

Ćwiczenie: "Mierniki cyfrowe"

Opracowane w ramach projektu: "Informatyka – mój sposób na poznanie i opisanie świata" realizowanego przez Warszawską Wyższą Szkołę Informatyki.

Zakres ćwiczenia:

- Próbkiowanie sygnałów analogowych
- Pomiary z wykorzystaniem cyfrowych częstotliwościomierzy i fazomierzy
- Pomiary z wykorzystaniem cyfrowych woltomierzy i amperomierzy
- Pomiary rezystancji z wykorzystaniem omomierzy cyfrowych
- Pomiary elementów R, L i C z wykorzystaniem mostków cyfrowych



Autor: Marcin Godziemba-Maliszewski

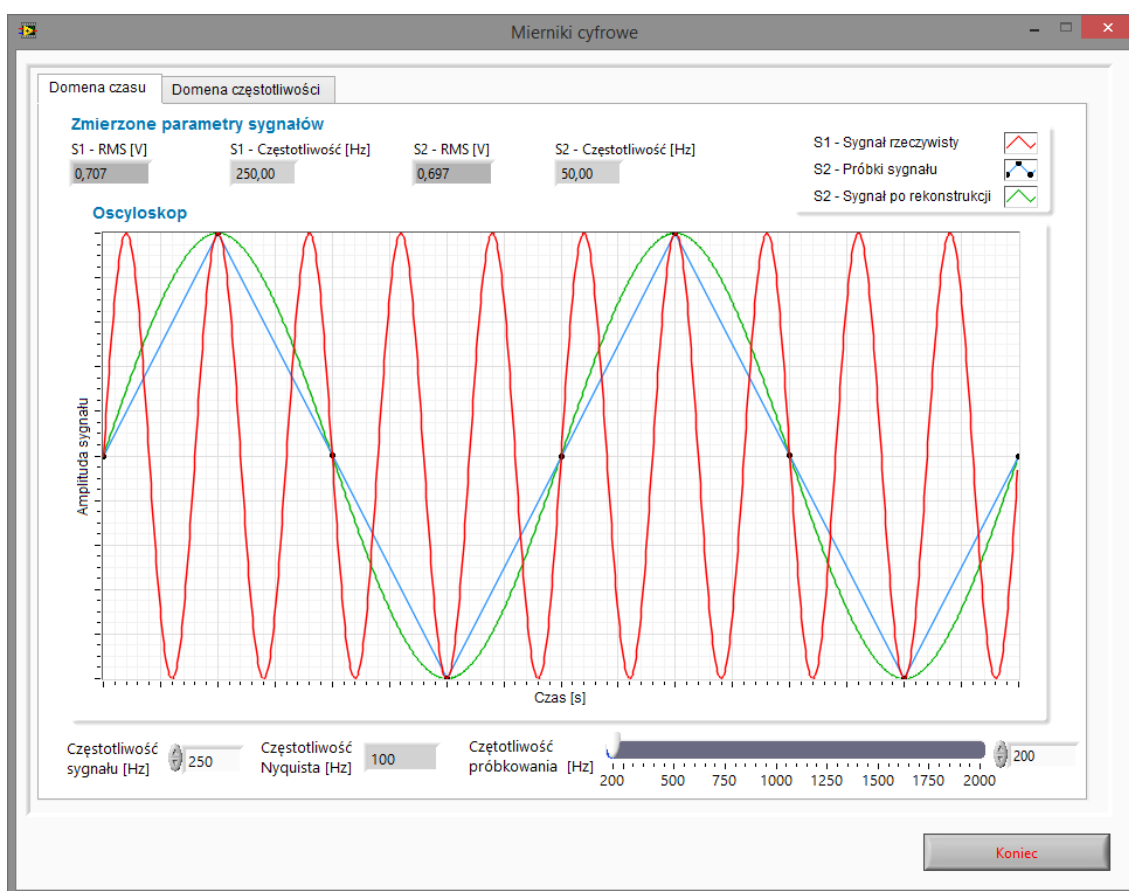
Radom 2013

Scenariusz prowadzenia ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest poznanie działania i obsługi wybranych mierników cyfrowych.

Próbkowanie sygnałów analogowych.

Celem modułu jest zapoznanie się ze zjawiskiem próbkowania sygnałów analogowych oraz podstawowych parametrów mających wpływ na możliwość prawidłowego odtworzenia sygnału próbkowanego.



Rys. 1. Wirtualny przyrząd pomiarowy do obserwacji zjawiska próbkowania sygnału analogowego.

Częstotliwość próbkowania określa liczbę pobranych próbek sygnału ciągłego przypadających na jedną sekundą.

Częstotliwość Nyquista określa najwyższą częstotliwość składowe sygnału, jaką możemy odtworzyć bez błędów i efektów aliasingu dla danej częstotliwości próbkowania.

Twierdzenie o próbkowaniu sygnału okresowego określa minimalną częstotliwość próbkowania sygnału ciągłego która musi być większa od dwukrotności najwyższej składowej częstotliwości w mierzonym sygnale

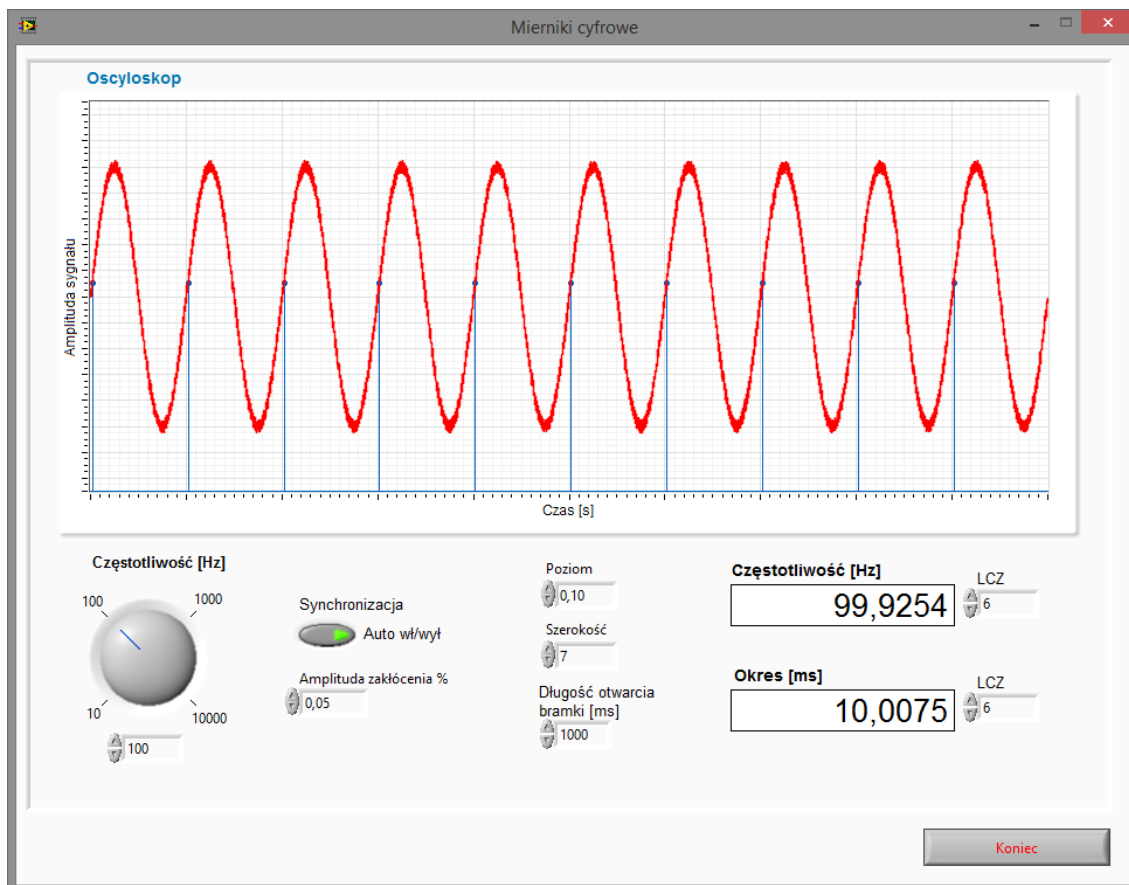
Zadanie 1.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 1 zaobserwować wpływ częstotliwości próbkowania sygnału na częstotliwość i kształt odtworzonego sygnału z próbek.



Pomiar częstotliwości.

Celem modułu jest zapoznanie się ze sposobem pomiaru częstotliwości oraz okresu sygnałów z wykorzystaniem symulatora cyfrowego miernika częstotliwości.



Rys. 2. Wirtualny przyrząd pomiarowy do badania częstotliwości sygnału.

Zadanie 2.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 2 należy zbadać wpływ amplitudy sygnału zakłócającego na dokładność pomiaru częstotliwości.

Zadanie 3.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 2 należy zbadać wpływ wartości poziomu oraz szerokości detekcji na dokładność pomiaru częstotliwości dla różnych wartości amplitudy sygnału zakłócającego.

Zadanie 4.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 2 należy zbadać wpływ czasu otwarcia bramki na dokładność pomiaru częstotliwości dla różnych wartości amplitudy sygnału zakłócającego dla wartości poziomu i szerokości określonych w poprzednim zadaniu.

Zadanie 5.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 2 oraz najlepsze parametry pomiaru określone w zadaniu 4 należy określić liczbę cyfr znaczących wyniku pomiaru częstotliwości, dla których zmiany zachodzą jedynie na ostatniej cyfrze. Należy określić błąd względny wyniku pomiaru.



Zadanie 6.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 2 dokonać wielokrotnego pomiaru (co najmniej 10) częstotliwości i okresu sygnału o częstotliwości 50 Hz dla parametrów: zakłócenie równe 0,02 %, czas otwarcia bramki 2000 ms, poziom 0,2 i szerokość 6. Dla przeprowadzonych pomiarów wyznaczyć wartość średnią:

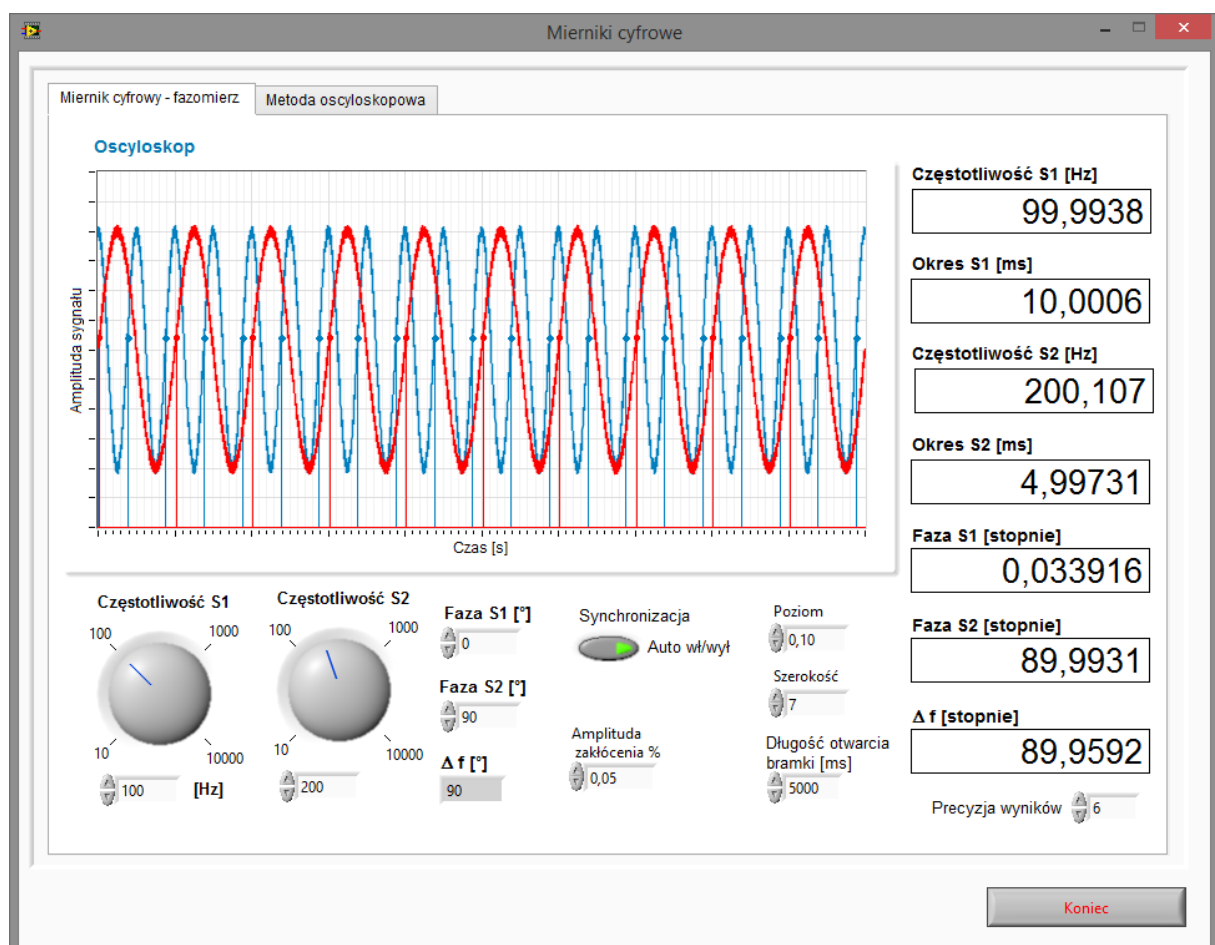
$$f_s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f$$

oraz odchylenie średnie kwadratowe jako miarę rozrzutu wyników pomiarów wokół wartości średniej:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (f - f_s)^2}$$

Pomiar przesunięcia fazowego.

Celem modułu jest zapoznanie się ze sposobem pomiaru przesunięcia fazowego pomiędzy sygnałami z wykorzystaniem symulatora cyfrowego miernika częstotliwości oraz metody oscyloskopowej.



Rys. 3. Wirtualny przyrząd pomiarowy do badania przesunięcia fazowego pomiędzy sygnałami.



Zadanie 7.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 3 należy zaobserwować wpływ parametrów pomiaru (poziom i szerokość detekcji, czas otwarcia bramki) na pomiar częstotliwości oraz przesunięcia fazowego pomiędzy sygnałami w zależności od amplitudy sygnału zakłócającego oba przebiegi. Dla parametrów pomiaru cechujących się największą stabilnością wskazań obliczyć względny błąd pomiaru przesunięcia fazowego.

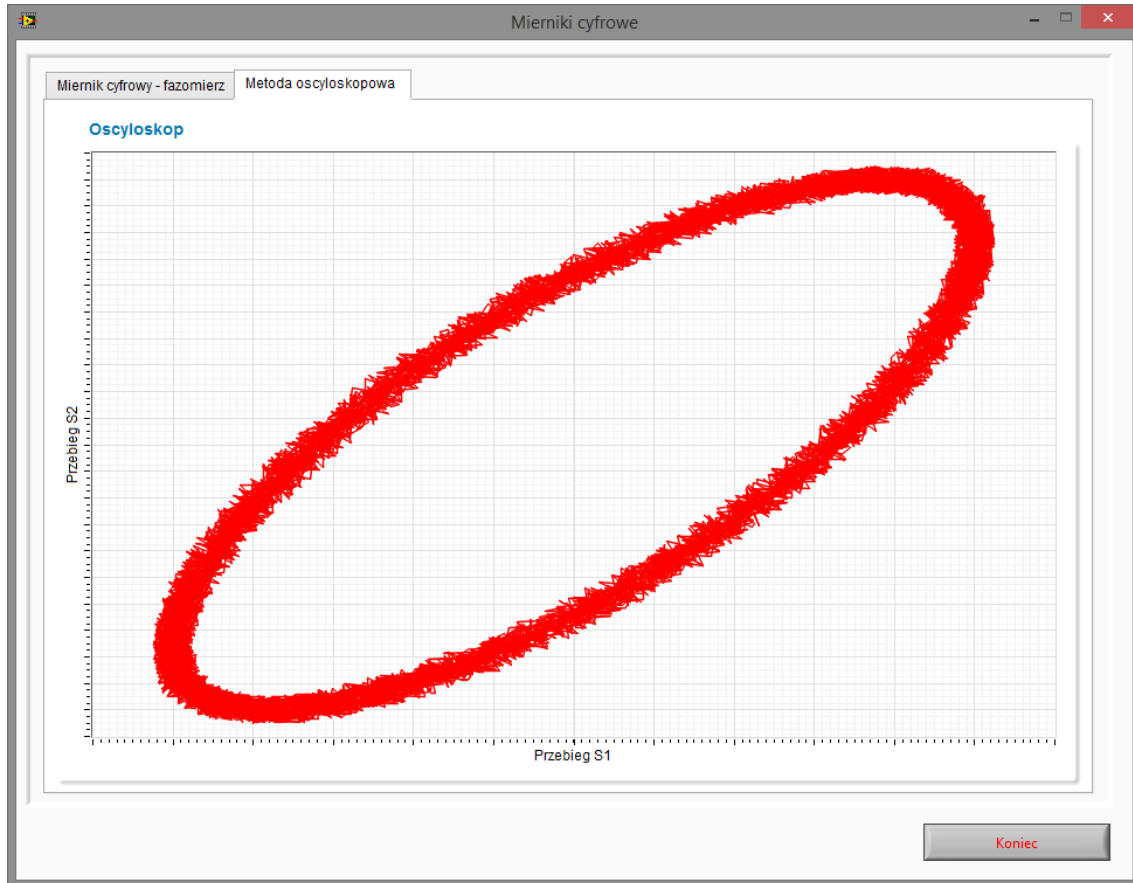
Zadanie 8.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 3 dokonać wielokrotnego pomiaru (co najmniej 10) przesunięcia fazowego dwóch sygnałów o stosunku częstotliwości 1:3 i przesunięci nastawionym z zakresu 20–70 stopni oraz dla parametrów: zakłócenie równe 0,02 %, czas otwarcia bramki 2000 ms, poziom 0,2 i szerokość 6. Dla przeprowadzonych pomiarów wyznaczyć wartość średnią:

$$\varphi_s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \varphi$$

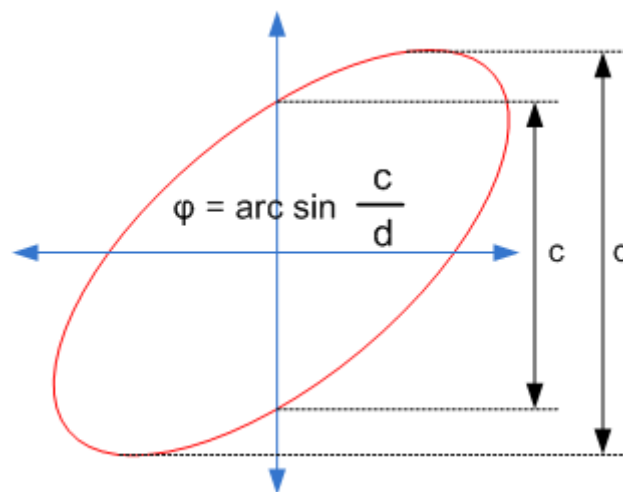
oraz odchylenie średnie kwadratowe, jako miarę rozrzutu wyników pomiarów wokół wartości średniej:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\varphi - \varphi_s)^2}$$



Rys. 4. Wirtualny przyrząd pomiarowy do badania przesunięcia fazowego pomiędzy sygnałami z wykorzystaniem krzywych Lissajous.

Pomiar przesunięcia fazowego oraz stosunku częstotliwości sygnału można dokonać z wykorzystaniem oscyloskopu cyfrowego. Przykład wyznaczania przesunięcia fazowego dla dwóch sygnałów o jednakowej częstotliwości został pokazany na rysunku nr 5.



Rys.5. Sposób wyznaczania kąta przesunięcia fazowego z krzywej Lissajous.



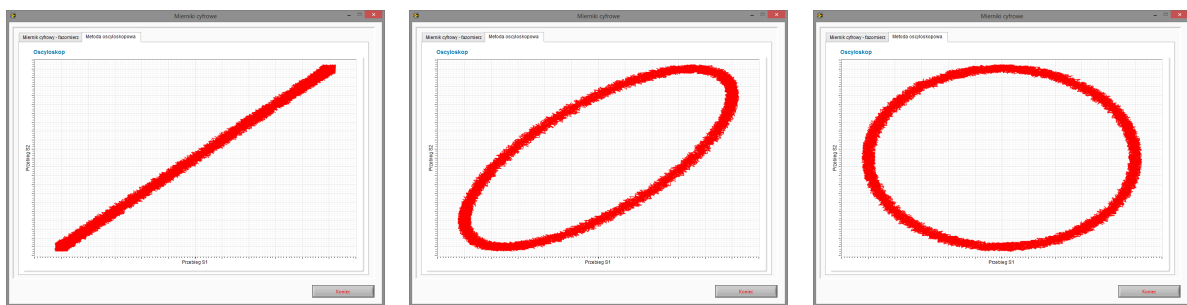
Zadanie 9.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 4 dla parametrów sygnałów S1 i S2 podanych przez prowadzącego ćwiczenie należy określić przesunięcie fazowe raz dla niezasumionych sygnałów oraz dla zakłócenia równego 0,05 % amplitud. Oszacować maksymalny procentowy błąd pomiaru dla zasumowanego sygnału mierząc przesunięcie fazowe dla wewnętrznej i zewnętrznej obwiedni sygnału.

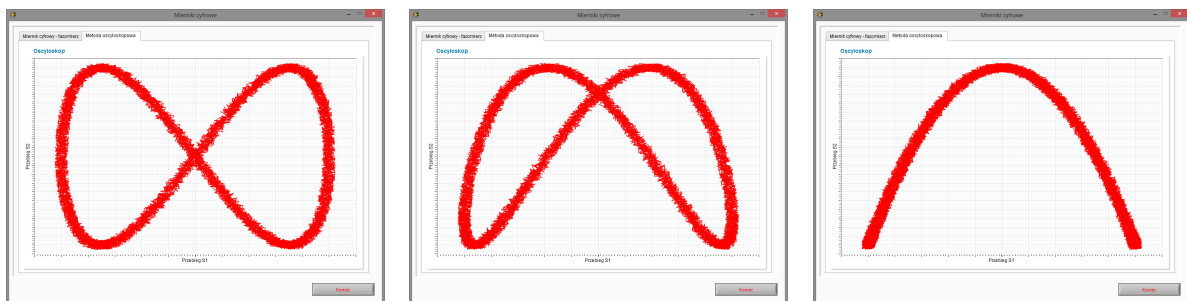
Zadanie 10.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 4 dla różnych stosunków częstotliwości sygnałów S1 i S2 oraz przesunięć sygnałów zaobserwować kształt krzywych Lissajous. Dla wybranych parametrów odczytać stosunek częstotliwości oraz kąt przesunięcia fazowego. Przykładowe oscylogramy zostały zaprezentowane na rysunku nr 6.

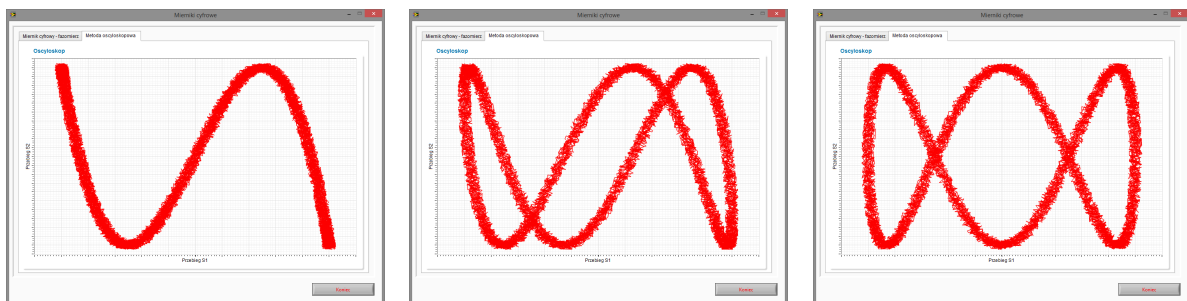
a)



b)



c)

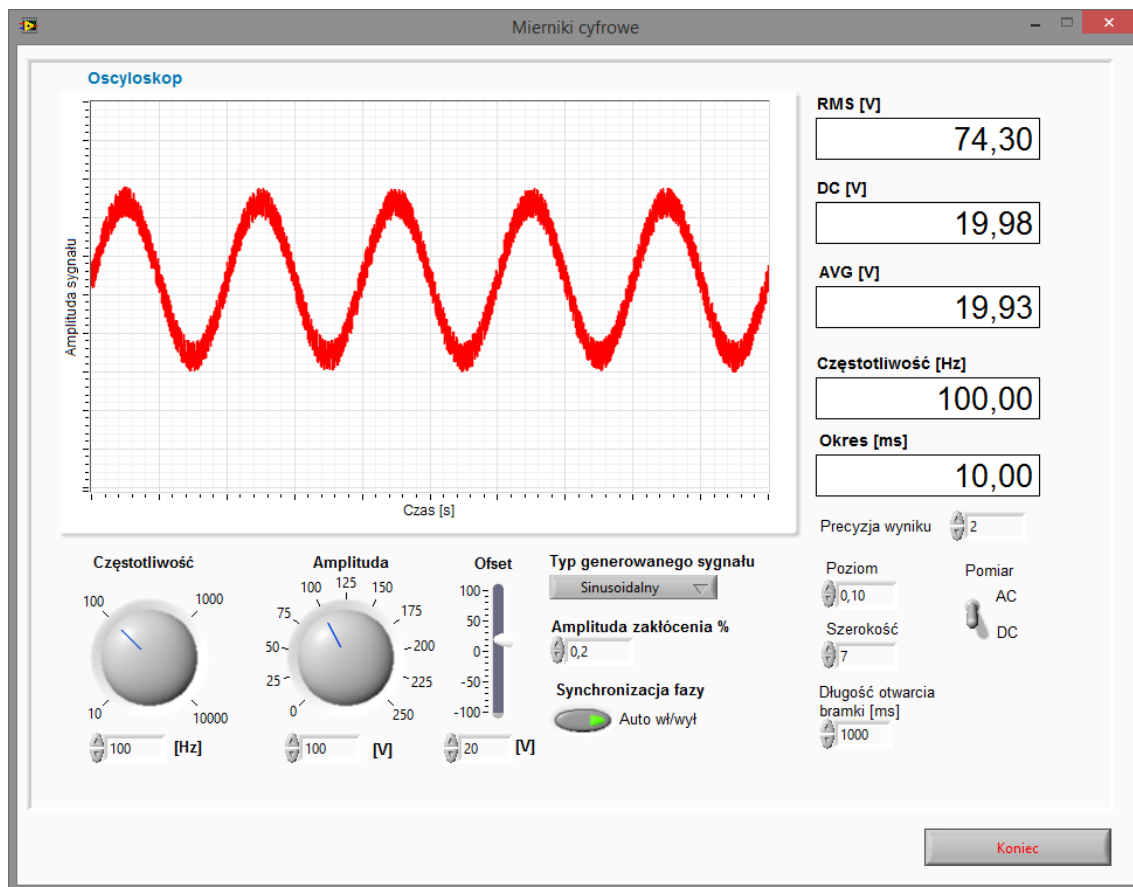


Rys. 6 Figury Lissajous dla trzech stosunków częstotliwości przy trzech przesunięciach fazowych.

a) $f_1/f_2 = 1:1$; b) $f_1/f_2 = 1:2$; c) $f_1/f_2 = 1:3$ i odpowiednio dla przesunięć 0, 45 i 90 stopnie.

Pomiary napięcia.

Celem modułu jest zapoznanie się ze sposobem pomiaru napięcia z wykorzystaniem symulatora woltomierza cyfrowego.



Rys. 7. Wirtualny przyrząd pomiarowy do symulacji pomiarów napięcia.

Zadanie 11.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 7 zaobserwować wpływ poszczególnych parametrów pomiaru (poziom i szerokość detekcji, czas otwarcia bramki) na dokładność pomiarów wartości skutecznej napięcia dla różnych przebiegów i wartości amplitudy zakłócającej.

Zadanie 12.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 4 dokonać wielokrotnego pomiaru (co najmniej 10) wartości skutecznej napięcia oraz wartości średniej dla parametrów: offset 50 V, zakłócenie równe 0,04 %, czas otwarcia bramki 2000 ms, poziom 0,2 i szerokość 6. Dla przeprowadzonych pomiarów wyznaczyć wartość średnią (przykład dla U_{RMS}):

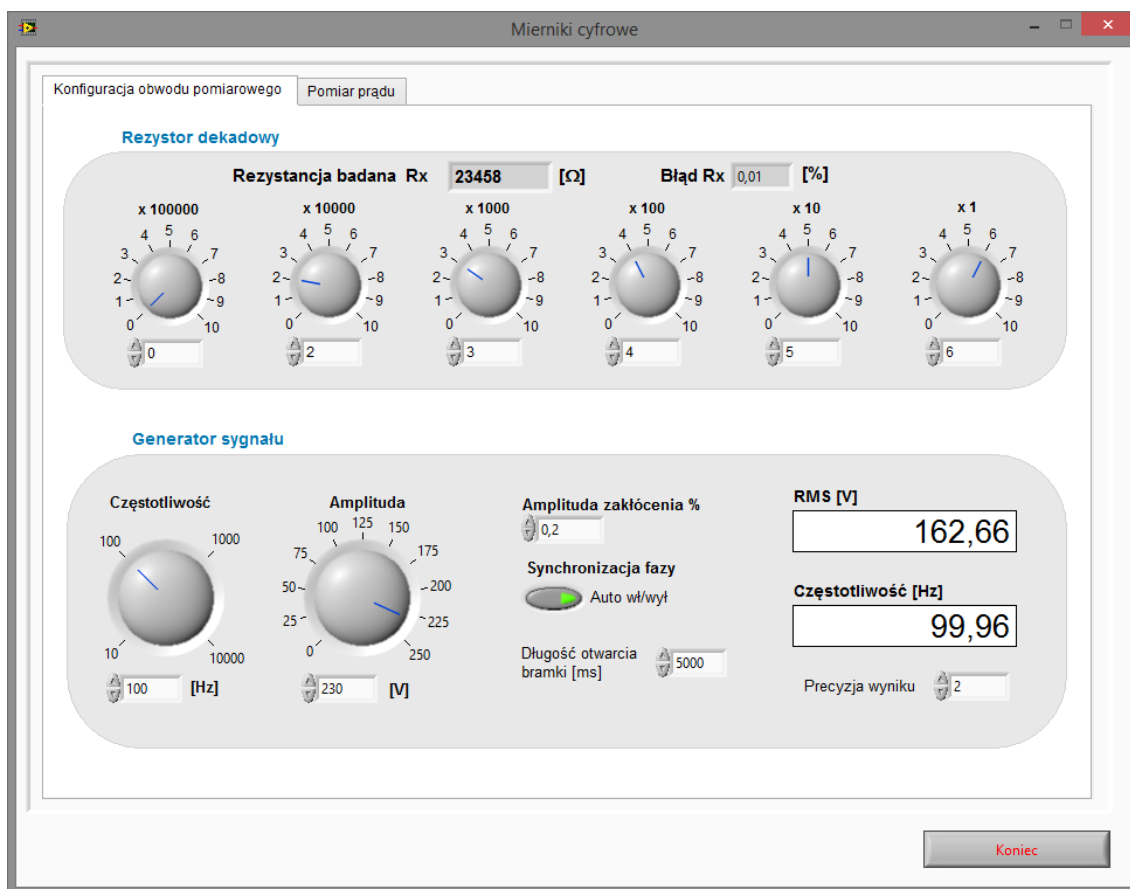
$$U_{RMS s} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n U_{RMS}$$

oraz odchylenie średnie kwadratowe, jako miarę rozrzutu wyników pomiarów wokół wartości średniej:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (U_{RMS} - U_{RMS s})^2}$$

Pomiary prądu.

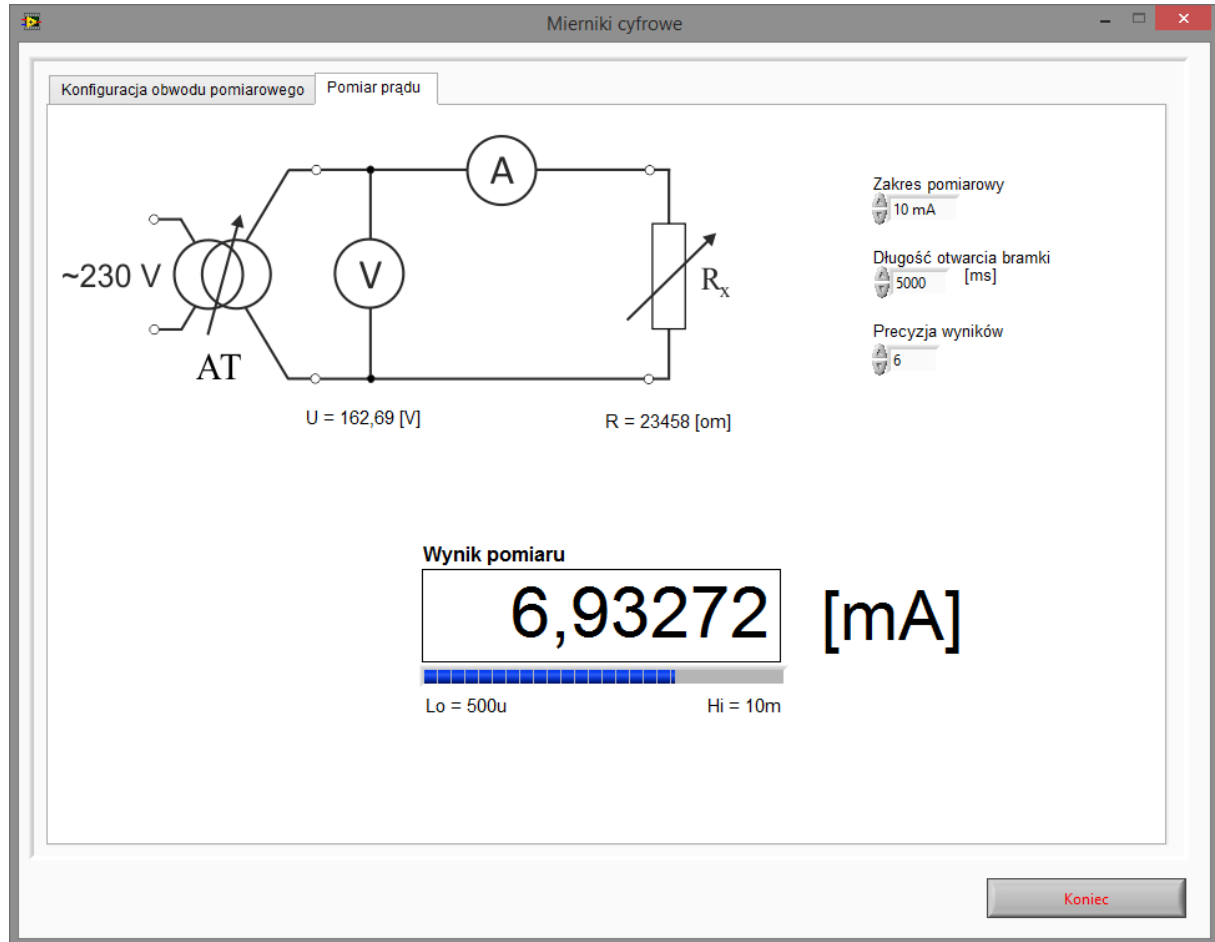
Celem modułu jest zapoznanie się ze sposobem pomiaru prądu z wykorzystaniem symulatora amperomierza cyfrowego.



Rys. 8. Wirtualny przyrząd pomiarowy do symulacji pomiarów prądu – parametry obwodu.

Zadanie 11.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 8 zaobserwować wpływ poszczególnych parametrów na dokładność pomiarów wartości skutecznej napięcia dla różnych wartości amplitudy zakłócającej.



Rys. 9. Wirtualny przyrząd pomiarowy do symulacji pomiarów prądu.

Zadanie 12.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 9 zaobserwować wpływ poszczególnych parametrów pomiaru na dokładność pomiarów wartości skutecznej prądu.

Zadanie 13.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 9 dokonać wielokrotnego pomiaru (co najmniej 10) wartości skutecznej prądu dla zakresu pomiarowego 10 mA oraz dla kilku czasów otwarcia bramki, np.: 500, 1000 i 2000 ms. Wartość rezystancji opornika dekadowego powinna być tak dobrana, aby przyrząd wykonywał pomiar w zakresie 20-95 % zakresu pomiarowego. Dla przeprowadzonych pomiarów wyznaczyć wartość średnią (przykład dla U_{RMS}):

$$I_{RMSs} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_{RMS}$$

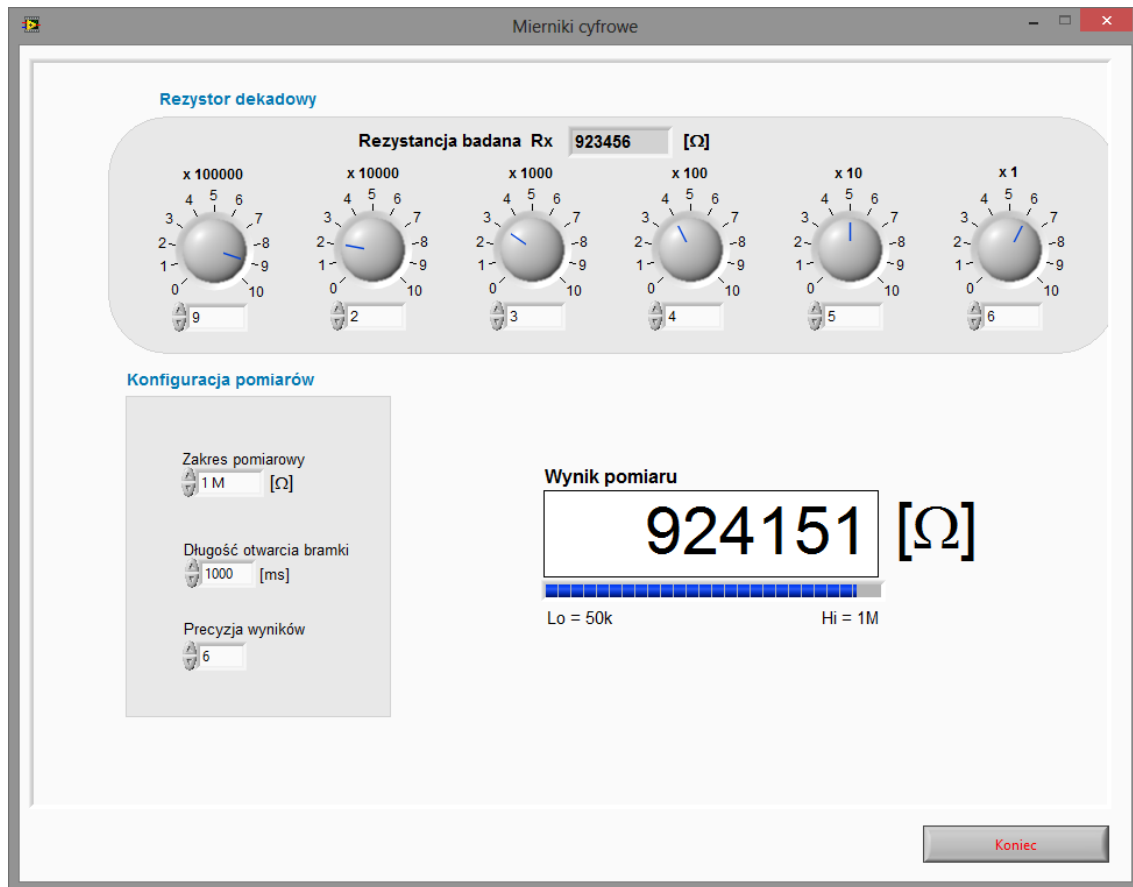
oraz odchylenie średnie kwadratowe, jako miarę rozrzutu wyników pomiarów wokół wartości średniej:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (I_{RMS} - I_{RMSs})^2}$$



Pomiary rezystancji.

Celem modułu jest zapoznanie się ze sposobem pomiaru prądu z wykorzystaniem symulatora multimetru cyfrowego.



Rys. 10. Wirtualny przyrząd pomiarowy do symulacji pomiarów rezystancji.

Zadanie 14.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 10 zaobserwować wpływ poszczególnych parametrów na dokładność pomiarów rezystancji z wykorzystaniem symulatora multimetru cyfrowego.

Zadanie 15.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 10 dokonać wielokrotnego pomiaru (co najmniej 10) wartości rezystancji dla kilku czasów otwarcia bramki, np.: 500, 1000 i 2000 ms. Wartość rezystancji opornika dekadowego powinna być tak dobrana, aby przyrząd wykonywał pomiar w zakresie 20-95 % zakresu pomiarowego. Dla przeprowadzonych pomiarów wyznaczyć wartość średnią (przykład dla U_{RMS}):

$$R_s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R$$

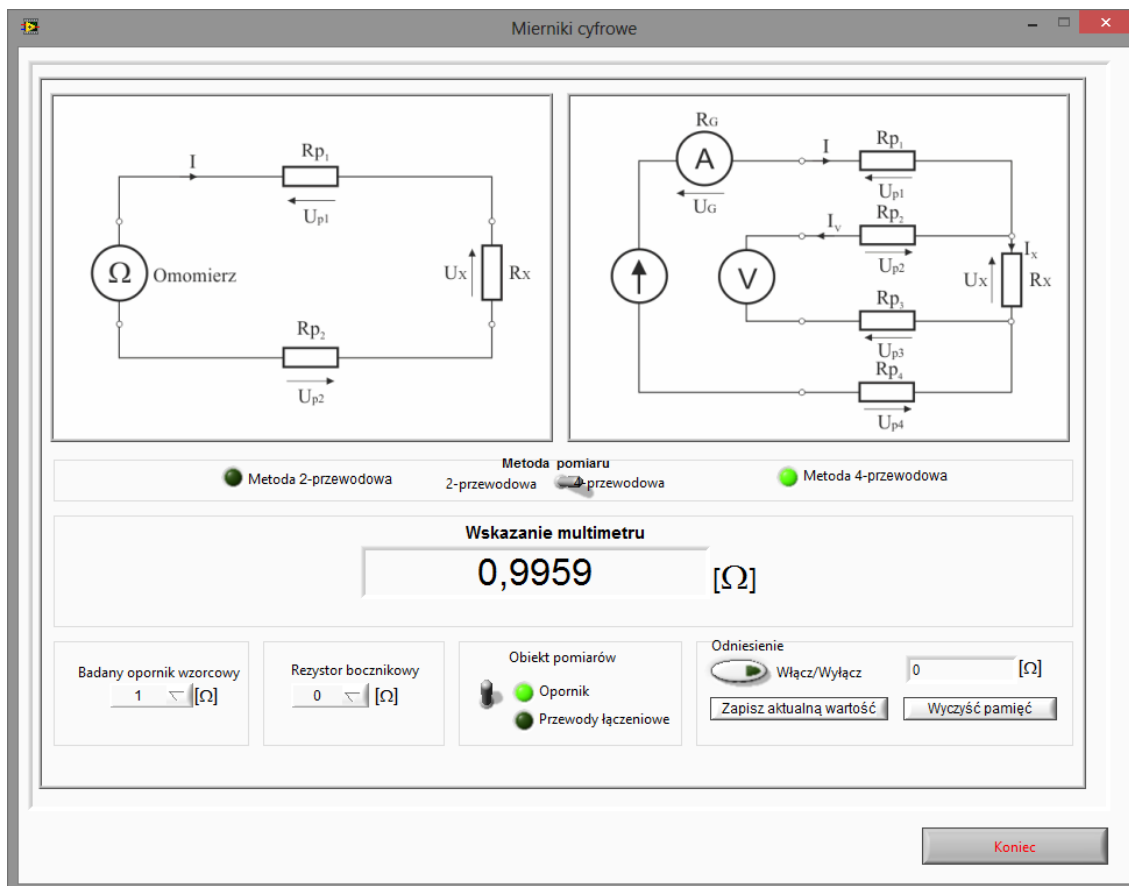
oraz odchylenie średnie kwadratowe, jako miarę rozrzutu wyników pomiarów wokół wartości średniej:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (R - R_s)^2}$$



Pomiary rezystancji cyfrowym multimetrem laboratoryjnym.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z pomiarami rezystancji z wykorzystaniem multimetru cyfrowego umożliwiającego oraz pokazanie różnic pomiędzy pomiarem rezystancji metodą dwuprzewodową jak i czteroprzewodową. Program umożliwia pomiar rezystorów wzorcowych o wartościach od $0,01 \Omega$ do 100Ω przy wykorzystaniu obu metod pomiarowych.



Rys.11. Wirtualny przyrząd do pomiaru rezystancji metodą dwu- i czteroprzewodową (multimetr laboratoryjny).

Omomierze cyfrowe pozwalają na pomiar rezystancji metodą dwu- i czteroprzewodową. Wybór metody pomiaru jest bardzo istotny przy pomiarze rezystancji porównywalnych z rezystancją przewodów pomiarowych. Symulator pozwala na stosowanie rezystancji odniesienia pozwalającej na wprowadzenie do pamięci urządzenia wartości rezystancji przewodów pomiarowych i zarazem automatyczną korekcję błędu pomiarowego związanego z wartością rezystancji przewodów doprowadzających.

Zadanie 16.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 11 należy zapoznać się z obsługą multimetru cyfrowego na przykładzie wykonywania pomiarów metodą dwuprzewodową z włączoną funkcją korekcji odniesienia. W tym celu należy:

- ustawić przełącznik wyboru metody pomiarowej na pomiar dwuprzewodowy
- ustawić przełącznik „obiekt pomiarowy” na pomiar przewodów łączeniowych
- zapisać aktualną wartość w sekcji odniesienia
- wybrać z listy wartość badanego rezystora wzorcowego (ustawić wartość $0,1 \Omega$)
- przełączyć przełącznik „obiekt pomiarowy” w pozycję opornik badany
- zaobserwować wynik pomiaru
- włączyć poziom odniesienia
- zaobserwować wynik pomiaru z automatycznym skorygowaniem pomiaru o wartość przewodów przyłączeniowych
- policzyć błąd względny pomiaru rezystancji z i bez korekcji



Zadanie 17.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 11 należy przeprowadzić badania w układzie 2 przewodowym z włączoną oraz wyłączoną korekcją dla różnych wartości opornika wzorcowego. Porównać wpływ wartości rezystancji przewodów przyłączeniowych na pomiar małych, średnich i dużych wartości rezystancji.

Zadanie 18.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 11 należy przeprowadzić badania w układzie 4 przewodowym z włączoną oraz wyłączoną korekcją. Dla przeprowadzonych pomiarów wyznaczyć wartość średnią (przykład dla U_{RMS}):

$$R_s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R$$

oraz odchylenie średnie kwadratowe, jako miarę rozrzutu wyników pomiarów wokół wartości średniej:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (R - R_s)^2}$$

Zadanie 19.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 11 należy przeprowadzić badania w układzie 4 przewodowym z włączoną oraz wyłączoną korekcją dla różnych wartości opornika wzorcowego. Porównać wpływ wartości rezystancji przewodów przyłączeniowych na pomiar małych, średnich i dużych wartości rezystancji. Dla przeprowadzonych pomiarów wyznaczyć wartość średnią (przykład dla U_{RMS}):

$$R_s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R$$

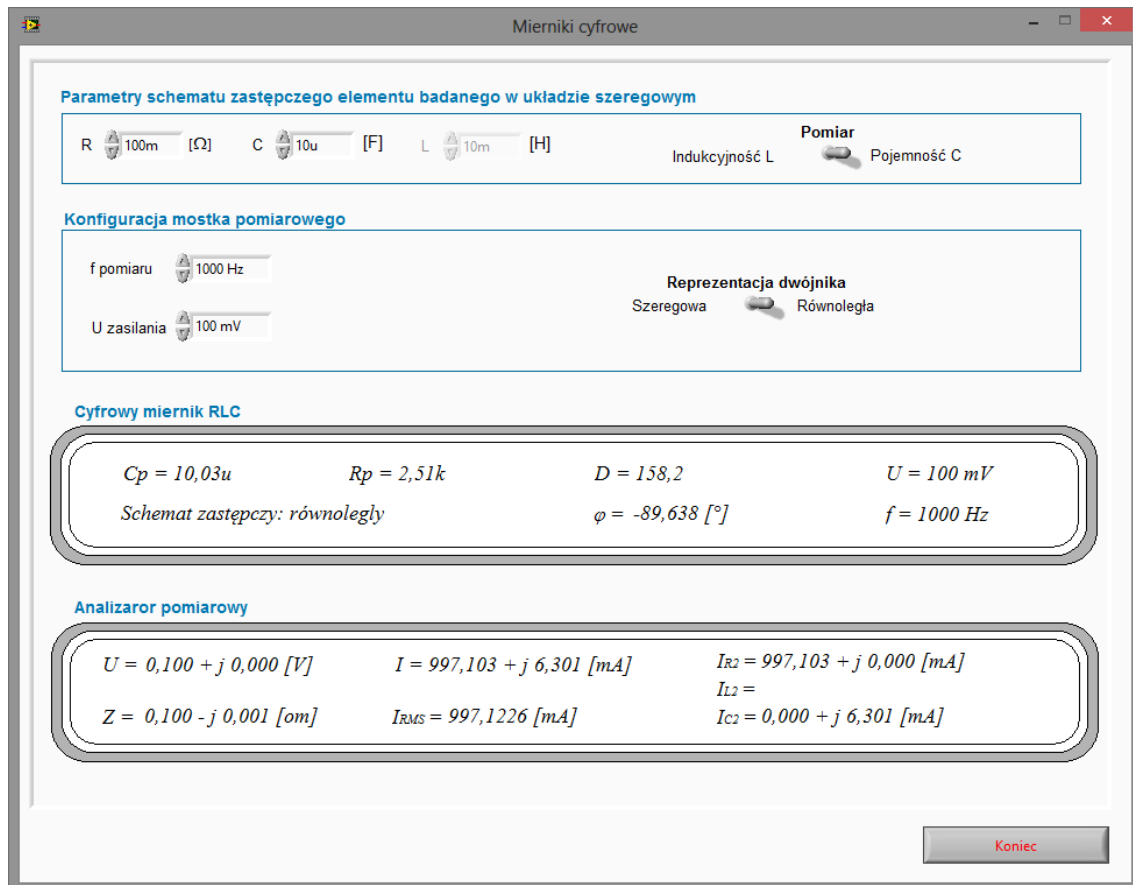
oraz odchylenie średnie kwadratowe, jako miarę rozrzutu wyników pomiarów wokół wartości średniej:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (R - R_s)^2}$$



Pomiary parametrów R, L i C z wykorzystaniem mostka cyfrowego.

Celem modułu jest zapoznanie się ze sposobem pomiaru składowych impedancji elementów R, L i C z wykorzystaniem symulatora mostka cyfrowego.



Rys. 12. Wirtualny przyrząd pomiarowy do symulacji pomiarów rezystancji.

Zadanie 20.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 12 zaobserwować wpływ poszczególnych parametrów na dokładność pomiarów składowych impedancji elementów R, L i C z wykorzystaniem symulatora mostka cyfrowego

Zadanie 21.

Wykorzystując wirtualny przyrząd pomiarowy przedstawiony na rysunku 12 dokonać wielokrotnego pomiaru wartości impedancji oraz stratności i dobroci dla elementów C i L dla dwóch wartości częstotliwości napięcia probierczego, np.: 1000 Hz i 2 KHz. Dla przeprowadzonych pomiarów wyznaczyć wartość średnią oraz odchylenie średnie kwadratowe. Wyznaczyć schematy zastępcze badanych elementów w układzie szeregowym i równoległym.