

## ÜBUNG 5

### Aufgabe 1: Kaskadenregelung - Lösungen

$$2. \quad F_S(s) = \frac{\frac{1}{1+0,2s} \cdot 2 \cdot 0,2 \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{s(1+0,2s)}{s(1+0,2s)}}{1+2 \cdot \frac{0,4}{s(1+0,2s)}} = \frac{0,4}{s^2+s+0,8} = \frac{0,4}{0,8\left(\frac{0,2}{0,8}s^2 + \frac{1}{0,8}s+1\right)}$$

$$F_S(s) = \frac{0,5}{0,25s^2+1,25s+1}$$

Erraten einer Polstelle:  $s=-1 \rightarrow$  Produktform:  $(s-(-1))=(s+1)$

$\rightarrow$  Polynomdivision:

$$\begin{array}{r} (0,25s^2+1,25s+1):(s+1)=0,25s+1 \\ -(0,25s^2+0,25s) \\ \hline 1s+1 \\ -(1s+1) \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\rightarrow F_S(s) = \frac{0,5}{(1+s)(1+0,25s)}$$

3.

$$\text{PI-Regler: } F_{R1}(s) = \frac{K_P(1+T_{NS})}{T_{NS}}$$

$$F_0(s) = F_{R1}(s) \cdot F_S(s) = \frac{K_P(1+T_{NS})}{T_{NS}} \cdot \frac{0,5}{(1+s)(1+0,25s)}$$

Dynamische Kompensation:  $1+T_{NS} = 1+s \rightarrow T_N = 1$

4.

$$F_0(s) = F_{01}(s) = \frac{K_P \cdot 0,5}{s(1+0,25s)}$$

Charakteristische Gleichung:

$$1 + \frac{K_P \cdot 0,5}{s(1+0,25s)} = 0 \quad \rightarrow \quad 0,25s^2 + s + 0,5 \cdot K_P = 0 \quad | : 0,25$$

$$s^2 + 4s + 2 \cdot K_P = 0$$

$$s^2 + 2D\omega_0 s + \omega_0^2 = 0$$

$$\rightarrow \omega_0 = 2 \quad \text{und} \quad K_P = 2$$

5.

$$F_{W1}(s) = \frac{F_{01}}{1+F_{01}} = \frac{0,5K_P}{1+\frac{0,5K_P}{s(1+0,25s)}} \cdot \frac{s(1+0,25s)}{s(1+0,25s)} = \frac{0,5K_P}{s(1+0,25s)+0,5K_P} = \frac{0,5K_P}{0,25s^2 + a + 0,5K_P}$$

$$\text{Mit } K_P = 2 \rightarrow F_{W1}(s) = \frac{1}{0,25s^2 + s + 1}$$

$$6. F_{S2}(s) = F_{S1}(s) \cdot \frac{1}{s} = \frac{1}{s} \cdot \frac{1}{0,25s^2 + s + 1} = \frac{1}{0,25s} \cdot \frac{1}{s^2 + 4s + 4} = \frac{4}{s(s^2 + 4s + 4)}$$

→ Doppelte Polstelle bei  $s=-2$

$$\rightarrow F_{S2}(s) = \frac{4}{s(s+2)^2} \rightarrow \text{IT2 - Strecke}$$

## Aufgabe 2: Störgrößenaufschaltung

$$1. F_S(s) = 2 \cdot \frac{\frac{1}{s}}{1+\frac{1}{3s}} \cdot \frac{\frac{1}{s}}{1+\frac{1}{s}} = \frac{\frac{2}{s^2}}{(1+\frac{1}{3s})(1+\frac{1}{s})} = \frac{\frac{2 \cdot 3s^2}{s^2}}{1+4s+3s^2} = \frac{6}{3s^2 + 4s + 1}$$

Erraten einer Polstelle:  $s=-1$

Polynomdivision:

$$(3s^2 + 4s + 1) : (s + 1) = 3s + 1$$

$$\rightarrow F_S(s) = \frac{6}{(1+s)(1+3s)}$$

2. P-Regler:  $F_R(s) = K_P$

$$F_0(s) = \frac{6 \cdot K_P}{(1+s)(1+3s)}$$

$$\text{Charakteristische Gleichung: } 1 + \frac{6 \cdot K_P}{(1+s)(1+3s)} = 0$$

$$\rightarrow (1+s)(1+3s) + 6K_P = 0 \quad | : 3 \quad \rightarrow \quad s^2 + \frac{4}{3}s + \frac{1}{3} + 2K_P = 0$$

$$\rightarrow \text{Koeffizientenvergleich} \rightarrow \omega_0 = \frac{4}{3\sqrt{2}} \quad \text{und} \quad K_P = \frac{5}{18}$$

3. Stationär

$$F_{ZA}(s) \cdot F_{S1}(s=0) = 1 \rightarrow F_{ZA} \cdot \frac{6}{1+3s} = 1 \rightarrow F_{ZA} \cdot 6 = 1 \rightarrow F_{ZA} = \frac{1}{6}$$

4. Ideal

$$F_{ZA}(s) = \frac{1}{F_{S1}} = \frac{1+3s}{6} \quad \text{NICHT REALISIERBAR !!!}$$

Real

$$F_{Zreal}(s) = \frac{1+3s}{6(1+0,3s)}$$

5. Störübertragungsfunktionen

a) ohne Aufschaltung

$$F_Z(s) = \frac{\frac{-1}{1+s}}{1 + \frac{5}{18} \cdot \frac{6}{(1+3s)(1+s)}} = \frac{\frac{-1}{(1+s)} \cdot (1+3s)(1+s)}{(1+3s)(1+s) + \frac{5}{3}} \cdot \frac{3}{3} = \frac{-3(1+3s)}{5+3(1+3s)(1+s)}$$

b) Stationäre Störkompensation

Störung:  $F_Z(s) = F_{ZA}(s) \cdot \frac{6}{1+3s} - 1$  (Entsteht durch Verschiebung der Summationspunkte)

$$F_Z(s) = \frac{1}{6} \cdot \frac{6}{1+3s} - 1 = \frac{-3}{1+3s}$$

$$F_{Z \text{ statisch}}(s) = \frac{\frac{-3s}{1+3s} \cdot \frac{1}{1+s}}{1 + \frac{5}{18} \cdot \frac{6}{(1+3s)(1+s)}} = \frac{\frac{-3s}{(1+3s)(1+s)}}{(1+3s)(1+s) + \frac{5}{3}} \cdot \frac{3}{3} = \frac{-9s}{3(1+3s)(1+s) + 5}$$

c) Ideal

$$F_{Z \text{ ideal}}(s) = \frac{\left(\frac{1+3s}{6} \cdot \frac{6}{1+3s} - 1\right) \cdot \frac{1}{1+s}}{1 + \frac{5}{18} \cdot \frac{6}{(1+3s)(1+s)}} = 0$$

d) Real

$$F_{Z \text{ real}}(s) = \frac{\left(\frac{1+3s}{6(1+0,3s)} \cdot \frac{6}{1+3s} - 1\right) \cdot \frac{1}{1+s}}{1 + \frac{5}{3(1+3s)(1+s)}} = \frac{1-1-0,3s}{1+0,3s} \cdot \frac{1}{1+s} = -\frac{0,3s}{1+0,3s} \cdot \frac{3(1+3s)}{3(1+3s)(1+s) + 5}$$