

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ
Кнеза Вишеслава 1

МЕРНО-АКВИЗИЦИОНИ УРЕЂАЈ ЗА МЕРЕЊЕ, ПРАЂЕЊЕ
И ПРИКАЗИВАЊЕ СНАГЕ ТРОФАЗНИХ МАШИНА ЗА
РЕЗАЊЕ ДРВЕТА

„СРД 1“

БЕОГРАД, 2010

Врста техничког решења	Стандардизован инструмент М85
Аутори техничког решења	Мр. Зоран Ђуришић дипл. инж., проф. др Градимир Данон, Марија Мандић дипл. инж, Младен Фуртула дипл. инж.
Назив техничког решења	Мерно-аквизициони уређај за мерење, праћење и приказивање снаге машине за резање дрвета „СРД 1“
За кога је рађено техничко решење	Техничко решење је направљено за потребе Шумарског факултета. Направљени уређај се користи у настави са студентима на додипломским, дипломским и докторским студијама и за научно – истраживачки рад, дефинисање одговарајућих режима обраде и пројектовање машина и алата.
Ко користи техничко решење	Шумарски факултет у Београду
Година израде техничког решења	2007/2009
Верификација резултата	Од стране рецензента: 1. др. Петар Тодоровић, ред. проф. Шумарски факултет у Београду 2. др Драган Станковић, ред. проф у пензији Електротехнички факултет у Београду
Ко је прихватио техничко решење	Шумарски факултет у Београду
Примена резултата	Дрвна индустрија у решавању бољег и рационалнијег коришћења електричне енергије и бољег коришћења алата.

МЕРНО-АКВИЗИЦИОНИ УРЕЂАЈ ЗА МЕРЕЊЕ, ПРАЋЕЊЕ И ПРИКАЗИВАЊЕ СНАГЕ ТРОФАЗНИХ МАШИНА ЗА РЕЗАЊЕ ДРВЕТА „СРД 1“

1. Област на коју се техничко решење односи

Мерење снага и сила резања дрвета на машинама за обраду дрвета и материјала на бази дрвета;

2. Проблем који се техничким решењем решава

Сврха процеса резања састоји се у томе да се предмет обраде обради помоћу резног елемента на захтевани облик и захтеване димензије. При обради резањем део предмета обраде се претвара у струготину. Да би се процес одвајања струготине свакако мора да постоји релативно кретање између сечива и материјала који се обрађује (предмет обраде). То релативно кретање пре свега подразумева продирање сечива у дрво под дејством спољашње силе којој се супроставља унутрашња сила која се назива отпор дрвета. Резање је могуће остварити само ако је спољашња сила једнака или већа од силе отпора. Заправо. Под дејством силе резања сечиво продира у дрво, деформише влаканаца дрвета у зони оштрице, одваја струготину и деформише је и савлађује треће између дрвета и сечива. Одређивање силе резања и специфичног отпора дрвета аналитичкуим путем је врло сложено услед утицаја мноштва параметара као што су: врста и структура дрвета, влажност дрвета, елементи геометрије сечива, угао продирања сечива у односу на правац влаканаца, елементи струготине, елементи режима резања, услови обраде, степен слободе при резању и др.

Најједноставнији начин мерења силе резања је посредно мерење преко преко ангажоване снаге погонског електро-мотора који остварује главно кретање које је у највећем броју случајева кружно кретање. На овом принципу функционише и развијени мерно-аквизициони уређај који мери и бележи ангажовану снагу погонског електро-мотора. На основу забележене снаге, познатих карактеристика алата и предмета обраде, као и режима обраде посебно развијен рачунарски програм израчунава средњу силу резања дрвета.

3. Стање решености овог проблема у свету

Механичка обрада дрвета је веома сложен процес. Контрола и управљање процесом обраде захтева добро познавање феномена који би могли утицати на крајњи резултат обраде. Резултати обраде се могу поделити са техничког становишта на очекиване (жељене) и оне неочекиване који су непожељни, али у доста случајева неизбежни. Жељени резултати

обrade дрвета били би одстрањивање вишка материјала и добијање готовог комада одређених димензија и квалитета површине. Нежељени пратећи ефекти обраде су ослобођена топлота, која за последицу има повишену температура алата и предмета рада, бука и вибрације.

Велики број истраживања се претходних година бавио одређивањем сила при резању (Ко ет ал., 1999), буком или вибрацијама (Лемастер ет ал., 1985), одређивањем силе резања током обраде дрвета и материјала на бази дрвета употребом тензометричног сензора опремљеног снимачем података (Копецку, Роусек, 2005) али само мало њих је разматрало укупни енергетски биланс при резању дрвета или плоча на бази дрвета. Једно од таквих истраживања се односи и на енергетски биланс ортогоналног процеса резања, чији је циљ била процена потрошње енергије у току машинске обраде влакнасте плоче (МДФ) средње густине, како би се одредило у којој се мери енергија утроши за чисто резање, а у којој мери на нежељене ефекте који прате процес обраде. Мерења су изведена помоћу ЦНЦ рутера опремљеног електронским контролним системом за регулисање брзине сечења и брзине помоћног кретања (Искра ет ал., 2005). За ову врсту истраживања било је потребно располагати одговарајућом опремом за мерење укупне, активне и рекеактивне снаге погонског електромотора, сила при резању, ослобођене топлоте у процесу резања, буке и вибрација.

4. Суштина техничког решења

Мерно-аквизициони уређај за мерење, праћење и приказивање снаге машине за резање дрвета „СРД 1“ заједнички је развијен са фирмом **УНО-ЛУХ НС из Београда** служи за мерење, праћење и приказивање снаге машине за резање дрвета. Уређај такође врши анализу и обраду добијених података, њихово чување и има могућност њиховог каснијег приказа. Уређај је функционише захваљујући посебно развијеном рачунарском програму „Дрвосеча верзија 2.0“ и функционише као комбинација фиксно-жичног повезивања машине за резање дрвета са системом за мерење снаге.

Уређај „СРД 1“ се користи за мерење, аквизицију, приказивање и рачунање карактеристичних параметара снаге при обради дрвета, уз помоћ аквизиционе картице NI USB-6008 и одговарајућег ватметра са континуалним излазним сигналом 0-20mA. Програм одговара Windows платформи и оптимизован је за резолуцију 1024x768.

Уз помоћ уређуја, на релативно једноставан начин, могу се измерити и записати активна снага у празном ходу погонског електро-мотора и активна ангажована снага погонског електро-мотора. На основу ових вредности уређај, захваљујући уграђеном софтверу, израчунава просечну активну снагу потребну за резање (за цео процес резања или за неки део процеса). Уколико унесемо и потребним податке о материјалу који обрађујемо, алату и режиму резања програм ће израчунати просечну силу резања и специфичне отпоре резању; Целокупним експериментом се управља помоћу рачунара (слика бр. 2).

Предност овог мерно-аквизиционог уређаја је његова преносивост и могућност примене у едукативне сврхе. Уређај се користи на лабораторијским вежбама са студентима на додипломским и дипломским студијама у оквиру предмета Машине и алати за обраду дрвета и Енергетика у дрвној индустрији на Шумарском факултету у Београду. Опрема се користи и за научно – истраживачки рад, за дефинисање одговарајућих режима обраде и димензионисање машина и алата.

5. Детаљан опис

Аналогно мерење сигнала се заснива на ватметру фирме *Hartmann & Brown* са континуалним струјним излазом 0-20 мА. Помоћу преклопника на орману у којој се уређај налази, опсег мерења се може бирати, у зависности од очекиваног оптерећења, између вредности од 5 KW, 10 KW и 15 KW. Максимални струјни сигнал од 20 мА увек одговара изабраном опсегу мерења. Струјни сигнал се из електричног ормана доводи на аквизициони рачунарски подсистем. Узорковање сигнала и конверзија се врше помоћу аквизиционе картице УСБ 6008 фирме *National Instruments*, приказане на слици бр. 1.

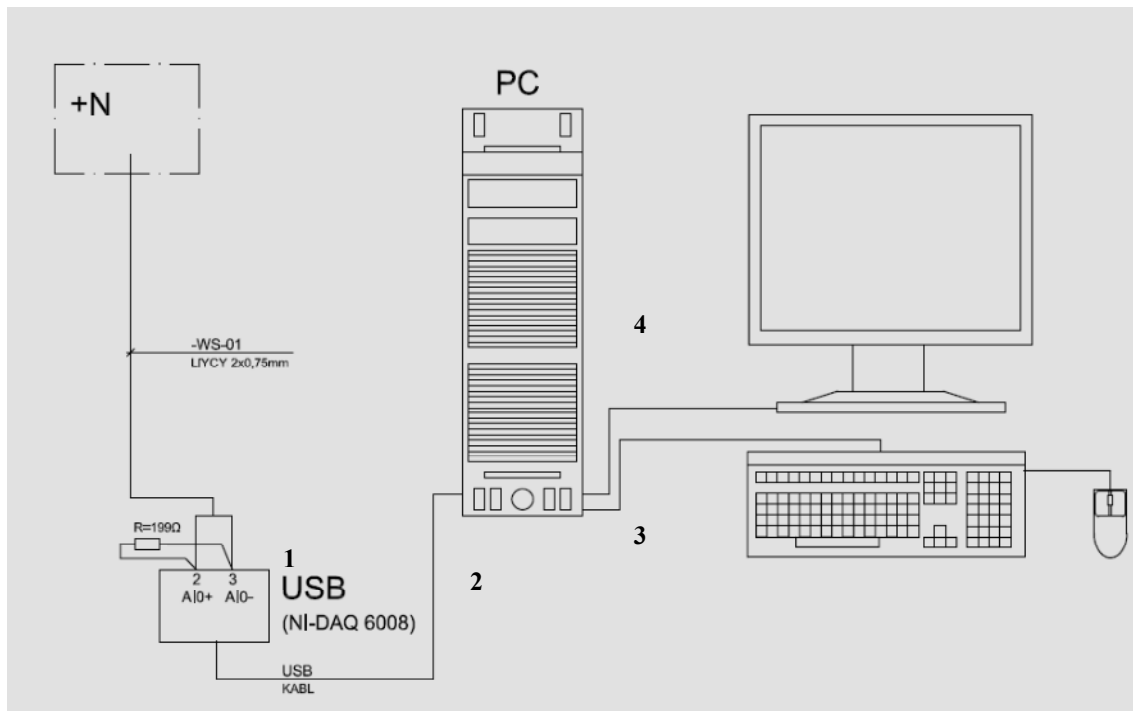


Слика 1: Изглед аквизиционе картице УСБ 6008

Аквизициона картица NI USB-6008 се повезује са РС рачунаром путем USB прикључка.

Мерни систем, тј. ватметар са струјним излазом се повезује са аквизиционом картицом на прикључке 1 и 2, односно АИ0+ и АИ0- (види слику 2). Овај модел картице је предвиђен за мерење напона, па се конверзија струјног сигнала у напонски врши преко отпорника високе прецизности (1% толеранција) од 199 Ом.

Детаљна шема повезивања мерно – аквизиционог уређаја је дата на слици бр. 2.

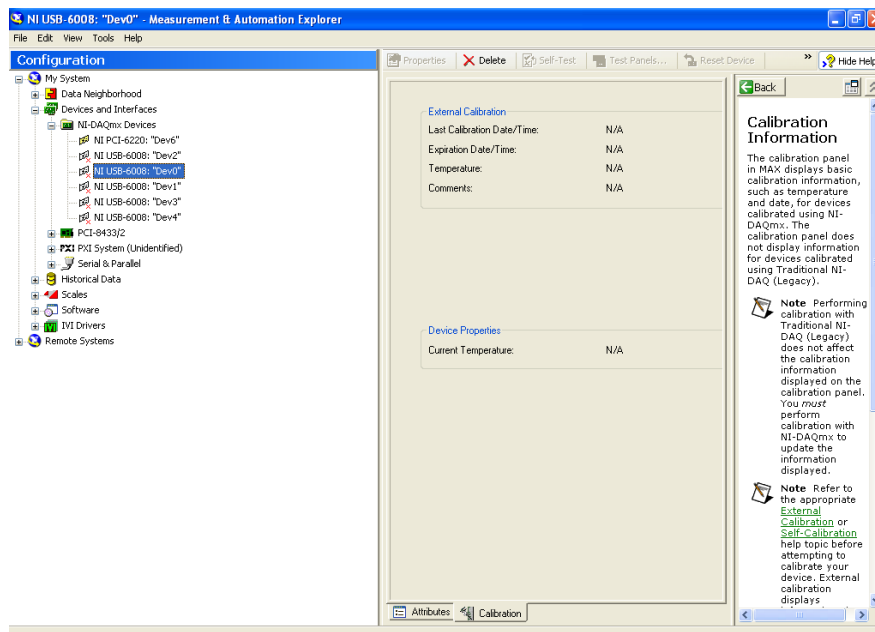


Слика 2: Шема повезивања мерно – аквизиционог уређаја

На слици је са бројем 1 обележен електрични орман са аквизиционом картицом, са 2 кућиште, са 3 тастатура и са бројем 4 монитор РС рачунара.

Потребно је обратити пажњу на смер струјног сигнала. Наиме, неопходно је да овај смер ствара такав пад напона на отпорнику при чему ће позитиван потенцијал бити прикључен на прикључак 1 (АИ 0+), а негативан на прикључак 2 (АИ 0-).

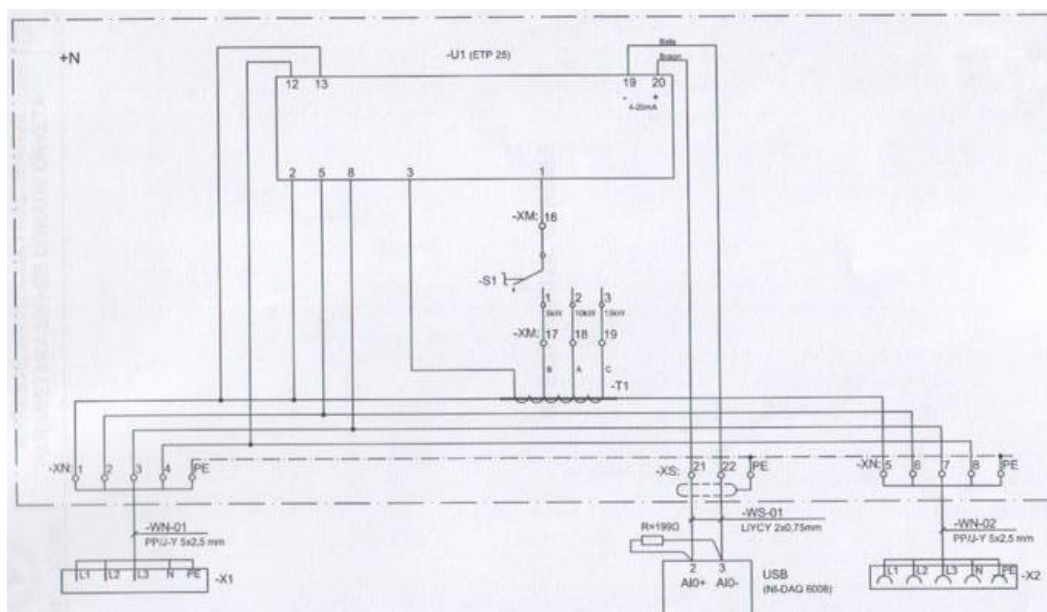
За исправан рад картице и програма Дрвосеча, неопходно је инсталирати драјвере за овај уређај. Приликом инсталације драјвера, инсталираће се и помоћни програм за конфигурисање - Measurment & Automation Explorer (слика бр. 3). Такође је неопходно да картице буде подешена као Дев1. Подешавања се врше у програму Measurment & Automation Explorer. Оваква конфигурација је уједно и предефинисана, тј. уређај ће се поставити као Дев1, уколико претходно ни један други уређај овог произвођача није био инсталиран.



Слика 3: Екрански приказ програма Measurement & Automation Explorer

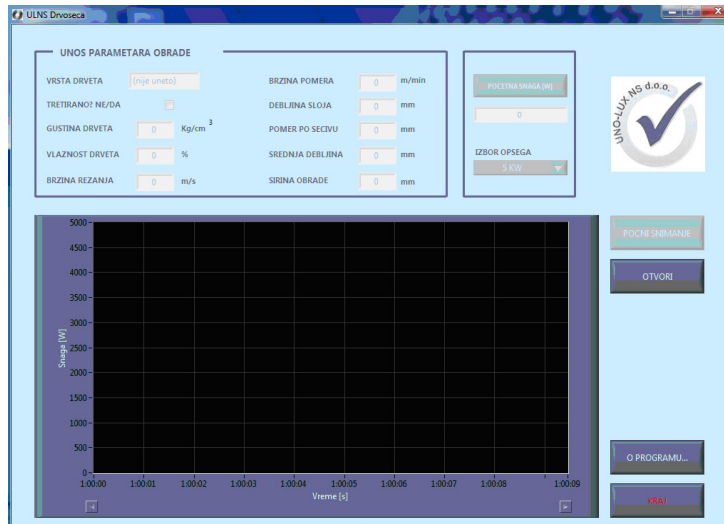
Снимање, приказивање и обрада резултата мерења се врши помоћу софтвера описаног у овом раду. Сви сигнали се софтверски скалирају и конвертују у реалне вредности са одговарајућим јединицама мере. Важно је напоменути да је овај мерни уређај преносив и да може да се прикључи на различите машине уз ограничење максималне дозвољене снаге (до 15 KW) и тако омогући мерење снаге резања при различитим обрадама.

Детаљан начин повезивања система приказан је на електричној шеми повезивања на слици бр. 4.



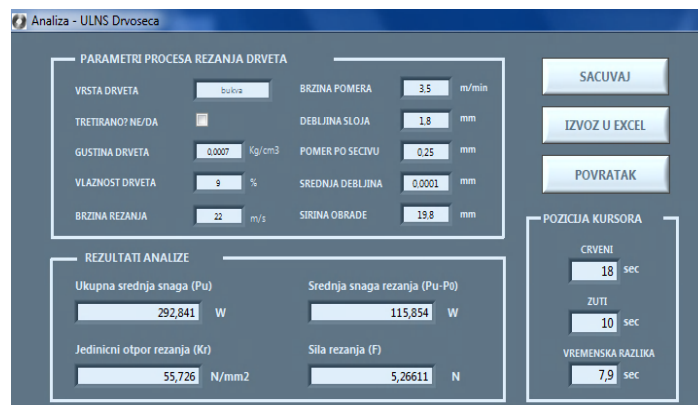
Слика 4: Електрична шема уређаја „СРД 1“

Уз уређај је развијен и одговарајући програм који је једноставан за употребу. Програм се покреће двоструким притиском на иконицу Дрвосеча која се налази на Windows радној површини. Након његовог покретања, уколико је мерно – аквизицијски уређај исправно повезан и конфигурисан, на екрану РС рачунара се појављује приказ као на слици бр. 5.



Слика 5: Почетни екрански приказ

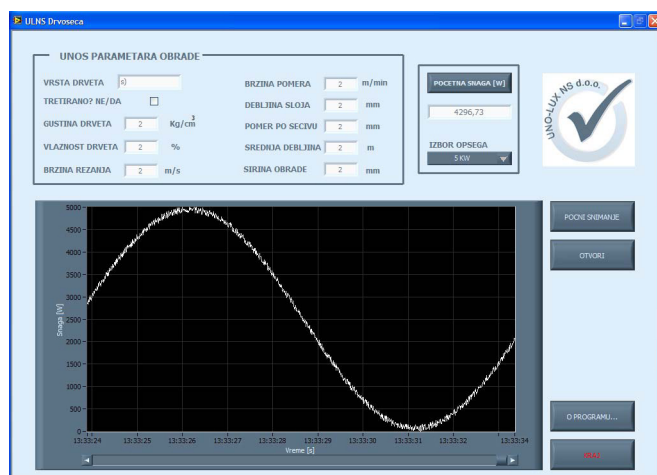
Функционисање програма најједноставније је објаснити на конкретном примеру. Пре почетка снимања сигнала потребно је унети све неопходне параметре у одговарајућа поља у прозор УНОС ПАРАМЕТАРА ОБРАДЕ. Улазни подаци се односе на карактеристике испитиване врсте дрвета и услове обраде, као што је приказано на слици бр 6.



Слика 6: Унос почетних параметара

Пре почетка мерења потребно је одабрати опсег мерења. Избор се врши у падајућем менију избором једног од три понуђена опсега. Изабрани опсег мора да буде подударан са опсегом на преклопнику на орману у коме се налази уређај за мерење. У супротном, резултати мерења неће бити исправни.

После уноса одговарајућих улазних података стартује се прво машину па потом и програм. Програм почиње са аквизицијом тренутне снаге чим се стартује, а временски дијаграм се исписује на главном екрану слика бр. 7.

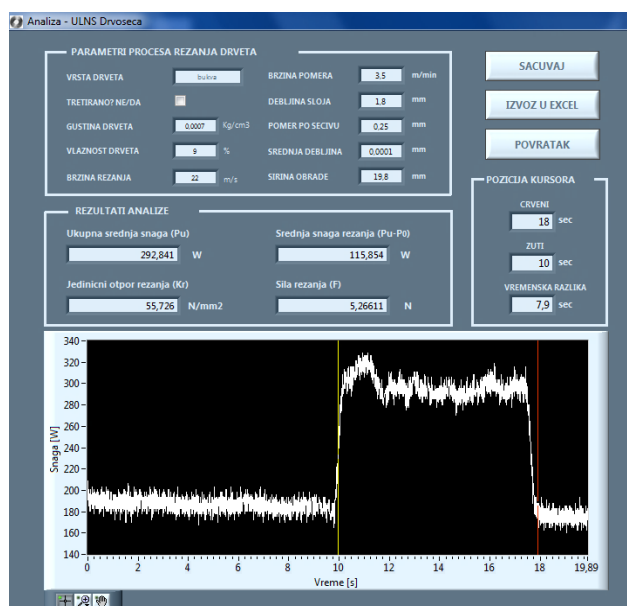


Слика 7:

Следећи корак је унос податка о почетној снази, односно снази мотора у празном ходу притиском на дугме ПОЧЕТНА СНАГА.

Притиском на дугме ПОЧНИ СНИМАЊЕ, започиње се снимање аквизиционог сигнала за жељени радни режим. Током трајања снимања, програм у позадини памти и бележи величину мереног сигнала који се може видети све време на графику. За време док траје снимање није могуће уносити или мењати задате параметре. Поља за њихов унос ће тада бити засивљена и онемогућена. Снимање се прекида притиском на дугме ЗАУСТАВИ СНИМАЊЕ или се аутоматски прекида након истека 5 минута од старта аквизиције, уколико корисник пре тога није прекинуо снимање по горе наведеној процедури. Добијени резултати остају меморисани у рачунару, спремни за каснију анализу.

У било ком од ова два случаја, по заустављању аквизиције, појавиће се нови прозор за анализу снимљених података, као на слици бр. 8.



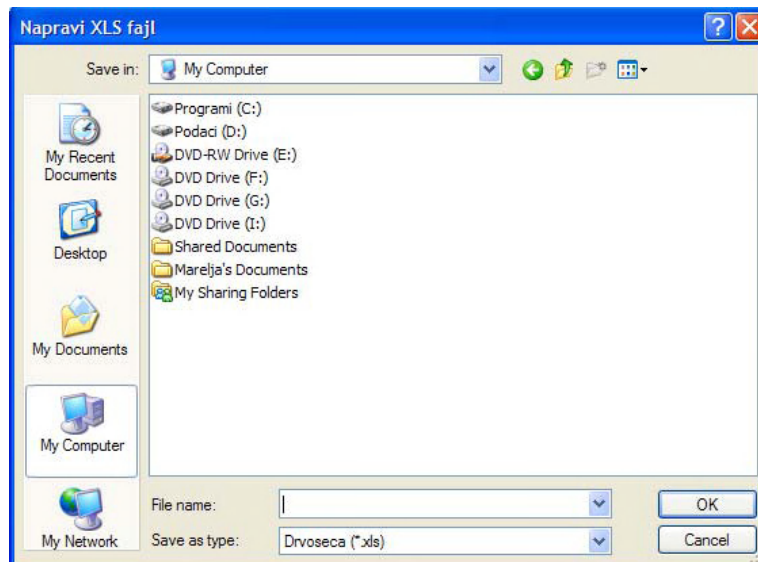
Слика 8: Екрански приказ снимљених података

У сегменту ПАРАМЕТРИ ПРОЦЕСА РЕЗАЊА ДРВЕТА, налазе се подаци који су унети пре стартовања аквизиције. На исцртаном дијаграму, налази се график снаге обраде дрвета током периода док је трајала аквизиција. У сегменту ПОЗИЦИЈА КУРСОРА, налазе се позиције два курсора, као и разлика између њих. Разлика између два курсора је у секундама. Са овог графика потребно је издвојити сегмент за анализу постављањем курсора на почетно и крајње жељено место на графику. Курсори се у почетном тренутку налазе на 10% и на 90% од пуне скале на графику, а постављају се на жељено место драг-анд-дроп методом. Редослед курсора није битан, програм ће увек анализирати део графика између леве и десне позиције.

Као део овог графика у доњем десном углу налази се скуп алата за детаљније прегледање графика, као на претходној слици. Уз помоћ ових алата, могуће је зумирати график, померати га, издвајати жељене сегменте итд. Померањем било којег курсора аутоматски ће бити урађена анализа, рачунају се жељени параметри и приказују се у делу РЕЗУЛТАТИ АНАЛИЗЕ. У оквиру ове анализе добијамо израчунате вредности за средњу снагу резања, јединични отпор резања и за силу резања. Програм ради поновна израчунавања нако сваког померања курсора.

Притиском на дугме САЧУВАЈ, могу се снимити резултати и график у датотеку на рачунару. Овом приликом, чувају се и сви претходно унети параметри, као и позиције курсора на графику на основу којих је извршена анализа. Овим подацима се може поново приступити притиском на дугме ОТВОРИ у главном прозору програма.

Сви подаци, као и параметри мерења могу се снимити у у EXCEL фајл притиском на дугме ИЗВОЗ У ЕХЦЕЛ (тада се отвара прозор као на слици бр. 9), а затим можемо вршити разне прорачуне и све зависности графички приказивати.



Слика 9: Екрански приказ

Корисник бира где ће да сними EXCEL фајл, као и име фајла. Притиском на дугме ОК подаци ће бити експортирани.

Притиском на дугме ПОВРАТАК излази се из прозора за анализу и програм се враћа у главни прозор где је могуће поново снимати сигнал, или отворити сачувани скуп података.

6. Закључак

Главни фактори конкуретности у глобалном развоју су знање и на основу његове примене иновативност производа, научно-технолошка достигнућа, систем услуга и нови начини управљања. Потреба за унапређењем застарелих технологија и иновативношћу условила је развој овог мерно-аквизиционог уређаја. Уређај је прилагођен за лабораторијско и индустријско мерење снаге машина за обраду дрвета и плоча на бази дрвета резањем. Програм који је израђен за потребе уређаја омогућава лакше праћење и снимање података који се добијају мерењем.

Уређај се користи на лабораторијским вежбама са студентима на додипломским, дипломским и докторским студијама у оквиру предмета Машине и алати за обраду дрвета и Енергетика у дрвној индустрији на Шумарском факултету у Београду. Опрема се користи и за научно – истраживачки рад, као и за дефинисање одговарајућих режима обраде и пројектовање машина и алата у индустријским условима.

7. Литература

1. Мамула В., Мерења у електроници, Војноиздавачки и новински центар, Београд, 1988.год, п 420
2. Станковић, Д. (1997) Физичко-техничка мерења. Београд: Научна књига
3. Радуловић Ј.: Електротехника са електроником – практикум за лабораторијске вежбе, Машински факултет у Крагујевцу, Крагујевац, 2005.
4. Barčík, Š., Kotlíňová, M., Pivolusková, E. (2006): Interactive relations at machining of juvenile wood. In: Manufacturing engineering in time of information society (1 Jubilee scientific conference), Gdansk, str. 43-46.
5. Barčík, Š., Pivolusková, E., Kminiak R. (2008): Effect of technological parameters and wood properties on cutting power in plane milling of juvenile poplar wood, *Drvna Industrija* 59 (3), pp 107-112.
6. Ђукић, И., Гоглиа, (2006): Успоредба бруто енергетских норматива јармача и трачних пила трупчара, *Дрвна Индустрија* 57 (4), pp 179-182.
7. Iskra, P., Tanaka, C., Ohtani, T. (2005), Energy balance of the orthogonal cutting process, *Holz als Roh- und Werkstoff* 63: pp 358–364.
8. Ко, Р., Мckenzie W, Cvitkovic R, Roberson M (1999) Parametric studies in orthogonal machining MDF. In: Proc. of the 14th International Wood Machining Seminar, Epinal, France, pp 1–12.
9. Kopecký, Z., Rousek, M. (2005): Determination of cutting forces in cutting wood materials, *Drvna Industrija* 56 (4), pp 171-176.
10. Корисничко упутство, (2008): Програмски пакет УЛНС 2.0.
11. Кршљак, Б. (1996): Машине и алати за обраду дрвета И, Београд, стр. 18-23.
12. Lemaster R, Tee L (1985) Monitoring tool wear during wood machining with acoustic emission. *Wear* 101, pp 273–282.

13. Шошкић, Б., Поповић, З. (2002): Својства дрвета, Београд, стр. 275-277.
14. Wasielewski, R. (2004): Assesment of radial run-out of circular saw. In Annals of Warsaw Agricultural University, Forestry and Wood Technology. 1. vyd. Warsaw: Warsaw Agricultural University Press, 2004, p. 599-602.
15. Тановић, Љ., Петраков, Ј. (2007): Теорија и симулација процеса обраде, Београд, стр. 43-65.
16. H. Aknouche et al (2009): Tool wear effect on cutting forces: In routing process of Aleppo pine wood, Journal of Materials Processing Technology, broj 209 str 2918-2922
17. J. Boucher et al (2007): Influence of helix angle and density variation on the cutting force in wood-based products machining, Journal of Materials Processing Technology, broj 189, str 211-218
18. C. Andersson, J.-E. Stahl, H. Hellbergh (2001): Bandsawing. Part II: detecting positional errors, tool dynamics and wear by cutting force measurement, International Journal of Machine Tools & Manufacture, broj 41, str 237-253