

Versuch:

Kennwertermittlung von Regelstrecken mit Ausgleich

1. Versuchsziel und Grundlagen

In diesem Versuch werden verschiedene grafische Näherungsverfahren zur Kennwertermittlung von Regelstrecken mit Ausgleich angewendet.

Zur optimalen Gestaltung von Regelkreisen ist es erforderlich das statische und dynamische Verhalten von Regelstrecken und deren Kennwerte zu bestimmen. Zu diesem Zweck wird häufig die Eingangsgröße der Regelstrecke sprunghaft verändert und der zeitliche Verlauf der Ausgangsgröße ermittelt (Sprungantwort $x_a = f(t)$). Werden die Werte $x_a(t)$ auf den Eingangssprung normiert, erhält man die Übergangsfunktion $h(t)$.

2. Versuchsaufbau

Zur Vorgabe verschiedener Regelstrecken steht Ihnen eine Versuchsanordnung mit insgesamt vier P-T₁-Gliedern zur Verfügung. Wird der Ausgang eines P-T₁-Gliedes mit dem Eingang eines zweiten P-T₁-Gliedes verbunden, entsteht eine P-T₂-Strecke. Die Zeitkonstante T₁ jedes P-T₁-Gliedes kann an einem Potentiometer vorgegeben werden. Eingang und Ausgang der Regelstrecke sind über die Schnittstelle PROFI-CASSY (Fa. Leybold-Didactic) hardwareseitig mit einem PC verbunden. Die Ausgangsspannung der Regelstrecke wird zusätzlich an einem Voltmeter angezeigt. Die Ansteuerung der Regelstrecke sowie Aufnahme und Auswertung der Sprungantworten erfolgt mittels der Software WinFACT (Ingenieurbüro Kahlert, Hamm).

3. Versuchsvorbereitung

Eine Temperaturregelstrecke wurde mit einem Eingangssprung [$x_e(t>0) = 80 \text{ W}$] getestet. Dabei wurden am Streckenausgang folgende Messwerte aufgenommen:

t/min	0.3	4	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	∞
$x_a/^\circ\text{C}$	20	23	25	35	71	103	136	164	193	215	233	253	263	275	283	305

Ermitteln Sie aus diesen Messwerten die Übertragungsfunktionen $G(p)$ und die Übergangsfunktionen $h(t)$ nach folgenden Verfahren:

- Wendetangentenverfahren: als Approximation an eine P-T₁-Tt-Strecke sowie als Approximation an eine P-T_n-Strecke mit gleichen und mit verschiedenen Zeitkonstanten.
- Zeitprozentkennwertverfahren: als Approximation an eine P-T_n-Strecke mit gleichen und mit verschiedenen Zeitkonstanten.

Studieren Sie die Hinweise zum Arbeiten mit der Anwendung BORIS (siehe Kapitel 4)!

Tipp: Eine Demo-Version der im Labor verwendeten Software WinFACT steht im Download-Bereich der Homepage des Herstellers (www.Kahlert.com) zum kostenlosen Download bereit.

4. Hinweise zum Arbeiten mit der Anwendung BORIS

BORIS ist ein Programm zur **blockorientierten Simulation** von Regelkreisen. Es ist Bestandteil der Regelungstechnik-Software WinFACT aus dem Ingenieurbüro Dr. Kahlert (Hamm).

Nach dem Hochlaufen des Arbeitsplatzrechners und dem Einschalten der Stromversorgung für das Simulationsmodell starten Sie die Anwendung **Kennwertermittlung** durch Klick auf das entsprechende Desktopsymbol! Nachfolgendes Blockschaltbild erscheint:

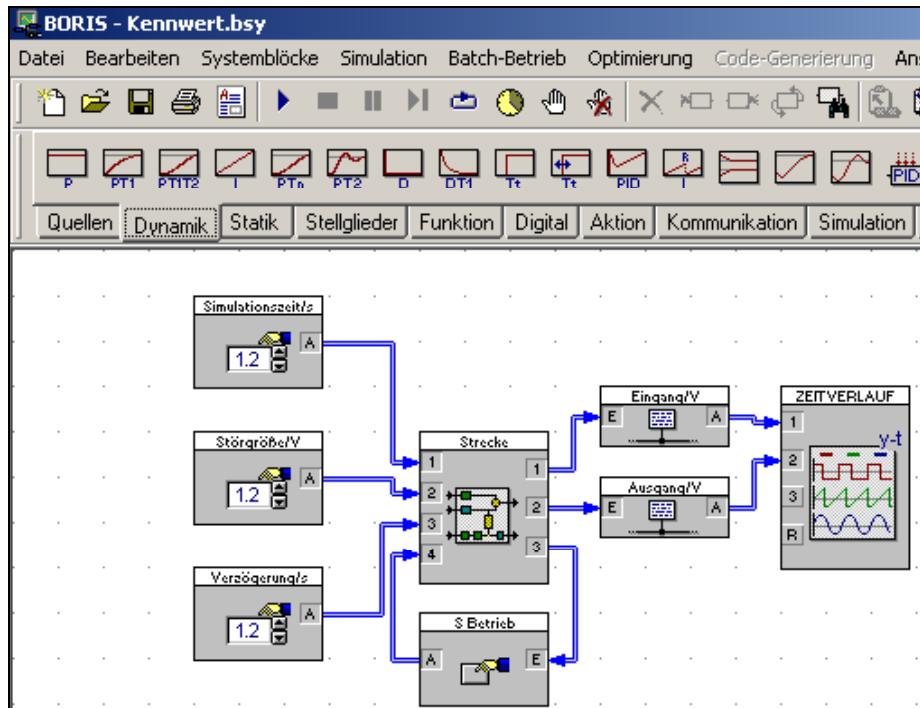


Abbildung 4-1: Blockschaltbild des Regelkreises

Der Block **Strecke** enthält die Regelstrecke. Die links davon platzierten Blöcke dienen der Eingabe von Werten für die **Störgröße** (in V), **Simulationsdauer** (in s) und **Verzögerung der Störgröße** (in s). Mit Hilfe des Schalters **S Betrieb** kann man zwischen dem normalen Betriebsmodus (**EIN**) und dem Stopp-Modus (**AUS**), in dem die Spannung am Regelstreckeneingang abgeschaltet wird, wechseln. Dies ist insbesondere dann wichtig, wenn der Simulationvorgang abgebrochen werden muss. Wird vor Abbruch der Simulation nicht der Stopp-Modus eingeschaltet, bleibt nach dem Abbruch der letzte Wert für die Eingangsspannung (Störgröße) erhalten, d.h. auch der Wert der Ausgangsspannung geht nicht auf 0V zurück.

Der Block **ZEITVERLAUF** dient zur Aufnahme, Auswertung sowie dem Ausdrucken der Messkurven.

Mit der Menüfunktion *Ansicht* → *Anzeigemodus wechseln* gelangen Sie in eine alternative Ansicht, in der alle notwendigen Bedien- und Anzeigeelemente dargestellt werden.

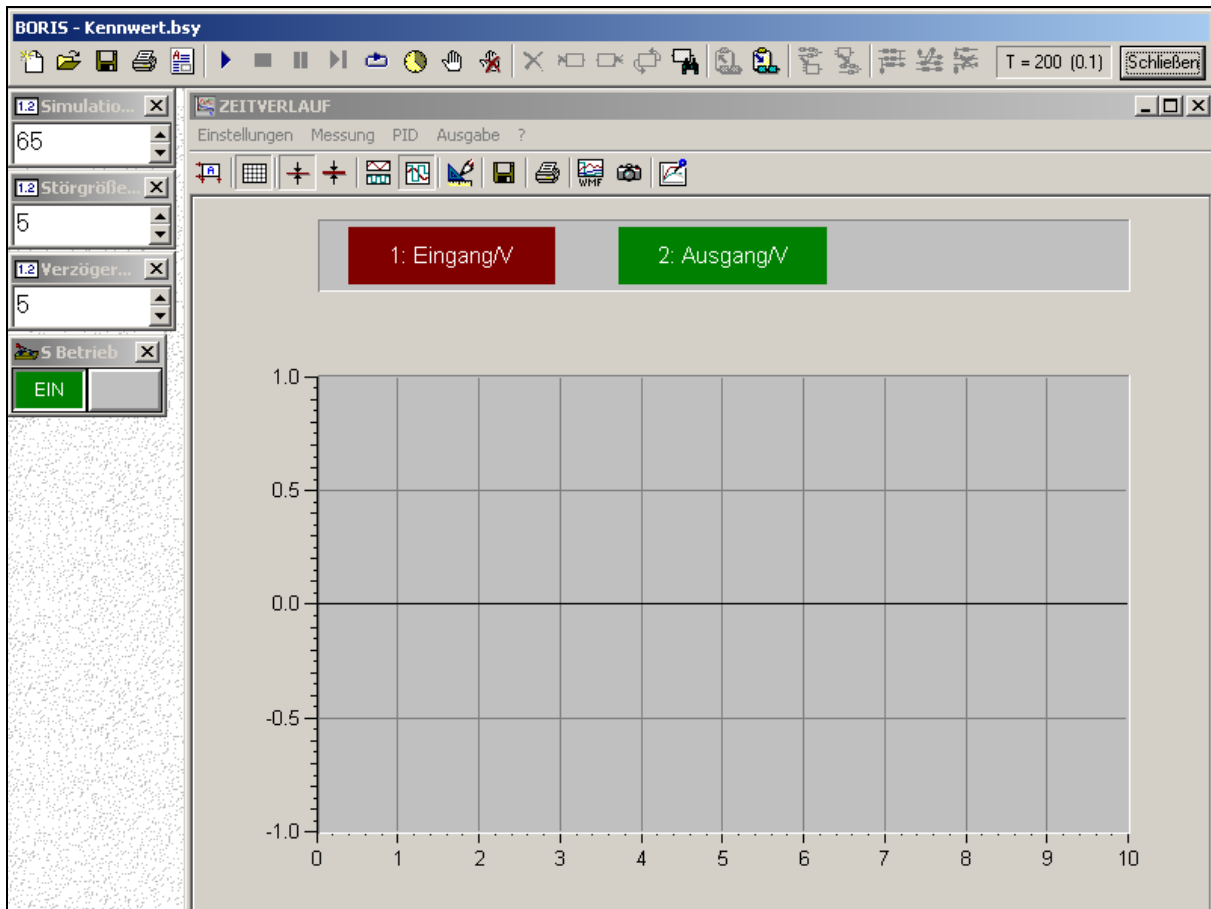


Abbildung 4-2: Anzeigemodus „Bedienen und Beobachten“

Die Werte in den Eingabefeldern (z.B. *Störgröße*) können entweder durch Direkteingabe oder durch Nutzen der beiden Scrollbuttons geändert werden. Das Umschalten in einen anderen Schaltzustand (am Schalter *S Betrieb*) erfolgt durch Klick auf die graue Schaltfläche. Der jeweils aktuelle Schaltzustand wird angezeigt.



Mit nebenstehenden Funktionsbuttons lässt sich die Aufnahme der Sprungantwort starten bzw. stoppen. Achten Sie darauf, vor dem Abbrechen einer Messkurve den Schalter *S Betrieb* in den Zustand *STOP* zu schalten!

Im Fenster **ZEITVERLAUF** werden die Messkurven während der Aufnahme einer Sprungantwort aufgezeichnet und stehen anschließend zur weiteren Auswertung bereit.

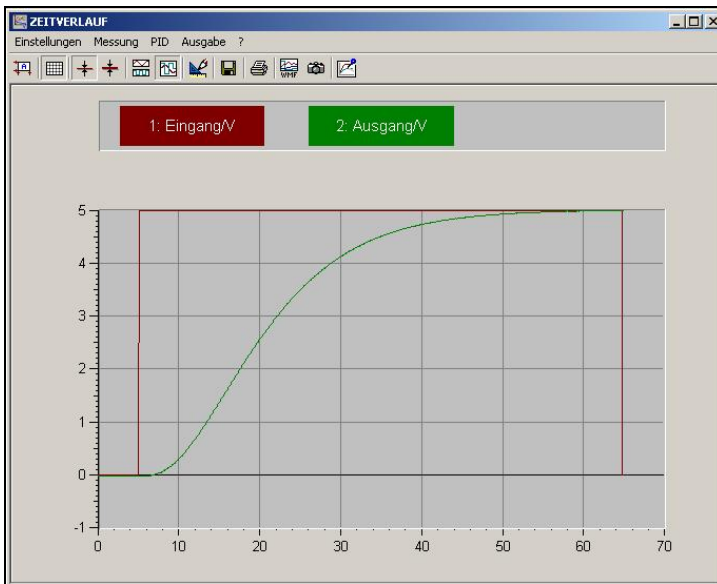




Abbildung 4-3: Fenster ZEITVERLAUF

Durch die Menüfunktion **Einstellungen** → **Einstellungen...** lassen sich die Achsskalierungen ändern. Zu diesem Zweck muss die Option *manuelle Skalierung* zu aktiviert werden. Vor einem erneuten Simulationsdurchlauf sollte jedoch die *automatische Skalierung* wieder eingeschaltet werden.

Mit Hilfe des Buttons  kann während oder nach der Simulation die Bildschirmskalierung automatisch angepasst werden.

Im Messmodus (Button ) können zwei Messlineale (vertikale schwarze Linien) im Diagramm per Drag & Drop verschoben werden. Die an den Linealen gemessenen Werte der aufgezeichneten Kurven werden in einem separaten Fenster angezeigt.

Ist die Option **Messung** → **Tangente einzeichnen** aktiviert, werden der untere Punkt des linken Lineals und der obere Punkt des rechten Lineals zusätzlich mit einer schwarzen Gerade verbunden. Durch geschickte Wahl der Skalierung der y-Achse und Verschieben der beiden Lineale lässt sich diese Gerade an die Messkurve annähern und als Tangente zur Kennwertermittlung nutzen.

Durch Klick auf diesen Button  wird das Diagramm ausgedruckt.

5. Versuchsdurchführung und -auswertung

- Wechseln Sie in die Ansicht *Bedienen und Beobachten* (Ansicht → Anzeigemodus wechseln)!
- Schalten Sie den Schalter *S Betrieb* in den Zustand *EIN*!
- Stellen Sie für die **Störgröße** (Eingangssignal) eine Spannung von **5V** ein!
- Wählen Sie die **Simulationsdauer** (max. 180s) passend zu den von Ihnen gewählten Zeitkonstanten!
- Nehmen Sie die Sprungantworten für nachfolgende Strecken auf und werten Sie diese wie in den nachfolgenden Abschnitten gefordert aus! Drucken Sie jede aufgenommene Messkurve aus und beschriften Sie diese mit den Vorgabewerten für die Strecke!

Hinweis: Wählen Sie keine kleineren Zeitkonstanten als 3s.

5.1. P-T₁-Strecke

Ermitteln Sie aus der Sprungantwort die Übertragungsfunktion $G(p)$ und die Übergangsfunktion $h(t)$.

5.2. P-T₂-Strecke mit zwei gleichen Zeitkonstanten

Ermitteln Sie aus der Sprungantwort die Übertragungsfunktion $G(p)$ und die Übergangsfunktion $h(t)$

- als Approximation an eine P-T₁-T₁-Strecke,
- als Approximation an eine P-T_n-Strecke mit gleichen Zeitkonstanten mittels Zeitprozentkennwertverfahren.

5.3. P-T₂-Strecke mit verschiedenen Zeitkonstanten ($T_1=2*T_2$)

Ermitteln Sie aus der Sprungantwort die Übertragungsfunktion $G(p)$ und die Übergangsfunktion $h(t)$

- als Approximation an eine P-T₁-T_t-Strecke
- als Approximation an eine P-T_n-Strecke mit verschiedenen Zeitkonstanten mittels Wendetangentenverfahren.

5.4. P-T₃-Strecke mit drei gleichen Zeitkonstanten

Ermitteln Sie aus der Sprungantwort die Übertragungsfunktionen $G(p)$ und die Übergangsfunktionen $h(t)$ wie im Abschnitt 5.2 beschrieben!

5.5. P-T₃-Strecke mit verschiedenen Zeitkonstanten ($T_1=T_2=2*T_3$)

Ermitteln Sie aus der Sprungantwort die Übertragungsfunktionen $G(p)$ und die Übergangsfunktionen $h(t)$ wie im Abschnitt 5.3 beschrieben!

5.6. Zusammenfassung

Bewerten Sie die Ergebnisse und begründen Sie evtl. Abweichungen gegenüber den am Modell eingestellten Werten!