

2. Übung: Kranschwingungen mit Matlab/Simulink

Unter uzwr.de/modellierungswoche gibt es einen Downloadbereich, wo Materialien zu finden sind.

1 Dynamik einer pendelnden Last

- Entwickle ein einfaches (zunächst lineares, ungedämpftes) Simulink-Modell für die pendelnde Bewegung einer Kranlast. Schätze oder messe dazu die Masse m der schwingenden Last und die Länge L des Seils an Deinem Modell. (Differentialgleichung aus der Vorlesung). Gib die Beschleunigung, die Geschwindigkeit und die Position in je einem Diagramm aus („Scope“).
- Gib verschiedene Anfangsbedingungen ein (Integrationsblöcke) und simuliere damit die Pendelbewegung der Last. Vergleiche die Simulationsergebnisse mit den tatsächlichen Schwingungen an Deinem Modell. Versuche dazu die Schwingfrequenzen zu bestimmen indem Du z.B. 10 Schwingbewegungen mit der Stoppuhr abmisst. Was passiert bei großen Auslenkungen (Anfangsauslenkung bei 90°)?
- Variiere die Systemparameter. Was ändert sich bei veränderter Masse, was bei anderen Pendellängen?
- Erweitere Dein Modell um eine einfache geschwindigkeitsabhängige Dämpfung $F_{Dämpfer} = b \cdot v = b \cdot \dot{x}$ (siehe Vorlesung). Spiele mit dem Dämpfungsparameter b bis die Halbwertszeiten der simulierten abklingenden Schwingungen halbwegs zum Experiment passen.

2 Zusatzaufgaben

Wer noch Zeit und Lust hat, kann sich an folgenden Verbesserungen versuchen:

- Versuche, die einfache lineare Dämpfungskraft durch die Luftwiderstandskraft $F_W = c_W A \cdot (\rho/2) \cdot v^2$ zu ersetzen. Werte von hier übernehmen bzw. abschätzen: $c_W = 0,5$; $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$; $A =$ angeströmte Querschnittsfläche. Was ändert sich am Abklingverhalten?
- Ändere Dein Modell so, dass die nichtlinearen Rückstellkräfte des mathematischen Pendels bei großen Ausschlägen berücksichtigt werden. Was ändert sich an der Bewegung?
- Versuche eine Lage-Regelung einzubauen. Dazu sollte die aktuelle Position (bzw. der Pendelwinkel) der Masse (Istwert) mit einer Soll-Position (als Konstante oder noch besser als Sprungfunktion vorgeben) verglichen werden. Diese Regeldifferenz wird als Eingangssignal für die Berechnung einer Stellgröße (zusätzliche Kraft) genommen. Bei einem einfachen Proportionalregler wäre diese z.B. linear zur Regeldifferenz, also: $F_{Regelung} = k_P \cdot (x_{Ist} - x_{Soll})$. Natürlich könnten aber auch aufwändigere Regelungen (z.B. PID-Regler) realisiert und optimiert werden, um sie dann am Mittwoch in das LEGO-Modell zu übernehmen und vorführen zu können.