



2. Übung zur Vorlesung Steuer- und Regelungstechnik

GRUNDLAGEN DER MODELLIERUNG, BLOCKSCHALTBIKD

21. JANUAR 2019

Modellbildung: (Übung 1 – 4)

- Mathematische Modellierung technischer Systeme
- Differentialgleichungen, Blockschaltbilder
- Linearisierung nichtlinearer Probleme
- (Laplace-Transformation)

Analyse: (Übung 5 – 8)

- Laplace-Transformation
- Blockschaltbild-Algebra
- Charakterisierung und Bestimmung von Systemeigenschaften
- Stabilität

Reglerentwurf: (Übung 9 – 10)

- künstliche Stabilisierung instabiler Systeme
- Beeinflussung von Systemeigenschaften
- Aufprägen von gewünschtem Verhalten

Aufgabe 2.1.



Definieren Sie folgende Begriffe in Bezug auf die Regelungstechnik:

Strecke

Messglied

Ausgangsgröße $y(t)$

Regelabweichung $e(t)$

Stellgröße $u(t)$

Regler

Führungsgröße $w(t)$

Störgröße $z(t)$

Aufgabe 2.1.



~~Strecke~~

~~Ausgangsgröße $y(t)$~~

~~Stellgröße $u(t)$~~

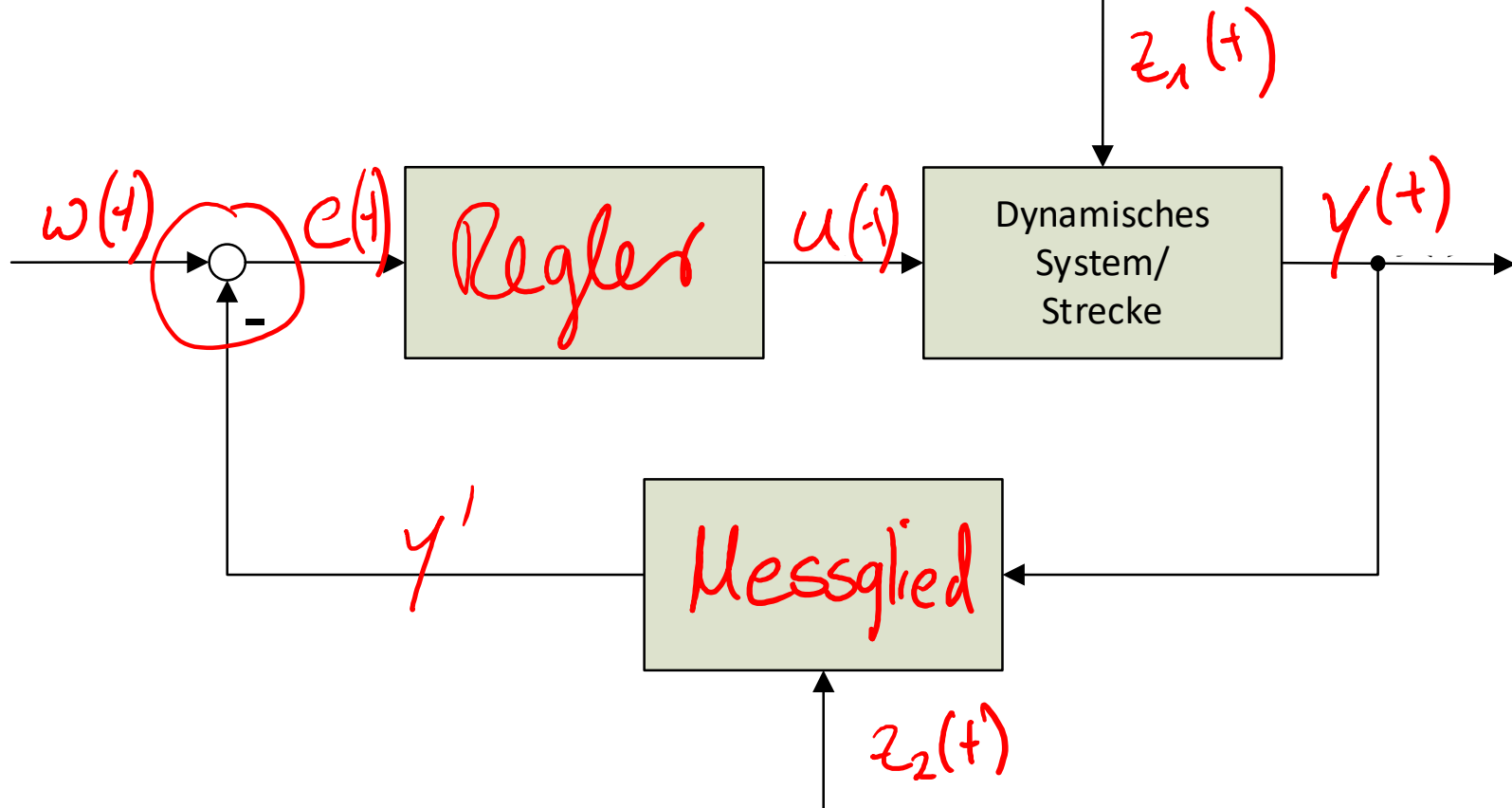
~~Führungsgröße $w(t)$~~

~~Messglied~~

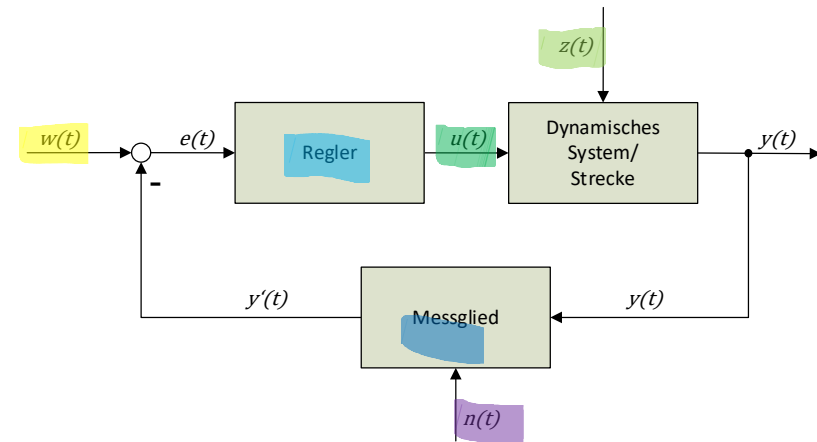
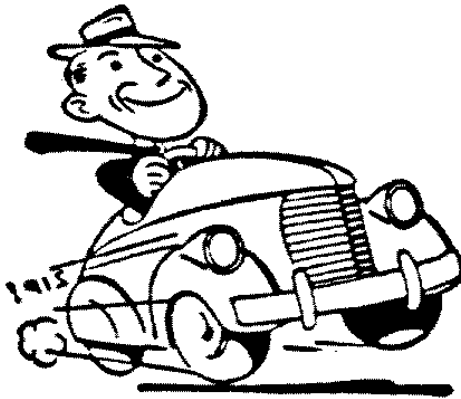
~~Regelabweichung $e(t)$~~

~~Regler~~

Störgröße $z(t)$



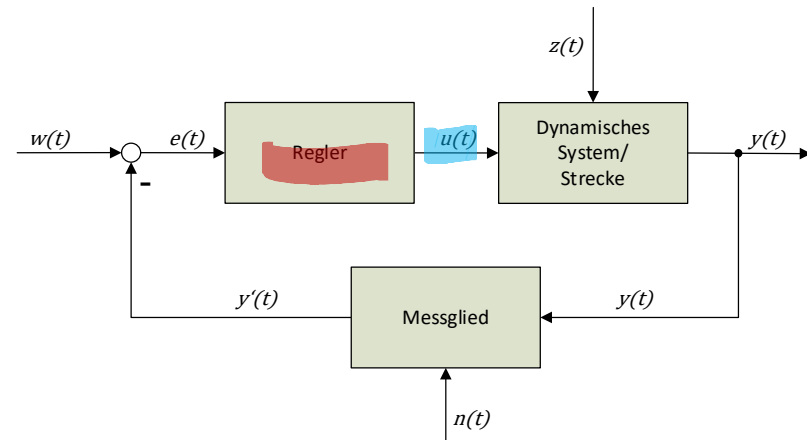
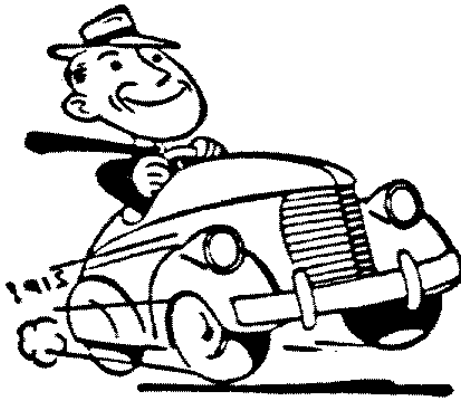
Aufgabe 2.1.



Prof. Svaricek möchte mit seinem Auto eine **konstante Geschwindigkeit** von 50km/h fahren. Die **leichte Steigung der Straße** bemerkt er zunächst nicht. Nachdem der Tacho nur 45km/h anzeigt, drückt er das **Gaspedal** etwas weiter durch. Die Geschwindigkeit wird im **Steuergerät** mit Hilfe des Signals des **Drehzahlsensors** der Räder berechnet. Dabei ist der tatsächliche **Raddurchmesser** nur näherungsweise bekannt.

Ordnen Sie die geschilderte Situation in den Standardregelkreis ein.

Aufgabe 2.1.



Prof. Svaricek möchte mit seinem Auto eine konstante Geschwindigkeit von 50km/h fahren und stellt diese in seinem **Tempomaten** ein. Der Tempomat versucht durch **Vorgabe eines Motormoments** die gewünschte Geschwindigkeit zu halten. Die leichte Steigung der Straße kann vom Fahrzeug nicht erfasst werden. Die Geschwindigkeit wird im Steuergerät mit Hilfe des Signals des Drehzahlsensors der Räder berechnet. Dabei ist der tatsächliche Raddurchmesser nur näherungsweise bekannt.

Ordnen Sie die geschilderte Situation in den Standardregelkreis ein.

Aufgabe 2.1.



Elementare Übertragungsglieder stellen grundlegende **mathematische Beziehungen** zwischen **zwei Signalen** dar. Je nach Definition des Ein- und Ausgangssignal kann ein System unterschiedlichen Übertragungsgliedern entsprechen.

Aufgabe: Ordnen Sie den folgenden Beispielen ein elementares Übertragungsglied zu und zeichnen Sie jeweils den dazugehörigen Block ein.

Aufgabe 2.2



Skizze	Ein- gang	Aus- gang
	x	F
	q	h

$F = d \dot{x}$
 D-Glied

$h = \frac{1}{a^2} \int_{t_0}^t q(t) dt + \frac{1}{a^2} V_0$

$V = a^2 \cdot h(t) = \int q(t) dt + V_0$

Aufgabe 2.2.



Skizze	Ein-gang	Aus-gang
	α	h_1
	h_2	h_1
	i	U_L
	i	U_C
	i	U_R

a) $h_1 = l_1 \sin \alpha$



b) $h_1 = l_1 \frac{h_2}{l_2} = \left(\frac{l_1}{l_2}\right) h_2 \Rightarrow K$

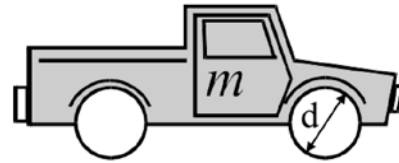


a) $u_L = L \frac{d}{dt}(i) \rightarrow D\text{-Glied}$

b) $u_C = \frac{1}{C} \int i dt \rightarrow I\text{-Glied}$

c) $u_R = R \cdot i \rightarrow P\text{-Glied}$

Aufgabe 2.3.



Für ein Fahrzeug soll eine Geschwindigkeitsregelung entworfen werden. Hierzu ist in dieser Aufgabe eine mathematische Modellbildung des Fahrzeugs (also der zu regelnden Strecke) durchzuführen.

Die grobe Struktur der Dynamik des Fahrzeugs und seines Antriebs ist folgendermaßen gegeben:



- mit
- u_e : Eingangsspannung des Motors
 - M_M : Vom Motor geliefert Drehmoment
 - M_G : Moment nach der Übersetzung durch das Getriebe
 - v : Geschwindigkeit des Fahrzeugs.

Aufgabe 2.3.

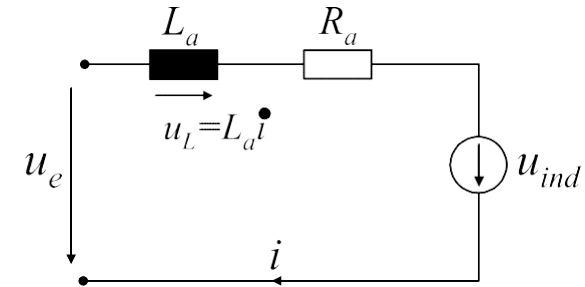


Ersatzschaltbild für das elektrische Verhalten des Gleichstrommotors:

L_a :	Ankerinduktivität
R_a :	Ankerwiderstand
U_{ind} :	induzierte Gegenspannung

Es gilt: $U_{ind} = k \omega$, mit $k = konst.$

ω : Winkelgeschwindigkeit der Motorachse



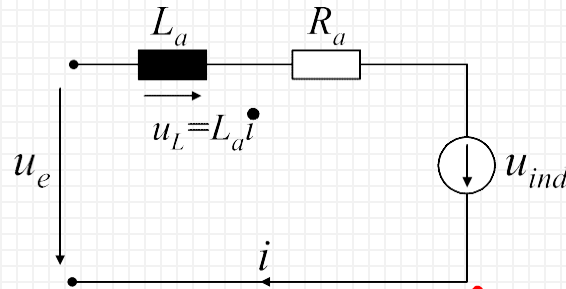
Das letztendlich vom Motor erzeugte Drehmoment wird mit $M_M = k \cdot i$ aus dem Stromfluss i berechnet.

Bestimmen Sie eine Differentialgleichung zur Beschreibung des Motors. Die Ausgangsgröße sei hierbei das Motormoment M_M , die Eingangsgröße ist die anliegende Spannung u_e und zunächst auch die Winkelgeschwindigkeit ω .

Aufgabe 2.3.



Ges. DGL $u_e \rightarrow \dot{M}_M$



$$u_e = u_L + u_R + u_{ind} = L_a \frac{di}{dt} + R_a i + k \omega$$

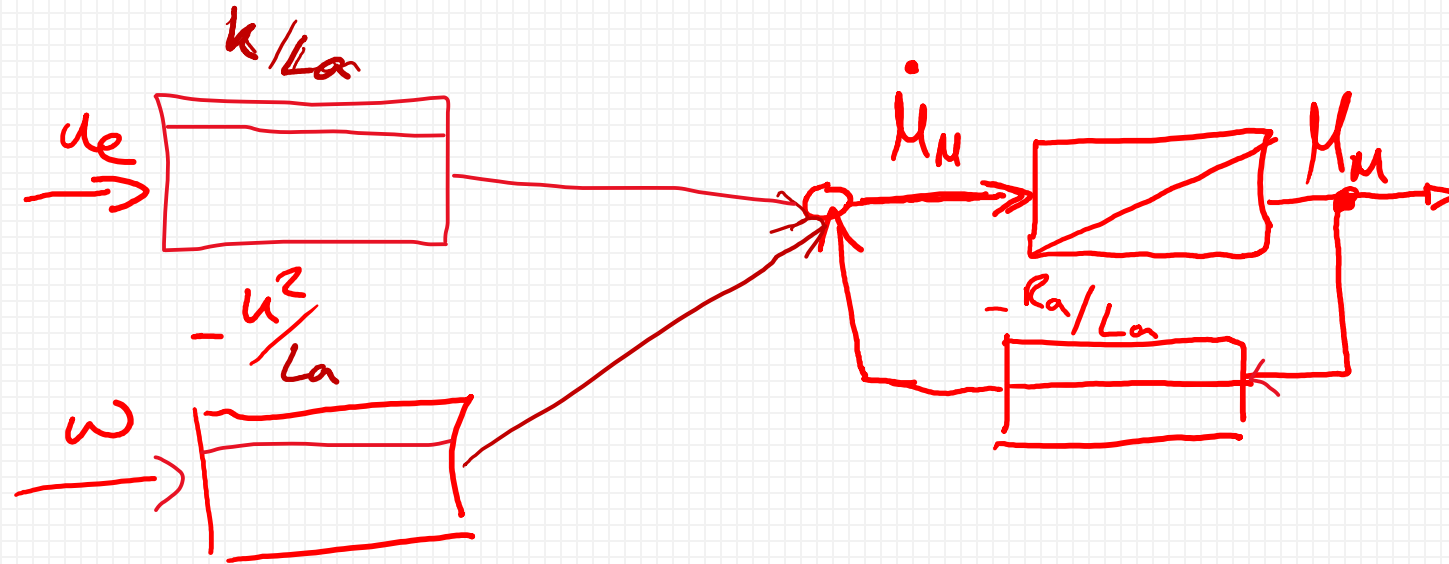
$$\rightarrow \frac{di}{dt} + \frac{R_a}{L_a} i = -\frac{k}{L_a} \omega + \frac{1}{L_a} u_e$$

$$i = \frac{M_M}{k}, \quad \frac{di}{dt} = \frac{\dot{M}_M}{k}$$

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

Aufgabe 2.4.

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



Aufgabe 2.3.



Getriebe: Das Getriebe übersetzt das vom Motor erzeugte Drehmoment mit dem Verhältnis \ddot{U} nach der Formel nach der Formel

$$M_G = \ddot{U} M_M$$

Das Moment M_G wird direkt auf die Achsen der Antriebsräder übertragen.

Fzg-Dyn.: Das Modellfahrzeug hat die Masse m und den Raddurchmesser d . Elastizitäten, Reibungseinflüsse sowie die Trägheitsmomente der Räder sollen vernachlässigt werden. Die Räder rollen ideal ab.

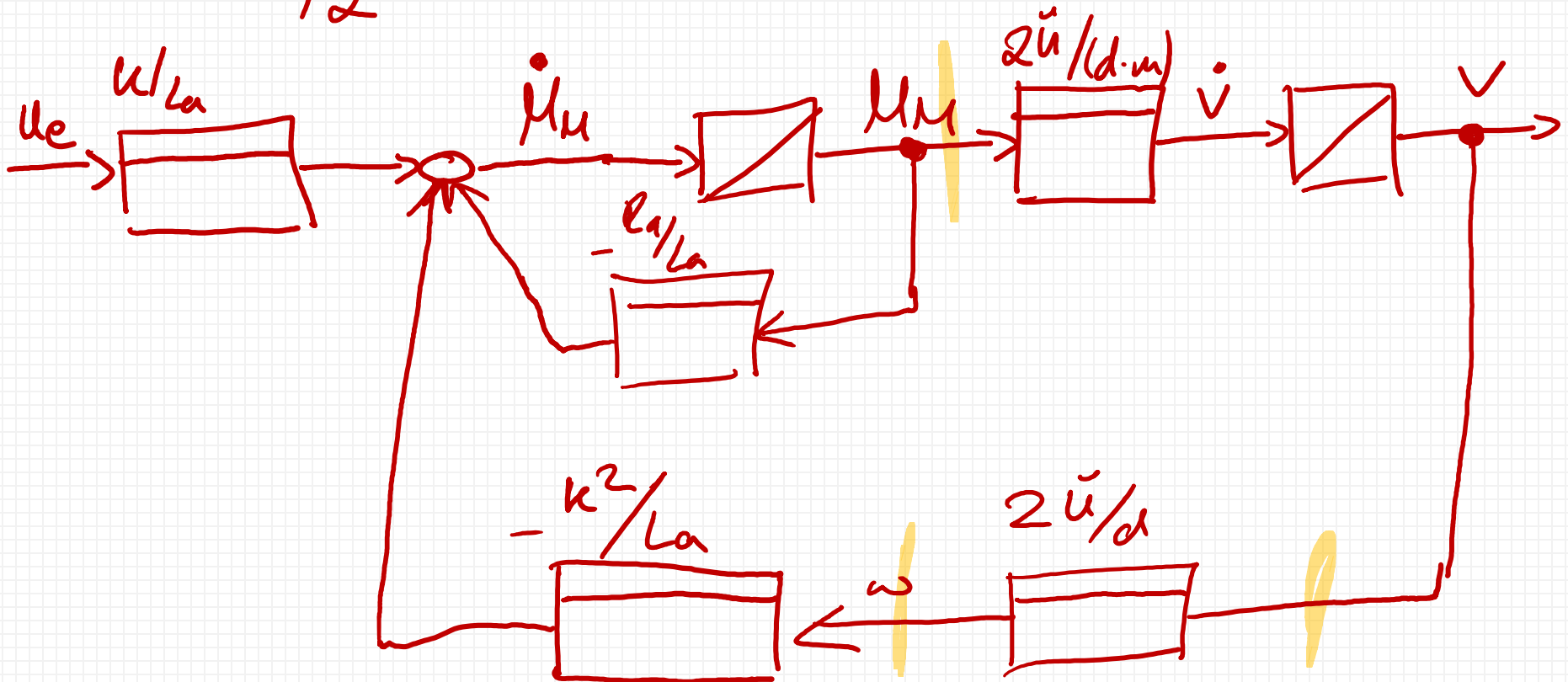
Aufgabe: Bestimmen Sie wiederum die Differentialgleichung des Teilsystems (diesmal zwischen Motormoment M_M und Fahrzeuggeschwindigkeit v) und zeichnen Sie das zugehörige Strukturbild.

Aufgabe 2.3.



Zusammenführen der Teilmodelle

$$\omega_R = \frac{v}{d/2} \rightarrow \omega = \ddot{u} \omega_R = \frac{2}{d} \ddot{u} v$$



Aufgabe 2.3.



Einbetten in den Regelkreis

Stellgröße u_e , Regelgröße v , Regler und die Messeinrichtung
allgemeine Blöcke („Regler“ bzw. „Messeinrichtung“)

