NAME	
VORNAME	
MATRIKEL-NR.	

Aufgabe 1

(je 2 Punkte)

a) Benennen und zeichnen Sie anhand der Funktionsverläufe drei typische Eingangssignale der Systemdynamik/Regelungstechnik.

b) Was ist eine Gewichtsfunktion?

c) Definieren Sie jeweils den Eigenwert eines Systems/einer Systemdarstellung sowie den Pol einer Übertragungsfunktion. Zeigen Sie für den Fall eines Eingrößensystems ohne sog. Pol-/Nullstellenkürzung eventuelle Zusammenhänge auf.

d) Geben Sie das Ein-/Ausgangsverhalten eines PDT_2-Systems in Form einer Differenzialgleichung sowie einer Übertragungsfunktion an.

e) Stellen Sie dar bzw. definieren Sie mathematisch

- die vollständige Zustandsraumdarstellung eines linearen MIMO-Übertragungssystems,
- die entsprechende Übertragungsfunktion eines Systems anhand der Matrizen und Vektoren der Zustandsraumdarstellung sowie
- die Berechnungsvorschriften für die entsprechenden Eigenwerte und -vektoren.

Aufgabe 2

(je 2 Punkte)

a) Ein Übertragungssystem weise ein PIT_3-Übertragungsverhalten auf. Geben Sie die Übertragungsfunktion an und zeichnen Sie die Sprungantwort des Systems.

b) Wie berechnet sich die Dämpfung eines stabilen Eigenwertes aus den Zahlenwerten des Eigenwertes? Für welchen Wertebereich der Dämpfungskonstante treten bei entsprechendem Bewegungsverhalten Schwingungen auf?

c) Welche Informationen sind in einem Fourierspektrum enthalten?

d) Geben Sie die allgemeine Berechnungsvorschrift der Laplacetransformation für eine Funktion $f(t)$ an. Berechnen Sie die Laplacetransformierte der Dirac-Funktion per Hand.

e) Ein Übertragungssystem mit PIT_1-Verhalten werde mit einem Übertragungssystem mit PI-Verhalten als Regler in Gegenkopplung geschaltet. Zeichnen Sie das Blockschaltbild und geben Sie die Gleichung für die Stör- und die Führungsübertragungsfunktion an.

Aufgabe 3

(je 2 Punkte)

a) Die Längsdynamik eines Fahrzeugs werde durch ein PT_1-Übertragungsverhalten mit den Parametern ($K = 1$, $T_1 = 1$) beschrieben. Das typische Verhalten des Fahrers werde durch

$$G_{\text{Mensch}} = \frac{K}{1 + T_1 s} \cdot e^{-T_{t1} s},$$

mit $K = 10$, $T_1 = 1$ und $T_{t1} = 0.6$ beschrieben. Aufgrund einer alkoholbedingten Beeinträchtigung des Reaktionsvermögens ist von einer weiteren Totzeit des Fahrers von $T_{t2} = 1$ auszugehen.

Geben Sie in Form eines Blockschaltbildes das Gesamtübertragungssystem bestehend aus Fahrzeug, Fahrer und weiterer Totzeit an. Zeichnen Sie qualitativ das Bodediagramm des offenen Systems ohne Totzeitelemente und geben Sie hierbei quantitativ die Kenngrößen des Systems an. Welche Größe ist die bezüglich der Stabilität kritische Größe?

b) Geben Sie die Zustandsraumbeschreibung für das System

$$10\ddot{y}(t) + ky(t) = u(t) \tag{3.1}$$

an, wobei y gemessen wird. Bestimmen Sie die Eigenwerte des Systems. Für welche Werte k ist das System asymptotisch stabil?

c) Welche Aussagen erlaubt das Wurzelortskurvenverfahren?

d) Gegeben sei das nachstehende Übertragungssystem

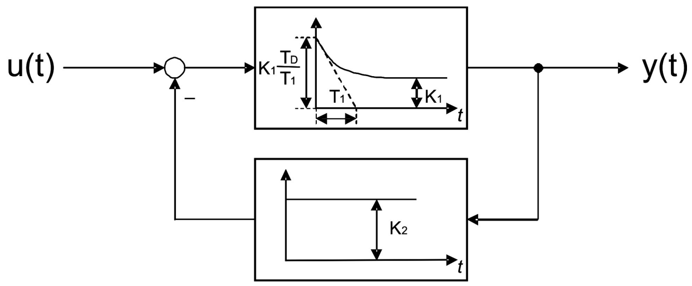

Abbildung 3.1: Blockschaltbild des Systems

mit T_d, T_1, K_1 und $K_2 > 0$.
Ist das System asymptotisch stabil?

e) Gegeben sei das folgende Eingangssignal

$$u(t) = a_0 \sin(2\pi f_0 t + \varphi_0).$$

Die nachfolgenden Ausgangssignale werden gemessen:

1. $y_1(t) = a_1 \sin(2\pi f_0 t + \varphi_0)$,
2. $y_2(t) = a_2 \sin(\pi f_0 t + \varphi_0)$,
3. $y_3(t) = a_3 \cos(2\pi f_0 t - 90°)$.

Bei welchem der drei Fälle liegt ein nichtlineares Verhalten vor?

Aufgabe 4

(15 Punkte)

In Abbildung 4.1 ist ein Blockschaltbild eines elektrischen Motors dargestellt. Die Führungsgröße ist die Spannung V und die Ausgangsgröße die Drehgeschwindigkeit ω. Das Modell besteht aus zwei Übertragungselementen. Der erste Teil $G_1(s) = \frac{K_t}{Ls+R}$ repräsentiert das elektrische Übertragungsverhalten und der zweite Teil $G_2(s) = \frac{1}{Js+b}$ das mechanische Übertragungsverhalten. Die Konstante K_e beschreibt die Spannungskonstante.

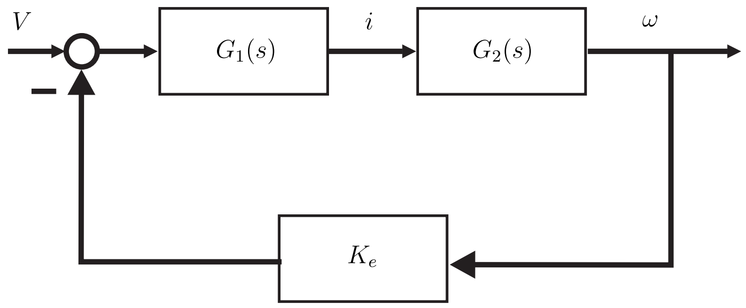

Abbildung 4.1: Blockschaltbild eines elektrischen DC-Motors

a) Geben Sie die Übertragungsfunktion $G_{V\omega}(s) = \frac{\omega}{V}$ an.

b) Gegeben sind folgende Parameter: $K_t = 1$, $L = 1$, $R = 3$, $J = 1$ und $b = 2$. Für welche Werte für K_e wird das System Dauerschwingungen ausführen?

c) Ein PI-Regler mit $T_I = 1$ und $K_I = 1$ wird verwendet, um eine Momentenregelung mit Hilfe der Rückführung des Stroms i zu realisieren (vgl. Abbildung 4.2). Berechnen Sie die Übertragungsfunktion des geschlossenen Systems $G_c(s) = \frac{\omega}{r}$. Nehmen Sie dieselben Werten wie in b) sowie $K_e = 1$ an.

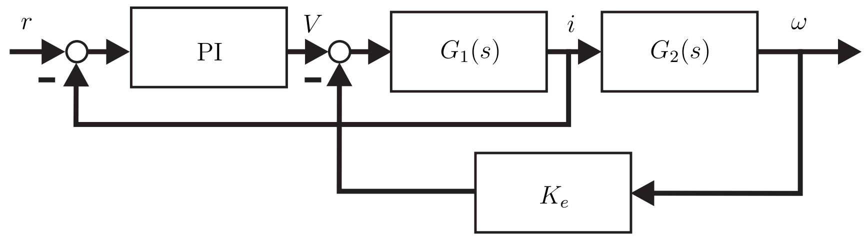

Abbildung 4.2: Blockschaltbild eines elektrischen Motors mit Momentenregelung

d) Bestimmen Sie die Anfangs- und Endwerte des in c) gegebenen Systems für ein sprungförmiges Eingangssignal. Bestimmen Sie die zugehörigen Ausgangsgradienten (Ableitungen). Basierend auf diesen Ergebnissen zeichen Sie die Sprungantwort qualitativ.

Aufgabe 5

(15 Punkte)

Für den dargestellten hydraulischen Zylinder in Abbildung 5.1 ist die Bewegungsgleichung gegeben: $\dot{y} = \frac{q}{A}$.

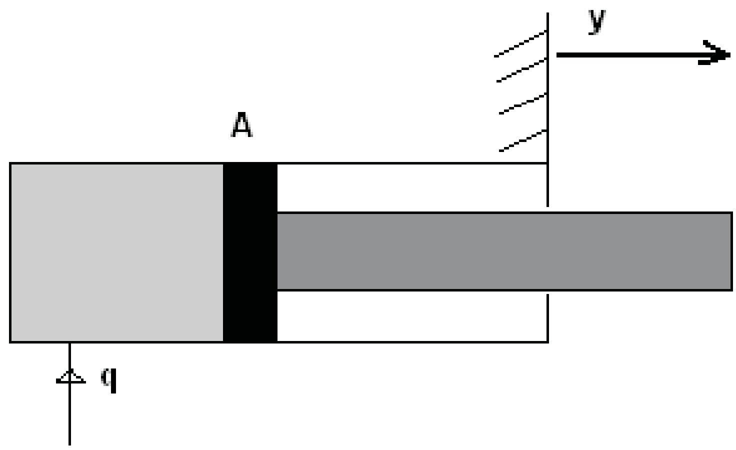

Abbildung 5.1: Modell eines hydraulischen Zylinders

a) Geben Sie die Übertragungsfunktion $G(s) = \frac{Y(s)}{Q(s)}$ an.

b) Das Zylindermodell aus a) soll in Gegen- und Mitkopplung mit einem:

1. PIT_1- Regler mit $T_1 = 1$, $T_\mathrm{I} = 1$ und
2. PDT_1- Regler mit $T_1 = 1$, $T_\mathrm{D} = 2$ geregelt werden.

Zeichnen Sie die Ortskurven der Systeme für die zwei angegebenen Regler. Kann das Systemverhalten asymptotisch stabil werden?

Das neue System ist über die folgende Übertragungsfunktion gegeben:

$$G(s) = \frac{1}{(s^2 + 5s + 6)(s + 1)}.$$

c) Das System soll in Gegenkopplung mit einem P-Regler geregelt werden. Geben Sie den Wertebereich des Reglerparameters an, für den der geschlossene Regelkreis stabil ist.

d) Zeichen Sie das Bode-Diagramm für das Gesamtsystem mit $K_p = 6$.

Aufgabe 6

(40 Punkte)

Für ein Übertragungssystem wurde das nachstehende Bode-Diagramm gemessen (vgl. Abbildung 6.1).

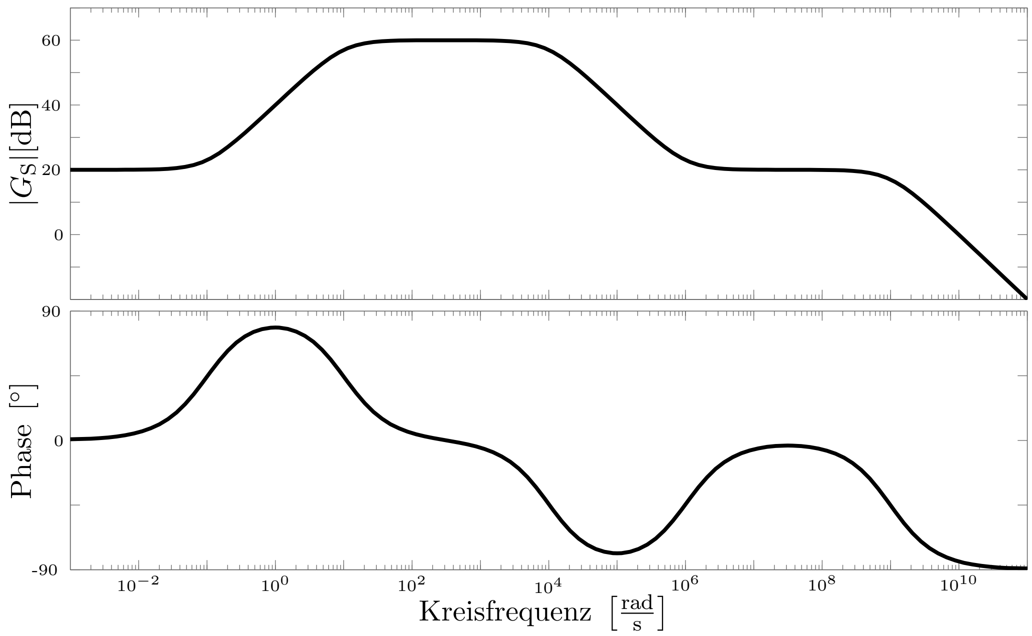

Abbildung 6.1: Bode-Diagramm des Systems

a) Zeichnen Sie die Asymptoten des Amplituden- und Phasenverlaufs in Abbildung 6.1 ein.

b) Geben Sie die Übertragungsfunktion $G_S(s)$ für das in Abbildung 6.1 dargestellte Systemverhalten über die Eckfrequenzen ω_i qualitativ an. Wie groß ist die Gesamtverstärkung K_S?

c) Mittels eines nachzuschaltenden Bandpassfilters soll die Gesamtdynamik nach Abbildung 6.2 (System und Filter) des offenen Kreises eingestellt werden. Geben Sie die Übertragungsfunktion $G_F(s)$ des Filters aus $G_o(s) = G_S(s)G_F(s)$ und die zu wählende Verstärkung K_F des Filters an.

d) Zeichnen Sie den asymptotischen Verlauf des Amplituden- und Phasenganges des Filters in Abbildung 6.3 ein.

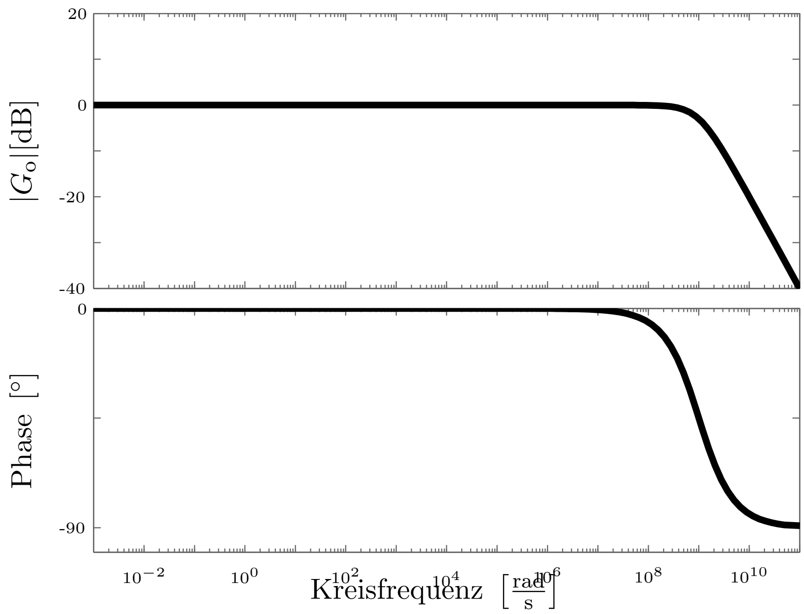

Abbildung 6.2: Bode-Diagramm des Gesamtsystems

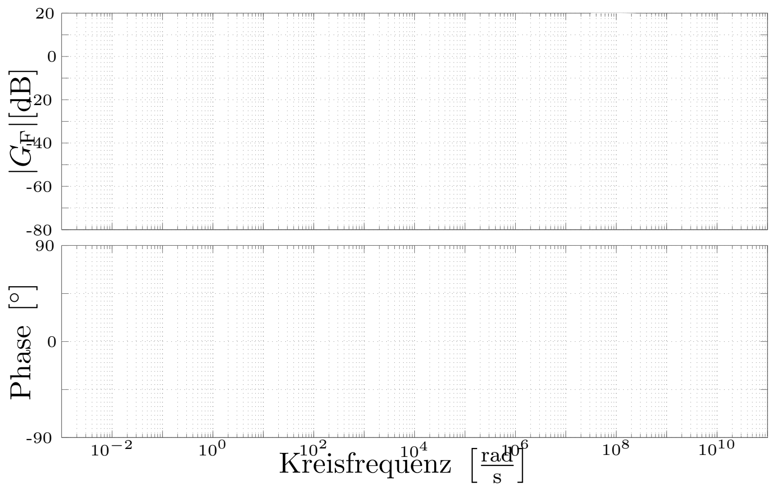

Abbildung 6.3: Bode-Diagramm des Filters (Asymptoten)

Ein neuartiger Hochgeschwindigkeits-Datenanschluss transportiert Telefon-, Fernseh- und Internetdaten über eine Leitung. Die für die jeweilige Anwendung reservierten Frequenzbänder sind gegeben mit:

- Telefon: 1 MHz bis 10 MHz,
- TV: 80 MHz bis 0.7 GHz und
- Internet: 50 GHz bis 150 GHz.

e) Ist das System aus Abbildung 6.2 dazu geeignet, die Telefon- von den Internetdaten so zu trennen, so dass die Internetdaten nur mit maximal 0.1 verstärkt werden? Begründung erforderlich!

f) Wie muss qualitativ (asymptotischer Verlauf der Amplitudenverstärkung) ein Bandpass ausgelegt werden, der TV-Daten mit 0 dB verstärkt (Verstärkung anderer Frequenzbänder: max. -20 dB)? Begründen Sie Ihre Aussage anhand einer Skizze!

g) Übertragen Sie die Ortskurve des in Abbildung 6.4 gegebenen Filters in die Bode-Darstellung in Abbildung 6.5 und kennzeichnen Sie den Phasen- und Amplitudenrand in beiden Darstellungen.

h) Ist das geregelte Filter, dessen ungeregelte offene Übertragungsfunktion $G_{\mathrm{bp}}(s)$ als gemessene Ortskurve in Abbildung 6.4 angegeben ist, im Falle einer Regelung stabil (nach Nyquist)? Kann das Filter instabil werden? Begründung und ggf. Berechnung erforderlich! Kennzeichnen Sie die Amplitudenränder grafisch.

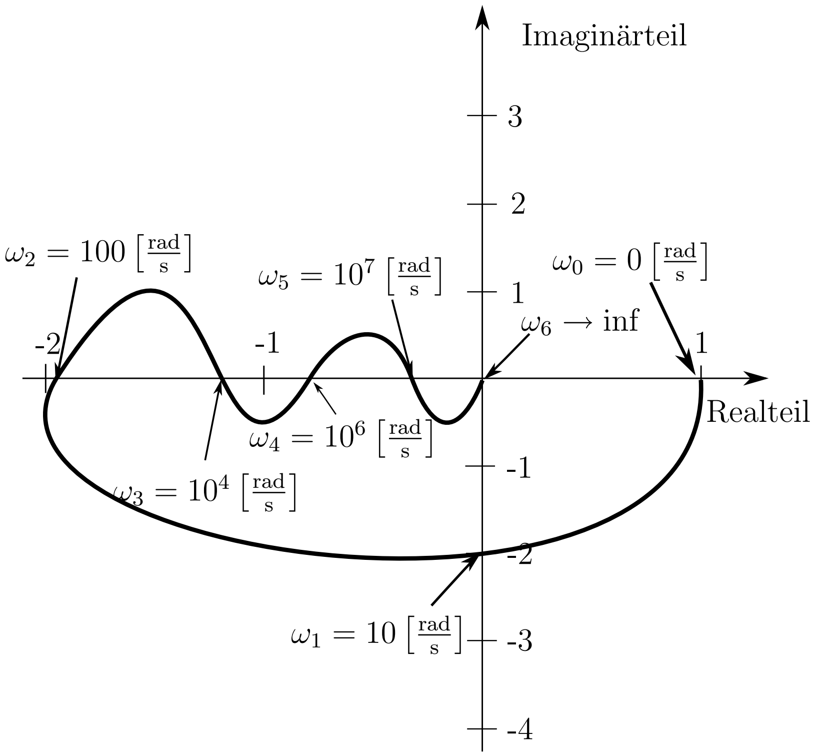

Abbildung 6.4: Ortskurve des ungeregelten Filters

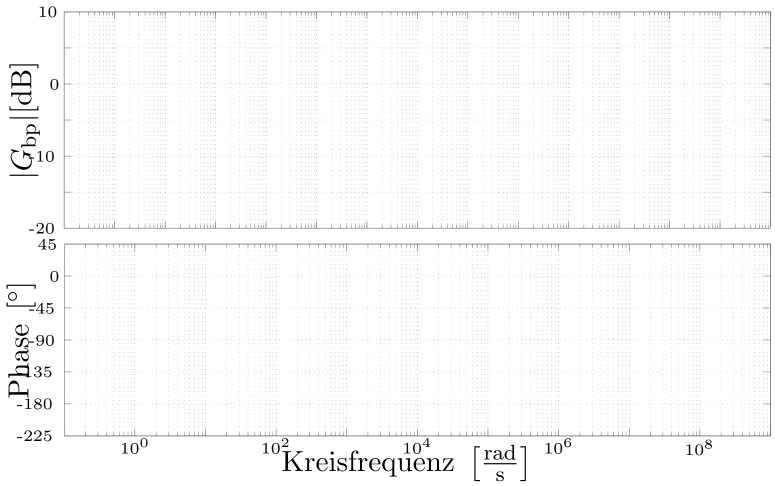

Abbildung 6.5: Bode-Diagramm des Filters

Im Weiteren wird ein neues System betrachtet. Gegeben ist die in Abbildung 6.6 dargestellte Sprungantwort eines offenen Regelkreises.

i) Charakterisieren Sie den Typ des Übertragungsverhaltens und geben Sie die Konstanten (Verstärkung, Zeitkonstanten,...) zahlenmäßig an.

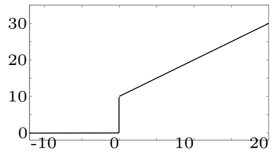

Abbildung 6.6: Sprungantwort

j) Zeichnen Sie das dazugehörige Bode-Diagramm (Abbildung 6.7) und kennzeichnen Sie den Amplituden- und Phasenrand für das Systemverhalten des geschlossenen Regelkreises.

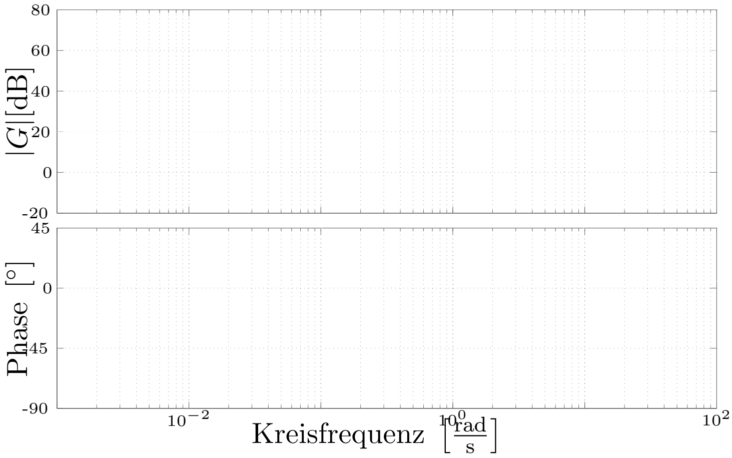

Abbildung 6.7: Bode-Diagramm (Asymptoten)

k) Wie ändern sich die Eckfrequenzen des Systems, wenn die Gesamtsystemverstärkung verdoppelt/halbiert wird? Begründung erforderlich.

l) Wie ändert sich die Dynamik des Systems, wenn ein zusätzliches Totzeitelement nachgeschaltet wird? Begründung erforderlich.

Maximal erreichbare Punktzahl:	**100**
Mindestprozentzahl für die Note 1,0:	**95%**
Mindestprozentzahl für die Note 4,0:	**50%**