

Übung 6

MRT+A

Dr. Christoph Eck

Aufgabe 1

Gegeben sei das folgende System

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 0 \\ 0 & -2 & 1 \\ 0 & 0 & -5 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 5/8 \end{bmatrix} u$$
$$y = [1 \ 0 \ 0] x$$

- a) Bestimmen Sie die Steuerbarkeitsmatrix Q_s . Bestimmen Sie die Determinante von Q_s . Ist das System steuerbar?
- b) Bestimmen Sie die Transformationsmatrix T welche das System in die Regelungsnormalform überführt. Wie lautet die Systemdarstellung in Regelungsnormalform? Wo liegen die Pole des Systems?
- c) Bestimmen Sie das gewünschte charakteristische Polynom welches die Polverteilung

$$s_{1,2} = -1 \pm i$$

$$s_3 = -6$$

besitzt. Bestimmen Sie die zugehörige Zustandsrückführung in Regelungsnormalform r_R^T für das System welches die gewünschten Pole des geschlossenen Regelkreises ergibt.

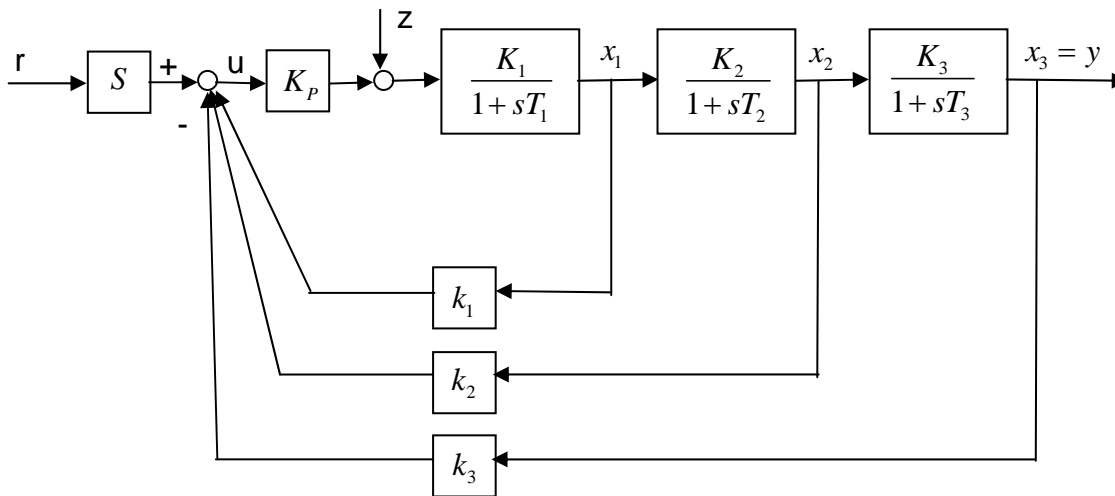
- d) Bestimmen Sie die Zustandsrückführung r^T für das ursprüngliche System.
- e) Simulieren Sie das geschlossene Regelsystem sowohl in der ursprünglichen Zustandsraumbeschreibung als auch in der Regelungsnormalform in Simulink und vergleichen Sie die Sprungantwort.
- f) Bestimmen Sie den Vorfilter S damit stationäre Genauigkeit erreicht wird, d.h.

$$\lim_{t \rightarrow \infty} y(t) = \lim_{t \rightarrow \infty} w(t)$$

gilt, wobei eine Sprungfunktion als Eingangsgrösse gewählt wird $w(t) = \sigma(t)$.

Aufgabe 2

Gegeben ist folgende Strecke mit Zustandsregelung und Vorfilter



$$K_p = 2.4$$

$$K_1 = 1, T_1 = 12.5s$$

$$K_2 = 0.8, T_2 = 5s$$

$$K_3 = 0.625, T_3 = 2.5s$$

- Bestimmen Sie die Zustandsraumdarstellung der Regelstrecke wobei der Stellverstärker K_p Teil der Strecke ist.
- Führen Sie eine grobe Abschätzung zur Berechnung der Reaktionszeit der Regelstrecke durch.
- Bestimmen Sie für die folgenden gewünschten Pollen des geschlossenen Regelkreises jeweils die Regelparameter k_1, k_2, k_3 sowie den Vorfilter S für stationäre Genauigkeit bei einem Sprungsignal als Eingangssignal.

$$s_{1,2} = -0.15 \pm 0.15i, s_3 = -0.6$$

$$s_{1,2} = -0.20 \pm 0.20i, s_3 = -0.8$$

$$s_{1,2} = -0.25 \pm 0.25i, s_3 = -1.0$$

- Simulieren Sie die Sprungantwort des geschlossenen Regelkreises und bestimmen Sie aus der Simulation den Maximalwert der Stellgröße u_{\max} . Welche Reaktionszeit erhalten Sie für den geschlossenen Regelkreis? Die Anfangswerte betragen jeweils $x_i(0) = 0$.
- Führen Sie eine Simulation mit einer Sprungantwort durch, wobei die Störgröße z nach einer gewissen Zeit auf den Wert $z = -1$ springt. Ergibt sich nun ein bleibender Regelfehler? Wie könnte man den Regelkreis erweitern, ergänzen oder verändern um diesen Regelfehler zu vermeiden?