

## LABORATORIUM CYFROWE PRZETWARZANIE SYGNAŁÓW

*Tytuł: Projektowanie filtrów cyfrowych*

**Celem ćwiczenia** jest zaprojektowanie filtru o podanej charakterystyce przy pomocy odpowiedniego rozkładu biegunów i zer na płaszczyźnie  $Z$ . Zadanie należy wykonać przy pomocy jak najmniejszej ilości biegunów i zer tak, aby transmitancja zaprojektowanego filtru mieściła się w zadanej dopuszczalnej granicy błędu.

Wykorzystując środowisko Matlab:

1. uruchomić program pomiarowy (skrypt fcyfrowy),
2. z menu wybrać polecenie *Charakterystyka filtru* – przerysować charakterystykę filtru do zaprojektowania,
3. z menu wybrać polecenie *Projektowanie filtru*,
4. z menu wybrać polecenie *Ustawienia parametrów filtru* – w oknie poleceń Matlab nacisnąć klawisz ENTER i po pojawieniu się znaku zachęty podać przewidywane współrzędne biegunów i zer filtru w/g podanego wzoru, np.

dla biegunów:

$$B=[0.2 \ 0.4+0.4i \ 0.4-0.4i \ -0.3]$$

dla zer:

$$Z=[0.1 \ 1 \ 0]$$

UWAGA: polecenie  $Z$  i  $B$  należy pisać z dużej litery, współrzędne należy oddzielać spacjami.

5. z menu wybrać polecenie *Transmitancja filtru* – zaobserwować gdzie narysowana została charakterystyka transmitancji projektowanego filtru w stosunku do charakterystyki założonej (idealnej). Dokonać korekcji współrzędnych przez wpisanie nowych danych w poleceniach  $Z$  i  $B$ . UWAGA: Aby wywołać wpisane wcześniej instrukcje należy nacisnąć przycisk kursora (góra). Narysować końcową charakterystykę transmitancji zaprojektowanego filtru i opisać z czego wynikają różnice od charakterystyki idealnej.

6. z menu wybrać polecenie *Układ zer i biegunów* – dla wizualizacji położenia zer  $Z$  (oznaczonych jako „o”) i biegunów  $B$  (oznaczonych jako „x”) na płaszczyźnie  $Z$ . Narysować końcową charakterystykę układu zer i biegunów na płaszczyźnie  $Z$  i w przypadku dużych różnic pomiędzy charakterystyką idealną i transmitancją zaprojektowanego filtru opisać jakie należy wykonać kroki, aby osiągnąć bardziej zadowalające rezultaty.

7. z menu wybrać polecenie *Porównanie wyników* – zaobserwować wyniki projektowania filtru w/g podanych założeń metodą *YuleWalk'a*, *Butterworth'a*, *Chebyszew'a* dla różnych parametrów  $N$  (ilość biegunów i zer, na którym ma być zaprojektowany filtr). Opisać jak zmienia się transmitancja wybranego filtru w zależności od parametru  $N$ . Która metod daje najlepsze wyniki (porównanie przeprowadzić przez wybrania z menu polecenia *Wszystkie z menu*). UWAGA: zmiany parametru  $N$  (duża litera) można dokonać w oknie poleceń programu Matlab, np.  $N=1$ ;  $N=2$ ;  $N=3$  itd. Od, którego momentu wzrost wartości  $N$  nie powoduje widocznych zmian charakterystyki transmitancji? Porównać różnice w rozkładzie zer i biegunów dla jednego z podanych filtrów i filtru zaprojektowanego. Określić punkt przecięcia charakterystyki transmitancji dla podanych filtrów z charakterystyką idealną. Jaka to jest wartość amplitudy i mocy sygnału? Napisać dlaczego z reguły filtry są projektowane w ten właśnie sposób?

8. Przed oddaniem sprawozdania uzupełnić opisu rysunków i napisać wnioski z projektowania.

## **Literatura**

1. Openheim A., Schafer R.: Cyfrowe przetwarzanie sygnałów WKiŁ, Warszawa 1979
2. S. Haykin: Systemy Telekomunikacyjne Tom 1 i 2, WKiŁ, Warszawa 2004