Maturaarbeit

Jahrgang 26

Janik Gysi

Betreuer: Balthasar Hofer

Inhaltsverzeichnis

[1 Vorwort 3](#_Toc208521165)

[2 Einleitung 3](#_Toc208521166)

[2.1 Zielsetzung 3](#_Toc208521167)

[2.2 Die Schwierigkeiten mit Exportsregulationen 3](#_Toc208521168)

[3 Theorieteil 3](#_Toc208521169)

[3.1 Stabilisierungsmöglichkeiten 3](#_Toc208521170)

[3.1.1 Aerodynamische Stabilisation 3](#_Toc208521171)

[3.2 Kontrollsysteme 4](#_Toc208521172)

[3.2.1 Linear 4](#_Toc208521173)

[3.2.2 PID 4](#_Toc208521174)

[4 Methodik 4](#_Toc208521175)

[4.1 MatLab Simulink 4](#_Toc208521176)

[4.2 Versuchsaufbau 4](#_Toc208521177)

[5 Praktischer Teil 4](#_Toc208521178)

[6 Resultate/ Auswertung 5](#_Toc208521179)

[6.1.1 Ausblick 5](#_Toc208521180)

# Vorwort

# Einleitung

## Zielsetzung

Das Ziel dieser Arbeit ist eine Simulation einer beliebigen TVC gesteuerten Modellrakete zu entwickeln, welche danach als Grundlage für die Entwicklung zweier Kontrollsysteme dienen wird. Die entwickelten Kontrollsysteme dienen dem Zweck um bei einer instabilen, nicht vertikal hinauffliegenden Rakete eine vertikale Lage wiederherzustellen und diese zu halten. Zur Entwicklung dieser Simulation soll Matlab Simulink verwendet werden. Bei Matlab Simulink handelt es sich um eine Blockbasierte interface welche sich gut eignet, um komplexe physikalische Systeme zu modellieren und Kontrollsysteme zu entwickeln.

## Die Schwierigkeiten mit Exportsregulationen

Obwohl zu dem Thema Kontrolltheorie und Kontrollsystemen eine grosse Menge an Literatur existiert, existiert zu dem Thema der Raketensimulation relativ wenig Literatur. Dies auch vor allem zu simplen Simulationen eines ganzen Systems. Interessanterweise liegt das nicht daran das Projekte wie dieses noch nie durchgeführt wurden, sondern daran das die Meisten Projekte wie dieses unter die stramme Limitierung des US amerikanischen ITAR-Gesetzes fallen. Da Modellraketen in ihrer Natur den modernen Raketenähnlichen/Raketenbetriebenen Waffen ähnlich sind. Dies führt dazu das Projekte dieser Natur nicht wissenschaftlich dokumentiert werden und generell wenig Informationen zu Simulationen dieser Natur existiert. Überaschenderweise ich die best dokumentierten Projekte dieser Natur

# Theorieteil

## Stabilisierungsmöglichkeiten

### Aerodynamische Stabilisation

Handelsübliche Modellraketen-Bausätze haben ein ding gemeinsam, Sie werden passiv aerodynamisch stabilisiert. Diese weise eine Rakete zu stabilisieren, geschieht durch das Anbringen von Raketenflossen am Heck der Rakete Dies verschiebt den aerodynamischen Schwerpunkt in Richtung Heck der Rakete. Umso grösser die Raketenflossen, umso weiter nach hinten verschiebt sich der aerodynamische Schwerpunkt. Liegt der aerodynamische Schwerpunkt hinter dem Schwerpunkt der Masse genügt die rückstellende aerodynamische Kraft ab einer gewissen Geschwindigkeit, um die Rakete aufrecht zu halten. Vorteile dieser Methode liegen grösstenteils an der Einfachheit der Lösung, es werden keine bewegenden teile verwendet und nicht viel zusätzliche Masse wird hinzugefügt.

## Kontrollsysteme

### Linear

### PID

# Methodik

## MatLab Simulink

### Entscheidungsprozess

Früh im Arbeitsprozess wurde beschlossen das die für die Simulation benutzte Software MatLab Simulink von der Firma MathWorks sein wird. Dieser Entscheid wurde aus verschiedenen Gründen gefällt. Der Entscheid lehnte sich Grossteiles auf die einfach zu erlernende Interface und deren einfach zu lesenden Aufbau, welche das Darstellen von Physikalischen Systemen erleichtert. Simulink hat sich zusätzlich zum vorhergenannten Punkt auch in der Online-Welt als Standard für private Projekte in der Natur dieser Arbeit durchgesetzt, dies ermöglicht ein Schnelles Troubleshooting da auch andere Leute sehr wahrscheinlich ähnliche Probleme lösen mussten.

### Aerospace Blockset

Simulink erleichtert die Arbeit an komplexen Systemen, da MathWorks, als zusätzliche Pakete für Simulink, so genannte Blocksets anbietet, welche einem die Einwicklung komplexer Untersysteme erleichtert. Im Rahmen dieser Arbeit wurde das Aerospace Blockset angewendet, um gewisse Aspekte der Simulationsentwicklung zu erleichtern.

Konkret hat der verwendete Block den Namen «6DOF (Euler angles)». Dieser Block ersparte die Implementation der Bewegungsgleichungen eines Objektes in den drei Raum- und Rotationsdimensionen. Das Erlernen der Theorie hinter diesen Gleichungen und deren Implementation hätte den Rahmen jeder Maturaarbeit gesprengt.

## Versuchsaufbau

### Parametrische Simulation

Bei der entwickelten Simulation handelt es sich um eine Parametrische Simulation, dies bedeutet, dass eine möglichst beliebige Rakete simuliert werden kann. Um verschiedene Kontrollsysteme zu testen, werden geschätzte Messdaten eine Referenzrakete verwendet, welche auch in der realen Welt erscheinen könnten.

### Wie vergleicht man Kontrollsysteme?

Die entwickelten Kontrollsysteme sollen wissenschaftlich miteinander verglichen werden können. Die entwickelten Kontrollsysteme haben alle dasselbe Endziel, die Modellrakete sollte möglichst vertikal zum Boden aufsteigen. Dabei können die erreichten Flughöhen verglichen werden, aber auch die Zeit, die ab Start bis eine vertikale Lage erreicht wird werden verglichen. Ein Weiterer Vergleich, den man auf die Situation anwenden kann, ist ein vergleich der Graphen der Motorenauslenkung, welcher uns hinweise darauf gibt wie viel Energie durch den Gesamten Flug in die Aufrechthaltung der Rakete fliesst.

# Praktischer Teil

Architektur-Diagramm

- Codeaufbau

- Sequenzdiagramm: auf struktureller Ebene aufzeigen, wie Sensor-Input verrechnet wird und zu einem Steuersignal umgewandelt wird

# Resultate/ Auswertung

### Ausblick