

13 Übungen zu Regelung im Zustandsraum Teil 1

Zoltán Zomotor

Versionsstand: 13. November 2015, 10:30



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Germany License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/> or send a letter to Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, 94105, USA.

Aufgabe 1: Reviewfragen

- (1) Was sind die Regelziele der Zustandsregler $u = -\mathbf{K}\mathbf{x}$ und $u = -\mathbf{K}\mathbf{x} + \bar{N}r$?
- (2) Was ist der Vorteil des Reglerentwurfs für Systeme in Regelungsnormalform?
- (3) Was ist der Einfluss von Nullstellen des aufgeschnittenen Regelkreises auf den Regler?

Aufgabe 2: Entwurf einer Zustandsrückführung

- (1) [FPE10, Aufgabe 7.20] Betrachten Sie folgendes System:

$$\dot{\mathbf{x}} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 7 & -4 \end{bmatrix} \mathbf{x} + \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix} u$$
$$y = \begin{bmatrix} 1 & 3 \end{bmatrix} \mathbf{x}$$

- (a) Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion des Systems.
- (b) Bestimmen Sie die charakteristische Gleichung des geschlossenen Regelkreises für:
 - (i) $u = -\begin{bmatrix} K_1 & K_2 \end{bmatrix} \mathbf{x}$
 - (ii) $u = -Ky$
- (c)
 - (i) Bestimmen Sie die Reglerverstärkung des Zustandsreglers $u = -\begin{bmatrix} K_1 & K_2 \end{bmatrix} \mathbf{x}$, so dass die Pole des geschlossenen Regelkreises bei -2 liegen.
 - (ii) Bestimmen Sie den Bereich Reglerverstärkung des Ausgangsreglers $u = -Ky$, so dass alle Pole des geschlossenen Regelkreises ≤ -2 sind.

(2) Für das System

$$\dot{\mathbf{x}} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -4 & -3 \end{bmatrix} \mathbf{x} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u$$

$$y = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \mathbf{x}$$

soll eine Zustandsrückführung entworfen werden, die folgender Spezifikation genügt:

- Die Pole des geschlossenen Regelkreises sollen einen Dämpfungskoeffizienten von $\zeta = \frac{\sqrt{2}}{2}$ haben.
- Die Anstiegszeit t_p der Sprungantwort soll $t_p = \pi$ sec sein.

(3) [FPE10, Aufgabe 7.22]

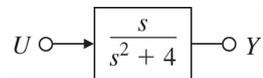
(a) Für das folgende System soll ein Regler mit Zustandsrückführung entworfen werden, wobei die Überschwingweite $M_p \leq 25\%$ und die 1%-Einschwingzeit $t_s \leq 0.115$ s sein soll.

$$\dot{\mathbf{x}} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -10 \end{bmatrix} \mathbf{x} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u$$

$$y = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \mathbf{x}$$

(b) Zusatzaufgabe: Nutzen Sie das `step` Kommando in MATLAB[®], um Ihren Entwurf zu verifizieren.

(4) [FPE10, Aufgabe 7.24] Betrachten Sie folgendes System:



- (a) Bestimmen Sie für dieses System die Zustandsdarstellung in Regelungsnormform.
- (b) Entwerfen Sie eine Zustandsrückführung, so dass die Pole des geschlossenen Regelkreises bei $s = -6 \pm 6i$ liegen.

Aufgabe 3: Entwurf einer Folgeregelung

Bestimmen Sie die Zustandsrückführung für das System

$$\mathbf{F} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{G} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad J = 0,$$

so dass es einem Sprung auf den Referenzwert r ohne bleibende Regelabweichung folgt. Gegeben sei die Zustandsrückführung $\mathbf{K} = \begin{bmatrix} K_1 & K_2 \end{bmatrix}$.

Literatur

- [FPE10] Gene F. Franklin, J. David Powell und Abbas Emami-Naeini. *Feedback Control of Dynamic Systems*. 6th international edition. Pearson Prentice Hall, 2010.