Systheo 1 GÜ 11

Realer PI-Regler

$$G_R(s) = K_R \frac{1+sT}{1+s\alpha T} \qquad \alpha > 1$$

Vorgehen bei Entwurf oft:

- Festlegung von K_R über Bedingung an bleibende Regelabweichung e_∞.
- Festlegung von $\frac{1}{T}$ mindestens eine Dekade links der Durchtrittsfrequenz ω_D
- Festlegung von α so, dass gewünschte Durchtrittsfrequenz erreicht wird.

A26.)

$$G(s) = \frac{20}{s(1+0{,}1s)^2}$$

Pole: $s_1 = 0 \qquad s_{2,3} = -10$

$$|G(j\omega)| = \frac{20}{\omega\left(1+\left(\frac{\omega}{10}\right)^2\right)}$$

$$|G(j\omega)| = 1 \Rightarrow \omega_D = 10$$

$\Rightarrow$ aus Bodediagramm $\varphi_R = 0°$

d.h. gerade instabil (Stabilitätsgrenze)

wie wirkt sich $\varphi_R = 0°$ bei geschlossenem Kreis (Lage der Pole des geschlossenen Kreises) aus?

$\Rightarrow$ mindestens 1 Pol auf imaginärer Achse (Stabilitätsgrenze für geschlossenen Kreis)

$$T(s) = \frac{G(s)}{1 + G(s)} = \frac{20}{\underbrace{0{,}01 s^3 + 0{,}2 s^2 + s + 20}_{F(i\omega)}}$$

$\Rightarrow$ Polpaar auf imaginärer Achse

$s_1 = j\omega_1$

$F(i\omega) = 0 = 20 + i\omega_1 - 0{,}2\,\omega_1^2 - i\,0{,}01\,\omega_1^3$

$\Rightarrow \omega_1 = \pm 10$

$\Rightarrow s_{1,2} = \pm j 10$

$F(s) = (s + j10)(s - j10)(s - p_3) \cdot c$

$\Rightarrow c = 0{,}01 \qquad p_3 = -20$

über Koeffizientenvergleich

b.)

Entwurfsforderungen:

- $e_\infty \overset{!}{=} 0{,}02$ für Rampe
- $\varphi_R \overset{!}{=} 65°$

$$G_0(s) = \underbrace{K_R \frac{(1 + s\tau)}{(1 + s\alpha\tau)}}_{\text{PI-Regler}} \frac{20}{s(1 + 0{,}1s)^2} \longrightarrow \text{Strecke}$$

$$e_\infty = \frac{1}{k_0} = \frac{1}{20 K_R} \overset{!}{=} 0{,}02$$

$\Rightarrow K_R = 2{,}5$

Durch K_R wird der Amplitudengang um $20 \log(K_R) \approx 8$ dB angehoben.

$\varphi_R \overset{!}{=} 65° + 5°$ (weil realer PI-Regler Entwurf)
$= 70°$

$\frac{1}{\tau}$ eine Dekade links von ω_D
(die Frequenz für die gilt $\varphi_R = 70°$)

$$\frac{1}{\tau} = 0{,}15 \quad \Rightarrow \quad \tau = 6{,}67$$

Durch a muss Amplitudengang um etwa 30 dB gesenkt werden.

$$20 \log(a) \overset{!}{=} 30\,dB$$

$$\Rightarrow \alpha = 31{,}62°$$

$$G_R(s) = K_R \cdot \frac{1+s\tau}{1+s\alpha\tau}$$

<u>Realer PD-Regler</u>

$$G_R(s) = K_R \frac{1+s\alpha\tau}{1+s\tau} \quad \alpha > 1$$

Entwurf oft so:

<u>1.)</u> $\omega_{mitte} = \omega_D$

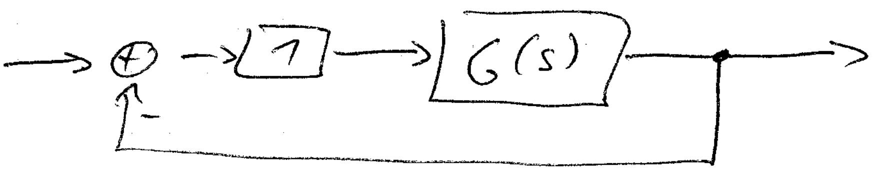
<u>2.)</u> Bestimmung von α aus Diagramm nach der gewünschten Phasenanhebung φ_{add}.

<u>3.)</u> $\tau = \dfrac{1}{\omega_m \sqrt{a}}$

K_R meistens über Forderung für bleibende Regelabweichung

<u>A27.)</u>

$$G(s) = \frac{K}{s^2(1+0{,}01s)}$$



unkompensierter Fall: $G_R(s) = 1$

$\varphi(j\omega) \leq -180°$ => geschlossener RK immer instabil

$\varphi_R = 180° + \varphi(\omega) \overset{!}{>} 0$ für Stabilität

=> $\varphi_R \leq 0$ => instabil

b.) Phase muss angehoben werden um Stabilität zu erreichen
=> PD-Regler erforderlich
(PI-Regler können Phase nur absenken)

c.) $G_K(s) = K_R \frac{1 + s\alpha T}{1 + sT}$ $\quad \alpha > 1$

Entwurfsforderungen:
α.) $e_\infty \overset{!}{=} 0{,}01$ für $w(t) = 0{,}5\,t^2$
β.) $\varphi_R \overset{!}{=} 40°$

$$G_o(s) = \frac{k \cdot K_R (1 + s\alpha T)}{(1+sT)s^2(1+0{,}01s)}$$

Systemtyp $N=2$ (2 Pole Ursprung)

$$e_\infty = \frac{1}{k K_R} \overset{!}{=} 0{,}01$$

=> $k \cdot K_R = 100$

=> zeichne Bodediagramm mit $k \cdot K_R = 100$ für $\tilde{G}_o(s) = k \cdot K_R \cdot \frac{1}{s^2(1+0{,}01s)}$ } der bekannte Teil des offenen RK

=> Ablesen von α aus Diagramm.
=> $\alpha(45°) = 5{,}8$

Durch α wird der Amplitudengang bei ω_0 um $10\log(\alpha)$ angehoben
$10 \log(\alpha) = 7{,}63\,dB$ => $\omega_0 = 15 = \omega_{mitte}$ $\quad T = \frac{1}{\omega_{mitte}\sqrt{\alpha}} = 0{,}028$