Prof. G. Reißig
Seminarübungen-Dozent: Victor C. Chaim
E–Mail: victor.chaim@unibw.de

Universität der Bundeswehr München
Fakultät für Luft- und Raumfahrttechnik
Inst. f. Steuer- und Regelungstechnik (LRT-15)
85577 Neubiberg

Steuer- und Regelungstechnik, WT 2024

5 Übung, 12.02.2024/19.02.2024

Die Aufgaben 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8 und 5.9 sind Probeklausuraufgaben. Sie können Ihre Lösungen per Email an V. Chaim (victor.chaim@unibw.de) bis Freitag, 23.2., 7Uhr, senden.

Aufgabe 5.1. Gegeben sei die Matrix A, berechnen Sie $\exp(At)$.

$$A = \begin{pmatrix} -4 & 0 & 0 \\ 3 & -4 & 1 \\ -3 & 0 & -4 \end{pmatrix}.$$

Aufgabe 5.2. Gegeben sei ein vom Parameter k abhängendes Polynom p durch $p(s) = s^3 + ks^2 + (1+k)s + 6$. Für welche Werte des Parameters k ist das Polynom ein Hurwitz-Polynom?

Aufgabe 5.3. Gegeben ist das Zustandssystem

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax + Bu, \\ y &= Cx + Du, \end{aligned}$$

mit den Matrizen

$$A = \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & 0 \\ 5 & -1 & 2 \\ -1 & 0 & -4 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} -1 \\ -2 \\ 1 \end{pmatrix}, C = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}, D = 0.$$

(i) Betrachten Sie $a_2 = 0$. Für welche Werte der Parameter a_1 ist das Zustandssystem asympotisch stabil?

(ii) Betrachten Sie $a_2 = 10$. Für welche Werte der Parameter a_1 ist das Zustandssystem asympotisch stabil?

(iii) Gegeben sei ein Signal $u \colon \mathbb{R} \to \mathbb{R}$ durch $u(t) = 3 - t^{-2} - e^{-3t}$ und die Parameter $a_1 = -2$ und $a_2 = 0$. Bestimmen Sie den stationären Endwert des Zustandssignals $\varphi(\cdot, x_0, u)$.

Aufgabe 5.4 (1 Punkt)**.** Was sagt der Satz über das einheitliche Stabilitätsverhalten?

Aufgabe 5.5 (1 Punkt)**.** Nennen Sie eine Eigenschaft der Hauptfundamentalmatrix zur Anfangszeit 0, die die asymptotische Stabilität charakterisiert.

Aufgabe 5.6 (1 Punkt)**.** Gegeben sei ein von Parametern c_1 und c_2 abhängendes Polynom p durch $p(s) = 1 + c_1 s + c_2 s^2$. Für welche Werte der Parameter c_1 und c_2 ist das Polynom ein Hurwitz-Polynom?

Aufgabe 5.7 (5 Punkte)**.** Gegeben sei ein vom Parameter k abhängendes Polynom p durch $p(s) = s^4 + 2s^3 + s^2 + s + (k-1)$. Für welche Werte des Parameters k ist das Polynom ein Hurwitz-Polynom?

Aufgabe 5.8 (1 Punkt)**.** Gegeben sei ein Signal $u\colon \mathbb{R} \to \mathbb{R}$ durch $u(t) = \mathrm{e}^{\alpha t} \sin(\mathrm{e}^{2t})$, wobei α ein reeller Parameter ist.

Für welche Werte von α hat u einen stationären Endwert? Berechnen Sie für solche Werte von α den stationären Endwert von u.

Aufgabe 5.9 (6 Punkte)**.** Gegeben ist das Zustandssystem

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax + Bu, \\ y &= Cx + Du, \end{aligned}$$

mit den Matrizen

$$A = \begin{pmatrix} -4 & 0 & 0 \\ 3 & -2 & 1 \\ -3 & 0 & -1 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix}, C = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}, D = 0.$$

(i) Weisen Sie nach, dass das Zustandssystem asympotisch stabil ist.

(ii) Gegeben sei ein Signal $u\colon \mathbb{R} \to \mathbb{R}$ durch $u(t) = 1 - \frac{1}{1+t^2}$. Bestimmen Sie den stationären Endwert des Zustandssignals $\varphi(\cdot, x_0, u)$.