

Prüfungsklausur Einführung in die Regelungstechnik, 30.03.2017
Teil 1

Name, Vorname: _____

Fachrichtung: _____

Matrikelnummer: _____

Beachten Sie folgende Regeln zu Teil 1 der Prüfung:

- Bearbeitungszeit: **30 min.**
- Teil 1 der Prüfung umfasst **8 Seiten** (6 Aufgaben, 15 Punkte).
- Die folgenden Aufgaben sind **ohne Hilfsmittel** zu lösen.
- Alle Antworten bitte in die dafür vorgesehenen Felder eintragen.
- Das letzte Blatt kann für Nebenrechnungen und Notizen verwendet werden, dieses wird nicht korrigiert und muss nicht abgegeben werden.

Ich habe diese Regeln zur Kenntnis genommen: _____
(Unterschrift)

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	Summe
Erreichte Punktzahl							
Korrektor							

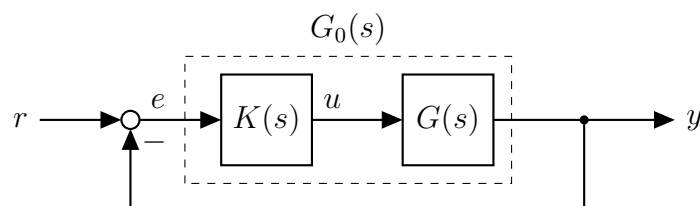


Abbildung 1: Standardregelkreis.

Aufgabe 1 (1 Punkt)

In Abbildung 2 ist das Bodediagramm eines asymptotisch stabilen offenen Kreises G_0 gegeben. Geben Sie die Phasenreserve φ_r des geschlossenen Standardregelkreises nach Abbildung 1 an und markieren Sie die Phasenreserve φ_r in Abbildung 2.

$\varphi_r =$

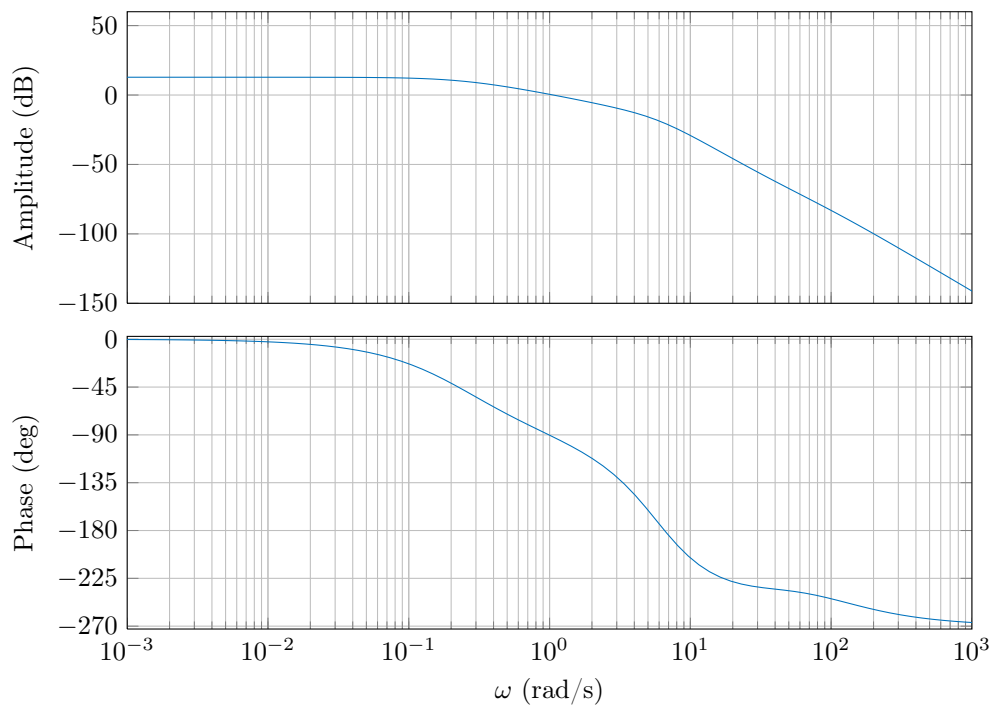


Abbildung 2: Bodediagramm des offenen Kreises G_0 .

Aufgabe 2 (3 Punkte)

In Abbildung 3 ist die Ortskurve der Regelstrecke G dargestellt, deren Pole alle einen negativen Realteil besitzen. Nun wird ein P-Regler $K(s) = k_p$, $k_p > 0$, hinzugefügt und der offene Kreis wird gemäß Abbildung 1 geschlossen.

- a) Geben Sie alle k_p an, für die der geschlossene Kreis stabil ist. (1 Punkt)

- b) Geben Sie Werte k_p an, für die der geschlossene Kreis stabil ist und eine Amplitudenreserve von $a_r > 2$ aufweist. (1 Punkt)

- c) Für welche k_p kann Stabilität des geschlossenen Kreis mit Hilfe des Small-Gain Kriteriums festgestellt werden? (1 Punkt)

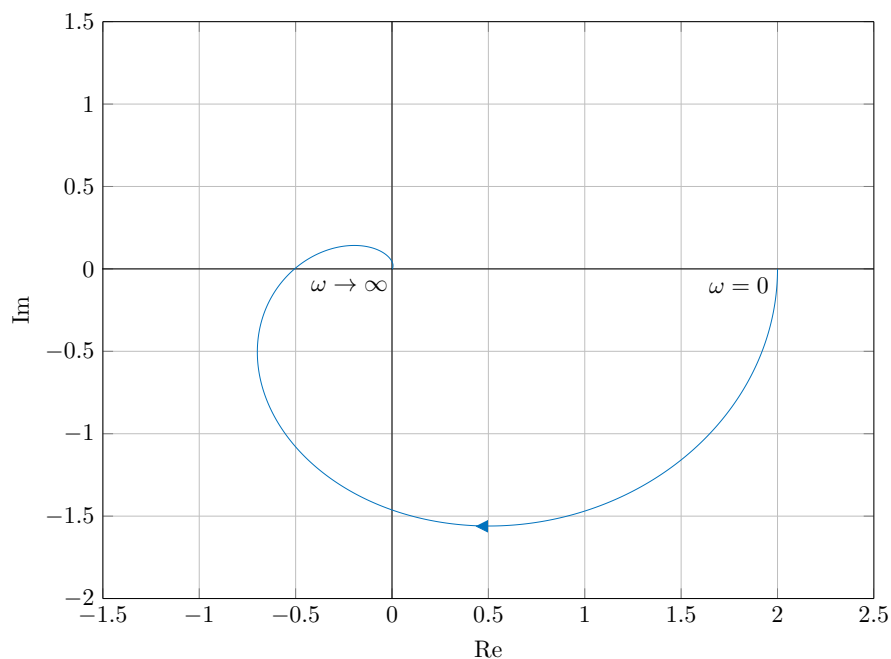


Abbildung 3: Ortskurve des offenen Kreises G_0 .

Aufgabe 3 (3 Punkte)

Gegeben sei eine Strecke mit Zustandsrückführung gemäß Abbildung 4 mit

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 3 & 3 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{b} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{c}^\top = \begin{pmatrix} 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

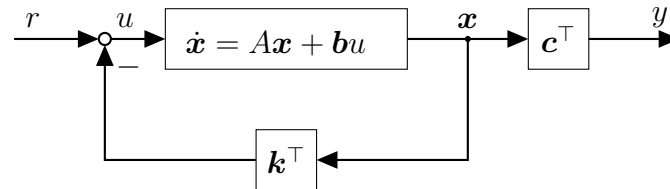


Abbildung 4: Blockschaltbild der Strecke mit Zustandsrückführung.

- a) Zeigen Sie, dass die Strecke steuerbar ist.

(1 Punkt)

- b) Entwerfen Sie eine statische Zustandsrückführung, sodass die Dynamikmatrix des geschlossenen Regelkreises die Eigenwerte $\lambda_{1,2} = -1$ besitzt.

(2 Punkte)

Aufgabe 4 (3 Punkte)

Gegeben sei eine steuerbare Strecke $(A, \mathbf{b}, \mathbf{c}^\top)$ mit Zustand $\mathbf{x}(t) \in \mathbb{R}^{n \times 1}$, Eingang $u(t) \in \mathbb{R}^{1 \times 1}$ und Ausgang $y(t) \in \mathbb{R}^{1 \times 1}$. Die Strecke wird gemäß Abbildung 5 mit einem Beobachter und einer statischen Zustandsrückführung geschlossen.

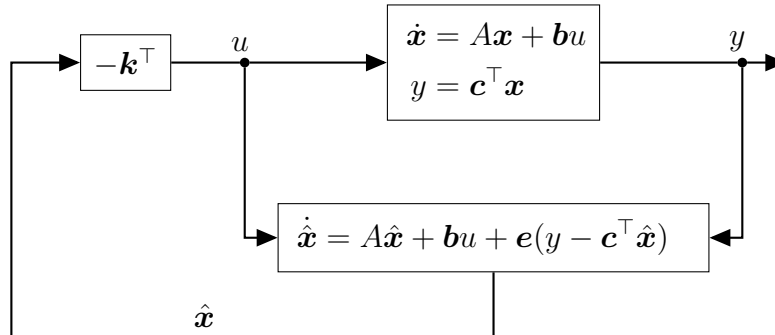


Abbildung 5: Blockschaltbild der Strecke mit Beobachter und Zustandsrückführung.

a) Geben Sie die Dimension folgender Größen an:

(1 Punkt)

- $\mathbf{k}^\top$ $\times$
- $\mathbf{e}$ $\times$
- $\begin{pmatrix} \mathbf{x}(t) \\ \hat{\mathbf{x}}(t) \end{pmatrix}$ $\times$

b) Die Pole des Beobachterfehlers $\varepsilon = \mathbf{x} - \hat{\mathbf{x}}$ seien $\{l, -8, -9\}$, $l \in \mathbb{R}$. Für welche Werte von l verschwindet der Beobachterfehler ($\lim_{t \rightarrow \infty} \varepsilon(t) = 0$). (1 Punkt)

c) Die Pole der offenen Strecke seien nun $\{-3, 0, 5\}$. Ist es möglich, $\mathbf{k}^\top$ so zu wählen, dass die Pole des geschlossenen Kreises mit Beobachter bei $\{-3, -10, -5, l, -8, -9\}$ liegen. Begründen Sie Ihre Antwort. (1 Punkt)

Aufgabe 5 (2 Punkte)

Bestimmen Sie alle $k \in \mathbb{R}$, für die die Übertragungsfunktion des geschlossenen Standardregelkreises gemäß Abbildung 1 mit dem folgenden Regler und der folgenden Strecke asymptotisch stabil ist.

Strecke:

$$G(s) = \frac{s + 3}{2s^2 + 3s - 4}$$

Regler:

$$K(s) = k$$

Aufgabe 6 (3 Punkte)

Gegeben sei eine steuerbare Strecke mit Zustandsrückführung gemäß Abbildung 6.

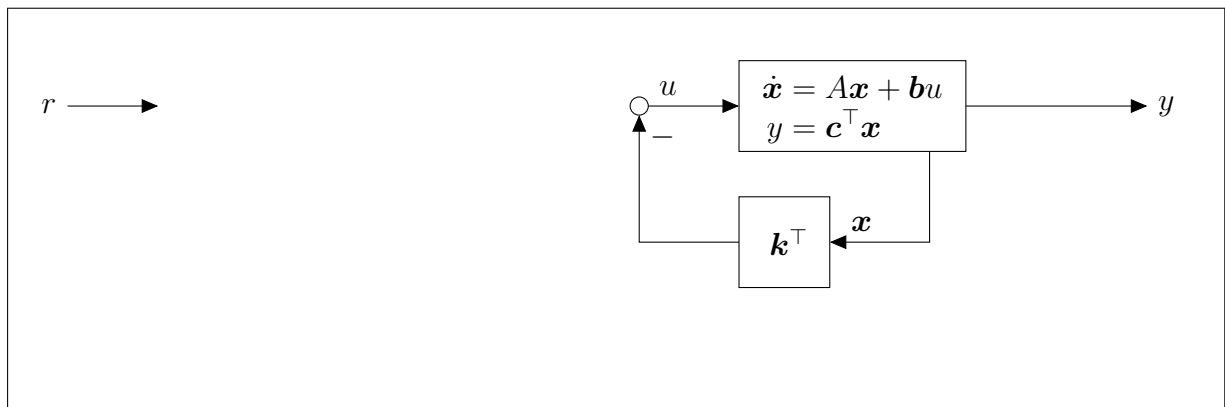


Abbildung 6: Blockschaltbild der Strecke mit Zustandsrückführung.

- Ergänzen Sie Abbildung 6 um eine Ausgangsrückführung mit integrierendem Anteil (I-Anteil) für eine gegebene Führungsgröße r . (1 Punkt)
- Geben Sie die Zustandsraumdarstellung der durch den I-Anteil erweiterten Systemdynamik mit Eingangsgröße r an. (1 Punkt)

- Ein Vorteil dieser erweiterten Regelkreisstruktur ist ... (1 Punkt)
 - ☐ ... messbare Ausgangsstörung können entkoppelt werden.
 - ☐ ... keine bleibende Regelabweichung für konstante Führungsgrößen r .
 - ☐ ... die erweiterte Systemdynamik ist immer steuerbar.

Seite für Nebenrechnungen und Notizen.

Dieses Blatt wird nicht korrigiert und muss nicht abgegeben werden.