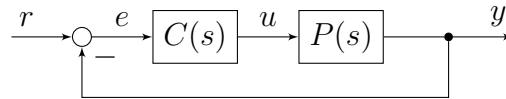


Gegeben sei folgender Regelkreis mit der Führungsgröße r , dem Regelfehler e und der Ausgangsgröße y :



Die Übertragungsfunktion der Strecke ist gegeben durch $P(s) = \frac{500}{(s+1)(s+10)(s+20)}$.

Aufgabe 1: PI-Regler mittels Frequenzkennlinienverfahren

Die Parameter des PI-Reglers

$$R(s) = K_P \left(1 + \frac{1}{T_N s} \right) = K \frac{1 + \frac{s}{\omega_Z}}{s} \quad \text{mit } K = \frac{K_P}{T_N}, \omega_Z = \frac{1}{T_N}$$

sollen nun mit Hilfe des Frequenzkennlinienverfahrens dimensioniert werden. Die Sprungantwort des geschlossenen Kreises soll dabei 10% Überschwingen bei einer Anstiegszeit von $t_r \approx 1$ s aufweisen.

- a) Bestimmen Sie zunächst mit geeigneten Näherungsformeln die notwendige Phasenreserve Φ_r sowie die Durchtrittsfrequenz ω_c .

Bestimmung von Reglerparametern (in 3 Schritten):

- b) Zeichnen Sie das Bode-Diagramm von (Matlab: `bode`)

$$L_1(s) = \frac{1}{s} P(s).$$

Bestimmen Sie damit den Wert der, bei der Durchtrittsfrequenz, benötigten Phasenanhebung $\Delta\varphi$. Ermitteln Sie daraus den Wert des Parameters ω_Z .

Hinweis: $\arg \left(1 + \frac{j\omega_c}{\omega_Z} \right) \stackrel{!}{=} \Delta\varphi$

- c) Zeichnen Sie das Bode-Diagramm von

$$L_2(s) = \frac{1 + \frac{s}{\omega_Z}}{s} P(s).$$

Entnehmen Sie daraus den Wert der notwendigen Betragskorrektur, damit $|L(j\omega_c)| = 1$ gilt. Berechnen Sie den dafür notwendigen Verstärkungsfaktor K .

Hinweis: $L(s) = K L_2(s)$

- d) Zeichnen Sie das Bode-Diagramm des offenen Kreises $L(s)$ und kontrollieren Sie die eingestellte Durchtrittsfrequenz und Phasenreserve (Matlab: `margin`).
- e) Stellen Sie die Verläufe der Ausgangsgröße $y(t)$ und der Stellgröße $u(t)$ im geschlossenen Kreis bei einem Führungsgrößensprung dar. Lesen Sie (grob) die Anstiegszeit t_r , die Überschwingweite M_p sowie die bleibende Regelabweichung e_∞ der Sprungantwort ab.
- f) Wiederholen Sie obige Reglerauslegung für eine Anstiegszeit von $t_r \approx 0,3$ s und stellen Sie die Sprungantwort des geschlossenen Kreises dar. Was fällt auf?

Hinweis: Betrag und Phase des Frequenzgangs von P für die Frequenz ω lassen sich mit dem Befehl `[betrag, phase] = bode(P, w)` ermitteln.

Sonstiges

Beschäftigen Sie sich in Hinblick auf die nächsten Matlab-Übungen und die Hausübung mit dem Programmpaket MATLAB \SIMULINK. Dazu ist unter **Help\Product Help** der Abschnitt **MATLAB\Getting Started** besonders zu empfehlen. Benötigt wird das Verständnis elementarer Vektor-Matrix-Operationen, die Fähigkeit eigene Funktionen zu erstellen sowie Wissen über die grafische Aufbereitung der Ergebnisse (**Plotting Functions**).

Relevante Matlab-Befehle

- `help`
- `zpk`
- `tf`
- `step`
- `stepinfo`
- `minreal`
- `bode`
- `margin`
- `figure`
- `plot`