1. Systembeschreibung durch Polvorgabe (20 Punkte)

Ein System (Regelstrecke) besitzt die in der Abbildung gezeigten Polstellen s1,2 = -1 ± j.



Frage 1.1 (4 Punkte): Übertragungsfunktion. Wie lautet das Nennerpolynom N(s) der Übertra-gungsfunktion? Wie lautet die Übertragungsfunktion G(s), wenn das Zählerpolynom Z(s) = 2 beträgt?

Frage 1.2 (6 Punkte): Stabilität und Verhalten im eingeschwungenen Zustand. Ist das System stabil? Wenn ja, auf welchen Wert schwingt die Sprungantwort des Systems ein? Skizzieren Sie den Verlauf der Sprungantwort. Begründen Sie Ihre Aussagen.

Frage 1.3 (4 Punkte): Differenzialgleichung. Wie lautet die Differenzialgleichung des Systems für das Eingangssignal u(t) und das Ausgangssignal y(t)?

Frage 1.4 (6 Punkte): Signalfluss. Skizzieren Sie ein Signalflussdiagramm (Blockdiagramm), das die Differenzialgleichung beschreibt. Verwenden Sie folgendes Schema. Welche Rolle spielen die Rückkopplungen im System?



1. Regelkreis (20 Punkte)

Folgende Abbildung zeigt eine Regelstrecke mit der Übertragungsfunktion GS(s) ohne Regelung (links), sowie die gleiche Regelstrecke im Regelkreis mit Regler. Der Regler hat die Übertragungsfunktion GR(s).4



Frage 2.1 (4 Punkte): (1) Wie lautet die Übertragungsfunktion der geregelten Strecke im allge-meinen Fall (mit GS(s) und GR(s))? (2) Wie lautet die Übertragungsfunktion im speziellen Fall, wenn für GR(s) ein P-Regler eingesetzt wird, d.h. GR(s) = KP?

Frage 2.2 (4 Punkte): Für die Strecke sei Gs(s) = b0 / (s2 + a1 s + a0). Welche Übertragungs-funktion ergibt sich für die geregelte Strecke mit dem P-Regler? Welchen Wert nimmt die Sprungantwort h(t) der geregelte Strecke im eingeschwungenen Zustand an (h(t→∞))?

Frage 2.3 (6 Punkte): Für die Regelstrecke gelten folgende Werte: b0 = 2, a1 = 2, a0 = 2. Fragen: (1) Wie lautet die Übertragungsfunktion der geregelten Strecke? (2) Auf welchen Wert schwingt sich die Sprungantwort h(t) für große Reglerkonstanten ein (z.B. Für KP > 10)? (3) Berechnen Sie die Polstellen der Übertragungsfunktion für KP = 10.

Frage 2.4 (6 Punkte): Qualitativer Einfluss der Reglereinstellung. Welchen Einfluss hat die Reglerkonstante KP auf die Strecke im Regelkreis? Beschreiben Sie (1) den Einfluss auf die Stellgröße, (2) den Verlauf der Sprungantwort der geregelten Strecke in Abhängigkeit der Reglerkonstanten KP, (3) die Lage der Pole der Übertragungsfunktion der geregelten Strecke.

1. Drehzahlregelung für einen Motor (40 Punkte)

Ein Gleichstrommotor wird als System mit folgender Differenzialgleichung beschrieben. Hierbei ist ω(t) = 2 π f(t) die Kreisfrequenz zur Drehzahl f(t). Mit ώ(t) = dω / dt ist die Ableitung der Kreisfrequenz bezeichnet. Das Lastmoment ML(t) stellt die Störgröße des Systems dar.



Frage 3.1 (4 Punkte): Berechnen Sie die Übertragungsfunktion des Systems aus der oben angegebenen Differenzialgleichung. Hinweis: Die Störgröße wird nicht berücksichtigt.

Frage 3.2 (4 Punkte): Berechnen Sie die Lage der Polstelle der Übertragungsfunktion. Welchen Einfluss hat das Trägheitsmoment J des Rotors auf die Lage der Polstelle? Welchen Einfluss hat das Trägheitsmoment des Rotors auf die Zeitkonstante des Systems?

Frage 3.3 (6 Punkte): Ein Motor mit Nennspannung UN = 24 V und sonst unbekannten Parame-tern wurde wie folgt vermessen: Einschalten der Klemmenspannung u1(t) = UN im Leer-lauf zum Zeitpunkt Null. Man erhält folgenden Verlauf der Drehzahl f(t). Ermitteln Sie hieraus die Übertragungsfunktion des Motors in der Form G(s) = F(s)/U1(s) = b / (1 + τs).



Frage 3.4 (4 Punkte): Lastmoment. Nehmen Sie an, der Motor hat sich beim Nennmoment auf die Nenndrehzahl eingeschwungen. Welchen Einfluss haben Lastwechsel um diesen Arbeitspunkt auf die Drehzahl des Motors? Welcher mathematische Zusammenhang ergibt sich? Begründen Sie Ihre Aussage mit Hilfe der Differenzialgleichung des Motors.

Frage 3.5 (4 Punkte): Regelkreis im allgemeinen Fall. Skizzieren Sie einen Regelkreis für den Motor. Der Regler hat die Übertragungsfunktion GR(s), der Motor (als Regelstrecke) die Übertragungsfunktion G(s). Welche Übertragungsfunktion hat der Regelkreis? Welche Übertragungs-funktion erhält man, wenn als Regler wird ein P-Regler verwendet wird (GR(s) = KP)?

Frage 3.6 (6 Punkte): P-Regler. Als Regler wird ein P-Regler verwendet (GR(s) = KP). Als Übertragungsfunktion des Motors wird G(s) = b / (1 + τs) verwendet. Welchen Einfluss hat der Regler auf die Zeitkonstante des geregelten Systems? Wie muss die Regler-konstante gewählt werden, damit die Zeitkonstante des geregelten Motors sich im Vergleich zur Zeitkonstante des ungeregelten Motors halbiert?

Frage 3.7 (6 Punkte): Ungeregelter Motor. Folgende Abbildung zeigt einen Simulationslauf des ungeregelten Systems.



Das Diagramm zeigt eine normierte Darstellung des Verlaufs der Störgröße (Last-moment) und der Ausgangsgröße (Drehzahl). Aus welchem Zustand startet das System? Erläutern Sie das Verhalten des Systems zu den in der Abbildung gezeigten Zeitpunkten und zwischen diesen Zeitpunkten.

Frage 3.8 (6 Punkte): Geregelter Motor. Folgende Abbildung zeigt einen Simulationslauf des geregelten Systems. Es wurde ein P-Regler verwendet. Das Diagramm zeigt eine normierte Darstellung des Verlaufs der Störgröße (Lastmoment) und der Ausgangsgröße (Drehzahl). Aus welchem Zustand startet das System? Erläutern Sie das Verhalten des Systems zu den in der Abbildung gezeigten Zeitpunkten und zwischen diesen Zeitpunkten. Skizzieren Sie den Verlauf der Klemmenspannung u1(t) des Motors (der Stellgröße). Hinweis: Verwenden Sie für die Skizze bitte in der Kopie des Diagramms unten auf dem Arbeitsblatt in der normierten Form u1(t)/uN.

