

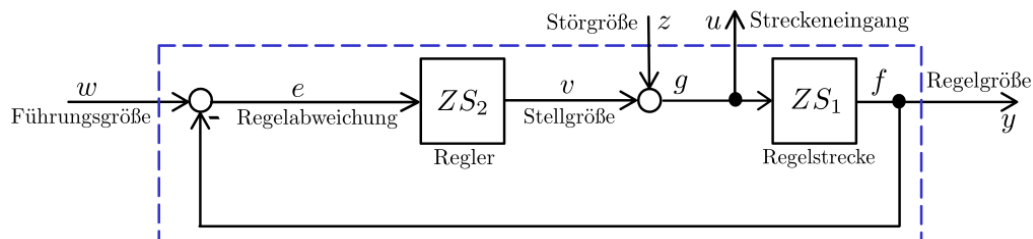
## 10 Übung, 21.03.2022

Die Aufgaben 10.3, 10.4, 10.5, 10.6 und 10.7 sind Probeklausuraufgaben. Die Aufgaben 10.3, 10.4 und 10.5 wären typisch für den ersten Teil der Klausur; Sie sollten sie also lösen, ohne Hilfsmittel zu benutzen. Aufgabe 10.6 ist für beide Teile der Klausur geeignet, daher wird empfohlen, sie ohne Hilfsmittel zu bearbeiten. Aufgabe 10.7 wäre typisch für den zweiten Teil der Klausur, in dem Hilfsmittel zugelassen sind.

Die Zeit, die in einer Klausur für die einzelnen Aufgaben vorgesehen wäre, berechnet sich so: Punktzahl mal 1min15sec (Teil 1) bzw. Punktzahl mal 1min40sec (Teil 2). Sie können Ihre Lösungen entweder per Email an V. Chaim ([victor.chaim@unibw.de](mailto:victor.chaim@unibw.de)) bis Mittwoch, 23.03., 7Uhr, senden, oder sie am Dienstag zu üblichen Arbeitszeiten in einer Box vor dem Büro 41/2315 ablegen. Zum Verfahren siehe auch die Vorlesung vom 25.1.

**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  $x_2(0) = 0$ .

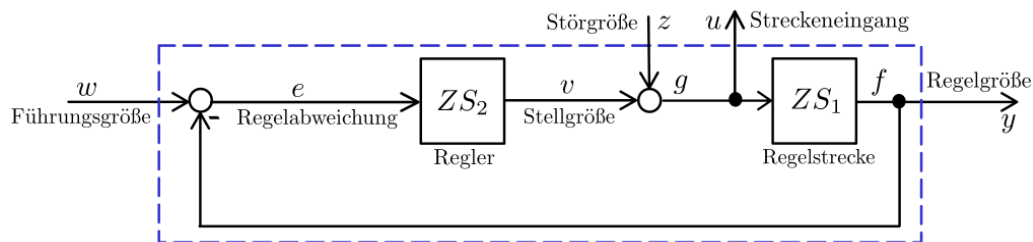
$$A_1 = [ 1 ], B_1 = [ 1 ], C_1 = [ 1 ], D_1 = [ 0 ] .$$



- (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.

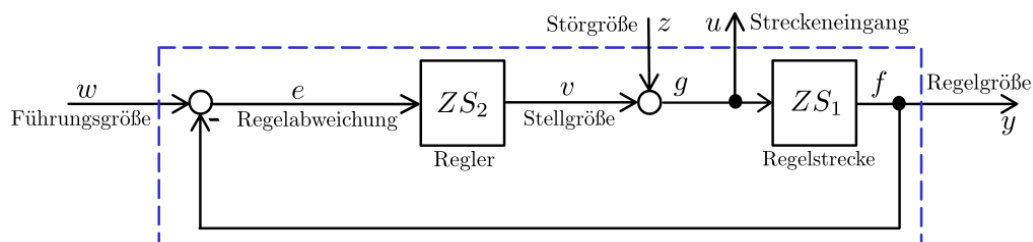
**Aufgabe 10.3** (1 Punkt). Geben Sie die Übertragungsfunktion eines PI-Reglers an.

**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 Einheitsprung 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.)