

**Stanisław SZABŁOWSKI**

---

*Dr inż., Państwowa Wyższa Szkoła Wschodnioeuropejska w Przemyślu, ul. Tymona Terleckiego 6,  
37-700 Przemyśl; sts5@wp.pl*

---

## **ZASTOSOWANIE APLIKACJI POMIAROWYCH W NAUCZANIU METROLOGII**

### **THE USE OF MEASUREMENT APPLICATIONS IN THE TEACHING OF METROLOGY**

**Słowa kluczowe:** dydaktyka metrologii, systemy pomiarowe.

**Keywords:** teaching metrology, measuring systems.

#### **Streszczenie**

W opracowaniu zaprezentowano oprogramowanie pomiarowe oraz przedstawiono przykłady jego zastosowania na zajęciach laboratoryjnych z metrologii w Instytucie Mechatroniki Państwowej Wyższej Szkoły Wschodnioeuropejskiej w Przemyślu. Omówiono aspekty dydaktyczne projektowania wirtualnych przyrządów pomiarowych z wykorzystaniem uniwersalnego środowiska programistycznego DASYLab.

#### **Summary**

The paper presents measurement software and examples of its uses in metrology lab classes in the Institute of Mechatronics in the East European State Higher School in Przemyśl. It also covers the didactic aspects of designing virtual measurement instruments with the use of universal DASYLab environment.

## **Wprowadzenie**

Metrologia, jako nauka o pomiarach, obejmuje bardzo szeroki zakres zagadnień, składających się na komponenty wiedzy inżynierskiej. W historii miernictwa dostrzegamy proces ewolucji przyrządów, począwszy od mierników analogowych, poprzez przyrządy cyfrowe, cyfrowe inteligentne, a współcześnie wirtualne przyrządy pomiarowe. Od wielu lat występuje wyraźny trend do projektowania przyrządów pomiarowych uniwersalnych i elastycznych. Do grupy tej należą przyrządy wirtualne stanowiące nową jakość współczesnej metrologii. Są to przyrządy inteli-

gentne, powstałe w wyniku sprzężenia modułu pomiarowego z komputerem ogólnego przeznaczenia i przyjaznym dla użytkownika oprogramowaniem<sup>1</sup>. Umożliwiają one budowanie złożonych systemów pomiarowych, w których występuje algorytmizacja procesów pomiarowych oraz integracja sprzętu i oprogramowania.

W planie studiów o kierunku mechatronika realizowanych w Instytucie Mechatroniki w PWSW w Przemyśle, treści kształcenia z metrologii są zamieszczone w przedmiotach: metrologia i techniki pomiarowe, sensoryka i przetwarzanie sygnałów oraz systemy pomiarowe. W programach nauczania metrologii znajdują swoje miejsce wszystkie etapy ewolucji przyrządów pomiarowych ze szczególnym uwzględnieniem projektowania systemów pomiarowych i przyrządów wirtualnych.

## 1. Uniwersalne oprogramowanie pomiarowe

Istotną rolę w projektowaniu systemów i wirtualnych przyrządów pomiarowych odgrywa oprogramowanie. Od rodzaju i jakości oprogramowania zależy sposób przeprowadzenia analizy danych, ich prezentacji, a także czas potrzebny do zaprojektowania przyrządu. Oprogramowanie w znaczącym stopniu decyduje o własnościach metrologicznych całego systemu pomiarowego i jest równocześnie środowiskiem wizualizacji.

Uniwersalne środowiska programistyczne oferują bardzo bogaty zestaw funkcji i procedur umożliwiających realizację nawet bardzo złożonych zadań metrologicznych. Należą do nich funkcje do obróbki wyników pomiarów zarówno online jak i offline, wizualizacja wielkości mierzonych, duża biblioteka sterowników do modułów pomiarowych, obsługa większości popularnych interfejsów komunikacyjnych, narzędzia do konfiguracji obsługiwanych urządzeń pomiarowych. Bardzo ważną cechą takich środowisk jest sposób tworzenia aplikacji w przyjaznym, graficznym języku programowania. Programowanie polega na budowie diagramu funkcjonalnego z gotowych bloków, reprezentujących poszczególne urządzenia i funkcje służące do obróbki sygnałów.

Dobrym przykładem środowiska uniwersalnego jest pakiet DASYLab<sup>2</sup>, stosowany w laboratorium systemów pomiarowych. Program cechuje przyjazny interfejs użytkownika. DASYLab udostępnia wiele różnych blozków, którym przypisane są odpowiednie ikony. Wszystkie bločki podzielone są na grupy, zależnie od przeznaczenia realizują funkcje wejść oraz wyjść, wyzwalania pomiaru, matematyczne i statyczne, funkcje do przetwarzania i analizy danych pomiarowych, obsługę sieci komputerowych, operacje na plikach<sup>3</sup>.

---

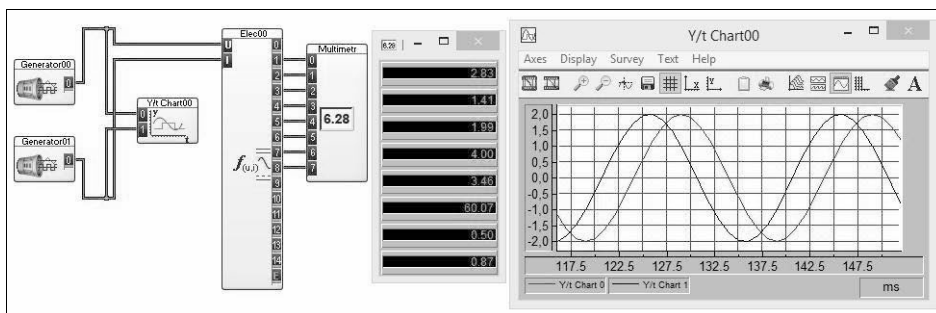
<sup>1</sup> R. Rak, *Wirtualny przyrząd pomiarowy – realne narzędzie współczesnej metrologii*, OWPW, Warszawa 2003.

<sup>2</sup> <http://www.dasylab.com>

<sup>3</sup> C. Kalista, *Wirtualne instrumenty pomiarowe*, „Elektronika Praktyczna” 2003, nr 5.

Przyrząd pomiarowy tworzy się przez graficzne łączenie bloków funkcyjnych i ich konfigurację. Symbole bloków reprezentują operacje wejściowe i wyjściowe, wyświetlacze oraz każdą z wielu operacji możliwych do wykonania przez program. Projektowanie przyrządu odbywa się na dwóch płaszczyznach projektowych „Worksheet” oraz „Layout”. Na płaszczyźnie „Worksheet” tworzony jest projekt systemu, w którym poszczególne elementy reprezentowane przez ikony, łączy się w logiczną całość, zaś w oknie „Layout” powstaje graficzny interfejs użytkownika, czyli wizualizacja przyrządu pomiarowego.

Prezentowany poniżej projekt – wielofunkcyjny multimetr cyfrowy – umożliwia pomiary wartości skutecznych napięcia i natężenia prądu AC, pomiary mocy czynnej, pozornej i biernej, przesunięcia fazowego i współczynnika mocy (rys. 1).



**Rys. 1. Wielofunkcyjny multimetr cyfrowy**

Źródło: opracowanie własne.

Środowisko DASYLab stwarza szerokie możliwości projektowania przyrządów pomiarowych zależnie od potrzeb użytkownika. Zbudowane w ten sposób przyrządy cechuje duża uniwersalność i łatwość dopasowania do konkretnego systemu pomiarowego. Za pomocą aplikacji możliwe jest skonfigurowanie systemu pomiarowego, zaprojektowanie algorytmu obróbki sygnału w oparciu o dostępne moduły i procedury oraz zbudowanie własnego interfejsu graficznego do prezentacji wyników pomiarów i przetworzenia sygnałów. DASYLab posiada sterowniki do kart i modułów pomiarowych różnych producentów.

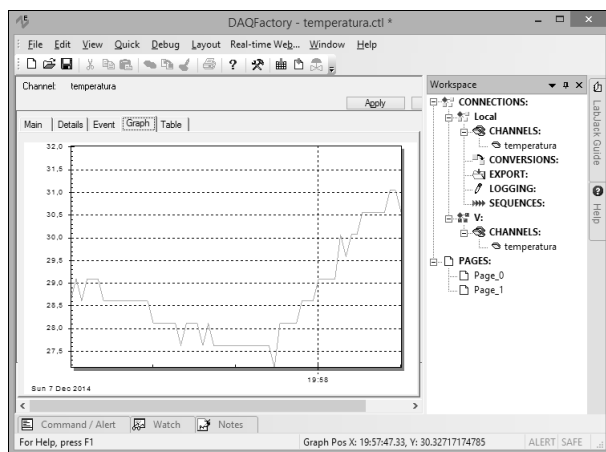
## **2. Przegląd wybranych aplikacji dedykowanych do modułów pomiarowych**

Wielofunkcyjne moduły pomiarowe (DAQ) podłączane do komputera przez port USB umożliwiają konstruowanie dowolnego przyrządu pomiarowego, nie tylko do pomiaru natężenia prądu i napięcia, lecz także do pomiarów dowolnych wielkości nieelektrycznych, obniżając koszty zakupu przyrządów autonomicz-

nych. Moduły DAQ mają różne kombinacje wejść i wyjść analogowych, wejść i wyjść cyfrowych, licznikowych oraz układów czasowych i nie wymagają zasilania zewnętrznego. Większość z nich posiada sterowniki umożliwiające współpracę ze środowiskiem DASyLab. Na zajęciach dydaktycznych w laboratorium systemów pomiarowych wykorzystywane są moduły DAQ firm LabJack<sup>4</sup> U12 i Measurement Computing Corporation (MCC)<sup>5</sup> USB-201.

Do obsługi modułu LabJack U12 dołączany jest pakiet oprogramowania pomiarowego składający się z aplikacji narzędziowych: LJconfig, LJcounter, LJfg, LJlogger, LJscope, LJstream, LJtest, LJSHT, LJSHTmulti oraz program do akwizycji danych DAQFactory Express. Moduł U12 współpracuje m.in. z czujnikami temperatury i wilgotności.

Program DAQFactory Express jest uproszczoną wersją programu DAQFactory. Posiada spore możliwości konfiguracyjne kanałów pomiarowych i prezentacji wyników pomiarów. Przykład rejestracji temperatury mierzonej przez czujnik EI1022, współpracujący z modułem U12 przedstawia rys. 2.



**Rys. 2. Rejestracja sygnału temperatury w programie DAQFactory Express**

Źródło: opracowanie własne.

Moduły DAQ firmy MCC posiadają bogate oprogramowanie wspomagające przetwarzanie danych pomiarowych<sup>6</sup>. Są to m.in. środowiska TracerDAQ i TracerDAQ Pro, DAQami, DAS-Wizard.

TracerDAQ jest aplikacją przeznaczoną do akwizycji sygnałów pomiarowych, ich graficznej prezentacji, generowania funkcji analogowych oraz przebiegów cyfrowych. Zawiera cztery wirtualne przyrządy pomiarowe:

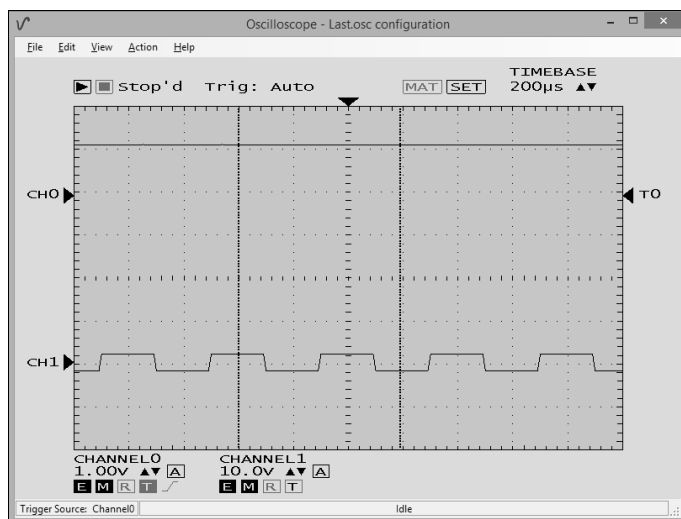
<sup>4</sup> <http://labjack.com>

<sup>5</sup> <http://www.mccdaq.com>

<sup>6</sup> <http://www.mccdaq.com/products/software.aspx>

- ośmiokanałowy rejestrator danych;
- dwukanałowy oscyloskop;
- jednokanałowy, analogowy generator funkcji;
- jednokanałowy generator przebiegów cyfrowych.

TracerDAQ Pro jest środowiskiem o poszerzonych możliwościach pomiarowych i zwielokrotnionej liczbie kanałów. Przykład rejestracji sygnału pomiarowego pobieranego przez moduł DAQ USB-201 przedstawia rys. 3.



**Rys. 3. Rejestracja sygnału na oscyloskopie programu TracerDAQ**

Źródło: opracowanie własne.

Dodatkowym programem do obsługi modułu DAQ USB-201 jest DAS-Wizard, który stanowi rozszerzenie popularnego programu Excel o funkcje sterowania pomiarem i zbierania danych pomiarowych bezpośrednio do komórek arkusza kalkulacyjnego.

### **3. Aspekty dydaktyczne projektowania systemów pomiarowych**

Metodyka projektowania systemu pomiarowego w oparciu o przedstawione oprogramowanie obejmuje:

- analizę zjawiska pomiarowego w badanym obiekcie;
- dobór czujników przetwarzających wielkość mierzoną na sygnał elektryczny;
- dopasowanie badanego sygnału do możliwości technicznych modułu DAQ;
- akwizycję danych pomiarowych;
- wizualizację wyników pomiaru;

- przetwarzanie wyników, tworzenie wykresów, obliczeń, tabel, baz danych, archiwizowanie.

W procesie projektowania systemów i przyrządów szczególne znaczenie dla rozwoju czynności poznawczych studentów posiada oprogramowanie pomiarowe uniwersalne. Oceniając jego walory techniczne i dydaktyczne na przykładzie środowiska programistycznego DASYLab należy stwierdzić, że bardzo dobrze wspomaga ono nauczanie projektowania systemów i przyrządów poprzez możliwości prowadzenia twórczych eksperymentów oraz procesów syntezy i analizy. Pozwala także na budowanie (programowanie) modeli komputerowych i badania symulacyjne systemów i przyrządów wirtualnych, a w połączeniu z modułami DAQ przetwarza dane w rzeczywistym torze pomiarowym.

## **Zakończenie**

Konkludując, rozwój technologii informacyjnych wprowadza w metrologii dynamiczne zmiany. Odczyty wskazań analogowych i cyfrowych przyrządów autonomicznych oraz ręczne zapisywanie wyników pomiarów zostały we współczesnym laboratorium zastąpione przez komputerowe systemy pomiarowe. Wszystkie obszary mechatroniki mogą być przedmiotem badań i pomiarów komputerowych, więc wirtualizacja stanowisk dydaktycznych w laboratoriach uczelnianych jest koniecznością. Może być ona wykonana w ramach dyplomowych prac inżynierskich.

Za zmianami technologicznymi i oprogramowaniem w sprzęcie pomiarowym musi nadążać dydaktyka kształcenia technicznego. Treści kształcenia powinny uwzględniać i eksponować aktualne trendy rozwojowe w metrologii. W programach nauczania przedmiotów technicznych niedopuszczalny jest historyzm dydaktyczny.

## **Bibliografia**

- Kalista C., *Wirtualne instrumenty pomiarowe*, „Elektronika Praktyczna” 2003, nr 5.  
Rak R., *Wirtualny przyrząd pomiarowy – realne narzędzie współczesnej metrologii*, OWPW, Warszawa 2003.  
<http://www.dasylab.com>  
<http://labjack.com>  
<http://www.mccdaq.com>  
<http://www.mccdaq.com/products/software.aspx>