

Reglerdimensionierung mittels Phasengangmethode

Fachbericht

7. Mai 2015

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

Abstract

Im Gebiet der Regelungstechnik ist das Dimensionieren von Regler eine zentrale Aufgabe, da mit der korrekten Einstellung der Regler stabil und die Differenz zwischen Ist und Soll-Wert möglichst klein ist.

Die Phasengangmethode ist eine ursprünglich eine graphische Berechnungsart, welche anhand der Schrittantwort die Reglerwerte berechnet. Die Aufgabe der Implementierung dieser Methode in Java war die Hauptaufgabe.

Die Ziel dieses Projektes war, ein benutzerfreundliches Softwaretool, das heisst auch für ein ungeübter Regelungstechniker benutzen kann, zu entwickeln, welches anhand der Phasengangmethode die Dimensionierung eines PI und PID Reglers durchführt. Die Ausgabe des Tools soll anhand der Eingabe der Schrittantwortwerte die numerische wie auch die graphische Lösung ausgeben.

Die Phasengangmethode und die als Vergleich angewendete Faustformeln wurden in Matlab geschrieben und mit Referenzdaten getestet. Die Implementierung in Java war ein zweistufiger Prozess, in welchem zuerst die matlabtypischen Berechnungsfunktionen ausprogrammiert und im zweiten Schritt die Regeldimensionierung implementiert wurden.

Das Softwaretool besitzt eine graphische Benutzeroberfläche, über welche auf der linken Seite die Werte der Schrittantwort eingelesen und die numerischen Lösungen des Reglers ausgegeben und über die rechte Seite die graphischen Lösungen dargestellt werden.

Das Zentrale an der Lösung ist die Berechnungsgeschwindigkeit mit welcher das Tool arbeitet. Dies ermöglicht eine Echtzeit-Dimensionierung des Reglers. Das Neue an dieser Lösung ist das Einbinden der Phasengangmethode in ein Reglerdimensionierungstool.

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

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

Versionsgeschichte

04.05.2015: Version 0.01

06.05.2015: Version 0.02

1 Einleitung

Im Rahmen des 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 berechnet werden.

Die Phasengangmethode ist eine graphische Methode, die bis anhin mit Stift und Papier durchgeführt wurde. Folglich ist die Ausführung zeitaufwändig, speziell wenn Schrittantworten mit unterschiedlichen Parameterwerten durchgespielt werden sollen. 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 zuerst in Matlab als Prototypen implementiert und anschliessend vollständig in Javakonvertiert. 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 Implementierung 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.

Der Bericht gliederte sich in zwei Teile: Der ersten Teil erläutert die theoretischen Grundlagen und darauf aufbauend stellt der zweite Teil der Aufbau der Software dar.

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