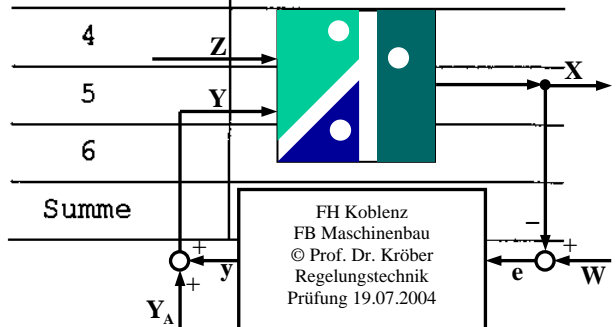


Diese Prüfung besteht aus einem Fragenteil und einem Rechenteil. Zur Bewertung der Aufgaben muss der gesamte Lösungsteil ersichtlich sein.

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

Aufgabe	erreichte Punkte
Fragenteil	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
Summe	

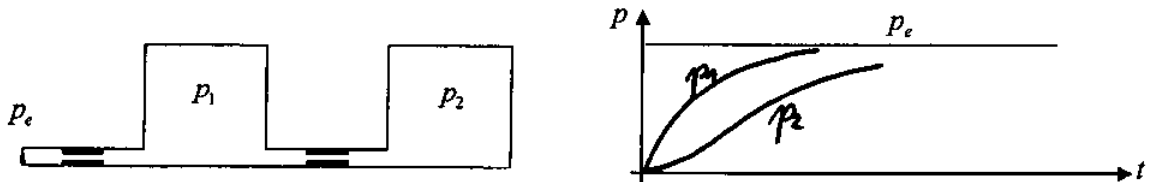
Lösungen



Note : _____

KURZFRAGEN :

1. Der Druck p_e ist lange Zeit gleich Null und wird dann sprunghaft verändert. Skizzieren Sie die Verläufe von $p_1(t)$ und $p_2(t)$! (4P)



2. In der Tabelle ist die Regelgröße X in Abhängigkeit der Stellgröße Y und der Störgröße Z wiedergegeben.

Zu bestimmen sind: $K_y = \left. \frac{\partial X}{\partial Y} \right|_A$ sowie $K_z = \left. \frac{\partial X}{\partial Z} \right|_A$
 (4P) Arbeitspunkt

$$K_y = \frac{0,9 - 0,4}{4 - 2} = 0,25$$

$$K_z = \frac{1,0 - 0,4}{2} = 0,3$$

	Y				
	1	2	3	4	5
1	0,1	0,2	0,4	0,7	1,1
2	0,3	0,4	0,6	0,9	1,3
3	0,7	0,8	1,0	1,3	1,7
4	1,3	1,4	1,4	1,7	2,1

3. Was versteht man unter "Einschaltdauermodulation" bzw. "Pulsweitenmodulation"? (3P)

rel. Einschaltdauer $\hat{=}$ Signalgröße

4. Welche Werte kann die Phasenverschiebung einer Reihenschaltung eines I-Gliedes und PT₂-Gliedes annehmen? (2P)

-90° bis -270°

5. Mit welcher Signalform bzw. welchem Signalbereich werden in der Elektrohydraulik Signale übertragen? (2P)

-10V bis +10V

6. Die Abbildung zeigt eine Füllstandsregelung. Wie lässt sich K_p aus den angegebenen Daten bestimmen? (1P)

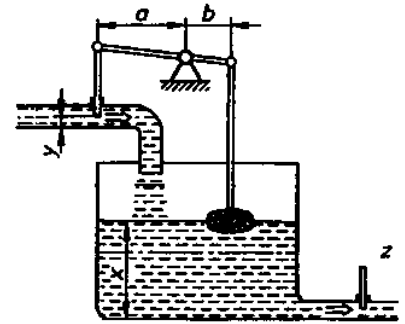
$K_p = a/b$

Welches Verhalten besitzt die Regelstrecke? (1P)

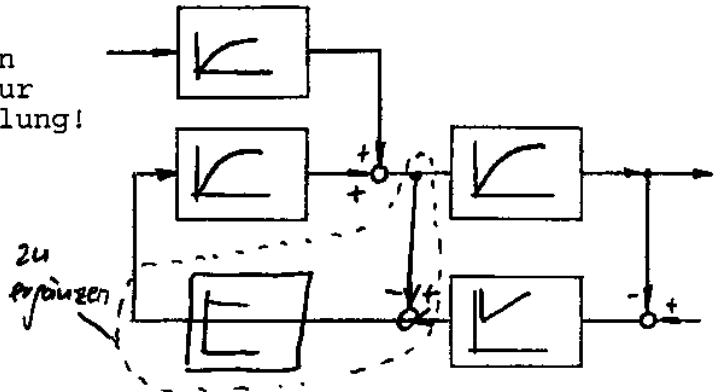
I

Welches Verhalten besitzt das Gesamtverhalten? (1P)

PT₁



7. Ergänzen Sie in dem Wirkungsplan die notwendigen Veränderungen zur Realisierung einer Kaskadenregelung! (3P)



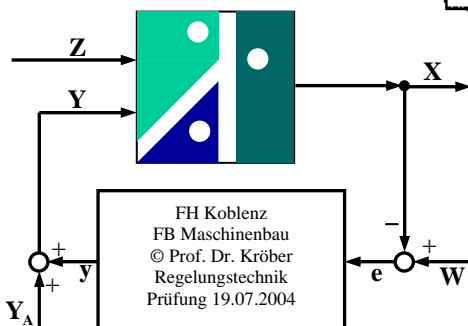
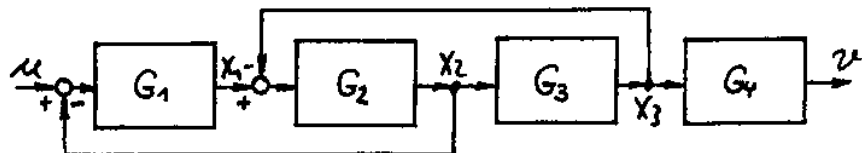
8. Der Einschwingvorgang eines Regelkreises wird durch die ~~homogene/partikuläre~~ Differentialgleichung beschrieben. Der Regelkreis ist dann stabil, wenn die Realteile der Lösungen der charakteristischen Gleichung ~~alle/überwiegend~~ negativ/positiv sind. Bei einem Gesamtsystem 3. Ordnung beträgt die Anzahl der reellen Lösungen mindestens ~~1/2/3~~. Nichtzutreffendes ist zu streichen! (3P)

RECHENTEIL :

Aufgabe 1 (16P)

Geben Sie für den abgebildeten Wirkungsplan einen Ausdruck für den Gesamtfrequenzgang an!

$G_{ges} = f(G_1, G_2, G_3, G_4) = ?$

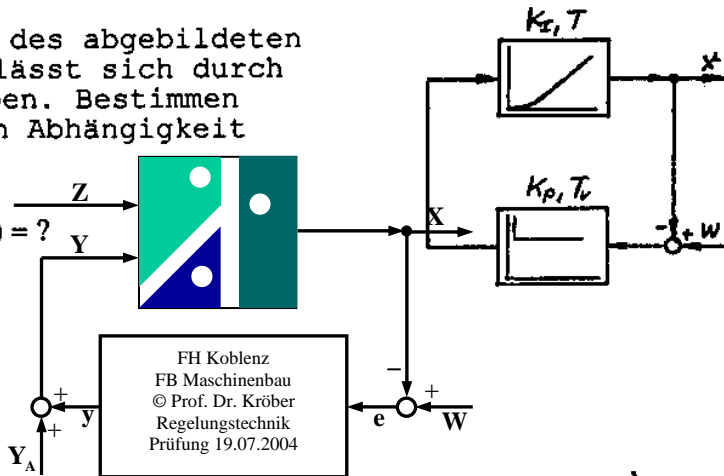


FH Koblenz
 FB Maschinenbau
 © Prof. Dr. Kröber
 Regelungstechnik
 Prüfung 19.07.2004

Aufgabe 2 (16P)

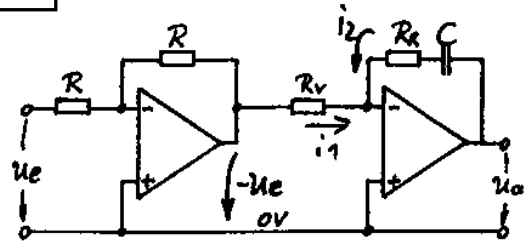
Das Einschwingverhalten des abgebildeten Füllstandsregelkreises lässt sich durch ein PT₂-System beschreiben. Bestimmen Sie den Dämpfungsgrad in Abhängigkeit der gegebenen Größen!

Ges.: $\frac{\delta}{\omega_0} = f(K_I, K_P, T, T_v) = ?$



Aufgabe 3 (16P)

Die abgebildete Schaltung zeigt ein Übertragungsglied vom Typ PI.



a. Weisen Sie folgende Aussagen nach:

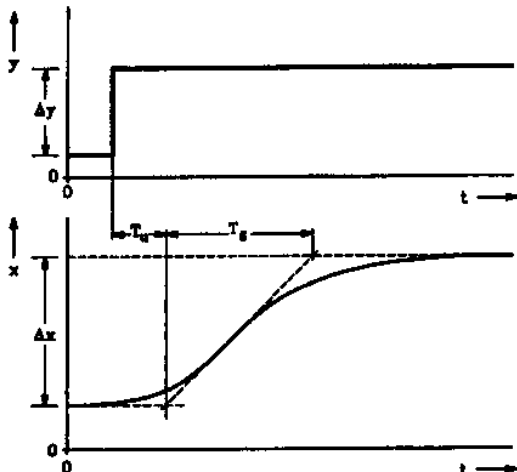
$$K_p = \frac{R_R}{R_v} \quad T_n = R_R \cdot C$$

b. Zur Zeit $t < 0$ sind alle Spannungen gleich Null. Für $t \geq 0$ ist $u_e = 0,5$ Volt. Wie groß ist die Ausgangsspannung u_a zum Zeitpunkt $t = 4$ s?

Zahlenwerte für b.: $R_v = 100 \text{ k}\Omega$, $R_R = 200 \text{ k}\Omega$, $C = 10 \text{ }\mu\text{F}$

Aufgabe 4 (12P)

Eine Regelstrecke besteht aus einer Totzeit ($T_T = 2$ s) und einem PT₁-Glieder ($K = 2$, $T = 8$ s). Bestimmen Sie die Reglerauslegung für einen PI-Regler. Die Hauptaufgabe des Reglers ist die Ausregelung von Störungen. Dabei ist ein "gewisses" Überschwingen der Regelgröße zulässig.



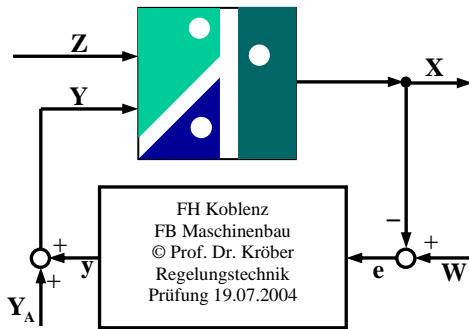
Regler	Aperiodischer Regelverlauf		Regelverlauf mit 20% Überschwingen		
	Störung	Führung	Störung	Führung	
P	K _p	$0,3 \frac{T_g}{K_S T_U}$	$0,3 \frac{T_g}{K_S T_U}$	$0,7 \frac{T_g}{K_S T_U}$	$0,7 \frac{T_g}{K_S T_U}$
		$4 T_U$	$1,2 T_g$	$2,3 T_U$	$1 T_g$
PI	K _p	$0,6 \frac{T_g}{K_S T_U}$	$0,35 \frac{T_g}{K_S T_U}$	$0,7 \frac{T_g}{K_S T_U}$	$0,6 \frac{T_g}{K_S T_U}$
		$4 T_U$	$1,2 T_g$	$2,3 T_U$	$1 T_g$
PID	K _p	$0,95 \frac{T_g}{K_S T_U}$	$0,6 \frac{T_g}{K_S T_U}$	$1,2 \frac{T_g}{K_S T_U}$	$0,95 \frac{T_g}{K_S T_U}$
		$2,4 T_U$	$1 T_g$	$2 T_U$	$1,35 T_g$
	T _v	$0,42 T_U$	$0,5 T_U$	$0,42 T_U$	$0,47 T_U$

Aufgabe 5 (12P)

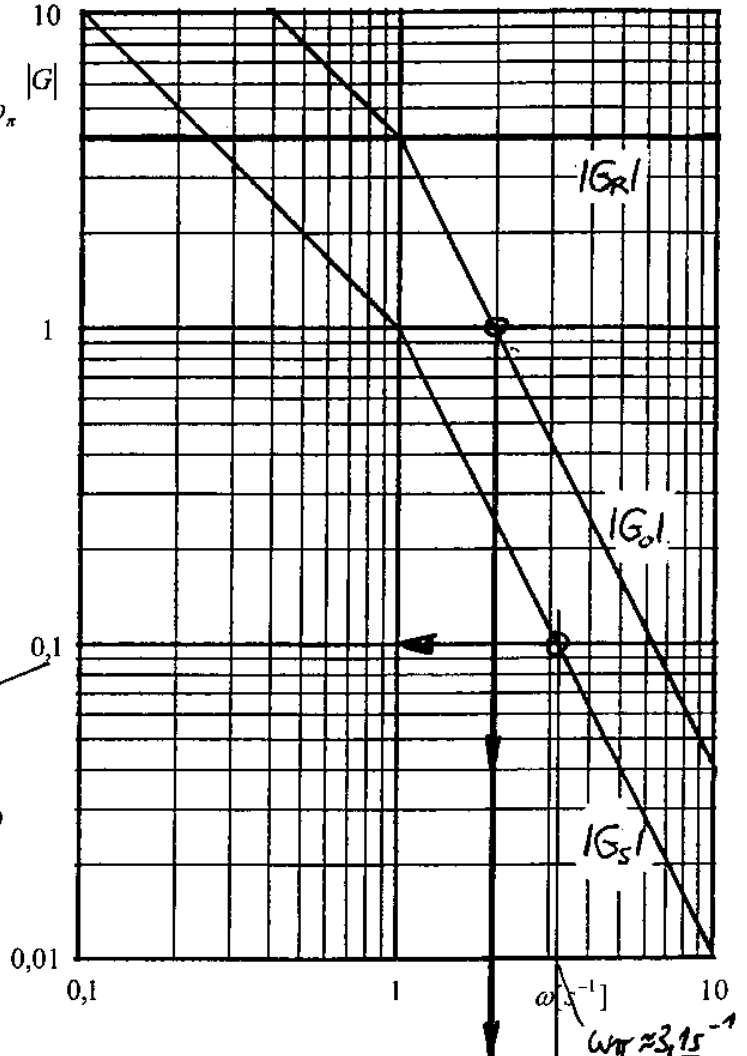
Das Bode-Diagramm zeigt den Frequenzgang von Regelstrecke, Regler (P-Regler) sowie des offenen Regelkreises.

Zu bestimmen sind:

- Phasenreserve α_R
- Phasenschnittkreisfrequenz ω_π
- T_{krit}
- $K_{p\ krit}$



FH Koblenz
 FB Maschinenbau
 © Prof. Dr. Kröber
 Regelungstechnik
 Prüfung 19.07.2004

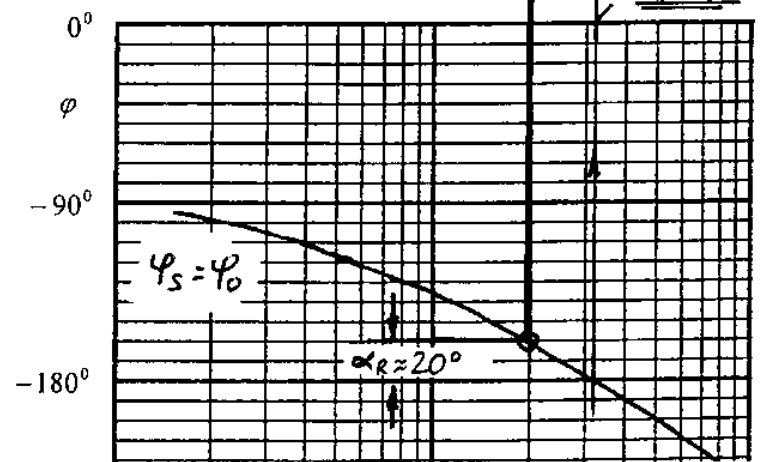


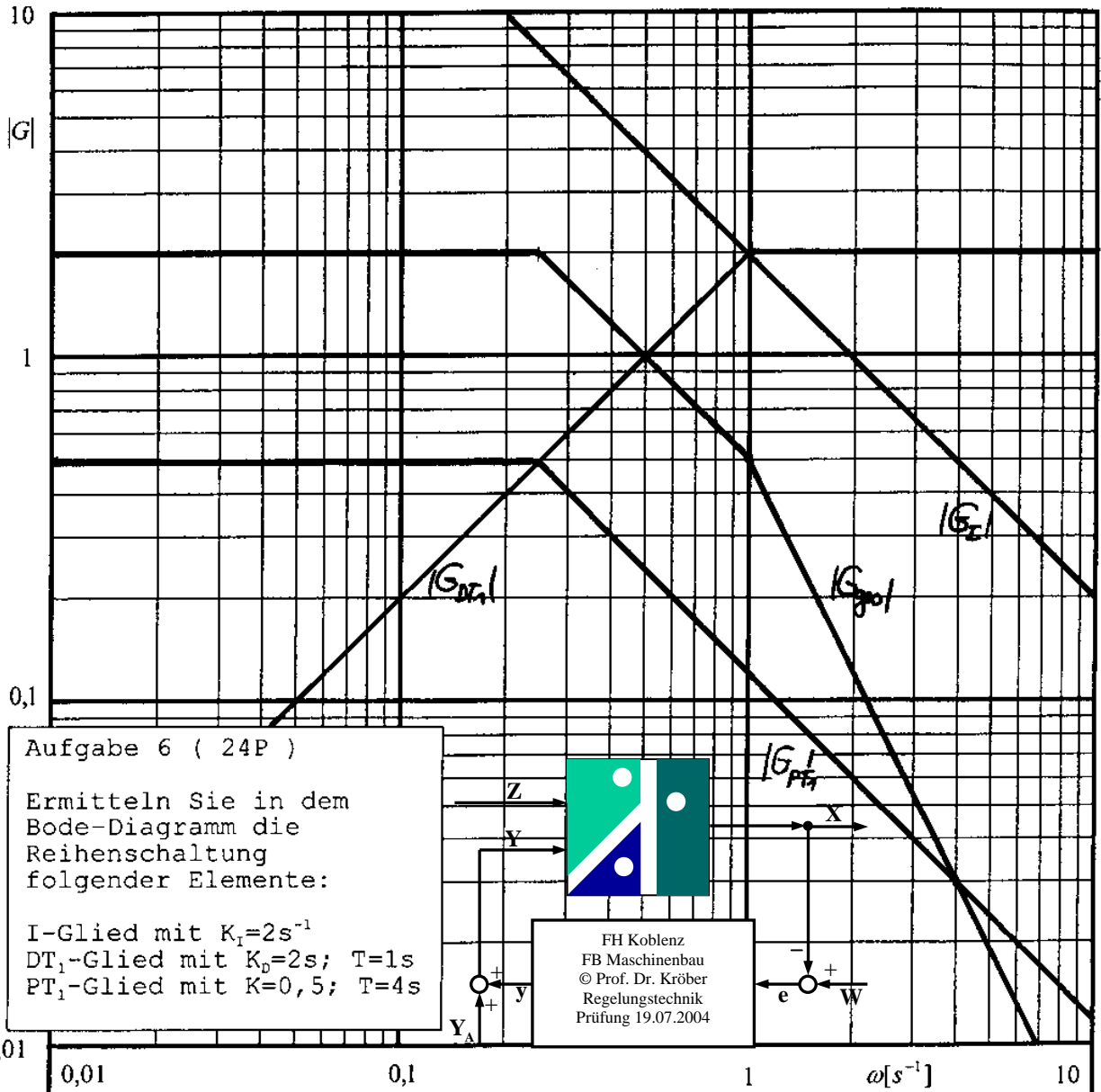
$$\frac{1}{K_{p\ krit}} = 0,1$$

$$\Rightarrow \underline{K_{p\ krit} = 10}$$

$$\omega_{krit} = \omega_{gc} = \frac{2\pi}{T_{krit}}$$

$$\underline{T_{krit} = \frac{2\pi}{3,15 \cdot s^{-1}} = 2,05}$$

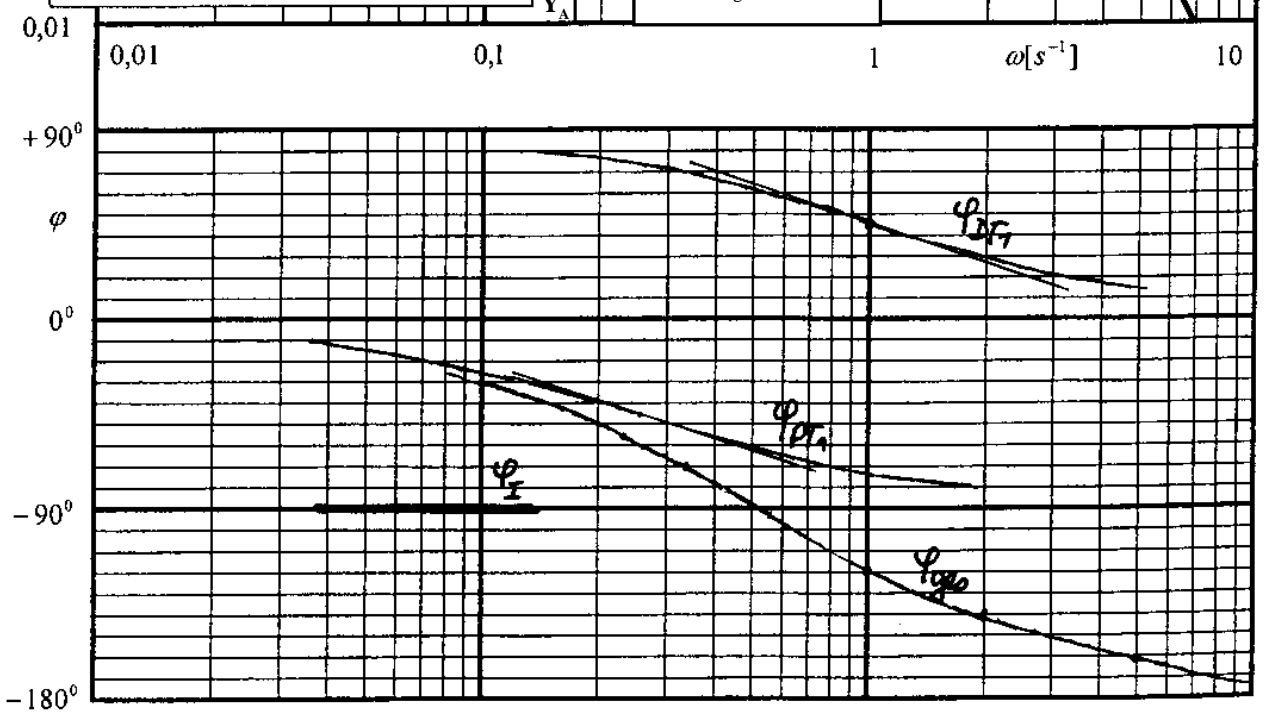




Aufgabe 6 (24P)
 Ermitteln Sie in dem Bode-Diagramm die Reihenschaltung folgender Elemente:

- I-Glied mit $K_I=2s^{-1}$
- DT₁-Glied mit $K_D=2s$; $T=1s$
- PT₁-Glied mit $K=0,5$; $T=4s$

FH Koblenz
 FB Maschinenbau
 © Prof. Dr. Kröber
 Regelungstechnik
 Prüfung 19.07.2004



Lösungen Prüfung Regelungstechnik vom 20.07.2004

zu 1) Hilfsgrößen u, x_1, x_2, x_3, v eingeführt

$$\left. \begin{aligned} \underline{x}_1 &= G_1(\underline{u} - \underline{x}_2) \\ \underline{x}_2 &= G_2(\underline{x}_1 - \underline{x}_3) \\ \underline{x}_3 &= G_3 \cdot \underline{x}_2 \\ \underline{v} &= G_4 \cdot \underline{x}_3 \end{aligned} \right\} \text{Eliminieren von } \underline{x}_1, \underline{x}_2 \text{ und } \underline{x}_3 \text{ ergibt}$$

$$\underline{G}_{ges} = \frac{\underline{v}}{\underline{u}} = \frac{G_1 \cdot G_2 \cdot G_3 \cdot G_4}{1 + G_1 G_2 + G_2 G_3}$$

zu 2) $G_W = \frac{G_R \cdot G_S}{1 + G_R \cdot G_S} = \frac{K_p(1+j\omega T_v)}{1 + K_p(1+j\omega T_v)} \cdot \frac{j\omega(1+j\omega T)}{j\omega(1+j\omega T)}$

$$= \dots = \frac{K_p K_S (1+j\omega T_v)}{K_p K_S + j\omega(1 + K_p K_S T_v) + (j\omega)^2 T} \cdot \frac{1/T}{1/T} = \frac{\frac{K_p K_S}{T} (1+j\omega T_v)}{\underbrace{\frac{K_p K_S}{T}}_{\omega_v^2} + j\omega \frac{1 + K_p K_S T_v}{T} + (j\omega)^2}$$

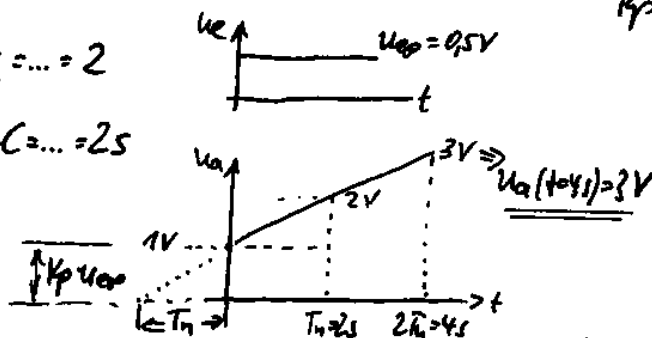
$$\delta/\omega_0 = \dots = \frac{1 + K_p K_S T_v}{2 \sqrt{K_p K_S T}}$$

zu 3) $i_1 + i_2 = 0$

$$-\frac{u_{e1}}{R_v} + \frac{u_a}{R_e + \frac{1}{j\omega C}} = 0 \Rightarrow \frac{u_a}{u_e} = \frac{R_e + \frac{1}{j\omega C}}{R_v} = \frac{R_e}{R_v} \left(1 + \frac{1}{j\omega \frac{R_e C}{T_n}} \right)$$

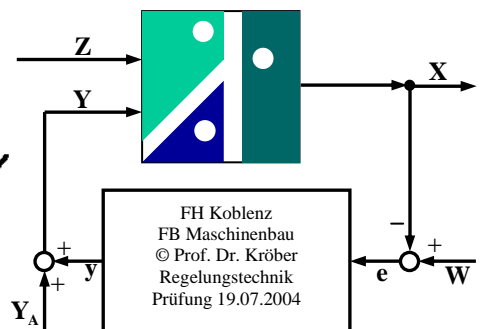
$$K_p = \frac{R_e}{R_v} = \dots = 2$$

$$T_n = R_e C = \dots = 2s$$



oder formal durch Integration: $u_a = K_p(u_{ref} + \frac{1}{T_n} \int u_{ref} dt)$

$$= K_p(u_{ref} + \frac{u_{ref} \cdot t}{T_n}) = 2(0.5V + \frac{0.5V \cdot 4s}{2s}) = \underline{\underline{3V}}$$



FH Koblenz
FB Maschinenbau
© Prof. Dr. Kröber
Regelungstechnik
Prüfung 19.07.2004

zu 4) $T_u = T_t = 2s$; $T_g = T = 8s$; $K_S = K = 2$

$$\underline{K_p} = \frac{0.7}{K_S} \cdot \frac{T_g}{T_n} = \frac{0.7}{2} \cdot \frac{8s}{2s} = \underline{\underline{1.4}} ; \underline{T_n} = 2.3 \cdot T_n = 2.3 \cdot 2s = \underline{\underline{4.6s}}$$