Schriftliche Prüfung aus **Regelungstechnik 1** am 29.01.2019

Name / Vorname(n):

Matrikel-Nummer:

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

Aufgabe 1:

Es sei folgende Übertragungsfunktion eines linearen zeitinvarianten Übertragungssystems mit der Eingangsgröße u und der Ausgangsgröße y gegeben:

$$G(s) = \frac{2s^2 + a}{(s+a)^2}$$

Dabei ist a ein reeller Parameter. Ermitteln Sie für die Eingangsgröße $u(t) = \sin t$ die Ausgangsgröße $y(t)$ des Systems *im eingeschwungenen Zustand* für folgende beide Werte des Parameters a:

i) $a = 1$, ii) $a = -1$.

Aufgabe 2:

Es sei ein Polynom

$$p(s) = a_3 s^3 + s^2 + s + a_0$$

gegeben.
Ermitteln Sie den größtmöglichen Wertebereich der reellen Parameter a_0 und a_3, für den $p(s)$ ein Hurwitzpolynom ist und stellen Sie diesen grafisch in der (a_0, a_3)-Ebene dar.

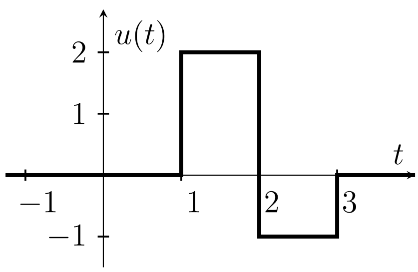
Aufgabe 3:

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 4:

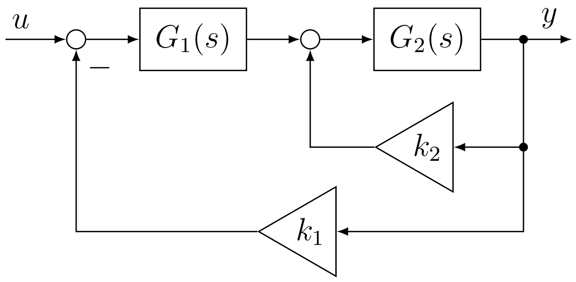
Von einer gebrochen rationalen Übertragungsfunktion $G(s)$ *zweiter Ordnung* mit reellen Koeffizienten ist bekannt, dass Folgendes gilt:

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

Weiters ist bekannt, dass im eingeschwungenen Zustand $y(t) = 0$ für $t >> $ gilt, wenn $u(t) = \sin(2t)$ gewählt wird.
Ermitteln Sie $G(s)$.

Aufgabe 5:

Betrachten Sie folgende Zusammenschaltung zweier Übertragungssysteme mit den Übertragungsfunktionen $G_1(s)$ und $G_2(s)$:



a) Ermitteln Sie die Übertragungsfunktion $G(s) := \left.\frac{\overline{y}(s)}{\overline{u}(s)}\right|_{AW=0}$ allgemein in Abhängigkeit der Übertragungsfunktionen $G_1(s)$, $G_2(s)$, k_1 und k_2.

b) Zeigen Sie, dass für

$$G_1(s) = \frac{1}{s-1}, \qquad G_2(s) = \frac{1}{s+1}$$

die Übertragungsfunktion $G(s)$ durch

$$G(s) = \frac{1}{s^2 - k_2 s + k_1 + k_2 - 1}$$

gegeben ist. Hierbei sind k_1 und k_2 *reelle* Parameter.

c) Bestimmen Sie den größtmöglichen Wertebereich der Parameter k_1 und k_2, für den die Übertragungsfunktion $G(s)$ die BIBO-Eigenschaft besitzt.

Aufgabe 6:

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 7:

Gegeben sei das folgende nichtlineare zeitkontinuierliche System:

$$\begin{aligned}\frac{dx_1}{dt} &= x_1 x_2\\ \frac{dx_2}{dt} &= -3x_1^2 + x_2 + u\\ \frac{dx_3}{dt} &= x_1 x_2 x_3 + x_3 + u.\end{aligned}$$

Ermitteln Sie für $u = u_R = 1$ *alle* Ruhelagen des Systems.

Aufgabe 8:

Gegeben sei das folgende lineare zeitkontinuierliche zeitinvariante Zustandsmodell zweiter Ordnung mit dem Zustandsvektor $\mathbf{x}$, der Eingangsgröße u und der Ausgangsgröße y:

$$\begin{aligned}\frac{d\mathbf{x}}{dt} &= \begin{bmatrix} 2 & 4 \\ 0 & -3 \end{bmatrix} \mathbf{x} + \begin{bmatrix} \alpha \\ -1 \end{bmatrix} u,\\ y &= \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \mathbf{x}.\end{aligned}$$

Ermitteln sie α so, dass die zugehörige Übertragungsfunktion $G(s) = \frac{\tilde{y}(s)}{\tilde{u}(s)}$ *BIBO*-stabil ist.

Schriftliche Prüfung aus **Regelungstechnik 1** am 13.03.2019

Name / Vorname(n):

Matrikel-Nummer:

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

Aufgabe 1:

Gegeben sei eine Regelstrecke, an der gefahrlos verschiedenste Experimente durchgeführt werden können. Es soll ein *PID*-Regler zur Regelung dieser Strecke ausgelegt werden.

a) Welche Methoden kennen Sie, um günstige Startwerte für die gesuchten Reglerparameter zu finden?

b) Erklären Sie eine der Methoden im Detail!

c) Worauf ist zu achten, falls eine Stellgrößenbeschränkung vorhanden ist?

Aufgabe 2:

Gegeben sei die *Impulsantwort* eines linearen zeitinvarianten Systems mit der Eingangsgröße u und der Ausgangsgröße y:

$$g(t) = \frac{1}{2}e^{-t} + \frac{1}{6}e^{t} - \frac{2}{3}e^{-2t}$$

- Ermitteln Sie die Ausgangsgröße $y(t)$ für $u(t) = \sigma(t)$.

Aufgabe 3:

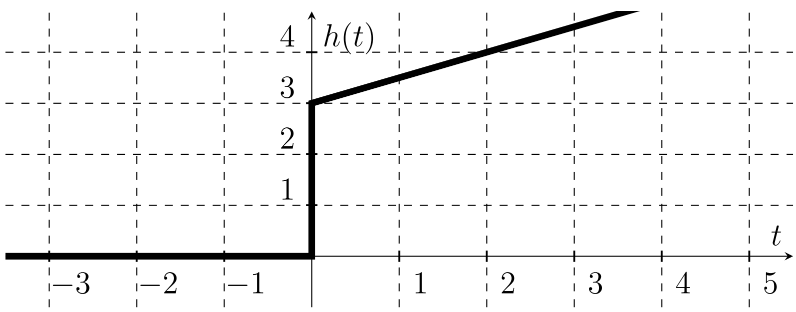
Gegeben sei das Polynom

$$p(s) = (-1)s^4 + \alpha s^3 + 2\beta s^2 + \alpha s + \beta - 1.$$

Ermitteln Sie mit Hilfe des Routh-Schemas Bedingungen für die Parameter α und β, welche notwendig und hinreichend dafür sind, dass $p(s)$ ein Hurwitzpolynom ist.

Aufgabe 4:

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 5:

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

a) Linearität

b) BIBO-Stabilität.

Aufgabe 6:

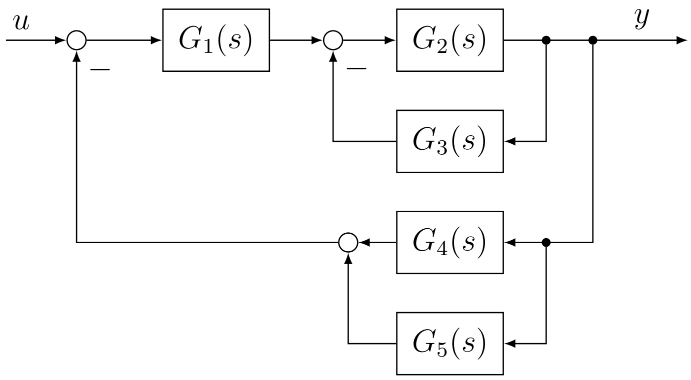
Gegeben sei das folgende nichtlineare System:

$$\frac{dx_1}{dt} = x_2$$
$$\frac{dx_2}{dt} = x_1^2 + 2x_1x_2 - \cos(x_2)$$
$$\frac{dx_3}{dt} = x_1 + x_1^2 u - \sqrt{x_3}.$$

Ermitteln Sie für $u = u_R = 1$ *alle* Ruhelagen des Systems.

Aufgabe 7:

Betrachten Sie folgende Zusammenschaltung eines Übertragungssystems mit der Eingangsgröße u und der Ausgangsgröße y:



Geben Sie die Übertragungsfunktion $G(s) = \frac{\bar{y}(s)}{\bar{u}(s)}$ an.

Aufgabe 8:

Von einem linearen zeitkontinuierlichen zeitinvarianten Zustandsmodell der Form

$$\frac{d\mathbf{x}}{dt} = \mathbf{A}\mathbf{x}, \qquad y = \mathbf{c}^T\mathbf{x}$$

sind für unterschiedliche Werte des Anfangszustandes $\mathbf{x}_0$ die Verläufe der Ausgangsgröße $y(t)$ für $t \geq 0$ bekannt:

a) für $\mathbf{x}_0^{(1)} = \begin{bmatrix}1 & 0\end{bmatrix}^T$ ergibt sich die Ausgangsgröße $y^{(1)}(t) = \frac{6}{5}e^{3t} - \frac{6}{5}e^{-2t}$,

b) für $\mathbf{x}_0^{(2)} = \begin{bmatrix}0 & 1\end{bmatrix}^T$ ergibt sich die Ausgangsgröße $y^{(2)}(t) = \frac{3}{5}e^{3t} + \frac{2}{5}e^{-2t}$.

Ermitteln Sie den Anfangszustand $\mathbf{x}_0^{(3)}$ so, dass für die Ausgangsgröße $y^{(3)}(t) = e^{3t}$ gilt.

Schriftliche Prüfung aus **Regelungstechnik 1** am 15.05.2019

Name / Vorname(n):

Matrikel-Nummer:

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

Aufgabe 1:

Gegeben sei folgendes nichtlineares Zustandsraummodell mit den Zuständen x_1 und x_2, der Eingangsgröße u und der Ausgangsgröße y:

$$\begin{aligned}\frac{dx_1}{dt} &= 2x_1x_2 + \sin x_1,\\ \frac{dx_2}{dt} &= -x_2 + u^2,\\ y &= x_1x_2.\end{aligned}$$

Ermitteln sie für die Ruhelage

$$\mathbf{x}_R^T = \begin{bmatrix}0 & 4\end{bmatrix}^T, \quad u_R = 2$$

das linearisierte Zustandsraummodell der Form

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

wobei

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

gilt.

Aufgabe 2:

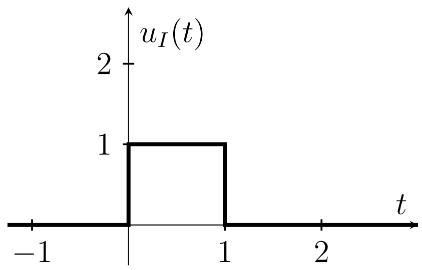
Gegeben sei die *Impulsantwort* eines linearen zeitkontinuierlichen zeitinvarianten Systems mit der Eingangsgröße u und der Ausgangsgröße y:

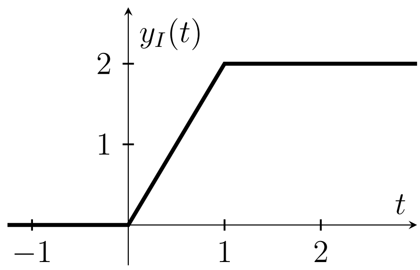
$$g(t) = e^{-3t} + 2e^t$$

Ermitteln Sie die Ausgangsgröße $y(t)$ für $u(t) = \sigma(t) + 3\sigma(t-1)$.

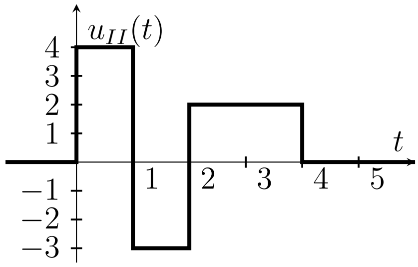
Aufgabe 3:

Es wird ein zeitkontinuierliches System mit der Eingangsgröße u und der Ausgangsgröße y betrachtet. Im Rahmen eines Experimentes wurde für die im Folgenden dargestellte Zeitfunktion $u_I(t)$ der nebenstehend abgebildete Ausgangsgrößenverlauf $y_I(t)$ erhalten. Es wurde sichergestellt, dass die Zustandsgrößen zu Beginn des Experiments null sind.





In einem zweiten Experiment soll nun die folgende Zeitfunktion als Eingangsgröße dienen:



Wie muss die Ausgangsgröße $y_{II}(t)$ des Systems im zweiten Experiment für den Fall aussehen, dass es sich um ein *lineares, zeitinvariantes* System handelt und die Anfangszustände null sind.

Aufgabe 4:

Geben Sie zu folgenden linearen zeitinvarianten Übertragungsgliedern jeweils die Übertragungsfunktion $G(s)$ an und skizzieren Sie jeweils eine typische Sprungantwort $h(t)$:

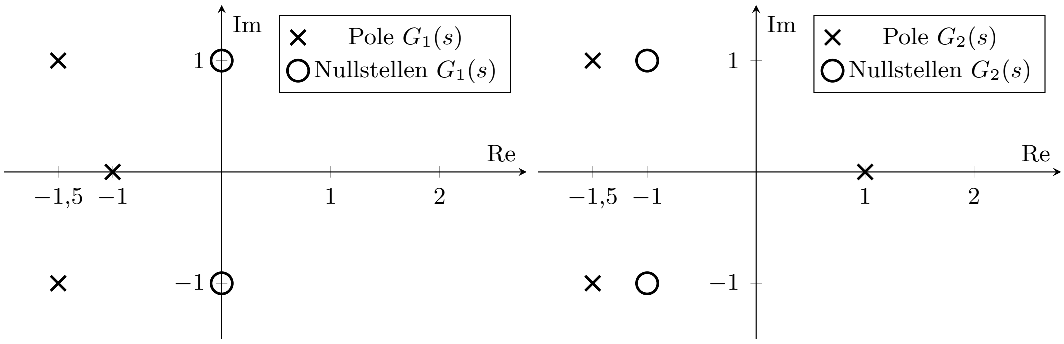
- Integrierer;
- Verzögerungsglied erster Ordnung (PT_1-Glied);
- Vorhalteglied (DT_1-Glied).

Aufgabe 5:

Es sei ein Polynom $p(s) = a_3s^3+a_2s^2+a_1s+a_0$ gegeben. Ermitteln Sie den größtmöglichen Wertebereich der reellen Parameter a_0, a_1, a_2 und a_3, für den $p(s)$ ein Hurzwitzpolynom ist. Skizzieren Sie anschließend für die festen Parameterwerte $a_2 = a_3 = 1$ den Bereich der Parameterwerte a_0 und a_1, für welchen sich ein Hurwitzpolynom ergibt, in der a_0-a_1-Ebene.

Aufgabe 6:

Betrachten Sie folgende PN-Pläne der Übertragungsfunktionen $G_1(s)$ und $G_2(s)$ zweier zeitkontinuierlicher linearer zeitinvarianter Übertragungssysteme.



Es gilt $G_1(0) = G_2(0) = 1$. Ermitteln Sie für die Eingangsgröße

$$u(t) = \cos\left(t + \frac{\pi}{16}\right)$$

die Ausgangsgröße $y(t)$ der beiden Systeme im eingeschwungenen Zustand, d.h. für sehr große Werte des Zeitparameters t.

Aufgabe 7:

Gegeben ist ein nichtlineares, zeitkontinuierliches System dritter Ordnung:

$$\begin{aligned}
\dot{x}_1 &= x_2 \\
\dot{x}_2 &= g - \frac{c}{m}\frac{x_3^2}{x_1^2} \\
\dot{x}_3 &= -\frac{R}{L}x_3 + \frac{2c}{L}\frac{x_2 x_3}{x_1^2} + \frac{1}{L}u \\
y &= x_1
\end{aligned}$$

mit den bekannten Parametern g, c, m, R und L. Ermitteln sie für die Ruhelage $y = y_R =$ konst. die zugehörigen Zustandsvariablen $\mathbf{x}_R = \begin{bmatrix} x_{1,R} & x_{2,R} & x_{3,R} \end{bmatrix}^T$ sowie die Eingangsgröße u_R in Abhängigkeit von y_R.

Aufgabe 8:

Gegeben sei eine Regelstrecke, an der gefahrlos verschiedenste Experimente durchgeführt werden können. Es soll ein *PID*-Regler zur Regelung dieser Strecke ausgelegt werden.

- Welche Methoden kennen Sie, um günstige Startwerte für die gesuchten Reglerparameter zu finden?
- Erklären Sie eine der Methoden im Detail!
- Worauf ist zu achten, falls eine Stellgrößenbeschränkung vorhanden ist?

Schriftliche Prüfung aus **Regelungstechnik 1** am 25.06.2019

Name / Vorname(n):

Matrikel-Nummer:

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

Aufgabe 1:

Gegeben sei die Übertragungsfunktion eines *realen PID-Reglers*:

$$R(s) = 3\left(1 + \frac{1}{4s} + \frac{2s}{1+0.5s}\right).$$

- Zeichnen Sie die Sprungantwort des Reglers.

Aufgabe 2:

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

a) Linearität

b) BIBO-Stabilität.

Aufgabe 3:

Gegeben sei ein zeitkontinuierliches lineares zeitinvariantes System mit der Eingangsgröße u, der Ausgangsgröße y und der Impulsantwort $g(t)$.
Zeigen Sie, dass das System *genau dann* BIBO-stabil ist, wenn seine Impulsantwort absolut integrabel ist.

Aufgabe 4:

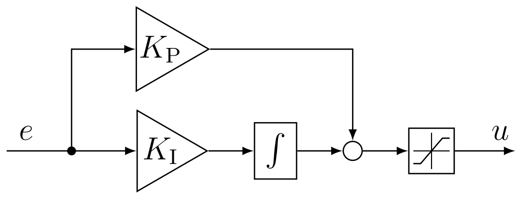
Betrachten Sie das System

$$\begin{aligned}\frac{d\mathbf{x}}{dt} &= \begin{bmatrix}1 & 2\\ 4 & 8\end{bmatrix}\mathbf{x} + \begin{bmatrix}0.5\\ 2\end{bmatrix}u\\ y &= \begin{bmatrix}1 & 1\end{bmatrix}\mathbf{x} - u\end{aligned}$$

mit der Eingangsgröße u, dem Zustandsvektor $\mathbf{x}$ und der Ausgangsgröße y. Geben Sie alle Ruhelagen des Systems an, die zur Ausgangsgröße $y(t) = 0$ führen.

Aufgabe 5:

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



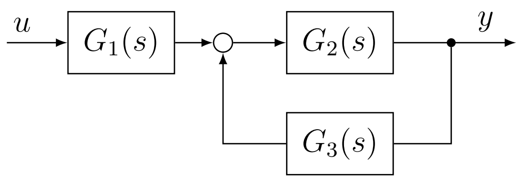
Erweitern Sie das Strukturbild um eine Anti-Windup Maßnahme. Erklären Sie ausführlich, warum diese Maßnahme notwendig ist.

Aufgabe 6:

Erklären Sie ausführlich die *Stabilitätsrand-Methode* zur Ermittlung der Parameter eines *PID-Reglers*.

Aufgabe 7:

Betrachten Sie folgende Zusammenschaltung von Übertragungssystemen mit der Eingangsgröße u und der Ausgangsgröße y:



a) Zeigen Sie, dass für

$$G_1(s) = \frac{s+2}{s+4}, \qquad G_2(s) = \frac{1}{s+3}, \qquad G_3(s) = \frac{(4-k)(s+3)}{s+1}$$

die Übertragungsfunktion $G(s)$ durch

$$G(s) := \left.\frac{\overline{y}(s)}{\overline{u}(s)}\right|_{AW=0} = \frac{s^2+3s+2}{s^3+s^2(4+k)+s(7k-9)+12k-36}$$

gegeben ist.

b) Berechnen Sie den größtmöglichen Werteberich des reellen Parameters k, für den das Gesamtsystem $G(s)$ BIBO-stabil ist.

Aufgabe 8:

Gegeben sei ein lineares zeitinvariantes System mit der Eingangsgröße u, der Ausgangsgröße y und dem Zustandsvektor $\mathbf{x}$. Ausgehend von den drei Anfangszuständen

$$\mathbf{x}_0^{(1)} = \begin{bmatrix} 2 & 1 \end{bmatrix}^T, \qquad \mathbf{x}_0^{(2)} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix}^T, \qquad \mathbf{x}_0^{(3)} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix}^T$$

ergeben sich mit dem *Einheitssprung* als Eingangsfunktion $u^{(1)}(t) = u^{(2)}(t) = u^{(3)}(t) = \sigma(t)$ folgende Ausgangsfunktionen (für $t \geq 0$):

$$\begin{aligned} y^{(1)}(t) &= \Gamma\begin{pmatrix} \mathbf{x}_0^{(1)} \\ u^{(1)}(t) \end{pmatrix} = \frac{1}{6} + \frac{13}{2}e^{-2t} - \frac{14}{3}e^{-3t}, \\ y^{(2)}(t) &= \Gamma\begin{pmatrix} \mathbf{x}_0^{(2)} \\ u^{(2)}(t) \end{pmatrix} = \frac{1}{6} + \frac{1}{2}e^{-2t} - \frac{2}{3}e^{-3t}, \\ y^{(3)}(t) &= \Gamma\begin{pmatrix} \mathbf{x}_0^{(3)} \\ u^{(3)}(t) \end{pmatrix} = \frac{1}{6} + \frac{5}{2}e^{-2t} - \frac{5}{3}e^{-3t}. \end{aligned}$$

a) Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion $G(s) = \frac{\bar{y}(s)}{\bar{u}(s)}$ des Systems.

b) Bestimmen Sie die Antwort $y^{(4)}(t)$ des Systems für den Anfangszustand $\mathbf{x}_0^{(4)} = \begin{bmatrix} 2 & 1 \end{bmatrix}^T$ und dem zeitlich verschobenen *Diracimpuls* als Eingangsfunktion $u^{(4)}(t) = \delta(t-1)$.

Schriftliche Prüfung aus **Regelungstechnik 1** am 01.10.2019

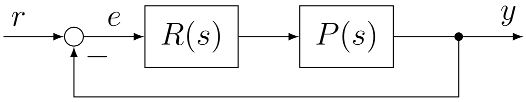
Name / Vorname(n):

Matrikel-Nummer:

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

Aufgabe 1:

Gegeben sei folgendes Blockschaltbild eines Regelkreises mit der Führungsgröße r, dem Regelfehler e und der Ausgangsgröße y:



Die Regelstrecke ist als Übertragungsfunktion

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

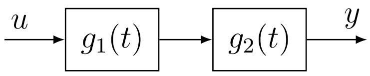
gegeben.

a) Als Regler wird ein PI-Regler mit Proportionalbeiwert K_p und Nachstellzeit T_N verwendet. Geben Sie die dazugehörige Reglerübertragungsfunktion $R(s)$ an.

b) Zeigen Sie, dass es *nicht* möglich ist, die positiven reellen Parameter K_p und T_N so zu wählen, dass die Übertragungsfunktion des geschlossenen Kreises $T(s) = \frac{\bar{y}(s)}{\bar{r}(s)}$ BIBO-stabil ist.

Aufgabe 2:

Betrachten Sie folgende Zusammenschaltung von Übertragungssystemen mit der Eingangsgröße u und der Ausgangsgröße y:



Die *Impulsantworten* der beiden Systeme sind gegeben als

$$g_1(t) = -e^{-2t} + 2e^{-3t}, \qquad g_2(t) = \delta(t) - 2e^{-t}$$

wobei $\delta(t)$ der Diracimpuls ist. Ermitteln Sie die *Sprungantwort* des Gesamtsystems.

Aufgabe 3:

Gegeben sei das folgende Zustandsmodell zweiter Ordnung mit dem Zustandsvektor $\mathbf{x}$, der Eingangsgröße u und der Ausgangsgröße y:

$$\frac{d\mathbf{x}}{dt} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ \beta & 1-\beta \end{bmatrix} \mathbf{x} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u,$$
$$y = \begin{bmatrix} 2 & \alpha \end{bmatrix} \mathbf{x}.$$

Ermitteln Sie den größtmöglichen Wertebereich für die reellen Konstanten α und β so, dass die zugehörige Übertragungsfunktion $G(s) = \frac{\tilde{y}(s)}{\tilde{u}(s)}$ *BIBO*-stabil ist.

Aufgabe 4:

Betrachten Sie das System

$$\frac{d\mathbf{x}}{dt} = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 4 & -2 \end{bmatrix} \mathbf{x} + \begin{bmatrix} 1 \\ 4 \end{bmatrix} u$$
$$y = \begin{bmatrix} 1 & 1 \end{bmatrix} \mathbf{x} - u$$

mit der Eingangsgröße u, dem Zustandsvektor $\mathbf{x}$ und der Ausgangsgröße y. Geben Sie *alle* Ruhelagen des Systems an, die zur Ausgangsgröße $y(t) = 4$ führen.

Aufgabe 5:

Gegeben sei ein lineares System mit der Eingangsgröße u und der Ausgangsgröße y, welches durch die folgenden Differentialgleichung beschrieben werden kann:

$$\frac{d^4y}{dt^4} + 3\frac{d^3y}{dt^3} + 10\frac{d^2y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} = \frac{d^2u}{dt^2} + \frac{du}{dt}.$$

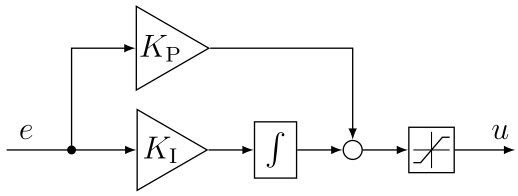
Überprüfen Sie, ob das gegebene System *BIBO*-stabil ist.

Aufgabe 6:

Erklären Sie ausführlich die *Stabilitätsrand-Methode* zur Ermittlung der Parameter eines *PID-Reglers*.

Aufgabe 7:

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



Erweitern Sie das Strukturbild um eine Anti-Windup Maßnahme. Erklären Sie ausführlich, warum diese Maßnahme notwendig ist.

Aufgabe 8:

Es sei folgende Übertragungsfunktion eines linearen zeitinvarianten Übertragungssystems mit der Eingangsgröße u und der Ausgangsgröße y gegeben:

$$G(s) = \frac{s^2 + a}{(s + a)^2}$$

Dabei ist a ein reeller Parameter. Ermitteln Sie für die Eingangsgröße $u(t) = \sin 2t$ die Ausgangsgröße $y(t)$ des Systems *im eingeschwungenen Zustand* für folgende Werte des Parameters a:

i) $a = 2$, ii) $a = 0$.

Schriftliche Prüfung aus **Regelungstechnik 1** am 04.12.2019

Name / Vorname(n):

Matrikel-Nummer:

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

Aufgabe 1:

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

$$G(j) = 0, \qquad \lim_{s \to (-2+j)} |G(s)| = \infty, \qquad G(0) = 3.$$

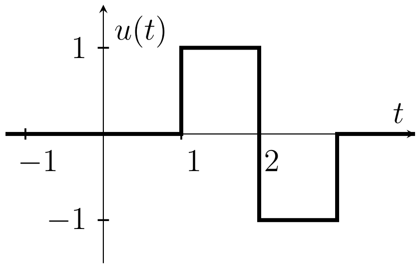
Ermitteln Sie $G(s)$.

Aufgabe 2:

Gegeben ist die Übertragungsfunktion eines *linearen zeitinvarianten* Systems:

$$G(s) = \frac{2}{s^2 + 11s + 30}.$$

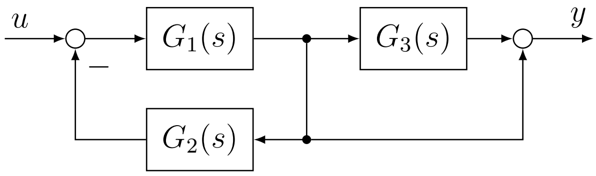
Als Eingangsgröße $u(t)$ wird der folgende zeitliche Verlauf gewählt.



Ermitteln Sie den zeitlichen Verlauf der Ausgangsgröße $y(t)$.

Aufgabe 3:

Betrachten Sie folgende Zusammenschaltung eines Übertragungssystems mit der Eingangsgröße u und der Ausgangsgröße y:



Geben Sie die Übertragungsfunktion $G(s) = \frac{\bar{y}(s)}{\bar{u}(s)}$ an.

Aufgabe 4:

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

a) Linearität;

b) BIBO-Stabilität.

Aufgabe 5:

Gegeben sei eine Regelstrecke, an der gefahrlos verschiedenste Experimente durchgeführt werden können. Es soll ein *PID*-Regler zur Regelung dieser Strecke ausgelegt werden.

a) Welche Methoden kennen Sie, um günstige Startwerte für die gesuchten Reglerparameter zu finden?

b) Erklären Sie eine der Methoden im Detail!

c) Worauf ist zu achten, falls eine Stellgrößenbeschränkung vorhanden ist?

Aufgabe 6:

Gegeben sei folgendes nichtlineares Zustandsmodell mit den Zuständen x_1, x_2, x_3, der Eingangsgröße u und der Ausgangsgröße y:

$$\begin{aligned}\frac{dx_1}{dt} &= x_1 u\\ \frac{dx_2}{dt} &= x_1^2 + x_2^3 + u\\ \frac{dx_3}{dt} &= x_3 \cos x_1 + x_2\\ y &= x_3^2 u^2.\end{aligned}$$

Ermitteln die Ruhelage für $u = u_R = 1$, sowie das dazugehörige linearisierte Zustandsrmodell der Form

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

wobei

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

gilt.

Bitte wenden!

Aufgabe 7:

Ermitteln Sie mit Hilfe des Routh-Schemas jeweils den größtmöglichen Wertebereich der reellen Paramter α und β, für die die einzelnen Polynome Hurwitzpolynome sind.

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

Aufgabe 8:

Gegegen sei ein zeitkontinuierliches lineares zeitinvariantes System mit der Eingangsgröße u, der Ausgangsgröße y und der Impulsantwort $g(t)$.
Zeigen Sie, dass das System *genau dann* BIBO-stabil ist, wenn seine Impulsantwort absolut integrabel ist.