

NAME	
VORNAME	
MATRIKEL-NR.	

**Aufgabe 1** (je 2 Punkte)

- a) Was ist ein Stellglied?
- b) Was ist Gegenkopplung?
- c) Nennen Sie zwei Regelkreise in der Automobil-/Motorentechnik, die in neuen PKW integriert sein können.
- d) Nennen Sie 4 Mensch-Fahrzeug-Regelkreise.
- e) Geben Sie den Signalflussplan eines Standardregelkreises mit Führungs- und Störgrößen an. Kennzeichnen und benennen Sie dabei die einzelnen Größen und Übertragungsblöcke.

**Aufgabe 2** (je 2 Punkte)

- a) Wie lautet das spezielle Nyquistkriterium und wie wird es angewendet?
- b) Geben Sie die beiden Grundgleichungen des WOK-Verfahrens nach Evans an.
- c) Welche Bedingungen sollen Amplitudenrand  $A_R$  und Phasenrand  $\phi_R$  für stabiles Regelverhalten erfüllen?
- d) Wie lautet die Übertragungsfunktion  $F(s)$  eines PT1-Übertragungsgliedes und der zugehörige Amplituden- und Phasengang?
- e) Die Auslenkung  $x(t)$  eines Schwingungssystems genügt der Differentialgleichung

$$m\ddot{x} + d\dot{x} + cx = ew(t) + fz(t) \quad ,$$

wobei  $w$  den Eingang,  $z$  die Störung,  $m$ ,  $d$ ,  $c$ ,  $e$ ,  $f$  mechanische Konstanten darstellen.

Wie lautet die Gesamtübertragungsfunktion und welche Polstellen weist sie auf?

**Aufgabe 3** (je 2 Punkte)

a) Das System

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{A}\mathbf{x}(t) + \mathbf{b}u(t) \quad ; \quad y(t) = \mathbf{c}\mathbf{x}$$

mit

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & a \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \quad ; \quad \mathbf{b} = \begin{bmatrix} b \\ 1 \end{bmatrix} \quad ; \quad \mathbf{c} = [c \quad 1]$$

ist zu untersuchen. Welche Eigenwerte weist das System auf?

- b) Welches Stabilitätsverhalten weist das System nach a) auf?
- c) Welche zwei Arten der Modellbildung technischer Systeme lassen sich unterscheiden?
- d) Ist ein Standardregelkreis mit einer PT2-Regelstrecke und einem I-Regler stationär genau?  
Begründen Sie Ihre Antwort!
- e) Gegeben sei ein System mit der Übertragungsfunktion

$$G(s) = 2 \frac{2 + s}{(1 + s)(3s + 1)} \quad .$$

Bestimmen Sie halbgraphisch die Ortskurve  $G(j\omega)$  durch punktuelle Abbildung. Geben Sie dabei die genauen Werte für die Schnittpunkte mit den Achsen an.

**Aufgabe 4** (je 3 Punkte)

Die Übertragungsfunktion einer Regelstrecke lautet

$$F_s(s) = \frac{1}{(1 + T_1 s)(1 + T_2 s)} \quad .$$

Zur Verbesserung des dynamischen Verhaltens ist eine PI-Regelung mit

$$F_R(s) = K \left( 1 + \frac{1}{T_I s} \right)$$

geplant.

- Wie lautet die Übertragungsfunktion des offenen Kreises und welche Pol- und Nullstellen weist sie auf?
- Wie lautet der Amplitudenfrequenzgang  $|F_o(j\omega)|$  ?
- Wie lautet der Phasenfrequenzgang  $\varphi_0(j\omega)$  ?
- Welche Bedingung muss die Nachstellzeit  $T_I$  erfüllen, damit der geschlossene Regelkreis stabil ist?
- Für  $K = 1, T_1 = T_2 = T$  und  $T_I = \frac{T}{\sqrt{3}}$  ergibt sich die Amplitudendurchtrittsfrequenz  $\omega_{D_1} = \frac{1}{T}$ . Wie groß ist der Phasenrand  $\phi_R$  ?

**Aufgabe 5** (je 3 Punkte)

Gegeben sei der offene Regelkreis

$$F_o(s) = \frac{K(s-5)}{s(s+5)(s^2+2s+2)} \quad .$$

- a) Welche Pole und Nullstellen weist der offene Regelkreis auf? Ist der offene Kreis asymptotisch stabil im Sinne von Ljapunov?
- b) Zeichnen Sie den qualitativen Verlauf der WOK unter Nutzung der Asymptoten für Gegenkopplung.
- c) Berechnen Sie den Austrittswinkel der WOK aus dem konjugiert komplexen Polpaar.
- d) Berechnen Sie die für grenzstabiles Regelverhalten maximal zulässige Verstärkung eines P-Reglers und kennzeichnen Sie den zugehörigen Punkt der WOK entsprechend.
- e) Was ändert sich bzgl. des Stabilitätsverhaltens, wenn die Nullstelle des geschlossenen Regelkreises auf  $s_n = -4$  verschoben werden kann. Begründen Sie die Antwort danach an einer neuen qualitativen WOK-Skizze.

**Aufgabe 6** (40 Punkte)

Eine elektromechanische Regelstrecke mit der Übertragungsfunktion

$$F_s(s) = \frac{K_s}{s(1 + T_1s)(1 + T_2s)}$$

wird durch einen P-Regler stabilisiert:

$$F_R(s) = K_R \quad .$$

(Im Folgenden soll  $K = K_R K_S$  als Abkürzung verwendet werden.)

- Wie lautet die Übertragungsfunktion  $F_0(s)$  des aufgeschnittenen Regelkreises und welche Pol- und Nullstellen weist  $F_0(s)$  auf?
- Geben Sie Amplitudenfrequenzgang  $|F_0(j\omega)|$  und Phasenfrequenzgang  $\varphi_0(\omega)$  an und zeichnen Sie qualitativ die Verläufe im Bodediagramm (sei  $T_1 < T_2$ ) sowie die Ortskurve.
- Welche Bedingungen muss  $K$  erfüllen, damit Stabilität des geschlossenen Regelkreises gewährleistet ist?
- Wie groß sind die Phasendurchtrittsfrequenz  $\omega_S$  und der Amplitudenrand  $A_R$ ?
- Im Folgenden wird zusätzlich  $T_1 = T, T_2 = 4T$  gesetzt. Wie groß ist der Phasenrand  $\phi_R$  im Falle von  $\omega_D = \frac{1}{3\sqrt{T_1 T_2}}$  und ist dabei die  $\phi_R$ -Anforderung für gutes Regelverhalten erfüllt?  
Begründen Sie, ob der Regelkreis stationär genau ist.

---

Maximal erreichbare Punktzahl:	<b>100</b>
Mindestpunktzahl für die Note 1,0:	<b>95</b>
Mindestpunktzahl für die Note 4,0:	<b>50</b>