

ИСПИТИВАЊЕ НОВОПРОИЗВЕДЕНИХ ЕЛЕКТРОНСКИХ БРОЈИЛА ПРИ ПРИЈЕМУ И ИСПОРУЦИ

Никола Гашић, дипл. инж. ЈП Електропривреда Србије - Дирекција за дистрибуцију
електричне енергије, Београд
Мирољуб Николић, дипл. инж. ЈП Електропривреда Србије - ПД Југоисток, Ниш

1.УВОД

Приликом испоруке односно пријема новопроизведених бројила електричне енергије уобичајен је поступак пријемног испитивања.

Ово је нарочито значајно у околностима када се електропривредне организације појављују као искључиви власници односно купци мерних уређаја који се уграђују код потрошача електричне енергије, а тиме имају и додатну одговорност за тачно мерење утрошене електричне енергије.

У току је почетак процеса дерегулације у електропривредним делатностима широм света, па и код нас, као и почетак масовне замене застарелих индукционих бројила савременим дигиталним мерним уређајима, што је основни технички предуслов за ефикасно функционисање дерегулационих процеса, нових система мерења и управљања потрошњом и нових односа на релацији испоручиоц - купац електричне енергије.

Савремена мултифункционална бројила, произведена на основама микропроцесорских технологија, и поред контроле у процесу производње, избору компоненти, примени система квалитета, верификацији класе тачности и мерних карактеристика уређаја од стране надлежних државних органа, морају додатно да се контролишу приликом испоруке и пре уградње у електро - енергетску мрежу, све у циљу елиминисања грешака у мерењу и исправном функционисању мерних уређаја.

Ова проблематика је углавном дефинисана и одговарајућим међународним стандардима, техничким препорукама и процедурама.

У раду се даје осврт на основна питања и процедуре пријемног испитивања бројила са предлозима за конкретан програм и избор испитних тачака и испитних метода.

2.ОСНОВНИ ФУНКЦИОНАЛНИ ЗАХТЕВИ И ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ САВРЕМЕНИХ ЕЛЕКТРОНСКИХ БРОЈИЛА

Уважавајући захтеве из електродистрибутивне праксе и сагледавањем могућих сценарија у области електропривредних делатности у предстојећем периоду, основне функционалне захтеве који се постављају пред мерне уређаје- бројила, могуће је категорисати по следећој структури:

- мерење основних обрачунских величина и других енергетских параметара,
- даљинско читање и пренос мерних података,
- управљање потрошњом и сложене функције.

Функције обрачунског мерења.

Напред је истакнуто да савремено микропроцесорско бројило омогућује мерење и приказ низа енергетских величина као што су: активна, реактивна и привидна електрична енергија, максимално оптерећење/снага- активна и реактивна, тренутне и средње вредности струје, напона и снаге, фактора снаге и друго.

Бројила поседују могућност конфигурације и параметризације мерених величина, меморисање као и могућност локалне и даљинске комуникације ради упављања и преноса података.

Пред кориснике се поставља у значајној мери проблем рационалног избора функција, како за мерне уређаје у домаћинствима, тако и за индустријске и велике потрошаче, као и избор функција са аспекта примене сложених тарифних система и захтева дерегулисаног тржишта електричне енергије.

Даљинско читавање бројила.

Системи даљинског читавања бројила (AMR) појавили су се у оперативној примени почетком деведесетих година прошлог века, ради бржег читавања, обрачуна и наплате утрошене електричне енергије, уз примену једносмерне комуникације углавном преко радио мрежа.

Најновија генерација AMR система користи двосмерну комуникацију (TWC) тако да се, осим читавања мерних података са бројила, могу даљински подешавати и њихови параметри односно мерна конфигурација.

Значајно је истаћи да се овим системима омогућују и ефекти као што су: даљински надзор интегритета бројила, смањење трошкова и времена читања и контроле бројила, могућност реализације флексибилнијих тарифних система, уговарање ангажоване вршне снаге и укупне потрошње, интеграција у системе аутоматског плаћања и друго.

Управљање потрошњом

Примена бројила на бази микропроцесорске технологије проширује се и на могућност управљања потрошњом као и потребе управљања електроенергетског система и повећање ефикасности рада техничких служби у електродистрибуцији. У најширој примени су функције:

- ограничење потрошње или лимитација снаге на уговорену вредност,
- даљинско искључивање/укључивање електричне инсталације за случај претплатничког система или интервенција у случају неплаћања утрошене електричне енергије,
- даљинско искључивање/укључивање дела инсталација (на пр. термичких трошила) ради оперативног управљања при преоптерећењу система селекцијом оптерећења на појединим мерним местима и друге функције.

Техничке карактеристике електронских бројила – основни тип у ЕД делатности

За најширу употребу у ЕД делатности, од низа могућности, користе се бројила са следећим основним техничким карактеристикама:

Напон - 3 x 230 / 400 V, 230V и 3 x 57,7/100 V

Струја – 5/60A (I_b / I_{max}) за директно прикључење и 5(6)A за прикључење преко мерних трансформатора

Фреквенција - 50 Hz

Број тарифа - до четири тарифна регистра за активну и реактивну енергију односно средњу максималну снагу

Класа тачности - 2, 1 и 0,5 за активну енергију и 3 (2) и 1 за реактивну енергију

Време интеграције максималне снаге- 15 мин са могућношћу програмирања од 5-60 мин

Мерни системи - мерни систем за сваку фазу, четворожични прикључак за директно прикључење

Приказ мерних величина - LCD дисплеј са идентификацијом према OBIS коду и вишенаменски приказ како мерних величина тако и других показатеља, као што су присуство и распоред фаза, смер тока енергије, статуси бројила, историјски догађаји и др.

Кућиште, прикључница- стандардно се изводе према DIN 43857

Импулсни (ТЕСТ) излази – оптички преко LED диоде и електрични излаз на прикључници за активну и реактивну енергију са дефинисаним константама *Сат реалног времена (RTC)*- инетрни RTC са могућношћу конфигурације *Комуникациони портови* - бројила се стандардно опремају са два комуникациона порта

1. IR (оптички) порт преко оптичке главе омогућује везу са ручним терминалом / HNU/ односно са PC/ LAPTOP

2. Електрични на прикључници бројила изводи се за потребе даљинског читавања, програмирања и управљања потрошњом уз доградњу посебног комуникационог модула – PLC, RF, GSM/GPRS, PSTN, KTV и др.

Комуникациони протоколи - за потребе програмирања, читавања и управљања потрошњом у примени су комуникациони протоколи најчешће по стандардима IEC 62056-21, IEC 62056-31 или DLMS

Интегритет мерења- бројила се опремају тако да омогуће регистровање одређених догађаја по времену дешавања и стању обрачунских регистара у том тренутку, као што су: отварање поклопца прикључнице, измене параметара бројила, ресет појединих вредности, индикација стања присуства фазних напона и слично.

3.СТАТИСТИЧКЕ МЕТОДЕ ПРОВЕРЕ МЕТРОЛОШКИХ СВОЈСТАВА И ФУНКЦИЈА БРОЈИЛА

У претходном поглављу наведене су функције које савремено бројило треба да обавља као и техничко метролошке карактеристике конструкције.

Очигледно се ради о врло сложеним, и по обиму и по значају функција, важним особинама ове врсте уређаја, па су и захтеви којима се утврђује да ли исти испуњавају све предвиђене метролошке и функционалне услове у потпуности оправдани.

Електропривреде у новије време набављају, путем тендера, велике количине ових уређаја, чак и више стотина хиљада комада по једном тендерском поступку, те је пријемно испитивање и преглед изузетно значајан и сложен.

Мерни уређаји се пре испоруке, приликом процеса производње и припреме за јавну употребу, уобичајено подвргавају низу испитивања и контрола као што су:

- избор и контрола електронских компоненти које се уграђују у уређај,
- примена система квалитета (серија ISO 9000) у производном процесу укључујући и завршне фабричке контроле уређаја,
- провера надлежног државног органа приликом процедура одобрења типа мерила и испитивања ради тзв. првог жигосања.

За пријемна испитивања користе се две основне методе и то :

- 100 % преглед,
- преглед узорковањем.

100 % преглед предвиђа преглед свих бројила по свим испитним тачкама у групи/серији.

Преглед узорковањем је базиран на принципима математичке статистике и подразумева одређени ризик и поверење између купца и испоручиоца, и знатно је економичнији од примене 100 % прегледа.

Уобичајено се највише користе одговарајуће статистичке методе прегледа бројила узорковањем.

Овим прегледима се проверавају метролошка својства јединице узорака из формиране серије. На основу критеријума прописаних у стандардима, или предвиђеним уговором између испоручиоца и купца, узорак се прима или одбија. Ако је узорак примљен онда се прима и серија, односно серија се одбија ако је њен узорак (узорци) одбијен.

Статистички преглед бројила обухвата: формирање серије са количинама за пријем бројила и испитивање узорака, план узимања узорака са критеријумима за пријем или одбијање, поступак прегледа узорака односно проверу вредности грешака на мерним тачкама и усаглашеност са захтеваним вредностима.

За случај да се врши пријем мањег броја уређаја, у количини до 50 или 100 комада, врши се 100% испитивање свих уређаја по изабраним тачкама испитивања. У примени су за ова испитивања основне статистичке методе засноване на Gauss-Laplace-овој расподели или тзв. нормалној расподели, што је дефинисано у одговарајућим стандардима.

Појмови који се наводе у овим процедурама имају следећа значења:

- *Серија* мерних уређаја је број истородних уређаја припремљених за пријем,

-Узорак (узорци) је број јединица уређаја случајно изабраних из формиране серије. Величина узорка зависи од величине серије,

-Преглед јединица узорка састоји се провере испуњености прописаних метролошких услова

-Прихватљиви ниво квалитета (AQL) представља максимално дозвољени проценат неисправних уређаја или максимално дозвољени број недостатака на 100 уређаја

- Критеријум (не)прихватљивости (Ac-Re) представља максимални број дефеката за пријем или одбијање

- Нормалан преглед узорака је преглед који се примењује у случајевима уједначеног и задовољавајућег квалитета уређаја

- Пооштрени преглед узорака је преглед који се заснива на оштријим критеријумима у односу на нормалан преглед, а примењује се када опада квалитет прегледаних узорака

- Редуковани преглед је стимулативни преглед који се заснива на прегледу мањег броја узорака а примењује се због повећаног квалитета узорака при испитивању

- Узорковање може бити једноструко када се узорци узимају само једном из формиране серије, док се код двоструког узорци узимају два пута из формиране серије

- Формирана серија уређаја се прима ако број неисправних јединица у њеном узорку (за нормалан, пооштрени или редуковани преглед) испуњава критеријум $N < A_c$ (N -број неисправних уређаја, A_c - критеријум прихватања). За сваку серију дају се вредности A_c .

- Формирана серија се одбија ако број неисправних јединица у њеном узорку (за нормалан, пооштрени или редуковани преглед) испуњава критеријум $N \geq R_e$. За сваку серију дају се вредности R_e .

У следећој табели, сагласно стандарду IEC 62058-11 и IEC 62058-31, даје се пример плана узорковања и испитивања електронских /статичких бројила електричне енергије:

КОЛИЧИНА		БРОЈ УЗОР.	НОРМАЛНИ ПРЕГЛЕД		ПООШТРЕНИ ПРЕГЛЕД		РЕДУКОВАНИ ПРЕГЛЕД		
VAR 1	VAR 2		Ac	Re	Ac	Re	БР.УЗОР.	Ac	Re
51-90	-	13	0	1	↓	↓	5	0	1
91-150	51-90	20	↑	↑	0	1	8	↑	↑
151-280	91-150	32	↓	↓	↓	↓	13	↓	↓
281-500	151-280	50	1	2	↓	↓	20	↓	↓
501-1200	281-500	80	2	3	1	2	32	1	2
1201-3200	501-1200	125	3	4	2	3	50	2	3
-	1201-3200	200	5	6	3	4	80	3	4

ОПИС:

Ac-прихватање, Re-одбијање,

↑ ↓- не препоручује се, а у случају примене примењује се горњи „↑“ односно доњи „↓“ плански ред

Поступак пријема неисправне серије је предмет уговора између произвођача и купца.

У овом случају могуће је више сценарија и то:

- Уколико је серија одбачена, сва бројила морају бити замењена или поправљена и поново морају бити подвргнута испитивању,
- Уколико је серија прихваћена у границама критеријума прихватљивости могуће је да се код неисправних бројила отклоне недостаци,
- Након отклањања недостатака и поновног испитивања по изабраном тесту бројила треба да имају фактор $A_c=0$, тј. 100% исправну серију.

4. УСЛОВИ И ИЗБОР МЕРНИХ ТАЧАКА ЗА ПРИЈЕМНО ИСПИТИВАЊЕ ЕЛЕКТРОНСКИХ БРОЈИЛА АКТИВНЕ ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ

Пријемно испитивање бројила активне електричне енергије се врши сагласно стандардима из ове области, или додатно према закљученим уговорима, а под утврђеним условима и на одређеним мерним тачкама.

Општи референтни услови за испитну опрему и испитне услове подразумевају између осталог:

-температура амбијента $23 \pm 2^\circ\text{C}$

-референтни напон : $U_n \pm 1,5\%$

-таласни облик: синусоидални напон и струја са фактором дисторзије мањим од 5%

-магнетна индукција страног порекла: мање од 0,05 mT

-ЕМ поље 30 kHz -2 GHz : мање од 1 V/m

-напонска, струјна и угаона неуравнотеженост појединих фаза: $\pm 1\%$ за напон, $\pm 2\%$ и за струју, 2° за фазне углове

-мерна несигурност мерења: 0,1% за кл.0,5, 0,2% за кл.1, 0,4% за кл. 2 при $\cos\phi = 1$ и респективно 0,2%, 0,3% и 0,6% за $\cos\phi = 0,5 \text{ ind}$.

Бројила селектована за преглед морају бити пломбирана, /фабрички или од надлежног државног органа/, а визуелним прегледом се утврђује комплетност односно оштећења.

Пре предвиђеног теста врши се енергизација бројила референтним напоном и струјом 0,1 I_b односно 0,1 I_n до потпуне термичке стабилности.

У даљем тексту дајемо преглед мерних тачака теста за трофазно електронско бројило које је у најширој употреби у електродистрибутивној делатности - I_b=5A, I_{max}=60A, 3x230/400 V, кл. изолације II, импулсни излази 1000 /LED/ и 500 /ел.излаз/ imp/kWh, 3 мерна система и то:

1. Испитивање наизменичним напоном /AC тест/

Узорци треба да задовоље испитни напон од 4 kV синусоидалног облика, f=45-60 Hz, према земљи ,у трајању од 1 мин. Начин везивања напонских и помоћних кругова и прикључење испитног напона дефинисан је стандардом IEC 62053-21.

Приликом испитивања не смеју се имати никакви прескоци , пробоји и оштећења изолације.

2. Испитивање празног хода

Испитивање се врши са напоном у напонским колима 115% U_n (264,5 V) и отвореним струјним колима у трајању од

$$\Delta t \geq \frac{480 * 10^6}{k * m * U_n * I_{max}}$$

где је k-константа бројила, m- број мерних система , U_n-референтни напон, I_{max}- максимална струја, што за изабрано бројило износи $\Delta t = 11,59$ мин.

Бројило задовољава услове теста ако на изводу за испитивање не даје више од 1 импулса, односно не региструје енергију већу од вредности која одговара једном импулсу.

3. Испитивање поласка /почетка регистрације/

При напонским колима прикљученим на U_n=230/400 V, cos φ=1, избалансираним струјама оптерећења I = 0,006 I_b (30 mA), бројило треба да почне да даје импулсе и да непрестано региструје енергију. Улази за укључивање тарифних регистара су непобуђени.

4. Испитивање класе тачности

Испитивање се врши при симетричном трофазном или једнофазном оптерећењу према следећим позицијама за изабрано бројило:

ТЕСТ Бр.	СТРУЈА [А]	Cosφ	ВРСТА ОПТЕРЕЋЕЊА	ГРАНИЦА ГРЕШКЕ У % ЗА КЛ.2
1	0,250	1	СИМЕТРИЧНО	2,0
2	5	1	СИМЕТРИЧНО	2,0
3	5	0,5	СИМЕТРИЧНО	2,5
4	5	1	ЈЕДНОФАЗНО- ФАЗА 1	3,0
5	5	1	ЈЕДНОФАЗНО- ФАЗА 2	3,0
6	60	1	СИМЕТРИЧНО	2,0

5. Испитивање константе бројила

Провера се врши упоређивањем протекле количине енергије регистроване на дисплеју са израчунатом према броју импулса на импулсном / тест/ излазу. Разлика не сме да буде виша од $\pm 0,2\%$. За изабрано бројило може се узети да се при регистрацији од 100 импулса на ЛЕД диоди односно 50 импулса на електричном излазу - региструје енергија од 0,1 kWh.

6. Механичка и функционална испитивања

Овај тест се спроводи на 5 бројила без обзира на величину лота или врсту прегледа, произвољним избором из припремљене количине бројила за пријем. Карактеристике и начин прегледа се уговарају између испоручиоца и купца.

Резултат је задовољавајући ако сва бројила испуњавају тражене услове. У супротном партнери анализирају резултате и предузимају неопходне уговорне мере.

Ова испитивања су нарочито значајна с обзиром на низ функционалних захтева која бројила треба да испуњавају, као и потребу усаглашености са низом техничких захтева, која су дефинисана одговарајућим стандардима или посебним захтевима при поступцима набавке.

Посебно се наглашава значај провере комуникацијских функција бројила, исправан рад уграђених модема, усаглашеност са изабраним комуникационим протоколима, број тарифних и енергетских регистара, функционисање RTC сата, садржај и функционисање меморијских блокова, садржај и заштита софтвера, подешеност на тражене вредности и друге провере.

Поред наведених испитивања могу се захтевати и друга испитивања предвиђена IEC стандардима за одређену врсту бројила. Уобичајено се додатно спроводе два теста, с обзиром на референтност истих за функционисање важних склопова бројила, и то:

-Испитивање бројила на пад напона и краткотрајне прекиде напајања, које се врши са прикљученим називним напонам и без струјног оптерећења. Провера се врши у 3 теста:
а. прекид напона $U=100\%$, време прекида 1 сес, број прекида 3, пауза између прекида 50 msec,

б. прекид напона $U=100\%$, време прекида 20msec, број прекида 1,

в. пад напона $U=50\%$, време трајања 1 мин.

Прекиди и падови напона не смеју изазвати промену регистара за вредност већу од

$$X=10^{-6} m U_n I_{max}$$

односно већу од 0.041 kWh за изабрано трофазно бројило, $m=3$, $U=230V$, $I=60A$ /.

Након поновног успостављања напона, мерне особине се не смеју погоршати.

-Испитивање временске базе RTC часовника врши се одређивањем релативне грешке фреквенције временске базе RTC, /допуштена је грешка $\pm 5,8 \times 10^{-6}$ /, помоћу електронског фреквенцметра чија је дозвољена релативна грешка $\leq 5 \times 10^{-7}$ за случај да је доступна тест тачка интерног сата, или провером преко импулсног излаза, ако иста није доступна.

Наведена испитивања при пријему бројила до сада углавном нису обављана из више разлога, а неки од њих су недостатак одговарајуће испитне опреме, непостојање домаће регулативе из ове области, непрофесионалан однос према пословима мерења и сл.

Неопходно је такође пратити експлоатациона искуства, селектирати учестаност и карактер отказа на појединим врстама уређаја, а све у циљу квалитетнијег испитивања

бројила, елиминисању недостатака и побољшању укупне метролошке ситуације у електропривредној делатности.

Аутори посебно истичу да је у **ЈП ЕПС- Београд** у 2007 години при набавци бројила путем тендера из кредита EBRD успешно спроведен поступак испитивања и пријема око 130.000 бројила, при чему су стечена значајна искуства .

5.ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

1.Предлаже се електропривредним организацијама да приликом набавки бројила путем тендерских процедура обавезно предвиде пријемна испитивања.

2.У ЕД организацијама обезбедити одговарајућу опрему, лабораторије/баждарнице и друге услове ради што квалитетнијег испитивања при пријему бројила.

3.Посебан третман треба да има провера усаглашености техничких карактеристика бројила за рад у систему AMR и управљања потрошњом, као и других функција које не испитује државни орган приликом овере уређаја или у процедури одобрања типа.

4.Применом метода обрађених у овом материјалу постоји могућност овере бројила и од стране надлежних државних органа , како прве тако и периодичних, чиме би се знатно смањили трошкови прегледа и омогућила ефикаснија контрола уређаја у експлоатацији, што је пракса у многим земљама.

6.ЛИТЕРАТУРА

1.Стандард IEC 62052-11/2003-Electricity metering equipment /AC/ -General requirements, tests and test conditions – Part 11: Metering equipment

2.Стандард IEC 62053-21/2003-Electricity metering equipment /AC/ -Particular requirements– Part 21: Static meters for active energy (classes 1 and 2)

3. Стандард IEC 62058-11/2006-Electricity metering equipment /AC/ -Acceptance inspection– Part 11: General acceptance inspection methods

4.Стандард IEC 62058-31/2006-Electricity metering equipment /AC/ -Acceptance inspection– Part 31: Particular requirements for static meters for active energy (classes 0,5s, 1 and 2)

5.Документациони материјал о пријему бројила