

1. Übung, 18. Januar 2021

Thema: Systemmodellierung, lineare und nichtlineare Systeme, Blockschaltbilder

Aufgabe 1. Feder-Masse-Dämpfer System

Gegeben ist das in Abb. 1 dargestellte System mit der Masse m , einem linearen Dämpfer mit

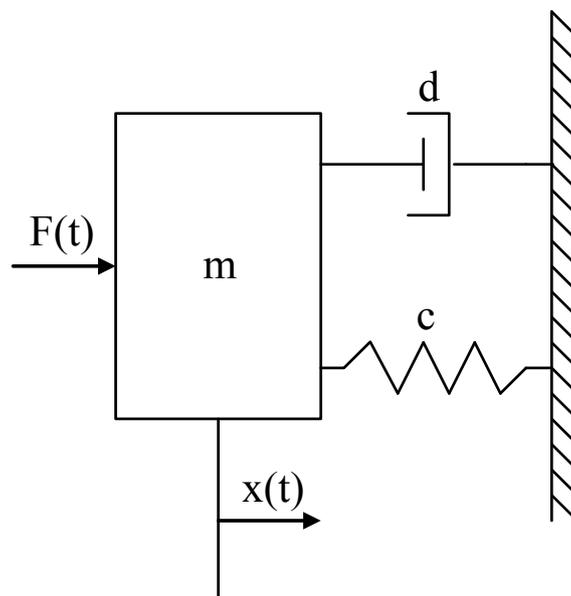


Abbildung 1: Feder-Masse-Dämpfer System

der Dämpferkonstante d und einer linearen Feder mit der Steifigkeit c . Das System wird von einer zeitabhängigen Kraft $F(t)$ angeregt.

Aufgaben

- Bestimmen Sie die Differentialgleichung, welche die Bewegung der Masse m in x -Richtung des dargestellten Systems in Abhängigkeit der angreifenden Kraft $F(t)$ beschreibt.
- Ist das erhaltene System linear?

Aufgabe 2. Elektrisches Fahrzeug

Der Antriebsstrang eines elektrischen Fahrzeugs soll modelliert werden. Die vereinfachte Struktur des Antriebsstrangs ist in Abb. 2 dargestellt. Hierbei bezeichnet u_e die Eingangsspannung



Abbildung 2: Struktur des Antriebsstrangs

des Gleichstrommotors, die Größe M_M bezeichnet das Drehmoment des Motors und M_G bezeichnet das Moment nach der Übersetzung durch das Getriebe. Mit v wird die Geschwindigkeit des Fahrzeugs bezeichnet. Des Weiteren wird der Gleichstrommotor durch das in Abb. 3 dargestellte Ersatzschaltbild beschrieben. Mit L_a und R_a wird die Ankerinduktivität und der Ankerwider-

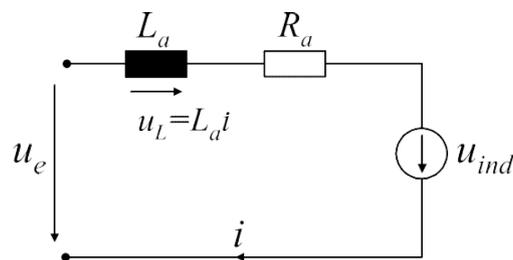


Abbildung 3: Ersatzschaltbild des Gleichstrommotors

stand bezeichnet. Die Größe $u_{ind} = k \cdot \omega$ bezeichnet die durch die Winkelgeschwindigkeit ω der Motorachse erzeugte induzierte Gegenspannung. Das Motormoment ergibt sich durch $M_M = k \cdot i$.

Das Getriebe übersetzt das vom Motor erzeugte Drehmoment mit dem Verhältnis U nach der Formel $M_G = U \cdot M_M$, wobei das Moment M_G direkt auf die Antriebsachse übertragen wird. Das Fahrzeug selbst besitzt die Masse m und einen Raddurchmesser d , wobei die Räder ideal abrollen. Elastizitäten, Reibungseinflüsse sowie die Trägheitsmomente der Räder können vernachlässigt werden.

Aufgaben

- Bestimmen Sie mit Hilfe von Abb. 3 eine Differentialgleichung, die die Dynamik des Elektromotors beschreibt und stellen Sie diese Differentialgleichung in Form eines Blockschaltbildes dar. Behandeln Sie die Winkelgeschwindigkeit ω zunächst als zusätzliche unabhängige Eingangsgröße.
- Bestimmen Sie eine Differentialgleichung die das dynamische Verhalten des Getriebes und der Fahrzeugdynamik beschreibt und stellen Sie diese ebenfalls als Blockschaltbild dar.
- Stellen Sie das gesamte modellierte System in einem Blockschaltbild dar und ergänzen Sie die für das Motormodel benötigte Rückführung der Winkelgeschwindigkeit ω aus der Fahrzeugdynamik.

- d) Fügen Sie das modellierte System in einen geschlossenen Standardregelkreis ein. Dabei stellt die Eingangsspannung u_e die Stellgröße und die Fahrzeug-Geschwindigkeit v die Regelgröße dar. Der Regler und die Messeinrichtung können als allgemeine Blöcke eingetragen werden.

Aufgabe 3. Elektrischer Hubmagnet

Gegeben ist der in Abb. 4 dargestellte Schaltkreis eines elektrischen Hubmagneten. Durch das

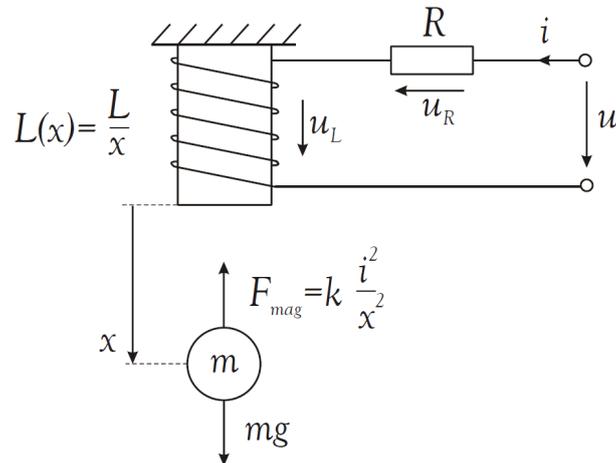


Abbildung 4: Elektrischer Hubmagnet

Aufbringen eines Stroms i auf die vom Abstand der Kugel abhängige Induktivität $L(x)$ wird ein Magnetfeld erzeugt, welches eine Kraft $F_{mag} = k \cdot \frac{i^2}{x^2}$ auf die Eisenkugel mit der Masse m ausübt und diese anhebt. Der Stromkreis enthält neben der Induktivität einen ohmschen Widerstand R und es liegt eine Spannungsquelle u an. Auf die Kugel selbst wirkt das Schwerefeld der Erde mit der Gravitation g . Der Abstand zwischen der Kugel und dem Kern des Hubmagneten wird mit x bezeichnet.

Aufgaben

- Bestimmen Sie ein dynamisches Systemmodell, welches das Verhalten des dargestellten Systems beschreibt.
- Was lässt sich über die Linearität des erhaltenen Modells aussagen?
- Ermitteln Sie alle möglichen Ruhelagen des Systems.