

**SILESIA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
FACULTY OF ENERGY AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING
INSTITUTE OF POWER ENGINEERING AND TURBOMACHINERY**

***POLITECHNIKA ŚLĄSKA
WYDZIAŁ INŻYNIERII ŚRODOWISKA I ENERGETYKI
INSTYTUT MASZYN I URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH***

Discretization of continuous signals

(M – 19)

Dyskretyzacja sygnałów ciągłych

LABORATORY OF METROLOGY

LABORATORIUM METROLOGII

Developed // *Opracował*: mgr inż. Michał JURCZYK
mgr inż. Janusz MĘDRYCH

Checked // *Sprawdził*: dr inż. Daniel WĘCEL

1. Aim of the exercise //Cel ćwiczenia

The aim of the exercise is to investigate the effect of quantization resolution and sample rate of processing the analog signal into a digital on a restore accuracy original value.

//Celem ćwiczenia jest poznanie wpływu wartości rozdzielczości kwantowania i częstotliwości próbkowania przy przetwarzaniu sygnału analogowego w cyfrowy na dokładność odtworzenia jego wartości pierwotnej.

2. Introduction //Wstęp

By discretization the signal we understand change of the measured variable on the adequate signal parameter with a finite set of values and unambiguous assignment of functions over time. This process occurs with the use of A/C converters, which transform in specific period of time continuous input signal to a discrete output signal.

//Poprzez dyskretyzację sygnału rozumiemy odwzorowanie stanu wielkości pomiarowej na odpowiedni parametr sygnału o skończonym zbiorze wartości i jednoznacznym przyporządkowaniu funkcji w czasie. Proces ten następuje przy wykorzystaniu przetworników analogowo-cyfrowych A/C, które przetwarzają w wybranej chwili czasu ciągły sygnał wejściowy na dyskretny sygnał wyjściowy.

The accuracy of the analog-to-digital converter is depend by the following parameters:

- resolution quantization (discretization in the field of value),
- sampling rate (discretization in the time domain),
- accuracy and stability of the parameters used in measurement system,
- The size of interference,
- selection of the appropriate processing method for a given case.

//Na dokładność przetwarzania analogowo-cyfrowego sygnału mają wpływ następujące parametry:

- *rozdzielczość kwantowania (dyskretyzacji w dziedzinie wartości),*
- *częstotliwość próbkowania (dyskretyzacji w dziedzinie czasu),*
- *dokładność i stałość parametrów stosowanych elementów układu,*
- *wielkość zakłóceń,*
- *wybór odpowiedniej metody przetwarzania dla danego zastosowania.*

The user of the measuring system most often has influence the selection of only the first two parameters. Therefore, these parameters are often the subject of analysis. In a limited way can also affect the minimization of interference in system. Other parameters are dependent on the execution of processing unit. A typical resolution of transmitters that are used for measuring the temperature is 2^8 to 2^{14} bits. The frequency of such devices is generally from 0,1 to 1 Hz. For measurements of fast-changing device is used converter with a frequency of 10 Hz.

//Użytkownik systemu pomiarowego najczęściej ma wpływ na dobór jedynie dwóch pierwszych parametrów, dlatego też parametry te stają się często obiektem analizy. W ograniczony sposób można również wpływać na minimalizację powstałych zakłóceń. Pozostałe parametry są zależne od wykonania urządzenia przetwarzającego. Typowa rozdzielczość przetworników stosowanych w pomiarach np. do pomiaru temperatury wynosi od 2^8 do 2^{14} bitów. Częstotliwość takich urządzeń wynosi zazwyczaj od 0,1 do 1 Hz. Dla pomiarów wartości szybkozmiennych stosuje się urządzenia o częstotliwości 10 Hz.

3. Laboratory station //Stanowisko Laboratoryjne

For carrying out the measurements with the virtual converter used MATLAB - SIMULINK program. Such prepared devices allow you to change the resolution of the quantization values and the sampling frequency. Course of the original signal, reconstituted samples, and an error are shown in the graphs of time and also calculated is their effective value.

//Do przeprowadzenia pomiarów użyto wirtualnego przetwornika wykonanego w środowisku programu MATLAB - SIMULINK. Tak przygotowane urządzenia pozwalają na zmianę rozdzielczości przetwornika w dziedzinie wartości oraz częstotliwości próbkowania. Przebiegi sygnału oryginalnego, odtworzonego z próbek, oraz błędu przedstawione są w postaci wykresów czasowych, obliczana jest także ich wartość skuteczna.

In Fig. 1 shows the transmitter model that allows for switching the resolution of quantization of the signal. The model allows to determine the size of the error resulting from the quantization level and observe shapes of signals.

//Na rys. 1 przedstawiono model przetwornika pozwalającego na zmianę rozdzielczości kwantowania sygnału. Model pozwala na określenie wielkości błędu wynikającego z kwantyzacji w poziomie, oraz na obserwację kształtów sygnałów.

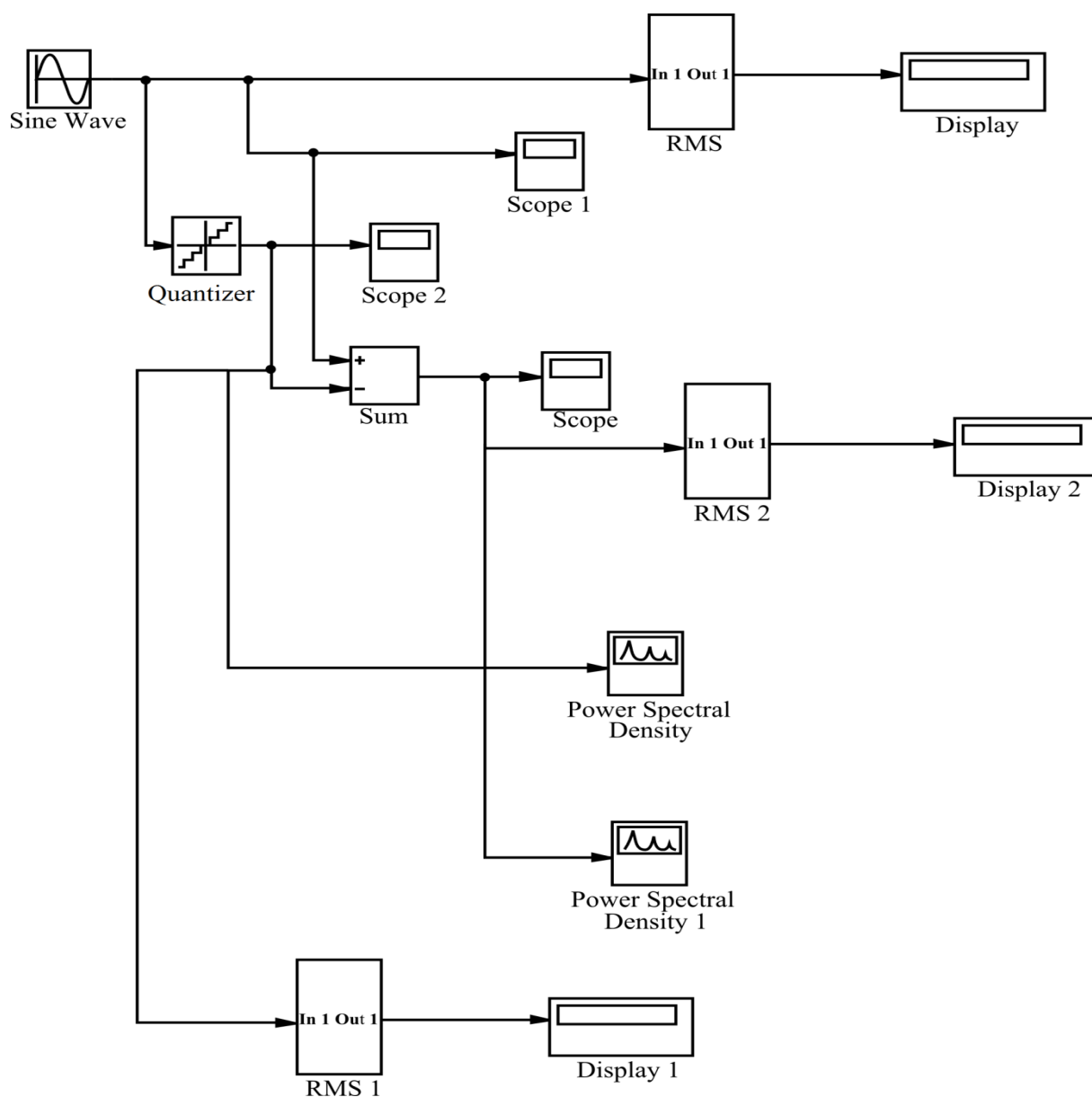


Fig. 1 Model of transmitter, which allows for switching the resolution of quantization signal

// Rys. 1 Model przetwornika pozwalającego na zmianę rozdzielczości kwantowania sygnału

Changes in the value of quantization resolution in an appropriate range are made on an item by quantizing (Quantizer). In this case, sampling frequency is not regulated. Effective value of the individual signals is determined by means of the RMS (*Root Mean Square*) and then displayed in the appropriate display box. Model is also equipped with additional elements to allow a preview of the spectral of power density and scope in which it is possible to observe the shapes of the tested signals.

//Zmiany wartości rozdzielczości kwantowania w odpowiednim zakresie dokonuje się za na elemencie kwantującym (kwantyzeryze). W tym wypadku wstępnie brakuje regulacji częstotliwości próbkowania przetwornika. Wartość skuteczną poszczególnych sygnałów jest wyznaczana za pomocą elementu RMS (ang. Root Mean Square), a następnie wyświetlana w odpowiednim polu. Dodatkowo w modelu umieszczono elementy umożliwiające podgląd

rozkładu widma gęstości mocy (*Power Spectral Density*) oraz oscyloskopy (*Scope*) na których możliwe jest obserwowanie kształtów badanych sygnałów.

In Fig. 2 shows the transmitter model which allows to change the sampling frequency during simulation. As in the previous model it is possible: determination of the error value and the assessment of signal shapes.

//Na rys. 2 przedstawiono model przetwornika umożliwiające zmianę częstotliwości próbkowania podczas przeprowadzania symulacji. Jak w poprzednim modelu możliwe są: określenie wartości błędu jak i ocena kształtów sygnałów.

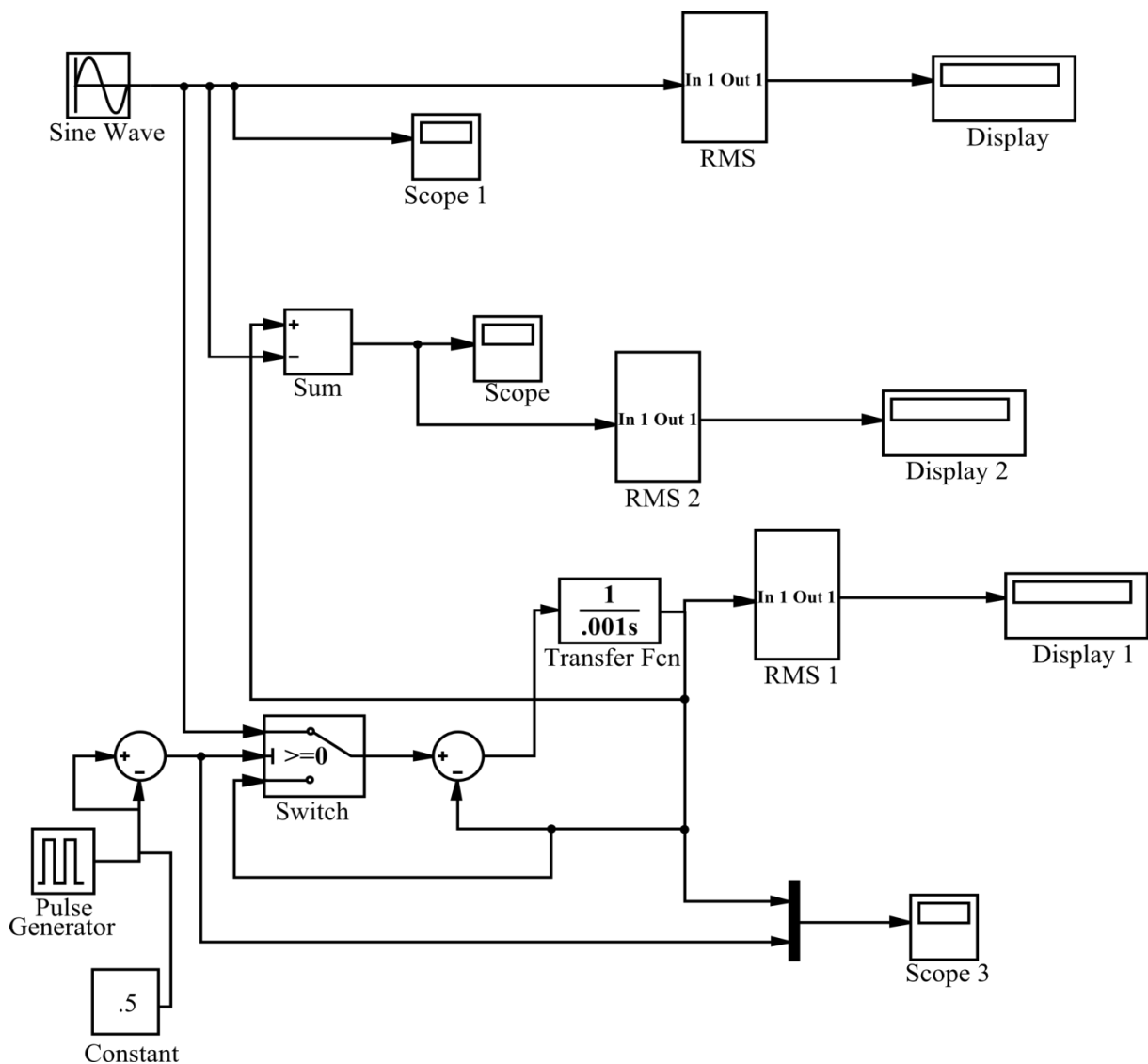


Fig. 2 Model of transmitter which allows to change the sampling frequency

//Rys. 2 Model przetwornika pozwalającego na zmianę częstotliwości próbkowania sygnału

In this case, the user is not able to change the quantization resolution. In this case is also used the pulse generator allows to change the frequency of the sampling signal during the execution of the simulation.

//W tym przypadku użytkownik nie ma wpływu na zmianę rozdzielczości kwantowania. Oprócz elementów zastosowanych w schemacie przedstawionym na rysunku 1 wykorzystano również generator pulsacyjny umożliwiający zmianę częstotliwości próbkowania sygnału w trakcie wykonywania symulacji.

4. Exercise //Przebieg ćwiczenia

1. Start the application MATLAB and load the file indicated by the teacher
//Uruchomić aplikację MATLAB i wczytać wskazany przez prowadzącego plik,
2. Change the transmitter resolution in the range indicated by the teacher
//Zmieniać rozdzielczość przetwornika we wskazanym przez prowadzącego zakresie,
3. Read the effective error value for each value of the tested transmitter resolution
//Odczytać wartość skuteczną błędu dla poszczególnych wartości rozdzielczości przetwornika,
4. Draw the characteristics of effective error value as a function of the resolution of the transmitter $\delta_{RMS}=f(K_s)$ *//Wykreślić charakterystykę wartości skutecznej błędu od rozdzielczości przetwornika $\delta_{RMS}=f(K_s)$,*
5. Run the file relating to the impact of the value of the frequency on the value of error *//Uruchomić plik dotyczący wpływu częstotliwości przetwarzania na wartość błędu,*
6. Change the sampling frequency in the range indicated by the teacher
//Zmieniać częstotliwość próbkowania we wskazanym przez prowadzącego zakresie,
7. Read the value of effective error value for each of the transmitter sampling frequency *//Odczytać wartość skuteczną błędu dla poszczególnych wartości częstotliwości próbkowania,*
8. Draw the characteristics of effective error value as a function of the sampling frequency $\delta_{RMS} = f(f_s)$ *//Wykreślić charakterystykę wartości skutecznej błędu od częstotliwości próbkowania $\delta_{RMS}=f(f_s)$*

5. Report // *Sprawozdanie*

A complete report should include // *Kompletne sprawozdanie powinno zawierać:*

- Title page // *Stronę tytułową,*
- Aim of the exercise // *Cel ćwiczenia,*
- Short theoretical introduction // *Krótki wstęp teoretyczny,*
- Schemes of analyzed transmitters // *Schematy analizowanych przetworników,*
- Measurement cards // *Karty pomiarowe,*
- The characteristics of transmitters error value // *Charakterystyki błędu przetwarzania przetworników,*
- Conclusions // *Wnioski.*

The report must be delivered to the teacher at the latest two weeks after classes // *Sprawozdanie należy dostarczyć prowadzącemu zajęcia najpóźniej dwa tygodnie po przeprowadzeniu zajęć.*

