



**Katedra Mechaniki i Podstaw Konstrukcji Maszyn  
POLITECHNIKA OPOLSKA**

**Komputerowe wspomaganie eksperymentu  
Pomiar sygnałów analogowych**

*dr inż. Roland PAWLICZEK*

Materiały źródłowe:

- Dariusz Świsulski, *Komputerowa technika pomiarowa: Oprogramowanie wirtualnych przyrządów pomiarowych w LabVIEW*, Agenda Wydawnicza PAK-u, Warszawa 2005.
- Wiesław Tłaczała, *Środowisko LabVIEW w eksperymencie wspomaganym komputerowo*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2002.
- *Przewodniki i dokumentacja National Instruments (www.ni.com)*

2

Treść wykładu

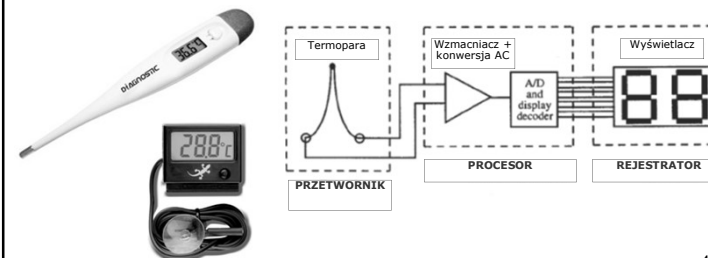
- *Struktura układu pomiarowego.*
- *Konwersja analogowo-cyfrowa.*
- *LabVIEW pomiar sygnałów analogowych:*
  - *funkcje niskiego poziomu,*
  - *funkcje wysokiego poziomu.*

3

Struktura układu pomiarowego



- **Przetwornik:** czujnik, którego głównym zadaniem jest zamiana mierzonej wielkości fizycznej na sygnał elektryczny.
- **Procesor:** układ cyfrowy filtrujący zakłócenia i wzmacniający sygnał.
- **Rejestrator:** zapisuje i wyświetla informacje z procesora.



4

### Szerokość pasma częstotliwości

Jest to zakres częstotliwości, które układ pomiarowy może w sposób dokładny odwzorować. Przyjmuje się, że tłumienie amplitudy sygnału przenieszonego nie powinno być większe niż 3dB.

$\omega_L$ ,  $\omega_H$  – dolna i górna częstotaść odcinająca

5

### Szerokość pasma częstotliwości

- widmo sygnału wejściowego

- charakterystyka pasma częstotliwości

- widmo sygnału wyjściowego

6

### Konwersja A/C

**Sygnałem ciągłym** w czasie jest funkcja  $x(t)$ , której dziedziną jest każdy punkt pewnego przedziału osi czasu.

**Sygnałem dyskretnym** w czasie jest funkcja  $x[n]$ , której dziedziną jest zbiór liczb całkowitych.

Sygnal ciągły

Sygnal próbkowany (dyskretny w czasie)

Sygnal skwantowany (dyskretny w wartościach, czasowo ciągły)

Sygnal cyfrowy (dyskretny w czasie i w wartościach)

7

### Konwersja A/C

**Próbkowanie:** odczytywanie sygnału czasowego w równoodległych chwilach czasowych  $T_A$  (np. co 1 ms)

**częstotliwość próbkowania:**  $f_A = 1/T_A$  – zależy od prędkości komunikacji i przetwarzania komputera, wykonywanych zadań obliczeniowych.

**UWAGA: Aliasing!**

$f_A = \frac{1}{T_A} > 2f_{max}$

8

### Konwersja A/C

**Kwantowanie:** W celu obróbki cyfrowej sygnał ciągły musi zostać odczytany w sposób nieciągły i zapisany jako dyskretna wartość.

wielkość analogowa  $x_1$   
wielkość dyskretna  $x_2$   
krok kwantowania  
czas  $t$

krok kwantowania  $a = \frac{\text{zakres pomiarowy}}{2^{\text{rozdzielczość przetwornika}}}$   
np.  $\frac{10V}{2^{16}} \approx 0,000153V = 0,153mV$

### Rozdzielczość próbkowania

Sygnał sinusoidalny 5kHz odwzorowany 16-bitowo i 3-bitowo

amplituda (V)  
Czas ( $\mu s$ )

16-bit  
 $2^{16} = 65\ 536$  poziomów  
3-bit  
 $2^3 = 8$  poziomów

9

### Konwersja A/C

**Okna czasowe:** wpływ skończonego czasu obserwacji – przeciek widma.

Sygnał okienkowany, okno Hanninga  
okno okienkowanego, okno Hanninga

10

### LabVIEW Express: funkcje niskiego poziomu

**Express:** paleta zawierająca funkcje proste w obsłudze, konfigurowane za pomocą okien dialogowych.

Krok kwantowania

Próbkowanie + długość bufora

11

### LabVIEW: DAQmx funkcje wysokiego poziomu

**Measurement I/O DAQmx Data Acquisition:** złożone programowanie, swobodna konfiguracja z poziomu interfejsu użytkownika.

12

LabVIEW: DAQmx funkcje wysokiego poziomu

The screenshot displays the LabVIEW DAQmx high-level functions interface. It includes several configuration panels:
 

- Kanał pomiarowy** (Measurement Channel): Physical Channel (Dev 1/ao0), Max Voltage (5), Min Voltage (-5), Terminal Configuration (default).
- Próbkowanie** (Sampling): Sample Clock Source (OnboardClock), Sample Rate (1000), Actual Sample Rate (1000.00), Number of Samples (100).
- Rejestracja danych** (Data Logging): Logging Mode (Off), TDMS File Path.
- Akwizycja danych** (Data Acquisition): A graph showing voltage over time (0 to 0.1 seconds).
- Wyzwalanie pomiarów** (Measurement Triggers): Analog Start, Analog Pause, Analog Reference, Digital Start, Digital Pause, Digital Reference.

13

LabVIEW: DAQmx funkcje wysokiego poziomu

Wybór i konfiguracja kanału pomiarowego, określenie kroku kwantowania.

The screenshot shows the configuration for a measurement channel. Key elements include:
 

- Terminal Configuration**: Set to I1S2.
- Min Voltage**: Set to DB1.
- Max Voltage**: Set to DB1.
- Physical Channel**: Set to I170.
- AI Voltage**: Selected in the dropdown menu.
- DAQmx Create Virtual Channel.vi**: The main configuration block.

Kanał pomiarowy

14

LabVIEW: DAQmx funkcje wysokiego poziomu

Określenie próbkowania, długości bufora.

The screenshot illustrates the configuration for sampling and buffer size. Key elements include:
 

- Number of Samples**: Set to I1S2.
- Sample Mode**: Set to Continuous Samples.
- Sample Rate**: Set to DB1.
- Sample Clock Source**: Set to I170.
- DAQmx Timing.vi**: The main configuration block.
- Sample Clock**: Selected in the dropdown menu.
- Actual Sample Rate**: Set to DB1.

Próbkowanie

15

LabVIEW: DAQmx funkcje wysokiego poziomu

Rejestracja danych z pomiaru.

The screenshot shows the configuration for data logging. Key elements include:
 

- Operation**: Set to Open or Create.
- TDMS File Path**: A file path input field.
- Logging Mode**: Set to I1S2.
- DAQmx Configure Logging.vi**: The main configuration block.

Rejestracja danych

16

**LabVIEW: DAQmx funkcje wysokiego poziomu**

*Uruchamianie pomiaru w ściśle określonym momencie, np. po osiągnięciu zadanej temperatury, ciśnienia, prędkości obrotowej.*

Wybór kanału, do którego jest podłączony np. sygnał z czujnika.

Not all hardware supports all trigger types.  
Refer to your device documentation for more information.

**Wyzwalanie pomiarów**

17

**LabVIEW: DAQmx funkcje wysokiego poziomu**

*Start pomiarów – pomiar ciągle do czasu zakończenia pętli*

Akwizycja danych

18

**LabVIEW: DAQmx funkcje wysokiego poziomu**

*Zakończenie zadania*

Zakończenie zadania

19