



11000 Beograd Petrovaradinska 26
Tel. ++381 11 2850582 Fax: ++381 11 2850580
e-mail: enel@EUnet.yu <http://www.enel.co.yu>



МЕРЕЊЕ ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ

МЕНАѢЕРСКИ АСПЕКТ

МЕРЕЊЕ ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ – МЕНАѢЕРСКИ АСПЕКТ

Драган М. Васиљевић

ЕНЕЛ д.о.о. Београд

У раду се описује модеран концепт мерних уређаја и њихова примена у мерењу и менаѢменту електричне енергије. Материја се излаже са гледишта техничког менаѢера. Даје се концепт класичног бројила електричне енергије и пореде се његова електромеханичка и електронска реализација. Анализира се концепт дигиталног мултифункционалног бројила које се пореди са класичним бројилом. Описује се модерно конципирано мерно место базирано на дигиталном бројилу. Даје се приказ временско-уклопних направа (часовници, МТК систем, РТК систем) и коментарише локална и даљинска комуникација са бројилима. Приказују се нови концепти за одржавање и оверу бројила.

1. УВОД

Повећање густине становништва доводи до раста потрошње електричне енергије. Ограничени извори енергије и заштита животне средине намећу рестрикције у изградњи електрана и преносне мреже. Излаз се налази у рационалном газдовању енергијом уз примену нових концепата дистрибуције енергије. Стога мерни уређаји треба да имају не само класичну функцију мерења електричне енергије, него и да омогуће економичан менаѢмент са енергијом.

Класичан концепт у руковођењу у електропривреди даје предност изградњи предимензионисаних капацитета за производњу, пренос и дистрибуцију електричне енергије и допушта потрошачу да енергију узима у слободном режиму не водећи рачуна о нивоу ангазоване снаге. Такав концепт пружа комфор потрошачу, али тражи велике инвестиције које су нерационално искоришћене.

Модеран концепт у електропривреди тежи ефикасној употреби постојећих ресурса коришћењем напретка технологије у мерењу и управљању са циљем да се потрошачу испоручи потребна енергија при што константнијој ангакованој снази.

Производња, пренос и дистрибуција електричне енергије, посматрани као целовит систем, долазе у додир са потрошачем на електроенергетском прикључку где се дефинишу технички услови испоруке (снага, напон, заштита) и начин мерења и наплате енергије.

Класични мерни уређаји су конципирани да мере активну енергију. Мерење других величина у мрежи се изводи ретко и уз значајно повећање трошкова за опрему.

Модерни дигитални мерни уређаји базирани на рачунарима и дигиталној обради сигнала су мултифункционални:

- мере жељене параметре мреже (енергија, снага),
- примењују сложено тарифирање и управљање,
- комуницирају.

Стога, вишефункционални дигитални мерни уређаји представљају хардверски основ за реализацију сложених тарифних система и управљања на нивоу крајњег потрошача са циљем да се постигне ефикасно коришћење ресурса уз висок профит у електропривреди.

Циљ овог рада је да укаже на модерне концепте мерних уређаја и њихову примену у мерењу и менаџменту електричне енергије. Материја се излаже са гледишта техничког менаџера који одлучује о концепцији и инвестицијама обзиром на повећање квалитета и ефикасности система.

У раду се излаже концепт класичног бројила електричне енергије и пореде се електромеханичка и електронска реализација бројила.

Анализира се концепт дигиталног мултифункционалног бројила које се пореди са класичним бројилом. Описује се модерно конципирано мерно место базирано на дигиталном бројилу.

Даје се приказ временско-уклопних направа (часовници, МТК систем, РТК систем) и коментарише локална и даљинска комуникација са бројилима.

Приказују се нови концепти за одржавање и оверу бројила.

2. КЛАСИЧАН КОНЦЕПТ МЕРЕЊА ЕНЕРГИЈЕ

Мали потрошачи енергије (домаћинства) се мере једнотарифним или двотарифним бројилима активне енергије класе 2. Технички опремљеније дистрибуције управљају потрошњом преко МТК система.

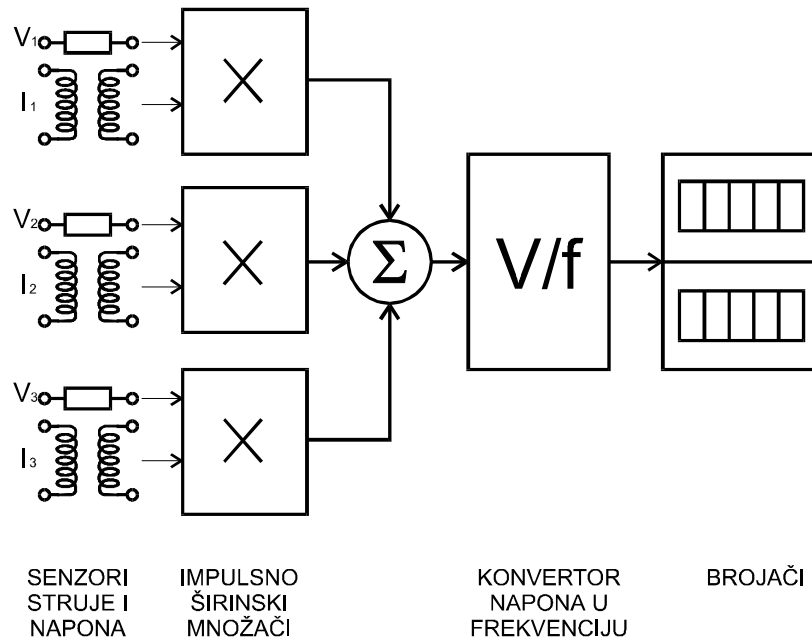
Велики потрошачи (индустрија, занатство, железница) се мере мерним групама за активну и реактивну енергију и максимум активне средње снаге у две тарифе са класом тачности 1. Постоје и системи за обједињено мерење максимума снаге. Обједињено мерење на местима преузимања енергије се обавља импулсним бројилима и регистраторима са или без даљинског преноса са класом тачности 0,2.

Електромеханичка (индукциона) бројила електричне енергије се користе као основа за реализацију класичног концепта мерења електричне енергије. Индукциона бројила електричне енергије су поуздана и робустна. На жалост, показују недовољну тачност, имају велику сопствену потрошњу енергије, подложна су утицају околине (магнетна поља, механички удари, положај, температура) и захтевају редовно одржавање (чишћење, подмазивање, замена покретних делова). Основни недостатак индукционих бројила лежи у чињеници да осим основне функције мерења енергије, немају ниједну другу функцију за примену у модерном концепту мерења и менаџмента електричне енергије.

Прва електронска бројила су била аналогна бројила конструисана као функционални еквивалент индукционих бројила. Пракса је показала да су електронска бројила осетљива на нерегуларне напонске прилике у мрежи, али у односу на индукциона, имају бољу тачност, мању сопствену потрошњу и једноставније одржавање.

Аналогна електронска бројила, слика 1, остварују функцију мерења аналогним електронским склоповима, тако да додавање нових функција значи додавање хардвера што има практично прихватљиву границу. Поред тога, аналогна обрада сигнала захтева умеренања и подешавања у производњи, а сама аналогна кола су осетљива на температуру, толеранције и старење компоненти. Као и код индукционих бројила, основни недостатак аналогних електронских бројила лежи у чињеници да осим основне функције мерења енергије, немају ниједну другу функцију за примену у модерном концепту мерења и менаџмента електричне енергије, осим генерисања импулсних излаза.

Ако се електрична мрежа изведе у складу са прописима и правилним руковањем и одржавањем обезбеде регуларне напонске прилике у мрежи, онда аналогна електронска бројила имају изразиту предност у односу на индукциона.



Сл. 1 - Аналогно електронско бројило.

3. МОДЕРАН КОНЦЕПТ МЕРЕЊА ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ

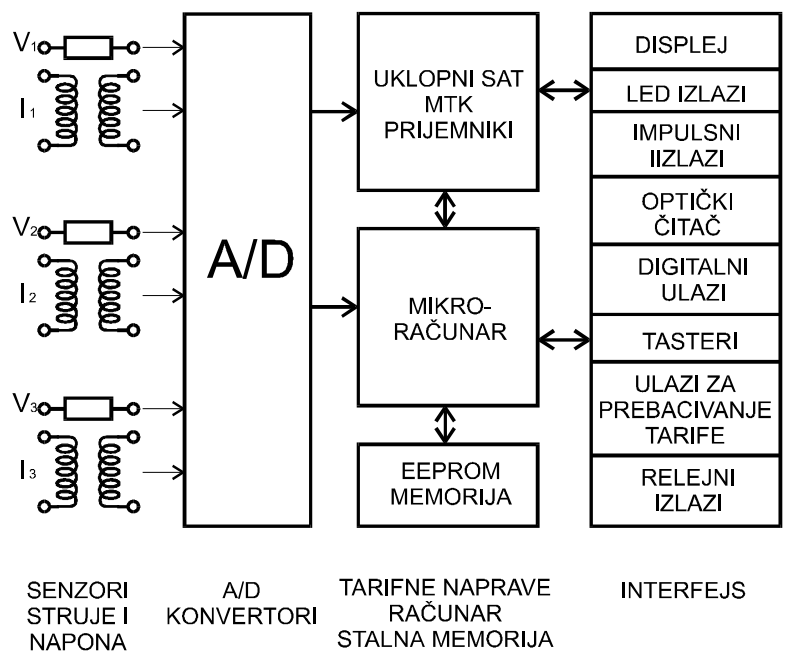
Савремени захтеви намећу економичан менаџмент енергије на свим нивоима: електране, мреже, крајњи потрошач. У индустрији, занатству и домаћинству, бројила као мерни уређаји добијају нове функције које обухватају мерења и менаџмент енергије:

- мерење квантитета и квалитета електричне енергије (напон, фреквенција, снага и профил снаге, садржај хармоника);
- сложено тарифирање и управљање потрошњом са циљем да се потребна енергија испоручи при што нижој ангажованој снази;
- једносмерна и двосмерна локална и даљинска комуникација ради управљања потрошњом, надгледања потрошача и читавања и наплате;
- сарадња са кућном аутоматиком (грејање, клима, бојлери).

Реализација модерног концепта мерења електричне енергије се базира на дигиталном мултифункционалном електронском бројилу.

3.1. Дигитално електронско бројило

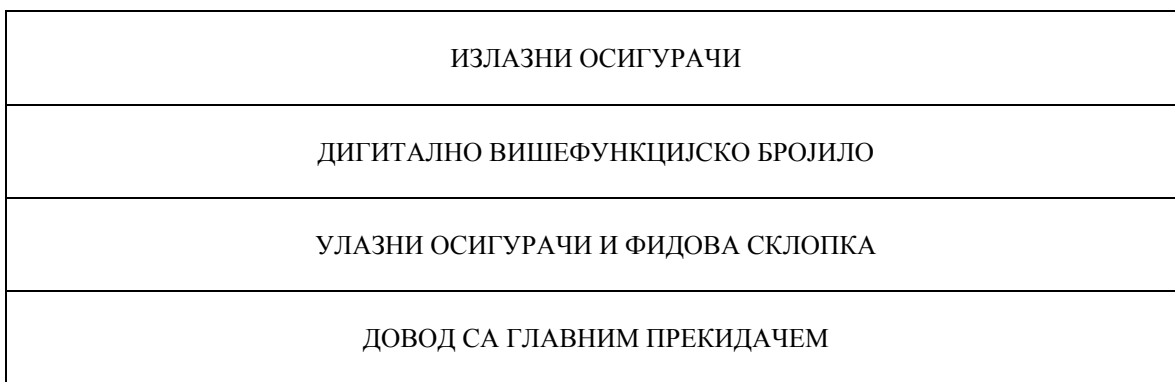
Дигитална електронска бројила, слика 2, претварају информације о напонима и струјама у нумерички податак помоћу А/Д конвертора. Даља обрада се врши нумерички и омогућује израчунавање свих параметара електричне мреже на истом хардверу. Присутни микропроцесор додатно омогућава логичке функције потребне за управљање потрошњом као и за комуникацију, што отвара широке могућности остварења претходно описаног новог концепта мерења и менаџмента електричне енергије. Поред тога, захваљујући техникама аутокалибрације, дигитална бројила обезбеђују високу тачност у различитим радним условима и у дугом временском периоду.



Сл. 2 - Дигитално електронско бројило.

3.2. Мерно место за мале потрошаче

Модеран концепт мерног места је базиран на дигиталном мултифункционалном бројилу. Блок-шема мерног места за мале потрошаче је приказана на слици 3. Решење је компактно, јефтино и флексибилно. Сем прикључања на мрежу и заштите, све друге функције су интегрисане у дигиталном бројилу.



Сл. 3 - Блок-шема мерног места за мале потрошаче.

Бројило мери енергију, снагу и друге жељене параметре мреже.

Бројило садржи временско-уклопну нараву за тарифирање.

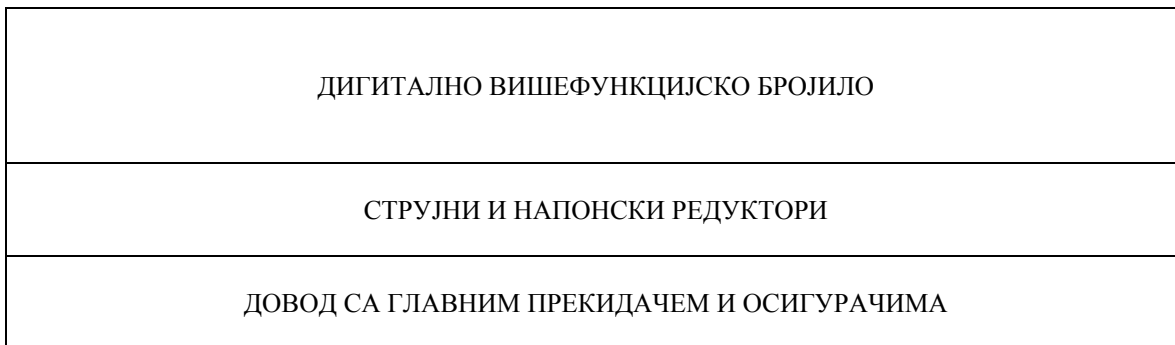
Дигитално бројило са бистабилним релеом се може искористити за интелигентно лимитирање по струји и времену прекорачења уз додатни комфор да се поновно укључење потрошача обавља аутоматски по прописаном програму без учешћа оператера. Бројило мери, а реле служи само за укључење и искључење. Могућности злоупотребе су мале, а тачност лимитације се оверава баждарењем.

Дигитално бројило је рачунар и има могућност комуникације са рачунарском опремом преко стандардног оптичког порта по протоколу ИЕЦ1107. Значај комуникационог порта је вишеструк у концепцијском смислу јер омогућује машинско читавање бројила, подешавање времена и програма уклопног часовника, увођење и програмирање лимитације, промену тарифног програма, жетонску продају и поврх свега повезивање дигиталног бројила у рачунарску мрежу.

На данашњем нивоу технологије, дигитална бројила са описаним функцијама могу да се произведу у већим серијама по ценама од 100 еура за монофазно и 150 еура за трофазно мерно место. Суштина је у чињеници да је дигитално бројило рачунар, па стога додавање функција не повећава битно цену производње бројила. Наравно, расту трошкови развоја и испитивања бројила који се морају покрити кроз продајну цену бројила. Учешће развоја у продајној цени битно зависи од броја произведених комада, што указује на потребу усвајања концепције мерног места на нивоу што већих целина у електропривреди као и на потребу повезивања електропривреде са произвођачима.

3.3. Мерно место за велике потрошаче

Блок-шема мерног места за велике потрошаче је приказана на слици 4. У односу на мале потрошаче, употребљени су струјни и напонски редуктори и дигитално бројило веће процесорске снаге и тачности. И ово решење је компактно, јефтино и флексибилно.



Сл. 4 - Блок-шема мерног места за велике потрошаче.

Постоје три нивоа примене дигиталних мултифункционалних бројила код великих потрошача.

Први ниво је мерење појединачног потрошача – мерна група. Дигитално бројило мери активну и реактивну енергију, максимум снаге и тарифира мерење. Бројило може да надзире и памти времена доласка и нестанка напона, да има већи број бројчаника за енергију и снагу, да региструје профил 15-минутне снаге у вишемесечном периоду, да локално комуницира преко оптичког порта.

Други ниво примене дигиталног бројила је обједињено мерење енергије и снаге групе потрошача који су на истој локацији унутар неколико километара тако што се бројила умреже жичном везом. Користи се ланчани протокол. Прво бројило у ланцу мери само своје мерно место, памти податке и шаље мерне резултате наредном бројилу у ланцу. Наредно бројило мери своје мерно место, прави међузбир са претходним бројилом и шаље међузбир следећем бројилу у ланцу.

Трећи ниво примене дигиталних бројила је обједињено мерење географски удаљених група потрошача. Свака група потрошача има свој комуникациони уређај (Персонални рачунар) смештен на локацији групе. Комуникациони уређај са једне стране размењује податке са бројилима преко жичне мреже РС232-485, а са друге стране комуницира са удаљеним хост рачунаром преко телекомуникационих веза (телефон). Тако се добија јефтин систем за даљинску аквизицију података који се брзо и једноставно инсталира. Описан даљински систем је погодан за даљинско мерење у дистрибутивним трафостаницама. Ако се комуникационом уређају (Персонални рачунар) додају дигиталне улазно-излазне плоче, добија се могућност даљинског надгледања и командовања трафостаницом, што заједно са аквизицијом података даје јефтин и флексибилан СКАДА систем.

4. ВРЕМЕНСКО-УКЛОПНЕ НАПРАВЕ

Да би се потрошачи стимулисали да равномерно узимају енергију у току 24 часа, уведено је тарифирање у зависности од доба дана. Тарифирање се изводи са уклопним часовницима, МТК и РТК системом.

4.1. Уклопни часовници

У почетку су коришћени електромеханички часовници које су седамдесетих година почели да потискују електронски часовници због више функција и боље стабилности временске базе. Основни недостатак уклопних часовника је аутономан рад по фиксном, унапред задатом временском програму. Свака измена програма или контрола рада часовника захтева излазак на место мерења, а често и лабораторијски третман (подешавање тачног времена, замена батерије).

И поред описаних ограничења, уклопни часовници се и данас најчешће користе за управљање тарифом, као најједноставније и најјефтиније решење. То посебно има смисла за електропривреду са атомским електранама ради изразитог стимулисања потрошње у ноћним сатима да би се избегло скупо кочење реактора.

Модерне реализације уклопних часовника садрже оптичке портове за машинско програмирање и подешавање тачног времена без отварања и демонтаже часовника са мерног места. Развој технологије омогућује да уклопни часовник буде подсклоп унутар бројила, а не само уређај запакован у посебно кућиште.

4.2. МТК систем

Систем за мрежну тонфреквентну команду (МТК) користи телеграфски модулисан тонски сигнал утиснут у мрежни напон за пренос порука само у једном смеру: од центра управљања ка потрошачу. МТК систем омогућује даљинско командовање из центра управљања са потрошњом, тарифама и посебним комуналним функцијама као што су пумпе за грејање у електранама и јавна расвета. При томе се користи систем адреса, тако да се може одвојено командовати деловима конзума. Очигледно да МТК као систем командовања са једносмерном комуникацијом има велику флексибилност и допушта управљање конзумом.

У новије време повећавају се перформансе МТК система увођењем интелигентних МТК пријемника са функцијом уклопног часовника.

Интелигенција пријемника омогућује да се пријемник може програмирати даљински помоћу емисија из МТК постројења, што омогућује репрограмирање МТК пријемника без демонтаже и без враћања у лабораторију.

Функција уклопног часовника битно проширује својства МТК система командовања јер додаје могућност аутономног рада уклопне направе на основу часовника, без МТК емисија. Ова особина је важна за функције које морају да се поуздано изврше (укључење расвете), као и за смањење великог броја МТК емисија у циљу избегавања загушења, штедне енергије и растерећења емисионе опреме.

Цена МТК емисионог постројење је значајна. Стога електродистрибутивно предузеће треба да изврши процену добити од увођења даљинске команде и да донесе одлуку о инвестицији.

4.3. РТК систем

Деведесетих година у Немачкој је уочена могућност да се даљинско командовање скромнијих могућности може постићи са малим инвестицијама у емисиона постројења употребом већ постојећих дуготаласних радиопредајника и опремањем места мерења са дуготаласним радиопријемницима (РТК систем). Дуги таласи (100 kHz) обезбеђују потпуно покривање конзума на великој територији јер могу да савладају препреке реда километра. Командовање се врши повременим слањем емисија из предајника. РТК пријемник прима емисије, декодује поруке и користи уграђен локални часовник за извршавање команди. Емитовани телеграми се користе углавном за параметрирање РТК пријемника због загушења предајника са великим бројем потребних телеграма, као и због недовољне поузданости и ометања пријема.

РТК систем тражи малу почетну инвестицију у предајник (могућ је и закуп), а пружа смањене могућности командовања јер предајник није стално расположив. Обзиром да је цена РТК пријемника већа од цене МТК пријемника, укупна инвестиција у РТК систем је мања само за мали конзум. Такође треба имати у виду да су перформансе командовања слабије у РТК систему и да су оба система са једносмерном комуникацијом.

4.4. Комуникација са мерним местом

Место мерења у смислу комуникације јесте терминал, односно крајња тачка комуникационог система. Место мерења треба да има стандардни комуникацијски порт за двосмерну везу са околним светом. Комуникацијски порт служи за размену података са локалним уређајем. Пракса у свету задњих година упућује да ће као стандард за локалну размену података бити коришћен оптички порт са протоколом ИЕЦ1107.

Локални уређај за комуникацију са местом мерења може бити ручни терминал, преносни персонални рачунар или комуникацијски концентратор који посредује између места мерења на једној страни и комуникационог канала на другој страни.

У пракси се користе различити комуникациони канали (медијуми). Телефонске линије се користе за двосмерну комуникацију са великим потрошачима и у системима даљинског обједињеног мерења.

Многи покушаји су начињени ради преноса података по нисконапонској мрежи. Показало се да је мрежа медијум који у току дана промени модуо импедансе у распону 1:1000 и да има случајну фазу. То битно компликује конструкцију опреме и ограничава могућност преноса порука само на мања растојања, при чему је преносни пут повремено непроходан.

Коришћени су и радиопримопредајници кратког домета за комуникацију места мерења са комуникационим концентратором. Америчка фирма ЦЕЛНЕТ је инсталирала више таквих система са додатном ценом од 50 долара по мерном месту.

Будућност у комуникацији са мерним местом, свакако иде у смеру повезивања мерног места на интернет. Интернет повезљивост је императив у конструкцији мерне опреме. Све више произвођача нуди јефтине компоненте за повезивање на интернет. Како ће интернет мрежа доћи до места мерења, то је крупније питање од разматрања у овом раду.

5. ОДРЖАВАЊЕ МЕРНИХ УРЕЂАЈА

Рационалан приступ подразумева да електропривредна предузећа тесно сарађују са произвођачима мерне опреме. То је пракса у огромној већини европских електропривреда. Производња мерне опреме је стратешка област привреде. Сарадња омогућује да електропривреда добије опрему прилагођену у потпуности својим потребама и захтевима и да се изврши унификација мерила и олакша и појефтини њихово одржавање. У том смеру иде пракса у свету. Електричне компаније враћају коришћена бројила произвођачу који их репарира, баждари и спремна испоручује електропривреди.

Са техничког аспекта, савремено решење за баждарнице за бројила и уклопне направе се ослања на потпуно аутоматизоване, рачунаром вођене електронске системе који имају велику пропусну моћ и обезбеђују објективно испитивање независно од људског фактора. Такви системи се производе у домаћој индустрији и њихово коришћење уз усклађивање постојећих законских прописа за баждарење са потребама електропривреде, сигурно води исправном мерењу и драстичном смањењу губитака.

Напредак технологије је омогућио производњу јефтине и прецизне мерне опреме за испитивање мерила на мерном месту без демонтаже. Тиме се електричним предузећима омогућује да на брз и лак начин испитају проблематична мерна места.

6. ЗАКЉУЧАК

Развој технологије, потреба за рационалним коришћењем енергије и повећање профита намећу усвајање и реализацију модерних концепата у мерењу и менаџменту електричне енергије коришћењем страних искустава и сарадњом са домаћом индустријом. Овај рад је допринос у приказивању савременог стање технике мерења посматрано са менаџерског аспекта.

7. ЗАХВАЛНОСТ

Када сам пре десет година почео да се бавим мерњем електричне енергије, повеле су ме књиге и часописи. Значајне подстреке, искуства и помоћ добио сам од инжењера, техничара и монтера из електропривреде и од својих марљивих сарадника. Овом приликом им изражавам искрену захвалност и преносим утисак да сам служио углавном као катализатор - био сам присутан да би се реакција одвијала.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] T. Salo, "Elektronische Zahler Bieten Marktgerechte Losungen fur die Neuzeitliche Elektrizitatsmessung", Elektrizitatzwirtschaft, 98(1999), pp.43-49.
- [2] R.N. Dib, "Tonfrequenz und Funk-Rundsteuerung-Ein Systemvergleich", Elektrizitatzwirtschaft, 95(1996), pp.667.
- [3] J. Hassel, A. Tschoke, "Neue Konzepte in der Zahlerablesung DFUE – System im Einsatz bei Versorgungs – Unternehmen", Elektrizitatzwirtschaft, 95(1996), pp.623-625.