

NAME	
VORNAME	
MATRIKEL-NR.	

Aufgabe 1

(je 2 Punkte)

- a) Was ist eine Führungsgröße?
- b) Was ist ein Eingrößenregelungssystem?
- c) Skizzieren Sie die Grundstruktur eines Eingrößenregelungssystems und kennzeichnen Sie die beiden Übertragungssysteme Strecke und Regler, die verbindenden Größen sowie die auf das System und die Umwelt wirkenden Größen!
- d) Geben Sie die Grundstruktur des Bodediagramms an und beschreiben Sie die Achsenbezeichnungen detailliert! Wo wird die Frequenz $\omega = 0$ eingetragen?
- e) Wie wird der für ein System $\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A}\mathbf{x}$ für den stationären Zustand $\dot{\mathbf{x}}_{\mathbf{g}} = \dot{\mathbf{x}}(t \rightarrow \infty) = 0$ sich einstellende Punkt $\mathbf{x}_{\mathbf{g}} = \mathbf{x}(t \rightarrow \infty)$ genannt? Welche Stabilitätsdefinition verwendet in welcher Weise für das genannte System $\mathbf{x}_0 = \mathbf{x}(t \rightarrow 0) \neq 0$, $\mathbf{x}(t \rightarrow \infty) = 0$?

(je 2 Punkte)

- a) Geben Sie für das nachstehend dargestellte Übertragungssystem die Übertragungsfunktion $F(s) = \frac{Y(s)}{U_1(s)}$ (Störübertragungsfunktion) an!

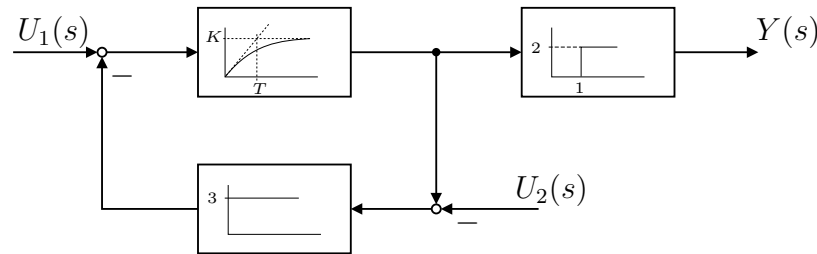


Abbildung 2.1: Blockschaltbild

- b) Bestimmen Sie für das zum Zeitpunkt $t = 0$ energiefreie System (alle Anfangsbedingungen = 0) die das Übertragungsverhalten $u_1, u_2 \rightarrow y$ beschreibende Differenzialgleichung!
- c) Gegeben sei das System $F(s)$ mit

$$F(s) = \frac{K(1 + T_1 s)}{s(1 + T_2 s^2)}.$$

Berechnen Sie die Pol- und Nullstellen von $F(s)$. Für welche Parameter K, T_1, T_2 ist das System asymptotisch stabil im Sinne von Ljapunov?

- d) Das Übertragungsverhalten eines Systems sei durch die in Abbildung 2.2 dargestellte Wurzelortskurve von $F_0(s)$ beschrieben. Ist der geschlossene Regelkreis für $K_1 > K_2$ stabil? Begründen Sie Ihre Antwort!
- e) Durch die Übertragungsfunktion des Reglers $F_R(s)$ werden die Polstelle P_1 sowie die Nullstellenlage N_1 des Systems in d) beeinflusst. Welche Empfehlung zur Stabilisierung des Regelkreises können Sie bzgl. der Regler-Koeffizienten aussprechen? Welche Bedingung müsste zur Stabilisierung erfüllbar sein bzgl. K_1, K_2 ?

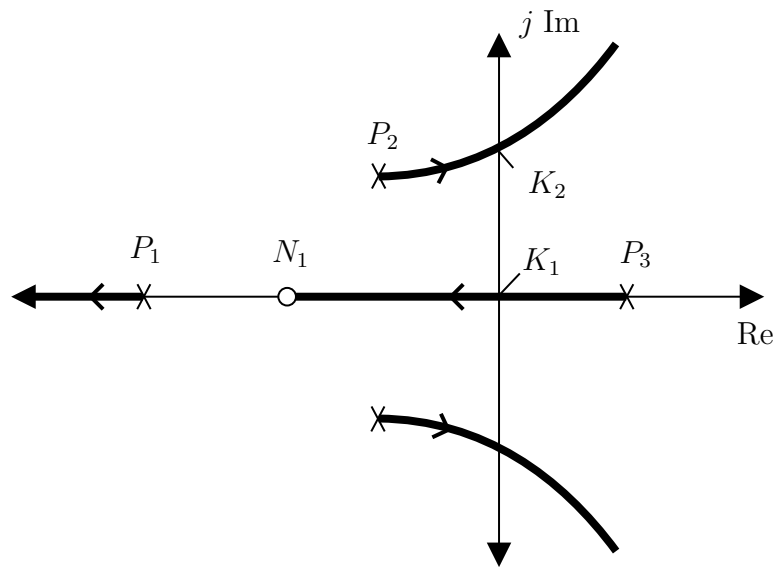
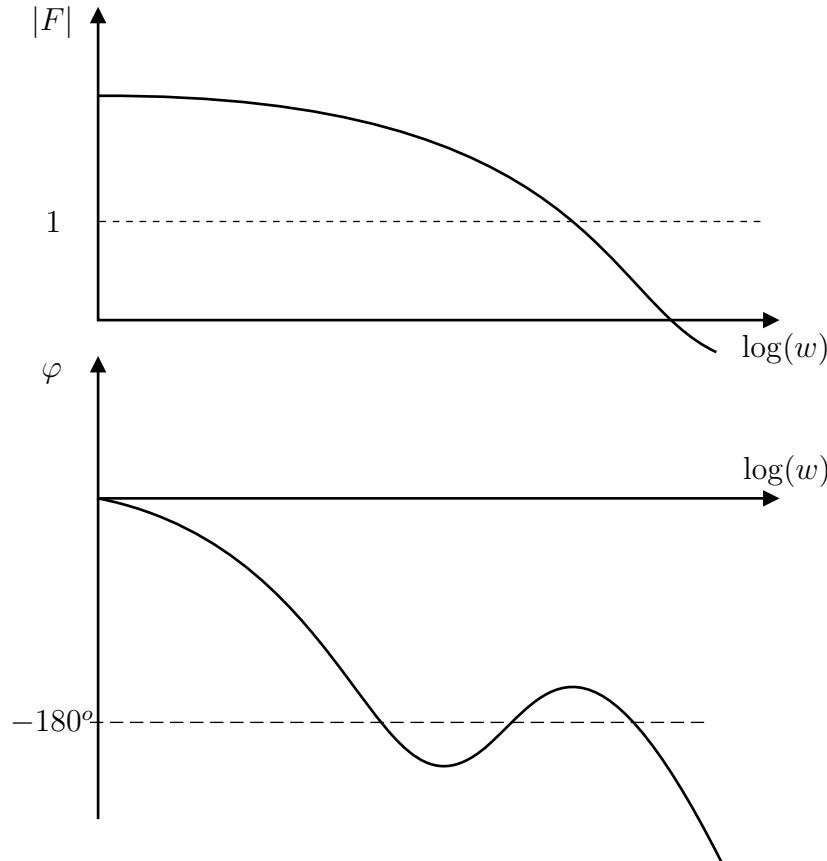


Abbildung 2.2: Wurzelortskurve

Aufgabe 3

(10 Punkte)

- a) Kennzeichnen Sie die Phasendurchtrittsfrequenzen sowie die Amplitudendurchtrittsfrequenz in der nachfolgenden Darstellung des Übertragungsverhaltens eines dynamischen Systems. Zeichnen Sie qualitativ die zugehörige Ortskurve.

**Abbildung 3.1:** Bodediagramm eines Übertragungselementes

- b) Zeichnen Sie im Bodediagramm sowie in der Ortskurve die Verstärkungsmöglichkeiten bis zu den Stabilitätsgrenzen sowie die Phasenreserve ein. Überlegen Sie für die Verstärkungen eine Fallunterscheidung und stellen Sie Ihre Überlegungen grafisch dar. Ist das betrachtete System stabil? Begründen Sie Ihre Antwort!
- c) Gegeben sei das Übertragungsverhalten eines zu regelnden Systems mit

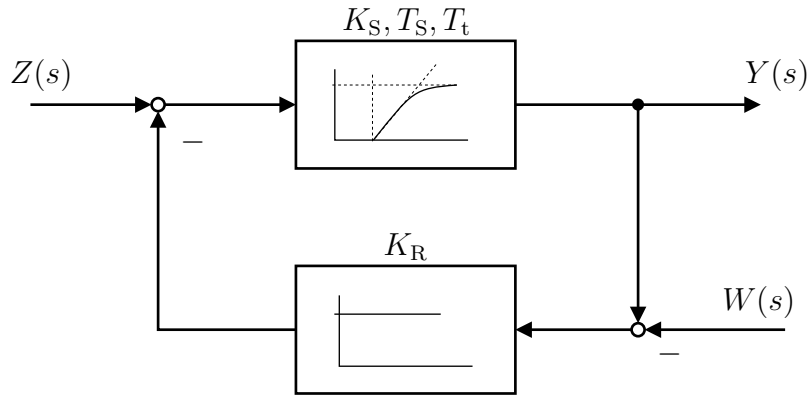
$$T_1\ddot{y} + T_2\dot{y} + T_3y = K_1u + K_2\dot{u} .$$

Geben Sie die Übertragungsfunktion für das energiefreie System (Anfangsbedingungen = 0) an! Für welche Parameter $K_1, K_2, T_1, T_2, T_3 > 0$ weist das System stabiles Verhalten auf?

- d) Es gelte $T_1 = 1, T_2 = 2, T_3 = 0$. Ist das System aus c) nun stabil? Lässt sich mit Hilfe einer Rückführung (Gegenkopplung) mit P-Verhalten das System stabilisieren? Geben Sie die Werte für den Reglerkoeffizienten an, für die ein stabiles Systemverhalten vorliegt!
- e) Zeichnen Sie für das System in d) qualitativ alle prinzipiell möglichen Fälle der zugehörigen Wurzelortskurve!

Aufgabe 4

(15 Punkte)

Gegeben sei das grafisch abgebildete System mit $K_S = 1$, $T_S = 1$ s, $T_t = 1$ s.**Abbildung 4.1:** Regelkreis

- Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion $F_S(s)$ der Strecke!
- Am Regler wird der Wert $K_R = 1$ eingestellt. Zeichnen Sie für das offene System qualitativ das Bodediagramm.
- Bestimmen Sie die Amplituden- und Phasenreserve! Die Bestimmung der Phasendurchtrittsfrequenz kann durch Einsetzen (Ausprobieren) erfolgen und ist auf eine Stelle nach dem Komma genau zu bestimmen.
- Statt des P-Reglers wird ein I-Regler eingesetzt. Bestimmen Sie T_I so, dass sich eine Phasenreserve von $+45^\circ$ ergibt. Wie groß sind jetzt der Amplitudenrand und die Phasendurchtrittsfrequenz? Die Bestimmung der Frequenzen kann durch Einsetzen (Ausprobieren) erfolgen und ist auf eine Stelle nach dem Komma genau zu bestimmen.
- Zeichnen Sie qualitativ die Ortskurve für das System aus d) und tragen Sie die Verstärkungsmöglichkeit bis zur Stabilitätsgrenze (einen Amplitudenrand) ein.
- Kann T_I aus Aufgabenteil d) so festgelegt werden, dass sich eine Phasenreserve von 180° ergibt? Begründen Sie Ihre Antwort.

Aufgabe 5

(15 Punkte)

a) Geben Sie die Übertragungsfunktion $F(s) = \frac{Y(s)}{U(s)}$ des abgebildeten Systems an.

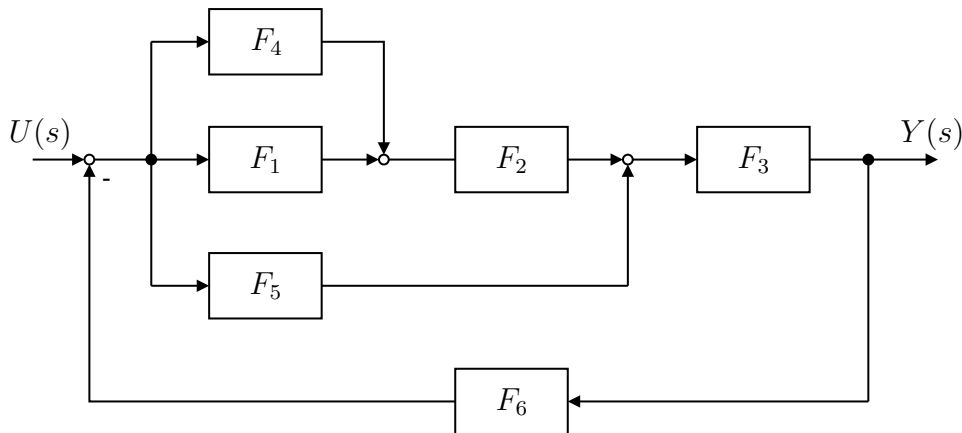


Abbildung 5.1: Blockschaltbild

b) Berechnen Sie mit

$$F_1 = K_1, F_2 = \frac{K_D s}{1 + T s}, F_3 = \frac{K_I}{s}, F_4 = K_4,$$

$$F_5 = \frac{K_5}{1 + T s}, F_6 = K_6, K_5 = K_1 + K_4$$

die Übertragungsfunktion $F(s)$ und stellen Sie diese in der Form

$$F(s) = K \frac{1 + b_1 s}{1 + a_1 s + a_2 s^2}$$

dar!

c) Ermitteln Sie die zu $F(s)$ korrespondierende Differenzialgleichung (alle Anfangsbedingungen =0)!

d) Berechnen Sie für

$$u = \begin{cases} 1(t) & \text{für } t \geq 0 \\ 0 & \text{für } t < 0 \end{cases}$$

den Anfangs- und Endwert der Übergangsfunktion $h(t)$!

(40 Punkte)

Gegeben sei das folgende Blockschaltbild eines Gleichstromantriebes mit den Parametern $T_1 = 1 \text{ s}$, $K_1 = 20$, $T_1 = 10 \text{ ms}$, $K_2 = 5$, $T_2 = 2 \text{ ms}$, die im Folgenden zu verwenden sind.

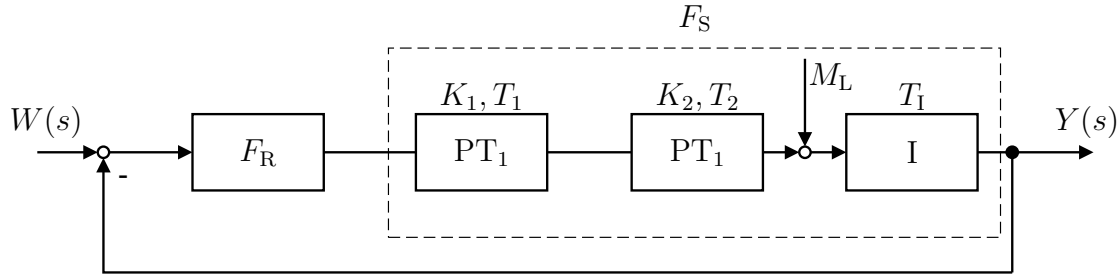


Abbildung 6.1: Blockschaltbild eines Gleichstromantriebes

- a) Geben Sie das Übertragungsverhalten der Strecke $F_S(s)$ an ($M_L = 0$) und berechnen Sie die Pol- und Nulstellen!
- b) Als Regler F_R für das System in a) wird ein Element mit P-Übertragungsverhalten mit $K_R = 2$ eingesetzt. Bestimmen Sie aus der in Abbildung 6.2 gegebenen Ortskurve des offenen Systems die Amplitudenreserve A_R und die Phasenreserve ϕ_R sowie die zugehörigen Frequenzen.

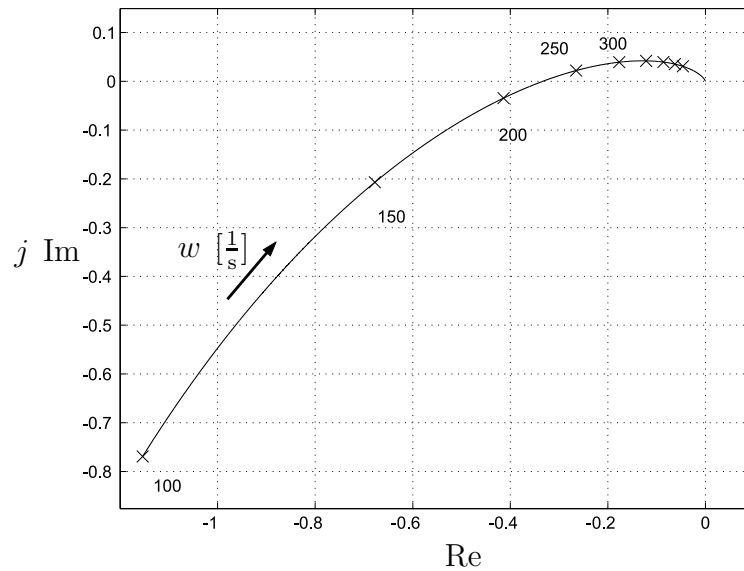


Abbildung 6.2: Ortskurve des offenen Systems

- c) Zeichnen Sie qualitativ das Bodediagramm des in a) bis b) gegebenen Systems und kennzeichnen Sie hierin die Amplitudenreserve A_R und die Phasenreserve ϕ_R sowie die zugehörigen Frequenzen.
- d) Die Strecke F_S aus a) soll nun mit einem Element mit PDT₁ Übertragungsverhalten mit $T_D = 10$ ms, $T = 1$ ms und K in Gegenkopplung geregelt werden. Geben Sie die Übertragungsfunktion für den Regler an. Skizzieren Sie qualitativ die Wurzelortskurve für das Gesamtsystem und zeichnen Sie K_{krit} ein!
- e) Berechnen Sie K_{krit} (Hinweis: Sie können - müssen aber nicht- die Phasendurchtrittsfrequenz $w_c = 707,107 \frac{1}{s}$ zur Lösung der Aufgabe verwenden).

Maximal erreichbare Punktzahl:	100
Mindestpunktzahl für die Note 1,0:	95
Mindestpunktzahl für die Note 4,0:	50