

Elektronika w eksperymencie fizycznym		Rok akademicki 2012-2013
Środa 14.15-17.00	Justyna Ilczuk Jacek Rosiński	Wykonane w dniu 10.04.2013
Ćwiczenie 7	Filtry	Ocena:

1 Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia było: zbadanie własności filtrów i zbudowanie własnego filtra według wcześniej stworzonego projektu i przetestowanie jego parametrów i charakterystyk.

2 Użyty sprzęt i układy pomiarowe

Hardware:

- komputer PC
- Elvis II+
- kondensatory 10 nF
- wzmacniacz operacyjny OPA2340
- potencjometry cyfrowe

Software:

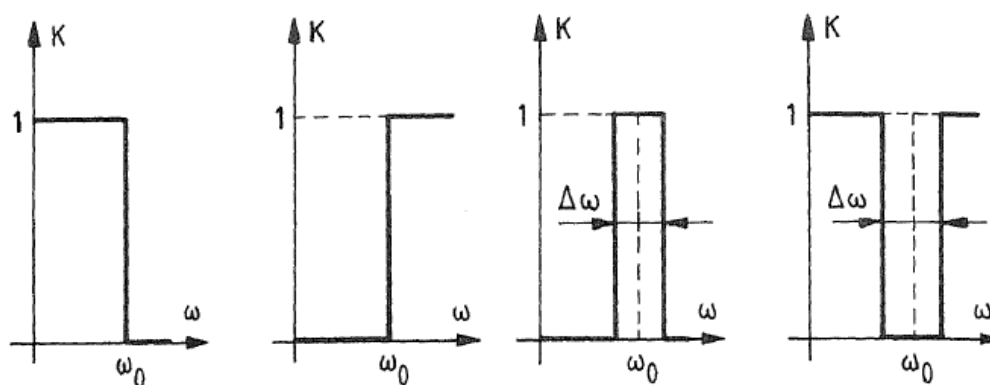
- oprogramowanie od National Instruments do pomiarów na Elvisie
- oprogramowanie do ustalania wartości na potencjometrach cyfrowych

3 Wstęp teoretyczny

Filtrem elektrycznym możemy nazwać każdy układ elektroniczny, który może modyfikować sygnał wejściowy. Najczęściej stosuje się filtry do wygaszania częstotliwości, których nie chcemy widzieć w układach. Z grubsza filtry można podzielić na:

- dolnoprzepustowe (lowpass)
- górnoprzepustowe (highpass)
- środkowoprzepustowe (bandpass)
- środkowozaporowe (bandstop)

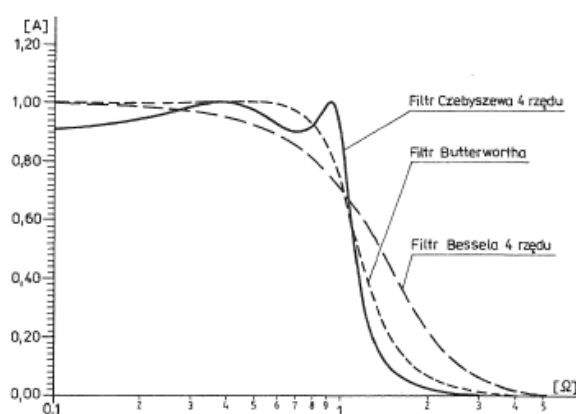
Wyidealizowane działanie tych filtrów przedstawiona na poniższym obrazku zaczerpniętym ze skryptu „Ćwiczenia laboratoryjne z elektorniki”.



Rysunek 1: Wyidealizowane charakterystyki różnych typów filtrów elektrycznych

Część charakterystyki, która jest przepuszczana to **pasmo przenoszenia filtru**, natomiast ta część tłumiona jest nazywana **pasmem zaporowym**. Dla filtrów górno i dolnoprzepustowych definiuje się także częstotliwość graniczną ω_g , dla której wzmocnienie filtru spada o 3dB. Zaś dla filtrów środkowoprzepustowych i zaporowych określamy częstotliwość środkową ω_0 i pasmo filtru $\Delta\omega$, których stosunek to tak zwana dobroć $Q = \frac{\omega_0}{\Delta\omega}$.

W doświadczeniu mieliśmy okazję zapoznać się z kilkoma rodzajami filtrów. Ich przykładowe charakterystyki przedstawiam na poniższym rysunku, zaczerpniętego ze skryptu „Ćwiczenia laboratoryjne z elektorniki”.



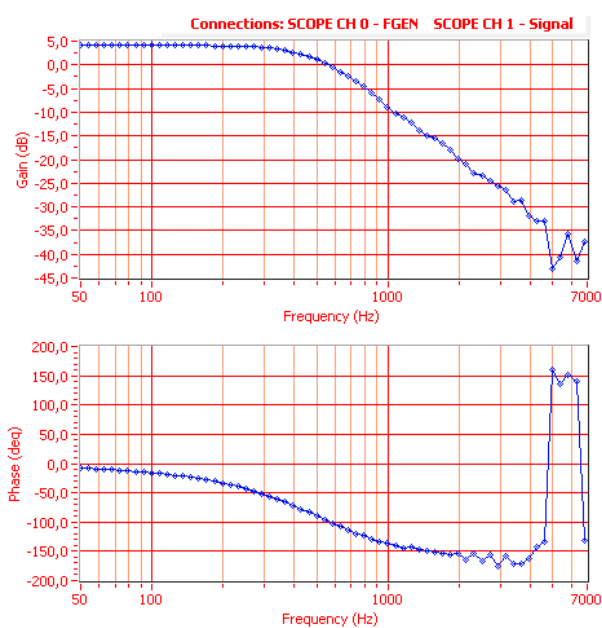
Rysunek 2: Przykładowe charakterystyki filtrów

W zależności od oczekiwanych przez nas efektów w układach możemy stosować odpowiednie filtry. Chcąc uzyskać najbardziej płaską charakterystykę w paśmie przenoszenia stosujemy filtry dające charakterystykę Butterwortha. Aby zapewnić maksymalne tłumienie w paśmie zaporowym bierzemy pod uwagę charakterystykę Czebyszewa. Jej wadą jest to, że ma zniekształcone pasmo przenoszenia. Inne właściwości ma z kolei charakterystyka Bessela, która zapewnia maksymalnie spłaszczoną charakterystykę opóźnienia grupowego, a także najmniej

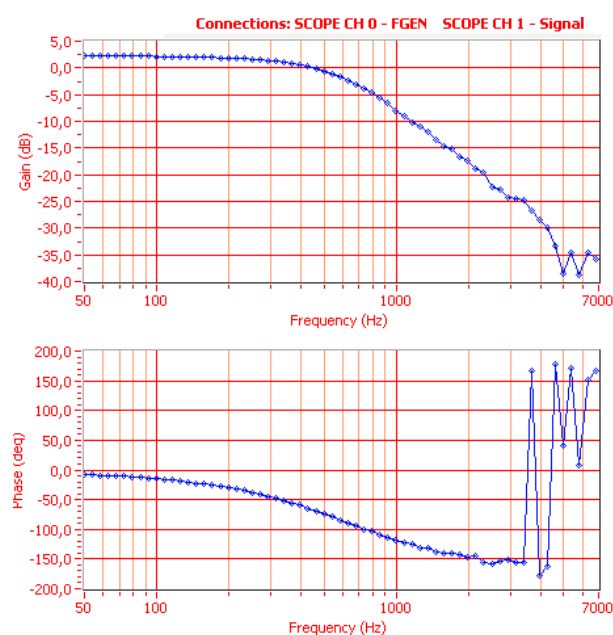
zniekształca sygnał w paśmie przenoszenia. Jego wadą jest jedynie słabe tłumienie w paśmie zaporowym.

4 Charakterystyki amplitudowe bodego

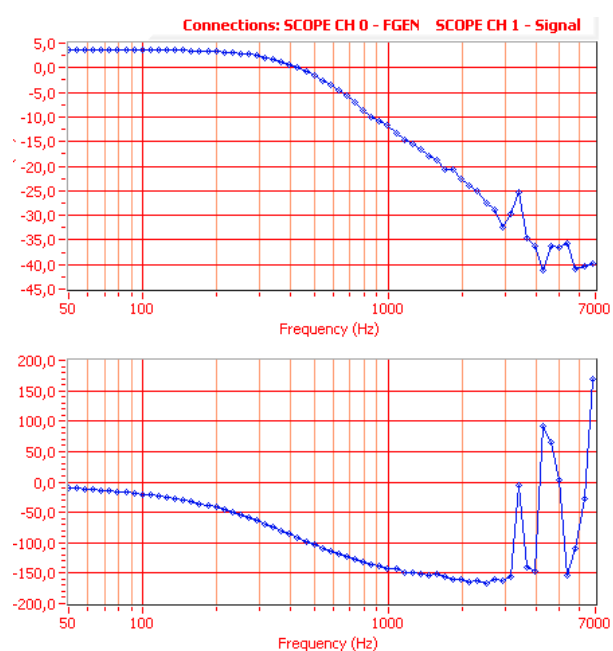
Poniżej przedstawiamy charakterystyki amplitudowe i fazowe trzech filtrów drugiego stopnia, które zbudowaliśmy.



Rysunek 3: filtr Butterwortha



Rysunek 4: filtr Bessela

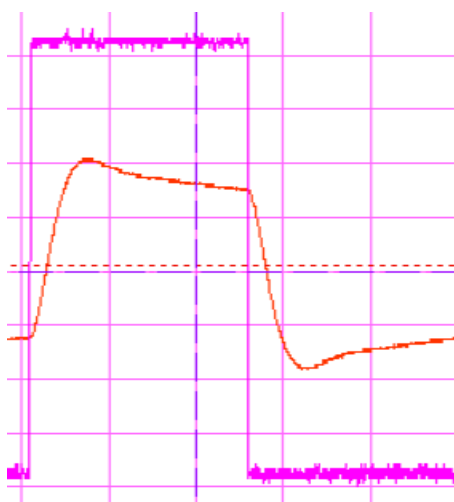


Rysunek 5: filtr Czebyszewa

Przydałoby się na te odpowiedzi dłużej popatrzeć i na przykład pomocą systemowej linijki zmierzyć jaki jest spadek i czy wartości pokrywają się nam z wyliczeniami.

Możemy też zasymulować te charakterystyki i bezpośrednio porównać, gdybyśmy wykreślili wykresy od częstotliwości.

5 Odpowiedzi na skok jednostkowy



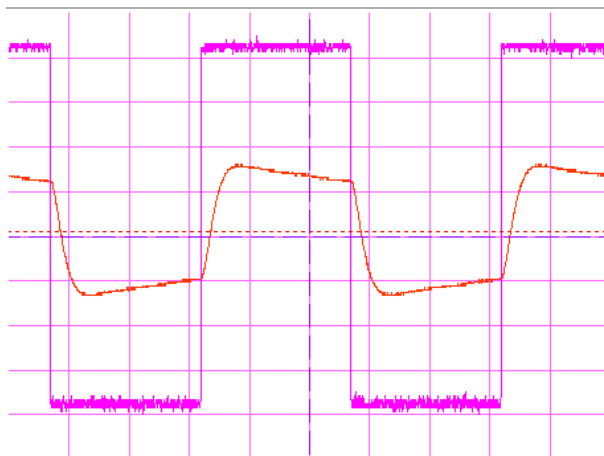
Rysunek 6: filtr Butterwortha

Wartości wyznaczone dla tych charakterystyk:

$$t_r = 0,6ms$$

$$t_p = 0,33ms$$

$$U_p = 33,3 \%$$



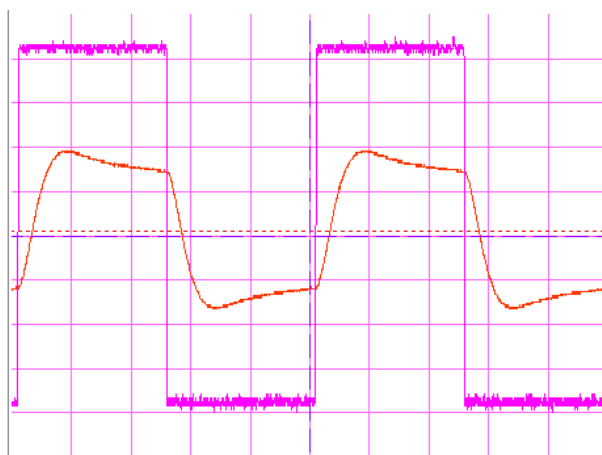
Rysunek 7: filtr Bessel'a

Wartości wyznaczone dla tych charakterystyk:

$$t_r = 0,55ms$$

$$t_p = 0,3ms$$

$$U_p = 25 \%$$



Rysunek 8: filtr Czebyszewa

Wartości wyznaczone dla tych charakterystyk:

$$t_r = 0,75ms$$

$$t_p = 0,35ms$$

$$U_p = 28,6 \%$$

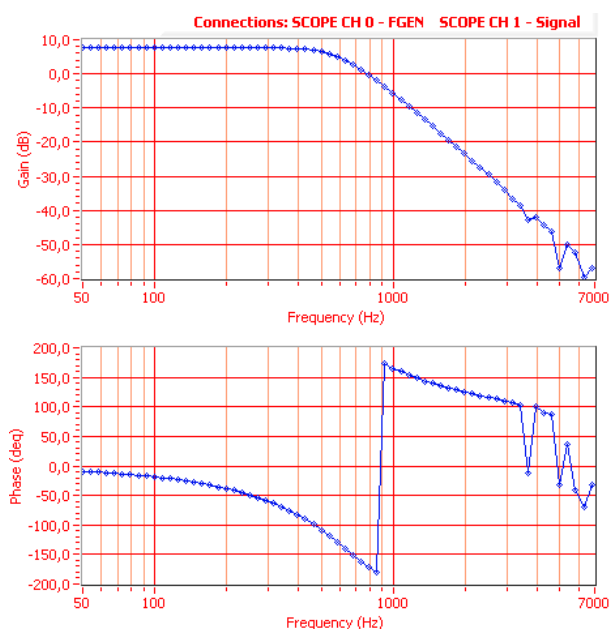
6 Projekt filtru

6.1 Obliczenia

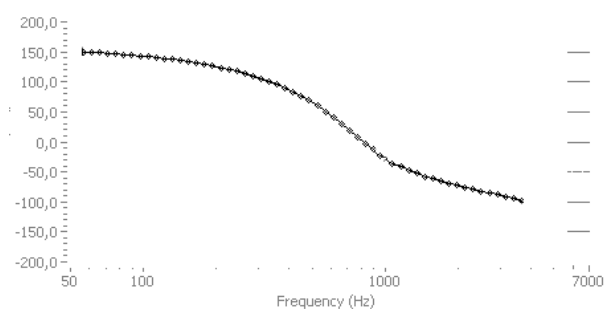
Obliczenia i wykreślone charakterystyki dołączamy jako osobny załącznik pod nazwą projekt filtru.

Znajdują się tam wszystkie niezbędne informacje.

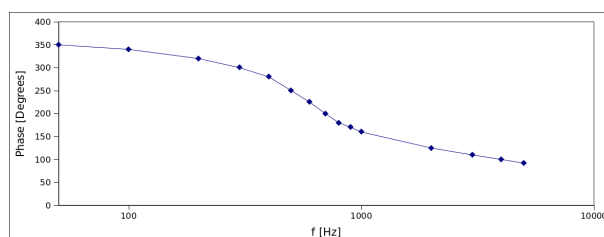
6.2 Zmierzona charakterystyka



Rysunek 9: charakterystyka amplitudowa i fazowa filtru Butterworth'a trzeciego rzędu

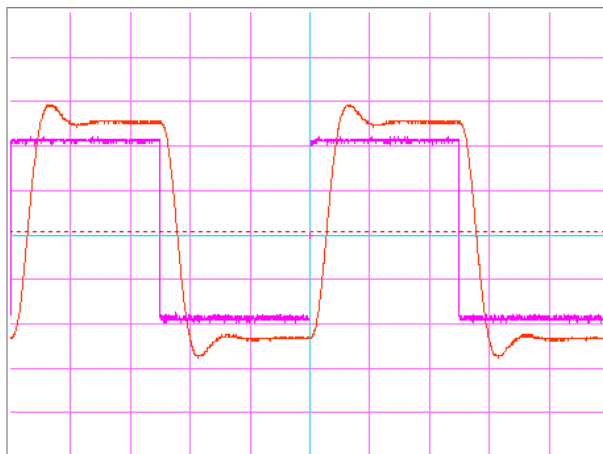


Rysunek 10: przeklejona charakterystyka fazowa filtru Butterworth'a trzeciego rzędu



Rysunek 11: Krzywa narysowana w programie Gnumeric fazowa filtru Butterworth'a trzeciego rzędu

Możemy zaobserwować, że te rysunki całkiem dobrze obrazują wyliczone przez nas teoretycznie krzywe.



Rysunek 12: Odpowiedź na skok jednostowy filtru Butterworth'a trzeciego rzędu

Wartości wyznaczone dla tych charakterystyk:

$$t_r = 0,47ms$$

$$t_p = 0,24ms$$

$$U_p = 15,7 \%$$

Tym razem możemy też zaobserwować T_p . Na poprzednich odpowiedziach na skok jednostkowy nie dało się zaobserwować tego.

$$T_p = 1,25ms$$

7 Opracowanie danych

to cokolwiek pisać jeszcze ?

8 Dyskusja niepewności

Niepewności które wpływały na wyniki pochodziły głównie z odczytu danych „na oko z ekranu” więc możemy z góry założyć niepewność rzędu 10%.

9 Wnioski

Niech się dzieje za-censored.

A poza tym otrzymaliśmy całkiem świetne wykresy czyżby ?