

Regelungs- und Systemtechnik 1 - Übung 9

Sommer 2010

Aufgabe 1 (zu Hause vorzubereiten)¹

Diese Aufgabe können Sie als Lernkontroll mit den Methoden aus Übung 7 und 8 lösen.

Gegeben sei die Strecke

$$G_1(s) = \frac{1}{(s+2)(s+4)},$$

welche mit einem PI-Regler geregelt werden soll.

- Wählen Sie die Zeitkonstante des Reglers so, dass der langsamste Streckenpol kompensiert wird. Der Frequenzgang der offenen Kette $L_1 = G_1 C_1$ soll einen Phasenrand von $\phi_r = 30^\circ$ besitzen. Geben Sie die Übertragungsfunktion C_1 des gesuchten Reglers an. Welchen stationären Endwert besitzt die Sprungantwort der Führungsübertragungsfunktion $T_1 = \frac{L_1}{1+L_1}$ des geschlossenen Regelkreises?
- Welche Überschwingweite M und Anstiegszeit t_r erwarten Sie für die Sprungantwort von $T_1(s)$? Welchen Einfluss hat die Reglerverstärkung auf diese Kennwerte? Beeinflusst die Variation der Reglerverstärkung die Polstellenlage des Führungsverhaltens?

Aufgabe 2

Betrachtet wird die Strecke aus Aufgabe 1. Es soll nun ein Regler C_2 mittels Polvorgabe bestimmt werden, so dass die Sprungantwort des Führungsverhaltens $T_2 = \frac{G_1 C_2}{1+G_1 C_2}$ die Überschwingweite $M_p = 0.25$ und die Überschwingzeit $t_M = \frac{\pi}{10}$ aufweist.

- Welchen Grad muss das vorgegebene charakteristische Polynom $Q_T = AQ + BP$ mindestens besitzen, um das Polvorgabeproblem zu lösen? Welche Ordnung hat dann der zu bestimmende Regler C_2 ?
- Bestimmen Sie die Lage des Polpaares $s_{1/2} = -\delta_d \pm j\omega_d$ mit $\delta_d = \zeta\omega_0$ und $\omega_d = \omega_0\sqrt{1-\zeta^2}$ desjenigen P-T₂-Gliedes, dessen Sprungantwort der Spezifikation genügt.

Hinweis:

$$M_p = e^{-\pi \frac{\delta_d}{\omega_d}}, \quad t_M = \frac{\pi}{\omega_d}$$

- Geben Sie ein charakteristisches Polynom Q_T an, so dass das Führungsverhalten T_2 ein dominantes Polpaar aufweist und die Anforderungen an die Sprungantwort erfüllt sind.
- Berechnen Sie den Regler C_2 minimaler Ordnung, der das Polvorgabeproblem mit G_1 und Q_T löst.
- Betrachten Sie das Pol-Nullstellendiagramm des resultierenden Führungsverhalten T_2 . Hat T_2 ein dominantes Polpaar? Werden die Anforderungen an die Sprungantwort erfüllt?
- Geben Sie die stationäre Verstärkung des Führungsverhaltens T_2 an. Was bedeutet dies für die bleibende Regelabweichung e_∞ bei sprungförmigen Referenzsignalen?

¹Zu dieser Aufgabe werden in der Übung lediglich die Ergebnisse diskutiert.

Aufgabe 3

Betrachtet wird die Strecke aus Aufgabe 1. Bestimmen Sie einen Regler C_3 im Standardregelkreis mittels Polvorgabe, so dass das Führungsverhalten $T_3 = \frac{G_1 C_3}{1 + G_1 C_3}$ die Anforderungen aus Aufgabe 2 erfüllt und der stationäre Fehler bei sprungförmigen Referenzsignalen Null ist.

- Welche Eigenschaft muss für die offene Kette $L_3 = G_1 C_3$ gefordert werden, damit die Spezifikation erfüllt wird?
- Welchen Grad muss das vorgegebene charakteristische Polynom Q_T mindestens besitzen, um das Polvorgabeproblem mit Nebenbedingung eindeutig zu lösen? Welche Ordnung hat dann der Regler C_3 ?
- Geben Sie ein geeignetes charakteristisches Polynom Q_T an, so dass die Anforderungen an das Führungsverhalten (etwa) erfüllt sind, und bestimmen Sie den Regler C_3 mittels Polvorgabe.

Aufgabe 4

- Stellen Sie eine Führungsübertragungsfunktion T_4 auf, so dass
 - die Spezifikationen aus Aufgabe 2 erfüllt werden;
 - die stationäre Verstärkung von T_4 gleich eins ist.

Ist die von Ihnen aufgestellte Führungsübertragungsfunktion T_4 für die Strecke G_1 implementierbar? Wenn nicht, geben Sie eine implementierbare Übertragungsfunktion an.

- Führen Sie eine direkte Reglerberechnung durch und geben Sie die Übertragungsfunktion C_4 des Reglers an, der Ihre Übertragungsfunktion T_4 im Standardregelkreis mit der Regelstrecke G_1 realisiert.