Institut für Regelungstechnik, Technische Universität Graz

Schriftliche Prüfung aus Meß - und Regelungstechnik 1 am 21.11.2000

Name:

Vorname(n):

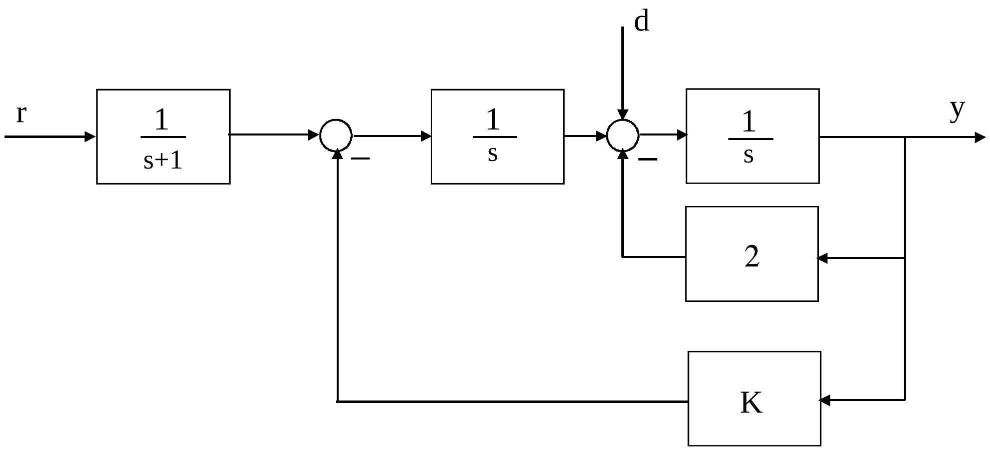
Kenn - u. Matr.Nr.:

Aufgabe	1	2	3	4		Σ
erreichbare Pkte.	10	6	4	4		24
erreichte Punkte						

Korrespondenz zur Laplace - Transformation:

$$\mathcal{L}^{-1}\left\{\frac{1}{(s-a)^n}\right\} = \frac{t^{n-1}}{(n-1)!}e^{at}$$

1. Vorgegeben sei folgender Regelkreis mit der Führungsgröße r, der Störgröße d und der Ausgangsgröße y.



Ermitteln Sie dazu

- die Führungsübertragungsfunktion, d.h.

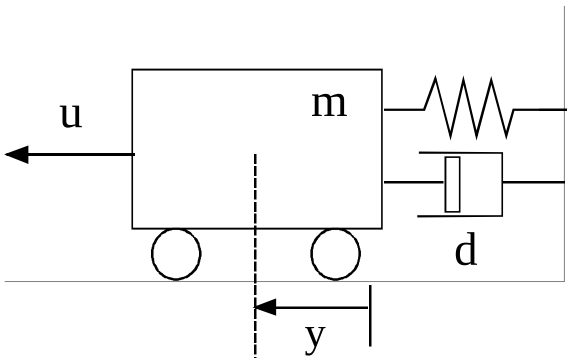
$$T(s) = \frac{\bar{y}(s)}{\bar{r}(s)} \quad \text{für } d(t) = 0$$

- die Störübertragungsfunktion, d.h.

$$S(s) = \frac{\bar{y}(s)}{\bar{d}(s)} \quad \text{für } r(t) = 0.$$

- Bestimmen Sie die Pol - und Nullstellen von $T(s)$ und $S(s)$.
- Für welche Werte des reellen Parameters K besitzen alle Polstellen einen negativen Realteil?
- Setzen Sie $K = 1$ und berechnen Sie die Antwort $y(t)$ für den Fall $d(t) = \sigma(t)$ und $r(t) = 0$ ($\sigma(t)\ldots$Einheitssprungfunktion)
- Setzen Sie wiederum $K = 1$ und berechnen Sie die **eingeschwungene** Antwort $y(t)$ für den Fall $r(t) = 2\sin t$ und $d(t) = 0$.

2. Betrachten Sie das folgende mechanische System mit der Masse m, die sich reibungsfrei horizontal bewegen kann.



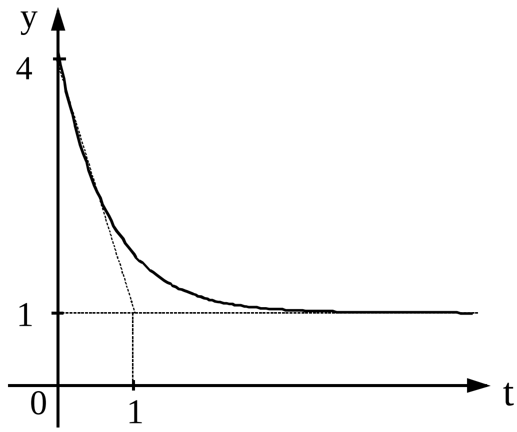
Mit y wird die Abszissenkoordinate des Massenschwerpunkts bezeichnet, wobei diese vom Ruhezustand des Systems (bei entspannter Feder und $u = 0$) gemessen wird. Von der Feder wird angenommen, daß ein *nichtlinearer* Zusammenhang zwischen der Federkraft F und der Längenänderung y in der Form

$$F = -\ln(1 - y)$$

besteht. Die Kraft des Dämpfers sei proportional der Geschwindigkeit (Dämpfungskonstante d). Als Eingangsgröße wirkt eine Kraft $u(t)$ auf die Masse m.

- Ermitteln Sie das zugehörige mathematische Modell in der Form eines Systems von Differentialgleichungen erster Ordnung. (Hinweis: Wählen Sie dazu folgende Zustandsgrößen: $x_1 = y$, $x_2 = \dot{y}$)
- Bestimmen Sie den Gleichgewichtszustand (Ruhelage) des Systems für $u(t) = u_R = \text{const.}$ ($u_R > 0$).
- Geben Sie ein *lineares* mathematisches Modell für kleine Abweichungen vom Gleichgewichtszustand an.

3. Von einem linearen zeitinvarianten Übertragungssystem erster Ordnung mit der Eingangsgröße u und der Ausgangsgröße y sei die Sprungantwort (d.h. $y(t)$ für $u(t) = \sigma(t)$ ausgehend vom Ruhezustand) gemessen worden.



   - Berechnen Sie die zugehörige Übertragungsfunktion

$$\frac{\overline{y}(s)}{\overline{u}(s)} = G(s).$$

   - Ermitteln Sie dazu auch ein mathematisches Modell in der Form

$$\begin{aligned} \dot{x} &= ax + bu \\ y &= cx + du \end{aligned}$$

     (Zustandsraummodell).

4. Die folgenden Gleichungen seien das mathematische Modell eines Übertragungssystems mit der Eingangsgröße u und der Ausgangsgröße y

$$\begin{aligned} \dot{x} &= -5x + u \\ \ddot{y} + 4\dot{y} + 3y &= 2x - u \end{aligned}$$

   - Zeichnen Sie das zugehörige Strukturbild unter Verwendung der genormten Symbole für Integrierer, Summierer und Multiplikation mit einer Konstanten.
   - Berechnen Sie den Grenzwert

$$\lim_{t \to \infty} y(t)$$

     für $u(t) = \sigma(t)$ und $x(0) = y(0) = \dot{y}(0) = 0$ (sofern er existiert).

Institut für Regelungstechnik, Technische Universität Graz

Schriftliche Prüfung aus Meß - und Regelungstechnik 1 am 12.12.2000

Name:

Vorname(n):

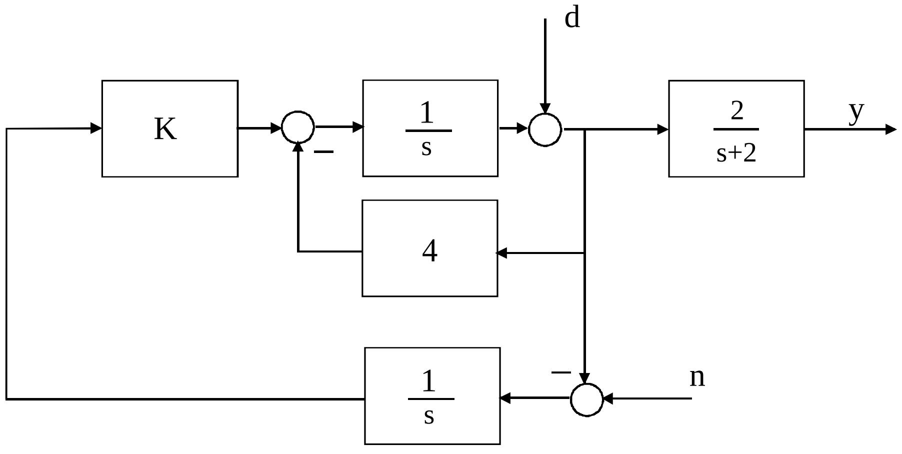
Kenn - u. Matr.Nr.:

Aufgabe	1	2	3	4		Σ
erreichbare Pkte.	8	7	4	5		24
erreichte Punkte						

Korrespondenz zur Laplace - Transformation:

$$\mathcal{L}^{-1}\left\{\frac{1}{(s-a)^n}\right\} = \frac{t^{n-1}}{(n-1)!}e^{at}$$

1. Vorgegeben sei folgender Regelkreis mit den Eingangsgrößen d und n und der Ausgangsgröße y.



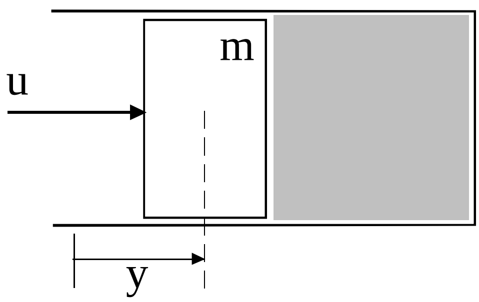
Ermitteln Sie dazu

- die Übertragungsfunktion $T(s)$ von der Eingangsgröße d zur Ausgangsgröße y, d.h.

$$T(s) = \frac{\bar{y}(s)}{\bar{d}(s)} \quad \text{für } n(t) = 0$$

- die Übertragungsfunktion $S(s)$ von der Eingangsgröße n zur Ausgangsgröße y, d.h.
$$S(s) = \frac{\bar{y}(s)}{\bar{n}(s)} \text{ für } d(t) = 0.$$
- Setzen Sie $K = 3$ und berechnen Sie die Antwort $y(t)$ für den Fall $d(t) = t\sigma(t)$ und $n(t) = 0$.
- Für welche Werte des reellen Parameters K existiert der Grenzwert
$$\lim_{t\to\infty} y(t) \text{ für } d(t) = n(t) = \sigma(t)$$
und wie groß ist dieser?

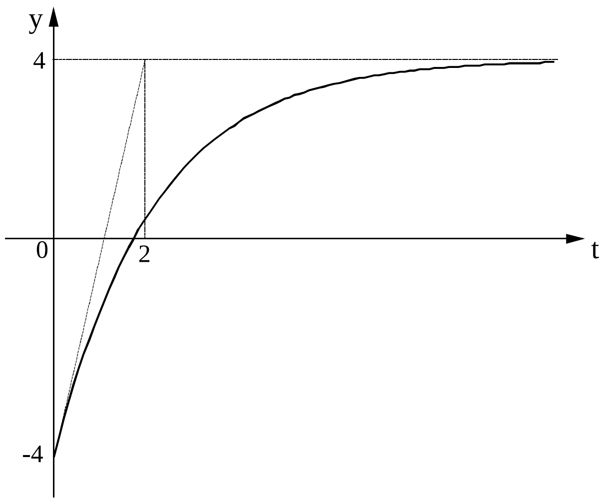
2. Betrachten Sie das folgende mechanische System, bei dem ein Kolben mit der Masse m durch die einwirkende Kraft u in einem Zylinder bewegt wird.



Der Zylinder ist mit einem elastischen Medium gefüllt, das beim Komprimieren eine Rückstellkraft
$$F = c(e^y - 1)$$
erzeugt. Dabei ist c eine positive Konstante und mit y wird die Abszissenkoordinate des Kolbenschwerpunkts bezeichnet, wobei diese vom Ruhezustand des Systems (bei entspanntem Medium und $u = 0$) gemessen wird. Außerdem wirkt eine geschwindigkeitsproportionale Reibkraft auf den Kolben (Reibungskonstante $d > 0$).

- Ermitteln Sie das zugehörige mathematische Modell in der Form eines Systems von Differentialgleichungen **erster** Ordnung.
- Bestimmen Sie den Gleichgewichtszustand (Ruhelage) des Systems für $u(t) = u_R = \text{const.}$ ($u_R > 0$).
- Geben Sie ein *lineares* mathematisches Modell für kleine Abweichungen vom Gleichgewichtszustand an.
- Berechnen Sie die Übertragungsfunktion des linearisierten Modells und geben Sie eine Bedingung für u_R an, sodaß die Übertragungsfunktion nur **reelle** Pole besitzt.

3. Von einem linearen zeitinvarianten Übertragungssystem erster Ordnung mit der Eingangsgröße u und der Ausgangsgröße y sei die Sprungantwort (d.h. $y(t)$ für $u(t) = \sigma(t)$ ausgehend vom Ruhezustand) gemessen worden.



- Bestimmen Sie die zugehörige Übertragungsfunktion

$$\frac{\overline{y}(s)}{\overline{u}(s)} = G(s).$$

- Berechnen Sie Betrag und Winkel des Frequenzgangs $G(j\omega)$.

4. Vorgegeben sei ein lineares zeitinvariantes Übertragungssystem vom Typ eines verzögernden Differenzieres (DT_1-Glied).

- Wie lautet die zugehörige Übertragungsfunktion $G(s)$?
- Berechnen Sie die Sprungantwort dieses Systems.
- Zeichnen Sie die Frequenzgangsortskurve $G(j\omega)$.
- Geben Sie die Realisierung dieses Systems in der Form einer Operationsverstärkerschaltung an.

Institut für Regelungstechnik, Technische Universität Graz

Schriftliche Prüfung aus Meß - und Regelungstechnik 1 am 26.3.2001

Name:

Vorname(n):

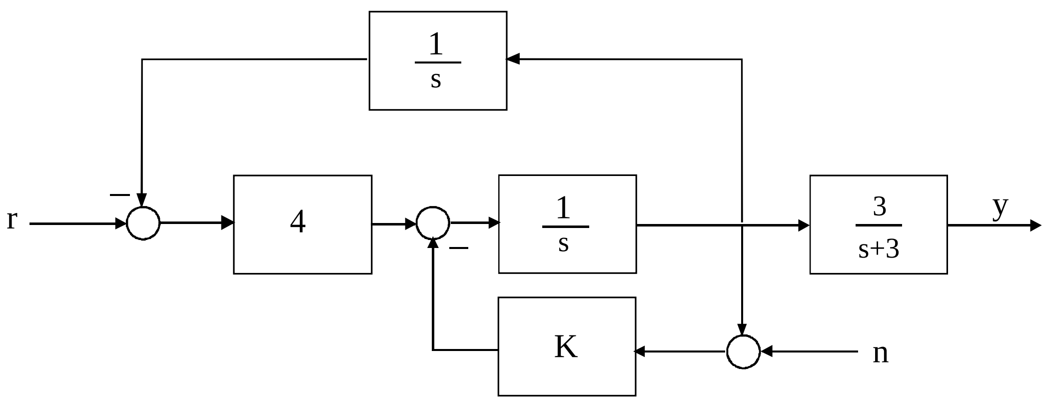
Kenn - u. Matr.Nr.:

Aufgabe	1	2	3	4		Σ
erreichbare Pkte.	8	6	4	6		24
erreichte Punkte						

Korrespondenz zur Laplace - Transformation:

$$\mathcal{L}^{-1}\left\{\frac{1}{(s-a)^n}\right\} = \frac{t^{n-1}}{(n-1)!}e^{at}$$

1. Vorgegeben sei folgendes Übertragungssystem mit den Eingangsgrößen $r(t)$ und $n(t)$ und der Ausgangsgröße $y(t)$. K ist eine reelle Konstante.



Ermitteln Sie dazu:

- die Übertragungsfunktion des Systems von der Eingangsgröße r zur Ausgangsgröße y, d.h. $G(s) = \bar{y}(s)/\bar{r}(s)$ für $n(t) = 0$,
- die Übertragungsfunktion des Systems von der Eingangsgröße n zur Ausgangsgröße y, d.h. $H(s) = \bar{y}(s)/\bar{n}(s)$ für $r(t) = 0$,

- Setzen Sie $K = 5$ und berechnen Sie die Antwort $y(t)$ für den Fall $r(t) = \sigma(t)$ und $n(t) = 0$.
- Für welche Werte des reellen Parameters K existiert der Grenzwert

$$\lim_{t \to \infty} y(t) \text{ für } r(t) = n(t) = \sigma(t)$$

  und wie groß ist dieser?

2. Folgende Differentialgleichungen seien als mathematisches Modell für ein Übertragungssystem mit der Eingangsgröße $u(t)$ und der Ausgangsgröße $y(t)$ hergeleitet worden:

$$\begin{aligned} \dot{x} &= y^2 - 2y - x \\ \dot{y} &= -x + u \end{aligned}$$

   - Ermitteln Sie dazu die Gleichgewichtszustände (Ruhelagen) des Systems für $u(t) = u_R = \text{const}$.
   - Linearisieren Sie das mathematische Modell für kleine Abweichungen der Größen y, x und u von den jeweiligen Gleichgewichtswerten.
   - Berechnen Sie die Übertragungsfunktion $G(s) = \Delta\bar{y}(s)/\Delta\bar{u}(s)$ des linearisierten Modells.

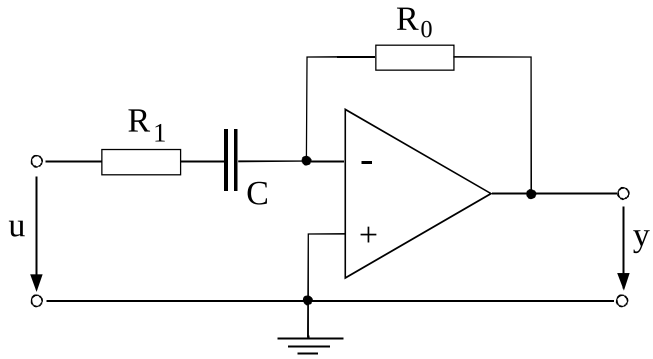
3. Vorgegeben sei ein Übertragungssystem vom Typ eines **Verzögerungsgliedes erster Ordnung**.

   - Wie lautet die zugehörige Übertragungsfunktion?
   - Berechnen und zeichnen Sie die zugehörige Sprungantwort. Wie kann man die Kenngrößen des Verzögerungsgliedes erster Ordnung aus der Sprungantwort ablesen?
   - Zeichnen Sie die zugehörige Frequenzgangsortskurve.

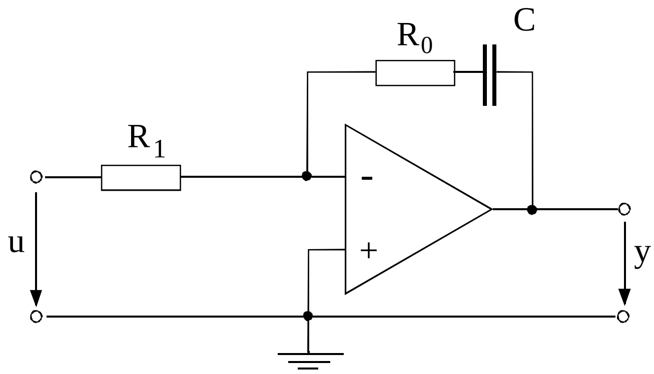
4. Eine elektrische Spannung u habe den zeitlichen Verlauf

$$u(t) = 3\sigma(t) + 4\sin 2t$$

und sie sei Eingangsgröße einer Operationsverstärkerschaltung. Zur Auswahl stehen die beiden Möglichkeiten:



Variante A



Variante B

- Welche der beiden Varianten ist geeignet, im **eingeschwungenen** Zustand den Gleichanteil der Eingangsspannung (d.h. $3\sigma(t)$) am Ausgang völlig zu unterdrücken? Begründen Sie Ihre Antwort!
- Berechnen Sie für die geeignete Variante den zeitlichen Verlauf der Ausgangsspannung $y(t)$ im **eingeschwungenen** Zustand.