

| | | | |
|---------------------|-------------|--------|----------|
| ПРИМЉЕНО: 8.06.2010 | | | |
| Орг. јед. | Број | Прилог | Вредност |
| | 01-1/1712-1 | | |

ДОКУМЕНТАЦИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

„Лабораторијски модел температурног процеса са кашњењем ПТ400 са управљањем и надзором преко Интернета“

Аутори техничког решења

- *Мр Мирослав Равлић, дипл. инж. Prizma Kragujevac d.o.o, Kragujevac*
- *Др Милан Матијевић, ванредни професор, Машински факултет у Крагујевцу*
- *Др Драган Лазић, ред. проф., Машински факултет, Универзитет у Београду*
- *Др Милан Ристановић, асис., Машински факултет, Универзитет у Београду*
- *Др Миладин Стефановић, доцент, Машински факултет у Крагујевцу*
- *Др Владимир Цвјетковић, доцент, ПМФ Крагујевац*
- *Ненад Бабајић, дипл. инж., студент докторских студија, МФ у Крагујевцу*

Наручилац техничког решења

- Информатика а.д. Београд
- Машински факултет у Крагујевцу

Корисник техничког решења

- Машински факултет у Крагујевцу
- Машински факултет, Универзитет у Београду
- Корисници који путем интернета користе лабораторијски модел за едукацију и истраживање

Година када је техничко решење урађено

- 2009.

Област технике на коју се техничко решење односи

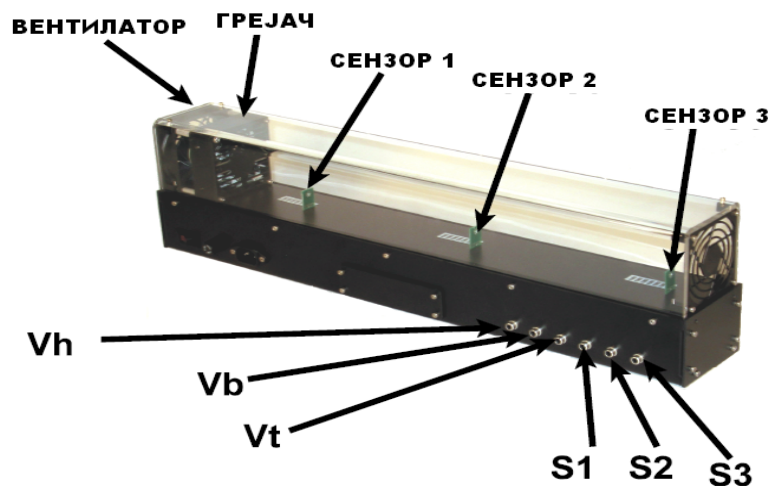
- Процесна техника и аутоматика

1. Опис проблема који се решава техничким решењем

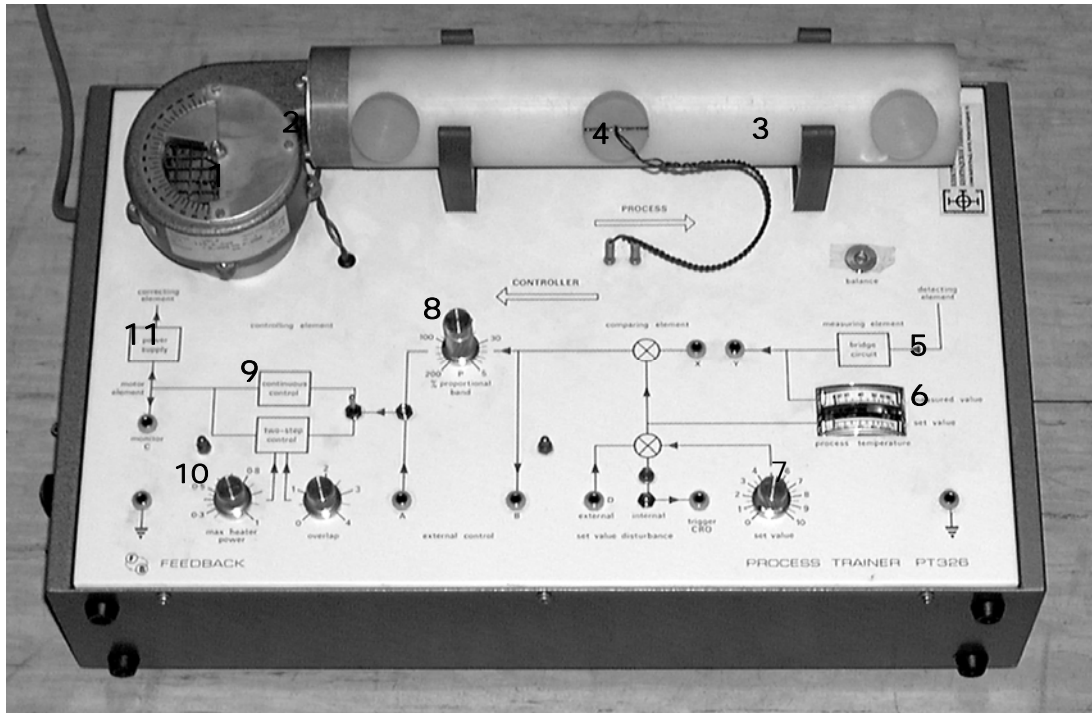
У оквиру пројекта TP18020 „Управљање и надзор топлотних подстанција и пословно-стамбених јединица у системима даљинског грејања“ у фазама припреме интеграције пилот постројења на Машинском факултету у Крагујевцу је било потребно извршити тестирање опреме и теоријских концепата. У том смислу, појавила се потреба набавке или градње процесног тренажера или лабораторијског модела температурног процеса са чистим временским кашњењем. Такав процесни тренажер представља лабораторијску основу и за едукацију и за истраживање за одређени тип процеса. У конкретном случају омогућио би и тестирање опреме, развој и тестирање система за надзор и управљање путем интернета.

2. Стање решености проблема у свету – приказ и анализа постојећих решења

На тржишту постоји релативно велики број произвођача сличних процесних тренажера (*process trainer*). Најпознатије су фирме *Feedback Instruments Limited* са моделима PT326 и *Process Control Trainer 37-100* и *Quanser Consulting Inc.* са моделом *HFE (Heat Flow Experiment)*.



Слика 1. *Quanser*-ов тренажер *HFE*

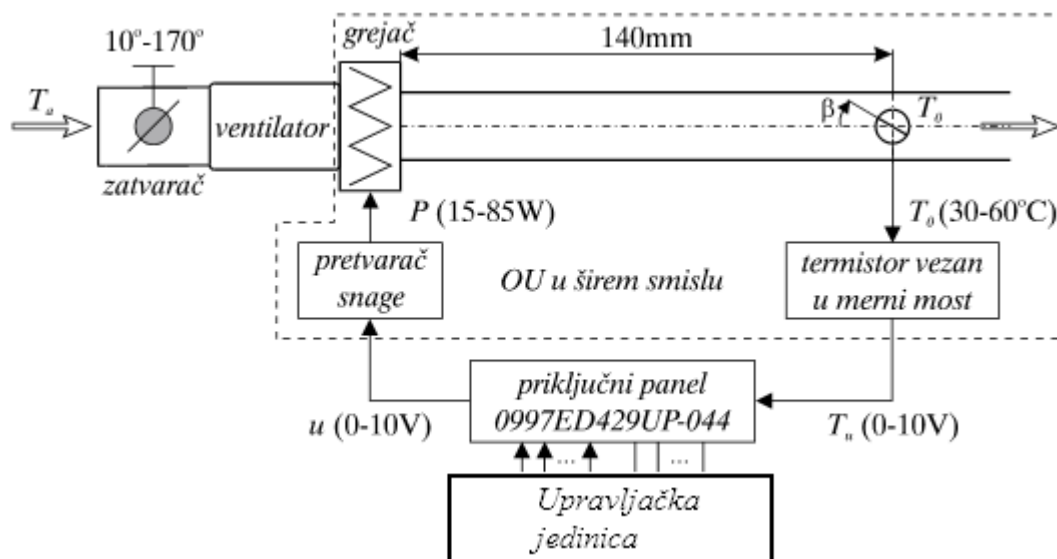


Слика 2. Процесни тренажер PT326 (димензије 520x3216x292mm, маса 9.5 kg)

- | | |
|------------------------------|---|
| 1) вентилатор са затварачем; | 6) индикатор температуре излаза и референтне температуре; |
| 2) грејач; | 7) потенциометар за постављање референтне температуре; |
| 3) пластична чев; | 8) потенциометар за промену пропорционалног подручја; |
| 4) сензор излаза; | 9) компензатор; |
| 5) претварач излаза; | 10) потенциометар за подешавање max снаге грејача; |
| | 11) извршни орган - напајање; |

Процесни тренажер PT 326 садржи све основне елементе који се јављају код реалних система. Сензор излаза (4) је термистор. Уграђен је у пластични чеп и могуће га је поставити на три положаја удаљена од грејача 28, 140 и 279mm респективно. Зависно од угла заокренутости чепа у односу на струју ваздуха, сензор температуре је више или мање изложен директној струји ваздуха. Претварач излаза (5) је склоп који информацију добијену од сензора излаза конвертује (преко мерног моста балансираног на 40°C) у напонски излаз, који се креће у интервалу од 0V до +10V за интервал температуре од 30°C до 60°C. Овај напон се може регистровати на прикључку означеном са Y на предњој плочи тренажера, а одговарајућу температуру је могуће прочитати на горњем индикатору температуре (6). Саставни део процесног тренажера PT 326 чине и елементи за обраду сигнала који су претходно припремљени са супротним знаком. Детектор грешке формира разлику измереног напона излаза и задатог референтног напона који се поставља помоћу потенциометра (7). Постављена вредност референтне температуре се може прочитати на доњем индикатору температуре (6). Компензатор (9) прима напонски сигнал пропорционалан разлици измерене и референтне вредности и генерише сигнал управљања извршним органом. У оквиру процесног тренажера PT 326 могућ је избор начина генерисања управљачког сигнала: континуално или двокорачно управљање. Континуално управљање може бити интерно, коришћењем уграђеног пропорционалног регулатора чији се управљачки параметар мења потенциометром (8), и екстерно, коришћењем додатног континуалног регулатора. Двокорачно (или *on-off*) управљање се састоји у укључивању или искључивању управљачке променљиве, зависно од вредности улазног сигнала компензатора. При

овом концепту управљања, потенциометром (10) се може подешавати снага грејача између 15W и 80W у режиму “укључено”. На процесном тренажеру РТ 326 могу бити имплементирани и било који други закони управљања (континуални или дигитални) који би се реализовали на екстерним контролерима повезаним са РТ 326. Снага на решеткастом грејачу (отпорности 120Ω) (2) се контролише тиристорским блоком, променом фазног угла. Промена излазног напонског сигнала контролера у опсегу од 0V до +10V утиче на промену фазног угла од 136° до 40°, што одговара промени снаге грејача од 15W до 85W. Дакле, извршни орган (11) на основу напона из компензатора (0÷10V) генерише пропорционални излазни сигнал снаге (15÷80W) на отпорности грејача. Грејач у облику жичане решетке (2), која се напаја од извршног органа, има функцију претварача енергије и директно утиче на управљану променљиву. Количина топлоте створена на грејачу прелази на ваздух, при чему топлотни проток зависи од температуре грејача и протока флуида кроз цев (размена количине топлоте у јединици времена расте са порастом температуре грејача и порастом протока ваздуха, и супротно).



Слика 3. Функционална шема експерименталне инсталације

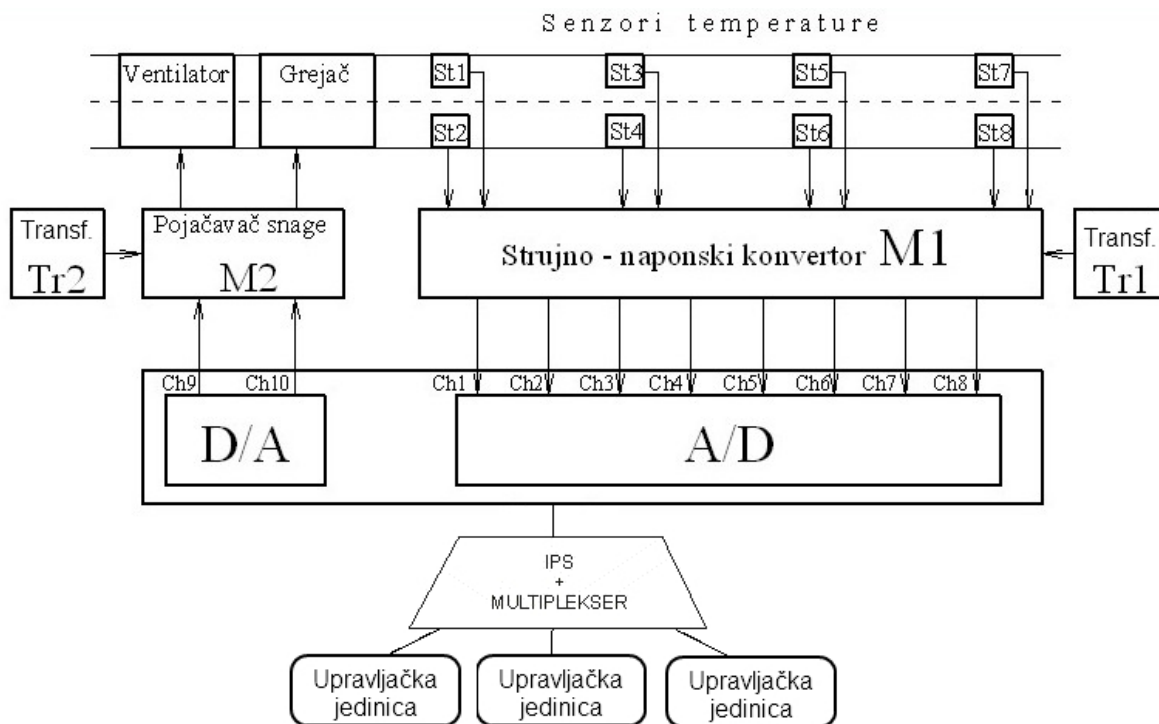
Битан елемент који треба имати у виду јесте цена производа који су дати на слици 1 и 2 респективно и износе £3130 и €3240, респективно.

3. Суштина техничког решења

Суштина новог техничког решења јесте у флексибилности и вишеструко нижој цени него за референтне уређаје сличних перформанси. Сем тога техничком решењу припада и развијен веб заснован портал за надзор и управљање. Развијен је и модул који омогућава ручно и аутоматско управљање, а у аутоматском режиму опцију управљања путем ПЛЦа, микроконтролерског система и персоналног рачунара и припадајућег А/Д Д/А интерфејса. Омогућено је конфорно експериментисање са различитим хардверских рачунарских и софтверских платформи, и тестирање различитих алгоритама управљања. Такође, лабораторијски модел је омогућио и тестирање ефеката различитих сензорских група у истом тренутку.

Спецификација техничких захтева урађена је по угледу на перформансе које остварују уређаји сличне намене. Поред тога додати су неки специфични захтеви, као што је

могућност брзе и једноставне промене управљачке јединице и истовремена имплементација сензора температуре различитих карактеристика. На основу свега наведеног добијена је следећа функционална шема уређаја који је именован као PT400:



Слика 4. Функционална шема PT400

Технички захтеви уређаја PT400

Лабораторијски модел PT400 је уређај од којег се у техничком смислу очекују следећи захтеви:

1. У условима променљивог протока ваздуха и других спољних поремећаја струја ваздуха треба да мења температуру у оквиру жељеног опсега (од 30°C до 90°C) на унапред дефинисан начин.
2. На промену температуре ваздуха који струји кроз ПТ400 утичу актуатори: грејач и вентилатор. Актуатори (грејач и вентилатор) се управљају уз помоћ улазног (управљачког) напонског сигнала опсега 0-5V који се може остваривати на различите начине -мануелно уз помоћ потенциометра, путем рачунара и одговарајућег AD/DA интерфејса (попут NI USB 6008, на пример), PLC-а и сл. Њихова улога је да својим дејством утичу на промену температуре и брзину кретања ваздуха у тунелу. Управљана величина је температура ваздуха у цеви, а промена брзине струје ваздуха има улогу поремећаја.

Избор актуатора треба да буде такав да омогући опсег температуре у тунелу од 30°C до 90°C при чему прелазни процес неће трајати више од 25s , а побудни сигнал је у опсегу 0-5V ради компатибилности са излазом стандардних DA интерфејса. Вентилатор се

такође побуђује стандардним струјним сигналом од 0-5V, и за номинални улаз од 4V треба да обезбеди проток ваздуха од $0.91\text{m}^3/\text{min}$.

3. Мерење температуре ваздуха коришћењем сензора различитих карактеристика и на различитим удаљеностима од грејача унутар цеви лабораторијског модела ПТ400

Сензори имају задатак да дају информацију о температури ваздуха који струји кроз тунел. На уређају је постављено 8 лако изменљивих сензора који се налазе у паровима од по 2 на различитим растојањима од грејача. На овај начин се жели омогућити демонстрација статичких и динамичких особина сензора различитог типа (или истог, али са и без кошуљице, различитог топлотног капацитета, итд.) и њиховог утицаја на систем. Разлог постављања парова сензора на различитим удаљеностима од грејача је демонстрација појаве и утицаја чистог временског кашњења на систем.

Избор сензора је такав да се може да мерити температура у опсегу од 0°C до 100°C и да се прелазни процес завршава за највише 4s при максималном протоку ваздуха у цеви, и осетљивост је $0.05\text{V}/^\circ\text{C}$.

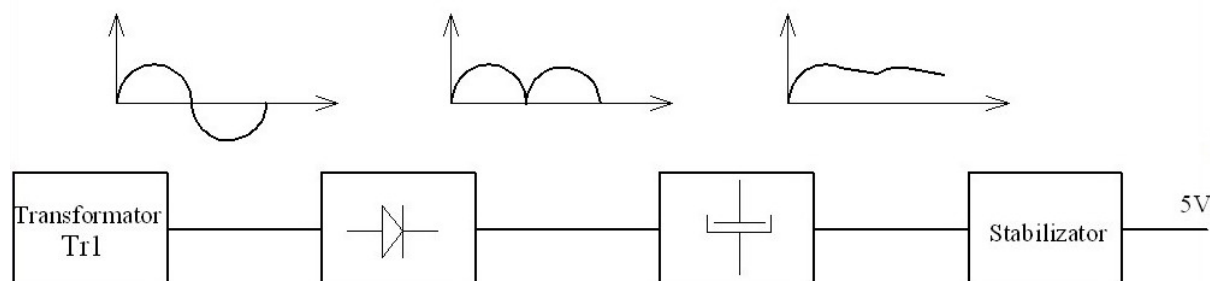
4. Услови безбедности коришћења лабораторијског модела РТ400

Генерални услови безбедности коришћења уређаја се подразумевају. У том смислу треба осигурати заштиту од струјног удара. С обзиром да се ради о термалним процесима, неопходно је осигурати заштиту од опекотина и сам модел од прегревања и могућности изазивања пожара.

5. За лабораторијски модел ПТ400 и припадајући рачунарски хардвер развити софтверска решења која ће омогућити експериментисања путем интернета у циљу развијања надзорно управљачког система заснованог на интернету.

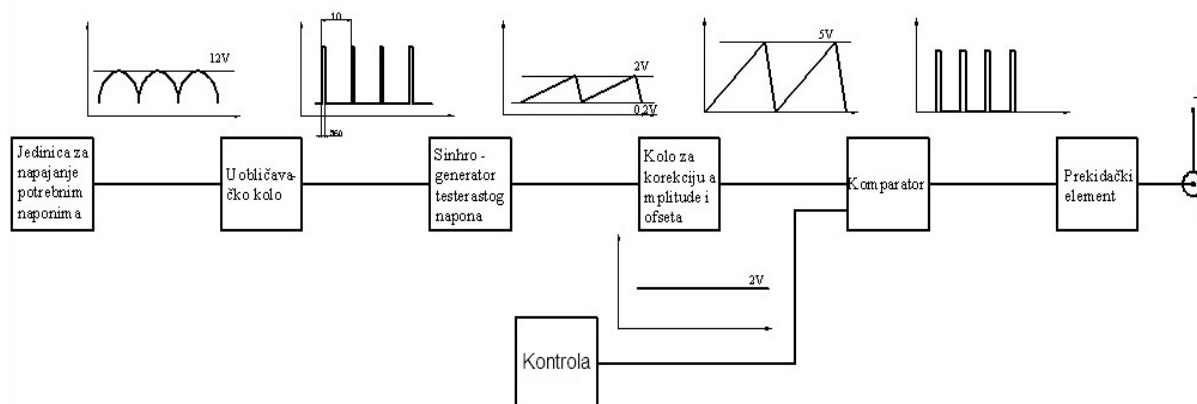
4. Детаљан опис техничког решења

На основу функционалне шеме са слике 4. дефинисано је да је **M1** струјно-напонски конвертор који податке добијене за одговарајућих сензора претвара у напоне погодне за обраду А/Д конвертором. Ниво тих сигнала је 0-5V, а напајање склопа врши се преко исправљачке јединице у којој се налази трансформатор **Tr1**. Вредност тог напона је 5V.



Слика 5. Функционална шема напајања конвертора M1

M2 је појачавач снаге за актуаторе – вентилатор и грејач. Да би се омогућило дигитално управљање, односно промена напона преко Д/А уређаја примењена је PWM (Pulse Width Modulation – имулсно ширинска модулација) контрола напона.



Слика 6. Функционална шема PWM регулатора

С обзиром да није потребна промена поларитета (смера вентилатора) актуатора, излазни појачавачки степен је урађен као једноквадрантни, уместо пуног Н-моста.

Основни параметри, приликом дефинисања експерименталног уређаја биле су димензије. Усвојено је да димензије радног простора, односно тунела, буду 120x120x1500mm. На основу тих вредности добијена је и запремина тунела:

$$V = 120 \cdot 10^{-3} \cdot 120 \cdot 10^{-3} \cdot 1500 \cdot 10^{-3} \quad (1)$$

$$V = 0,0216m^3$$

На основу дијаграма за влажан ваздух добија се да је:

$$\Delta h = h_{50/0.1} - h_{20/0.2} = 70,1 - 38,7 = 31,4 \frac{kJ}{kg} \quad (2)$$

$$\rho_V = 1,1 \frac{kg}{m^3}$$

А одатле следи да је маса радног тела:

$$m_V = \rho_V \cdot V = 0,02376kg \quad (3)$$

Потребна енергија за промену температуре са 20°C на 50°C :

$$h_2 = m_V \cdot \Delta h = 0,02376 \cdot 31,4 = 746J \quad (4)$$

На основу прорачунатих вредности добија се да је време за достизање разлике температура при максималној снази грејача:

$$t = \frac{h_2}{P} = \frac{746J}{400 \frac{J}{s}} = 1,865s \quad (5)$$

Дакле, са овако прорачунатим грејачем разлика у температури од 30°C се постиже за приближно 2 секунде што је сасвим довољно и задовољава тражене захтеве.

При томе, вентилатор треба да оствари следећи проток ваздуха:

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{0,0216\text{ m}^3}{1,865\text{ s}} = 0,011582 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 0,69492 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} = 41,7 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad (6)$$

Вентилатор је прикључен на напајање од 12V. Налази се на улазу у тунел. Снага вентилатора је 3.7W. Димензије вентилатора су 120x120x38mm. Уграђен је као готов производ (SUNON KD1212PTB1-6A) и карактеристике вентилатора су унапред одређене као полазне величине. Проток који може да обезбеди вентилатор је $2,55\text{ m}^3/\text{min}$ при максималном напону, што сасвим задовољава услове постављене једначином (6). Побуђује се улазним напonom који се креће у опсегу 0-5V. Праг осетљивости који вентилатор мора да превазиђе да би се покренуо је око 2V након чега се може управљати брзина окретања (а самим тим се може мењати и проток ваздуха) смањивањем или повећавањем напона.



Слика 7. Вентилатор

Грејач је направљен од цекас жице и снаге је 400 W. Пречник цекас жице је 1,1 mm и неопходни параметри за конструкције грејача су добијени следећим прорачуном: Дужина узорка:

$$l = 1,56\text{ m}$$

Измерени напон при јачини струје од $I = 3\text{ A}$:

$$U = 2,89\text{ V}$$

Одавде се може израчунати отпорност испитиваног узорка:

$$R_{prob} = \frac{U}{I} = \frac{2,89}{3} = 0,96\Omega \quad (7)$$

Резултати мерења температуре у зависности од јачине струје која се пропушта кроз испитивани узорак:

| | | | | | |
|--------|------|------|-----|-----|-----|
| I (A) | 2,13 | 2,87 | 3,6 | 5 | 6 |
| T (°C) | 50 | 64 | 84 | 128 | 160 |

С обзиром на захтевану снагу грејача од $P = 400W$ и радни напон $24 V$, јачина струја је:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{400}{24} = 16,67 A$$

Еквивалентна отпорност је у том случају:

$$R_e = \frac{24}{16,67} = 1,44 \Omega \quad (8)$$

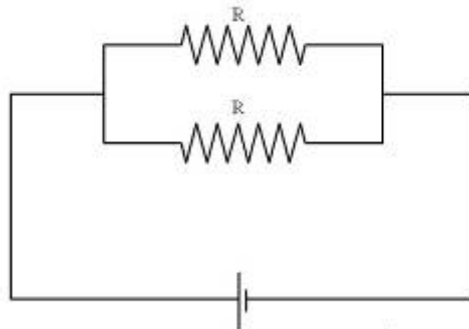
Отпорност цекаса (пречника дебљине $1,1mm$) по јединици дужине:

$$R' = \frac{R_{prob}}{l} = \frac{0,96}{1,56} = 0,61 \frac{\Omega}{m} \quad (9)$$

Максимална отпорност по једном грејачу је:

$$R_{max} = \frac{U}{I_{max}} = \frac{24}{8} = 3 \Omega \quad (10)$$

Да би добила жељена вредност отпора два грејача су повезана паралелно, као што је приказано на слици:



Слика 8. Паралелна веза грејача

Дужина жице која је потребна за један грејач је:

$$l_{grej} = \frac{3 \Omega}{0,61 \frac{\Omega}{m}} = 4,92 m \quad (11)$$

док је укупна дужина цекаса жице потребна за израду грејача:

$$l_{ukupno} = 2 \cdot l_{grej} = 9,84 m \quad (12)$$

Грејач је израђен од цекаса жице која је везана са вертикалне стубове грејача направљене од пертинакса. Веза је успостављена прикључним клеммама које су везане на напон од $24V$. На горњој страни грејача, са стране са које вентилатор удубава ваздух, налази се сигурносни термостат који служи као заштита од прегревања уређаја. Опсег дејства му је од 50 до $85^\circ C$.



Слика 9. *Оквир грејача*

Са горње стране уређаја, у тунелу, постављено је 8 постоља за сензоре. Постоља су израђена од стандардног 9-то пинског DB9 конектора, тако да је омогућена лагана и брза измена сензора.

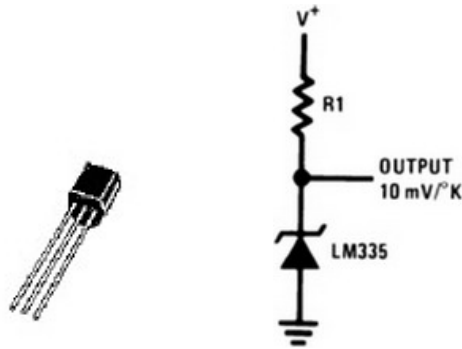


Слика 10. *Изглед сензора на постољу*

Углавном је предвиђено да се упоређују две врсте сензора. Једна врста сензора је LM335, који је уједно приказан на слици 10.

Основне особина сензора LM335 су:

- директно су калибрисани у степенима келвина
- почетна тачност од 1°C .
- радни опсег од $400\ \mu\text{A}$ до 5mA
- динамичка импеданса мања од $1\ \Omega$
- једноставна калибрација
- ниска цена
- раде у широком опсегу температура од -55°C до 150°C



Слика 11. Температурни сензор LM335

Међутим, недостак је релативно велика инерција због мало масивнијег кућишта, тако да је погодан за анализу спорих процеса.

За брзе процесе много је практичније користити термистор PT100. С обзиром да произвођач даје зависност отпора од температуре требало је добити зависност напона од температуре.

PT100 припада групи тзв. *resistance temperature detection* (RDT) сензора. Код ове врсте сензора отпор је дефинисан Callendar–Van Dusen једначином и за температуре од 0-800°C она има облик:

$$R_t(T) = R(0)[1 + A * T + B * T^2] \quad (13)$$

R_t је отпор senzora на temperaturi T,
 $R(0)$ је отпор на 0°C

Коефицијенти А и В за типичан платинијумски RDT, који има температурни коефицијент отпора $\alpha=0.00385 \Omega/^\circ\text{C}$, су:

$$A=3.9803 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$B=-5.775 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Види се да су коефицијенти А и В мали, тако да се може усвојити да је промена отпора практично линеарна у односу на промену температуре. За лабораторијски модел је много практичније мерити напон на сензору него отпор. Жељене једначине се могу добити коришћењем Омовог закона, али је много бољи начин извршити калибрацију мерењем температуре и напона. Знајући да је отпор, а тиме и напон линеарно зависан од температуре, довољно је измерене вредности апроксимирати функцијом првог реда, односно линеарном једначином.

Низом мерења добијени су резултати и након примене методе најмањих квадрата добијена је једначина која је описивала понашање сензора:

$$T = u * (-29.114) + 139.165 \quad (^\circ\text{C}) \quad (14)$$

Поклопац **тунела** је израђен од клирита. Клирит је заштићени комерцијални назив за термопластичну масу полиметилметакрилат (PMMA), у облику разних плоча и блокова, добијених блокполимеризацијом у калупима, коју производи д.п. КЛИРИТ од 1960. године. Та врста материјала је одабрана због одличних особина као што су:

- кристална провидност и бљештав сјај
- беспрекорна светлосна пропустљивост
- могућност филтрирања светлоси
- одличне физичко-механичке карактеристике
- хемијска постојаност
- могућност термичког обликовања
- механичка обрадивост
- мала тежина
- трајна постојаност облика до температуре од 105°C

Савијање у захтеваном облику је урађено у д.п. Галеника – Клирит у Земуну. Дебљина коришћеног клирита је 5мм, док су димензије савијеног поклопца 120x120x1500 (унутрашње мере).



Слика 12. *Поклопац тунела израђен од клирита*

Кућиште за смештај електронике је израђено од црног лима дебљине 1,2мм. Савијање лима и прављење отвора је поверено предузећу Слога у Крагујевцу. У завршној фази обраде, кућиште је пластифицирано. Састоји се од:

1. Горњег дела
2. Доњег поклопца
3. Бочног поклопца x 2



Слика 13. *Бочни поклопац*



Слика 14. *Горњи део*

На бочној страни кућишта се налази отвор за **командни панел**. На њему се налази укупно 10 конектора од чега 2 улаза (за управљање грејачем и вентилатором) и 8 излаза (за излазне сигнале сензора). Поред тога налази се и ON/OFF прекидач као и 4 осигурача.



Слика 15. *Контролни панел*

Ради спречавања прегревања унутрашњости уређаја уграђена су и 2 хладњака (мањи добијен уз плочу и већи који је направљен).



Слика 16. *Већи хладњак*

За принудну циркулацију ваздуха се користи вентилатор унутар кућишта.

Да би се омогућио што флексибилнији рад модела направљен је и **мултиплексер за интегрисаним појачавачем снаге** (ИПС). У основи, за овај модел се користи само мултиплексер, али се у току развоја модела приступило изради универзалног ИПС, као независног уређаја или компоненте. Коришћење мултиплексера је омогућило да се један експериментални модел практично истовремено користи преко 3 различите управљачке јединице. Тако се резултати примењених алгоритама и опреме на којој су имплементирани могу поредити релативно брзо, и лабораторијска опрема једном спојена може таква остати дуже време док се спроводе готово искључиво софтверске манипулације над експериментом. Не мање битна је и чињеница да је само радно окружење много уредније и визулено лепше, што је иначе увек проблем који се јавља приликом коришћења разних типова опреме.



Слика 17. Мултиплексер IPS 2M4SA/3

Модел IPS 2M4SA/3 је појачавач снаге и електронски прекидач који омогућава коришћење једног улаза и 3 излаза. Појачавач снаге има сврху да контролне сигнале са управљачких јединица претвори у одговарајуће напоне за погон актуатора. Улаз мултиплексера је веза ка РТ400, а излази су везе ка појединим управљачким јединицама.

Техничке карактеристике појачавача-мултиплексера IPS 2M4SA/3:

| Параметар | Вредност | Јединице |
|--------------------------------------|--------------|----------|
| Број улаза | 1 | |
| Број излаза | 3 | |
| Број актуатора (мотора) | 2 | |
| Напон напајања уређаја | 220 | V, AC |
| Напон напајања актуатора | 12 | V, DC |
| Опсег контролног напона за актуаторе | 0-5 | V, DC |
| Максимална снага актуатора | 30 | W |
| Димензије уређаја | 150x275x1500 | mm |

Управљачке јединице су склопови кроз које се може извршити имплементација алгорита мерења и управљања. То може бити РС са одговарајућим интерфејсом за АД и ДА конверзију (на пример, USB NI6008, NI6229, итд.), PLC контролер, развојна плоча са микроконтролером и слично.

Као што је већ наведено у пројектном захтеву РТ400 је морао задовољити строге сигурносне захтеве. Да би се спровела **заштита од напона додира**, уређај је уземљен и

извршено је галванско одвајање мреже, односно високог напона, од осталих елемената модела.

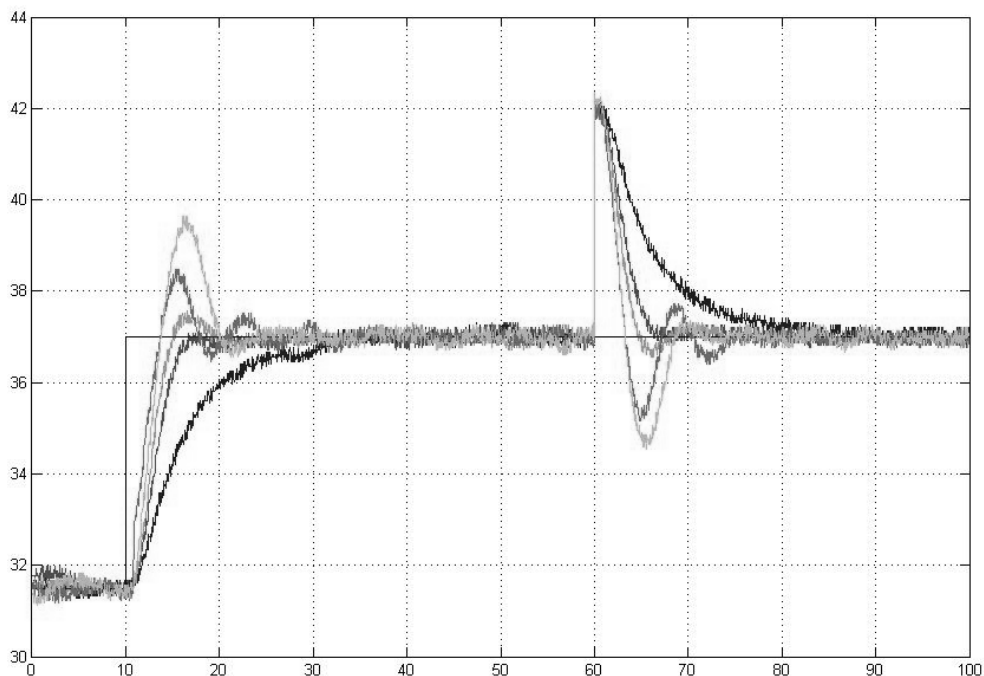
Поклопац тунела је уједно и **мера заштите од додира грејача и вентилатора**. Поред тога, с обзиром на могућност бочног додира вентилатора постављена је и заштитна мрежа са улазне стране.

Заштита од прегревања кућишта је изведена постављањем сигурносног термостата који у случају прегревања искључује цео уређај из струјне мреже.

Техничке карактеристике уређаја РТ400

| Параметар | Вредност | Јединице |
|------------------------------|--------------|----------------|
| Напон напајања уређаја | 220 | V, AC |
| Мах снага грејача | 400 | Watt |
| Мах снага вентилатора | 3.7 | Watt |
| Мах број обртаја вентилатора | 3100 | o/min |
| Број сензора | 8 | |
| Напон напајања сензора | 5 | V |
| Калибрација темп. Сензора | 100 | K/V |
| Попречни пресек тунела | 0,0144 | m ² |
| Димензије уређаја | 150x275x1500 | mm |

На Сл.18. дати су одзиви температуре у цеви лабораторијског модела, као пример различитог подешавања жељеног одзива путем правила подешавања Dahlinov-ог ПИД алгоритма.



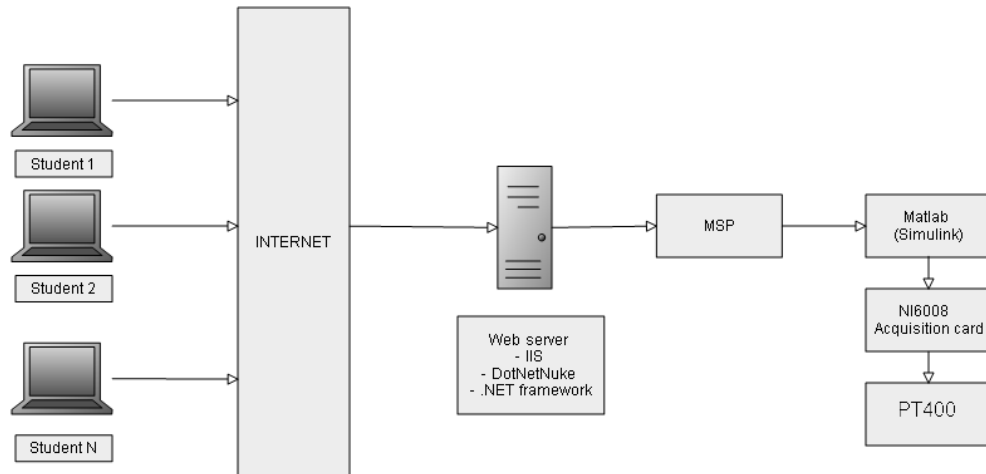
Слика 18. Одзиви лабораторијског модела са Сл 19 са PID регулатором подешеним Дахлиновим алгоритмом и Зиглер Николсовим правилима подешавања

Динамика одзива добијеног прототипа је сасвим упоредива комерцијалним лабораторијским моделима, при чему је сам прототип са целокупном софтверском подршком 3 пута јефтинији.



Слика19.Лабораторијски модел ПТ400

Техничко решење лабораторијског модела интегрисе и софтверску подршку засновану на Интернет веб сервису, што треба да омогући доступност експерименту са било ког места у било које време.



Слика 20. Структура Веб Лаб-а, тј. један од реализованих концепата коришћења лабораторијских ресурса путем Интернета

Да би се Веб Лаб користио потребно је да корисник има регистрован налог и да резервише свој термин. Поред покретања експеримента омогућен је и статус посматрача, односно студент се може пријавити да добије резултате експеримента који је у току. У договору са демонстратором студент може и послати свој *simulink* модел и видети како се понаша на самом лабораторијском моделу.

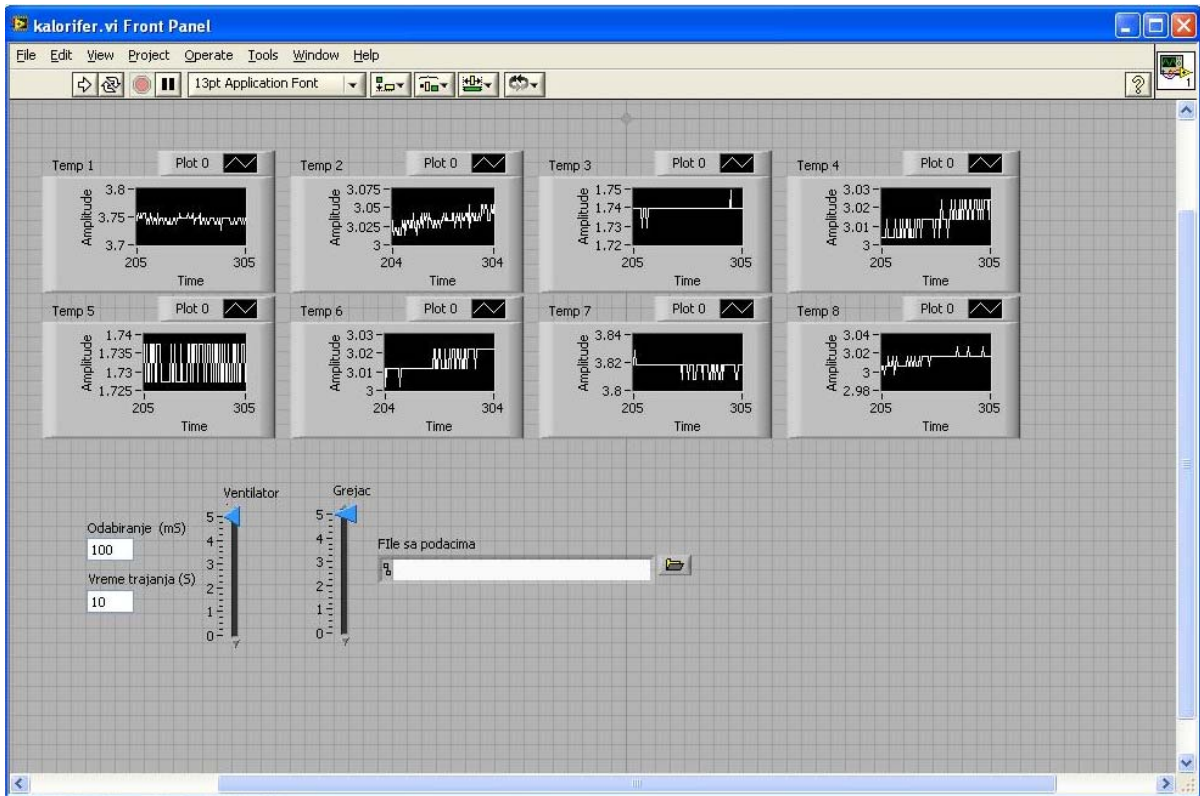
Као контејнер за реализацију експеримента путем интернета изабран је DotNetNuke verzija 05.03.01. DotNetNuke је Open source платформа базирана на Microsoft .NET

технологији и има у себи уграђене готове модуле за ауторизацију и аутентификацију. Такође је могуће на једноставан начин развити модуле у програмским језицима C#.NET и VB.NET.

DotNetNuke је колаборациони портал са функционалностима CMS-а (Content Management System). Као такав представља добар избор за решење портала <http://www.mfkg.kg.ac.rs/content/>, јер са једне стране обједињује лако одржавање и мењање ауторизованог садржаја, а са друге стране пружа могућност креирања наменских модула, у овом случају модула који преко MSP-а користе функционалности *simulink* модела.

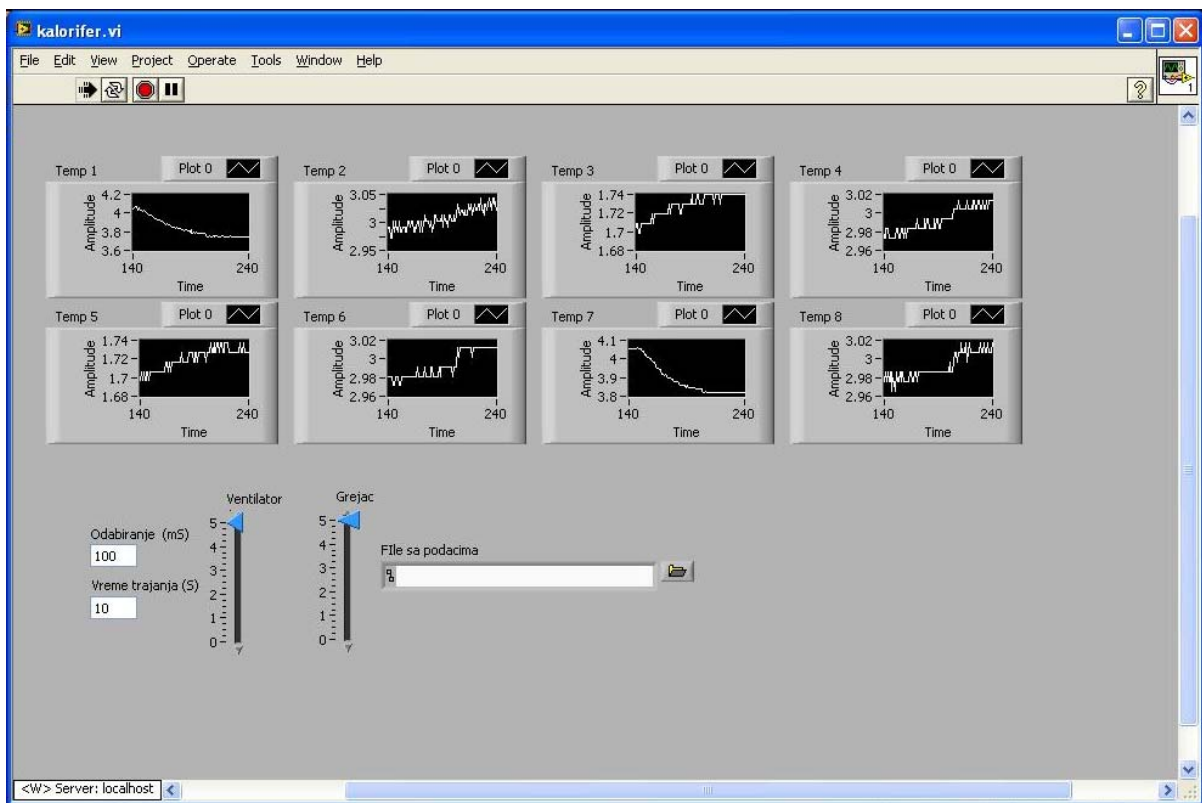
MSP (**Matlab Server Pages**) је сложен систем који подржава трослојну архитектуру (web- пословно окружење-база података). Припада групи такозваних open-source решења и показао се као сасвим прихватљива замена за комерцијални додатак Matlab-а за веб сервер.

Алтернативни начин за On Line рад – даљински, преко веб-а, са ПТ400 системом је коришћењем LabView софтвера фирме National Instruments који омогућава брз развој апликација за мерење и управљање коришћењем интуитивног графичког G језика. LabView директно подржава огроман број аквизиционог – мерног хардвера преко библиотеке NiDAQ Mx која се такође још може користити са разним врстама софтвера – поменути MatLab, MS Visual Basic и C#, C, C++. LabView софтвер се базира на тзв. Виртуелним инструментима – Virtual Instruments који имају форму са елементима графичког корисничког интерфејса – GUI (Graphical User Interface) помоћу кога се управља експериментом. Форма са елементима је повезана са функционалним блок дијаграмом – Functional Block Diagram који представља програм у G језику на коме се налазе елементи – функције помоћу којих се имплементира потребна функционалност виртуелног инструмента. Функције блок дијаграма су повезане везама које се називају жице (wires) које представљају токове података и морају бити усаглашене са типом улаза и излаза функционалних блокова које повезују. Развој деск топ апликације коришћењем LabView софтвера може бити релативно брз, у зависности од сложености и захтева апликације која се развија. Може се рећи да тренутно не постоји бржи и елегантнији начин за развој мерне / управљачке апликације него што је то могуће коришћењем LabView-а. На слици 21 приказан је изглед форме виртуелног инструмента који се користи за управљање системом ПТ400.



Слика 21 Форма виртуелног инструмента ПТ400 у фази дизајна

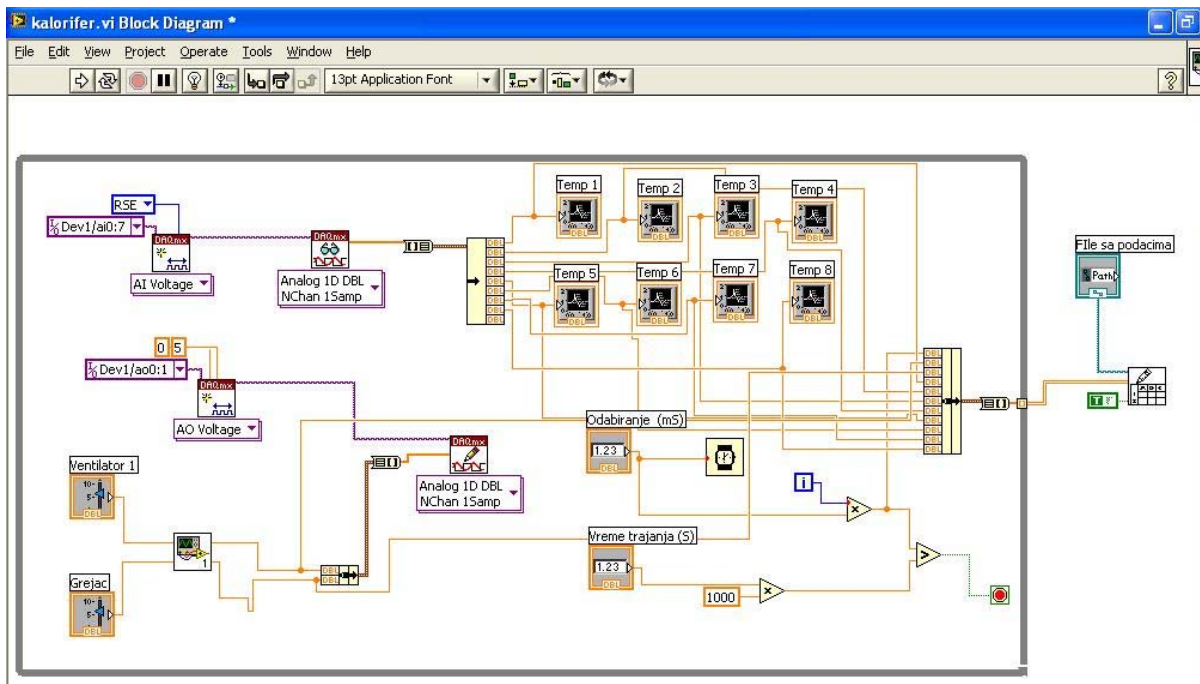
Слика 21 приказује изглед форме виртуелног инструмента у фази израде – дизајна на шта указује мрежа која се може видети на форми. Када се виртуелни инструмент стартује, форма виртуелног инструмента има изглед као на слици 22.



Слика 22 Форма виртуелног инструмента у фази извршавања

Сваки од 8 дијаграма на слици 22 приказује промену температуре на по једном од 8 температурних претвараача ПТ400. ПТ400 има температурне претварааче са позитивним и негативним температурним коефицијентом, одакле силазне и узлазне криве промене температуре на графицима. Два инструмента са вертикалним клизачима служе за ручно подешавање броја обртаја вентилатора и температуре грејача. Вредност у пољу „Одабирање (мс)“ одређује временски интервал између два узастопна мерења температуре ПТ400 у мили секундама, док вредност у пољу „Време трајања (С)“ одређује време трајања мерења у секундама. По завршеном мерењу резултати се уписују у фајл који се бира помоћу контроле означене са „Фајл са подацима“.

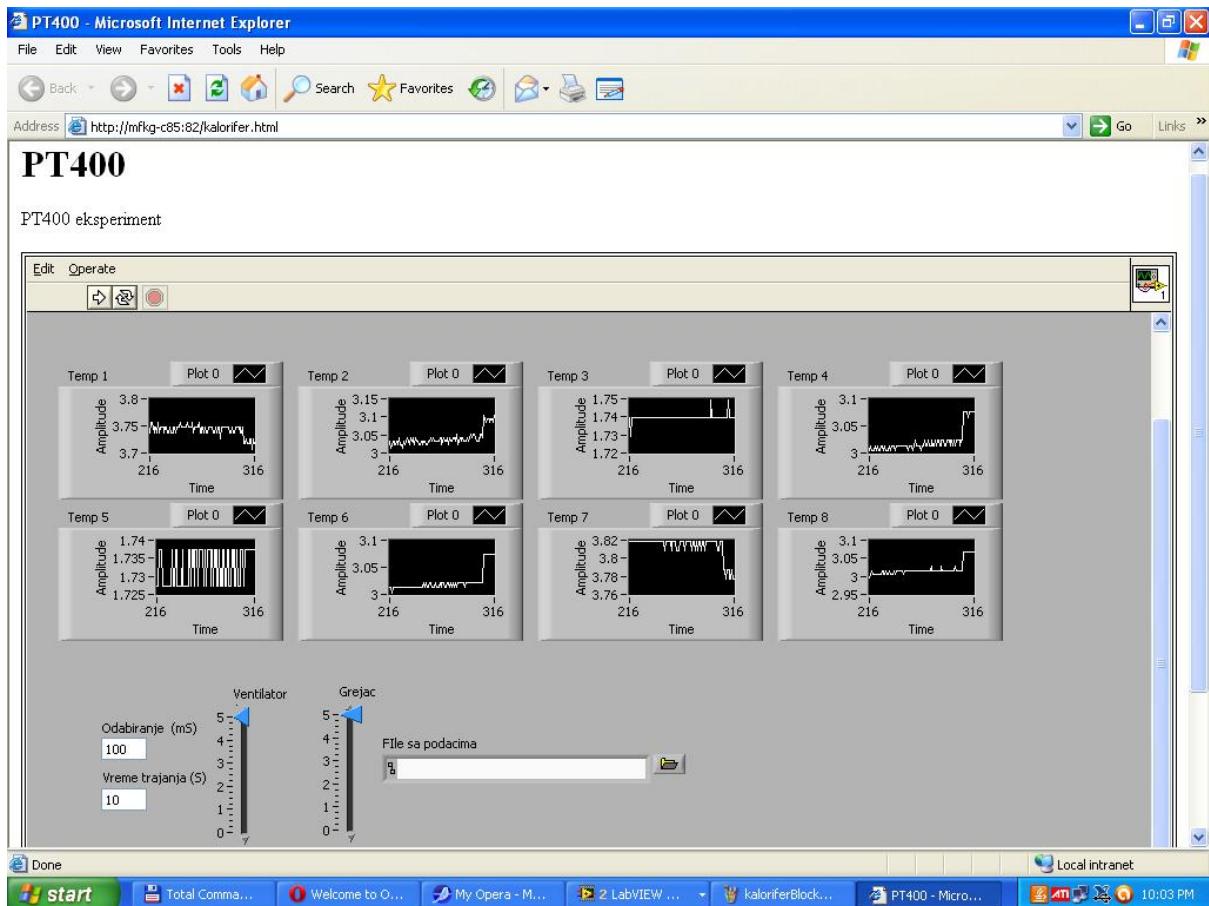
На слици 23 је представљен изглед одговарајућег блок дијаграма виртуелног инструмента за ПТ400



Слика 23 Блок дијаграм виртуелног инструмента за ПТ400

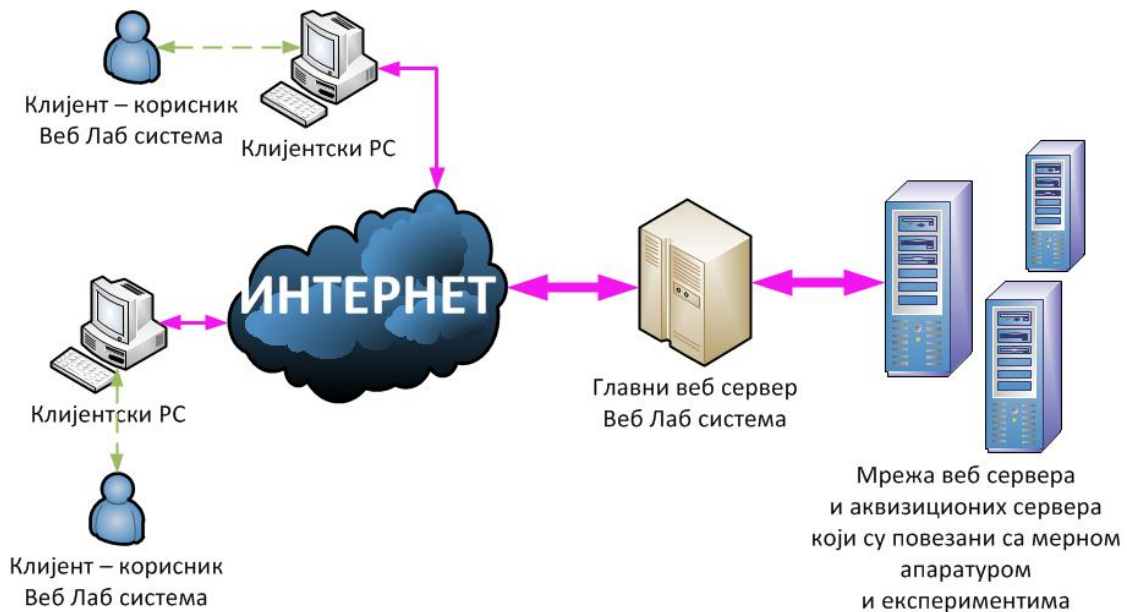
Када се једном развије деск топ апликација, са неколико једноставних подешавања LabView окружења којима се активира уграђени LabView веб сервер, може се омогућити приступ развијеном виртуелном инструменту преко веб-а коришћењем веб броузера. Претходно је на клијентском рачунару са кога се приступа веб броузер-ом, потребно инсталирати бесплатни програм под називом LabView Run Time Engine који се може преузети са сајта фирме National Instruments на адреси: <http://joule.ni.com/nidu/cds/view/p/id/861/lang/en>.

На слици 24 је приказан изглед развијене апликације – виртуелног инструмента за ПТ400 када се приступа преко веб броузера-а



Слика 24 Виртуелни инструмент за ПТ400 у прозору веб броузера

Генерална структура Веб Лаб-а приказана на слици 20 остаје слична и када се користи LabVIEW софтвер, са том разликом да је веб сервер у том случају на истом рачунару на коме је и мерни систем којим се управља експериментом. Коришћењем додатног веб сервера опште намене који може бити на другом или истом рачунару, могуће је имплементирати скалабилни систем експеримената са веб приступом где се поједини експерименти једноставно могу додавати у постојећу структуру веб експеримената повезивањем новог рачунара са веб сервером преко кога се приступа новом експерименту. На слици 25 дат је приказ сложеније скалабилне структуре Веб Лаб система када се користе обе поменуте технологије или још и неке друге.



Слика 25 Приказ опште структуре Веб Лаб система

Улога главног веб сервера на слици 25 је да кориснику обезбеђује приступ систему разних експеримената и да га преусмерава на жељени експеримент. Сваки сервер у мрежи сервера десно на слици 25 је повезан са неким експериментом и то директно или преко одговарајућег аквизиционог сервера. Аквизициони сервер је рачунар који преко одговарајућег интерфејса – најчешће картице система за аквизицију, управља неким експериментом и преко рачунарске мреже је повезан са неким од локалних веб сервера или са главним веб сервером. У случају када се користи LabView софтвер, веб и аквизициони сервер су на истом рачунару. Аквизициони сервер може бити и директно повезан са главним сервером Веб Лаб система ако се користи нека друга технологија. Такође, поједини експерименти могу имати и свој посвећени локални веб сервер у мрежи који је прилагођен специфичним захтевима експеримента. На тај начин преко овакве хијерархијске структуре веб и аквизиционих сервера, Веб Лаб систем је неограничено скалабилан у смислу могућности прикључивања и додавања нових експеримената без икакве измене постојеће хардверско софтверске структуре.

5 Литература

- [1] Milan M, Goran J, Jelena C., Računarski podržano merenje i upravljanje, Mašinski Fakultet Kragujevac, Kragujevac, 2007.
- [2] T.B.Šekara, Praktikum za laboratorijske vježbe iz automatskog upravljanja, Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 1997.
- [3] J. Ledín, "Embedded control systems in C/C++", CMP Books, San Francisco, 2004.

| | | | |
|---------------------|-------------|--------|----------|
| ПРИМЉЕНО: 8.06.2010 | | | |
| Орг. јед. | Број | Прилог | Вредност |
| | 01-1/1717-2 | | |

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета у Крагујевцу 01-1/1128-14 од 22. 04. 2010. године именовани смо за рецензенте техничког решења „Лабораторијски модел температурног процеса са кашњењем ПТ400 са управљањем и надзором преко Интернета“ аутора мр Мирослава Равлића дипл. инж, др Милана Матијевића, в.проф., др Драгана Лазића, ред.проф., др Милана Ристановића, асистента, др Миладина Стефановића, доцента, др Владимира Цвјетковића, доцента и Ненада Бабајића, дипл.инж. На основу предлога овог техничког решења подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

Техничко решење „Лабораторијски модел температурног процеса са кашњењем ПТ400 са управљањем и надзором преко Интернета“ мр Мирослава Равлића дипл. инж, др Милана Матијевића, в.проф., др Драгана Лазића, ред.проф., др Милана Ристановића, асистента, др Миладина Стефановића, доцента, др Владимира Цвјетковића, доцента и Ненада Бабајића, дипл.инж. реализовано 2008. године, приказано је на 21 страници формата А4, писаних 12pt Times New Roman фонтом, single проредом, садржи 25 слика. Састављено је од следећих поглавља:

1. Опис проблема који се решава техничким решењем
2. Стање решености проблема у свету – приказ и анализа постојећих решења
3. Суштина техничког решења
4. Детаљан опис техничког решења и
5. Литература.

Техничко решење припада класи М83 - ново експериментално постројење. Предложено техничко решење је у попуности остварило циљеве који су постављени. Експериментални модел, као део техничког решења, је успешно задовољио своју примарну функцију, а то је да се на много бржи и флексибилнији начина анализирају термопроцеси са чистим временским кашњењем. Резултати добијени овим истраживањима се могу применити и у реалном управљању процеса, као што су и процеси управљања и надзора топлотних подстанци и стамбено пословних јединица у системима даљинског грејања.

Придружено софтверско решење које је омогућило експериментисање путем Интернета је значајно проширио могућности датог прототипа лабораторијског модела. Приказана софтверска подршка издваја ово решење из групе сличних пошто се тиме омогућава савремен начин рада приликом моделирања и верификовања резултата експерименталних модела.

Техничко решење је дефинисано на тај начин да га чине три аутономне компоненте, које интегрисане дају оригиналан и изузетно функционалан лабораторијски модел. Прва компонента је сам модел РТ400, друга је интегрисани појачавач снаге са мултиплексером и трећа компонента је софтверска подршка за управљање и надзор путем Интернета. Поред основне функције која је дефинисана у току израде техничког решења, на овај начин је створена и основа за читав низ будућих експерименталних модела и градњу web лабораторије.

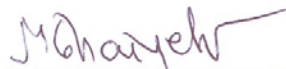
Предложено техничко решење је верификовано у научном смислу публикавањем основних идеја у научним часописима и на међународним и домаћим конференцијама.

МИШЉЕЊЕ

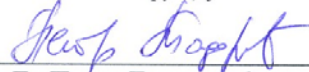
Аутори техничког Мирослав Равлић дипл. инж, др Милан Матијевић, в.проф., др Драган Лазић, ред.проф., др Милан Ристановић, асистент, др Миладин Стефановић, доцент, др Владимир Цвјетковић, доцент и Ненад Бабајић, дипл.инж., су јасно приказали и теоријски обрадили комплетну структуру техничког решења. Поред стандардних захтева које се постављају пред оваква лабораторијска постројења, уведен је и низ техничких и софтверских новина, чиме ово решење представља веома значајан, суштински нов и оригиналан научни резултат у области пројектовања лабораторијских система и у потпуности задовољава прописане законске услове о вредновању и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата.

Са задовољством предлажемо да се "**Лабораторијски модел температурног процеса са кашњењем ПТ400 са управљањем и надзором преко Интернета**" прихвати као ново техничко решење.

08.06.2010.
Крагујевац



Др Мирко Благојевић, доцент
Машински факултет у Крагујевцу
Машинске конструкције и механизација



Др Петар Тодоровић, доцент
Машински факултет у Крагујевцу
Производно машинство и индустријски инжењеринг



Универзитет у Крагујевцу
Машински факултет у Крагујевцу
Број : **ТР-44/2010**
10. 06. 2010. године
Крагујевац

Наставно-научно веће Машинског факултета у Крагујевцу на својој седници од 10. 06. 2010. године на основу члана 200. Статута Машинског факултета, донело је

ОДЛУКУ

Усвајају се позитивне рецензије техничког решења „**Лабораторијски модел температурног процеса са кашњењем ПТ 400**“, аутора **Мр Мирослава Равлића, др Милана Матијевића, Др Драгана Лазића, др Милана Ристановића, др Миладина Стефановића, др Владимира Цвјетковића и Ненада Бабајића.**

Решење припада класи **M85**, према класификацији из Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, ("Сл. гласник РС", бр. 38/2008).

Рецензенти су:

1. **Др Мирко Благојевић, доцент, Машински факултет Крагујевац**
2. **Др Петар Тодоровић, доцент, Машински факултет Крагујевац**

Достављено:
Ауторима
Архиви



Др Мирослав Бабић, ред. проф.