

Regelungstechnik SS 07  
 Prof. Dr. W. Kröber

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

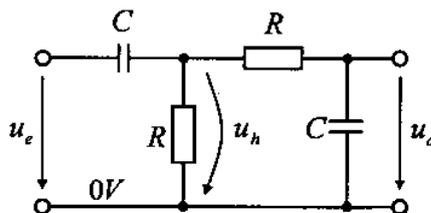
- Bearbeitungszeit : 90 min
- Erlaubte Hilfsmittel :
  - Schreib- und Zeichengerät
  - Taschenrechner
  - Formelsammlung ( 4 Blätter )

Note : \_\_\_\_\_

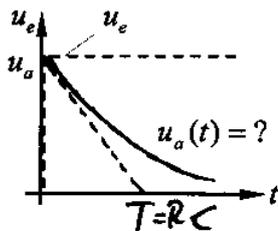
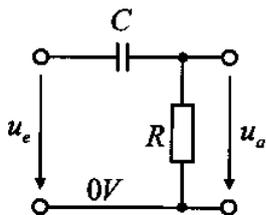
KURZFRAGEN :

1. Welches Übertragungsverhalten hat die abgebildete Schaltung? ( 2P )

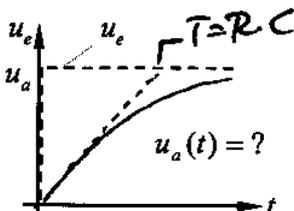
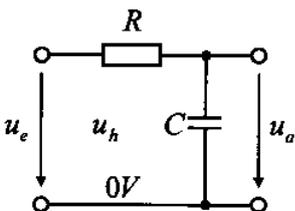
Bandpassfilter  
Reihenschaltung  $DT_1 \cdot PT_1$



2. Skizzieren Sie den Signalverlauf der Ausgangsgröße, wenn die Eingangsgröße sprunghaft verändert wird (Skizze so präzise und "inhaltsreich", wie möglich)! ( 4P )



3. Skizzieren Sie den Signalverlauf der Ausgangsgröße, wenn die Eingangsgröße sprunghaft verändert wird (Skizze so präzise und "inhaltsreich", wie möglich)! ( 4P )

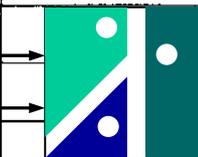


4. Welcher Frequenzgang ist die Grundlage für die Anwendung des Nyquist-Verfahrens? ( 1P )

offener Regelkreis ( $G_0 = G_r \cdot G_R$ )

Aufgabe	erreichte Punkte
Fragenteil	
1	
2	+ Lösung 2P
3	
4	
5	
6	
Summe	

+ Lösung 2P



FH Koblenz  
 FB Ingenieurwesen  
 Maschinenbau  
 © Prof. Dr. Kröber  
 Regelungstechnik  
 Prüfung 02.07.2007

5. Von welchen Frequenzgängen kann man ausgehen, wenn man das Hurwitzverfahren anwenden möchte? ( 2P )

Gw oder Gz

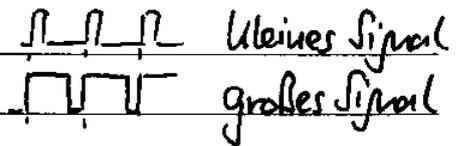
6. Es liegt eine I-Regelstrecke vor. Begründen/Erläutern Sie das Betriebsverhalten bei folgenden Reglervarianten: ( 6P )

P-Regler: PT<sub>1</sub>-Verhalten

I-Regler: PT<sub>2</sub> (Dauerschwingungen)

D-Regler: D als alleiniger Regler nicht verwendbar

7. Was versteht man unter Pulsweitenmodulation oder Einschaltdauermodulation? ( 2P )

relative Einschaltdauer = Signalinformation 

8. Schreiben Sie folgende Differentialgleichung um in eine Differenzengleichung! ( 2P )

$$v + T \cdot \frac{dv}{dt} = k \cdot u \quad \rightarrow \quad v_i + T \frac{v_{i+1} - v_i}{\Delta t} = k \cdot u_i$$

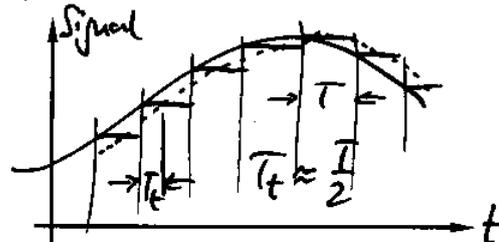
9. Eine Position wird mit einer Abtastfrequenz von 10 Hz gemessen. Drei aufeinanderfolgende Messwerte lauten:

$$x_{i-1} = 0,500 \text{ m}; x_i = 0,520 \text{ m}; x_{i+1} = 0,560 \text{ m}$$

Wie groß ist die Beschleunigung? ( 4P )

$$a = \frac{x_{i+1} + x_{i-1} - 2 \cdot x_i}{\Delta t^2} = \frac{0,560 + 0,500 - 2 \cdot 0,520}{0,1^2} \text{ m/s}^2 = 2 \text{ m/s}^2$$

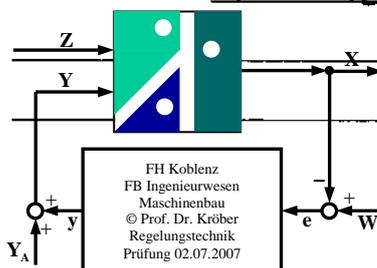
10. Erläutern Sie anhand einer Skizze die Totzeitwirkung eines Abtast-/ Haltegliedes! ( 3P )



11. Bei einer hydraulischen Positionsregelung wird durch das Öffnen des Regelventils der in den Kolbenraum fließende Ölstrom variiert. Bei der inkompressiblen Betrachtungsweise ist die Ausfahrgeschwindigkeit des Kolbens proportional zum Volumenstrom. Bei der Berücksichtigung der Kompressibilität spielt u.a. das Ölvolumen noch eine Rolle. Wie geht das Ölvolumen in die Rechnung ein? ( 2P )

als PT<sub>2</sub>  $\omega_0^2 = \frac{A_k^2 \cdot E \cdot \omega}{m \cdot V_{\text{öl}}}$

"System wird weicher"



RECHENTEIL :

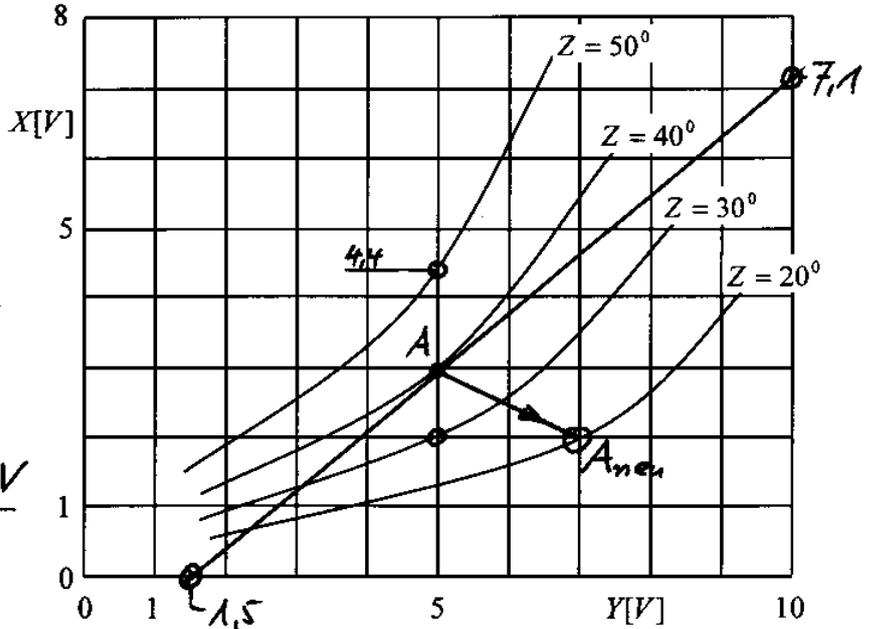
Aufgabe 1 ( 18P )

$$K_y = \frac{(7,1 - 0) V}{(10 - 1,5) V} = 0,835 \frac{V}{V}$$

$$K_z = \frac{(4,4 - 2,0) V}{50^\circ - 30^\circ} = 0,12 \frac{V}{\text{grad}}$$

b) Steigung  $-\frac{1}{K_p} = -\frac{1}{2}$

A<sub>neu</sub> bei Y=7V; X=2V



Die Abbildung zeigt die Abhängigkeit der Widerstandskraft (hier Regelgröße X) eines Leitbleches in Abhängigkeit der Anströmgeschwindigkeit (hier Stellgröße Y). Als Parameter sind unterschiedliche Anstellwinkel aufgetragen (Störgröße Z).

Zu untersuchen ist das statische Verhalten in dem Arbeitspunkt bei  $Y_A=5V, X_A=3V, Z_A=40^\circ$ .

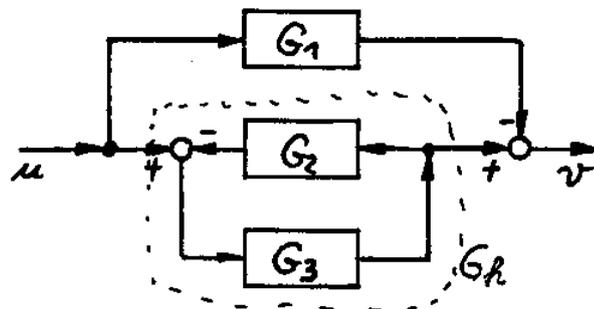
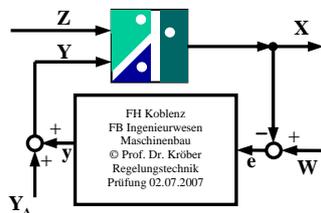
a. Bestimmen Sie in diesem Arbeitspunkt die Parameter  $K_y$  und  $K_z$ !

Hinweis:  $K_y = \frac{\partial X}{\partial Y} \Big|_A \quad K_z = \frac{\partial X}{\partial Z} \Big|_A$

b. Das System wird mit einem P-Regler geregelt. Ausgehend vom Arbeitspunkt ändert sich die Störgröße von  $Z=40^\circ$  auf  $Z=20^\circ$ . Wo liegt der neue Arbeitspunkt, falls die Verstärkung des P-Reglers auf  $K_p=2$  eingestellt ist?

Aufgabe 2 ( 16P )

Die Abbildung zeigt ein regelungstechnisches System.



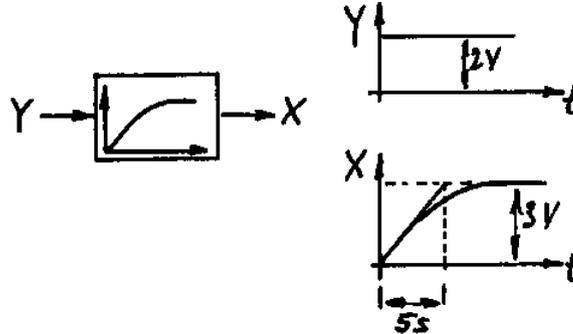
a. Bestimmen Sie einen Ausdruck für den Gesamtfrequenzgang des abgebildeten Systems!

Ges.:  $G_{ges} = f(G_1, G_2, G_3)$

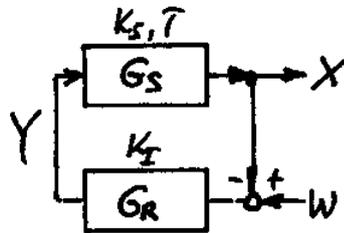
b. Welche Bedingungen (Werte, ...) müssen die einzelnen Frequenzgänge aufweisen, damit sich  $G_{ges} = 0$  ergibt?

Aufgabe 3 ( 22P )

Die statischen und dynamischen Eigenschaften einer Temperaturregelstrecke werden durch einen Versuch ermittelt. Bei der sprungförmigen Veränderung der Stellgröße ergibt sich beim Ausgangssignal ein Signalverlauf in Form einer E-Funktion.



Diese Regelstrecke wird im Folgenden mit einem I-Regler geregelt.



- Bestimmen Sie den Führungsfrequenzgang (formelmäßig)!
- Der Dämpfungsgrad soll gleich Eins werden. Welcher Wert ergibt sich dann für die Verstärkung des I-Reglers?
- Wie groß ist die Integrierzeit?

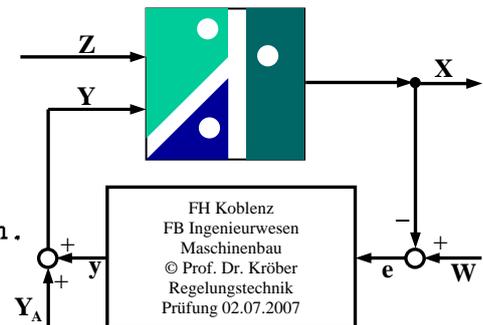
Aufgabe 4 ( 26P )

Bestimmen Sie auf rechnerischem Weg den Betrag und den Phasenwinkel des Frequenzganges für  $\omega = 0,25s^{-1}$ !

$$G = \frac{K_I(1 + j\omega T_1)}{j\omega} \cdot e^{-j\omega T_2}$$

Zahlenwerte:  $K_I = 0,5s^{-1}; T_1 = 4s; T_2 = 0,5s$

Hinweis: In einzelne Teilelemente zerlegen.



Aufgabe 5 ( 22P )

Stellen Sie den folgenden Frequenzgang im Bode-Diagramm dar und ermitteln Sie auf graphischem Weg den Betrag und den Phasenwinkel des Frequenzganges für  $\omega = 0,25s^{-1}$ !

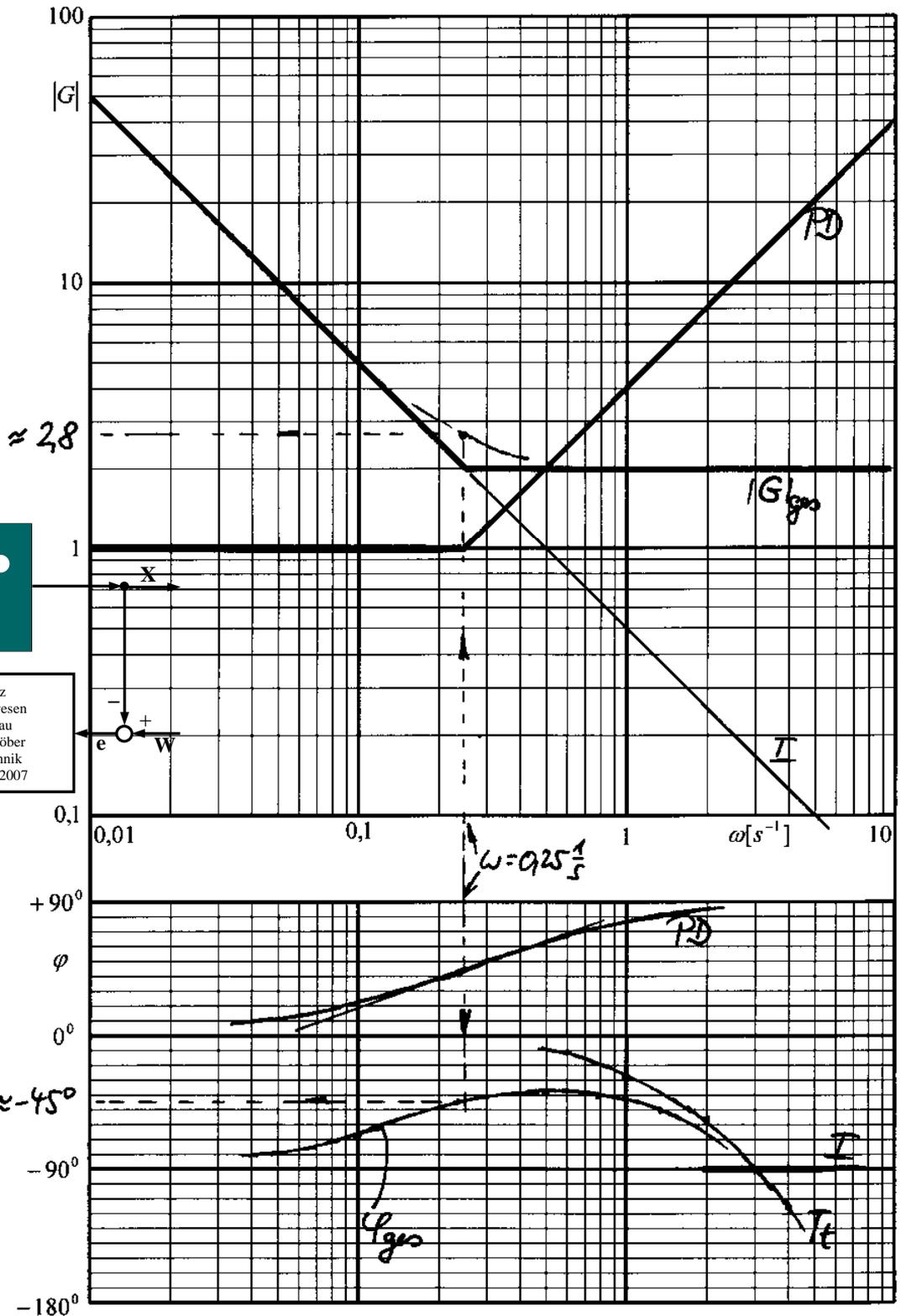
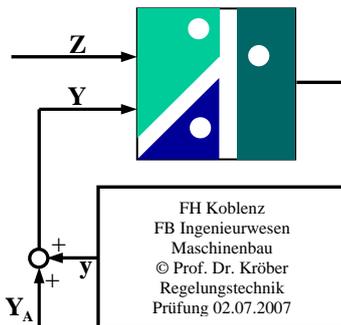
$$G = \frac{K_I(1 + j\omega T_1)}{j\omega} \cdot e^{-j\omega T_t}$$

Zahlenwerte:

$$K_I = 0,5s^{-1}$$

$$T_1 = 4s$$

$$T_t = 0,5s$$

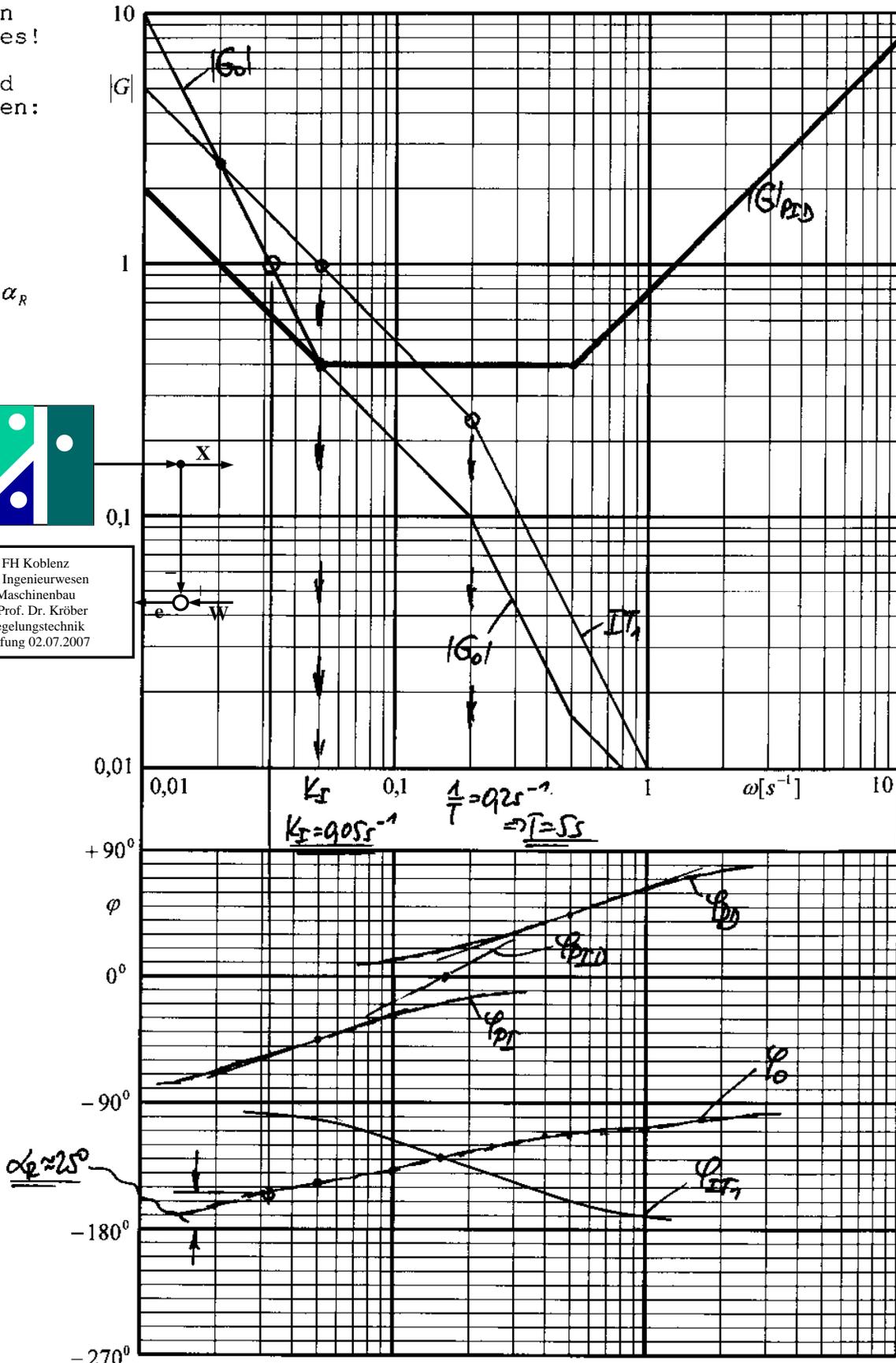
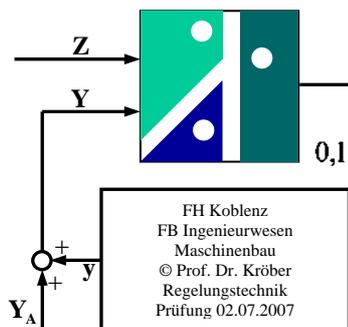


Aufgabe 6 ( 24P )

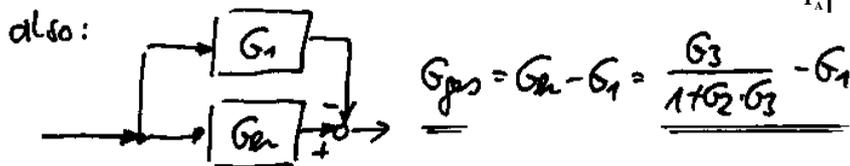
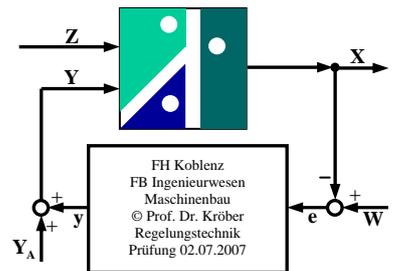
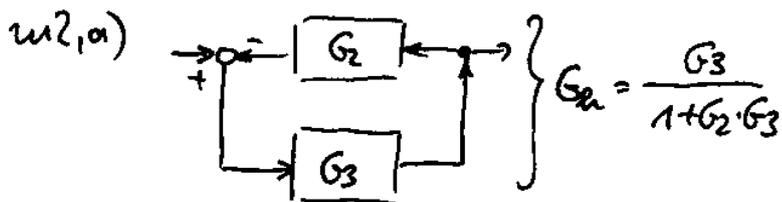
In der Abbildung ist der Frequenzgang einer Regelstrecke vom Typ  $IT_1$  (Parameter:  $K_I, T$ ) eingetragen. Als Regler wird ein PID-Regler ( $K_p = 0,4; T_n = 20s; T_v = 2s$ ) eingesetzt. Bilden Sie graphisch den Frequenzgang des offenen Regelkreises!

Ferner sind zu bestimmen:

- $K_I$
- $T$
- Phasenreserve  $\alpha_R$



# Lösungen Prüfung Regelungstechnik vom 02.07.07



b) z.B.  $\underline{G_2} = 0$  und dann  $\underline{G_1} = \underline{G_3}$

$$\text{zu 3) } \underline{G_w} = \frac{G_R \cdot G_S}{1 + G_R \cdot G_S} = \frac{\frac{K_I}{s} \cdot \frac{K_S}{1 + j\omega T}}{1 + \frac{K_I}{j\omega} \cdot \frac{K_S}{1 + j\omega T}} \cdot \frac{j\omega(1 + j\omega T)}{j\omega(1 + j\omega T)} = \dots = \frac{K_I \cdot K_S}{j\omega(1 + j\omega T) + K_I \cdot K_S} \cdot \frac{1/T}{1/T}$$

$$\underline{G_w} = \frac{\frac{K_I K_S}{T}}{(j\omega)^2 + \frac{1}{T}(j\omega) + \frac{K_I K_S}{T}} ; \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{K_I K_S T}} = \frac{1}{2\sqrt{K_I \cdot K_S \cdot T}} \stackrel{!}{=} 1$$

$$\underline{K_I} = \frac{1}{4 K_S T} = \frac{1}{4 \cdot \frac{3}{2} \cdot 5s} = \underline{0,03 \dots s^{-1}} ; \underline{T_I} = \frac{1}{K_I} = \dots = \underline{30s}$$

$$\text{zu 4) } G = \underbrace{\frac{K_I}{j\omega}}_{G_1} \cdot \underbrace{(1 + j\omega T_1)}_{G_2} \cdot \underbrace{e^{-j\omega T_t}}_{G_3}$$

$$|G_1| = \frac{K_I}{\omega} = \frac{0,5s^{-1}}{0,25s^{-1}} = 2 ; \varphi_1 = -90^\circ \text{ (I-Filter)}$$

$$|G_2| = \sqrt{1 + (\omega T_1)^2} = \sqrt{1 + (0,25 \cdot 4)^2} = \sqrt{2} \approx 1,414$$

$$\tan \varphi_2 = \frac{\omega T_1}{1} = \omega T_1 = 0,25 \cdot 4 = 1 \Rightarrow \varphi_2 = +45^\circ$$

$$|G_3| = 1$$

$$\hat{\varphi}_3 = -\omega \cdot T_t = -0,25 \cdot 0,5 = -0,125 \Rightarrow \varphi_3 = -0,125 \frac{180^\circ}{\pi} = -7,16^\circ$$

$$\underline{|G_{ges}|} = |G_1| \cdot |G_2| \cdot |G_3| = \dots = \underline{2 \cdot \sqrt{2} \approx 2,828}$$

$$\underline{\varphi_{ges}} = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 = \dots = \underline{-52,16^\circ}$$