

Aufgabe 1: Allgemeines

- a) Skizzieren Sie die vereinfachte Grundstruktur einer Regelung als Blockschaltbild, bestehend aus Regler, Regelstrecke und Soll-Istwert-Vergleich. Beschriften Sie dabei auch die Signale (d.h. die Pfeile).

3P

- b) Worin unterscheidet sich eine Steuerung von einer Regelung?

1.5 P

- c) Beurteilen Sie die folgende Aussage (3-4 Sätze). Gehen Sie dabei auch auf Unterschiede zwischen Theorie und Praxis ein!

”Stationäre Genauigkeit kann bei vollständiger Kenntnis der Regelstrecke nicht nur mit einer Regelung, sondern auch mit einer Steuerung erreicht werden!”

3.5P

Aufgabe 2: Systembeschreibung

- a) Nennen Sie vier Beschreibungsformen für Systeme in der Regelungstechnik!

2P

- b) Betrachten Sie nun folgende DGL:

$$T\dot{y}(t) + y(t) = k \cdot u$$

wobei $u(t)$ die Eingangsgröße und $y(t)$ die Ausgangsgröße des Systems ist.

Systeme, die durch eine solche DGL beschrieben werden, haben in der Regelungstechnik einen speziellen Namen. Nennen Sie diesen!

1P

- c) Berechnen Sie die Laplace-Übertragungsfunktion für die folgende DGL:

$$\ddot{y} = -2\dot{y} - y + 3\dot{u} + u$$

Hinweis: Der Rechenweg soll erkennbar sein. Angabe der Übertragungsfunktion ohne Rechenweg ist nicht ausreichend!

2P

- d) Zeichnen Sie ein Signalflussbild (Blockdiagramm) für das System mit der DGL aus Aufgabe (e). Verwenden Sie dabei ausschließlich die aus der Vorlesung bekannten Symbole für Integrator, Differentiation, Summation/Differenz und Proportionalverstärkung.

3P

Aufgabe 3: Systemeigenschaften und Stabilität

- a) Stellen Sie sich einen Tank vor, welcher über ein Zuflussrohr und eine Messeinrichtung zur Messung der Füllhöhe verfügt. Nehmen Sie weiterhin an, der Tank habe eine unendlich große Füllkapazität. Der Tank soll nun als regelungstechnisches System betrachtet werden. Eingangsgröße des Systems sei der Durchfluss im Zuflussrohr, Ausgangsgröße die Füllhöhe. Würden Sie das Tanksystem als (i) stabil, (ii) instabil oder (iii) grenzstabil bezeichnen? Begründen Sie Ihre Aussage und erklären Sie dabei auch die BIBO-Stabilitätsdefinition.

2P

- b) Im folgenden sind die Polkonfigurationen von drei Systemen gegeben.
Was können Sie jeweils über die Stabilität der Systeme aussagen?
Begründen Sie jeweils Ihre Aussage (Hinweis: j steht für die imaginäre Zahl)!

System 1 (zeitkont.):

$$s_1 = -2, s_2 = -3$$

System 2 (zeitkont.):

$$s_1 = 0, s_2 = -1$$

System 3 (zeitdisk.):

$$z_1 = 0.2 + 0.1j, z_2 = 0.2 - 0.1j$$

System 4 (zeitkont.):

$$s_1 = 0.2 + 0.1j, s_2 = 0.2 - 0.1j$$

2P

- c) Sind folgende Aussagen wahr oder falsch? (Nur ankreuzen, keine Begründung erforderlich.)

Hinweis zur Bewertung: 0.5P für jedes korrekt gesetzte Kreuz, -0.5P für jedes nicht korrekt gesetzte Kreuz. 0P für nicht angekreuzte Aufgaben. Insgesamt gibt es jedoch keine Negativpunkte für die gesamte Aufgabe.

Aussage	Wahr	Falsch
Das Nyquist-Kriterium wird anhand der Ortskurve des geschlossenen Regelkreises ausgewertet.		
Im Bode-Diagramm des offenen Regelkreises muss eine positive Phasenreserve bestehen, damit der geschlossene Regelkreis stabil ist (bei Rückkopplung mit Verstärkung von 1).		
Das Hurwitz-Kriterium erlaubt keine Stabilitätsaussage für Systeme, deren Ordnung größer als drei ist.		
Der kritische Punkt in der imaginären Ebene, welcher laut Nyquist-Kriterium nicht umlaufen werden darf, liegt bei $-1 \cdot j$ (wobei j die imaginäre Zahl darstellt).		

2P

- d) Gegeben sei ein System, welches durch folgende Übertragungsfunktion beschrieben wird:

$$G(s) = \frac{1}{s^3 + a_2 s^2 + a_1 s + a_0}$$

Stellen Sie für dieses System die Hurwitz-Matrix H auf!

2P

Aufgabe 4: Regler und Reglerentwurf

a) Betrachten Sie folgende Berechnungsvorschrift für einen Regler:

$$u(t) = K_P \left(e(t) + T_V \cdot \frac{d}{dt} e(t) \right)$$

hierbei ist $e(t)$ die Soll-Istwert-Abweichung (Regelfehler) und $u(t)$ die Stellgröße, die durch den Regler ausgegeben wird. Wie nennt man einen Regler dieser Art?

Zeichnen Sie ein Strukturdiagramm (Signalflussplan) dieses Reglers!

3P

- b) Nehmen Sie an, Sie sollen auf einem Microcontroller eine Regelung programmieren. Hierzu müssen Sie eine geeignete Abtastzeit für die digitale Regelung wählen.

Erklären Sie zunächst wie Sie eine *obere Schranke* für die Abtastzeit bestimmen können. (Hinweis: Hier gibt es zwei Kriterien, beide sollen kurz in einem 1-2 Sätzen erklärt werden)

Nennen Sie außerdem zwei Beispiele für technische Limitationen, durch die eine *untere Schranke* für die Abtastzeit gegeben ist.

4P

- c) Sie sollen einen Regler für eine Regelstrecke entwerfen, für die kein mathematisches Modell vorliegt. Sie können die Sprungantwort der Regelstrecke jedoch messen. Welches in der Vorlesung behandelte Verfahren zur Reglerauslegung würden Sie in diesem Fall verwenden? Nennen Sie den Namen des Verfahrens!

1P

Aufgabe 5: Verschiedenes

- a) Sie haben in der Vorlesung das Prinzip der Vorsteuerung kennengelernt. Beschreiben Sie das Prinzip der Vorsteuerung anhand einer Skizze. Nennen Sie dabei auch jeweils einen Vorteil und einen Nachteil, welcher sich bei der Verwendung einer Regelung mit Vorsteuerung ergibt.

3P

- b) Nennen Sie zwei Voraussetzungen, die gegeben sein müssen, damit in einem Regelkreis eine Störgrößenaufschaltung realisiert werden kann.

2P

- c) Geben Sie die Matrixgleichungen an, mit denen ein System in Zustandsraumdarstellung beschrieben wird.

2P

- d) Für eine Zustandsregelung ist die vollständige Kenntnis des Vektors der Zustandsgrößen \underline{x} erforderlich. Wie heißt das Schätzverfahren, das zur Schätzung der Zustandsgrößen verwendet werden kann, wenn diese nicht vollständig messbar sind?

1P