



Klausur: Regelungs- und Systemtechnik 3/ Regelung mechatronischer Systeme

Winter 2017

Humboldt-Hörsaal
 Freitag, den 24. 03. 2017
 Beginn: 15.30 Uhr
 Bearbeitungszeit: 120 Min

Modalitäten

- Als Hilfsmittel sind **nur** handschriftliche Aufzeichnungen, Kopien der Vorlesungs- und Übungsunterlagen sowie Übungsklausuren zugelassen.
- Bitte schreiben Sie mit dokumentenechtem Schreibgerät (Tinte oder Kugelschreiber).
- Zur Lösung der Aufgaben ist der freie Platz nach den jeweiligen Aufgaben vorgesehen; bei Bedarf werden Ihnen Zusatzblätter ausgehändigt.
- Für alle Berechnungen sind die **Lösungswege** darzustellen. Die alleinige Angabe eines Ergebnisses wird als Lösung nicht bewertet.

Name: _____

Matr.-Nr.: _____

Abgabe: _____

Studiengang: _____

Zusatzblätter: _____

Aufgabe	1	2	3	4	5	Σ
max. Punkte	20	25	25			70
erreichte Punkte						
Note						

Aufgabe 1

Punkte 20

Ein Zustandsraummodell ist gegeben als

$$\dot{x}(t) = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 2 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{pmatrix} x(t) + \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} u(t).$$

- Bestimmen Sie die Steuerbarkeitsmatrix und die Steuerbarkeitsindizes des Systems.
- Ist das System steuerbar?
- Bringen Sie das System auf Regelungsnormalform.
- Betrachten Sie nun das Regelgesetz $u(t) = K x(t)$ mit Rückführmatrix $K \in \mathbb{R}^{2 \times 3}$.
Finden Sie zwei verschiedene Matrizen K für das Regelgesetz so, dass die Dynamikmatrix im geschlossenen Regelkreis den dreifachen Eigenwert $\lambda = -1$ aufweist.

Aufgabe 2

Punkte 25

Gegeben sei die Übertragungsfunktion

$$G(s) = \begin{pmatrix} \frac{s-1}{s} & 0 & \frac{s-2}{s+2} \\ 0 & \frac{s+1}{s} & 1 \end{pmatrix}.$$

- Ist die Übertragungsfunktion proper? Ist sie auch strikt proper?
- Ist das zugehörige System BIBO-stabil?
- Zeigen Sie, dass G weder zu \mathcal{RH}_2 noch zu \mathcal{RH}_∞ gehört.
- Berechnen Sie die Smith-McMillan Form von $G(s)$.
- Bestimmen Sie die (kanalweisen) Pole und Nullstellen sowie den McMillan Grad von $G(s)$.
- Welche Ordnung hat die zugehörige Minimalrealisierung?
- Ermitteln Sie die Gilbert-Realisierung von $G(s)$.
- Ist diese Realisierung minimal?

Hinweis: Sie können die Teilaufgaben f, g und h ohne die vorangehenden Aufgaben lösen.

Aufgabe 3

Punkte 25

Betrachten Sie das Zustandsraummodell

$$\dot{x} = Ax + Bu$$

mit

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \quad \text{und} \quad B = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

- Ist das Paar (A, B) stabilisierbar? Geben Sie eine Zustandsrückführung an, die den Ursprung asymptotisch stabilisiert.
- Sei $C = (c, 0)$ mit $c > 0$. Ist das Paar (C, A) detektierbar?
- Bestimmen Sie die stabilisierende Lösung X der algebraischen Riccati-Gleichung

$$XA + A^T X - XBB^T X + C^T C = 0.$$

Für welche Werte von c gibt es eine solche Lösung?

- Ist die Lösung X positiv semidefinit? Ist sie auch positiv definit?

Hinweis: Teilaufgaben a, b und d können *ohne* Lösung einer Riccati-Gleichung beantwortet werden.

