

# Reglerdimensionierung mittels Phasengangmethode

## Fachbericht

7. Mai 2015

<b>Studiengang</b>	EIT
<b>Modul</b>	Projekt 2
<b>Team</b>	4
<b>Auftraggeber</b>	Peter Niklaus
<b>Fachcoaches</b>	Peter Niklaus, Richard Gut, Pascal Buchschacher, Anita Gertiser
<b>Autoren</b>	Anita Rosenberger, Benjamin Müller, Manuel Suter, Florian Alber, Raphael Frey
<b>Version</b>	Entwurf

## Abstract

Vermutlich  
zu knapp G  
fragen

Die Aufgabe eines geschlossenen Regelkreises ist es der Fehler zwischen Soll- und Ist-Wert möglichst klein zu halten. Um dies zu gewährleisten wird der Regler dimensioniert. Die Aufgabe des Tools ist, der PI und den PID-T1 richtig zu dimensionieren.

Die Anforderung an die Eingabe sind die numerischen Werte von einer vorliegenden und ausgemessenen Schrittantwort. Das Ziel der Ausgabe sind sowohl die numerischen Regelwerte der Phasengangmethode und der Faustformeln sowie die Plots der Schrittantworten.

Die Berechnungen wurden in Matlab durchgeführt und in das Model-View-Controller-Plattern übertragen. Als Basis dient die Klasse Calc, welche die Grundrechenfunktionen von Matlab beinhaltet.

Ein benutzerfreundliches Tool um in der Praxis die Reglerwerte einzustellen. Das Neue an dieser Lösung ist, dass die Phasengangmethode in ein Berechnungstool integriert ist.

Das Tool ist in der Regeldimensionierung einsetzbar. Das Verbesserungspotential liegt in der Optimierung der Rechengeschwindigkeit.

# Projekt P2 - Aufgabenstellung vom Auftraggeber (FS\_2015)

## Reglerdimensionierung mit Hilfe der Schrittantwort

### 1. Einleitung

In der Praxis werden die klassischen Regler (PI, PID, PD, ...) oft mit sog. Faustformeln dimensioniert. Dazu benötigt man bestimmte Informationen der zu regelnden Strecke. Handelt es sich dabei um „langsame Strecken“ mit Zeitkonstanten im Bereich von Sekunden bis Minuten, so ist das Bestimmen und Ausmessen der Schrittantwort oft die einzige Möglichkeit zur Identifikation der Strecke. Typische Beispiele dafür sind Temperaturheizstrecken, welche meistens mit einem PTn-Verhalten modelliert werden können (Kaffeemaschine, Boiler, Raumheizungen, Lötkolben, Warmluftfön, usw.).

Die Schrittantwort wird mit Hilfe einer Wendetangente vermessen und die Kenngrößen Streckenbeiwert ( $K_s$ ), Verzugszeit ( $T_u$ ) und Anstiegszeit ( $T_g$ ) werden bestimmt. Dies kann sowohl von Hand (grafisch) oder auch automatisiert durchgeführt werden, falls die Messdaten elektronisch vorliegen. Mit diesen drei Kenngrößen können mit Hilfe sog. Faustformeln I- und PID-Regler dimensioniert werden (Ziegler/Nichols, Chien/Hrones/Reidwork, Oppel/Rosenberg). Die Faustformeln liefern zwar sehr schnell die Reglerdaten, aber die Schrittantworten der entspr. Regelungen sind teilweise weit vom "Optimum" entfernt und der Regelkreis kann sogar instabil werden. In der Praxis muss man diese "Startwerte" häufig noch optimieren, damit die Schrittantwort der Regelung die Anforderungen erfüllt.

Die sog. "Phasengangmethode zur Reglerdimensionierung" wurde von Jakob Zellweger (FHNW) entwickelt und liefert Reglerdaten, welche näher am "Optimum" sind und für die Praxis direkt verwendet werden können. Dabei kann das Überschwingen der Schrittantwort vorgegeben werden (z.B. 20%, 10%, 2%, oder aperiodisch). Bei dieser Methode kann also das für viele Anwendungen wichtige Verhalten der Schrittantwort beeinflusst werden. Um die Phasengangmethode anwenden zu können, muss der Frequenzgang der Strecke bekannt sein (analytisch oder numerisch gemessen). Mit Hilfe der Hudzovik-Approximation (oder anderer ähnlicher Verfahren) wird die Problem gelöst in dem vorgängig aus den Kenngrößen der Schrittantwort ( $K_s$ ,  $T_u$ ,  $T_g$ ) eine PTn-Approximation der Strecke erzeugt wird. Mit dem Frequenzgang der PTn-Approximation können dann die Regler dimensioniert werden (I, PI, PID). Die Phasengangmethode war ursprünglich eine grafische Methode, basierend auf dem Bodediagramm der Strecke. Aktuell soll die Methode direkt numerisch im Rechner durchgeführt werden.

In dieser Arbeit geht es um die Entwicklung und Realisierung eines Tools zur **Reglerdimensionierung mit der Phasengangmethode**. Ausgehend von der PTn-Schrittantwort der Strecke sollen "optimale Regler" (PI, PID-T1) dimensioniert werden, wobei das Überschwingen der Regelgröße vorgegeben werden kann. Zum Vergleich sollen die Regler auch mit den üblichen Faustformeln dimensioniert werden. Wünschenswert wäre auch eine Simulation der Schrittantwort des geschlossenen Regelkreises, so dass die Dimensionierung kontrolliert und evtl. noch "verbessert" werden könnte.

## 2. Aufgaben/Anforderungen an Tool

Entwerfen und realisieren Sie ein benutzerfreundliches Tool/Programm/GUI/usw. mit welchem PI- und PID-Regler mit der Phasengangmethode dimensioniert werden können. Dabei sind folgende Anforderungen und Randbedingungen vorgegeben:

- Die zu regelnden Strecken sind PTn-Strecken, wobei entweder die Schrittantwort grafisch vorliegt oder die Kenngrößen  $K_s$ ,  $T_u$  und  $T_g$  schon bekannt sind
- Die Bestimmung einer PTn-Approximation wird vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt und muss entsprechend angepasst und eingebunden werden (Matlab zu Java)
- Das Überschwingen der Regelgrösse (Schrittantwort) soll gewählt werden können
- Zum Vergleich sind die Regler auch mit den üblichen Faustformeln zu dimensionieren.
- Das dynamische Verhalten des geschlossenen Regelkreises soll auch berechnet und visualisiert werden (Schrittantwort)

## 3. Bemerkungen

Die Software und das GUI sind in enger Absprache mit dem Auftraggeber zu entwickeln. Der Auftraggeber steht als Testbenutzer zu Verfügung und soll bei der Evaluation des GUI eingebunden werden. Alle verwendeten Formeln, Algorithmen und Berechnungen sind zu verifizieren, eine vorgängige oder parallele Programmierung in Matlab ist zu empfehlen. Zum Thema der Regelungstechnik und speziell zur Reglerdimensionierung mit der Phasengangmethode werden Fachinputs durchgeführt (Fachcoach).

## Literatur

- [1] J. Zoidweger, *Regelkreise und Regelungen*, Vorlesungsskript.
- [2] J. Zoidweger, *Phasengang-Methode*, Kapitel aus Vorlesungsskript.
- [3] H. Unbehauen, *Regelungstechnik I*, Vieweg Teubner, 2008.
- [4] W. Schumacher, W. Leonhard, *Grundlagen der Regelungstechnik*, Vorlesungsskript, TU Braunschweig, 2003.
- [5] B. Bate, *PID-Einstellregeln*, Projektbericht, FH Dortmund, 2009.

16.02.2015  
Peter Niklaus

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Software</b>	<b>8</b>
3.1	View . . . . .	8
3.2	Controller . . . . .	8
3.3	Model . . . . .	8
3.4	Benutzungs-Beispiel (Use-Case) . . . . .	8
<b>4</b>	<b>Tests</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Schlussfolgerungen</b>	<b>10</b>

## Versionsgeschichte

04.05.2015: Version 0.01

06.05.2015: Version 0.02

## 1 Einleitung

Im Rahmen dieses Projektes soll ein Tool entwickelt werden, welches einen PI- respektive einen PID-Regler mittels der von Prof. Jakob Zellweger entwickelten Phasengangmethode dimensioniert. Zum Vergleich soll der entsprechende Regler ebenfalls mittels verschiedenen Faustformeln ausgelegt werden. Die Phasengangmethode ist ein graphisches Werkzeug, das normalerweise mit Stift und Papier durchgeführt wird. Folglich ist seine Ausführung zeitaufwändig, speziell wenn verschiedene Szenarien mit unterschiedlichen Parameterwerten durchgespielt werden sollen. Ein Tool zur Automatisierung dieses Prozesses ist bisher nicht verfügbar; unsere Software soll diese Marktlücke füllen.

Das Tool soll ausgehend von drei Parametern aus der Schrittantwort der Strecke (Verstärkung  $K_s$ , Anstiegszeit  $T_g$ , Verzögerungszeit  $T_u$ ) mittels der Phasengangmethode möglichst ideale Regelparameter berechnen sowie die Schrittantwort des darauf basierenden geschlossenen Regelkreises graphisch darstellen. Die Benutzeroberfläche der Software soll intuitiv sein, sodass sich auch mit dem Thema nicht eingehend vertraute Regelungstechniker einfach zurechtfinden.

Die erforderlichen Algorithmen wurden eigenständig zuerst in Matlab als Prototypen implementiert und anschliessend vollständig in Javakonvertiert. Auch die graphische Benutzeroberfläche baut ganz auf Java. Um optimale Wartbarkeit, Übersichtlichkeit und Modularität des Codes zu gewährleisten, ist die Software gemäss Model-View-Controllern-Pattern aufgebaut.

Nach der Berechnung in Matlab wurde klar, dass die Berechnung durch die hohe Rechenleistung sehr schnell durchgeführt werden kann und somit eine Dimensionierung des geschlossenen Regelkreises anhand dieser Methode von Herrn Zellweger möglich ist.

Das Projekt gliederte sich primär in zwei Teile. In einer ersten Phase wurden die theoretischen Grundlagen erarbeitet, darauf aufbauend bestand die zweite Phase vor allem aus der Implementierung der Software. Der vorliegende Bericht entspricht in seinem Aufbau diesem Verlauf und beschreibt die erarbeitete Theorie und die entwickelte Software.

referenz  
script Zell-  
weger

mehr/anderer  
Inhalt?

## 2 Grundlagen

Entwurf

### 3 Software

Leserführung, Kontext und Top-Down Beschreibung der Gesamtsoftware gemäss Dokument Richard Gut. Verweis auf Klassendiagramm.

#### 3.1 View

Leserführung View. Ausschnitt Klassendiagramm, Verweis auf gesamtes Diagramm.

#### 3.2 Controller

Leserführung Controller. Ausschnitt Klassendiagramm, Verweis auf gesamtes Diagramm.

#### 3.3 Model

Leserführung Controller. Ausschnitt Klassendiagramm, Verweis auf gesamtes Diagramm.

#### 3.4 Benutzungs-Beispiel (Use-Case)

Leserführung Use-Case. Ausschnitt Klassendiagramm, Verweis auf gesamtes Diagramm.



## 4 Tests

Entwurf

## 5 Schlussfolgerungen

Entwurf

## Ehrlichkeitserklärung

Mit der Unterschrift bestätigt der Unterzeichnende (Projektleiterin), dass das Dokument selbst geschrieben worden ist und alle Quellen sauber und korrekt deklariert worden sind.

Anita Rosenberger: \_\_\_\_\_

Ort, Datum: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

Entwurf