

SuS- 7. Tutorium

Blockschaltbilder

→ im Zeitbereich:

$$x(t) \rightarrow [h_1(t)] \rightarrow [h_2(t)] \rightarrow y(t) : y(t) = h_1(t) * h_2(t) * x(t)$$

$$x(t) \rightarrow \begin{cases} [h_1(t)] \\ [h_2(t)] \end{cases} \rightarrow \oplus \rightarrow y(t) : y(t) = x(t) * (h_1(t) + h_2(t))$$

→ Laplace: Faltung wird zu einer Multiplikation

$$X(s) \rightarrow [H_1(s)] \rightarrow [H_2(s)] \rightarrow Y(s) : Y(s) = X(s) \cdot H_1(s) \cdot H_2(s)$$

$$X(s) \rightarrow \begin{cases} [H_1(s)] \\ [H_2(s)] \end{cases} \rightarrow \oplus \rightarrow Y(s) : Y(s) = X(s) \cdot (H_1(s) + H_2(s))$$

Elvira Fleig, Rolf Jongbloed

Rechenbung Signale & Systeme (WiSe 2023/2024)

Lineare Systeme im Frequenzbereich, Blockschaltbilder (7. Termin)

04.12 - 11.12.2023

Hinweise

- Die Aufgabenblätter zur Rechenübung stehen jeweils vor dem jeweiligen Termin auf dem ISIS-Portal zum Download bereit.
- Aufgaben, die mit [HA] bzw. [AK] beginnen, sind Hausaufgaben bzw. alte Klausuraufgaben, die als Hausaufgabe bearbeitet werden sollen. Diese werden zusätzlich in den freiwilligen Tutorien vorge-rechnet bzw. besprochen.

1 Lineare Systeme im Frequenzbereich, Blockschaltbilder

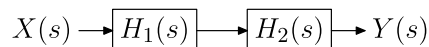
1.1 Bestimme die Pol-Nullstellen-Verteilungen der folgenden Systeme und skizziere diese in der s -Ebene.

- a) $H_1(s) = \frac{s-1}{s+1}$
- b) $H_2(s) = (s-j)(s+j)$
- c) $H_3(s) = \frac{s^2-2s+1}{s^3+\frac{3}{2}s^2+3s+1}$

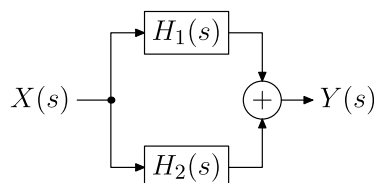
2 Blockschaltbilder, kombinierte PN-Diagramme

2.1 Bestimme die Gesamtübertragungsfunktionen der folgenden Systeme in Abhängigkeit von den Einzelübertragungsfunktionen $H_i(s)$. Gib weiterhin die resultierenden PN-Verteilungen in der s -Ebene für a), b) und c) an.

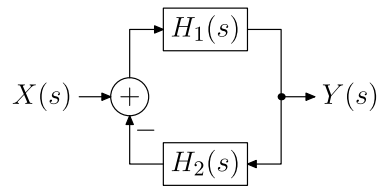
a)



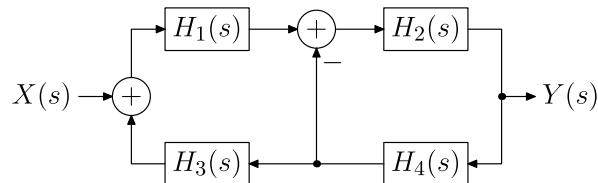
b)



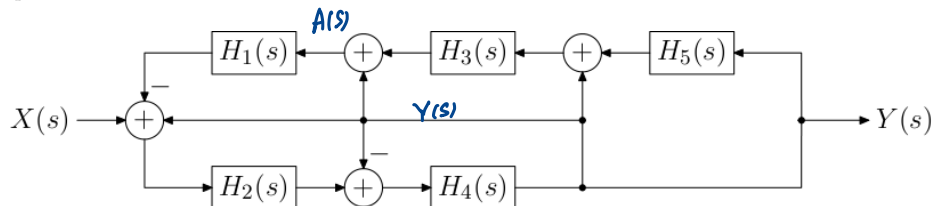
c) [HA]:



d)



e) [HA]:



$$Y(s) = [X(s) + Y(s) - H_4(s)A(s)] H_2(s) - Y(s) H_4(s)$$

$$A(s) = X(s) + H_3(s) \cdot (H_5(s)Y(s) + Y(s))$$

$$= Y(s) + H_3 H_5 Y + H_3 Y$$

$$Y(s) = [X + Y - H_1(Y + H_3 H_5 Y + H_3 Y)] H_2 - Y H_4$$

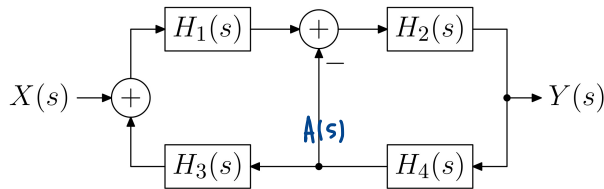
$$= [X + Y - H_1 Y - H_3 H_5 H_1 Y - H_1 H_3 Y] H_2 - Y H_4$$

$$= [X H_2 + Y H_2 - H_1 H_2 Y - H_1 H_2 H_3 H_5 Y - H_1 H_2 H_3 Y - Y H_4] H_4$$

$$Y(1 - H_2 H_4 + H_1 H_2 H_4 + H_1 H_2 H_3 H_4 H_5 + H_1 H_2 H_3 H_4 + H_4) = X \cdot H_2 H_4$$

$$H(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} =$$

d)



$$Y(s) = H_2(s) [-A(s) + H_1(s) (X(s) + H_3(s) A(s))] \quad \text{I}$$

$$A(s) = H_4(s) \cdot Y(s)$$

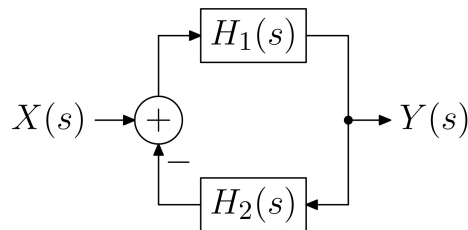
II \rightarrow I:

$$\begin{aligned} Y(s) &= H_2(s) [-H_4(s) \cdot Y(s) + H_1(s) (X(s) + H_3(s) H_4(s) Y(s))] \\ &= H_2(s) [-H_4(s) \cdot Y(s) + H_1(s) X(s) + H_1(s) H_3(s) H_4(s) Y(s)] \end{aligned}$$

$$Y(s) (1 + H_2(s) H_4(s) - H_1(s) H_3(s) H_4(s)) = X(s) H_1(s) H_2(s)$$

$$H_{ges}(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{H_1(s) H_2(s)}{1 + H_2(s) H_4(s) - H_1(s) H_3(s) H_4(s)}$$

c) [HA]:



a) $H_1(s) = \frac{s-1}{s+1}$

b) $H_2(s) = (s-j)(s+j)$

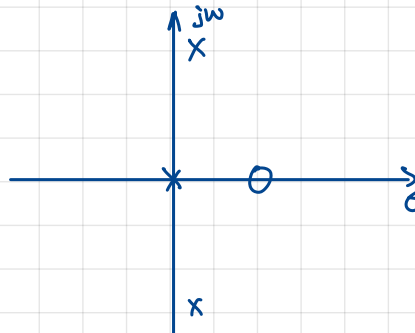
$$Y(s) = H_1(s) \cdot (X(s) - H_2(s) Y(s))$$

$$Y(s) \cdot (1 + H_1(s) H_2(s)) = H_1(s) \cdot X(s) \Rightarrow Y(s) = \frac{H_1(s) X(s)}{1 + H_1(s) H_2(s)}$$

$$H_{ges}(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{H_1(s)}{1 + H_1(s) H_2(s)} = \frac{\frac{s-1}{s+1}}{1 + \frac{s-1}{s+1} \cdot (s-j)(s+j)} = \frac{s-1}{s+1 + (s-1)(s^2+1)}$$

$$\begin{aligned} s_{p1} &= 0 & s_{p2} &= \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}j \\ & & s_{p3} &= \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}j \end{aligned}$$

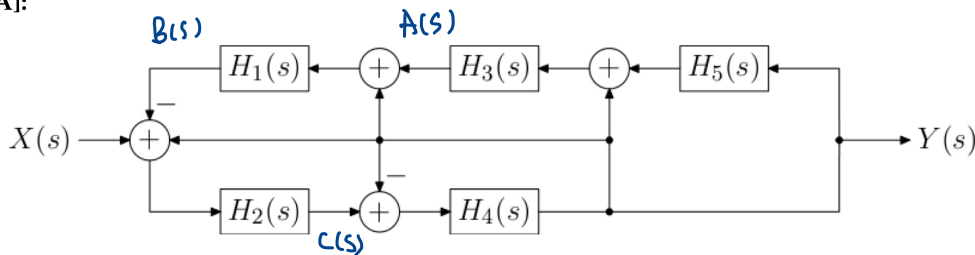
$$s_n = 1$$



$$\begin{aligned} & s+1 + (s-1)(s^2+1) \\ &= s+1 + s^3 - s^2 + s - 1 \\ &= s^3 - s^2 + 2s \\ &= s(s^2 - s + 2) \\ &= \end{aligned}$$

$$\left(s - \frac{1}{2}\right)^2 = -2 + \frac{1}{4} = -\frac{7}{4}$$

e) [HA]:



$$A(s) = H_3(s) \cdot (H_5(s) \cdot Y(s) + Y(s))$$

$$B(s) = H_1(s) \cdot (A(s) + Y(s)) = H_1(s) (H_2(s) H_5(s) Y(s) + H_3(s) Y(s) + Y(s)) = Y(s) (H_1 H_3 H_5 + H_1 H_3 + H_1)$$

$$\begin{aligned} C(s) &= H_2(s) \cdot (X(s) - B(s) + Y(s)) = H_2(s) (X - Y(s) (H_1 H_3 H_5 + H_1 H_3 + H_1) + Y(s)) \\ &= X H_2 - Y (H_1 H_2 H_3 H_5 + H_1 H_2 H_3 + H_1 H_2 - H_2) \end{aligned}$$

$$Y(s) = H_4(s)(C(s) - Y(s)) = H_4 (x_{H_2} - Y (H_1 H_2 H_3 H_5 + H_1 H_2 H_3 + H_1 H_2 - H_2) - Y)$$

$$Y \cdot (1 + H_4 + H_1 H_2 H_3 H_5 H_4 + H_1 H_2 H_3 H_4 + H_1 H_2 H_4 - H_2 H_4) = x_{H_2} H_4$$

$$H(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{H_2 H_4}{1 + H_4 + H_1 H_2 H_3 H_5 H_4 + H_1 H_2 H_3 H_4 + H_1 H_2 H_4 - H_2 H_4}$$