TU Berlin Fakultät IV
Fachgebiet Regelungstechnik
Praktikum Grundlagen der Regelungstechnik

Praktikum Regelungstechnik
Versuch 3

Dirk Barbendererde (321 836)
Boris Henckell (325 779)

29. Juni 2012

Gruppe: G1 Di 12-14

Betreuer: Markus Valtin

Inhaltsverzeichnis

1 Reglerentwurf

1.1 PID-Regler

Aufgabe:
Entwerfen Sie für das totzeitfreie System

$$\tilde{G}(s) = \frac{V_0}{(s - s_{\infty 1})(s - s_{\infty 2})}$$

einen (realen) PID-Regler K_{PID}, indem sie beide Polstellen der Strecke kürzen. Die übrigen Parameter sollen so bestimmt werden, dass die Dynamik des Führungsverhaltens des resultierenden Regelkreises mit dem des folgenden Polpaares übereinstimmt:

$$P(s) = \frac{1}{s^2\omega^2 + s\frac{2d}{\omega} + 1}$$

Der Regelkreis soll also relativ schnell sein, jedoch ohne dass dabei Überschwingen auftritt.

> Da wir für ein nichtlineares System mit Totzeit keinen Regler entwerfen können entwerfen wir zunächst einen Regler für das folgende totzeitfreie System:
>
> $$\tilde{G}(s) = \frac{V_0}{(s - s_{\infty 1})(s - s_{\infty 2})}$$
>
> Die Dynamik des Führungsverhaltens des resultierenden Regelkreises soll mit dem des folgenden Polpaares ubereinstimmt:
>
> $$P(s) = \frac{1}{s^2\omega^2 + s\frac{2d}{\omega} + 1}$$

1.2 Padé-Approximation

Aufgabe:
Approximieren Sie den Term e^{-sT_d}, welcher für die Totzeit verantwortlich ist, mithilfe einer Padé-Approximation erster Ordnung durch eine gebrochen-rationale Funktion und stellen Sie das approximierte Streckenmodell $\tilde{G}$ auf, indem Sie die Totzeit in G durch ihre Approximation ersetzen.

> Als nächstes haben wir die Totzeit mit einer Padé-Approximation erster Ordnung durch eine gebrochen-rationale Funktion ersetzt und multiplizieren sie an unsere Strecke. Für diese Näherung des Systems ($\hat{G}$) entwerfen wir nun einen Regler.

1.3 Reglerentwurf für die Strecke $\hat{G}$

Aufgabe:
Es soll ein Regler für das approximierte Streckenmodell $\tilde{G}$ mittels Polvorgabe entworfen werden, der folgende Eigenschaften des geschlossenen Kreises ermöglicht:

- kein Überschwingen der Regelgröße bei sprungförmigen Führungs- oder Störsignalen
- ungefähr gleiche Anstiegszeit der Regelgröße wie bei der Verwendung des PID-Regler aus 1.1
- Regelfehler $\rightarrow$ 0 für t $\rightarrow \infty$ unter sprungförmigen Referenzen

1. Stellen Sie den Regleransatz mit kleinstmöglicher Nennerordnung und Integratoranteil auf. Wie viele Pole müssen Sie vorgeben?

2. Stellen Sie das Sollpolpolynom auf; verwenden sie hierzu die Pole des Polpaares aus Aufgabe 1.1 und die Pole der Strecke G, wählen sie einen weiteren Pol bei ($s_\infty = -2$).

3. Stellen Sie die Sylvester Matrix durch Koeffizientenvergleich des Polpolynoms des geschlossenen Kreises mit Ihrem Sollpolpolynom auf und berechnen sie die Reglerparameter mithilfe von Scilab.

Mit dem Regleransatz

$$K(s) = \frac{\beta_0 + \beta_1 s + \beta_2 s^2 + \beta_3 s^3}{s(\alpha_0 + \alpha_1 s + s^2)}$$

haben wir den folgenden Regler entworfen:

TODO:

Regler

1.4 Smith-Prädiktor

Aufgabe:
Entwerfen Sie für die totzeitbehaftete Strecke einen Smith-Prädiktor unter Verwendung des Reglers aus 1.1

Der Smith-Prädiktor für die totzeitbehaftete Strecke einen unter Verwendung des Reglers aus 1.1 ergab sich wie folgt:

TODO:

scicos-Ding

2 Simulation

2.1 Stabilität mit steigender Totzeit

Aufgabe:
Simulieren Sie den PID Regler zunächst ohne Totzeit mit einem Führungssprung der Amplitude $+30°C$ mit dem idealen $PT2$-Modell! Fügen Sie dem Modell solange größer werdende Totzeiten ($T_d = 0.4, 0.8, ...$) hinzu, bis der Regelkreis instabil wird! Beschreiben Sie kurz, welchen Einfluss die Totzeit auf das Regelkreisverhalten hat!

2.2 Regelkreis mit PID-Regler

Aufgabe:
Simulieren Sie den Regelkreis mit PID-Regler (ab hier immer mit Totzeit und dem vorgegebenen Scicos- Modell von der Webseite) unter einer sprungförmigen Referenz der Amplitude $+30°C$! Kommentieren Sie kurz Ihre Beobachtungen!

2.3 Smith-Prädiktor

Aufgabe:
Implementieren Sie ihren Smith-Prädiktor und simulieren Sie erneut! Was ändert sich, was bleibt gleich?

2.4 Padé-Approximation

Aufgabe:
Implementieren Sie nun auch den Regler auf Basis der Padé-Approximation und simulieren Sie einen Führungssprung $+30°C$! Wie ist die Regelgüte im Vergleich zum PID-Regler mit Smith-Prädiktor?

2.5 Führungsverhalten beim Störfall

Aufgabe:
Erproben sie nun einen Störfall: Erhöhen Sie die Totzeit (nur die des Modells, die Regler bleiben die gleichen) auf $T_d = 0.7s$ und simulieren Sie erneut das Führungsverhalten beider Regelkreise! Kommentieren Sie kurz das Ergebnis!

3 Durchführung

3.1 Arbeitspunkttemperatur

Aufgabe:
Ermitteln Sie die Temperatur, die sich bei einer Heizleistung von 10 einstellt und verwenden Sie diese als Arbeitspunkttemperatur!

3.2 Führungssprung des PID-Reglers

Augabe:
Implementieren Sie den PID-Regler (zunächst ohne Smith-Prädiktor) am Versuchsstand und führen Sie einen Führungssprung um $+30°C$ aus! Die Stellgrößen als auch die Temperatur sind jeweils für jeden Versuch aufzuzeichen.

3.3 Führungssprung mit Smith-Prädiktor

Aufgabe:
Fügen Sie nun den Smith-Prädiktor hinzu und starten Sie wiederum das Experiment!

3.4 Regler auf Approximationsbasis

Aufgabe:
Erproben Sie ebenfalls den Regler auf Approximationsbasis!

3.5 Vergleich der Messergebnisse

Aufgabe:
Vergleichen Sie ihre Messergebnisse untereinander und mit den Simulationen!

4 Auswertung

5 Scilabcode