

Name, Matrikelnummer: _____

Aufgabe 1: (20 Punkte)

Markieren Sie die von Ihnen gewählte Antwort eindeutig. Bitte beachten Sie, dass mehrere Antworten richtig sein können. Falschantworten führen nicht zu Punktabzug bei anderen Aufgabenteilen.

a) Welche Eigenschaften erfüllt das System $\dot{x} + x^2 = a \cdot u$, $a = \text{const.}$, $a \in \mathbb{R}$, $u = u(t)$?

- ☐ Es ist linear.
- ☐ Es ist zeitinvariant.
- ☐ Es hat PT1-Verhalten.

b) Welche der folgenden Differentialgleichungen werden durch $y(t) = \sin(\omega t)$ erfüllt?

- ☐ $\ddot{y} + \omega^2 y = u$ mit $u(t) = \sigma(t)$.
- ☐ $\ddot{y} = -\omega^2 y$.
- ☐ $\ddot{y} + \omega^2 \dot{y} = 0$.

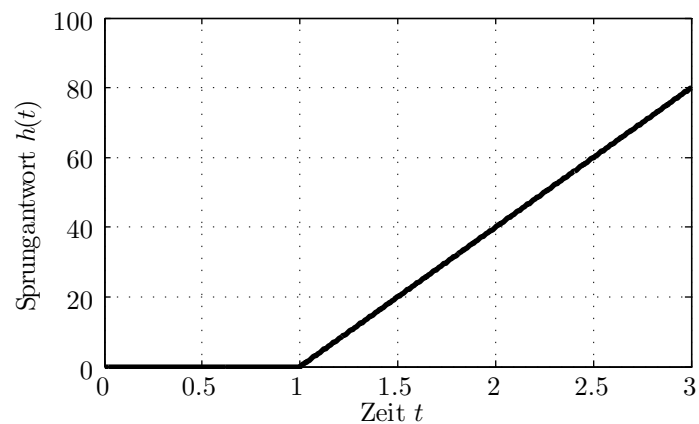
c) Welche Aussagen zu Minimalphasensystemen sind richtig?

- ☐ Minimalphasensysteme haben keine Nullstellen in der rechten Halbebene.
- ☐ Alle linearen Systeme ohne Nullstellen in der rechten Halbebene sind minimalphasig.
- ☐ $G(s) = \frac{1}{s^2}$ ist minimalphasig.

d) Bei welchen Verschaltungsarten können die Pole des Gesamtsystems von den Polen der Einzelsysteme abweichen?

- ☐ Reihenschaltung
- ☐ Parallelschaltung
- ☐ Rückführung

e) Zu was für einem System gehört folgende Sprungantwort?

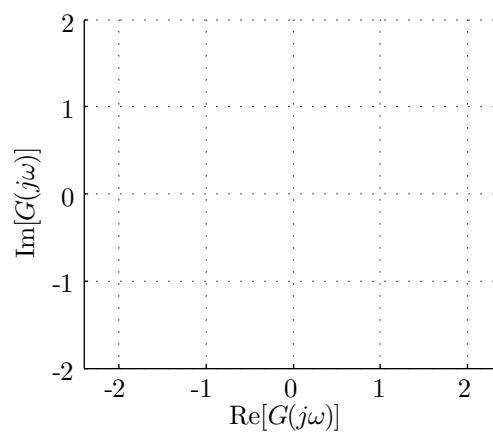


- ☐ Proportionalglied
- ☐ PT1-Glied
- ☐ PT2-Glied
- ☐ Totzeitglied
- ☐ Integrator
- ☐ Integrator mit Totzeit
- ☐ IT1-Glied

f) Ist ein Totzeitglied linear?

- ☐ Ja.
- ☐ Nein.

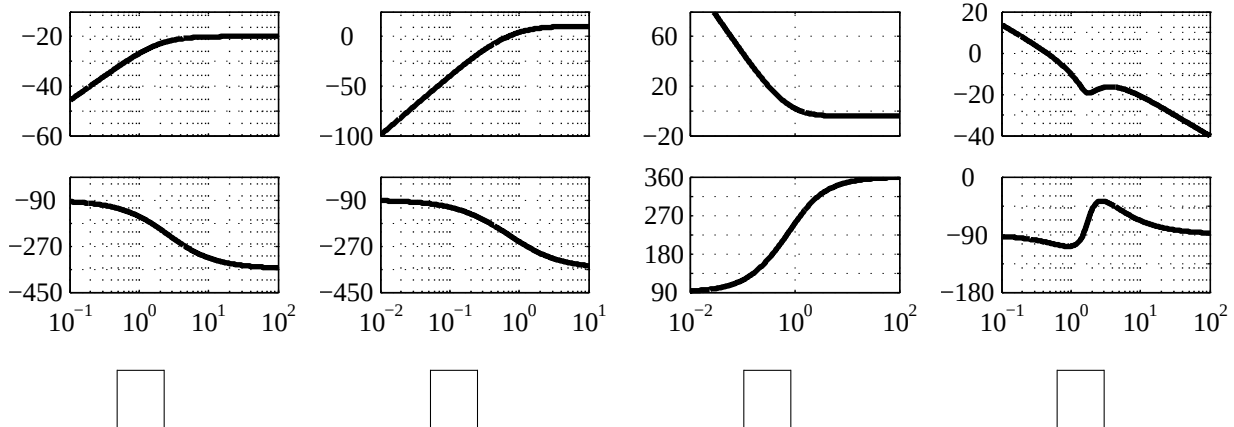
g) Skizzieren Sie die Ortskurve (Nyquist-Diagramm) des Integrators mit Konstantverstärkung $G(s) = \frac{5!}{s}$



h) Gegeben sei das System $G(s) = \frac{5s^3}{(s+1)(3s+1)(s+1)}$.

Welche der folgenden Bode-Diagramme zeigt den Frequenzgang dieses Systems?

(Die Frequenz ist jeweils in rad/s dargestellt, die Amplitude in dB und die Phase in °.)



i) Gegeben ist folgende nichtlineare Differentialgleichung:

$$\dot{x} = -x^2.$$

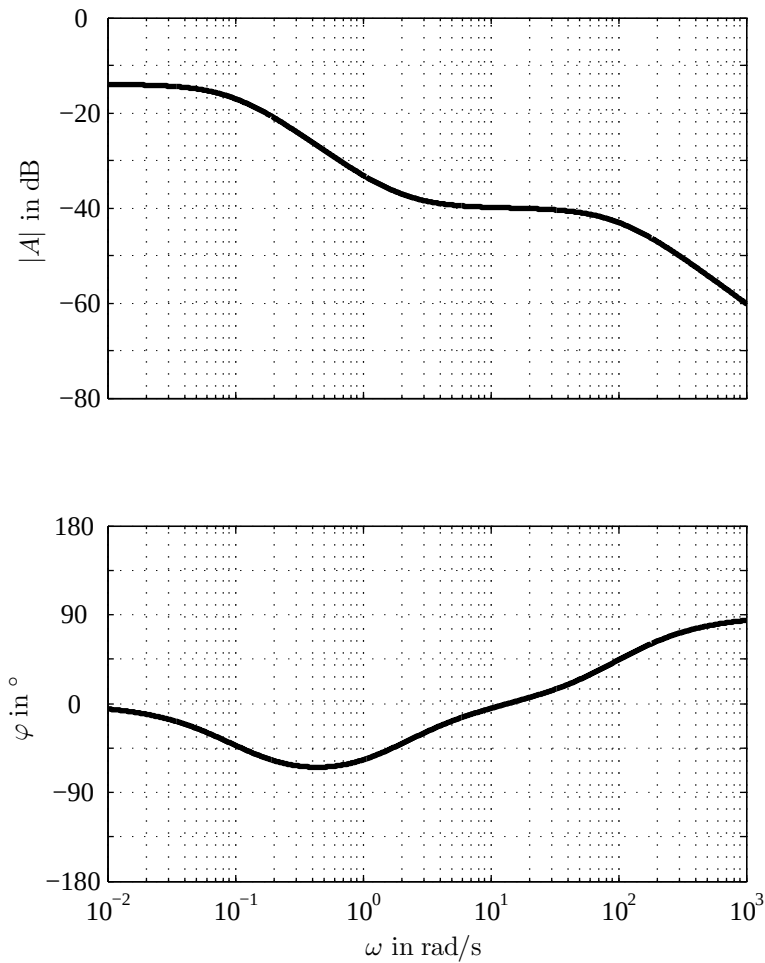
Wie lautet ihre Linearisierung um die Ruhelage $x_0 = 0$?

- ☐ $\Delta\dot{x} = \Delta x$
- ☐ $\Delta\dot{x} = -2x$
- ☐ $\Delta\dot{x} = 0$
- ☐ $\Delta\dot{x} = -\Delta x$

j) Welche Aussagen lassen sich zu der Stabilität der Übertragungsfunktion $G(s) = \frac{1-s}{s(s+2)(s+5)}$ treffen?

- ☐ Sie ist stabil.
- ☐ Sie ist grenzstabil.
- ☐ Sie ist asymptotisch stabil.
- ☐ Sie ist instabil.

k) Es wird das Bode-Diagramm einer Übertragungsfunktion $G(s)$ betrachtet:



Was trifft zu?

- ☐ $G(s)$ ist minimalphasig.
- ☐ $G(s)$ ist nicht minimalphasig.
- ☐ Man kann anhand des Bode-Diagramms nicht erkennen, ob $G(s)$ minimalphasig ist.
- ☐ $G(s)$ ist stabil.
- ☐ $G(s)$ ist instabil.
- ☐ Man kann anhand des Bode-Diagramms nicht erkennen, ob $G(s)$ stabil ist.

Aufgabe 2: (15 Punkte)

Gegeben ist folgende Übertragungsfunktion:

$$G(s) = \frac{s}{2s + 1} e^{-1s}.$$

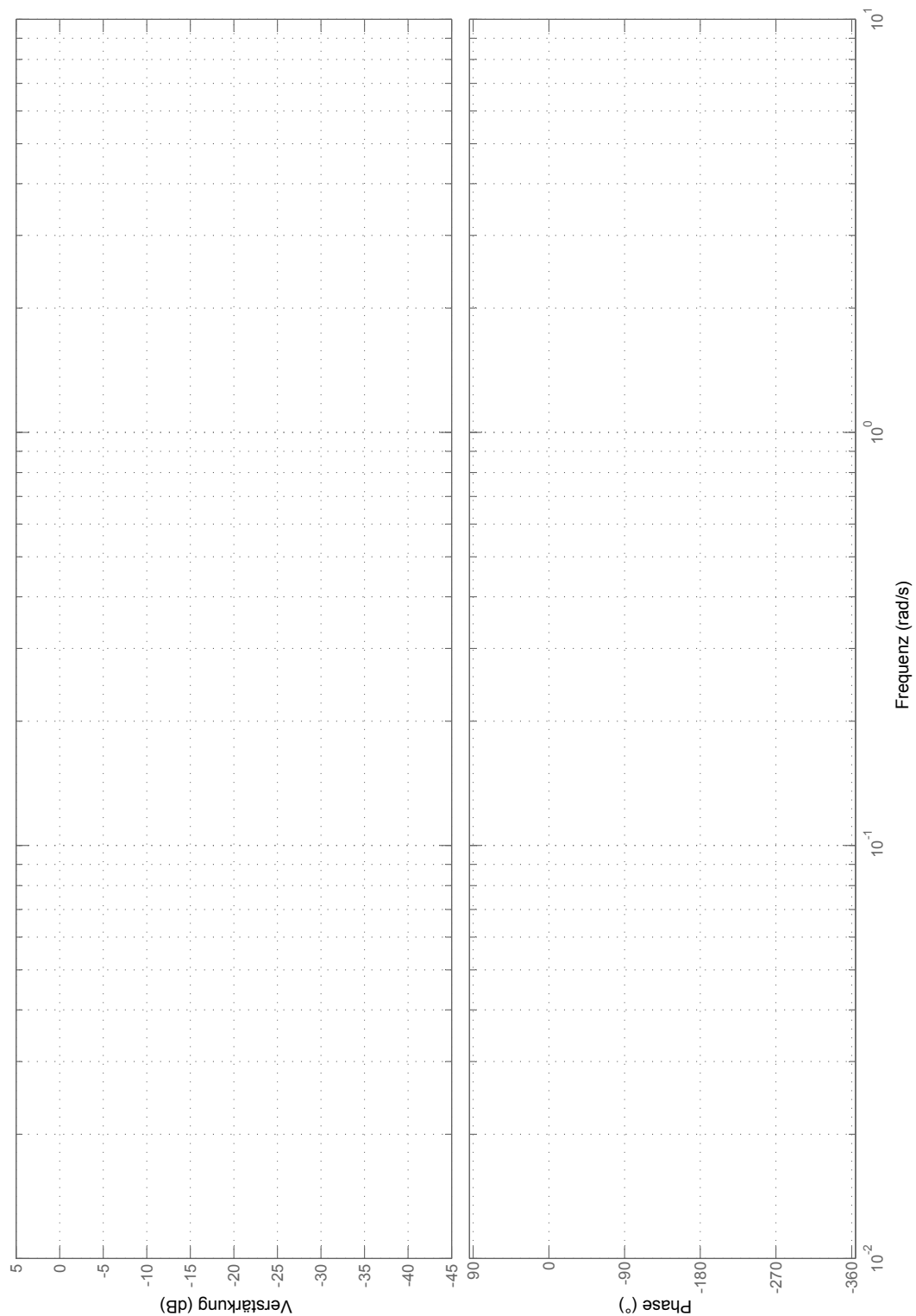
- a) Bestimmen Sie die stationäre Verstärkung der Übertragungsfunktion!
- b) Leiten Sie analytische Ausdrücke für den Amplitudengang $A(\omega)$ und den Phasengang $\varphi(\omega)$ her.
- c) Zeichnen Sie die Geradenapproximation des Amplitudengangs!
- d) Warum kann die Treppenapproximation für den Phasengang nicht verwendet werden?
- e) Vervollständigen Sie folgende Wertetabelle für den Phasengang:

ω in $\frac{\text{rad}}{\text{s}}$	φ in $^\circ$
0.01	
0.1	
0.3	
0.7	
1.0	
3.0	
6.0	

- f) Zeichnen Sie den Phasengang anhand obiger Wertetabelle! Verwenden Sie zum Zeichnen des Bodediagramms bitte einen der angehängten Vordrucke.

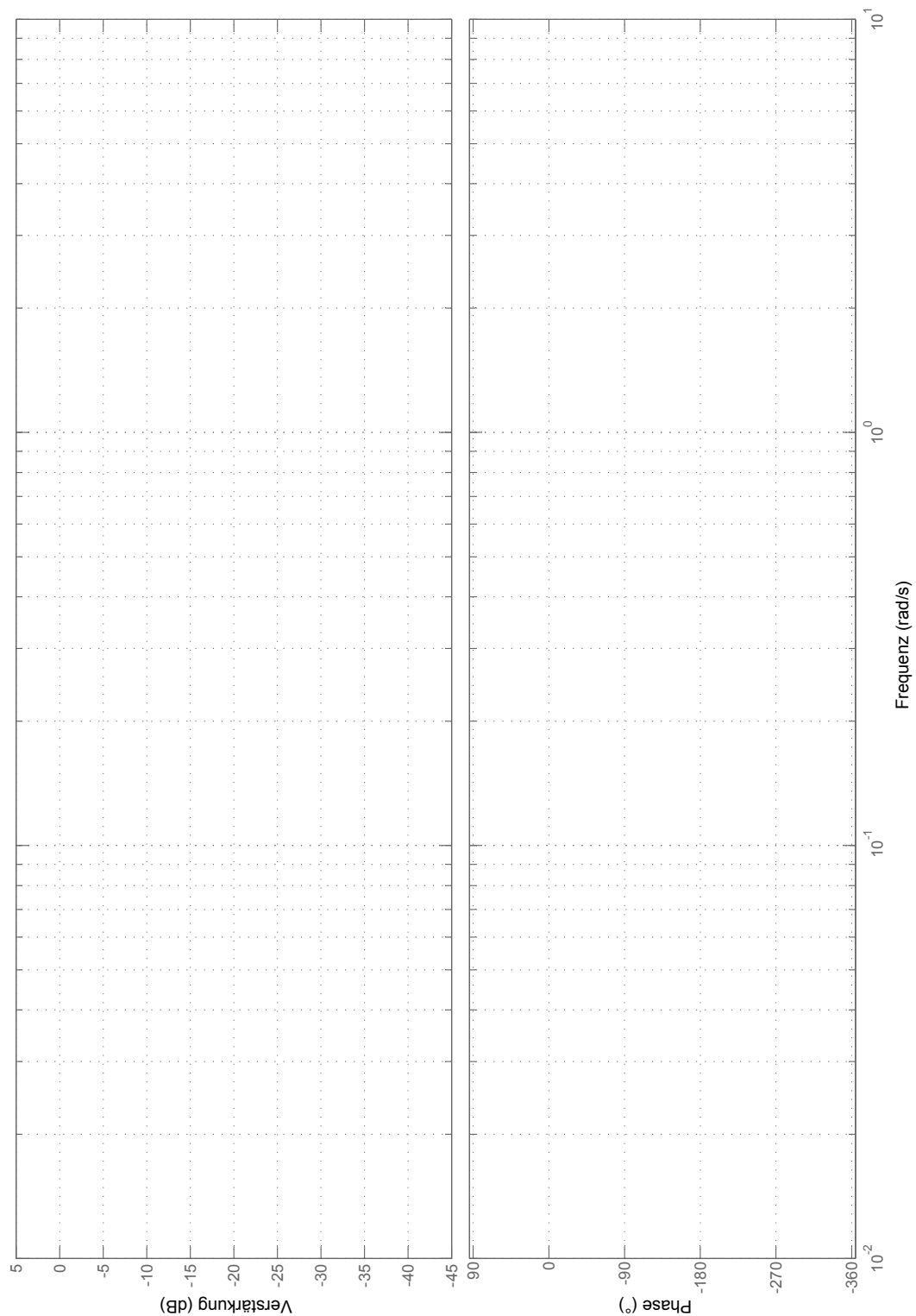
Dieses Blatt bewerten

Hinweis: Sind Blätter 6 und 7 zur Bewertung markiert oder ist kein Blatt zur Bewertung markiert, wird Blatt 7 bewertet.



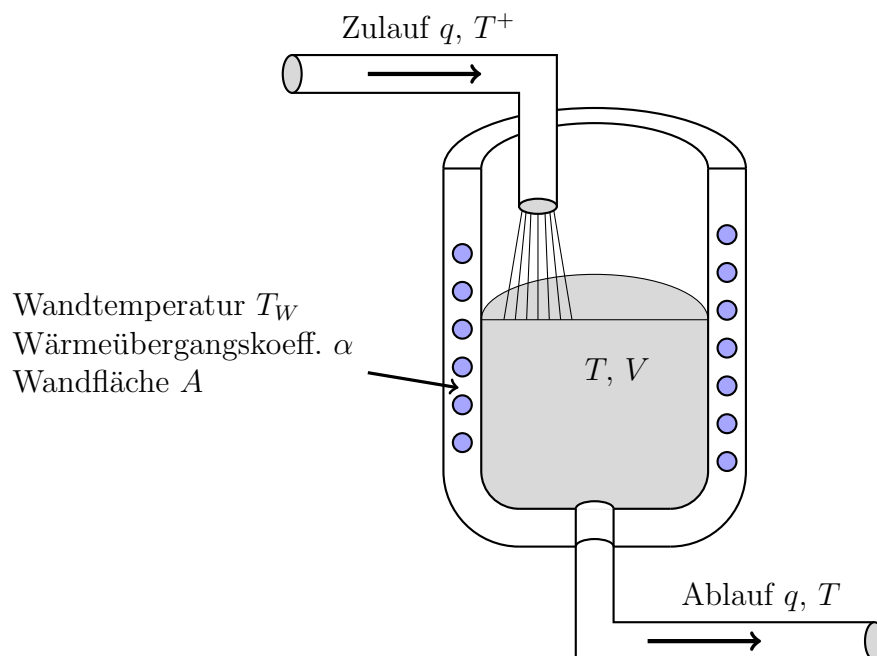
Dieses Blatt bewerten

Hinweis: Sind Blätter 6 und 7 zur Bewertung markiert oder ist kein Blatt zur Bewertung markiert, wird Blatt 7 bewertet.



Aufgabe 3: (10 Punkte)

In dieser Aufgabe soll die Dynamik der Reaktortemperatur T eines isobaren CSTR mit konstantem Durchfluss q und Wandheizung modelliert werden. Die Wandtemperatur T_W und die Zuflusstemperatur T^+ sind Eingangsgrößen. Die Dichte ρ , die Wärmekapazität c und das Flüssigkeitsvolumen V seien konstant. Es gibt keine Reaktionen.



- Von welcher Ordnung muss die Reaktortemperaturdynamik sein?
- Charakterisieren Sie die Stabilität der Reaktortemperaturdynamik!
- Leiten Sie die Differentialgleichung für die Reaktortemperatur T her!

Aufgabe 4: (10 Punkte)

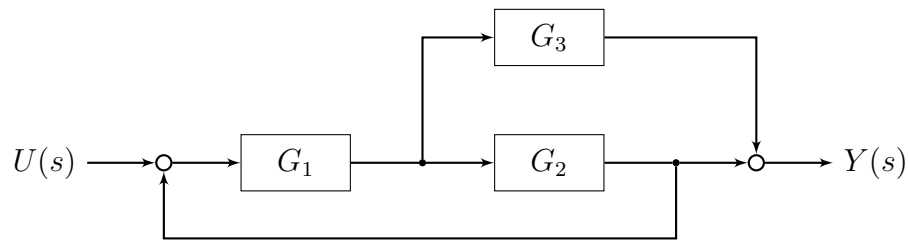
Gegeben ist folgendes System in Zustandsraumdarstellung:

$$\begin{aligned}\underline{\dot{x}} &= \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -3 & -2 & -1 \end{bmatrix} \underline{x} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u, \quad \underline{x}(0) = \underline{x}_0 \\ y &= \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \underline{x} + u.\end{aligned}$$

- a) Das System liegt in einer besonderen Darstellung vor. Wie nennt man diese?
- b) Geben Sie das charakteristische Polynom der Systemmatrix an!
- c) Ist das System asymptotisch stabil?
- d) Geben Sie die Übertragungsfunktion $G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)}$ an!

Aufgabe 5: (5 Punkte)

In dieser Aufgabe wird folgendes Netzwerk betrachtet:



Bestimmen Sie die Gesamtübertragungsfunktion $G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)}$ für obiges Netzwerk. Geben Sie eine Lösung ohne Doppelbrüche an.

Aufgabe 6: (15 Punkte)

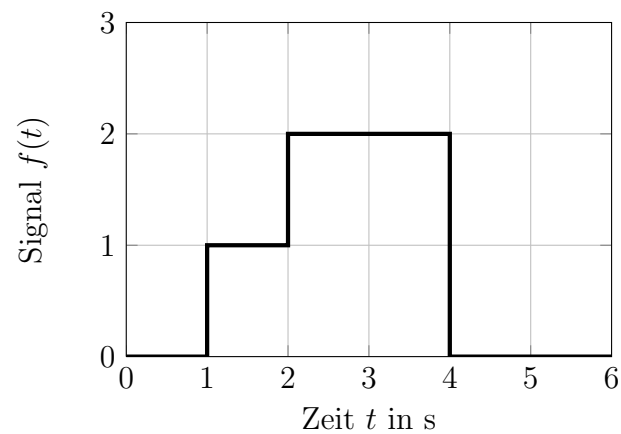
In dieser Aufgabe wird ein System in Zustandsraumdarstellung betrachtet:

$$\begin{aligned}\underline{\dot{x}} &= \begin{bmatrix} -4 & -2 \\ -2 & -1 \end{bmatrix} \underline{x} + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} u, \quad \underline{x}(0) = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} \\ y &= \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix} \underline{x}.\end{aligned}$$

- a) Geben Sie das charakteristische Polynom der Systemmatrix an!
Wie lauten die Eigenwerte?
- b) Charakterisieren Sie die Stabilität des Systems!
- c) Berechnen Sie die Eigenvektoren der Systemmatrix!
- d) Berechnen Sie die Fundamentalmatrix e^{At} !
- e) Berechnen Sie die Lösung $y(t)$ für $u(t) = \sigma(t)$!

Aufgabe 7: (5 Punkte)

Gegeben ist folgendes Zeitsignal:



- Stellen Sie eine Funktionsgleichung für $f(t)$ auf!
Nehmen Sie dabei an, dass $f(t) = 0$ für $t > 6$ und $t < 0$.
- Geben Sie die Laplace-Transformierte $F(s)$ von $f(t)$ an!
- Geben Sie die Grenzwerte $\lim_{s \rightarrow 0} s F(s)$ und $\lim_{s \rightarrow \infty} s F(s)$ an!