# Budowa i oprogramowanie komputerowych systemów sterowania

Wykład 4

# Przyrządy wirtualne

 Połączenie sprzętu pomiarowego, czy to wolnostojacego czy w postaci kart rozszerzeń do komputera (PC, Palmtopa itp.) z oprogramowaniem umożliwiającym obsługę tego sprzętu.



### Virtual Instruments - VI

 Karta DAQ lub tzw. digitizer czy te karta oscyloskopu cyfrowego w standardzie PCI/PXI/VXI + oprogramowanie na PC



- Określenie LabVIEW jest akronimem nazwy :
- Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench.
- Jest to graficzne środowisko programistyczne stworzone przez National Instruments.
- Środowisko wykorzystuje graficzny język programowania o nazwie "G".
- LabVIEW prezentuje odmienne podejście do sposobu kreowania programu.
- Program składa się z połączonych ze sobą węzłów operacyjnych a wykonywanie programu determinuje przepływ danych pomiędzy tymi węzłami.

- Program LabVIEW jest nazywany przyrządem wirtualnym ( virtual instrument) lub krótko programem VI. Określenie to wynika z podobieństwa wizualnego obrazu aplikacji oraz jej działania do rzeczywistego urządzenia.
- Program składa się z połączonych ze sobą węzłów operacyjnych a wykonywanie programu determinuje przepływ danych pomiędzy tymi węzłami.
- Każdy węzeł (w postaci odpowiedniej ikony) posiada wejścia odpowiadające za wprowadzanie danych wejściowych do węzła-funkcji oraz wyjścia, którymi są wyprowadzane dane wyjściowe z funkcji.
- Przepływ informacji określony liniami połączeń powoduje, iż operacje i funkcje są wykonywane w odpowiedniej kolejności.

- Standardowo projekt tworzony jest w dwóch oknach:
  - Panelu frontowy
  - Diagramie blokowym



# Tworzenie programu

LabVIEW					
Eile Edit Iools Help					
	Create a new virtual instrument for computation, user interface, or a report.	New Bla	л k VI		
		Open Get	erate and Display		
he I 🕅	/IE\A/~ 7 1		Dutitled 1 Front Pa	nel	
🔛 Layı		Help 🔻	File Edit Operate Tools	Browse Window Help	
				Show Navigation Window Ctrl+Shift+N Show Controls Palette Show Tools Palette Show Error List Ctrl+L	
Untitled 2 Block Diagram	e <u>Window H</u> elp			The Left and Right Ctrl+T	
<u> \$ &amp; ● ■ 8 №</u>	Show Front Panel Show Navination Window Otda	Ctrl+E Shft+N		V Uncided 1 Front Panel	
	Show Functions Palette Show Tools <u>P</u> alette Show Error <u>Li</u> st	Ctrl+L			
	Tile Left and Right Tile Up and Down Full Size	Ctrl+T Ctrl+/			
	✓ Untitled 2 Block Diagram Untitled 2 Front Panel		<		ß
			>		

### Panel frontowy



### **Diagram blokowy**



# Belki narzędziowe okien edycyjnych

#### Okno pulpitu



#### Okno diagramu





Wykonaj program



Wykonuj program cyklicznie



Przerwij wykonywanie programu



Pauza / kontynuacja

#### Manipulowanie ustawieniem obiektów:



Wyrównanie



Rozłożenie



Kolejność



Podgląd wykonania

Przeskocz subVI

TT I

- Wejdź do subVI
- r



#### Ustawianie atrybutów tekstu:

13pt Application Font

### Palety panelu frontowego



pomniejszeniu

**Controls Palette** - paleta z funkcjami które możemy użyć do projektu

**Tools Palette** - paleta z narzędzami do manipulowania elementami

Error List - lista błędów w projekcie

### Panele diagramu blokowego



**Navigation Window** - analogicznie jak poprzednio okno pokazuje rzut projektu w pomniejszeniu

Functions Palette - paleta z funkcjami które możemy użyć do projektu

**Tools Palette** - analogicznie jak paleta z narzędziami do manipulowania elementami diagramu blokowego

### Paleta narzędzi



Włączenie automatycznego wybierania narzędzi powoduje, że wskaźnik myszy (aktywne narzędzie) zmienia się w zależności od położenia względem obiektów na diagramie lub panelu czołowym

- Manipulator panelu sterowania
- Wybór / ustawienie / rozmiar
- A Edycja tekstów
- Wykonywanie połączeń
- Menu podręczne obiektu/węzła

- 🖑 🔰 Przewijanie okna edycyjnego
- Punkt zatrzymania programu
- Sonda (podgląd) wartości
- Kopiow
  - Kopiowanie kolorów obiektu
  - Zadawanie koloru tła i obrazu

### Tworzenie panelu frontowego



### Otrzymany schemat blokowy



### Rysowanie połączeń





### Zasady rysowania połączeń



### Uruchomienie

- W celu uruchomienia projektu przechodzimy do panela frontowego (Menu > Window > Show Front Panel) (lub przyciskamy CTRL+E).
- W panelu frontowym wystarczy przycisnąć przycisk Run Continously znajdujący się na pasku narzędzi - jak pokazano po lewej stronie.Uruchomi to projekt.
- W celu zatrzymania należy przycisnąć czerwoną ikonę pierwszą znajdującą się po prawej stronie od Run Continously.

🔀 vi_first.vi Front Panel					
Eile ș	alt ⊆	perate	Tools	Browse	Window
[	\$ 6	원 🔘	1	3pt Applic	ation Fo
Run continously					
	Num	eric		Boolean	

### LabVIEW - Debug



#### Step Into



#### Step Over



### LabVIEW - Kontrolki, wskaźniki stałe

	Numeric Control kontrolka	Numeric Indicator wskaznik	Numeric Constant stała
Panel Frontowy	Numeric ÷ 0	Numeric 0	Brak
Diagram blokowy	Numeric 1230	Numeric	123
Działanie	Pozwala użytkownikowi wprowadzić wartość; zostaje ona przekazana do kolejnych funkcji. Na panelu frontowym widzimy po lewej stronie przyciski umożliwiające zmianę wartości. Mały trójkąt znajdujący się na ikonie diagramu blokowego (z prawej strony) - symbolizuje że funkcja jest źródłem danych)	Wyświetla dane na panelu frontowym. Na panelu frontowym - brak przycisków pozwalających na zmianę zawartości komórki. Mały trójkącik znajdujący się na ikonie diagramu blokowego (z lewej strony) - symbolizuje że funkcja przyjmuje dane)	Stała dana; jest ona prekazywana do programu; nie ma żadnej reprezentacji na panelu frontowym Nie ma trójkącika, ale podobnie wyglądający obiekt jest zawsze źródłem informacji.

### LabVIEW - Kontrolki, wskaźniki stałe

- Aby zmienić kontrolkę (Control) na wskaźnik (Indicator) należy kliknąć prawym przyciskiem myszy na intersującą nas ikonę i wybrać z menu opcję "Change to Indicator". W odwrotną stronę - klikamy na element, lecz tym razem wybieramy opcję "Change to Control".
- Na diagramie blokowym klikając na interesującą nas ikonę - możemy konwertować ją w analogiczny sposób do jednej z dwóch pozostałych typów. Dostępna jest opcja konwersji na stałą ("Change to Constant"), której nie zobaczymy na panelu frontowym

<u>U8</u>	unsigned byte (bajt (bez znaku), 8-bit.)	<b>B</b>	byte
U16 I	unsigned word (słowo (bez znaku), 16-bit.)	<b>B</b>	enur
0321	unsigned long (podwójne słowo (b/znaku), 32-bit.)	271	clus
18	byte (bajt (ze znakiem), 8-bit.)	906	clus
<b>I16</b>	word (słowo (ze znakiem), 16-bit.)	[DBL]	array
1321	long (podwójne słowo (ze znakiem), 32-bit.)	[DBL])	array
SGL I	single (rzecz., pojedyncza precyzja)	[DBL]	wav
DBL I	double (rzecz., podwójna precyzja)	X	time
EXT	extended (rzecz., rozszerzona prec.)	<b>M</b> V <b>1</b>	wav
CXT	complex extended (zespolona, rozszerz. precyzja)	III.	digit
CDB	complex double (zesp., podwójna precyzja)	010	digit
CSC	complex single (zesp., pojedyncza precyzja)	170	I/O 1
T P	boolean (typ boolowski)		pictu
<u>abc</u>	string (łańcuch znakowy)		varia
P	path (scieżka (dostępu do pliku))		

byte stream (strumień bajtów)
enum (typ enum)
cluster mixed (klaster, różne elementy)
cluster numeric (klaster, el. numeryczne)
array 1D (tablica 1-wymiarowa)
array 2D (tablica 2-wymiarowa)
waveform graph (wykres)
time stamp (znacznik czasu, <64.64>-bit.)
waveform (wykres)
digital waveform (wykres cyfrowy)
digital data (dane cyfrowe)
I/O name (nazwa zasobu wejścia / wyjścia
picture (obraz)
variant (wariant)

- Typy danych typu byte, word, long dotyczą liczb całkowitych. Różnią się one długością bitową (8, 16, 32-bity). Wystepujący przed nimi przedrostek unsigned (bez znaku) oznacza, że dane mogą być jedynie wartościami nieujemnymi.
- Danymi rzeczywistymi są typy single, double, extended. Różnicę pomiędzy nimi stanowi ich precyzja.
- Zmienne zawierające przedrostek complex oznaczają liczby zespolone
- String określa łańcuch znakowy. Służy on do m.in. do przechowywania tekstu. Może również służyć do przechowywania danych zapisywanych lub odczytywanych z plików. Jest to zaprezentowane w dalszej części kursu.
- Path jest ścieżką dostępu do plików. Z typem tym można się spotkać przy obsłudze plików (otwieranie plików).

- Cluster Mixed klaster w którego skład wchodzą różne typy danych określony jest kolorem różowym. Alternatywnym typem klastra jest klaster liczbowy (Cluster Numeric), w skład którego wchodzą jedynie dane liczbowe (Numeric). Ten ostatni będzie oznaczony kolorem brązowym.
- Tablice jedno i dwu- wymiarowe (Array 1D, Array 2D) posiadają charakterystyczne nawiasy kwadratowe []. W środku nawiasu kwadratowego możemy zobaczyć typ danych jaki dana tablica posiada.
- W powyższym zestawieniu obie tablice przechowują typ double (DBL). Nawiasy kwadratowe [DBL], [DBL] mogą być pogrubione lub nie. Niepogrubiony nawias kwadratowy oznacza jednowymiarowość tablicy. Pogrubienie ma miejsce w przypadku gdy tablica ma co najmniej 2 wymiary.

- Waveform graph służy do przekazywania danych do tworzenia wykresu (grafu). Możemy zauważyć, że ikona jest podobna do ikony tablicy jednowymiarowej. Niesione dane są bowiem reprezentowane za pomocą tablicy Array 1D.
- Waveform różni się od Waveform graph tym, że zawiera dodatkowe dane - jakimi są czas startu wykresu, oraz okres próbkowania.
- Kolejnym z typów danych służących do tworzenia wykresu jest Digital waveform. Służy on do tworzenia wykresów cyfrowych. Typ danych zawiera czas początku, cyfrowe dane i wszystkie atrybuty cyfrowego wykresu.
- Digital data zawiera dane cyfrowe.

- I/O name przekazuje zasób wejścia/wyjścia, który użytkownik konfiguruje, do komunikacji. Typ ten jest używany do komunikacji m.in. z urządzeniami zewnętrznymi, aparaturą pomiarową.
- Picture dane zawierające obraz. LabVIEW pozwala na tworzenie i przedstawianie obrazów. Jest to przydatna opcja szczególnie-w celach wizualizacji niektórych wyników pomiarowych.

# Paleta obiektów nastawczych i prezentacyjnych



# Paleta obiektów nastawczych i prezentacyjnych



Array & Cluster – złożone nastawniki i wyświetlacze; dane w postaci tablic lub klastrów o określonej budowie.

**Graph** – różnego rodzaju wykresy; dane różnej postaci w zależności od rodzaju wykresu.

Np. wykres XY prezentujący jedną krzywą potrzebuje tablicy klastrów o przedstawionej niżej budowie:



# Paleta obiektów nastawczych i prezentacyjnych



**Refnum** – numery referencyjne obiektów różnych klas. Mogą to być numery referencyjne obiektów nastawczych lub prezentacyjnych.

I/O – nazwy zasobów I/O systemu komputerowego, np. urządzenia pomiarowego dołączonego do karty GPIB lub wyjścia USB komputera.

**Obiekty pomocnicze:** 

**Dekoracje –** służą do wizualnego grupowania lub separowania obiektów pulpitu.

Kontenery – służą do grupowania nastawników i wskaźników lub wyświetlenia panelu innego VI.

Przykłady: transmitancja.vi oraz sub-panel.

# LabVIEW - Pętle

- W LabVIEW podobnie jak w innych językach programowania - można realizować pętle. Do wyboru mamy pętle typu:
  - while
  - for
- Pętle powinny składać się z warunku do kiedy powinna być pętla realizowana (Conditional Terminal - w przypadku pętli while; count number - w przypadku pętli for) oraz z wartości iterowanej (Iteration Terminal). Ta ostatnia jest dostępna wewnątrz pętli.

# LabVIEW – Pętla while

 Pętla while znajduje się na palecie funkcji (Functions Palette) Exec Ctrl > While Loop.



- Warunki zakończania pętli while (Condition Terminal)
  - Stop if true pętla zakończy się gdy warunek podany do terminala będzie prawdziwy
  - Continue if true pętla będzie trwała dopóki warunek podany do terminala będzie prawdziwy
- Można zmienić typ terminala warunku, klikając na niego prawym przyciskiem myszy.

### Przykład pętli while

Random number	
0,593003	STOP
Iteration	
1,32165E+7	



### Labview – pętla for

- Funkcję pętli można również realizować przy wykorzystaniu pętli for, dostępnej z palety funkcji ( All Functions > Structures > For Loop).
- Różnicą pomiędzy pętlą for, a pętlą while jest warunek wykonywania. W przypadku pętli for - z góry deklarujemy ilość iteracji, jaką pętla ma wykonać.



- Niejednokrotnie zachodzi potrzeba przekazania wartości otrzymanej w iteracji (n) do kolejnej iteracji (n+1) pętli. Można to zrobić korzystając z rejestrów przesuwnych.
- W celu dodania rejestru przesuwnego do pętli (for lub while) należy kliknąć na lewą krawędź prawym przyciskiem myszy, a następnie wybrać Add Shift Register.



 W pierwszej iteracji rejestr przesuwny (Shift Register) jest wypełniany wartością (Initial Value). W kolejnych iteracjach rejestr ten zawiera wartość obliczoną w poprzedniej iteracji.





- Po uruchomieniu tego przykładu na ekranie będą wyświetlane kolejne wartości: 0, 3, 6, 9, 11, ... 27.
- Algorytm działania:
  - W pierwszym kroku rejestr (z lewej strony) zawiera wartość 0 (Initial Value).
  - Do niej dodawana jest wartość 3 i przekazywana do rejestru po prawej stronie.
  - W kolejnych krokach wartość rejestru z lewej strony jest uzupełniana ostatnio otrzymanym wynikiem (zapisanym w rejestrze po prawej stronie).



- W tym przypadku sposób przekazywania argumentów jest bardziej skomplikowany.
- Rejestry po lewej stronie inicjalizowane są odpowiednio wartościami 0 i 1.
- Po wykonaniu pierwszej pętli wartość z prawej strony przypisana jest do górnego rejstru z lewej strony.
- Ten zaś przechodzi na miejsce dolnego rejestru.

# Grupowanie danych z wyjścia

- Wynik działania pętli może być zgrupowany (zindeksowany) do postaci tablicy (Array) lub pozostawiony bez grupowania.
- Indeksowanie wyników sprowadza serię pojedyńczych wartości do tablicy (Array). Array jest przekazywany dalej do programu - dopiero po pełnym zakończeniu pętli (po ostatniej iteracji).
- Odwrotnie jest w przypadku braku indeksowania.
   Poszczególne próbki nie są grupowane. Jedynie wynik pochodzący z ostatniej iteracji przekazywany jest dalej do programu.
- Dwa odmienne poniższe przykłady obrazują różnicę.

# Grupowanie danych z wyjścia



- W powyższym przykładzie po wykonaniu całej pętli wynik zostanie przekazany do wykresu (Waveform Graph) - w zgrupowanej postaci.
- Argumentem wykresu jest Array (jednowymiarowy).
- Wielowymiarowe szeregi (Array) można otrzymać przez wielokrotne indeksowanie wyników, kilka zagnieżdżonych pętli)

# Grupowanie danych z wyjścia



- W powyższym przykładzie jedynie ostatni wynik jest wyrzucany na zewnątrz pętli. Tam też odbywa się testowanie czy wartość jest podzielna przez dwa (zapalona dioda) czy nie (zgaszona dioda).
- Aby zabronić indeksowania należy kliknąć prawym przyciskiem na kwadrat - symbolizujący indeksowanie. Wybieramy Disable Indexing.