

Praktikumversuch:

Regelkreissimulation mit DORA für Windows

1. Versuchsziel

Kennenlernen eines typischen Software-Werkzeuges zum Entwurf linearer zeitinvarianter Regelkreise an drei Aufgabenstellungen:

- Reglereinstellung nach Faustformeln,
- Optimale Reglereinstellung (Parameteroptimierung),
- Regelkreissimulation.

Im Praktikumversuch werden einfache lineare, zeitinvariante Regelstrecken und einschleifige Regelkreise mit Standardreglern simuliert. Das erleichtert den anschaulichen Vergleich und festigt das in der Vorlesung vermittelte Grundwissen.

Zur Vorbereitung dient die Vorlesungsmitschrift und Fachliteratur, z.B. /1/.

2. Grundlagen

DORA für Windows (Dortmunder Regelungstechnische Anwenderprogramme) enthält verschiedene Tools für die Analyse und Synthese regelungstechnischer Probleme und die entsprechenden mathematischen Werkzeuge.

Die Ermittlung der Reglerkennwerte als eine typische regelungstechnische Aufgabe setzt voraus, dass

- die Regelstrecke bekannt ist,
- bestimmte Anforderungen an das Verhalten des geschlossenen Regelkreises vorliegen,
- ein geeigneter Standardregler bereits ausgewählt wurde.

Als mathematisches Modell der Regelstrecke kann die Übertragungsfunktion bzw. der Frequenzgang, die DGL, die Übergangsfunktion oder die Zustandsgleichungen dienen.

Das Modell ist stets das Ergebnis der theoretischen oder messtechnischen Prozessanalyse (Identifikation) im Vorfeld jeder Regelkreissynthese.

2.1. Reglereinstellung nach Faustformeln

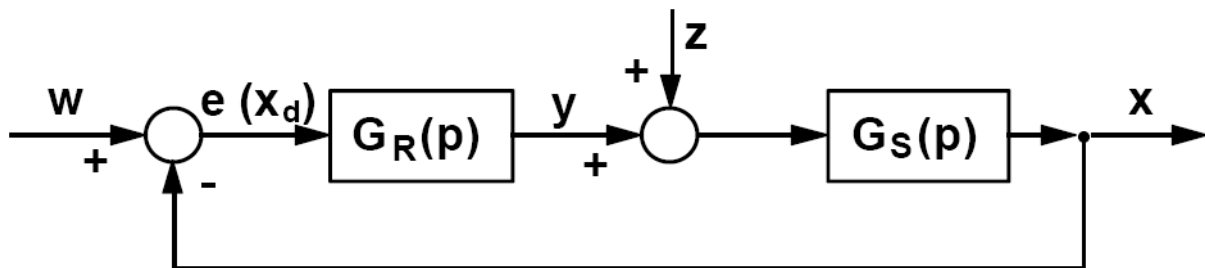
Der Entwurf einschleifiger, linearer Regelkreise unter Verwendung von Standardreglern (P-, I-, PI-, PD-, PID-Regler) nach den Einstellregeln von Chien, Hrones und Reswick beruht auf der Auswertung der gemessenen Übergangsfunktion der Regelstrecke nach dem Wendetangenten-Verfahren. DORA übernimmt entweder Messwerte der Übergangsfunktion der Regelstrecke oder berechnet diese nach Vorgabe der Übertragungsfunktion.

Die Anforderungen an das Verhalten des linearen Regelkreises werden durch qualitative Eigenschaften der Übergangsfunktion des geschlossenen Kreises bei Führung und Störung berücksichtigt (mit oder ohne Überschwingen).

Standardregler (Beispiele)

P	$y = K_p \cdot e$	$G(p) = K_p$
PI	$y = K_p \cdot e + K_I \cdot \int e dt$	$G(p) = K_p \cdot \left(1 + \frac{1}{T_n \cdot p}\right)$
PID	$y = K_p \cdot e + K_I \cdot \int e dt + K_D \cdot \frac{de}{dt}$	$G(p) = K_p \cdot \left(1 + \frac{1}{T_n \cdot p} + T_v \cdot p\right)$

Der einschleifige lineare Regelkreis



Bezeichnungen:

W Führungsgröße, Sollwert

y Stellgröße

X Regelgröße, Istwert

z Störgröße

e oder x_d Regeldifferenz $e = w - x$

Führungsverhalten, Störverhalten

Gleichung des Regelkreises:

$$x = \frac{G_R(p) \cdot G_S(p)}{1 + G_R(p) \cdot G_S(p)} \cdot w + \frac{G_S(p)}{1 + G_R(p) \cdot G_S(p)} \cdot z$$

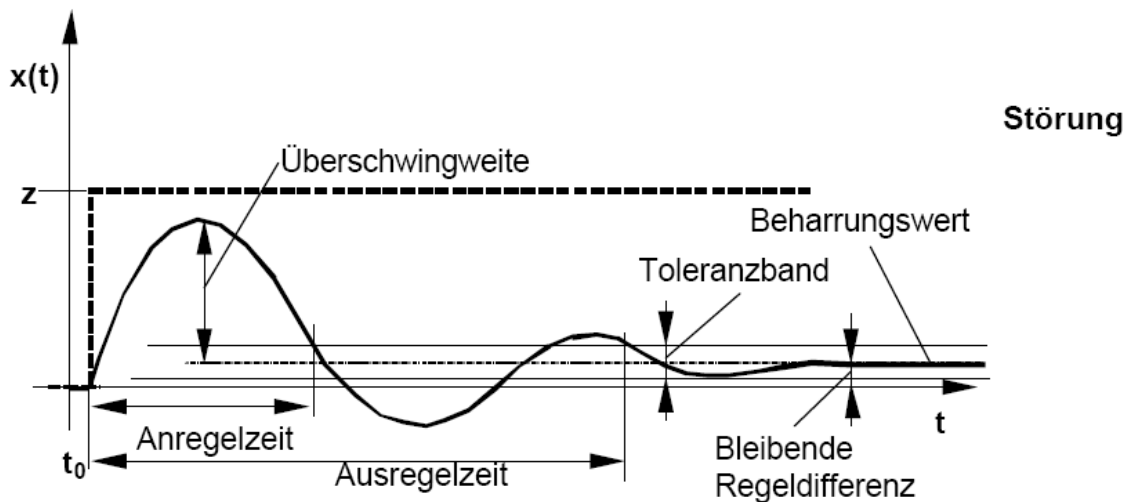
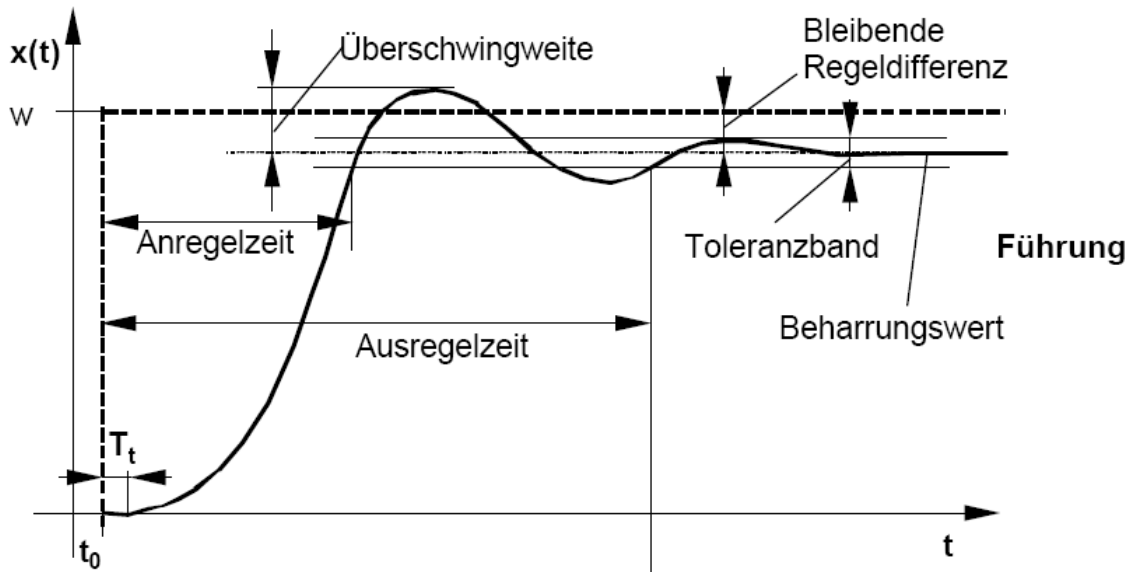
Führungsübertragungsfunktion:

$$\frac{x}{w} = \frac{G_R(p) \cdot G_S(p)}{1 + G_R(p) \cdot G_S(p)}$$

Störübertragungsfunktion:

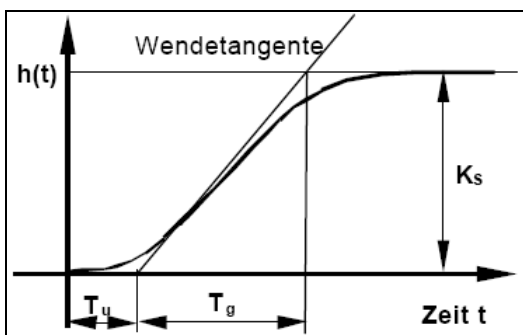
$$\frac{x}{z} = \frac{G_S(p)}{1 + G_R(p) \cdot G_S(p)}$$

Übergangverhalten des geschlossenen Kreises

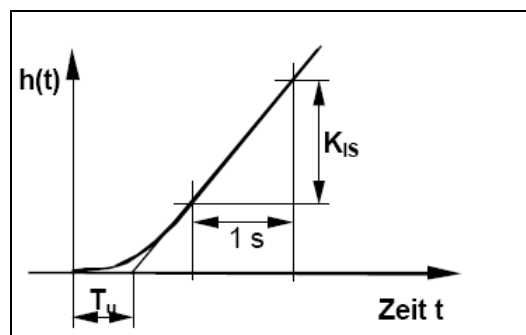


2.1.1. Einstellregeln nach Chien, Hrones und Reswick (CHR)

Übergangsfunktionen der Regelstrecke



Strecke mit Ausgleich



Strecke ohne Ausgleich

Parameter der Näherungsgleichung der Strecke:

T_u ist die Verzugszeit (Ersatztotzeit), T_g die Ausgleichzeit (Ersatzzeitkonstante), K_s der Übertragungsbeiwert, K_{IS} der Integrationsbeiwert der Regelstrecke.

Einstellregeln

- Strecken mit Ausgleich (P-T_n-Verhalten und P-T_n-T_t-Verhalten):

Regler- Typ	Mit Überschwingen (ca. 20%, D ≈ 0,4)		Ohne Überschwingen (zeitoptimal)	
	Führung	Störung	Führung	Störung
P	$K_R = 0,71 \cdot \frac{T_g}{K_S \cdot T_u}$	$K_R = 0,71 \cdot \frac{T_g}{K_S \cdot T_u}$	$K_R = 0,3 \cdot \frac{T_g}{K_S \cdot T_u}$	$K_R = 0,3 \cdot \frac{T_g}{K_S \cdot T_u}$
PI	$K_R = 0,59 \cdot \frac{T_g}{K_S \cdot T_u}$ $T_n = T_g$	$K_R = 0,71 \cdot \frac{T_g}{K_S \cdot T_u}$ $T_n = 2,3 \cdot T_u$	$K_R = 0,34 \cdot \frac{T_g}{K_S \cdot T_u}$ $T_n = 1,2 \cdot T_a$	$K_R = 0,59 \cdot \frac{T_g}{K_S \cdot T_u}$ $T_n = 4 \cdot T_u$
PID	$K_R = 0,95 \cdot \frac{T_g}{K_S \cdot T_u}$ $T_n = 1,35 \cdot T_g$ $T_v = 0,47 \cdot T_u$	$K_R = 1,2 \cdot \frac{T_g}{K_S \cdot T_u}$ $T_n = 2 \cdot T_u$ $T_v = 0,42 \cdot T_u$	$K_R = 0,59 \cdot \frac{T_g}{K_S \cdot T_u}$ $T_n = T_g$ $T_v = 0,5 \cdot T_u$	$K_R = 0,95 \cdot \frac{T_g}{K_S \cdot T_u}$ $T_n = 2,4 \cdot T_u$ $T_v = 0,42 \cdot T_u$

- Strecken ohne Ausgleich (I-T_n-Verhalten und I-T_n-T_t-Verhalten)

Regler- Typ	Mit Überschwingen (ca. 20%, D ≈ 0,4)		Ohne Überschwingen (zeitoptimal)	
	Führung	Störung	Führung	Störung
P	$K_R = 0,71 \cdot \frac{T_g}{K_{IS} \cdot T_u}$	$K_R = 0,71 \cdot \frac{T_g}{K_{IS} \cdot T_u}$	$K_R = 0,3 \cdot \frac{T_g}{K_{IS} \cdot T_u}$	$K_R = 0,3 \cdot \frac{T_g}{K_{IS} \cdot T_u}$
PI	Ungeeignet *)	$K_R = 0,71 \cdot \frac{T_g}{K_{IS} \cdot T_u}$ $T_n = 2,3 \cdot T_u$	Ungeeignet *)	$K_R = 0,59 \cdot \frac{T_g}{K_{IS} \cdot T_u}$ $T_n = 4 \cdot T_u$
PD	$K_R = 0,95 \cdot \frac{T_g}{K_{IS} \cdot T_u}$ $T_v = 0,47 \cdot T_u$	$K_R = 1,2 \cdot \frac{T_g}{K_{IS} \cdot T_u}$ $T_v = 0,42 \cdot T_u$	$K_R = 0,59 \cdot \frac{T_g}{K_{IS} \cdot T_u}$ $T_v = 0,5 \cdot T_u$	$K_R = 0,95 \cdot \frac{T_g}{K_{IS} \cdot T_u}$ $T_v = 0,42 \cdot T_u$
PID	Ungeeignet *)	$K_R = 1,2 \cdot \frac{T_g}{K_{IS} \cdot T_u}$ $T_n = 2 \cdot T_u$ $T_v = 0,42 \cdot T_u$	Ungeeignet *)	$K_R = 0,95 \cdot \frac{T_g}{K_{IS} \cdot T_u}$ $T_n = 2,4 \cdot T_u$ $T_v = 0,42 \cdot T_u$

*) Regelkreise mit Strecken ohne Ausgleich und PI- oder PID-Reglern sind bei Führungsänderungen dynamisch schlechter und neigen zu Schwingungen selbst bei geringsten Änderungen der Führungsgröße.

Auch zu Festwertregelungen (Stabilisierungen) werden sie deshalb in der Praxis nur in Sonderfällen verwendet.

2.2. Optimale Reglereinstellung (Parameteroptimierung)

Während beim empirischen Faustformelverfahren die Anforderungen an den geschlossenen Regelkreis durch die jeweilige Auswahl Führung/Störung bzw. mit/ohne Überschwingen berücksichtigt werden, erfolgt die Parameteroptimierung auf Basis eines Gütekriteriums mit einem Gradientenverfahren /2/, wobei 5 Intergralkriterien und ein Standardkriterium als Gütemaß zur Auswahl stehen.

Standardmäßig verwendet DORA ein Gradientenverfahren (Hooke-Jeeves oder Gauß-Seidel) zur Minimierung eines speziellen Gütemaßes /3/

$$Q = \left(I\{T_a, T_{aSoll}\} \frac{2 \cdot T_a}{T_{aSoll}} \right)^{T_{ag}} + \left(I\{M_p, M_{pSoll}\} \frac{2 \cdot M_p}{M_{pSoll}} \right)^{M_{pg}} + u_{max} \cdot I\{u_{max}, u_{maxSoll}\} \cdot 10^{10} + \frac{|e_{\infty}|}{\delta_{Fs}} \cdot e_{\infty g}$$

$$\text{mit } I\{A, A_{Soll}\} = \begin{cases} 1 & \text{für } A > A_{Soll} \\ 0 & \text{für } A \leq A_{Soll} \end{cases}.$$

Im Gütemaß werden die gewünschten Gütekennwerte der Übergangsfunktion des geschlossenen Regelkreises bei Führung oder bei Störung

- Ausregelzeit T_{aSoll}
- Überschwingweite M_{pSoll}
- maximale Stellgröße $u_{maxSoll}$
- Toleranzband δ_{Fs} um den Beharrungswert

unter Berücksichtigung der Wichtungen T_{ag} , M_{pg} , $e_{\infty g}$ mit den bei jeder neuen Simulation erreichten Werten verglichen und die Kennwerte des Reglers so variiert, dass das Gütemaß minimal wird.

Die Überschwingweite M_p und das Toleranzband δ_{Fs} sind dabei auf den Beharrungswert der Regelgröße bezogen.

Die Optimierung wird beendet,

- wenn eine vorgegebene Zahl von Optimierungsschritten ausgeführt wurde,
- wenn das Gütemaß $Q = 0$ ist,
- die Schrittweite der Kennwertvariation eine vorgegebene Schranke unterschreitet,
- durch Abbruch.

2.3. Blockorientierte Simulation

Mit der blockorientierten Simulation besitzt DORA ein anschauliches und vielseitiges Softwarewerkzeug zur Untersuchung von dynamischen Systemen und Regelkreisen.

Der interaktive grafische Struktureditor gestattet die blockweise Eingabe der Teilsysteme und Verbindungen des zu untersuchenden Systems in Form des Wirkungsplanes (Blockschaltbild).

Dem Anwender stehen viele vorgefertigte Modellblöcke zur Auswahl, auch eigene Modellblöcke können definiert werden.

Mit der blockorientierten Simulation

- können lineare, nichtlineare Regelsysteme und Fuzzyregelsysteme dynamisch untersucht werden,
- können die Parameter der Modellblöcke optimiert werden,
- ist die Echtzeitankopplung an reale Prozesse mit entsprechender Hardware möglich,
- können Messsignale aufgezeichnet und visualisiert werden.

3. Vorbereitung

3.1 Geben Sie für die Regelstrecken mit den Übertragungsfunktionen

$$G_{S1}(p) = \frac{0,5}{p^2 + 2p + 0,25} \quad \text{und} \quad G_{S2}(p) = \frac{4}{p^2 + 0,8p + 4}$$

den Systemtyp und die Kennwerte an!

3.2 Schreiben Sie beide Funktionen in Zeitkonstantenschreibweise!

3.3 Skizzieren Sie das Bode-Diagramm!

3.4 Berechnen und skizzieren Sie die zugehörigen Übergangsfunktionen!

3.5 Ermitteln Sie aus der Skizze der Übergangsfunktion für G_{S1} die Parameter K_S , T_u und T_g der Näherungsdarstellung und berechnen Sie nach den Einstellregeln CHR die Kennwerte eines PI-Reglers jeweils für gutes Führungsverhalten mit Überschwingen und ohne Überschwingen!

3.6 Informieren Sie sich in der Fachliteratur prinzipiell über Gradientenverfahren zur Optimierung!

3.7 Welchen Einfluss hat die Wahl der Anfangswerte der Reglerkennwerte auf das Ergebnis der Optimierung?

3.8 Wiederholen Sie die Gebiete einschleifiger Regelkreis und Reglereinstellung nach der Vorlesung bzw. der Fachliteratur!

4. Versuchsdurchführung

4.1. Reglerentwurf nach Faustformeln

Aufgabe:

Für eine Regelstrecke mit der Übertragungsfunktion

$$G_{S1}(p) = \frac{0,5}{p^2 + 2p + 0,25}$$

sind die Kennwerte eines PI-Reglers nach den Einstellregeln von CHR so zu ermitteln, dass der geschlossene Regelkreis gutes Führungsverhalten ohne Überschwingen zeigt.

Vorgehensweise:

- Starten Sie das Programm DORA für Windows.
- Wählen Sie im Menü *Datei Neu Lineare Systeme*.
- Wählen Sie im Menü *Bearbeiten Übertragungsfunktion* und geben Sie im Dialogfeld *Übertragungsfunktion mit Totzeit* die Parameter der Regelstrecke ein.
- Wählen Sie im Menü *Bearbeiten Simulationsparameter* und geben Sie im Dialogfeld *Simulationsparameter* ein:
- *Endzeit 50 , Abtastzeit 0,05 , Verfahren Transitionsmatrix, maximale Glieder 15 , Restfehler 1e-6 .*
- Wählen Sie im Menü *Synthese Faustformelverfahren*.
Die Übergangsfunktion der Regelstrecke und die Wendetangentennäherung werden angezeigt.
- Wählen Sie im Menü *Ansicht Werte* und notieren Sie sich die Parameter.

4.1.1. Schließen Sie das Wertedialogfeld und wählen Sie im Menü *Berechnen Entwurf* den *PI-Regler, Führung und ohne Überschwingen*.

Notieren Sie die Reglerkennwerte.

Übernehmen und *Schließen* Sie das Dialogfeld *Faustformelverfahren*, wählen Sie im Menü *Berechnen Simulation*. Die Übergangsfunktion des Regelkreises wird angezeigt.

4.1.2. Aktivieren Sie das Fenster *[Dokument1] – Faustformel* und wiederholen Sie zum Vergleich den *Entwurf* mit *PI-Regler, Führung*, aber mit *Überschwingen*.

Notieren Sie auch hier die Kennwerte des Reglers, *übernehmen* Sie und simulieren Sie den Regelkreis wie vorher.

Stellen Sie die *Fenster Nebeneinander* dar und vergleichen Sie die Ergebnisse.

4.2. Optimale Reglereinstellung (Parameteroptimierung)

Aufgabe:

Optimierung der Reglerkennwerte bei vorgegebenen speziellen Anforderungen an den geschlossenen Regelkreis.

- Schließen Sie das Fenster [Dokument#] – *Faustformel* und aktivieren Sie das Fenster [Dokument#] – *Lineare Systeme*.
- Wählen Sie im Menü *Synthese Parameteroptimierung*.
- Geben Sie im Dialogfeld *Optimierung* die Werte für die Anforderungen ein:
Fehlerschlauch 5% , Führungsgröße $r_0 = 1$, Störgröße $d_0 = 0$, Schritte 50 , Abbruch Simulation 20 , Abbruchgrenze 1% , Verfahren Hooke Jeeves, Sollwerte $T_a = 1$, $M_p = 0.5$; Gewichtung $T_a = 3$, $M_p = 2$, $e = 1$; Schrittweiten alle $\delta = 0.1$; Gütekriterium Standard.
- Wählen Sie im Dialogfeld *Optimierung Regler*.
- Im Dialogfeld *Reglerauswahl* sind *Regler PI* ; *Verstärkungsfaktor $K_r = 7.3$* , *Nachstellzeit $T_n = 9.1$* ; *$u_{max} = 1e+10$* eingestellt, korrigieren Sie falls nötig und beenden Sie den Dialog *Reglerauswahl*.
- Wählen Sie im Dialogfeld *Optimierung Simulation*.
- Die Eingabewerte im Dialogfeld *Simulationsparameter* müssen noch wie unter 4.1 eingestellt sein. Schließen Sie das Dialogfeld *Simulationsparameter*.
- Schließen Sie das Dialogfeld *Optimierung* mit *OK*.
- Wählen Sie nach Ablauf der Optimierung im Menü *Berechnen Simulation*.
- In einem neuen Fenster {Dokument#} – *LINSIM-Fenster* wird das Ergebnis der Simulation mit optimierten Reglerkennwerten dargestellt.
- Wählen Sie im Menü *Ansicht Skalieren* und geben Sie ein:
*X-Achse Automatisch, Text t , Textfarbe Schwarz ;
linke Y-Achse Automatisch, Text $h(t)$, Textfarbe Schwarz
Allgemeines Rahmen, Gitter, Legende: P-T2-Strecke mit PI-Regler
Kurven 1 Farbe schwarz, Linienform _____.*
- Stellen Sie alle *Fenster Nebeneinander* dar und vergleichen Sie die Ergebnisse.
- Aktivieren Sie das Fenster [Dokument#] – *Lineare Systeme*.
- Wählen im Menü *Bearbeiten Regler* und notieren Sie die optimalen Reglerkennwerte.

4.3. Regelkreissimulation

Aufgabe:

Die Regelstrecke mit der Übertragungsfunktion

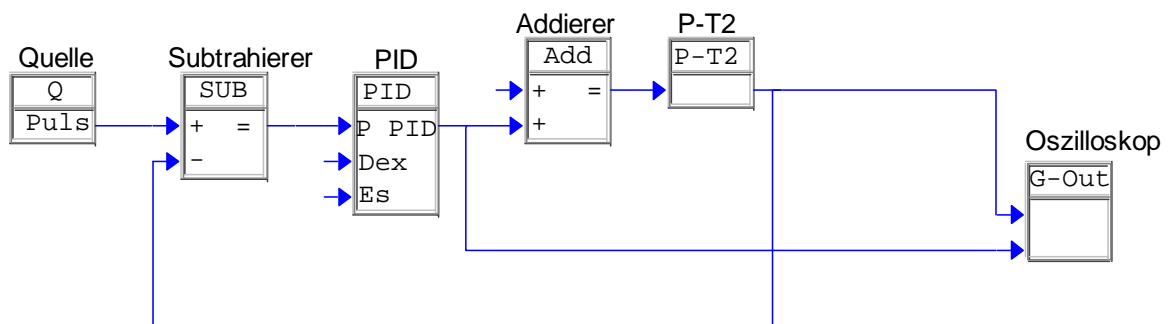
$$G_{S1}(p) = \frac{4}{p^2 + 0,8p + 4}$$

soll mit einem PI-Regler mit den Kennwerten $K_r = 0,5$ und $T_n = 3$ geregelt werden.

Das Verhalten des geschlossenen Regelkreises ist zu simulieren.

4.3.1. Führungsverhalten des Regelkreises

- Schließen Sie das Fenster [Dokument#] – *Lineare Systeme* ohne zu speichern.
- Wählen Sie im Menü *Datei* → *Neu* → *Simulation*.
- Wählen Sie im Menü *Bearbeiten* → *Modellblockliste* aus den Bereichen *Quellen*, *arithmetische Verknüpfner* und *Lineare Systeme* die erforderlichen Blöcke des Regelkreises aus und ordnen Sie diese in Form des Wirkungsplanes an.
- Wählen Sie aus den *Senken* die grafische Anzeige *G-OUT* mit 2 Eingängen.
- Hinweis: Wählen Sie dabei die Abstände zwischen den Modellblöcken so groß, dass die Verbindungslinien erkennbar sind.
- Zeichnen Sie mit der Maus die Wirkungslinien zwischen den einzelnen Blöcken und verbinden Sie die Eingänge des Oszilloskops mit den Größen des Regelkreises, deren Zeitverlauf Sie bei der Simulation anzeigen möchten.



- Öffnen Sie mit einem Doppelklick auf die untere Blockfläche den Parameterdialog für das jeweilige Übertragungsglied und geben Sie die Parameter ein. Die Werte Dämpfungsgrad d , Kennkreisfrequenz ω und Übertragungsbeiwert K_S des P-T₂-Schwingungsgliedes entnehmen Sie Ihrer Vorbereitung.
- Wählen Sie im Menü *Simulation Simulationsparameter* und geben Sie ein: *Startzeit 0*, *Stopzeit 50*, *Abtastzeit 0.05*.
- Markieren Sie im Fenster [Dokument#] – *Blockorientierte Simulation* den Regler und verkleinern Sie das Fenster bis auf die Kopfleiste, simulieren Sie den Regelkreis im Menü *Simulation Starten*.

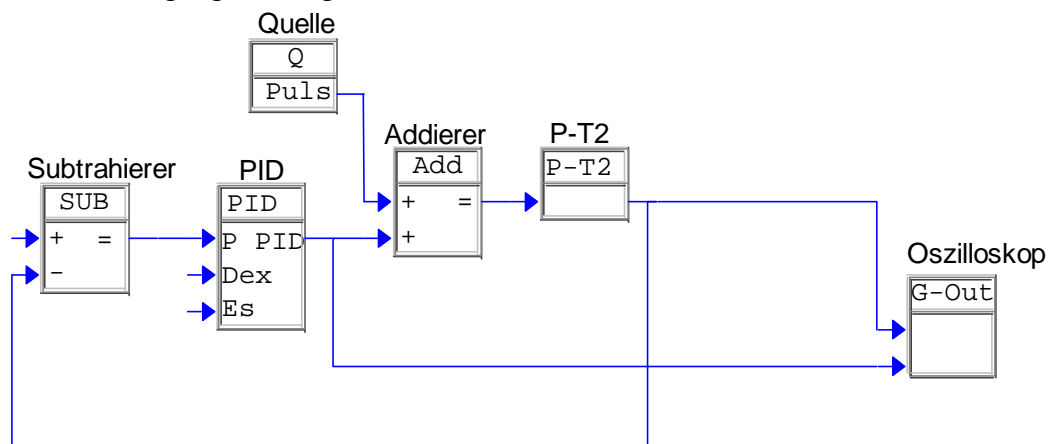
- Aktivieren Sie das Fenster *Oszilloskop*. Wählen Sie im Menü *Bearbeiten Skalieren* und geben Sie ein:

*X-Achse Automatisch, Text t, Textfarbe Schwarz ;
 linke Y-Achse Automatisch, Text x, y, Textfarbe Schwarz
 Allgemeines Rahmen, Gitter, Legende: Führungsverhalten geschlossener Regelkreis
 Kurven 1 Farbe schwarz, Linienform _____, 2 Farbe rot, Linienform*

- Aktivieren Sie das Fenster *[Dokument#] – Blockorientierte Simulation*, wählen Sie im Menü *Bearbeiten Regler-Parameter*, ändern Sie die *Reglerverstärkung* auf $K_r = 1$ im Dialogfeld *Industrieller PID-Regler (PID)*. Wiederholen Sie die Simulation und werten Sie die Veränderung aus.

4.3.2. Störverhalten des Regelkreises

- Maximieren Sie das Fenster *[Dokument#] – Blockorientierte Simulation*, markieren und löschen Sie die Verbindung der Quelle zur Vergleichsstelle. Verschieben und verbinden Sie die Quelle zum Störeingang des Regelkreises.



- Markieren Sie im Fenster *[Dokument#] – Blockorientierte Simulation* den Regler und verkleinern Sie das Fenster bis auf die Kopfleiste, simulieren Sie den Regelkreis im Menü *Simulation Starten*.
- Aktivieren Sie das Fenster *Oszilloskop*. Wählen Sie im Menü *Bearbeiten Skalieren* und ändern Sie die *Legende* in *Störverhalten des geschlossenen Regelkreises*.
- Aktivieren Sie das Fenster *[Dokument#] – Blockorientierte Simulation*, wählen Sie im Menü *Bearbeiten Regler-Parameter*, ändern Sie die *Reglerverstärkung* auf $K_r = 0.5$ im Dialogfeld *Industrieller PID-Regler (PID)*. Wiederholen Sie die Simulation und werten Sie die Veränderung aus.
- Aktivieren Sie das Fenster *[Dokument#] – Blockorientierte Simulation*, wählen Sie *Bearbeiten Regler-Parameter*, schalten Sie im Dialogfeld *Industrieller PID-Regler* den *D-Anteil* mit der *Vorhaltzeit* $T_v = 1$ ein. Wiederholen Sie die Simulation und werten Sie die Veränderung aus. Schalten Sie den *D-Anteil* wieder aus.
- Maximieren Sie das Fenster *[Dokument#] – Blockorientierte Simulation*, ändern Sie die *Kennkreisfrequenz* der Regelstrecke in $\omega = 0,5$, verkleinern Sie das Fenster, wiederholen Sie die Simulation und werten Sie die Veränderung aus.

- Maximieren Sie das Fenster [Dokument#] – *Blockorientierte Simulation*, ändern Sie die *Dämpfung* der Regelstrecke in $d = 0,7$, verkleinern Sie das Fenster, wiederholen Sie die Simulation und werten Sie die Veränderung aus.
- Notieren Sie sich die wesentlichen Effekte.

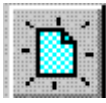
5. Versuchsauswertung

- 5.1. Vergleichen Sie die Ergebnisse 4.1.1 und 4.1.2 mit den Ergebnissen Ihrer Vorbereitung.
- 5.2. Vergleichen Sie die optimalen Reglerkennwerte 4.2 mit 4.1.1 und begründen Sie, warum das Ergebnis bei den gegebenen Anforderungen mit hoher Wahrscheinlichkeit das globale Minimum des Gütemaßes ist.
- 5.3. Diskutieren Sie an den Ergebnissen 4.3.1 den Einfluss der Reglerverstärkung K_r auf das Führungsverhalten des geschlossenen Kreises.
- 5.4. Woran kann man erkennen, dass die Schwingungen im Führungsverhalten 4.3.1 durch die Regelstrecke verursacht sind?
- 5.5. Welchen Einfluss hat die Regelkreisverstärkung auf das Störverhalten 4.3.2 ?
- 5.6. Zeigen Sie die Veränderung der Kennkreisfrequenz ω und des Dämpfungsgrades d im PN-Plan der Regelstrecke.
- 5.7. Welche Wirkung hat die Zuschaltung des D-Anteils im Regler?

6. Literatur:

- /1/ Mann, H.; Schiffelgen, H.; Froiep, R.; Einführung in die Regelungstechnik
Carl-Hanser-Verlag München Wien, 7. Auflage 1997
- /2/ Krug, W.; Schönfeld, S.; Rechnergestützte Optimierung für Ingenieure
VEB Verlag Technik Berlin, 1. Auflage 1981
- /3/ Kiendl, H. u. a. Anwenderhandbuch DORA für Windows, Version 6.0
Universität Dortmund, Lehrstuhl für elektrische Steuerung und Regelung, 1997.

7. Ausgewählte Symbolflächen und ihre Bedeutung



Menü *Datei Neu*

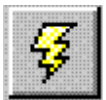
Bei aktivem Fenster



Menü *Bearbeiten* → *Übertragungsfunktion*

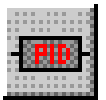
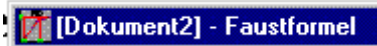


Menü *Synthese* → *Faustformelverfahren*

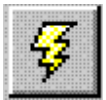


Menü *Berechnen* → *Simulation*

Bei aktivem Fenster

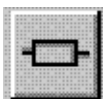


Menü *Bearbeiten* → *Entwurf*

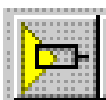


Menü *Bearbeiten* → *Simulation*

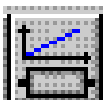
Bei aktivem Fenster



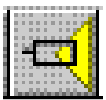
Menü *Bearbeiten* → *Modellblockliste*



Symbolleiste *Quellen* anzeigen

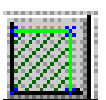


Symbolleiste *Lineare Systeme* anzeigen



Symbolleiste *Senken* anzeigen

Bei aktivem Fenster



Menü *Bearbeiten* → *Skalieren*