

*Laboratorium przetwarzania sygnałów
biologicznych
Ćwiczenie A/2*



Temat: Filtracja sygnału, architektury i projektowanie filtrów

Cel ćwiczenia: Celem ćwiczenia jest pogładowe przedstawienie zasad działania filtrów cyfrowych, własności filtrów FIR i IIR oraz metod projektowania filtrów na płaszczyźnie zespolonej. Wykorzystano rzeczywiste bardzo zakłócone zapisy EKG.

Przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczenia należy przypomnieć sobie sposoby filtracji częstotliwościowej sygnałów dyskretnych, twierdzenie o stabilności, postać wielomianową równania transmitancji filtru, pojęcie bieguna i zera transmitancji, arytmetykę liczb zespolonych.

Zaliczenie ćwiczenia odbywa się na podstawie sprawozdania zawierającego opis przeprowadzonych testów oraz odpowiedzi na pytania zaznaczone w tekście niniejszej instrukcji *czcionką pochylą*.

0. W środowisku MsWindows uruchom Matlab'a a następnie aplikację do projektowania filtrów wpisując 'sptools'.

1. Wyznacz położenie biegunów i zer dolnoprzepustowego filtru FIR o częstotliwości granicznej 50 Hz dla częstotliwości sygnału 150 Hz. *Czy filtr ten jest stabilny? Czy filtr ten można zrealizować za pomocą obliczeń stałoprzecinkowych? Czy charakterystyka fazowa filtru jest liniowa?*

2. Zaprojektuj filtr dolnoprzepustowy FIR dla nagrywarki CD o parametrach: częstotliwość próbkowania 44100Hz, częstotliwość graniczna 20300Hz. Dopuszcz 3dB wahania charakterystyki w paśmie przepustowym i przyjmij tłumienie w paśmie zaporowym równe co najmniej 60 dB. *Jaki jest rząd filtru? Dlaczego ten filtr trudno zrealizować w praktyce? Jakie jest przesunięcie fazowe dla częstotliwości >10000Hz?*

3. Zaprojektuj filtr dolnoprzepustowy FIR dla nagrywarki DVD-Audio o parametrach: częstotliwość próbkowania 192000Hz, częstotliwość graniczna 24000Hz. Dopuszcz 3dB wahania charakterystyki w paśmie przepustowym i przyjmij tłumienie w paśmie zaporowym równe co najmniej 80 dB. *Jaki jest rząd filtru? Jakie jest teraz przesunięcie fazowe dla częstotliwości >10000Hz? Wskaż parametry świadczące o przewadze zapisu DVD nad CD.*

4. Zaprojektuj filtr dolnoprzepustowy FIR o częstotliwości granicznej 50Hz przy częstotliwości próbkowania 500Hz. Dopuszczalne wahania w paśmie przepustowym 3dB i przyjmij tłumienie w paśmie zaporowym 30dB. Zaprojektuj podobny filtr FIR dla częstotliwości 30Hz. *Który filtr ma niższy rząd? Który filtr wprowadza większe opóźnienie sygnału?*

5. Wykorzystaj filtr FIR zaprojektowany w p. 4. Zaprojektuj filtr IIR Butterwortha o analogicznych parametrach. *Który filtr ma niższy rząd? Który filtr wprowadza większe zakłócenia fazowe w paśmie przepustowym? Który filtr wprowadza większe opóźnienie sygnału?*

6. Metodą Butterwortha zaprojektuj filtr dolnoprzepustowy IIR dla nagrywarki CD o parametrach: częstotliwość próbkowania 44100Hz, kraniec pasma przepustowego 8000Hz. Kraniec pasma zaporowego 8500Hz. Dopuszczalne wahania charakterystyki w paśmie przepustowym i przyjmij tłumienie w paśmie zaporowym równe co najmniej 60 dB. *Jaki jest rząd filtru? Jaka jest charakterystyka fazowa tego filtru?*

7. Zaprojektuj filtry analogiczne do p. 6 metodami Czebyszewa oraz eliptyczną: częstotliwość próbkowania 44100Hz, kraniec pasma przepustowego 8000Hz. Kraniec pasma zaporowego 8500Hz. Dopuszczalne wahania charakterystyki w paśmie przepustowym i przyjmij tłumienie w paśmie zaporowym równe co najmniej 60 dB. *Jaki jest rząd każdego z filtrów? Jakie są ich charakterystyki fazowe? Jakie filtry polecasz do rzeczywistych nagrywek i dlaczego?*

8. Dla częstotliwości próbkowania 500 Hz zaprojektuj filtr górnoprzepustowy o częstotliwości odcięcia 0,5 Hz w wariantach: FIR oraz IIR Butterwortha. Dopuszczalne wahania charakterystyki w paśmie przepustowym i przyjmij tłumienie w paśmie zaporowym równe co najmniej 30 dB. *Jaki jest rząd każdego z filtrów? Który filtr wprowadza większe zniekształcenia fazowe? Oszacuj wartości opóźnienia sygnału, który filtr wprowadza większe opóźnienie sygnału?*

9. Do badania charakterystyki amplitudowej filtru wykorzystaj sygnał 'linchirp'. *Czy filtr spełnia założenia projektowe? Jaka jest dokładność badania charakterystyki tą metodą?*

10. Dla częstotliwości próbkowania 500 Hz zaprojektuj filtr pasmowoprzepustowy o częstotliwościach charakterystycznych 5Hz i 50Hz. Dopuszczalne wahania charakterystyki w paśmie przepustowym i przyjmij tłumienie w paśmie zaporowym równe co najmniej 30 dB. *Jaki jest rząd każdego z filtrów składowych? Jaka konfiguracja filtrów zapewnia minimalne opóźnienie sygnału?*