

## PARAMETRY SYGNAŁÓW W DZIEDZINIE WARTOŚCI (1)

### I. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest przypomnienie podstawowych parametrów w dziedzinie wartości i rozkładów prawdopodobieństwa wartości chwilowych amplitud sygnałów oraz problemów związanych z estymacją gęstości prawdopodobieństwa za pomocą histogramu.

### II. Zagadnienia

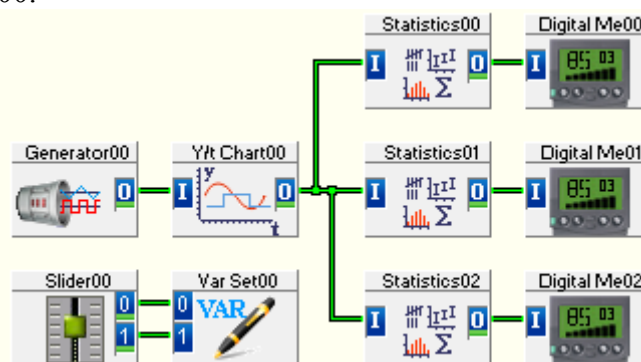
1. Wartość średnia, wartość średniokwadratowa, RMS, odchylenie standardowe, wariancja – definicje, estymacja.
2. Rozkład gęstości prawdopodobieństwa, histogram, dystrybucja, krzywa skumulowana. Zasady estymacji funkcji gęstości prawdopodobieństwa za pomocą histogramu. Histogramy wartości chwilowych amplitud typowych sygnałów (szum, sinus, prostokąt).
3. Rozkład normalny i jego parametry.

### III. Przebieg ćwiczenia

Do wykonania ćwiczenia wykorzystany zostanie komputer PC i program DASYLab.

#### 1. Wybrane parametry w sygnałach w dziedzinie wartości

- 1.1. Zbudować układ przedstawiony na rysunku 1. Opcje modułów: **Slider00**: blok 1: Channel Name: Amplitude, Min. Value: 0; Max.Value: 10, Resolution: 10, blok 2: Channel Name: Offset, Min. Value: 0; Max.Value: 10, Resolution: 10; **VarSet00**: blok 1:  $\{VAR\_1\}$ , blok 2:  $\{VAR\_2\}$ ; **Generator00**: Sine, Frequency: 10 Hz, Amplitude:  $\{VAR\_1\}$ , Offset:  $\{VAR\_2\}$ ; **Y/t Chart00**: Auto Scaling; **Statistics00**: RMS, Block Based; **Dig.Meter00**: Name: RMS, Evaluation: Last value; **Statistics01**: Standard deviation, Block Based; **Dig.Meter01**: Name: Odch std, Evaluation: Last value; **Statistics02**: Mean, Block Based; **Dig.Meter02**: Name: Średnia, Evaluation: Last value.
- 1.2. W menu programu *Experiment/Experiment Setup* ustawić Sampling Rate/Ch. = 1000 Hz, Block Size = 1000.

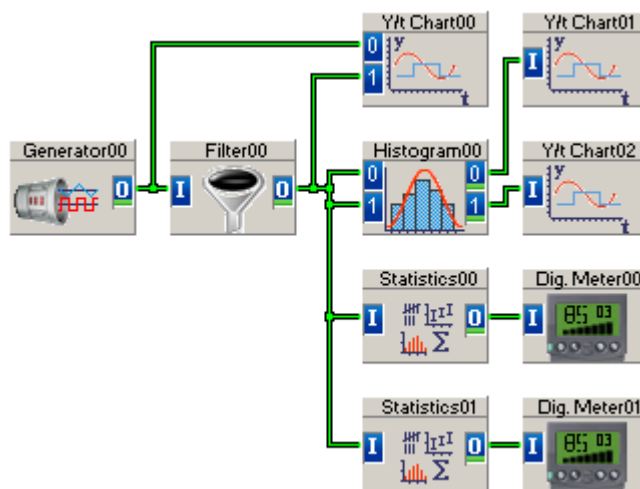


Rys. 1. Układ do wyznaczania wybranych parametrów w dziedzinie wartości sygnałów.

- 1.3. Uruchomić układ i dla nastaw modułu **Slider00**: Amplitude = 2V, Offset = 0V porównać wskazania mierników dla przebiegów: sinusoidalnego, prostokątnego i trójkątnego. Ustawić Offset = 1V i powtórzyć obserwacje. Wyniki zestawić w tabeli.

## 2. Rozkłady prawdopodobieństwa wartości chwilowych amplitud sygnałów

- 2.1. Zbudować układ do generowania i wizualizacji sygnałów oraz wyznaczania histogramu (rys.2). Opcje modułów: **Generator00**: Noise; **Filter00**: off, **Histogram00**: blok1: Type: Class histogram; Operation: Bins = 40; Scaling: wył.; Output: One value every 1 Blocks; blok2: Type: Class histogram; Operation: Bins = 40; Scaling: wył.; Output: Continous; **Statistics00**: Mean, Running; **Statistics01**: Standard Deviation, Running; **Dig.Meter00-01**: Last Value; **Y/t Chart00-02**: Auto Scaling. W menu okien wizualizacji **Y/t Chart01-02**: *Display/Window/Colors and Lines* ustawić Line Style > Bar (wykres słupkowy).
- 2.2. W menu programu *Experiment/Experiment Setup* ustawić Sampling Rate/Ch. = 5000 Hz, Block Size = 2048.



Rys. 2. Układ do wyznaczania średniej, odchylenia standardowego i histogramu typowych sygnałów

- 2.3. W module **Generator00** ustawić szum *Noise*. Uruchomic program i na podstawie histogramu ocenić typ i parametry rozkładu. W oknie wizualizacji modułu **Y/t Chart 02** pokazywany jest histogram „wygładzony” w wyniku uśredniania.
- 2.4. W module **Filter00** ustawić - Low Pass, Butterworth,  $A_t = 200$  Hz, Order 2. Uruchomic program i na podstawie histogramu ocenić typ, a na podstawie wskazań mierników parametry rozkładu. Mierniki cyfrowe **Dig.Meter00** i **Dig.Meter01** pokazują odpowiednio wartość średnią i odchylenie standardowe analizowanego sygnału. Zwrócić uwagę na przebiegi czasowe sygnałów. Dobrać nastawy modułów **Generator00** i **Filter00** aby uzyskać rozkład  $N(1,1)$ .
- 2.5. W module **Histogram00** zmienić nastawy obydwóch bloków na: Type: Sum histogram i zaobserwować przebieg dystrybuanty empirycznej.
- 2.6. Dla wybranych sygnałów (szum, sinus) zmieniać w module **Histogram00** liczbę klas w zakresie 5 -200. Zaobserwować zmiany w wyglądzie histogramu. Zarejestrować wybrane histogramy.
- 2.7. Dla kilku typowych sygnałów z generatora (sinus, prostokąt, piła) zaobserwować przebiegi czasowe i histogramy. Sprawdzić wpływ zmiany amplitudy i składowej stałej przebiegu na histogram. Zarejestrować wybrane histogramy.

#### IV. Pytania kontrolne

1. Podać definicje wartości średniej, RMS i odchylenia standardowego oraz praktyczne zależności służące do wyznaczania tych wielkości (estymatory) na podstawie  $N$  wartości sygnału dyskretnego  $x(n)$ .
2. Wyjaśnić związek RMS i odchylenia standardowego sygnału. Kiedy te wielkości są sobie równe?
3. Wyjaśnić różnicę pomiędzy rozkładem gęstości prawdopodobieństwa wartości chwilowych sygnału a histogramem tych wartości.
4. Omówić sposób wyznaczania histogramu na podstawie  $N$  próbek sygnału  $x(n)$ .
5. Jakie typowe rozkłady prawdopodobieństwa mogą mieć sygnały szumowe? Narysować przykładowe rozkłady, podać ich opis analityczny (funkcje gęstości prawdopodobieństwa).
6. Podać opis analityczny i narysować funkcje gęstości prawdopodobieństwa  $p(x)$  dla sygnałów szumowych:  $N(0,1)$  i  $N(1,3)$ .

#### Literatura

1. Bendat J.S, Piersol A.G.: Metody analizy i pomiaru sygnałów losowych. PWN, Warszawa 1976.
2. Hasse L. i in.: Sygnały przypadkowe, szумы, Wyd. Politechniki Gdańskiej, 1998.
3. Smith S.W.: Cyfrowe przetwarzanie sygnałów. Praktyczny przewodnik dla inżynierów i naukowców. Wyd. BTC, Warszawa 2007.
4. Hagel R., Szuta J.: Podstawy miernictwa wielkości stochastycznych, Wyd. Politechniki Śląskiej, 1985.
5. Hagel R., Zakrzewski J. Miernictwo dynamiczne. WNT, Warszawa 1984.
6. Otnes R.K., Enochson L.E.: Analiza numeryczna szeregów czasowych. WNT, Warszawa 1979.
7. Zieliński T.P.: Cyfrowe przetwarzanie sygnałów. Od teorii do zastosowań. WKiŁ, Warszawa 2005.