

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ
Кнеза Вишеслава 1**

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

„СРД 2“

БЕОГРАД, 2010

Врста техничког решења	Стандардизован инструмент М85
Аутори техничког решења	Проф. др Градимир Данон, Младен Фуртула дипл. инж., Марија Мандић дипл. Инж, Горан Вучковић
Назив техничког решења	Мерно-аквизициони уређај за мерење, праћење и приказивање снаге трофазних машина за резање дрвета „СРД 2“
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	2009/2010
Верификација резултата	Од стране рецензата: 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	У дрвној индустрији за решавање 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 2“

1. Област на коју се техничко решење односи

Уређај је прилагођен за лабораторијско и индустријско мерење снаге за обраду дрвета и плоча на бази дрвета резања на машинама са трофазним погонским електромотором. Уређај има и могућност праћења потрошње електричне енергије трофазних мотора у неком временском периоду и снимање података о напонима и струји по фазама, активној и реактивној енергији, фактору снаге и хармоницима који се јављају у мрежи.

2. Проблем који се техничким решењем решава

Мерење снаге резања дрвета и материјала на бази дрвета

Уређај има два подручја мерења. Прво подручје је до 0 до 10 ампера и користи се за трофазне моторе мање снаге. Друго подручје се користи за моторе веће снаге и његов опсег је од 0 до 80 ампера. Остављена је могућност додавања и других струјних трансформатора и добијање нових опсега за мерење струје. Уз помоћ посебно израђеног рачунарског програма, направљеног коришћењем ModbusReader за мултимер Schneider ПМ710 (уграђен у ову инсталацију), на релативно једноставан начин, могу се измерити и снимити снага трофазног електромотора (укупна и по фазама) у празном ходу и при оптерећењу, односно за време обраде. На основу добијених вредности могуће је добити и просечну снагу при резању. Уколико постоје детаљнији подаци о предмету рада, алату и режиму резања могуће је израчунати просечну силу резања и специфични отпор резања.

Потрошњу електричне енергије машине, технолошке линије, погона или целе фабрике у дужем временском периоду

Захваљујући прилагођеном фабричком софтверу (Power View) мултиметра Schneider ПМ710 могуће је пратити кроз дужи временски период параметре потрошње електричне енергије и бележити евентуалне проблеме који настају при раду.

Предност мерно-аквизиционог уређаја „СРД 2“ је његова преносивост и лако хардверско и софтверско прилагођавање потребама.

Уређај „СРД 2“ се тренутно користи на Шумарском факултету у Београду. Користе га студенти на додипломским, дипломским и докторским студијама на лабораторијским вежбама у оквиру предмета Машине и алати за обраду дрвета и Енергетика у дрвној индустрији. Опрема се такође користи и за научно – истраживачки рад, за одређивање отпра резања, дефинисање одговарајућих режима обраде и пројектовање машина и алата.

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 обраде 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 реактивне снаге погонског електромотора, сила при резању, ослобођене топлоте у процесу резања, буке и вибрација.

4. Суштина техничког решења

Направљеним уређајем могућа су мерења снаге мотора при резању дрвета. Инсталација уређаја је направљена тако да је могуће без додатних дограђивања мерити снаге трофазних мотора до 40 kW. За потребе мерења снаге и осталих параметара израђен је посебан програм који омогућује у односу на фабрички програм бржа и прецизнија мерења. Поред тога, новим програмом је могуће снимати унапред одређене интервале, што олакшава каснији рад са подацима.

Мултиметар ПМ 710 фирме Schneider Electric служи за мерење, праћење и приказивање свих битних параметара при коришћењу трофазних електричних уређаја. Софтвером исте компаније (Power View) могуће је снимати на дужи временски период понашање одређене машине или целе електричне инсталације неког постројења. Добијеним подацима могуће је решити неке од већ познатих проблема као што су компензација реактивне електричне енергије или мерење вршног оптерећења (максиграф). Поред њих могуће је решавање сложенијих проблема попут хармоника у инсталацијама, што даје мултидисциплинарност резултатима који се добијају овим уређајем.

5. Детаљан опис

Уређај се састоји од мултиметра PowerLogic ПМ710 фирме Schneider Electric који је уграђен на врата кућишта у коме се налази инсталација уређаја. Поред самог мултиметра,

инсталацију чине струјни трансформатори, осигурачи и прекидачи који обезбеђују поуздан и безбедан рад са уређајем. Уређај има прикључак RS232 за везу са рачунаром чиме је омогућено даљинско праћење и снимање добијених података.



Слика 1: Изглед отвореног уређаја

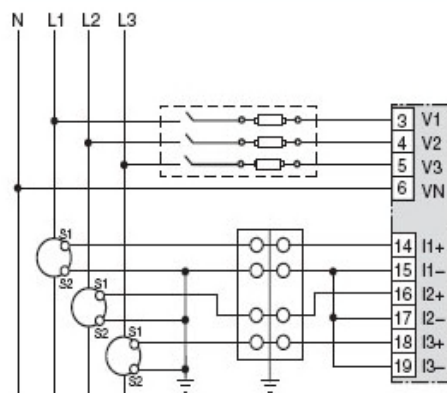
Мултиметар PowerLogic ПМ710 (слика 2) нуди могућности за мерење које су неопходне за надзор електричне инсталације. Уз помоћ великог дисплеја могуће је истовремено праћење све три фазе и нуле. Дисплеј са заштитом од одблеска приказује знакове од 11 мм и има снажно позадинско осветљење ради боље читљивости, чак и у екстремним условима осветљења и под најнеповољнијим угловима посматрања. Овај уређај има додатни RS485 порт за Modbus комуникацију са рачунаром.



Слика 2: Изглед PowerLogic ПМ 710

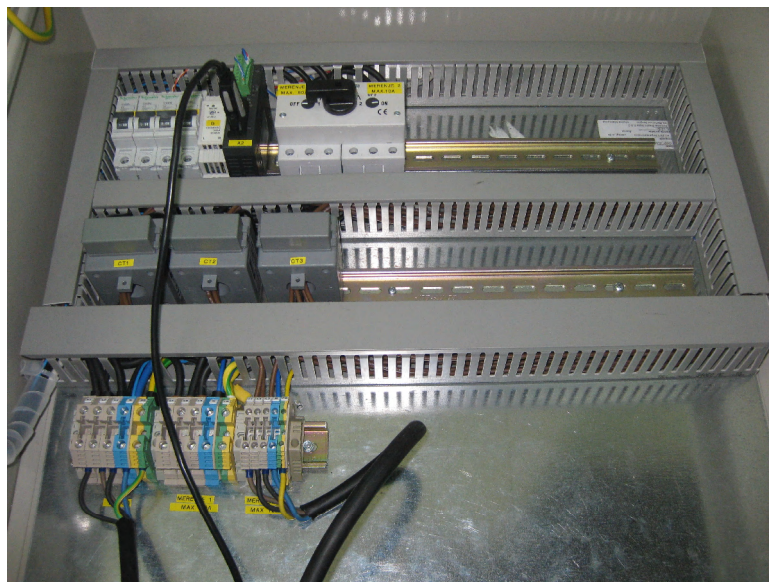
Мултиметар ПМ710 могуће је директо привезати на потрошаче до 5 ампера. Да би се мерили већи потрошачи потребно је користити струјне трансформаторе. Пример повешивања три струјна трансформатора у систем дато је на слици 3.

Figure 8: 3-Phase 4-Wire Wye Direct Voltage Input Connection 3 CT



Слика 3: *Шема повезивања струјних трансформатора и мултиметра*

Струјни трансформатори који су коришћени за повезивање у систем су односу 80/5А. Овај однос је узет из неколико практичних разлога. Одговарајућом припремом инсталације могуће је користити струјне трансформаторе у односу за који су предвиђени, а могуће је и смањити тај опсег проласком проводника више пута кроз струјни трансформатор. Тако су добијена два опсега од 80/5А и 10/5А. Гребенастим прекидачем који се налази у инсталацији уређаја могуће променити опсег који се користи, а могуће је и искључити уређај из система, односно цео тај део инсталације се искључује.

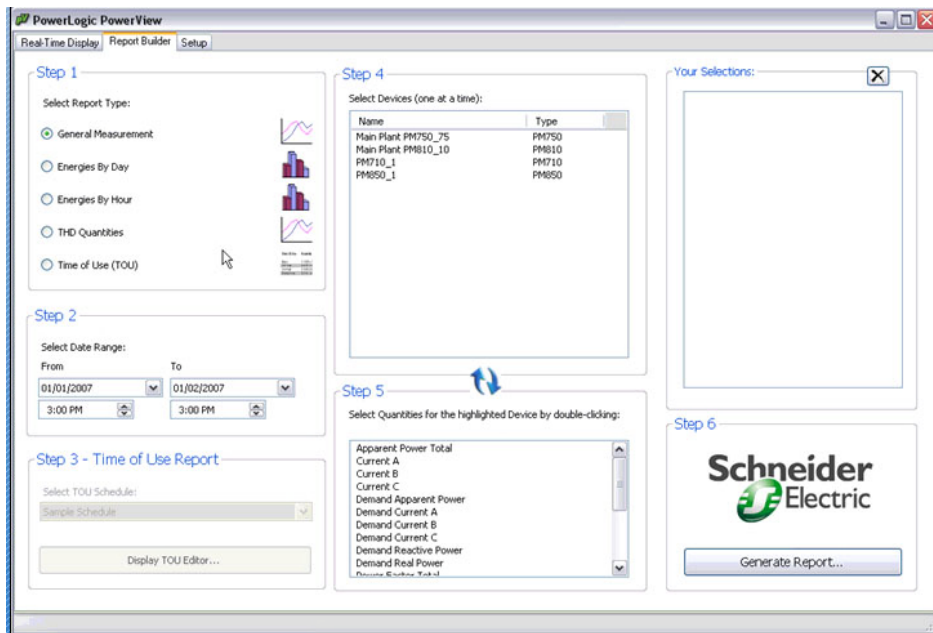


Слика 4: *Изглед инсталације уређаја*

Направљени су и означени посебни улази за каблове за ова два опсега, тако да не би дошло до погрешног прикључивања. Код прикључивања уређаја у инсталацију битан је редослед слагања фаза на прикључцима. Поре тога, уграђен је гребенасти прекидач који искључује мултиметар док сам уређај не смета даљем раду машини/инсталацији на коју је прикључен.

Цела инсталација уређаја је урађена у кућишту које је отпорно на прашину. Ова особина кућишта је веома битна јер уређај треба да се користи у средини која често има велики садржај дрвне прашине. Слика 4. приказује инсталацију уређаја у кућишту, где се виде типски прикључци за долазни и одлазни кабл, струјни трансформатори, аутоматски прекидачи, прикључак за рачунар и гребенаста склопка за одабир режима рада уређаја.

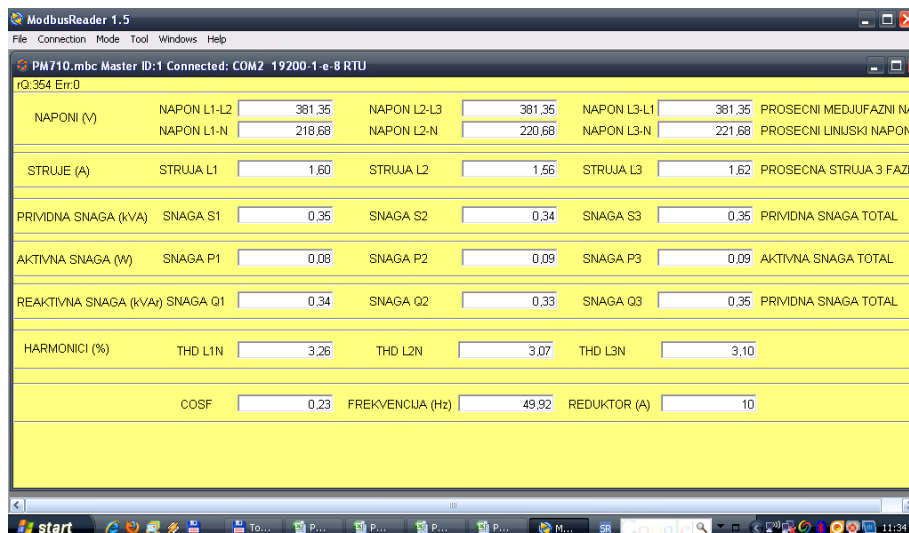
Прикључени мерни уређај може засебно да ради и да мери параметре при коришћењу електричне енергије. Једини недостатак овог типа мултиметра је недостатак меморије за чување података. Зато овај тип мултиметра има могућност прикључивања на рачунар, где је могуће снимити и обрадити податке добијене мерењем. За прикључивање је могуће користити два типа прикључка на рачунар: RS232 (сигурнији) и USB (не ради сигурно у свим окружењима). Поред тога, потребан је програм којим је могуће пратити и снимити параметре који се прате. Један од оригиналних програма за приступ мултиметру преко рачунар је Power View. То је основни програмски пакет за рад са Power Logic мултиметрима. Програм омогућава праћење у реалном времену параметара коришћења електричне енергије, као и да сними вредности које се задају. Податке које сними, програм бележи у excel фајлу и даје график за снимљене вредности.



Слика 5: Приказ снимања података програмом Power View

На слици 5. приказан је део програма где се врши избор података који могу да се сниме на рачунару. Програм има 6 корака којим се одређује врста мерења, период времена који се анализира, уређај са којег се снима (програм има могућност надгледања више уређаја у исто време) и параметри који се анализирају.

Поред универзалног програма, за потребе овог уређаја урађен је посебан SCADA програм који омогућаје лабораторијска и индустријска мерења са прецизнијим опсегом и краћим временским интервалима. Програм снима исте параметре и приказује их у реалном времену, а могући су записи на сваких 0,1 секунду.



Слика 6: Екрански приказ програма МодбусРеадер ПМ710

На слици 6. приказана је програм током рада уређаја у режиму праћења параметара у реалном времену. Притиском на Ф8 (Tools>Start data logging) програм снима параметре све док се незаустави снимање на Ф9 (Tools>Stop data logging). Претходно је потребно извршити подешавања снимања (Тоолс>Дата логинг сетуп), где се дефинише тип извештаја, временска јединица за упис параметара и остали параметрикоји су битни за каснију анализу података. Завршетком снимања програм снима податке у фајл у директоријум који је предходно одређен. Пример једног снимања је РМ710_01_20100607_102105.log, а изглед је дат на слици 7. На слици се виде 15 од укупно 34 параметара који се добијају снимањем овим програмом и дати су у колонама.

Time	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
21:05,9	0,26	1,11	1,08	0,22	385,35	222,68	1,67	49,92	1,64	1,67	1,72	385,35	387,35	385,35	
21:06,4	0,26	1,11	1,08	0,22	385,35	222,68	1,67	49,92	1,64	1,67	1,72	385,35	387,35	385,35	
21:07,0	0,26	1,11	1,08	0,22	385,35	222,68	1,67	49,92	1,63	1,66	1,72	385,35	387,35	385,35	
21:07,6	0,26	1,16	1,08	0,22	385,35	222,68	1,67	49,92	1,63	1,66	1,71	385,35	387,35	385,35	
21:08,1	0,53	1,16	1,08	0,22	385,35	222,68	1,67	49,92	1,63	1,66	1,71	385,35	387,35	385,35	
21:08,7	0,53	1,16	1,06	0,47	385,35	222,68	1,67	49,92	1,63	1,66	1,71	385,35	387,35	385,35	
21:09,2	0,59	1,16	1,06	0,47	385,35	222,68	1,67	49,92	1,63	1,66	1,71	385,35	385,35	385,35	
21:09,8	0,59	1,16	1,06	0,47	385,35	222,68	1,67	49,92	1,63	1,66	1,71	385,35	385,35	385,35	
21:10,3	0,59	1,16	1,06	0,47	385,35	222,68	1,86	49,92	1,83	1,86	1,89	385,35	385,35	385,35	
21:10,9	0,59	1,25	1,06	0,47	385,35	222,68	1,86	49,92	1,83	1,86	1,89	385,35	385,35	385,35	
21:11,5	0,25	1,25	1,08	0,24	385,35	222,68	1,86	49,92	1,83	1,86	1,89	385,35	385,35	385,35	
21:12,0	0,24	1,25	1,08	0,24	385,35	222,68	1,86	49,92	1,83	1,86	1,89	385,35	385,35	385,35	

Слика 7: Екрански приказ снимљених података

6. Закључак

Развијени лабораторијски уређај прилагођен је за лабораторијско и индустријско мерења снаге трофазних мотора машина за обраду резањем дрвета и плоча на бази дрвета резањем. Уређај је осмишљен и изведен тако да може наћи примену у већини мерења која се тичу коришћења електричне енергије.

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.

Потреба да се унапреде застарела технологија и машине само дају овом уређају велики потенцијал за његово често коришћење. Програм који је израђен за потребе уређаја омогућава лакше праћење и снимање података који се добијају мерењем.

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 Београд,
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, pp 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 Индустија 57 (4), пп 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., Mckenzie 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. Кршљак, Б. (1996): Машине и алати за обраду дрвета I, Београд, пп 18-23.
11. Lemaster R, Tee L (1985) Monitoring tool wear during wood machining with acoustic emission. Wear 101, pp 273–282.
12. Шошкић, Б., Поповић, З. (2002): Својства дрвета, Београд, пп. 275-277.

13. Wasielewski, R. (2004): Assessment 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.
14. Тановић, Љ., Петраков, Ј. (2007): Теорија и симулација процеса обраде, Београд, пп 43-65.
15. H. Aknouché 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
16. 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
17. 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
18. [http:// www.powerlogic.com](http://www.powerlogic.com)