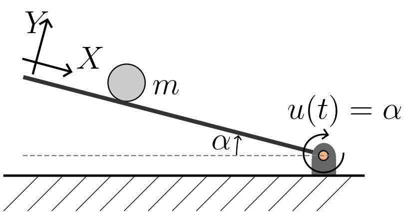
Prof. G. Reißig E–Mail: victor.chaim@unibw.de
Seminarübungen-Dozent: Victor C. Chaim

Universität der Bundeswehr München
Fakultät für Luft- und Raumfahrttechnik
Inst. f. Steuer- und Regelungstechnik (LRT-15)
85577 Neubiberg

Regelungstechnik, WT 2024

Übung - Experiment, 18.03.2024

Betrachten Sie eine Kugel, die auf einer geneigten Ebene rollt, wie in der Abbildung dargestellt. Die Masse der Kugel ist m und ihr Radius ist R. Die Reibung zwischen der Kugel und der Ebene ist gegeben durch $F_r = m \cdot g \cdot \mu \cdot \cos(\alpha)$, wobei g die Schwere und μ der Reibungskoeffizient ist.
Annahmen: Das Trägheitsmoment der Kugel: $I_m = \frac{2}{5} \cdot m \cdot R^2$.



(i) Modellieren Sie das Kugel-System auf der geneigten Ebene in Zustandsform, mit $x = (p, v)$, $u = \alpha$ und $y = p$, wobei p und v die Position bzw. die Geschwindigkeit in X-Richtung und α der Winkel der Ebene sind.

$$\dot{x} = f(x, u),$$
$$y = g(x, u).$$

(ii) Geben Sie Bedingungen an x und u an, die Ruhelagen charakterisieren.

(iii) Linearisieren Sie das Zustandssystem in den Ruhelagen. Berechnen Sie also die Matrizen

$$A := D_1 f(x, u), B := D_2 f(x, u), C := D_1 g(x, u), D := D_2 g(x, u)$$

für Ruhelagen (x, u).

(iv) Ist das linearisierte Zustandsraumsystem steuerbar?

(v) Ist das linearisierte Zustandsraumsystem beobachtbar?

(vi) Betrachten Sie das linearisierte Zustandsraumsystem und nehmen Sie $\Delta u = -[k_p \quad k_v] \cdot \Delta e_x$ an, wobei $e_x = \Delta x - [z(t) \quad 0]^T$ und $z(t)$ der Sollwert der Position ist. Berechnen Sie die Matrizen des Zustandssystems des mit diesem Regler geschlossenen Kreises unter dieser Annahme, wobei $k_p, k_v \in \mathbb{R}_+$.

(vii) Diese Teilaufgaben: Lösen Sie nur das unter Punkt **(vi)** berechnete Zustandsraumsystem! Berechnen Sie k_p und k_v so, dass beide Pole gleich $-\frac{5}{4} \cdot \pi$ sind.

(viii) Diese Teilaufgaben: Lösen Sie nur das unter Punkt **(iii)** berechnete Zustandsraumsystem! Berechnen Sie L_1 und L_2 so, dass die Beobachtermatrix $(A - [L_1 \quad L_2]^T \cdot C)$ die Eingenwerte gleich -20 hat.