

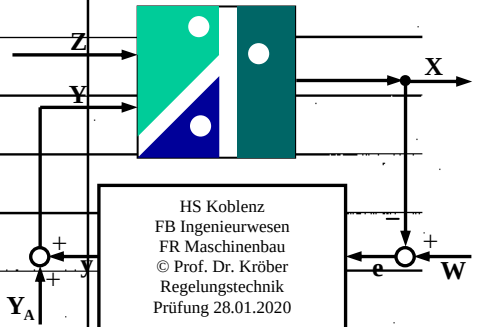
Regelungstechnik WS 19/20
 Prof. Dr. W. Kröber

Diese Prüfung besteht aus
 einem Fragenteil und einem Rechenteil.
 Zur Bewertung der Aufgaben muss der
 gesamte Lösungsweg ersichtlich sein.

- Bearbeitungszeit : 90 min
- Erlaubte Hilfsmittel :
 - Schreib- und Zeichengerät
 - Taschenrechner
 - Formelsammlung (4 Blätter)

Note : _____

Aufgabe	erreichte Punkte
Fragenteil	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
Summe	



K U R Z F R A G E N :

1. Die Abtastzeit eines digitalen Reglers beträgt 10 ms. Durch das Abtast-/Halteglied entsteht eine Totzeit. Wie groß ist diese Totzeit?
 (2P)

5 ms

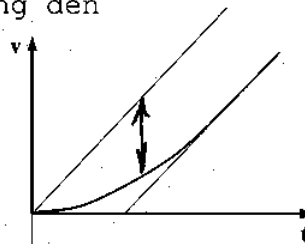
2. Die homogene Differentialgleichung eines Regelkreises lautet (ohne Einheiten geschrieben): $2\ddot{x} - 4\dot{x} + 8x = 0$
 Weshalb ist der Regelkreis stabil oder instabil?
 (2P)

$-4'' \Rightarrow$ instabil, darf nicht negativ sein

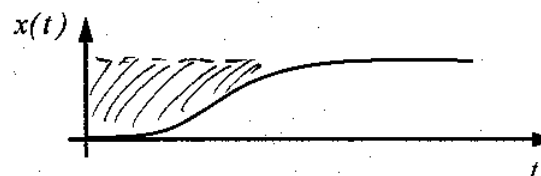
3. Wie viele Vorzeichenwechsel müssen im Wirkungsplan eines Regelkreises sein? (1P)

ungerade Anzahl

4. Kennzeichnen Sie in der Abbildung den Schleppfehler!
 (2P)



5. Die Abbildung zeigt die Lösung einer Differentialgleichung. Kennzeichnen Sie den homogenen Anteil an der Lösung!
 (2P)

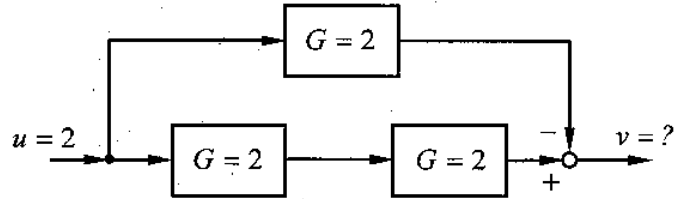


6. Auf welchen Wert müssen Sie T_n bei einem PI-Regler einstellen, wenn Sie den I-Anteil ausstellen wollen?
 (2P)

$T_n \rightarrow \infty$

7. Wie groß ist der Wert der Ausgangsgröße v ?
(2P)

4



8. Für eine einfache Regelung verwendet man bei einer I-Strecke einen ... -Regler. Welcher Regler ist gemeint?
(2P)

P

9. Für eine einfache Regelung verwendet man bei einer P-Strecke einen ... -Regler. Welcher Regler ist gemeint?
(2P)

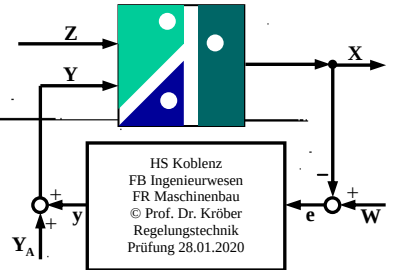
I

10. Der Frequenzgang eines PID-Reglers ist gegeben durch:

$$G = 2 + \frac{1}{2s \cdot (j\omega)} + 2s \cdot (j\omega) = 2 \left(1 + \frac{1}{4s(j\omega)} + 1s(j\omega) \right)$$

Wie groß sind K_p , T_n und T_v ?
(3P)

$K_p = 2$; $T_n = 4s$; $T_v = 1s$



RECHENTEIL :

Aufgabe 1 (14P)

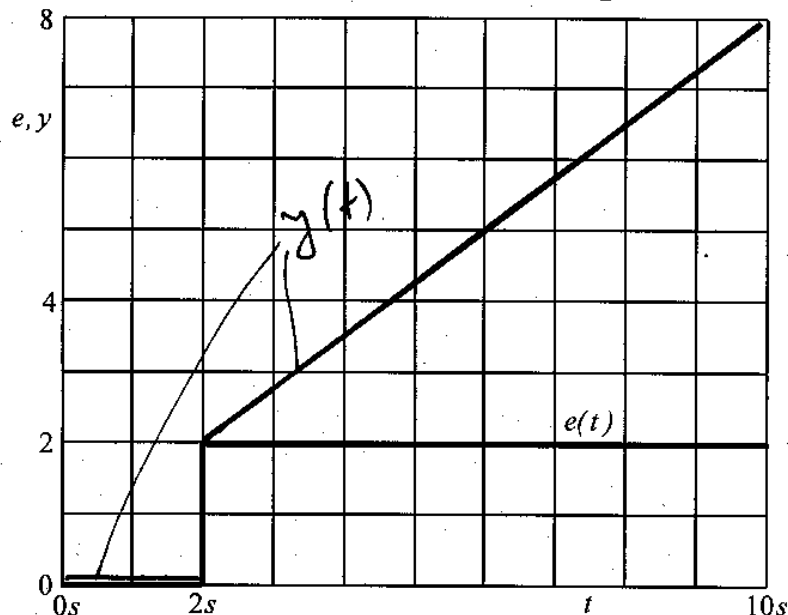
Ein PI-Regler wird beschrieben durch: $y = K_p \cdot e + K_i \int e \cdot dt$

Der Verlauf der Regeldifferenz ist in der Graphik angegeben. Die Stellgröße ist zunächst gleich Null.

Zahlenwerte: $K_p = 1$; $K_i = 0,375 \text{ s}^{-1}$

a. Wie groß ist die Stellgröße zum Zeitpunkt $t = 10 \text{ s}$?

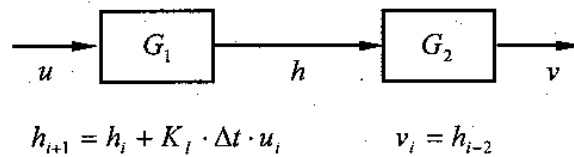
b. Tragen Sie den zeitlichen Verlauf der Stellgröße in die Graphik ein!



$$\begin{aligned} y &= y_p + y_i \\ y_p &= K_p \cdot e = 1 \cdot 2 = 2 \\ y_i &= K_i \int e \cdot dt \\ &\quad \text{Fläche unter Kurve} \\ &= 0,375 (2 \cdot 8) \\ &= 6 \\ y(t=10s) &= 2 + 6 = 8 \end{aligned}$$

Aufgabe 2 (14P)

Eine Regelstrecke besteht aus einem I-Glied (G_1) und einer Totzeit (G_2). Als Eingangsgröße wirkt am Eingang zur angegebenen Zeit eine Sprungfunktion. Der Zeitschritt beträgt $\Delta t = 0,5$ s.
Ferner sei gegeben: $K_I = 0,5$ s⁻¹



$$h_{i+1} = h_i + K_I \cdot \Delta t \cdot u_i \quad v_i = h_{i-2}$$

$$\begin{aligned} h_{i+1} &= h_i + 0,5 \cdot 0,5 \cdot u_i \\ &= h_i + 0,25 \cdot u_i \\ h_2 &= h_1 + 0,25 \cdot u_1 \\ &= 0 + 0,25 \cdot 1 = 0,25 \end{aligned}$$

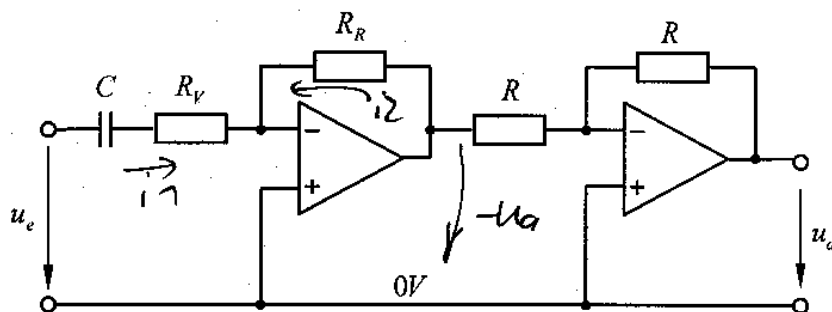
Ergänzen Sie die fehlenden Werte in der Tabelle! *steht +0,25*

i	0	1	2	3	4	5	6	7
u_i	0	1	1	1	1	1	1	1
h_i	0	0	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5
v_i	0	0	0	0	0,25	0,5	0,75	1,0

→ steht 2 Schritte später

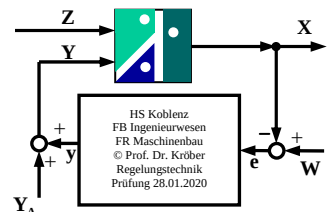
Aufgabe 3 (12P)

Die Schaltung zeigt DT₁-Glieder. Bestimmen die T und K_D in Abhängigkeit der angegebenen Widerstände und des Kondensators!



Hilfestellungen: $u_a + T \cdot \frac{du_a}{dt} = K_D \cdot \frac{du_e}{dt}$ oder auch $G = \frac{u_a}{u_e} = \frac{K_D \cdot j\omega}{1 + j\omega \cdot T}$

$$\begin{aligned} i_1 + i_2 &= 0 \\ \frac{u_e}{j\omega C + R_V} + \frac{-u_a}{R_R} &= 0 \\ \frac{u_a}{u_e} &= \frac{R_R \cdot j\omega C}{j\omega C + R_V} = \frac{j\omega R_R C}{1 + j\omega R_V C} \\ K_D &= R_R \cdot C \\ T &= R_V \cdot C \end{aligned}$$



HS Koblenz
FB Ingenieurwesen
FR Maschinenbau
© Prof. Dr. Kröber
Regelungstechnik
Prüfung 28.01.2020

Aufgabe 4 (12P)

Eine I-Regelstrecke ($K_{IS} = 0,25 \text{ s}^{-1}$) wird mit einem I-Regler ($K_{IR} = 4 \text{ s}^{-1}$) geregelt. Dies führt z.B. bei einem Sollwertsprung zu Dauerschwingungen. Bestimmen Sie die Kreisfrequenz dieser Dauerschwingung und die Periodendauer dieser Dauerschwingung.

Hinweis: Führungsfrequenzgang ...

Aufgabe 5 (12P)

Bestimmen Sie von dem angegebenen Frequenzgang G die Phasenverschiebung φ an der Stelle $\omega = 6 \text{ s}^{-1}$!

$$G = \frac{K_I}{j\omega} \cdot \frac{K}{1+j\omega T} \cdot e^{-j\omega T_t}$$

Geg.: $K_I = 2 \text{ s}^{-1}$; $K = 2$; $T = 0,25 \text{ s}$; $T_t = 0,1 \text{ s}$

I-Glied: siehe ...

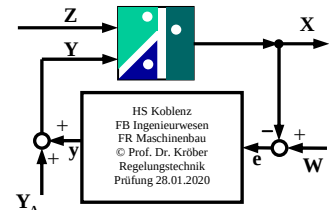
PT₁-Glied: $\tan(\varphi) = -\omega \cdot T$

Totzeit: $\varphi = -\omega \cdot T_t$

$$\text{zu 4) } G_{\omega} = \frac{\frac{K_I}{j\omega} \cdot \frac{K}{j\omega} \cdot (j\omega)^2}{1 + \frac{K_I}{j\omega} \cdot \frac{K}{j\omega} (j\omega)^2} = \frac{K_I \cdot K}{(j\omega)^2 + \frac{K_I \cdot K}{\omega_0^2}}$$

$$\omega_0 = \sqrt{K_I \cdot K} = \sqrt{0,25 \cdot 4} \text{ s}^{-1} = 1 \text{ s}^{-1} = \frac{2\pi}{10}$$

$$T_0 = \frac{2\pi}{1 \text{ s}^{-1}} = 6,28 \text{ s}$$



zu 5.) $\varphi_I = -90^\circ$

$$\tan \varphi_{PT1} = -\omega \cdot T = -6 \cdot 0,25 \Rightarrow \varphi_{PT1} = -56,31^\circ$$

$$\varphi_{Totzeit} = -\omega \cdot T_t = -6 \cdot 0,1 \cdot \frac{180^\circ}{\pi} = -34,38^\circ$$

$$\varphi_{ges} = \sum \varphi_i = -90^\circ - 56,31^\circ - 34,38^\circ = -180,69^\circ$$

Aufgabe 6 (16P)

Eine Regelstrecke besteht aus dem angegebenen Frequenzgang. Tragen Sie die Regelstrecke ins Bode-Diagramm ein und bestimmen Sie $K_{p \text{ krit}}$ und K_p für den Fall, dass die Amplitudenreserve $A_R = 2$ beträgt!

$$G_{\text{Strecke}} = \frac{K_I}{j\omega} \cdot \frac{K}{1+j\omega T} \cdot e^{-j\omega T_t} \quad \text{Geg.: } K_I = 2 \text{ s}^{-1}; K = 2; T = 0,25 \text{ s}; T_t = 0,1 \text{ s}$$

