



KOMPUTEROWE SYSTEMY POMIAROWE

Dr inż. Eligiusz PAWŁOWSKI
Politechnika Lubelska
Wydział Elektrotechniki i Informatyki

Prezentacja do wykładu dla EMST

Semestr letni

Wykład nr 9

Prawo autorskie

Niniejsze materiały podlegają ochronie zgodnie z **Ustawą o prawie autorskim i prawach pokrewnych** (Dz.U. 1994 nr 24 poz. 83 z późniejszymi zmianami).

Materiał ten udostępniam **do celów dydaktycznych** jako materiały pomocnicze do wykładu z przedmiotu Komputerowe Systemy Pomiarowe prowadzonego dla studentów Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej. Mogą z nich również korzystać inne osoby zainteresowane tą tematyką. Do tego celu materiały te można **bez ograniczeń przeglądać, drukować i kopiować wyłącznie w całości**.

Wykorzystywanie tych materiałów bez zgody autora w inny sposób i do innych celów niż te, do których zostały udostępnione, **jest zabronione**.

W szczególności **niedopuszczalne jest**: usuwanie nazwiska autora, edytowanie treści, kopiowanie fragmentów i wykorzystywanie w całości lub w części do własnych publikacji.

Eligiusz Pawłowski

Organizacja współpracy przetwornika A/C z komputerem

Przypomnienie z wykładu 8

Metody współpracy przetwornika A/C z komputerem:

- 1-Prosta obsługa przetwornika z opóźnieniem czasowym na wykonanie pomiaru,
- 2-Programowe sprawdzanie stanu przetwornika (ang. *polling*),
- 3-Sygnalizacja wykonania pomiaru poprzez system przerwań,
- 4-Wykorzystanie bezpośredniego dostępu do pamięci DMA.

Jak praktycznie zrealizować system pomiarowy wykorzystujący powyższe techniki?

Tematyka wykładu

Należy rozwiązać dwa główne zagadnienia:

- 1-Konfiguracja części sprzętowej systemu pomiarowego
- 2-Konfiguracja oprogramowania systemu pomiarowego

Tematyka wykładu

Krótką historią rozwoju przyrządów pomiarowych

Koncepcja wirtualnego przyrządu pomiarowego

Część sprzętowa przyrządu wirtualnego

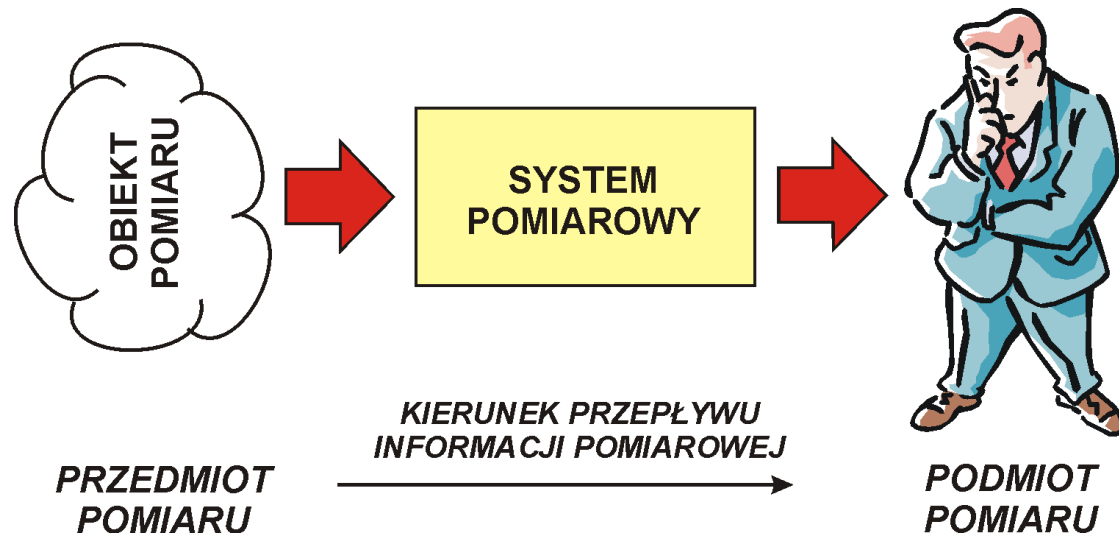
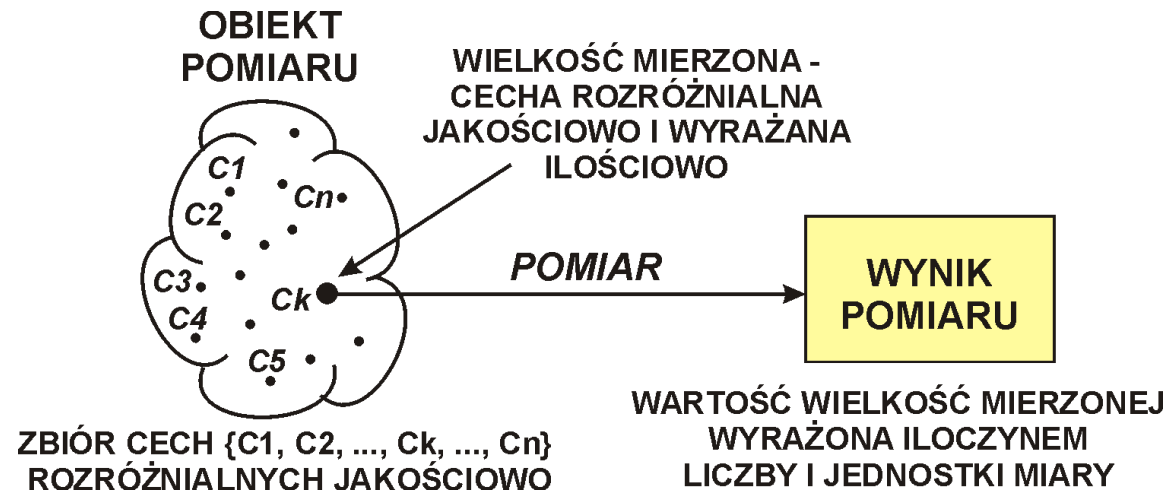
Oprogramowania przyrządu wirtualnego

Pomiar i System Pomiarowy - przypomnienie

Pomiar jest to **zbiór operacji** mających na celu określenie **wartości wielkości mierzonej**. Wartość wielkości mierzonej wyrażamy iloczynem liczby i jednostki miary. Jest to **wynik pomiaru**.

System pomiarowy jest to **zbiór środków technicznych** podporządkowanych **wspólnemu celowi i ogólnemu algorytmowi działania**, przeznaczony do automatycznego pozyskiwania informacji **bezpośrednio z obiektu**, w celu **przekształcenia, pomiaru, przetworzenia i przedstawienia** w formie dostosowanej do wykorzystania przez **człowieka** oraz dla wprowadzenia do zautomatyzowanego **urządzenia sterującego**.

Pomiar, System Pomiarowy, Przyrząd Wirtualny



Wirtualny Przyrząd Pomiarowy

Wirtualny <śrdw.-łac. *Virtualis*=skuteczny, z łac. *Virtus*=moc, cnota> - mogący zaistnieć, (teoretycznie) możliwy.

(Słownik wyrazów obcych PWN, Wydanie XXVII, Warszawa 1993)

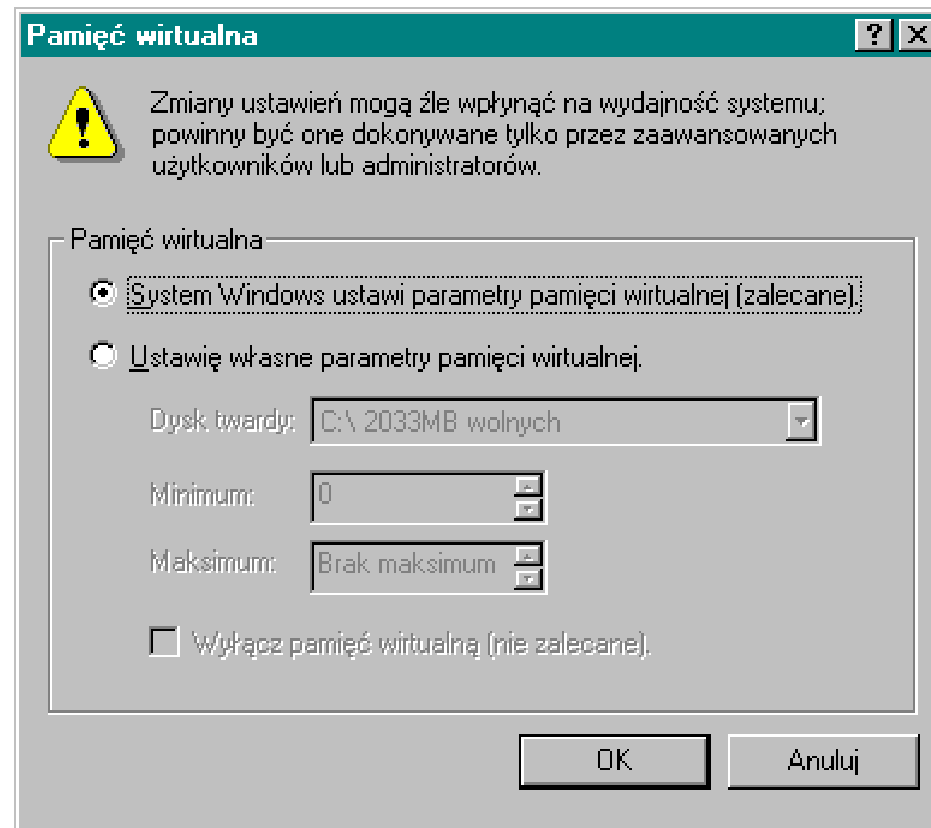
Przykłady:

- wirtualna rzeczywistość,
- wirtualna pamięć,
- wirtualna wycieczka,
- wirtualny przyrząd pomiarowy.

Przykład – wirtualny Luwr



Przykład – pamięć wirtualna



Wirtualny Przyrząd pomiarowy - definicje

National Instruments:

Przyrząd Wirtualny – [1] kombinacja sprzętu i/lub oprogramowania współpracująca typowo z komputerem klasy PC, która funkcjonalnie jest równoważna tradycyjnemu przyrządowi pomiarowemu,

[2] moduł programowy LabView składający się z panelu czołowego stanowiącego interfejs użytkownika oraz algorytmu programu.

Wirtualny Przyrząd pomiarowy – definicje c.d.

Hewlett-Packard:

Przyrząd Wirtualny – urządzenie wykorzystujące komputer klasy PC wraz z graficznym oprogramowaniem do przetwarzania i wyświetlania wyników pomiarów. Pod tym znaczeniem można rozumieć:

- przyrząd wirtualny – kompletny system pomiarowy,
- przyrząd wirtualny – programowalny panel graficzny,
- przyrząd wirtualny – technika programowania graficznego,
- przyrząd wirtualny – rekonfigurowalne bloki funkcjonalne.

Wirtualny Przyrząd pomiarowy – definicje c.d.

P.Syndeham – Handbook of Measurement Science:

Przyrząd Wirtualny – przyrząd którego funkcje i możliwości są określone przez oprogramowanie

Wirtualny Przyrząd pomiarowy – definicje c.d.

W.Winiecki – MWK'97:

Przyrząd Wirtualny – przyrząd składający się z komputera ogólnego przeznaczenia i dołączonych do niego sprzętowych bloków funkcjonalnych (wewnętrznych i/lub zewnętrznych), którego funkcje i możliwości określone są zarówno przez sprzęt, jak i oprogramowanie, a obsługa odbywa się za pomocą ekranu komputerowego, klawiatury i/lub myszy z wykorzystaniem graficznego interfejsu użytkownika.

Bardzo krótka historia przyrządów pomiarowych

Przyrządy pomiarowe I generacji – przyrządy analogowe

- 1. Galwanometr (Oersted 1820)**
- 2. Mostek do pomiaru rezystancji (Wheatston 1844)**
- 3. Oscylograf katodowy (Braun 1897)**
- 4. Przyrządy analogowe jednofunkcyjne:** pomiar tylko jednej wielkości: napięcie, prąd itp., jedno lub wielozakresowe
- 5. Przyrządy analogowe wielofunkcyjne:** pomiar kilku wielkości: prąd i napięcie (stałe i przemienne), rezystancja, pojemność itp., przełączanie ręczne funkcji i zakresu
- 6. Przyrządy analogowe elektroniczne wielofunkcyjne:** podstawowe funkcje j.w., wzmacniacze elektroniczne gwarantują lepsze parametry metrologiczne (początek - wynalezienie tranzystora 1948)

Bardzo krótka historia przyrządów pomiarowych c.d.

Przyrządy pomiarowe II generacji – przyrządy cyfrowe

7. Przyrządy cyfrowe autonomiczne: zastosowanie przetworników A/C, cyfrowe wskaźniki, ręczna obsługa płyty czołowej, dalsza poprawa parametrów metrologicznych

Przyrządy pomiarowe III generacji – przyrządy systemowe

8. Przyrządy cyfrowe systemowe: j.w., ale dodatkowo wyposażone w standardowy interfejs umożliwiający współpracę z innymi przyrządami w systemie pomiarowym sterowanym przez komputer. Znaczne rozszerzenie przede wszystkim funkcjonalności przyrządów, wprowadzenie zaawansowanych algorytmów obróbki danych

Bardzo krótka historia przyrządów pomiarowych c.d.

Przyrządy pomiarowe IV generacji – przyrządy wirtualne

8. Przyrządy wirtualne (VI – Virtual Instruments): brak jednoznacznej definicji, przyrząd bazujący na sprzęcie komputerowym, współpracującym poprzez odpowiedni system interfejsu z modułami pomiarowymi (różnego rodzaju), w którym znaczną część zadań realizuje specjalizowane oprogramowanie komputerowe. Różnorodność dostępnego sprzętu komputerowego, specjalistycznego oprogramowania pomiarowego oraz modułów pomiarowych powoduje bardzo dużą różnorodność możliwych praktycznych rozwiązań. Początek – system przyrządów firmy Hewlett Packard - PC Instruments (HP Journal, may 1986), polska kopia w postaci systemu VIRT, producent IMM.

Przyrząd pomiarowy I generacji



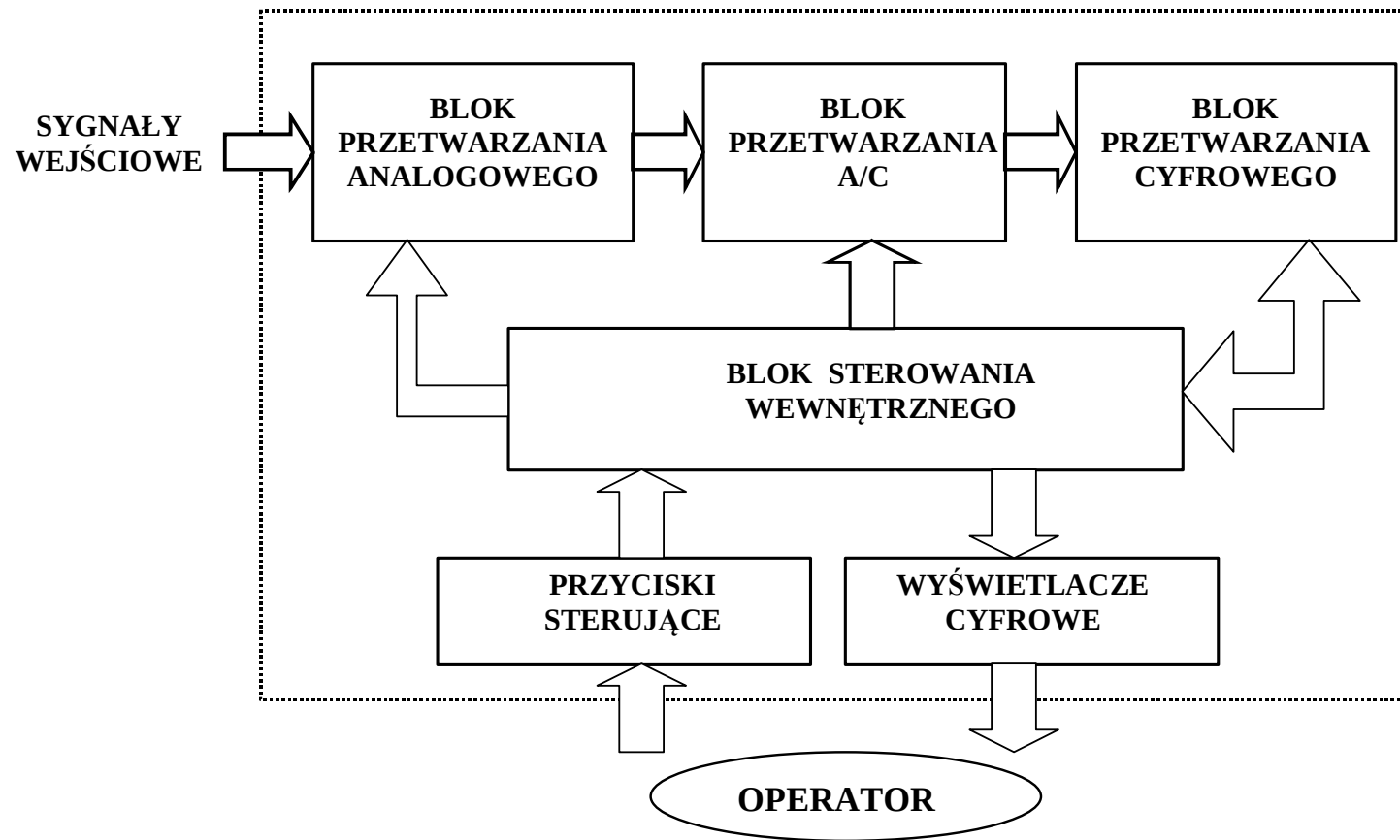
Przyrząd pomiarowy I generacji: analogowy multimetr elektroniczny, V640, Meratronik.

Przyrząd pomiarowy II generacji



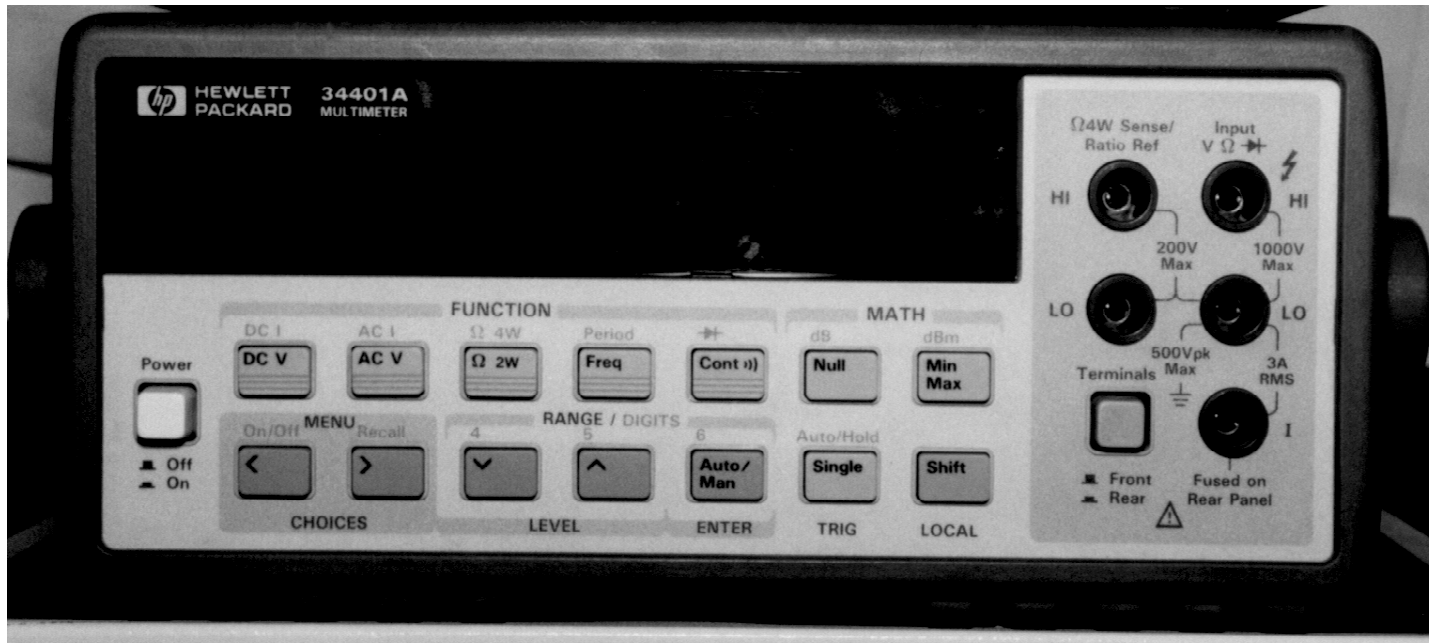
Przyrząd pomiarowy II generacji: autonomiczny multimetr cyfrowy, sterowany ręcznie, brak interfejsu do współpracy w systemie, niestandardowy interfejs do drukarki, wyświetlacze cyfrowe, przyciski sterujące elektromechaniczne.

Przyrządy pomiarowe II generacji



Schemat blokowy przyrządu pomiarowego II generacji

Przyrząd pomiarowy III generacji



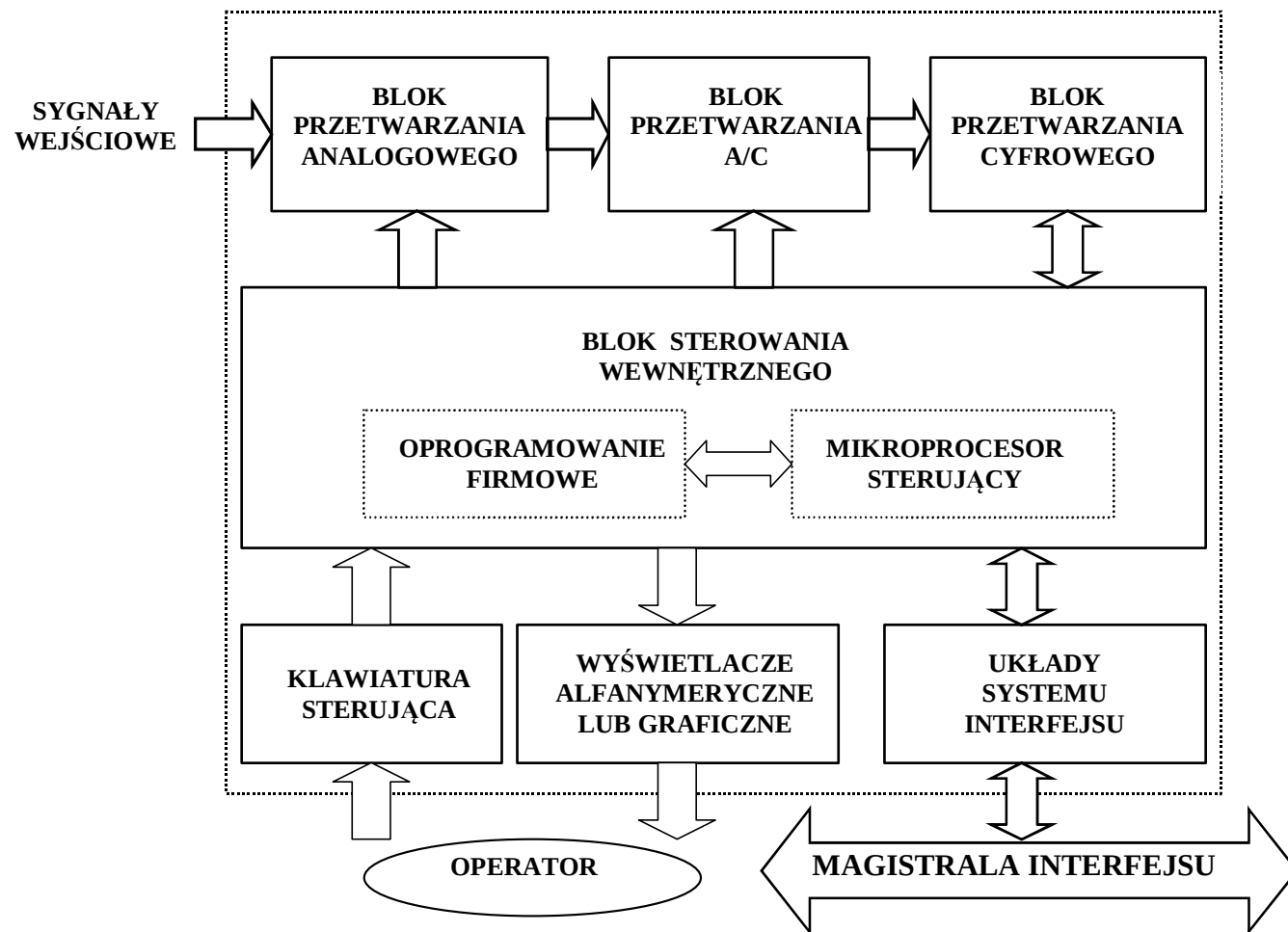
Przyrząd pomiarowy III generacji: systemowy multimetr cyfrowy, sterowany ręcznie lub automatycznie, standardowy interfejs do współpracy z komputerem (RS232 i GPIB), wyświetlacze alfanumeryczne, klawiatura sterująca „soft key”, automatyczny wybór zakresu.

Przyrządy pomiarowe III generacji c.d.



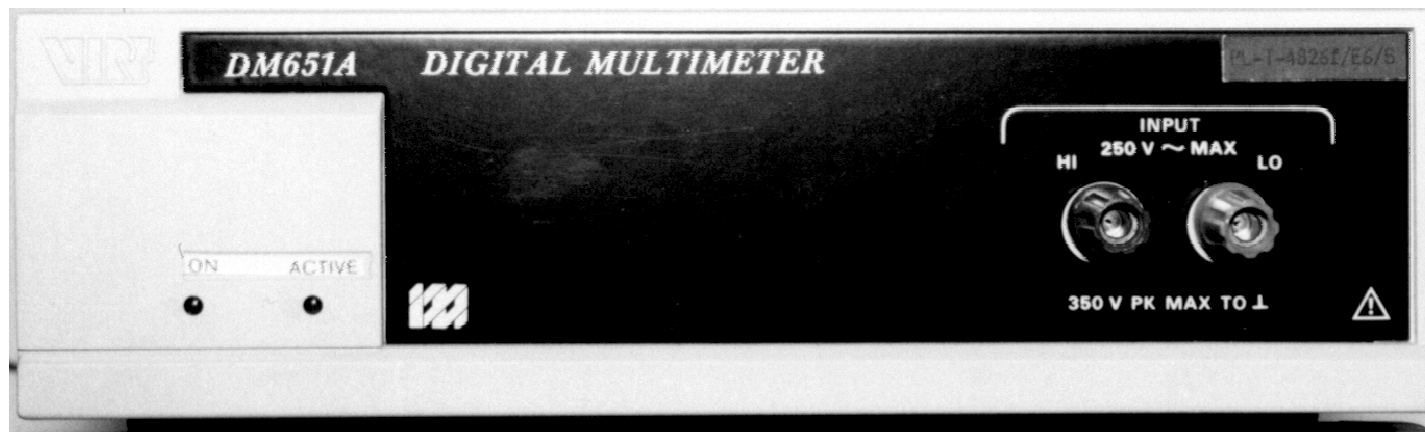
Przyrząd pomiarowy III generacji: standardowy interfejs do współpracy z komputerem (RS232 i GPIB)

Przyrządy pomiarowe III generacji



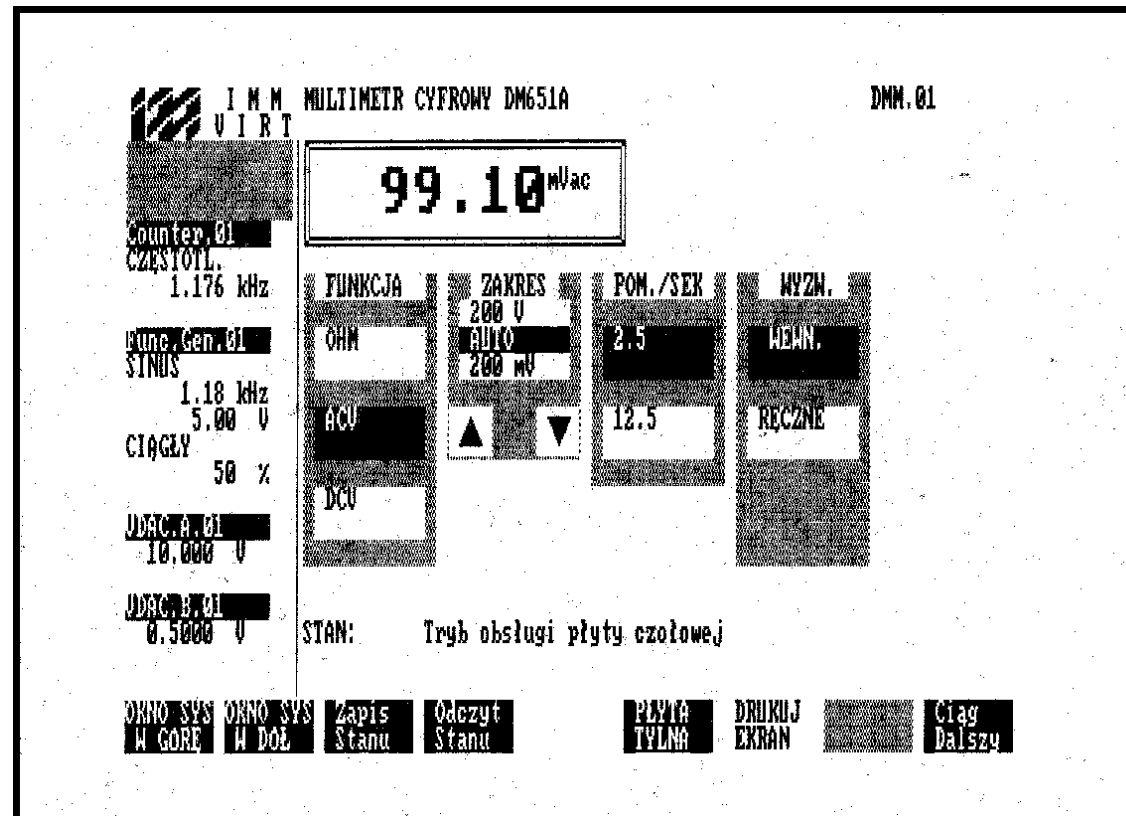
Schemat blokowy przyrządu pomiarowego III generacji

Wirtualny przyrząd pomiarowe IV generacji



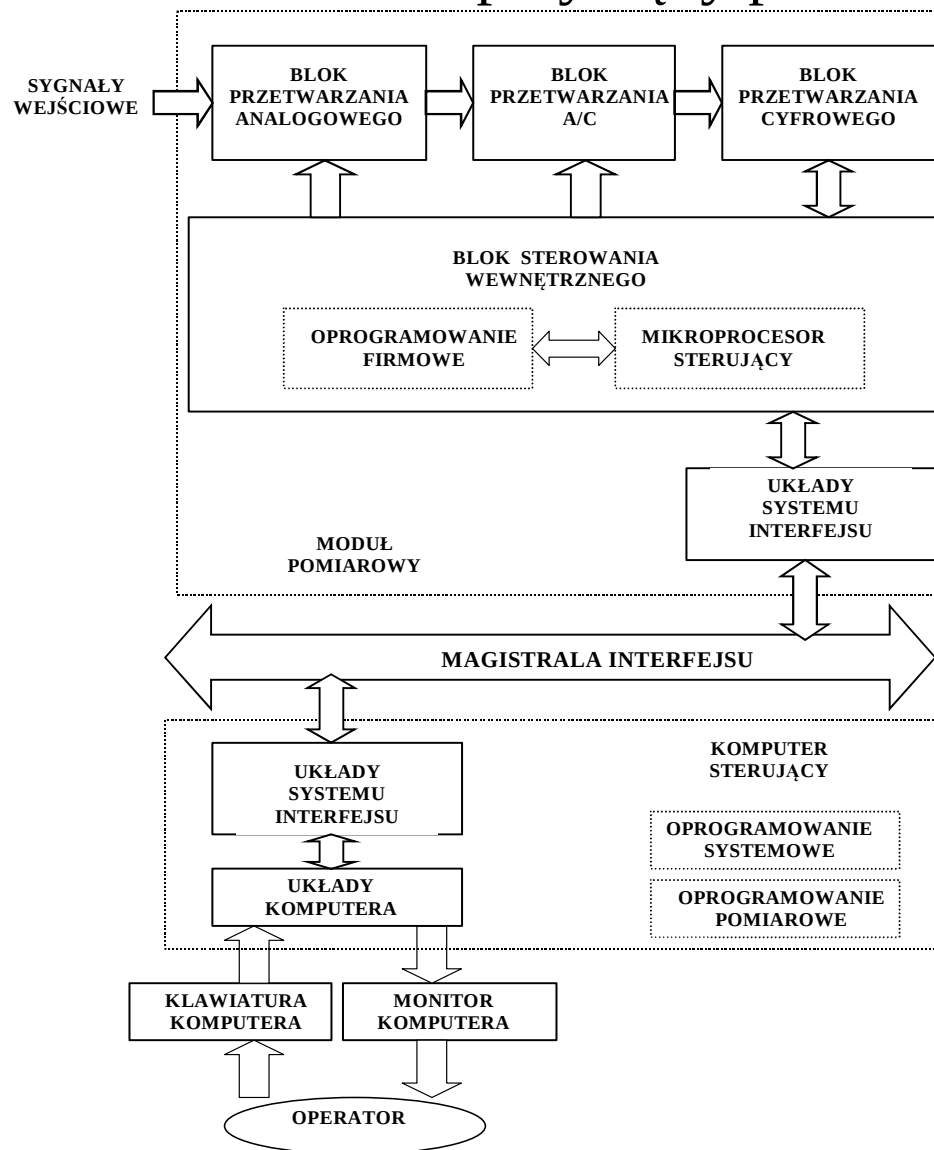
Przyrząd pomiarowy IV generacji: wirtualny multimetr cyfrowy, sterowany automatycznie lub ręcznie za pośrednictwem komputera, interfejs do współpracy z komputerem (standard firmowy – PCIB), brak wbudowanych wyświetlaczy, brak wbudowanej klawiatury sterującej, do pracy niezbędny dołączony komputer ze specjalizowanym oprogramowaniem, , system VIRT – IMM, 1986.

Wirtualny przyrząd pomiarowe IV generacji



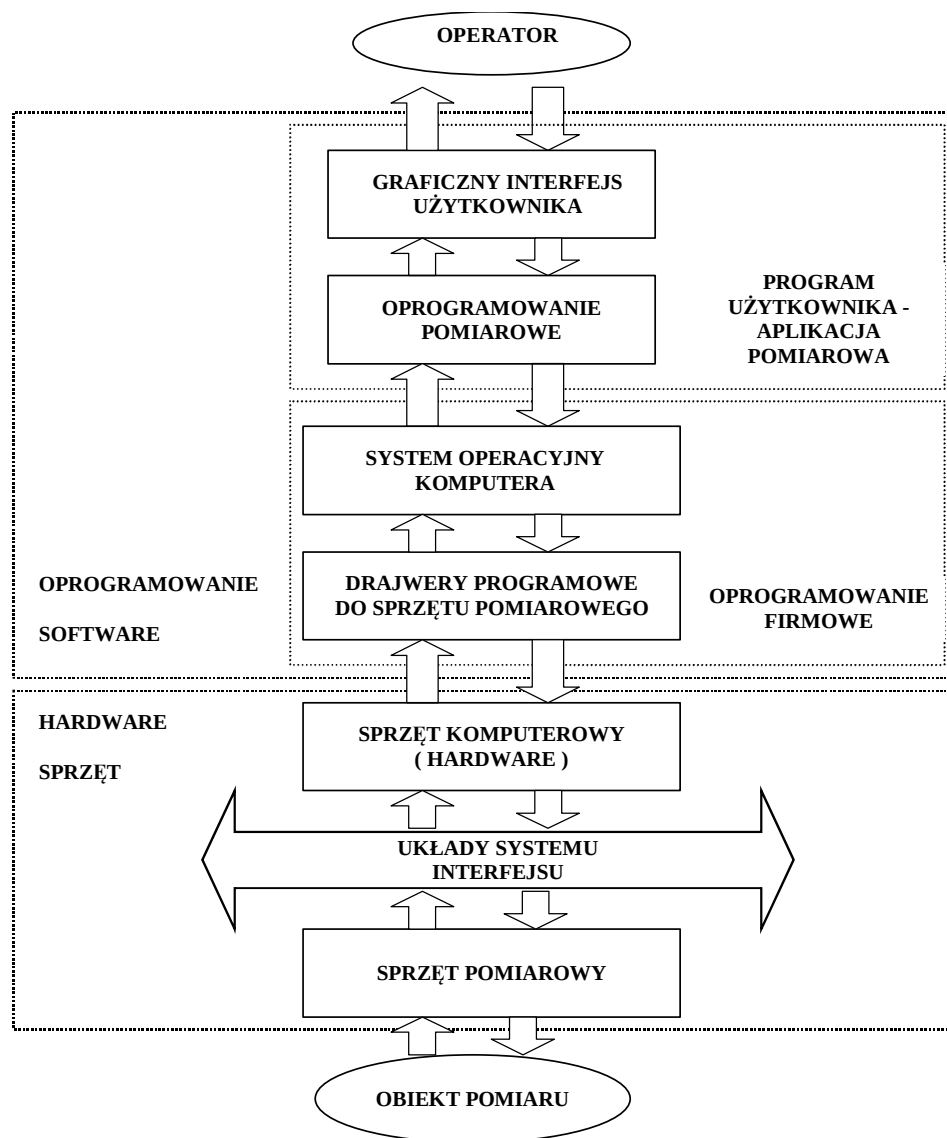
Przyrząd pomiarowy IV generacji: graficzny panel sterowania wirtualnego woltomierza , system VIRT – IMM, 1986 .

Wirtualne przyrządy pomiarowe IV generacji



Schemat blokowy
przrządu pomiarowego
IV generacji (przrząd
wirtualny)

Wirtualne przyrządy pomiarowe IV generacji – c.d.



Struktura współczesnego
wirtualnego przyrządu
pomiarowego IV generacji
(sprzęt + oprogramowanie)

Struktura przyrządu wirtualnego

Struktura przyrządu wirtualnego jest określona poprzez:

A. Sprzęt:

- platformę sprzętową zastosowanego komputera (IBM PC, Macintosh, VXI, PXI, ...)
- system interfejsu (ISA, PCI, HPiB, RS232, RS485, ...)
- moduły pomiarowe (karty pomiarowe, moduły VXI, moduły PXI, systemowe przyrządy pomiarowe, ...)

B. Oprogramowanie:

- system operacyjny komputera (DOS, Windows 9x, Windows NT, UNIX, Mac OS, ...)
- środowisko programistyczne do tworzenia aplikacji pomiarowej (LabView, LabWindows, C++, Pascal, Delphi, Basic, Visual Basic, assembler, ...)
- drajwery programowe do sprzętu pomiarowego (procedury użytkownika, firmowe: biblioteki procedur, sterowniki ULI, ...)

Projektowanie i realizacja przyrządu wirtualnego

A.Wybór sprzętu: platformy sprzętowej komputera, systemu interfejsu, modułów pomiarowych

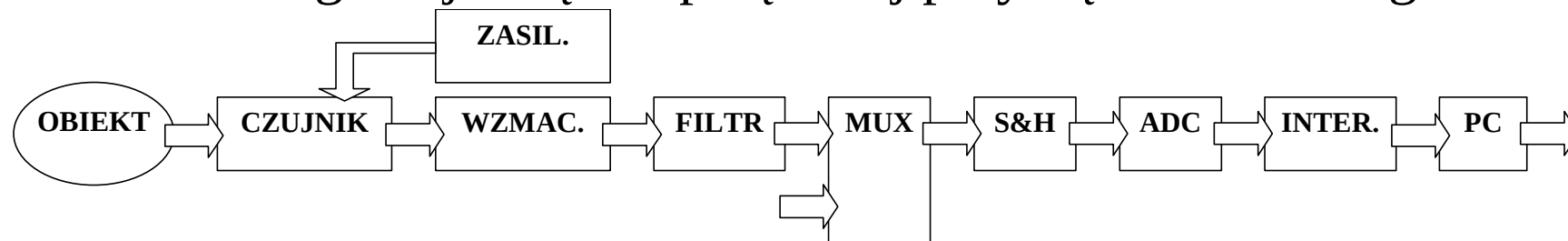
B.Wybór oprogramowania: systemu operacyjnego komputera, środowiska programistycznego do stworzenia aplikacji, drajwerów programowych do sprzętu pomiarowego (zazwyczaj wybór powiązany jest z wybranym sprzętem pomiarowym)

C.Przygotowanie oprogramowania: projekt algorytmu działania, napisanie aplikacji w wybranym środowisku, uruchomienie i testowanie programu

D.Przygotowanie sprzętu: projekt połączeń interfejsu i przewodów pomiarowych, połączenie systemu interfejsu, dołączenie czujników do układu i obiektu

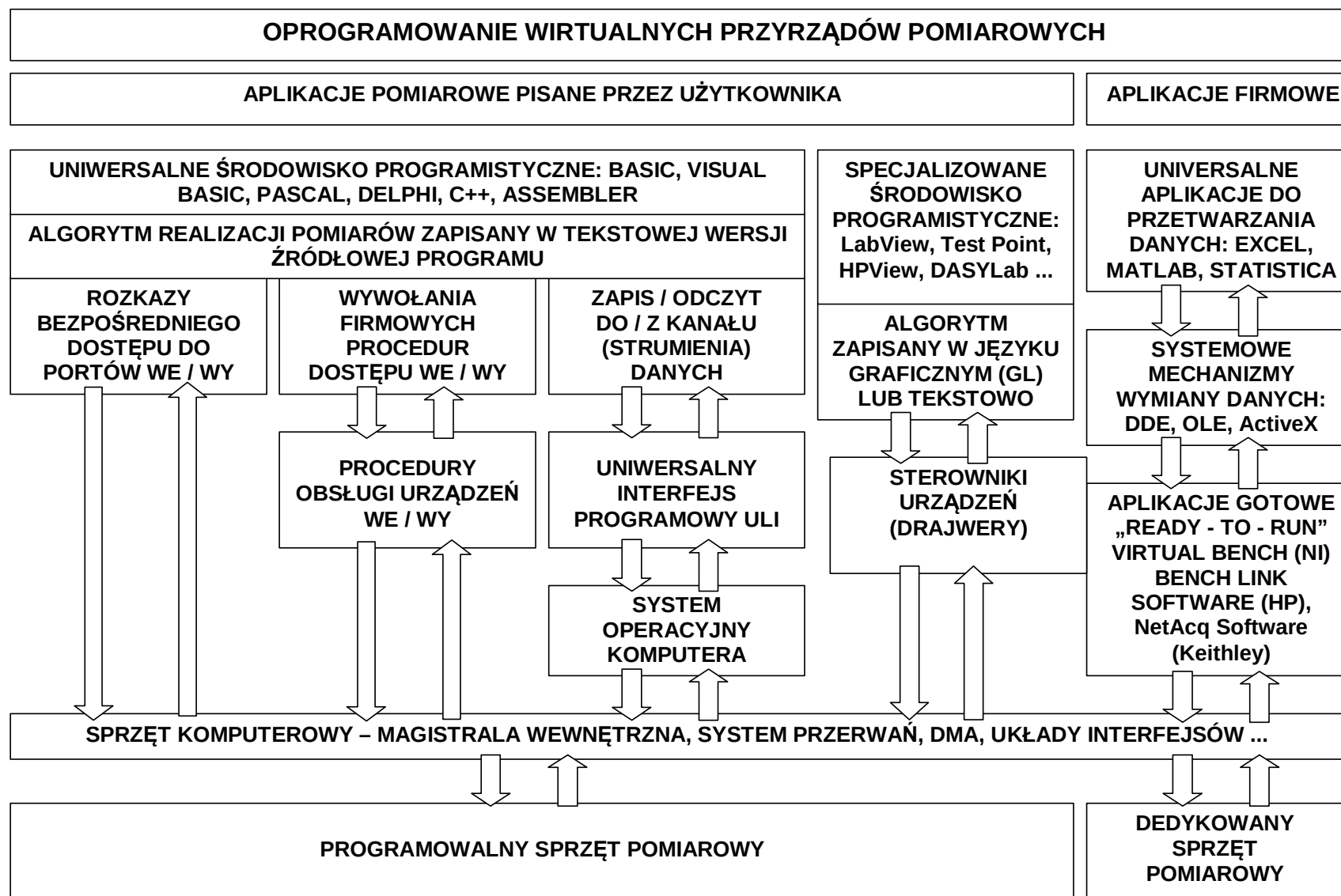
E.Uruchomienie i testowanie: testowanie transmisji danych w interfejsie, testowanie poprawności zbierania danych pomiarowych, testowanie poprawności przetwarzania danych

Konfiguracja części sprzętowej przyrządu wirtualnego



OBIEKT	CZUJNIK	KONDYCJONOW.	AKWIZYCJA	INTERFEJS	PC	WYJŚCIE
SYGNAŁY ELEKTR.: PRĄD, NAPIĘCIE, CZĘSTOT. SYGNAŁY NIEELEK.: TEMPER., CIŚNIENIE, SIŁA, PRZESUNIĘCIE,	CZUJNIKI: GENERACYJNE PARAMETR.	WZMACNIACZE, FILTRY, ZASILAN., MULTIPLEKSERY	KARTY POMIAROWE (DAQBoards)	MAGISTRALA KOMPUTERA ISA, PCI	WKŁADANE DO WNĘTRZA PC	TERMINAL KOMPUTERA,
			PRZYRZĄDY POMIAROWE, STEROW. PLC	ZŁĄCZE SZEREGOWE RS232, 422, 485 ..	STANDARD. WYPOSAŻENIE PC	PLIKI DYSKOWE,
			ZEWNĘTRZNE MODUŁY POMIAROWE NIESTANDARDOWE	ZŁĄCZE RÓWNOLEGŁE CENTRONICS	STANDARD. WYPOSAŻENIE PC	WYDRUKI,
				PCMCIA (NOTEBOOK)	STANDARD. WYPOSAŻ. NOTEBOOK	SIEĆ KOMPUTEROWA,
			STANDARD. PRZYRZĄDY POMIAROWE	INTERFEJSY POMIAROWE: IEC625, IEE488	POTRZEBNA KARTA INTERFEJSU	STEROWNIKI PLC
			KASETY I MODUŁY VXI	MAGISTRALA VXI	WYPOSAŻENIE SLOT 0	
			SPECJALIZOWANE MODUŁY POMIAROWE	FIRMOWE INTERFEJSY NIETYPOWE	POTRZEBNA KARTA INTERFEJSU	

Konfiguracja części programowej przyrządu wirtualnego



Środowiska programistyczne do realizacji przyrządów wirtualnych

LabVIEW (National Instruments)

LabWindows/CVI (National Instruments)

Visual Basic + Component Works (National Instruments)

Virtual Bench (National Instruments)

Measure + MS Excel (National Instruments)

TestPoint (Keithley)

HP VEE (Hewlett Packard)

DASYLab (Dasytec)

GENIE (Advantech)

...

LabView – Zasada tworzenia aplikacji

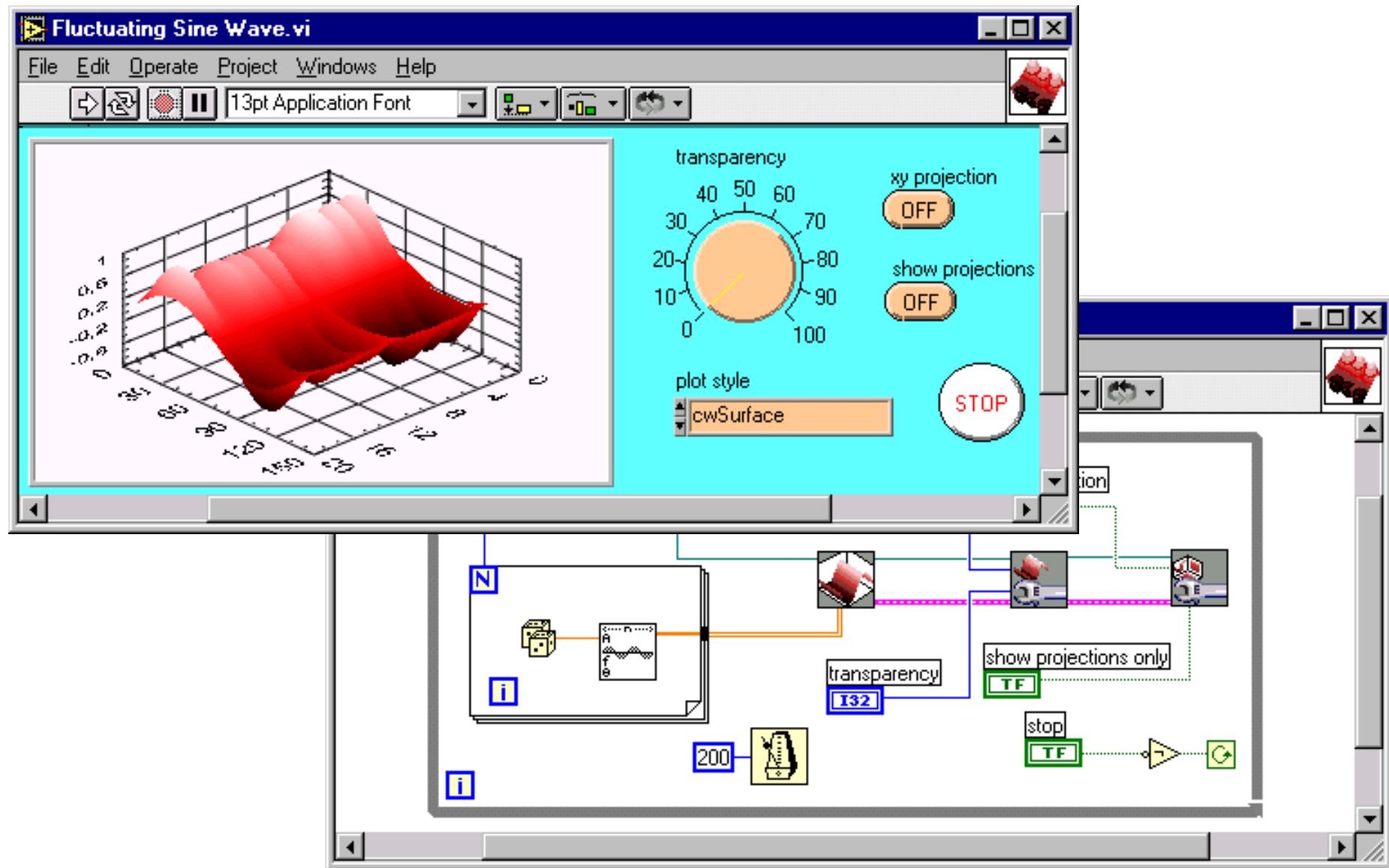
Programista wykorzystujący **LabVIEW** (National Instruments) ma do dyspozycji dwa okna: **panel** i **diagram**.

Panel stanowi graficzny interfejs aplikacji z użytkownikiem.

Diagram jest kodem programu tworzonym z wykorzystaniem graficznego języka programowania. Programowanie polega na wyborze z biblioteki odpowiednich elementów (np. obiektów) i łączeniu ich zgodnie z kierunkiem przepływu sygnałów.

Więcej szczegółów w Laboratorium KSP

LabView – Panel i Diagram programu

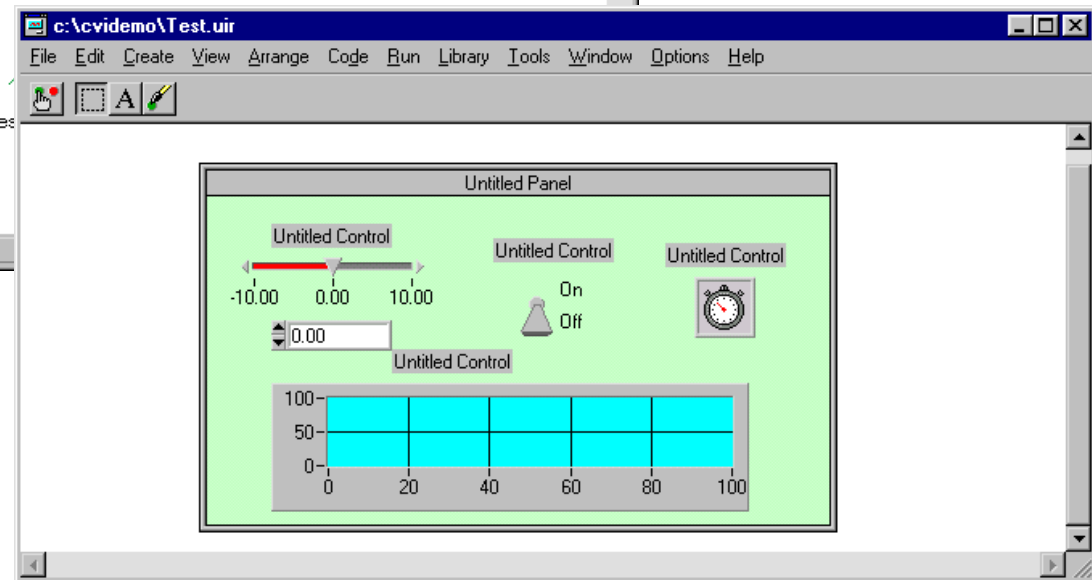
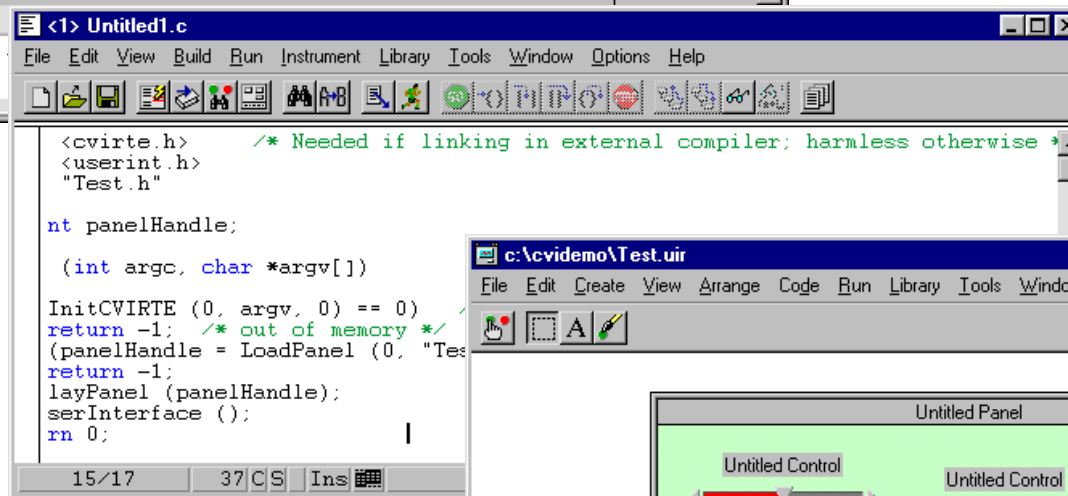
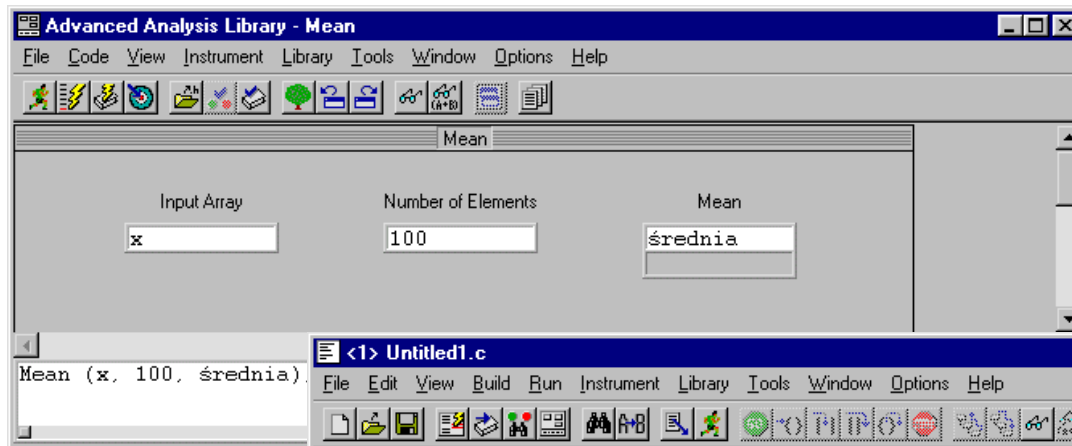


LabWindows/CVI – Zasada tworzenia aplikacji

Programowanie w środowisku **LabWindows/CVI** (National Instruments) polega na wyborze z menu tekstowego odpowiednich opcji. Wybrany symbol graficzny zostaje umieszczony na panelu, a wybrana funkcja lub procedura zostaje wprowadzona w postaci odpowiednich linii do programu **w języku C.**

Środowisko to jest szczególnie chwalone przez informatyków, ze względu na możliwość **bezpośredniej ingerencji w kod źródłowy** programu w klasycznym języku programowania.

LabWindows/CVI– kod programu i panel

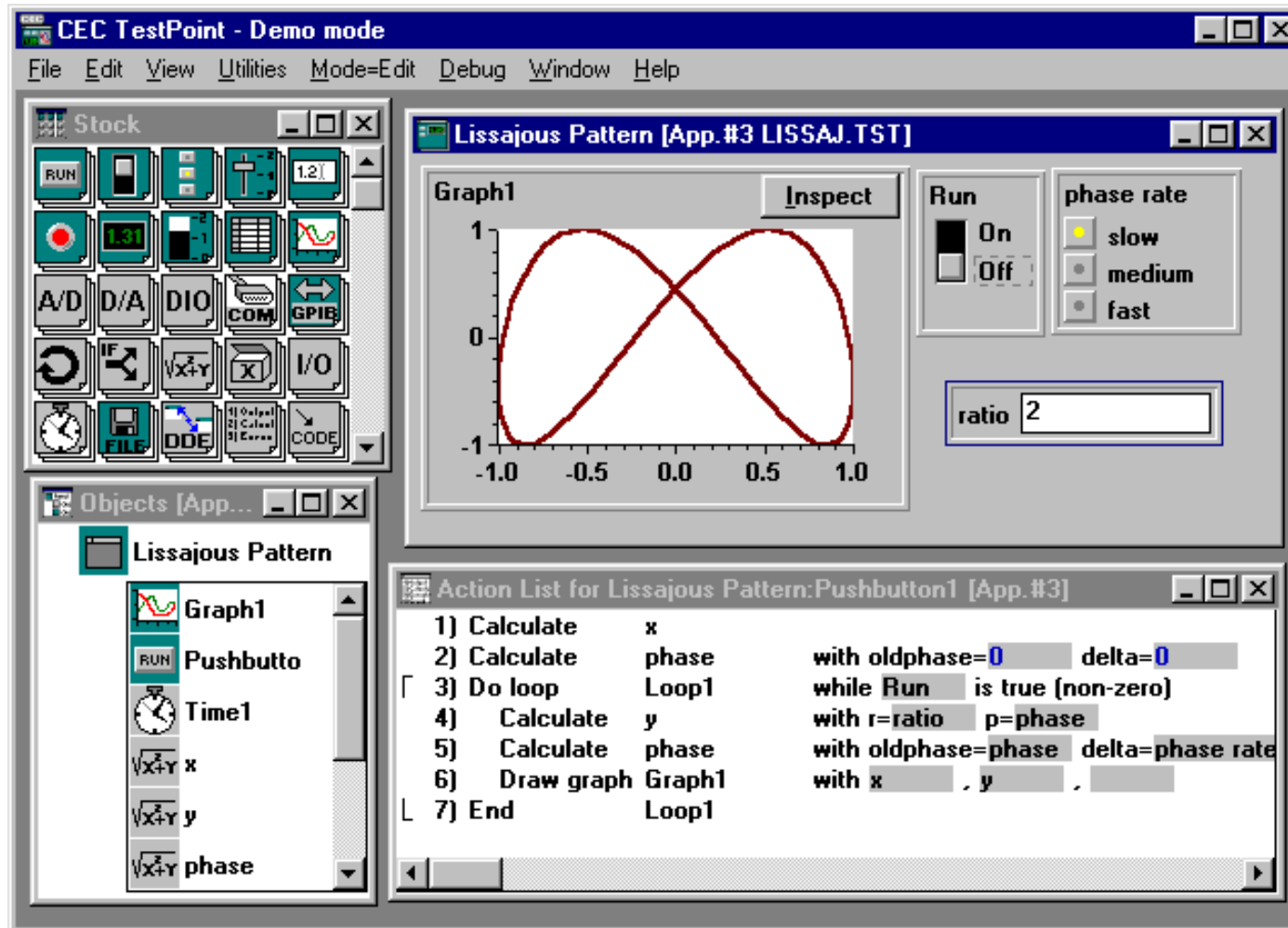


Test Point – Zasada tworzenia aplikacji

Programowanie przy użyciu zintegrowanego środowiska **TestPoint** (Keithley) odbywa się przez wybór odpowiednich **obiektów** i zdefiniowanie ich wzajemnych **relacji**.

Relacje pomiędzy obiektami definiuje programista w postaci opisu słownego zadań przypisanych każdemu z obiektów **(Action List)**. Dzięki temu użytkownikami systemu TestPoint mogą być osoby, które nie znają klasycznych języków programowania.

Test Point – Lista obiektów i lista przypisanych Akcji

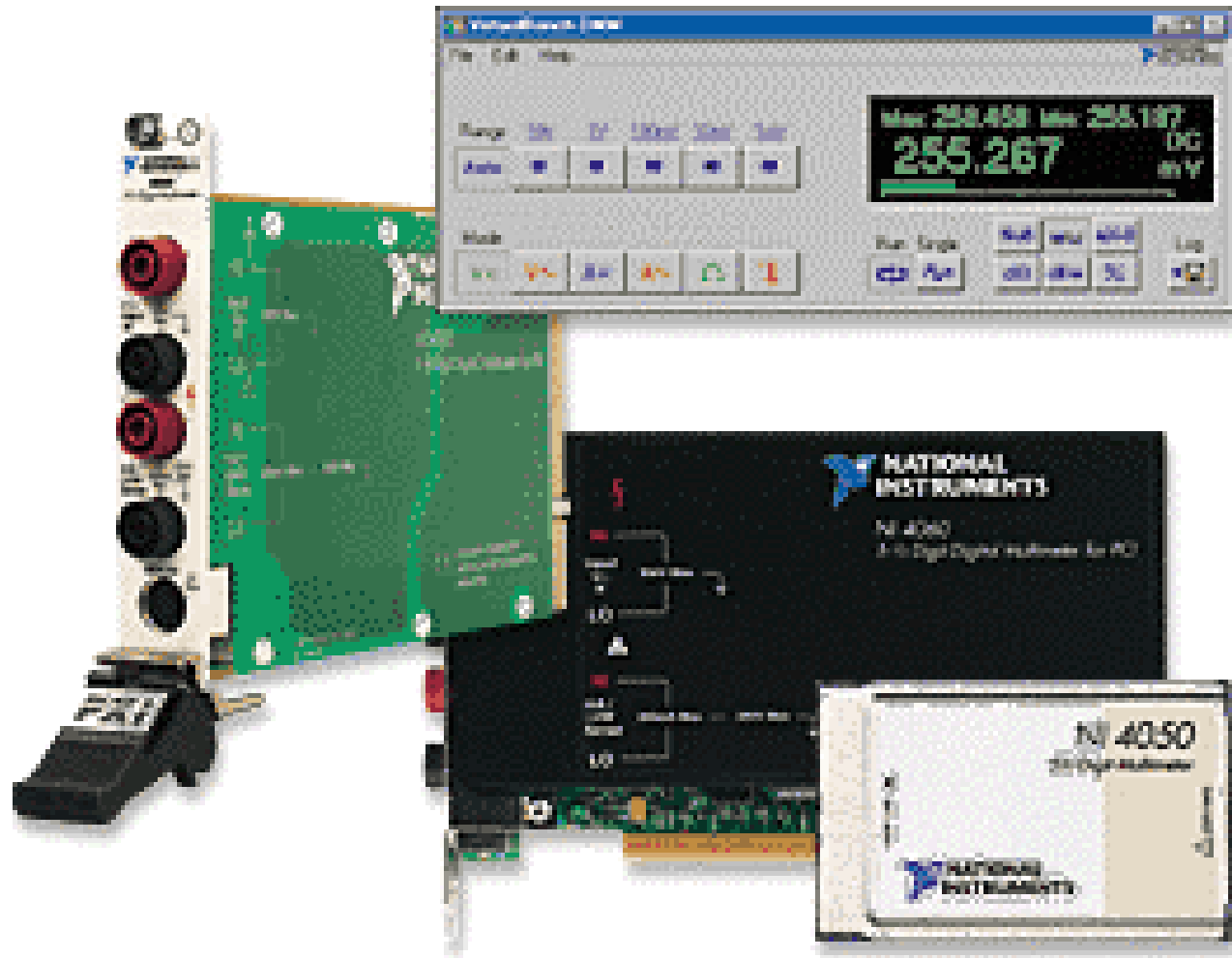


Przyrządy klasy Virtual Bench

Właściwości przyrządów klasy Virtual Bench:

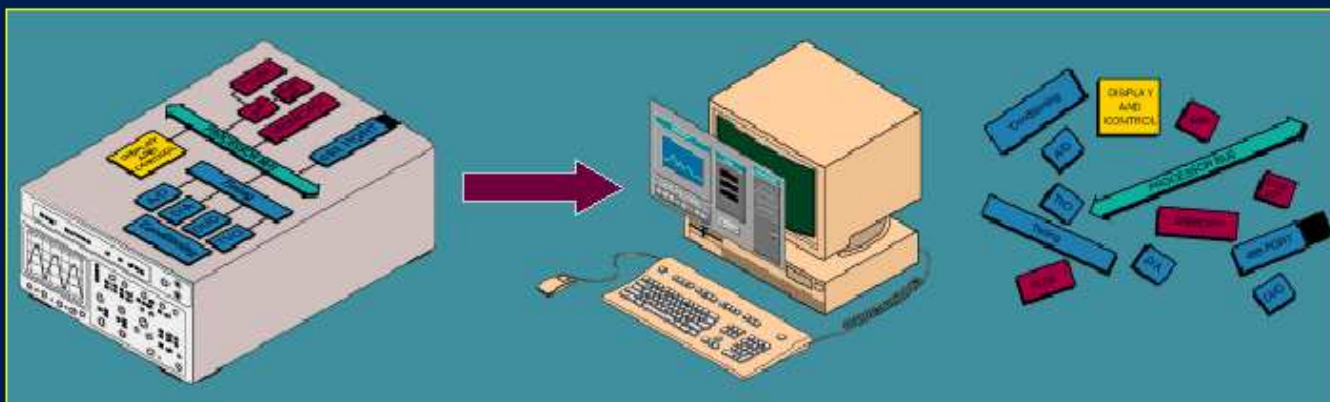
- producent dostarcza zestaw zawierający sprzęt i gotowy program
- karty klasy Virtual Bench nie wymagają dodatkowych układów kondycjonowania sygnałów, stanowią kompletny przyrząd
- program nie wymaga żadnych dalszych zabiegów programistycznych, jest w pełni skonfigurowany i gotowy do pracy,
- karty-przyrządy Virtual Bench mogą współpracować z różnymi magistralami: ISA, PCI, PXI, PCMCIA.

Virtual Bench, Ready-to-Run Virtual Instruments



Realizacja przyrządów tradycyjnych i wirtualnych

Virtual Instrument Paradigm Shift

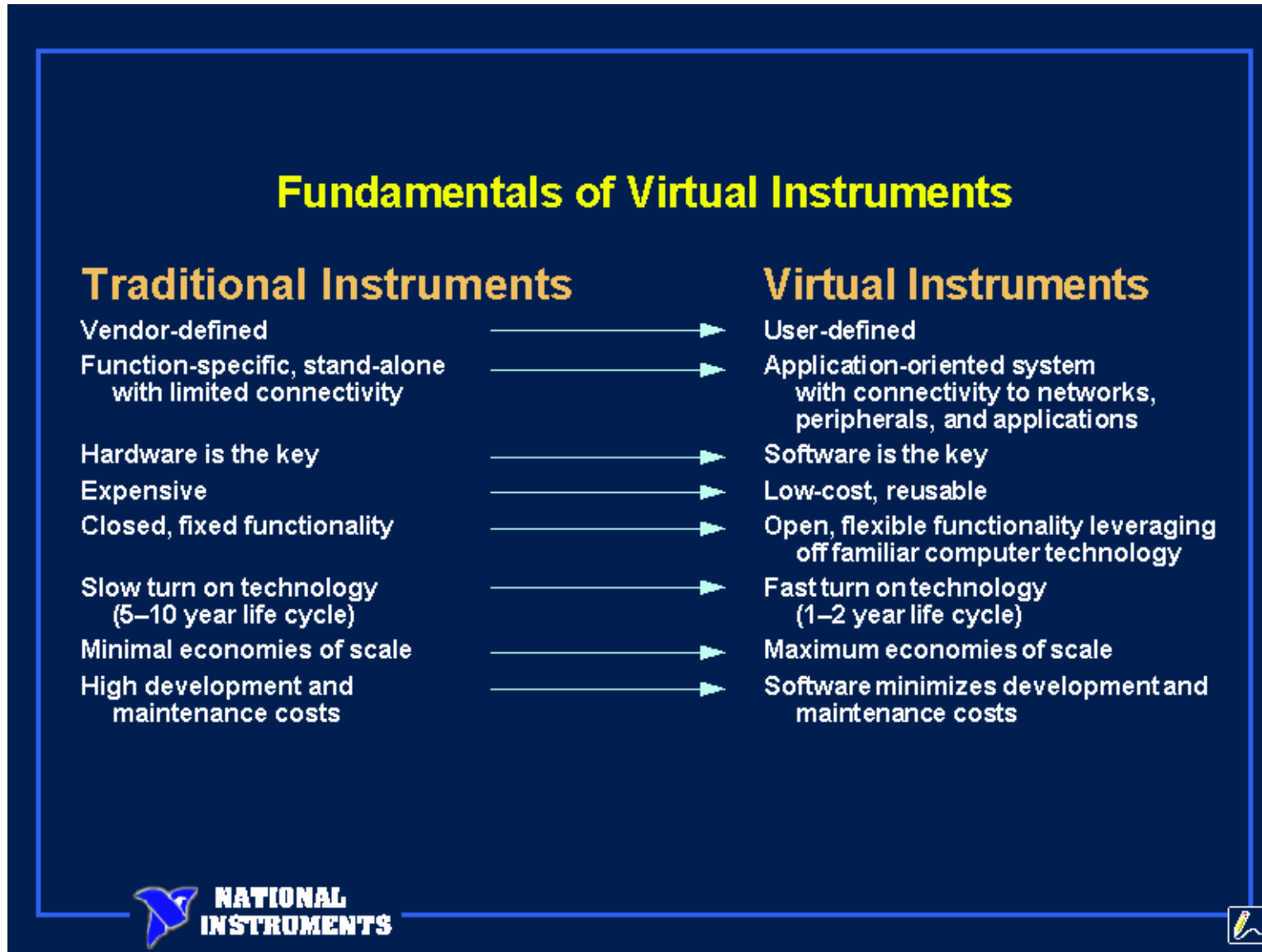


Traditional Instrument
“vendor-defined”

Virtual Instrument
“user-defined”



Porównanie przyrządów tradycyjnych i wirtualnych c.d.



Podsumowanie

1. W historii rozwoju aparatury pomiarowej można wyróżnić 4 generacje przyrządów pomiarowych.
2. Generacja I to przyrządy analogowe, generacja II to autonomiczne przyrządy cyfrowe, generacja III to przyrządy systemowe, generacja IV to przyrządy wirtualne.
3. Przyrząd wirtualny jest kombinacją sprzętu i oprogramowania, jego możliwości i parametry są określone przez te dwa składniki.
4. Zarówno sprzęt jak i oprogramowanie wirtualnego przyrządu pomiarowego składają się z dwóch części: elementów stanowiących standardowy lub specjalizowany komputer oraz komponentów pomiarowych.
5. Oprogramowanie przyrządu pomiarowego może być przygotowane za pomocą standardowych środowisk programistycznych (C lub podobnych) lub częściej za pomocą specjalizowanych środowisk zorientowanych na pomiary.
6. Dominującym obecnie na rynku środowiskiem do realizacji wirtualnych przyrządów pomiarowych jest LabVIEW National Instruments

