

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

Übungstag:		
Prof. Dr.-Ing. Florian Wenck		
ZTP4virtual	<b>Ball-Wippe-System: Parameterrobuste Positionsregelung mit Störgrößenkompensation</b>	

## Inhalt der Versuchsbeschreibung

1. Einführung
2. Lernziele
3. Güteforderungen an das geregelte Ball-Wippe-System
4. Entwurf einer Positionsregelung für das Ball-Wippe-System
5. Simulation des geschlossenen Regelkreises
6. Vorbereitung

### 1. Einführung

In diesem Praktikumsversuch soll das Ball-Wippe-System vollumfänglich geregelt werden, d.h. es soll zusätzlich für Störgrößenkompensation und Parameterrobustheit gesorgt werden. Hierzu sind neben einer ZRF zur Sicherung der Stabilitäts- und Dynamikforderungen weitere Maßnahmen durchzuführen, sodass sämtliche an den geschlossenen Regelkreis gestellte Güteforderungen erfüllt werden.

### 2. Lernziele

- Entwurf von Reglern im Zustandsraum
- Nutzung von Matlab-Funktionen für den Reglerentwurf im Zustandsraum
- Nutzung von Simulink zur Simulation geschlossener Regelkreise
- Sicherung der Kompensation von sprungförmigen Störgrößen
- Entwurf parameterrobuster Regelungen

### 3. Güteforderungen an das geregelte Ball-Wippe-System

In diesem Versuchsteil werden gegebene Güteforderungen an das geregelte Ball-Wippe-System analysiert und für den Reglerentwurf passend aufgearbeitet. Ziel ist es, sich begründet für eine Regelkreisstruktur zu entscheiden, basierend auf den Eigenschaften des Ball-Wippe-Systems und den gegebenen Güteforderungen.

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

Folgende Güteforderungen an das geregelte Ball-Wippe-System sind gegeben:

- Das geregelte Ball-Wippe-System muss stabil sein.
- Die Ist-Position des Balles muss der sich sprungförmig ändernden Soll-Position folgen und diese exakt erreichen. Dabei ist zu beachten, dass der Motor aufgrund von Trägheit nicht in der Lage ist sprungförmige Kraftänderungen aufzubringen.
- Der Ball darf beim Anfahren einer neuen Position auf der Wippe maximal 10% über die anvisierte Position hinwegrollen und soll sich ab ca. 1.5sec nach Vorgabe der neuen Position nicht mehr um  $\pm 5\%$  von dieser wegbewegen.
- Die Auswirkungen eines ruckartig auf die Wippe gelegten Gewichtes, sowie sprunghaft auftretender Winde eines Gebläses müssen kompensiert werden.
- Der Regelkreis soll für die Nutzung des Stahlballs ausgelegt sein, aber auch bei Nutzung anderer Bälle stabil und stationär genau bleiben.

- 1) Für welche Regelkreisstruktur (ZRF, ZRF+V, PZ, PIZ) entscheiden Sie sich und warum?
- 2) Bereiten Sie Ihre Eigenwertvorgabe entsprechend Ihres gewählten Verfahrens vor.

#### 4. Entwurf einer Positionsregelung für das Ball-Wippe-System

In diesem Teil soll nun die Regelung in MATLAB entworfen werden. Nutzen Sie dafür die in der Vorlesung vorgestellten Verfahren.

- 1) Entwerfen Sie eine Positionsregelung, welche in der Lage ist die oben genannten Güteforderungen zu erfüllen.
- 2) Angenommen Sie tauschen das Stellglied aus, sodass dies auch sprungförmige Änderungen auf die Strecke schalten kann. Entwerfen Sie alternative Positionsregelungen unter dieser Annahme, die ebenso in der Lage sind die oben genannten Güteforderungen zu erfüllen.
- 3) **ZUSATZ:** Entwerfen Sie einen PZ-Regler für das Ball-Wippe-System unter Nutzung des Stahlballs.

#### 5. Simulation des geschlossenen Regelkreises

In diesem Teil sollen nun die einzelnen entworfenen Positionsregelungen in Simulink simuliert und analysiert/verglichen werden.

- 1) Simulieren Sie Ihre Positionsregelung aus Aufgabenteil 4.1) und prüfen Sie, ob diese die Güteforderungen zur Stabilität, zur Dynamik und zur Störgrößenkompensation erfüllt. Variieren Sie ggf. die Lage der zusätzlichen Eigenwerte.
- 2) Simulieren Sie Ihre alternativen Positionsregelungen aus Aufgabenteil 4.2) und vergleichen Sie diese mit Ihrer Positionsregelung aus Aufgabenteil 4.1).

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

- 3) Simulieren Sie Ihre Positionsregelungen im Hinblick auf Parameterrobustheit. Diese wird für den Gummiball ggf. nicht erfüllt sein. Warum ist das so? Simulieren Sie Ihre Positionsregelungen erneut im Hinblick auf Parameterrobustheit, diesmal jedoch mit einem Kunststoffball (Radius wie Gummiball, Masse 0.05Kg)
- 4) Ihre Positionsregelungen sollen nun einer sinusförmigen Soll-Trajektorie folgen. Stellen Sie einen sinusförmigen Sollwertverlauf (Amplitude = 0,2m; Frequenz = 1 rad/sec) in Simulink bereit und nehmen Sie den Verlauf der Regelgröße auf. Vergleichen Sie diesen mit dem Sollwertverlauf. Bewerten Sie, wie gut der Reglerentwurf durch Polvorgabe für die Trajektorienfolge geeignet ist.
- 5) **ZUSATZ:** Simulieren Sie das Ball-Wippe-System mit Kunststoffball, welches mit Ihrem in Aufgabenteil 4.3) entworfenen PZ-Reglers geregelt wird.

## 6. Vorbereitung

Machen Sie sich nochmals mit Verfahren aus Kap. 8.2 bis 8.4 vertraut.