

Jadwiga RATYŃSKA¹
Radosław CIOĆ²

WYKORZYSTANIE WIRTUALNYCH PRZYRZĄDÓW POMIAROWYCH PRZY PROJEKTOWANIU SYSTEMÓW POMIAROWYCH W ŚRODOWISKU VEE PRO

W artykule przedstawiono modelowanie systemu pomiarowego z wykorzystaniem wirtualnych przyrządów pomiarowych. Przedstawiono charakterystykę i podstawowe właściwości wirtualnych przyrządów pomiarowych. Projektowanie systemu pomiarowego jak również prezentacja wyników pomiarowych odbywa się z wykorzystaniem zintegrowanego środowiska programowego Vee Pro.

MODELING OF MEASURING SYSTEMS IN VEE PRO PROGRAMMING ENVIRONMENT WITH USE OF VIRTUAL INSTRUMENTS

In the article the modelling of measuring systems with use of virtual instruments has been presented. A configuration as well as the basic features of virtual instruments have been discussed. Modelling of measuring system together with data processing and presentation of results of measurements are realized in Vee Pro software environment.

1. WSTĘP

Rozwój techniki komputerowej, technologii informacyjnej, a także zaawansowanych metod przetwarzania cyfrowego sygnałów w znaczący sposób wpłynął na rozwój systemów pomiarowych. Ma to również wpływ na projektowanie czujników pomiarowych, opracowywanie metod pomiarowych, czy opracowywanie metod kalibracji przyrządów i układów pomiarowych [6].

System pomiarowy jest określany jako odpowiedni zbiór elementów odpowiednio ze sobą połączonych, które stanowią organizacyjną całość. Wśród podstawowych elementów tak rozumianego systemu można wymienić takie elementy składowe systemu jak czujniki pomiarowe, blok zbierania danych, blok przetwarzania danych, blok interfejsu, blok kontrolera, czy blok komunikacji z użytkownikiem.

Możliwości systemu pomiarowego coraz bardziej determinuje oprogramowanie, a w mniejszym sprzęt. We wcześniejszych fazach rozwoju metrologii pomiary były wykonywane metodami opartymi na porównaniu bezpośrednim mierzonej wielkości

¹ Politechnika Radomska, Wydział Transportu i Elektrotechniki; 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29.
Tel: + 48 48 361-77-12, E-mail: j.ratynska@pr.radom.pl

² Politechnika Radomska, Wydział Transportu i Elektrotechniki; 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29.
Tel: + 48 48 361-77-12, E-mail: r.cioc@pr.radom.pl

z wielkością wzorcową. Kolejna faza rozwoju techniki pomiarowej charakteryzowała się wykorzystaniem czujników elektrycznych do pomiarów wielkości nieelektrycznych wykonywanych coraz dokładniejszymi elektrycznymi przyrządami pomiarowymi [1].

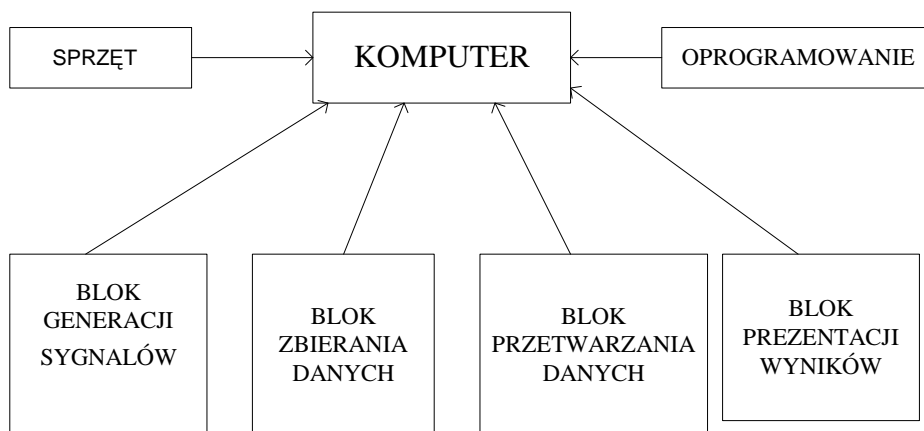
Trzecia faza rozwoju techniki pomiarowej charakteryzuje się wprowadzeniem do pomiarów komputera, co umożliwia automatyczne sterowanie pomiarami jak również stwarza możliwość automatycznego przetwarzania danych pomiarowych, jak również prezentacji wyników pomiarowych.

Pomiary zaczęły być realizowane za pomocą komputerowych systemów pomiarowych, których organizacja i struktura w znacznym stopniu zależą od przeznaczenia, sposobu przetwarzania informacji pomiarowej, czy szybkości przetwarzania. Jedną z części składowych komputerowego systemu pomiarowego są wirtualne przyrządy pomiarowe [2,3].

2. STRUKTURA WIRTUALNEGO PRZYRZĄDU POMIAROWEGO

Wykorzystanie komputera jako części składowej przyrządu pomiarowego stworzyło nową jakość przy realizacji pomiarów i umożliwiło wprowadzenie nowej generacji przyrządów pomiarowych zwanych przyrządami wirtualnymi.

Wirtualny przyrząd pomiarowy oprócz komputera składa się z szeregu sprzętowych bloków funkcjonalnych takich jak bloki zbierania danych, bloki przetwarzania danych, pakiety generacji sygnałów, czy bloki prezentacji wyników [3].



Rys.1. Schemat ideowy wirtualnego przyrządu pomiarowego.

Każdy z wymienionych bloków można podłączyć bezpośrednio do komputera jako karta lub też można do tego celu wykorzystać interfejs, który jest traktowany jako urządzenie zewnętrzne. Ważną rolę przy projektowaniu przyrządu wirtualnego spełnia oprogramowanie, które jest integralną częścią przyrządu wirtualnego. Oprogramowanie odpowiada za połączenie i współpracę między komputerem i poszczególnymi blokami

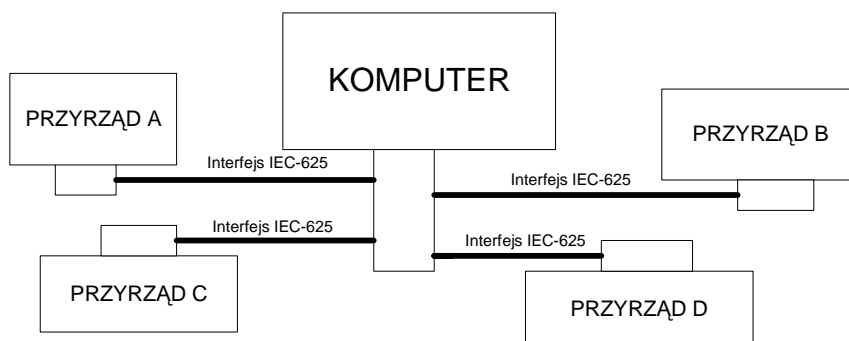
funkcjonalnymi tworząc z tych elementów jedną całość jako wirtualny przyrząd pomiarowy. Schemat przyrządu wirtualnego jest przedstawiony na rys.1.

Na ekranie komputera wyświetla się panel, który jest płytą czołową przyrządu wirtualnego. Panel ten zawiera zbiór symboli graficznych, w postaci suwaków, przełączników, czy pokręteł, które są wykorzystywane do obsługi przyrządu.

Panel graficzny stanowi część oprogramowania wirtualnego przyrządu pomiarowego, na które składają się jeszcze sterowniki interfejsów, program obsługi panelu graficznego, czy też sterownik części sprzętowej.

Wirtualny przyrząd pomiarowy charakteryzuje otwarta architektura, co oznacza również dostęp do magistrali interfejsu, który łączy komputer z częścią sprzętową. Dla wewnętrznych bloków funkcjonalnych taką magistralą jest magistrala mikroprocesorowa komputera, natomiast w przypadku bloków zewnętrznych taką rolę spełnia magistrala jednego ze standardowych interfejsów np. interfejsu IEC-625, czy RS-485 [6].

Konfiguracja przyrządu wirtualnego z interfejsem IEC-625 jest przedstawiona na rys.2.



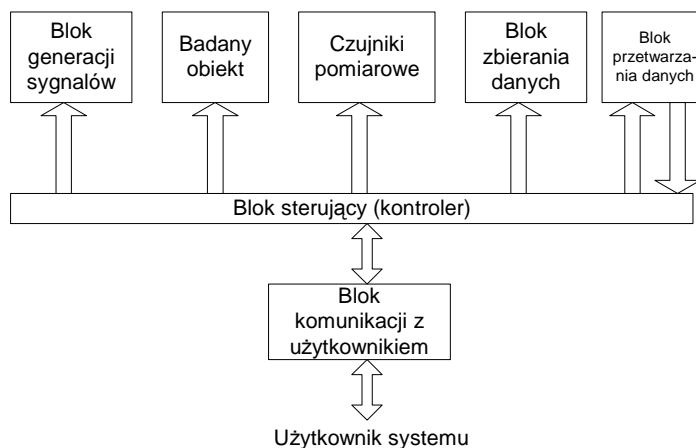
Rys.2. Schemat przyrządu wirtualnego z wykorzystaniem interfejsu.

Podstawowym elementem przyrządu wirtualnego przedstawionego na rys.2 jest komputer, który pełni rolę kontrolera systemu, który jest wyposażony w kartę interfejsu IEC-625 wraz z oprogramowaniem. Przy takiej konfiguracji przyrządu wirtualnego można wykorzystać do 14 przyrządów, przy czym szybkość przesyłu informacji dochodzi do 1MB/s, co wynika z parametrów zastosowanego standardu interfejsu [3].

3. OPIS SYSTEMU POMIAROWEGO

Przez pomiar można określić pewien ciąg operacji, których głównym celem jest przetworzenie określonych właściwości mierzonych wielkości fizycznych charakteryzujących się określoną wartością wielkości mierzonej, czy też określonym poziomem sygnału mierzonego, co wiąże się również z określeniem sposobu kodowania tych wartości [4]. System pomiarowy jest układem, w którym następuje realizacja wymienionych operacji pomiarowych. Dlatego też system pomiarowy można potraktować jako uporządkowaną sekwencję określonych bloków funkcjonalnych, uporządkowanych w taki sposób, aby umożliwić odpowiednie przetwarzanie wielkości mierzonych [5].

Schemat funkcjonalny systemu pomiarowego jest przedstawiony na rys.3.



Rys.3. Schemat funkcjonalny systemu pomiarowego.

Na rys.3 system pomiarowy przedstawiony jest jako układ szeregu bloków funkcjonalnych realizujących w systemie różne opcje pomiarowe. Całość pracy systemu nadzoruje blok kontrolera, który steruje pracą systemu zgodnie z założonym algorytmem.

Można tu wyróżnić kontrolery, których praca jest oparta na ustalonym i niezmiennym algorytmie (przykładem są sterowniki układu) oraz kontrolery o zmiennych algorytmach wpisywanych do pamięci kontrolera. Wymiana informacji pomiędzy poszczególnymi blokami, a także sterowanie pracą systemu jest realizowane za pomocą odpowiedniego typu interfejsu. Komputer typu IBM PC z dołączonymi kartami interfejsów, np. IEC-625 może być traktowany jako przykład kontrolera w systemie pomiarowym [2].

W systemie występują m.in. takie bloki funkcjonalne jak blok czujników pomiarowych. Czujnik pomiarowy jest traktowany jako źródło informacji dla układu pomiarowego. Przykładem wykorzystania czujników do pomiaru wielkości fizycznych jest pomiar wielkości nieelektrycznych takich jak np. temperatura, czy ciśnienie, gdzie ma miejsce przetwarzanie mierzonej wielkości nieelektrycznej na odpowiednią wielkość elektryczną w postaci napięcia, prądu czy ładunku elektrycznego. W tym przypadku można wprowadzić podział czujników pomiarowych na dwie grupy:

- czujniki wielkości fizycznych, które umożliwiają pomiar podstawowych wielkości fizycznych,
- czujniki wielkości chemicznych, które są wykorzystywane do analizy składu chemicznego substancji, czy też do badania parametrów reakcji chemicznych.

Kolejnym blokiem funkcjonalnym systemu jest blok zbierania i gromadzenia danych pomiarowych zwany również blokiem akwizycji sygnałów pomiarowych. Jest to najważniejszy blok w systemie pomiarowym.

W tym bloku następuje wykonanie podstawowych operacji procesu pomiarowego takich jak np. kondycjonowanie sygnału pomiarowego, przetwarzanie analogowo-cyfrowe, czy próbkowanie sygnałów.

Przetwornik analogowo-cyfrowy realizuje przetwarzanie sygnału analogowego na postać cyfrową. Natomiast w układzie próbkująco-pamiętającym ma miejsce pobieranie próbek wartości sygnału w określonych odstępach czasu i zapamiętanie tych wartości na czas przetwarzania przetwornika analogowo-cyfrowego.

Realizacja bloku akwizycji zależy od koncepcji systemu pomiarowego oraz od sposobu przepływu informacji między blokami systemu. Do budowy bloku akwizycji może być wykorzystany woltomierz cyfrowy z zewnętrznym przełącznikiem kanałów współpracujących z magistralą systemu. Sygnały pomiarowe z poszczególnych czujników pomiarowych mogą być zbierane przy wykorzystaniu przełącznika kanałów.

Często praca bloku akwizycji opiera się na wykorzystaniu mikroprocesora jako układu sterującego i wówczas wykorzystywana jest magistrala systemu mikroprocesorowego, która jest połączona z magistralą systemową za pomocą interfejsu. Taka struktura wewnętrzna bloku akwizycji umożliwia określenie i korekcję błędów statycznych toru pomiarowego jak i błędów dynamicznych.

4. REALIZACJA UKŁADU

Poniżej pokazano przykład ilustrujący skupienie w jednej aplikacji rzeczywistych przyrządów połączonych magistralą GPIB i oprogramowanych w VEE Pro jako jeden wirtualny instrument.

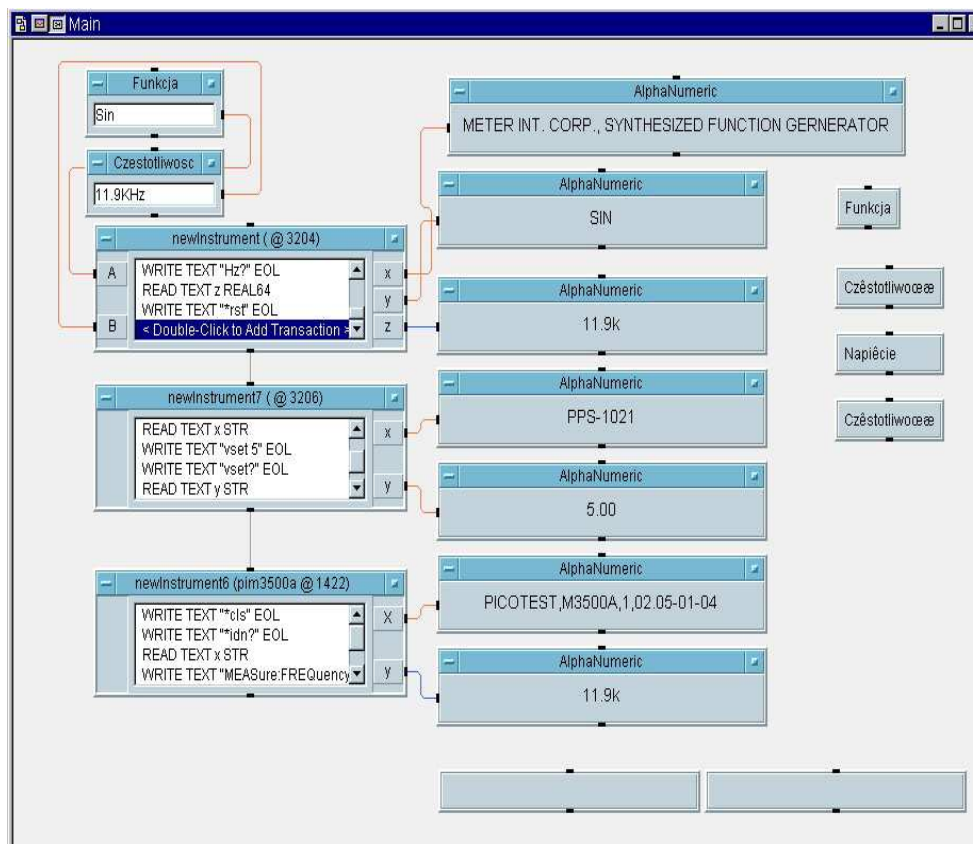
Na rysunku 4 pokazano elementy wchodzące w skład systemu pomiarowego: źródło napięcia, generator przebiegów oraz multimetr. Wszystkie mają możliwość programowania i połączone są ze sobą interfejsem IEEE-488.



Rys.4. Programowalne urządzenia systemu pomiarowego: 1 – źródło napięcia, 2 – generator przebiegów, 3 – multimetr.

Rysunek 5 przedstawia przykład aplikacji w postaci bloków VEE Pro. Podstawowymi elementami programującymi urządzenia za pomocą języka SCPI oraz komend właściwych tylko dla nich są bloki z nagłówkiem „newInstrument” [7]. Cyfry za znakiem @ oznaczają

identyfikator urządzenia w interfejsie IEEE-488. Zaprezentowana aplikacja ma możliwość ustawienia zadanego przebiegu oraz jego częstotliwości na generatorze funkcyjnym, odczyt napięcia ze źródła napięcia oraz odczyt częstotliwości z multimetru. Aplikację można rozszerzyć o bloki konfigurujące każde z urządzeń, czy ustawiające na przykład amplitudę sygnału w przypadku generatora, lub konkretną wartość prądu i napięcia na źródle zasilania. W przypadku multimetru możliwe jest oprogramowanie go tak, aby odczytywał dowolną wielkości mierzoną. Sposób oprogramowania systemu pomiarowego zależy jedynie od możliwości zastosowanych w nim urządzeń, inwencji programisty oraz potrzeb.



Rys.5. Program w aplikacji VEE Pro obsługujący urządzenia systemu pomiarowego.

Na rysunku 6 pokazano panel sterowania wirtualnego urządzenia będącego złożeniem trzech urządzeń stosowanych w systemie pomiarowym i oprogramowanego blokami pokazanymi na rysunku 5. Białe pola służą do wpisywania zadanych wielkości i wartości ustawianych na generatorze przebiegów. Pozostałe wielkości są automatycznie odczytywane przez oprogramowanie. Tworzenie osobnego panelu sterowania niezależnego od bloków programowania wynika z konieczności zablokowania możliwości przypadkowej

lub celowej ingerencji w kod programu. W takim wypadku istnieje możliwość ukrycia programowalnych bloków oraz zabezpieczenie ich przed edycją hasłem.



Rys.6. Panel sterowania aplikacji.

5. WNIOSKI

Szybki rozwój techniki komputerowej przekłada się na dużą różnorodność systemów pomiarowych, w których wykorzystuje się interfejs jako element sprzęgający elementy systemu (przysządy) z komputerem. Natomiast do przetwarzania uzyskanych danych jak i do sterowania pracą komputera wykorzystuje się wysoko specjalizowane pakiety oprogramowania.

Nadrzędnym celem komputerowych systemów pomiarowych jest dostarczenie użytkownikowi nowej strategii wykonywania pomiarów, która polegałaby między innymi na dostarczeniu takich narzędzi, które umożliwiłyby realizację pomiarów bez konieczności ręcznego sterowania przysządami pomiarowymi.

Taką możliwość dają systemy pomiarowe budowane w oparciu o przysządy wirtualne, które znajdują coraz szersze zastosowanie, co wiąże się między innymi z rozwojem programowych narzędzi komputerowego wspomaganie projektowania systemów pomiarowych, a szczególnie graficznych metod projektowania.

W artykule przedstawiono strukturę systemu pomiarowego realizującego obsługę trzech niezależnych od siebie urządzeń pomiarowych łącząc je w jeden wirtualny instrument umożliwiający ustawianie zadanej wielkości generowanej przez jedno z nich i równoczesny

odczyt innych mierzonych wielkości. Przy realizacji systemu wykorzystano przyrządy pomiarowe połączone ze sobą za pomocą magistrali IEEE-488 i oprogramowane w graficznym środowisku programistycznym VEE Pro. Taki sposób oprogramowania systemów pomiarowych charakteryzuje się skutecznością w przypadku osiągnięcia założonych celów pomiarowych oraz szybkością i łatwością tworzenia aplikacji.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Chwaleba A., Poniński M., Siedlecki A.: *Metrologia elektryczna*, Warszawa, WNT 2001.
- [2] Nowak J., Stanik S., Winiecki W.: *Graficzne zintegrowane środowiska programowe*, Warszawa, Wyd. MIKOM 2001.
- [3] Rak R. : *Wirtualny przyrząd pomiarowy*, Oficyna wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2003.
- [4] Ratyńska J. : *Zarys miernictwa elektrycznego i elektronicznego*. Radom, Politechnika Radomska, 2008.
- [5] Świsulski D.: *Systemy pomiarowe*, Wyd. Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 2001.
- [6] Winiecki W.: *Organizacja komputerowych systemów pomiarowych*, Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 1997.
- [7] *Standard Commands for Programmable Instruments (SCPI)*, SCPI Consortium 1999.