

ЈЕДНА АНАЛИЗА АУТОМАТСКОГ ПРЕГЛЕДА МЕРНЕ ОПРЕМЕ ПРИМЕНОМ СИСТЕМА БЕЖИЧНИХ СЕНЗОРСКИХ МРЕЖА

Милош Јовановић, Драган Лазић

Кључне речи: метрологија, еталонирање, аутоматизација, бежичне сензорске мреже

КРАТАК САДРЖАЈ

Метролошко потврђивање мерне опреме у метрологији захтева низ унапред дефинисаних корака у циљу прикупљања информација о стању опреме, изради записника, прорачуну мерне несигурности и издавању потврде. Сваки од наведених корака подразумева прикупљање и анализу података о мерној опреми, преглед опреме у реалним условима и прикупљање мерених резултата, обраду и анализу резултата у односу на податке добијене од произвиђача опреме, израду извештаја о метролошком потврђивању и прорачун мерне несигурности. Примена савремених система сензорских и бежичних сензорских мрежа омогућава лаши приступ подацима од значаја током метролошког потврђивања, олакшан прорачун мерне несигурности, било да је мерна опрема у мерном ланцу или независно повезана. Применом RFID, WLAN и LoRa савремених технологија сви елементи током потврђивања могу омогућити једноставнију процедуру. У раду је приказан један могући приступ метролошког потврђивања мерне опреме у систему бежичних сензорских мрежа

ONE POSSIBLE ANALYSIS OF AUTOMATIC INSPECTION OF MEASURING EQUIPMENT USING WIRELESS SENSOR NETWORK SYSTEMS

Keywords: metrology, calibration, automation. wireless sensor networks

ABSTRACT

Measuring equipment inspection in metrology requires a number of predefined steps in order to collect information on the condition of the equipment as well as make a report on the calculation of measurement uncertainty and issue a certificate. Each of these steps includes the collection and analysis of measuring data, inspection of equipment in real conditions and collection of measurement results, processing and analysis of results in relation to data obtained from equipment manufacturers, preparation of inspection reports and calculation of measurement uncertainty. The application of modern systems of sensor and wireless sensor networks enables

easier access to data of importance during the inspection, facilitated calculation of measurement uncertainty whether the measuring equipment is in the measuring chain or independently connected. By applying RFID, Van LAN and Lora modern technologies, all elements during the inspection can enable a simpler inspection procedure. The paper presents one approach to the inspection of measuring equipment in the system of wireless sensor networks

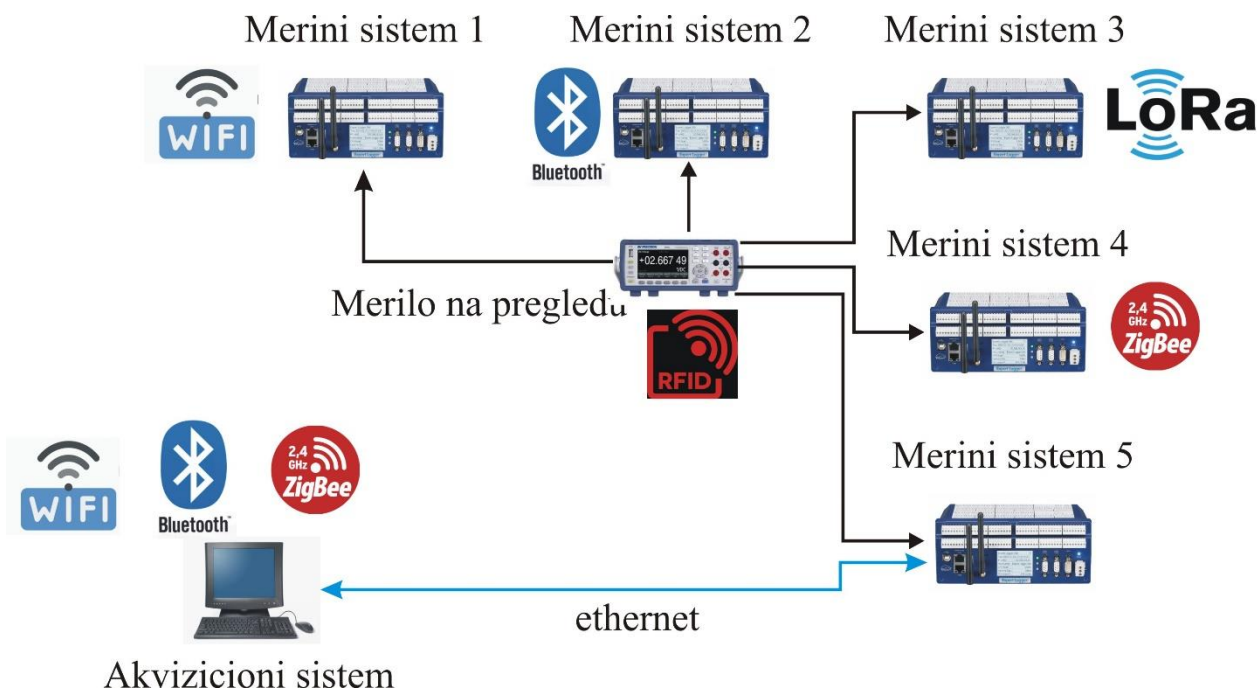
УВОД

Савремене метролошке процедуре подразумевају стриктну примену усаглашених поступака приликом метролошког потврђивања мерне опреме и уређаја [1]. Процедуре се састоје од визуелног прегледа опреме, потврде о комплетности уређаја, потврде о функционалној исправности, подешавања и припремања уређаја за метролошко потврђивање, приклучења мерне и регулационе опреме на уређај којим ће се обавити метролошко потврђивање и утврдити потпуна функциоалност, исправност и метролошка потврдљивост уређаја. У ту сврху потребно је остварити функционалну оперативност мерне опреме која подразумева адекватно повезивање мерне опреме са мерним системом, подешавање мерила у одговарајућем опсегу рада, подешавање мерне опреме којом се врши метролошко потврђивање у одговарајућем опсегу ради задавања функционалних улазних сигнала и читавању резултата проистеклих из комплетног круга мерења. Све претходно описано захтева пуно ангажовање оператера – метролога, како у циљу подешавања параметара задатих сигнала, тако и поступку читавања резултата, записивања резултата, праћења тока мерења. Све ово у циљу финалног доношења одлуке да ли је опрема функционална и да ли мерени резултати одговарају карактеристикама дефинисаним од стране произвођача мерне опреме. Крајњи циљ јесте финална оцена да ли је мерна опрема задовољавајуће класе тачности и као таква да ли може задовољити метролошке карактеристике у циљу даље употребе. На крају је потребно генерисати финални извештај у коме све ово горе набројано мора бити таксативно поменуто, а резултати мерења квалитетно и табеларно приказани. Записник мора садржати и прорачунату мерну несигурност током метролошког потврђивања опреме која зависи од начина мерења, типа мерења (посредно или непосредно) као и од раније дефинисаних мерних несигурности коришћених мерних уређаја и финално дефинисаног типа мерне несигурности која је идентификована током метролошког потврђивања. (Мерна несигурност типа А или мерна несигурност типа Б, корелисана или некорелисана мерна несигурност итд.)

ОСНОВНИ ПОСТУЛАТИ САВРЕМЕНОГ МЕРНОГ СИСТЕМА

Данашња савремена мерна опрема је сложеног карактера. Као таква она често у себи садржи сложене електронске системе који омогућавају комуникацију са другим уређајима, аквизицију података, филтрирање података, линеаризацију мерења, као и разне елементе статистичке обраде података који обухватају параметре линеаризације, параметре корелације мерења и остале статистичке параметре у циљу побољшања прецизности

мерења, смањења грешке мерења и побољшања укупне мерне несигурности измереног улазног параметра. Сви ови подаци су углавном смештени у унутрашњу меморију мерног система и ови параметри се по правилу могу мењати посебним процедурама које задаје произвођач мерне опреме. Такође и еталони који се користе за метролошко потврђивање мерне опреме су сложеног склопа. По правилу данашњи мерни системи су комплексни системи који омогућавају, како аутоматизовано задавање параметара током генерисања улазних величина тако и потпуну и делимичну аутоматизацију током мерења [2]. Све ово у многоме омогућава олакшан целокупан процес еталонирања мерне опреме, потпуну и делимичну аутоматизацију целокупне процедуре еталонирања мерне опреме, прикупљање података, анализу овако пристиглих података, евентуалну линеаризацију и скалирање параметара мерне опреме ради побољшања мерног циклуса и смањења уочених грешака мерења током еталонирања. Све ово може бити аутоматски записано у електронском облику и касније коришћено како у циљу генерисања записника, тако и у циљу издавања одговарајуће потврде о метролошкој прихватљивости мерне опреме, року важења потврде и сигнализацији о прихватљивости мерне опреме у даљем процесу њене употребе. На слици 1 је дат блок дијаграм једног уопштеног мерног система који може бити коришћен током метролошког потврђивања мерне опреме.



Слика 1. Блок шема аутоматизованог метролошког потврђивања мерне опреме

Као што се са слике може видети, централни елемент током метролошког потврђивања мерне опреме у савременим системима је рачунар или рачунарски систем са одговарајућим програмом који може да целокупан процес метролошког потврђивања, задаје команде мерно-регулационој опреми путем система жичних или бежичних мрежа. На блок шеми су приказа три мерна система од којих сваки има свој засебан комуникациони протокол,

Bluetooth, LoPa, Wlan, или Rfid протокол. Сваки мерни систем је једним од ових протокола повезан са централним рачунаром који путем одговарајућег софтвера за аквизицију и задавање параметара, (на пример LabView контролним софтвером) омогућава сваком мерном уређају задавање контролних сигнала или мерних сигнала које мерни систем треба да проследи мерној опреми. Мерна опрема на основу овако генерисаних улазних величина дефинише измерену величину у аналогном или дигиталном опсегу који се опет детектује и измери одговарајућом мерном опремом и као такав проследи поново централном Рачунарском систему. Централни рачунарски систем сада прихвата измерену вредност и на основу претходно дефинисаних улазних параметара, прорачунава грешку мерења, записује израчунату грешку мерења у меморију и на основу прорачунате грешке може да одлучи да је мерна опрема у опсегу грешке мерења дефинисане карактеристикама произвођача или је изван опсега. Уколико је грешка мерења изван опсега рачунарски систем може да одреди корективне параметре мерно регулационог система и да ове корективне параметре проследи мерно регулационом систему. Мерно регулациони систем по пријему овако дефинисаних корективних параметара поново обавља мерење и сада мерном систему прослеђује нове мерене вредности. Овако дефинисан склоп може у кратком временском периоду из више итерација да одреди оптималне корективне факторе за предметни мерни систем, евентуално може ове параметре да упише у интерну меморију мерног система. Овако дефинисани и одређени корективни параметри могу бити саставни део финалног извештаја заједно са измереним вредностима.

Уколико из одређеног броја итерација рачунарски систем не може да одреди параметре који омогућавају задовољавајућу тачност, систем може да одлучи да је анализирани мерни уређај незадовољавајућих карактеристика и као такав непогодан за даљу примену у мерењима. Целокупан посматран процес може бити потпуно аутоматизован применом система бежичних сензорских мрежа тако да оператер, као фактор који током метролошко потврђивања мерне опреме често јесте најлошија карика у систему, буде у потпуности искључен из система мерења и евентуално, преузме улогу контролно-надзорног органа у циљу глобалног подешавања параметара система, глобалног повезивања рачунарско-мерне опреме, покретања система и уноса неких основних параметара који су потребни током метролошког потврђивања, покретања софтвера, уноса типа мерења, начина мерења итд. Сви остали кораци и ставке током мерења могу бити у потпуности аутоматизовани и самим тим минимизовани од утицаја оператера, његовог тренутног психичког стања или неких тренутних ограничења.

ПРЕДНОСТИ НЕЗАВИСНОГ МЕТРОЛОШКО ПОТВРЂИВАЊЕА МЕРНОГ СИСТЕМА

Основни захтев данашње метрологије је поузданост, поновљивост мерених резултата, независности и непристрасност, квалитетна финална одлука. Аутоматизација и дигитализација [3] која делимично или у потпуности искључује човека из ланца

одлучивања јесте пут којем се сви ови циљеви могу остварити. Оператер јесте ту да систем припреми, повеже и отпочне процес мерења. Систем затим преузима, у мањој или већој мери, улогу мерења, записивања резултата, прорачуна мерне несигурности на основу улазних параметара. Систем на крају приступа процесу доношења одлуке да ли је мерило у складу са захтевима произвођача и специфицираним мерним карактеристикама, и као такво може бити прихватљиво за употребу у будућем мерењу или је на основу резултата мерења, мерило непоуздано и као такво је потребно искључити из употребе. Ова одлука, шта више може да се дигитално запише у меморију мерила и да на неки начин блока даљу употребу мерила уколико мерило не задовољава претходно дефинисане карактеристике. Такође систем може и да временски ограничи будућу употребу мерила тако што ће уписивањем у меморију мерила одредити датум до кога је мерило прихватљиво и после тога блокирати рад мерила до поновног метролошко потврђивања. Оваква аутоматизација може у потпуности или делимично да одреди датум наредног метролошког потврђивања или чак да мерило самостално сугерисе да се приближава датум поновног метролошког потврђивања тако да корисник може унапред да планира његову даљу будућу употребу.

Посебно треба нагласити да се искључењем човека из ланца одлучивања да ли је мерило прихватљиво или није, и потпуним или делимичним искључењем човека у процесу мерења и одлучивању који су тренутни резултати мерења који су прихватљиви и које треба забележити као релевантне, доприноси потпуној непристрасности и поузданости процеса метролошког потврђивања мерног средства.

ЗАКЉУЧАК

У раду је представљен један могући приступ аутоматизације процеса метролошког потврђивања мерне опреме путем савремених дигиталних рачунарских система по принципу бежичних сензорских мрежа у садејству са системом за аквизицију података и системом за складиштење и аутоматско одлучивање. Један овакав приступ би допринео потпуној непристрасности и квалитетном одлучивању о стању мерила, потпуној и делимичној блокади неприхватљивог мерила и правовременом будућем планирању метролошког потврђивања мерила.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Д. Станковић, "Физичко – техничка мерења", 1991, стр. 391 – 400
- [2] J. A. Stankovic, "Wireless Sensor Networks," in *Computer*, vol. 41, no. 10, pp. 92-95, Oct. 2008, doi: 10.1109/MC.2008.441.
- [3] S. Komi-Sirvio, P. Parviainen and J. Ronkainen, "Measurement automation: methodological background and practical solutions a multiple case study," *Proceedings Seventh International Software Metrics Symposium*, 2001, pp. 306-316, doi: 10.1109/METRIC.2001.915538.