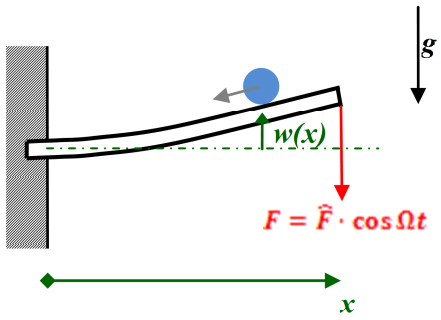
Bernhard Wieland, Katharina Becker-Steinberger, Dr.-Ing. Ulrich Simon

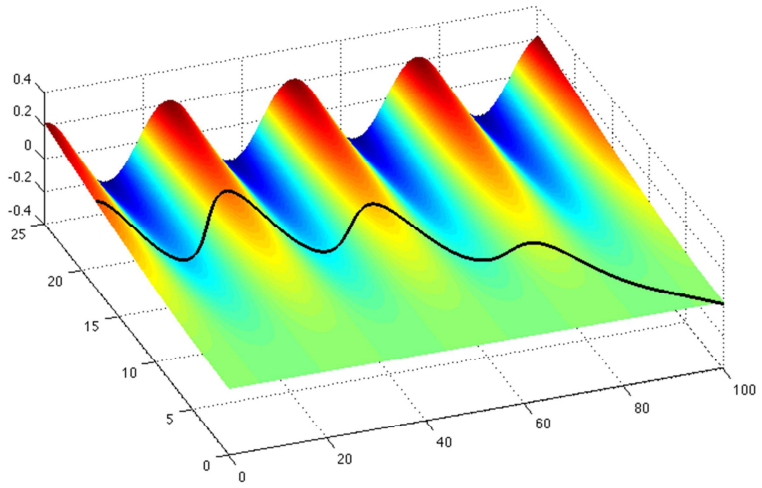
Übung 10: PID Regler

Teil I: Modellierung eines Balls auf einem Kragbalken



Wir betrachten einen Ball mit einer sehr kleinen Masse m auf einem Kragbalken aus Stahl ($E = 210\,\text{GPa}$) mit der Länge $\ell = 25\,\text{m}$ und der Höhe und Breite von jeweils 0,1 m. Der Kragbalken schwingt auf und ab, erregt durch eine externe Kraft F mit der Amplitude $\hat{F} = 1000\,\text{N}$ und der Frequenz $\Omega = 0{,}25$. Der Ball rollt also auf dem Balken, erst abwärts und nach einer Weile, sobald der Balken stärker nach unten gebogen ist, wieder in die andere Richtung. Ziel wird es sein, den Ball auf dem Kragbalken zu halten, d.h. die Position x des Balles soll zwischen 0 m und 25 m liegen.

a. Bestimme die Beschleunigung $\ddot{x}$ des Balles in Abhängigkeit von $w(x)$ bzw. $w'(x)$. Berechne dazu Hangabtriebskraft und Gewichtskraft der Kugel an der Position x.
b. Vervollständige die Funktion „blatt10_rumpf.m“. Dort ist bereits die analytische Lösung $w(x)$ und deren Ableitung $w'(x)$ der Balkenbiegeschwingung implementiert. Vergleiche dazu auch Kapitel 8.3 im Vorlesungsskript. Das (sehr kleine) Gewicht des Balls wurde bei der Berechnung vernachlässigt.



c. Man erkennt, dass der Ball mit den vorgegebenen Startwerten nach etwa 100 Sekunden den Kragbalken verlässt. Überlege dir ob/warum die Bewegung plausibel ist. (Gerne kannst du dazu weitere Plots erstellen, zum Beispiel Ballgeschwindigkeit zusammen mit der Ableitung der Balkenbiegung am Ort des Balls über die Zeit, …)

Teil II: PID Regelung

d. Öffne das gegebene Simulink Modell und vervollständige die Differentialgleichung an der angegebenen Stelle. Die Funktion zur Berechnung von $w'(x)$ ist erneut bereits gegeben.
e. Simuliere das Ergebnis ohne PID Regelung.

Nun wollen wir mit Hilfe eines PID Reglers vermeiden, dass der Ball vom Balken rollt. Wir nehmen an, dass der PID Regler direkt auf den Ball zugreifen kann, d.h. nicht der Balken wird geregelt sondern direkt die Ballbewegung.

f. Füge den PID Regler zum Programm hinzu und versuche, die Kugel möglichst nahe an $x = 12{,}5\,\text{m}$ zu halten.
g. Teste auch das verhalten für eine zusätzliche Störkraft.