Institut für Regelungstechnik, Technische Universität Graz

Schriftliche Prüfung aus Meß - und Regelungstechnik 1 am 26.11.2001

Name:

Vorname(n):

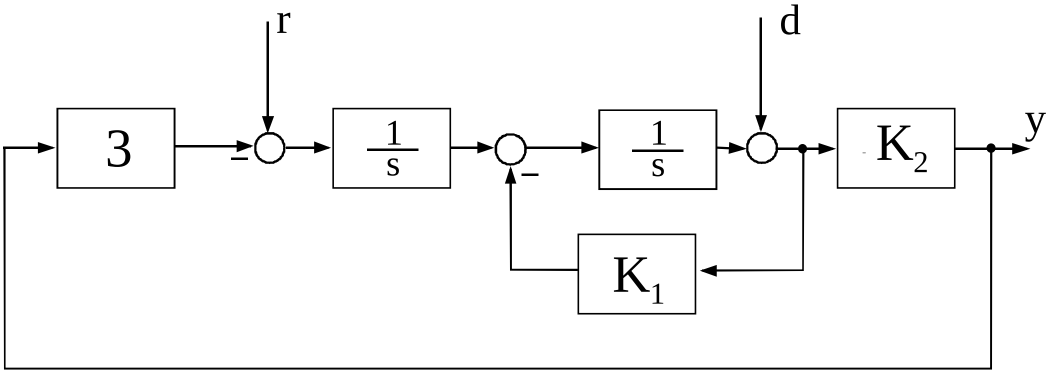
Kenn - u. Matr.Nr.:

Aufgabe	1	2	3	4		Σ
erreichbare Pkte.	8	6	5	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 r und d und der Ausgangsgröße y. K_1 und K_2 sind reelle Konstanten.



- Berechnen Sie für obigen Regelkreis die beiden Übertragungsfunktionen

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

und

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

- Für welche Werte der reellen Parameter K_1 und K_2 besitzen $T(s)$ und $S(s)$ nur Polstellen mit negativem Realteil?
- Bestimmen Sie die beiden Parameter K_1 und K_2 so, daß folgende Forderung erfüllt wird:

  $T(s)$ und $S(s)$ besitzen eine *zweifache* reelle Polstelle bei $s = -\sqrt{12}$.

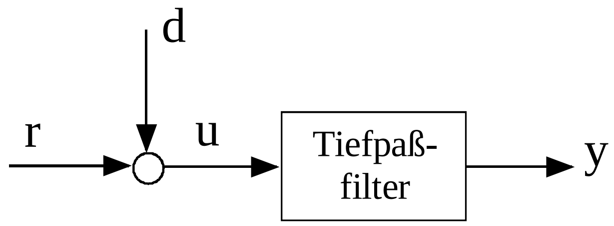
  Wie groß ist in diesem Fall $\lim_{t\to\infty} y(t)$ für $r(t) = \sigma(t)$ und $d(t) = 0$?
- Fassen Sie die Ausgangsgrößen der beiden Integrierer als Zustandsgrößen auf und ermitteln Sie das zugehörige Zustandsraummodell

$$\begin{aligned}\dot{\mathbf{x}} &= \mathbf{Ax} + \mathbf{Bu}\\ y &= \mathbf{Cx} + \mathbf{Du}\end{aligned}$$

  wobei für den Vektor $\mathbf{u}$ gilt:

$$\mathbf{u} = \begin{bmatrix} r \\ d \end{bmatrix}.$$

2. Betrachten Sie folgende Anordnung, bei der mit Hilfe eines Tiefpaßfilters eine hochfrequente Störung $d(t)$, die einem Signal $r(t)$ überlagert ist, unterdrückt werden soll.



Für das Tiefpaßfilter wird ein Verzögerungsglied 1. Ordnung gewählt.

- Wie lautet in diesem Fall die Übertragungsfunktion

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

- Die Parameter des Verzögerungsgliedes 1. Ordnung sollen nun so bestimmt werden, daß folgende Forderungen erfüllt werden:

(1) $\lim_{t\to\infty} y(t) = 1$ für $r(t) = \sigma(t)$ und $d(t) = 0$

(2) Für $r(t) = 0$ und $d(t) = \sin 10t$ soll die Amplitude der Ausgangsgröße y im eingeschwungenen Zustand den Wert $\frac{1}{10}$ besitzen.

- Betrachten Sie nun mit den eben bestimmten Parameterwerten den Fall $r(t) = \sin \omega t$ und $d(t) = 0$. Bis zu welcher Kreisfrequenz ω ist die Amplitude der Ausgangsgröße y im eingeschwungenen Zustand größer gleich $\frac{1}{\sqrt{2}}$? Wie groß ist bei dieser Kreisfrequenz die Phasenverschiebung zwischen der Eingangs- und der Ausgangsfunktion?

3. Von einem linearen zeitinvarianten Übertragungssystem mit der Eingangsgröße u und der Ausgangsgröße y sei das mathematische Modell bekannt:

$$\begin{aligned} \ddot{y} + 4\dot{y} + 3y &= 4u + 2\dot{u} \\ y(0), \dot{y}(0) \text{ und } u(t) \text{ für } t &\geq 0 \text{ sind gegeben} \end{aligned}$$

- Berechnen Sie dazu die Laplace-Transformierte $\bar{y}(s)$.
- Ermitteln Sie die Antwort $y(t)$ für den Fall

$$y(0) = -1,\ \dot{y}(0) = 2,\ u(t) = 0 \text{ für } t \geq 0.$$

- Geben Sie für dieses mathematische Modell eine von Null verschiedene Eingangsfunktion $u(t)$ und geeignete Anfangswerte $y(0)$ und $\dot{y}(0)$ an, sodaß für die zugehörige Antwort gilt:

$$y(t) = 0 \text{ für alle } t \geq 0$$

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

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2 \\ \dot{x}_2 &= -\sin x_1 - x_2|x_2| + u \\ y &= x_1 \end{aligned}$$

- Berechnen Sie die Ruhelagen (Gleichgewichtszustände) dieses Modells für den Fall $u_R = 0$.
- Linearisieren Sie das nichtlineare Modell für den Fall kleiner Abweichungen der Größen von ihren Werten in den Ruhelagen.
- Berechnen Sie die Übertragungsfunktion

$$G(s) = \frac{\Delta\bar{y}(s)}{\Delta\bar{u}(s)}$$

des linearisierten Modells und untersuchen Sie die Lage der Polstellen von $G(s)$ für alle Ruhelagen.

Institut für Regelungstechnik, Technische Universität Graz

Schriftliche Prüfung aus Meß - und Regelungstechnik 1 am 7.1.2002

Name:

Vorname(n):

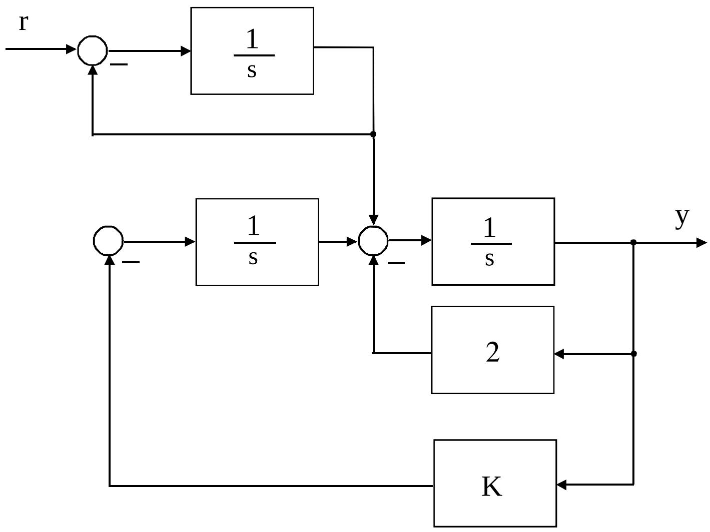
Kenn - u. Matr.Nr.:

Aufgabe	1	2	3	4		Σ
erreichbare Pkte.	6	8	5	5		24
erreichte Punkte						

Korrespondenz zur Laplace - Transformation:

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

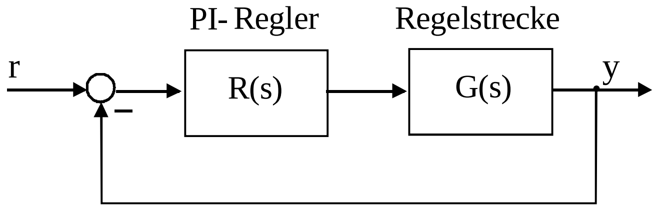
1. Vorgegeben sei folgendes Übertragungssystem mit der Eingangsgröße r und der Ausgangsgröße y. Die Größe K ist ein reeller Parameter.



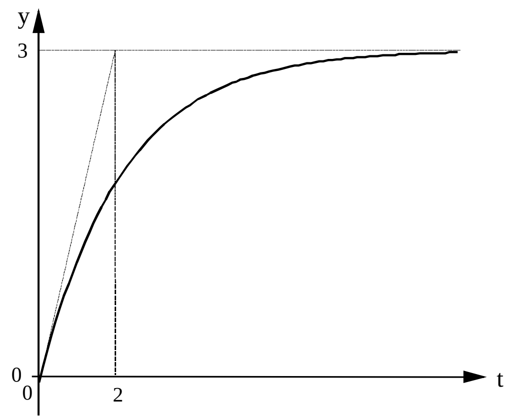
- Ermitteln Sie die zugehörige Übertragungsfunktion $G(s) = \frac{\bar{y}(s)}{\bar{r}(s)}$.
- Berechnen Sie die Pol- und Nullstellen von $G(s)$.
- Für welche Werte von K besitzen alle Pole einen negativen Realteil?
- Wählen Sie die Ausgangsgrößen der Integrierer als Zustandsgrößen und ermitteln Sie das zugehörige mathematische Modell in der Form

$$\begin{aligned}\dot{\mathbf{x}} &= \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{b}r \\ y &= \mathbf{c}^T\mathbf{x} + dr \ .\end{aligned}$$

2. Vorgegeben sei folgender Regelkreis.



Die Regelstrecke ist ein System erster Ordnung. Ihre Sprungantwort wurde gemessen.



- Bestimmen Sie aus der gemessenen Sprungantwort die Übertragungsfunktion $G(s)$ der Regelstrecke.
- Als Regler wird ein PI-System gewählt. Wie lautet die zugehörige Übertragungsfunktion $R(s)$?
- Bestimmen Sie die Parameter des PI-Reglers so, daß die Übertragungsfunktion des *geschlossenen* Regelkreises

$$T(s) = \frac{\bar{y}(s)}{\bar{r}(s)}$$

  eine *zweifache* Polstelle bei $s = -4$ besitzt.
- Berechnen Sie für den so eingestellten Regelkreis die Antwort $y(t)$ für den Fall, daß als Eingangsfunktion eine Einheitssprungfunktion, d.h $r(t) = \sigma(t)$, gewählt wird.

3. Von einem Übertragungssystem mit der Eingangsgröße u und der Ausgangsgröße y sei ein *nichtlineares* mathematisches Modell gegeben.

$$\begin{aligned}
\dot{x}_1 &= x_2 \\
\dot{x}_2 &= x_3 - 1 \\
\dot{x}_3 &= -x_2^2 - x_3^3 + x_1 u + 2 \\
y &= x_1
\end{aligned}$$

- Bestimmen Sie die Ruhelage (Gleichgewichtszustand) des Systems für $u = u_R =$ konst.
- Geben Sie ein *lineares* mathematisches Modell an, welches das Systemverhalten für kleine Abweichungen von der Ruhelage beschreibt.
- Zeichnen Sie das Strukturbild des *linearen* mathematischen Modells.

4. Vorgegeben sei ein verzögernder Differenzierer mit der Eingangsgröße u und der Ausgangsgröße y.

- Wie lautet seine Übertragungsfunktion $G(s) = \frac{\bar{y}(s)}{\bar{u}(s)}$?
- Zeichnen Sie die zugehörige Frequenzgangsortskurve $G(j\omega)$ für $0 \leq \omega < \infty$.
- Bei welcher Frequenz beträgt die Phasenverschiebung zwischen einer harmonischen Eingangsfunktion und der zugehörigen Antwort im eingeschwungenen Zustand gerade $\frac{\pi}{4}$? Wie groß ist die Amplitude der Ausgangsschwingung bei dieser Frequenz, wenn die Amplitude der Eingangsschwingung den Wert U besitzt?