

PARAMETRY SYGNAŁÓW W DZIEDZINIE WARTOŚCI (2)

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

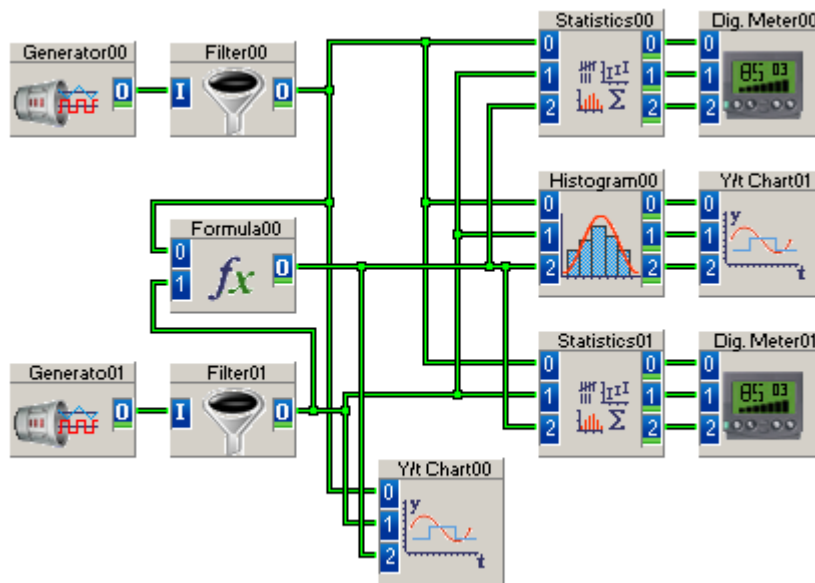
1. Rozkład gęstości prawdopodobieństwa, histogram, dystrybuanta, krzywa skumulowana. Zasady estymacji funkcji gęstości prawdopodobieństwa za pomocą histogramu. Histogramy wartości chwilowych amplitud typowych sygnałów (szum, sinus, prostokąt).
2. Rozkład normalny i jego parametry. Rozkład prawdopodobieństwa sumy dwóch sygnałów: sygnały losowe o rozkładach normalnych, sygnał sinusoidalny i szum gaussowski.
3. Centralne twierdzenie graniczne.

III. Przebieg ćwiczenia

Do wykonania ćwiczenia wykorzystany zostanie komputer PC i program DASYLab.

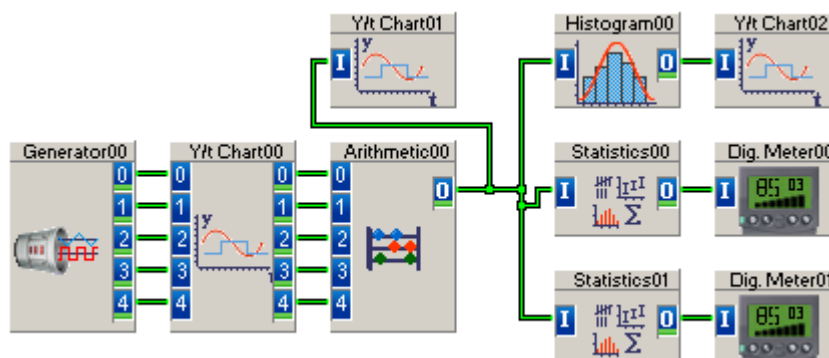
1. Rozkłady prawdopodobieństwa wartości chwilowych amplitud sygnałów

- 1.1. Zbudować układ do generowania i wizualizacji sumy dwóch sygnałów oraz wyznaczania histogramów (rys. 1). Opcje modułów: **Generator00-01**: Noise; **Filter00**: Low Pass 100 Hz; **Filter01** - Low Pass 500 Hz **Formula00** - $IN(0) + IN(1)$, **Histogram00**: wszystkie bloki: Type: Class histogram; Operation: Bins = 40; Scaling: wył.; Output: Continuous; **Statistics00**:- wszystkie bloki: Mean, Running; **Statistics01**: wszystkie bloki: Standard Deviation, Running; **Dig.Meter00-01**: Last Value. W menu okna wizualizacji **Y/t Chart01 Display/Window/Colors and Lines** ustawić Line Style > Bar (wykres słupkowy).
- 1.2. W menu *Experiment/Experiment Setup* ustawić Sampling Rate/Ch. = 5000 Hz, Block Size = 2048.
- 1.3. Zaobserwować przebiegi czasowe i histogramy poszczególnych sygnałów. Na podstawie wskazań mierników zweryfikować teoretyczne parametry rozkładu (średnia, odchylenie standardowe) sygnału sumarycznego. Mierniki cyfrowe **Dig.Meter00** i **Dig.Meter01** pokazują odpowiednio wartość średnią i odchylenie standardowe analizowanych sygnałów i sygnału sumarycznego. Obserwacje powtórzyć przy ustawieniu w module **Generator00**: Offset = -1.
- 1.4. Ustawić **Filter01**: off i zaobserwować histogram przebiegu będącego sumą szumów o rozkładach: równomiernym i normalnym



Rys. 1. Układ do wyznaczania parametrów i histogramu sumy dwóch sygnałów

- 1.5. Zmieniając typ przebiegu z modułu **Generator01** na Sine zaobserwować histogram sygnału sumarycznego. Zmniejszając w module **Generator01** (ew. zwiększając w module **Generator00**) amplitudę sygnału zaobserwować zmiany w przebiegu histogramu sygnału sinusoidalnego z nałożonym szumem gaussowskim w zależności od stosunku sygnał/szum. Stosunek sygnał/szum łatwo określić jako iloraz odpowiednich odchyleń standardowych. Można w tym celu rozbudować układ o dodatkowy moduł formuły i miernika cyfrowego.
- 1.6. Zmieniając typ przebiegu z modułu **Generator01** na Square zaobserwować histogram sygnału sumarycznego w zależności od stosunku sygnał/szum.
- 1.7. Według rysunku 2 zbudować układ do wyznaczania histogramu sygnału złożonego z kilku składowych. Opcje modułów: **Arithmetic00**: Operation with two or more operands, Operation: Add; **Histogram00**: 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.
- 1.8. W menu programu *Experiment/Experiment Setup* ustawić Sampling Rate/Ch. = 5000 Hz, Block Size = 2048.



Rys. 2. Układ do wyznaczania histogramu sygnału złożonego z kilku różnych składowych

- 1.9. W module generatora **Generator00** dla wszystkich bloków ustawić sygnały szumowe o amplitudach: pierwszy blok: 1V, pozostałe bloki: 0V i zaobserwować, jak zmienia się rozkład sygnału sumarycznego przy wzroście liczby składowych od dwóch (amplitudy kolejnych składowych ustawiać na 1 V) do pięciu.
- 1.10. W module generatora **Generator00** na pierwszym bloku zostawić szum, na pozostałych ustawić sygnały o różnych kształtach i nie synchronicznych częstotliwościach oraz amplitudach 1V. Zaobserwować i zarejestrować histogram uzyskanego sygnału sumarycznego.

IV. Pytania kontrolne

1. Podać opis analityczny i narysować funkcje gęstości prawdopodobieństwa $p(x)$ dla sygnałów szumowych: $N(0,1)$ i $N(1,3)$.
2. Podać opis analityczny i narysować przebiegi funkcji gęstości prawdopodobieństwa dla sygnału, będącego sumą szumów o rozkładach: $N(1,3)$ i $N(2,4)$.
3. Narysować przykładowe rozkłady prawdopodobieństwa dla sygnału sinusoidalnego i szumu o rozkładzie normalnym oraz przykładowy rozkład dla sumy tych sygnałów. Jak zmienia się kształt rozkładu sygnału sumarycznego przy zmianach stosunku sygnał/szum?
4. Jak zmienia się rozkład sumy szumów o rozkładach równomiernych w miarę wzrostu liczby składników?
5. W jaki sposób można oszacować wartość skuteczną szumu dysponując oscyloskopem elektronicznym jedno- i dwukanałowym?

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.