



Źródło: National Instruments

## Wirtualne przyrządy diagnostyczne

Rozwój nowoczesnych technologii w tym informatycznych pozwolił na budowanie przyrządów pomiarowych składających się z modułowego sprzętu pomiarowego i oprogramowania działającego na uniwersalnym sprzęcie komputerowym. To pozwala użytkownikom tworzyć elastyczne systemy pomiarowe do różnych celów. Powszechnie określa się je jako przyrządy wirtualne.

Bohdan Szafrński

Przyrządy pomiarowe ewoluowały od analogowych systemów przetwarzania sygnałów do cyfrowych wykorzystujących coraz lepsze i dokładniejsze przetworniki analogowo-cyfrowe. Odczyt wyniku pomiaru na podstawie stopnia wychylenia wskaźnika zastąpiła informacja prezentowana na wyświetlaczu. Pozwoliło to wyeliminować między innymi subiektywizm z odczytu wyniku.

Jeśli zastanowimy się, jaki jest cel wykonywania pomiarów na przykład w zakładach przemysłowych, to często okaże się, że zależy nam nie tylko na wyniku odczytanym w danej chwili, ale na analizie zmian odczytów w czasie. Dlatego też w kolejnych generacjach przyrządów wprowadzano możliwość gromadzenia i analizy danych. Do tego dochodzi też integracja wielu urządzeń pomiarowych. Jednak autonomiczne urządzenia z natury nie mogły oferować tak wielu możliwości analizy wyników, jak komputery. Nie bez znaczenia jest też koszt budowy zaawansowanego systemu pomiarowego. W przypadku wirtualnych przyrządów pomiarowych jeden z elementów systemu, jakim jest komputer

i oprogramowanie, można wykorzystać w połączeniu z wieloma różnymi modułami pomiarowymi. To pozwala budować stanowiska i systemy diagnostyczne znacznie taniej, zachowując przy tym parametry użytkowe sprzętu autonomicznego. Podkreśla się też uniwersalność takiego rozwiązania. W tradycyjnych rozwiązaniach na przykład multimetry cyfrowe, oscyloskopy itp. są bardziej wyspecjalizowane i ograniczone, jeśli chodzi o wszechstronność zastosowań.

Koncepcja wirtualnego przyrządu diagnostycznego nie jest nowa i już pod koniec lat 70. XX wieku wykorzystywano do ich budowy komputery (najczęściej PC), konwertery analogowo-cyfrowe i oprogramowanie. Pakiety oprogramowania takie jak LabVIEW oraz inne graficzne języki programowania firmy National Instruments ułatwiały programistom tworzenie takich systemów.

Mówiąc o przyrządach wirtualnych, poza komputerem i oprogramowaniem istotnymi ich elementami składowymi są sprzętowe bloki pomiarowe (może być jeden lub wiele), w których skład wchodzi: karty zbierania danych (pakiety akwizycji danych), moduły

i przyrządy z interfejsami na przykład: IEC-625, GPIB, VXI, RS-232, RS-485, Fieldbus, USB itp. Są też rozwiązania, w których komputer połączony jest z elementem pomiarowym poprzez Internet. W praktyce mogą być to karty montowane bezpośrednio w komputerze lub zewnętrzne łączone poprzez jakiś rodzaj interfejsu. Jak podaje firma National Instruments, światowy lider w dziedzinie wirtualnego oprzyrządowania, w 2015 roku sprzedano ponad 6 mln nowych kanałów pomiarowych. Co stanowi o sukcesie wirtualnych przyrządów pomiarowych i diagnostycznych? Na pewno szybki rozwój i upowszechnienie komputerów PC oraz dostępność tanich przetworników analogowo-cyfrowych (ADC) i cyfrowo-analogowych (DAC). Jak też rozwój bezprzewodowej komunikacji i wyświetlania obrazu w wysokiej rozdzielczości.

### LabVIEW

Istotnym elementem przyrządów wirtualnych jest oprogramowanie. W wielu opracowaniach uznawane za najważniejszy element. Początkowo pisano odpowiednie programy obsługi na przykład karty pomiarowej w językach programowania wysokiego poziomu takich jak C lub Pascal i nadal można to robić. Jednak dziś wykorzystuje się do tego celu wyspecjalizowane języki i środowiska programistyczne zintegrowane w ramach tzw. środowisk pomiarowych. Najpopularniejszym z nich jest pakiet LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) stworzone przez firmę National Instruments. W jego skład wchodzi graficzny język programowania, nazywany językiem G.

Program tworzy się w formie diagramu odwzorowującego przepływ danych. To ułatwia tworzenie wyspecjalizowanych aplikacji przez inżynierów i naukowców. LabVIEW wykorzystuje się w ośrodkach badawczych, w przemyśle, wszędzie tam, gdzie wykonywane są pomiary i analizy zebranych w nich

danych. Pierwsza wersja środowiska programistycznego powstała w 1986 roku i jest stale rozwijana. Wbudowano w nią komunikację z wieloma urządzeniami przy wykorzystaniu różnych interfejsów na przykład: GPIB, RS-232, IrDA, Bluetooth, Ethernet itp. Jest w nim dostępnych ponad 400 różnych funkcji matematycznych i do przedstawiania danych. Można powiedzieć, że LabVIEW stał się popularnym standardem budowy wirtualnych narzędzi diagnostycznych i uczelnie techniczne prowadzą zajęcia, w których trakcie studenci poznają to środowisko i uczą się w nim programować. Obecnie na rynku jest dostępna wersja LabVIEW 2017 i LabVIEW NXG 1.0 – nowa generacja LabVIEW.

Na rynku jest też kilka innych takich pakietów, w tym znaczący Keysight VEE (Visual Engineering Environment) dawniej znany pod nazwą Agilent Vee, który także pozwala on na tworzenie programów przy wykorzystaniu symboli graficznych. Aktualna wersja to Keysight VEE 9.32. Środowisko projektowe opracowała także firma Hewlett-Packard, a po podziale firmy dalej je rozwijała powstała wtedy spółka Agilent Technologies. System ułatwia tworzenie graficznego interfejsu użytkownika i dzięki użyciu technologii ActiveX pozwala na łatwą integrację z innymi aplikacjami takimi jak na przykład Microsoft Word i Excel. Są też programy takie jak DaqVIEW – oprogramowanie firmy IO-tech, obsługujące jej karty pomiarowe i współpracujące z programami Matlab i Excel.

### Karty, moduły itp.

Na rynku dostępny jest bardzo szeroki asortyment kart i modułów do pomiarów i akwizycji danych w różnych wykonania i standardach interfejsów. Wirtualne przyrządy pomiarowe można oceniać zarówno pod względem przygotowania od strony informatycznej, jak i właściwości metrologicznych. Przeglądając



Źródło: National Instruments



Źródło: Advantech

dostępna na rynku ofertę, można być pewnym, że dobrze się takie elementy pomiarowe, które najlepiej spełnią oczekiwania. Pozostaje tylko przygotowanie właściwego oprogramowania, które wykorzysta wszystkie możliwości sprzętu. Komputerowe karty pomiarowe produkuje wiele firm. Najbardziej znani producenci to: Advantech, Computer Board, IO-tech, Keithley, National Instruments (NI) i RK-system.

Oferowana przez firmę Elmark Automatyka karta pomiarowa na magistrali PCI Express – PCIE-1730 firmy Advantech wyposażona jest w 16 wejść oraz 16 wyjść cyfrowych typu otwarty kolektor z optoizolacją 2500 VDC, oraz 16 wejść i 16 wyjść cyfrowych w standardzie TTL. Producent dostarcza pakiet bibliotek Advantech DAQNav i umożliwiające programowanie w Visual Studio Net, Visual C++, Visual Basic, Delphi, LabView pod systemami Windows oraz Linux. Dodatkowo umieszczony na karcie DIP-switch ułatwia korzystanie z kilku kart tego samego typu w jednym komputerze. Pewność pracy podnosi również funkcja zachowująca stan wyjść w przypadku gorącego restartu systemu. Do karty dostarczane są opcjonalnie zewnętrzne terminale oraz kable połączeniowe. Ponieważ szybka akwizycja danych jest ważna w automatyce, to Advantech wprowadził też do oferty również uniwersalne, przenośne moduły z serii USB-4700 z interfejsem USB (2.0).

Firma National Instruments ma w ofercie cały zestaw uniwersalnych oraz zautomatyzowanych systemów testujących. Dzięki temu można dobrać różnorodne moduły pomiarowe, generatory sygnałów, urządzenia obsługujące częstotliwości radiowe, moduły zasilające i przełączające, a następnie konfigurować je za pomocą oprogramowania. Moduły dostępne są na wiele platform na przykład: PXI, PXI Express, PCI, PCI Express oraz USB. Mogą to być karty oscyloskopowe pracujące z szybkością próbkowania do 12,5 GS/s, szerokością pasma do 5 GHz oraz rozdzielczością z zakresu od 8 do 24 bitów. Generatory sygnałów pracujące z rozdzielczością 12 i 16 bitów, o szybkości próbkowania do 400 MS/s. Szybkie cyfrowe układy we/wy oraz analizatory logiczne działające z częstotliwością zegara sięgającą 200 MHz, szybkością przesyłania danych nawet 400 MB/s oraz obsługujące niesymetryczne i różnicowe poziomy napięcia. Urządzenia pracujące w zakresie wielkich częstotliwości, w których akwizycja, generowanie oraz analiza

sygnałów IQ sięga częstotliwości 26,5 GHz przy szerokości pasma do 100 MHz (w czasie rzeczywistym). Cyfrowe mierniki uniwersalne (mierniki DMM i LCR). Programowalne zasilacze z 16-bitową rozdzielczością nastaw i odczytu danych oraz moduły SMU (Source Measure Unit) z wyjściami czterokwadrantowymi, oferujące rozdzielczość pomiaru sięgającą 1 nA. Dostępne są też moduły do akwizycji, generacji i analizy sygnałów dynamicznych (dźwiękowe i drgań) o 24-bitowej precyzji, a także do akwizycji, generacji i analizy obrazów na przykład NI Video Measurement Suite (NI VMS) – uniwersalny pakiet służący do przeprowadzania testów.

Natomiast firma Gantner Instruments promuje system Q.series, w którym stosowane moduły pomiarowe i sterujące są takie same i jest jedna standardowa platforma z elastycznymi opcjami zabudowy. Pozwala to na łatwe współdziałanie różnych systemów Q.series: Q.bloxx na stanowisku testowym, Q.brixx do przenośnych pomiarów, Q.staxx na palecie silnika i Q.raxx w szafce rozdzielczej. Wszystkie wykorzystują te same narzędzia do konfiguracji i programowania, te same narzędzia do dokumentowania i takie samo oprogramowanie do gromadzenia i analizy danych. Wszystkie systemy można łatwo zintegrować i rozszerzać w miarę potrzeb. Każdy moduł Q.series ma unikalny zestaw funkcji dostosowanych do konkretnych wymagań dotyczących pomiaru i kontroli. Wszystkie moduły mają izolację galwaniczną (do 1200 V) dla każdego kanału, zasilania i interfejsu, niska podatność na zakłócenia elektromagnetyczne oraz temperaturę pracy w zakresie od -20 do +60°C. To tylko przykłady z szerokiej obecnie oferty wielu firm działających na naszym rynku.

Mówiąc o wirtualnych przyrządach diagnostycznych i pomiarowych, trzeba zauważyć, że postęp w technologiach IT pozwala dziś umieścić w autonomicznym przyrządzie wbudowany wyspecjalizowany komputer przy zachowaniu rozsądnego poziomu cen. Na razie komputer PC jako element wirtualnego przyrządu nadal jest bardziej uniwersalny, ale ta przewaga maleje. Coraz częściej mówi się też o zastosowaniu technologii podobnych do opracowanej przez firmę Keysight Hard Virtual Instrumentation. Wirtualne narzędzia diagnostyczne wykorzystują moduły sprzętowe i zainstalowane w komputerze oprogramowanie do budowy przez użytkowników systemów pomiarowych. Oprogramowanie działa na komputerze dlatego jego wydajność w czasie rzeczywistym (szybkość, opóźnienie itp.), zależy od mocy obliczeniowej i szybkości jego działania. W wielu przypadkach dla pomiarów i przetwarzania wyników w czasie rzeczywistym może to nie wystarczyć. Dlatego firma Keysight opracowała technologię Hard Virtual Instrumentation, w której aplikacja użytkownika jest wykonywana przez moduły sprzętu niezależnie od komputera, co zwalnia jego zasoby do wykonywania innych zadań na przykład takich jak wizualizacja wyników itp. ■