.3. Electric schema of connection sensor VL6180 with PIC microcontroller

Адресата која ја има овој сензор фабрички кога е произведен е во хексадецимален запис 0x29. Адресата во зависност од самата сензорска мрежа може да биде различна во зависност од бројот на сензорите и уредите кои се составен дел на мрежата.



Слика 3.5.4. Постапување на сензорот за растојание во резервоарот за вино

Figure 3.5.4. Installation of sensor for distance into winery tank

Пресметката на популарната мерна единици за шеќер во течност “Brix” се прави со следната равенка:

$$\text{Brix} = 220 \times (\text{SG} - 1) + 1.6 \quad (3.5.2)$$



Табела 3.5.1. Зависност на специфична тежина и шеќерот во течноста

Table 3.5.1. Dependency of specific gravity and sugar in liquid

SG Специфична тежина степен	Тежина степен	Brix	Baumé	Шеќер g/l
1	0	1.6	0	4
1.005	5	2.7	0.7	17
1.01	10	3.8	1.4	30
1.015	15	4.9	2.1	44
1.02	20	6	2.8	57
1.025	25	7.1	3.5	70
1.03	30	8.2	4.2	83
1.035	35	9.3	4.9	97
1.04	40	10.4	5.6	110
1.045	45	11.5	6.2	123
1.05	50	12.6	6.9	136
1.055	55	13.7	7.5	149
1.06	60	14.8	8.2	163
1.065	65	15.9	8.8	176
1.07	70	17	9.4	189
1.075	75	18.1	10.1	202
1.08	80	19.2	10.7	215
1.085	85	20.3	11.3	228
1.09	90	21.4	11.9	242
1.095	95	22.5	12.5	255
1.1	100	23.6	13.1	268
1.105	105	24.7	13.7	282
1.11	110	25.8	14.3	295
1.115	115	26.9	14.9	308
1.12	120	28	15.5	321
1.125	125	29.1	16	335
1.13	130	30.2	16.6	348
1.135	135	31.3	17.1	361
1.14	140	32.4	17.7	374
1.145	145	33.5	18.3	387
1.15	150	34.6	18.8	401
1.155	155	35.7	19.4	414
1.16	160	36.8	19.9	427

Во табелата 3.5.1 земена е највисоката вредност на специфичната тежина заради опфаќање на сите вредности кои може да ги има која било течност која се поставува

за прв пат во резервоарите за ферментација. На само почеток правиме иницијално мерење на специфичната тежина и потоа со следење на волуменот индиректно го определуваме шеќерот во течноста во самиот резервоар.

Табела 3.5.2. Температурна корекција на извршените мерења калибрирана на 20°C

Table 3.5.2. Temperature correction for sensor calibrated at 20°C

Температура (°C)	Корекција	Температура (°C)	Корекција	Температура (°C)	Корекција
10	-2	21	0.2	32	2.4
11	-1.8	22	0.4	33	2.6
12	-1.6	23	0.6	34	2.8
13	-1.4	24	0.8	35	3
14	-1.2	25	1	36	3.2
15	-1	26	1.2	37	3.4
16	-0.8	27	1.4	38	3.6
17	-0.6	28	1.6	39	3.8
18	-0.4	29	1.8	40	4
19	-0.2	30	2	41	4.2
20	0	31	2.2	42	4.4

Овие табели им служат на корисниците на системите управувани на далечина за анализа и споредба на податоците добиени од сензорските мрежи преку задавање на точна температура преку која ќе се управува овој резервоар. Табелите се интегрирани во постојната податочна база и доколку се внесе нов податок за некој од параметрите во зависност од параметарот кој се внесува се активира соодветниот прекинувач во самата податочна база.

Ваквиот начин на мерење ја поедноставува работата на системите управувани на далечина, исто така и цената на одржување и цената на користење на скапи сензори драстично се намалува. Системите се одликуваат со стабилност, едноставност, лесна замена на делови и беспрекорност во запишување и следење на податоците во податочната база поставена на серверска страна.

Ваквото иновативно решение овозможува директен приказ на бранувањата предизвикани од вриењата кои настануваат во процесот на ферментација. Со следење на вибрациите преку овој сензор може да утврдиме во кои временски периоди настанува бурната ферментација.

Со ова ни се дава можност да следиме како зависи промената на температурата во зависност од бурноста на реакцијата. Преку овие мерења за волуменот и промената на тежината на течноста може да донесеме заклучок дали ферментацијата се одвива правилно и што точно влијае на крајниот квалитет на виното. Полето на дејствување е бесконечно во поглед на подобрување на индустриските процеси поради постојаниот развој и примена на новите технологии во сензорите кои се користат во мерењата.

#### **4. АПЛИКАЦИЈА ЗА РАБОТА ВО ВИНАРИЈА**

Апликацијата за работа во винарија е веб ориентирана (сл.4.1). Дел од апликацијата е модул за работа со податоци од сензорите. Податоците од сензорите се запишуваат на секои десет минути на серверската страна. Заради бавните процеси при ферментацијата на виното нема потреба од почесто запишување. За мерење на температурата е избран сензор LM35 кој често се користи во индустриските процеси. Во комбинација со микроконтролерот PIC16F877A преку LAN мрежа податоците се пренесуваат на серверската страна.

Апликација “winengine” е програма која се користи за следење и управување со процесот на производство на вино. Апликацијата овозможува следење на параметрите корисни при производството на вино од страна на корисниците во било кое од времето и на кој било уред.

Апликацијата може да се користи на скоро сите уреди бидејќи генерира “html” код кој најголем дел од уредите го извршуваат на своите интернет пребарувачи. Во базата која ја користи апликацијата податоците од секој од резервоарите се внесуваат автоматски. Резултатите за кориснички дефинирани прашања се генерираат во облик на извештаи и графикони.

Апликацијата овозможува прикажување на вредност за квалитетот на виното, преку директна споредба со огромниот број на претходно извршени мерења за бели и црвени вина.

Сензорскиот модул податоците ги пренесува до табела наречена “measurement”.  
Всушност податоците од сензорските модули инсталирани во секој од резервоарите во винаријата се внесуваат во истата табела.

robotsonline.info/wii x Dimtija

robotsonline.info/winengine/measurementslist.php?order=DATE&ordertype=DESC

WINENGINE

additions  
bee  
blend  
blocks  
bottle  
bottle  
instructor  
bottle  
transfers  
cap  
cellars  
characterization  
chemicals  
acid settle  
solid stable  
cooling  
container  
main  
container  
status  
container  
hermatase  
containers  
cool  
csoab  
cushion  
measurements  
cushion  
access  
cool  
evoids  
fermentation  
filter  
fruit sales  
general  
inventory  
harvest map  
measurements  
notes  
cushion  
access  
hermatase  
racking  
rack  
sales  
soak  
spray slurr  
sulfite ash  
tarls  
tanks  
tastings  
tools  
top up  
vineyard  
blocks  
vineyard  
sulfite  
vineyard  
harvest  
vineyard  
sulfite  
vineyard  
sulfite  
weather  
usb

Table: measurements

Search Search (\*) Show all

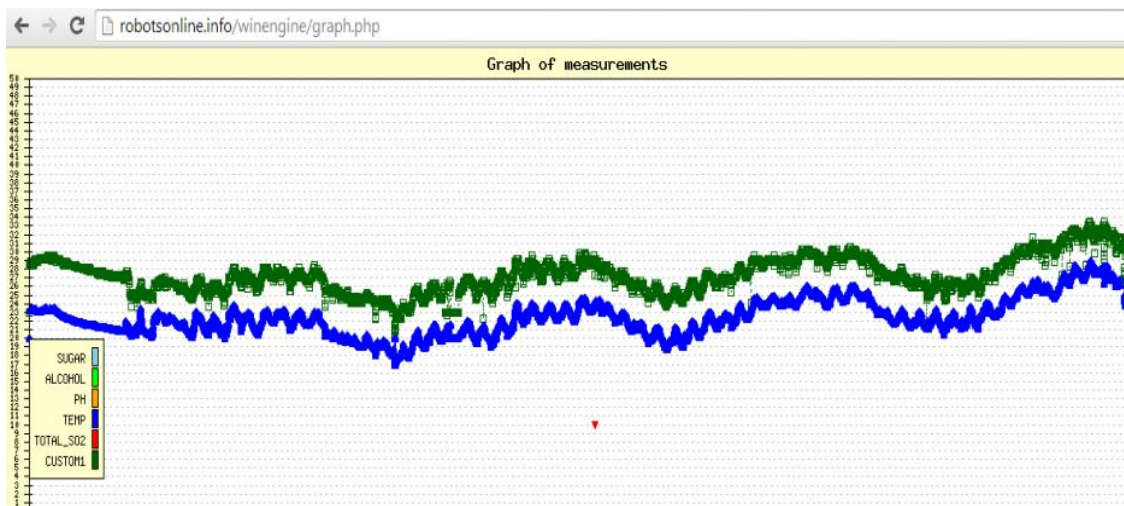
Exact phrase All words Any word

ID	BATCH ID (*)	CONTAINER (*)	DATE	TIME (*)	SUGAR	TA	TARTARIC	MALIC	CITRIC	LACTIC	VA	PH	FREE SO2	BOUND SO2	MOL SO2	TOTAL SO2	TEMP	ALCOHOL	CUSTOM1	CUSTOM2	CUSTOM3	CUSTOM4
7660	1	1	2015/02/01	11:30:32													0.94	0.47	12	1168	8220	
7425	1	1	2015/02/01	11:08:24													0.97	0.46	12	1260	8221	
7427	1	1	2015/02/01	11:30:42													0.94	0.47	12	1168	8220	
7427	1	1	2015/02/01	11:08:44													0.94	0.46	12	1168	8221	
7664	1	1	2015/02/01	11:30:52													0.94	0.47	12	1168	8220	
7173	1	1	2015/02/01	02:48:52													0.092	0.52	2.5	1168	37	
7429	1	1	2015/02/01	11:08:54													0.97	0.47	12	1168	8221	
7174	1	1	2015/02/01	02:49:38													0.93	0.52	25	1168	37	
7666	1	1	2015/02/01	11:31:02													0.94	0.47	12	1168	8220	
7179	1	1	2015/02/01	02:50:31													0.92	0.53	25	1168	37	
7431	1	1	2015/02/01	11:09:04													0.97	0.46	12	1168	8221	
7176	1	1	2015/02/01	02:51:57													0.93	0.53	25	1168	37	
7668	1	1	2015/02/01	11:31:12													0.93	0.46	12	1168	8220	
7177	1	1	2015/02/01	02:58:48													0.93	0.53	25	1168	37	
7433	1	1	2015/02/01	11:09:14													0.97	0.46	12	1168	8221	
7178	1	1	2015/02/01	02:58:48													0.93	0.53	25	1168	37	
7690	1	1	2015/02/01	11:31:22													0.94	0.47	24	1168	39	
7179	1	1	2015/02/01	02:58:48													0.93	0.53	25	1168	37	
7435	1	1	2015/02/01	11:09:24													0.97	0.46	12	1168	8221	
7180	1	1	2015/02/01	02:58:48													0.93	0.53	25	1168	37	
7692	1	1	2015/02/01	11:31:32													0.94	0.47	12	1168	8220	
7181	1	1	2015/02/01	02:58:48													0.93	0.53	25	1168	37	
7437	1	1	2015/02/01	11:09:34													0.96	0.47	12	1260	8221	
7182	1	1	2015/02/01	02:58:49													0.93	0.53	25	1168	37	
7694	1	1	2015/02/01	11:31:42													0.95	0.46	12	1168	8220	
7183	1	1	2015/02/01	02:58:49													0.93	0.53	25	1168	37	
7184	1	1	2015/02/01	02:58:49													0.93	0.53	25	1168	37	
7696	1	1	2015/02/01	11:31:52													0.95	0.46	12	1168	8220	
7185	1	1	2015/02/01	02:58:49													0.93	0.53	25	1168	37	
7186	1	1	2015/02/01	02:58:49													0.92	0.53	25	1168	37	
7698	1	1	2015/02/01	11:32:02													0.94	0.47	12	1168	8220	
7187	1	1	2015/02/01	02:58:49													0.92	0.53	25	1168	37	
7188	1	1	2015/02/01	02:58:50													0.92	0.53	25	1168	37	
7700	1	1	2015/02/01	11:32:12													0.94	0.46	12	1168	8220	
7189	1	1	2015/02/01	02:58:50													0.92	0.53	25	1168	37	
7190	1	1	2015/02/01	02:58:50													0.92	0.53	25	1168	37	
7446	1	1	2015/02/01	11:11:01													0.98	0.47	24	1168	40	

Слика 4.1. Приказ на податоци од табела во која се снимаат податоците

Figure 4.1. Display data from a table recorded data

Со користење на програмскиот јазик PHP креирана е скрипта под име “measurementslist.php” со која се генерира табела со податоци од извршените мерења кои се извршени по автоматизам и рачно. На сликата 4.2 се прикажани податоци од мерење на температурата при ферментација на вино со сензорот LM35 кои се зачувани во табелата со податоци.

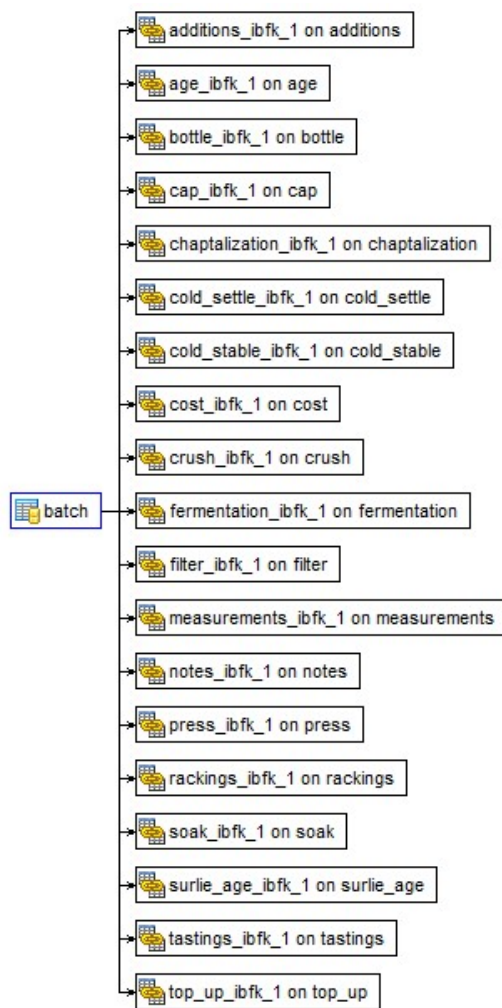


Слика 4.2. Приказ на податоци од табелата на извршени мерење

Figure 4.2. Display data from the table of measurement

Графот на измерените вредности се прикажува во зависност од одбраните датуми и време во формата за приказ на податоците. Преку овој граф се воочуваат сите промени на податоците кои е потребно да се анализираат. Графот е креиран со PHP скрипта изработена за потребите на оваа дисертација.

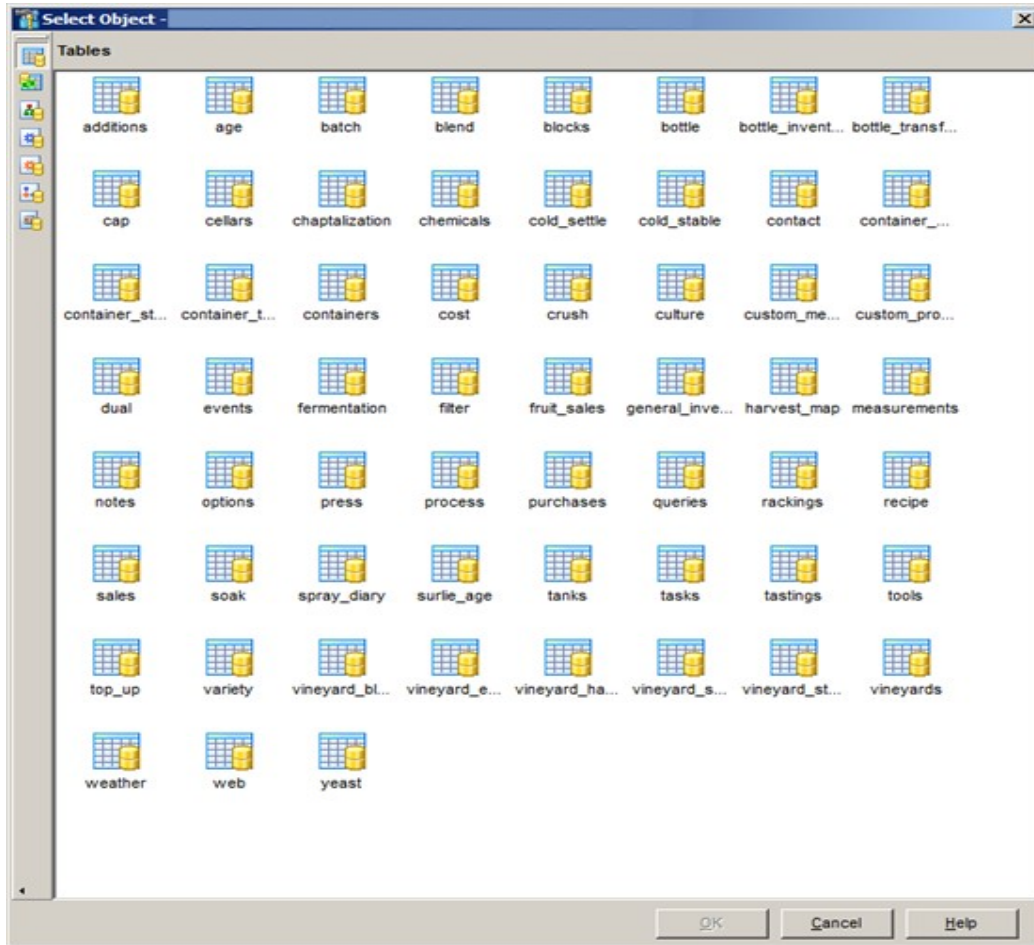
Ентитет асоцијација дијаграмот на податочната база е прикажан на сликата 4.3. Само една база има примарен клуч кој е секундарен клуч во останатите 19 табели. Примарен клуч е полето 'WATCH\_ID' од табелата "batch". Од овие табели се генерираат сите извештаи и графички прикази кои им се потребни на корисниците.



Слика 4.3. Ентитет асоцијација дијаграм на базата

Figure 4.3. Entity relationship diagram of the database

Во формата на слика 4.4 се прикажани 59 табели кои се потребни за внесување на сите податоци за работа на винарија. Овие табели може да се модифицираат и да се користат за каков било систем на управување и складирање на податоци поврзани со фирмата која ги користи. Во најголем дел табелите ги задоволуваат потребите на фирмите кои се бават со производство. Во самиот организационен граф се прикажани сите полиња кои се користат во секоја табела посебно. Со мали измени на полињата во поглед на големината на податоците и типот се приспособуваат за сите производствени процеси.



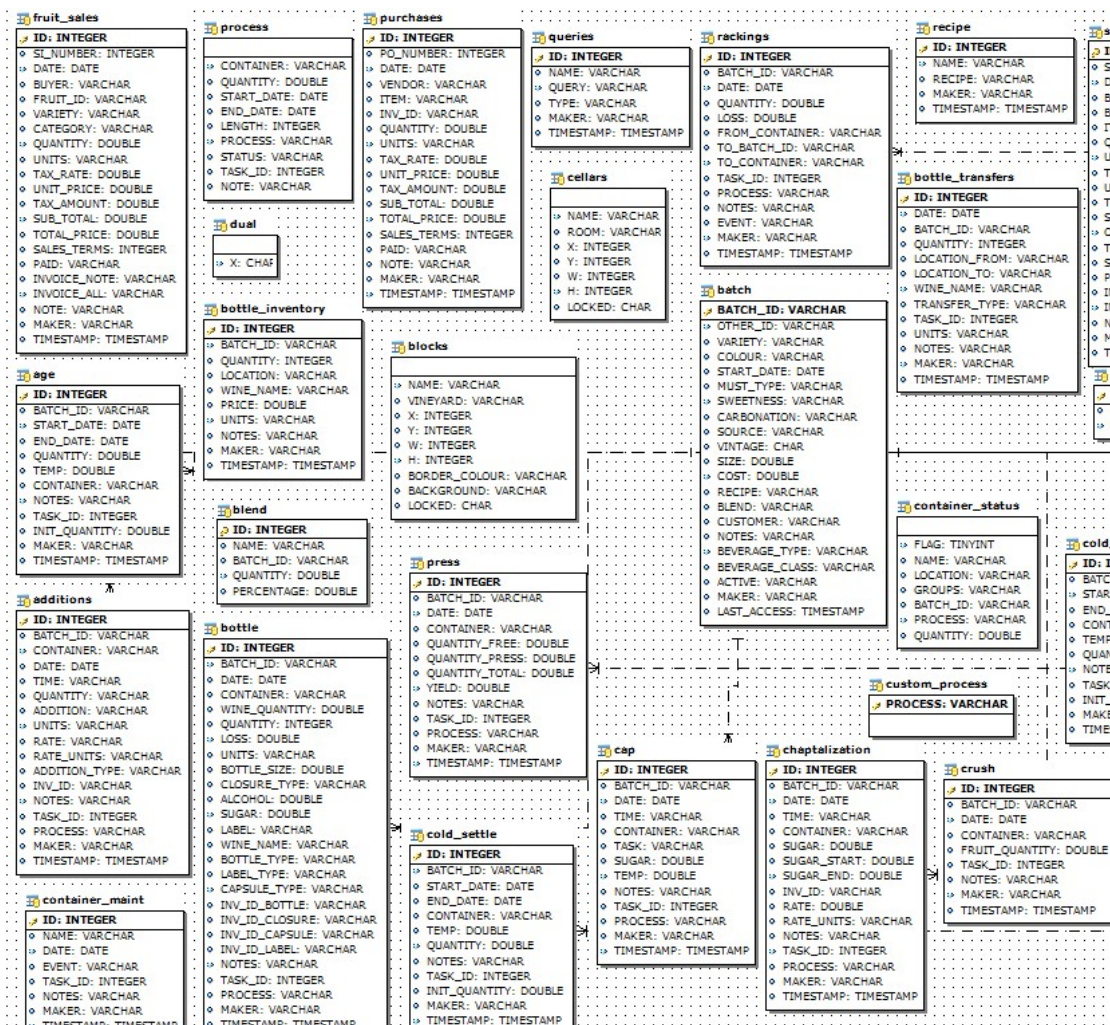
Слика 4.4. Приказ на табелите кои се користат во базната апликација

Figure 4.4. Display tables used in the base application

Табелите се сосема доволни за комплетна работа во една винарија. Во овие табели се чуваат податоци за временските прилики, состојбите на самите лозови насади, полнењето на вината, процесот на ферментација, состојбата на резервоарите, сите мерења кои се извршуваат во текот на целата година, состојбата на филтрите, хемиските процеси кои се извршуваат, додатците во резервоарите, финансиските состојби, продажбата, состојбата на инвентарот, сортите на грозје и останато.

На сликите 4.5 и 4.6 детално е прикажана секоја од табелите со полињата кои ги содржи во секоја од нив поединечно.



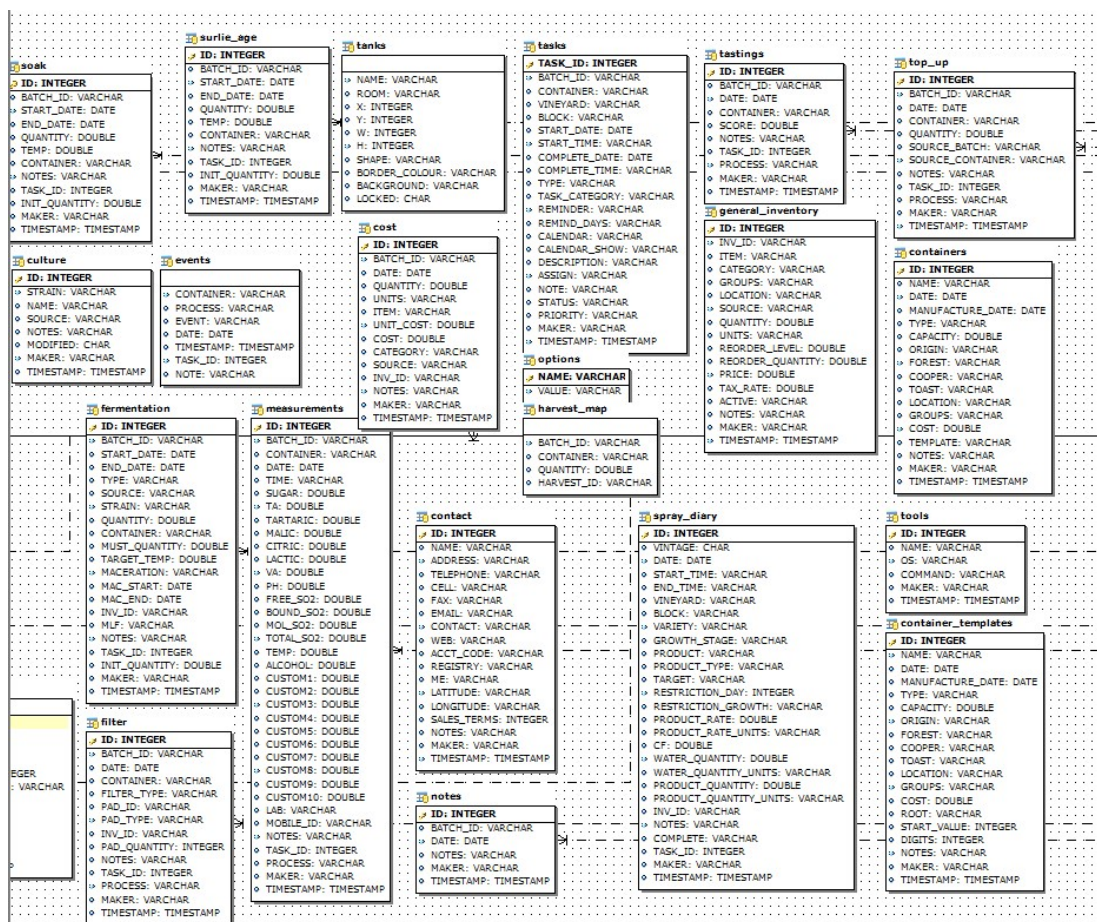


Слика 4.5. Прв дел од табелите во базата за работа во винарија

Figure 4.5. First part of the database tables for working in a winery

Како податочна база се користи популарната база MySQL. Бројот на табелите може да се зголемува во зависност од надградбата на целиот систем. За креирање на графичките прикази се користи класата за графови“`phpplot.php`” за динамички научни, статистички и бизнис графови. Оваа класа им овозможува на “`php`” програмерите да креираат графови линиски, кружни, точкести и останати, кои овозможуваат приказ на податоците од табелата во која се чуваат податоците од извршените мерења.





Слика 4.6. Ентитет асоцијација дијаграм на табелите во базата (втор дел)

Figure 4.6. Entity relationship diagram of the database tables (second part)

Веб-апликацијата која се извршува на клиентска страна користи скрипт јазик PHP кај кој е потребно да се користи наставката PHP-GTK. Оваа верзија на PHP ретко се користи. PHP е крос платформски ориентирана технологија.

PHP дистрибуција е достапна за повеќето оперативни системи, вклучувајќи го Линукс, повеќе верзии на Unix (на пример, HP-UX, Соларис и OpenBSD), Microsoft Windows, Mac OS X, RISC оперативен систем и многу други. PHP го поддржуваат многу од најпопуларните веб-сервери, како: Apache, Microsoft Internet Information Server, Microsoft Personal Web Server, Netscape, iPlanet, Oreilly Website Pro, Caudium, Xitami, OmniHTTP и други. За поголемиот дел од серверите PHP има 2 верзии - како модул и како CGI пред процесор. Покрај тоа на програмирање во PHP може да му се даде предност во однос на двете процедурални и објектно-ориентирани програмирања (особено кога се работи со PHP 5). PHP е во состојба да генерира не

само HTML документи, но, исто така, слики од различни формати, PDF и Flash. PHP е во состојба да генерира податоци во текст формат, вклучувајќи XHTML и XML. PHP поддржува ODBC и голем број на бази на податоци: Adabas D, InterBase, PostgreSQL, dBase, FrontBase, SQLite, Empress, MySQL, Solid, FilePro, Direct MS-SQL, Sybase, Hyperwave, MySQL, Velocis, IBM DB2, ODBC, Unix, Dbm, Informix, Oracle, DBX, Ingres, Ovrinos. Може да се креира PHP скрипта да работи со протоколите LDAP, IMAP, SNMP, NNTP, POP3, HTTP, COM (на платформи за Windows), WDDX и многу други. PHP вклучува обработка на текст карактеристики како регуларни изрази perl, POSIX и напредни парсери за документи како XML, за кои PHP 4 користи стандарди саксофон и ДОМ, конвертира XML документи со наставката XSLT. Во PHP 5 XML обработката на документите се темели на користење на библиотеката libxml2 со кои им се додава две нови наставки: SimpleXML и XMLReader.

PHP може да се користи во електронската трговија посебно во функција на правење исплати како што се Cybercash, CyberMUT, VeriSign Payflow Про и CCVS. Дополнително PHP поддржува многу други екстензии, како што се во функција на пребарувач GoSearch, функциите на IRC Gateway, функции за работа со компресирани датотеки (gzip, bz2), календар со функција и компјутерски функции на превод итн. И покрај фактот дека оваа технологија е едноставна можностите се огромни. Може да се користи за да се создадат веб-апликации со високи перформанси кои ќе бидат во функција на сите барања на клиентите.

Врската помеѓу програмот за следење на резервоарите, базата и програмот за приказ на резервоарите се остварува преку PHP скрипти. Преку овие скрипти се прави конекција до саканата база во која е креирана табела за запишување на сите податоци. Потоа може да се читаат податоците т.е. вредностите на секој од сензорските модули посебно. Во посебна табела се чуваат зададените команди за потребната температура на секој од резервоарите кој се управува посебно.

За запишување на податоците од моменталните параметри на секој од резервоарите посебно се користи скриптата „insert.php“ преку која се пристапува до базата на податоци. Оваа скрипта се користи за читање на податоци преку post методата. Со неа се запишуваат податоци во базата “mysql”, во секоја соодветна табела за секој од резервоарите посебно. За секој од модулите правиме посебна скрипта преку која ги запишуваме соодветните информации за секој од резервоарите посебно. Ова се прави пред сè за да се исклучи можноста ако еден резервоар се исклучи од врска со

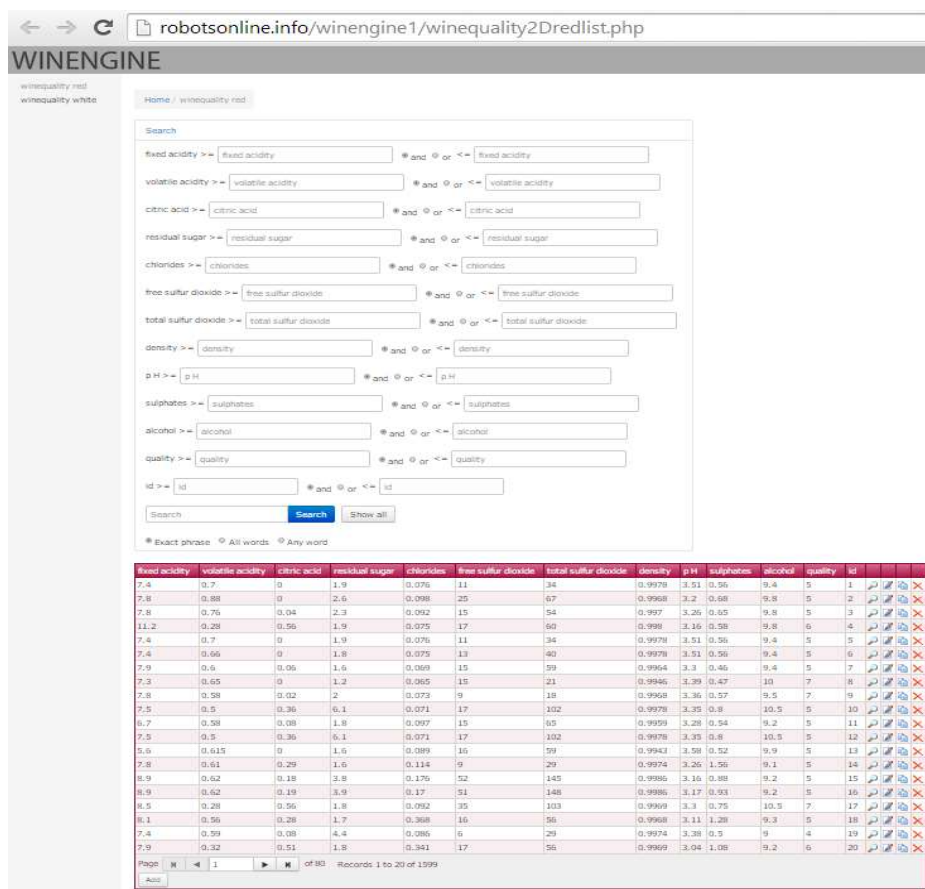
серверот тоа да не влијае на останатите резервоари во кои се одвива процесот на ферментација. Со ова се зголемува стабилноста на системот и може без разлика на тоа каква грешка настанала на еден од сензорските модули тоа да не влијае на останатите модули и воопшто на целиот систем.

Со користење на PHP скриптиран програмски јазик може да се креираат динамични и интерактивни веб-страници. Динамичната содржина не мора секогаш да користи база на податоци, но во повеќето случаи е потребно. Скоро сите системи за уредување на содржина (CMS), блогови или пак едноставни формулари користат база на податоци. Во PHP најчесто се користи “MySQL” база на податоци. Во овој труд разгледани се некои од главните функции за воспоставување на врска со “MySQL” серверот и сервисот за извршување на “PHP” скриптите.

#### **4.1 Модул за определување на квалитет на вино**

Дел од апликацијата за работа во винарија е модул за определување на квалитетот на виното (сл. 4.1.1). Податоците од извршените мерења се искористени во методите за класифицирање за наоѓање на законитости и шеми во огромниот број податоци. Во формите се внесуваат измерените вредности и во зависност од вредноста апликацијата ги чита сите вредности кои го задоволуваат овој услов. Доколку ставиме мал опсег на отстапување ќе ни се генерираат мал број податоци кои го исполнуваат опсегот, а на тој начин визуелно гледаме каде треба да бидат останатите параметри на виното за да го постигнеме унифицираниот квалитет.

Со органолептички дегустациони сензорски и хемиски анализи се определува квалитетот на сите вина. Органолептичките анализи се од прво значење за квалитетот на виното, а потоа се хемиските анализи кои се прават поради контрола на исправноста.



Слика 4.1.1. Апликација за следење на квалитет на вино

Figure 4.1.1. Application for monitoring the quality of wine

Во табела 4.1.1 се прикажани квалитетот на виното кој е определен преку споредба на податоците од претходно утврдените мерења кои се снимани во базата. Споредбата работи со менување на постепено отстапување за секое од внесените податоци за виното кое е со непознат квалитет. Постојано се менуваат разликите од лева и десна страна се додека не се појави барем еден резултат. Доколку се појават истовремено два да се со различен квалитет тогаш од ново се повторува постапката и се почнува прво да се менуваат границите од вториот параметар во нашиот случај би била специфичната тежина.

Табела 4.1.1. Определување на квалитет на вино во зависност од параметрите

Table 4.1.1. Determining the quality of wine depending on the parameters

Тип на вино	Алкохол (vol %)	Специфична тежина (g/cm <sup>3</sup> )	Екстракт (g/l)	Слободен SO <sub>2</sub> (mg/l)	Вкупно SO <sub>2</sub> (mg/l)	pH	Вкупно киселина (g/l)	Шеќер (g/l)	Испарливи киселини (g/l)	Квалитет на вино
Вранец	11.78	0.9951	27.95	11	72	3.44	5.35	2.4	1.03	6
Каберне Франк	13.33	0.9937	28.91	27	51	3.62	4.82	2.9	0.51	6
Мускат Хамбург	10.9	1.003	45.55	14	67	3.76	5.47	20.2	1.72	5
Мерло	13.12	0.9941	29.33	31	65	3.61	4.79	2.2	0.51	6
Смедеревка	12.17	0.9914	30.07	33	66	3.53	5.16	2.2	0.32	7
Шардоне	12.19	0.9919	30.2	30	59	3.48	5.12	2.7	0.2	6
Темјаника	12.08	0.9915	19.5	32	78	3.27	5.2	1.8	0.11	7
Каберне Совињон	13.48	0.9946	31.69	23	57	3.56	4.94	4.5	0.56	6
Вранец	11.76	0.995	27.63	29	80	3.46	4.94	2.5	0.55	6
Шардоне	12.11	0.9012	18.81	31	89	3.25	5.1	2.1	0.24	6
Смедеревка	10.65	0.9923	17.24	29	90	3.35	4.96	1.8	0.11	7
Каберне Совињон	12.57	0.9952	30.56	27	53	3.51	5.11	2.7	0.54	7
Вранец	12.5	0.9946	28.59	29	59	3.56	4.86	2.5	0.63	6
Каберне Франк	12.64	0.9951	30.51	25	51	3.52	5.07	2.5	0.54	8
Мускат Хамбург	10.99	1.0039	44.89	27	87	3.67	5.49	18.07	1	5
Мерло	12.9	0.9949	30.76	25	49	3.51	5.33	2.5	0.54	6
Шардоне	13.96	0.9896	20.1	20	98	3.46	4.7	1.9	0.52	7
Смедеревка	13.3	0.997	20.2	37	67	3.6	5	2	0.51	6
Вранец	11.3	0.994	26.9	20	69	3.44	5.38	2.2	0.92	6
Каберне	13.2	0.9931	28.4	30	61	3.64	4.79	2.8	0.56	6

**Докторски труд: ИНТЕРНЕТ БАЗИРАНО УПРАВУВАЊЕ НА СИСТЕМИ**

Франк										
Мерло	13.4	0.996	30.22	38	78	3.63	4.69	2.8	0.6	7
Смедеревка	12.3	0.9924	30.9	31	56	3.42	5.2	2.8	0.39	6
Шардоне	12.6	0.998	30	32	70	3.56	5.42	2.9	0.27	6
Темјаника	12.1	0.9934	22.24	35	88	3.37	5.6	1.3	0.23	6
Каберне Совињон	13.78	0.9949	31.24	28	69	3.54	4.94	4.5	0.54	8
Вранец	11.5	0.996	27.43	31	80	3.33	4.94	2.8	0.59	7
Шардоне	12.7	0.9013	18.27	31	84	3.26	5.1	2.2	0.2	7
Каберне Совињон	12.6	0.9954	30.52	29	52	3.65	5.11	2.6	0.53	8
Вранец	12.2	0.9967	28.84	30	66	3.35	4.86	2.7	0.69	6
Каберне Франк	12.9	0.9951	30.51	30	67	3.54	5.07	2.3	0.61	6
Мерло	12.5	0.9952	30.59	30	84	3.5	5.33	2.9	0.5	7
Шардоне	13.5	0.9864	20.65	26	67	3.43	4.7	1.9	0.53	8
Смедеревка	13.8	0.9966	20.14	33	86	3.38	5	2.8	0.42	6

**Табела 4.1.2.** Определување на квалитет на вино во зависност од параметрите

**Table 4.1.2.** Determining the quality of wine depending on the parameters

Сорти	Спец. тежина	Алко хол g/L	Вол. %	Екст ракт (g/l)	Ше ќер	Екст ракт без шеќер	Вкуп ни кисел ини	Ис пар ливи	Вку пен SO <sub>2</sub>	Сло бо ден SO <sub>2</sub>	Квали тет
Вранец	1.0116	82.5	10.4 2	66.3	40	26.3	5	0.47	113 .92	45	6
Смедеревка	0.993	82.5	10.4 4	17.9	1	17.9	4.9	0.45	142 .08	28.1	6
Ризлинг	0.9931	87.1	11.0 1	20.3	1	20.3	6.4	0.3	120 .32	40.9	6
Вранец	1.0047	87.1	11	50	25.2	24.8	6	0.75	128	40.9	6
Вранец	0.9956	81.8	10.3 1	24.8	1	24.8	5.3	0.68	64	12.8	6

**Докторски труд: ИНТЕРНЕТ БАЗИРАНО УПРАВУВАЊЕ НА СИСТЕМИ**

Смедеревка	0.994	81.1	10.2 7	20.1	1	20.1	6.1	0.32	121 .6	19.2	5
Ризлинг	0.9927	87.2	11	19	1	19	6.1	0.57	157 .4	23.0 4	5
Каберне Совињон	0.9949	95.4	12.0 8	28.3	1	28.3	4.9	0.54	78. 08	25.6	6
Вранец	0.9959	90.6	11.4 8	28.5	1	28.5	4.6	0.53	25. 6	16.6 4	6
Мерлот	0.9951	98.8	12.5 6	29.9	1	29.9	5.5	0.6	57. 6	26	6
Каберне Совињон	0.9949	96.7	12.2 6	28.3	1	28.3	4.9	0.54	78. 8	25.6	6
Совињон Бланк	0.9925	93.3	11.8 4	21.1	1	21.1	5.9	0.18	156	32	5

Во табелата не се ставени мерењата за степенот на киселост. Воочуваме дека квалитетот на виното е опаднат. Ова не носи до заклучок дека вредноста на степенот на киселост рН е од особена важност за определување на квалитетот на виното. Вредноста на степенот на киселост кажува дека таа е во границите (3.0-3.5) рН.

Доколку е повисока од 3.5 тогаш виното има поголема концентрација на сулфур диоксид и тоа претставува проблем за здравјето на консументите. Вината со високо ниво на алкохол имаат пониско ниво на сулфур диоксид. Белите вина имаат повисоко ниво на сулфур диоксид. Овие заклучоци се од особена важност за студентите, бидејќи од тоа зависи и успешноста на реализираниот експеримент кој во нашиот случај е водење на процесот на ферментација.

## 4.2 Програмски код за додавање на сулфурна киселина во резервоар со вино

За процесот да тече беспрекорно од извршените мерења се донесува заклучок колку сулфур треба да се додаде во ширата. Решението кое дава повратна информација во зависност од волуменот на ширата мерен во литри е дадено преку равенка прикажана во програмскиот код сместен во функцијата за пресметка.

Оваа равенка во зависност од измерените мерења на сулфур диоксид враќа потребна вредност на течна киселина која е потребна да се додаде во резервоарот за да не настане расипување на виното, поточно намалување на квалитетот на виното.

**Пример 4.2.1.** Програмски код за пресметка на додавање на потребна количина течна сулфурна киселина во резервоар со вино

```
combo1.dataProvider = [{data: 3.7854, label: "Галони"}, {data: 1, label: "Литри"}, {data: 100, label: "hL"}, {data: 4.546, label: "Англискигалон"}];// Одбираме мерна единица
```

```
combo2.dataProvider = [{data: 1000, label: "ppm"}, {data: 1000, label: "mg/L"}, {data: 1, label: "g/L"}, {data: 100, label: "g/hL"}, {data: 0.1, label: "g/100ml"}]; // Одбираме мерна единица
```

```
combo3.dataProvider = [{data: 1, label: "mL."}, {data: 1000, label: "Литри"}, {data: 3785.4, label: " Галони"}, {data: 4546, label: " Англиски галони"}]; // Одбираме мерна единица
```

```
var presmetka = function ()
```

```
{
```

```
    var __reg6 = string_clean(q1.text); // внесување на податоци преку текст поле
```

```
    var __reg5 = Number(combo1.selectedItem.data);
```

```
    var __reg4 = string_clean(q2.text); // внесување на податоци преку текст поле
```

```
    var __reg3 = Number(combo2.selectedItem.data);
```

```
    var __reg2 = string_clean(q3.text); // внесување на податоци преку текст поле
```

```
    var __reg7 = Number(combo3.selectedItem.data);
```

```
out.text = __reg6 * __reg5 / __reg3 * (__reg4 / __reg2 * 100) / __reg7; }
```



## 5. СЕНЗОРСКИ МОДУЛ

Модулот кој се користи во сензорскиот систем за работа во винарија е збир од повеќе сензори и дополнителни претворувачи со соодветни напојувања за секој од нив поединечно. Работната верзија на сензорскиот модул е прикажана на слика 5.1. Сензорскиот модул е херметички затворен бидејќи е поставен во внатрешноста на резервоарот со вино. Ова е реализирано со слепување на капакот од кутијата, со цел да не може во внатрешноста на сензорот да влезат гасови и влага кои ќе предизвикаат оштетување на сензорите и другата електроника.



Слика 5.1. Поставување на сензорскиот модул во резервоарите за вино

Figure 5.1. Installation of sensors device into winery tanks

На сликата 5.2, може да се видат поединечните сензори кои го формираат сензорскиот модул. Модулот е комбинација од 5 сензори. Се користат сензорот за влажност и температура DHT11 преку кој се добива влажноста и температурата на гасовите во слободниот дел од резервоарот во кој нема течност. Овој сензор е дигитален и користи посебен протоко за примање на команда и за праќање на податоците. Сигурноста на праќањето на податоците се обезбедува со тоа што кога ги праќа податоците за влажност и температура ја праќа и сумата од двете вредности, така што кога ги добиваме вредностите во микроконтролер ги собираме добиените вредности за температура и влажност и доколку се исти со сумата која ја добиваме при преносот тогаш со сигурност вредностите се пратени успешно.

Во овој модул употребени се и сензори за pH, Alcohol, CO<sub>2</sub> кои даваат аналоген сигнал од 0 до 5 волти. Пред да се пушти во работа модулот најпрво потребно е да се

калибрираат сензорите. Калибрацијата на сензорот за рН се прави на тој начин што користиме Лагранжова интерполација која опфаќа мерење на три еталони.



Слика 5.2. Комплет модули за следење на параметри во резервоар за вино

Figure 5.2. Set of modules for monitoring parameters in the wine tank

Во нашиот случај ги мериме вредностите на еталон течностите со однапред знаење за нивните степени на киселост поточно рН вредности кои се дадени во табела 5.1. Сондата ја мери активноста на водородните јони. Таа произведува мал напон од 0.06(V) на единица (рН). Овој мерач не прави ништо друго туку прикажува место волти соодветно рН вредност која е пропорционална на напонот кој го дава сондата. Овој мерач мери вредности од 0 до 14 рН единици. Овој сензор е значаен дел од ова интернет базирано управување на системи бидејќи во комбинација со мерачот за сулфур два оксид ( $SO_2$ ) ни дава точно колку треба сулфурна киселина да додадеме за да го подобриме квалитетот на вино.

Табела 5.1. Измерени вредности на секој од еталоните

Table 5.1. Measured values of each of the benchmark

	Течност со рН 4	Течност со рН 6.86	Течност со рН 9.18	рН од непознатата течност е3.9
Измерен напон од рН сензорот	3.70 (v)	3.19(v)	2.81(v)	3.80(v)

Програмски код за калибрација на сензорите. Овој код е имплементиран во програмот за компјутер преку кој се следат и снимаат вредностите од секој од модулите кои се поврзани на компјутерот. Вредностите од сензорите се добиваат преку комуникациски порт rs232. За да направиме калибрација со минимално отстапување ја користиме следната равенка која често се користи во предвидувањата на однесувањата на системите во иднина. Ги внесуваме вредностите од еталоните за  $x_0, x_1, x_2$  и соодветно вредностите од мерењата кои сме ги добиле за  $f_0, f_1, f_2$  од нив самите, потоа внесените вредности се заменуваат во равенка на Лагранж.

Со помош на оваа равенка со голема точност ја добиваме вредноста на непознатиот параметар кој сакаме да го измериме.

$$\text{var } f:\text{Number} = (f_0*(x-x_1)*(x-x_2))/((x_0-x_1)*(x_0-x_2))+(f_1*(x-x_0)*(x-x_2))/((x_1-x_0)*(x_1-x_2))+(f_2*(x-x_0)*(x-x_1))/((x_2-x_0)*(x_2-x_1)); \quad (5.1)$$

**Табела 5.2.** Вредности на времињата за кое се извршиле мерењата за запис во база

**Table 5.2.** Values of the times that is performed measurements and recorded in database

Реден број на тестот	Вкупен број на извршување на командите во време од една минута	Средно време на извршување на командите во време од една секунда	Отстапување од средната вредност на извршување	Време на извршување на една команда
1	94	0.638	0.009	0.629
2	95	0.631	0.002	0.629
3	93	0.645	0.016	0.629
4	97	0.618	-0.011	0.629
5	95	0.631	0.002	0.629
6	98	0.612	-0.017	0.629
7	97	0.618	-0.011	0.629
8	96	0.625	-0.004	0.629
9	93	0.645	0.016	0.629
10	95	0.631	0.002	0.629

Ги читаме вредностите за секој од еталоните и ги меморираме за секој од трите еталони посебно. После тоа наредната вредност која сакаме да ја мериме во

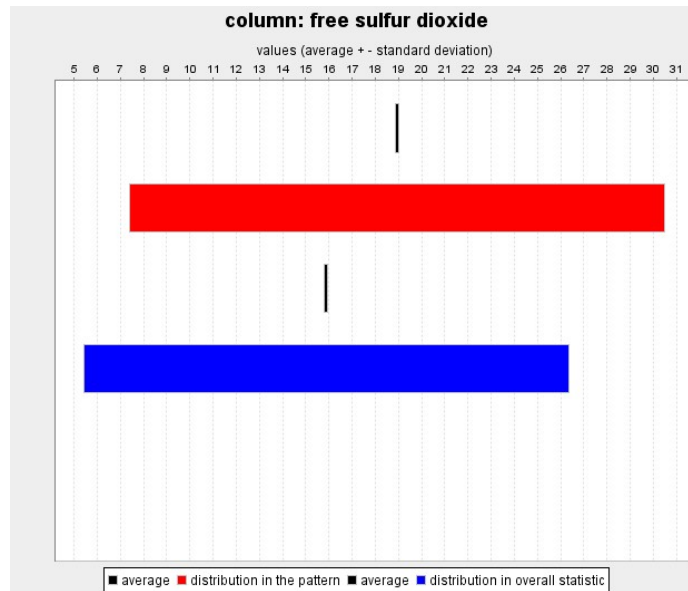
зависност од овие еталони со помош на интерполација на Лагранж се определува вредноста рН на непознатата течност со точност до втора децимала.

Од табела 5.2 може да заклучиме дека отстапувањето од средната вредност е максимум 17[ms], и минимум 2[ms] со време на извршување од 629[ms]. Бидејќи мерењата се прават на секои 10 минути ова каснење во ваков случај е ирелевантно, но во системи каде е потребен брз одсив, временското доцнење игра голема улога. Доколку времето на мерење е потребно да биде помало од една секунда во тој случај едно од решението е да се намали растојанието од серверот до системот од резервоари кои активно се следат.

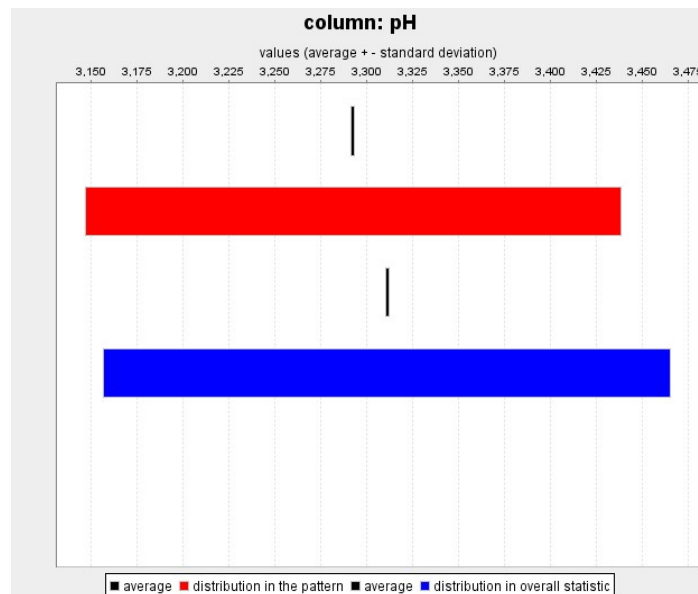
Сензорскиот модул работи на два напона од 5[V] волти и 6 [V] волти. Овие напони се различни поради сензорот за јаглерод диоксид  $CO_2$  кој работи на 6[V] волти. Ваков како што е реализиран овој сензорски модул овозможува снимање на 7 параметри во резервоарот.

## 6. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ РЕЗУЛТАТИ

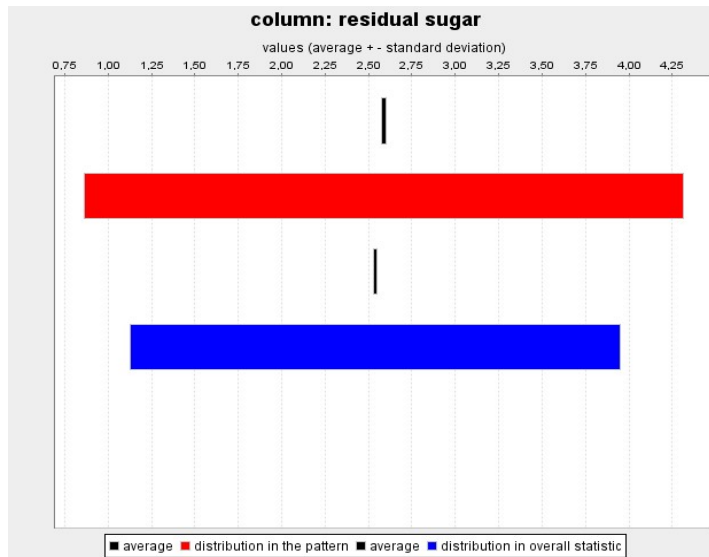
Податочното рударење претставува составен, интерактивен и итеративен процес на извлекување и прикажување на корисното, имплицитното и иновативното знаење од податоците[11]. Во овој труд изработена е анализа на податоците од извршените мерења со цел да се пронајдат скриени законитости и врски помеѓу податоците. За определување на квалитетот на виното потребно е да располагаме со огромна база на извршени мерења. Квалитетот на вината се одредува со споредба на параметрите со податоци од база јавно достапна на Интернет. Во базата се сместени податоци за 1600 црвени вина и 4890 бели вина [70]. За анализа на податоците користен е програмот Easy Data Mining и добиени се графикони за стандардните отстапувања на квалитетот на виното прикажани на сликите под реден број од 16 до 26. За да може да се откријат врски помеѓу параметрите на вината потребно е да се направат голем број мерења. Мерењата треба да се одликуваат со голема точност. Доколку сензорите и апаратурата со која се работи не е соодветно калибрирана може да настанат грешки кои потоа при анализата на податоците ќе придонесат за погрешни констатации во предвидувањата на очекуваниот квалитет. Вината со повисоко ниво на алкохол имаат пониска концентрација на сулфур диоксид. Исто така се воочува дека белите вина имаат повисоко ниво на концентрација на сулфур диоксид од црвените вина за истото ниво на алкохол. Степенот на киселост е од особена важност за определување на квалитетот на вината.



Слика 6.1. Анализа на податоците од мерењата на слободниот сулфур диоксид  
Figure 6.1. Analysis of measurement data of free sulfur dioxide

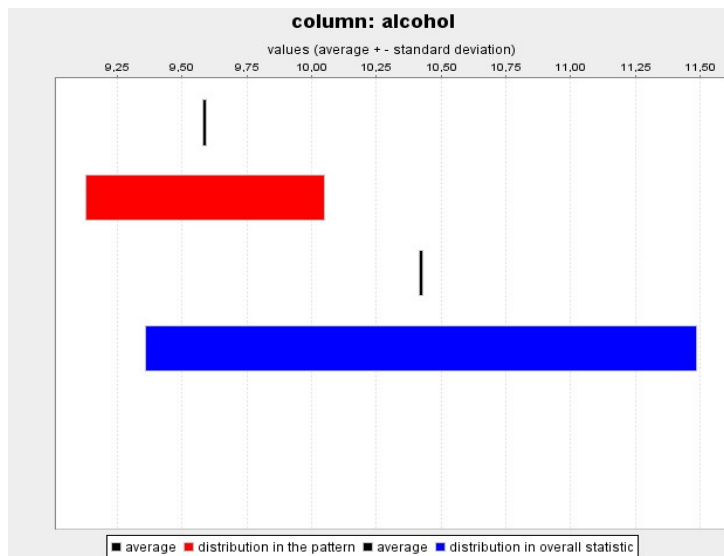


Слика 6.2. Анализа на податоците од мерењата на степенот на киселост  
Figure 6.2. Analysis of data from measurements of the degree of acidity



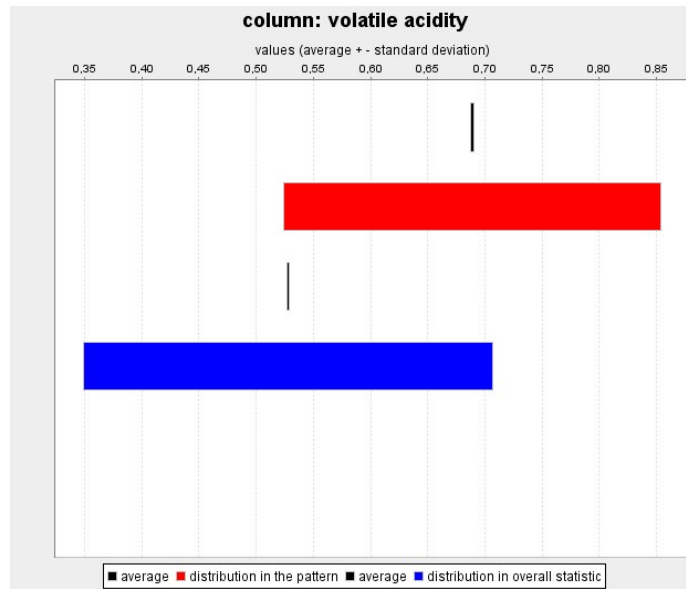
Слика 6.3. Анализа на податоците од мерењата на шеќерот

Figure 6.3. Analysis of data from measurements of sugar

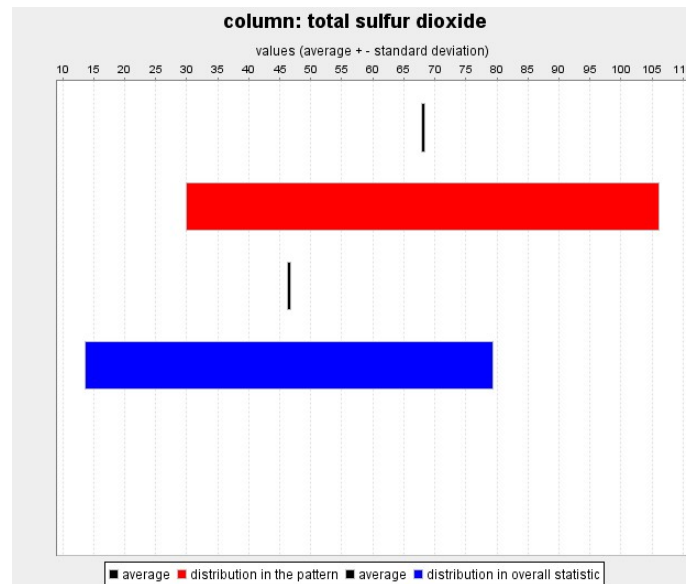


Слика 6.4. Анализа на податоците од мерењата на алкохолот

Figure 6.4. Analysis of measurement data of alcohol

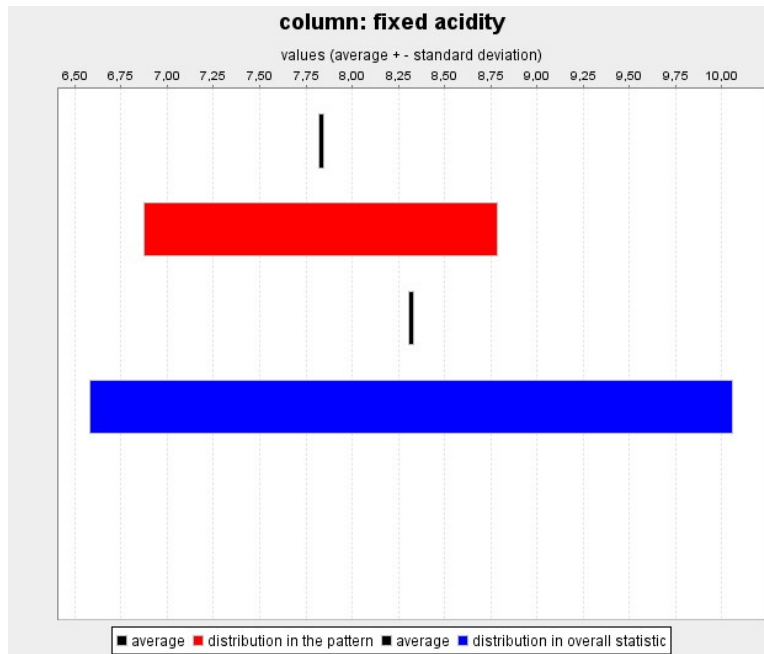


Слика 6.5. Анализа на податоците од мерењата на киселината  
Figure 6.5. Analysis of data from measurements of the acid



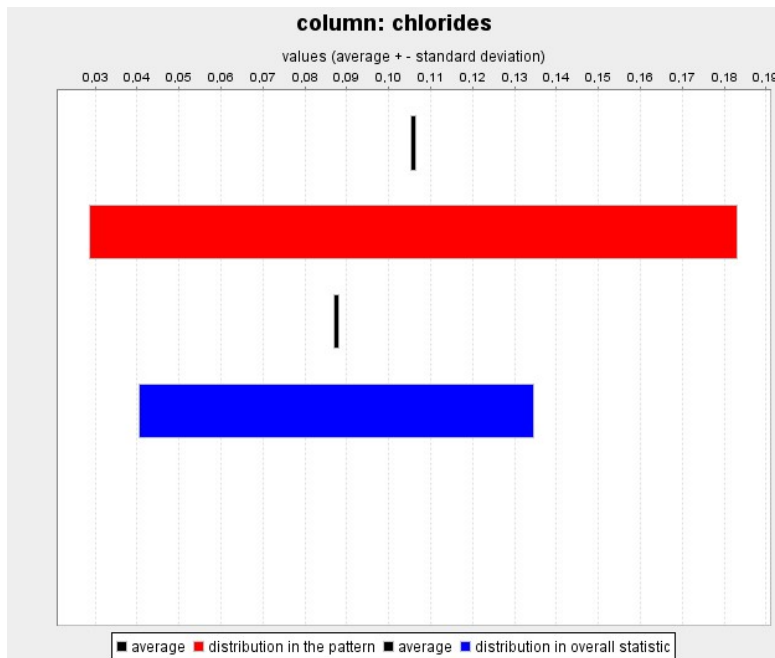
Слика 6.6. Анализа на податоците од мерењата на вкупниот сулфур диоксид  
Figure 6.6. Analysis of data from measurements of total sulfur dioxide





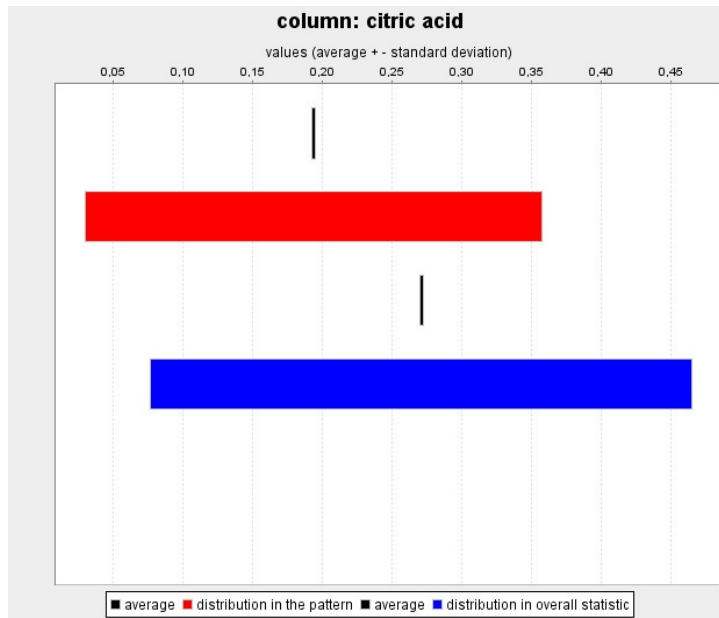
Слика 6.7. Анализа на податоците од мерењата на фиксната киселост

Figure 6.7. Analysis of measurement data to a fixed acidity



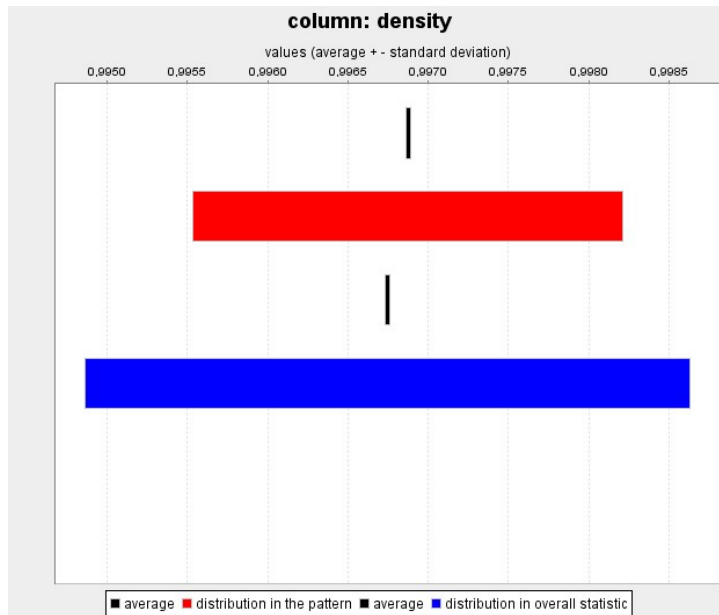
Слика 6.8. Анализа на податоците од мерењата на хлоридите

Figure 6.8. Analysis of data from measurements of chlorides



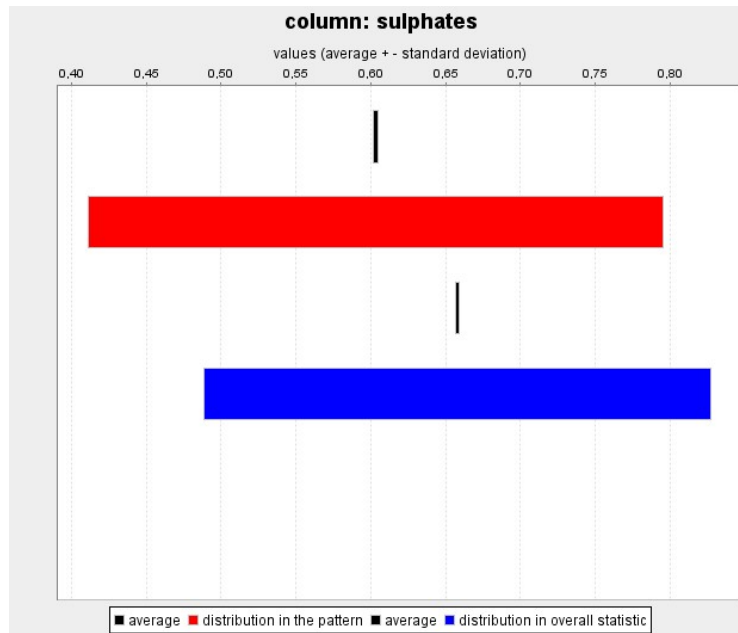
Слика 6.9. Анализа на податоците од мерењата на лимонска киселина

Figure 6.9. Analysis of measurement data to citric acid



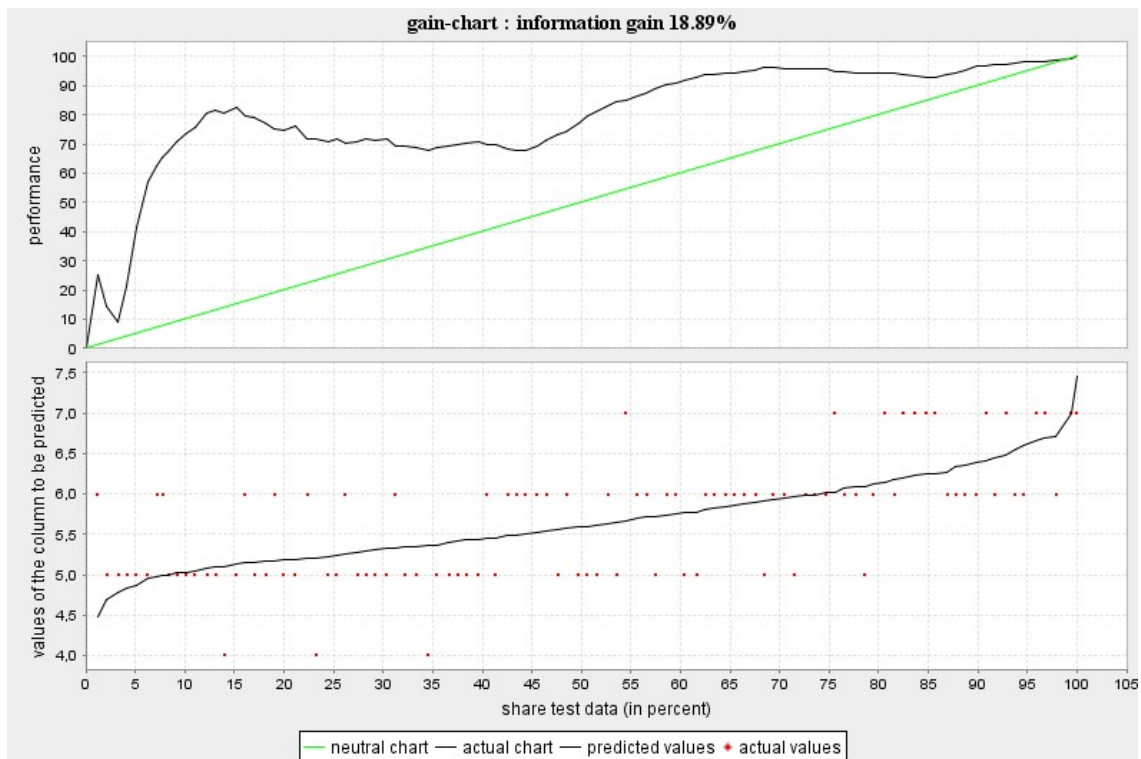
Слика 6.10. Анализа на податоците од мерењата на густината

Figure 6.10. Analysis of measurement data density



Слика 6.11. Анализа на податоците од мерењата на сулфитите

Figure 6.11. Analysis of measurement data of sulfites



Слика 6.12. Приказ на грешката која се прави при податочните предвидувања на квалитетот во иднина

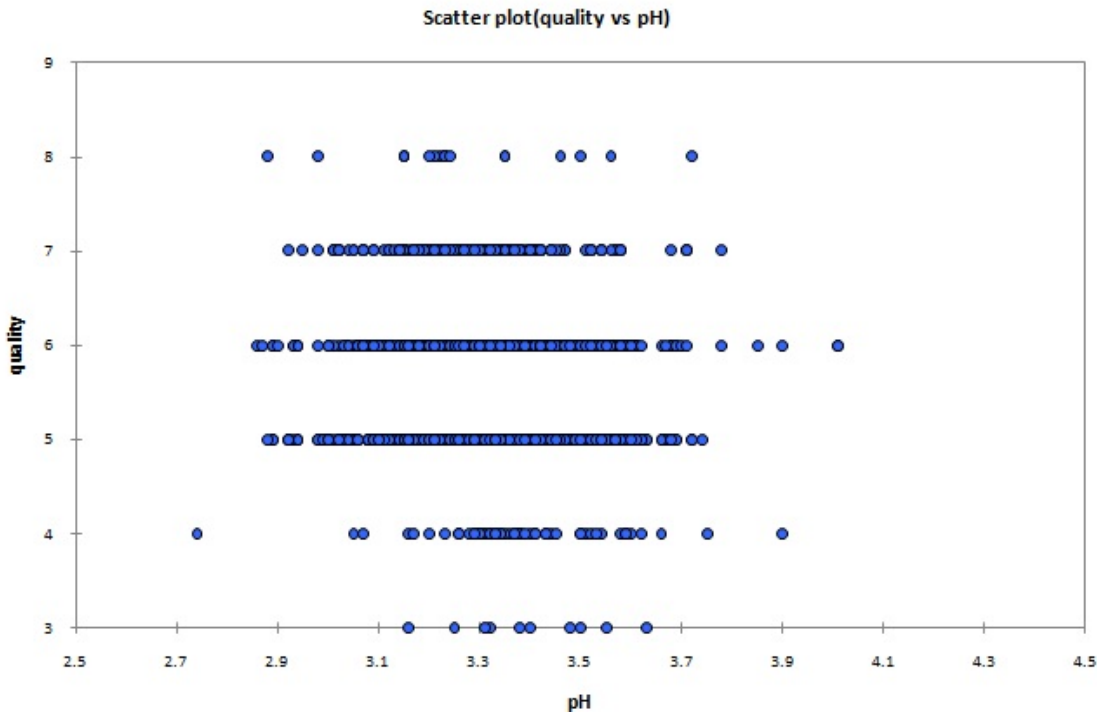
Figure 6.12. Display of error that makes predictions on data quality in the future

Дрвата на одлучување претставуваат техника за класификација и предвидување. На сликата 6.22, е прикажано дрвото на одлучување за податоците од базата за вина. Моделот не е ништо друго туку поделба на податоците во помали групи во однос на целна променлива. Со овој модел се определува веројатноста некој податок да припаѓа во некоја класа. Со секоја следна поделба членовите во подгрупите се послични меѓу себе.

Како алгоритам со кој се креира дрвото на одлучување се користи C4.5 алгоритмот. Тоа е алчен алгоритам кој го избира најдобриот атрибут со користење на мерка базирана на ентропија и ги разделува членовите според вредностите на атрибутот. Процесот на разгранување запира кога сите примероци припаѓаат на истата класа или кога информациската добивка е под специфицираниот праг. При избирање на атрибут според кој ќе се врши разгранување на дрвото обично се користи мерката количник на добивка (gain ratio). Оваа мерка е количник меѓу информациската добивка (information gain) и информациската поделеност (split information). Информациската поделеност на некој атрибут е пропорционална на бројот на вредности кои атрибутот може да ги добие. Мерката информациска добивка се користи во ID3, а нејзин недостаток е што се преферираат атрибути со повеќе вредности кога се избира атрибут според кој ќе се врши разгранување. За да се избегне проблемот кога информациската поделеност станува многу мала C4.5 ја користи мерката количник на добивка за да избере најдобар атрибут од множеството атрибути чија информациска добивка е над просечната вредност.

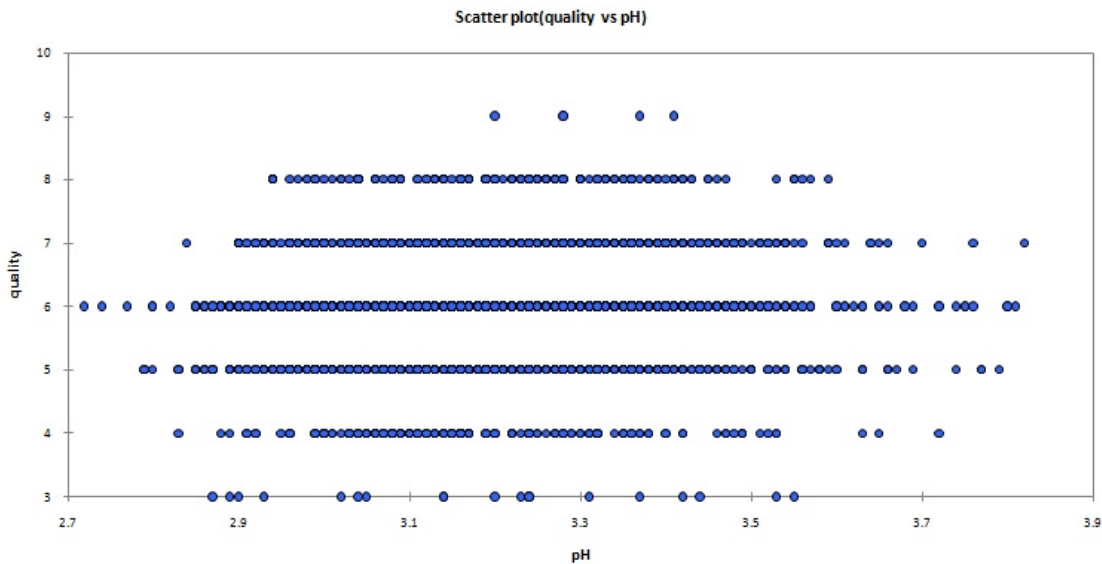
Општ заклучок од анализата на податоците од извршените мерења е дека додека трае процесот на ферментација потребно е нивото на алкохол да биде во граници од 9 до 10 степени за да продуцираме квалитетно вино.

На сликите со реден број од 13 до 25 се прикажани резултати добиени со користење на програмот XLSTAT. Овој програм се користи за статистички анализи. Во него е имплементирана популарната метода на ланци преку која се откриваат дозволените граници за степенот на киселост за да може да се добие највисок квалитет на вино.



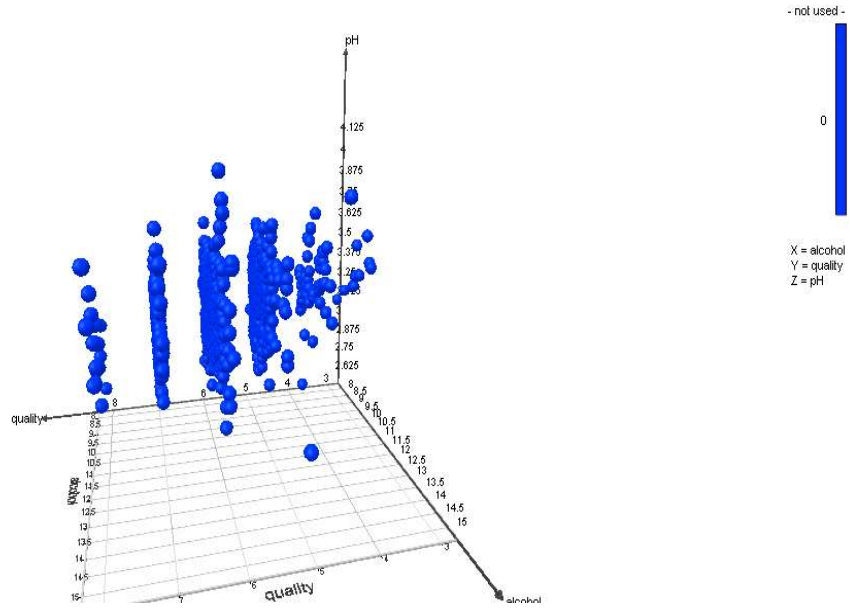
Слика 6.13. Распределба на степенот на киселости квалитетот на црвени вина

Figure 6.13. Distribution of the degree of acidity and quality red wines



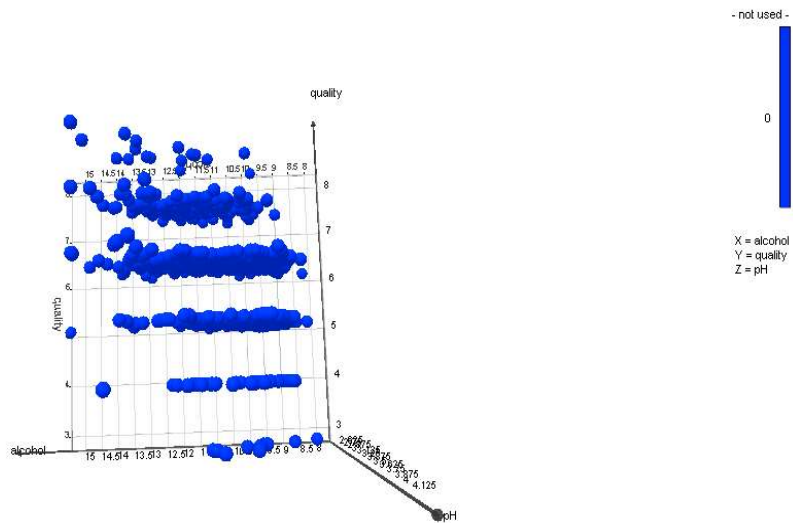
Слика 6.14. Распределба на степенот на киселости квалитетот на белите вина

Figure 6.14. Distribution of the degree of acidity and quality white wines



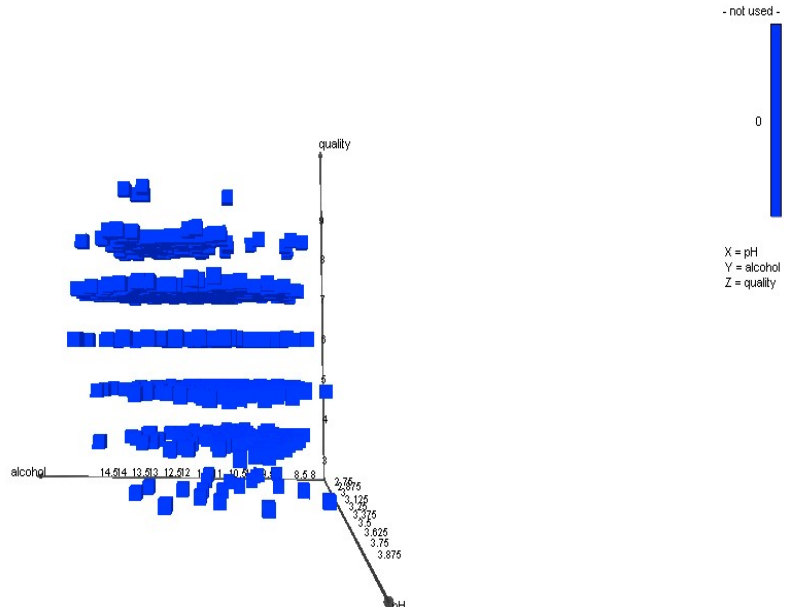
Слика 6.15. Распределба на степенот на киселост, квалитетот и алкохолот на црвените вина

Figure 6.15. Distribution of the degree of acidity, alcohol and quality red wines



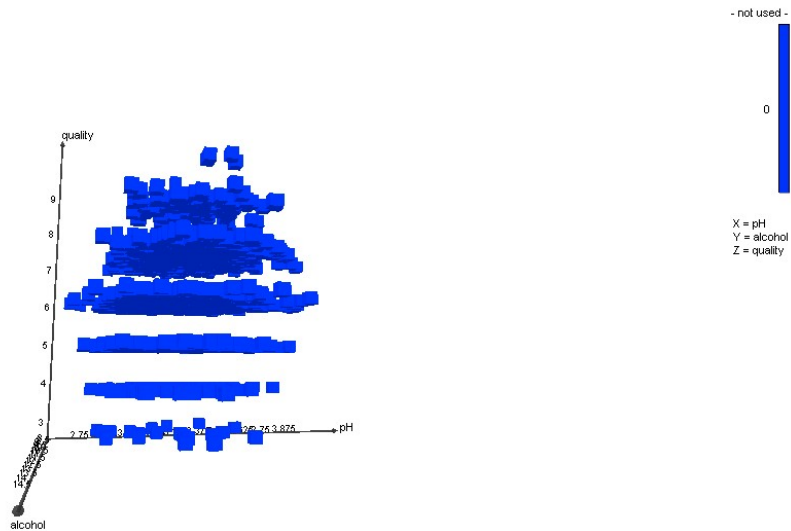
Слика 6.16. Распределба на степенот на киселост, квалитетот и алкохолот на црвените вина

Figure 6.16. Distribution of the degree of acidity, alcohol and quality red wines



Слика 6.17. Распределба на степенот на киселост, квалитетот и алкохолот на белите вина

Figure 6.17. Distribution of the degree of acidity, alcohol and quality of white wines



Слика 6.18. Распределба на степенот на киселост, квалитетот и алкохолот на белите вина

Figure 6.18. Distribution of the degree of acidity, alcohol and quality of white wines

Табела 6.1. Збирна статистика за квалитетот на белите вина

Table 6.1. Summary statistics for quality white wines

Степен на киселост	Број на мерења	Празни мерења	Вкупно мерења	Минимум	Максимум	Средна вредност	Стандардно отстапување
pH	4898	0	4898	2.720	3.820	3.188	0.151

Табела 6.2. Фреквенција на појавување на квалитетот

Table 6.2. Frequency of matching quality

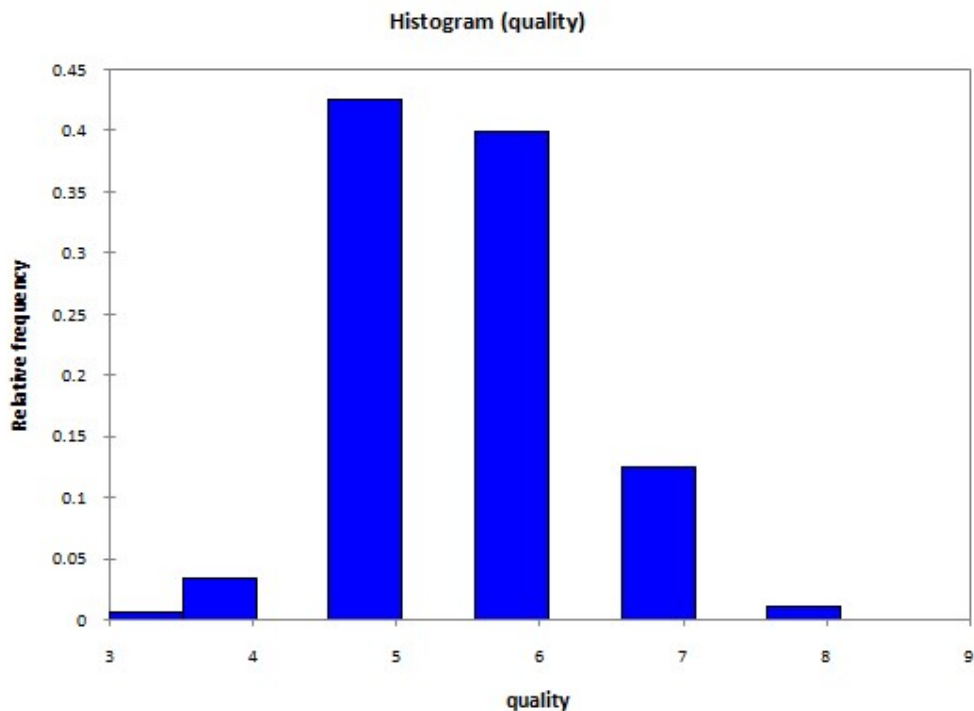
Променлива	Категории	Фреквенција на појавување	Процентуална застапеност %
Квалитет	3	20	0.408
	4	163	3.328
	5	1457	29.747
	6	2198	44.875
	7	880	17.967
	8	175	3.573
	9	5	0.102

Табела 6.3. Збирна статистика за квалитетот на црвените вина

Table 6.3. Summary statistics for quality red wines

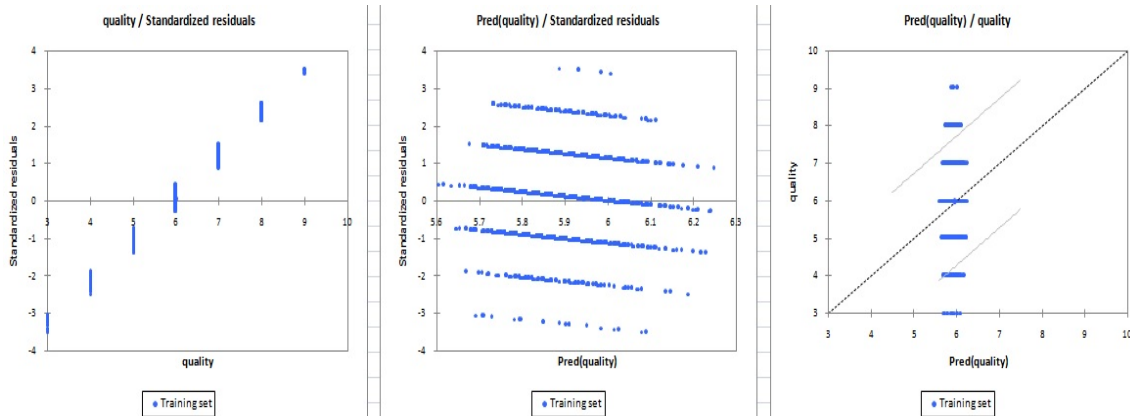
Квалитет	Број на мерења	Празни мерења	Вкупно мерења	Минимум	Максимум	Средна вредност	Стандардно отстапување
Квалитет	1599	0	1599	3.000	8.000	5.636	0.808





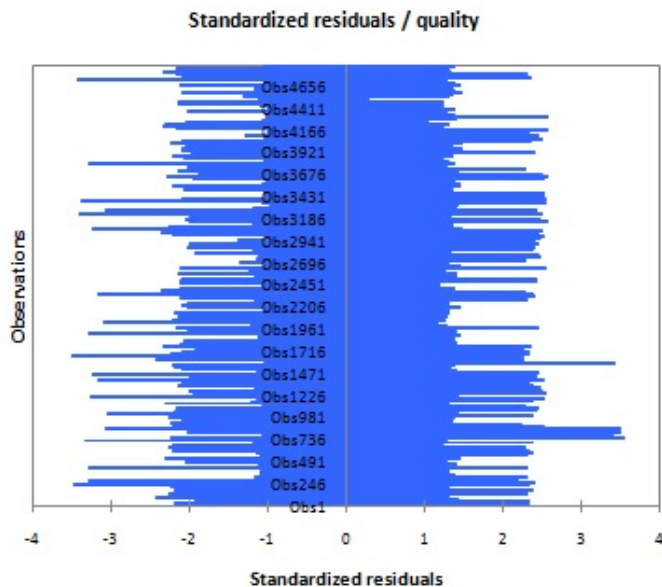
Слика 6.19. Хистограм на квалитет на црвени вина

Figure 6.19. Histogram of quality red wines



Слика 6.20. Линеарна регресија на квалитет на црвени вина во однос на степенот на киселост за црвени вина

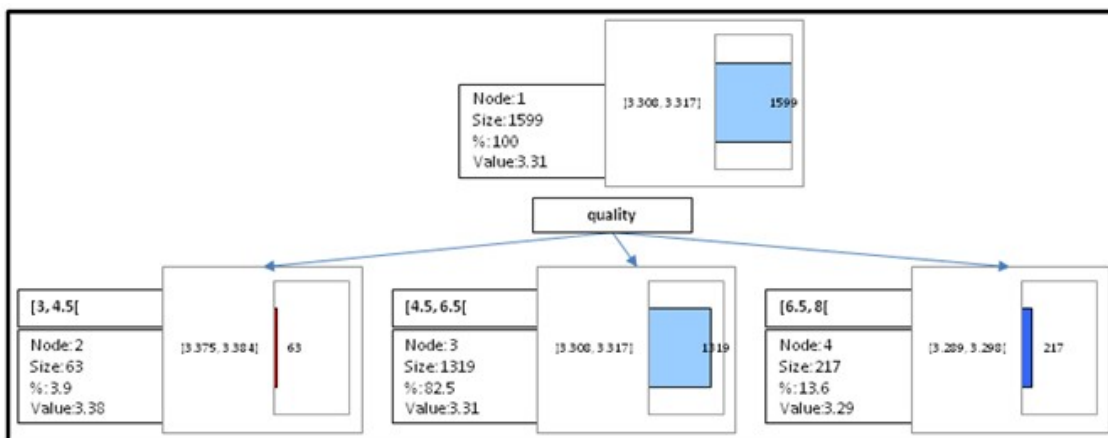
Figure 6.20. Linear regression of red wine quality in the degree of acidity for red wines



Слика 6.21. Стандардизирани остатоци за црвени вина

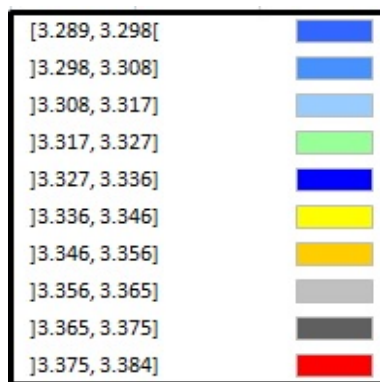
Figure 6.21. Standardized residues for red wines

За добивање на регресивно дрво на одлучување на црвени и бели вина ја користиме методата на синцир (CHAIN). Програмата ги класифицира податоците во регресивно дрво кое е прикажано на слика 6.22 со ниво на значајност од 5%, ниво на праг 5% и број на интервали 10.



Слика 6.22. Регресивно дрво на одлучување за црвени вина

Figure 6.22. Regression tree making for red wines



Слика 6.23. Легенда на вредности во регресивното дрво на одлучување на црвени вина

Figure 6.23. Legend of values in regression tree making red wines

Табела 6.4. Структура на дрво за црвени вина

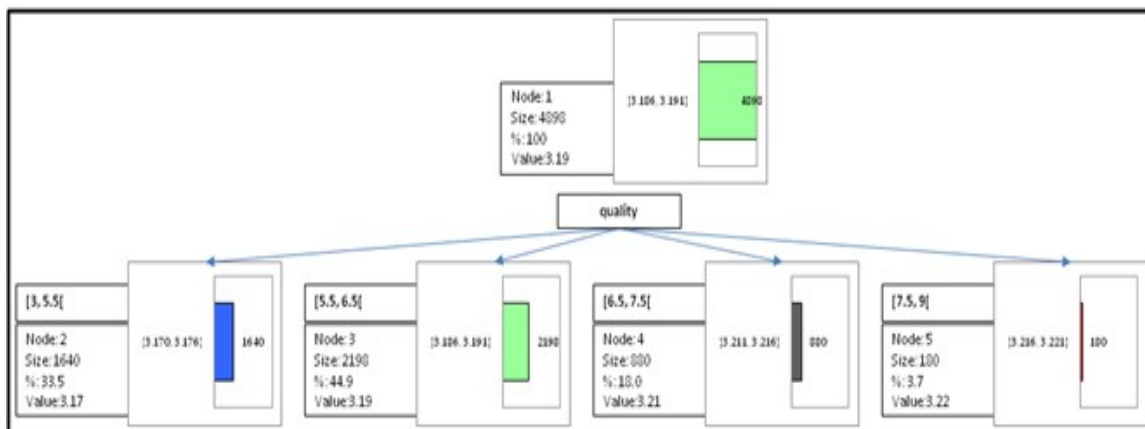
Table 6.4. Tree structure for red wines

Јазол	р- вредност	Објекти	%	Предок јазол	Синов	Променлива за поделба	Вредности
1	0.000	1599	100.00%				
2	0.000	63	3.94%	1		Квалитет	[3, 4.5]
3	0.000	1319	82.49%	1		Квалитет	[4.5, 6.5]
4	0.000	217	13.57%	1		Квалитет	[6.5, 8]

Табела 6.5. Структура на дрво за бели вина

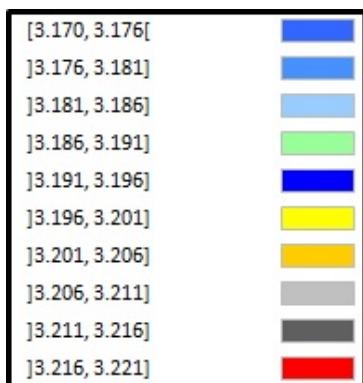
Table 6.5. Tree structure for white wines

Структура на дрво							
Јазол	р- вредност	Објекти	%	Предок јазол	Синов	Променлива за поделба	Вредност
1	0.000	4898	100.00%				
2	0.000	1640	33.48%	1		Квалитет	[3, 5.5]
3	0.000	2198	44.88%	1		Квалитет	[5.5, 6.5]
4	0.000	880	17.97%	1		Квалитет	[6.5, 7.5]
5	0.000	180	3.67%	1		Квалитет	[7.5, 9]



Слика 6.24. Регресивно дрво на одлучување на бели вина

Figure 6.24. Regression tree making white wines



Слика 6.25. Легенда на вредности во регресивното дрво на одлучување на црвени вина

Figure 6.25. Legend of values in regression tree making red wines

Од анализата на регресивното дрво кое е правено со методата ‘CHAIN’ со длабочина до 5 ниво,се заклучува дека квалитетот на виното ќе биде повисок, ако степенот на киселост рН е околу 3.29за црвени вина. Овој податок е добиен со анализа на 1599 извршени мерења од јавно достапна база[70].Од извршената анализа на црвени вина односно од регресивното дрво,се воочува дека доколку степенот на киселост рН е под 3.22 тогаш квалитетот опаѓа. Затоа донесуваме заклучок дека вредноста на степенот на киселост треба да е во граници од 3.2 до 3.9 за да се добие вино со висок квалитет. На одржаниот натпревар за вина во ноември 2016 година во Кавадарци од

целиот Тиквешки регион беа донесени најдобрите 45 вина. Мерењата на степенот на киселост со рН сензорот на фирмата “Vernier” се прикажани во табела 6.6.

**Табела 6.6.** Степен на киселост на најдобрите вина од Тиквешкиот регион за 2016 г.

**Table 6.6.** Degree of acidity of the best wines from the Tikves region for 2016 year.

ШИФРА	СОРТА	рН
Б-4	СМЕДЕРЕВКА	3.58
2-1	РОЗЕ	3.49
Ц-17	ВРАНЕЦ	4.07
Ц-9	КАБЕРНЕТ	3.94
Ц-1	СТРАНУШИНА	3.68
Б-1	СМЕДЕРЕВКА	3.32
Ц-12/1	ВРАНЕЦ	3.93
Б-2	СМЕДЕРЕВКА	3.35
Б-9	РИЗЛИНГ	3.09
Ц-3	ПРОКУПЕЦ	3.38
Ц-13	ВРАНЕЦ	3.51
Б-8	РИЗЛИНГ	3.28
Б-18	РИЗЛИНГ	3.32
Б-17	ЖИЛАВКА	3.07
Б-3	СМЕДЕРЕВКА	3.21
Б-13	ШАРДОНЕ	3.46
Ц-6	МЕРЛОТ	3.53
Б-10	РИЗЛИНГ	3.16
Ц-15	ВРАНЕЦ	3.44
Б-14	СЕВИЊОН БЛАНК	3.37
Ц-16	ВРАНЕЦ	3.57
Ц-20	ВРАНЕЦ	3.61
Ц-24	ВРАНЕЦ	3.39
Ц-19	ВРАНЕЦ	3.57
Ц-27	ВРАНЕЦ	3.45
Б-15	СОВИЊОН БЛАНК	3.28
Ц2	ПРОКУПЕЦ	3.89
Ц-18	ВРАНЕЦ	3.54
Б-11	ШАРДОНЕ	3.51
Ц-12/2	ПРОКУПЕЦ	3.89
Ц-23	ВРАНЕЦ	3.81
Ц-29	ВРАНЕЦ	3.81
Ц-25	ВРАНЕЦ	3.85
Ц-8	СОВИЊОН БЛАНК	3.62
Ц-4	БУРГУНДЕЦ	3.74
12/3	МЕРЛОТ	3.95
Ц-11	КАБЕРНЕТ	3.69

Ц-22	ВРАНЕЦ	3.41
Ц-26	ВРАНЕЦ	3.40
Б-7	РИЗЛИНГ	3.50
Б-5	Р'КАЦИТЕЛИ	3.64
Б-6	РИЗЛИНГ	3.50
Б-12	ШАРДОНЕ	3.68
Ц-21	ВРАНЕЦ	3.64
Ц-28	ВРАНЕЦ	3.42

Од табелата 6.6 може да извлечеме општ заклучок дека само три вина се со степен на киселост под 3.2 и само две вина имаат степен на киселост над 3.9. Ова е јасен показател дека степенот на киселост игра голема улога за квалитетот на вината.

Од вкупно 45 вина кои учествуваа во натпреварот само 5 се надвор од границите продуцирани со методите на податочното рударење преку користење на CHAIN методот.

## 6.1 КАЛКУЛАТОР ЗА ПРЕСМЕТКА НА ПАРАМЕТРИ НА ВИНО

За помош и асистирање при процесот на производство на вино е изработена форма преку која се пресметуваат додатоци на шеќер, киселина, сулфити и алкохол кои се потребни за да се добијат одредени параметри кои треба да ги поседува виното.

Преку оваа форма производителите можат да го постигнат саканиот квалитет на виното. Нормално сите производители се стремат кон највисок квалитет, но често пати во пракса тоа е невозможно бидејќи квалитетот, исто така, зависи од самата суровина, како појдовна точка во процесот на производство. Овие форми често соодветствуваат со практиките кои ги имаат индивидуалните производители на вино.

На слика 6.1.1 е прикажана една форма за пресметка на додатоци за засладување, а направени се исто така и форми за пресметка на додатоци на киселините, сулфитите и алкохолот во резервоарите. Калкулаторот е изработен врз основа на стручна литература од областа на производството на вино [71].

Апликацијата е изработена во вид на калкулатор кој ги пресметува сите потребни додатоци кои енолозите би требало да ги вклучат во процесот на производство на вино, со цел да се постигне подобар квалитет. Апликацијата користи Јава скрипта

која како код е вклучена во HTML кодот на веб-страницата. Преку избирање на соодветната форма се отвораат полињата за внесување на податоци. Во полињата за излез се добиваат соодветно пресметките. Овој калкулатор е проверен во практика преку поголем број мерења кои се направени по автоматски и мануелен пат.

Анализите потврдуваат дека при процесот на производство на вино важат формулите употребени во овој калкулатор. Калкулаторот е подолго време поставен на Интернет и може да се користи од производителите на вино.

Опции

Шеќер

Тип на пресметка:

Сакана вредност за SG - Пресметка на H2O/додаток на шеќер и волумен

Сакана вредност за SG и волумен - Пресметка на H2O/дадоток на шеќер

Сакан додатот H2O/шеќер додаток - Пресметка на резултат за SG и волумен

Засладувач:

Шеќер ▼

	Вредност	Единици
Сакан SG	1.2003	g/mL ▼
Иницијален SG	1.2	g/mL ▼
Иницијален Волумен	1000.0	liters ▼
Потребен Шеќер	1.3933	kg ▼
Потребна Вода	0.0	liters ▼
Резултатен волумен	1000.9	liters ▼

Киселина

Сулфити

Алкохол

Смеса

Разно

Мерни единици

Слика 6.1.1. Форма за пресметка на додатоци за засладување

Figure 6.1.1. Form for calculation of sugar ads

Формулите за пресметка на параметрите се вградени во код на скрипта преку која со помош на post методата се добиваат точните пресметки за да може потоа регулаторот да работи правилно. Во табелата 6.1.1 се прикажани дел од вредностите за додавање на слободен SO<sub>2</sub> во зависност од рН вредноста. Во табела 6.1.2 е прикажана ферментацијата на сок од сорти за производство на бели вина. Во неа се гледа како се зголемува киселоста во зависност од нивото на алкохол, бидејќи шеќерот се претвора во алкохол и од неутрална средина се преминува во кисела средина.

Овие калкулатори им овозможуваат на корисниците точно да определат колку додатоци се потребни за директно да влијаат на квалитетот на виното кое се третира и воопшто на самиот процес на ферментација.

**Табела 6.1.1.** Табела за додавање на слободен SO<sub>2</sub> во зависност од pH вредноста

**Table 6.1.1.** Table to add free SO<sub>2</sub> depending on the pH value

pH	Слободен SO <sub>2</sub> потребен за 0.5 ppm молекуларен SO <sub>2</sub>	Слободен SO <sub>2</sub> потребен за 0.8 ppm молекуларен SO <sub>2</sub>	Слободен SO <sub>2</sub> потребен за 1.5 ppm молекуларен SO <sub>2</sub>
2.9	7	11	20
3.0	9	14	25
3.1	11	17	31
3.2	13	21	38
3.3	16	26	48
3.4	21	33	60
3.5	26	41	75
3.6	32	51	90
3.7	40	64	118
3.8	49	81	148
3.9	63	101	186
4.0	79	128	234

**Табела 6.1.2.** Ферментација на резервоар наполнет со сок од грозје од сортата смедеревка

**Table 6.1.2.** Fermentation tank filled with grape juice variety smeredevka

Време во саати(h)	pH	Алкохол %
0	6.2	0
12	6	0
24	5.2	4
36	4	5.2
48	4.2	10
60	4.1	11



72	4.1	11.3
84	4.2	11.6
96	4.1	11.8
108	4	12.1
120	3.8	12.5
132	3.9	12.8
144	3.9	12.9
156	3.8	13
168	3.5	13
180	3.3	13
192	3.2	13.5

Од табелата 6.2 воочуваме дека киселоста рН и алкохолот се обратно пропорционални и може да се направи математичка равенка која би ги опишала овие два параметри. Како што е претходно спомнато за да се добие највисок квалитет на вино потребно е вредноста на рН да биде во граници ( 3.2 - 3.7) единици.

Во анализата се употребени преку осум илјади мерења од база достапна на Интернет [70]. Овие мерења се со точно дефиниран квалитет од енолози. Програмот за машинско учење недвосмислено враќа резултат за зависноста на квалитетот од степенот на киселост, количината на сулфур и алкохол во виното. Начинот на пресметка на потенцијалниот алкохол е прикажан во пример 6.1.1 Со оваа пресметка се добива потенцијалниот алкохол во зависност од почетната специфична тежина на течноста и моменталната специфична тежина. Формите за мануелно внесување на податоци се прикажани на сликата 6.1. Овие формули се добиени со анализа и пресметки преку програмот XLSTAT.

**Пример 6.1.1.** Пресметка на потенцијален алкохол

**Example 6.1.1.** Calculate the potential alcohol

Иницијален Брикс - Англ. Initial °Brix, ИБ;

Моментален Брикс - Англ. Current °Brix (refractometer), ТБ;

Почетна специфична тежина - Англ. Initial Gravity, ИСТ;

Моментална специфична тежина - Англ. Current Gravity (SG), СТ;

Моментална специфична тежина - Англ. Current Gravity (°Brix hydrometer), ТСТ;

Вистински Брикс - Англ. True °Brix, ТБ;

Потрошен Шеќер - Англ. Residual Sugar (g/L), ПШ;

Моментална вредност на алкохол – Англ. Current alcohol (%v/v), ТА

$ИСТ = 1.000898 + 0.003859118 * ИБ + 0.00001370735 * ИБ * ИБ + 0.00000003742517 * ИБ * ИБ * ИБ$ ;  
 $СТ = 1.001843 - 0.002318474 * ИБ - 0.000007775 * ИБ * ИБ -$

$0.000000034 * ИБ * ИБ * ИБ + 0.00574 * ТБ + 0.00003344 * ТБ * ТБ + 0.000000086 * ТБ * ТБ * ТБ$ ;

$ТА = 0.93 * ((1017.5596 -$

$(277.4 * СТ) + (1.33302 + 0.001427193 * ТБ + 0.000005791157 * ТБ * ТБ) * ((937.8135 * (1.33302 + 0.001427193 * ТБ + 0.000005791157 * ТБ * ТБ)) - 1805.1228)) * (СТ / 0.794))$ ;

$ТСТ = 143.254 * СТ * СТ * СТ - 648.670 * СТ * СТ + 1125.805 * СТ - 620.389$ ;

$СИ = (2 * \text{Math.sqrt}(626159497) *$

$\text{Math.sqrt}(35209254016727200 * ТА + 448667639342033000) -$

$33520822512398) / 841662180975$ ; променлива =  $СТ - (1 - (СИ / 1000)) + 1$ ;

$ТБ = 143.254 * \text{променлива} * \text{променлива} * \text{променлива} - 648.670 * \text{променлива} *$

$\text{променлива} + 1125.805 * \text{променлива} - 620.389$ ; ПШ =  $ТБ * СТ * 10$ ;

При секој нов влез на податоци за моменталните шеќерни единици, податочната база прави пресметка користејќи ја соодветната формула. Податокот од пресметката се враќа во табелата која ги чува податоците од мерењата за секој од сензорите поединечно. На овој начин се гради интелигентна податочна база, која во секој момент може да врати анализа за внесените податоци од страна на сензорскиот модул.

## 6.2 УРЕД ЗА НАМАЛУВАЊЕ НА МЕТАЛИТЕ ВО РЕЗЕРВОАРОТ СО ВИНО

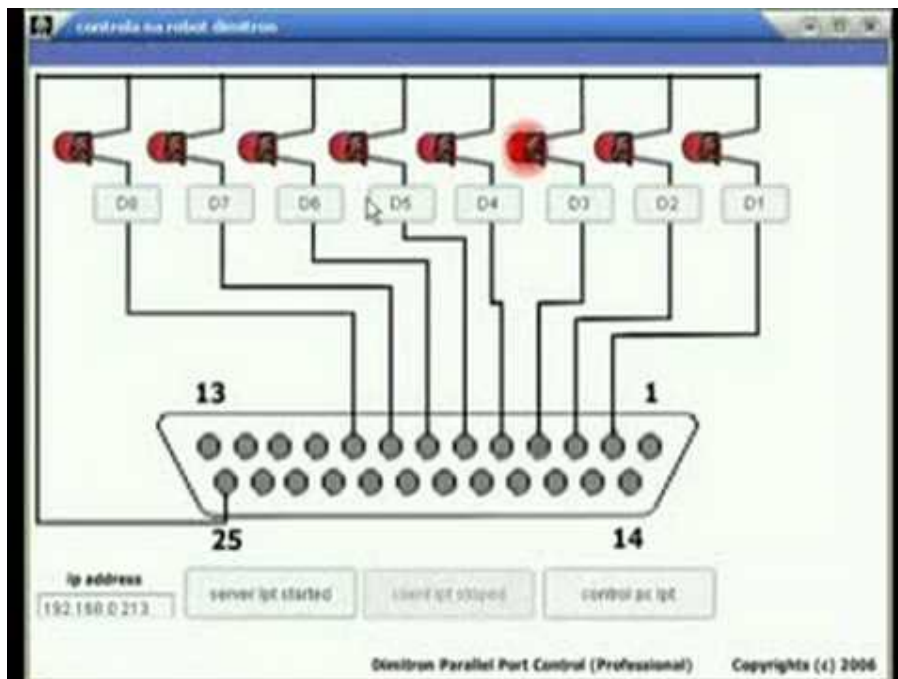
Во ова поглавје се опишува уред за времено користење на електрична струја за отстранување на тешките метали во виното. Грозјето кое се употребува како суровина за производство на вино во себе секогаш содржи различна количина на тешки метали, кои може да влијаат различно на здравјето на корисниците. Концентрациите на металите не смеат да ги надминат лимитите кои на интернационално ниво за Бакар(Cu) се под 2mg/L, за Цинк(Zn) под 5mg/L, за Алуминиум под 8 mg/L, за Кадмиум под 0.01 mg/L, за Олово(Pb) под 0.25 mg/L, за Арсен(As) под 0.1 mg/L.

Затоа во овој труд се опишува решение кое е иновативно и исто како и останатите модули е со релативно ниска цена на чинење. Кога виното ќе се стабилизира се лади на ниска температура од -3 до -5 степени Целзиусови. Откога ќе престане процесот на ферментација, во резервоарот се поставуваат две електроди кои по состав се од најквалитетна прехранбена легура на хром и никел. Едната електрода е поврзана на минус додека другата е поврзана на плус. Електродата која е на плус е поставена во пластичен сад кој е потопен со електродата во резервоарот.

Тешките метали под влијание на електростатичкото поле предизвикано од напонот се придвижуваат од негативната електрода кон позитивната. Напонот помеѓу нив се управува од далечина преку посебна управувачка веб-страница. Модулот генерира напон соодветен од 1 до 30 волти. Како поминува времето напонот се намалува. За време помалку од еден саат во садот кој е потопен заедно со втората електрода се концентрираат сите метали. Пластичниот сад од кога ќе заврши потребното време зависно од волуменот на резервоарот се крева полека од резервоарот автоматски и се истура во отпадниот истек со помош на мала пумпа која е поставена во него. Ова решение може да послужи и за третман на обична вода за пиење.

Преку мерењата на концентрацијата на металите пред и по третманот може да се заклучи дека концентрацијата на метали е намалена во границите од 20 до 30 проценти. Уредот за чистење на виното од тешки метали може да се управува и преку Интернет преку директно активирање на различен напон од клиентската страна.

Управувањето на далечина е реализирано преку програма која ја користи паралелната порта за влез и излез на податоци. На сликата 6.2.1, е прикажана оваа едноставна програма, која не бара инсталација на дополнителни програми за да работи правилно.



Слика 6.2.1. Програма за управување на паралелна порта на оддалечен компјутер

Figure 6.2.1. Program management of a parallel port on a remote computer

Програмата овозможува управување на локална и оддалечена паралелна порта. На формата која е прикажана на слика 6.2.1, со кликање на секоја од осумте диоди визуелно се гледа дали командата е извршена на другата страна. Оваа програма се управува и преку мобилен телефон. Апликацијата е изработена во Јава и работи на сите мобилни телефони кои подржуваат J2ME. Ваквиот начин на управување на далечина е успешно проверен во практика.

Првично намената беше за физичко рестартирање на 8 сервери поставени на далечина. Ваквиот начин на давање на команда преку Интернет овозможува да не одиме рачно да го ресетираме оној сервер кој заглавил при работата. Доколку серверот не направил рестарт тогаш диодата нема да засвети. Со тоа со сигурност го

знаеме исходот од зададената команда. Протоколот кој се користи е TCP/IP. Апликацијата е изработена во професионална верзија Adobe Flash Professional CS.

Оваа апликација покрај тоа што може да се управува преку мобилен, исто така се управува и преку PHP скриптана компјутер. СоPHP скрипта директно на веб адреса се отвора форма преку која се активира секоја од саканите диоди визуелно прикажани на слика 6.2.1. Со оваа програма се стартува процесот на чистење на металите во виното. Можно е поврзување на осум резервоари со уредите со кои се отстрануваат металите од виното.

Секој од резервоарите има мал пластичен сад кој е направен од прехранбена пластика. Во секој од овие пластични садови има електрода која е поврзана соодветно на напон кој доаѓа од извор на напојување. Овој пластичен сад е потопен во виното. Преку програмата се стартува уредот со поврзување на напон кој доаѓа од врската со релето и со тоа започнува процесот на чистење на виното од металите и соединенијата кои содржат метали во себе. Другата електрода е поставена во внатрешноста на самиот резервоар.

Струјата која тече е со мала вредност и не влијае негативно на квалитетот на виното. Бидејќи електродите се од марка на челик кој не рѓосува нема да наштети и повисока струја. Заматеноста на пластичниот сад може да се следи преку соодветна видео врска. Камерата е поставена во внатрешноста на резервоарот. Камерата го пренесува видеосигналот преку Интернет на посебна порта која е уникатна за оваа камера. Секој од резервоарите се третира посебно, во зависност од тоа колку е виното полно со овие метали, кои претставуваат штетни состави по здравјето на консументите на овој пијалак.

## 7. СИСТЕМ ЗА СУПЕРВИЗОРСКА КОНТРОЛА И ПОДАТОЧНА МАНИПУЛАЦИЈА

Нагледувањето и контролата на процесите кои се прикажани во оваа докторска дисертација, реализирани се во лабораториски услови и во реална винарија. Опремата е инсталирана во локална винарија во Кавадарци. При тестирањето се покажаа задоволителни резултати и стана возможно да се заменат постојните методи со автоматски методи на управување на процесите на далечина. Во денешно време постојано се нудат многу комерцијални системи на пазарот кои се покажуваат како доста стабилни, флексибилни и практични.

Со користење на програмски развојни алатки кои се бесплатни, ни се овозможува развој на апликации за управување на системи на далечина со ниска цена на чинење. Ваков еден пристап нуди реализацијата на SCADA системите кои во потполност се докажаа како системи кои ги задоволуваат потребите на корисниците кои оперираат со ваквите системи.

Со одредена доза на сигурност при користењето на апликациите кои работат во мрежа и со земање во обзир на временските каснења кои се јавуваат во реален мод на работа, ваквите системи си го наоѓаат своето место на пазарот на системи управувани на далечина.

Успешноста на апликацијата во веб базираниот систем, во нашиот случај интернет базираниот систем на управување е ефективно реално време на процесирање и трансферот на податоци преку Интернет. Во овој дел од докторскиот труд опишуваме дизајн на генеричка виртуелна винарија со виртуелни инструменти кои се користат во реално време како експеримент на Факултетот за информатика.

Оваа виртуелна винарија има пристап во реално време до сите процеси кои се одвиваат во реалната винарија. До овие инструменти може слободно да се пристапи во секое време доколку имате соодветен пристап. Интернет базираната лабораторија управувана на далечина е базирана на клиент сервер компјутерска конфигурација. Серверот е оддалечен колку што е и клиентот од самата винарија, за да може да се тестира системот и да се отстранат сите пречки при извршување на командите кои се пренесуваат од клиентот до серверската страна и од таму до реалната винарија.

Клиентот кој управува со протоколот за пренос може да одбере помеѓу асинхронно и синхронно земање на одбирачи на сигналите. Во зависност од далечината се одбира соодветниот модул на работа. Дизајнирање на сетот од експерименти е прв степен кон изработка на винаријата управувана на далечина. За супервизорска контрола и аквизиција на податоци користиме **SCADA** (supervisory control and data acquisition) систем.

Хипотезата која си ја поставуваме во овој дел од трудот е тоа дека денешните технологии ни нудат пресликување од просторот на оригиналите во просторот на сликите и обратно. За далечинско управување и контрола на операциите со кодирани сигнали преку комуникациски канали овие системи за супервизорска контрола и аквизиција на податоци се најсоодветни. Управувањето на системи на далечина често се изведува со вакви системи.

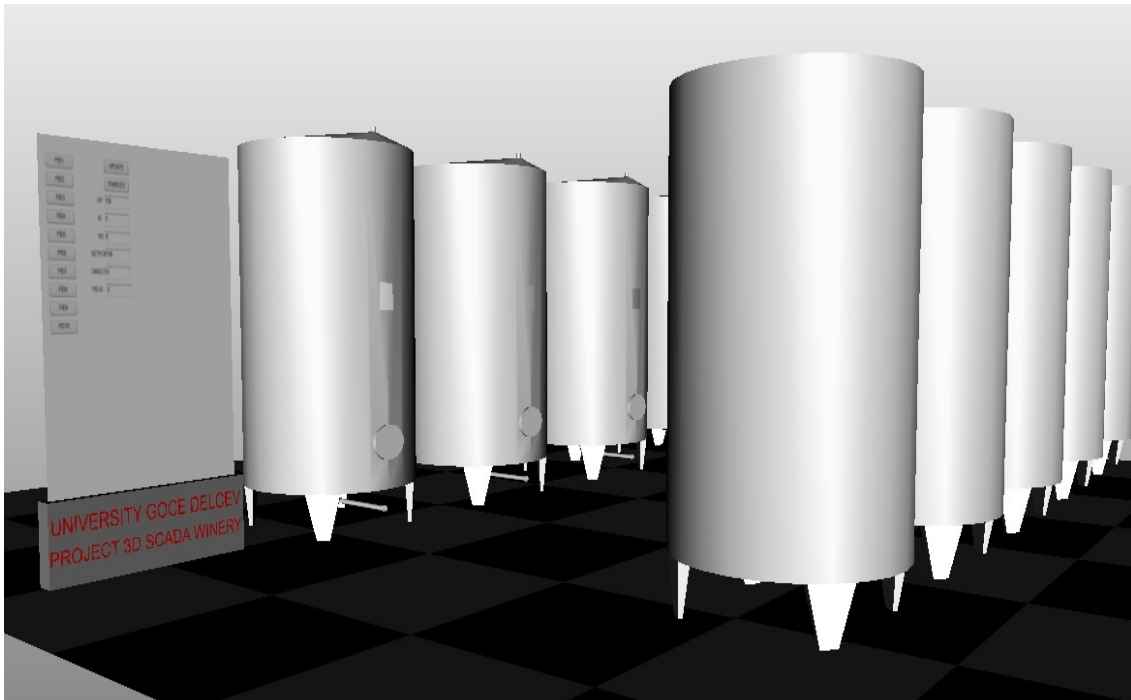
Во нашиот пример со винаријата изработен е идентичен 3D модел на сите десет резервоари во винаријата. Тие се прикажани на слика 7.1, каде на самиот почеток е поставен главниот модул за управување на сите регулатори. Времето на извршувањето на една команда е под 0.631 секунда. Ова е време кое ги задоволува сите потреби за квалитетна регулација на ваков системски тип.

Доколку системот кој се управува е поблиску до веб-серверот тогаш и времето на извршување ќе биде пократко. Системот кој се опишува во ова поглавје овозможува регулација на температура при ферментација и стабилизација на виното. Овој систем враќа аларм известување за секоја температура во резервоарот која не е во границите кои се утврдени за бели и црвени вина.

Сензорот за мерење на температурата е дигитален и растојанието меѓу резервоарите на кои е поставен и контролниот управувачки модул нема големо влијание врз него. Во секој од резервоарите прикажани на сликата 7.1, има поставен уред за загревање и ладење на резервоарот кој се управува преку Интернет на далечина.

Управувањето е со популарните PID регулатори кои како математички модул се проверени во пракса и од ден на ден се подобруваат постојано преку новите техники кои вршат додавање на компензатори кои системот не го поместуваат од рамките на стабилност. Ова е возможно бидејќи управувањето се врши преку компресорски уреди кои се вклучуваат и исклучуваат со реле кое се активира на далечина интерактивно во 3D свет.

Во табелата 7.1 е прикажано времето на извршување на командите и отстапувањата од средната вредност на извршување. Виртуелната винарија се управува со едноставни движења со помош на стрелките од тастатура или со движење со помош на компјутерското глумче. Во пракса апликацијата нема падови и се одликува со минимално трошење на процесорското време за приказ на 3D моделите. Бидејќи моделите се оптимални и со мал број на триаголници, имаме чувство дека се движиме со леснотија без при тоа сликата да подзастанува и да има какви било непријатни движења со какви и да е заглавувања помеѓу објектите. Колизижата е на највисоко ниво, преминот во внатрешноста на резервоарите и формите за приказ во 3D е невозможен.



**Слика 7.1.** 3D интерактивна виртуелна винарија управувана на далечина

**Figure 7.1.** 3D interactive virtual winery operated through the distance

Во табелата под реден број 7.1, е прикажано времето кое е потребно за да се изврши една команда од овој 3D модел до системот кој е поставен на серверска страна.



Табела 7.1. Приказ на вредности за времето на извршување на командите

Table 7.1. Values for the time of execution of commands

Реден број на тест	Вкупен број на успешно извршени команди во една минута	Просечно време на извршување на една команда во една секунда(s)	Разлика од средната вредност на извршување	Средна вредност на извршување
1	97	0.618	-0.001	0.619
2	99	0.606	-0.013	0.619
3	96	0.625	0.006	0.619
4	95	0.631	0.012	0.619
5	98	0.612	-0.007	0.619
6	95	0.631	0.012	0.619
7	96	0.625	0.006	0.619
8	97	0.618	-0.001	0.619
9	98	0.612	-0.007	0.619
10	98	0.612	-0.007	0.619

Температурата се поставува во граници од -5 до 25 степени во зависност дали го вршиме процесот на ферментација или процесот на стабилизација и соодветен третман. На секој од резервоарите се покажуваат параметрите поединечно. Ова решение нуди напреден визуелен приказ каде корисникот интерактивно се движи по виртуелната винарија. За да се провери дека системот правилно функционира направени се повеќе тестови во кои се вклучени повеќе корисници кои ја користат апликацијата истовремено. Секој од повиците се извршува последователно во зависност од времето во кое е зададена командата. Целиот систем функционира преку податочна база во позадина во која се снимаат сите вредности од сензорите и претходно зададените параметри. Ова се остварува преку главниот панел само на почеток и на секој од резервоарите поединечно посебно за секого. Вака изградената апликација е лесна за работа и нуди приказ на сите настани во реално време со максимално каснење од 631[mS]. Во ова време се реализираат сите настани поврзани со преносот и приемот на податоците, преку сите сервери кои учествуваат во настаните кои се поврзани со управувањето и работата на податочниот драјвер задолжен за снимање и читање на податоците од податочната база.

## 7.1 ОПИС НА VRML

Во овој дел од докторската дисертација најпрвин е даден краток опис за VRML форматот. Во овој формат се опишуваат тридимензионални светови и објекти. Го опишуваме начинот на креирање комплексен свет во VRML. Во овој виртуелен свет ќе биде вгнездена главната апликација преку замена на текстурите со Flash апликација. Во главно идејата е да не користиме пристап до апликацијата на класичен начин преку корисничко име и лозинка, туку со пронаоѓање на 3D објектот преку движење врз него.

Ако се изработи солидна мапа со скриени врати и простории ова може да биде доста комплексно. Нормално ова никако не ограничува да поставиме и лозинка со класична заштита. Формат на датотека за опис на тридимензионални светови и објекти претставува Virtual Reality Modeling Language (VRML). Работата со него ни е овозможена преку интернет мрежи и системи кои имаат локални клиенти.

VRML форматот на датотека е со тенденција да биде формат кој ќе биде универзална замена за интерактивната мултимедија и 3D графика. Примена има во инженерски области, како што се: инженерските и визуелизациите од научен карактер, презентации од мултимедијален карактер, забавни проекти, едукативни проекти, интернет веб-страници и светови кои се виртуелни.

3D аналогија на HyperText Markup Language (HTML) јазикот претставува VRML формат. Датотеката од овој тип е пишувана во ASCII код и со екстензија “.wrl”. Оваа екстензија доаѓа од англискиот назив за свет “world”.

Бидејќи датотеката од овој тип се пишува во ASCII може да се користи текстуален едитор преку која ќе се создаваат вакви тридимензионални светови. Користиме повеќе алатки за креирање на овие светови за да се избегнат грешките при пишувањето и да се забрза изработката на 3D светот без да го отвораме целиот програмски код.

Карактеристики на VRML се можностите за приказ на динамички и статични 3D објекти кои се од мултимедијална природа преку остварување на врски со други медиуми, како што се: слики, филмови, текстови и звуци.

Програмите за креирање на датотеки се достапни за многу од досега познатите платформи. За да бидат дефинирани нови 3D објекти им се овозможува на апликациските куќи да развиваат оперативни и интерни екстензии врз основа на базичните стандарди.

Структурата на датотеката се состои од следните поголеми функционални компоненти: сценски граф, прототип, заглавие и следни страни.

Со ваква содржина датотеката е спремна за интеракција и презентација со помош на програмите кои ги извршуваат овие текстуални датотеки во веб пребарувач.

Системот изработен во VRML се одликува со едноставност и логичност. За да пристапиме до датотека од овој тип потребно е да е сместена на веб-страница или на некој локален диск со потребната екстензија “.wrl”.

Преку VRML интерпретер овој модел се чита и потоа се прикажува во рамката која ја креира програмот. Активниот корисник има можност да ги менува останатите параметри и аголот на гледање врз основа на што се прикажуваат погледите на овој тридимензионален модел. На дизајнерите им се овозможува поддршка за вметнување на каков и да е мултимедијален запис. Целта на овој труд е да се покаже на оригинален начин природна заштита на програмата. Најпрво се креира “VRML” свет во “3D Studio Max” кој ќе биде со поголеми димензии и потоа се екпортира во документ со екстензија “.wrl”. Потоа во соодветен едитор се вметнува код со кој во некој дел од него се сместува Flash апликацијата.

## 7.2 АПЛИКАЦИЈА ЗА ВЕБ-СЕРВЕР ЗА РЕГУЛАЦИЈА НА ТЕМПЕРАТУРА

Решението кое се применува е изработениот модул конектор до главната база, задолжен за евидентирање и препраќање на сите податоци. Сензорскиот модул ги презема податоците од сензорите и преку микроконтролерот PIC18F67J60 ги препраќа на серверска страна во податочната база. Апликацијата изработена за овој труд е развиена во програмот MPLAB IDE v8.10. Овој сензорски модул ги презема податоците од сензорите и директно ги препраќа во податочната база.

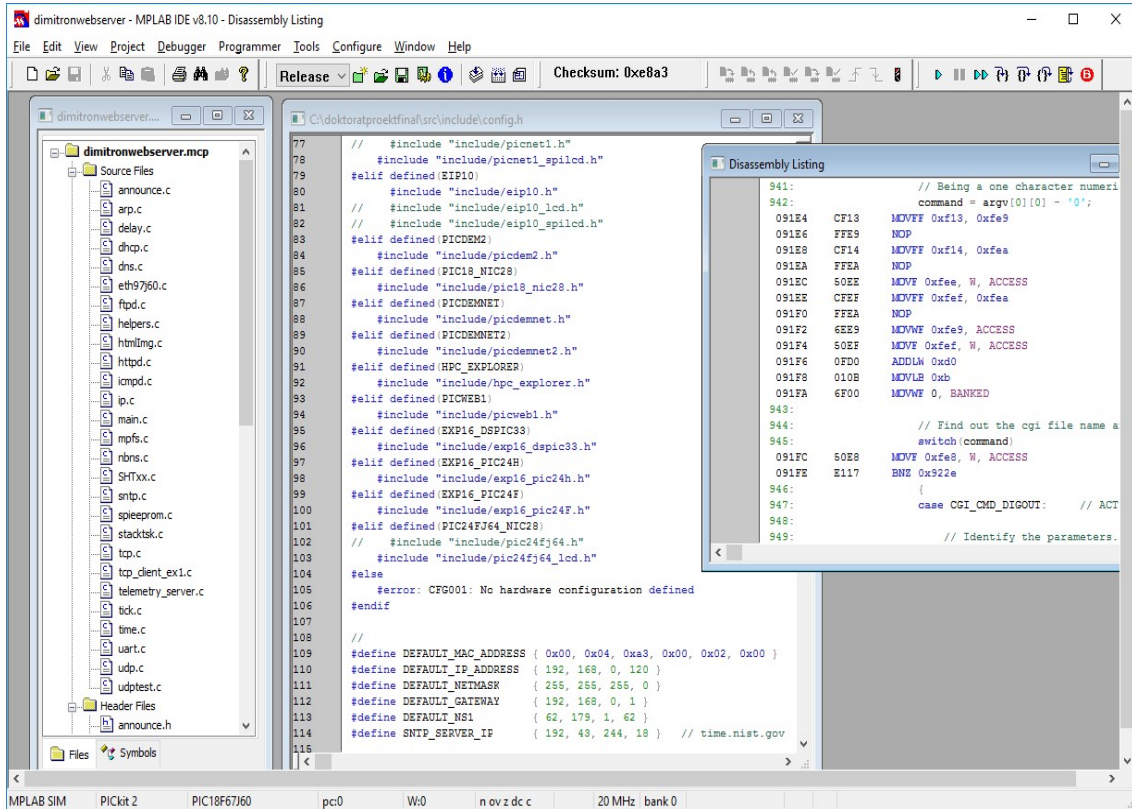
Целата електроника се сведува на еден микроконтролер кој е специјално направен да може да ги има во себе сите протоколи за праќање и примање на командите од серверска и клиентска страна.

Во оваа апликација ги имаме вклучено сите постојни команди на TCP/IP протоколот. Предложеното решение има ниска цена на чинење, а се одликува со стабилност и беспрекорна работа (слика 7.2.1). Измерените податоци се праќаат назад кога се конектираме на TCP 7777 порта и периодично се снимаат во податочната база преку скрипта. Ова го правиме преку конфигурација во програмот со внесување на таргет хост и таргет скрипта фајл преку кој праќаме наредби преку POST метод.

Во оваа работна верзија имаме директно поврзување на микроконтролерот со мрежниот кабел. Протоколите кои се користат се TCP/IP (Прилог 4). Веб-серверот со PIC18F67J60 микроконтролерот кој е 8 битен и има голема флеш меморија од 128 KB со интегриран Ethernet controller/PHY сличен или скоро идентичен со ENC28J60 овозможува креирање на системи управувани на далечина.

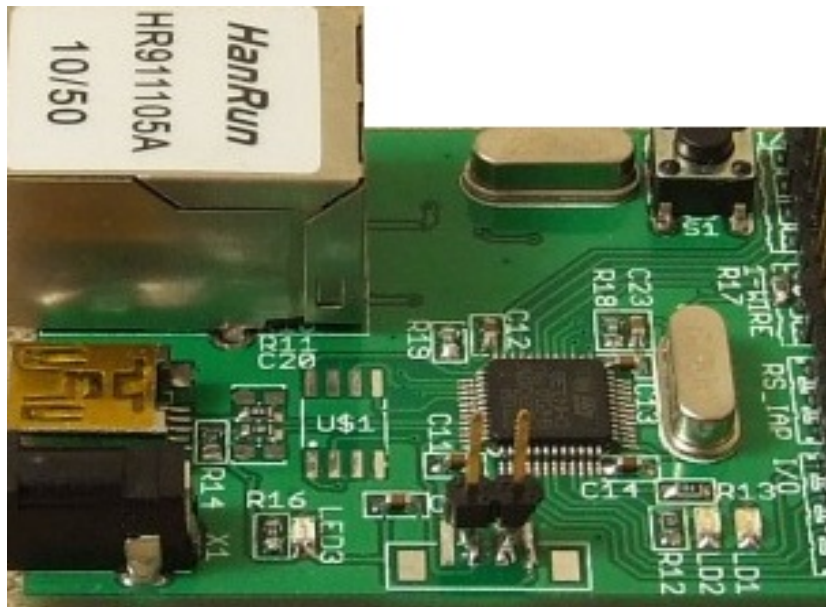
На електричната шема прикажана на слика 7.2.3, се прикажани сите врски кои постојат помеѓу елементите и овозможуваат овој модул да се поврзе на мрежен кабел и преку него да опслужува клиенти. Оваа апликација се одликува со висока стабилност, му овозможува на контролорот непречена работа во извршување на инструкциите, сите прекини се прават соодветно на секој од настаните поединечно.

Доколку сакаме да го видиме програмскиот код во асемблер тогаш имаме увид преку користење на алатката за листинг на код во асемблер, која е прикажана на слика 7.2.1 во централниот десен дел.



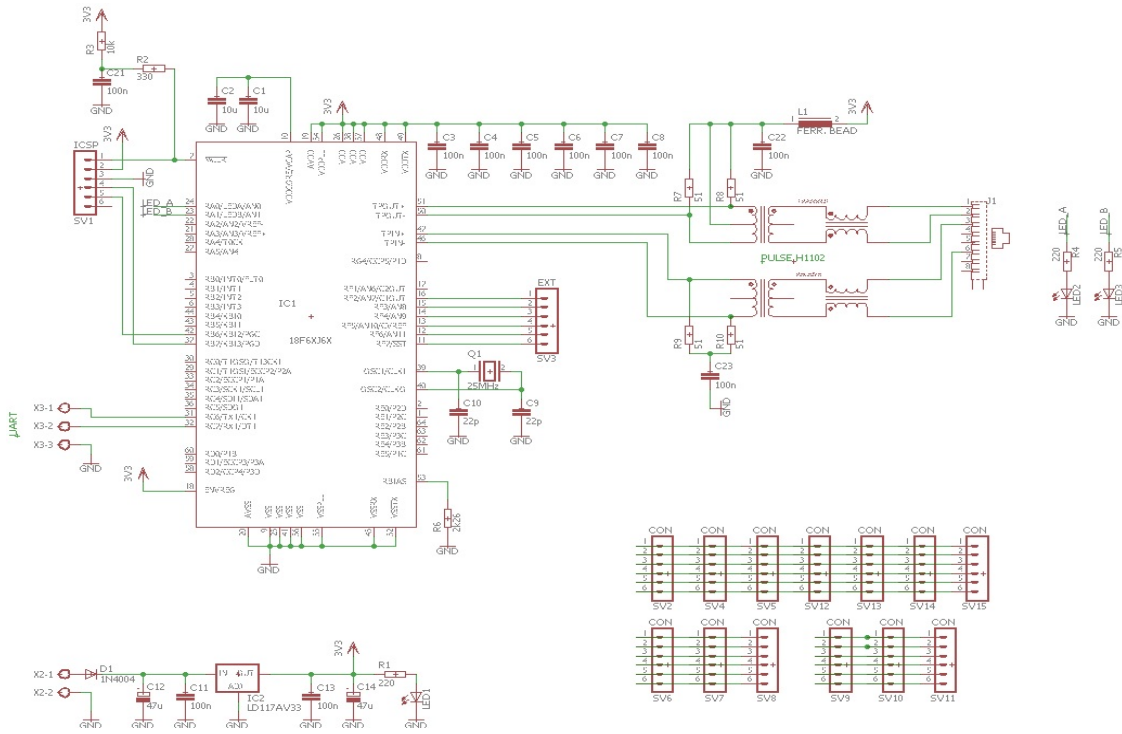
Слика 7.2.1. Апликација за микроконтролерот 18F67J60

Figure 7.2.1. Application for microcontroller 18F67J60



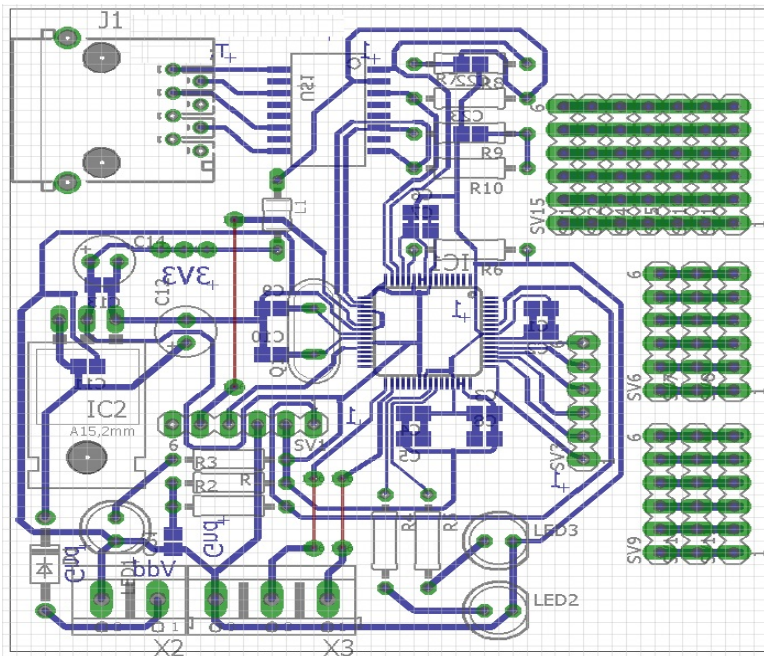
Слика 7.2.2. Работна верзија на микроконтролерот 18F67J60

Figure 7.2.2. Draft of microcontroller 18F67J60



Слика 7.2.3. Електрична шема на веб серверот

Figure 7.2.3. Electrical scheme of the web server



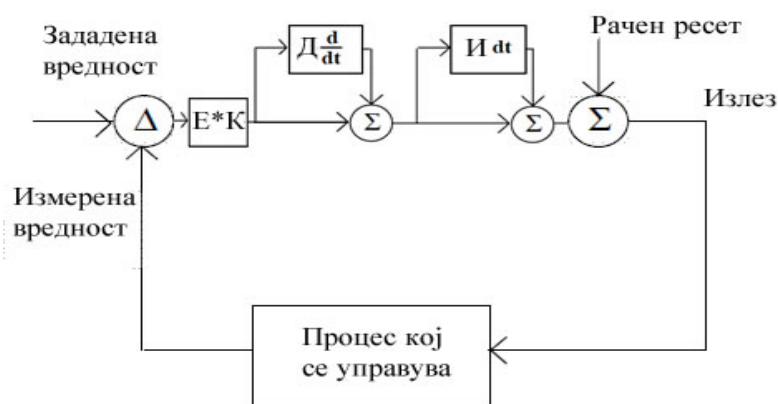
Слика 7.2.4. Шема со распоред на елементите и врските на веб-серверот

Figure 7.2.4. A pattern layout of widgets and links to the web server

Во апликацијата е вметнат алгоритам кој се користи за програмирање на микроконтролерот. Ова е направено за да може навремено да го активира системот за ладење и греење во зависност од зададената вредност.

Следниот PID алгоритамски код се користи во системот за автоматско управување и регулирање:

1. Ако моде = 'Автоматски' тогаш
2. Излез\_Диференцијатор = Излез + (Излез – Излез\_Последен) \* Диференција \* 60
3. Излез\_Последен = Излез
4. Грешка = Излез\_Диференцијатор – Зададена\_Вредност
5. Ако Акција = 'Директна' Тогаш
6. Грешка = 0 – Грешка
7. Излез\_Од\_Регулатор = Излез\_Од\_Регулатор + Коефициент\_Пропорционален\*(Грешка – Грешка\_Претходна + Ресет\*Грешка + Коефициент\_Диференцијален\*(Грешка – Грешка\_Последна\*2+Грешка\_Пред\_Последна))
8. Грешка\_Пред\_Последна = Грешка\_Претходна
9. Грешка\_Пред\_Последна = Грешка
10. Грешка\_Последна = Грешка
11. Ако Излез\_Од\_Регулатор >255 тогаш Излез\_Од\_Регулатор = 255. Ако Излез\_Од\_Регулатор < 0 тогаш Излез\_Од\_Регулатор = 0



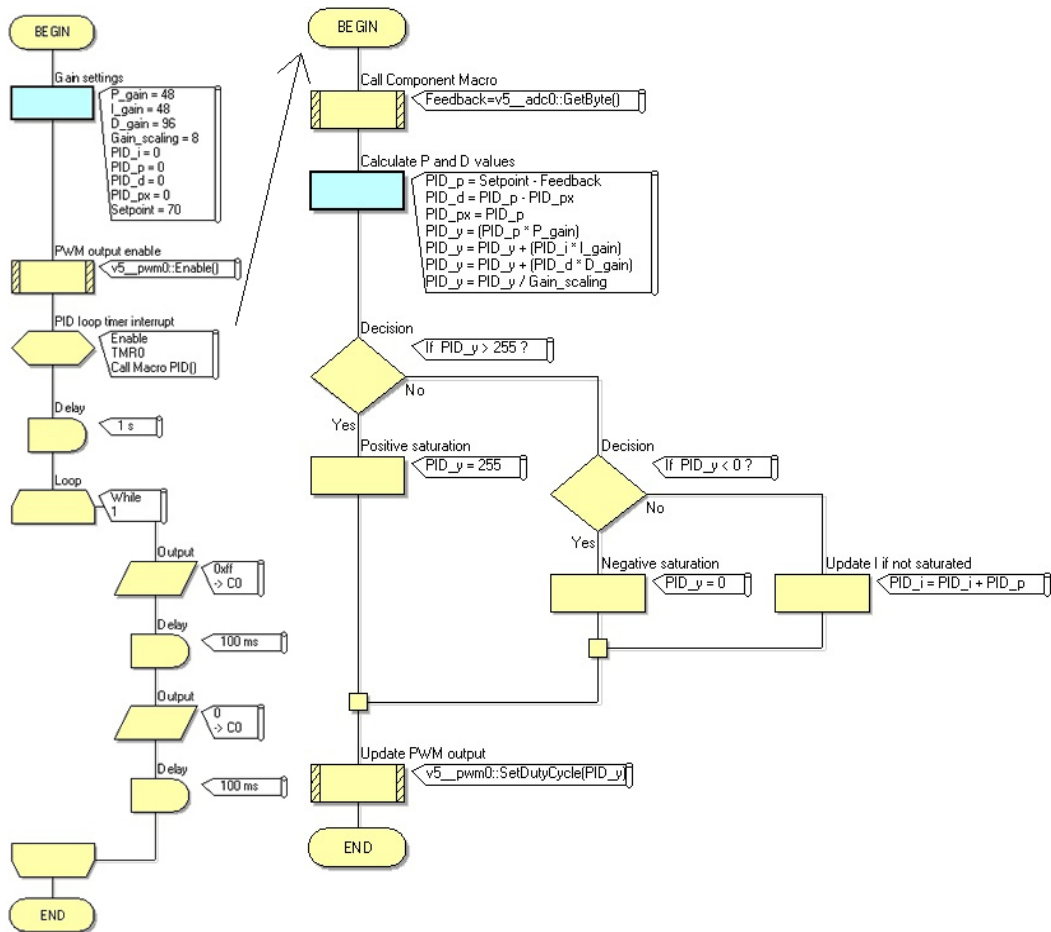
Слика 7.2.5. Затворена јамка на процес кој се управува со пропорционален интегрален и диференцијален регулатор

Figure 7.2.5. Closed loop process that is managed and proportional integral differential regulator



Со вградување на компензатор кој го моделираме во програмот SISO TOOL во програмскиот пакет MathLab ги дефинираме границите на стабилност за да можеме да ги поставиме соодветно компараторите после блокот на PID регулаторот. Преку соодветна симулација во програмскиот пакет MathLab правиме симулација на стабилноста на системот и визуелно го воочуваме управувањето кое го вршиме.

Ова се прави со цел да се заштеди на дополнителната енергија која ни ја троши класичниот PID регулатор. Тоа се случува бидејќи системот ја преминува зададената точка за да ја постигне зададената вредност се активира диференцијаторот и после тоа пак се активира интеграторот и така се додека грешката не дојде на нула не престанува регулацијата. Овие предвидувачки компензатори се користат во поново време насекаде каде заштедата на енергијата е од највисок приоритет.



Слика 7.2.6. Блоквски програм на пропорционален, интегрален и диференцијален регулатор

Figure 7.2.6. Program blocks of proportional integral and differential regulator



Опишаниот алгоритам е вметнат во програмот на микроконтролерот и штом се активира управувањето почнува автоматската регулација во зависност од параметрите кои се поставени во базата во табела под име “pid”.

Во оваа табела се запишуваат и читаат сите параметри за секој од резервоарите посебно. Во неа се чуваат податоци за уникатниот регистрационен број на резервоарите, дали регулацијата е активна, на која температура да се постави регулацијата, температурна адреса, адреса за прекин, коефициент за пропорционален регулатор, коефициент за интегрален регулатор, коефициент за диференцијален регулатор, насока на регулација и должина на прозорец.

На слика 7.2.6 е прикажано програмското решение на регулацијата која ја извршува микроконтролерот. На левиот дел од сликата е прикажан главниот дел од програмот, на десниот дел е макро програмот кој се повикува преку интерапт прекин кој е од временски карактер.

Во зависност од прочитаната вредност од сензорот се активира дејството на регулаторот. Излезната величина претставува генератор на моќност, поточно колку се доближуваме до саканата вредност моќноста се намалува. На овој начин даваме од микроконтролерот поведение кое потоа се пренесува до уредот за вклучување и исклучување кој е задолжен за греење и ладење на резервоарот.

Овој модул благодарение на карактеристиките на микроконтролерот pic18f67j60 се одликува со следните карактеристики: далечинска контрола на 5 аналогни излези, еден од нив е искористен за имплементација на реле за вклучување на системот за ладење на резервоар, 4 логички влезови, конектор за поврзување на NTC термистор, 1-WIRE BUS (RJ11 connector) за влезен сензор DS18B20 - максимум 4 сензори, мерења на напон до 35 [V] волти, со точност од +/- 0.1[V] волти, мерења на струја до 3 ампери со точност од +/- 10[mA].

Целото хардверско решение се засновува на микроконтролерот pic18f67j60.



Слика 7.2.7. Серверски сензорски модул

Figure 7.2.7. Server sensor module

Анализирано е времето на читање на вредностите од сензорите и времето на запис на серверска страна. Од анализата може да се заклучи дека во ваквите системи кои се управуваат преку Интернет не е потребно брзо запишување, туку поважно е да се зголеми веродостојноста на податоците кои се запишуваат. Затоа прототипот на сензорската мрежа кој го користиме во винаријата има незначително каснење во поглед на овој комерцијален производ.

Во поглед на цената на чинење прототипот има скоро пет пати помала цена. За понатамошен развој прототипот има предност во однос на овој модул бидејќи програмскиот код е од отворен карактер и секој може да го развие во зависност од потребите на системот кој се управува преку Интернет.

### 7.3 АПЛИКАЦИЈА ЗА МАНИПУЛАЦИЈА СО ПОДАТОЧНА БАЗА

За активно следење и запишување на параметрите од PID регулаторите, изработен е програм конектор до “MySQL” база. Овој програм служи за снимање на податоците кои се резултат од работата на целиот систем и модулите кои се поврзани помеѓу себе. Апликацијата при мерењата се покажува како доста побрза од постојните начини. Скоро за една третина е скратено времето во споредба со класичниот начин кој се користи преку PHP скрипта, HTML страна или класичен конектор во некој од програмските јазици. Ваквиот начин не користи дополнителни надворешни скрипти, туку целата комуникација се врши преку програмскиот јазик AS3(Action Script 3) кој има подем во поглед на брзината на извршување на што поголем број на инструкции од година во година.

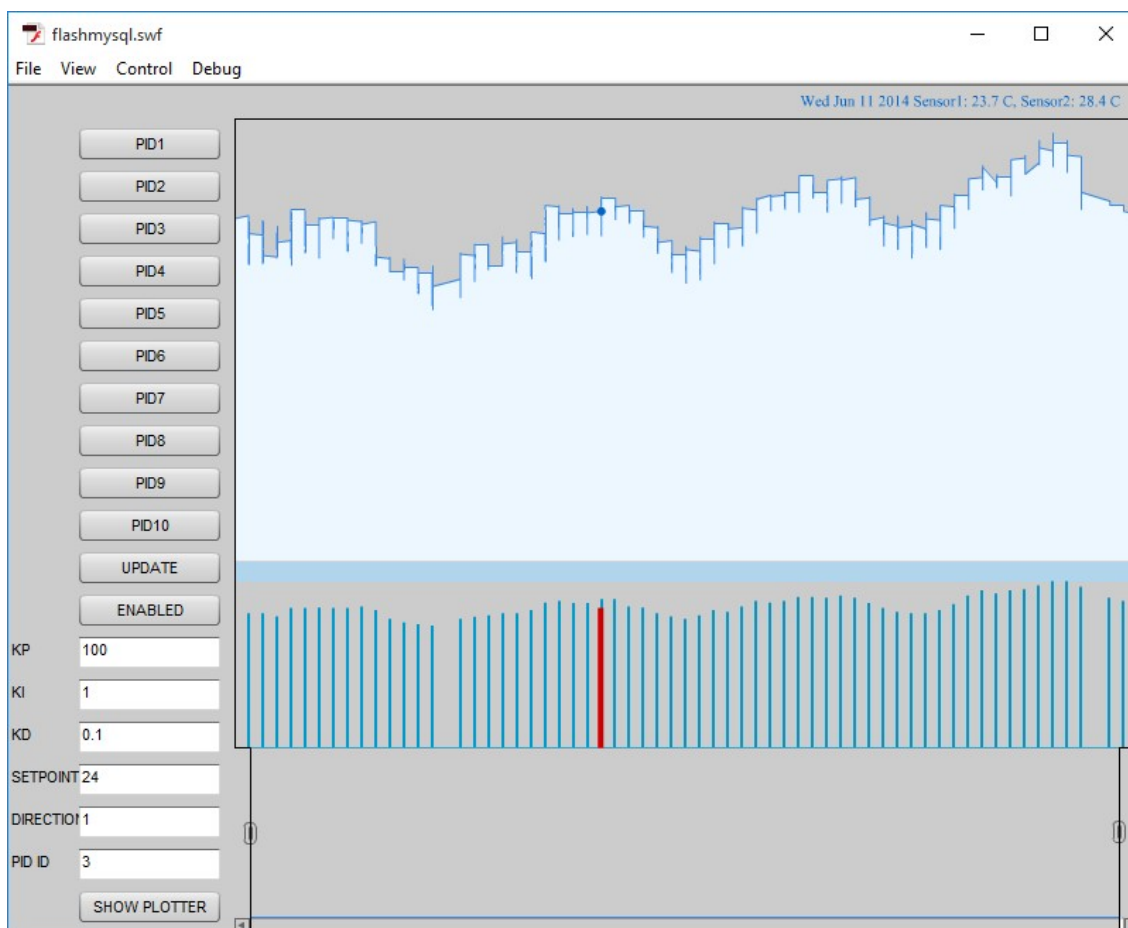
Со ова практично апликацијата која се креира се прикажува преку VRML програмскиот јазик на местото каде се прикажува текстурата. На овој начин функционира SCADA системот без разлика под која платформа се извршува програмот. Потребно е да бидат инсталирани слободни алатки во самиот Интернет експлорер.

Апликацијата прикажана на слика 7.3.1, претставува практично решение кое во себе го содржи “MySQL” конекторот преку посебно изготвен програмски код кој се повикува стандардно со наредбата “import”. Преку овој конектор директно поставуваме прашање до базата без притоа да користиме дополнителни скрипти и сервиси. Апликацијата преку SOCKET комуникација воспоставува директен линк со податочниот базен драјвер.

Со поставување на параметрите за корисничко име, лозинка, адреса на сервер и име на база ги остваруваме запишувањата и читањето податоци од табелите. Овие табели се креирани во базата секоја посебно со единствен примерен клуч. На графичкиот приказ се појавуваат податоците од соодветно избраниот регулатор кој е уникатен за секој од резервоарите. Во левиот дел се поставени копчиња на кои избираме кој регулатор сакаме да го поставиме и после тоа со одбирање на копчето “SHOWPLOTTER” го добиваме графичкиот приказ кој е прикажан на сликата десно.

На графикон се прикажани две вредности за температурата во резервоарот обележана со “Sensor2” и температурата на течноста во резервоарот која се регулира

обележана со “Sensor1”. Доколку поминеме со курсорот врз еден од податоците исцртани на сликата во десниот горен дел се покажува вредноста која е запишана во базата со точниот датум. На овој начин вршиме мониторинг на податоците од сензорите во секое време. Оваа апликација се одликува со едноставен кориснички интерфејс. Интерфејсот се прикажува во 3D светот на секој од резервоарите. Така точно знаеме за кој резервоар кои податоци се соодветни и кои управувачки параметри ги има регулаторот. Хипотезата која ја поставуваме во овој дел од трудот е можноста да се направат 3D светови кои се синхронизирани со реални системи управувани во реално време. Од поголемиот број на тестови извршени на апликацијата установено е дека системите се синхронизирани беспрекорно. Ова ни овозможува креирање на 3D светови во кои на корисникот ќе му се овозможи поблиска интеракција со реалниот систем управуван на далечина.



Слика 7.3.1. Апликација за мониторинг и контрола на PID регулатор

Figure 7.3.1. Application for monitoring and control of PID controller

Оваа апликација се извршува на кој и да е уред со кој и да е оперативен систем. Програмот се извршува на скоро сите мобилни телефони, таблети, персонални компјутери и паметни телевизори. Не бара дополнителни програми за правилно да работи. Користи основна верзија на Flash ActiveX контрола која е застапена кај најголемиот број уреди при основна поставена инсталација. Целиот програм е изработен без употреба на дополнителни софтверски компоненти и претставува елегантно решение кое ни овозможува користење на комуникација на апликацијата со податочната база. За да оствариме трансфер на бинарни податоци користиме контролни протоколи преку кои праќаме и примаеме податоци.

За да може апликацијата да работи со високо ниво на сигурност потребно е да ги поставиме работните рамки на серверскиот сокет во еден текст фајл. Преку овој фајл флеш извршувачот ќе работи со серверот на кој е поставена податочната база.

Бидејќи оваа апликација формира TCP сокет преку кој врши пренос на податоци потребно е флеш извршувачот да има дозвола од хостот каде е поставена апликација за да се оствари конекцијата. Овој текст фајл е прикажан во пример 7.3.1. Во него се опишани преку коментари секој дел од фајлот посебно. Така наречениот "cross-domain policy" е XML документ кој гарантира дека веб клиентот во нашиот случај Adobe Flash Player ќе има дозвола да ги пушта и да ги прима податоците преку точно специфицирани домени. Овие XML документи гарантираат пристап до податоците преку ваквите сокет базирани конекции.

### **Пример 7.3.1. XML документ за сокет полиса**

#### **Example 7.3.1. XML file for socket policy**

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE cross-domain-policy SYSTEM "/xml/dtds/cross-domain-policy.dtd">
<!--Полиса фајл за xmlhttp://socks.vinarija.mk-->
<cross-domain-policy><!-- Главен фајл --><!--Освен на оваа на други сокет полиси
не им е дозволена работа со сокет комуникатори--><site-control permitted-cross-
domain-policies="master-only"/><!--Со внесување на изразот ="*", администраторот
може да користи рангови и запирки --><!--Со ова ќе ги активираме портите 123,
456, 457 и 458 --><allow-access-from domain="swf.vinarija.mk" to-ports="123,456-458"
/></cross-domain-policy>
```

#### **7.4 УПРАВУВАЊЕ НА ТЕМПЕРАТУРА ВО РЕЗЕРВОАР ПРЕКУ ТЕХНИКИ НА ПРЕДВИДУВАЊЕ**

Многу истражувачи биле окупирани со интервалот на земање одбироци при управување реализирано преку временски прекини како што се системите управувани во мрежа. Од анализата на нивните трудови се воочува дека интервалот на земање одбироци се намалува во дистрибуираните системи управувани во мрежа. Во овие системи перформансите се зголемуваат. Причината е поради намалената рата на земање одбироци која предизвикува долго временско каснење или грешки при пренос на податоците кога се пренесуваат преку Интернет. Во високото ниво на управувачка архитектура е имплементирана глобалната контролна функција.

Двете нивоа на управување работат со различна рата на одбироци. Ниското ниво на управување работи со мала рата на одбироци и тоа значи дека таа има висока фреквенција. Микроконтролерот задолжен за ова управување во нашиот систем користи фреквенција од 12MHz до 20 MHz. Додека високото ниво на управување работи на подолг период, поточно пониска фреквенција. Од практична гледна точка ова е решено е вака за да се покрие времето на каснење кое е последица на интернетот и сите елементи кои предизвикуваат временско каснење при пренос на командите и повратните информации од самиот систем кој се управува. Во овој дел од трудот е опишан систем за управување на температурата во резервоарите со течност.

Решенија кои се применуваат преку техники на предвидување даваат одлични резултати бидејќи се штеди енергија, која во споредба со класичниот систем на управување е помала. Тоа е решено преку додавање на дополнителни компензатори кои за секој систем се различни. За професионална анализа и симулација на процесот на ферментација го користиме програмот MathLab. Преку овој програм остваруваме врска до микроконтролерот ATmega328P. Од микроконтролерот ATmega328P модулот ја преземаме вредноста на температурата во резервоарот за течност. Од програмот MathLab праќаме команда за активирање на системот за греење или ладење во зависност од тоа дали сакаме да ја намалиме или да ја зголемиме температурата на течноста.

Како појдовна хипотеза земаме дека температурата е од особена важност за правилен тек на процесот на ферментација. За да ја заштедиме енергијата која ни е потребна за да го одржуваме процесот потребно е претходно да се направи снимање на веќе постоен процес и откако ќе ги активираме алгоритмите за определување на компензаторот го активираме процесот на оптимизација со додаден компензатор, сервиски со PID регулаторот. Се користи интегрално коло LM35 и микроконтролерот ATmega328P. Приказот на податоците на компјутер се одвива преку сервиски порт. Преку овој уред податоците се пренесуваат на серверска база во податочната база која е инсталирана во малиот компјутер таканаречен “Raspberry Pi”, кој работи под “Linux” оперативен систем.

#### **Пример 7.4.1** Читање на температура во резервоар

##### **Example 7.4.1** Reading the temperature in tank

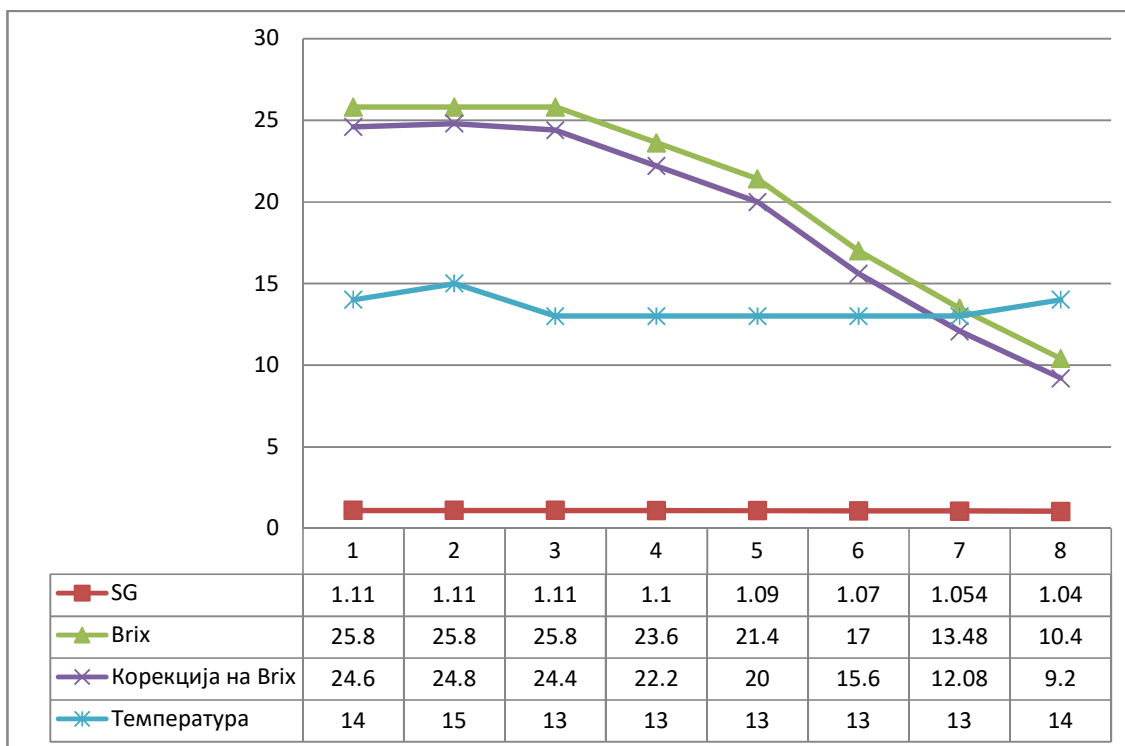
```
float temperature, read;
int temperaturePin = 0;
void setup()
{
  analogReference(INTERNAL);
  Serial.begin(9600);
}
void loop()
{
  read = analogRead(temperaturePin);
  temperature= read/ 9.31;
  Serial.println(temperature);
  delay(1000);
}
```

Преку овој едноставен пример ни се овозможува вредноста на температурата во резервоарот да ја следиме на компјутер преку програмот “MathLab”. Преку овој програм даваме повратно дејство дали да го ладиме или да го затоплуваме

резервоарот. Греењето или ладењето се врши преку топлотна промена на флуиди кои струат низ цевки поставени во внатрешноста на резервоарот за вино.

Ова решение ни овозможува заштеда на време и енергија при одржување на саканата вредност на температурата во секој од резервоарите посебно. Управување се врши предвидувајќи ги однесувањата на системот и преку тоа вршине директна контрола.

Со менување на коефициентите на пропорционалниот, интегралниот и диференцијалниот регулатор вршине постојано доближување до зададената вредност, без притоа да ја поминеме истата. Ваквиот начин на управување ни овозможува штедење на енергијата и времето потребно за да се постигне зададената вредност. На слика 7.4.1 е прикажана ферментација на бело вино, регулацијата е изведена со еден температурен сензор и две релиња. Преку овие две релиња активираме вентили за топла и за ладна вода. На тој начин во самиот резервоар ја постигнуваме саканата температура. Зададената вредност на температурата е различна за белите и за црвените вина. Самиот управувач на системот одлучува која температура ќе ја задади во зависност од денот на ферментација.



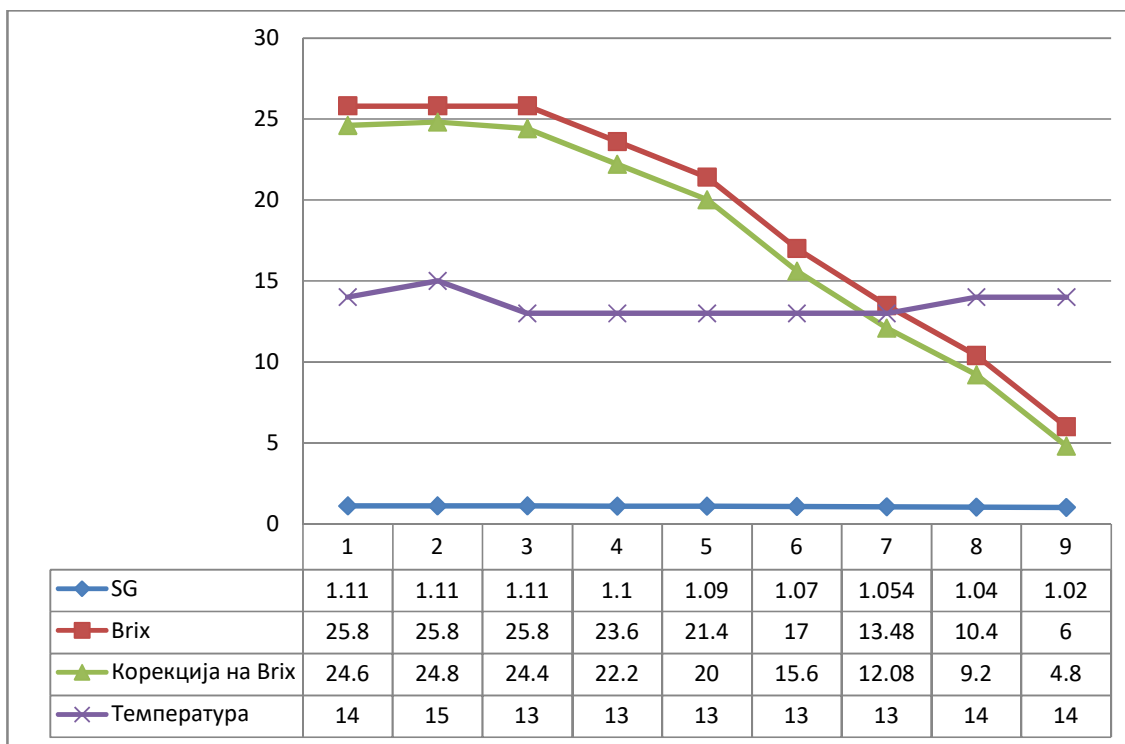
Слика 7.4.1. Регулација на температурата во процесот на ферментација на бело вино

Figure 7.4.1. Regulation of temperature into process of fermentation into white wine



Како тече процесот на ферментација, температурата нормално расте и таа се одржува од 13°C до 15°C. Системот за одржување на температурата го лади резервоарот со помош на топлински менувач кој има за задача да ја одземе енергијата која се ослободува во резервоарот. Ова се прави за процесот да не биде бурен и претворувањето на шеќерот во алкохол да оди со иста рата. Шеќерните единици се претставени во мерни единици преку специфична тежина SG.

Преку калкулаторот кој е поставен на самата веб-страница, корисниците може да ги прават сите пресметки за потенцијалниот алкохол кој ќе го добиеме кога процесот на ферментација ќе престане.



Слика 7.4.2. Регулација на температурата во процесот на ферментација на црвено вино

Figure 7.4.2. Regulation of temperature into process of fermentation into red wine

Управувањето на температурата е најважниот елемент во производството на квалитетно вино, бидејќи ако температурата на резервоарот се менува неконтролирано квалитетот на виното ќе биде секој пат различен. Мерењата на

температурата се направени во моментот кога е направено мерењето за специфичната тежина. Температурата постојано се одржува од 13°C до 15°C, за да добиеме највисок квалитет. Математичка пресметка за специфичната тежина во останати единици е прикажана во пример 7.4.2.

**Пример 7.4.2.** Математичка пресметка за специфичната тежина во други единици

**Example 7.4.2.** Mathematical calculation of the specific gravity in other units

Специфична тежина - СГ

Потенцијален алкохол - ПА

Растворени цврсти материи – РЦМ

$$^{\circ}\text{Брикс} = 143.254 * \text{СГ}^3 - 648.670 * * \text{СГ}^2 + 1125.805 * \text{СГ} - 620.389; \quad (7.4.1)$$

$$\text{ПА} = 1000 * (\text{СГ} - 1) / (7.75 - 3.75 * (\text{СГ} - 1)); \quad (7.4.2)$$

$$\text{Oechsle} = 1000 * (\text{СГ} - 1.0); \quad (7.4.3)$$

$$\text{Baume} = 145 - 145 / \text{СГ}; \quad (7.4.4)$$

$$\text{g/L} = 1000 * \text{sg}; \quad (7.4.5)$$

$$\text{ПА (\%v/v)} = \text{СГ} * \text{Брикс} * 10; \quad (7.4.6)$$

$$\text{РЦМ (g/L)} = \text{ba} * 1.53; \quad (7.4.7)$$

Формулите прикажани во пример 7.4.2 се имплементирани во податочната база како прекинувачи. Секогаш кога ќе се направи влез на податок кој содржи мерење за специфичната тежина во табелата каде се чуваат мерењата се активира прекинувачот и по автоматизам се пресметуваат вредности за останатите единици. Ова се прави за да може крајниот корисник во секое време да ги следи податоците. Во секој случај ова е направено, бидејќи често пати операторите имаат свои омилени единици кои им се погодни за анализа и споредба со останатите параметри во системот. За да немаат забуни и да не бараат табlici за претворување на податоците во самата податочна база ова се прави по автоматизам. За да може целиот процес на управување на системите на далечина да тече потребно е да имаме голем број на податоци преку кои ќе може да споредуваме и да даваме мислење за поведението на системот кој се управува.

## 8. ДИСКУСИЈА

Постојат повеќе сензорски мрежи кои ги следат параметрите во околината и самите резервоари, ова решение нуди брзо и сигурно пренесување на параметрите од сензорска до серверска страна на далечина. Во себе има вклучено протоколи кои ја зголемуваат сигурноста на највисоко ниво и можноста за грешка е минимална, бидејќи сите податоци кои се добиваат од сензорска страна се собираат и заедно во пакет се праќа сумата од вредностите, така што на крајната страна пред да се запишат во податочната база се проверува дали пристигната сума е еднаква со збирот од вредностите поединечно, на овој начин можноста за грешка е скоро невозможна. Доколку настане грешка се препраќа команда за повторно праќање на вредностите се додека не се задоволи условот за збирот да е еднаков со збирот на вредностите од сензорите. Во овој случај како општа дискусија во врска со скриптираниот јазик PHP кој е код од отворен тип на едноставен начин се имплементира решението за пренос на податоците.

Овој јазик претставува решение во кое кодот се вгнездува во HTML документот и е исклучително популарен јазик за скриптирање од општа намена, иако и покрај фактот што беше формиран специјално за веб развој, сепак наоѓа примена во системите кои се контролираат и следат визуелно преку Интернет.

Во основа има синтакса многу слична со синтаксата на C, Java и Perl, но тоа е далеку поедноставно во однос на овие јазици со таа предност што е отворен код. Најчесто PHP скриптата е вградена во HTML кодот како внатрешни специјални тагови “<?php ?>”. Во моментот на активирање на документ кој има PHP скрипти на серверска страна кодот се извршува, а корисникот добива на пребарувачот чист HTML.

Така PHP скриптата ги решава сите проблеми кои се карактеристични за типични CGI-апликации. Сепак PHP може да се користи и на локална клиентска страна и таа е пред сè главната примена на оваа технологија. Најпрво креирате скрипта која ќе се активира на серверска страна и ова е главната задача на PHP која најповеќе се користи во оваа верзија.

Со комбинација на електрониката која стои посади овој програм се врши пренос на информацијата по електронски пат од сензорите до базата на податоци. Се користи

за проба UDP протокол кој овозможува брз пренос на информациите од сензорите до клиентска страна. Ваквиот начин на пренос на информации се одликува со послаба сигурност во однос на протоколот TCP/IP, во споредба со него има побрз пренос трансфер на саканата вредност која се запишува.

Во овој труд користени се повеќе технички решенија кои се од отворен карактер и потребно е да се напомени дека сите технологии се бесплатни и слободни за користење. Исто така и библиотеките кои се користат во овој начин на комуницирање и пренос на информации се бесплатни. Затоа добро е да се спомене дека решенијата во овој труд се слободни за користење бидејќи во основата користат технологии кои се бесплатни и од отворен карактер.

Ваквото решение со ниска цена на чинење овозможува примена во сите сфери на автоматското управување. Протоколите кои се користат се најчесто истите протоколи кои ги користат и големите компании кои изработуваат хардвер и софтвер за автоматизација на производни процеси.

Решението со специјалната апликација која пристапува до базата нуди широка примена и во секојдневниот живот. Како пример може да се користи во евиденција на потрошувачката на енергија во домовите каде живеат, во мерење на нивото на јаглероден диоксид по домовите, во бројот на отчукувања на срцето, нивото на шеќер во крвта, нивото на крвниот притисок и останато. Апликацијата е од отворен карактер, ова значи дека секој може да го користи ова решение во приватни и комерцијални цели. Целта на овој труд е ова решение да биде широко употребувано и надградувано. Базата со табелите е комплетно податочно решение за сите винарии.

Со мали промени во табелите може да се користи за сите производствени капацитети кои вршат подготовка на суровина за широка употреба. Ваквиот начин на работа овозможува, без разлика дали врската со интернет е слаба, системот да работи беспрекорно се додека не добие стабилна интернет врска, затоа што од моментот кога ќе се дадат параметрите системот постојано прави фајл на серверска страна во кој ги снима сите промени, грешки и упади во системот за секој од корисниците кои го користат системот во реално време.

## 9. ЗАКЛУЧОК

Преку напредната технологија за микроелектроника и трендот да се користат микроконтролери со ниска цена на чинење, потребата од споделување на информациите на постојните инфраструктури е се поизразна. Проблемот кој се јавува е како да имплементираме интернет комуникација преку микроконтролери кои се со ниска цена на чинење за да можеме да изградиме веб-сервери кои ќе се користат насекаде во индустриската автоматика и управувањето на системите на далечина. Посебно акцент се става во правењето на експерименти на далечина за потребите на студентите, кои имаат потреба од следење и директна контрола на процесите во индустријата.

Овој докторски труд овозможува практично решение преку кое со користење на интернет протоколите на TCP/IP и UDP во микроконтролерите е возможно да изградиме стабилен систем преку кој ќе се одвива беспрекорна интернет комуникација со сите останати уреди. Главната одлика на овие системи е високата стабилност и сигурност со изразена ниска цена на чинење. Мотивираноста од брзиот развој и адаптацијата на интернетот овозможува дизајнирање на квалитетни апликации преку кои се врши управување на системи во индустријата. Нашиот фокус не е само на управување од инженерски аспект, туку и од управување во затворени јамки на далечина, таков еден пример е и управувањето на температурата, следење на степенот на сулфур диоксид, следење на степенот на киселост во резервоарите во зависност од параметрите на самиот резервоар.

Анализирани се два протоколи и општ заклучок е дека TCP/IP е подобар протокол во однос на UDP кој е побрз, но понесигурен за разлика од TCP/IP кој е по спор и по сигурен. Во двата протоколи се користи основен алгоритам за пристап заедно со Base64 алгоритамот. Подобрувањето на основниот алгоритам за пристап е во додавање на интернет адресата во самиот "hesh" стинг. Додавањето на интернет адресата е за да се верифицира од страна на хостот, а со цел да се направи превенција за напади од различни интернет адреси. Ова решение ги задоволува сите сигурносни барања кои треба да ги поседуваат овие системи.

Можноста за надворешни напади е занемарена поради фактот што сите интернет адреси и контролната адреса за пристап до медиумот е по претходен договор

хардверски поставени во самиот микроконтролер. Овие вредности се непроменливи кога уредот е работен режим.

Целата работа и комуникацијата е успешно тестирана на самостојниот микроконтролер PIC18F67J60, PIC16F877A во комбинација со независниот интернет контролорот ENC28J60 и ATMEL ATMEGA328 во комбинација со независниот интернет контролорот ENC28J60.

Преку овие три развојни плочи правени се споредби на протоколите. Резултатите кои произлегуваат од различната употреба се видливи во пракса преку управување и следење на процесот на ферментација во реална винарија. Реалната винарија, како објект на управување, е земена по избор како последица од регионот од кој потекнувам и желбата да им се помогне на винариите да го кренат процесот на производство на повисоко напредно ниво. Овие решенија може да се применуваат во кои било технолошки процеси и нудат неограничени можности бидејќи перформансите на самите составни делови го дозволуваат тоа.

Контролорите кои се користат во модулите се 16F877A, 18F67J60 и ATMEGA328 преку нив се покажува практично како се овозможува поврзување на интернет интерфејс модули, интернет сервисите и податочните бази. Овие микроконтролери се покажаа како стабилно интегрирани кола кои нудат огромен број на пресметки кои ги задоволуваат потребите на ваквите системи управувани преку Интернет. Целиот системи функционира беспрекорно доколку е поврзан на стабилна интернет мрежа. Доколку мрежата не е стабилна податоците се чуваат во привремени податочни полиња и кога ќе постојат услови за запис, тогаш полињата како се запишуваат во базата така и се ослободуваат од меморијата на самите микроконтролери. Ова го дозволуваат интегрираните флеш мемории. Доколку настане упад од страна системот ќе го препознае упадот и следствено на тоа ќе активира посебен аларм соодветно за секој од нападите поединечно.

Во самиот мрежен рутер преку доделување на уникатните “MAC” адреси овозможуваме работа во мрежата само на оние уреди кои ги имаат доделените “MAC” адреси и соодветно на нив интернет адресите. Со ова можноста за напад е невозможна бидејќи решението е проверено во пракса преку активирање на “DDOS” напади на постојните модули. Системот не ги препознава барањата за опслужување бидејќи доаѓаат од адреси кои ги нема во листата за споредба.

Функционалноста на целиот систем ја зголемува интернет контролор модулот ENC28J60. Овој интернет контролор модул комуницира со микроконтролерот преку SPI интерфејс. Клучно за секој микроконтролер е доколку поддржува интерфејс магистрала која претставува сериски периферен интерфејс “SPI”, може да оствари комуникација преку Интернет. Ваквите интернет контролор модули може да се користат насекаде каде има потреба од пренос на податоци од сензорски мрежи, соларните панели, соларните загревни тела, ферментација, греење, ладење итн. Во однос на заклучоците кои настануваат од мерењата на слободниот јаглероден диоксид ( $CO_2$ ) заклучок е дека преку измерената вредност може да дознаеме точно колку е актуелната трансформација на шеќер во алкохол, исто така и колку брзо тече трансформацијата. Од гасот кој се ослободува при трансформацијата, во себе содржи испарлив алкохол, може да определиме кој е алкохолот во течноста, бидејќи на овој начин практично се определува моментално степенот на алкохол во крвта.

Брзината на ферментацијата директно зависи од температурата, промената на шеќерот во ширата и јаглерод диоксид ( $CO_2$ ) кој се ослободува при самиот процес. Калкулаторите за пресметка на податоците исто така се проверени во пракса и се со висока доверливост. Ваквите калкулатори се плод на повеќегодишно искуство на енолози, хемичари и физичари ширум светот. Основната идеја која е водилка на овој докторски труд е како да им се помогне на производителите на вино во подобрување на квалитетот на виното, и студентите кои ги истражуваат и користат системите управувани на далечина од безбедносни и економски причини. На овој начин секој што сака да напредува во ова поле ќе има можност да ги следи и директно да влијае на параметрите во системите управувани на далечина, бидејќи нема да има потреба физички да биде присутен во производните процеси и да се изложува на испарливи гасови, влага, ниски температури, слаба осветленост, и други штетни влијанија кои ги има во индустриските процеси.

## 10. ПРИЛОГ 1

Во овој додаток опишани се накратко особините на сензорите кои се користени во сензорскиот модул. Тоа се сензорите за мерење на:

- Слободен јаглерод диоксид  $\text{CO}_2$  во резервоарот;
- Температура на гасот во резервоарот;
- Температура на течноста во резервоарот;
- Влажност на гасот во резервоарот;
- Алкохол во гасот во резервоарот;
- Степен на киселост рН во течноста во резервоарот;
- Слободен сулфур диоксид во гасот во резервоарот.

Овој модул прикажан на слика 3.2.4 претставува решение кое ги задоволува барањата на винариите за активно следење на процесот на ферментација и контрола на сите процеси кои произлегуваат од извршените мерења. Модулот е развиван во текон на целите докторски студии и претставува решение со ниска цена на чинење. Модулот може да се доградува и интегрира во комбинација со голем број на сензорски мрежи, преку претходни договори за распоредот на интернет и MAC адресите кои ќе се користат во секој од модулите.

### 10.1 АНАЛОГЕН СЕНЗОР ЗА ЈАГЛЕРОД ДИОКСИД МОДЕЛ MG811 $\text{CO}_2$

Особини:

- Добра сензибилност и селективност на  $\text{CO}_2$ ;
- Работи под ниска влажност и има слаба температурна зависност;
- Долгорочна стабилност и репродуктивност.

Примена:

- Контрола на воздухот;
- Контрола на процесот на ферментација;
- Контрола на концентрација на  $\text{CO}_2$  во затворени простории.





Слика 10.1.1. Сензор MG811 CO<sub>2</sub>

Figure 10.1.1. MG811 sensor CO<sub>2</sub>

Сензорот за јаглероден диоксид прикажан на слика 10.1.1, овозможува директно следење на трансформацијата на шеќерот во алкохол, бидејќи при процесот на ферментација се ослободува јаглероден диоксид пропорционално на претворениот шеќер во алкохол.

## 10.2 ДИГИТАЛЕН СЕНЗОР ЗА ВЛАЖНОСТ И ТЕМПЕРАТУРА DHT11

Овој сензор содржи во себе дигитален сигнал за излез кој се користи за калибрација. Со користење на дигитален сигнал се намалува грешката која може да настане во системот каде е имплементиран. Овој сензор е прикажан на слика 10.2.1, на излез има контакт со три пина за напојување од 5[v], маса и дигитален сигнал за калибрација.

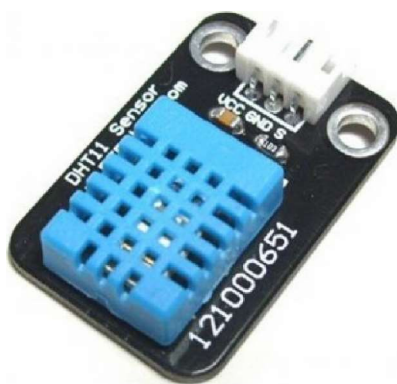
Особини:

- Висока сигурност и долга стабилност;
- Ниска цена на чинење;
- Напреден отпорнички тип на мерења на влажноста;
- NTC (Негативен температурен коефициент) температурна компонента;
- Можност за поврзување со микроконтролер;
- Висок квалитет на мерење;

- Брз одзив;
- Спротивност на интерференција.

Примена:

- Мерења на влажност секаде каде што има испарувања;
- Во затворени резервоари;
- На лозови насади;
- Метеоролошки станици;
- Во комбинација со други сензори кои се во зависност од релативната влажност.



**Слика 10.2.1.** Сензор за влажност и температура модел DHT11

**Figure 10.2.1.** Sensor for humidity and temperature model DHT11

### **10.3 СЕМИКОНДУКТОР СЕНЗОР ЗА АЛКОХОЛ MQ-3**

Овој сензор се одликува со висока сензибилност на алкохол кој испарува и има висок отпор при реакција со гасови, чад и пареа.

Особини:

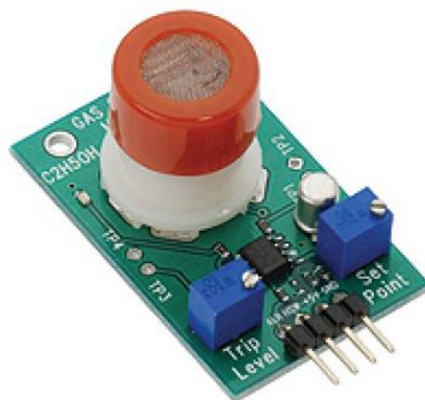
- Висока сензибилност на алкохол;
- Детекција на алкохол со различна концентрација;
- Ниска цена на чинење и долго траење на сензорот;
- Индиректно мерење на алкохолот во течностите преку слободниот алкохол во воздухот.

Примена:

- Различни апликации за мерења на алкохолот во средината;
- Во автомобилската индустрија за заштита на возење кола под алкохол;

- Преносливи мерачи за алкохол.

Сензорот е прикажан на слика 10.3.1, кој во комбинација со интегралното коло LM393 и потенциометрите за калибрација и поставување на зададеното ниво претставува решение кое се одликува со висока точност.



Слика 10.3.1. Сензор за ниво на алкохол во гас модел MQ-3

Figure 10.3.1. Level sensor alcohol gas model MQ-3

#### 10.4 СЕНЗОР МОДЕЛ VERNIER ЗА МЕРЕЊЕ НА СТЕПЕН НА КИСЕЛОСТ И ТЕМПЕРАТУРА ВО ТЕЧНОСТИ

Овој сензор е уред кој врши мерење на степенот на база и киселост во течностите во нашиот случај степен на киселост на вино.

Особини:

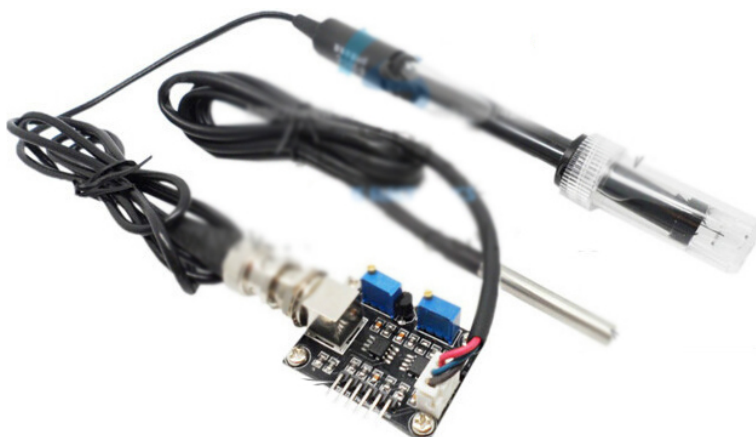
- Сонда која е покриена со слој од соединение Ag/AgCl сребро/сребро хлорид;
- Ранг на мерење на pH 0-14;
- Точност +/- 0.2 pH единици;
- Изопотенцијал pH: pH7.

Примена:

- Мерења на pH во течности од прехранбената индустрија;
- Мерења на pH во крвта;

- Мерења на рН во вино;
- Мерења во лабораторија;
- Мерења во езера, реки, системи за водоснабдување.

На слика 10.4.1 прикажан е овој сензор кој е во комбинација со дополнителна електроника. Во него е имплементиран температурен сензор преку кој ја добиваме вредноста за температура на течноста која се мери. Во зависност од таа вредност се прави соодветна корекција на извршената вредност на рН од претходно подготвени табели. Овој модул во себе има интегриран сензор за мерење на собната температура. Температурата која се мери е од особена важност за зголемување на точноста со која се определува рН вредноста во течноста која се мери.



**Слика 10.4.1.** Сензор за мерења на рН и температура во течности модел “Vernier”

**Figure 10.4.1.** Sensor for measurement of pH and temperature in liquids model “Vernier”

Вкупно вредности кои ги добиваме од сензорските модули се шест. Овие вредности се сосема доволно за да добиеме квалитетно следење на процесот на ферментација поточно претворањето на шеќерите од гроздовиот сок во алкохол. Сензорскиот модул може да се прошири со останати сензори кои мерат: слободни сулфиди, електрична спроводливост итн.

## 10.5 СЕНЗОР ЗА СЛОБОДЕН СУЛФУР ДИОКСИД ( $SO_2$ ) ВО ВОЗДУХ

Правени се повеќе испитувања со различен тип на сензори за слободен испарлив сулфур диоксид во вината. Од практична гледна точка употребата на сензор за сулфур диоксид наоѓа примена во определување на квалитетот на виното. Што повеќе има испарлив сулфур диоксид толку виното е со послаб квалитет. Поточно квалитетот на виното е обратно пропорционален со концентрацијата на сулфур диоксид. Овој сензор во комбинација со програмерско логички контролор овозможува решение со ниска цена на чинење преку кое ни се овозможува директно за помалку од 3 до 5 минути да го определиме нивото на слободен сулфур во виното.

Со ова може да се заштитат консументите на вино од несакани труења или несакани последици кои може да настанат доколку винариите го зголемиле несакано нивото на сулфур над дозволеното. За намалување на нивото на сулфур диоксид користиме додавање на водород пероксид во резервоарот. Во калкулаторот за пресметка на потребниот водород пероксид се внесува количината која ја има резервоарот и потребниот број на единици на сулфур диоксид кои треба да се намалат.

**Пример 10.5.1.** Програм за неутрализација на сулфур диоксид во вино

**Example 10.5.1.** Program for neutralization of sulfur dioxide in wine

```
VolumenNaTecnostVoRezervoar.dataProvider = [{data: 3.785400, label: "Gallons"},  
{data: 1, label: "Liters"}, {data: 100, label: "hL"}, {data: 4.546000, label: "UK Gallons"}];
```

```
TargetMernaEdinicaZaNeutralizacija.dataProvider = [{data: 1000, label: "ppm"}, {data:  
1000, label: "mg/L"}, {data: 1, label: "g/L"}, {data: 100, label: "g/hL"}, {data: 0.100000,  
label: "g/100ml"}];
```

```
TargetMernaEdinicaZaVodorodPeroksid.dataProvider = [{data: 1, label: "mL."}, {data:  
1000, label: "Liters"}, {data: 3785.400000, label: "Gallons"}, {data: 4546, label: "Uk  
Gallons"}];
```

```
var presmetajh202 = function ()
```

```
{
```

```
var _loc7 = string_clean(VolumentNaTecnost.text);  
var _loc6 = Number(MerkaVolumenNaTecnostVoRezervoar.selectedItem.data);  
var _loc5 = string_clean(TargetSO2EdiniciZaNeutralizacija.text);  
var _loc3 = Number(TargetMernaEdinicaZaNeutralizacija.selectedItem.data);  
var _loc2 = string_clean(KoncentracijaNaSO2.text);  
var _loc4 = _loc7 * _loc6 * (_loc5 * 1000) / _loc3 * 0.001400;  
var _loc1 = 35 / _loc2 * _loc4  
/Number(TargetMernaEdinicaZaVodorodPeroksid.selectedItem.data);  
out.text = _loc1 ? (number_format(_loc1, 100000)) : ("0.00"); // };
```

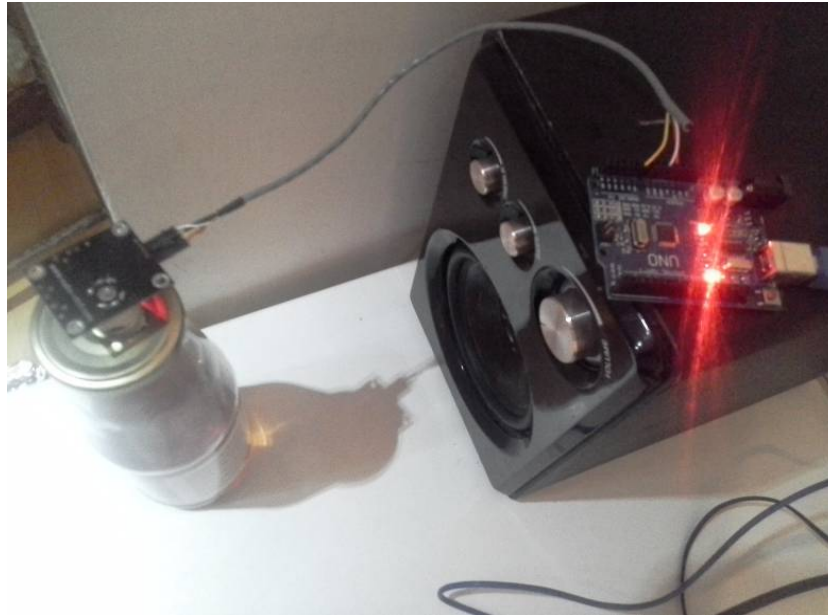
Оваа функција како резултат ја враќа потребната количина која е потребна да се додаде во виното за да се добие саканата концентрација на сулфур диоксид во виното. Сензорот е инсталиран во сензорскиот модул во десниот долен дел од модулот, тој е прикажан на слика 10.5.1.



**Слика 10.5.1.** Тест инсталација на сензорот во сензорскиот модул

**Figure 10.5.1.** Test installation of the sensor in the sensors module

Ваквиот начин на читање на податоци од сензорите е со релативно ниска цена на чинење. Целиот програм се одликува со едноставност и читливост бидејќи ја користи синтаксата на Visual C++.



Слика 10.5.2. Тест поврзување на сензорот со програмерско логички контролор

Figure 10.5.2. Test connecting the sensor into programming logic controller

Во зависност од определениот квалитет на виното споредбено со претходните мерења, за да се подобри квалитетот на виното во три од резервоарите, како тест пилот систем е интегриран дозер, за водород пероксид кој е со концентрација на раствор од 5%. Пумпата е ротациона и управувана преку посебен програмерско логички контролор. Потребната количина која сакаме да ја ставиме во резервоарот се пресметува преку микроконтролерот ATmega328P, модул во кој се прават пресметките за потребната количина на водород пероксид. Со оваа течност вршиме директно намалување на концентрацијата на сулфур диоксид ( $SO_2$ ), кој е во врзана состојба во течноста од самото вино.

Преку ваков систем на пумпи може да се внесуваат какви билододатоци за подобрување на квалитетот на виното и негов соодветен третман.



**Слика 10.5.3.** Поврзување на пумпа со програмерско логички контролор

**Figure 10.5.3.** Connecting pump to programming logic controller

Овие пумпи се лесни за одржување. Работат на принцип на истиснување на течноста во пластични еластични цевки преку ротација на електрични мотори. Во секој дел од времето враќаат податоци дали работат исправно и колкаво количество на течност во единици време изнесуваат од резервоарите кои се полни со индустриски водород пероксид.



## 10.6 ВЛЕЗНО-ИЗЛЕЗНИ УРЕДИ ВО РЕАЛНА ВИНАРИЈА

Реалната винарија која е избрана како развојна винарија за овој труд, избобилува со голем број индустриски уреди за автоматизација. Овие уреди се прикажани на слика 10.6.1 и слика 10.6.2. Намената им е да вршат дејства кои директно влијаат во процесот на ферментација и понатамошниот третман на виното.

Овие уреди се задолжени за регулација на температурата, протокот на течноста која го грее и го лади резервоарот, мерење на степенот на киселост, вршењето на анаеробна ферментација, преточување на виното на отворено, транспорт на виното во дрвени буриња, транспорт на виното во делот задолжен за полнење на шишињата.

Примената на гликолот е широко распространета, бидејќи претставува идеална течност која служи за ладење на резервоарите. Ова се остварува преку посебен уред. Дел од овој уред е цевка свиткана во облик на спирала. Оваа цевка е поставена во внатрешноста на резервоарот и преку неа се прави топлинска измена помеѓу течностите. Со помош на компресорски станици кои се задолжени за одржување на температурата во секој од резервоарите посебно се регулира температурата во резервоарите.

Регулацијата на температурата е од особена важност за процесот на ферментација. Доколку дозволиме растење на температурата во резервоарот над 30°C, тогаш виното ќе има слаб квалитет, квасецот ќе биде уништен и нема да ги задоволи потребите на консументите на вино. Затоа идеалната температура кога трае процесот на ферментација треба да биде во граници од (14°C - 18°C) за бели вина и за црвени вина (19°C - 23°C). Сензорите и извршните уреди кои се користат во оваа реална винарија овозможуваат лесно поврзување со развојните плочи, кои се тема во овој докторски труд. Сите делови кои се во контакт со виното се од материјал кој не прави оксидира и не прави реакција преку корозија со виното. Со ова се исклучува можноста во виното да се внесат штетни материи кои ќе претставуваат опасност за човековото здравје.



Слика 10.6.1. Влезно-излезни уреди во реалната винарија  
Figure 10.6.1. Input output devices in real winery

Опис на секоја од групите на влезно-излезни уреди во индустриската автоматика

- 1) Магнетни електронски вентили
- 2) Аголни електронски вентили
- 3) Електронски вентили со дијафрагми, топчести и рачни вентили
- 4) Модули за температурна контрола
- 5) Модулирани контроли вентили за вода, пареа, гасови и гликол
- 6) Сензори за притисок со контролор
- 7) Сензори за степен на киселост
- 8) Електронски проток метри



Слика 10.6.2. Контролни уреди во реалната винарија

Figure 10.6.2. Control devices in real winery

Опис на секоја од групите на контролните уреди во реалната винарија:

- 1) Пневматски вентили со извршни контролни уреди
- 2) Извршни контролни уреди за пневматски вентили
- 3) Дистрибуирани влезно-излезни модули

Овие уреди се одликуваат со лесна интеграција во контролните модули кои се тема во овој докторски труд, бидејќи даваат и примаат стандарден индустриски напон од 0-10 [V] или стандарден струен сигнал од 4-20 [mA]. Особина на овие уреди се разновидна комбинација со кој и да е модул во индустриската автоматика.

## 11. ПРИЛОГ 2

### 11.1 КАРАКТЕРИСТИКИ НА МРЕЖНИОТ МОДУЛ ENC28J60

Со користење на интегриран мрежен модул ENC28J60 направена е врска помеѓу интернет апликацијата и микроконтролерот. Модулот ги има следниве карактеристики:

- IEEE 802.3 компатибилен интернет контролор
- интегрирана MAC адреса и 10BASE-T PHY
- приемник и коалиозен ‘squelch’ коло
- поддршка на еден 10BASE-T порт со автоматска детекција на поларитетот и корекција
- поддршка за ‘Full’ мод и ‘Half-Duplex’ мод
- програмабилно препраќање на колизија
- програмабилен баласт и генерирање на ‘CRC’
- автоматско програмирање за отфрлање на грешните пакети
- SPI™ интерфејс со брзина до 10 Мб/с бафер
- 8-Кbyte праќање/примање на пакети преку двоен порт SRAM
- конфигурабилна должина на праќајќи / примајќи бафер
- хардверски менаџирачко коло за примање на FIFO
- Byte-произволна должина и секвенцијален пристап со автоинкремент
- интерна DMA за брзи податочни движења
- хардверски асистирани IP сума за проверка на пресметката на Medium Access Controller (MAC)
- поддршка за Unicast, Multicast и Broadcast пакети
- програмабилен филтер за вратени пакети “wake-up” хост на логичко “И” или “ИЛИ” на следните:

- унікаст адреса
- мултикаст адреса
- бродкаст адреса
- Magic Packet™
- групната адреса е дефинирана како 64-битна 'hash' табела
- програмабилна шема за појавување на 64 бајти на корисничко дефиниран офсет

- Loopback моде

Карактеристики на пиновите

- Браново обликување на излезниот филтер
- Loopback мод

Операбилност

- Два програмабилни LED излези за LINK, TX, RX колизија и full/half-duplex статус
- седум интерапти со два пина за интерапт
- 25 MHz клок
- клок излезен пин со програмабилен прескалер
- работен напон во ранг од 3.14V до 3.45V
- TTL излезни нивоа
- Температурен ранг: -40°C до +85°C индустриски,  
0°C до +70°C комерцијален (SSOP ако е само)
- 28-пинско SPDIP, SSOP, SOIC, QFN куќиште

## 11.2 КАЛИБРАЦИЈА НА СЕНЗОРИ

Бидејќи постојат огромен број на термини во метрологијата кои се точно дефинирани во меѓународните релации, потребно е да се избегнат можните забуни кога се прават со мерењата. Затоа се пишува документација во лабораториски и општи меѓународни релации.

Прецизни дефиниции за термините и поимите кои се користат во производните мерења се следните:

- VIM (International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology)
- ISO 35 34-1, Statistics – Vocabulary and symbols Part 1.
- Probability and general statistics terms
- ISO 5725, Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results
- ISO 8402, Quality management and quality assurance – Vocabulary
- ISO 10012, Quality assurance requirement for measuring equipment:

Дел 1.

- Metrological confirmation system for measuring equipment
- EN 45020, General terms and their definitions concerning standardization and related activities.

За сите поими врзани за метрологијата на сензорите корисникот се запознава со точноста (accuracy) (ISO 5725), блискоста на резултатите од испитувањето и усвоените референтни вредности. Треба да се разликуваат прецизноста (precision) и вистинитоста (trueness).

Прецизноста по (ISO 5725) е разликата помеѓу резултатот од мерењето и резултатот од независните мерења добиени под одредени услови.

Разликата помеѓу точноста и прецизноста може да се прикаже во примерот со мерење на степенот на киселост.

Вистинитоста “trueness” (ISO 5725) претставува блискост помеѓу средната вредност добиена од голема серија на резултати и усвоени референтни вредности.

Мерењето на вистинитоста се изразува во вид на грешка “bias”. Грешката “bias” е разлика помеѓу очекуваниот резултат од испитувањето и усвоените референтни вредности. Лабораториската грешка е разлика помеѓу очекуваниот резултат од испитувањето за одредена лабораторија и усвоените референтни вредности.

Испитувањето “testing” е техничко истражување преку кое се утврдува дали сензорот одговара на специфицираните карактеристики.

Мерењето е збир од операции кое се врши на објектот како би се одредиле вредностите на величината која се мери.

Калибрацијата е збир од операции како би се воспоставила под одредени услови врска помеѓу величината која се чита на индикаторот од инструментот и соодветната вредност од еталонот. Резултатот од калибрацијата може да се види во документот кој претставува сертификат за калибрација. Резултатот може да се изрази како корекција извршена во однос на покажувањето на сензорот. Калибрацијата не значи дека инструментот работи во согласност со неговата спецификација. Основен концепт за осигурување на квалитетот е калибрација на мерните инструменти. Со калибрацијата одредуваме колкаво е отстапувањето, односно грешката при читањето на вредноста од сензорот во однос на еталонот со кој се споредува. Калибрацијата обично не значи подобрување, таа само дава информација за грешката на сензорите во однос на прифатената вредност од самиот еталон. Последицата од калибрацијата придонесува до тоа корисникот да одлучи дали опремата е доволно добра со неа да се вршат сигурни мерења. Системот на квалитет бара да се врши калибрација на мерните средства во однос на еталони чија точност е поголема од точноста на опремата која се калибрира.

Постапката за калибрација се изведува по одредена процедура и со користење на избрани методи. Во модулот за следење на параметрите на резервоарот користиме следење на мерните средства во однос на три еталони. Со користење на математички апарат за интерполација ги опфаќаме сите идни мерења да се зависни во кривата која е последица од математичката равенка на Лагранж, која претставува сума на количници од разлики. Калибрацијата претставува основно средство за обезбедување на сведливост на мерењата. Калибрацијата се одредува со метролошките карактеристики на мерниот уред. Процесот на мерење во општ случај е сложен

процес, кој се прави внатре и надвор од производниот процес во тек и после изработка на производот.

Мерењето може да се посматра преку поставување на задачи и цели на мерењата, формирање план за мерење, извршени мерења и обработка на резултатите од мерењата. Со мерењето се укажува на состојбата на технолошкиот процес, произведен и други системи во целина. Постојат четири фази во мерењата. Секое мерење е задача која треба озбиљно да се планира, да се извршат планираните активности, а потоа стручно да се обработат резултатите од мерењата во зависност од тоа какви мерења се вршени, колку мерења се извршени, со која цел се вршени, кои параметри се мерени и сл. Првата фаза на мерењата го опишува збирот од параметрите како што се: мерна величина, грешка на мерење, интервал на доверба во кој се наоѓа вредноста на измерената величина, веројатноста измерената величина да се најде во интервалот на точност, времето кога започнува мерењето, времето кога се врши мерењето, временскиот интервал во кој се врши мерењето итн. Во втората фаза на мерењето се прави план за мерења кој опфаќа тип и структура, интервал на можни вредности на мерните величини, карактер на промени во времето, број на мерења и слично. Трета фаза е реализација на планот за зацртани мерења која опфаќа услови и режим на мерења, мерна опрема, тип на мерниот сигнал. Четврта фаза на мерења е обработка и анализа на податоците при добиените мерења. Се прави заклучок дали мерењето е спроведено на соодветен начин и дали резултатите од мерењата, грешките при мерења и веројатноста се вклучени во интервалот на дозволени отстапувања.

Доколку мерењето не се врши на класичен начин, туку се користат мерни претворувачи од различни видови тогаш мерењето се сведува на процес на генерирање и претворување на мерните информационални сигнали. Мерната величина се прикажува со резултатот од мерењата во податочната база. Со соодветен компјутерски програм податоците од мерењата се прикажуваа во облик на графички приказ.



### 11.3 TCP ПРОТОКОЛ

Еден стандарден протокол се состои од внатрешни и надворешни спецификации. Надворешната спецификација го дефинира обликот и значењето на поединечните делови од протоколот на податочната единица. Оваа спецификација тешко се менува бидејќи сите уреди мора да преминат на новиот формат кој е диригиран од новиот протокол на податочната единица. Внатрешната спецификација се однесува на постапките врз основа на примениот протокол во податочната единица. Оваа внатрешна спецификација лесно се менува бидејќи постои компатибилност помеѓу различни варијанти на истиот проток. Најпрво правиме испитување со симулатор во симулирани мрежи, а потоа и во реални стварни мрежи, поради можноста од правење на минимален незначителен трошок преку едноставно управување на експериментите. Мерењата во реална мрежа се верифицираат споредбено со резултатите од симулацијата. Најчестиот протокол за управување преку интернет на далечина е “TCP” (Transmission Control Protocol). Преку симулациски вежби ќе ги видиме однесувањата на различни варијанти на TCP протоколот кој од една страна е свртен кон корисничките процеси, а од друга страна во протоколите на мрежни нивоа. Големиот број на функционални позиви се поддржани од корисничките интерфејси како што се позиви за:

- воспоставување и затворање на врска (OPEN, CLOSE),
- праќање и примање на податоци (SEND, RECEIVE).

Интерфејсот на нивото на мрежата на протоколот не е одреден, тоа е определено од страна на производителот на комуникациските програми. Кога податоците стигаат на ниво на пренос, TCP може веднаш да ги испрати или да ги собере во пакет како би ги пратил наеднаш. Секој од корисниците може да издејствува моментална испорака на податоци со поставување на битот PUSH.

Протоколот TCP мора да има можност да се поправи сам од губење или дуплирање на податоците, како и во случај кога се доставува пакет по погрешен редослед.

Ова е овозможено со користење на придружен реден број (sequence number) на секој октет кој се пренесува преку очекување на позитивна потврда (ACK) од приемникот. Доколку позитивната потврда не се прими до истекот на времето на повторна трансмисија, податокот повторно автоматски се препраќа. Поради елиминација на

дупликатите на приемната страна сегментите се поредуваат во правилен распоред по придружниот реден број.

Со ова “TCP” ни се овозможува да управуваме со количината на податоци кои може да ги пратиме преку предавателот. Со секоја потврда (ACK), приемникот праќа и големина на прозор (RWIN, receiver window), кој означува колку октети приемникот може да обработи. Најголемиот можен прозор е 65536 октети (16 бита).

Главната задача на “TCP” е да воспостави врска со крајната точка на предавачот и крајната точка на примателот. Крајната точка ја нарекуваме приклучница (socket). Секоја ваква приклучница единствено е одредена со “IP” адресата и приклучната точка наречена порт (port). Парот од приклучници ја прават врската единствена.

Преку мултиплексирање возможно е приклучницата да содејствува во повеќе врски. Секој од сегментите на “TCP” се праќаат во внатрешноста на “IP” пакетите. На слика 11.3.1, е прикажано форматот на заглавието на “TCP” протоколот.

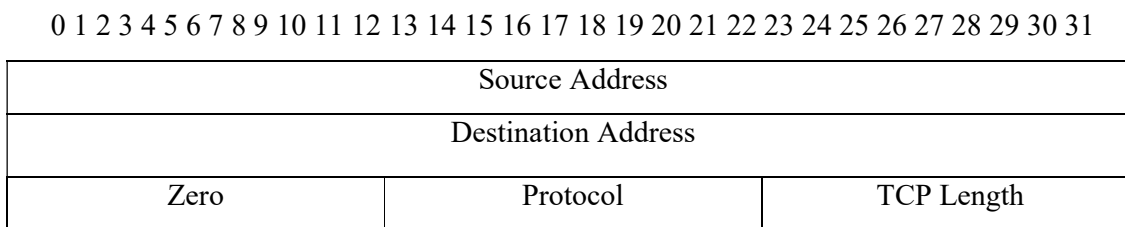
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31																				
Source Port										Destination Port										
Sequence Number																				
Acknowledgment Number																				
DataOffset		Reserved		U	A	P	R	S	F	Window										
		R	C	S	S	Y	I													
		G	K	H	T	N	N													
Checksum										Urgent Pointer										
Options															Padding					
Data																				

Слика 11.3.1. Формат на заглавието на “TCP” протоколот

Figure 11.3.1. Format header of TCP

**Опис на секој елемент од заглавието:**

- SOURCE PORT, DESTINATION PORT (по 16 бита). Идентификатор на изворната и одредишна точка на приклучок.
- SEQUENCE NUMBER (32 бита). Ако е SYN битот нула, ова поле ќе претставува реден број на првиот октет на податокот во сегментот. Ако е SYN единица, редниот број е иницијален реден број (ISN), а првиот податочен октет е  $ISN + 1$ .
- ACKNOWLEDGMENT NUMBER (32 бита). Ако е ACK битот единица, ова поле содржи вредност на следниот реден број кој приемникот очекува да го прими, со ова се потврдуваат сите претходни податоци.
- DATA OFFSET (4 бита). Кажува колку 32 битни зборови се содржани во TCP заглавието.
- CONTROL BITS (6 бита).
  - а) URG (Urgent Pointer) - покажува итност, пакетот содржи итна порака.
  - б) ACK - битот значи потврда дека единицата содржи потврден број.
  - в) PSH - бит со кој предавателот бара моментална испорака на пристигнатите податоци на приемна страна.
  - г) RST - бит за ресетирање на врската.
  - д) SYN - бит кој се користи за воспоставување врска. Барањето за воспоставување на врска се означува со  $SYN = 1$ ,  $ACK = 0$ ; додека пак ако  $SYN = 1$ ,  $ACK = 1$  означува дека се прифатени барањата за врска.
  - ѓ) FIN- битот означува дека предавателот нема повеќе податоци за праќање.
- WINDOW (16 бита) претставува број на октет податоци, почнувајќи од потврдниот број кој е спремен предавачот да го прифати.
- CHECKSUM (16 бита) претставува поле кое има вредност на единичен комплемент на сумата од единичниот комплемент на 16 битниот збор од заглавието и податоците. Контролната сума покрива 96 битно заглавие. Делот од заглавието на IP протоколот кој не се менува е прикажан на слика 11.3.2.



Слика 11.3.2. Псевдо заглавие

Figure 11,3.2. Pseudo header

- URGENT POINTER (16 бита) полето го содржи редниот број на последниот октет од итни податоци само доколку URG битот е единица. Потребно е “TCP” да ги поддржува сите должини на итни податоци.
- OPTIONS (променливи должини) се додаваат на крај од “TCP” заглавието и заедно се вклучува во контролната сума од заглавието. Формати на опции едно октетни и повеќе октетни. Најважна опција е онаа која овозможува максимална големина на сегментот (MSS. Maximum Segment Size) која се праќа за време на воспоставување на врската.
- PADDING (променлива должина) ова поле се пополнува со нули додека не се наполни 32 битниот збор.

За да ја одржуваме TCP врската потребно е памтење на повеќе променливи кои се снимаат во структура таканаречена “TCB” (Transmission Control Block). Оваа структура “TCB” содржи информации за локалните идентификатори и оддалечените приклучници, приоритет, сигурност на врската, покажувачи на редот за повторен пренос, тековните сегменти и променливи врзани за редниот број на податокот кој се прима и предава.

**Секвенцијални променливи за праќање податоци:**

SND.UNA - реден број на првиот пратен и непотврден октет

SND.NXT - реден број на следниот октет за праќање

SND.WND - големина на прозорот кој се предава; максимален број на октети кои може да се пратат без да се добие потврда. Кога е задоволено  $SND.UNA = SND.NXT$  нема непотврдени податоци и може да се прати полн прозор SND.WND

SND.UP - покажувач на итни податоци

SND.WL1 - реден број на октетот кај последната променлива величина од прозорот

SND.WL2 - потврда на последно примената величина од прозорот

ISS - почетен реден број на октетот

**Секвенцијални променливи за прием на податоци:**

RCV.NXT - реден број на следниот октет

RCV.WND - величина на приемниот прозор

RCV.UP - покажувач на итни податоци

IRS - почетен реден број на октетот

**Променливи кои ги преземаат вредностите од тековниот сегмент:**

SEG.SEQ - реден број на првиот октет во сегментот

SEG.ACK - реден број на октетот кој се очекува

SEG.LEN - должина на сегмент

SEG.WND - моментална величина на прозорот од приемникот

SEG.UP - покажувач на крај од итните податоци во сегментот

SEG.PRC - октети кои имаат предност

**Состојби во TCP протокол:**

CLOSED - врска е неактивна

LISTEN - барање за подготвена врска

SYN-SENT - пратено барање за врска и се чека другата страна да одговори на барањето за врска

SYN-RECEIVED - примено е барање за врска и се чека потврда на барање за врска

ESTABLISHED - состојба на нормален пренос на податоци

FIN-WAIT-1 - пратено е барања за прекин на врската

FIN-WAIT-2 - се чека барање за прекин на врската од оддалечениот “TCP”

CLOSE-WAIT - се чека на барање за прекин на врска со локален корисник

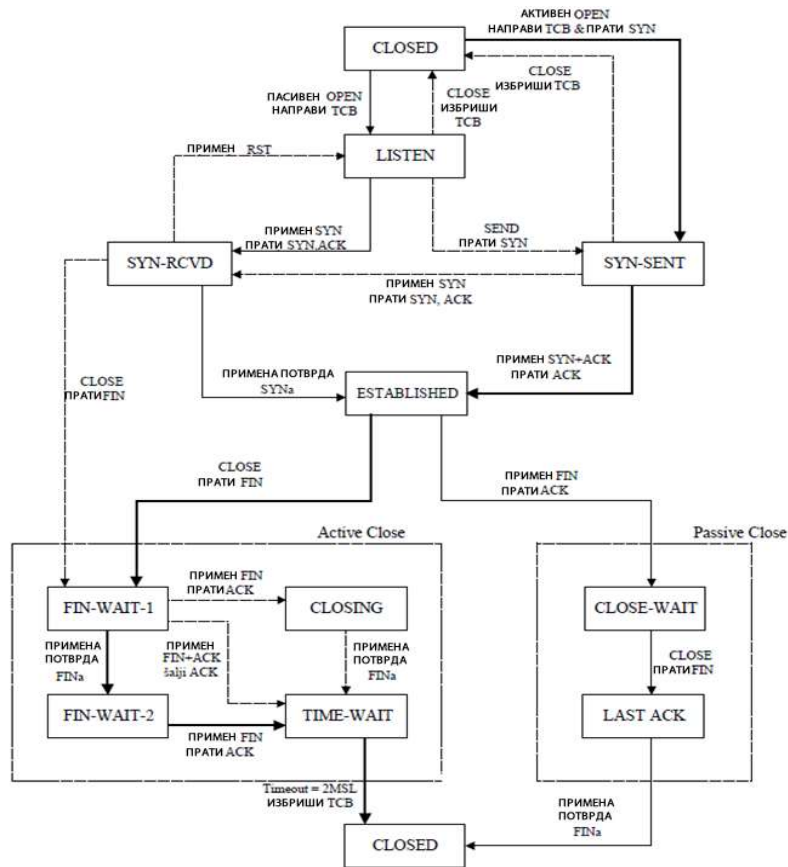
CLOSING - се чека потврда на пратеното барање за прекин на врската

LAST-ACK - се чека потврда за барање за прекин на врска со оддалечен “TCP”

TIME-WAIT - се чекаат две максимални времиња на постоење на сегмент (MSL), како би сме се увериле дека сите заостанати сегменти се стигнати до оддалечениот “TCP”. За ова време не може повторно да се воспостави врска помеѓу овие две приклучници.

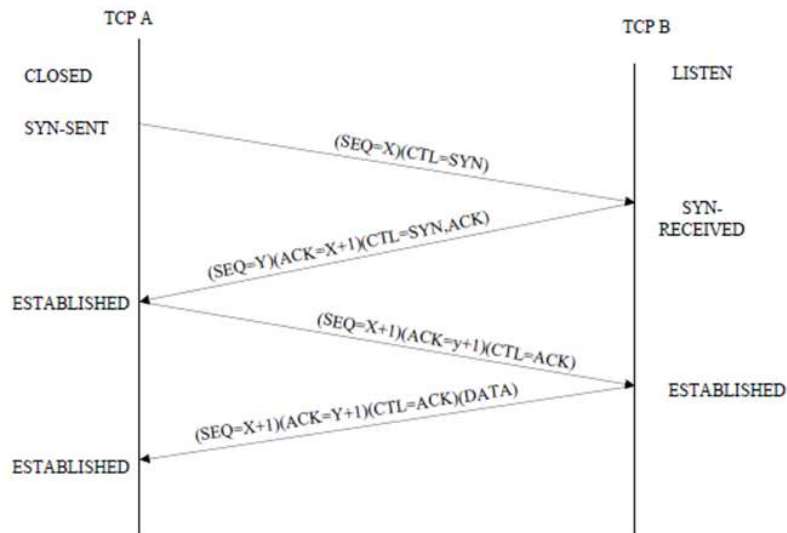
Дијаграмот за состојба на врските е прикажана на слика 11.3.3. На овој дијаграм се прикажуваат настаните кои ги предизвикуваат и акциите следствено на нив. Во случај кога врската прекинува и се губат непотврдени податоци се јавува проблем со распознавање на заостанатите сегменти од претходната врска. Од особена важност е користењето на почетни редни броеви ISN (Initial Sequence Number). Кога ќе се воспостави врска, генераторот на почетните редни броеви одбира 32 битен ISN, а најнискиот бит се зголемува за 4 ps. Со тоа ISN има период од приближно 4.55 часа. Можеме да сметаме дека ISN е единствен кога сегментот не може да остане во мрежата подолго од MSL (Maximum Segment Life), кое обично е околу две минути.

Синхронизација на почетните редни броеви е неопходно за да се воспостави врска. Сегментите за воспоставување врска кои ги носат контролните битови SYN и ISN вршат размена на сегменти. Додека трае синхронизацијата на двете страни мораат да го пратат својот ISN за да примат потврда од другата страна. Во три чекори се прави процесот на синхронизација (three-way handshake). Оваа постапка го покренува еден од уредите додека пак другото одговара на него. Како тече воспоставување на врската е прикажано на слика 11.3.4.



Слика 11.3.3. Дијаграм на состојбите во “TCP” врската

Figure 11.3.3. State diagram in TCP connection



Слика 11.3.4. Воспоставување врска со “TCP” протокол

Figure 11.3.4. Making connection with TCP protocol

## 12. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

- [1] M. Micire, J.L. Drury, B. Keyes, H. A. Yanco, Multi-touch interaction for robot control, IUI '09 Proceedings of the 14th international conference on Intelligent user interfaces, ACM New York, NY, USA 2009
- [2] S. Yang, R.R. Igoevich, Y. Park, D. Min, E. Choi, Reliable robot teleoperation service architecture for various controllers and robots, In the Proc of the 7th International Conference Networked Computing and Advanced Information Management (NCM), 2011
- [3] Suzuki, T., Ohya, A., Yuta, S.: Operation Direction to a Mobile Robot by Projection Lights. In: IEEE Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts, TPO-2-2, (2005)
- [4] <http://thinklabs.in>
- [5] [http:// www.DatasheetCatalog.com](http://www.DatasheetCatalog.com)
- [6] <http://www.microchip.com>
- [7] <http://www.embeddedmarket.com>
- [8] <http://www.robotics.com>
- [9] The 8051 Microcontrollers and Embedded Systems Using Assembly and C, Second Edition, Muhammad Ali Mazidi, Janice Gillispie, Rolin D. McKinlay.
- [10] PIC Microcontrollers and Embedded Systems Using Assembly and C for PIC18, Pearson International Edition, Muhammad Ali Mazidi, Rolin D. McKinlay, Danny Causey
- [11] Mattison R. (1996). Data Warehousing, Strategies Technologies and Techniques, McGraw-Hill
- [12] V. Rajaravivarma, Y. Yang, and T. Yang. An overview of wireless sensor networks and applications. In Proceedings of the 35th Southeastern Symposium on System Theory, pages 432–436. IEEE, 2003.
- [13] A. Mainwaring, D. Culler, J. Polastre, R. Szewczyk, and J. Anderson. Wireless sensor networks for habitat monitoring. In WSNA '02: Proceedings of the 1st ACM international workshop on Wireless sensor networks and applications, pages 88–97, New York, NY, USA, 2002. ACM.
- [14] Anastasi, G.; Farruggia, O.; Lo Re, G.; Ortolani, M. Monitoring high-quality wine production using wireless sensor networks. In 42st Hawaii International Conference on Systems Science (HICSS-42 2009): Waikoloa, Big Island, HI, USA, 2009.
- [15] Wang, N.; Zhang, N.Q.; Wang, M.H. Wireless sensors in agriculture and food industry – Recent development and future perspective. Comput. Electron. Agric. 2006, 50, 1-14.
- [16] Pierce, F.J.; Elliott, T.V. Regional and on-farm wireless sensor networks for agricultural systems in Eastern Washington. Comput. Electron. Agric. 2008, 61, 32-43.



- [17] Luis Ruiz-Garcia, Loredana Lunadei, Pilar Barreiro and Jose Ignacio Robla. A Review of Wireless Sensor Technologies and Applications in Agriculture and Food Industry: State of the Art and Current Trends, *Sensors* 2009, 9, 4728-4750
- [18] João Valente, David Sanz, Antonio Barrientos, Jaime del Cerro, Ángela Ribeiro and Claudio Rossi, An Air-Ground Wireless Sensor Network for Crop Monitoring, *Sensors* 2011, 11, 6088-6108
- [19] Astrom, K.J., and Haggglund, T., (1995) *PID Controllers: Theory, Design and Tuning* (Second Edition), Research Triangle Park, North Carolina, Instrument Society of America, pp. 179–193
- [20] Huang, J., Wang, Y., Yang, S.H., and Xu, Q., (2009) Robust stability condition for remote SISO DMC controller in networked control systems, *Journal of Process Control*, 19, pp. 743–750.
- [21] Kao, C.Y., and Lincoln, B., (2004) Simple Stability Criteria for Systems with Time-varying Delays, *Automatica* 40, pp. 1429–1434.
- [22] Li, Y., Yang, S.H., Zhang, Z., and Wang, Q.G., (2010) Network Load Minimization Design for Dual-rate Internet-based Control systems, *IET Control Theory and Applications*, 4(2), pp. 197–205.
- [23] Lian, F.L., Moyné, J., and Tilbury, D., (2002) Network Design Consideration for Distributed Control Systems. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 10(2), pp. 297–307.
- [24] Nise, N.S., (2000) *Control Systems Engineering* (Third Edition), New York, John Wiley & Sons, pp. 195–196.
- [25] Wang, Q.G., Lee, T.H., Fung, H.W., Bi, Q., and Zhang, Y., (1999) PID Tuning for Improved Performance, *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 7(4), pp. 457–465.
- [26] Yang, L., and Yang, S.H., (2007) Multi-rate Control in Internet- Based Control Systems, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics – Part C: Applications and Reviews*, 37(2), pp. 185–192.
- [27] Yang, S.H., Dai, C., and Knott, R.P., (2007) Remote Maintenance of Control system Performance over the Internet, *Control Engineering Practice*, 15(5), pp. 533–544.
- [28] Yu, J.Y., Yu, S.M., and Wang, H.Q., (2004) Survey on the Performance Analysis of Networked Control Systems. 2004 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, pp. 5068–5073.
- [29] Luyben WL. Dynamics and control of recycle systems. 1. Simple open-loop and closed-loop systems. *Ind. Eng. Chem. Res.* 1993;32:466.
- [30] Luyben WL. Dynamics and control of recycle systems. 2. Comparison of alternative process designs. *Ind. Eng. Chem. Res.* 1993;32:476.
- [31] Luyben WL. Dynamics and control of recycle systems. 3. Alternative process designs

in a ternary system. Ind. Eng. Chem. Res. 1993;32:1142.

[32] Tyreus BD, Luyben WL. Dynamics and control of recycle systems. 4. Ternary systems with one or two recycle streams. Ind. Eng. Chem. Res. 1993;32:1154.

[33] Downs JJ, Vogel EF. A plant-wide industrial process control problem. Comput. Chem. Engng. 1993;17:245.

[34] Luyben WL, Tyreus BD, Luyben ML. Plantwide process control. New York: McGraw-Hill; 1999.

[35] Luyben ML, Luyben WL. Essentials of process control. New York: McGraw-Hill; 1997.

[36] Seborg DE, Edgar TF, Mellichamp DA. Process dynamics and control. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons; 2004.

[37] Bequette BW. Process control: Modeling, design, and simulation. Prentice-Hall: Upper Saddle River; 2003.

[38] Papadourakis A, Doherty MF, Douglas JM. Relative gain array for units in plants with recycle. Ind. Eng. Chem. Res. 1987;26:1259.

[39] Luyben WL. Snowball effects in reactor/separator processes with recycle. Ind. Eng. Chem. Res. 1994;33:299.

[40] Wu KL, Yu CC. Reactor/separator processes with recycle 1. Candidate control structure for operability. Comput. Chem. Eng. 1996;20:1291.

[41] Bristol EH. On a new measure of interaction of multivariable process control. IEEE Trans. Autom. Control 1966;AC-11:133.

[42] Morari M, Zafiriou E. Robust process control. Prentice-Hall: Englewood Cliffs; 1989.

[43] Yu CC, Fan MKH. Decentralized integral controllability and D-stability. Chem. Eng. Sci. 1990;45:3299.

[44] Luyben WL. Process modeling, simulation and control for chemical engineers. 2nd ed. New York: McGraw Hill; 1990.

[45] Marino-Galarraga M, McAvoy TJ, Marlin TE. Short-cut operability analysis – 2. Estimation of a detuning parameter for classical control systems. Ind. Eng. Chem. Res. 1987;26:511.

- [46] Price RM, Georgakis C. Plantwide regulatory control design procedure using a tiered framework. *Ind. Eng. Chem. Res.* 1993;32:2693.
- [47] Cheung TF, Luyben WL. Liquid level control in single tanks and cascade of tanks with proportional only and proportional integral feedback controllers. *Ind. Eng. Chem. Fundam.* 1979;18:15.
- [48] Wu KL, Yu CC, Luyben WL, Skogestad S. Reactor/separators processes with recycle 2. Design for composition control. *Comput. Chem. Eng.* 2003;27:401.
- [49] Lin SW, Yu CC. Design and control for recycle plants with heat-integrated separators. *Chem. Eng. Sci.* 2004;59:53.
- [50] Astrom, K.J., and Hagglund, T., (1995) *PID Controllers: Theory, Design and Tuning* (Second Edition), Research Triangle Park, North Carolina, Instrument Society of America, pp. 179–193
- [51] Huang, J., Wang, Y., Yang, S.H., and Xu, Q., (2009) Robust stability condition for remote SISO DMC controller in networked control systems, *Journal of Process Control*, 19, pp. 743–750.
- [52] Kao, C.Y., and Lincoln, B., (2004) Simple Stability Criteria for Systems with Time-varying Delays, *Automatica* 40, pp. 1429–1434.
- [53] Li, Y., Yang, S.H., Zhang, Z., and Wang, Q.G., (2010) Network Load Minimization Design for Dual-rate Internet-based Control systems, *IET Control Theory and Applications*, 4(2), pp. 197–205.
- [54] Lian, F.L., Moyne, J., and Tilbury, D., (2002) Network Design Consideration for Distributed Control Systems. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 10(2), pp. 297–307.
- [55] Nise, N.S., (2000) *Control Systems Engineering* (Third Edition), New York, John Wiley & Sons, pp. 195–196.
- [56] Wang, Q.G., Lee, T.H., Fung, H.W., Bi, Q., and Zhang, Y., (1999) PID Tuning for Improved Performance, *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 7(4), pp. 457–465.
- [57] Yang, L., and Yang, S.H., (2007) Multi-rate Control in Internet- Based Control Systems, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics – Part C: Applications and Reviews*, 37(2), pp. 185–192.
- [58] Yang, S.H., Dai, C., and Knott, R.P., (2007) Remote Maintenance of Control system Performance over the Internet, *Control Engineering Practice*, 15(5), pp. 533–544.
- [59] Yu, J.Y., Yu, S.M., and Wang, H.Q., (2004) Survey on the Performance Analysis of Networked Control Systems. 2004 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, pp. 5068–5073.

- [60] Richard D. Jarrard. Scientific Methods (online book), 2001.
- [61] Steps of the Scientific Method, <http://www.sciencebuddies.org>
- [62] Brag, T., (2000) The real benefit of XML
- [63] Clarke, J. A., Hare, J. J., Brown, J. D., (2001) Implementation of a distributed data model and format for high performance computing applications, applications, International Journal of Automation and Computing
- [64] McGrath, R. E., (2001) HDF5 compound data: technical issues for XML, Java and tools,
- [65] Nam, B., Sussman, A., (2003) Improving access to multi-dimensional self-describing scientific datasets
- [66] ScadaonWeb, (2001) Description of work
- [67] Sun Microsystems, (1999) Java™ remote method invocation specification
- [68] Widener, P., Eisenhauer, G., Schwan, K., (2001) Open metadata formats: efficient XML-based communication for high performance computing, 10th IEEE International Symposium on High Performance Distributed Computing
- [69] Yang, S. H., Alty, J. L., (2002) Development of a distributed simulator for control experiments through the Internet, Future Generation Computer Systems
- [70] P. Cortez, A. Cerdeira, F. Almeida, T. Matos and J. Reis. Modeling wine preferences by data mining from physicochemical properties. In *Decision Support Systems*, Elsevier, 47(4):547-553, 2009. <http://www3.dsi.uminho.pt/pcortez/wine/>
- [71] RANKINE, B. c. 1991. Making good wine, Australia, Pan Macmillan Publishers

### 13. ЛИСТА НА ТАБЕЛИ И СЛИКИ

- Слика 1.1. Контролна структура на систем управуван преку Интернет
- Слика 1.2. Класификација на експерименталното опкружување
- Слика 1.3. Техника на бранови променливи и предикатори
- Слика 2.1. Контролна шема за дискретно време
- Слика 2.2. Управување на системи на далечина
- Слика 2.1.1. Функционален модел на системот
- Слика 2.1.2. Функционалниот модел на систем управуван преку Интернет
- Табела 2.1.1. Атрибути, уводни зборови, интерпретација за интернет базирано управување на системи
- Слика 2.1.3. Поставеност во интернет базираното управување на системи
- Слика 2.1.4. Споредба на алгоритмите за енкрипција и декрипција
- Слика 3.1.1. Електрична шема за пренос на податоци од температурниот сензор на серверска страна преку интегриран мрежен модул ENC28J60
- Слика 3.1.2. Електрична шема за пренос на податоци на серверска страна преку интегриран мрежен модул ENC28J60
- Слика 3.2.1. Блок дијаграм и панел од симулацијата
- Слика 3.2.2. Дизајн и симулација на електричното коло во PROTEUS
- Слика 3.2.3. Модул за надгледување и складирање на сензорски податоци
- Слика 3.2.4. Кутија со сензори фиксирана на резервоарот
- Слика 3.3.1. Електрично коло USB2COM за поврзување меѓу компјутерот и резервоарите со инсталирани комуникациски и сензорски модули
- Слика 3.3.2. USB Hub уред со 80 конектори
- Слика 3.3.3. Програм за следење и снимање на вредностите од сензорската мрежа
- Слика 3.4.1. Веб-сервер во работен режим поставен во реална винарија
- Слика 3.4.2. Иницијализација на параметри на веб-серверот
- Слика 3.4.3. Програмски код за веб-страницата која ја извршува веб-серверот
- Слика 3.5.1. Следење на температурата во резервоарот за вино
- Слика 3.5.2. Активни релиња за контрола на температурата

Слика 3.5.3. Електрична шема на поврзување на сензорот VL6180 со микроконтролер

Слика 3.5.4. Постапување на сензорот за растојание во резервоарот за вино

Табела 3.5.1. Зависност на специфична тежина и шеќерот во течноста

Табела 3.5.2. Температурна корекција на извршените мерења калибрирана на 20°C

Слика 4.1. Приказ на податоци од табела во која се снимаат податоците

Слика 4.2. Приказ на податоци од табелата на извршени мерење

Слика 4.3. Ентитет асоцијација дијаграм на базата

Слика 4.4. Приказ на табелите кои се користат во базната апликација

Слика 4.5. Прв дел од табелите во базата за работа во винарија

Слика 4.6. Ентитет асоцијација дијаграм на табелите во базата (втор дел)

Слика 4.1.1. Апликација за следење на квалитет на вино

Табела 4.1.1. Определување на квалитет на вино во зависност од параметрите

Табела 4.1.2. Определување на квалитет на вино во зависност од параметрите

Слика 5.1. Постапување на сензорскиот модул во резервоарите за вино

Слика 5.2. Комплет модули за следење на параметри во резервоар за вино

Табела 5.1. Измерени вредности на секој од еталоните

Табела 5.2. Вредности на времињата за кое се извршиле мерењата за запис во база

Слика 6.1. Анализа на податоците од мерењата на слободниот сулфур диоксид

Слика 6.2. Анализа на податоците од мерењата на степенот на киселост

Слика 6.3. Анализа на податоците од мерењата на шеќерот

Слика 6.4. Анализа на податоците од мерењата на алкохолот

Слика 6.5. Анализа на податоците од мерењата на киселината

Слика 6.6. Анализа на податоците од мерењата на вкупниот сулфур диоксид

Слика 6.7. Анализа на податоците од мерењата на фиксната киселост

Слика 6.8. Анализа на податоците од мерењата на хлоридите

Слика 6.9. Анализа на податоците од мерењата на лимонска киселина

Слика 6.10. Анализа на податоците од мерењата на густината

Слика 6.11. Анализа на податоците од мерењата на сулфитите

Слика 6.12. Приказ на грешката која се прави при податочните предвидувања на квалитетот во иднина

Слика 6.13. Распределба на степенот на киселости квалитетот на црвени вина

Слика 6.14. Распределба на степенот на киселости квалитетот на белите вина

Слика 6.15. Распределба на степенот на киселост, квалитетот и алкохолот на црвените вина

Слика 6.16. Распределба на степенот на киселост, квалитетот и алкохолот на црвените вина

Слика 6.17. Распределба на степенот на киселост, квалитетот и алкохолот на белите вина

Слика 6.18. Распределба на степенот на киселост, квалитетот и алкохолот на белите вина

Табела 6.1. Збирна статистика за квалитетот на белите вина

Табела 6.2. Фреквенција на појавување на квалитетот

Табела 6.3. Збирна статистика за квалитетот на црвените вина

Слика 6.19. Хистограм на квалитет на црвени вина

Слика 6.20. Линеарна регресија на квалитет на црвени вина во однос на степенот на киселост за црвени вина

Слика 6.21. Стандардизирани остатоци за црвени вина

Слика 6.22. Регресивно дрво на одлучување за црвени вина

Слика 6.23. Легенда на вредности во регресивното дрво на одлучување на црвени вина

Табела 6.4. Структура на дрво за црвени вина

Табела 6.5. Структура на дрво за бели вина

Слика 6.24. Регресивно дрво на одлучување на бели вина

Слика 6.25. Легенда на вредности во регресивното дрво на одлучување на црвени вина

Табела 6.6. Степен на киселост на најдобрите вина од Тиквешкиот регион за 2016г.

Слика 6.1.1 Форма за пресметка на додатоци за засладување

Табела 6.1.1 Табела за додавање на слободен SO<sub>2</sub> во зависност од рН вредноста

Табела 6.1.2. Ферментација на резервоар наполнет со сок од грозје од сортата смедеревка

Слика 6.2.1. Програма за управување на паралелна порта на оддалечен компјутер

Слика 7.1. 3D интерактивна виртуелна винарија управувана на далечина

Табела 7.1. Приказ на вредности за времето на извршување на командите

Слика 7.2.1. Апликација за микроконтролерот 18F67J60

Слика 7.2.2. Работна верзија на микроконтролерот 18F67J60

Слика 7.2.3. Електрична шема на веб серверот

Слика 7.2.4. Шема со распоред на елементите и врските на веб-серверот

Слика 7.2.5. Затворена јамка на процес кој се управува со пропорционален интегрален и диференцијален регулатор

Слика 7.2.6. Блоковски програм на пропорционален, интегрален и диференцијален регулатор

Слика 7.2.7. Серверски сензорски модул

Слика 7.3.1. Апликација за мониторинг и контрола на PID регулатор

Слика 7.4.1. Регулација на температурата во процесот на ферментација на бело вино

Слика 7.4.2. Регулација на температурата во процесот на ферментација на црвено вино

Слика 10.1.1. Сензор MG811 CO<sub>2</sub>

Слика 10.2.1. Сензор за влажност и температура модел DHT11

Слика 10.3.1. Сензор за ниво на алкохол во гас модел MQ-3

Слика 10.4.1. Сензор за мерења на pH и температура во течности модел “Vernier”

Слика 10.5.1. Тест инсталација на сензорот во сензорскиот модул

Слика 10.5.2. Тест поврзување на сензорот со програмерско логички контролор

Слика 10.5.3. Поврзување на пумпа со програмерско логички контролор

Слика 10.6.1. Влезно-излезни уреди во реалната винарија

Слика 10.6.2. Контролни уреди во реалната винарија

Слика 11.3.1. Формат на заглавието на “TCP” протоколот

Слика 11.3.2. Псевдо заглавие

Слика 11.3.3. Дијаграм на состојбите во “TCP” врската

Слика 11.3.4. Воспоставување врска со “TCP” протокол





**УНИВЕРЗИТЕТ „Гоце Делчев“ – ШТИП**

**ФАКУЛТЕТ ЗА ИНФОРМАТИКА**

**Катедра за компјутерски технологии и интелигентни системи**

**ШТИП**

**м-р Димитрија Ангелков**

**ИНТЕРНЕТ БАЗИРАНОУПРАВУВАЊЕ НА СИСТЕМИ**

**- ДОКТОРСКИ ТРУД-**

**Докторскиот труд е посветен на мојата фамилија и на моите стручни соработници**

**Ова што го работевме денеска е во целост за вас, за мене останува она што ќе произлезе како резултат на ова во иднина – Никола Тесла**

**Штип, 2017**