

Grundlagen der Regelungstechnik

Kapitel 8: Praxisbeispiel

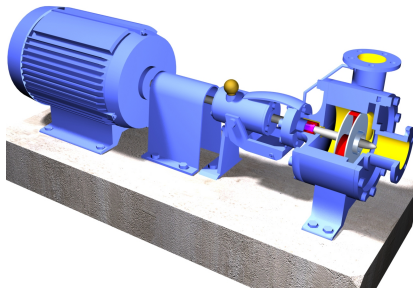
Tom P. Huck

Externer Dozent DHBW Karlsruhe

December 10, 2023

Aufgabe

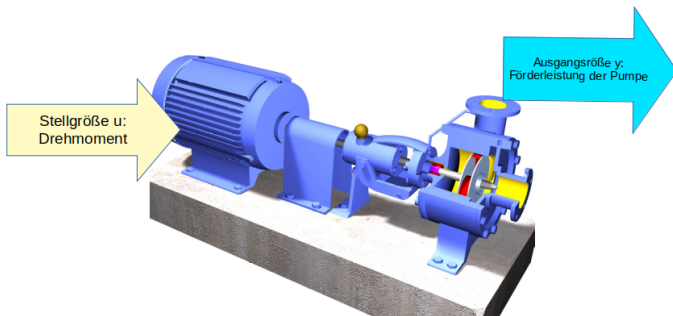
In diesem Praxisbeispiel können Sie die Inhalte aus den verschiedenen Kapiteln auf eine durchgängige Aufgabe anwenden. Nehmen Sie an, Sie arbeiten als Ingenieur/in in einem Unternehmen, welches industrielle Kühltssysteme herstellt. Die Kühltssysteme werden mit Pumpen betrieben, die von einem Elektromotor angetrieben werden.



Bildquelle: https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Centrifugal_pumps

Aufgabe

Sie haben die Aufgabe, einen Regler zu entwerfen, welcher die Förderleistung der Pumpe regelt. Als Regelstrecke wird das Pumpensystem betrachtet. Hierbei sei die Eingangsgröße u das Motordrehmoment, welches auf die Antriebswelle aufgebracht wird. Die Regelsgröße y sei die Förderleistung der Pumpe in Litern pro Minute.



Bildquelle: https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Centrifugal_pumps

1. Modellierung als Differentialgleichung

Sie sollen zunächst ein mathematisches Modell der Regelstrecke in Form einer Differentialgleichung entwerfen.

Bei einer Recherche in einem Fachbuch finden Sie heraus, dass Systeme wie das von Ihnen betrachtete häufig als LTI-System zweiter Ordnung modelliert werden kann. Ableitungen der Eingangsgröße können dabei vernachlässigt werden.

Welche Differentialgleichung müssen Sie für Ihr Modell ansetzen?

2. Parameteridentifikation

Um mit der Differentialgleichung rechnen zu können, müssen zuerst die Werte der Parameter bestimmt werden. Hierzu führen Sie eine Messung der Sprungantwort am System durch. Die Messdaten von finden Sie in der Datei `step_response.mat`. Bestimmen Sie anhand der Messdaten die Systemparameter!

3. Übertragungsfunktion

Stellen Sie mit den von Ihnen bestimmten Parametern eine Übertragungsfunktion auf!

Zeichnen Sie die Sprungantwort Ihrer Übertragungsfunktion und vergleichen Sie diese mit der ursprünglich gemessenen Sprungantwort.

Ist Ihr Modell zufriedenstellend? Falls nein, überlegen Sie, wie Sie Ihr Modell auf einfache Weise verbessern können!

4. Bestimmung Reglerparameter

Sie wollen nun einen PI-Regler nach dem Ziegler-Nichols verfahren entwerfen.

Bestimmen Sie geeignete Reglerparameter (verwenden Sie hierzu die Vorlesungsfolen aus Kapitel 5 und die `step()` Funktion von Matlab!)

5. Regler

Geben Sie zunächst die allgemeine Übertragungsfunktion des PI-Reglers an, und dann die Übertragungsfunktion, die sich mit den von Ihnen bestimmten Reglerparametern ergibt!

6. Geschlossener Regelkreis

Berechnen Sie mit Matlab die Übertragungsfunktion des geschlossenen Regelkreises. Bestimmen Sie anhand der Systempole, ob der Regelkreis stabil ist!

Zeichnen Sie mithilfe von Matlab die Sprungantwort. Ist der geschlossene Regelkreis stationär genau?

7. Diskrete Implementierung des Reglers

Diskretisieren Sie mithilfe des Matlab c2d Befehls die Übertragungsfunktion Ihres PID Reglers zu einer z-Übertragungsfunktion.

Leiten Sie daraus eine diskrete Rechenvorschrift für den PID Regler her, welche die aktuelle Stellgröße u_k in Abhängigkeit vergangener Stellgrößen ($u_{k-1}, u_{k-2} \dots$) und des Regelfehlers ($e_k, e_{k-1}, e_{k-2} \dots$) angibt!

8. Zustandsraumdarstellung

Ihr Modell des Antriebssystems soll in ein größeres Simulationsmodell integriert werden, mit dem das Verhalten des Gesamten Kühlsystems simuliert wird. Allerdings arbeitet das Simulationstool mit Zustandsraummodellen. Daher müssen Sie Ihr Modell in Zustandsraumdarstellung konvertieren!

Geben Sie die Matrixen A , B , C und D an!