

Aufgabenstellung:

Das Bild zeigt das mechanische Ersatzmodell eines Prüfstandes. Es besteht aus zwei Körpern, Masse m_1 und m_2 . Auf die Massen wirkt die Erdbeschleunigung g .

Masse 2 mit Mittelpunkt B ist mit einer masselosen Stange der Länge L_2 an der Wand in A drehbar gelagert.

Masse 1 mit Punkt C kann sich reibungsfrei in einer Führung in x-Richtung bewegen.

Die Massen sind mit der Umgebung und untereinander mit Feder und Dämpfer verbunden. Feder f_c wirkt immer axial zwischen den Punkten B und C, Feder f_s wirkt nur vertikal zwischen B und D.

Die Lagerung in D ist reibungsfrei.

In der gezeigten Lage (Ausgangslage: $t = 0$) sind alle Federn kraftlos.

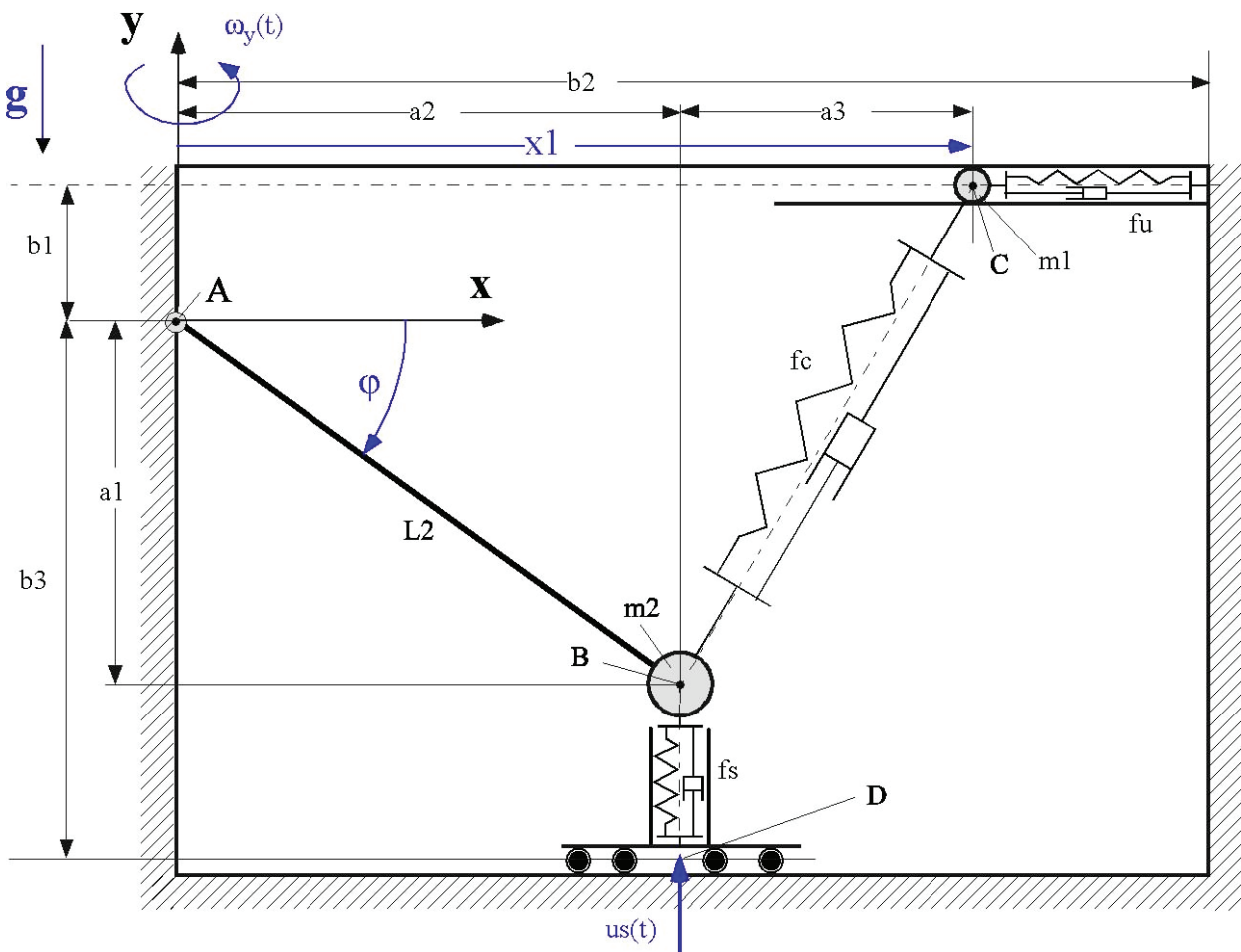


Abb. Mechanisches Ersatzsystem

Annahmen:

Das System wird angeregt durch eine Wegeingang $u_s(t)$ an der Feder f_u und durch eine Drehung des gesamten Prüfstandes um die y-Achse mit einer Winkelgeschwindigkeit $\omega_y(t)$.

Daten des Systems: in kohärente Einheiten (m kg s N):

Massen: $m_1=10$ $m_2=20$ Feder-Dämpfer Konstante für Kraft f_c: $c_{fc}=300$ $d_{fc}=40$ Feder-Dämpfer Konstante für Kraft f_s: $c_{fs}=400$ $d_{fs}=50$	Feder-Dämpfer Konstante für Kraft f_u: $c_{fu}=200$ $d_{fu}=10$ Geometrie, Ausgangslage: $b_1=0.05$ $a_1=0.20$ $b_2=0.82$ $a_2=0.15$ $b_3=0.60$ $a_3=0.07$
--	---

Teilaufgaben

Vorläufige Punkte in < .. >

1. <1> Beschreibe kurz das System, definiere die Ein-/Ausgänge des Systems. Welche sind die unabhängigen Freiheitsgrade des Systems für eine Bewegung in der x-y-Ebene?
2. <18> Bewegungsgleichungen für die Bewegung in der x-y-Ebene.
Herleitung ohne Einfluss der Zentrifugalkräfte ($\omega_y(t) = 0$).
 - a) <3> Kinematik: Stelle die Gleichungen der Positionen und Geschwindigkeiten der Körper im Inertial-System auf.
 - b) <4> Kinetik: Stelle die Gleichungen der Federn-/Dämpferkräfte (f_s, f_c, f_u) auf.
 - c) <5> Dynamik: Stelle die Bewegungsgleichungen der Körper für die unabhängigen Koordinaten auf.
 - d) <2> Stelle die Gleichung für die Stangenkraft (Zwangskraft) zwischen A u. B auf.
 - e) <4> Zeichne den Wirkungsplan (kein Simulink-print).
3. <18> Berechnung des statischen Gleichgewichtszustands unter der Wirkung der Gewichtskräfte, ohne äußere Anregungen ($t = t_{st}$) mittels Zeitsimulation.
 - a) <8> Implementiere die Bewegungsgleichungen (Teil 2 a bis d) in SIMULINK
 - b) <10> Schreibe ein MATLAB-Skript für die Belegung der Modellparameter, Simulation des SIMULINK-Modells (mit MATLAB „sim“ Funktion) und Darstellung der Simulationsergebnisse.
Plote (mit „subplot“) die Körperpositionen (ϕ, x, y), Federkräfte, Federauslenkungen, Stangenkraft.
Welche Endlage haben die Körper? Nach welcher Zeit t_{st} tritt das ein?
4. <4> Berechnung des Einflusses der Bodenanregung $u_s(t)$.
Nach Erreichen der Gleichgewichtslage (Simulation Aufgabe 3) erfährt das System eine Störung (halbe Sinuswelle) über eine Bodenanregung bei Feder/Dämpfer f_s :

$$u_s(t) = A_s \sin\left(\frac{\pi v}{L} t\right), \quad t_{st} \leq t \leq t_{st} + \frac{L}{v}$$

Mit:

$A_s = 0.02$ [m] Sinus-Amplitude

t Simulationszeit [s]

t_{st} Simulationszeit bei Erreichung der Gleichgewichtslage [s]

$L = 0.2$ [m] halbe Sinuswelle

$v = 5.0$ [m/s] Geschwindigkeit

- a) <3> Implementiere die Gleichung für $u_s(t)$ in SIMULINK
- b) <1> Plote (mit „subplot“) die Körperpositionen (ϕ, x, y), Federkräfte, Federauslenkungen, Stangenkraft und die Anregungsfunktion $u_s(t)$.

5. <9> Berechnung des Einflusses der Drehung mit Winkelgeschwindigkeit $\omega_y(t)$, aber ohne Gewichtskräfte, also $g=0$ und ohne Bodenanregung $u_s(t)$.

Das System dreht sich um die y-Achse; dabei werden die Massen zusätzlich durch die Zentrifugal-Kräfte belastet.

- a) <3> Stelle die Gleichungen für die zusätzlichen Körperkräfte unter den Einfluss von $\omega_y(t)$ auf.
 - b) <4> Implementiere in SIMULINK.
 - c) <2> Simuliere aus der Ausgangslage den Einfluss der Drehung.
 - Welche Winkelgeschwindigkeit rad/s und Drehzahl U/min ist erforderlich, damit Körper 1 um **4 cm** (aus der Ausgangslage) ausgelenkt wird?
 - Plote (mit „subplot“) die Körperpositionen (φ , x, y), Federkräfte, Federauslenkungen, Stangenkraft und die Winkelgeschwindigkeit $\omega_y(t)$.
6. <5> **Zusatzaufgabe Reglerentwurf (extra Punkte!)**
Entwerfe einen Regler (PI-Regler), der die Winkelgeschwindigkeit $\omega_y(t)$ so stellt, damit die Auslenkung der Masse 1 (aus der Ausgangslage) auf zwei Zentimeter konstant bleibt.
- a) <3> Implementiere in SIMULINK und simuliere entsprechend Aufgabe 5.
 - b) <2> Plote (mit „subplot“) die Körperpositionen (φ , x, y), Federkräfte, Federauslenkungen, Stangenkraft und die Winkelgeschwindigkeit $\omega_y(t)$.

Folgende Festlegungen sind zwingend:

- 1) Auf allen Ausarbeitungen und files ist der **Header** - wie folgt - vorne an zu stellen:

MFB420-ModSim-WS2009-Projekt2

Aufgabe 3 - Gruppe xx

<i>Stud.Nr.</i>	<i>Name</i>	<i>Vorname</i>	<i>Mat.Nr.</i>	

Bitte soviel Zeilen anfügen wie die Gruppe xx Teilnehmer hat. Aufgabe und Gruppe richtig stellen.

- 2) Eine Gruppe xx hat maximal 3 Teilnehmer.
Die Gruppenzuordnung bzw. Ihre GruppenNr. xx ist dem Aushang zu entnehmen. Die Gruppenzuordnung kann nach dem Ausgabetermin nicht mehr geändert werden.
- 3) Wir erwarten eine **Ausarbeitung in Papierform**, einfach geklammert. Druckform oder Handschrift.
Die Gliederung / Details finden Sie bei der Aufgabenstellung.
Matlab- und Simulink files sind auszudrucken und anzuhängen, siehe auch unten.
Abgabe bitte in das Postfach Wallrapp gegenüber Dekanat. Termin siehe oben.
Eine Gruppe gibt nur eine Ausarbeitung ab.
- 4) Bitte den / die Simulink-Aufrufe in das .m-file mit einbauen, so dass alles als **Batch-Lauf** genutzt werden kann. Das Batch-File muss laufen!!
- 5) Sind digitale Files abzugeben, ist folgende Namenskonvention jedes Files zwingend:
ModSim_WS09_Pro2_Aufg3-Identifizier-yy.extension (pdf, m, mw, etc.)
Identifizier == *Name_Vorname* / bei Gruppenarbeit *Identifizier* == *GruppenNr. xx*
yy = 01, 02, 03 ist eine lfd. Nr. für Files mit identischer extension falls erforderlich.

Alle Files in einem folder *ModSim_WS09_Pro1_Aufg3-Identifizier* ablegen und zippen in
ModSim_WS09_Pro2_Aufg3-Identifizier.zip
dann senden per mail an *wallrapp@hm.edu* mit dem Stichwort/Subject =
ModSim_WS09_Pro2_Aufg3-Identifizier

- 6) Die Arbeit wird mit ca. 50 Punkten bewertet.
Bei Gruppenarbeit lassen Sie bitte erkennen, wer in der Gruppe welchen Anteil erbracht hat.
Das muss ich laut Prüfungsordnung fordern.
Sind *n* Arbeiten identisch, so erhalten alle Kandidaten dieser Arbeiten nur *x/n* Punkte.