

Opgave 10.1

Find koefficienterne for et FIR-filter med båndpaskarakteristik, så $f_{a_1} = 1,5$ kHz og $f_{a_2} = 2,5$ kHz. Filtret skal have en samplefrekvens på 8 kHz og en M -værdi på 22 (udregn de første 3 filterkoefficienter i hånden, og regn de resterende ved brug af lommeregner/MATLAB). Analyser filteret via

- Tegn Bode plot for filteret.
- Simuler filteret i Simulink ved at påtrykke forskellige indgangssignaler med frekvenser på 500 Hz, 1 kHz, 3,5 kHz. Stemmer responset overens med Bode plot? (Benyt `lsim` i MATLAB til simulering)

| Filtertype | c_0 | $c_m = c_{-m}$ | a_i |
|------------|-----------------------------|---|-----------|
| Lavpas | $2Tf_a$ | $\frac{1}{m\pi} \sin(2\pi m T f_a)$ | c_{M-i} |
| Højpas | $1 - 2Tf_a$ | $\frac{1}{m\pi} (\sin(m\pi) - \sin(2\pi m T f_a))$ | c_{M-i} |
| → Båndpas | $2T(f_{a_2} - f_{a_1})$ | $\frac{1}{m\pi} (\sin(2\pi m T f_{a_2}) - \sin(2\pi m T f_{a_1}))$ | c_{M-i} |
| Båndstop | $1 - 2T(f_{a_2} - f_{a_1})$ | $\frac{1}{m\pi} (\sin(m\pi) + \sin(2\pi m T f_{a_1}) - \sin(2\pi m T f_{a_2}))$ | c_{M-i} |

$$M = 22 \quad f_s = 8000 \text{ Hz} \quad f_{a_2} = 2,5 \text{ kHz}, f_{a_1} = 1,5 \text{ kHz}$$

$$a_{22} = c_0 = 2 \frac{1}{8000} (2500 - 1500) = 0,25$$

$$a_0 = c_{22} = c_{-22} = \frac{1}{22\pi} \left(\sin\left(2\pi \cdot 22 \cdot \frac{1}{8000} \cdot 2500\right) - \sin\left(2\pi \cdot 22 \cdot \frac{1}{8000} \cdot 1500\right) \right) = -0,02046$$

$$a_1 = c_{21} = c_{-21} = \frac{1}{22\pi} \left(\sin\left(2\pi \cdot 21 \cdot \frac{1}{8000} \cdot 2500\right) - \sin\left(2\pi \cdot 21 \cdot \frac{1}{8000} \cdot 1500\right) \right) = 0$$

$$a_2 = c_{20} = c_{-20} = \frac{1}{22\pi} \left(\sin\left(2\pi \cdot 20 \cdot \frac{1}{8000} \cdot 2500\right) - \sin\left(2\pi \cdot 20 \cdot \frac{1}{8000} \cdot 1500\right) \right) = 0,03183$$

$$a_{22} \approx c_0 \approx 0,25$$

$$a_{21} = 0$$

$$a_{20} = -0.2251$$

$$a_{19} = 0.0000$$

$$a_{18} = 0.1592$$

$$a_{17} = -0.0000$$

$$a_{16} = -0.0750$$

$$a_{15} = -0.0000$$

$$a_{14} = -0.0000$$

$$a_{13} = -0.0000$$

$$a_{12} = 0.0450$$

$$a_{11} = 0.0000$$

$$a_{10} = -0.0531$$

$$a_9 = 0.0000$$

$$a_8 = 0.0322$$

$$a_7 = 0.0000$$

$$a_6 = 0.0000$$

$$a_5 = 0.0000$$

$$a_4 = -0.0250$$

$$a_3 = -0.0000$$

$$a_2 = 0.0318$$

$$a_1 = -0.0000$$

$$a_0 = -0.0205$$