

## ÜBUNG 1 – Dynamische Kompensation

### Aufgabe 1

**Vorsicht:** diese Aufgaben wurden vor der Besprechung der Lösungen in der Vorlesung von mir gerechnet und online gestellt. Für die Korrektheit derselbe übernehme ich keine Haftung.

1.

$$F_W(s) = \frac{K_P(1+T_{NS})}{T_{NS}} \cdot \frac{2}{(1+s)(1+4s)} \quad \rightarrow \quad T_N = 4$$

2.

$$F_o(s) = \frac{2K_P}{4s(1+s)} = \frac{K_P}{2s(1+s)}$$

3.  $1 + F_o(s) = 0$

$$1 + \frac{K_P}{2s(1+s)} = 0 \quad \rightarrow \quad 2s(1+s) + K_P = 0 \quad s^2 + s + 0.5K_P = 0$$

Koeffizientenvergleich mit:  $s^2 + 2D\omega_0s + \omega_0^2 = 0$

$$\rightarrow \omega_0 = 0.5 \quad \text{und} \quad K_P = 0.5$$

4.

$$F_W(s) = \frac{F_o(s)}{1+F_o(s)} = \frac{\frac{1}{4s(1+s)}}{1+\frac{1}{4s(1+s)}} = \frac{1}{4s(1+s)+1} = \frac{1}{4s^2+4s+1} = \frac{1}{(1+2s)^2}$$

$$F_Z(s) = \frac{\frac{-2}{(1+s)(1+4s)}}{1+0.5\frac{1+4s}{4s} \cdot \frac{2}{(1+s)(1+4s)}} = \frac{-2}{(1+s)(1+4s)+\frac{1+4s}{4s}} = \frac{-8s}{4s(1+s)(1+4s)+1+4s}$$

Polynomdivision + Polstellensuche:  $F_Z(s) = \frac{-8s}{(1+2s)^2(1+4s)}$

5. Bleibende Regeldifferenz bei einem Sprung:

$$x_D(\infty) = \sigma(t)(1 - F_W(s=0)) = \sigma(t)(1-1) = 0$$

6. Bleibende Regeldifferenz bei dem Rampensignal  $t\sigma(t)$  :

Partialbruchzerlegung ergibt:  $\frac{1}{s^2} \cdot \frac{1}{(1+2s)^2} = \frac{-4}{s} + \frac{1}{s^2} + \frac{8}{2s+1} + \frac{4}{(s2+1)^2}$

Rücktransformation ergibt:  $q(t) = -4 + t - 8e^{-0.5t} + 4te^{-0.5t}$

Grenzwertbildung ergibt:  $\lim_{t \rightarrow 0} q(t) = -4 + t - 8e^{-0.5t} + 4te^{-0.5t} = t - 4$

$$\rightarrow x_D(\infty) = t - (t - 4) = 4$$

Bleibende Regeldifferenz im stationären Zustand entspricht der Nachstellzeit  $T_N=4$  des Reglers ( $\rightarrow$  „Schleppfehler“)

### Aufgabe 2

1. Stationäre Verstärkung

$$F_0 (s=0) = \frac{2}{4} = 0.5$$

$$F_{R(PID)}(s) = K_P \frac{(1+T_{NS})(1+T_{VS})}{T_{NS}}$$

2.  $F_S(s) = \frac{1}{(1+s)(1+0.25s)(1+0.5s)} \rightarrow F_R(s) = K_P \frac{(1+s)(1+0.5s)}{s}$

(Man kompensiert höchste Zeitkonstanten!)

3.  $F_W(s) = \frac{2K_P}{s(s+4)} \rightarrow$  Charakteristische Gleichung:

$$1 + \frac{2K_P}{s(s+4)} = 0 \rightarrow s^2 + 4s + 2K_P = 0$$

$$\rightarrow 2D\omega_0 = 2 \quad \omega_0 = 2\sqrt{2} \quad \text{und } K_P = 4$$

4.

$$F_W(s) = \frac{\frac{8}{s(s+4)}}{1 + \frac{8}{s(s+4)}} = \frac{8}{s(s+4)+8} = \frac{8}{s^2 + 4s + 8}$$

### Aufgabe 3

1.  $F_R(s) = K_P \frac{(1+T_{NS})(1+T_{VS})}{sT_N(1+sT_D)}$

2.  $F_S(s) = \frac{1}{(1+s)(1+3s)(1-2s)} \rightarrow T_N = 3 \quad \text{und } T_V = 1$

3.  $T_D \ll T_N, T_V$  (z.B.  $T_D = 0,2$ )