Einlesezeit

Für die Durchsicht der Klausur wird eine „Einlesezeit" von **10 Minuten** gewährt. Während dieser Zeitdauer ist es Ihnen **nicht** gestattet, mit der Bearbeitung der Aufgaben zu beginnen. Dies bedeutet konkret, dass sich während der gesamten Dauer der Einlesezeit keinerlei Schreibgeräte (Stifte, Füller, etc.) auf dem Tisch befinden dürfen sowie die Nutzung von mitgeführten Unterlagen respektive (elektronischer) Wörterbücher bzw. tragbarer Translater strengstens untersagt ist. Nehmen Sie Ihre Schreibgeräte und Unterlagen erst zur Hand, wenn die Prüfungsaufsicht auf das Ende der Einlesezeit hingewiesen hat und füllen Sie zunächst das Deckblatt **vollständig** aus.

Viel Erfolg!

NAME	
VORNAME	
MATRIKEL-NR.	
TISCH-NR.	

Klausurunterlagen

Ich versichere hiermit, dass ich sämtliche für die Durchführung der Klausur vorgesehenen Unterlagen erhalten, und dass ich meine Arbeit ohne fremde Hilfe und ohne Verwendung unerlaubter Hilfsmittel und sonstiger unlauterer Mittel angefertigt habe. Ich weiß, dass ein Bekanntwerden solcher Umstände auch nachträglich zum Ausschluss von der Prüfung führt. Ich versichere weiter, dass ich sämtliche mir überlassenen Arbeitsunterlagen sowie meine Lösung vollständig zurück gegeben habe. Die Abgabe meiner Arbeit wurde in der Teilnehmerliste von Aufsichtsführenden schriftlich vermerkt.

DIE OBIGEN ANGABEN SOWIE DIE UNTERSCHRIFT SIND ZWINGEND ZU KLAUSURBEGINN ZU LEISTEN.

Duisburg, den ______________ ______________________________
(Datum) (Unterschrift der/des Studierenden)

Falls Klausurunterlagen vorzeitig abgegeben: ____________ Uhr

Bewertungstabelle

Aufgabe 1	
Aufgabe 2	
Gesamtpunktzahl	
Angepasste Punktzahl	
%	
Bewertung gem. PO in Ziffern	

____

(Datum und Unterschrift 1. Prüfer, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dirk Söffker)

____

(Datum und Unterschrift 2. Prüfer, Prof. Dr.-Ing. Mohieddine Jelali, Priv.-Doz.)

____

(Datum und Unterschrift des für die Prüfung verantwortlichen Prüfers, Söffker)

Fachnote gemäß Prüfungsordnung:

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
1,0	1,3	1,7	2,0	2,3	2,7	3,0	3,3	3,7	4,0	5,0
sehr gut		gut			befriedigend			ausreichend		mangelhaft

Bemerkung: ____

Achtung: Schreiben Sie Ihre Antwort für ALLE Aufgaben direkt unter die entsprechende Aufgabe in den Aufgabenbogen!

Verwenden Sie KEINE Bleistifte oder roten Stifte für die Beantwortung von Fragen oder für Zeichnungen!
(Rote Stifte werden bei der Korrektur verwendet.)

Diese Prüfung lege ich ab als
☐ Pflichtfach
☐ Wahlfach
☐ Auflage
(Bitte EINES ankreuzen).

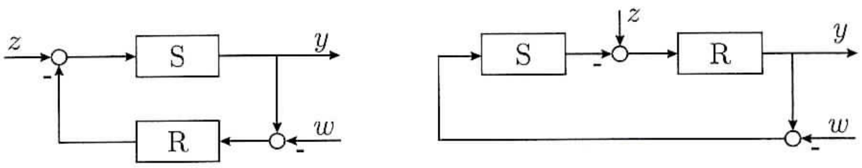
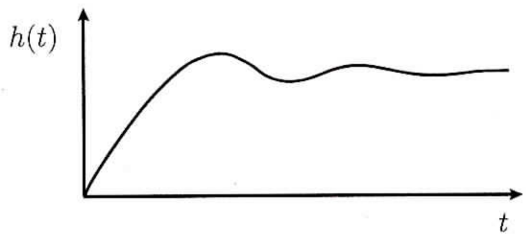
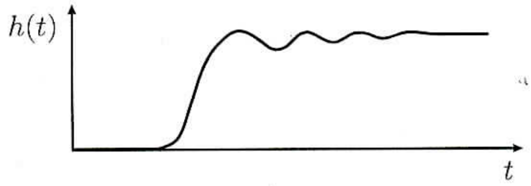
Maximal erreichbare Punktzahl:	**55**
Mindestprozentzahl für die Note 1,0:	**95%**
Mindestprozentzahl für die Note 4,0:	**50%**

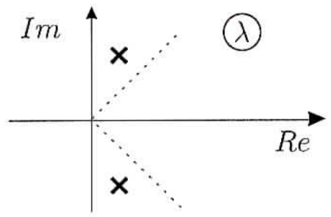
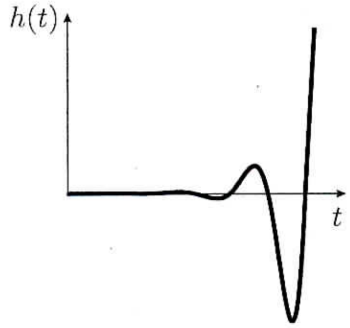
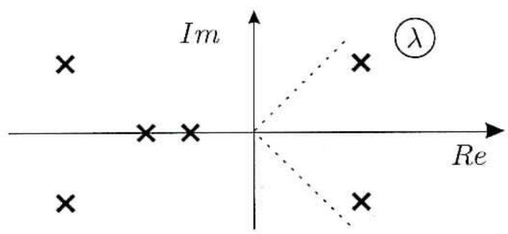
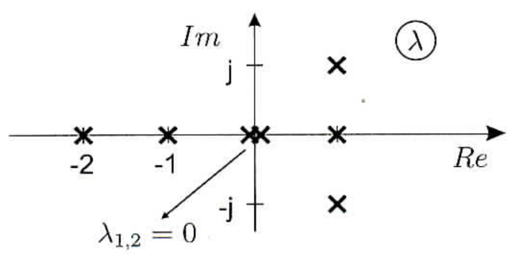
Allgemeine Hinweise:

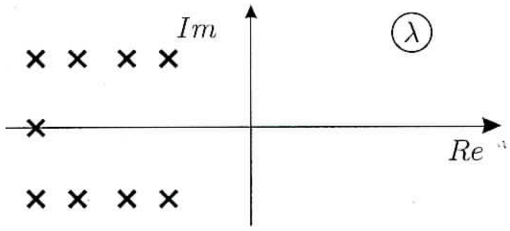
1) Für die Multiple-Choice und multiple-choice-ähnlichen Fragen gilt:
   - i) Korrekte Teilantworten werden mit der vorgesehenen Teilpunktzahl bewertet.
   - ii) Nichtkorrekte Teilantworten werden mit der vorgesehenen Teilpunktzahl negativ bewertet.
   - iii) Keine Willensäußerung führt weder zu einer negativen noch zu einer positiven Anrechnung.
   - iv) Die in einer Aufgabe anfallenden positiven wie negativen Punkte werden aufsummiert. Eine negative Gesamtpunktzahl gibt es nicht.
2) Sollten im Einzelfall keine zulässigen Zahlenbereiche für Zeitkonstanten, Massen etc. angegeben sein, gehen Sie immer von positiven Zahlenwerten für die Zeit und für Massen aus.
3) Sollte im Einzelfall keine Angabe zu positiver oder negativer Rückführung angegeben sein, gehen Sie immer von der üblichen negativen Rückführung aus.

Aufgabe 1 (30 Punkte)

1a) (2 × 5 × 1 Punkt, 10 Punkte)
Welche der folgenden Aussagen sind wahr und welche sind falsch?

Nr.	Aufgabe/Frage/Bewertung	Richtig	Falsch
A.1)	Die Systeme A und B sind hinsichtlich ihres E/A-Verhaltens identisch.  A B	○	⊗
A.2)	Bei einem Übertragungssystem werde bei einem Eingangssignal $u(t) = a\sin(3\omega t)$ der Ausgang $y(t) = a\sin(3\omega t - \varphi_0)$ gemessen. Bei dem System liegt ein nichtlineares Übertragungsverhalten vor.	○	⊗
A.3)	Die Amplitude des Eingangs eines Übertragungssystems wird verdreifacht. Der Ausgang des Systems verändert sich ebenfalls; konkret verdreifacht sich die Amplitude des Ausgangs. Die beobachtete Frequenz ist identisch zur Frequenz des Eingangssignals. Der beobachtete Ausgangszeitverlauf ist allerdings zeitlich verschoben. Ein derartiges Verhalten kann nur bei nichtlinearen Systemen auftreten.	○	⊗
A.4)	Ein lineares System der Ordnung 2 mit einer Dämpfung $D > 1$ kann die nachstehende Übergangsfunktion aufweisen. 	○	⊗
A.5)	Ein System der Ordnung 2 mit einer Dämpfung $D < 1$ und nachgeschalteter Totzeit kann die nachstehende Übergangsfunktion aufweisen. 	⊗	○

Nr.	Aufgabe/Frage/Bewertung	Richtig	Falsch
B.1)	Ein System mit der Eigenwert-Verteilung  kann folgendes Verhalten aufweisen.  	☒	○
B.2)	Das SISO-System mit der Eigenwert-Verteilung  weist 2 stabile Eigenwerte mit der Dämpfung $D = 1$ auf.	○	☒
B.3)	Ein System bestehend aus zwei in Reihe zusammengeschalteten Systemen wird betrachtet. Hierbei gilt für die Eigenwerte vom System 1: $\lambda_1 = 0$; $\lambda_2 = -1$; $\lambda_3 = 1$. Hierbei gilt für die Eigenwerte vom System 2: $\lambda_1 = 0$; $\lambda_2 = -1 \pm j$; $\lambda_3 = -2$. Die zusammengeschalteten Systeme weisen die folgende Eigenwert-Verteilung auf:  	○	☒

Nr.	Aufgabe/Frage/Bewertung	Richtig	Falsch
B.4)	Das System mit der Eigenwert-Verteilung  ist asymptotisch stabil.	⊗	○
B.5)	Die Gewichtsfunktion $g(t)$ linearer Systeme lässt sich praktisch aus einer gemessenen Übergangsfunktion $h(t)$ bestimmen.	⊗	○

1b) (2 × 5 × 1 Punkt, 10 Punkte)

Nachstehend sind die Differenzialgleichungen zweier Systeme angegeben.

System I) $\frac{1}{\omega_0^2}\ddot{u} + \frac{2D}{\omega_0}\dot{u} + u = K[\frac{1}{T_I}\int (y-w)dt + (y-w)]$

System II) $T_1\dot{u} + u = K[T_D(\dot{y} - \dot{w}) + (y-w)]$

In Abbildung 1.1 werden zwei gemessene Übergangsfunktionen dargestellt. Beurteilen Sie die Aussagen in den nachstehenden Tabellen.

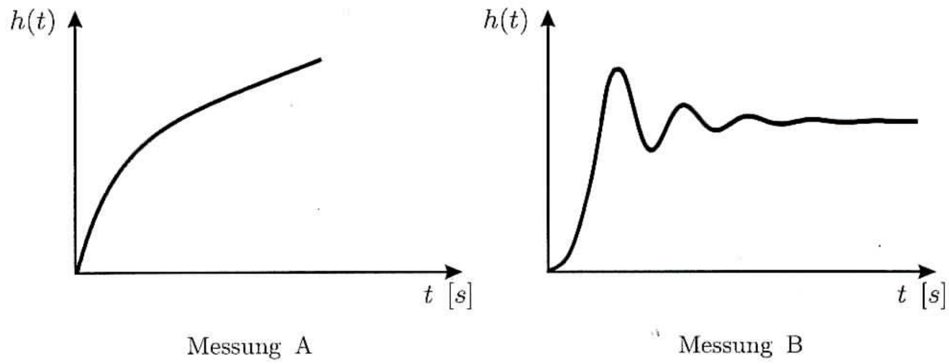


Abbildung 1.1: Übergangsfunktionen von zwei unterschiedlichen Systemen

Nr.	Aufgabe/Frage/Bewertung	Richtig	Falsch
A.1)	Das System I ist ein PIT_2-System.	⊗	○
A.2)	Das System II kann kein schwingungsfähiges Verhalten zeigen.	⊗	○
A.3)	Das Übergangsverhalten von System I für $D > 0$ und $\omega_0 > 0$ ist beschränkt.	○	⊗
A.4)	Die Messung B zeigt das Übergangsverhalten eines Systems 2. oder höherer Ordnung.	⊗	○
A.5)	Die Messung A zeigt das Übergangsverhalten eines PIT_1-Systems mit $\mathrm{T}_1 > \mathrm{T}_\mathrm{I}$.	○	⊗

Nr.	Aufgabe/Frage/Bewertung	Richtig	Falsch
B.1)	Die Messung A zeigt, dass es sich bei dem zugrundeliegenden System um ein System mit integralem Anteil handelt.	⊗	○
B.2)	Die Messung A und das System II entsprechen einander.	○	⊗
B.3)	Die Messung B und das System I entsprechen einander.	○	⊗
B.4)	Die Messung A zeigt das Verhalten eines Reglers, der für den vollständigen Ausgleich/die vollständige Kompensation von Regelungsfehlern bei Anwendung auf P-Regelstrecken (Proportionale Regelstrecken) geeignet ist.	⊗	○
B.5)	Die Messung B zeigt das Verhalten eines Systems, das, wenn es ungedämpft ist, Dauerschwingungen ausführen kann.	⊗	○

1c) (5 × 1 Punkt, 5 Punkte)
Das mathematische Modell des, durch einen Erfinder zum Patent vorgeschlagenen, neuartigen solar-elektro-mechanischen DEPP-Systems wird entsprechend dem Patentantrag durch die Gleichungen

$$\begin{aligned} L\ddot{x}_2 &= I_1 - I_2, \\ I_1 &= Q(x_1 - x_2) \text{ und} \\ I_2 &= R\dot{x}_2 + Cx_2 \end{aligned}$$

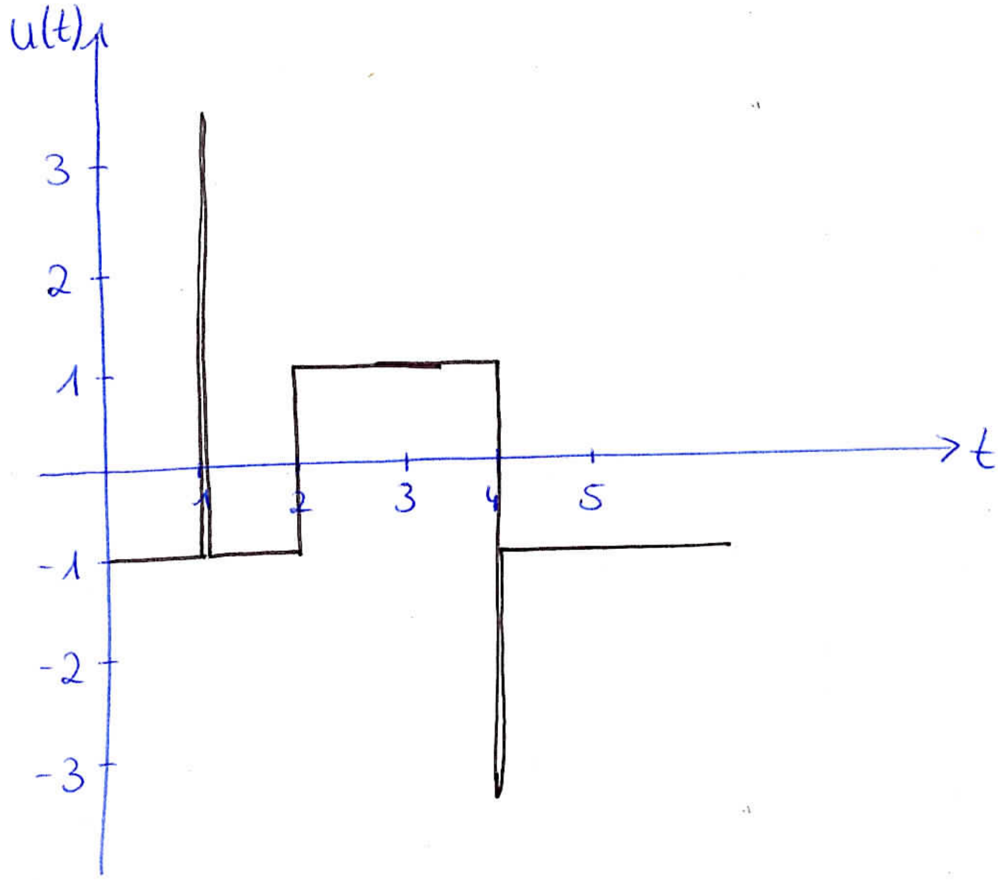
beschrieben, wobei

$x_{1,2}$: Arbeit,
$\dot{x}_{1,2}$: Leistung,
I_1 : Coulombkraft,
I_2 : Photonenstrom,
L : Elektrizitätsmenge,
Q : Volumen,
R : Lichtstärke und
C : Freiheitsgrade des Radiallagers

bezeichnen.
Beurteilen Sie die Aussagen in den nachstehenden Tabellen.

Nr.	Aufgabe/Frage/Bewertung	Richtig	Falsch
1)	Das Übertragungsverhalten zwischen der Eingangsgröße x_1 und der Ausgangsgröße x_2 wird durch $$\frac{L}{Q+C}\ddot{x}_2 + \frac{R}{Q+C}\dot{x}_2 + x_2 = Qx_1$$ beschrieben.	○	⊗
2)	Das Übertragungsverhalten kann als PDT_2-Verhalten klassifiziert werden.	○	⊗
3)	Das Übertragungsverhalten des Systems mit x_1 als Eingangsgröße, x_2 als Ausgangsgröße und dem Zustandsvektor $x = \begin{bmatrix} x_2 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix}$ wird durch die Zustandsraumdarstellung $$\begin{bmatrix} \dot{x}_2 \\ \ddot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -\frac{Q+C}{L} & -\frac{R}{L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_2 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{Q}{L} \end{bmatrix} x_1$$ $$y = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_2 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix}$$ beschrieben.	⊗	○
4)	Für die Parameter L, Q, R und C des Übertragungsverhaltens des Systems werden die folgenden Werte angenommen: $L = 1$, $Q = 2$, $R = 4$ und $C = 2$. Das betrachtete System ist ungedämpft ($D = 0$).	○	⊗
5)	Das betrachtete System mit den Parametern aus 1c)4) besitzt die Eigenwerte $\lambda_{1,2} = -3$.	○	⊗

1d) (2 Punkte)
Stellen Sie die Funktion $u(t) = -1(t) + \delta(t-1) + 2 \cdot 1(t-2) - 2 \cdot 1(t-4) - \delta(t-4)$ grafisch dar.



1e) (3 Punkte)
Bei einer Messung eines Regelkreises wurde am Stabilitätsrand der Zeitverlauf einer Messung entsprechend Abbildung 1.2 aufgenommen.

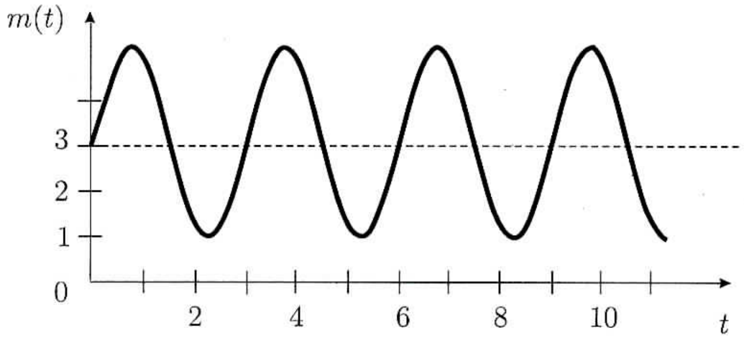


Abbildung 1.2: Messung

1e) i) (2 Punkte)
Approximieren Sie den Zeitverlauf durch eine mathematische Beschreibung, aus der sowohl der konkrete konstante Wert als auch die konkrete Frequenz des Messsignals hervorgeht.

$$m(t) = 3 + 2\sin(\omega t)$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{3}$$

$$\Rightarrow m(t) = 2\sin\left(\frac{2\pi}{3}t\right) + 3$$

1e) ii) (1 Punkt)

Sie möchten das Signal $m(t)$ durch ein Offsetsignal $n(t)$ zu einem mittelwertfreien Signal $y(t)$ verändern. (Ein mittelwertfreies Signal weist einen Mittelwert = 0 auf). Geben Sie entsprechend dem nachstehenden Blockschaltbild an, wie sich dies erreichen läßt, bzw. wie das Signal $n(t)$ zu wählen ist.

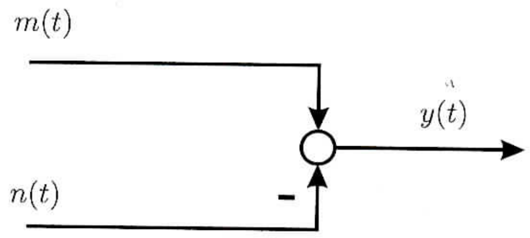


Abbildung 1.3: Blockschaltbild

$$y(t) = m(t) - n(t)$$

$$= 3 + \underbrace{2\sin\left(\frac{2\pi}{3}t\right)}_{\text{mittelwertfrei}} - n(t)$$

$$\Rightarrow n(t) = 3 \cdot 1(t)$$

Aufgabe 2 (25 Punkte)

2a) (3 × 1 Punkt, 3 Punkte)
Welche der folgenden Aussagen sind wahr und welche sind falsch?

Nr.	Aufgabe/Frage/Bewertung	Richtig	Falsch
1)	Bei der nachstehenden E/A-Beschreibung handelt es sich um ein zeitvariantes Systemverhalten: $$m\ddot{y} + d(t)\dot{y} + K(y)y = u.$$	☒	○
2)	Bei der vorstehenden E/A-Beschreibung handelt es sich um ein lineares E/A-Verhalten.	○	☒
3)	Das System beschrieben durch $$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ k & -d \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0,5 \end{bmatrix}, \quad C = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{und} \quad D = 0$$ ist identisch zur E/A-Beschreibung $$2\ddot{y} + 2d\dot{y} - 2ky = u,$$ wobei y gemessen wird.	○	☒

2b) (11 Punkte)
Gegeben ist das Blockschaltbild einer Regelstrecke und eines Reglers bestehend aus drei Übertragungselementen mit w, z_1 und z_2 als Eingangsgrößen und y als Ausgangsgröße (siehe Abbildung 2.1).

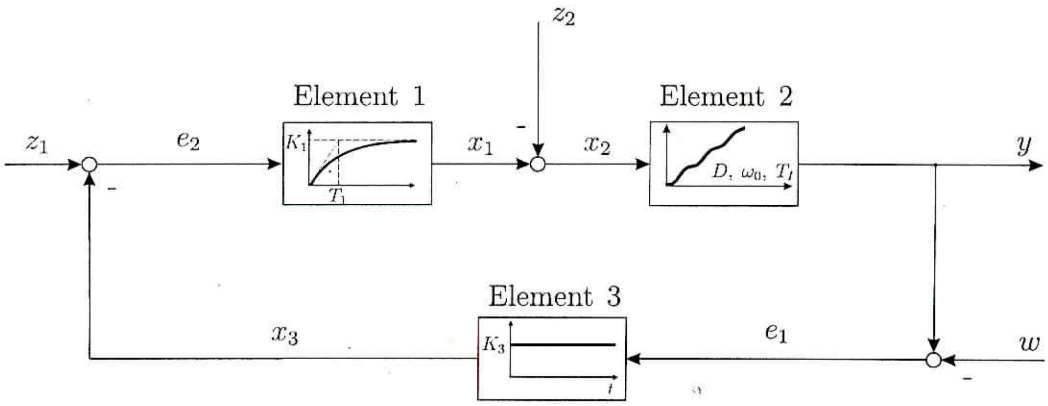


Abbildung 2.1: Blockschaltbild des Systems

2b) i) (1,5 Punkte)
Klassifizieren Sie die Übertragungsverhaltensweisen (Typ des Einzelübertragungsverhaltens) der Elemente 1 bis 3 und geben Sie jeweils die entsprechende Differenzialgleichung unter Berücksichtigung der in Abbildung 2.1 vorgegebenen Größen in einer zur Klassifikation geeigneten Form (Normalform) an.

Element 1: PT_1

$$T_1 \dot{x}_1 + x_1 = K_1 e_2$$

Element 2: IT_2

$$\frac{1}{\omega_0^2}\ddot{y} + \frac{2D}{\omega_0}\dot{y} + y = \frac{1}{T_I}\int x_2 \, dt$$

Element 3: P

$$x_3 = K_3 e_1$$

2b) ii) (4,5 Punkte)
Geben Sie die das Übertragungsverhalten von $z_1 \rightarrow y$ beschreibende Gleichung in Normalform an und klassifizieren Sie das resultierende Übertragungsverhalten.

Gleichungen und Annahmen:

$w = 0$
$z_2 = 0$

I) $T_1 \dot{x}_1 + x_1 = k_1 e_2 \Rightarrow e_2 = \frac{T_1}{K_1}\dot{x}_1 + \frac{1}{K_1} x_1$

II) $\frac{1}{\omega_0^2}\ddot{y} + \frac{2D}{\omega_0}\dot{y} + y = \frac{1}{T_1}\int x_2 \, dt$

III) $z_1 - x_3 = e_2 \Rightarrow z_1 = e_2 + x_3$

IV) $x_1 = x_2$

V) $y = e_1$

VI) $x_3 = k_3 y$

VI in III $\quad z_1 = e_2 + k_3 y$

mit I $\quad z_1 = \frac{T_1}{K_1}\dot{x}_1 + \frac{1}{K_1} x_1 + k_3 y \quad$ a

IV in a $\quad z_1 = \frac{T_1}{K_1}\dot{x}_2 + \frac{1}{K_1} x_2 + k_3 y \quad$ b

aus II $\quad \frac{1}{\omega_0^2}\dddot{y} + \frac{2D}{\omega_0}\ddot{y} + \dot{y} = \frac{1}{T_1} x_2$

$$\frac{T_1}{\omega_0^2}\dddot{y} + \frac{2DT_1}{\omega_0}\ddot{y} + T_1\dot{y} = x_2 \quad \text{c}$$

c in b

$$z_1 = \frac{T_1}{K_1}\left(\frac{T_1}{\omega_0^2}\ddddot{y} + \frac{2DT_1}{\omega_0}\dddot{y} + T_1\ddot{y}\right) + \frac{1}{K_1}\left(\frac{T_1}{\omega_0^2}\dddot{y} + \frac{2DT_1}{\omega_0}\ddot{y} + T_1\dot{y}\right) + k_3 y$$

$$\frac{T_1 T_1}{K_1\omega_0^2}\ddddot{y} + \left(\frac{2DT_1T_1}{K_1\omega_0} + \frac{T_1}{K_1\omega_0^2}\right)\dddot{y} + \left(\frac{T_1T_1}{K_1} + \frac{2DT_1}{K_1\omega_0}\right)\ddot{y} + \frac{T_1}{K_1}\dot{y} + k_3 y = z_1$$

in Normalform:

$$\frac{T_1 T_1}{K_1k_3\omega_0^2}\ddddot{y} + \left(\frac{2DT_1T_1}{K_1k_3\omega_0} + \frac{T_1}{K_1k_3\omega_0^2}\right)\dddot{y} + \left(\frac{T_1T_1}{K_1k_3} + \frac{2DT_1}{K_1k_3\omega_0}\right)\ddot{y} + \frac{T_1}{K_1k_3}\dot{y} + y = z_1$$

$\Rightarrow PT_4$

Für die weiteren Betrachtungen nehmen Sie die folgenden Differenzialgleichungen für die Elemente 1 bis 3 als

Element 1: $\dot{x}_1 + \frac{1}{2}x_1 = e_2$,

Element 2: $\ddot{y} + \dot{y} + y = \int x_2 \, dt$ und

Element 3: $\frac{1}{5}x_3 = e_1$

an.

2b) iii) (2 Punkte)
Stellen Sie die Differenzialgleichung für die Führungsübertragung ($w \to y$) in Normalform auf.

I) $\dot{x}_1 + \frac{1}{2}x_1 = e_2$
II) $\ddot{y} + \dot{y} + y = \int x_2 \, dt$
III) $\frac{1}{5}x_3 = e_1$
IV) $-x_3 = e_2$
V) $x_1 = x_2$
VI) $e_1 = y \cdot \omega$

V + IV in I $\quad \dot{x}_2 + \frac{1}{2}x_2 = -x_3$

aus II $\quad x_2 = \dddot{y} + \ddot{y} + \dot{y}$

$\dot{x}_2 = \ddddot{y} + \dddot{y} + \ddot{y}$

in I $\quad \ddddot{y} + \dddot{y} + \ddot{y} + \frac{1}{2}(\dddot{y} + \ddot{y} + \dot{y}) = -x_3$

mit III $\quad \ddddot{y} + \frac{3}{2}\dddot{y} + \frac{3}{2}\ddot{y} + \frac{1}{2}\dot{y} = -5e_1$

mit VI $\quad \ddddot{y} + \frac{3}{2}\dddot{y} + \frac{3}{2}\ddot{y} + \frac{1}{2}\dot{y} = -5(y - \omega)$

$\ddddot{y} + \frac{3}{2}\dddot{y} + \frac{3}{2}\ddot{y} + \frac{1}{2}\dot{y} + 5y = 5\omega$

in Normalform:

$\frac{1}{5}\ddddot{y} + \frac{3}{10}\dddot{y} + \frac{3}{10}\ddot{y} + \frac{1}{10}\dot{y} + y = \omega$

2b) iv) (3 Punkte)

Für diese Aufgabe wird das Verhalten von $y(t)$ mit

$$\ddot{y}(t) + 0,2\dot{y}(t) + y(t) = z_1(t) + z_2(t) + w(t)$$

für $z_1(t) = w(t) = 0$ und $z_2(t) = 2 \cdot 1(t) + 1(t-1)$ angenommen.
Skizzieren Sie das Verhalten von $y(t)$.
Hinweis: Zeichnen Sie die beiden Komponenten zunächst einzeln und anschließend addieren Sie sie.

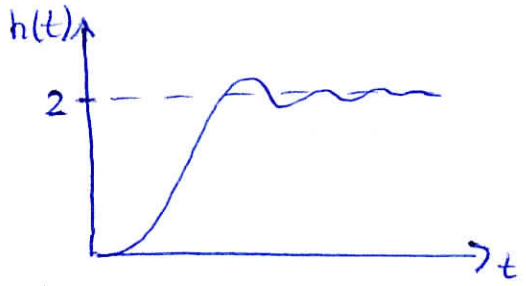
$$\ddot{y} + 0{,}2\dot{y} + y = 2 \cdot 1(t) + 1(t-1)$$

$$PT_2: \frac{1}{\omega_0^2}\ddot{y} + \frac{2D}{\omega_0}\dot{y} + y = ku$$

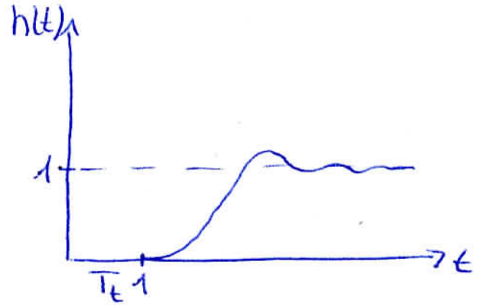
$$\frac{1}{\omega_0^2} = 1 \quad \Rightarrow \omega_0 = 1$$

$$\frac{2D}{\omega_0} = 0{,}2 \quad \Rightarrow D = 0{,}1$$

1. Komponente: Sprung $2 \cdot 1(t)$

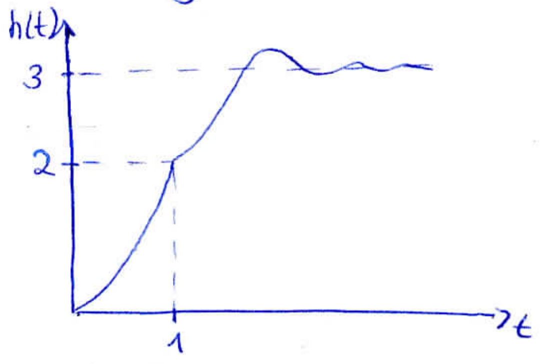


2. Komponente: Sprung mit Totzeit $1(t-1)$

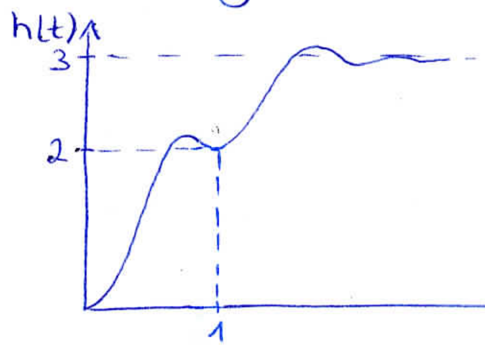


Beide Komponenten zusammen:

1. Möglichkeit



2. Möglichkeit



2c) (6 Punkte)
Das komplexe E/A-Verhalten eines neuartigen Aktors ist in Abbildung 2.2 dargestellt.

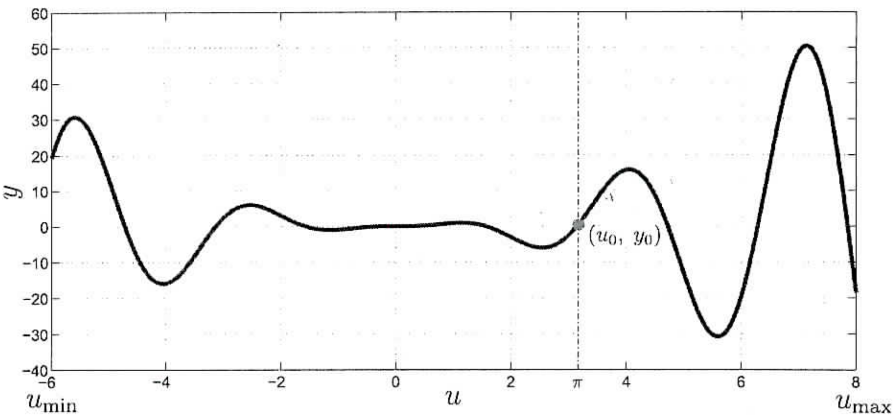


Abbildung 2.2: E/A-Verhalten eines neuartigen Aktors

Die mathematische Beschreibung des E/A-Verhaltens ist

$$y = u^2 \cdot \sin(2u),$$

wobei $u \in [u_{min}, u_{max}]$.

2c) i) (2 Punkte)
Bestimmen Sie grafisch die linearisierte Beziehung für $y = Ku$ im angegebenen Arbeitspunkt π. Bestimmen Sie hierfür K.

$y = K \cdot u$

$K \approx \frac{40}{2} = 20$

$\Rightarrow y = 20u$

2c) ii) (2 Punkte)
Handelt es sich bei der vorstehenden nichtlinearisierten E/A-Beziehung um eine dynamische E/A-Beziehung? Begründen Sie Ihre Antwort.

Nein; da es sich um einen statischen Zusammenhang handeld.

2c) iii) (2 Punkte)

Für den sicheren Betrieb des Aktors ist es notwendig, dass die linearisierte Kennlinie max. 10% von der originalen Kennlinie abweichen darf.

Geben Sie grafisch ausgehend vom Arbeitspunkt ($u_0 = 6,5$ und $y_0 = 17,75$) den Toleranzbereich des Ausgangswertes y des Aktors an.

Bestimmen Sie entsprechend grafisch den zugehörigen Toleranzbereich der Ansteuerung des Aktors $[u_{min}, u_{max}]$ anhand der linearisierten Kennlinie.

Wichtig ist, dass Sie hiermit die für die Bestimmung der Toleranzgrenzwerte notwendigen Schnittpunkte eindeutig und zweifelsfrei einzeichnen.

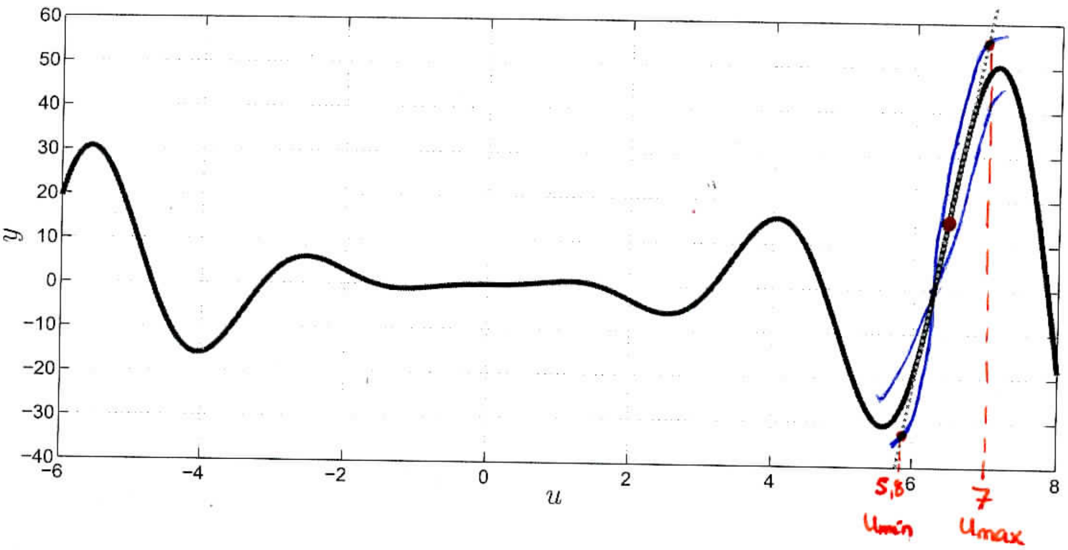


Abbildung 2.3: E/A-Verhalten eines neuartigen Aktors

Toleranzbereich des Aktors:

$[u_{min}, u_{max}] = [5{,}8, 7]$

2d) (5 Punkte)
Das Systemverhalten einer Regelstrecke soll experimentell bestimmt werden. Die Übergangsfunktion der Strecke wurde gemessen und ist in Abbildung 2.4 dargestellt.

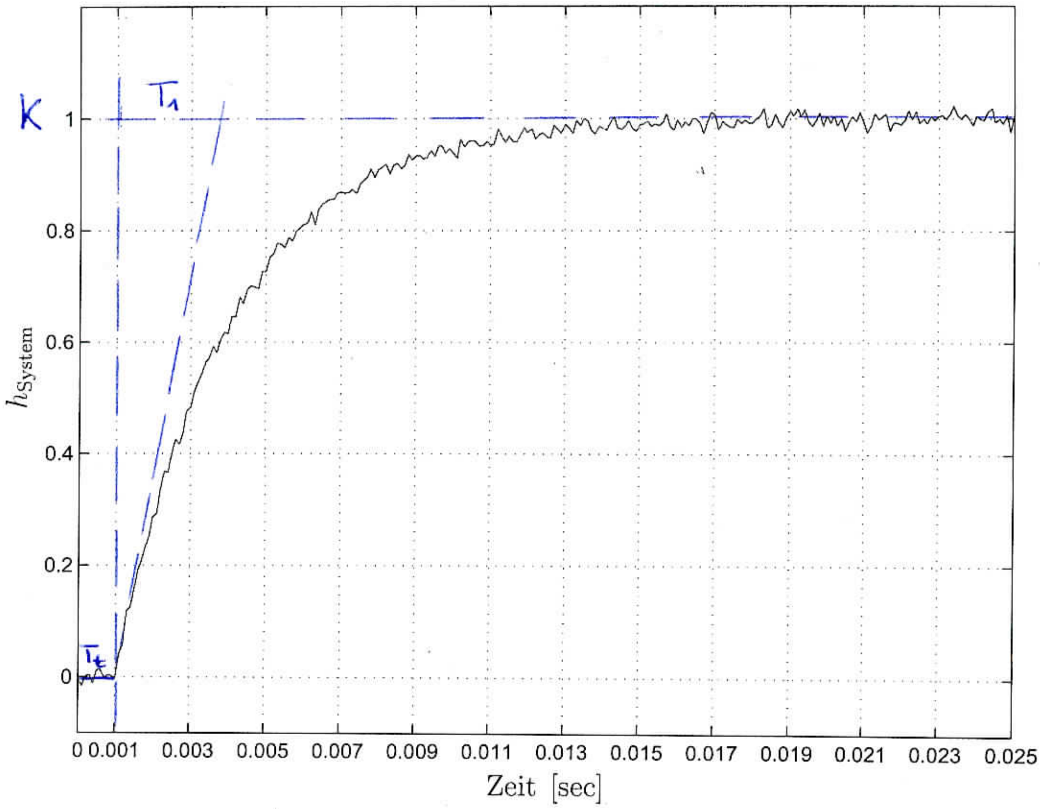


Abbildung 2.4: Experimentell bestimmte Übergangsfunktion des Systems

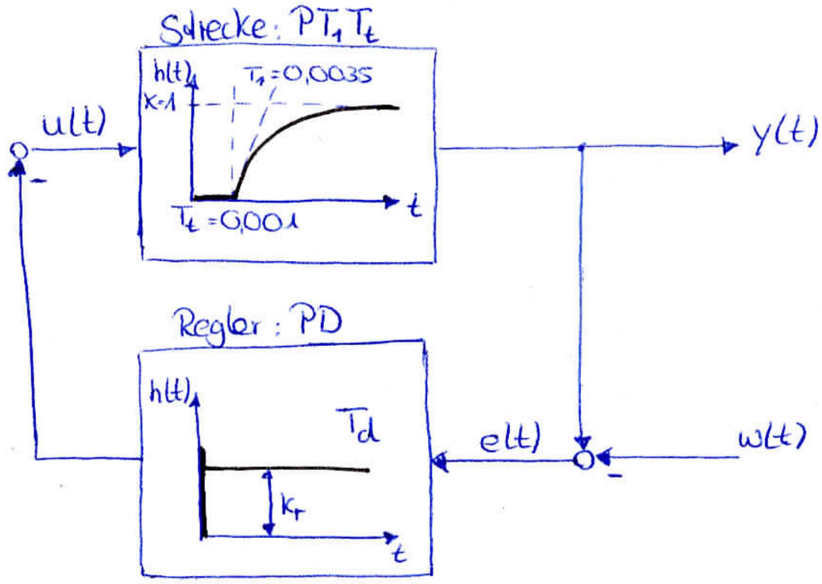
2d) i) (1 Punkt)
Klassifizieren Sie die Übergangsfunktion des Systems unter Vernachlässigung des Messrauschens und bestimmen Sie die aus der Zeichnung ablesbaren Parameter der beschreibenden Differenzialgleichung.

PT_1T_t-Element

$K = 1$
$T_1 = 0{,}0035$
$T_t = 0{,}001$

Als Regler soll ein PD-Regler (K_r, T_d) verwendet werden. Das Gesamtsystem ist in Gegenkopplung geschaltet.

2d) ii) (1 Punkt)
Zeichnen Sie das entsprechende Blockschaltbild und tragen Sie sowohl die kennzeichnende grafische Darstellung wie auch alle notwendigen Kenndaten ein.



2d) iii) (3 Punkte)
Das resultierende Störverhalten ergibt sich nach einer Systemänderung zu

$$\tilde{T}_1\dot{y} + y = \tilde{K}_1(u + \tilde{T}_D\dot{u}).$$

Bitte geben Sie qualitativ an, in welcher Weise Sie die Systemparameter $\tilde{T}_1$ und $\tilde{K}_1$ für ein bestmögliches Verhalten einstellen müssen.

Für ein bestmögliches Verhalten soll gelten:

$y \to 0$

Dafür müssen hier die Parameter $\tilde{T}_1$ und $\tilde{K}_1$ kleinstmöglich gewählt werden.

Σ