

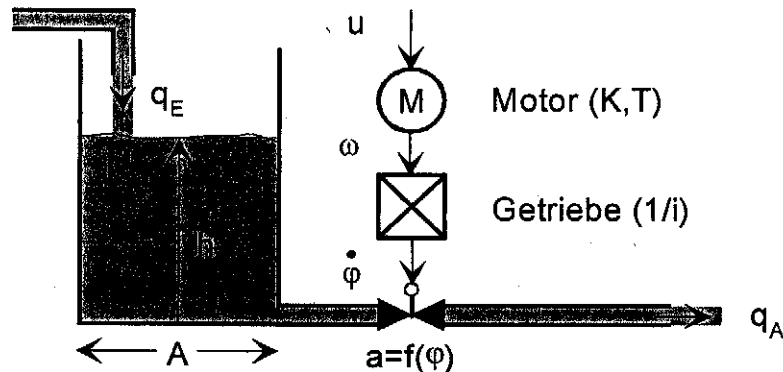


Vorlesung „Regelungstechnik“

Übungsblatt 2

Übungsaufgabe 2.1

Gegeben sei die in der folgenden Abbildung gezeigte Durchflußregelstrecke; mit ihr soll der Volumenstrom  $q_A(t)$  möglichst unabhängig vom Zufluß  $q_E(t)$  über ein Ventil eingestellt werden. Die Ventilverstellung erfolgt dabei über einen Motor mit nachgeschaltetem Getriebe.

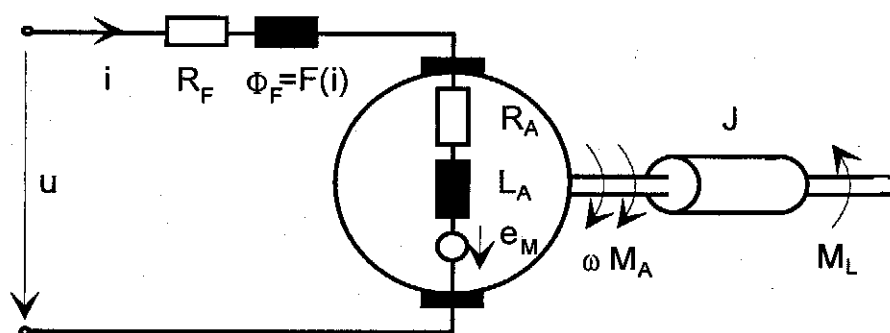


Der Motor verhalte sich wie ein P-T<sub>1</sub>-System mit der Verstärkung K und der Zeitkonstante T. Das Getriebe besitze die Übersetzung 1/i und für den effektiven Ventilquerschnitt gelte der nichtlineare Zusammenhang  $a=f(\phi)$ . Alle Anfangswerte sind zu Null anzunehmen.

- Ermitteln Sie die Gleichungen, die zwischen den zeitveränderlichen Systemgrößen bestehen.
- Erstellen Sie das zur obigen Anordnung gehörende Strukturbild, das den Zusammenhang zwischen der Eingangsspannung  $u(t)$  und dem interessierenden Durchfluß  $q_A(t)$  beschreibt.

Übungsaufgabe 2.2

Gegeben sei der nachfolgend gezeigte Reihenschluß-Gleichstrommotor, der z.B. bei Straßenbahnantrieben verwendet wird.



Der Feldfluß sei durch die nichtlineare Magnetisierungskennlinie  $\Phi_F=F(i)$  gegeben. Alle Anfangswerte sind zu Null anzunehmen.

- Ermitteln Sie die Gleichungen, die zwischen den zeitveränderlichen Systemgrößen bestehen.
- Erstellen Sie das zur obigen Anordnung gehörende Strukturbild, das den Zusammenhang zwischen der Eingangsspannung  $u(t)$  und der interessierenden Winkelgeschwindigkeit  $\omega(t)$  beschreibt. (Das gesuchte Strukturbild soll keine Differenzierglieder enthalten.)



## Übungsaufgabe 2.1:

## 2. Schritt: Laplace-Transformation der linearen Übertragungsglieder und Ordnen

$$q_A(t) = \text{Ausgangsgröße}$$

$$\textcircled{1} q_A(t) = a(t) v(t)$$

$$\textcircled{2} \quad a(t) = f(\varphi(t))$$

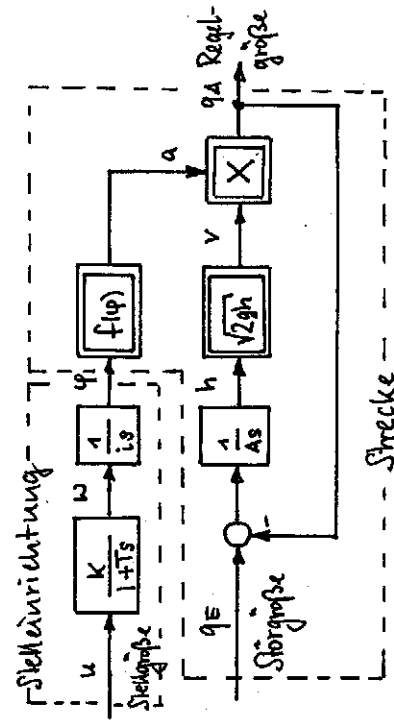
$$\textcircled{3} \quad \varphi(s) = \frac{1}{s} \omega(s)$$

$$\textcircled{4} \quad w(s) = \frac{k}{1+Ts} \quad \begin{matrix} u(s) \\ \uparrow \\ \text{Steuergro\ss\ss e} \end{matrix}$$

⑤  $v(t) = \sqrt{2gh(t)}$

⑥  $h(s) = \frac{1}{As} (q_E(s) - q_A(s))$

↑                      ↑  
Rückführung      Störgröße


$$= \text{Regelstrecke} + \text{Strecke}$$



Übungsaufgabe 2.2

1. Schritt: Physikalische Gesetze

- Mechanik

$$J \dot{\omega}(t) = M_A(t) - M_L(t)$$

- Motormoment

$$M_A(t) = c \Phi_F(t) i(t)$$

nichtlinear

- Feldfluß

$$\Phi_F(t) = F(i(t))$$

nichtlinear

- Maschengleichung

$$u(t) = R_F i(t) + \dot{\Phi}_F(t) + R_A i(t) + L_A \frac{d}{dt} i(t) + e_H(t)$$

- induzierte Spg

$$e_H(t) = c \Phi_F(t) \omega(t)$$

nichtlinear



2. Schritt: Gleichungen ordnen und auflösen; hier direkt im Zeitbereich

$\omega$  = Ausgangsgröße

$$\textcircled{1} \quad \omega(t) = \frac{1}{J} \int_0^t (M_A(\tau) - M_L(\tau)) d\tau$$

$\uparrow$  Störgröße

$$\textcircled{2} \quad M_A(t) = c \Phi_F(t) i(t)$$

$$\textcircled{3} \quad \Phi_F(t) = F(i(t))$$

$$\textcircled{4} \quad \Phi_F(t) + L_A \dot{i}(t) = \int_0^t (u(\tau) - (R_A + R_F) i(\tau) - e_H(\tau)) d\tau$$

$$\Rightarrow i(t) = \frac{1}{L_A} \int_0^t (u(\tau) - (R_A + R_F) i(\tau) - e_H(\tau)) d\tau - \frac{1}{L_A} \Phi_F(t)$$

$\uparrow$  Stellgröße

$$\textcircled{5} \quad e_H(t) = c \Phi_F(t) \omega(t)$$

3. Schritt:

