

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg	Bachelor Elektro- und Informationstechnik	Online-Praktikum Zustandsregelung
---	--	--------------------------------------

Übungstag:		
Prof. Dr.-Ing. Florian Wenck		
ZTP3virtual	Ball-Wippe-System: Zustandsreglerentwurf, Simulation des geschlossenen Regelkreises	

Inhalt der Versuchsbeschreibung

1. Einführung
2. Lernziele
3. Entwurf einer Zustandsrückführung
4. Simulation des geschlossenen Regelkreises mit ZRF
5. Entwurf eines Vorfilters zur stationären Genauigkeit
6. Simulation des geschlossenen Regelkreises mit ZRF und Vorfilter
7. Einbringung von Störgrößen
8. Vorbereitung

1. Einführung

In diesem Praktikumsversuch soll das Ball-Wippe-System zustandsgeregt werden. Hierzu ist zuerst eine ZRF zu entwerfen, um für den geschlossenen Regelkreis Stabilität zu erhalten und um vorgegebene Dynamikforderungen zu erfüllen. Die Forderung nach Sollwertfolge ist durch den anschließenden Entwurf eines Vorfilters zu erfüllen. Abschließend soll eine Störgröße in den geschlossenen Regelkreis eingebracht und deren Auswirkungen untersucht werden. Nach jedem Entwurfsschritt (in Matlab) ist der geschlossene Regelkreis in Simulink zu simulieren und dessen Verhalten zu analysieren.

2. Lernziele

- Entwurf von Zustandsreglern durch Polvorgabe
- Nutzung von Matlab-Funktionen für den Zustandsreglerentwurf
- Nutzung von Simulink zur Simulation geschlossener Regelkreise
- Analyse der Auswirkungen von Störgrößen auf zustandsgeregelte Systeme

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg	Bachelor Elektro- und Informationstechnik	Online-Praktikum Zustandsregelung
---	--	--------------------------------------

3. Entwurf einer Zustandsrückführung

In diesem Versuchsteil soll eine Zustandsrückführung für das Ball-Wippe-System in Matlab entworfen werden, sodass der mit dieser ZRF geschlossene Regelkreis vorgegebene Dynamikforderungen erfüllt. Als Dynamikforderungen werden vorgegeben: $\Delta h = 0,1$ und $T_{5\%} = 1.0\text{sec}$. Die gegebenen Dynamikforderungen an den geschlossenen Regelkreis sollen über ein dominantes konjugiert-komplexes Pol-/Eigenwertpaar realisiert werden.

- 1) Berechnen Sie für die vorgegebenen Dynamikforderungen das dominante Pol-Eigenwertpaar anhand der Führungsübertragungsfunktion eines PT_2 -Glieds. Wenden Sie dafür das aus der Vorlesung bekannte Verfahren an.
- 2) Um die Polüberschussbedingung zu erfüllen, müssen zwei weitere Eigenwerte vorgegeben werden. Platzieren Sie die zwei übrigen Eigenwerte so, dass diese das Dynamikverhalten des Regelkreises nicht beeinflussen.
- 3) Berechnen Sie die Zustandsrückführung k^T für das Ball-Wippe-System mit den von Ihnen bestimmten Eigenwerten auf zwei unterschiedliche Weisen:
 - a. Indirekt, über die RNF des Streckenmodells und anschließender Rücktransformation der ZRF.
 - b. Direkt, durch Nutzung der Matlab-Funktion `acker()`.

4. Simulation des geschlossenen Regelkreises mit ZRF

Das Verhalten des mittels ZRF geschlossenen Regelkreises soll durch Simulation in Simulink getestet werden.

- 1) Erweitern Sie Ihr bestehendes Simulink-Simulationsmodell um eine Zustandsrückführung mit den entsprechenden Parametern aus Ihrem k^T .
- 2) Simulieren Sie eine Führungsgrößensprungantwort für einen Sollwertsprung mit der Amplitude 0,2m. Bewerten Sie das Regelkreisverhalten hinsichtlich der Dynamikforderungen und der stationären Genauigkeit.

5. Entwurf eines Vorfilters zur stationären Genauigkeit

Zur Sicherung der stationären Genauigkeit muss ein geeigneter Vorfilter entworfen werden.

- 1) Berechnen Sie den Vorfilter V für Ihren Regler in Matlab.

6. Simulation des geschlossenen Regelkreises mit ZRF und Vorfilter

Das Verhalten des mittels ZRF mit Vorfilter geschlossenen Regelkreises soll durch Simulation in Simulink getestet werden.

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg	Bachelor Elektro- und Informationstechnik	Online-Praktikum Zustandsregelung
---	--	--------------------------------------

- 1) Erweitern Sie Ihr bestehendes Simulink-Simulationsmodell um einen Vorfilter V .
- 2) Simulieren Sie erneut eine Führungsgrößensprungantwort für einen Sollwertsprung mit der Amplitude $0,2\text{m}$ und bewerten Sie das Regelkreisverhalten hinsichtlich der Dynamikforderungen und der stationären Genauigkeit. Schauen Sie sich dabei auch einmal die notwendige Stellgröße an.
- 3) Fügen Sie nun eine Stellgrößenbeschränkung in Ihr Simulink-Simulationsmodell ein. Der erlaubte Wertebereich soll auf $[-6,45\text{N}; +6,45\text{N}]$ beschränkt werden. Führen Sie die Simulation erneut aus und untersuchen Sie die Führungsgrößensprungantwort bezüglich der Dynamikforderungen. Welche Veränderungen treten im Vergleich zum vorherigen Ergebnis auf und welche Gründe könnten diese haben?
- 4) Angenommen die Ballposition sei anfangsausgelenkt, einmal bei $0,05\text{m}$ und einmal bei $-0,5\text{m}$. Führen Sie erneut Simulationen jeweils für eine Anfangsauslenkung und jeweils mit und ohne Stellgrößenbeschränkung durch. Erreicht das geregelte Ball-Wippe-System in jedem der vier Fälle die vorgegebene Endposition von $0,2\text{m}$?

7. Einbringung von Störgrößen

Typischerweise werden an geschlossene Regelkreise auch Güteforderungen zur Störgrößenkompensation gestellt. In diesem Versuchsteil soll untersucht werden, ob das mittels ZRF mit Vorfilter geregelte Ball-Wippe-System auftretende Störgrößen kompensieren kann.

- 1) Es wird angenommen, dass ab ca. 10sec die Ballposition $y(t)$ permanent um $+0,05\text{m}$ gestört wird. Was glauben Sie, wird die ZRF mit Vorfilter diese Störgröße am Ausgang kompensieren?
- 2) Integrieren Sie diese sprungförmige Störgröße der Ballposition in Ihr Simulink-Simulationsmodell. Untersuchen Sie durch Simulation, ob ihre Aussage richtig ist.

8. Vorbereitung

Machen Sie sich mit Güteforderungen an geschlossene Regelkreise im Allgemeinen und mit den Zusammenhängen zwischen den Lagen von Polen/Eigenwerten und den dynamischen Güteforderungen (Kap. 8.1) vertraut.