

ProjektB-Elektrik

Simulationstechnik - Bericht

Studiengang Elektrotechnik

Studienrichtung Fahrzeugelektronik

Duale Hochschule Baden-Württemberg Ravensburg, Campus Friedrichshafen

von

Alexander Herrmann Johannes Ruffer

Abgabedatum:	19.04.2020
Bearbeitungszeitraum:	01.02.2020 - 19.04.2020
Matrikelnummer:	9859538 x 1011921
Kurs:	TFE18-2
Gutachter der Dualen Hochschule:	Sipler

Eidesstattliche Erklärung

Gemäß Ziffer 1.1.13 der Anlage 1 zu §§ 3, 4 und 5 der Studien- und Prüfungsordnung für die Bachelorstudiengänge im Studienbereich Technik der Dualen Hochschule Baden-Württemberg vom 29.09.2015.

Wir versichern hiermit, dass wir unsere Projektarbeit mit dem Thema:

Projekt B-Elektrik

selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt haben. Wir versichern zudem, dass die eingereichte elektronische Fassung mit der gedruckten Fassung übereinstimmt.

Friedrichshafen, den 5. März 2020

Alexander Herrmann

Johannes Ruffer

AUTOREN

Kurzfassung

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Aufgabenteil a.)	3
2.1. Physikalisches Modell	3
2.2. Mathematisches Modell	4
2.3. Simulation	5
3. Aufgabenteil b.)	7
4. Ausblick	9
5. Fazit	11
Autorenverzeichnis	13
Verzeichnis verwendeter Abkürzungen und Formelzeichen	15
Literaturverzeichnis	17
Sachwortverzeichnis	17
Abbildungsverzeichnis	19
Tabellenverzeichnis	21
A. Anhang	23
1. Weitere Abbildungen	23

1. Einleitung

2. Aufgabenteil a.)

- a.) Leiten Sie die Gleichungen der Nebenschlussmaschine her und modellieren Sie die Systemgleichungen des mechatronischen Unwuchtsystems in SIMULINK. Bestimmen Sie Unwuchtkraft F_U , die durch die Rotation der Masse m_2 auf die Masse m_1 wirkt.

2.1. Physikalisches Modell

In Abbildung 2.1 wird der Gleichstrommotor des Unwuchtsystems, vereinfacht durch das physikalische Modell einer Nebenschlussmaschine dargestellt. Diese besteht aus einem Wicklungssystem des Ankerkreises und einer Erregerwicklung, welche dem Motor parallel geschaltet ist. Aufgrund von Wicklungen und Streufeldern im Ankerkreis entsteht eine Induktivität L_A , über welche die Spannung U_L abfällt. Dazu ist ein Widerstand R_A geschaltet. Der Gleichstrommotor wird dabei ausschließlich von der Klemmspannung U gesteuert.

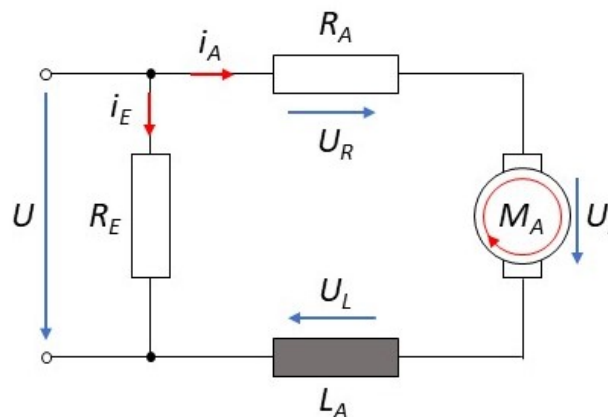


Abbildung 2.1.: Physikalisches Modell mit Spannungen und Strömen

Die gegebenen Systemparameter lauten dabei:

Ankerflussverkettung, Motorkonstante	$M_A = 50 \frac{\text{Nm}}{\text{A}}$
Ohmscher Widerstand des Ankerkreises	$R_A = 0.1 \Omega$
Induktiver Widerstand des Ankerkreises	$L_A = 10 \frac{\text{Vs}}{\text{A}} = 10 \text{H}$
Klemmspannung	$U = 100 \text{V}$

Tabelle 2.1.: Systemparameter des physikalischen Modells

2.2. Mathematisches Modell

Aufgrund der Schaltung in Abbildung 2.1 und der Vernachlässigung des Erregerstroms i_E , ergibt sich das mathematische Modell der Nebenschlussmaschine mit den drei Systemgleichungen des Unwuchtsystems:

$$\begin{aligned}
 U &= U_R + U_i + U_L \\
 U &= R_A i_A + K_A \dot{\varphi} + L_A \frac{di_A}{dt} \\
 \frac{di_A}{dt} &= \frac{1}{L_A} (U - K_A \dot{\varphi} - i_A R_A) = f_1(U, \dot{\varphi}, i_A)
 \end{aligned} \tag{2.1}$$

Translatorisch:

$$\begin{aligned}
 (m_1 + m_2) \ddot{s} - m_2 e (\ddot{\varphi} \sin \varphi + \dot{\varphi}^2 \cos \varphi) + d_t \dot{s} + cs &= 0 \\
 \ddot{s} &= \frac{1}{m_1 + m_2} [m_2 e (\ddot{\varphi} \sin \varphi + \dot{\varphi}^2 \cos \varphi) - d_t \dot{s} - cs] = f_2(\varphi, \dot{\varphi}, \ddot{\varphi}, s, \dot{s})
 \end{aligned} \tag{2.2}$$

Rotatorisch:

$$\begin{aligned}
 m_2 e^2 \dot{\varphi} - m_2 e \sin \varphi (\ddot{s} + g) d_r \dot{\varphi} - M_A &= 0 \\
 m_2 e^2 \dot{\varphi} - m_2 e \sin \varphi (\ddot{s} + g) d_r \dot{\varphi} - K_A i_A &= 0 \\
 \ddot{\varphi} &= \frac{1}{m_2 e^2} [m_2 e \sin \varphi (\ddot{s} + g) d_r \dot{\varphi} + K_A i_A] = f_3(\varphi, \dot{\varphi}, \ddot{s}, i_A)
 \end{aligned} \tag{2.3}$$

Die gegebenen mechanischen Systemparameter lauten dabei:

Um die Unwuchtkraft des Systems zu bestimmen, muss das 2. Newton'sche Axiom 2.4 angewendet werden:

Massen	$m_1 = 90\text{kg}; m_2 = 10\text{kg}$
Federkonstante	$c = 1600 \frac{\text{N}}{\text{m}}$
Dämpfungskonstanten	$d_t = 5 \frac{\text{Ns}}{\text{m}}$
Rotationsarm	$e = 0.2\text{m}$
Erdbeschleunigung	$g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

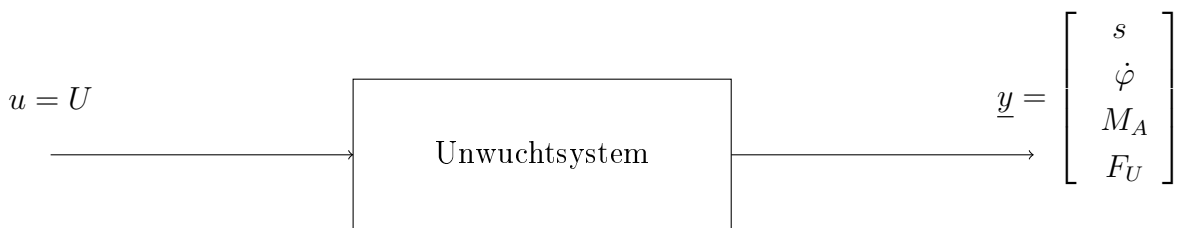
Tabelle 2.2.: Systemparameter des mechanischen Modells

$$F = m \cdot a \quad (2.4)$$

Daraus ergibt sich, angepasst an das Unwuchsystem:

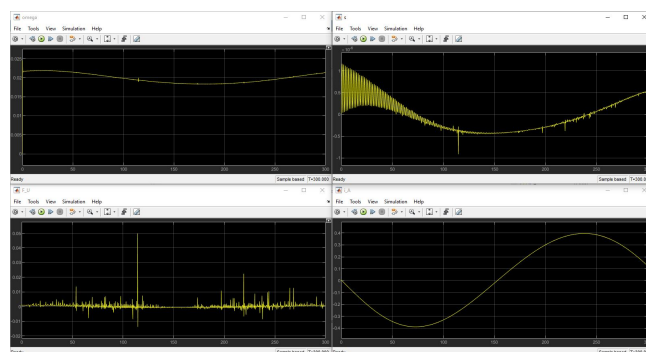
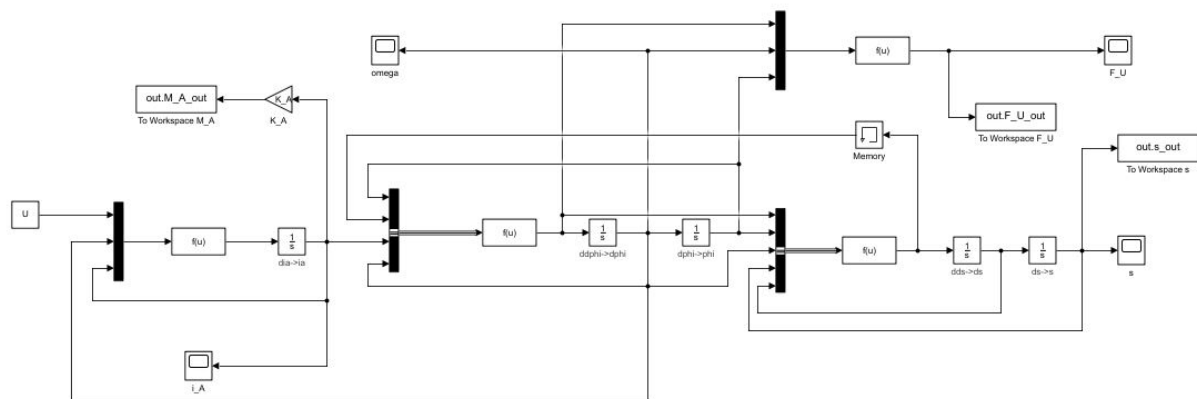
$$\begin{aligned}
 F_U &= -m_2 \cdot \underline{a} \\
 \text{mit } \underline{a} &= \begin{bmatrix} e\ddot{\varphi} \cos \varphi - e\dot{\varphi}^2 \sin \varphi \\ -e\ddot{\varphi} \sin \varphi - e\dot{\varphi}^2 \cos \varphi \end{bmatrix} \text{ ergibt sich:} \\
 \underline{F_U} &= \begin{bmatrix} e\ddot{\varphi} \cos \varphi - e\dot{\varphi}^2 \sin \varphi \\ -e\ddot{\varphi} \sin \varphi - e\dot{\varphi}^2 \cos \varphi \end{bmatrix}
 \end{aligned} \quad (2.5)$$

Das Unwuchsystem kann modelliert nun wie folgt dargestellt werden:

**Abbildung 2.2.:** Unwuchsystem mit Eingangsspannung und Ausgang (Kinematik, Kinetik)

2.3. Simulation

Aufgrund einer Kopplung der beiden Gleichungen 2.2 und 2.3 entsteht eine sogenannte algebraische Schleife. Es gilt somit:



3. Aufgabenteil b.)

- b.)** Untersuchen Sie die Wechselwirkungen zwischen Schwingsystem und Gleichstrommotor. Bestimmen Sie hierfür die zeitlichen Verläufe des Antriebsmoments M_A , der Winkelgeschwindigkeit Ω , der Unwuchtkraft F_U und der Auslenkung s des Systems.

4. Ausblick

5. Fazit

Autorenverzeichnis

Alexander Herrmann

Johannes Ruffer

Verzeichnis verwendeter Abkürzungen und Formelzeichen

Literaturverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

2.1. Physikalisches Modell mit Spannungen und Strömen	3
2.2. Unwuchtsystem mit Eingangsspannung und Ausgang (Kinematik, Kinetik) . . .	5
2.3. SIMULINK Blockdiagramm zur Simulation des Systemverhaltens mit Memory- Block zur Umgehung der algebraischen Schleife	6
2.4. Winkelgeschwindigkeit ω , Strecke s , Strom i_A und Unwuchtkraft über die Zeit von 100ms	6

Tabellenverzeichnis

2.1. Systemparameter des physikalischen Modells	4
2.2. Systemparameter des mechanischen Modells	5

A. Anhang

1. Weitere Abbildungen