

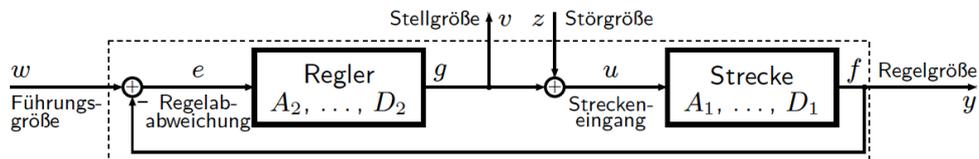
Steuer- und Regelungstechnik, WT 2024

## 10 Übung, 19.03.2024

Die Aufgaben 10.3, 10.4, 10.5, 10.6 und 10.7 sind Probeklausuraufgaben. Sie können Ihre Lösungen per Email an V. Chaim ([victor.chaim@unibw.de](mailto:victor.chaim@unibw.de)) bis Freitag, 22.3, 7Uhr, senden.

**Aufgabe 10.1.** Gegeben sei das Zustandssystem der Regelstrecke und das Blockschaltbild. Für alle Teile dieser Aufgabe ist der Anfangszustand der Regelstrecke  $x_1(0) = 0$  und des Reglers  $x_2(0) = 0$ .

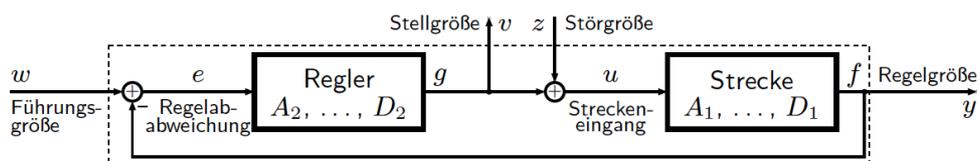
$$A_1 = [ 1 ], B_1 = [ 1 ], C_1 = [ 1 ], D_1 = [ 0 ].$$



- (i) Entwerfen Sie einen P-Regler, sodass das charakteristische Polynom des Regelkreises die Nullstelle  $-2$  hat.
- (ii) Erweitern Sie den Regler um einen I-Anteil, der dafür sorgt, dass das charakteristische Polynom des geschlossenen Regelkreises zwei identische negative reelle Nullstelle besitzt.
- (iii) Zeigen Sie, dass der Regelkreis mit dem entworfenen Regler BIBO-stabil ist und eine stationäre Genauigkeit besitzt.
- (iv) Wie viel Zeit benötigt der Regelkreis, um 90% der Führungsgröße zu erreichen? Hinweis: Wenn nötig,  $e^{-t_r}$  durch  $(1 - t_r)$  approximieren.

**Aufgabe 10.2.** Gegeben sei das Zustandssystem der Regelstrecke und das Blockschaltbild. Für alle Teile dieser Aufgabe ist der Anfangszustand der Regelstrecke  $x_1(0) = 0$  und des Reglers  $x_2(0) = 0$ .

$$A_1 = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -9 & -6 \end{bmatrix}, B_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, C_1 = [ 8 \quad -3 ], D_1 = [ 0 ].$$



- (i) Entwerfen Sie einen PID-Regler unter Verwendung der Methode des Stabilitätsrandes.
- (ii) Zeigen Sie, dass der Regelkreis mit dem entworfenen Regler BIBO-stabil ist und eine stationäre Genauigkeit besitzt.

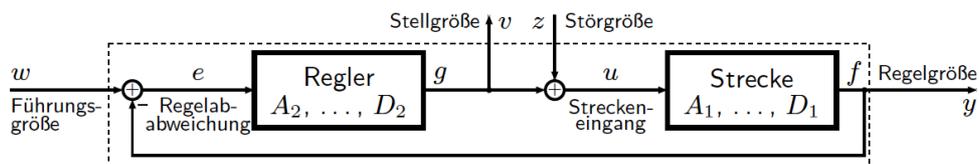
**Aufgabe 10.3** (1 Punkt). Geben Sie die Übertragungsfunktion eines PI-Reglers an.

**Aufgabe 10.4** (4 Punkte). Zur Methode des Stabilitätsrandes geben Sie an: a) Zweck der Methode. b) Voraussetzungen, unter der die Methode praktisch angewandt werden kann. c) Grundsätzlicher Ablauf der Methode.

**Aufgabe 10.5** (1 Punkt). Nehmen wir an, ein P-Regler wird zur Stabilisierung einer Regelstrecke eingesetzt. Was ist zu tun, um stationäre Genauigkeit zu erreichen?

**Aufgabe 10.6** (7 Punkte). Gegeben sei das Zustandssystem der Regelstrecke und das Blockschaltbild. Für alle Teile dieser Aufgabe ist der Anfangszustand der Regelstrecke  $x_1(0) = 0$  und des Reglers  $x_2(0) = 0$ .

$$A_1 = [ -2 ], B_1 = [ 1 ], C_1 = [ 1 ], D_1 = [ 0 ].$$



- (i) Entwerfen Sie einen PI-Regler, der eine Anstiegszeit von 0,1 Sekunden für 90% des Endwerts der Führungsgröße erreicht. Nehmen Sie die Reglerverstärkung  $K_P = \frac{K_I}{2}$  und die Führungsgröße als eine Einheits-sprung an.
- (ii) Beweisen Sie, dass der Regelkreis, mit der gewählten Reglerverstärkung  $K_P$ , BIBO-stabil ist.
- (iii) Weisen Sie nach, dass der Regelkreis stationäre Genauigkeit hat.

**Aufgabe 10.7** (4 Punkte). Betrachten wir den SISO-Standardregelkreis mit einem PID-Regler, wobei  $H_1(s) = \frac{1}{s+1}$ ,  $K_P = 10$ ,  $K_I = 5$  und  $K_D = 0$ , 1.

- (i) Berechnen Sie das charakteristische Polynom des Regelkreises, CLCP.
- (ii) Was können Sie über die Stabilität des Regelkreises für betragsmäßig kleine  $T_1$  sagen? (Qualitative Aussage reicht aus; exakte Angabe der Menge der Werte von  $T_1$ , für die der Regelkreis stabil ist, ist nicht notwendig.)