

Aufgabe 1 (15 Punkte)

Sie sind Entwicklungsingenieur und möchten hydraulische Bohrhämmer umrüsten auf eine lineare Auslenkung dazu kommt ein elektrischer Linearmotor für den generatorischen Teil zum Einsatz.



Abbildung 2: Konventioneller Bohrhämmer im Einsatz (re.) und elektrischer Linearmotor (li.)

Ihr Kollege möchte das folgende System modellieren um dieses anschließend zu simulieren. Er bittet Sie um Hilfe, da er während sein Studium nie die Vorlesung Modellbildung und Simulation hatte.

Das System, ist in Abbildung 2 dargestellt.

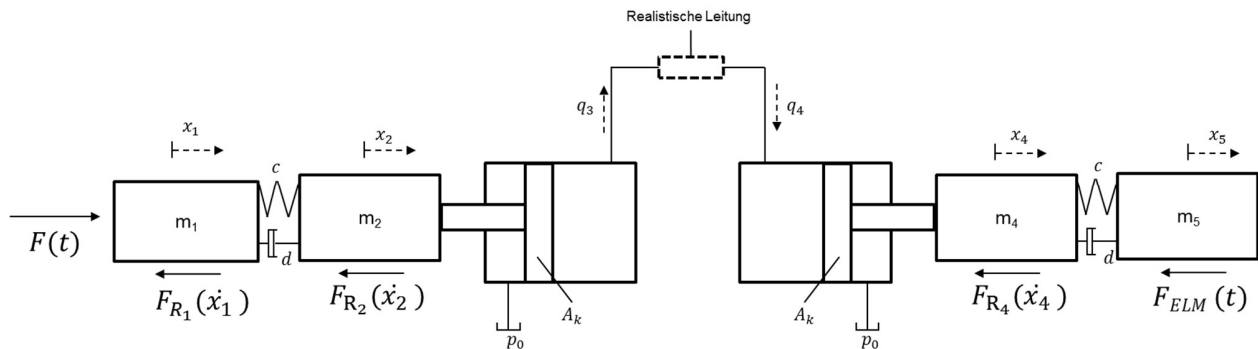
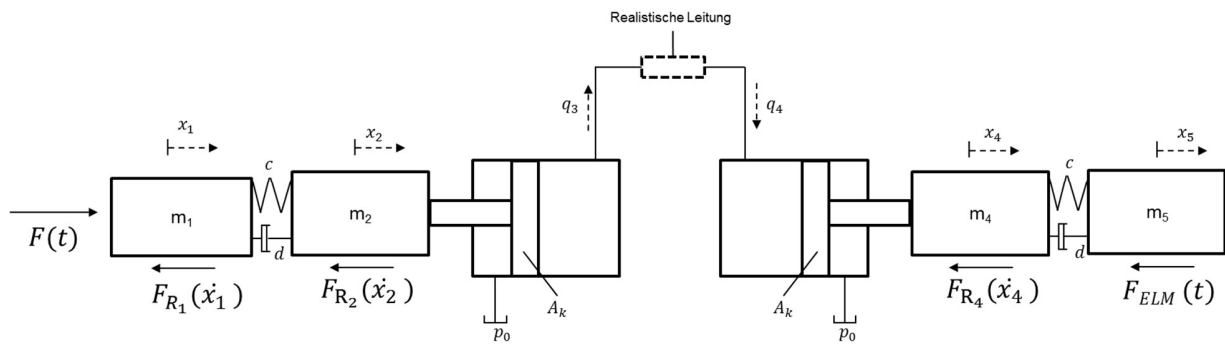


Abbildung 2: Das untersuchende Teilsystem

Sie nehmen dabei folgendes an:

- Alle Widerstände, Induktivitäten und Kapazitäten sind Konstant, für alle Domänen.
- Die Kolben der Zylinder sind an die Massen absolut starr gekoppelt
- Die Kolben der Zylinder sind masselos, reibungsfrei und absolut starr an die Masse m_4 bzw. m_2 gekoppelt
- Die Kraft des elektrischen Linearmotors $F_{ELM}(t)$, die Reaktionskraft $F(t)$ sowie die Reibungskräfte $F_{R1}(\dot{x}_1)$, $F_{R2}(\dot{x}_2)$ und $F_{R4}(\dot{x}_4)$ dürfen als äußere Kräfte angenommen werden
- Für den Volumenstrom des Zylinders gilt $q_i = A_k \cdot \dot{x}_i$
- Der Atmosphärendruck p_0 darf als 0 angenommen werden
- Die Stange des Linearmotors m_5 ist absolut Reibungsfrei gelagert
- Als Anfangsbedingung dürfen Sie annehmen, dass das System in Ruhe ist, ohne Auslenkung und in den Leitungen herrscht Atmosphärendruck.
- x_1, x_2, x_4, x_5 beschreiben die Auslenkung der Massen m_1, m_2, m_4, m_5
- q_3, q_4 beschreiben den Volumenstrom der beiden Zylinder

1.1. Teilen Sie gut erkennbar das System in Teilsystemen auf und zeichnen diese ein.
Nennen Sie für jedes Teilsystem die jeweiligen Domänen. (2 Punkte)



1.2. Bitte zeichnen Sie von der „realistischen Leitung“ das hydraulische Modell und das äquivalente elektrische System (Die Kapazität der Leitung wird als nur einer diskreten Komponente angenommen). (2 Punkte)

1.3. Welche der Größen bilden einen korrekten Stromgrößenvektor? Wählen Sie den korrekten Stromgrößenvektoren und begründen Sie wieso die anderen beiden jeweils nicht in Frage kommen. (Tipp: beachten Sie die nahmen) (2Punkte)

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_4 \\ x_5 \end{pmatrix}$$

☐

$$\begin{pmatrix} x_2 \\ \dot{x}_1 \\ F_{ELM} \end{pmatrix}$$

☐

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ q_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{pmatrix}$$

☐

1.4. Für den in Aufgabe 1.3 gewählten Stromgrößenvektor sollen seiner Dimension entsprechend, die Anzahl an Differenzialgleichungen aufgestellt werden die die einzelnen Teilsysteme beschreiben und deren Freischnitte gezeichnet werden. Geben sie auch die Gleichungen an die die Systeme untereinander Koppeln an. (8 Punkte)

1.5. Zeigen Sie wie aus den aufgestellten Differenzialgleichungen aus Aufgabe 1.4 ein Differentialgleichungssystem erstellt werden kann, welches das Gesamtsystem beschreibt stellen Sie es auf. (1 Punkt)