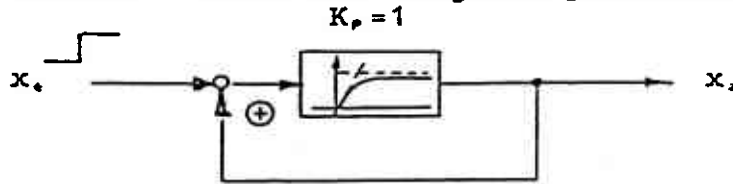


Im RT- Versuch 1 bauen Sie folgende pneumatische Schaltung auf:



1. Die Differentialgleichung für ein Verzögerungsglied 1. Ordnung (z. B. Drossel-Speicher-System) lautet:

$$T_D \dot{x}_a + x_a = x_e$$

Geben Sie die zugehörige Übertragungsfunktion $G_{D,s}(s) = X_a(s)/X_e(s)$ durch Transformation in die Bildebene s an.

$$G_{D,s}(s) = \frac{1}{Ts + 1}$$

2. Wie berechnet man allgemein die Gesamtübertragungsfunktion $G_{s,s}(s)$ einer Rückkopplungsschaltung mit $G_1(s)$ im Vorwärtszweig und $G_2(s)$ im Rückwärtszweig?

$$G_{s,s}(s) = \frac{1}{1 + G_1 G_2}$$

Wie lauten speziell für die oben angegebene Schaltung $G_1(s)$ und $G_2(s)$?

$$G_1(s) = \frac{1}{Ts + 1} \quad G_2(s) = 1$$

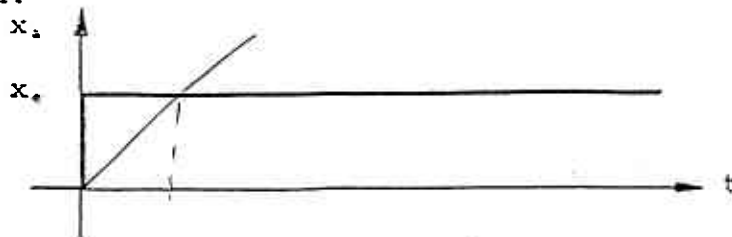
Berechnen Sie jetzt die Gesamtübertragungsfunktion $G_{s,s}(s)$.
 (Achtung! Vorzeichen der Rückführung beachten!)

$$G_{s,s}(s) = \frac{1}{Ts + 1 - 1} = \frac{1}{sT}$$

3. Geben Sie durch Rücktransformation in den Zeitbereich die Differentialgleichung der obigen Schaltung an.

$$\frac{x_a - x_e}{x_e} = \frac{1}{sT} \quad x_a - x_e = \frac{1}{sT} x_e \quad x_a T = x_e$$

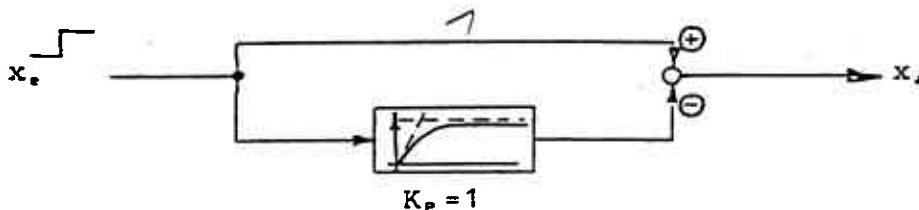
4. Skizzieren Sie den Verlauf der Sprungantwort des Gesamtsystems in untenstehendes Diagramm. Zeichnen Sie auch die Zeitkonstante T_D ein!



Wie würden Sie solch ein System bezeichnen?

$1T_0$ PT_1

Im RT-Versuch 1 bauen Sie folgende pneumatische Schaltung auf:



1. Die Differentialgleichung für ein Verzögerungsglied 1. Ordnung (z. B. Drossel-Speicher-System) lautet:

$$T_D \dot{x}_a + x_a = x_e$$

Geben Sie die zugehörige Übertragungsfunktion $G_{D,s}(s) = X_a(s)/X_e(s)$ durch Transformation in die Bildebene s an.

$$G_{D,s}(s) = \frac{1}{Ts + 1}$$

2. Wie berechnet man allgemein die Gesamtübertragungsfunktion $G_{s..}(s)$ einer Parallelschaltung bestehend aus den Teilübertragungsfunktionen $G_1(s)$ und $G_2(s)$?

$$G_{s..}(s) = G_1(s) + G_2(s)$$

Wie lauten speziell für die oben angegebene Schaltung $G_1(s)$ (oberer Pfad) und $G_2(s)$ (unterer Pfad)?

$$G_1(s) = 1 \qquad G_2(s) = \frac{1}{Ts + 1}$$

Berechnen Sie jetzt die Gesamtübertragungsfunktion $G_{s..}(s)$! (Achtung! Vorzeichen im unteren Pfad beachten!) Bringen Sie Ihr Endergebnis auf einen gemeinsamen Nenner.

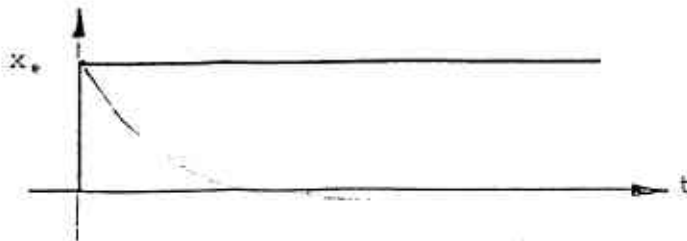
$$G_{s..}(s) = 1 - \frac{1}{Ts + 1}$$

3. Ermitteln Sie durch Rücktransformation in den Zeitbereich die zugehörige Differentialgleichung!

$$X_a \cdot (Ts + 1) = X_e \cdot Tc \quad X_e \cdot Ts + X_a = X_e \cdot Tc$$

$$X_e \cdot Ts + 1 = X_e \cdot Tc \quad Tc \cdot X_a = X_e \cdot Tc$$

4. Skizzieren Sie den Verlauf der Sprängantwort in untenstehendes Diagramm. Tragen Sie auch die Zeitkonstante T_D ein.



Wie würden Sie solch ein System bezeichnen?

DTA

Name:

Vorname:

Versuchsgruppe:

Beim RT-Versuch 5 lernen Sie durch Aufzeichnen und Analysieren von Sprungantworten das dynamische Verhalten eines pneumatischen Reglers abhängig von den drei einstellbaren Parametern K_R , T_N und T_V kennen.

1. Nennen Sie die vier mechanischen Elemente aus denen sich das Kreuzbalgsystem des zu untersuchenden pneumatischen Reglers zusammensetzt und die auch zur Herleitung der das System beschreibenden Gleichung verwendet werden.

- a) *Balgen als Druck-Weg-Wandler*
- b) *Druck-Prallring-System als Weg-Druck-Wandler*
- c) *Hard-Pneumatische Verstärker-Druck-Wandler*
- d) *Druck-Weg-Wandler (Druck-Weg-Wandler)*

2. Die Übertragungsfunktion eines PID-Reglers nach DIN 19226 lautet:

$$G_R(s) = Y(s)/E(s) = K_R (1 + 1/T_N \cdot s + T_V \cdot s)$$

Wie lautet die Differentialgleichung, die dieses System beschreibt?

$$y_R(t) = K_R (e(t) + \frac{1}{T_N} \int e(t) dt + T_V \cdot \dot{e}(t))$$

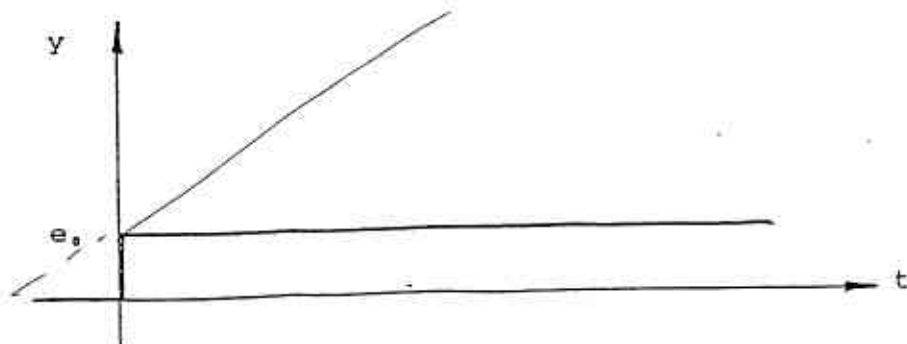
3. Wie müssen die Parameter K_R , T_N und T_V (variabel, 0 oder ∞) gewählt werden, daß der Regler PI-Verhalten zeigt?

$K_R = \text{variabel}$ $T_N = \text{variabel}$ $T_V = 0$

Geben Sie für den PI-Regler sowohl die Übertragungsfunktion als auch die zugehörige Differentialgleichung an.

$$G_{R,PI}(s) = K_R (1 + \frac{1}{T_N s}) \quad y_{R,PI}(t) = K_R (e(t) + \frac{1}{T_N} \int e(t) dt)$$

4. Zeichnen Sie qualitativ die Sprungantwort eines PI-Reglers auf einen Eingangssprung e_0 in untenstehendes Diagramm. Tragen Sie auch die das System beschreibenden Parameter ein!



Regelungstechnik Praktikum

Versuch: 7 / 1

Name:

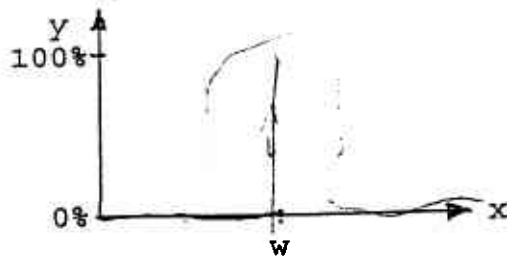
Vorname:

Versuchsgruppe:

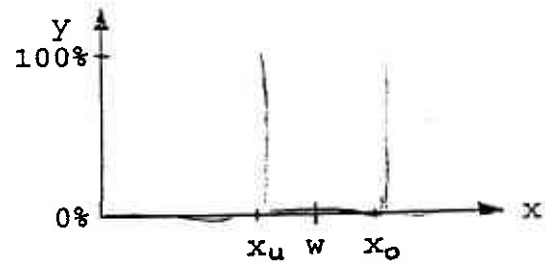
Beim Versuch 7 des RT-Praktikums analysieren Sie das dynamische Verhalten von Regelkreisen mit PT_m -Strecken und einfachem Zweipunktregler mit und ohne Schalthysterese.

1. Erklären Sie stichpunktartig den Unterschied zwischen einem stetigen Regler (z.B. pneum. Kreuzbalgregler) und einem Zweipunkt- oder Schaltregler.

Zeichnen Sie in untenstehende Diagramme die Kennlinien eines Zweipunkt-Reglers ohne und mit Schalthysterese ein.



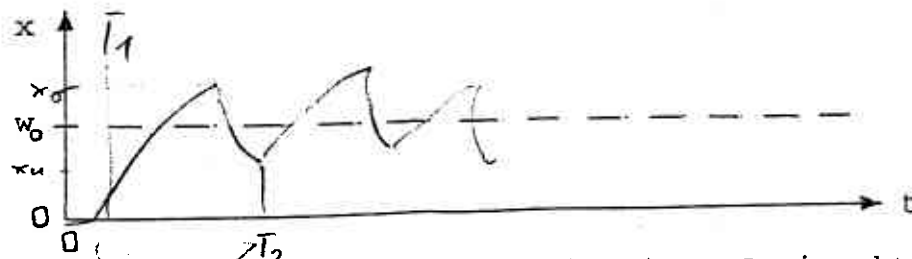
Kennlinie Zweipunkt-Regler ohne Schalthysterese



mit Schalthysterese

Nennen Sie drei Beispiele aus dem Haushalt bzw. der Industrie für Geräte mit Zweipunkt-Reglern.

2. Zeichnen Sie in das untenstehende Zeitdiagramm qualitativ den Verlauf der Regelgröße x für die Regelung einer PT_m -Strecke mit einem Zweipunkt-Regler bei einem Sprung der Führungsgröße w von 0 auf w_0 zum Zeitpunkt $t=0$.

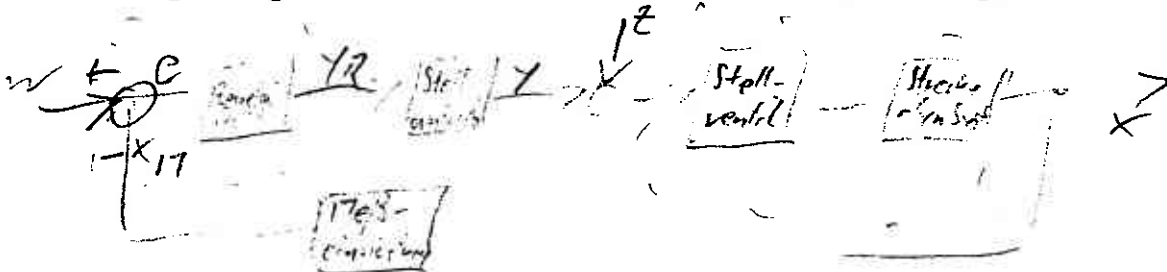


3. Könnte man eine PT_1 -Strecke mit einem Zweipunkt-Regler ohne Schalthysterese vernünftig regeln? Geben Sie für Ihre Antwort eine kurze Begründung an!

nein, da sonst kein Schaltzeitpunkt ausfindig gemacht werden kann

Beim Versuch 8 des RT-Praktikums lernen Sie Methoden kennen, die bei Regelungen von PT₁-Strecken mit Zweipunkt-Reglern auftretenden starken periodischen Schwankungen der Regelgröße durch Maßnahmen an der Stelleinrichtung oder am Regler zu vermindern.

1. Zeichnen Sie das Blockschaltbild für die beim Versuch 8 aufgebaute Temperaturregelung und beschriften Sie die einzelnen Elemente. Kennzeichnen Sie auch den Signalfluß durch Pfeile und versehen Sie die auftretenden Signale mit den in der Regelungstechnik üblichen Bezeichnungen x , y , z , w .



2. Die Amplitude der periodischen Schwankungen der Regelgröße bei den betrachteten Regelungen hängt u.a. von den Ausgleichswerten x_A und x_B der Regelstrecke ab. Welche Größe beeinflusst diese Ausgleichswerte und durch welche Maßnahmen können die Schwankungen der Regelgröße verkleinert werden?

*Verändern d. Heizerleistung
 durch Verändern d. Stellventil
 Grundidee
 Anheben d. unteren Grenzwertes*

3. Nennen Sie zwei gravierende Nachteile, die diese Methode zur Verkleinerung der Regelgrößenschwankungen mit sich bringt.

- a) *Veränderung Sollwert \rightarrow Verändern d. Grenzwertes*
- b) *Verändern Sollwert \rightarrow anfallwert \rightarrow bei Kurzeinwert \rightarrow nicht anfallwert*

4. Durch welche Maßnahme am Regler können die Regelgrößenschwankungen ebenfalls verkleinert werden? Welche Grundidee wird verwirklicht?

*Regler mit Integralanteil
 Grundidee: Integralanteil \rightarrow bei Kurzeinwert \rightarrow anfallwert*

Beim Versuch 10 des regelungstechnischen Praktikums führen Sie Experimente mit folgenden Regelkreisgliedern durch:

- Pumpe als Stelleinrichtung
- Füllstandsbehälter als Regelstrecke
- elektronischer Regler

$$y = K_p \left(e + \frac{1}{T_I} \int e dt + T_D \cdot \dot{e} \right)$$

1. Erklären Sie stichpunktartig die Vorgehensweise zur Herstellung des Zusammenhangs zwischen Eingangs- und Ausgangsgröße bei einer Pumpe als Stellglied.

*Eingangsgröße: Spannung
 Ausgangsgröße: Förderstrom*

$$K_{Pumpe} = \frac{\Delta Q}{\Delta U}$$

ein statisches PT₀

2. Der Füllstandsbehälter als Regelstrecke zeigt im Versuch je nach Schieberkonfiguration unterschiedliches dynamisches Verhalten. Nennen Sie die drei möglichen Typen von Übertragungsgliedern und geben Sie daneben jeweils die beschreibende Differential- bzw. Integralgleichung an.
 (Eingangsgröße: Stellgröße y ; Ausgangsgröße: Regelgröße x)

Typ:	Differential- bzw. Integralgleichg.:
a) PT_1	$\dot{x}_a T_1 + x_a = K x_e$ <i>Zuflyß & Abfluß</i>
b) IT_0	$x_a = \frac{1}{T_I} \int x_e dt$ <i>Zuflyß über den Behälter</i>
c) IT_1	$\dot{x}_a T_1 + x_a = \frac{1}{T_I} \int x_e dt$ <i>Zuflyß & Abfluß</i>

3. Bilden Sie jetzt noch mit Hilfe der Laplace-Transformation die Übertragungsfunktionen $G(s) = X(s)/Y(s)$ für die oben angegebenen dynamischen Systeme.

- a) $\frac{K}{sT_1 + 1}$
- b) $\frac{1}{sT_I}$
- c) $\frac{1}{sT_1(sT_1 + 1)}$

Name:

Vorname:

Termin- und Versuchsgruppe:

Studiengruppe:

Datum:

1. Für welche Reglertypen haben Ziegler und Nichols ihre Einstellregeln angegeben?

Antwort: P, PI, PID

2. Wie lautet die Vorschrift bei der 1. Regel zur Ermittlung von T_{krit} und K_{krit} ? (stichpunktartige Erklärung):

Antwort: Bei Störern? \rightarrow näherungsweise $T_s = T_u$ usw.
 $T_s = T_g$

3. Ziegler und Nichols fordern bei PID-Regler ein Verhältnis $T_N/T_V \approx 4$. Beim Kreuzbalgeregler stimmen die einstellbaren Werte T_{NE} und T_{VE} nicht überein mit den Größen T_n und T_v aus der Definitionsgleichung eines PID-Reglers nach DIN. Vielmehr lautet der Zusammenhang:

$$T_n = T_{nE} \cdot (1 + (1+k) \cdot T_{vE} / T_{nE})$$

$$T_v = T_{vE} / (1 + (1+k) \cdot T_{vE} / T_{nE})$$

Für $T_{vE} / T_{nE} = 1/2$ ist dieses Verhältnis T_N/T_V am kleinsten. Berechnen Sie diesen Zahlenwert von T_N/T_V .

$$= \frac{T_{nE} \cdot (1 + (1+k) \cdot \frac{1}{2})}{T_{vE} (1 + (1+k) \cdot \frac{1}{2})} = 2$$

4. Durch welche Maßnahme wird versucht, die Einstellregel für den PID-Regler wenigstens näherungsweise zu verwirklichen (Maßnahmen zur Modifizierung von K_n , T_N und T_V)?

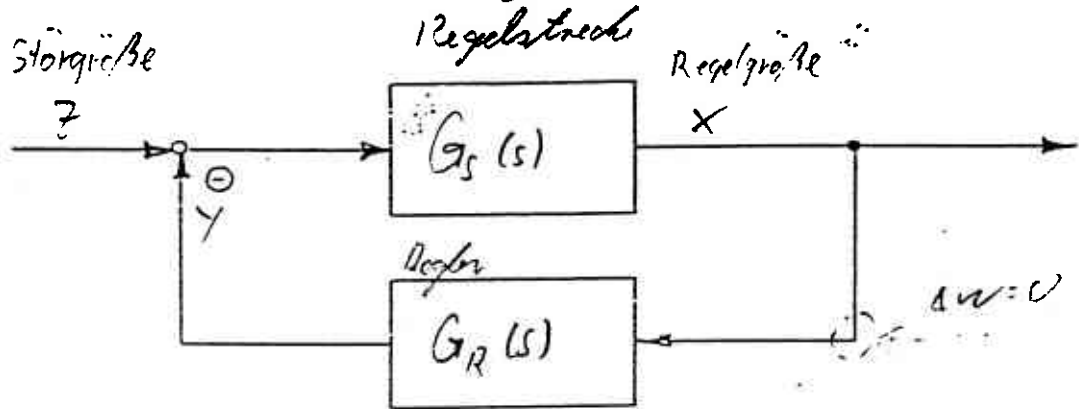
$$T_V = \frac{T_n}{8}$$

Einstellregeln so, daß $1/8$ u. T_n im Mittel zw. d. Werten T_{VE} u. T_{NE} sind.

Labor für Steuerungs- und Regelungstechnik FH-München FB 03 MB		
Prof. Göhl	Prof. Dr. Höcht	Prof. Dr. Kraft
Praktikum Regelungstechnik	Versuch: 12/1	
Name:	Vorname:	Versuchsgruppe:

Beim Versuch 12 beschäftigen Sie sich zum ersten Mal im Rahmen des regelungstechnischen Praktikums mit einem geschlossenen Regelkreis, aufgebaut aus pneumatischen Bauelementen.

Jeder geschlossene Regelkreis, im Störverhalten betrieben, ist nach untenstehender Struktur aufgebaut:



- Beschriften Sie in der oben angegebenen Zeichnung alle vorkommenden Signale sowie Blöcke mit den in der Regelungstechnik üblichen Bezeichnungen (z.B. Störgröße z, Regelstrecke usw.).
- Eine PT₁-Regelstrecke, beschrieben durch die Übertragungsfunktion $G_S(s) = K_S / (T \cdot s + 1)$, soll für Störverhalten mit einem reinen P-Regler mit $G_R(s) = K_R$ geregelt werden. Berechnen Sie die Störübertragungsfunktion $G_Z(s) = X(s)/Z(s)$ des Regelkreises und bringen sie auf die Form, daß der Koeffizient bei s⁰ "1" ist.

$$G_Z(s) = \frac{1}{\frac{1}{G_S} + G_R} = \frac{G_S}{1 + G_R G_S} = \frac{K_S}{(1 + K_R \frac{K_S}{(Ts+1)}) \cdot (Ts+1)} = \frac{K_S}{Ts+1 + K_R K_S}$$

- Ermitteln Sie mit Hilfe der Transformationsgesetze aus $G_Z(s)$ im Bildbereich die zugehörige Differentialgleichung!

$$\dot{x}(t) + G_R G_S x(t) = z(t)$$

Ist das Gesamtsystem schwingungsfähig? *nein*

Welcher Wert für die Regelgröße $x(t)$ stellt sich für $t \rightarrow \infty$ ein?

$$x(t \rightarrow \infty) = \frac{1}{1 + K_R K_S} z_0$$

- Skizzieren Sie den Verlauf der Regelgröße $x(t)$ auf einen Störsprung z_0 , wenn gilt: $K_S = K_R = 1$!

