**Regelung eines Hebelarms**

**Freiwilliges praktisches Projekt  
Systemtheorie II**

**Lösung WS24/25**

Die vorliegende Arbeit wurde am XX.XX.20XX eingereicht bei:

RWTH Aachen University

Faculty of Electrical Engineering and Information Technology

Institute for Automation of Complex Power Systems

Univ.-Prof. Antonello Monti, Ph. D.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Gruppenmitglied | Matrikelnummer | (Digitale) Unterschrift |
| Jan Rothaug | 123456 | Jan Rothaug |
| Valentin Rentschler | 443229 | Valentin Rentschler |
| Antoneta Gjeka | 444168 | Antoneta Gjeka |
| Ruyuan Wang | 443897 | Ruyuan Wang |
| Haitian Liu | 444603 | Haitian Liu |

Durch Unterschrift versichern sich die Teilnehmerinnen und Teilnehmer an Eides Statt, dass das vorliegende Dokument selbstständig und ohne unzulässige fremde Hilfe erarbeitet wurde. Es wurden keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt. Die Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch nicht zur Bewertung am Lehrstuhl für Automation of Complex Power Systems eingereicht.

Inhaltsverzeichnis

[Abbildungsverzeichnis ii](#_Toc117699631)

[Tabellenverzeichnis iii](#_Toc117699632)

[1 Aufgabe 1: Aufbau und grundlegende Motorsteuerung 1](#_Toc117699633)

[1.1 Aufgabe 1.1 1](#_Toc117699634)

[1.2 Aufgabe 1.2 1](#_Toc117699635)

[1.3 Aufgabe 1.3 2](#_Toc117699636)

[2 Aufgabe 2: Positionsregelung des Hebelarms 3](#_Toc117699637)

[2.1 Aufgabe 2.1 3](#_Toc117699638)

[2.2 Aufgabe 2.2 3](#_Toc117699639)

[2.3 Aufgabe 2.3 4](#_Toc117699640)

[2.4 Aufgabe 2.4 4](#_Toc117699641)

[3 Aufgabe 3: Positionsregelung 5](#_Toc117699642)

[3.1 Aufgabe 3.1 5](#_Toc117699643)

[3.2 Aufgabe 3.2 7](#_Toc117699644)

[4 Aufgabe 4: Kompensation einer Störung 8](#_Toc117699645)

# Abbildungsverzeichnis

[Abbildung 1‑1: Screenshot Positionssignal 1](#_Toc118096376)

[Abbildung 1‑2: Screenshot Positionssignal **Error! Bookmark not defined.**](#_Toc118096377)

[Abbildung 1‑3: Screenshot Positionssignal 2](#_Toc118096378)

[Abbildung 2‑1: Screenshot Positionssignal und Ableitung des Positionssignals 3](#_Toc118096379)

[Abbildung 3‑1: Screenshot Verstärkungsfaktor 1 6](#_Toc118096380)

[Abbildung 3‑2: Screenshot Verstärkungsfaktor 2 6](#_Toc118096381)

[Abbildung 3‑3: Screenshot Verstärkungsfaktor 3 6](#_Toc118096382)

[Abbildung 3‑4: Screenshot Verstärkungsfaktor 4 6](#_Toc118096383)

[Abbildung 3‑5: Veranschaulichung 7](#_Toc118096384)

[Abbildung 4‑1: Screenshot Blockschaltbild **Error! Bookmark not defined.**](#_Toc118096385)

[Abbildung 4‑2: Screenshot TYPE1 8](#_Toc118096386)

[Abbildung 4‑3: Screenshot TYPE2 8](#_Toc118096387)

[Abbildung 4‑4: Screenshot TYPE3 8](#_Toc118096388)

[Abbildung 4‑5: Screenshot TYPE4 9](#_Toc118096389)

[Abbildung 4‑6: Screenshot TYPE5 9](#_Toc118096390)

[Abbildung 4‑7: Screenshot TYPE6 9](#_Toc118096391)

[Abbildung 4‑8: Screenshot TYPE7 9](#_Toc118096392)

[Abbildung 4‑9: Screenshot TYPE8 10](#_Toc118096393)

# Tabellenverzeichnis

[Tabelle 1: Messergebnisse. 3](#_Toc118096394)

# Aufgabe 1: Aufbau und grundlegende Motorsteuerung

## Aufgabe 1.1

A graph with purple lines

Description automatically generated

Abbildung ‑: Screenshot Positionssignal

**Erläuterung:**

Der Graph beginnt bei einem beliebigen Wert, je nach initialer Ausrichtung. Dann steigt der Graph linear in zeitdiskreten Schritten bis zu einem Maximalwert von ca. 1010 und wird anschließend auf den Wert 0 zurückgesetzt.

## Aufgabe 1.2

**Erläuterung:**

Das Mittel über fünf Abtastwerte ergibt eine Abtastperiode von 15,42 ms bzw. 64,85 Hz.

Maximale Regelfrequenz ?

Kleinste Regelzeitkonstante ?

Vorteile von Arduino gegenüber PC ?

## Aufgabe 1.3

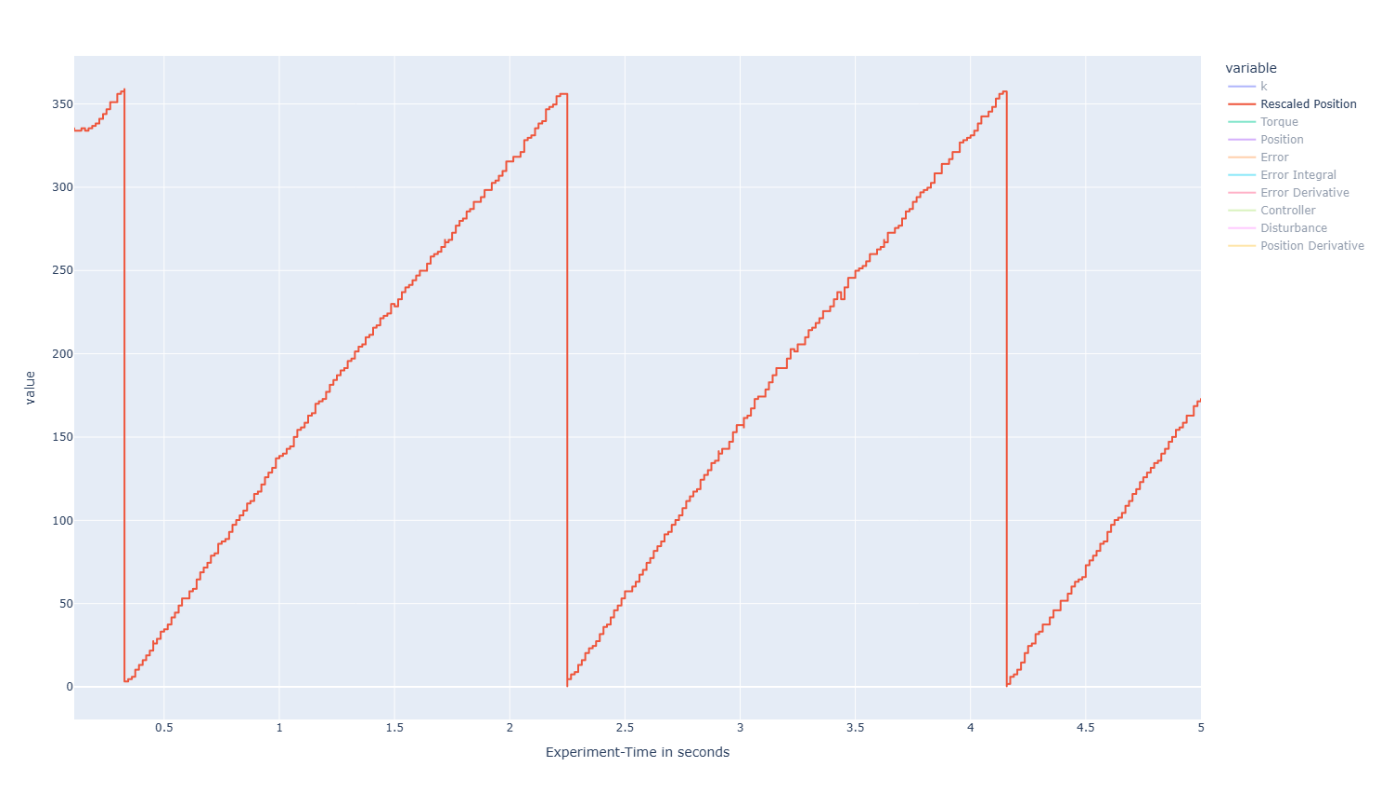


Abbildung ‑: Screenshot Positionssignal

**Erläuterung:**

Das Positionssignal wurde mit dem Faktor 360/1010 multipliziert und um 8,91 Grad gegen den Uhrzeigersinn verschoben damit die untere Gleichgewichtslage 180 Grad entspricht.

# Aufgabe 2: Störsignale des Hebelarms

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Torque | Amplitude | Proportionalitätsfaktor |
| -20 | -8 | 2.5 / 0.4 |
| -10 | -4 | 2.5 /0.4 |
| -8 | -2 | 4 / 0.25 |
| -5 | 0 | Inf /0 |
| 5 | 2 | 2.5 /0.4 |
| 8 | 4 | 2/ 0.5 |
| 10 | 8 | 1.25 / 0.8 |
| 20 | 12 | 1.66 / 0.6024 |

Tabelle 1: Messergebnisse.

## Aufgabe 2.1

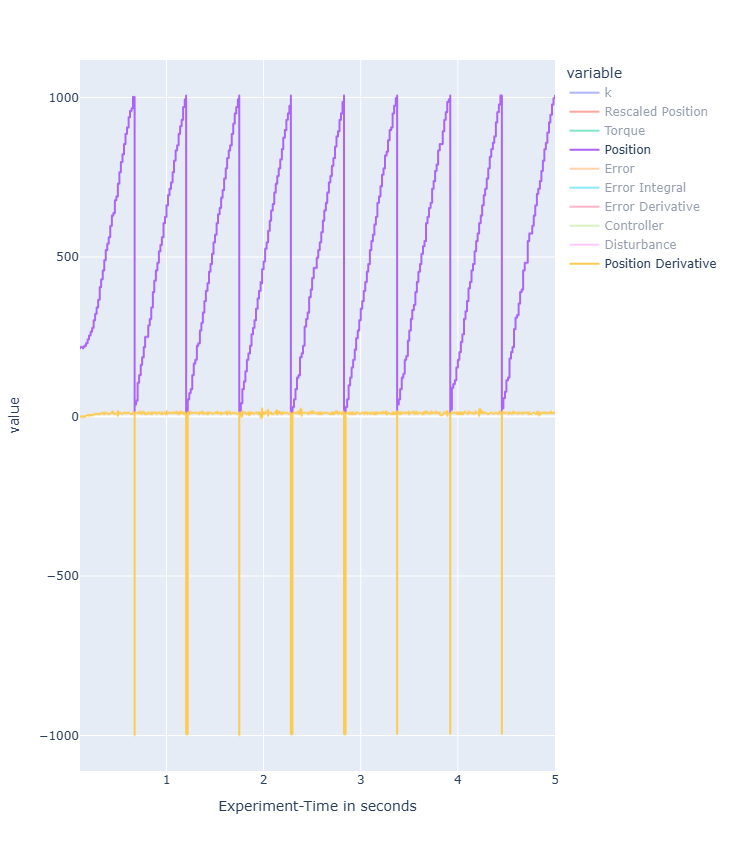


Abbildung ‑: Screenshot Positionssignal und Ableitung des Positionssignals

**Erläuterung:**

## Aufgabe 2.2

**Erläuterung:**

Durch das Zurücksetzen des Positionssignals bei 1010 bzw. 360 Grad kommt es zu großen Sprüngen in der Ableitung. Außerdem kann es durch die Quantiesierung zu kleinen Sprüngen und Ungenauigkeiten in der Ableitung kommen.

## Aufgabe 2.3

**Erläuterung**:

Dies ist ein Typoblindtext. An ihm kann man sehen, ob alle Buchstaben da sind und wie sie aussehen. Manchmal benutzt man Worte wie Hamburgefonts, Rafgenduks oder Handgloves, um Schriften zu testen. Manchmal Sätze, die alle Buchstaben des Alphabets enthalten - man nennt diese Sätze »Pangrams«. Sehr bekannt ist dieser:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Störsignaltyp** | **Signalbeschreibung** | **Amplitude** | **Frequenz/Hz** |
| ZERO | Kein Störsignal vorhanden. |  |  |
| TYPE1 | Sinusförmige Störung | 13 | 3.18 |
| TYPE2 | Sinusförmige Störung | 7 | 0.79 |
| TYPE3 | Rechteck Signal | 15 | 0.83 |
| TYPE4 | Rechteck Signal | 5 | 3.05 |
| TYPE5 | Rechteck Signal | 10 | 38.02 (unsicher/nicht klar erkennbar) |
| TYPE6 | Sinusförmige Störung | 9 | 0.8 |
| TYPE7 | Sinusförmige Störung | 9 | 0.16 |
| TYPE8 | Rechteck Signal | 10 | 1 |
| TYPE9 | Sinusförmige Störung | 9 | 7.8 |

## Aufgabe 2.4

**Erläuterung:**

Dies ist ein Typoblindtext. An ihm kann man sehen, ob alle Buchstaben da sind und wie sie aussehen. Manchmal benutzt man Worte wie Hamburgefonts, Rafgenduks oder Handgloves, um Schriften zu testen. Manchmal Sätze, die alle Buchstaben des Alphabets enthalten - man nennt diese Sätze »Pangrams«. Sehr bekannt ist dieser: The quick brown fox jumps over the lazy old dog. Oft werden in Typoblindtexte auch fremdsprachige Satzteile eingebaut (AVAIL® and Wefox™ are testing aussi la Kerning), um die Wirkung in anderen Sprachen zu testen. In Lateinisch sieht zum Beispiel fast jede Schrift gut aus. Quod erat demonstrandum. Seit 1975 fehlen in den meisten Testtexten die Zahlen, weswegen nach TypoGb. 204 § ab dem Jahr 2034 Zahlen in 86 der Texte zur Pflicht werden. Nichteinhaltung wird mit bis zu 245 € oder 368 $ bestraft. Genauso wichtig in sind mittlerweile auch Âçcèñtë, die in neueren Schriften aber fast immer enthalten sind. Ein wichtiges aber schwierig zu integrierendes Feld sind OpenType-Funktionalitäten. Je nach Software und Voreinstellungen können eingebaute Kapitälchen, Kerning oder Ligaturen (sehr pfiffig) nicht richtig dargestellt werden.

# Aufgabe 3: Positionsregelung

## Aufgabe 3.1

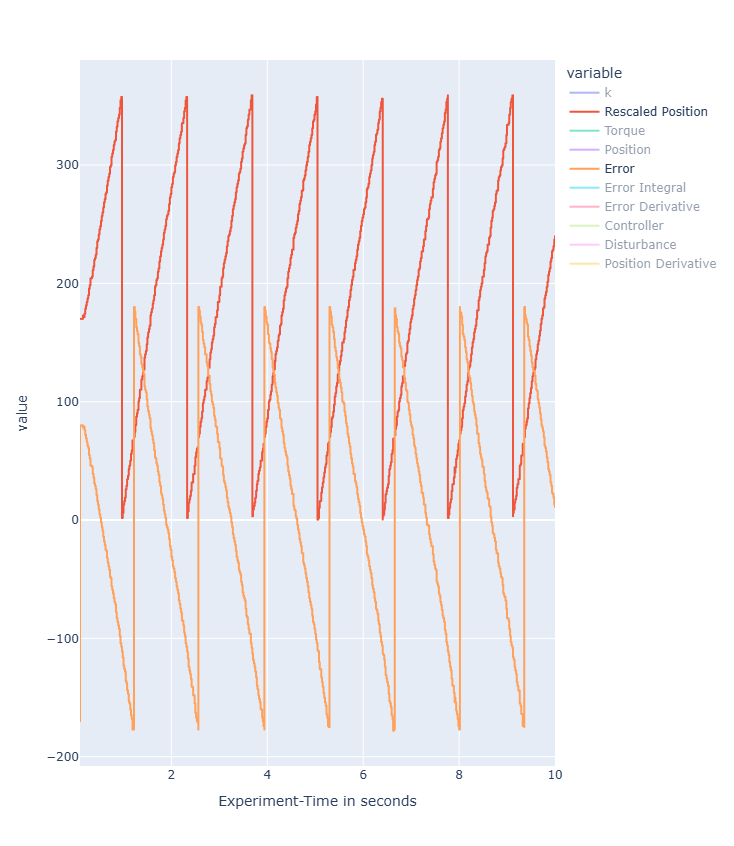


Abbildung 3‑: Screenshot Fehlersignal und Positionssignal

**Erläuterung:**

Dies ist ein Typoblindtext. An ihm kann man sehen, ob alle Buchstaben da sind und wie sie aussehen. Manchmal benutzt man Worte wie Hamburgefonts, Rafgenduks oder Handgloves, um Schriften zu testen. Manchmal Sätze, die alle Buchstaben des Alphabets enthalten - man nennt diese Sätze »Pangrams«. Dies ist ein Typoblindtext. An ihm kann man sehen, ob alle Buchstaben da sind und wie sie aussehen. Manchmal benutzt man Worte wie Hamburgefonts, Rafgenduks oder Handgloves, um Schriften zu testen. Manchmal Sätze, die alle Buchstaben des Alphabets enthalten - man nennt diese Sätze »Pangrams«.

## Aufgabe 3.2



Abbildung ‑2:Blockschaltbild Regler



Abbildung ‑3: Screenshot Verstärkungsfaktor 1



Abbildung ‑4: Screenshot Verstärkungsfaktor 2



Abbildung ‑5: Screenshot Verstärkungsfaktor 3



Abbildung ‑6: Screenshot Verstärkungsfaktor 4

**Beschreibung:**

Dies ist ein Typoblindtext. An ihm kann man sehen, ob alle Buchstaben da sind und wie sie aussehen. Manchmal benutzt man Worte wie Hamburgefonts, Rafgenduks oder Handgloves, um Schriften zu testen.

## Aufgabe 3.3



Abbildung ‑: Regelfehler

**Beschreibung:**

Dies ist ein Typoblindtext. An ihm kann man sehen, ob alle Buchstaben da sind und wie sie aussehen. Manchmal benutzt man Worte wie Hamburgefonts, Rafgenduks oder Handgloves, um Schriften zu testen.

## Aufgabe 3.4

**Erläuterung:**

Dies ist ein Typoblindtext. An ihm kann man sehen, ob alle Buchstaben da sind und wie sie aussehen. Manchmal benutzt man Worte wie Hamburgefonts, Rafgenduks oder Handgloves, um Schriften zu testen. Manchmal Sätze, die alle Buchstaben des Alphabets enthalten - man nennt diese Sätze »Pangrams«. Dies ist ein Typoblindtext. An ihm kann man sehen, ob alle Buchstaben da sind und wie sie aussehen. Manchmal benutzt man Worte wie Hamburgefonts, Rafgenduks oder Handgloves, um Schriften zu testen. Manchmal Sätze, die alle Buchstaben des Alphabets enthalten - man nennt diese Sätze »Pangrams«.

# Aufgabe 4: Kompensation einer Störung

**Beschreibung:**

Dies ist ein Typoblindtext. An ihm kann man sehen, ob alle Buchstaben da sind und wie sie aussehen. Manchmal benutzt man Worte wie Hamburgefonts, Rafgenduks oder Handgloves, um Schriften zu testen.



Abbildung ‑: Screenshot TYPE1



Abbildung ‑: Screenshot TYPE2



Abbildung ‑: Screenshot TYPE3



Abbildung ‑: Screenshot TYPE4



Abbildung ‑: Screenshot TYPE5



Abbildung ‑: Screenshot TYPE6



Abbildung ‑: Screenshot TYPE7



Abbildung ‑: Screenshot TYPE8

**Beschreibung:**

Dies ist ein Typoblindtext. An ihm kann man sehen, ob alle Buchstaben da sind und wie sie aussehen. Manchmal benutzt man Worte wie Hamburgefonts, Rafgenduks oder Handgloves, um Schriften zu testen.

**Fügen Sie ihrer Abgabe die *student.ino*, die von Ihnen bearbeitet wurde,hinzu!**