

# Laboratorium Teorii i Techniki Sterowania

## Ćwiczenie 2 - Sterowanie przy zadanym stanie w układzie zamkniętym

Projektowanie i badanie właściwości filtrów o skończonej odpowiedzi impulsowej

### I. Cel ćwiczenia

1. Poznanie metod projektowania filtrów cyfrowych o skończonej odpowiedzi impulsowej.
2. Synteza oraz implementacji filtra cyfrowego o zadanych właściwościach.
3. Analiza właściwości zaprojektowanego filtra.

### II. Ramowy program ćwiczeń

1. Wyznaczyć transmitancję cyfrowego filtra nierekursywnego w następującej postaci:

$$G(z) = \sum_{k=0}^{N-1} a(k)z^{-k}$$

- w procesie projektowania wykorzystać metodę polegającą na dyskretyzacji założonej charakterystyki częstotliwościowej filtra cyfrowego (metodę z zastosowaniem dyskretnej odwrotnej transformaty Fourier'a).
  - zaprojektować filtr dolnoprzepustowy.
  - częstotliwość graniczna projektowanego filtra cyfrowego  $f_{gc}=(200+(\text{'nr grupy'})*50)$  Hz.
  - przyjąć częstotliwość próbkowania równą  $f_p=(900+(\text{'nr grupy'})*100)$  Hz.
  - przyjąć idealny, prostokątny kształt charakterystyki amplitudowej (w zakresie od 0 do  $f_p$ ).
  - przyjąć stałą wartość opóźnienia grupowego (liniową charakterystykę fazową).
  - rozważyć dwa warianty długości okien.
  - po określeniu zdyskretyzowanej charakterystyki częstotliwościowej projektowanego filtra wykorzystać środowisko Matlab (funkcję *iffit*) do wyznaczenia współczynników okna filtra.
2. Wykorzystując środowisko Matlab/Simulink:
    - zdjąć charakterystykę częstotliwościową otrzymanego filtra (ocenić czy uzyskany filtr odpowiada powyższym założeniom projektowym),
    - zbadać odpowiedzi czasowe filtra dla różnych sygnałów wejściowych (przeprowadzić analizę widmową sygnałów przed filtracją oraz po filtracji). Przy wyborze częstotliwości sygnałów wejściowych uwzględnić kształt uzyskanej charakterystyki częstotliwościowej otrzymanego filtra.
  3. Zastosować do filtra uzyskanego w punkcie 1. wybrane okna wygładzające (Hamming, Hanning, Blackman) oraz przeprowadzić badania jak w punkcie 2.
  4. Zrealizować filtrację implementując w środowisku Matlab równanie różnicowe uzyskanego filtra.
  5. Przeprowadzić syntezę filtra SOI, tak jak opisano to w punkcie 1., ale przy innym niż prostokątny kształcie charakterystyki amplitudowej.
  6. Bazując na filtrze o oknie uzyskanym w punkcie 3. wyznaczyć współczynniki filtrów górnoprzepustowego lub środkowoprzepustowego. Do transformacji wykorzystać poniższe wzory.

Przekształcenie do filtra górnoprzepustowego:

$$f_{gGP} = f_p / 2 - f_{gDP}; \quad h_{GP}(m) = (-1)^m \cdot h_{DP}(m).$$

Przekształcenie do filtra środkowoprzepustowego:

$$f_{d1SP} = f_0 - f_{gDP}; \quad f_{g2SP} = f_0 + f_{gDP}; \quad h_{SP}(m) = 2 * \cos(2 \cdot \pi \cdot (m-1) \cdot f_0 / f_p) \cdot h_{DP}(m);$$

gdzie:

$m$  – numer współczynnika okna filtru,  $m=1,2,\dots,N$ ;

$f_{gGP}$  – częstotliwość graniczna filtra górnoprzepustowego,

$f_{gDP}$  – częstotliwość graniczna filtra dolnoprzepustowego,

$h_{GP}(m)$  – współczynniki okna filtra górnoprzepustowego,

$h_{DP}(m)$  – współczynniki okna filtra dolnoprzepustowego,

$f_{d1SP}$  – dolna częstotliwość graniczna filtra środkowoprzepustowego,

$f_{g2SP}$  – górna częstotliwość graniczna filtra środkowoprzepustowego,

$f_0$  – częstotliwość środkowa filtra środkowoprzepustowego,

$f_p$  – częstotliwość próbkowania,