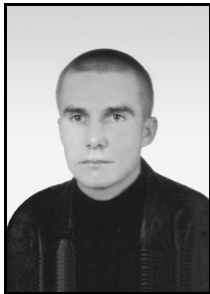


Sergiusz SIENKOWSKI¹, Grzegorz KRZESIŃSKI², Michał LECHKI²¹UNIWERSYTET ZIELONOGÓRSKI, INSTYTUT METROLOGII ELEKTRYCZNEJ, ul. Podgórna 50, 65-246 Zielona Góra²UNIWERSYTET ZIELONOGÓRSKI, WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI, INFORMATYKI I TELEKOMUNIKACJI, ul. Podgórna 50, 65-246 Zielona Góra**Przykłady aplikacji pomiarowych opracowanych w zintegrowanym środowisku programistycznym****Dr inż. Sergiusz SIENKOWSKI**

Absolwent Wydziału Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Zielonogórskiej (2001 r.) oraz Wydziału Elektrotechniki, Informatyki i Telekomunikacji Uniwersytetu Zielonogórskiego (2003 r.). Obecnie adiunkt w Instytucie Metrologii Elektrycznej Uniwersytetu Zielonogórskiego. Zajmuje się zagadnieniami związanymi z cyfrowym przetwarzaniem sygnałów i oceną niepewności pomiarów.



e-mail: s.sienkowski@ime.uz.zgora.pl

Inż. Grzegorz KRZESIŃSKI

Absolwent studiów pierwszego stopnia Wydziału Elektrotechniki, Informatyki i Telekomunikacji Uniwersytetu Zielonogórskiego (2014 r.). Obecnie student studiów drugiego stopnia na specjalności Inżynieria Systemów Informatycznych. Interesuje się zagadnieniami programowania przyrządów pomiarowych w komputerowych systemach pomiarowych oraz technologiami ZigBee.



e-mail: grzesiekk15@gmail.com

Inż. Michał LECHKI

Absolwent studiów pierwszego stopnia Wydziału Elektrotechniki, Informatyki i Telekomunikacji Uniwersytetu Zielonogórskiego (2014 r.). Obecnie student studiów drugiego stopnia na specjalności Zintegrowane Systemy Informatyczne. Interesuje się zagadnieniami programowania przyrządów pomiarowych w komputerowych systemach pomiarowych. Jest administratorem serwerów gier komputerowych online.



e-mail: mlechkiuz@gmail.com

1. Wstęp

Starzenie się przyrządów pomiarowych, konieczność zakupu lub wymiany przyrządów na nowe, niekiedy kosztowna aktualizacja posiadanego oprogramowania, nabycie rozbudowane funkcje programów producentów aparatury pomiarowej, skłania do opracowywania aplikacji pomiarowych dedykowanych wybranym przyrządom pomiarowym lub tylko wybranym funkcjom tych przyrządów. W artykule przedstawiono przykłady aplikacji pomiarowych umożliwiających wykonywanie pomiarów na stanowiskach dydaktycznych w Laboratorium Miernictwa Elektrycznego Instytutu Metrologii Elektrycznej (rys. 1).

Streszczenie

Artykuł prezentuje przykłady aplikacji pomiarowych opracowanych w środowisku programowania LabVIEW firmy National Instruments. W artykule przedstawiono programy komputerowe przeznaczone do oceny niepewności wyniku pomiaru, pomiaru prędkości obrotowej, modelowania zjawisk i obiektów oraz wyznaczania charakterystyk tłumienia sygnałów zakłócających.

Słowa kluczowe: LabVIEW, aplikacje pomiarowe.

Examples of measurement applications designed in an integrated development environment**Abstract**

This paper presents examples of the application of LabVIEW to develop the measuring applications. The computer programs were developed for the evaluation of measurement uncertainty, for measuring the rotational speed, for mathematical modeling the phenomena and objects and for determining the damping characteristics in the measuring instruments. Chapter 1 provides basic information concerning about the reasons for developing measurement applications. Fig. 1 presents the workstations, where the computer programs have been installed. In Chapter 2 the measurement applications are presented. Fig. 2 presents the blocks software of the measurement applications. The first block allows the communication with the measuring instrument. In the second block the configuration measurement functions and measurements are performed. In the third block the measurement results are presented. In the next part of the Chapter 2 the computer programs are described. Fig. 3 shows the main panel of the computer program for the evaluation of measurement uncertainty. Fig. 4 presents the main panel of the measuring application for measuring the rotational speed. Fig. 5 presents the main panel of the application for modeling the phenomena and objects. Fig. 6 presents the main panel of the program for determining the damping characteristics.

Keywords: LabVIEW, measurement applications.

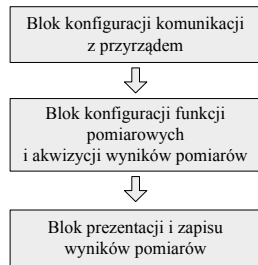


Rys. 1. Stanowiska dydaktyczne w Laboratorium Miernictwa Elektrycznego
Fig. 1. The workstations in the Laboratory of Electrical Measurements

Opracowane aplikacje przeznaczone są do oceny niepewności wyniku pomiaru, pomiaru prędkości obrotowej, modelowania zjawisk i obiektów oraz wyznaczania charakterystyk tłumienia sygnałów zakłócających wybranego multimetru. Do opracowania programów zastosowano środowisko programowania LabVIEW firmy National Instruments [1-3].

2. Przykłady aplikacji pomiarowych

LabVIEW jest graficznym środowiskiem programowania. Kod źródłowy opracowanej w tym środowisku aplikacji pomiarowej organizuje się zwykle w postaci trzech bloków programowych (rys. 2). Są to blok konfiguracji komunikacji z przyrządem, blok konfiguracji funkcji pomiarowych i akwizycji wyników pomiarów oraz blok prezentacji i zapisu wyników pomiarów.

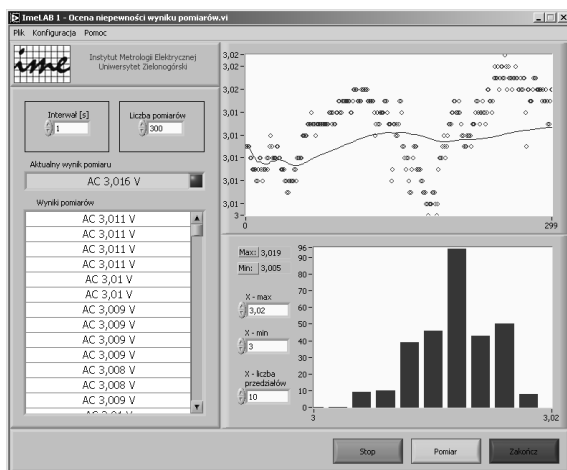


Rys. 2. Bloki programowe aplikacji pomiarowych
Fig. 2. The program blocks of the measurement applications

W bloku konfiguracji komunikacji odbywa się wybranie interfejsu komunikacyjnego i ustawienie parametrów transmisji. Wszystkie opracowane programy umożliwiają komunikację przyrządów pomiarowych z komputerem PC za pomocą interfejsu szeregowego RS-232. Obsługa interfejsu odbywa się za pomocą sterowników biblioteki VISA [4]. W bloku konfiguracji funkcji pomiarowych i akwizycji wyników pomiarów następuje wybranie odpowiedniej funkcji pomiarowej oraz odczytanie wyników pomiarów. Wszystkie opracowane programy umożliwiają wykonywanie pomiarów w ten sposób, że na początku wykonywane są trzy dodatkowe pomiary, które są odrzucane z powodu możliwego obciążenia wyników omyłką pomiarową. Taka omyłka może wystąpić w chwili rozpoczęcia pomiarów i wynika najczęściej z opóźnień komunikacji przyrządu z komputerem PC. W bloku prezentacji wyników pomiarów następuje obróbka wyników. Polega ona na wyznaczeniu wartości wyników pomiarów, wyznaczeniu jednostek pomiarowych oraz wartości innych wielkości mierzonych w sposób pośredni na podstawie wyników pomiarów. Uzyskane dane prezentowane są w programie na wykresach i w tabelach za pomocą odpowiednich kontroltek. Istnieje również możliwość zapisu wyników pomiarów do pliku tekstowego.

2.1. Aplikacja pomiarowa do oceny niepewności pomiaru

Aplikacja umożliwia akwizycję wyników pomiarów wielkości elektrycznych uzyskanych z zastosowaniem multimetru PC500a firmy Sanwa [5]. Sterowanie działaniem programu odbywa się za pomocą kontroltek Pomiar i Stop umożliwiających wykonywanie lub zatrzymanie wykonywania pomiarów (rys. 3).



Rys. 3. Aplikacja pomiarowa do oceny niepewności pomiaru
Fig. 3. The measuring application for the evaluation of measurement uncertainty

W programie zaimplementowano możliwość zadawania liczby pomiarów oraz zmiany odstępu czasu między wykonywanymi pomiarami. Wyniki pomiarów prezentowane są w tabeli oraz na wykresie. Na panelu sterowania programem prezentowany jest również histogram rozkładu wartości wyników pomiarów. Istnieje możliwość kontrolowania histogramu poprzez zmianę liczby

i szerokości przedziałów wartości, dla których histogram jest sporządzany.

Zadaniem studenta jest wykonanie serii pomiarów wybranych wielkości elektrycznych (napięcia elektrycznego, rezystancji). Na podstawie wyników pomiarów oraz informacji zawartych w przewodniku [6], wyznaczane są przez studenta niepewności standardowe, całkowite i rozszerzone.

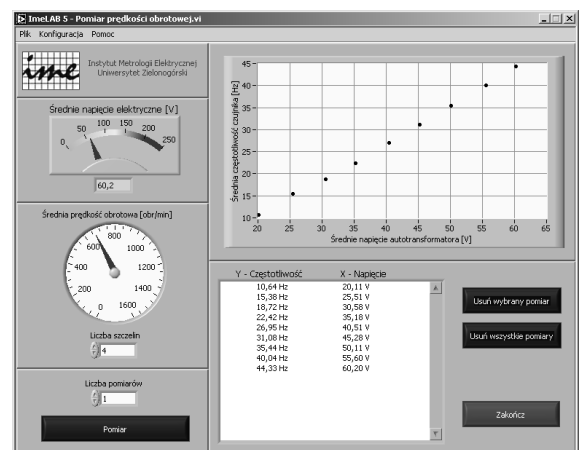
2.2. Aplikacja pomiarowa do pomiaru prędkości obrotowej

Wykonywane pomiary dotyczą prędkości obrotowej wirnika silnika elektrycznego. Opracowany program komputerowy umożliwia akwizycję wyników pomiarów częstotliwości f czujników indukcyjnego i optycznego oraz napięcia zmiennego autotransformatora zasilającego silnik. Na podstawie zmierzonych wartości częstotliwości czujników wyznaczana jest prędkość obrotowa wirnika silnika [7]:

$$n = \frac{f}{k} 60, \quad (1)$$

gdzie k to liczba szczelin tarczy zamocowanej na wirniku. Wyznaczana za pomocą (1) wartość prędkości obrotowej wyrażana jest w obrotach na minutę.

Pomiary częstotliwości i napięcia wykonywane są z zastosowaniem dwóch multimetrów PC500a firmy Sanwa. Sterowanie działaniem programu odbywa się za pomocą kontrolki Pomiar. Ponieważ pomiary prędkości obrotowej cechują się dużym rozrzutem, zapewniono możliwość wyznaczania średnich wartości częstotliwości na podstawie których prędkość obrotowa jest wyznaczana. W programie zaimplementowano możliwość usuwania wybranych lub wszystkich wyników pomiarów. Wyniki pomiarów w postaci średniej wartości napięcia i częstotliwości prezentowane są w tabeli, na tarczy obrotomierza oraz na wykresie (rys. 4).



Rys. 4. Aplikacja pomiarowa do pomiaru prędkości obrotowej
Fig. 4. The measuring application for measuring the rotational speed

Zadaniem studenta jest wykonanie serii pomiarów częstotliwości czujników i napięcia zmiennego na autotransformatorze. Na podstawie wyników pomiarów wyznaczane są przez studenta wartości prędkości obrotowej.

2.3. Aplikacja pomiarowa do modelowania zjawisk i obiektów

Aplikacja umożliwia pomiar prądu i napięcia stałego i wyznaczenie funkcji aproksymujących charakterystyki prądowo-napięciowe wybranych elementów elektrycznych i elektronicznych. Program umożliwia wykonanie aproksymacji z zastosowaniem funkcji liniowej, wielomianu określonego stopnia oraz funkcji wykładniczej. Na podstawie wyników pomiarów prądu i napięcia elektrycznego wyznaczyć można błąd modelowania:

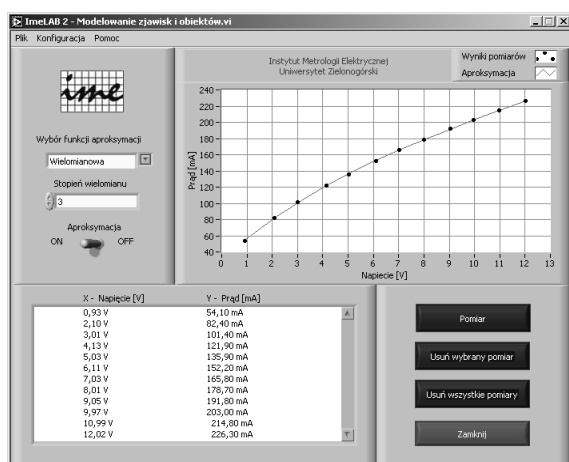
$$\Delta_n = X_n - \tilde{X}_n, n = 1, 2, \dots, N, \quad (2)$$

oraz błąd średniokwadratowy [8]:

$$\text{BŚK} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (\Delta_n)^2 = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (X_n - \tilde{X}_n)^2, \quad (3)$$

gdzie X_n to wynik pomiaru, \tilde{X}_n to wartość odpowiadająca wynikowi pomiaru wyznaczana z modelu matematycznego (funkcji aproksymacji), N to liczba pomiarów.

Pomiary prądu i napięcia stałego wykonywane są z zastosowaniem multimetrów PC500a firmy Sanwa. Sterowanie działaniem programu odbywa się za pomocą kontrolki Pomiar. W programie zaimplementowano możliwość usuwania wybranych lub wszystkich wyników pomiarów. Wyniki pomiarów prezentowane są w tabeli oraz na wykresie (rys. 5).



Rys. 5. Aplikacja pomiarowa do modelowania zjawisk i obiektów
Fig. 5. The measuring application for modeling the phenomena and objects

Zadaniem studenta jest wykonanie serii pomiarów prądu i napięcia elektrycznego w układzie pomiarowym z wybranym elementem elektrycznym lub elektronicznym. Na podstawie wyników pomiarów wyznaczane są przez studenta wartości błędów (2) i (3).

2.4. Aplikacja pomiarowa do wyznaczania charakterystyk tłumienia sygnałów zakłócających

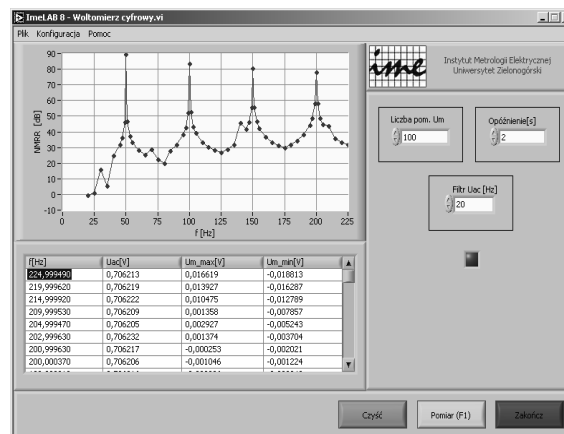
Program komputerowy umożliwia wyznaczanie charakterystyki tłumienia przez multimetr HP 34401a zakłóceń szeregowych w funkcji częstotliwości f sygnału sinusoidalnego generowanego przez generator funkcji Agilent 33220a. Charakterystyka wyznaczana jest na podstawie wzoru [9]:

$$\text{NMRR}_f = 20 \log \left(\frac{2U_{AC}}{U_{m_{max}} - U_{m_{min}}} \right), \quad (4)$$

gdzie U_{AC} to wartość napięcia zmiennego zmierzona multimetrem dla zadanej wartości częstotliwości f , $U_{m_{max}}$ i $U_{m_{min}}$ to wartości maksymalne i minimalne napięcia stałego wyznaczone w programie na podstawie serii wyników pomiarów tego napięcia wykonanych wskazanym multimetrem.

Opracowany program rejestruje wyniki pomiarów napięcia stałego, napięcia zmiennego oraz częstotliwości sygnału. Sterowanie działaniem programu odbywa się za pomocą przycisku Start. W programie zaimplementowano możliwość zadawania liczby pomiarów oraz zmiany odstępu czasu między kolejnymi pomiarami. Istnieje również usunięcia wszystkich wyników

pomiarów. Wyniki pomiarów oraz wartości wielkości (4) prezentowane są w tabeli oraz na wykresie (rys. 6).



Rys. 6. Aplikacja pomiarowa do wyznaczania charakterystyk tłumienia sygnałów zakłócających

Fig. 6. The measuring application for determining the damping characteristics

Zadaniem studenta jest wykonanie dla zadanej wartości częstotliwości z generatora pomiaru tej częstotliwości multimetrem, pomiaru napięcia zmiennego oraz wykonanie serii pomiarów napięcia stałego. Na podstawie wyników pomiarów, student zobowiązany jest do wyznaczenia błędów pomiaru oraz do sporządzenia wykresu charakterystyki (4).

3. Podsumowanie

Modernizacja zasobów sprzętowych laboratorium często powoduje konieczność aktualizacji lub opracowywania nowych programów komputerowych dedykowanych określonym przyrządom pomiarowym. W artykule przedstawiono przykłady aplikacji pomiarowych, które zostały opracowane w środowisku programowania LabVIEW. O wyborze takiego środowiska zdecydowały głównie względy programistyczne oraz rozbudowana baza sterowników dedykowanych stosowanym w laboratorium przyrządom pomiarowym. Najważniejszym zadaniem opracowanych programów jest akwizycja wyników pomiarów. Na ich podstawie wyznaczane są inne wielkości i parametry. Najistotniejszymi zaletami programów są przejrzysta prezentacja wyników pomiarów oraz prosta obsługa i konfiguracja.

4. Literatura

- [1] Krajewski M., Sienkowski S.: Automatyzacja wzorcowania multimetrów i kalibratorów, Pomiary Automatyka Kontrola, nr 11, s. 1277-1279, 2010.
- [2] Uruchomieniowe wersje opracowanych programów, <http://www.ime.uz.zgora.pl/ssienkowski/apps/soft/aplikacje.rar>.
- [3] National Instruments, LabVIEW, <http://www.ni.com/labview/>.
- [4] Caban D., Mielczarek W., Pawłowski R.: Komputerowe systemy pomiarowe - ćwiczenia laboratoryjne, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2004.
- [5] Sanwa Electric Instrument, multimetr PC500a, <http://www.sanwa.com.pl/>.
- [6] Guide to the expression of uncertainty in measurement, 1993-95 ISO. Wyrażanie Niepewności Pomiaru. Przewodnik - tłumaczenie i komentarz J. Jaworskiego, Wydawnictwo Głównego Urzędu Miar Alfawero, 1999, 2002.
- [7] Parchański J.: Miernictwo elektryczne i elektroniczne, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne Spółka Akcyjna, 1995.
- [8] Wang Z., Yi D., Duan X., Yao J., Gu D.: Measurement data modeling and parameter estimation, Tylor & Francis Group, 2012.
- [9] Klaassen K. B.: Electronic measurement and instrumentation, Cambridge University Press, 1996.