Schriftliche Prüfung aus **Control Systems 1 (Information and Computer Engineering)** am 30.06.2017

Name / Vorname(n):

Matrikel-Nummer:

Aufgabe	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	Summe
erreichbare Punkte	2	2	3	3	2	2	2	3	19
erreichte Punkte									

Aufgabe 1:

Geben Sie die *Definitionen* folgender systemtheoretischer Begriffe an:

a) Zustandsgrößen,

b) Zeitinvarianz.

Aufgabe 2:

Gegeben sei ein zeitkontinuierliches lineares zeitinvariantes System mit dem Zustandsvektor $\mathbf{x}$ und der Ausgangsgröße y:

$$\begin{aligned}\frac{d\mathbf{x}}{dt} &= \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -2 & 3 \end{bmatrix} \mathbf{x} \\ y &= \begin{bmatrix} 1 & 1 \end{bmatrix} \mathbf{x}.\end{aligned}$$

Ermitteln Sie den zeitlichen Verlauf der Ausgangsgröße $y(t)$ für $\mathbf{x}(0) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix}^T$.

Aufgabe 3:

Gegeben sei ein nichtlineares Zustandsmodell mit den Zustandsvektor $\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & x_3 \end{bmatrix}^T$, der Eingangsgröße u und der Ausgangsgröße y:

$$\begin{aligned}\frac{dx_1}{dt} &= x_1 x_2 x_3 \\ \frac{dx_2}{dt} &= x_1^2 + x_2 + x_3 u^2 \\ \frac{dx_3}{dt} &= \sin u \\ y &= \sin(x_3) u^2 + x_1.\end{aligned}$$

Ermitteln Sie das um die Ruhelage $u_R = 0$ und $\mathbf{x}_R = \begin{bmatrix} 2 & -4 & 0 \end{bmatrix}^T$ linearisierte Zustandsmodell

$$\begin{aligned}\frac{d\Delta\mathbf{x}}{dt} &= \mathbf{A}\Delta\mathbf{x} + \mathbf{b}\Delta u, \\ \Delta y &= \mathbf{c}^T \Delta\mathbf{x} + d\Delta u\end{aligned}$$

mit

$$\Delta\mathbf{x} = \mathbf{x} - \mathbf{x}_R, \qquad \Delta u = u - u_R \qquad \text{und} \qquad \Delta y = y - y_R.$$

Aufgabe 4:

Ermitteln sie mit Hilfe des Routh-Schemas jeweils den größtmöglichen Wertebereich des reellen Parameters k, für den die einzelnen Polynome Hurwitzpolynome sind.

$$\begin{aligned}
&i) \quad p_1(s) = s^4 + (1-k)s^3 + (k-1)s^2 + s + 1 \\
&ii) \quad p_2(s) = ks^4 + 4s^3 + 6s^2 + 4s + 1 \\
&iii) \quad p_3(s) = s^4 + k^2 s^3 + ks^2 + 1 \\
&iv) \quad p_4(s) = s^2 + 5s + k^2
\end{aligned}$$

Aufgabe 5:

Geben Sie zu den folgenden linearen zeitinvarianten Übertragungsgliedern jeweils die Übertragungsfunktion an und skizzieren sie deren Sprungantworten.

a) Verzögerungsglied erster Ordnung (PT1-Glied)

b) Vorhalteglied (DT1-Glied)

Aufgabe 6:

Es sei eine Regelstrecke mit der Übertragungsfunktion $P(s)$ gegeben:

$$P(s) = \frac{s^2 - s + 1}{s^3}$$

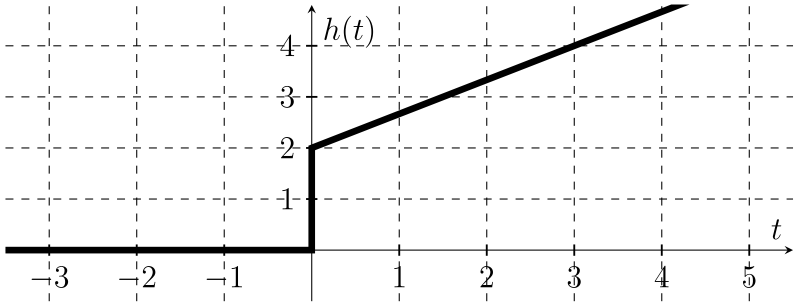
Geben Sie zu dieser Streckenübertragungsfunktion, sofern möglich, eine *implementierbare* Führungsübertragungsfunktion

- 2. Ordnung,
- 3. Ordnung,
- 4. Ordnung

an. (*Begründen Sie jeweils Ihre Antwort!*)

Aufgabe 7:

Gegeben sei folgende Sprungantwort eines PI-Reglers:



Lesen Sie den Proportionalbeiwert K_P und die Nachstellzeit T_N des PI-Reglers aus dem Diagramm ab und geben Sie die Übertragungsfunktion $R(s)$ des Reglers an.

Aufgabe 8:

Die Übertragungsfunktion des *offenen* Regelkreises

$$L(s) = R(s)P(s) = \frac{10}{s\left(\frac{s}{10}+1\right)}$$

ist gegeben. Hierbei ist $R(s)$ die Reglerübertragungsfunktion, $P(s)$ ist die Übertragungsfunktion der Strecke. Stellen Sie den Frequenzgang $L(j\omega)$ in Form von Bode-Diagrammen dar und ermitteln Sie näherungsweise die zu erwartende Anstiegszeit t_r und die Überschwingweite M_p der Sprungantwort des *geschlossenen* Kreises.

Schriftliche Prüfung aus **Control Systems 1 (Information and Computer Engineering)** am 28.09.2017

Name / Vorname(n):

Matrikel-Nummer:

Aufgabe	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	Summe
erreichbare Punkte	2	3	3	2	2	2	3	2	19
erreichte Punkte									

Aufgabe 1:

Ermitteln Sie mit der Methode nach Tustin eine zeitdiskrete Approximation $R_\mathrm{d}(z)$ der Reglerübertragungsfunktion

$$R(s) = \frac{10s - 5}{s + 10}$$

für eine Abtastzeit $T_\mathrm{d} = 1$. Geben Sie das zugehörige Regelgesetz zur Ermittlung der Stellfolge (u_k) aus der Regelfehlerfolge (e_k) in Form einer Differenzengleichung an.

Aufgabe 2:

Von einer gebrochen rationalen Übertragungsfunktion $G(s)$ *zweiter Ordnung* mit reellen Koeffizienten ist bekannt, dass Folgendes gilt:

$$\lim_{s \to -1-j} |G(s)| = \infty, \qquad G(0) = 2.$$

Weiters ist bekannt, dass im im eingeschwungenen Zustand $y(t) = 0$ für alle t gilt, wenn $u(t) = \sin(t)$ gewählt wird.
Ermitteln Sie $G(s)$.

Aufgabe 3:

Es sei ein Polynom

$$p(s) = a_3 s^3 + a_2 s^2 + s + 1$$

gegeben. Ermitteln sie den *größtmöglichen* Wertebereich der reellen Parameter a_3 und a_2, für den $p(s)$ ein Hurwitzpolynom ist.

Aufgabe 4:

Gegeben sind zwei in Serie geschaltene Zustandsmodelle.

System 1:

$$\dot{\hat{\mathbf{x}}} = \begin{bmatrix} 1 & 3 \\ 1 & 4 \end{bmatrix} \hat{\mathbf{x}} + \begin{bmatrix} 0.5 \\ 1 \end{bmatrix} u$$

$$v = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \hat{\mathbf{x}}$$

System 2:

$$\dot{\tilde{x}} = 2\tilde{x} + 4v$$

$$y = \tilde{x}$$

Ermitteln Sie die Übertragungsfunktion des Gesamtsystems mit der Eingangsgröße $u(t)$ und der Ausgangsgröße $y(t)$.
Ist das Gesamtsystem *BIBO-stabil*? (*Begründen Sie Ihre Antwort!*)

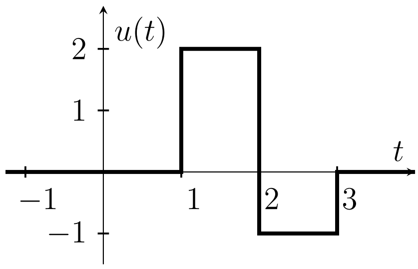
Aufgabe 5:

Gegeben sei ein zeitkontinuierliches lineares zeitinvariantes System mit der Eingangsgröße u und der Ausgangsgröße y, das durch die *Sprungantwort*

$$h(t) = \left(2 + 3e^{-5t} - 5e^{-t}\right)\sigma(t)$$

beschrieben wird.

- Ermitteln Sie den exakten zeitlichen Verlauf der Ausgangsgröße $y(t)$ für die folgende Eingangsgröße:



Aufgabe 6:

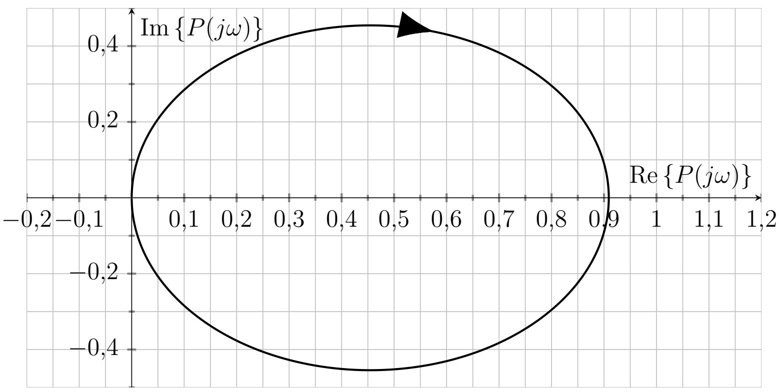
Geben Sie die *Definitionen* folgender Eigenschaften eines linearen zeitkontinuierlichen Systems mit der Eingangsgröße u, der Ausgangsgröße y und dem Zustandsvektor $\mathbf{x}$ an:

a) asymptotische Stabilität;

b) BIBO-Stabilität.

Aufgabe 7:

Gegeben sei die Ortskurve für $\omega \in [0, \infty)$ eines *LZI*-Systems mit der Übertragungsfunktion $P(s)$:



Leider ist die zugehörige Übertragungsfunktion vergessen worden. Nach einiger Recherchearbeit konnte man die Auswahl auf folgende Übertragungsfunktionen einschränken.

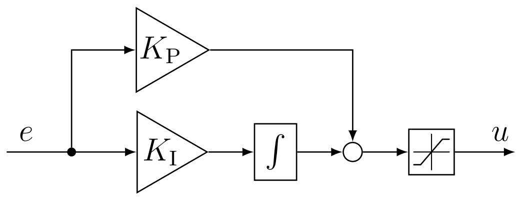
$$\text{i) } P_1(s) = \frac{10s-2}{(s+1)(s+2)}, \qquad \text{ii) } P_2(s) = \frac{-2s}{\left(s+\frac{1}{2}\right)^2},$$

$$\text{iii) } P_3(s) = \frac{10s(s+10)}{(s+10)^2(s+1)}, \qquad \text{iv) } P_4(s) = \frac{2-2s}{s(s-2)(s+3)}.$$

Welche der vier oben genannten Übertragungsfunktionen ist die gesuchte.

Aufgabe 8:

Betrachten Sie folgendes Strukturbild eines PI-Reglers in Parallelrealisierung mit dem Regelfehler e und der Stellgröße u:



Erweitern Sie das Strukturbild um eine Anti-Windup Maßnahme. Warum ist diese Maßnahme notwendig?