

2. Übungsblatt zur Vorlesung „Steuer- und Regelungstechnik“

Begriffe, Modellbildung, Blockschaltbild, Zustandsraum

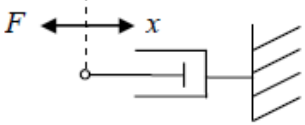
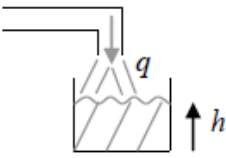
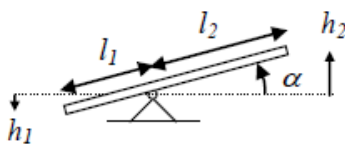
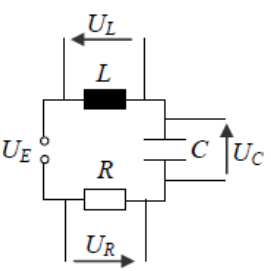
Aufgabe 2.1 Begriffe der Regelungstechnik

Definieren Sie die Begriffe **Stellgröße**, **Störgröße**, **Ausgangsgröße**, **Führungsgröße**, **Regelabweichung**, **Strecke**, **Regler** und **Messglied**

Aufgabe 2.2 Elementare Übertragungsglieder

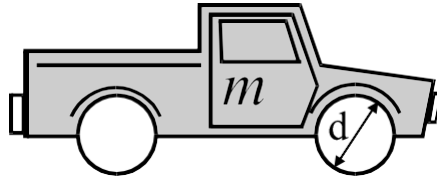
Elementare Übertragungsglieder stellen grundlegende mathematische Beziehungen zwischen zwei Signalen dar. Je nach Definition des Ein- und Ausgangssignal kann ein System unterschiedlichen Übertragungsgliedern entsprechen.

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

Skizze	Ein-gang	Aus-gang	Erläuterung	Elem. Glied	Schalt-block
	x	F	Lineares Dämpferelement mit Dämpfungskonstante d, Auslenkung x und Dämpfungskraft F		
	q	h	Schüttgut wird mit dem Volumenstrom q(t) in einen quadratischen Behälter mit der Seitenlänge a gefüllt		
	alpha	h1	Asymmetrisch gelagerte Wippe		
	h2	h1			
	i	UL	Elektrischer Schaltkreis mit Spule (L), Kondensator (C) und Ohm'scher Widerstand (R); an den Bauelementen werden je die Teilspannungen abgegriffen		
	i	UC			
	i	UR			

Aufgabe 2.3 Elektrisch angetriebenes Fahrzeug

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

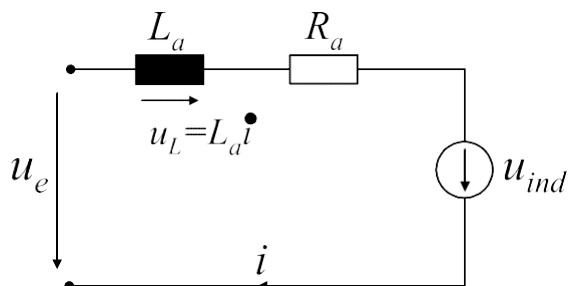


mit

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

1.3.1. Modellierung des Gleichstrommotors

Ersatzschaltbild für das elektrische Verhalten des Gleichstrommotors:



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

Es gilt: $U_{ind} = k\omega$

mit $k = \text{konst.}$

ω : Winkelgeschwindigkeit der Motorachse

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

Anmerkung: Die in die Berechnungsformel für U_{ind} eingehende Winkelgeschwindigkeit ω ergibt sich erst aus dem Teilmodell der Fahrzeugdynamik. Da dieses erst im nachfolgenden Aufgabenteil bestimmt wird, ist ω vorerst wie eine unabhängige Eingangsgröße zu behandeln.

Aufgabe: 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 . Skizzieren Sie außerdem das zugehörige Strukturbild.

2.3.2. Modellierung von Getriebe und Fahrdynamik

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

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

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.

2.3.3. Zusammenfügen der Teilmodelle und Einbetten in einen Regelkreis

a) Strukturbild Strecke

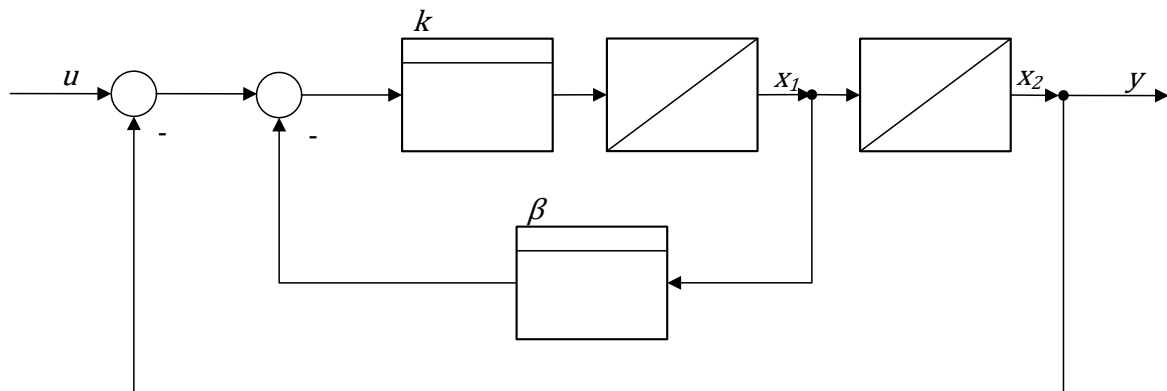
Setzen Sie die beiden bisher bestimmten Teilmodelle in einem einzigen Strukturbild zusammen. Tragen Sie nun auch die, für das Motormodell benötigte, Rückführung der Drehzahl ω aus der Fahrzeugdynamik ein.

a) Strukturbild Regelkreis

Fassen Sie das erhaltene Gesamtsystem (Regelstrecke) zu einem geschlossenen Regelkreis mit der Stellgröße u_e und der Regelgröße v zusammen. Den Regler und die Messeinrichtung können Sie dabei einfach als allgemeine Blöcke („Regler“ bzw. „Messeinrichtung“) eintragen.

2.4 Zustandsraum

Gegeben ist das folgende Blockschaltbild:



Geben Sie die Zustandsraumdarstellung in der Form

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{Ax} + \mathbf{bu}$$

$$y = \mathbf{cx}$$

an und verwenden Sie dabei die Zustandsgrößen aus dem Blockschaltbild.