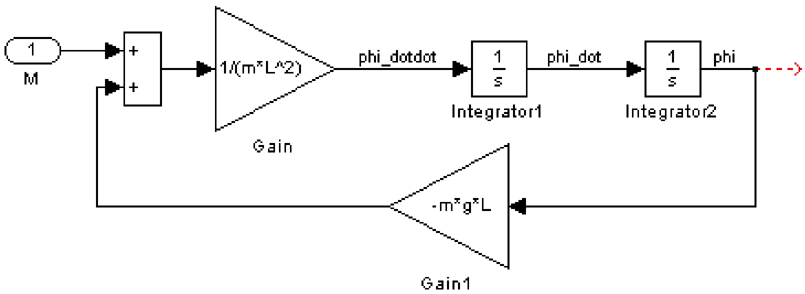
Fahrzeugmechatronik I

Prof. Dr.-Ing. Steffen Müller
M. Sc. Thang Nguyen

5. Übungsaufgabe **_Abgabe: 14.02.2019_**

Modellbildung und Kennwertermittlung

Aufgabe 1: „Blockschaltbild in Differentialgleichungen umwandeln“



a) Wandeln Sie das Blockschaltbild in die Bewegungsgleichung um (DGL).
b) Überführen Sie die Bewegungsgleichungen in das Zustandsraummodell.
c) Stellen Sie das Zustandsraummodell als Blockschaltbild dar.

Aufgabe 2: „Aufstellen von Bewegungsgleichungen mittels Schwerpunkt- und Drallsatz“

Die Heckklappe eines Kleintransporters soll geschlossen werden. In Abbildung 2 ist das Ersatzmodell zu dieser Problemstellung dargestellt. Eine Gasdruckfeder ist unter dem Abstand *a* zum Drehpunkt L angebracht. Diese besitzt die Federsteifigkeit c und die Dämpferkonstante d. Die Kraft zum Schließen der Klappe greift unter dem Abstand *3a* an der Heckklappe an. Die Gravitationskraft wird vernachlässigt. Der Trägheitstensor der Heckklappe ist mit J_T angegeben. Stellen Sie nach folgenden Arbeitsschritten die Bewegungsdifferentialgleichung in Abhängigkeit von φ für kleine Auslenkungen um den Lagerpunkt L auf.

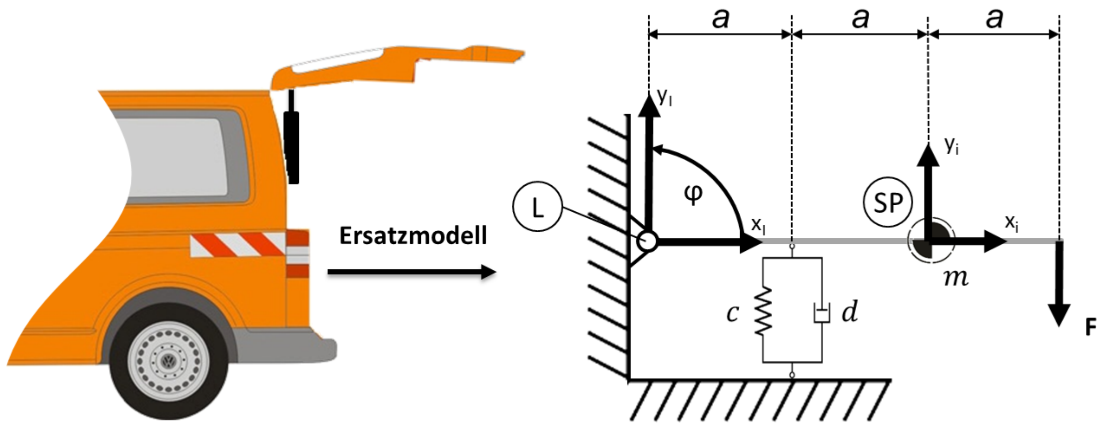


Abbildung 2: Mechanisches Ersatzmodell einer Heckklappe

Gegeben: m, F, c, d, a, $\mathbf{J}_{\mathbf{T}/i}^{SP} = \begin{bmatrix} J_1 & 0 & 0 \\ 0 & J_2 & 0 \\ 0 & 0 & J_3 \end{bmatrix}$

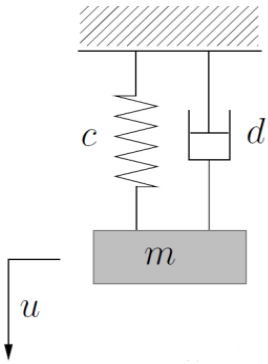
a) Schneiden Sie den Körper im Lagerpunkt L frei und tragen Sie alle freigeschnittenen und eingeprägten Kräfte bzw. Momente ein.

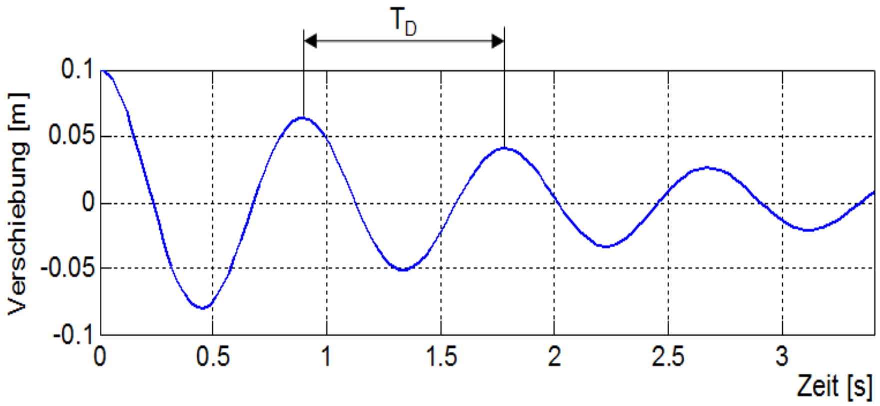
b) Ermitteln Sie die auf die Heckklappe wirkende Feder- und Dämpferkraft für kleine Drehwinkel φ

c) Ermitteln Sie die lineare Bewegungsdifferentialgleichung um den Drehpunkt L, in Abhängigkeit von φ, mittels Schwerpunktsatz und Drallsatz.

Aufgabe 3: „Ermitteln von Kennwerten mittels Ausschwingversuch“

Gegeben ist der Weg-Zeit-Verlauf eines Ausschwingversuchs des unten dargestellten Masse-Feder-Dämpfer Systems. Der Körper wird zu Beginn des Versuches ausgelenkt ($u(t_0)$) und führt danach eine gedämpfte Schwingung aus. Die Masse des schwingenden Systems beträgt 20 kg. Bestimmen Sie anhand der Messergebnisse die Kennwerte des Systems nach den unten angeführten Arbeitsschritten.





Verwenden Sie zur Lösung der Aufgabe folgende Zusammenhänge:

$$d = 2m\delta$$

$$\delta = \frac{1}{nT_D} \ln\left[\frac{u(t_0)}{u(t_0 + nT_D)}\right]$$

$$\omega_D = \frac{2\pi}{T_D} = \omega_0\sqrt{1 - D^2}$$

$$D = \frac{\Lambda}{\sqrt{4\pi^2 + \Lambda^2}} \quad \text{mit} \quad \Lambda = \ln\left[\frac{u(t_0)}{u(t_0 + T_D)}\right]$$

a) Berechnen Sie aus der Messung die Dämpferkonstante d des schwingenden Stabes.

b) Berechnen Sie anhand der Messung die Federkonstante c.

c) Zeichnen Sie qualitativ, wie sich der Zeitverlauf von u(t) verändert, wenn die Federsteifigkeit c vergrößert wird.

d) Leiten Sie die Funktion der Ausschwingkurve u(t) her. Stellen Sie dafür die BDGL. auf und lösen Sie mit Hilfe der Laplace-Transformation.

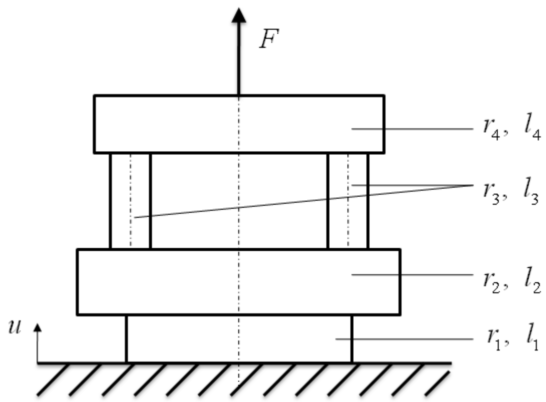
Hinweis:

$$\frac{1}{s^2 + 2 \cdot \delta \cdot s + (\omega^2 + \delta^2)} \quad \bullet\!\!-\!\!\!-\!\!\circ \quad \frac{1}{\omega} \cdot e^{-\delta \cdot t} \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

$$\frac{s + \delta}{s^2 + 2 \cdot \delta \cdot s + (\omega^2 + \delta^2)} \quad \bullet\!\!-\!\!\!-\!\!\circ \quad e^{-\delta \cdot t} \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

Aufgabe 4: „Ermittlung der Ersatzfedersteifigkeit bei zusammengesetzten Querschnitten"

Das dargestellte Bauteil wird zur Lagerung eines Maschinenfundamentes eingesetzt. Das Bauteil besteht aus einem Material mit bekanntem Elastizitätsmodul E. Ermitteln Sie die Ersatzfedersteifigkeit c_{ers} des Bauteils.



Gegeben: l_1, l_2, l_3, l_4, r_1, r_2, r_3, r_4, E

a) Erstellen Sie ein Ersatzschaltbild, das den Fundamentfuß als Federschaltung von einzelnen Teilkörpern darstellt.

b) Berechnen Sie die Gesamtfedersteifigkeit des Systems.

Hinweis:

$$c_{ers} = \frac{E \cdot A}{l}$$

Alle Arbeitsschritte (Rechenwege) und Ergebnisse sind zu dokumentieren. Ihre Ausarbeitung ist in Papierform abzugeben und auf der ISIS2-Plattform als PDF-Dokument hochzuladen.