1. Strecke mit P-Regler (28 Punkte)

Ein Regelstrecke besitzt den in der Abbildung gezeigten Signalfluss.



Frage 1.1 (4 Punkte): Differenzialgleichung. Wie lautet die Differenzialgleichung der Strecke?

Frage 1.2 (4 Punkte): Übertragungsfunktion. Wie lautet die Übertragungsfunktion der Strecke?

Frage 1.3 (4 Punkte): Stabilität. Ist die Strecke als System stabil? Untersuchen Sie hierzu die Lage der Polstellen.

Frage 1.4 (4 Punkte): Verhalten im eingeschwungenen Zustand. Auf welchen Wert schwingt die Sprungantwort des Systems ein? Welche Polstelle beeinflusst das Zeitverhalten mass-geblich? Skizzieren Sie den Verlauf der Sprungantwort. Begründen Sie Ihre Aussage.

Frage 1.5 (6 Punkte): P-Regler. Zur Regelung der Strecke soll ein P-Regler eingesetzt werden. Skizzieren Sie den Regelkreis. Berechnen Sie die Übertragungsfunktion der geregelten Strecke.

Frage 1.6 (6 Punkte): Reglerparameter. Als Reglerkonstante wird KP = 1 gewählt. Welche Polstellen besitzt das geregelte System hiermit? Auf welchen Wert schwingt sich die Sprungantwort des geregelten Systems ein? Wie ändert sich das Einschwingverhalten im Vergleich zum ungeregelten Zustand?

1. Zustandsregler (32 Punkte)

Eine Regelstrecke wird durch folgenden Signalfluss beschrieben.



Frage 2.1 (6 Punkte): Zustandsmodell. Wie lauten die Zustandsgleichungen des Systems? Welche Werte besitzt die Zustandsmatrix A, der Eingangsvektor b und der Ausgangs-vektor cT?

Frage 2.2 (4 Punkte): Zustandsregler. Zur Regelung der Strecke soll ein Zustandsregler einge-setzt werden. Skizzieren Sie die Strecke mit dem Zustandsregler.



Frage 2.3 (6 Punkte): Zustandsmodell des geregelten Systems. Wie lauten die Zustands-gleichungen des geregelten Systems? Welche Werte besitzt die Zustandsmatrix AR des geregelten Systems, der Eingangsvektor bR und der Ausgangsvektor cRT. Hinweis: Mit dem Regler errechnet man u(t) = u0(t) - uR(t).

Frage 2.4 (6 Punkte): Wie lautet die Differenzialgleichung des geregelten Systems? Welche Polstellen hat das geregelte System für folgende Reglerparameter: k1=1, k2=0? Welchen Einfluss hat der Regler?

Frage 2.5 (4 Punkte): Berechnen Sie die Übertragungsfunktion des geregelten Systems mit den Reglerparametern aus Aufgabe 2.4. Auf welchen Wert schwingt sich das System ein? Wie hat sich das Zeitverhalten durch den Zustandsregler geändert?

Frage 2.6 (6 Punkte): Vergleich mit P-Regler. Berechnen Sie die Übertragungsfunktion des per Zustandsregler geregelten Systems für den allgemeinen Fall der Reglerparameter k1 und k2. Vergleichen Sie mit der Übertragungsfunktion des mit einem P-Regler geregelten Systems. Welche Unterschiede ergeben sich?

1. Gleichstrommotor als Regelstrecke (20 Punkte)

Folgende Abbildung zeigt einen Simulationslauf des Gleichspannungsmotors. Der Motor ist in diesem Fall die Regelstrecke. Die Zustandsgröße x1(t) entspricht dem Motorstrom, x2(t) der Drehzahl. Als Eingangsgröße dient die Ankerspannung des Motors u(t). In der abgebildeten Simulation sind diese Größen auf die jeweiligen Nennwerte normiert. Als Störgröße wirkt ein Lastmoment ML auf die Strecke ein.



Frage 3.1 (4 Punkte): Lastmoment. Ergänzen Sie den Verlauf des Lastmomentes im Diagramm. Begründen Sie Ihren Verlauf stichwortartig aus dem Verhalten des Motors.

Frage 3.2 (6 Punkte): Zustandsgrößen. Welches ist die Startbedingung der Regelstrecke? Erklären Sie das Verhalten der Regelstrecke zu den Zeitpunkten t1, t2 und t3. Wie sind die negativen Drehzahlen zum Zeitpunkt t3 zu interpretieren? Wird elektrische Leistung aufgenommen oder abgegeben?

Frage 3.3 (4 Punkte): Drehzahlregler. Skizzieren Sie einen Regelkreis mit dem Motor als Regel-strecke und wahlweise einem P-Regler bzw. mit einem Zustandsregler. Hätte ein Zustandsregler Vorteile gegenüber einem P-Regler?

Frage 3.4 (6 Punkte): Simulation der geregelten Strecke. Wie würde sich eine mit Hilfe eines P-Reglers geregelte Strecke bei gleichem Lastprofil wie in Aufgabe 3.1 verhalten? Ergänzen Sie den Verlauf der Stellgröße (Motorspannung) und der beiden Zustands-größen (Motorstrom, Drehzahl) in normierter Darstellung in folgendem Diagramm. Begründen Sie Ihre Skizze.

