



Fachgebiet
Simulation und Optimale Prozesse



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
ILMENAU

Fakultät für Informatik und
Automatisierung
Institut für Automatisierungs-
und Systemtechnik

Praktikum

Versuch AS-G32

Linearer einschleifiger Regelkreis – MATLAB

Verantwortlicher Hochschullehrer: Prof. Dr.-Ing. habil. P. Li
Versuchsverantwortlicher: Dr.-Ing. S. Hopfgarten

Name, Vorname	Matrikel-Nr.
Mitarbeiter	
Datum, Note, Unterschrift	

1 Versuchsziel

Betrachtet wird der lineare einschleifige Regelkreis unter Einwirkung deterministischer aperiodischer Führungs- oder Störfunktionen, wobei unterschiedliche Strukturen und Parameter für Regelstrecken und Regler zur Anwendung kommen. Experimentell ist der Einfluss der Reglerkennwerte auf die Kenngrößen des statischen und dynamischen Verhaltens des Regelgrößenverlaufes bei Einwirkung sprunghöflicher Führungsgrößen zu ermitteln. Es werden Störübergangsfunktionen untersucht, wobei der Eintritt der Störung am Ausgang, zwischen zwei Teilen bzw. am Eingang der Regelstrecke erfolgt. Eine Diskussion der Ergebnisse anhand des Bode-Diagramms soll den Zusammenhang zwischen Zeit- und Frequenzbereich verdeutlichen. Ebenso kann die Reglerbemessung und die Diskussion der Ergebnisse am Verlauf der Wurzelortskurve vorgenommen werden. Eine quantitative Reglerbemessung wird nach Einstellregeln für vorgegebene relative Überschwingweiten durchgeführt.

2 Hinweise zur Erarbeitung der theoretischen Grundlagen

Zwischen der Form des logarithmischen Amplitudenfrequenzganges der offenen Kette bzw. der Wurzelortskurve und dem statischen und dynamischen Verhalten des geschlossenen Regelkreises bestehen Zusammenhänge, die durch Näherungsformeln oder exakte Beziehungen angegeben werden können. Bezüglich der Dynamik kann man die Führungsübergangsfunktion des Regelkreises mit der Übergangsfunktion eines Schwingungsgliedes vergleichen. Für die ingenieurtechnische Beschreibung des dynamischen Regelkreisverhaltens werden die Kenngrößen relative Überschwingweite Δh und Überschwingzeit T_m herangezogen. Das statische Verhalten wird durch die bleibende Regelabweichung e_B charakterisiert.

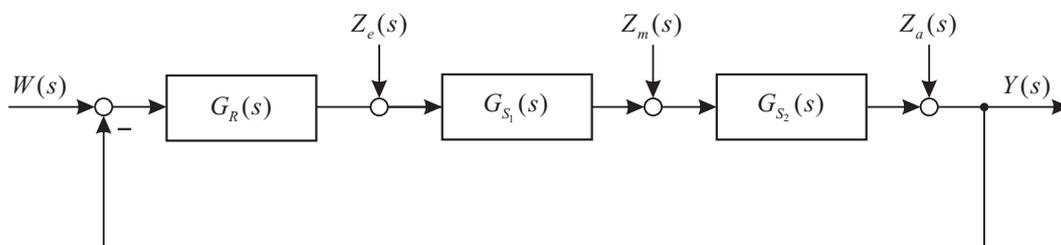


Abbildung 1: Signalflussbild des Regelkreises

3 Versuchseinrichtung

Das Praktikum wird an Workstations bzw. PCs unter Nutzung des Programmpaketes MATLAB/Simulink¹ durchgeführt. Das vorhandene M-File asg32.m gestattet die Zusammenstellung vorgegebener Regelstrecken mit verschiedenen Reglertypen, deren Parameter einstellbar sind, zu einem geschlossenen Regelkreis. Danach kann das Führungs- oder Störverhalten des Regelkreises bei sprunghöflichen oder rampenförmigen Eingangssignalen untersucht werden.

¹MATLAB und Simulink sind eingetragene Warenzeichen der The Mathworks, Inc.

4 Aufgaben zur Versuchsvorbereitung

4.1 Übertragungsfunktion des geschlossenen Regelkreises

Stellen Sie die Führungsübertragungsfunktion für den in Abb. 1 gegebenen Regelkreis auf!

4.2 Reglerbemessung und Amplitudenfrequenzgang

Gegeben ist der Regelkreis entsprechend Abb. 1.

$$G_{S_1}(s) = \frac{1}{1 + s1}, \quad G_{S_2}(s) = \frac{1}{1 + s0.1}$$

$$G_R(s) = K_R \left(1 + \frac{1}{sT_n} \right)$$

$$z_e(t) = z_m(t) = z_a(t) = 0$$

- Berechnen Sie die Reglerparameter so, dass die Führungsübergangsfunktion eine relative Überschwingweite Δh von 25 % aufweist! Benutzen Sie dazu die Entwurfstechniken im Bodediagramm oder in der Wurzelortskurve! Wie groß ist die Überschwingzeit T_m ?
- Zeichnen Sie für a) den logarithmischen Amplitudenfrequenzgang der offenen Kette!

4.3 Bleibende Regelabweichung

Die Struktur der offenen Kette eines Regelkreises wird durch die Übertragungsfunktion $G_0(s)$ charakterisiert.

- Unter welchen Bedingungen wird die bleibende Regelabweichung $e_B = 0$? Betrachten Sie eine P- T_n -Struktur und eine I- T_n -Struktur und jeweils ein sprung- und ein rampenförmiges Führungssignal! Nutzen Sie die Grenzwertsätze der Laplace-Transformation!
- Treffen Sie eine Stabilitätsaussage für einen Regelkreis mit I- T_2 -Struktur der offenen Kette und geben Sie eine Erläuterung an!

5 Versuchsdurchführung

Zur Versuchsdurchführung ist das Programmpaket MATLAB/Simulink zu starten!
Benutzen Sie für die Versuchspunkte 5.1 – 5.3 das M-File **asg32!**

5.1 Reglerbemessung des P-, I- und PI-Reglers bei Führung

Die T_2 -Strecke mit der Übertragungsfunktion nach 4.2 ist mit einem

- P-Regler,
- I-Regler und
- PI-Regler

im geschlossenen Kreis zu betreiben ($z_e(t) = z_m(t) = z_a(t) = 0$).

5.1.1 Empirisches Einstellen der Reglerkennwerte

Durch empirisches Einstellen der Reglerkennwerte ist für die Führungsübergangsfunktion des Regelkreises eine relative Überschwingweite $\Delta h = 0,3 \hat{=} 30\%$ und eine bleibende Regelabweichung $e_B < 3\%$ zu gewährleisten. Registrieren Sie die Gütekennwerte und die ermittelten, zugehörigen Reglerkennwerte in der Tabelle auf der letzten Seite!

5.1.2 Einfluss der Reglerkennwerte auf Kenngrößen der Übergangsfunktion

Welchen Einfluss haben die Reglerkennwerte K_R (P-Regler, I-Regler) und K_{IR} (I-Regler) auf die Gütekennwerte der Führungsübergangsfunktion Δh , T_m und e_B ?

5.2 Reglerbemessung des PI-, PD- und PID-Reglers bei Führung

5.2.1 PI-Regler

Wählen Sie die Regelstrecke und den Regler gemäß Vorbereitungsaufgabe 4.2, stellen Sie die berechneten Reglerparameter ein und überprüfen Sie die Gütekennwerte der Übergangsfunktion! Nehmen Sie die Eintragung in die Tabelle auf der letzten Seite vor!

5.2.2 PD-, PID-Regler

Wie bemessen Sie einen PD- und einen PID-Regler an einer T_3 -Strecke

$$G_{S_1}(s) = \frac{1}{1+s1}, \quad G_{S_2}(s) = \frac{1}{(1+s0.1)(1+s0.05)}$$

bei gleicher relativer Überschwingweite $\Delta h = 0,2 \hat{=} 20\%$? Testen Sie die Reglerparameter anhand der Führungsübergangsfunktion! Tragen Sie auch hier die Werte in die Tabelle auf der letzten Seite ein!

5.3 Störverhalten

5.3.1 Verhalten bei Sprungstörung in Abhängigkeit vom Störeintrittsort

Untersuchen Sie die Reaktion der Regelgröße im Regelkreis (I- T_1 -Strecke und P-Regler) auf sprungförmige Störungen in Abhängigkeit vom Störeintrittsort! Bemessen Sie den Regler so, dass bei der Führungsübergangsfunktion eine relative Überschwingweite $\Delta h = 0,2 \hat{=} 20\%$ auftritt und arbeiten Sie immer mit der gefundenen Einstellung des Reglers!

$$\begin{aligned} G_{S_1}(s) &= \frac{1}{1+s1}, & G_{S_2}(s) &= \frac{1}{s2} \\ G_R(s) &= K_R \end{aligned}$$

Tragen Sie die relevanten Angaben in die Tabelle auf der letzten Seite ein! Ermitteln Sie die Werte der bleibenden Regelabweichung e_B , der maximalen Regelabweichung e_M bzw. der Überschwingzeit T_m (nur die Größen, die jeweils zutreffen), tragen Sie auch diese in die Tabelle auf der letzten Seite ein und begründen Sie die Ergebnisse!

a) Störung am Streckenausgang

$$(z_a(t) = \sigma(t) \text{ bzw. } Z_a(s) = \frac{1}{s}, z_e(t) = z_m(t) = w(t) = 0)$$

b) Störung zwischen zwei Streckenteilen

$$(z_m(t) = \sigma(t) \text{ bzw. } Z_m(s) = \frac{1}{s}, z_e(t) = z_a(t) = w(t) = 0)$$

c) Störung am Streckeneingang

$$(z_e(t) = \sigma(t) \text{ bzw. } Z_e(s) = \frac{1}{s}, z_m(t) = z_a(t) = w(t) = 0)$$

5.3.2 Verhalten bei Rampenstörung

Lassen Sie am Streckenausgang eine rampenförmige Störung einwirken und beobachten Sie das statische Verhalten der Regelgröße ($z_a(t) = t \sigma(t)$ bzw. $Z_a(s) = \frac{1}{s^2}$, $z_e(t) = z_m(t) = w(t) = 0$)! Begründen Sie Ihre Beobachtungen!

Reglertyp	Gütekennwerte			Reglerparameter		
	Δh in %	T_m in s	e_B in %	Parameter 1	Parameter 2	Parameter 3
P						
I						
PI						

Reglertyp	Gütekennwerte			Reglerparameter		
	Δh in %	T_m in s	e_B in %	Parameter 1	Parameter 2	Parameter 3
PI						
PD						
PID						

Regelkreis- verhalten	Gütekennwerte				Reglerparameter		
	Δh in %	T_m in s	e_B in %	e_M	Par. 1	Par. 2	Par. 3
Führung							
Störung am Streckenausgang							
Störung in der Strecke							
Störung am Streckeneingang							

Tabellen für die Versuchspunkte 5.1 (oben), 5.2 (Mitte) und 5.3 (unten)