Musterlösung zur Klausur „Digitale Signalverarbeitung“ 20.07.2010

Aufgabe 1

a.) $y(n) = 2 \cdot x(n-2) + 2 \cdot x(n-4)$

b.) $h(n) = 2 \cdot \delta(n-2) + 2 \cdot \delta(n-4)$

c.) $Y(z) = 2 \cdot X(z) \cdot z^{-2} + 2 \cdot X(z) \cdot z^{-4}$

$H(z) = 2 \cdot z^{-2} + 2 \cdot z^{-4}$

d.) $|H(e^{j\Omega})| = |H(e^{j\Omega})| \cdot e^{j\phi(\Omega)}$

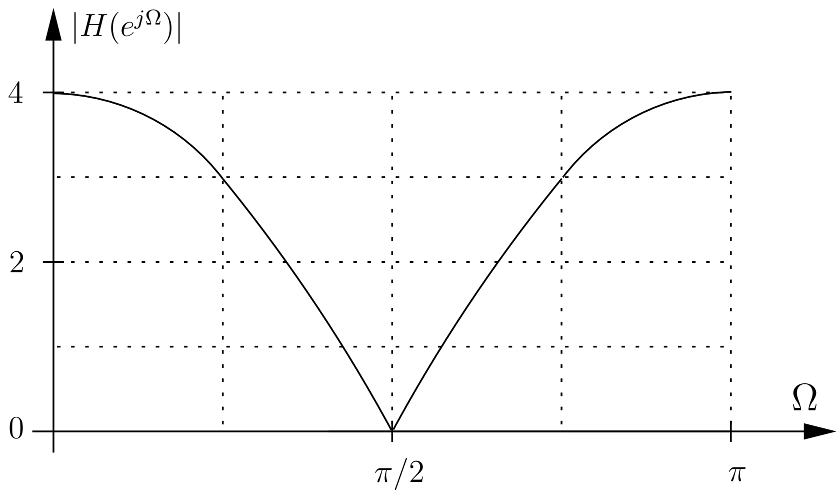
$H(e^{j\Omega}) = 4 \cdot e^{-j3\Omega} \cdot \cos(\Omega)$

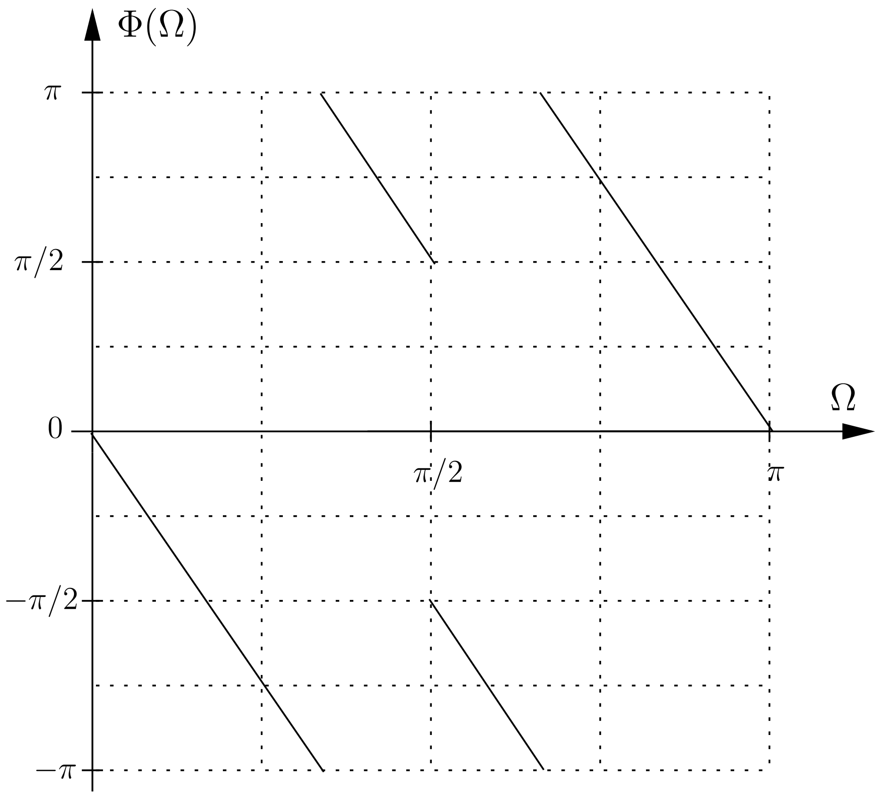
$|H(e^{j\Omega})| = 4 \cdot |\cos(\Omega)|$

$$\phi(\Omega) = \begin{cases} -3\Omega & , 0 < \Omega < \frac{\pi}{2} \\ -3\Omega + \pi & , \frac{\pi}{2} < \Omega < \pi \end{cases}$$

oder

$$\phi(\Omega) = \begin{cases} -3\Omega & , 0 < \Omega < \frac{\pi}{3} \\ -3\Omega + 2\pi & , \frac{\pi}{3} < \Omega < \frac{\pi}{2} \\ -3\Omega - \pi & , \frac{\pi}{2} < \Omega < \frac{2\pi}{3} \\ -3\Omega + \pi & , \frac{2\pi}{3} < \Omega < \pi \end{cases}$$

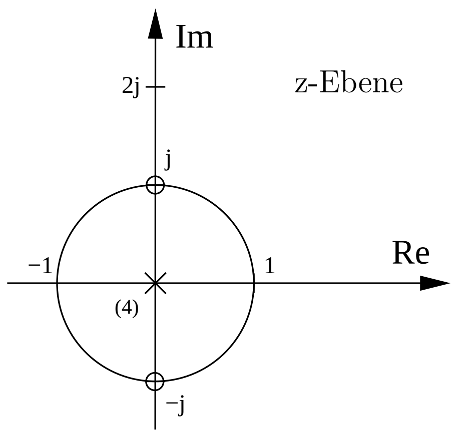




e.) $H(z) = 2 \cdot z^{-2} + 2 \cdot z^{-4} = \frac{2+2\cdot z^2}{z^4}$

Nullstellen:
$2 + 2 \cdot z^2 = 0$
$2 \cdot z^2 = -2$
$z_{0,1/2} = \pm j$

Polstellen:
$z_{\infty,1/2/3/4} = 0$

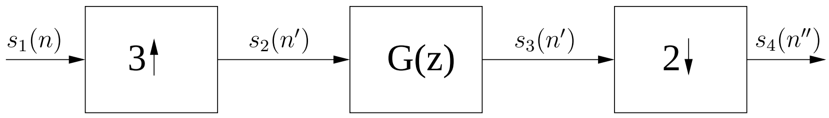


f.) Bandsperre, da Nullstellen bei $\pm j$

g.) Ja, da FIR-System bzw. alle Polstellen im Einheitskreis

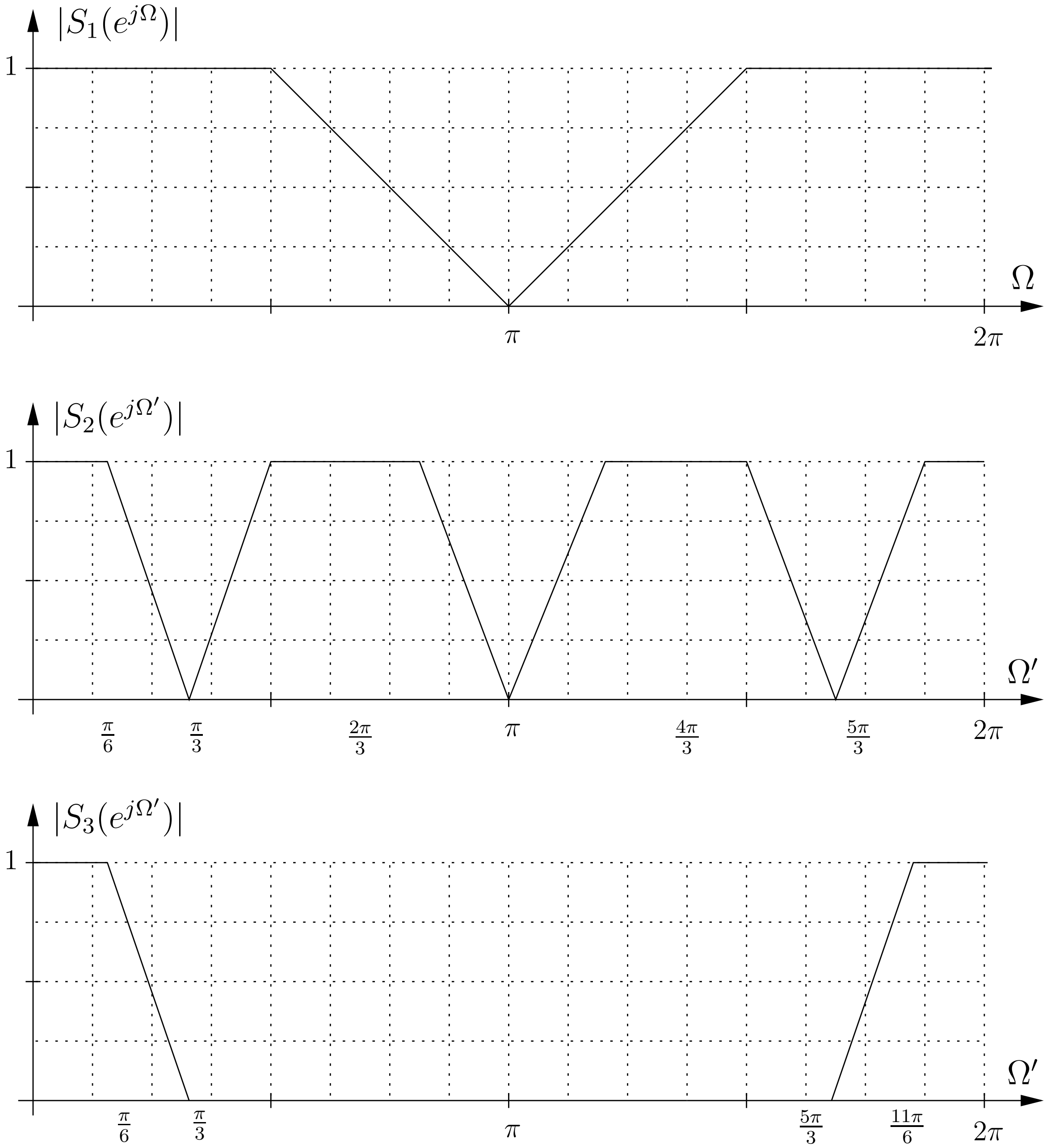
Aufgabe 2

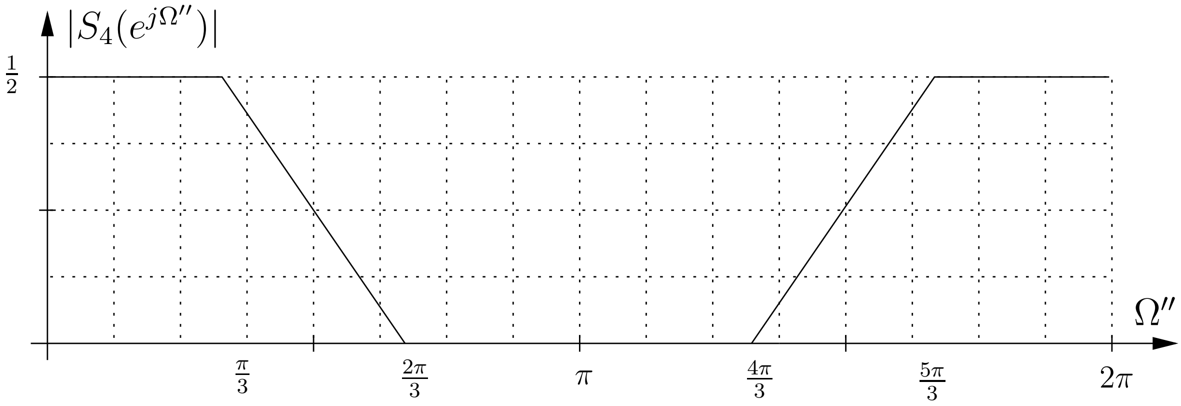
a.)



b.) $f_s' = 96\text{kHz}$
$\Omega_g' = \frac{\pi}{3}$

c.)





d.) FIR, da linearphasig möglich

e.) IIR, da weniger Koeffizienten

f.) siehe Skript

g.) d_{st} = -20 log(δ_{st}) = -20 log(0.04) = 27.9588 dB

R_p = 20 log(1 + δ_p) - 20 log(1 - δ_p) = 0.5761 dB

h.) $\Delta\Omega = \Omega_{st} - \Omega_p = \frac{3\cdot\pi}{8} - \frac{\pi}{8} = \frac{2\cdot\pi}{8} = \frac{\pi}{4}$
$N_b \geq \frac{d/\text{dB}-7{,}95}{2{,}29\cdot\Delta\Omega} = \frac{33{,}9794-7{,}95}{2{,}29\cdot\frac{\pi}{4}}$
$N_b \geq 14,4723$
$N_b = 15$

$\beta = 2,6523$

i.) Polyphasenstruktur

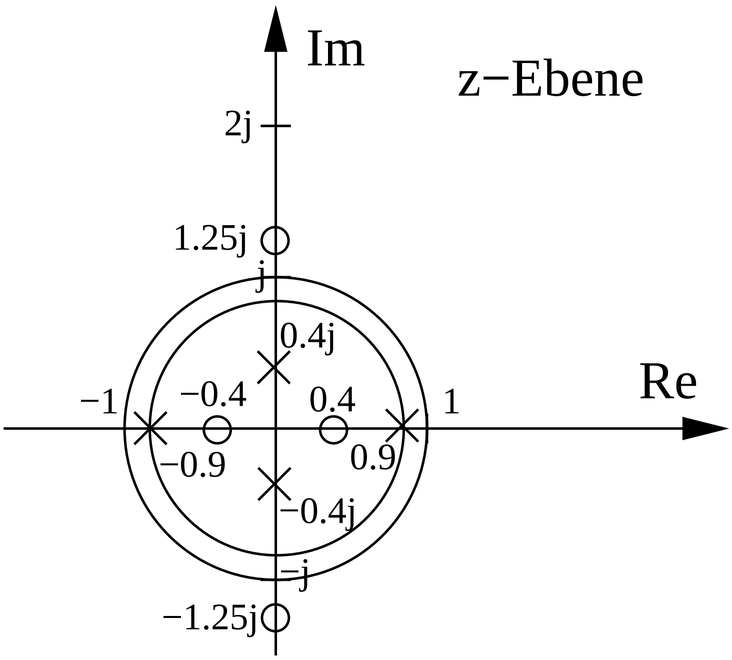
Aufgabe 3

a.) $G(z) = \frac{(1-0{,}4\cdot z^{-1})(1+0{,}4\cdot z^{-1})(1-1{,}25\cdot j\cdot z^{-1})(1+1{,}25\cdot j\cdot z^{-1})}{(1-0{,}4\cdot j\cdot z^{-1})(1+0{,}4\cdot j\cdot z^{-1})(1-0{,}9\cdot z^{-1})(1+0{,}9\cdot z^{-1})}$

ROC: $|z| > 0,9$

$z_{0,1} = -0,4$
$z_{0,2} = +0,4$
$z_{0,3} = -1,25j$
$z_{0,4} = +1,25j$
$z_{\infty,1} = -0,4j$
$z_{\infty,2} = +0,4j$
$z_{\infty,3} = -0,9$
$z_{\infty,4} = +0,9$

b.)



c.) Ja, da Einheitskreis im ROC liegt

d.) Ja, da das System kausal ist und alle Pole im Einheitskreis liegen.

e.) $G_{AP}(z) = \frac{1+1{,}5625 \cdot z^{-2}}{1+0{,}64 \cdot z^{-2}} \cdot 1,6$

$G_{min}(z) = \frac{(1-0{,}16 \cdot z^{-2})(1+0{,}64 \cdot z^{-2})}{(1+0{,}16 \cdot z^{-2})(1-0{,}81 \cdot z^{-2})} \cdot 0,6250$

f.) Reellwertig, da konjugiert-komplexe PN-Stellen