

Harjoitus 7, 12.-13.4.2021.

① Suoittimen siirtofunktio on:

$$H(z) = \frac{z^2 + z + 1}{z^2 - \frac{1}{2}z + \frac{1}{4}} = \frac{Y(z)}{X(z)}$$

*z-potenssi negatiiviseen muotoon*

$$= \frac{1 + z^{-1} + z^{-2}}{1 - \frac{1}{2}z^{-1} + \frac{1}{4}z^{-2}} = \frac{Y(z)}{X(z)}$$

$$Y(z) - \frac{1}{2}Y(z)z^{-1} + \frac{1}{4}Y(z)z^{-2} = X(z) + X(z)z^{-1} + X(z)z^{-2}$$

$$y(n) - \frac{1}{2}y(n-1) + \frac{1}{4}y(n-2) = x(n) + x(n-1) + x(n-2)$$

$$y(n) = x(n) + x(n-1) + x(n-2) + \frac{1}{2}y(n-1) - \frac{1}{4}y(n-2)$$

②  $y(n) = \frac{1}{4}x(n) - \frac{1}{2}x(n-1) + \frac{1}{4}x(n-2)$

Toteutetaan laitteistossa, jonka näytteenottotaajuus on 16000 Hz.

Mikä on suoittimen amplitudivaste (eli vahvistus / vaimennus) 4000 hertsin taajuudella?

$$X(e^{j\omega}) = \frac{Y(e^{j\omega})}{H(e^{j\omega})}$$

$$Y(z) = \frac{1}{4}X(z) - \frac{1}{2}X(z)z^{-1} + \frac{1}{4}X(z)z^{-2}$$

$$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{1}{4} - \frac{1}{2}z^{-1} + \frac{1}{4}z^{-2}$$

$$H(e^{j\omega}) = \frac{1}{4} - \frac{1}{2}e^{-j\omega} + \frac{1}{4}e^{-2j\omega}$$

$$\text{missä } \omega = \frac{f}{F_s} 2\pi = \frac{4000}{16000} = \frac{1}{4} 2\pi = \frac{\pi}{2}$$

$$|H(e^{j\frac{\pi}{2}})| = \left| \frac{1}{4} - \frac{1}{2}e^{-j\frac{\pi}{2}} + \frac{1}{4}e^{-j\pi} \right| = 0.5000$$

$$|H(e^{j\frac{\pi}{2}})| = \frac{A}{A_0} = 0.5$$

$$20 \log_{10}\left(\frac{A}{A_0}\right) \text{ dB} = 20 \log_{10}\left(\frac{1}{2}\right) = -6.0206 \text{ dB}$$

Vaimennus 6.0206 dB