Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik - Teil 2

Probeklausur

2023

Für diesen Teil gibt es 50 Punkte. Er wird zusammen mit Teil 1 bewertet.
Jedes Blatt ist mit Namen und Matrikelnummer zu versehen.

Erlaubte Hilfsmittel:

- Nordakademie Taschenrechner

Name:	**Mat. Nr.:**

Aufgabe	1	2	3	4	Summe	Note
max. Punkte	10	12	13	15	50	
Ihre Punkte						

Aufgabe 1:

Die Sprungantwort eines technischen Systems wurde messtechnisch mit Hilfe eines Oszilloskops ermittelt und wird durch folgende Gleichung beschrieben:

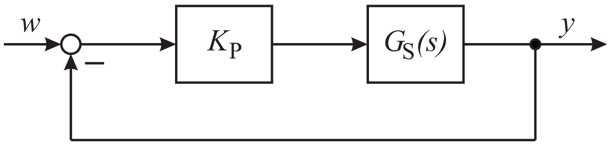
$$h(t) = t + t\,e^{-3\,t} \qquad \text{für } t > 0 \;.$$

a) Berechnen Sie die Sprungantwort $H_{\mathrm{S}}(s)$ der Strecke. Nutzen Sie dazu die Korrespondenztabelle am Ende der Klausur.

b) Ist die zugehörige Übertragungsfunktion G(s) stabil? Begründen Sie Ihre Antwort!

Aufgabe 2:

Gegeben ist der folgende Regelkreis:



Die Übertragungsfunktion der Regelstrecke lautet

$$G(s) = \frac{s+3}{s^4 + 7s^3 + 14s^2 + 8s} \quad .$$

a) Geben Sie die Übertragungsfunktion des abgebildeten geschlossenen Kreises in Abhängigkeit von K_P an.

b) Untersuchen Sie die Stabilität des geschlossenen Kreises in Abhängigkeit von K_P mit Hilfe des Hurwitz-Kriteriums. Folgende Determinante ist bei der Berechnung hilfreich:

$$\underline{H} = \begin{vmatrix} a_3 & a_1 & 0 & 0 \\ a_4 & a_2 & a_0 & 0 \\ 0 & a_3 & a_1 & 0 \\ 0 & a_4 & a_2 & a_0 \end{vmatrix} \quad .$$

Aufgabe 3:

Ein lineares zeitinvariantes Systems wird durch folgendes Zustandsraummodell beschrieben:

$$
\begin{aligned}
\dot{\underline{x}}(t) &= \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 1 & -3 \end{bmatrix} \underline{x}(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} u(t) \\
y(t) &= \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix} \underline{x}(t) \ .
\end{aligned}
$$

a) Geben Sie die Eigenwerte des Systems an.

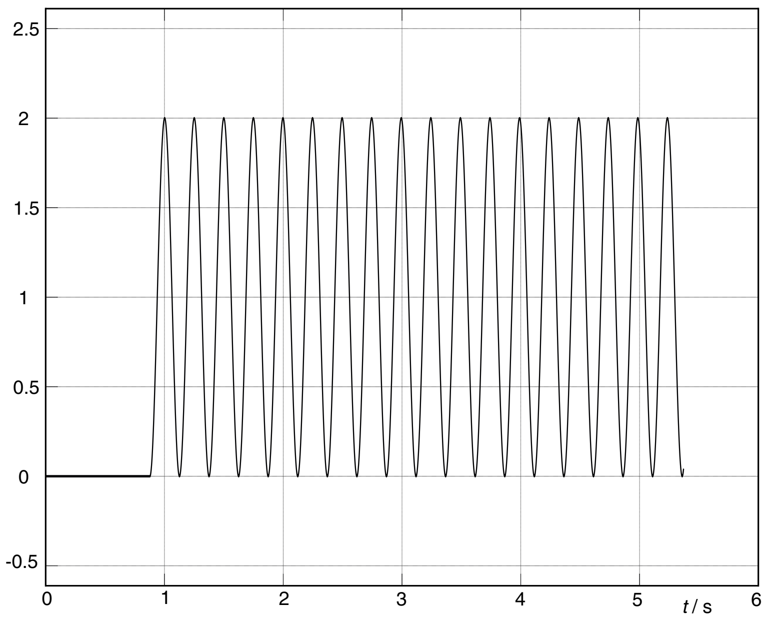
b) Berechnen Sie die Übertragungsfunktion $G_{\mathrm{S}}(s)$ des Systems. Nutzen Sie dazu die Gleichung

$$G(s) = \underline{c}^{\mathrm{T}}(s\underline{I} - \underline{A})^{-1}\underline{b} + d \quad .$$

c) Zeichnen Sie das zugehörige Blockschaltbild.

Aufgabe 4:

Ein technisches System wurde auf einem Versuchsstand in Schwingung versetzt. Die im folgenden dargestellte Dauerschwingung ergab sich für $K_{\mathrm{R,krit}} = 5$.



a) Bestimmen Sie die Frequenz der Dauerschwingung.

b) Parametrisieren Sie einen PD-Regler nach dem Verfahren von Ziegler und Nichols. Nutzen Sie dazu die Tabelle am Ende der Klausur.

c) Zeichnen Sie das zugehörige Blockschaltbild.

Table 1: Korrespondenzen der Laplace-Transformation

$f(t)$	$F(s)$
$\delta(t)$ Impulsfunktion	1
$\sigma(t)$ Sprungfunktion	$\frac{1}{s}$
t	$\frac{1}{s^2}$
$\frac{t^n}{n!}$	$\frac{1}{s^{n+1}}$
$e^{\alpha t}$	$\frac{1}{s-\alpha}$
$t\ e^{\alpha t}$	$\frac{1}{(s-\alpha)^2}$
$\frac{t^n}{n!}\ e^{\alpha t}$	$\frac{1}{(s-\alpha)^{n+1}}$
$\sin \omega t$	$\frac{\omega}{s^2+\omega^2}$
$\cos \omega t$	$\frac{s}{s^2+\omega^2}$

Table 2: Einstellregeln nach Ziegler-Nichols

Reglertyp	K_P	T_N	T_V
P-Regler	$0{,}5\, K_{P_{krit}}$	–	–
PI-Regler	$0{,}45\, K_{P_{krit}}$	$0{,}85\, T_{krit}$	–
PD-Regler	$0{,}55\, K_{P_{krit}}$	–	$0{,}15\, T_{krit}$
PID-Regler	$0{,}6\, K_{P_{krit}}$	$0{,}5\, T_{krit}$	$0{,}125\, T_{krit}$