Schriftliche Prüfung aus **Control Systems 2**
am 21.10.2010

Name / Vorname(n):

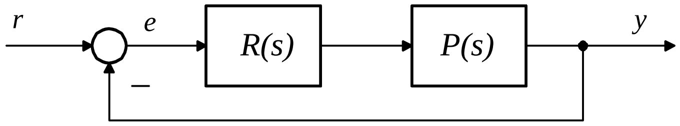
Kennzahl / Matrikel-Nummer:

Bonuspunkte aus den MATLAB-Übungen: O ja O nein

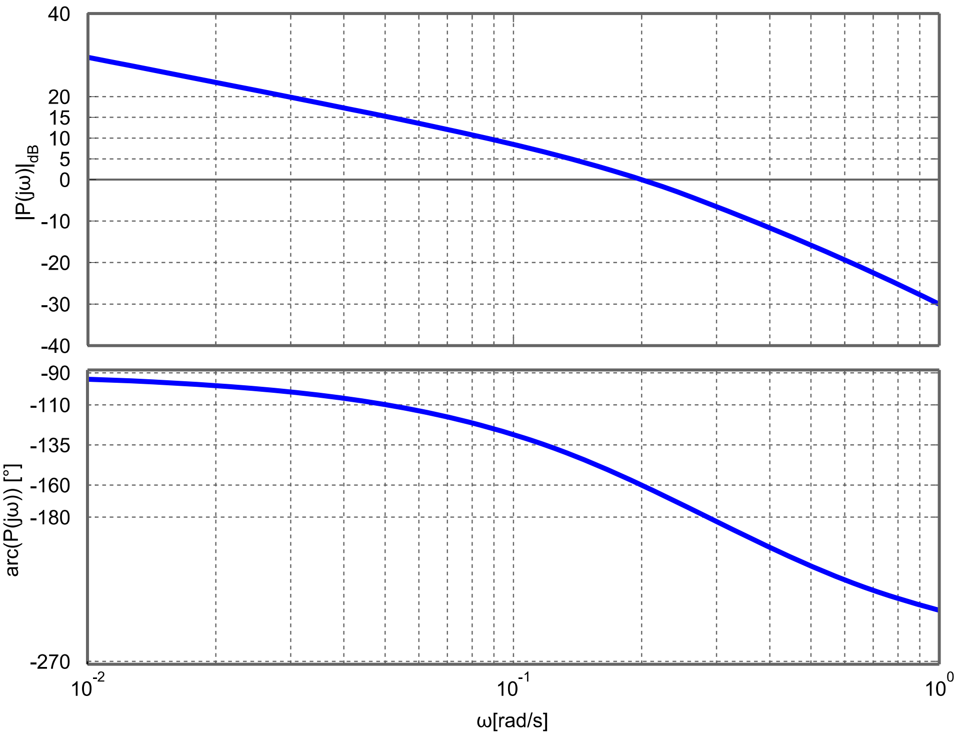
	1	2	3
erreichbare Punkte	7	6	6
erreichte Punkte			

Aufgabe 1:

Die Position y eines Roboters soll geregelt werden. Dazu bedient man sich folgender Regelkreisstruktur mit der Führungsgröße r und der Ausgangsgröße y:



Im Labor wurde folgender Frequenzgang $P(j\omega)$ der Strecke aufgezeichnet:



a) Ermitteln Sie näherungsweise das prozentuale Überschwingen $\ddot{u}$ und die Anstiegszeit t_r der Sprungantwort des geschlossenen Regelkreises für $R(s)=1$.

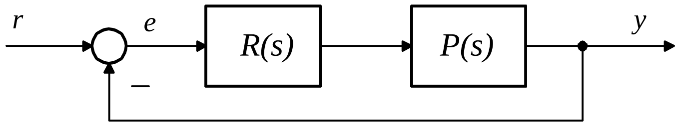
b) Es wird nun ein P-Regler mit der Übertragungsfunktion $R(s)=K$ verwendet, der das Überschwingen zu Null macht. Dimensionieren Sie diesen näherungsweise mit Hilfe des Frequenzkennlinienverfahrens und geben Sie die neue Anstiegszeit t_r an. (*Hinweis:* $\sqrt[4]{10}\approx 2$)

c) Durch den zusätzlichen Einsatz eines Lead-Gliedes soll die Anstiegszeit gegenüber b) auf ein Viertel verkürzt werden. Dimensionieren Sie in nachvollziehbarer Weise näherungsweise den gesamten Regler.

m	2	3	4	5	6	8	10
$\Delta\varphi_{\max}=\arcsin\dfrac{m-1}{m+1}$	19°	30°	37°	42°	46°	51°	55°
$\left\|m\right\|_{dB}$	6	9.5	12	14	15.5	18	20

Aufgabe 2:

Gegeben sei das Blockschaltbild eines Regelkreises mit der Führungsgröße r und der Ausgangsgröße y:

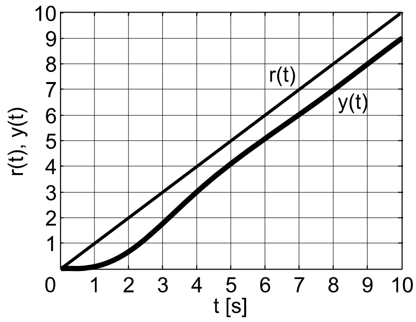


Die Strecke $P(s)$ besitzt folgende Struktur:

$$P(s) = \frac{V}{s^{\lambda}} \frac{\alpha^2}{(s+\alpha)^2}$$

Hierbei sind V und α reelle und positive Parameter, während λ eine natürliche Zahl ist.

Es ist bekannt, dass die Ortskurve $P(j\omega)$ der Strecke die reelle Achse im Punkt -0.25 schneidet. Weiters liegt die Antwort des **geschlossenen** Regelkreises auf eine rampenförmige Führungsgröße $r(t) = t\sigma(t)$ für einen Proportionalregler mit der Übertragungsfunktion $R(s) = 1$ vor:



a) Bestimmen Sie die Parameter V, α und λ.

b) Skizzieren Sie die Ortskurve $P(j\omega)$ für Werte $0 \le \omega < \infty$.

Als Regler wird nun ein Proportionalregler mit der Übertragungsfunktion $R(s) = K$ eingesetzt (K ist ein reeller Parameter).

c) Bestimmen Sie mit Hilfe des NYQUIST-Kriteriums nachvollziehbar (mit Fallunterscheidung und Ermittlung der stetigen Winkeländerung für jeden Fall) den größtmöglichen Wertebereich des Parameters K, für den obiger Regelkreis die BIBO-Eigenschaft besitzt.

Hinweis: $\Delta arc\left[1 + L(j\omega)\right] = (n_a + 2n_r)\frac{\pi}{2}$

$L(s)$ stellt hierbei die Übertragungsfunktion des offenen Kreises dar.

Aufgabe 3:

Gegeben sei folgendes mathematische Modell einer Regelstrecke mit der Eingangsgröße u, dem Zustandsvektor $\mathbf{x}$ und der Ausgangsgröße y:

$$\frac{d\mathbf{x}}{dt} = \begin{bmatrix} 0 & 5 \\ 1 & 3 \end{bmatrix} \mathbf{x} + \begin{bmatrix} -1 \\ 2 \end{bmatrix} u$$
$$y = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix} \mathbf{x}$$

a) Ermitteln Sie ein Regelgesetz der Form

$$u = -\begin{bmatrix} h_1 & h_2 \end{bmatrix} \mathbf{x} + Vr = -\mathbf{h}^T \mathbf{x} + Vr$$

so, dass die Eigenwerte des geregelten Systems bei $s_{1,2} = -1 \pm j2$ liegen und für einen Einheitssprung $r(t) = \sigma(t)$ gilt:

$$y_\infty = \lim_{t \to \infty} y(t) = 1 .$$

Da der Zustandsvektor $\mathbf{x}$ *nicht* messbar ist, wird für die praktische Realisierung obiger Regelung ein Schätzwert $\hat{\mathbf{x}}$ herangezogen, d.h.:

$$u = -\mathbf{h}^T \hat{\mathbf{x}} + Vr .$$

Dafür wird ein Zustandsbeobachter der Form

$$\frac{d\hat{\mathbf{x}}}{dt} = \hat{\mathbf{A}}\hat{\mathbf{x}} + \mathbf{b}u + \hat{\mathbf{b}}y$$

verwendet. Die Zusammenschaltung von Regelstrecke, Zustandsregler und Zustandsbeobachter ergibt ein Gesamtsystem der Form

$$\frac{d\mathbf{z}}{dt} = \bar{\mathbf{A}}\mathbf{z} + \bar{\mathbf{b}}r \qquad \text{mit} \qquad \mathbf{z} = \begin{bmatrix} \mathbf{x} \\ \hat{\mathbf{x}} \end{bmatrix} \qquad \text{und} \qquad \bar{\mathbf{A}} = \begin{bmatrix} . & 5 & . & 3 \\ . & 3 & . & -6 \\ . & 9 & 1 & -1 \\ . & 7 & -1 & -10 \end{bmatrix},$$
$$y = \bar{\mathbf{c}}^T \mathbf{z}$$

wobei durch ein fehlerhaftes Speichermedium leider einige Elemente der Dynamikmatrix $\bar{\mathbf{A}}$ verloren gingen.

b) Bestimmen Sie die fehlenden Elemente der Dynamikmatrix $\bar{\mathbf{A}}$ sowie die Vektoren $\bar{\mathbf{b}}$ und $\bar{\mathbf{c}}^T$ (zahlenmäßig).

c) Berechnen Sie *alle* Lösungen der charakteristischen Gleichung $\det\left(s\mathbf{E} - \bar{\mathbf{A}}\right) = 0$.

Schriftliche Prüfung aus **Control Systems 2**
am 31.01.2011

Name / Vorname(n):

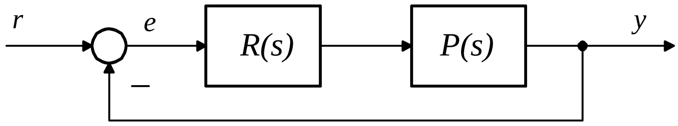
Kennzahl / Matrikel-Nummer:

Bonuspunkte aus den MATLAB-Übungen: O ja O nein

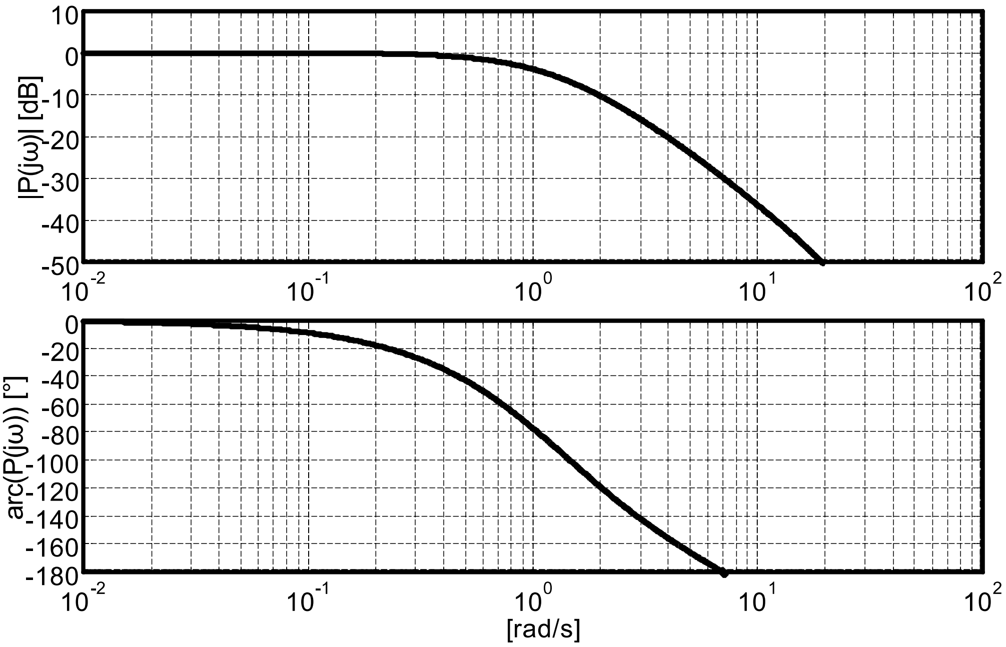
	1	2	3
erreichbare Punkte	7	6	6
erreichte Punkte			

Aufgabe 1:

Gegeben sei das Blockschaltbild eines Regelkreises mit der Führungsgröße r und der Ausgangsgröße y:



Der Frequenzgang $P(j\omega)$ der Regelstrecke liegt als BODE-Diagramm graphisch vor:



a) Als Regler soll zunächst ein Proportionalregler $R(s) = K$ eingesetzt werden (K sei hierbei ein reeller Parameter). Dimensionieren Sie mit Hilfe des Frequenzkennlinienverfahrens den Regler so, dass die Sprungantwort des Regelkreises ein prozentuales Überschwingen von 10 Prozent aufweist. Wie groß sind die zu erwartende Anstiegszeit t_r und die bleibende Regelabweichung e_∞?

b) Ein Universitätsassistent hat als Regler ein lead-Glied entworfen, das die Anstiegszeit t_r gegenüber Punkt a) halbiert, ohne die Überschwingweite zu verändern. Beim Aufzeichnen der Daten hat er aber den Verstärkungsfaktor K sowie die Knickfrequenz ω_N vergessen:

$$R(s) = K\left(1+\frac{s}{2}\right)\left(1+\frac{s}{\omega_N}\right)^{-1}$$

Bestimmen Sie die reellen Parameter ω_N und K.

c) Die bleibende Regelabweichung soll nun auf den Wert $e_\infty = \dfrac{1}{11}$ reduziert werden. Erweitern Sie hierzu den Regler um ein lag-Glied, wobei die Spezifikationen aus Punkt b) erhalten bleiben sollen. Lediglich eine Verschlechterung des Überschwingens um ca. 5 Prozent ist tolerierbar.

Hinweis: Die Nachschlagetabelle befindet sich auf der nächsten Seite.

m	2	3	4	5	6	8	10
$\Delta\varphi_{\max} = \arcsin\dfrac{m-1}{m+1}$	19°	30°	37°	42°	46°	51°	55°
$\lvert m\rvert_{dB}$	6	9.5	12	14	15.5	18	20

Aufgabe 2:

Gegeben sei folgendes Modell einer Regelstrecke mit der Eingangsgröße u, dem Zustandsvektor $\mathbf{x}$ und der Ausgangsgröße y:

$$\frac{d\mathbf{x}}{dt} = \begin{bmatrix} 0 & -3 \\ 1 & -4 \end{bmatrix}\mathbf{x} + \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix}u$$
$$y = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix}\mathbf{x}$$

a) Ermitteln Sie zunächst ein Regelgesetz der Form $u = -\begin{bmatrix} h_1 & h_2 \end{bmatrix}\mathbf{x} + Vr = -\mathbf{h}^T\mathbf{x} + Vr$ so, dass die zugehörige Führungsübertragungsfunktion

$$T(s) = \left.\frac{y(s)}{r(s)}\right|_{\mathbf{x}_0=\mathbf{0}} = \frac{2}{s+3}$$

lautet.

b) Ist das geregelte System beobachtbar? (*Begründen Sie Ihre Antwort!*)

Da der Zustandsvektor $\mathbf{x}$ *nicht* messbar ist, wird für die praktische Realisierung obiger Regelung ein Schätzwert $\hat{\mathbf{x}}$ herangezogen, d.h.:

$$u = -\mathbf{h}^T\hat{\mathbf{x}} + Vr\,.$$

Dafür soll ein asymptotischer Zustandsbeobachter der Form

$$\frac{d\hat{\mathbf{x}}}{dt} = \hat{\mathbf{A}}\hat{\mathbf{x}} + \mathbf{b}u + \hat{\mathbf{b}}y$$

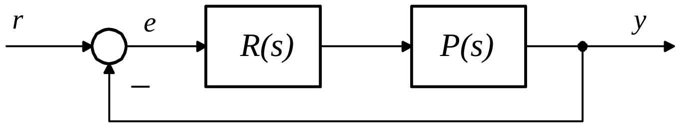
verwendet werden.

c) Kann die Größe $\hat{\mathbf{b}}$ so gewählt werden, dass die Systemmatrix des Beobachterfehlers $\mathbf{e} := \mathbf{x} - \hat{\mathbf{x}}$ Eigenwerte bei $\varsigma_{1,2} = -4$ besitzt? (*Geben Sie eine mathematische Begründung!*)

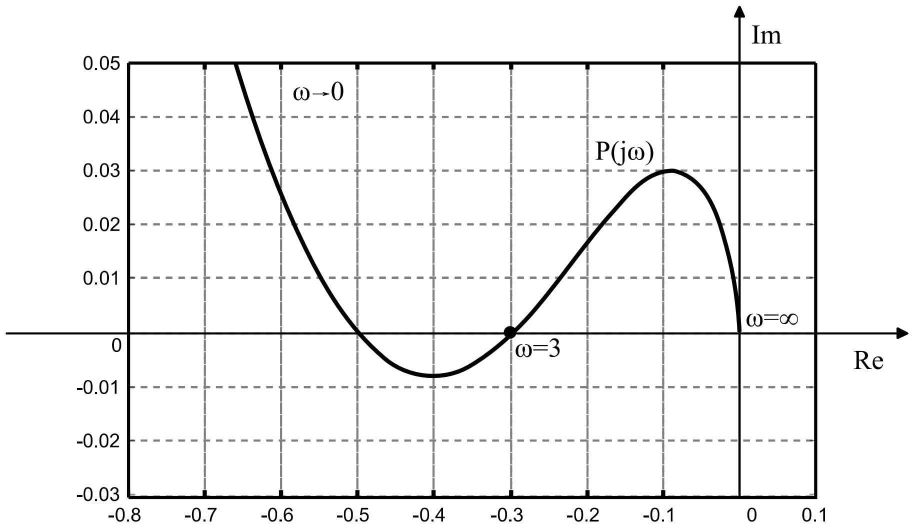
Falls ja, berechnen Sie die Größe $\hat{\mathbf{b}}$.

Aufgabe 3:

Gegeben sei das Blockschaltbild eines Regelkreises mit der Führungsgröße r und der Ausgangsgröße y:



Die Ortskurve des Frequenzganges $P(j\omega)$ der Strecke ist gegeben:



a) Welche der folgenden Übertragungsfunktionen können prinzipiell obigen Verlauf $P(j\omega)$ aufweisen? (*Begründen Sie Ihre Antwort!*)

(i) $P(s) = -\dfrac{40}{s(s+6)^2}$ (ii) $P(s) = -\dfrac{40}{s}$

(iii) $P(s) = \dfrac{40(s+1)}{s(s-1)(s+6)^2}$ (iv) $P(s) = \dfrac{40}{s^3}$

Wählen Sie eine passende Übertragungsfunktion und beantworten Sie folgende Fragen:

b) Es soll ein Proportionalregler $R(s) = K$ eingesetzt werden (K sei hierbei ein reeller, positiver Parameter). Bestimmen Sie mit Hilfe des NYQUIST-Kriteriums nachvollziehbar (mit Fallunterscheidung und Ermittlung der stetigen Winkeländerung für jeden Fall) den größtmöglichen Wertebereich des Parameters K, für den obiger Regelkreis die BIBO-Eigenschaft besitzt.

c) Als Führungsgröße wird $r(t) = 7\cos(3t)$ gewählt. Ermitteln Sie für hinreichend große Werte $t \gg 1$ den Regelfehler $e(t)$ für die Fälle

(i) $K = 1$ (ii) $K = 3$

Hinweis: $\Delta arc\left[1 + L(j\omega)\right] = (n_a + 2n_r)\dfrac{\pi}{2}$

$L(s)$ stellt hierbei die Übertragungsfunktion des offenen Kreises dar.

Schriftliche Prüfung aus **Control Systems 2**
am 25.03.2011

Name / Vorname(n):

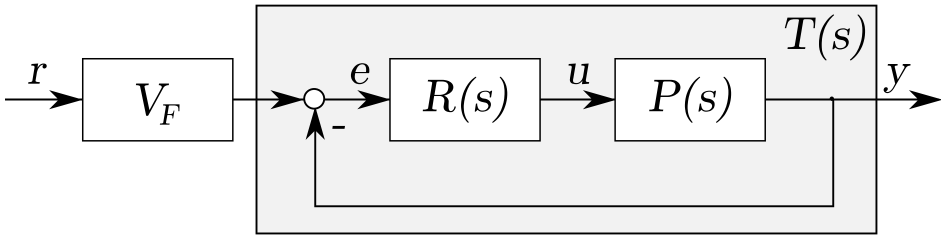
Kennzahl / Matrikel-Nummer:

Bonuspunkte aus den MATLAB-Übungen: O ja O nein

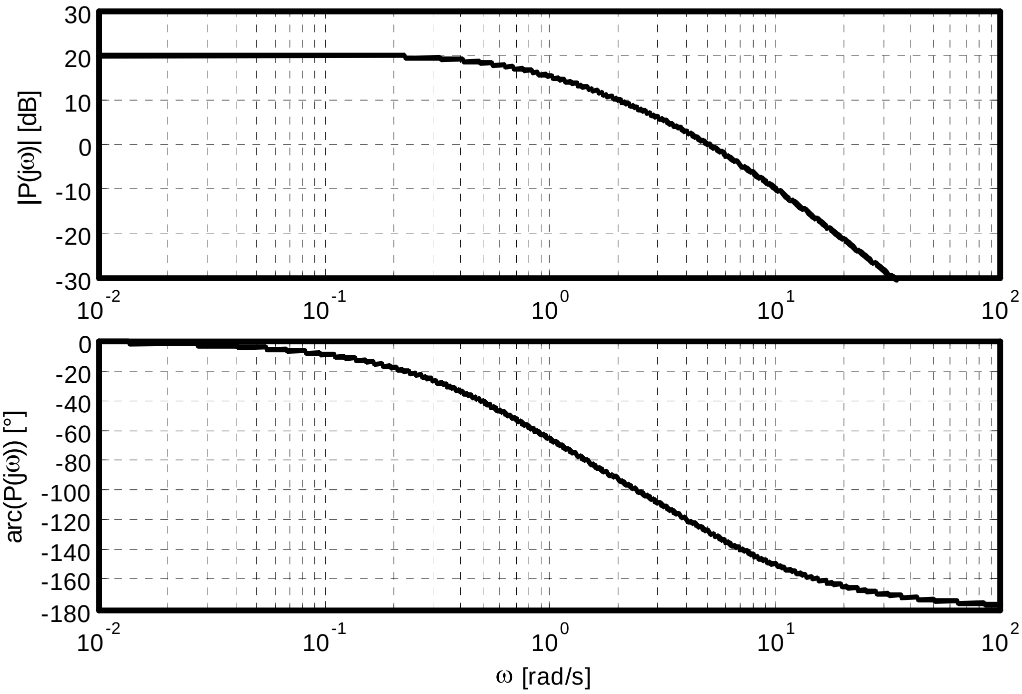
	1	2	3
erreichbare Punkte	6	6	7
erreichte Punkte			

Aufgabe 1:

Gegeben sei das Blockschaltbild eines Regelkreises mit der Führungsgröße r und der Ausgangsgröße y:



Der Frequenzgang $P(j\omega)$ der Regelstrecke liegt als BODE-Diagramm graphisch vor:



Betrachten Sie zunächst nur den Standardregelkreis mit der Übertragungsfunktion $T(s)$ bestehend aus der Regelstrecke $P(s)$ und dem Regler $R(s)$.

a) Es wird zunächst ein Proportionalregler $R(s) = K$ eingesetzt (K sei hierbei ein reeller Parameter). Dimensionieren Sie mit Hilfe des Frequenzkennlinienverfahrens den Regler so, dass die Sprungantwort des Regelkreises $T(s)$ eine Anstiegszeit t_r von $t_r = 0{,}15s$ aufweist. Berechnen Sie die Durchtrittsfrequenz ω_C. Wie groß sind das zu erwartende prozentuale Überschwingen $\ddot{u}$ und die bleibende Regelabweichung e_∞?

b) Durch den Einsatz eines Reglers (lead-Gliedes) gemäß

$$R(s) = K\left(1+\frac{s}{\omega_Z}\right)\left(1+\frac{s}{\omega_N}\right)^{-1}$$

soll das Überschwingen bei gleicher Anstiegszeit auf 8% reduziert werden. Bestimmen Sie die Knickfrequenzen ω_Z und ω_N sowie den neuen Proportionalanteil K.

Es wird nun dem in Punkt b) entworfenen Standardregelkreis ein *statisches* Vorfilter $V_F(s) = V_F$ vorgestellt.

c) Dimensionieren Sie das Vorfilter V_F so, dass für die bleibende Regelabweichung einer Sprungantwort gilt: $e_\infty = 0$. Wie groß ist die bleibende Regelabweichung e_∞ beim Aufschalten einer Rampenfunktion $r(t) = t\sigma(t)$? *Hinweis:* Es müssen keine genauen Zahlen angegeben werden.

M	2	3	4	5	6	8	10
$\Delta\varphi_{\max} = \arcsin\frac{m-1}{m+1}$	19°	30°	37°	42°	46°	51°	55°
$\lvert m\rvert_{dB}$	6	9.5	12	14	15.5	18	20

Aufgabe 2:

Gegeben sei folgendes mathematische Modell einer Regelstrecke mit der Eingangsgröße u, dem Zustandsvektor $\mathbf{x}$ sowie der Ausgangsgröße y:

$$\frac{d\mathbf{x}}{dt} = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}\mathbf{x} + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} u \quad =: \quad \mathbf{Ax} + \mathbf{b}u$$

$$y = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 2 \end{bmatrix}\mathbf{x} \quad =: \quad \mathbf{c}^T\mathbf{x}$$

Ein Eigenwert der Systemmatrix $\mathbf{A}$ ist bekannt: $s_1 = 1$.

a) Ermitteln Sie zunächst ein Regelgesetz der Form $u = -\begin{bmatrix} h_1 & h_2 & h_3 \end{bmatrix}\mathbf{x} + Vr = -\mathbf{h}^T\mathbf{x} + Vr$ so, dass alle Eigenwerte des Regelkreises bei $s_{1,2,3} = -2$ liegen.

b) Dimensionieren Sie nun den Parameter V so, dass der Regelkreis *stationär genau* ist, dass also für einen Einheitssprung $r(t) = \sigma(t)$ gilt:

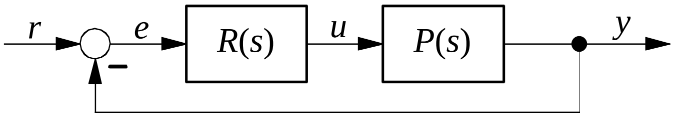
$$y_\infty = \lim_{t\to\infty} y(t) = 1.$$

c) Ist die Regelstrecke *beobachtbar*? Begründen Sie Ihre Antwort!

Hinweis: Es müssen *weder* 3×3 - Matrizen invertiert *noch* Gleichungen dritten Grades gelöst werden.

Aufgabe 3:

Gegeben sei das Blockschaltbild eines Regelkreises mit der Führungsgröße r, der Eingangsgröße u und der Ausgangsgröße y:



Die Übertragungsfunktion der Regelstrecke lautet:

$$P(s) = \frac{10}{(s+\omega_1)^2 (s+4)}.$$

Hierbei ist ω_1 ein positiver, reeller Parameter. Wird auf die Strecke ein Sinus mit der Frequenz $\omega = 3$ aufgeschaltet, $u(t) = \sin(3t)$, so erhält man am Ausgang einen um 180° phasenverschobenen Sinus $y(t) = -A\sin(3t)$ (A ist hierbei ein positiver, reeller Parameter).

a) Ermitteln Sie *alle* Schnittpunkte der Ortskurve mit der reellen Achse. Wie lautet die Frequenz ω_1?

b) Skizzieren Sie die Ortskurve $P(j\omega)$.

Als Regler wird nun ein Proportionalregler $R(s) = K$ eingesetzt (K ist ein reeller Parameter).

c) Bestimmen Sie mit Hilfe des NYQUIST-Kriteriums nachvollziehbar (mit Fallunterscheidung und Ermittlung der stetigen Winkeländerung für jeden Fall) den größtmöglichen Wertebereich des Parameters K, für den obiger Regelkreis die BIBO-Eigenschaft besitzt.

d) Als Führungsgröße wird $r(t) = \frac{1}{5}\cos(3t)$ gewählt. Ermitteln Sie für hinreichend große Werte $t \gg 1$ den Regelfehler $e(t)$ für die Fälle

(i) $K = 4$ (ii) $K = 6$

Hinweis: $\Delta\text{arc}\{1 + L(j\omega)\} = (n_a + 2n_r)\pi/2$

$L(s)$ stellt hierbei die Übertragungsfunktion des offenen Kreises dar.

Schriftliche Prüfung aus **Control Systems 2** am 10.06.2011

Name / Vorname(n):

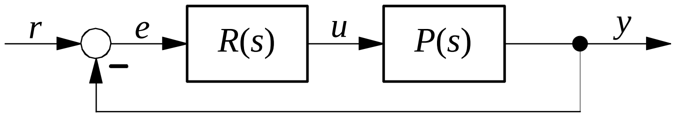
Kennzahl / Matrikel-Nummer:

Bonuspunkte aus den MATLAB-Übungen: O ja O nein

	1	2	3
erreichbare Punkte	7	6	6
erreichte Punkte			

Aufgabe 1:

Gegeben sei das Blockschaltbild eines Regelkreises mit der Führungsgröße r, dem Regelfehler e, der Stellgröße u und der Ausgangsgröße y:



Die Übertragungsfunktion der Regelstrecke besitzt folgende Struktur:

$$P(s) = \frac{V}{s^2 + \alpha s + 1}$$

Hierbei sind V und α reelle und positive Parameter. Zur Bestimmung dieser Parameter wurden mit der Strecke 2 Experimente durchgeführt:

1) *Sprungantwort:* Die Antwort der Strecke $P(s)$ auf die Eingangsfunktion $u(t) = \sigma(t)$ ergab nach genügend langer Zeit ($t \to \infty$) für die Ausgangsgröße den Wert $y_\infty = 2$.

2) *Frequenzgang:* Die Antwort der Strecke $P(s)$ auf die Eingangsfunktion $u(t) = \sin(t)$ ergab nach Abklingen der Einschwingvorgänge die Ausgangsgröße $y(t) = \sin(t - \pi / 2)$.

a) Bestimmen Sie die Parameter V und α.
b) Zeichnen Sie die BODE-Diagramme für den Frequenzgang $P(j\omega)$ der Strecke.
c) Es wird zunächst ein Regler der Form $R(s) = 1$ verwendet. Bestimmen Sie die bleibende Regelabweichung e_∞ für eine sprungförmige Führungsgröße $r(t) = \sigma(t)$.
d) Für ein besseres stationäres Verhalten des Regelkreises wird nun ein Regler der Form $R(s) = \frac{K}{s}$ verwendet (K sei hierbei ein reeller Parameter). Die Anstiegszeit t_r der Sprungantwort des Regelkreises $T(s)$ soll in einem Bereich von $1.5s \le t_r \le 15s$ liegen. Dimensionieren Sie mit Hilfe des Frequenzkennlinienverfahrens den Regler so, dass der Regelkreis auf jeden Fall BIBO-stabil bleibt. Wie groß sind das zu erwartende prozentuale Überschwingen $\ddot{u}$ (näherungsweise) und die bleibende Regelabweichung e_∞?
e) Die Sprungantwort des Regelkreises $T(s)$ soll nun eine Anstiegszeit von $t_r = 1.5s$ und ein prozentuales Überschwingen von $\ddot{u} = 15\%$ aufweisen. Erweitern Sie hierfür den entworfenen Regler um ein Lead-Glied:

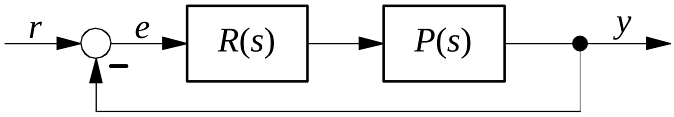
$$R(s) = \frac{V_R}{s}\left(1 + \frac{s}{\omega_Z}\right)\left(1 + \frac{s}{\omega_N}\right)^{-1}$$

Bestimmen Sie die Knickfrequenzen ω_Z und ω_N sowie den Verstärkungsfaktor V_R.

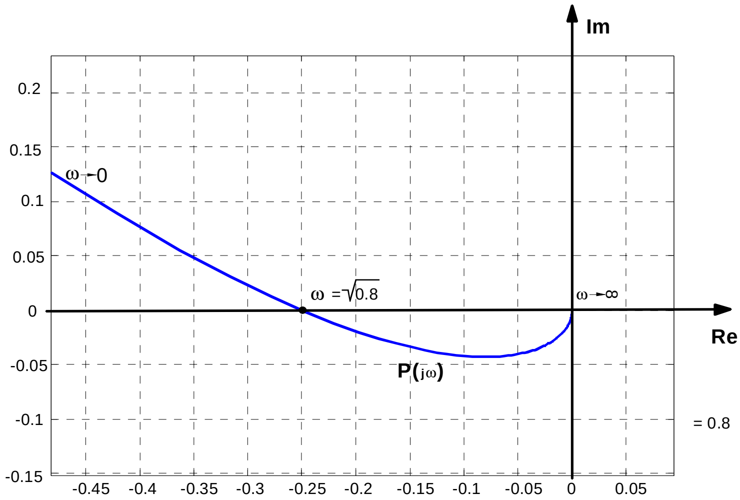
m	2	3	4	5	6	8	10
$\Delta\varphi_{\max} = \arcsin\frac{m-1}{m+1}$	19°	30°	37°	42°	46°	51°	55°
$\lvert m\rvert_{dB}$	6	9.5	12	14	15.5	18	20

Aufgabe 2:

Gegeben sei das Blockschaltbild eines Regelkreises mit der Führungsgröße r, dem Regelfehler e und der Ausgangsgröße y:



Die Ortskurve des Frequenzganges $P(j\omega)$ der Strecke ist gegeben:



a) Zu welcher der folgenden Übertragungsfunktionen kann obige Ortskurve prinzipiell gehören? (*Begründen Sie Ihre Antwort!*)

(i) $P(s) = -\dfrac{(s+3)^2}{s^2(10s-1)}$ (ii) $P(s) = \dfrac{(s+1)^2}{s^2(10s+1)}$

(iii) $P(s) = \dfrac{20(s+1)}{s}$ (iv) $P(s) = \dfrac{4(s+1)}{s^2}$

Als Regler wird nun ein Proportionalregler $R(s) = K$ (mit dem reellen Parameter K) eingesetzt.

b) Ermitteln Sie mit Hilfe des NYQUIST-Kriteriums *nachvollziehbar* (mit Fallunterscheidung und Bestimmung der stetigen Winkeländerung für jeden Fall) den größtmöglichen Wertebereich des Parameters K, für den obiger Regelkreis die BIBO-Eigenschaft besitzt.

c) Als Führungsgröße wird nun $r(t) = -2\cos(\sqrt{0.8}t)$ gewählt. Ermitteln Sie für hinreichend große Werte $t >> 1$ den Regelfehler $e(t)$ für die Fälle

(i) $K = 1$ (ii) $K = 8$

Hinweis: $\Delta arc\left[1 + L(j\omega)\right] = (n_a + 2n_r)\dfrac{\pi}{2}$

Aufgabe 3:

Gegeben sei folgendes mathematische Modell einer Strecke mit der Eingangsgröße u, dem Zustandsvektor $\mathbf{x}$ und der Ausgangsgröße y:

$$\frac{d\mathbf{x}}{dt} = \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}\mathbf{x} + \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix}u$$

$$y = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix}\mathbf{x}$$

a) Ermitteln Sie ein Regelgesetz der Form $u = -\begin{bmatrix} h_1 & h_2 \end{bmatrix}\mathbf{x} + Vr = -\mathbf{h}^T\mathbf{x} + Vr$ so, dass die zugehörige Führungsübertragungsfunktion

$$T(s) = \left.\frac{y(s)}{r(s)}\right|_{\mathbf{x}_0=\mathbf{0}} = \frac{4}{s+1}$$

lautet.

b) Ist der *Regelkreis* beobachtbar? (*Begründen Sie Ihre Antwort!*)

Da der Zustandsvektor $\mathbf{x}$ *nicht* messtechnisch erfassbar ist, wird für die praktische Realisierung obiger Regelung ein Schätzwert $\hat{\mathbf{x}}$ herangezogen, d.h.: $u = -\mathbf{h}^T\hat{\mathbf{x}} + Vr$.
Dafür soll ein asymptotischer Zustandsbeobachter der Form

$$\frac{d\hat{\mathbf{x}}}{dt} = \hat{\mathbf{A}}\hat{\mathbf{x}} + \mathbf{b}u + \hat{\mathbf{b}}y$$

verwendet werden.

c) Ist dies *prinzipiell* möglich? Begründen Sie Ihre Antwort! Für den Vektor $\hat{\mathbf{b}}$ stehen zwei mögliche Varianten zur Auswahl:

(i) $\hat{\mathbf{b}} = [2 \quad 2]^T$ (ii) $\hat{\mathbf{b}} = [5 \quad 3]^T$

Wählen Sie einen Vektor $\hat{\mathbf{b}}$ und begründen Sie Ihre Wahl.