

ДОКУМЕНТАЦИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

„Лабораторијско постројење за калибрацију мерних уређаја (APL/SPM) произвођача ИРЦ „Alfatec“ Ниш“

Аутори техничког решења

- Проф. др Драган Тасић
- Ненад Флорановић, дипл. инж. ел.
- Бисерка Мијуџић, дипл. инж. ел.
- Данијела Стајић, дипл. инж. ел.
- Драган Вучковић, дипл. инж. ел.

Наручилац техничког решења

- Истраживачко-развојни центар „Alfatec“ Ниш

Корисник техничког решења

- Истраживачко-развојни центар „Alfatec“ Ниш

Година када је техничко решење урађено

- 2012.

Област технике на коју се односи техничко решење

- Рачунарско пројектовање
- Калибрација мерних уређаја
- Мерење електричних параметара мреже

ИСТРАЖИВАЧКО-РАЗВОЈНОМ ЦЕНТРУ "ALFATEC" НИШ
Стручном Већу

ОБРАЗАЦ ЗА ПРИЈАВУ ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

У складу са одредбама *Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитавном исказивању научноистраживачких резултата истраживача*, који је донео Национални савет за научни и технолошки развој Републике Србије («Службени гласник РС», бр. 38/2008), достављам следеће податке.

Обавезни подаци:

Аутор/аутори решења:

Драган Тасић, Ненад Флорановић, Бисерка Мијужић, Данијела Стајић, Драган Вучковић

Назив техничког решења:

Лабораторијско постројење за калибрацију мерних уређаја (APL/SPM) произвођача Истраживачко-развојног центра „Alfatec“ Ниш

Категорија техничког решења:

Ново лабораторијско постројење, ново експериментално постројење, нови технолошки поступак, - **M83**

За кога је решење рађено и у оквиру ког пројекта МНТР:

Решење је рађено за потребе Истраживачко-развојног центра „Alfatec“ Ниш, у оквиру реализације Пројекта ИИИ44006 – *Развој нових информационо-комуникационих технологија, коришћењем напредних математичких метода, са применама у медицини, телекомуникацијама, енергетици, заштити националне баштине и образовању.*

Ко решење користи тј. ко је прихватио – примењује решење:

Решење се примењује у Истраживачко-развојном центру „Alfatec“ за потребе калибрације мерних уређаја из производног програма.

Година када је решење урађено: 2012.

Како су резултати верификовани (од стране кога тела):

Верификација резултата је извршена од стране:

- Истраживачко-развојног центра „Alfatec“ д.о.о. Ниш
- Стручног Већа Истраживачко-развојног центра „Alfatec“ Ниш

На који начин се резултати користе:

Техничко решење пружа методу аутоматске калибрације серије интелигентних мерних уређаја Истраживачко-развојног центра „Alfatec”. Применом компаративне методе уз примену аутоматских програмских алгоритама омогућена је калибрација сваког уређаја понаособ чиме се постижу тражени резултати мерења. Као вид верификације мерних карактеристика калибрисани уређаји се паралелно повезују са типским бројилима електричне енергије која су баждарена од стране референтних лабораторија и носе жиг Завода за драгоцене мере и метале, при реалним експлоатационим условима и утицају реалних мрежних карактеристика. Уколико у том случају се установи да постоје одступања, уређај се враћа на поновну калибрацију.

Област на коју се техничко решење односи:

Рачунарско пројектовање, калибрација мерних уређаја, мерење електричних параметара мреже

Проблем који се техничким решењем решава:

Приликом пројектовања и израде било ког мерног уређаја узима се у обзир несавршеност елемената мерних кола. Да би се тачност мерења електричних величина довела на одређени ниво неопходно је било извршити калибрацију мерног дела уређаја, односно упоредити резултате мерења уређаја са одређеним еталоном и одређеним методама довести резултате мерења уређаја у задовољавајућу класу тачности, према намени уређаја.

Техничко решење омогућава употребу метода и процедура дефинисаних важећим стандардима и прописима на поступак калибрације специфичних уређаја из сопствене производње Истраживачко-развојног центра „Alfatec” Ниш. За разлику од изузетно скупих страних производа, техничко решење је, поред осталог, имало за циљ да омогући да поступак калибрације не зависи од избора референтног еталона већ да се променом еталона одржи квалитет и постигне одређена тачност.

Применом серијских комуникационих интерфејса могуће је употребити велики број различитих уређаја. Чињеница је да, што је еталон веће тачности, постижу се бољи резултати. Применом оваквог окружења могуће је вршити различите експерименте и мењати математичке методе за прорачун калибрационих константи, што омогућује вршење различитих експеримената у научно истраживачке сврхе.

Стање решености тог проблема у свету:

На светском тржишту постоје готова системска решења за калибрацију уређаја различите намене. По правилу таква решења су изузетно скупа. Пример једног таквог решења је **6105A/6100B Electrical Power Quality Calibrator** реномираног светског произвођача FLUKE. Овакав уређај се састоји од многих иновативних и мулти-функционалних решења која омогућавају ефикасност, велику пропусну моћ и усаглашеност са важећим светским стандардима.

Објашњење суштине техничког решења и детаљан опис са карактеристикама, укључујући и пратеће илустрације и техничке цртеже

Приликом планирања и реализације техничког решења постављени су следећи циљеви:

- Симултана калибрација више уређаја коришћењем еталонских уређаја различите класе тачности као референце.
- Оптимизација методе ради минималног коришћења електричне енергије за потребе

калибрације.

- Оптимизација U-I криве уграђених струјних мерних трансформатора у пуном опсегу мерења од $0.1I_n$ до $1,2I_n$ у складу са спецификацијама произвођача.
- Формирање модела за израду методологије аутоматске калибрације уређаја.
- Могућност употребе референтних уређаја различитих произвођача и класа тачности.
- Тестирање у реалним радним условима при различитим факторима снаге и различитом хармонијском садржају напона и струја.
- Уређеност документације система, метода, упутстава за коришћење опреме.
- Усклађеност са важећим стандардима и прописима.

За реализацију техничког решења коришћена је упоредна метода мерења енергије – метода еталонског бројила.

Техничко решење омогућава извршиоцу подешавање и мерење напона, струја, времена, снага и енергија у оквиру дефинисаних одступања за испитиване уређаје. Грешка опреме за испитивање је кумулативна грешка ε свих компонената опреме под нормалним условима рада.

Одређивање кумулативне грешке опреме се врши на следећи начин:

- Поређењем енергије испоручене на излазним прикључним крајевима опреме коју региструје еталон, са енергијом коју приказује испитивани уређај
- Поређењем снаге на излазним прикључним крајевима опреме коју региструје еталон, са снагом коју приказује испитивани уређај

Грешка нових, тек произведених уређаја у одређеној тачки испитивања треба да буде мања од грешке (Табела 1). Резултати мерења треба да се крећу у оквиру дозвољених граница ε_{MAX} .

Табела 1.

Класа тачности	0,5			1			2		
Фактор снаге	1	0,5 L	0,5 C	1	0,5 L	0,5 C	1	0,5 L	0,5 C
ε_{MAX}	$\pm 0.1\%$	$\pm 0.15\%$	$\pm 0.2\%$	$\pm 0.2\%$	$\pm 0.3\%$	$\pm 0.4\%$	$\pm 0.3\%$	$\pm 0.45\%$	$\pm 0.6\%$

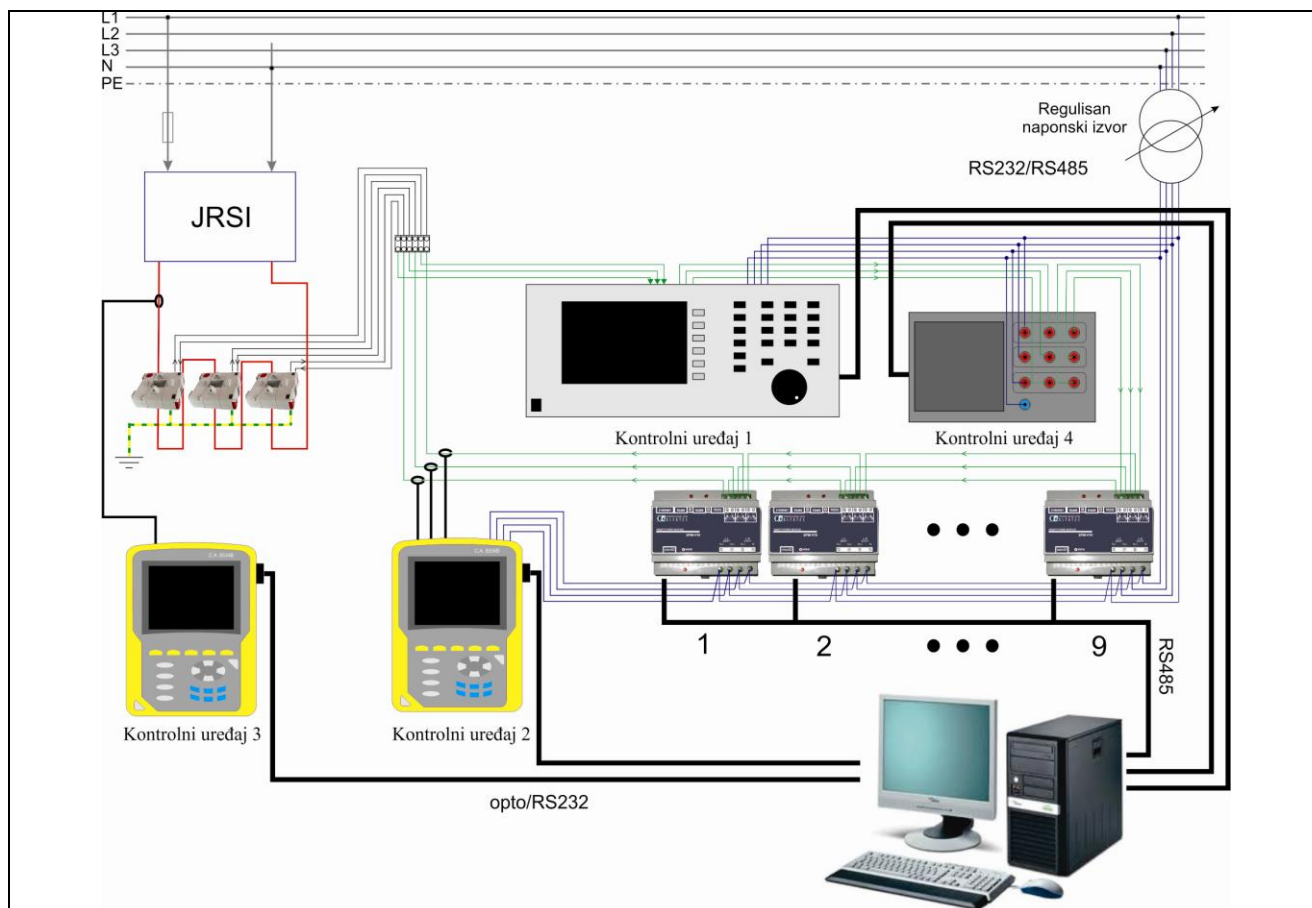
Класа тачности представља опсег могуће грешке коју уређај не прелази током коришћења унутар декларисаног мерног опсега и декларисаних радних услова, те унутар важећег периода овере.

У случају када грешка опреме ε прелази границе наведене у Табели 1 врши се корекција грешке калибрацијом мерног дела опреме.

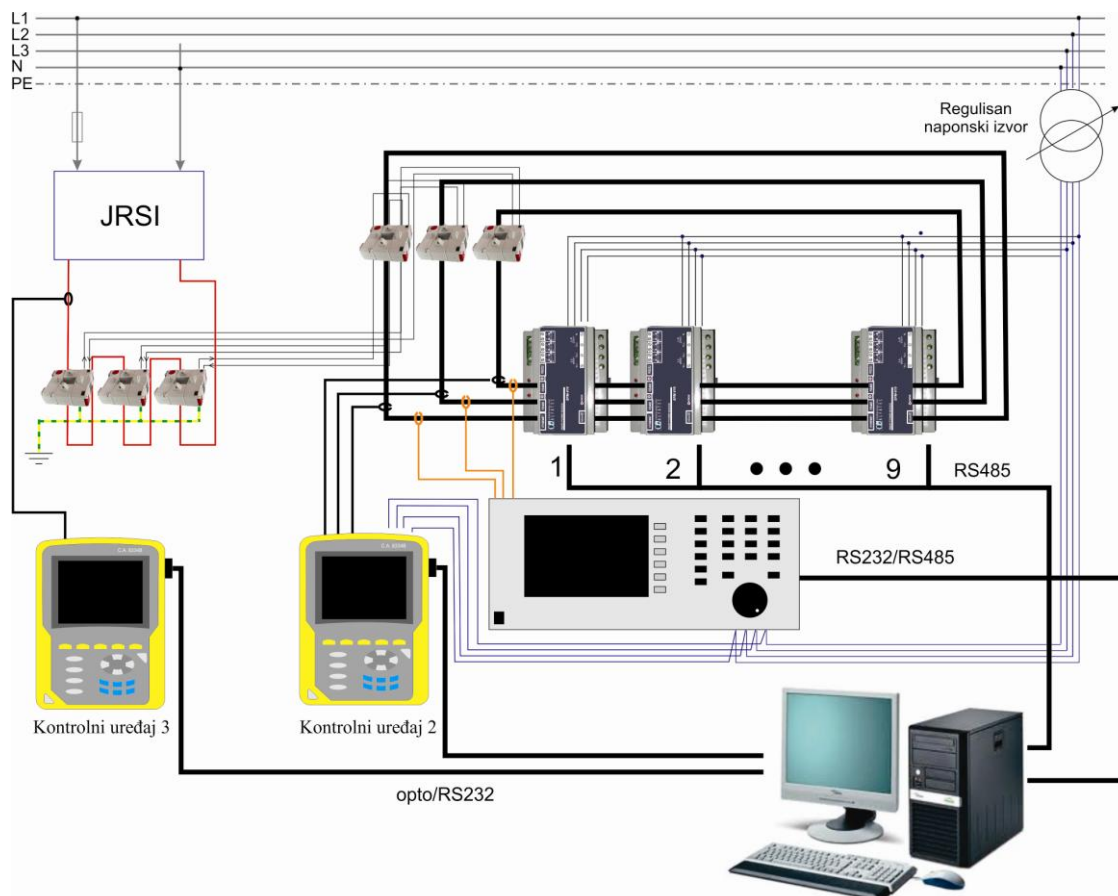
У случају мерних уређаја из производног програма Истраживачко-развојног центра „Alfatec“ калибрација се врши применом одређених метода у самом фирмверу уређаја. На тај начин могуће је мењати калибрационе константе за напоне и струје

Софтвер за аутоматско прерачунавање калибрационих константи ради на принципу симултаног прикупљања података са испитиваних уређаја и еталонских уређаја преко серијског интерфејса.

На слици 1 и слици 2 су приказане принципијелне шеме реализовног система за калибрацију SPM/APL/APM. Као што се може видети, омогућено је симултано читавање више уређаја, као и запис читаних вредности у одговарајуће фајлове. У ту сврху развијено је посебно софтверско окружење које омогућује аквизицију података са мерних уређаја у режиму тренутног читавања уређаја као и превлачење података и накнадну анализу ако уређаји имају могућност интерног логовања мерених вредности.



Слика 1. Принципијелна шема окружења за калибрацију SPM-а



Слика 2. Принципијелна шема окружења за калибрацију APM-а и APL-а

ПОСТУПАК КАЛИБРАЦИЈЕ СТРУЈА

На основу горе приказане функционалне шеме (слика 1 и слика 2) формирано је лабораторијско окружење за калибрацију. У зависности од типа испитиваног уређаја користи се окружење варијанта 1 или варијанта 2. Разлика је у томе што се код SPM-а поступак калибрације врши у опсегу струја до 6 А пошто овај уређај служи за полуиндиректно мерење, док APL и APM служе за директна мерења и опсег струја је до 100А.

Што се тиче опсега напона уређаји су предвиђени за рад са стандарним линијским напонима од 400/231V, тако да се мерење напона врши директно.

Сам поступак калибрације подразумева мерење струја и напона у неколико мерних тачака при чему се упоређују вредности које мери SPM/APL/APM са референтним уређајима:

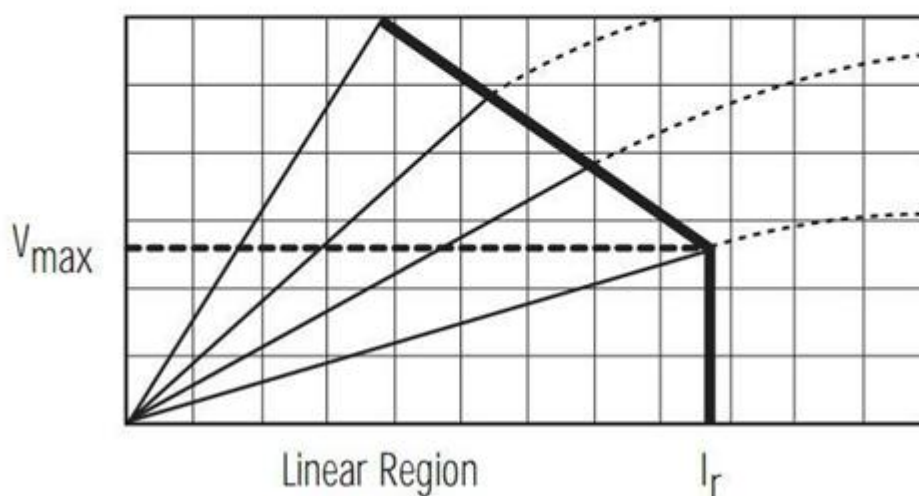
- HCD194E панелни мрежни анализатор,
- C.A 8334B
- као и преносни мерни еталон ZIMMER LMG450 као најверодостојнији.

Разлог употребе више различитих мерних уређаја је намера аутора да створи адаптивно окружење које неће зависити од избора референтних уређаја. Наравно што је референти уређај веће класе тачности то ће и резултати калибрације бити бољи, односно калибрисани уређај ће имати већу класу тачности.

Најпре се приступило калибрацији струјног мерног дела. Први корак при калибрацији је извршен на основу каталожких података за мерне струјне трансформаторе имплементирани у уређају. Примарна калибрација се свела само на скалирање целог мерног опсега једном калибрационом константом јер је мерни отпорник на излазу трансформатора тако одабран да је UI карактеристика трансформатора у целом мерно корисном опсегу линеарна. Каталожки подаци струјних мерних трансформатора су приказани на слици 3

GENERAL PURPOSE VERTICAL PCB CURRENT TRANSFORMERS

Part Number	I_r	V_{max} RMS	T_e	FREQUENCY
CR8320-1600	10	1.0	1613	20 -1KHz



Слика 3. Каталожки подаци струјних мерних трансформатора

Након дефинисања математичког апарата, на основу датих каталожких података, који је примењен за рачунање ефективних вредности струја приступило се другом калибрационом кораку. Други калибрациони корак је спроведен мерењем ефективних вредности струја кроз

12 мерних тачака које покривају цео мерни опсег тј. тачније 110% радног мерног опсега. Мерне тачке су следеће: 0.2A, 0.5A, 1A, 1.5A, 2A, 2.5A, 3A, 3.5A, 4A, 4.5A, 5A, 5.5A. Пример измерених вредности на основу којих је извршена калибрација дат је у табели 2. У табели су приказане измерене вредности струја као и израчунате калибрационе константе.

Табела 2. Пример резултата калибрације SPM-V10 уређаја

SPM I1	SPM I2	SPM I3	LMG450 I1	LMG450 I2	LMG450 I3	K1	K2	K3
0.194	0.194	0.193	0.1918	0.1909	0.1899	1.011470	1.016238	1.016324
0.550	0.551	0.549	0.5485	0.5495	0.5481	1.002734	1.002729	1.001642
0.995	0.996	0.992	0.9965	0.9971	0.9951	0.998494	0.998896	0.996884
1.502	1.507	1.499	1.5051	1.5071	1.5017	0.997940	0.999933	0.998202
2.074	2.073	2.069	2.0728	2.0742	2.0692	1.000578	0.999421	0.999903
2.477	2.477	2.473	2.4779	2.4815	2.4759	0.999636	0.998186	0.998828
3.003	3.004	2.999	3.0039	3.0065	2.9968	0.999700	0.999168	1.000734
3.478	3.486	3.474	3.4892	3.4886	3.4824	0.996790	0.999254	0.997587
4.031	4.029	4.014	4.0459	4.0452	4.0196	0.996317	0.995995	0.998109
4.526	4.511	4.189	4.5361	4.5312	4.3953	0.997773	0.995542	0.953063
4.979	4.953	4.694	4.996	4.976	4.698	0.996597	0.995377	0.999127
5.431	5.371	4.981	5.457	5.402	4.982	0.995235	0.994261	0.999799

Као што се може видети из табеле, струјни мерни трансформатори нису идеално линерани као што је приказано у каталожним подацима, тако да је потребно извршити рекалибрацију. Према добијеним подацима из табеле најбољи резултати би се постигли применом *Piece-Wise* полиномске интерполације сплајновима. На овај начин би се добила жељена тачност при мерењу ефективних вредности струја у целом мерном опсегу. Ипак, рекалибрација је и у другом кораку спроведена на истом принципу као и у првом, применом једне калибрационе константе за цео опсег добијене као средња вредност константи из претходне табеле за сваку фазу посебно. На тај начин је направљена уштеда у времену потребном за извршавање математичких формула које захтева поменути *Piece-Wise* полиномска интерполација. Са друге стране је незнатно изгубљено на тачности али је она и на овај начин сведена на $\pm 2\text{mA}$ што је за одређене потребе сасвим довољно. Пример дефинисања калибрационих константи код једног SPM уређаја је дат надаље:

```
double constI1 = 63.438941;
double constI2 = 63.359804;
double constI3 = 63.076246;
```

Калибрација напонског мерног дела је била мање захтевна јер у овом случају не постоје нелинеарни мерни елементи већ само отпорни разделници напона са малим одступањем. На основу преносног односа разделника напона одређена је калибрациона константа за цео мерни опсег. Након тога се приступило упоређивању вредности које су измерили SPM-V10 и LMG450, на основу чега су преподешене вредности калибрационих константи за сваку фазу. Приликом одређивања коначних калибрационих константи за мерење напона јавио се проблем осциловања напона који се мери, јер је директно зависио од напона мрежног напајања. Осцилације у напону су прелазиле и 1Vac што је драстично отежавало читавање измерених вредности које приказују SPM i LMG450 и повећавало појаву случајних грешака при читавању. Вишеструким понављањем читавања измерених вредности постигнуто је да одступање ефективних вредности напона које мери SPM-V10, у односу на референтни мерни

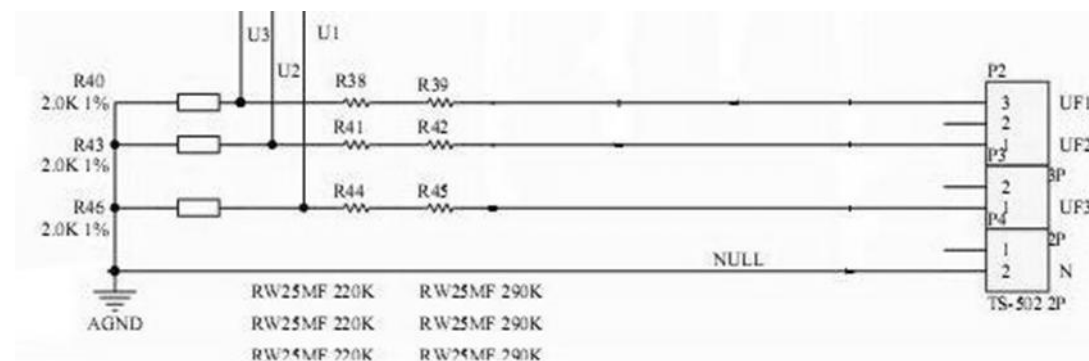
уређај не прелази $\pm 0.5V_{ac}$. Пример дефинисања константи код једног од SPM уређаја је надаље представљен:

```
double constU1 = 1.229807912161563758795603939095;  
double constU2 = 1.233952364748732258598202390724;  
double constU3 = 1.230509131478771192980336200134;
```

ПОСТУПАК КАЛИБРАЦИЈЕ НАПОНА

Мерење напона код SPM модула се врши 10-битним АД конвертором до кога долази скалирана вредност сигнал преко отпорног разделника напона.

Обзиром да се користи АД конвертор интегрисан у микроконтролеру као централне јединице модула, због смањења цене уређаја, несавршености мерних канала АД конвертора су нешто веће него код станд-алоне верзија АД конвертора који се могу наћи у форми јединственог чипа. На основу овога, јављају се нешто веће грешке при узорковању тренутних вредности напона а оне се надаље пресликавају на ефективне вредности које се добијају интеграљењем тренутних. Осим наведеног, постоји дозвољено одступање односно толеранција вредности отпорности мерних отпорника у разделнику напона што додатно доприноси мерној несигурности при мерењу ефективних вредности напона. На слици 4. је приказана шема отпорног разделника напона са кога се сигнал води на улазе АД конвертора.



Слика 4. Отпорни разделник напона

На основу преносног односа разделника напона одређена је примарна калибрациона константа за цео мерни опсег у коме се мери ефективна вредност напона. Обзиром да постоје претходно описане мерне несигурности, израчуната калибрациона константа доприноси одступању измерених ефективних вредности напона од правих што је потврђено експерименталним путем упоредном методом користећи наведене референтне уређаје. Мерење ефективних вредности напона је извршено у опсегу од -15% до +10% од номиналне вредности ефективног мрежног напона кроз неколико мерних тачака. Након упоређивања вредности које су измерили SPM-V10 и LMG450 одређене су нове вредности калибрационих константи за сваку фазу.

Приликом одређивања коначних калибрационих константи за мерење напона јавио се проблем осциловања напона који се мери јер је директно зависио од напона мрежног напајања. Осцилације у напону су прелезиле и $1V_{ac}$ што је драстично отежавало читавање мерених вредности које приказују SPM и LMG450 и повећавало појаву случајних грешака при читавању. На основу измерених вредности, добијених вишеструким понављањем читавања у сваком од опсега мерења и SPM-а и LMG450 уређаја, израчунате су њихове средње вредности чијим се упоређивањем дошло до нових вредности калибрационих константи за све три фазе. На тај начин је смањен утицај случајних грешки приликом читавања вредности мерења и постигнуто је да одступање ефективних вредности напона које мери SPM-V10, у односу на референтни мерни уређај не прелази $\pm 0.5V_{ac}$. Пример дефинисања константи код једног од SPM уређаја је надаље представљен:


```
double constU1 = 1.229807912161563758795603939095;  
double constU2 = 1.233952364748732258598202390724;  
double constU3 = 1.230509131478771192980336200134;
```

ПРОВЕРА КАЛИБРИСАНИХ УРЕЂАЈА

Након извршене калибрације напона и струја извршено је контролно регистровање уређаја у реалним експлоатационим условима. Као излазни резултат посматране су регистроване вредности активне, реактивне и привидне енергије у периоду од неколико дана. Као референтни уређај је коришћено типско вишефунцкијско бројило електричне енергије за директно регистровање потрошње, које се најчешће среће у конзуму Електродистрибуције Ниш. У питању је електронско вишефунцкијско бројило произвођача Мачкатица – Сурдулица, тип: МФТ 1 ДКХ1М Ф-6-57, с.бр. 00063615 са истеком овере 2015.



Слика 5. Референтно бројило

У случају да се у овом поступку јави грешка у регистровању већа од дефинисане за дате радне услове, уређај који се проверава уводи се у корективан поступак и враћа на поновну калибрацију.

Како је реализован и где се примењује, односно које су могућности примене

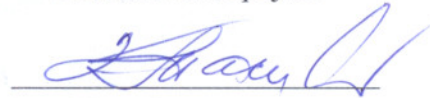
Окружење за калибрацију мерних уређаја се активно тестира у малопродајним објектима и централном производном погону Пекаре Бранковић. У оквиру Пекаре Бранковић је постављено 10 APL уређаја у малопродајним објектима и још 11 SPM/CM уређаја у централном производном погону и три малопродајна објекта. Уређаји су део већег система за интелигентни надзор и управљање потрошњом. Систем за аутоматску калибрацију је потпуно адаптиван што омогућује примену различитих контролних уређаја – еталона, односно омогућује синхронизацију читавања контролних уређаја и испитиваних уређаја. На основу очитаних вредности се прерачунавају разлике и репрограмирају уређаји.

Систем омогућава преиодичну проверу мерних карактеристика уређаја и једноставну имплементацију корективних мера без скидања уређаја и ремећења процеса корисника код

којих су постављени уређаји, јер је окружење адаптивно и користи исти принцип без обзира на врсту референтних уређаја са којима се врши поређење.
Аутори планирају даљи развој окружења у домену аутоматског задавања вредности напона и струја као и стабилизације напона напајања лабораторијског окружења.

Напомена: Документација коју аутори подносе као прилог ове Пријаве може садржати 5 до 10 страница, укључујући илустрације и техничке цртеже.

Подносилац пријаве



У Нишу, 12.11.2012. године.

STRUČNOM VEĆU IRC "ALFATEC" D.O.O. NIŠ
Predsedniku

MIŠLJENJE KORISNIKA

**Laboratorijsko postrojenje za kalibraciju mernih uređaja (APL/SPM) proizvođača
Istraživačko-razvojnog centra „Alfatec“ Niš**

Prilikom projektovanja i izrade bilo kog mernog uređaja dolazi do pojave merne nesigurnosti usled nesavršenosti elemenata mernih kola, kao što su greške u radu AD konvertora, odstupanja tj. tolerancije vrednosti otpornosti mernih otpornika, nelinearne prenosne karakteristike strujnih mernih transformatora i tome slično. Iz ovih razloga je neophodno, pre eksploatacije, obaviti kalibraciju merenja uređaja.

Za potrebe Istraživačko-razvojnog centra „Alfatec“ formirano je laboratorijsko postrojenje koje, pre svega, služi za kalibraciju APL/SPM uređaja, ali se takođe može iskoristiti i za kalibraciju drugih sličnih inteligentnih mernih uređaja.

Osnovna namena laboratorijskog postrojenja za kalibraciju je bila da omogući komparativno merenje električnih veličina koje mere APL/SPM uređaji sa adekvatnim referentnim (etaloniranim) mernim uređajem visoke tačnosti. Za potrebe kalibracije APL/SPM omogućena je provera merenja električnih veličina u određenim opsezima. Konkretno, omogućena su uporedna merenja efektivnih vrednosti napona u opsegu od 200V do 250V što predstavlja maksimalno dozvoljeno odstupanje vrednosti efektivnog napona u sistemu mrežnog napajanja, pa se na osnovu toga jedino merenja u datom opsegu smatraju korisnim. Što se tiče opsega merenja efektivnih vrednosti struja, on zavisi od same konstrukcije uređaja, odnosno načina merenja struje - direktno ili preko strujnih mernih transformatora, pa su krajnje granice opsega 0.2A i 75A.

Za podešavanje mernog opsega napona upotrebljen je autotransformator a za podešavanje struja upotrebljen je jednofazni regulisani strujni izvor. Na taj način je formiran naizmenični izvor napajanja sa mogućnošću nezavisnog zadavanja napona i struja. Takođe, omogućeno je simultano upoređivanje merenja više APL/SPM uređaja sa referentnim mernim uređajem. Kao referentni merni uređaj iskorišćen je ZIMMER LMG450 Multi-Channel Precision Power Meter koji je etaloniran.

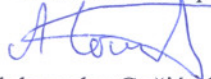
Postupak kalibracije se obavlja tako što se podaci sa merenjima električnih veličina koje daju APL/SPM i referentni merni uređaj skupljaju preko određenih komunikacionih magistrala na PC računar. Dalje se vrši upoređivanje i obrada prikupljenih podataka čiji je krajnji cilj nalaženje kalibracionih konstanti kojima se koriguju merenja APL/SPM uređaja i svode u određenu klasu tačnosti. Proces konkurentnog prikupljanja podataka sa mernih uređaja se vrši u nekoliko podopsega kako bi se pokrio celokupan koristan merni opseg date električne veličine.

Prilikom eksploatacije postrojenja javio se problem oscilovanja zadate vrednosti električne veličine jer one direktno zavise od napona mrežnog napajanja koji nije dovoljno stabilan. Prevazilaženje ovog problema je ostvareno višestrukim ponavljanjem merenja električnih veličina u svakom od opsega čime je smanjena mogućnost pojave slučajne greške prilikom očitavanja merenja. Drugi način za rešavanje datog problema je upotreba stabilisanog izvora napajanja, što veoma doprinosi povećanju kvaliteta merenja, odnosno celog postrojenja ali sa druge strane i povećanju cene postrojenja.

Proces prikupljanja i obrade podataka, zatim generisanja konačnih kalibracionih konstanti za korekciju merenja električnih veličina APL/SPM uređaja kao i generisanje izveštaja, zahteva veliki vremenski period i angažovanje. Zbog toga se pristupilo izradi specijalizovanog aplikativnog softvera koji drastično skraćuje vreme potrebno za kalibraciju uređaja i povećava kvalitet samog kalibracionog postupka. Softver je tako osmišljen da poseduje određenu fleksibilnost u smislu promene tipa referentnog mernog uređaja. U slučaju da je neophodno koristiti drugi tip referentnog mernog uređaja, dovoljno je instalirati adekvatan komunikacioni drajver za dati merni uređaj i laboratorijsko postrojenje se nesmetano dalje može koristiti u svrhe za koje je namenjeno. Takođe je u softveru moguće definisati tip aproksimacije koja se primenjuje za nalaženje kalibracionih konstanti što dodatno povećava kvalitet postrojenja i tačnost merenja električnih veličina koje mere APL/SPM uređaji.

Bitno je još napomenuti da u svetu postoji veliki broj sistema namenjenih datim potrebama ali je uglavnom njihova cena daleko veća od cene opisanog. Na osnovu tehničkih karakteristika i rezultata primene sistema može se zaključiti da se korišćenjem istog značajno skraćuje vreme potrebno za kalibrisanje APL/SPM uređaja i bitno povećava tačnost merenja uređaja. Sistem je veoma fleksibilan i lako se može adaptirati za potrebe kalibrisanja različitih tipova mernih uređaja.

Rukovodilac ispitivanja



Aleksandar Gošić, dipl. inž. el.

Za IRC „Alfatec“ d.o.o. Niš

Direktor,



Prof. dr Zoran P. Stajić, dipl. inž. el.

U Nišu, 14.12.2012. godine.

Одлуком Стручног Већа Истраживачко-развојног центра „Alfatec” д.о.о. Ниш (Одлука бр. 3011/12- од 30.11.2012. године) именовани смо за рецензенте предлога техничког решења под називом „**Лабораторијско постројење за калибрацију мерних уређаја (АПЛ/СПМ) произвођача Истраживачко-развојног центра „Alfatec“ Ниш**“ аутора: Драгана Тасића, Ненада Флорановића, Бисерке Мијудић, Данијеле Стајић и Драгана Вучковића.

На основу Пријаве техничког решења и мишљења корисника подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ РЕЦЕНЗЕНАТА

Техничко решење: **Лабораторијско постројење за калибрацију мерних уређаја (APL/SPM) произвођача Истраживачко-развојног центра „Alfatec“ Ниш**

Категорија: **„ново лабораторијско постројење, ново експериментално постројење, нови технолошки поступак“ - М83**

Проблем мерења величина уводи појам грешке мерења и мерне несигурности. Грешка мерења и мерна несигурност нису исти појмови јер је грешка мерења разлика између измерене вредности и праве вредности измерене величине, док је мерна несигурност квантификација сумње у резултат мерења. Мерна несигурност се може јавити од самог инструмента, због утицаја околине, услед утицаја оператора, несавршености методе итд. Неке од метода за смањење несигурности су пажљив прорачун, пажљиво архивирање података, провера података, следљива калибрација.

Услед несавршености елемената мерних кола ни један мерни уређај нема исте карактеристике, већ сваки различито региструје мерене величине. Из тог разлога се уводи процес калибрације како би сваки уређај имао приказ мерених величина у границама жељене класе тачности. Техничко решење омогућава употребу метода и процедура дефинисаних важећим стандардима и прописима на поступак калибрације специфичних уређаја из сопствене производње Истраживачко-развојног центра „Alfatec”.

Техничко решење се састоји из више модула:

- Софтверски модул за аквизицију, архивирање и анализу података
- Независни регулисан струјни извор
- Независни регулисан напонски извор
- Окружења за тестирање
- Мерне опреме различите класе тачности и произвођача

Техничко решење је имплементирао и активно употребљава Истраживачко развојни центар „Alfatec“, примарно за потребе аутоматске калибрације мерних уређаја. Такође, лабораторијско постројење служи и за потребе вршења експеримената у научноистраживачке сврхе. Један од таквих експеримената је одређивање оптималне методе за калибрацију у зависности од намене уређаја и жељене класе тачности.

Лабораторијско постројење кориснику омогућава калибрацију мерних уређаја из производног програма, и то читавих серија и различитих конфигурација уређаја, једноставним прилагођењем опреме. Приликом реализације техничког решења у потпуности је поштован постављени циљ да окружење није зависно од једног типа референтног еталона, већ да се променом еталона одржи квалитет и постигне одређена тачност. Применом серијских комуникационих интерфејса могуће је употребити

велики број различитих уређаја. Чињеница је да, што је еталон веће тачности, постижу се бољи резултати.

На светском тржишту постоје готова системска решења за калибрацију уређаја различите намене. По правилу таква решења су изузетно скупа. Овакви системи се састоје од многих иновативних и мултифункционалних решења која омогућавају ефикасност, велику пропусну моћ и усаглашеност са важећим светским стандардима. Међутим, иако овакви системи дају далеко најбоље резултате, сам поступак набавке као и цена коштања, на жалост, врло често онемогућују употребу таквих система у малим иновационим и истраживачко-развојним центрима у нашој земљи, услед недостатка финансијских средстава.

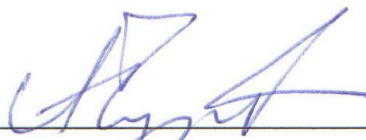
Верификацију резултата техничког решења извршио је стручни тим Истраживачко развојног центра „Alfatec“, кроз процес калибрације нове серије уређаја која се већ уграђује код корисника. Након примарне калибрације извршена је верификација реузлтата, односно провера серије калибрисаних уређаја упоредним мерењем са типским бројилом које се уграђује код потрошача са територије ЕД Ниш. Резултати су показали да нова серија уређаја задовољава декларисану класу тачности.

Рецензенти су мишљења да предложено техничко решење представља одличан пример за то како се, кроз примену иновативних метода и креативног приступа уз поштовање стандарда, могу постићи задовољавајући резултати процеса калибрације а у складу са наменом уређаја. На овај начин се уз употребу домаћих ресурса и памети, могу превазићи многи проблеми изазвани недостатком различите опреме и средстава.

На основу наведеног, као рецензенти, оцењујемо да резултат научноистраживачког рада под називом *„Лабораторијско постројење за калибрацију мерних уређаја (APL/SPM) произвођача Истраживачко развојног центра „Alfatec“ Ниш“* представља научни резултат који по важећим критеријумима може да се сврста у категорију **М83 – ново лабораторијско постројење, ново експериментално постројење, нови технолошки поступак**, према класификацији из *Правилника о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача* („Службени гласник РС“ бр. 32/2008).



Др Александар Николић
Електротехнички институт „Никола Тесла“ Београд



Проф. др Александар Чукарић
Факултет техничких наука, Косовска Митровица

У Нишу, 18.12.2012. године

Стручно веће

Број: 2112/12-3

Дана: 21.12.2012. год.

На основу члана 35. Статута Истраживачко-развојног центра «Alfatec» д.о.о. Ниш, у складу са одредбама Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитавном исказивању научноистраживачких резултата истраживача («Службени гласник РС» бр. 38/2008), Стручно веће Истраживачко-развојног центра «Alfatec» д.о.о. Ниш донело је на седници одржаној 21.12.2012. године следећу

ОДЛУКУ

1. Прихвата се техничко решење под називом «Лабораторијско постројење за калибрацију мерних уређаја (APL/SPM) произвођача ИРЦ "Alfatec" Ниш», чији су аутори проф. др Драган Тасић, Ненад Флорановић, дипл. инж. ел, Бисерка Мијуџић, дипл. инж. ел, Данијела Стајић, дипл. инж. ел, мр Драган Вучковић.
2. Признато техничко решење спада у категорију: M83 – Ново лабораторијско постројење, ново експериментално постројење, нови технолошки поступак
3. Одлуку доставити ауторима техничког решења и архиви.

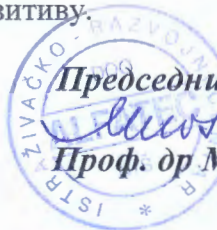
Образложење

Комисија рецензентата доставила је Стручном већу Мишљења о испуњености услова за признање својства техничког решења под називом «Лабораторијско постројење за калибрацију мерних уређаја (APL/SPM) произвођача ИРЦ "Alfatec" Ниш», чији су аутори проф. др Драган Тасић, Ненад Флорановић, дипл. инж. ел, Бисерка Мијуџић, дипл. инж. ел, Данијела Стајић, дипл. инж. ел. и мр Драган Вучковић.

Техничко решење је резултат научноистраживачког рада у оквиру пројекта «Развој нових информационо-комуникационих технологија, коришћењем напредних математичких метода, са применама у медицини, енергетици, телекомуникацијама, е-управи и заштити националне баштине» (пројекат из програма Интегралних Интердисциплинарних Истраживања који се финансира од стране Министарства за науку и технолошки развој РС у периоду од 01.01.2011. до 31.12.2014. године, ев. број пројекта: ИИИ 44006, руководилац пројекта: Др Зоран Огњановић, Математички институт Српске Академије наука и уметности).

Рецензенти др Александар Николић – Електротехнички институт Никола Тесла ад, Београд и проф. др Александар Чукарић – Факултет техничких наука, Косовска Митровица, оценили су да предложено техничко решење представља научни резултат који поред стручне компоненте пружа оригинални теоријски и научноистраживачки допринос. У том смислу рецензенти су предложили Стручном већу Истраживачко-развојног центра «Alfatec» д.о.о. Ниш да прихвати наведени резултат научноистраживачког рада као техничко решење.

На основу позитивног мишљења два рецензента-експерта из области техничког решења Стручно веће је донело одлуку као у диспозитиву.



Председник Стручног већа,
Проф. др Миомир Станковић