

Regelungs- und Systemtechnik 1 - Übung 1

Sommer 11

Aufgabe 1

Gegeben sei die nichtlineare Funktion:

$$f(x, y) = x^2y + 2 - y^2, \quad x, y \in \mathbb{R}. \quad (1)$$

Bestimmen Sie die Taylorreihe der Funktion f um den Entwicklungspunkt $(x_0, y_0) = (1, 1)$.

Aufgabe 2

Bei klassischen Verbrennungsmotoren dient die Drosselklappe zur Regulierung der Luftzufuhr zu den Brennräumen (Zylindern) und ist damit weitgehend allein entscheidend für die Leistungsabgabe des Motors. Jedoch wird die Motorleistung auch von vielen weiteren Parametern (z. B. Treibstoffeinspritzung, Zündzeitpunkt) beeinflusst. Eine optimale Anpassung dieser Parameter an die jeweilige Fahrsituation kann zu erheblicher Verringerung des Treibstoffverbrauchs und zur Verbesserung der Schadstoffreduzierung führen.

In modernen Verbrennungsmotoren soll dem Fahrer daher der direkte Zugriff auf die Drosselklappe entzogen werden und die gewünschte Leistung durch Anpassung aller Größen (inkl. der Drosselklappe) durch das Motormanagement erzielt werden. Dafür ist es notwendig, die mechanische Koppelung des Fahrpedals mit der Drosselklappe durch eine elektrische Ansteuerung durch das Motormanagement zu ersetzen.

Die elektrisch angesteuerte Drosselklappe ist wie folgt aufgebaut (siehe auch Abb. 1): Ein permanenterregter Gleichstrommotor, der über seine Welle und ein Zahnradgetriebe mit der Drosselklappe verbunden ist, wird mit der Eingangsspannung v angesteuert. Aus Sicherheitsgründen ist eine sogenannte mechanische Rückfallebene eingebaut, durch die sich die Drosselklappe bei einem Ausfall der Elektrik schließt. Dies wird durch eine Spiralfeder sichergestellt, die einerseits an der Welle und andererseits am Drosselklappengehäuse befestigt ist.

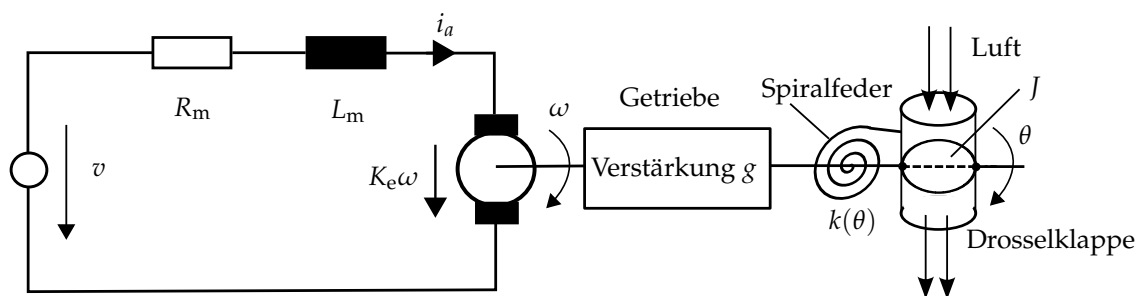


Abbildung 1: Prinzipskizze Drosselklappe mit Ansteuerung

- a) Modellieren Sie das in Abb. 1 gegebene System für elektrischen und mechanischen Teil als Differentialgleichung. Die folgenden Größen sind gegeben:

L_m ... Spuleninduktivität des Motors

R_m ... Motorwiderstand

i_A ... Spulenstrom

v ... Eingangsspannung des Motors

K_m, K_e ... mechanische und elektrische Motorkonstante

ω ... Motordrehzahl

g ... Getriebeübersetzung

J ... Trägheitsmoment der Gesamtanordnung in Bezug auf die Winkelkoordinate θ

μ ... viskose Reibung aller Teilelemente die das Reibmoment $\mu\dot{\theta}$ erzeugen

Die Spiralfeder erzeugt ein winkelabhängiges Drehmoment $k(\theta)$, das der positiven Winkeländerung entgegensteht und folgende nichtlineare Kennlinie aufweist:

$$k(\theta) = \begin{cases} \alpha_1\theta + \alpha_0, & 0^\circ \leq \theta \leq 40^\circ \\ \beta_3\theta^3 - \beta_2\theta^2 + \beta_1\theta + \beta_0, & 40^\circ < \theta \leq 90^\circ \end{cases}, \quad \alpha_0, \alpha_1, \beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3 > 0. \quad (2)$$

- b) Im ersten Schritt betrachte man nur den elektrischen Teil mit Spule und Widerstand und setzt (hypothetisch) die Kopplung zum mechanischen Teil außer Kraft, indem man lediglich einen RL -Stromkreis betrachtet (ω in der Strom-Differentialgleichung weglassen, d.h. anstatt der Pol-schuhe in der Prinzipskizze einfach die Leitung mit einem Draht überbrücken). Ist die Ein-Ausgangs-Differentialgleichung nichtlinear oder linear, wenn die Eingangsspannung v als Eingang u , der Spulenstrom i_A als Ausgang y gewählt werden? Mit welchem Kriterium kann man eine Funktion auf Linearität prüfen?
- c) Wir betrachten jetzt nur den mechanischen Teil. Die Eingangsgröße u sei nun der Spulenstrom i_A , die Ausgangsgröße y der Drehwinkel der Drosselklappe θ . Linearisieren Sie bei Bedarf die nichtlineare Ein-Ausgangs-Differentialgleichung um den Betriebspunkt (u^*, y^*) mit $u^* = \text{const.}$ und $0^\circ \leq y^* \leq 40^\circ$ bzw. den Betriebspunkt (\bar{u}^*, \bar{y}^*) mit $\bar{u}^* = \text{const.} \neq u^*$ und $40^\circ < \bar{y}^* \leq 90^\circ$.
- d) Zeichnen Sie das Blockschaltbild der Ein-Ausgangs-Differentialgleichung aus (c) für den Bereich $0^\circ \leq \theta \leq 40^\circ$ mit den Anfangsbedingungen $y(0), \dot{y}(0)$ auf.