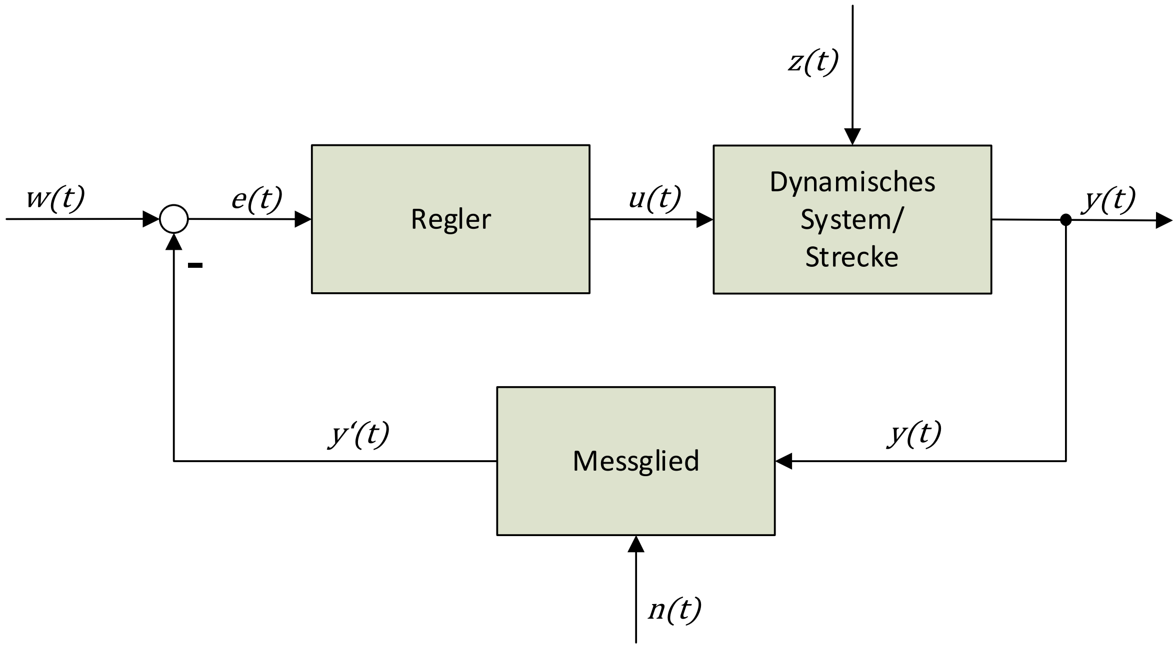
2.Übungsblatt zur Vorlesung „Steuer- und Regelungstechnik“

Begriffe, Modellbildung, Blockschaltbild, Zustandsraum

Aufgabe 2.1: Begriffe der Regelungstechnik



Ausgangsgröße $\boldsymbol{y(t)}$: *Ausgangssignal* der Regelstrecke, das durch geeignete Wahl von $u(t)$ in gewünschter Weise beeinflusst werden soll. Auch *Aufgabengröße* oder – in Regelkreisen – *Regelgröße* genannt.

Stellgröße $\boldsymbol{u(t)}$: *Eingangssignal(e)* in die Regelstrecke und *Ausgangssignal(e)* des Reglers, das die *gezielte* Beeinflussung der Strecke und damit der Regelgröße erlaubt.

Störgröße $\boldsymbol{z(t)}$: Jede auf eine Regelung einwirkende Größe, die die beabsichtigte Beeinflussung der Regelung behindert.

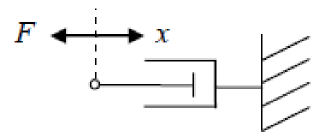
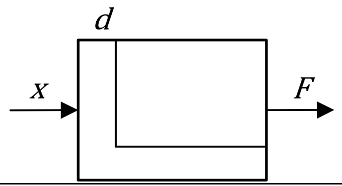
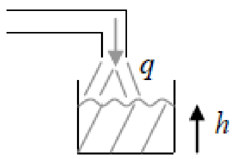
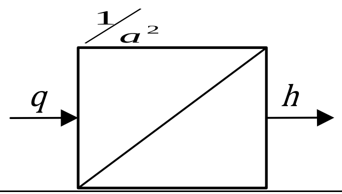
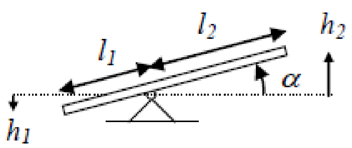
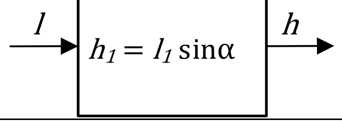
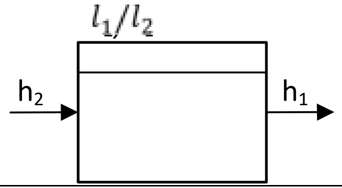
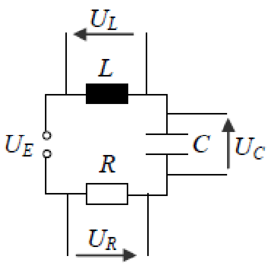
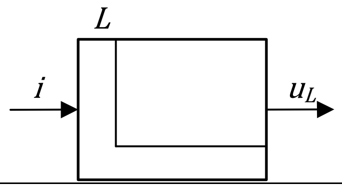
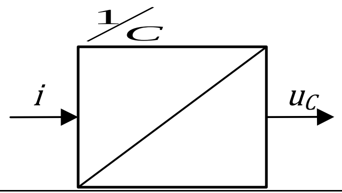
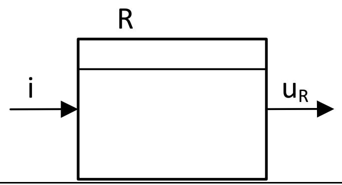
Führungsgröße $\boldsymbol{w(t)}$: Dem Regelkreis von außen *gezielt* vorgegebenes Signal, dem die Regelgröße $y(t)$ folgen soll.

Regelabweichung $\boldsymbol{e(t)}$: Differenz der Führungsgröße und der (gemessenen oder geschätzten) Regelgröße, genannt *Soll-Istwert-Vergleich*.

Regler: Einrichtung, die aus der Regelabweichung das Stellsignal generiert, so dass y möglichst w folgt.

Messglied: erfasst die Regelgröße y mittels eines Sensors und erzeugt ein zu y (möglichst) äquivalentes Signal y' (gegen den Einfluss von Messabweichungen $n(t)$).

Aufgabe 2.2: Elementare Übetragungsglieder

System	Ein-gang	Aus-gang	Elem. Glied	Schaltblock
	x	F	D-Glied	
	q	h	I-Glied	
	α	h_1	Kennlinien-glied	
	h_2	h_1	P-Glied	
	i	U_L	D-Glied	
	i	U_C	I-Glied	
	i	U_R	P-Glied	

Aufgabe 2.3: Elektrisch angetriebenes Fahrzeug

2.3.1. Modellierung des Gleichstrommotors

Gesucht: Differentialgleichung für $u_e(t) \rightarrow M_M(t)$
Die Maschenregel liefert:

$$u_e = L_a \frac{di}{dt} + R_a i + k\omega$$

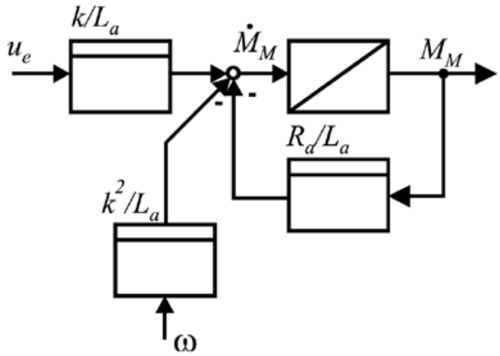
Es folgt:

$$\frac{di}{dt} + \frac{R_a}{L_a} i = -\frac{k}{L_a}\omega + \frac{1}{L_a} u_e$$

Bzw. mit $i = \frac{M_M}{k}$ und $\frac{di}{dt} = \frac{\dot{M}_M}{k}$ (siehe Aufgabenstellung)

$$\dot{M}_M + \frac{R_a}{L_a} M_M = -\frac{k^2}{L_a}\omega + \frac{k}{L_a} u_e$$

Blockschaltbild:



2.3.2. Modellierung von Getriebe und Fahrdynamik

Gesucht: Differentialgleichung für $M_M(t) \rightarrow v(t)$

(1) Getriebe:

$$M_G = \text{Ü} M_M$$

(2) Kraftübertragung auf die Straße:

$$F = \frac{M_G}{d/2}$$

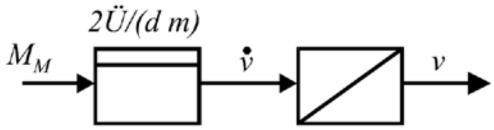
(3) Dynamik der Fahrzeugmasse:

$$F = m\dot{v}$$

(1) in (2) in (3)

$$\dot{v} = \frac{2\text{Ü}}{d\,m} M_M$$

Blockschaltbild:



2.3.3. Zusammenfügen der Teilmodelle und Einbetten in einen Regelkreis

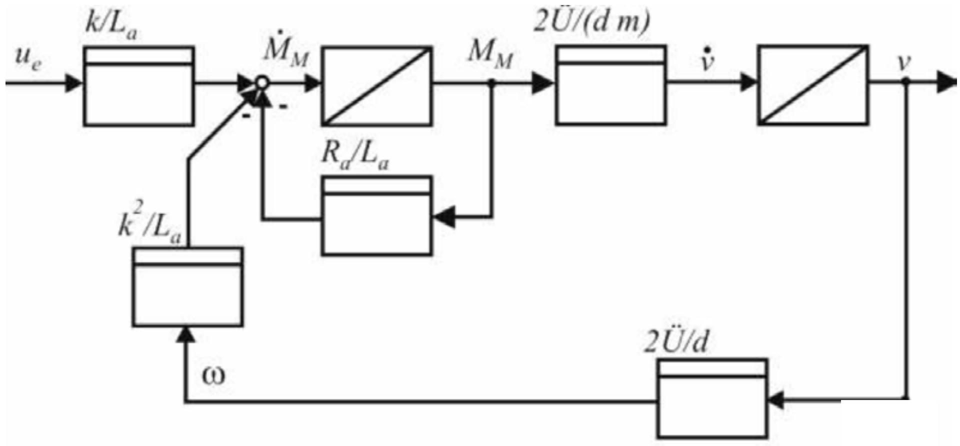
a) Strukturbild Strecke

Berechnung der Raddrehzahl:

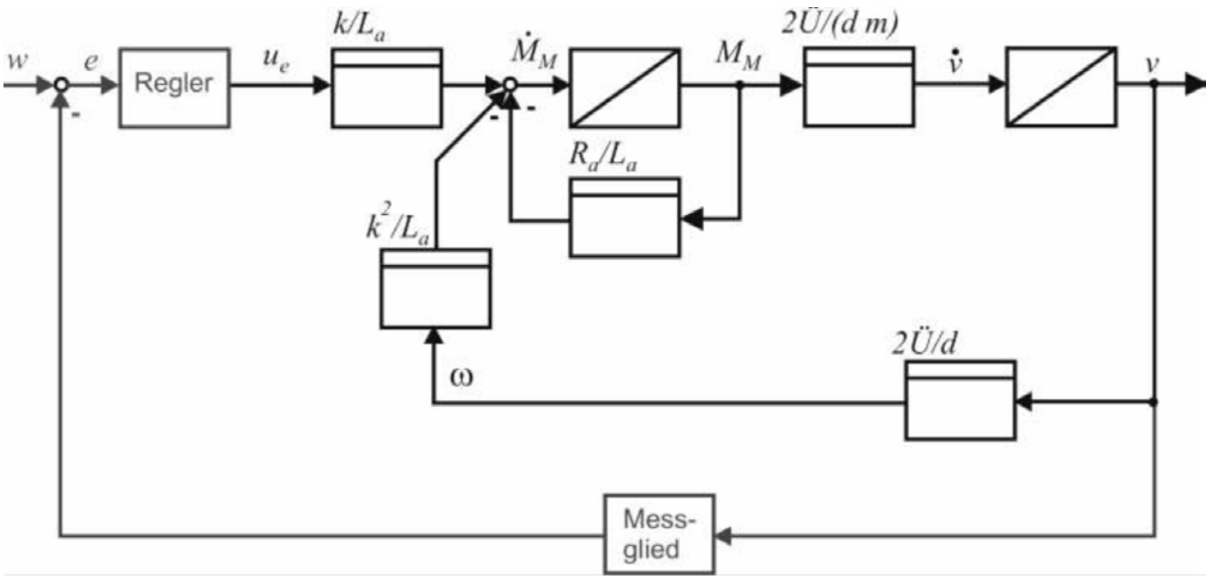
$$\omega_R = \frac{v}{d/2}$$

Umrechnung auf Motordrehzahl

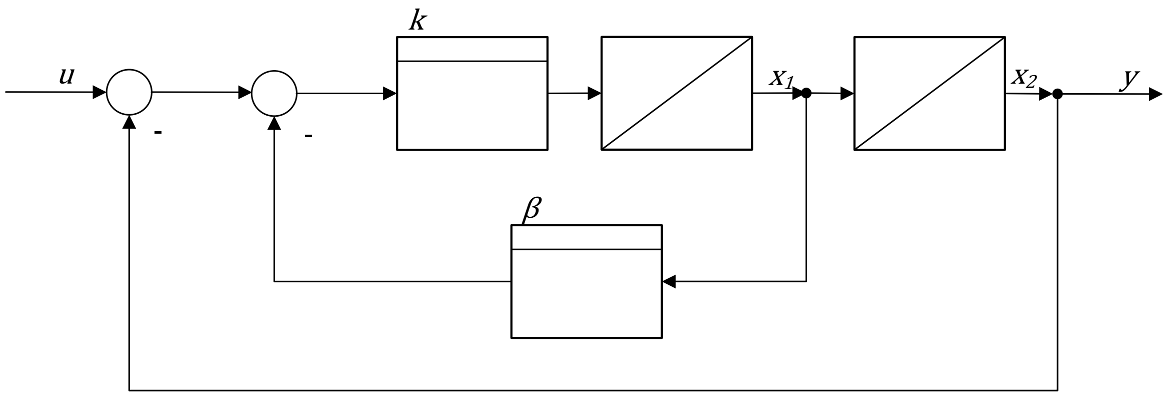
$$\omega = \text{Ü}\omega_R = \frac{2\text{Ü}}{d}$$



b) Strukturbild Regelkreis



2.4 Zustandsraum



Gesucht: Zustandsraumdarstellung in der Form

$$\dot{\boldsymbol{x}} = \boldsymbol{A}\boldsymbol{x} + \boldsymbol{b}u$$
$$y = \boldsymbol{c}\boldsymbol{x}$$

2 Integrierglieder → Systemordnung 2 → 2 Zustände x_1, x_2
Aufstellen der Gleichungen vor Integriergliedern:

$$\dot{x}_2 = x_1 \tag{1}$$
$$\dot{x}_1 = k \cdot (-\beta x_1 + (u - x_2)) \tag{2}$$

Mit der Ausgangsgleichung

$$y = x_2$$

Ergibt sich die Zustandsraumdarstellung bzgl. $\boldsymbol{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -k\beta & -k \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} u$$

$$y = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

Jede lineare gewöhnliche Differentialgleichung beliebiger Ordnung lässt sich in diese Form bringen. Viele technische Systeme können damit modelliert werden. Deshalb ist diese Darstellung linearer Systeme Grundlage für moderne Methoden in der Regelungstechnik.

$$l_1/l_2$$