

FACHHOCHSCHULE MANNHEIM
Hochschule für Technik und Gestaltung
Fachbereich Nachrichtentechnik
Prof. Dr.-Ing. S. Faulhaber

KLAUSURAUFGABEN

AUTOMATISIERUNGSTECHNIK 1 (AT1)

Name

Vorname

Matr.-Nr.

Hinweisblatt zur Klausur "Automatisierungstechnik 1"

1. Schreiben Sie Ihren Namen und Ihre Matr.-Nr. auf das Deckblatt der Aufgabensammlung.
2. Prüfen Sie, ob in der Aufgabensammlung alle Aufgaben vorhanden sind.
3. Verwenden Sie zum Schreiben **keinen Rotstift** und **keinen Bleistift**.
4. Lösen Sie die Aufgaben ausschließlich auf Zusatzblättern.

!! Verwenden Sie für eine neue Aufgabe ein neues Zusatzblatt !!

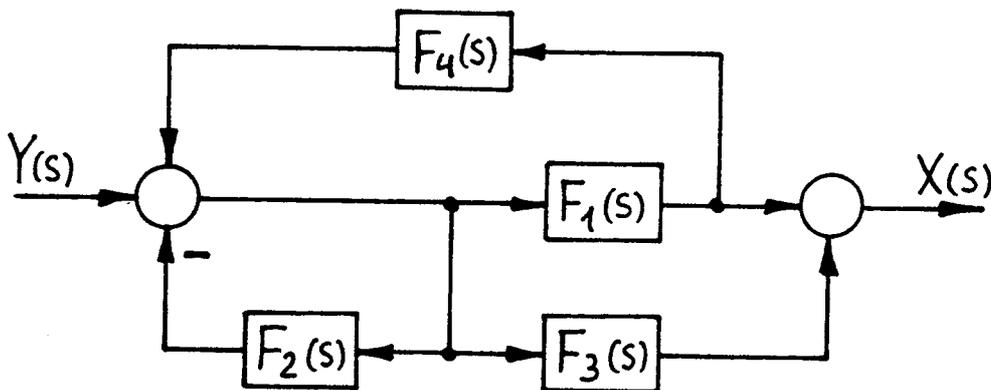
Versehen Sie alle **Zusatzblätter**, die nachgesehen werden sollen, mit Ihrem Namen. Geben Sie Aufgabennummer und ggf. Aufgabenteil an.

5. Durchgestrichene Lösungsteile werden **nicht** berücksichtigt.
6. Kennzeichnen Sie bei mehreren Lösungen deutlich, welche gewertet werden soll. Andernfalls wird die Lösung mit der geringsten Punktzahl gewertet.
7. Ergebnisse können nur gewertet werden, wenn der Lösungsweg erkennbar ist.
8. Hinweise zur Bearbeitung der Aufgaben:
 - **Ergebnisse** und **Kennwerte** sind mit Zahlenwerten einschließlich Einheiten anzugeben, wenn in der Aufgabenstellung Zahlenwerte und Einheiten vorgegeben sind.
 - **Graphische Darstellung von Kurvenverläufen:**
Tragen Sie relevante charakteristische Kennwerte wie Anfangswerte, Endwerte, Maximalwerte, Tangenten, Asymptoten u.ä. ein.
Beschriften Sie die Achsen von Koordinatensystemen; geben Sie die entsprechenden Einheiten an.
 - **Übertragungsfunktionen:**
Beseitigen Sie **Brüche** im Zähler- und Nennerpolynom.
9. Täuschung sowie Täuschungsversuche führen zum sofortigen Ausschluß von der weiteren Teilnahme an der Klausur und zu deren Bewertung mit "nicht ausreichend" (Note 5,0).
10. Am Ende der Klausur sind die Prüfungsaufgaben und **alle** Blätter mit Lösungen, die gewertet werden sollen, vollzählig in den ausgeteilten Mappen abzugeben. Nachgereichte Blätter können **nicht** gewertet werden.
11. Die Bearbeitungszeit beträgt **120 Minuten**.
Hilfsmittel sind zugelassen.

Viel Erfolg !

Aufgabe 1 (a,b)

Eine Regelstrecke besteht aus Teilsystemen mit den Übertragungsfunktionen $F_i(s)$, $i = 1$ bis 4 , siehe Abbildung.



- a) Geben Sie die Übertragungsfunktion $F(s) = X(s)/Y(s)$ der Regelstrecke an.

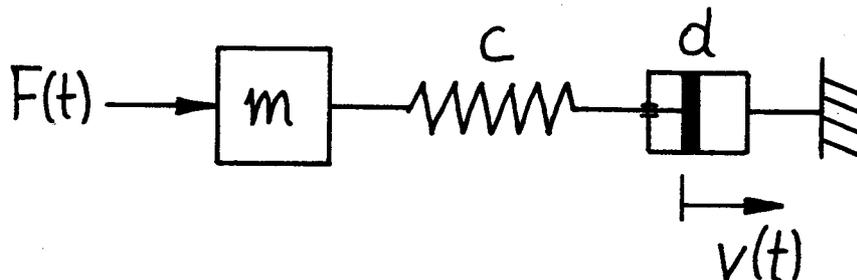
Für die weitere Rechnung sei

$$F_1(s) = F_2(s) = 1/s ; \quad F_3(s) = 2 ; \quad F_4(s) = 0,8.$$

- b) Ermitteln Sie die Übertragungsfunktion $F(s)$ in Zeitkonstantenform.

Aufgabe 2 (a,b,c)

Auf ein mechanisches System wirkt als Eingangsgröße die Kraft $F(t)$. Die Ausgangsgröße sei die Kolbengeschwindigkeit $v(t)$, siehe Abbildung.



- Stellen Sie die Differentialgleichung $v = f(F,t)$ auf.
- Ermitteln Sie die Übertragungsfunktion $G(s) = V(s)/F(s)$.
Hinweis: Zur Vermeidung von Verwechslungen mit der Kraft $F(t) \rightarrow F(s)$ soll die Übertragungsfunktion hier mit $G(s)$ bezeichnet werden.
- Geben Sie für das System einen Wirkungsplan an, der sämtliche Größen und Kennwerte der o.a. Skizze enthält. Formen Sie die Dgl. vorab so um, daß der Koeffizient bei der Kraft F gleich Eins wird.

In obiger Skizze bedeuten:

m = Masse

c = Federsteifigkeit

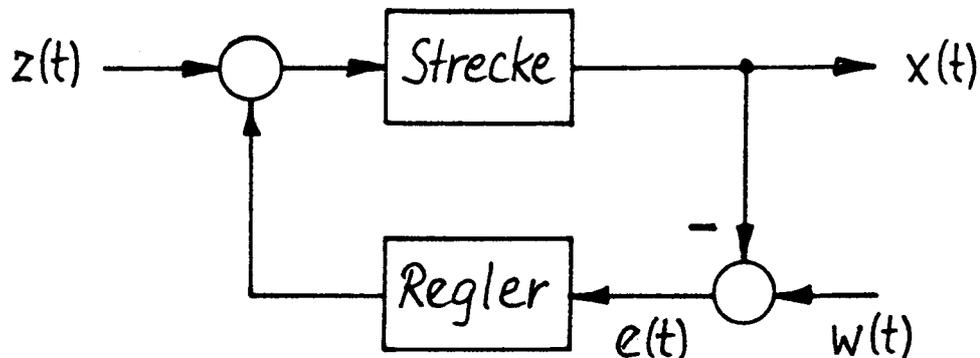
d = Dämpfungsbeiwert

Aufgabe 3 (a,b)

Ein Regelkreis besteht aus einer Regelstrecke mit der Übertragungsfunktion $F_S(s)$ und einem Proportionalregler (P-Regler) mit dem Reglerbeiwert $K_R = 2,5$.

Als Stör-Übergangsfunktion wird $h_z(t) = 0,4 \cdot [1 - \exp(-t/1,6)]$ ermittelt.

Alle Zeiten sind normiert und damit dimensionslos.



a) Wie lautet die Übertragungsfunktion $F_S(s)$ der Regelstrecke?

b) Auf den Regelkreis wird die sprungförmige Führungsgröße $w(t) = \hat{w} \cdot 1(t)$ geschaltet.

Ermitteln Sie den stationären Regelfehler $|e(t \rightarrow \infty)|$.

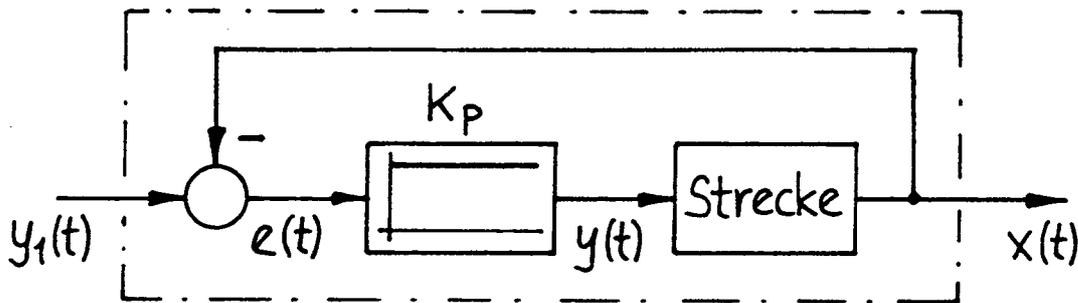
Aufgabe 4 (a,b,c)

Eine Regelstrecke hat die Übertragungsfunktion

$$F_S(s) = X(s)/Y(s) = \frac{8s + 1}{2 \cdot s^3 + s^2 + 4 \cdot s + 5}$$

a) Ist die Strecke stabil? Begründen Sie Ihre Antwort.

Die Strecke wird jetzt über ein P-Glied mit dem Proportionalbeiwert K_P rückgekoppelt, siehe Abbildung.

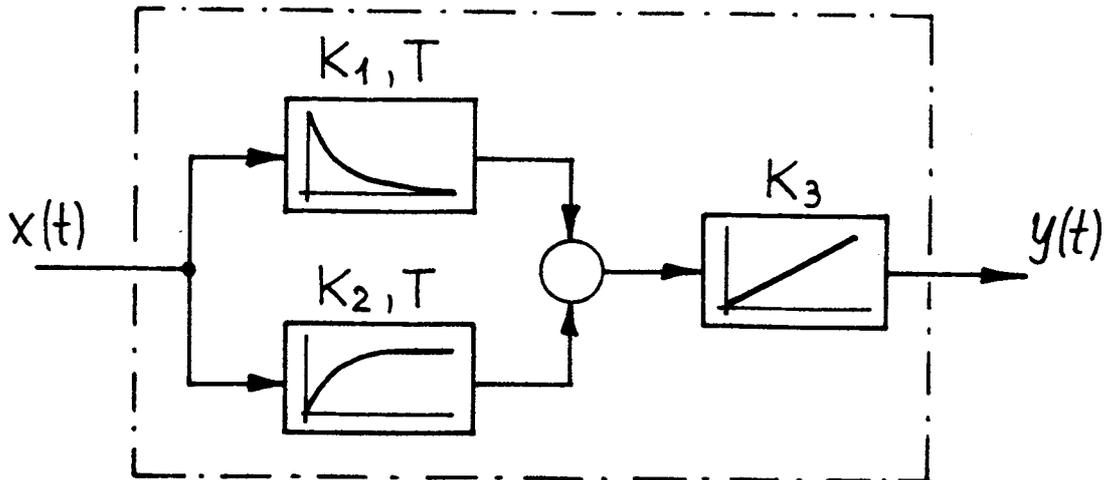


b) Bestimmen Sie die Werte für den Proportionalbeiwert K_P , für die das System gemäß Abbildung stabil ist.

c) Wie groß ist für $K_P = 7$ der stationäre Wert $|e(t \rightarrow \infty)|$, wenn die Eingangsgröße $y_1(t) = \hat{y} \cdot 1(t)$ aufgeschaltet wird?

Aufgabe 5 (a,b,c)

Ein PIT_1 - Regler ist gemäß dem dargestellten Wirkungsplan aufgebaut.



- a) Bestimmen Sie die Reglerparameter K_R , T_N und T_A in Abhängigkeit von den im Wirkungsplan angegebenen Parametern.

Im folgenden sei $K_R = 10$; $T_N = 5$; $T_A = 1$.
Alle Zeiten sind normiert und damit dimensionslos.

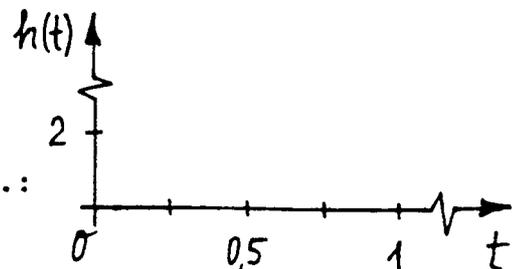
- b) Berechnen Sie die Übergangsfunktion $h(t)$ des Reglers.

Lösungshinweis zu b):

1. Zerlegen Sie zwecks Rücktransformation den Bruch in zwei Teilbrüche.

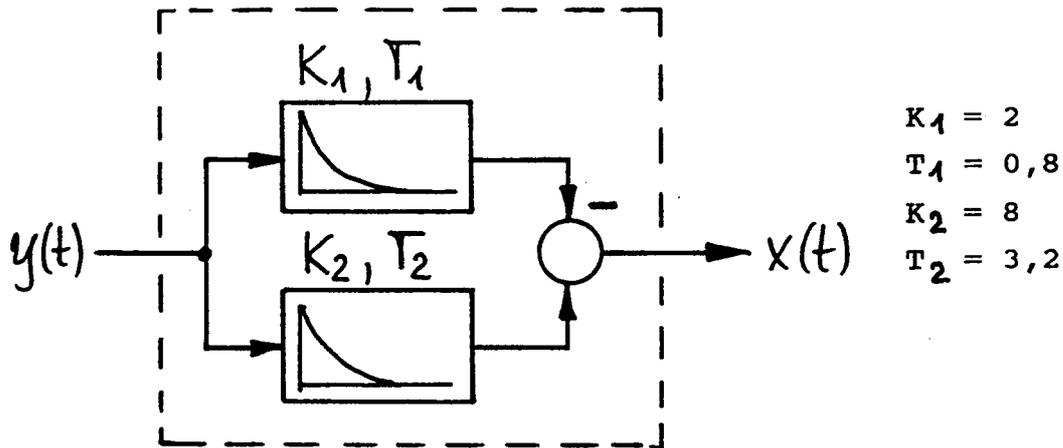
2. Zerlegen Sie weiter :
$$\frac{1}{s^2 \cdot (1 + s)} = \frac{1}{s^2} - \frac{1}{s} + \frac{1}{1 + s}$$

- c) Stellen Sie $h(t)$ graphisch dar.
Setzen Sie die Koordinateneinheiten in ein geeignetes Längenverhältnis, z.B.:



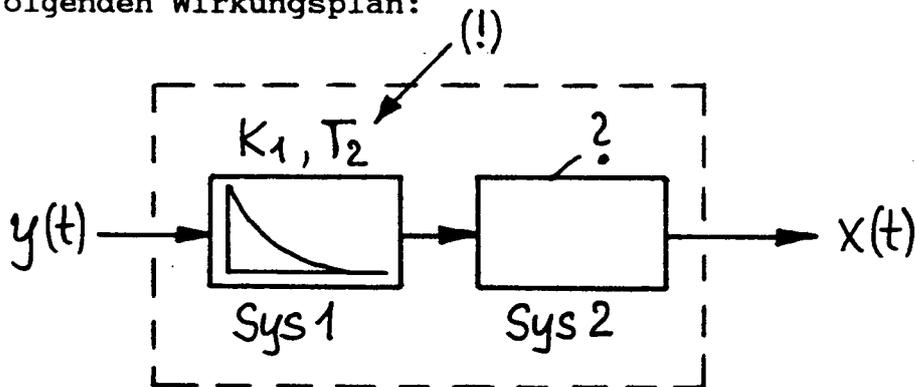
Aufgabe 1 (a,b,c,d)

Ein dynamisches System besteht aus der Parallelschaltung zweier Übertragungsglieder mit den angegebenen Kennwerten, siehe Abbildung.



Alle Zeiten sind normiert und damit dimensionslos.

Ein dynamisch äquivalentes System in Reihen-Struktur hat folgenden Wirkungsplan:



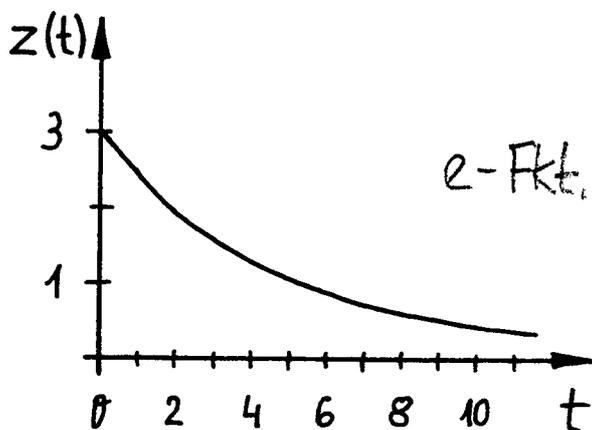
- Geben Sie die Übertragungsfunktion $F(s) = X(s)/Y(s)$ des ursprünglichen Systems mit Zahlenwerten an.
in Zeitbausteinform
- Ermitteln Sie die Übertragungsfunktion $F_2(s)$ des Teilsystems Sys 2, siehe untere Abbildung.
- Um welches Übertragungsglied handelt es sich?
Geben Sie dessen Kennwerte an.
- Tragen Sie dessen Symbol in den leeren Block des o.a. Wirkungsplans ein.

Aufgabe 3 (a,b)

Auf ein System mit der Übertragungsfunktion

$$F(s) = \frac{K}{s(1 + sT_1)}$$

mit $K = 0,3$ und $T_1 = 3$ wird die abgebildete Eingangsgröße $z(t)$ geschaltet.



Alle Zeiten sind normiert und damit dimensionslos.

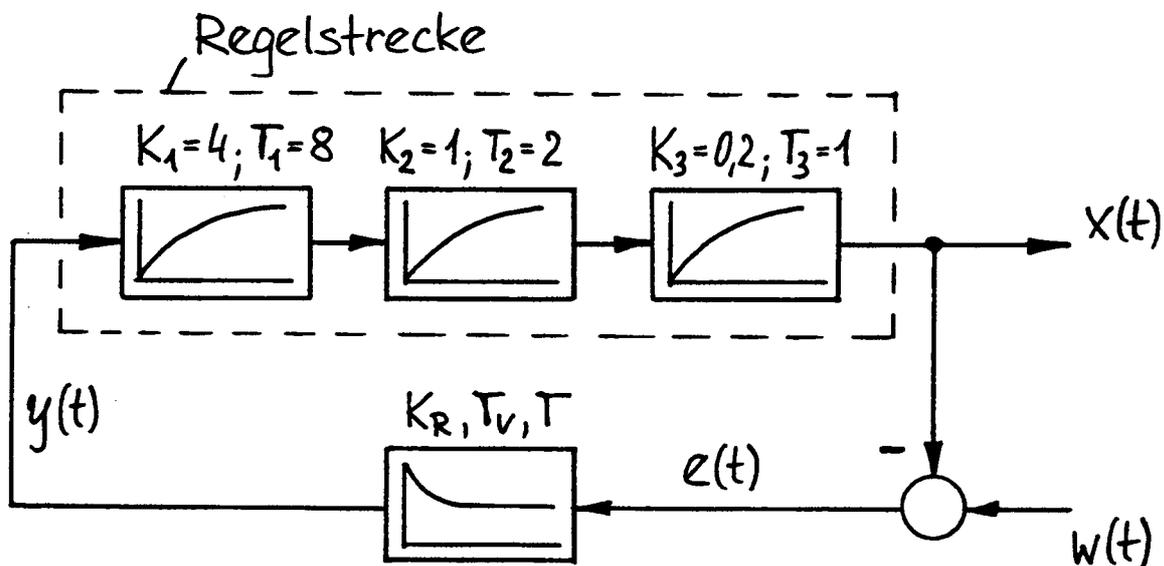
- Bestimmen Sie die Laplace-Transformierte $Z(s)$ der Eingangsgröße $z(t)$.
- Ermitteln Sie die Ausgangsgröße $x(t)$ in der Form, daß im Ergebnis keine Klammern auftreten.

Aufgabe 4 (a,b,c,d,e)

Eine Regelstrecke wird mit einem PD-Regler mit der Übertragungsfunktion

$$F_R(s) = K_R \frac{1 + sT_V}{1 + sT} \quad \text{mit } T = 0,2$$

in einem Folgeregelkreis betrieben, siehe Abbildung.



a) Wie stellen Sie die Reglerzeitkonstante T_V ein?

Verwenden Sie für die folgende Rechnung den in a) festgelegten Wert für T_V .

b) Berechnen Sie die Führungsübertragungsfunktion

$$F(s) = X(s)/W(s) \text{ des Regelkreises.}$$

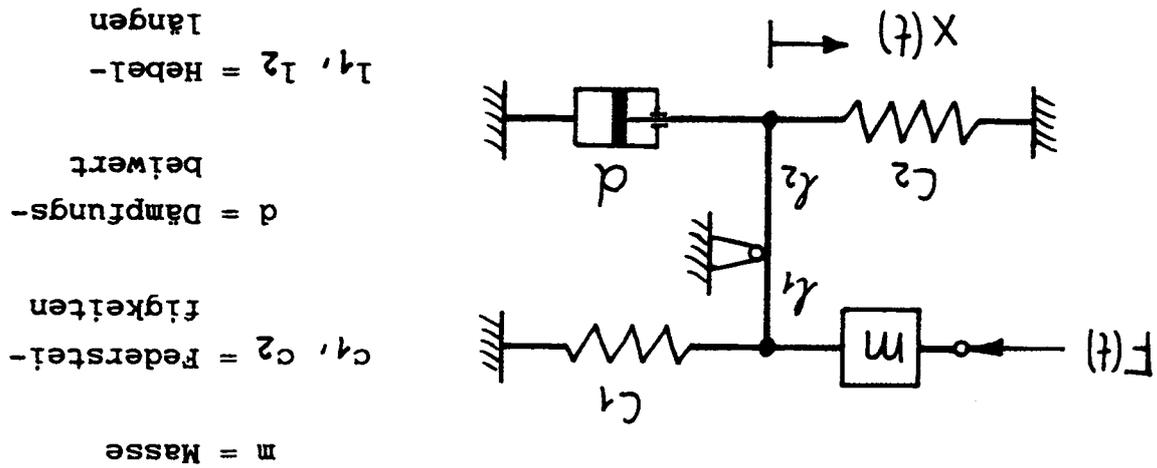
c) Der Regelkreis wird mit dem Einheitssprung beaufschlagt. Ermitteln Sie den bleibenden Regelfehler $e(t \rightarrow \infty)$, wenn der Reglerbeiwert $K_R = 2,4$ eingestellt wird.

d) Wie muß K_R eingestellt werden, daß für den stationären Wert der Regelgröße $x(t \rightarrow \infty) = 0,9$ gilt?

e) Geben Sie den kritischen Reglerbeiwert K_{Rkrit} an, für den der Regelkreis an der Stabilitätsgrenze liegt.

Aufgabe 2 (a,b)

Ein mechanisches System mit der Kraft $F(t)$ als Eingangsgröße und dem Weg $x(t)$ als Ausgangsgröße hat den dargestellten Aufbau.



a) Ermitteln Sie die Differentialgleichung $x = f(F, t)$.

Für die folgende Rechnung sei $c_1 = c_2 = c = 18 \text{ N/cm}$; $l_1 = l_2$; $d = 3 \text{ Ns/cm}$; $m = 0,12 \text{ Ns}^2/\text{cm}$.

b) Bestimmen Sie die Dämpfung D und die Eigenkreisfrequenz ω_0 des Systems.