

Praktikum Regelungstechnik

Termin 5: Regelung einer Heizstrecke

Version 20210113

Bitte senden Sie Verbesserungsempfehlungen jederzeit an den Autor.

Klaus Liebler
klaus.liebler@w-hs.de
Raum B2.3.09
Tel: +49 (209) 9596-152

Andreas Recktenwald
andreas.recktenwald@w-hs.de
Raum B4.3.3
Tel: +49 (209) 9596-122

Fachbereich Maschinenbau, Umwelt- und Gebäudetechnik
Westfälische Hochschule
Neidenburger Str. 43
45897 Gelsenkirchen
www.w-hs.de

© Westfälische Hochschule. Alle Aufgaben dürfen ausschließlich zu Lehr- und Lernzwecken im Rahmen der oben genannten Lehrveranstaltung verwendet werden.

Inhalt

1	Lernziele	1
2	Vorbereitung	2
3	Konzepte und Komponenten.....	2
3.1	Das Experimentiersystem lab@home	2
3.2	Einstellregeln nach Chien, Hrones und Reswick	2
4	Versuchsdurchführung	2
4.1	Sprungantwortversuch zur Charakterisierung der Regelstrecke durchführen	2
4.2	Reglerparameter bestimmen	4
4.3	<Ihr Name> vs. PID.....	2
4.4	Führungs- und Störgrößenverhalten des Reglers.....	4
4.5	Auswertung.....	6
5	Auswerteformular „Regelung einer Heizstrecke“	7
5.1	Auswertung für Kapitel 4.4.....	7

1 Lernziele

- Die Studierenden können reale PID- und Zweipunktregler parametrieren und testen.

- Die Studierenden lernen die besondere Bedeutung praxisrelevanter Herausforderungen im Bereich der Regelungstechnik kennen.
- Die Studierenden können mit Hilfe der Simulation Gütemaße qualitativ und quantitativ bestimmen und Aussagen über die Güte der Regelung treffen

2 Vorbereitung

- Lesen Sie sich diese Versuchsbeschreibung gründlich durch.
- Wiederholen Sie die relevanten Inhalte der Vorlesung.

Stichwörter:

Heuristiken zur Reglereinstellung, Chien-Hrones-Reswick

3 Konzepte und Komponenten

3.1 Das Experimentiersystem lab@home

Bei diesem Versuch arbeiten Sie wieder mit dem Experimentiersystem lab@home, das Sie aus dem zweiten Praktikum noch kennen. Lesen Sie sich dort nochmals die Beschreibung des Experimentieraufbaus durch.

3.2 Einstellregeln nach Chien, Hrones und Reswick

Die Verfahren rund um die Einstellregeln nach Chien, Hrones und Reswick kennen Sie noch aus dem vierten Praktikum. Lesen Sie sich im Bedarfsfall die entsprechenden Kapitel aus der Praktikumsbeschreibung durch.

4 Versuchsdurchführung

4.1 <Ihr Name> vs. PID 😊

Nehmen Sie die Herausforderung an und stellen Sie Ihr regelungstechnisches Gefühl unter Beweis!

Öffnen Sie die WebUI von lab@home (siehe Abbildung 1), klicken Sie im Menü links auf „Heater Experiment“ (1) und wählen Sie oben den Betriebsmodus „Open Loop“ (2). Starten Sie die Aufzeichnung (3).

Belassen Sie die Störgröße „Fan Power“ (4) zunächst bei 0 und stellen Sie die Stellgröße „Heater Power“ (5) so ein, dass Sie möglichst schnell und ohne Überspringen eine „Actual Temperature“ von 60°C (6) erreichen. Wenn Sie dies geschafft haben, ändern Sie „Fan Power“ (4) auf 30% und versuchen Sie, die „Actual Temperature“ (6) auf 60°C zurückzuführen. Sichern Sie Ihre Ergebnisse und unterstützen Sie die Abkühlung des Heizwiderstandes mit einer „Fan Power“ (4) von 100%.



Abbildung 1: Das lab@home-Experimentiersystem (Open Loop)

4.2 Sprungantwortversuch zur Charakterisierung der Regelstrecke durchführen

Im Rahmen des zweiten Praktikumsversuches haben wir die Regelstrecke „Heizwiderstand“ charakterisiert und dabei das folgende Ergebnis gewonnen:

EIGENSCHAFT	WERT
K_P	1,9K/%
T_E	20s
T_B	350s

Tabelle 1: Parameter der Regelstrecke



- Zahlenwert des Schwierigkeitsgrades S der Strecke
- Verbale Beurteilung der Regelbarkeit der Strecke.

4.3 Reglerparameter mit Hilfe von Chien-Hrones-Reswick bestimmen

Bestimmen Sie mit Hilfe der folgenden Tabelle die Parameter für

- PID-Regler
- Regelverhalten mit 20% Überschwängen
- Variante a) Optimiert für gutes Störverhalten
- Variante b) Optimiert für gutes Führungsverhalten

Es gilt die Abkürzung $L = \frac{T_b}{T_e \cdot K_{P,S}}$

TYP	GRÖßE	APERIODISCHER REGELVERLAUF		REGELVERLAUF MIT 20% ÜBERSCHWINGEN	
		Störung	Führung	Störung	Führung
P	$K_{P,R}$	$0,3 \cdot L$	$0,3 \cdot L$	$0,7 \cdot L$	$0,7 \cdot L$
PI	$K_{P,R}$	$0,6 \cdot L$	$0,35 \cdot L$	$0,7 \cdot L$	$0,6 \cdot L$
	T_n	$4,0 \cdot T_e$	$1,2 \cdot T_b$	$2,3 \cdot T_e$	$1,0 \cdot T_b$
PID	$K_{P,R}$	$0,95 \cdot L$	$0,6 \cdot L$	$1,2 \cdot L$	$0,95 \cdot L$
	T_n	$2,4 \cdot T_e$	$1,0 \cdot T_b$	$2,0 \cdot T_e$	$1,35 \cdot T_b$
	T_v	$0,42 \cdot T_e$	$0,50 \cdot T_e$	$0,42 \cdot T_e$	$0,47 \cdot T_e$

Tabelle 2: Einstellregeln nach Chien, Hrones und Reswick



- Werte für $K_{P,R}$, T_n und T_v für Reglervariante (a) und (b)

4.4 Führungs- und Störgrößenverhalten des Reglers

Nun ist der PID-Regler dran. Öffnen Sie die WebUI von lab@home (siehe Abbildung 2), klicken Sie im Menü links auf „Heater Experiment“ (1) und wählen Sie oben den Betriebsmodus „Closed Loop“ (2).



Abbildung 2: Das lab@home-Experimentiersystem (Closed Loop)

Führen Sie die folgenden Schritte zunächst mit Reglervariante (a) und dann nach einer Abkühlpause auch für Reglervariante (b) durch.

1. Stellen Sie die Führungsgröße „Setp. Temperature) (3) auf die aktuelle Temperatur des Heizwiderstandes (4) ein.
2. Stellen Sie dann die Reglerparameter (5) gemäß Variante (a) bzw. (b) ein.
Es gilt: $K_I = K_P/T_N$ und $K_D = K_P \cdot T_V$ (oder auch umgekehrt $T_N = K_P/K_I$ und $T_V = K_D/K_P$)
3. Starten Sie die Aufzeichnung (6).
4. Verändern Sie die Führungsgröße (3) sprunghaft auf 60°C.

Warten Sie nun, bis die Regelgröße zumindest näherungsweise den Beharrungswert erreicht hat. Sie sehen nun das Führungsverhalten des Reglers.

5. Stellen Sie die Störgröße „Fan Power“ sprunghaft auf 30% (7)

Warten Sie nun, bis die Regelgröße zumindest näherungsweise den Beharrungswert erreicht hat. Sie sehen nun das Störgrößenverhalten des Reglers.

6. Beenden Sie die Aufzeichnung und kopieren Sie die Tabelle zur weiteren Auswertung in Excel.
7. Ändern Sie den Betriebsmodus auf „Open Loop“. Stellen Sie eine Heizleistung von 0% und zum beschleunigten Abkühlen eine Ventilatorleistung von 100% ein.

4.5 Auswertung

Bestimmen Sie für die beiden Reglervarianten (a) und (b) für die Zeit nach dem Führungssprung und die Zeit nach dem Störgrößensprung die folgenden Regelgüte-Parameter. Gehen Sie von einem Toleranzbereich von $2 \cdot \Delta x_s = 2^\circ\text{C}$ aus.

SYMBOL	BEDEUTUNG
ΔX_∞	Abweichung im Beharrungszustand
x_m	Überschwingweite
T_{cr}	Anregelzeit
T_{cs}	Ausregelzeit

Tabelle 3: Gütemaße

Prüfen Sie, ob die beiden Reglervarianten tatsächlich so wie vorgesehen arbeiten und diskutieren Sie die Ergebnisse. Vergleichen Sie Ihre „Reglerperformance“ mit der des Reglers.

Hinweis: Möglicherweise können nicht bei jedem Reglertyp alle Parameter bestimmt werden.

5 Auswerteformular „Regelung einer Heizstrecke“

NAME	
MATRIKELNUMMER	
DATUM	

5.1 Auswertung für Kapitel 4.4

Bezeichnung	Reglervariante a		Reglervariante b		Menschlicher Regler	
	Führungs- sprung	Störgrößen- sprung	Führungs- sprung	Störgrößen- sprung	Führungs- sprung	Störgrößen- sprung
ΔX_{∞}						
x_m						
T_{cr}						
T_{cs}						
Diskussion						
Wie gut war Ihre eigene „Reglerperfor- mance“ im Vergleich?						