

Układy Elektroniczne - Filtry bierne i filtry aktywne

Grzegorz Litarowicz

Piotr Moszkowicz

29 kwietnia 2019

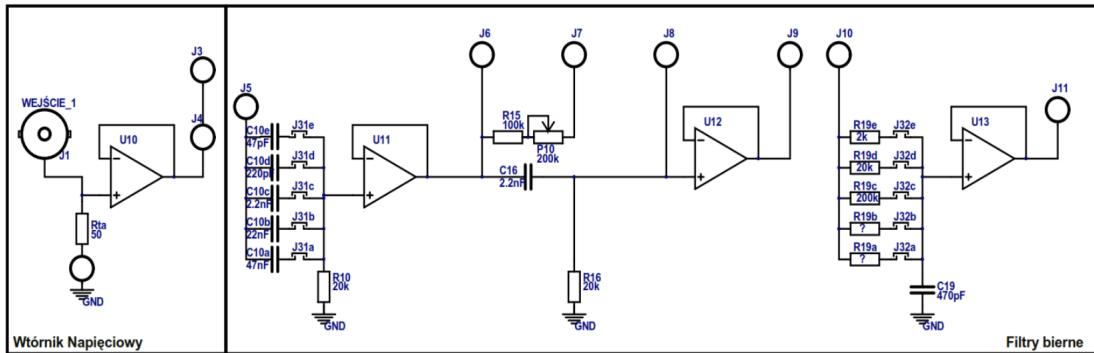
Spis treści

1	Cel i zakres ćwiczenia	1
2	Schemat układu pomiarowego dla filtrów biernych	1
3	Schemat układu pomiarowego dla filtrów aktywnych	1
4	Pomiary i wyniki	1
4.1	Filtr górnoprzepustowy I rzędu	1
4.2	Filtr dolnoprzepustowy I rzędu	3
4.3	Filtr górnoprzepustowy II rzędu	5
4.4	Filtr aktywne	7
4.4.1	Filtr Bessel'a	7
4.4.2	Filtr Butterworth'a	8
4.4.3	Filtr Chebyshev'a	9

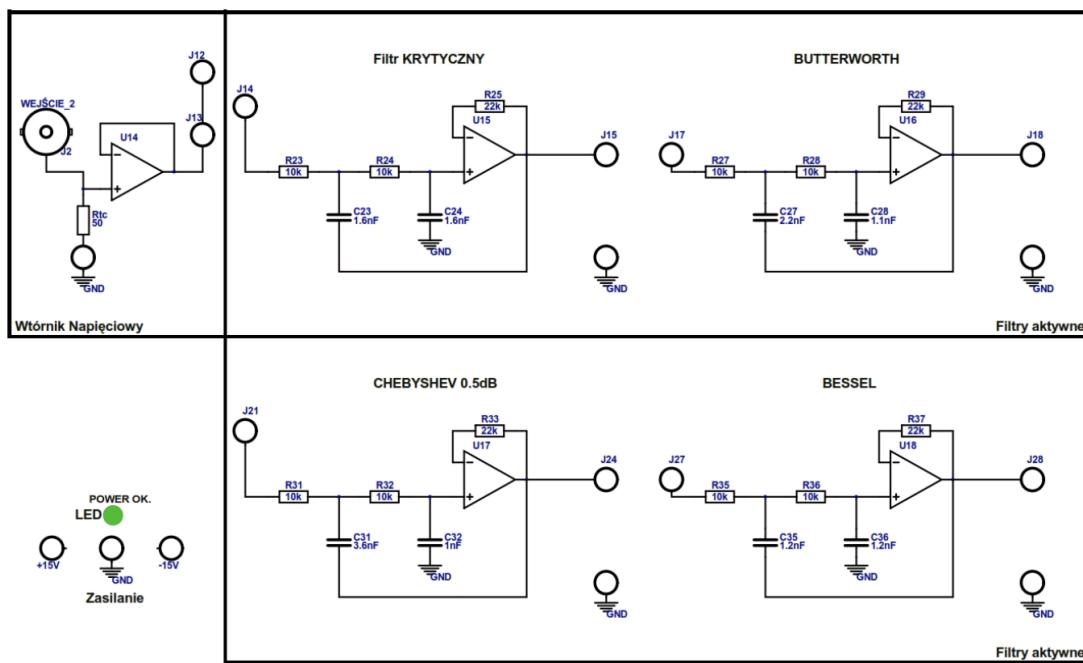
1 Cel i zakres ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zrozumienie propagacji sygnałów zmiennych w czasie przez układy filtracji oparte na elementach rezystancyjno-pojemnościowych. Wyznaczenie doświadczalne amplitudowych charakterystyk częstotliwościowych oraz obserwacja odpowiedzi układów RC na sygnał napięciowego skoku jednostkowego.

2 Schemat układu pomiarowego dla filtrów biernych



3 Schemat układu pomiarowego dla filtrów aktywnych



4 Pomiary i wyniki

4.1 Filtr górnoprzepustowy I rzędu

W naszym przypadku skorzystaliśmy z kondensatora C10b o pojemności $C = 22nF$.



Teoretyczna częstotliwość graniczna $f_g = 360\text{Hz}$

Zbadana częstotliwość graniczna $f_g = 384.98\text{Hz}$

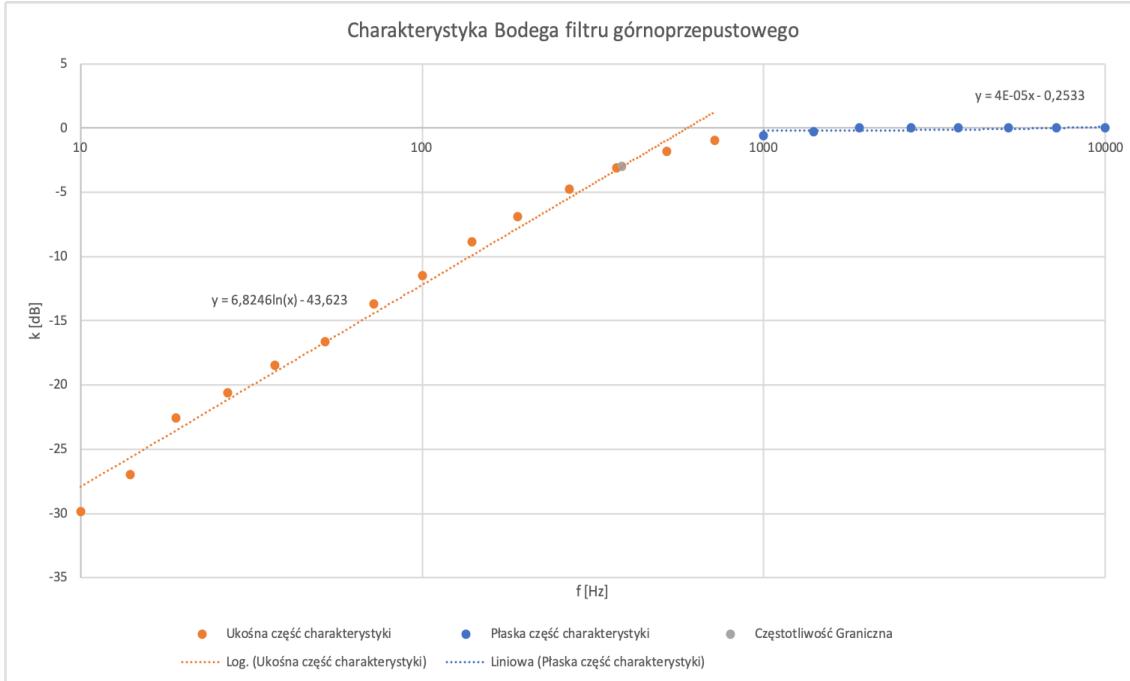
Wartość zbadana częstotliwości granicznej wyznaczyliśmy dopasowując eksponentę do wartości otrzymanych w trakcie pomiarów, a następnie po przekształceniu wzoru podstawiliśmy 3 dB. Jak widać na porównaniu wartości powyżej zbadana wartość częstotliwości trzydecybelowej jest zbliżona do wartości teoretycznej.

Wartość współczynnika narastania ukośnej części charakterystyki $a = 6.8246$

Wartość współczynnika narastania płaskiej części charakterystyki $a = 4e - 05$

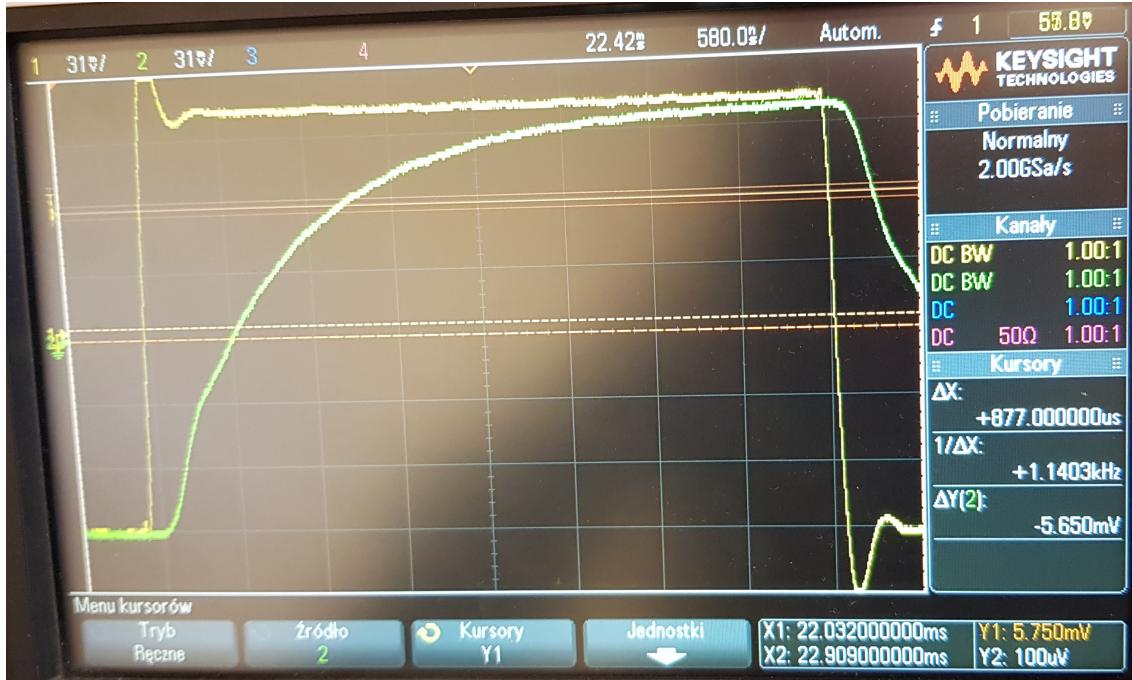
Jak widać powyżej współczynnik części płaskiej jest bardzo mały, a więc filtr przepuszcza górne częstotliwości zgodnie z oczekiwaniami.

Zbadane narastanie wyniosło $15.71 \frac{\text{dB}}{\text{dekk}}$, ta wartość trochę odbiega od wartości teoretycznej $20 \frac{\text{dB}}{\text{dekk}}$.



4.2 Filtr dolnoprzepustowy I rzędu

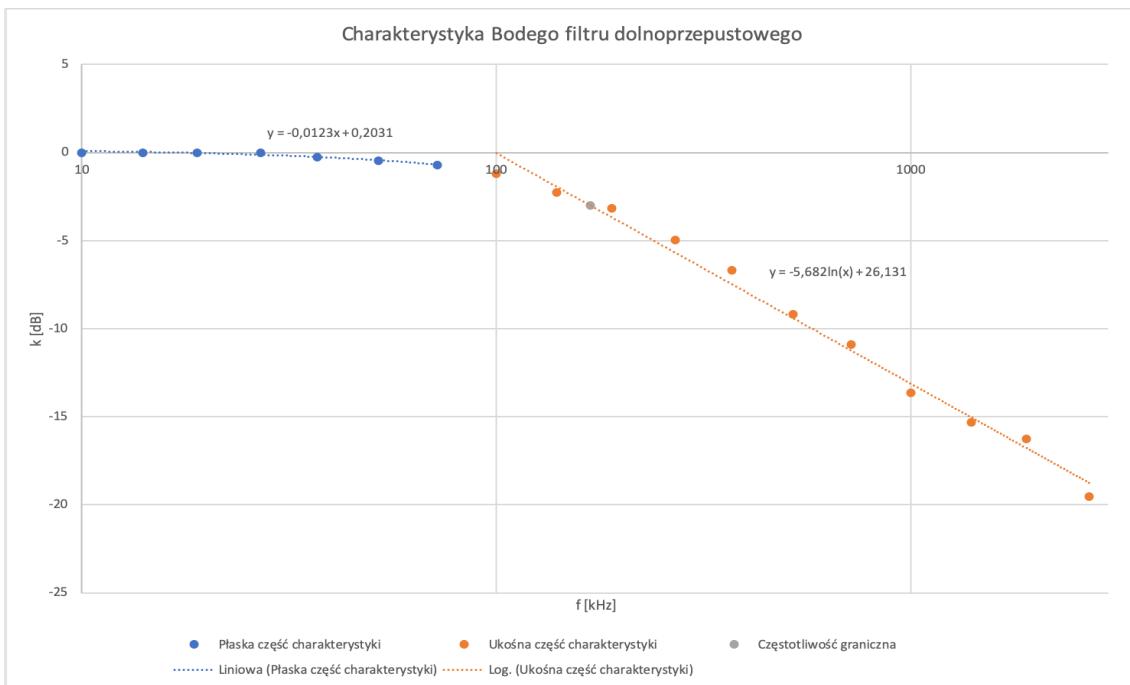
W naszym przypadku skorzystaliśmy z rezystora R19e o rezystancji $R = 2k\Omega$.



Teoretyczna częstotliwość graniczna $f_g = 170kHz$

Zbadana częstotliwość graniczna $f_g = 168.49kHz$

Częstotliwość graniczna została wyznaczona w identyczny sposób jak w filtrze górnoprzepustowym. Wartość zbadanej częstotliwości jest również zbliżona do wartości tabelarycznej.



Wartość współczynnika narastania ukośnej części charakterystyki $a = -5.682$

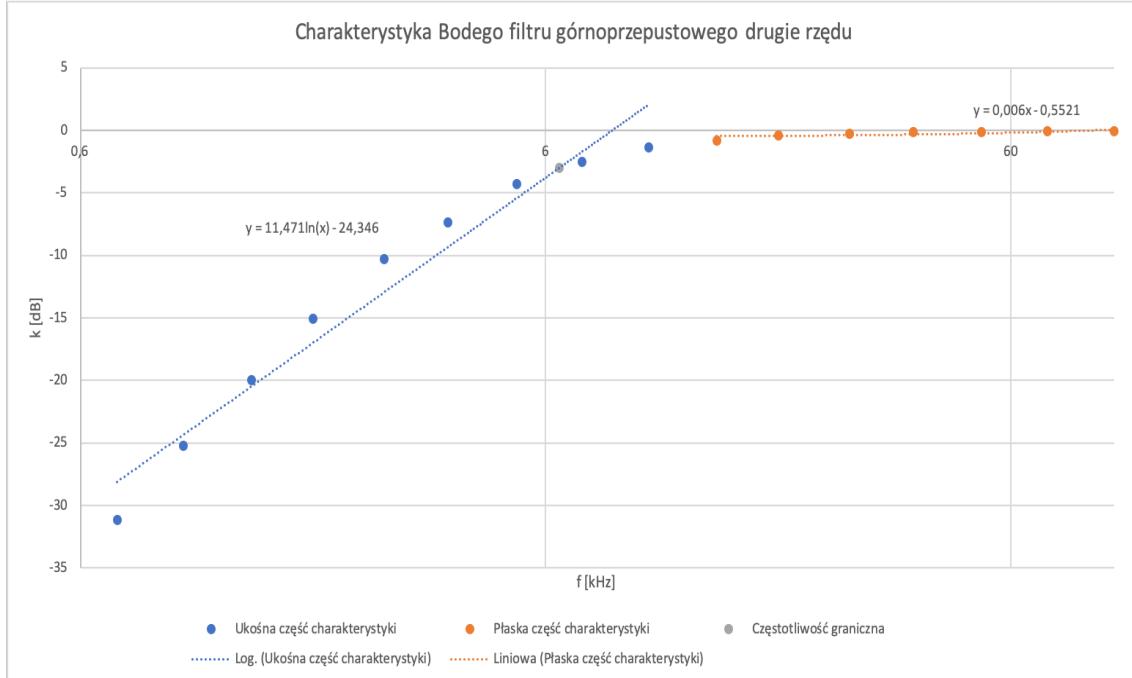
Wartość współczynnika narastania płaskiej części charakterystyki $a = -0.0123$

Jak widać powyżej współczynnik części płaskiej jest bardzo mały, a więc filtr przepuszcza dolne częstotliwości zgodnie z oczekiwaniami.

Zbadane narastanie wyniosło $13.08 \frac{dB}{dek}$, ta wartość wyraźnie odbiega od wartości teoretycznej $20 \frac{dB}{dek}$.

4.3 Filtr górnoprzepustowy II rzędu

W naszym przypadku skorzystaliśmy z kondensatora C10c o pojemności $C = 2.2nF$.



Zbadana częstotliwość graniczna $f_g = 6.42kHz$

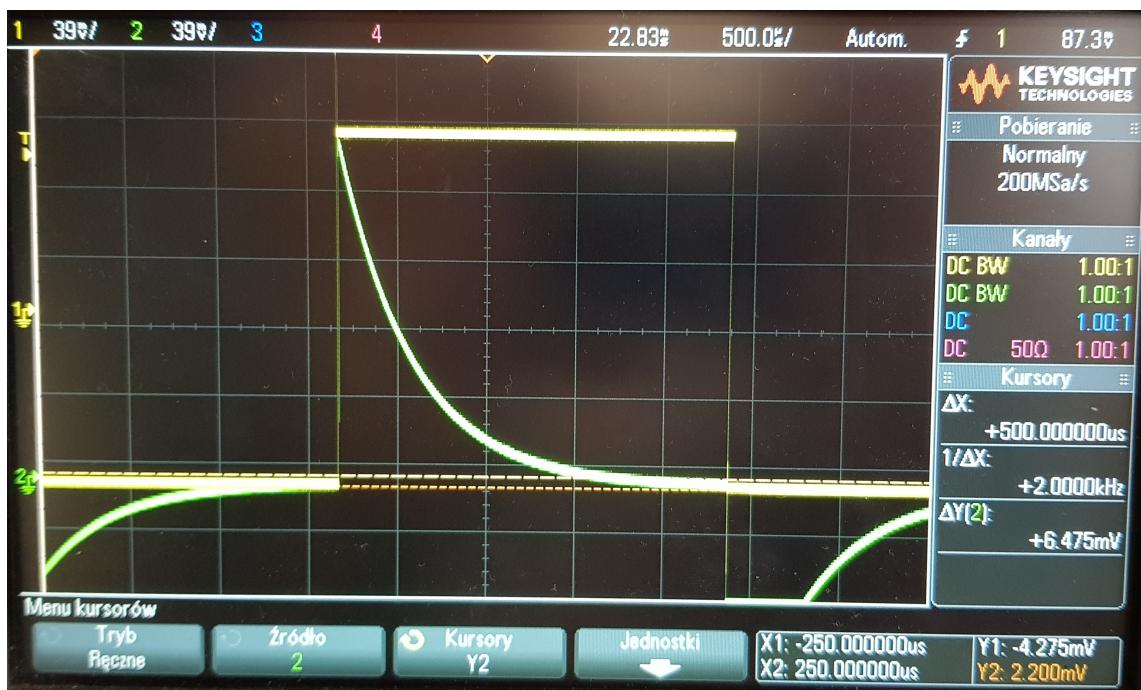
Częstotliwość graniczna została wyznaczona w identyczny sposób jak w filtrze górnoprzepustowym.

Wartość współczynnika narastania ukośnej części charakterystyki $a = 11.471$

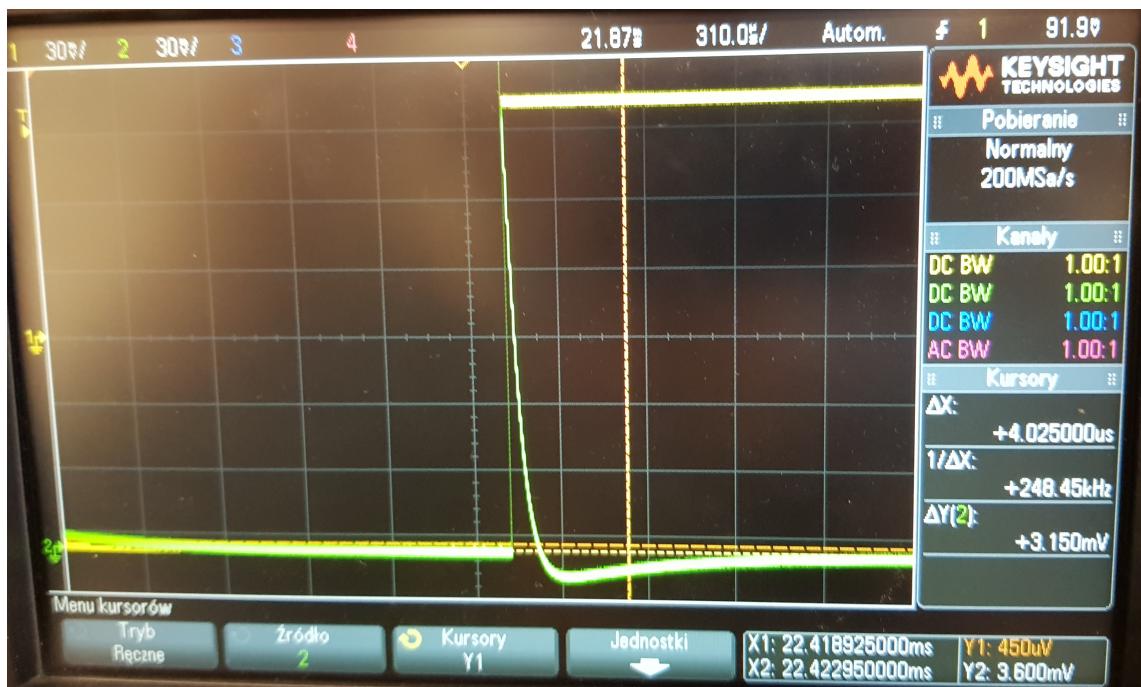
Wartość współczynnika narastania płaskiej części charakterystyki $a = 0.0006$

Jak widać powyżej współczynnik części płaskiej jest bardzo mały, a więc filtr przepuszcza dolne częstotliwości zgodnie z oczekiwaniami.

Zbadane narastanie wyniosło $26.41 \frac{dB}{dekk}$, również na wykresie możemy zaobserwować różnicę w narastaniu wynikającą z wykorzystania filtru II rzędu o różnych częstotliwościach granicznych. Dobierając odpowiedni opór na rezistorze możemy kontrolować



Jak widać na powyższym obrazku widać przerzut, który jest spowodowany złym doborem oporu. Na kolejnym obrazku prezentujemy próbę niwelacji efektu.

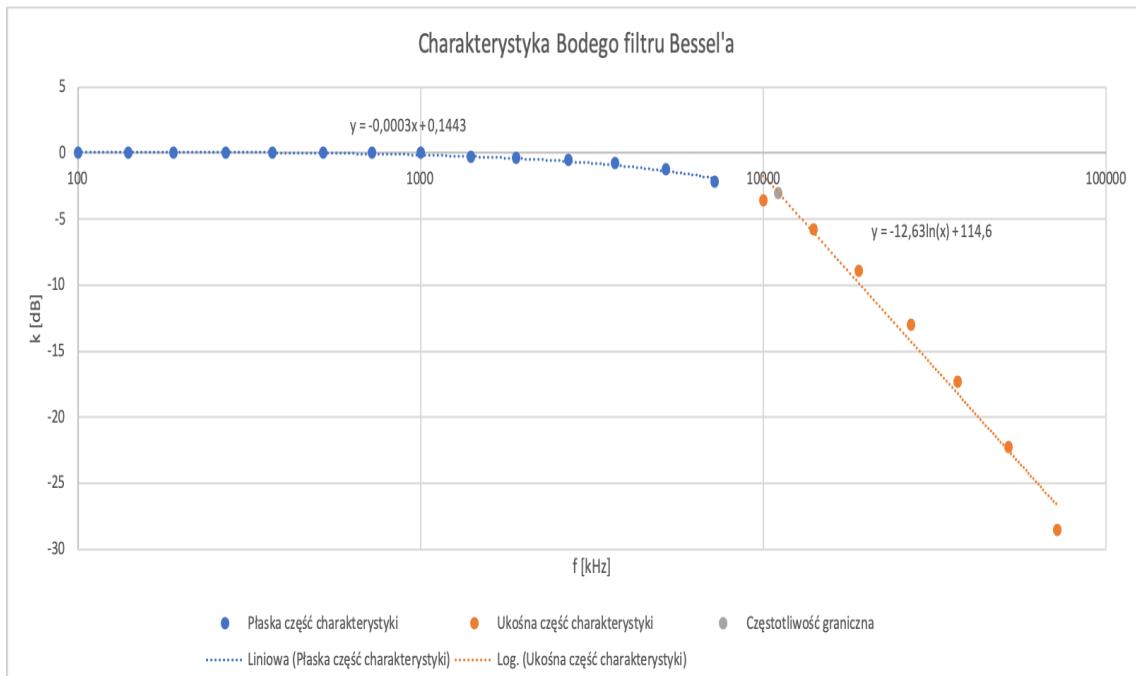


4.4 Filtry aktywne



Dla każdego z filtrów wyznaczyliśmy współczynnik wzmacnienia za pomocą przekształcenia wzoru na dobroć filtru oraz wykorzystaliśmy wyznaczone wartości dobroci dla poniższych filtrów.

4.4.1 Filtr Bessel'a



Zbadana częstotliwość graniczna $f_g = 11.06\text{kHz}$

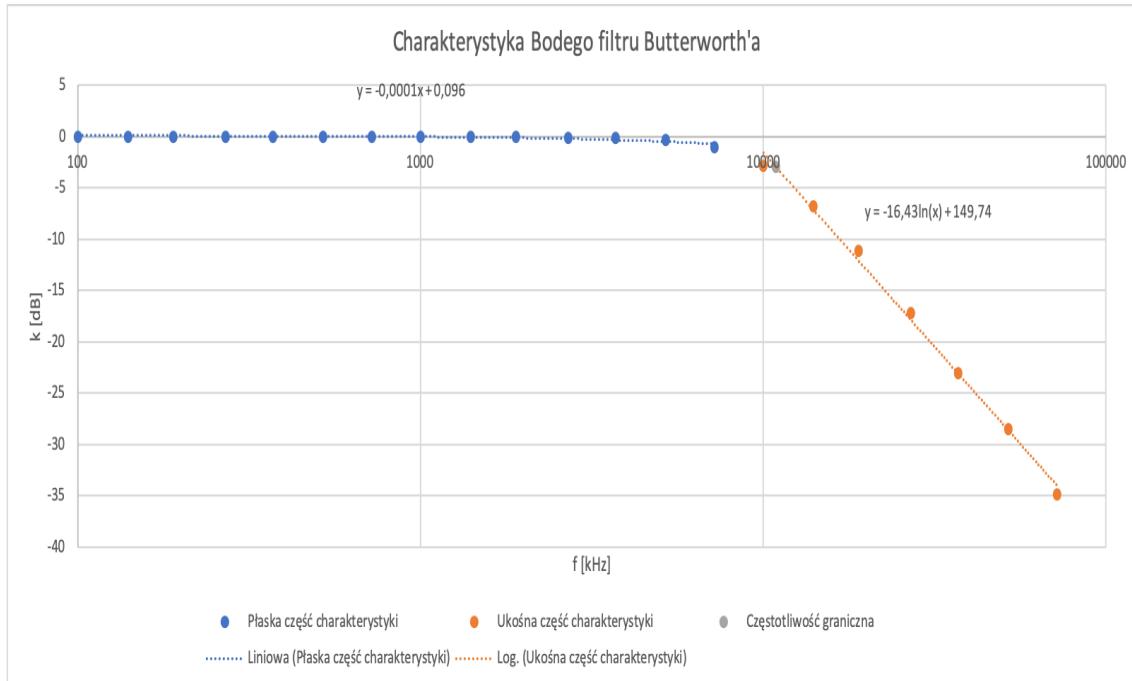
Wartość współczynnika narastania ukośnej części charakterystyki $a = -12.63$

Wartość współczynnika narastania płaskiej części charakterystyki $a = 0.0003$

Wyliczony współczynnik wzmacnienia: $k = 1$

Zbadane opadanie wyniosło $-29.08 \frac{dB}{de\kappa}$

4.4.2 Filtr Butterworth'a



Zbadana częstotliwość graniczna $f_g = 10.89 kHz$

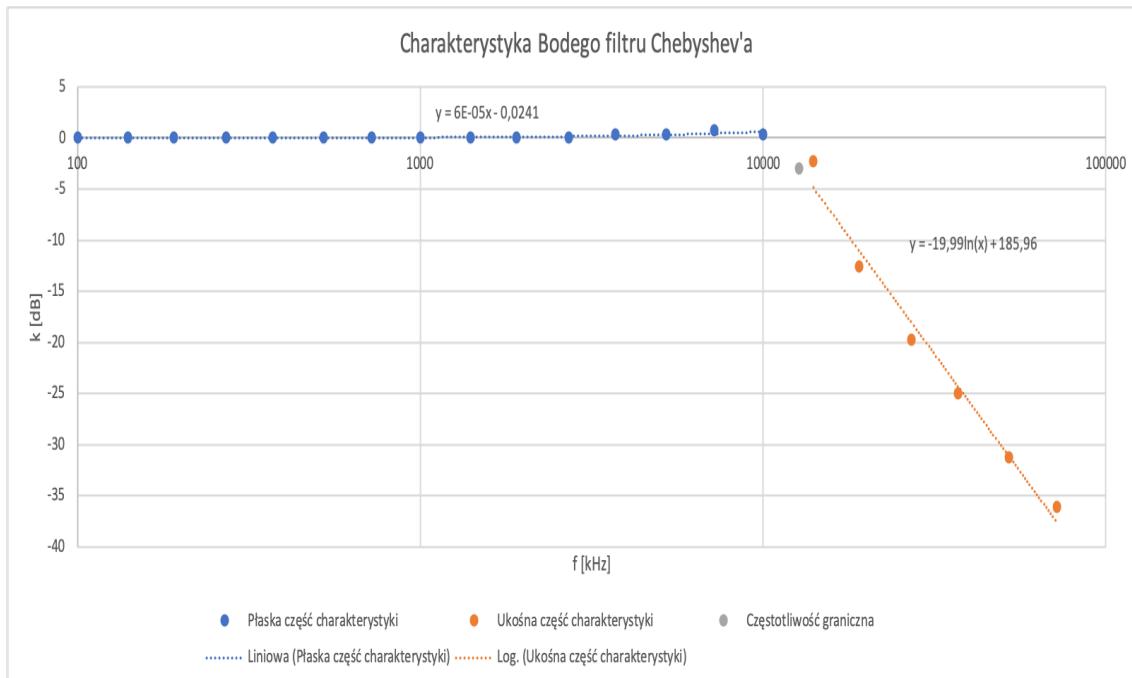
Wartość współczynnika narastania ukośnej części charakterystyki $a = -16.43$

Wartość współczynnika narastania płaskiej części charakterystyki $a = -0.0001$

Wyliczony współczynnik wzmacnienia: $k = 2.99$

Zbadane opadanie wyniosło $-37.83 \frac{dB}{de\kappa}$

4.4.3 Filtr Chebyshev'a



Zbadana częstotliwość graniczna $f_g = 12.74 \text{ kHz}$

Wartość współczynnika narastania ukośnej części charakterystyki $a = -19.99$

Wartość współczynnika narastania płaskiej części charakterystyki $a = 0.00006$

Wyliczony współczynnik wzmacnienia: $k = 6.20$

Zbadane opadanie wyniosło $-46.02 \frac{\text{dB}}{\text{dekk}}$