Politechnika Świętokrzyska w Kielcach

Wydział Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki
Katedra Systemów Informatycznych

Kierunek:	**Laboratorium:**	
Elektrotechnika	**Metody estymacji parametrów i sygnałów**	
Grupa dziekańska:	**Temat ćwiczenia:**	**Wykonali:**
1EDXXA	**Wyznaczanie charakterystyk amplitudowej i fazowej aktywnych filtrów analogowych Czebyszewa, Butterwortha oraz Bessela**	• AM • ZS • BN
Data wykonania:	**Data oddania:**	**Ocena i podpis:**
21.11.2022	27.01.2023	

Spis treści

1. WSTĘP 2

2. UKŁAD POMIARU CHARAKTERYSTYK FILTRÓW W ŚRODOWISKU LABVIEW 2

2.1. Pakiet Signal Processing 2

2.2. Układ do pomiaru charakterystyk filtrów 4

3. CHARAKTERYSTYKI CZĘSTOTLIWOŚCIOWE FILTRÓW 5

3.1. Pasmowo przepustowy filtr Butterwortha 5

3.2. Pasmowo przepustowy filtr Bessela 5

3.3. Pasmowo przepustowy filtr Czebyszewa 6

4. PRZEBIEGI CZASOWE 7

4.1. Filtr Butterwortha 7

4.2. Filtr Bessela 10

4.3. Filtr Czebyszewa 13

5. ZNIEKSZTAŁCENIA NA PRZEBIEGACH NIESINUSOIDALNYCH 16

5.1. Prostokąt – dolne pasmo odcięcia 16

5.2. Prostokąt – pasmo przepustowe 17

5.3. Prostokąt – górne pasmo odcięcia 19

5.4. Piła – dolne pasmo odcięcia 20

5.5. Piła – pasmo przepustowe 21

5.6. Piła – górne pasmo odcięcia 23

6. WNIOSKI 24

1. Wstęp

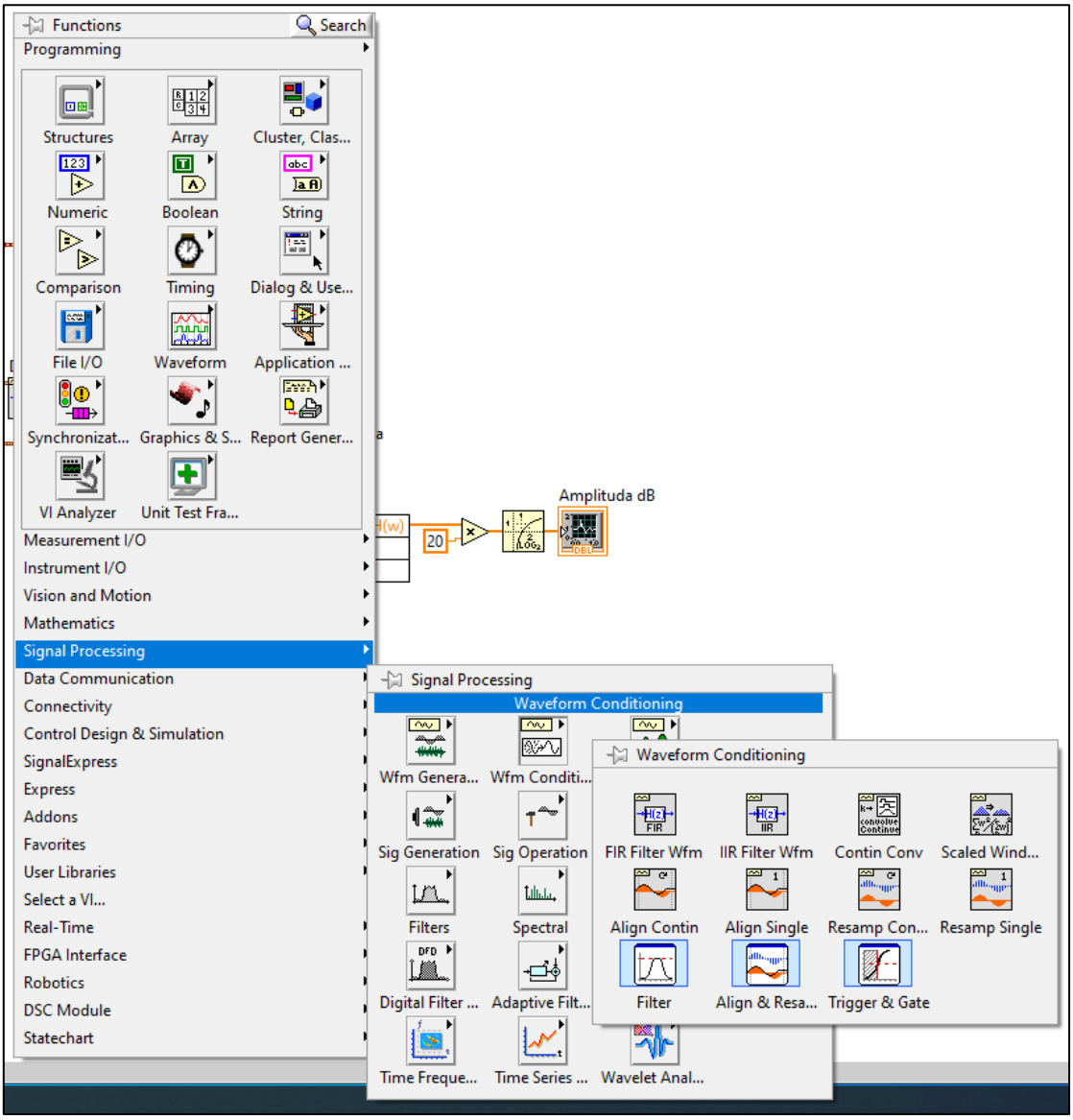
Ćwiczenie zostało wykonane przy użyciu środowiska LabView. Wykonano układ pomiaru charakterystyk pasmowo-przepustowych filtrów Butterwortha, Bessela i Czebyszewa. Wyznaczono charakterystyki częstotliwościowe oraz porównano przebiegi czasowe na wejściu i na wyjściu filtrów. Dodatkowo, wykonano eksperyment polegający na wykorzystaniu filtrów do filtracji sygnałów niesinusoidalnych, takich, jak sygnał prostokątny oraz piłokształtny.

2. Układ pomiaru charakterystyk filtrów w środowisku LabView

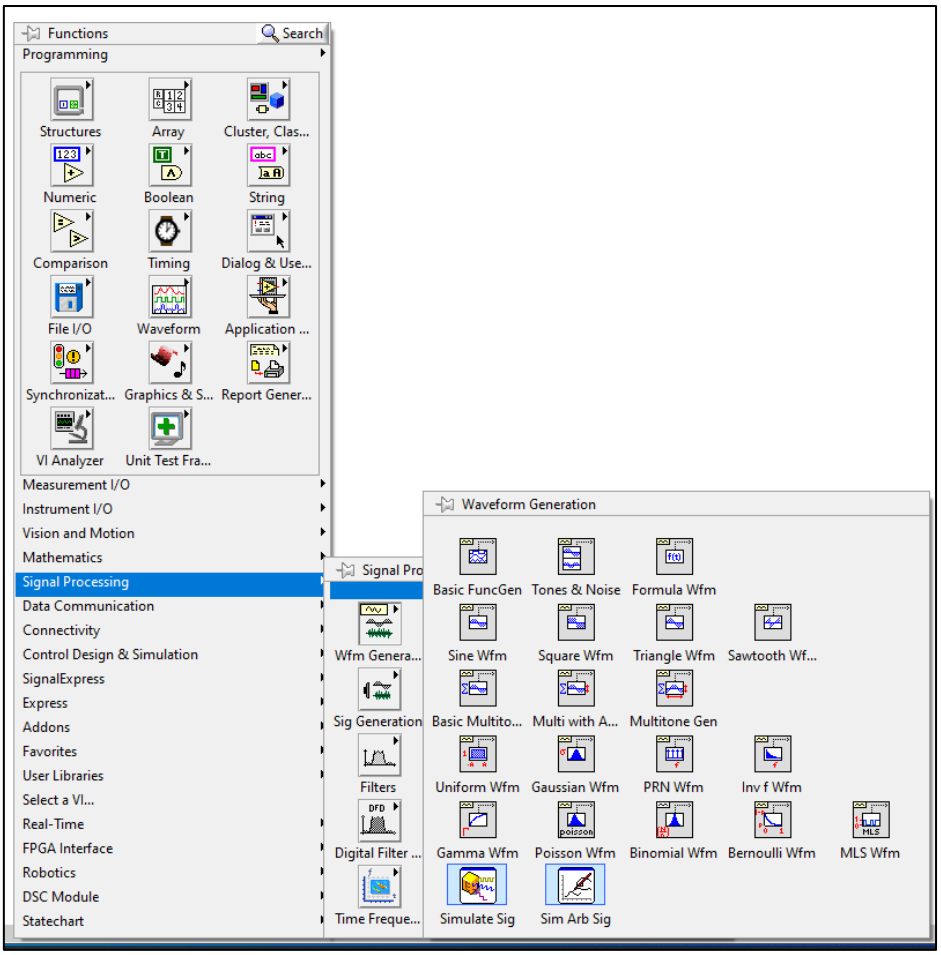
2.1. Pakiet Signal Processing

Układ do pomiaru charakterystyk filtrów został stworzony przy użyciu pakietu Signal Processing środowiska LabView. Posiada on szeroki asortyment narzędzi potrzebnych do analizy sygnałów oraz filtrów, dzięki czemu możliwe było przeprowadzenie stosownych eksperymentów na filtrach.

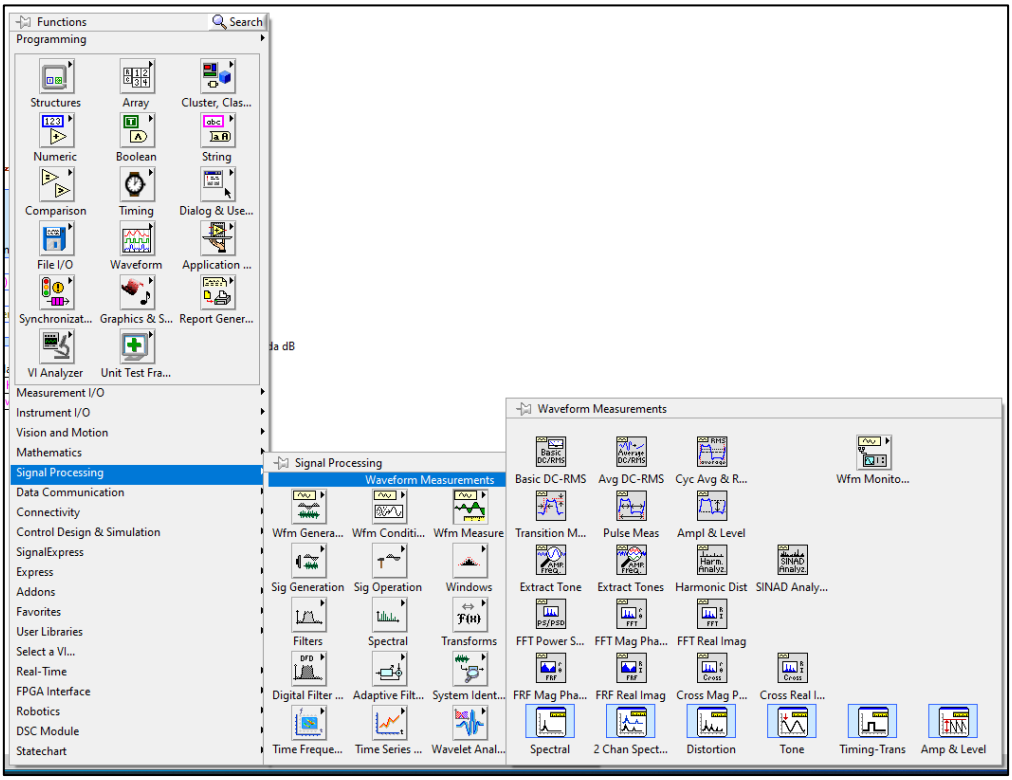
Podczas ćwiczenia użyto bloku generatora z zestawu Waveform Generation, bloku filtru z zestawu Waveform Conditioning oraz innych bloków do obserwacji różnych parametrów i właściwości filtrów z zestawu Waveform Measurements.



Rysunek 1 - Zestaw bloków Waveform Conditioning w pakiecie Signal Processing



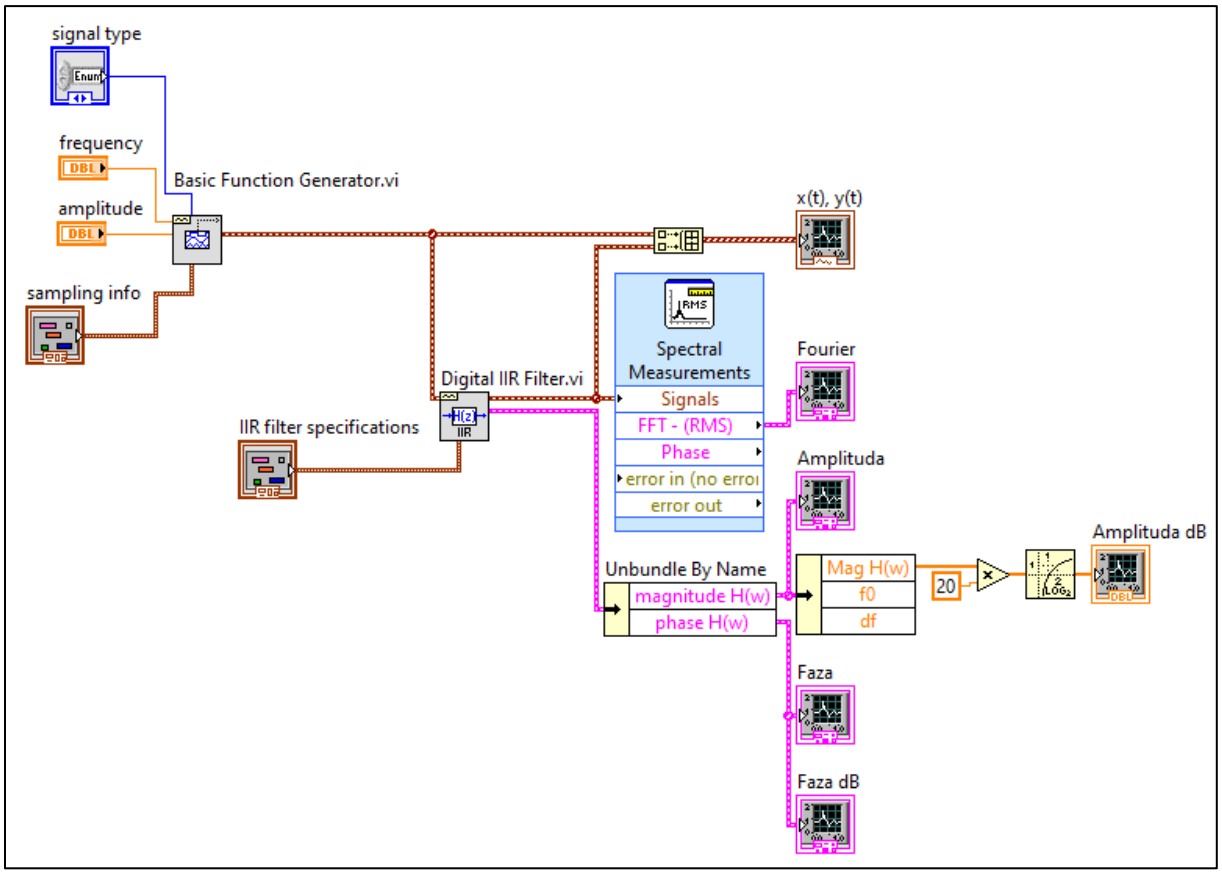
Rysunek 2 - Zestaw bloków Waveform Generation w pakiecie Signal Processing



Rysunek 3 - Zestaw bloków Waveform Measurements w pakiecie Signal Processing

2.2. Układ do pomiaru charakterystyk filtrów

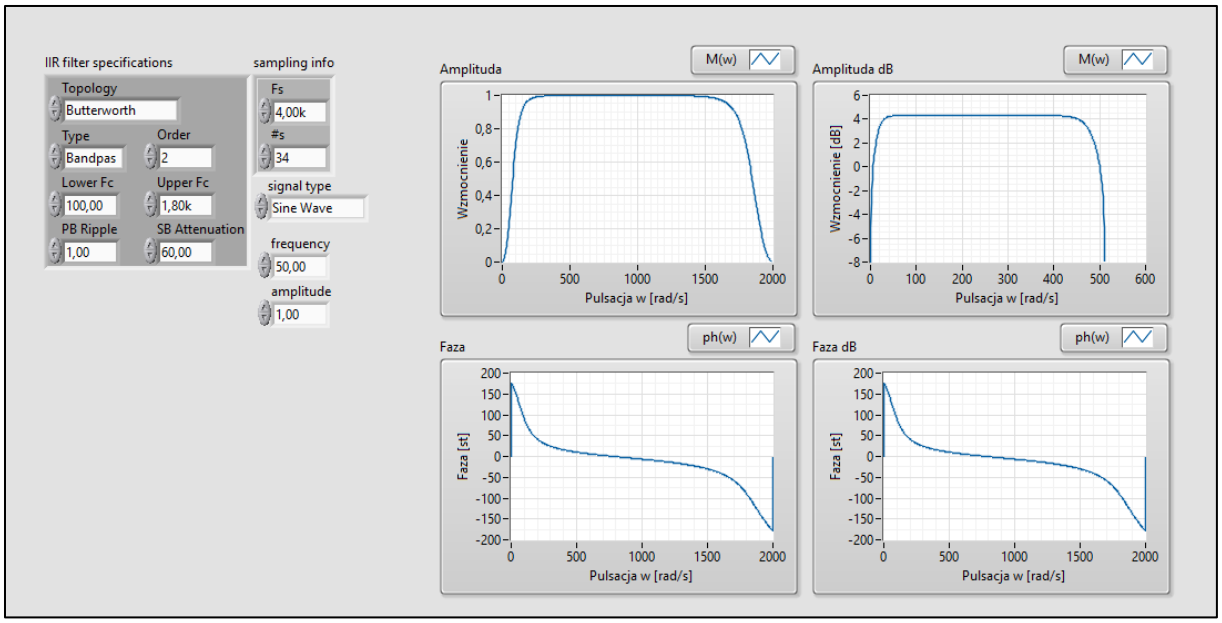
Układ ten ma dwa zastosowania; pierwszym zastosowaniem jest obserwacja charakterystyk czasowych, a drugim obserwacja charakterystyk częstotliwościowych. W pakiecie Signal Processing do obserwacji charakterystyk częstotliwościowych (amplitudowej oraz fazowej) potrzebny jest jedynie blok filtra oraz Unbundle By Name. Rozkładając wyjście informacji o filtrze, uzyskuje się zarówno funkcję wzmocnienia w dziedzinie częstotliwości H(w), jak i funkcję przesunięcia fazowego w dziedzinie częstotliwości ph(w).



Rysunek 4 - Schemat układu do pomiaru charakterystyk filtrów w środowisku LabView

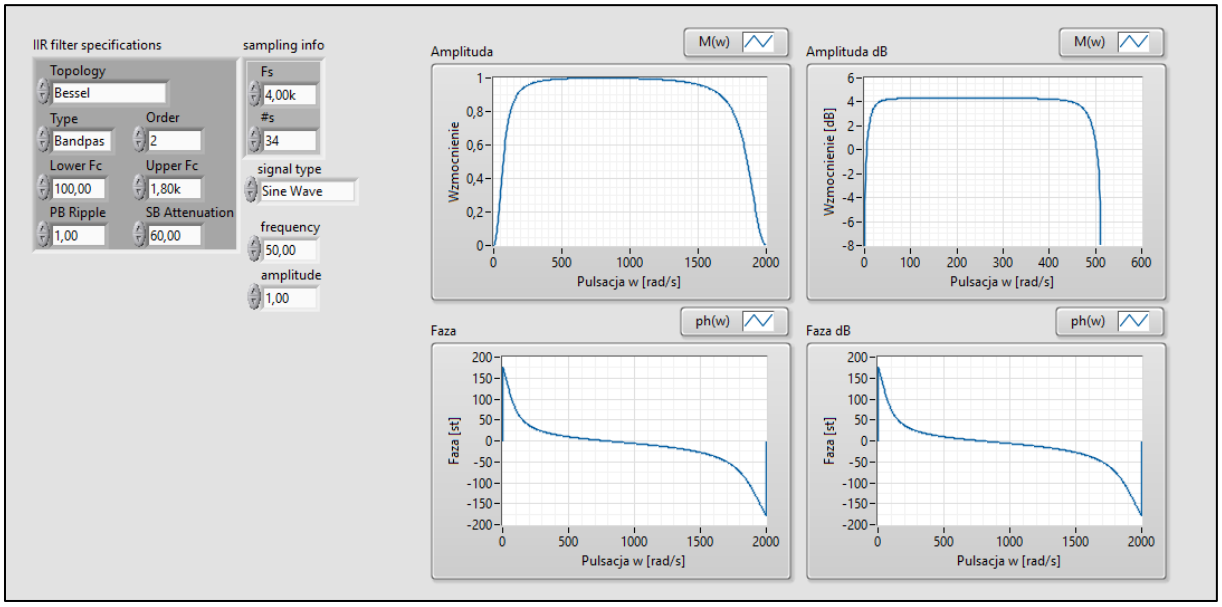
3. Charakterystyki częstotliwościowe filtrów

3.1. Pasmowo przepustowy filtr Butterwortha



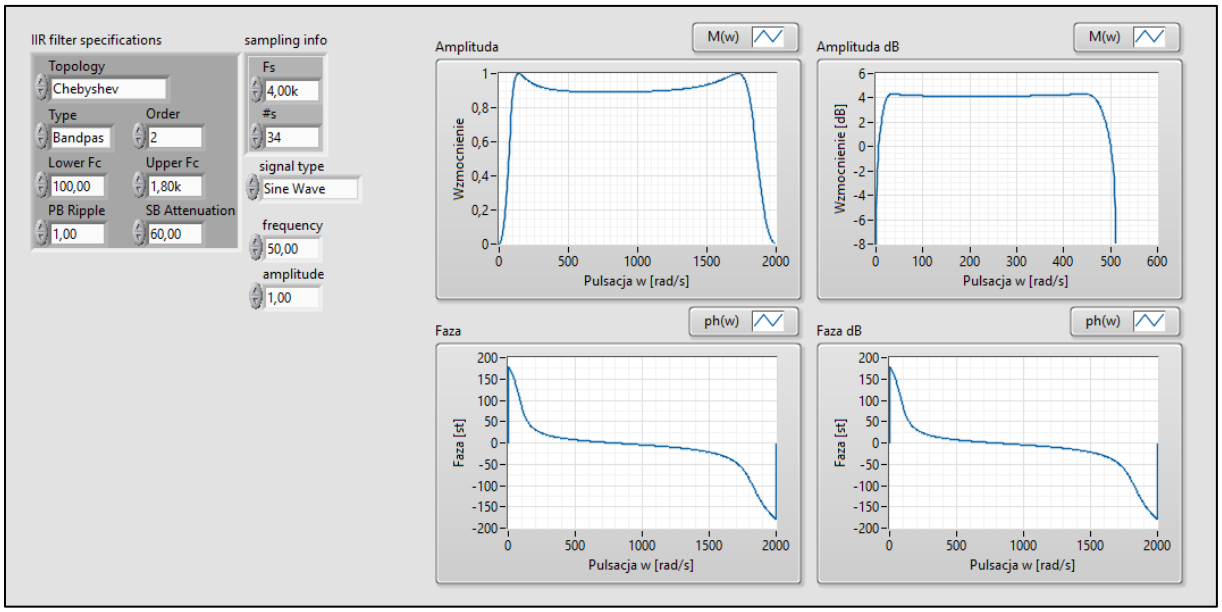
Rysunek 5 - Charakterystyki częstotliwościowe filtru Butterwortha

3.2. Pasmowo przepustowy filtr Bessela



Rysunek 6 - Charakterystyki częstotliwościowe filtru Bessela

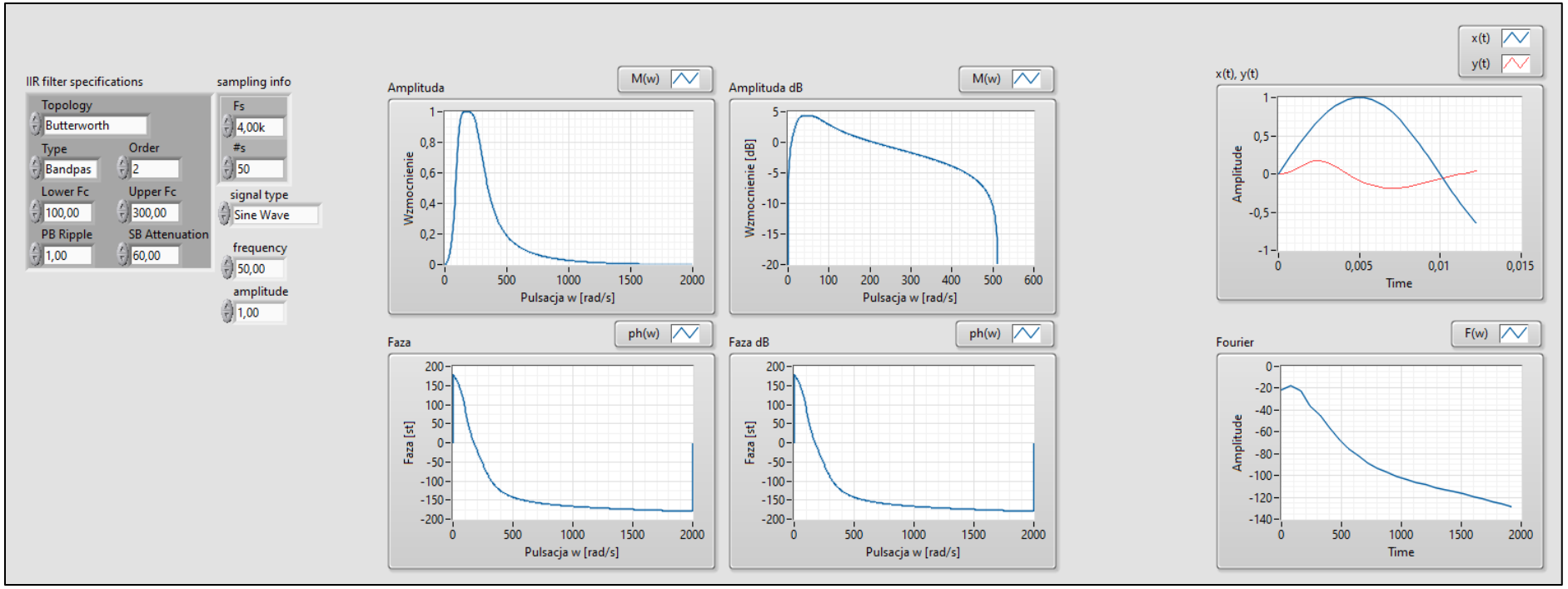
3.3. Pasmowo przepustowy filtr Czebyszewa



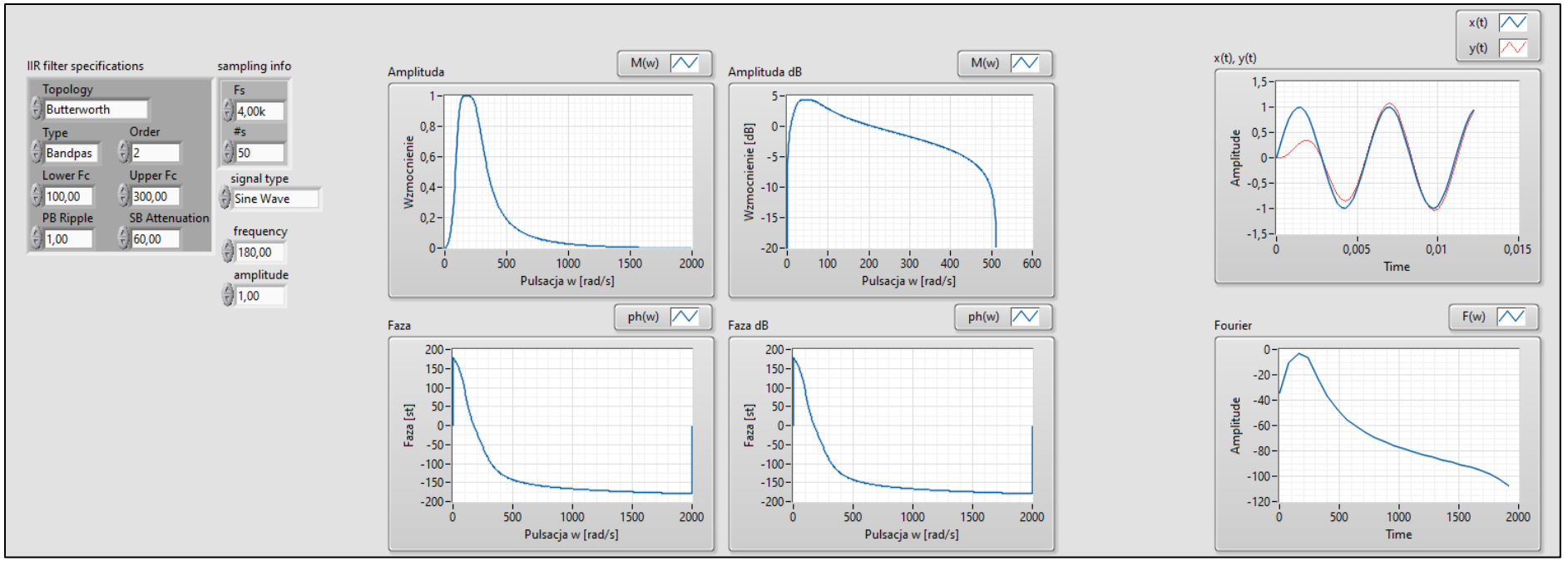
Rysunek 7 - Charakterystyki częstotliwościowe filtru Czebyszewa

4. Przebiegi czasowe

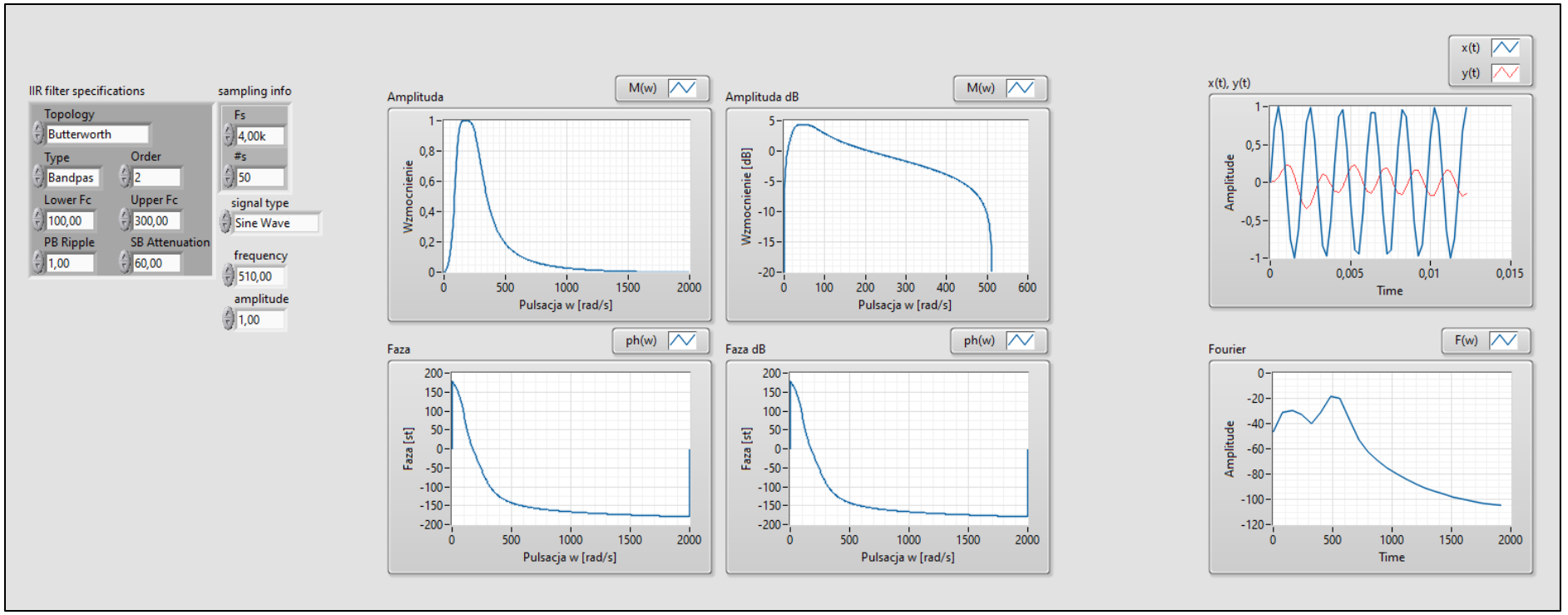
4.1. Filtr Butterwortha



Rysunek 8 - Przebiegi czasowe wejścia x(t) oraz wyjścia y(t) filtru Butterwortha przy częstotliwości x(t) mniejszej od dolnej częstotliwości odcięcia

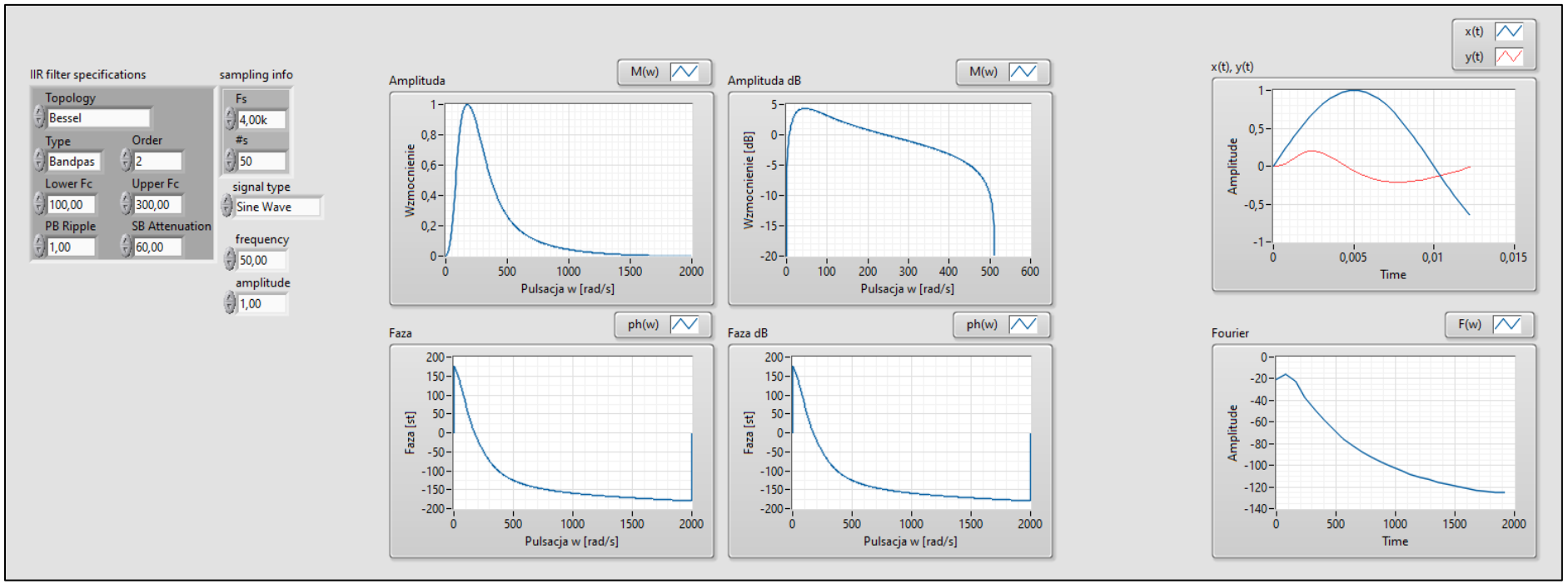


Rysunek 9 - Przebiegi czasowe wejścia x(t) oraz wyjścia y(t) filtru Butterwortha przy częstotliwości x(t) znajdującej się w paśmie przenoszenia

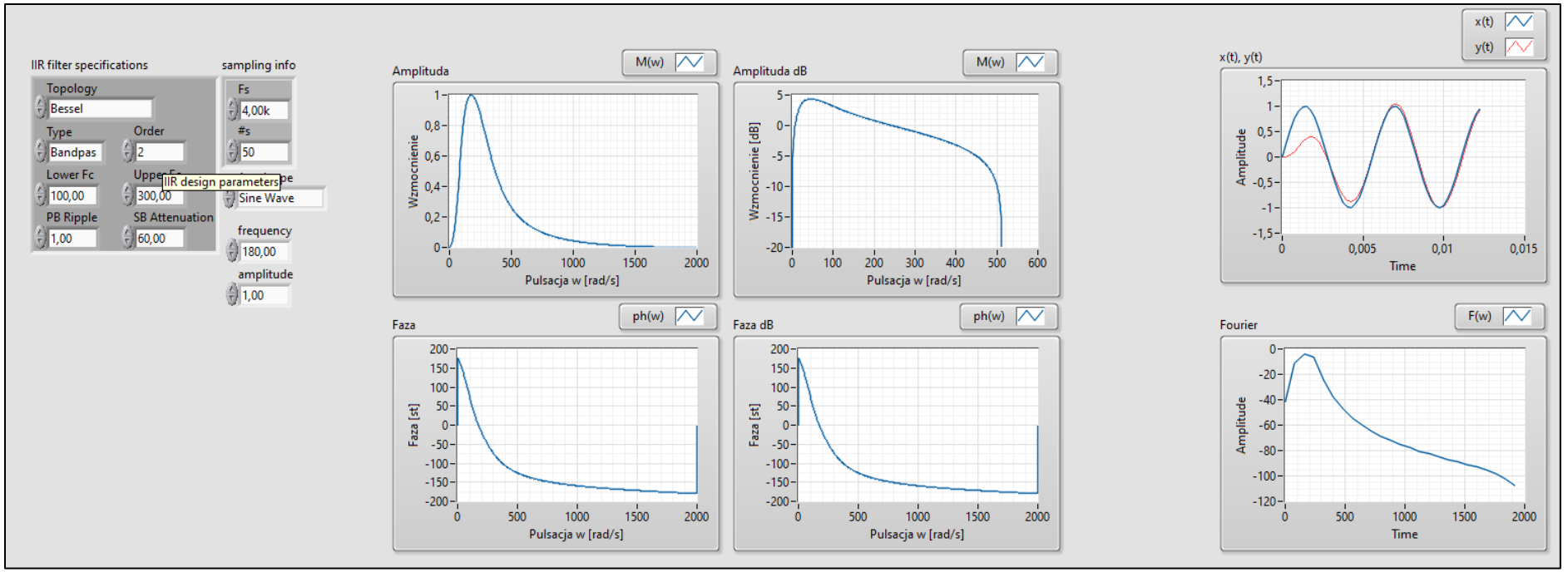


Rysunek 10 - Przebiegi czasowe wejścia x(t) oraz wyjścia y(t) filtru Butterwortha przy częstotliwości x(t) większej od górnej częstotliwości odcięcia

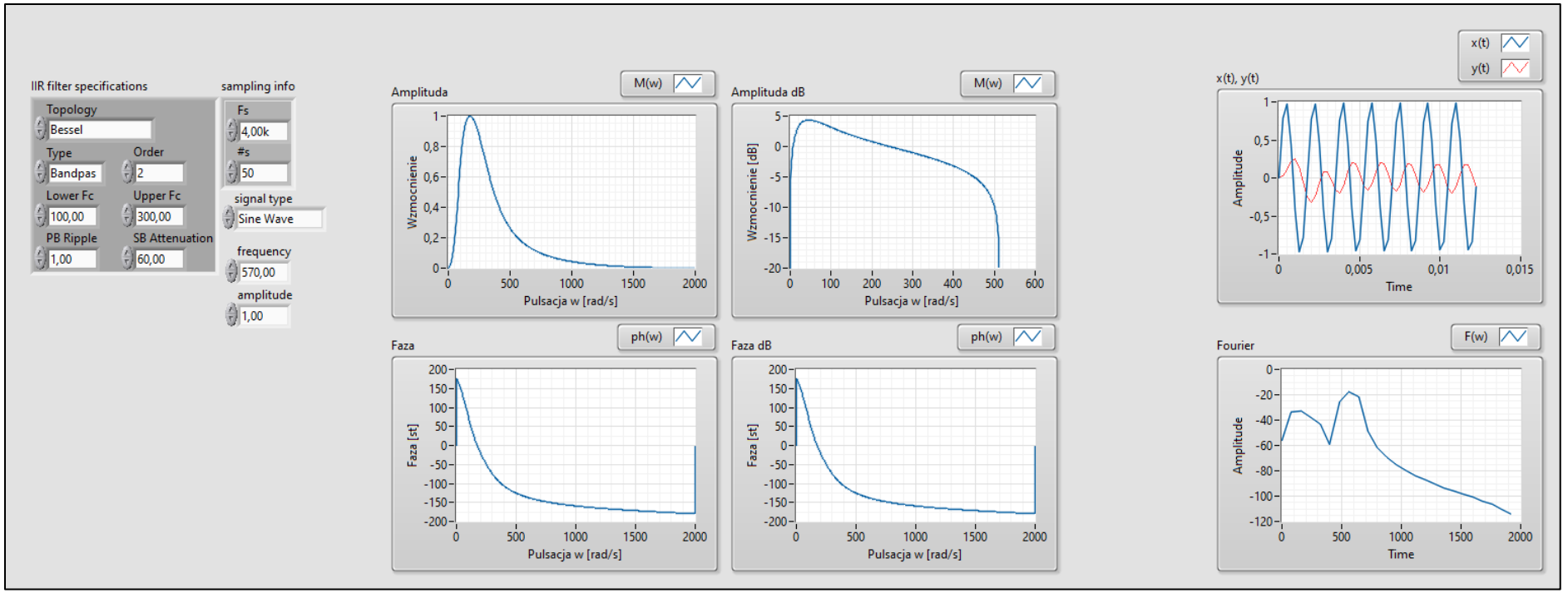
4.2. Filtr Bessela



Rysunek 11 - Przebiegi czasowe wejścia x(t) oraz wyjścia y(t) filtru Bessela przy częstotliwości x(t) mniejszej od dolnej częstotliwości odcięcia

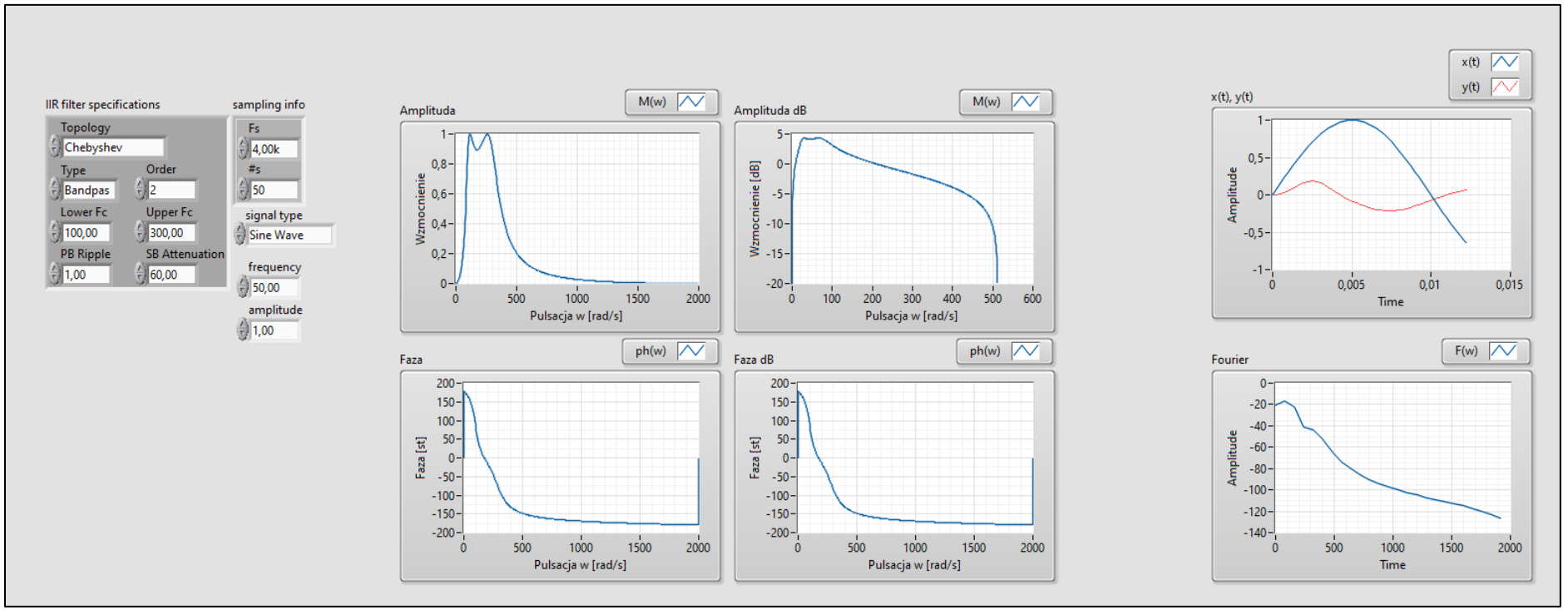


Rysunek 12 - Przebiegi czasowe wejścia x(t) oraz wyjścia y(t) filtru Bessela przy częstotliwości x(t) znajdującej się w paśmie przenoszenia

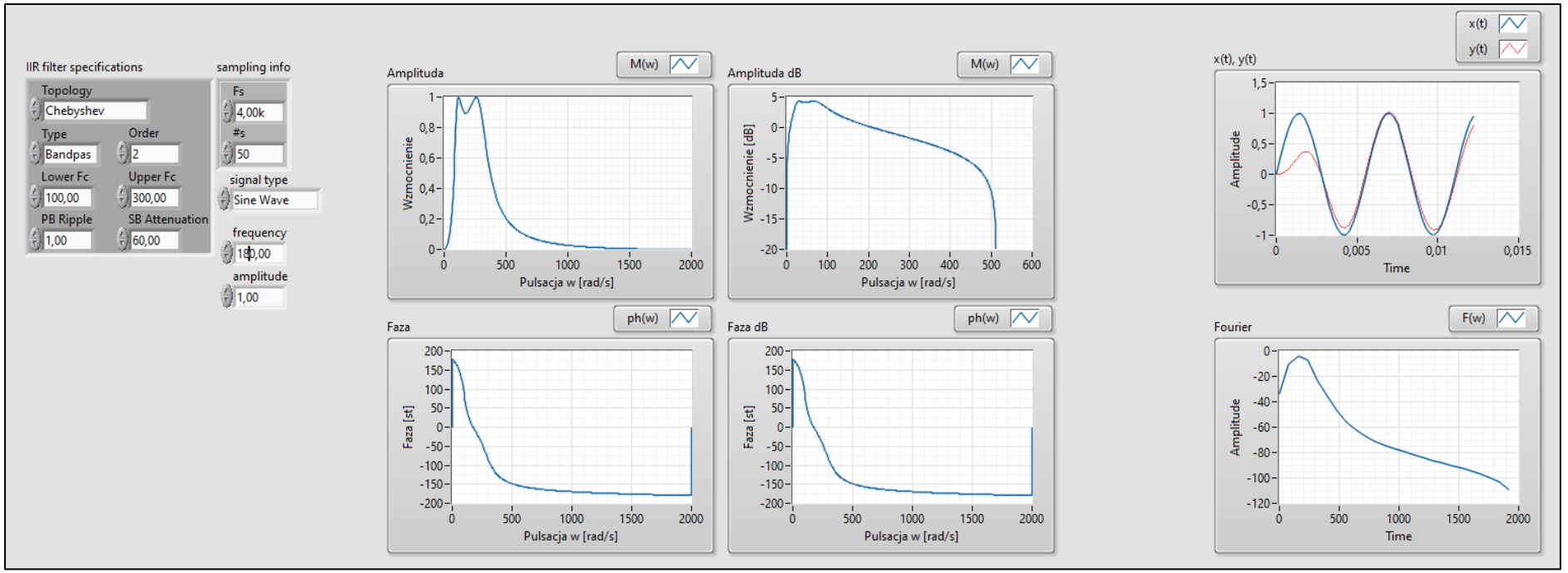


Rysunek 13 - Przebiegi czasowe wejścia x(t) oraz wyjścia y(t) filtru Bessela przy częstotliwości x(t) większej od górnej częstotliwości odcięcia

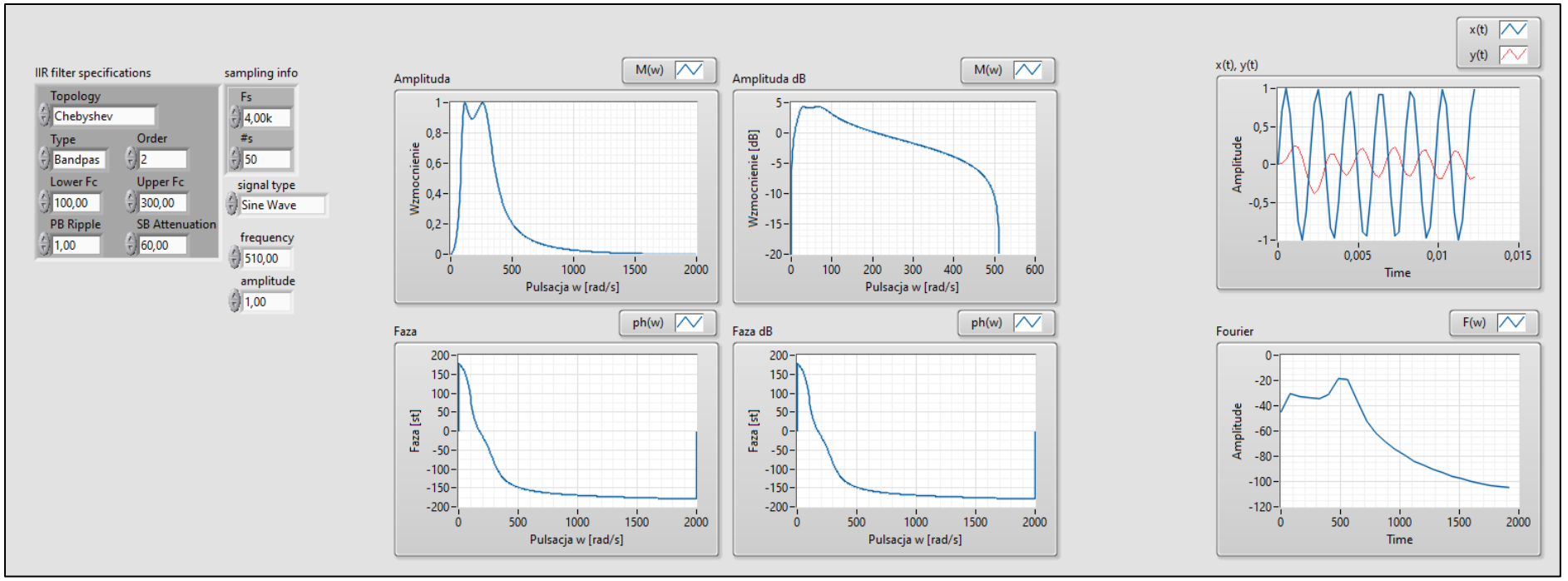
4.3. Filtr Czebyszewa



Rysunek 14 - Przebiegi czasowe wejścia x(t) oraz wyjścia y(t) filtru Czebyszewa przy częstotliwości x(t) mniejszej od dolnej częstotliwości odcięcia



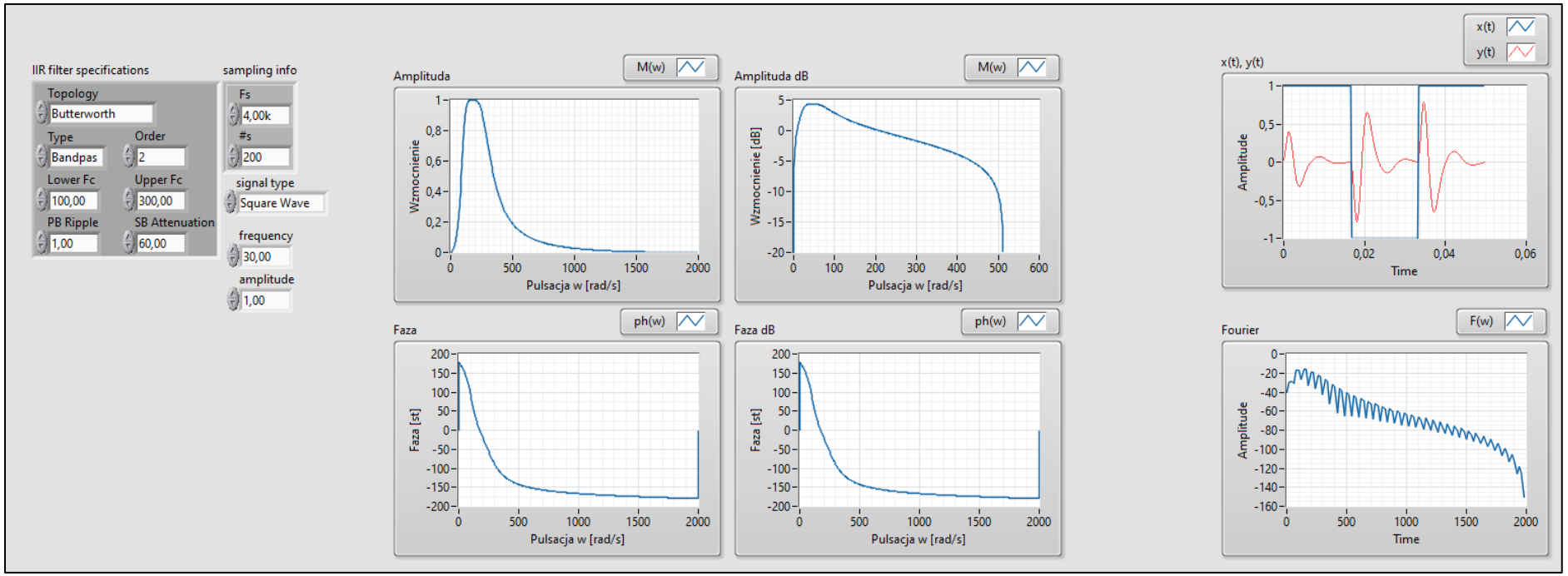
Rysunek 15 - Przebiegi czasowe wejścia x(t) oraz wyjścia y(t) filtru Czebyszewa przy częstotliwości x(t) znajdującej się w paśmie przenoszenia



Rysunek 16 - Przebiegi czasowe wejścia x(t) oraz wyjścia y(t) filtru Czebyszewa przy częstotliwości x(t) większej od górnej częstotliwości odcięcia

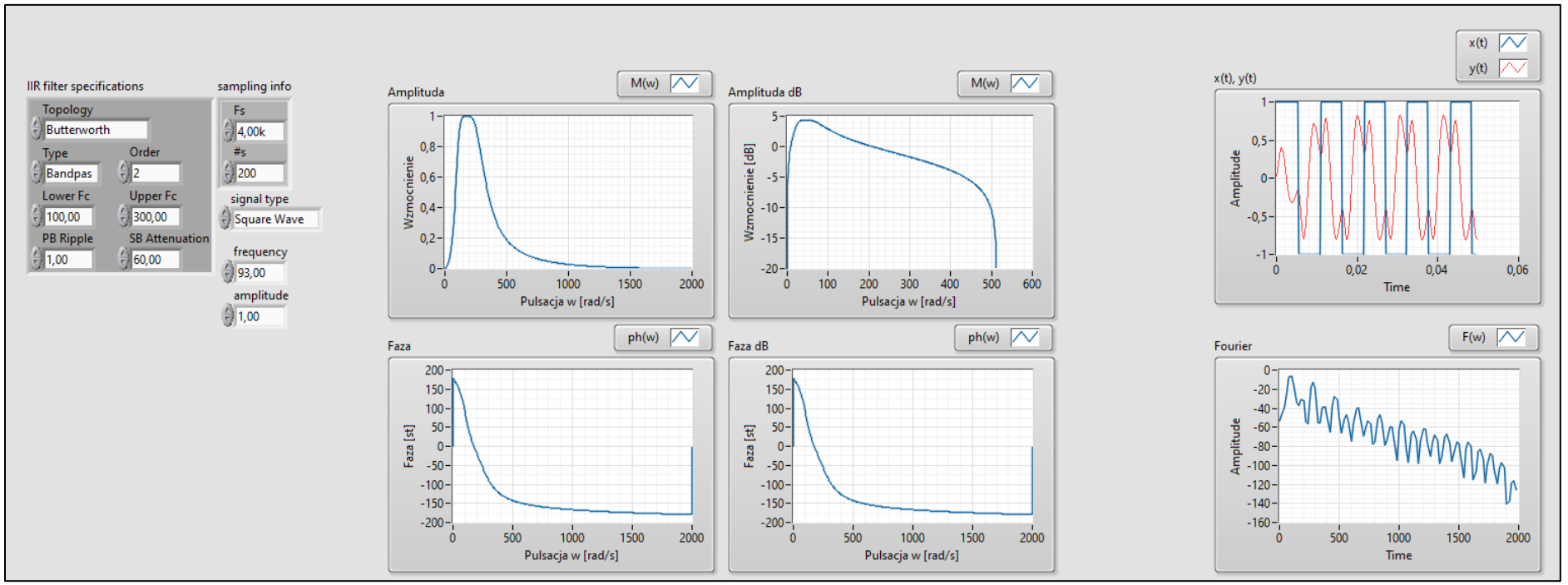
5. Zniekształcenia na przebiegach niesinusoidalnych

5.1. Prostokąt – dolne pasmo odcięcia

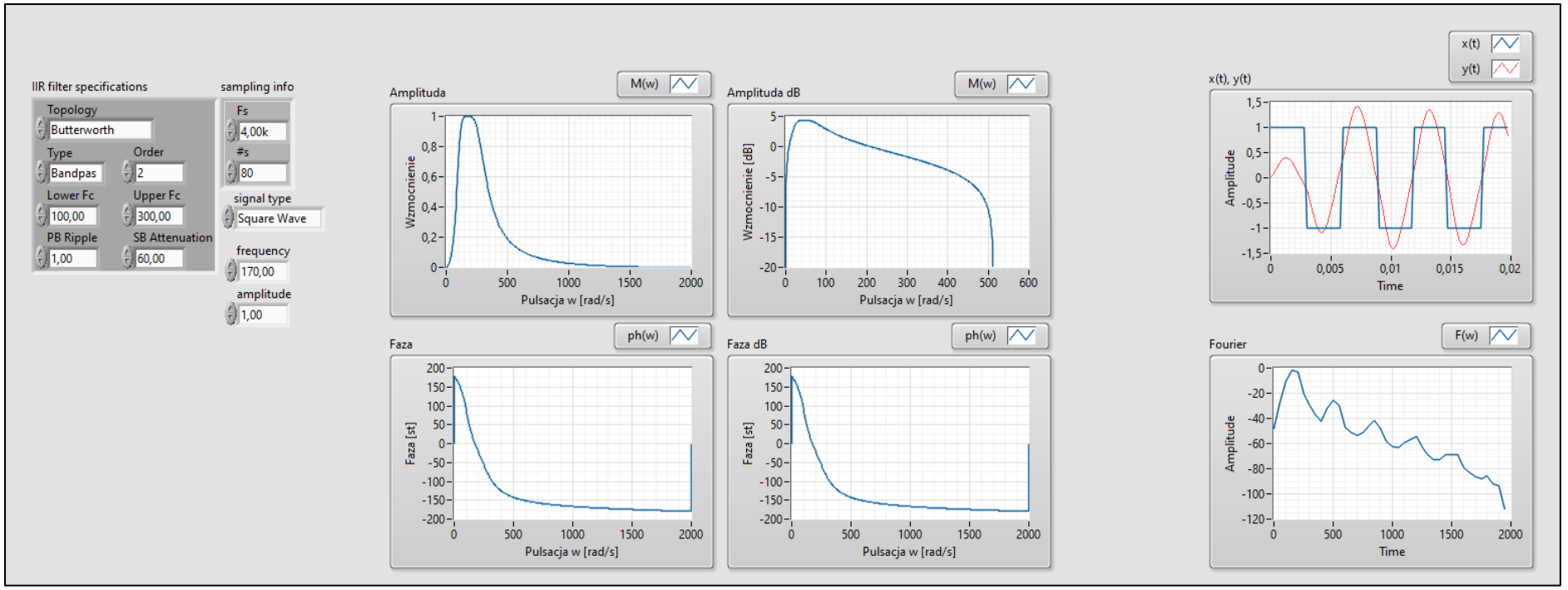


Rysunek 17 - Zniekształcenia powstałe na przebiegu prostokątnym w wyniku filtracji częstotliwości znajdującej się w dolnym paśmie odcięcia

5.2. Prostokąt – pasmo przepustowe

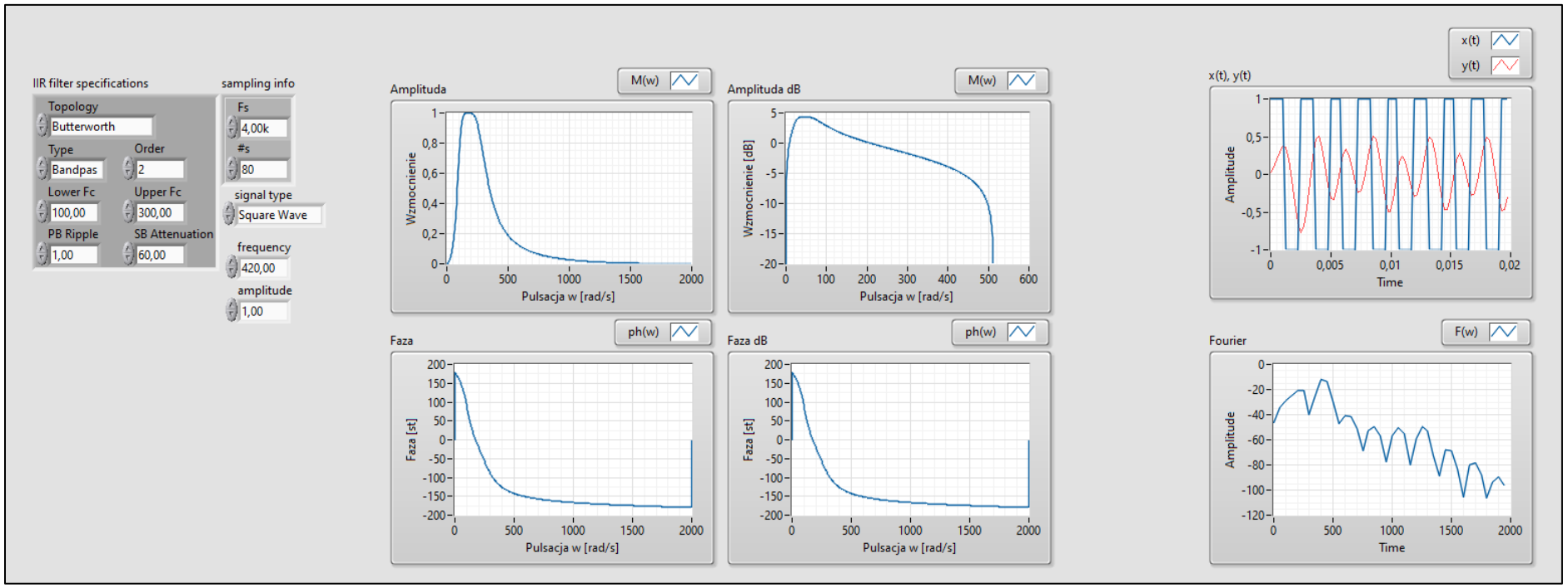


Rysunek 18 - Zniekształcenia powstałe na przebiegu prostokątnym w wyniku filtracji częstotliwości znajdującej się nieopodal wartości dolnej częstotliwości odcięcia



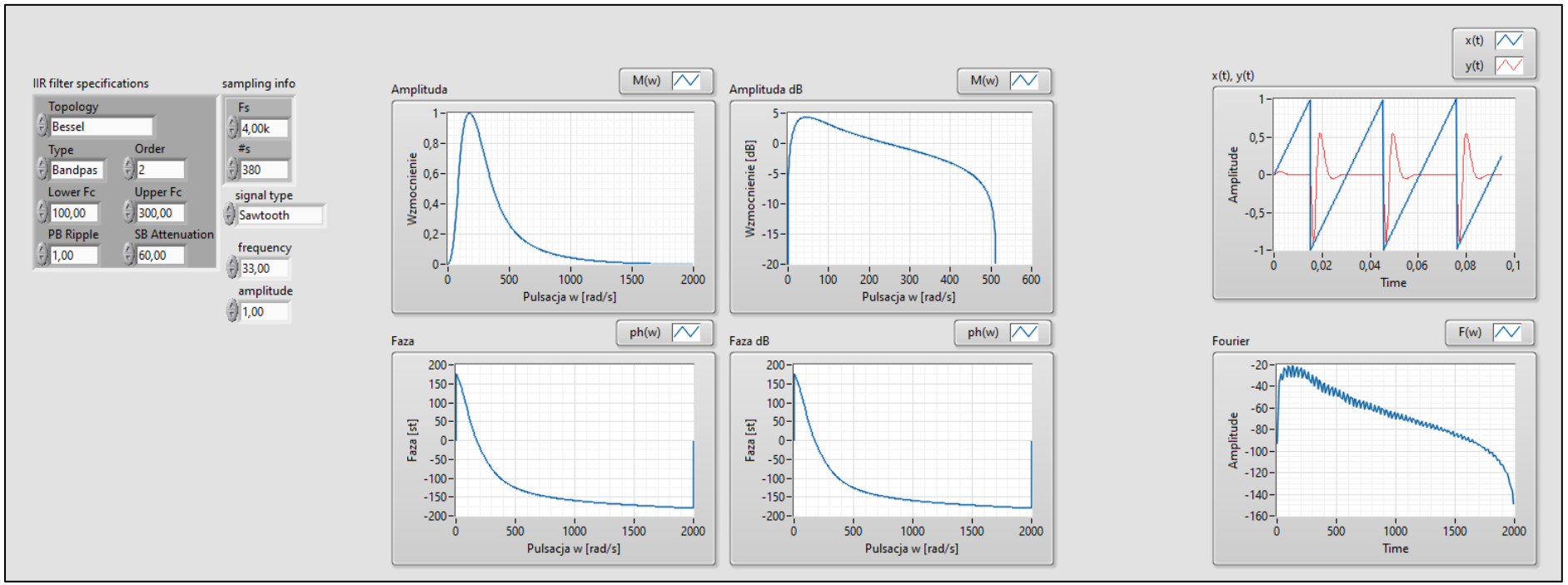
Rysunek 19 - Zniekształcenia powstałe na przebiegu prostokątnym w wyniku filtracji częstotliwości znajdującej się nieopodal wartości górnej częstotliwości odcięcia

5.3. Prostokąt – górne pasmo odcięcia



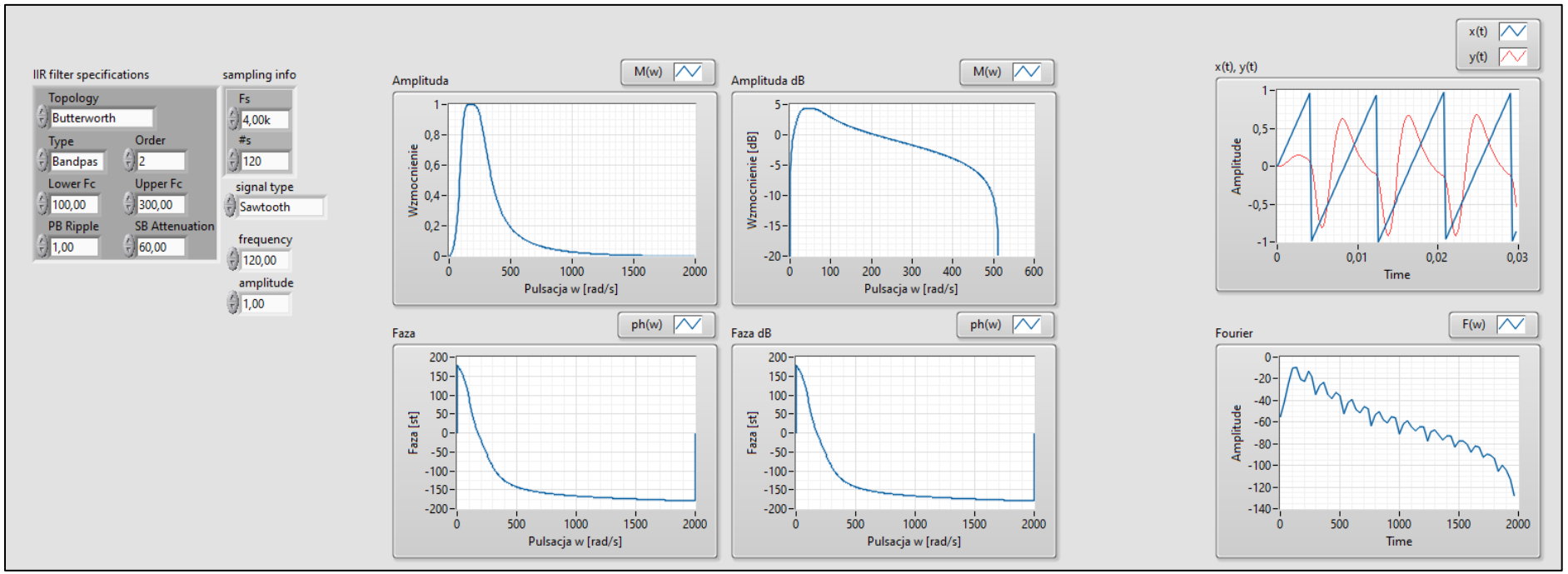
Rysunek 20 - Zniekształcenia powstałe na przebiegu prostokątnym w wyniku filtracji częstotliwości znajdującej się w górnym paśmie odcięcia

5.4. Piła – dolne pasmo odcięcia

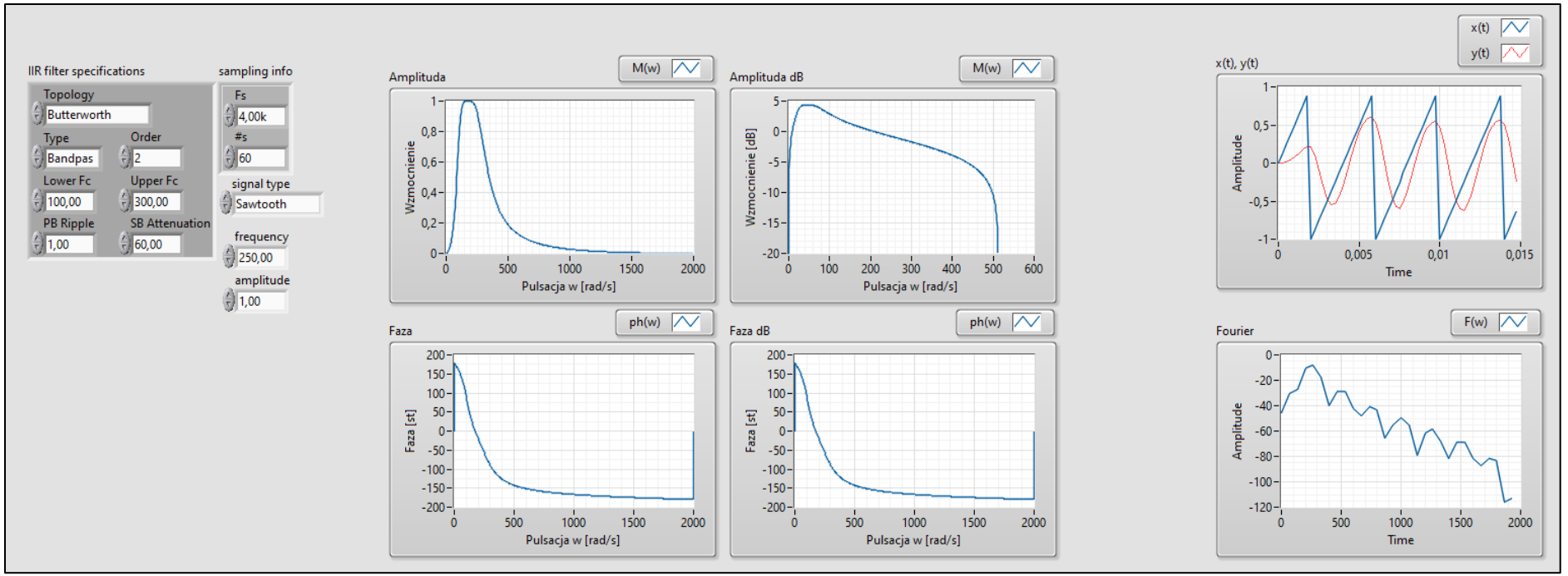


Rysunek 21 - Zniekształcenia powstałe na przebiegu piłokształtnym w wyniku filtracji częstotliwości znajdującej się w dolnym paśmie odcięcia

5.5. Piła – pasmo przepustowe

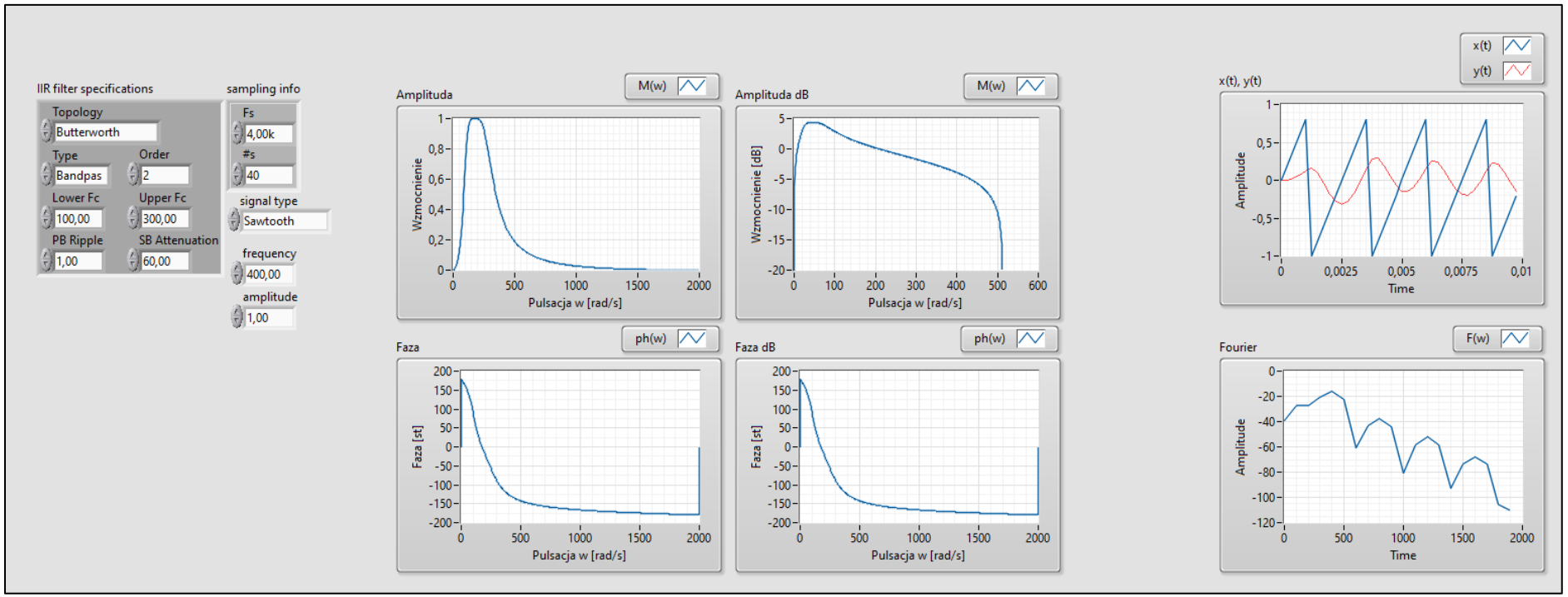


Rysunek 22 - Zniekształcenia powstałe na przebiegu piłokształtnym w wyniku filtracji częstotliwości znajdującej się nieopodal wartości dolnej częstotliwości odcięcia



Rysunek 23 - Zniekształcenia powstałe na przebiegu piłokształtnym w wyniku filtracji częstotliwości znajdującej się nieopodal wartości górnej częstotliwości odcięcia

5.6. Piła – górne pasmo odcięcia



Rysunek 24 - Zniekształcenia powstałe na przebiegu piłokształtnym w wyniku filtracji częstotliwości znajdującej się w górnym paśmie odcięcia

6. Wnioski

Z wyznaczonych charakterystyk częstotliwościowych wynika, że każdy z filtrów posiada pewne cechy charakterystyczne najlepiej widoczne na charakterystyce amplitudowej. Filtr Butterwortha posiada wyjątkowo płaskie pasmo przenoszenia. Wzmocnienie jest w szerokim zakresie niemal stałe. Charakterystyka amplitudowa filtru Bessela posiada tylko jedno maksimum, natomiast filtr Czebyszewa posiada wyjątkowo strome zbocza charakterystyki amplitudowej, przy czym posiada dwa maksima wzmocnienia, po jednym na każdym zboczu. Wzmocnienie posiada również minimum na środku pasma przepustowego.

Przebiegi czasowe potwierdzają informacje zawarte na charakterystyce fazowej. Przesunięcie fazowe jest największe w punktach najbardziej oddalonych od pasma przepustowego. Każdy z filtrów wykazuje tę zależność.

Filtrowanie przebiegów sinusoidalnych również jest możliwe, choć znacznie zniekształca te przebiegi. Im częstotliwość sygnału niesinusoidalnego jest bliższa środkowi pasma przepustowego, tym bardziej sygnał wyjściowy przypomina sinusoidę. Dla każdego z filtrów zaobserwowano jednakowe zniekształcenia, dlatego w sprawozdaniu znajdują się jedynie przebiegi czasowe powstałe w wyniku badania filtru Butterwortha.

Charakterystyka amplitudowa wyrażona w decybelach została omyłkowo wykonana w nieprawidłowy sposób. Spowodowane jest to przekształceniem do skali logarytmicznej również dziedziny czasu. Stało się to za sprawą powiązania wektora czasu z wektorem amplitudy w programie LabView. Podczas wykonywania ćwiczenia nie zauważono, że wektory te są ze sobą powiązane i oba zostały przekształcone.