

Автоматизация на процесите на метрологична проверка и калибриране в АЕЦ Козлодуй

Тодоров, Т. К.¹⁾, Борисов, Б. И.²⁾

¹⁾ “АЕЦ Козлодуй” ЕАД; отдел “Метрологично осигуряване”, ttodorov@npp.bg,

³⁾ “АЕЦ Козлодуй” ЕАД; отдел “Метрологично осигуряване”, biborisov@npp.bg,

Резюме: Докладът разглежда използваните автоматизирани работни места (АРМ) за метрологична проверка и калибриране в отдел Метрологично осигуряване в АЕЦ Козлодуй. Прави се кратко описание на приложенията и базата, на която са изградени. Разглежда се структурата им, хардуерните компоненти, режимите на работа на програмите и работните екрани.

Ключови думи: National Instruments, LabVIEW, метрологична проверка, Fluke

1. Увод

Точността и достоверността на измерванията на контролираните технологични параметри е важен фактор за безопасна експлоатация на ядрените съоръжения, опазване здравето на персонала и на околната среда. Всяка секунда в АЕЦ-Козлодуй се извършват хиляди измервания. За тази цел се използват над 50 000 средства и системи за измервания, допуснати до употреба от метролозите на АЕЦ-Козлодуй. Автоматизирането на дейностите е решението на проблема с големия брой проверки, извършвани за лимитирания от ремонтната кампания период. Днес в лабораториите на отдела има над 12 автоматизирани работни места.

2. Автоматизирани работни места (АРМ)

Автоматизираните работни места притежават редица предимства спрямо класическите, като:

- понижена вероятност от възникване на грешки в процеса на обработка на получените резултати;
- отсъствие на грешка на оператора;
- голям обем на извършваните операции;
- висока производителност;
- екрани с приятелски човекомашинен интерфейс и възможности за разработка на допълнителни и

модифициране на съществуващите екрани;

- надеждно архивиране на данните и визуализацията им в графични екрани;
- анализ на данните от архива;
- възможност за модифициране и допълване, както на софтуера, така и на хардуера без големи разходи.

Използваните в отдела АРМ условно могат да се обособят в две групи: разработени от производителя на оборудването и собствена разработка.

2.1 Към първата група спадат:

- АРМ за проверка на БГР-Т-ДПИ – от ПТК-УСБ /системите за безопасност/ - над 1000 броя. Платформа Visual Studio. Хардуер Стенд БГРТ, производител Радий Кировград. Внедрен 2009г.
- АРМ за калибриране на работни еталони и СИ на електрически, радиотехнически величини и температура – 500 броя. Платформа METTEAM/MetCal., производител Fluke Inc. Внедрен 2009г.
- АРМ за проверка на над 120 броя статични електромери – Calegration . Разработка МТЕ Швейцария, Внедрен 2016г.

2.2 АРМ собствена разработка.

Изградени на базата на LabView - развойна среда, базирана на графично-програмния език G, предназначена за комуникации с хардуер от рода на GPIB, VXI, PXI, RS-232, RS-485, Field Point и устройства за събиране на данни. Програмният пакет използва терминология и икони, като обяснява програмните действия предимно с графични символи, наричани виртуални инструменти (Virtual Instruments – VI). LabView съдържа обширни библиотеки за събиране на данни, анализ, представяне и съхраняване, както и традиционни програмни инструменти.

- АРМ за проверка на измервателни канали от състава на АЗТП – над 220 броя. Хардуер CompactDAQ, производител National Instruments. Собствена разработка 2011 г., внедряване ПГР на 6 блок

Апаратура за защита по технологични параметри АЗТП-06Р в АЕЦ е предназначена за контрол и измерване на неутронната мощност и периода на реактора, управление на верижната реакция и аварийно спиране (заглушаване) на верижната реакция. До въвеждането на автоматизираното работно място проверките се извършваха ръчно, чрез токови източници и честотомер.

За реализация на проекта е избрана хардуерна платформа CompactDAQ.



Фиг. 3. cDAQ шаси

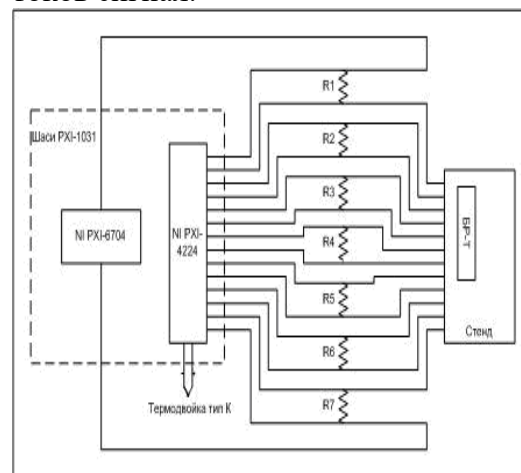


Фиг. 4. Блокова схема

Проверяваният ППН се свързва към CompactDAQ системата. Зададените стойности на тока се формират от модула NI 9265, след което се подават на входа на проверявания ППН. Чрез модула NI9401 и таймер-бройките в шасито NI cDAQ-9172 се измерва изходната честота. Програмата записва всички резултати във файл, с възможност за последваща обработка и формира отчетни документи за извършените проверки като дава възможност за избор на период, технологична система, проверител и т.н.

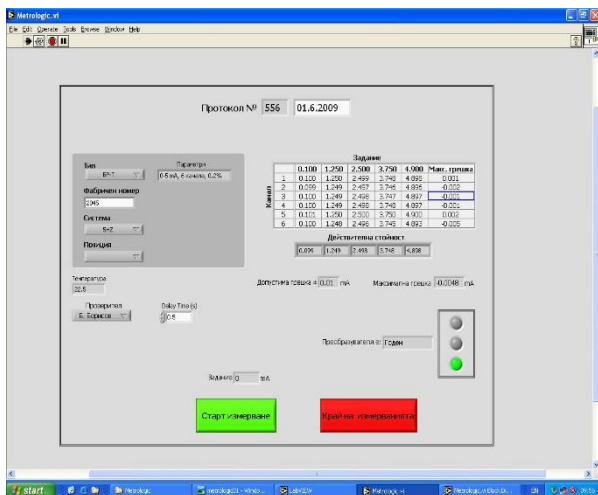
- АРМ за проверка на измервателни преобразуватели за размножение на токови сигнали БР-Т от състава на УКТС-системи нормална експлоатация – над 2400 броя. Хардуер CompactDAQ, производител National Instruments. Собствена разработка 2012 г., Внедряване ПГР на 6 блок

Блоковете БР-Т са предназначени са за галванична развръзка и формиране на шест идентични изходни сигнали от входният токов сигнал.



Фиг. 5. Принципна схема на АРМ

Модула NI-6704 задава ток, който се пропуска последователно през резисторите и 6-те канала на проверявания преобразувател. Модула NI-4224 измерва падовете на напрежение върху седемте еталонни резистори (6 за всеки канал на БР-Т и един по който се сравняват останалите).



Фиг. 6 – основен екран на *Metrologic*

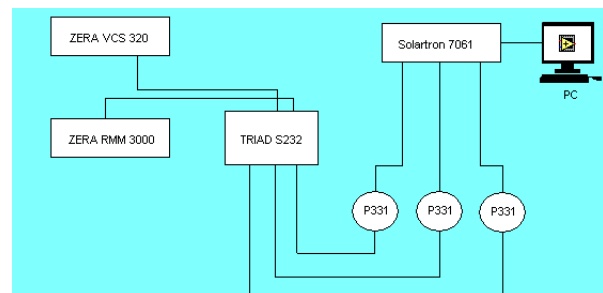
Приложната програма *Metrologic* извършва следното:

- посредством модула NI PXI-6704 установява последователно стойността на тока според зададените точки за проверка (напр. 0,1-1,25-2,5-3,75-4,9 mA);
- чрез модула NI PXI-4224 измерва падовете на напрежение едновременно на всички канали на блока със скорост 1000 отчета за секунда;
- осреднява прочетените данни за всеки канал поотделно;
- изчислява грешките от измерването за всеки канал на блока (посредством сравнение със измерената стойност от еталонния канал);
- прави заключение за годност или негодност на блока, в зависимост от това дали максималната грешка от измерванията е в допустимите граници;
- извежда на екрана резултатите от проверката, грешките и заключението (визуално и с думи);
- записва всички резултати във файл, с възможност за последваща обработка;
- формира отчетни документи за извършените проверки като дава възможност за избор на период, технологична система, проверител и т.н.

В последната версия на програмата беше въведена възможността за автоматично въвеждане на информацията за проверявания блок, посредством

баркод четец, което допълнително намали времето за проверка.

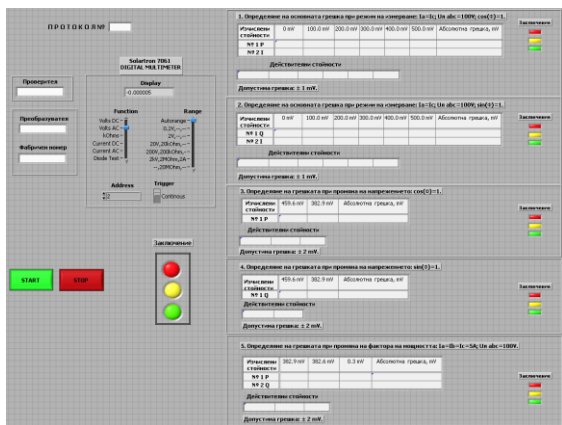
- АРМ за проверка на трифазни измервателни преобразуватели на мощност Triad T033& Sineax P530 – над 180 броя. Собствена разработка 2015 г., Внедряване ПГР на 5 блок;



Фиг. 5 Блокова схема

Автоматизираното работно място за проверка на измервателни преобразуватели на мощност включва:

- Solartron 7061 системен волтметър с 7½ цифри.
- Източник на мощност ZERA VCS 320 с обхват от 1mA до 12A, 30V до 500V, 45Hz до 65Hz, фактор на мощността от 0 до ±1 и нестабилност по-малка от 0,1%.
- Еталонен мултиметър ZERA RMM 3000 с обхвати по ток и напрежение: 1 до 200A, 40 до 480V и неопределеност 0,05%.
- софтуерния пакет LabView на National Instruments.
- Едностойностни мерки за съпротивление P331 с номинал 100Ω и неопределеност 0,01% – по една за всеки канал на проверявания измервателен преобразувател.

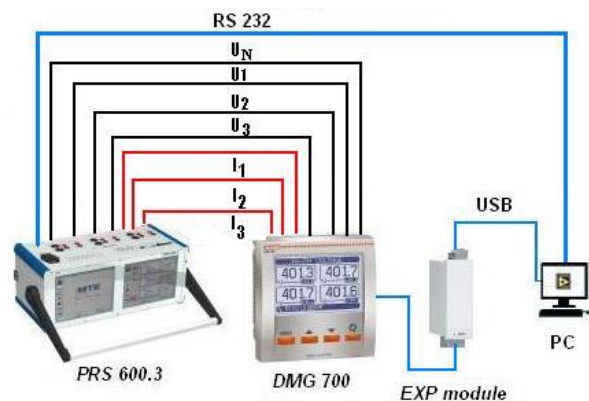


Фиг. 6 – основен екран

Виртуалният инструмент *MTransducer* извършва следното:

- чрез системният волтметър Solartron 7061 измерва падовете на напрежение едновременно на всички канали;
- изчислява грешките от измерването за всеки канал на измервателния преобразувател на мощност;
- прави заключение за годност или негодност на измервателния преобразувател, в зависимост от това дали максималната грешка от измерванията е в допустимите граници;
- извежда на екрана резултатите от проверката, грешките и заключенията (визуално и с думи);
- записва всички резултати във файл, с възможност за последваща обработка;
- формира отчетни документи за извършените проверки.

- АРМ за проверка на трифазни анализатори DMG700 и DMG800 – над 200 броя. Платформа Lab View. Собствена разработка 2016 г., Внедряване ПГР на 5 блок;



Фиг. 1 Блокова схема

Автоматизираното работно място за проверка на трифазни анализатори включва:

- източник на мощност (трифазен преносим еталон и анализатор на качеството на захранващата мрежа) PRS 600.3 с обхват от 1mA до 12A, 5V до 520V, 45Hz до 65Hz, фактор на мощността от 0 до ± 1 и нестабилност по-малка от 0,02%;
- USB комуникационен модул EXP1010;
- софтуерния пакет LabView на National Instruments.

Виртуалният инструмент *DMG700.vi* извършва следното:

- задава параметри на трифазната мрежа - входно напрежение, ток, фактор на мощността и хармоници посредством източника на мощност PRS 600.3, управляван по RS-232 канал;
- прочита измерените от *DMG700* параметри посредством USB връзка, чрез модула EXP1010;
- изчислява грешките от измерването за всяка точка от проверката на анализатора;
- прави заключение за годност или негодност на анализатора, в зависимост от това дали максималната грешка от измерванията е в допустимите граници;
- извежда на екрана резултатите от проверката, грешките и заключенията (визуално и с думи);
- записва всички резултати във файл, с възможност за последваща обработка;

- формира отчетни документи за извършените проверки.

Извършват се 11 измервания на активна и реактивна мощност при промяна на тока, 8 измервания при промяна на напрежение и фазов ъгъл, по две измервания на THD по напрежение и по ток.

- **АРМ за калибриране на цифрови мултимери без комуникационен интерфейс, собствена разработка 2018 г.**

В АЕЦ се извършва калибриране на повече от 100 цифрови мултимери (DMM), които нямат комуникационен интерфейс, процес, който отнема много време и е свързано с повишена вероятност за допускане на грешки от оператора, който въвежда измерените стойности. За оптимизиране на калибрирането е разработено автоматизирано работно място (АРМ), използващо възможностите на оптичното разпознаване на текст на LabView и автоматизираните процедури за калибриране на MET/CAL.

Блоквата схема на АРМ включва персонален компютър с GPIB контролер, мултифункционален калибратор, уеб камера и цифров мултимер.



Фиг.2. блокова схема на АРМ

Софтуерната част е реализирана от две отделни подпрограми:

- за оптичното разпознаване на измерените от DMM стойности: LabView среда, използваща NI Vision Assistant и драйвер NI-IMAQ for USB Cameras.

- За управление на калибратора, за изчисляване на грешките и за записване на резултатите от измерванията: софтуер MET/CAL на фирмата Fluke.

8. Заключение.

Внедряването на автоматизираните работни места осигури ограничаване на субективният фактор за допускане на грешки при оценка и обработка на резултатите от измерванията, намаляване времето на извършвания метрологичен контрол и своевременното изготвяне на отчетните документи от дейността. Създадени са условия за натрупване на данни от метрологичните проверки.

С разгледаните разработки се гарантира качествено изпълнение на дейностите по метрологичния контрол, въпреки намалените срокове за извеждане на съоръженията за технологично обслужване.

Литература

- [1] <http://www.ni.com>;
- [2] <http://www.fluke.com>;
- [3] <http://www.lovato.com>

Данни за авторите

Тодор К. Тодоров, Специалност “Ядрена енергетика”, Отдел “Метрологично осигуряване”, “АЕЦ Козлодуй” ЕАД - Козлодуй.

Бисер И. Борисов, Специалност “Комуникационна и осигурителна техника”, Отдел “Метрологично осигуряване”, “АЕЦ Козлодуй” ЕАД - Козлодуй.