

Dieser Leistungsnachweis 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	
7	-----
Summe	

K U R Z F R A G E N :

1. Geben Sie für die folgende Differentialgleichung den Frequenzgang an! (4 P)

$$3T_1T_2 \ddot{v} + 2T_3 \dot{v} + 5v = 2u + 2T_4 \dot{u} \rightarrow G = \frac{v}{u} = \dots \frac{2 + 2T_4(j\omega)}{5 + 2T_3(j\omega) + 3T_1T_2(j\omega)^2}$$

2. Zu einem Regelkreis gehören neben der Regelstrecke auch das Stellventil, ein Messumformer und der Regler. Welche Geräte müssen zusätzlich angeschafft werden, wenn eine Kaskadenregelung realisiert werden soll? (3 P)

Messumformer für Hilfsregelgröße,
ein weiterer Regler

3. Wie groß ist das Amplitudenverhältnis eines PT₁-Gliedes bei der Kreisfrequenz $\omega=1/T$? (2 P)

$$\frac{K}{\sqrt{2}} \text{ (insbesondere } 1/\sqrt{2})$$

4. Bei einem Regelkreis finden Sie die Einstellparameter $K_p = 1,2$; $T_n = 5s$ und $T_v = 0,2s$.

- a. Was ist an den Einstellwerten nicht plausibel?

(2 P) $\frac{T_n}{T_v} = 4 \dots 5$ ist nicht eingehalten, z.B. T_v zu klein

- b. In welcher Richtung würden nach Möglichkeit die drei Einstellparameter abändern, falls eine vorhandene Schwingneigung abgemindert werden soll?

(3 P) $K_p \downarrow ; T_n \uparrow ; T_v \uparrow$

5. Was versteht man unter dem Begriff der Amplitudenreserve?

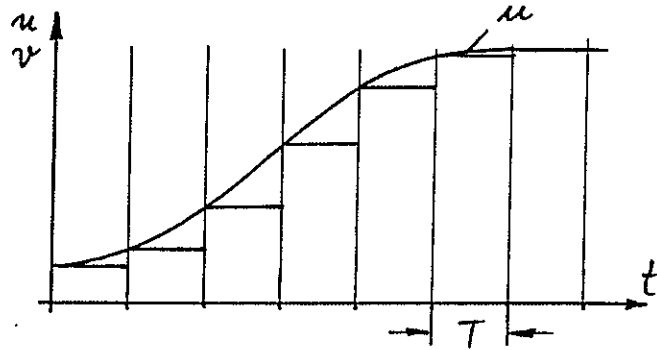
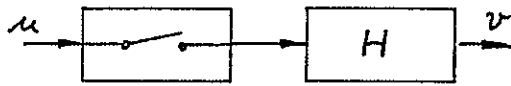
(2 P) Faktor, um den K_p erhöht werden kann bis zum Erreichen der Stab.-grenze

6. Erläutern Sie den Begriff der Kreisverstärkung?

(2 P)

Produkt der statischen Übertragungsfaktoren
im Regelkreis z.B. $\frac{1}{1+K_P K_S}$

7. Zur Verdeutlichung eines Abtast-/Haltegliedes wird das folgende Eingangssignal verwendet.



a. Ergänzen Sie das Ausgangssignal! (3 P)

b. Wie wird die zeitliche Verschiebung des Ausgangssignales für eine Stabilitätsuntersuchung erfasst bzw. berücksichtigt? (2 P)

$T_f \approx T/2$

8. Welcher "einfache" Reglertyp führt bei einer P-Regelstrecke zu einem brauchbaren Gesamtverhalten? (2 P)

I

Welcher "einfache" Reglertyp führt bei einer I-Regelstrecke zu einem brauchbaren Gesamtverhalten? (2 P)

P

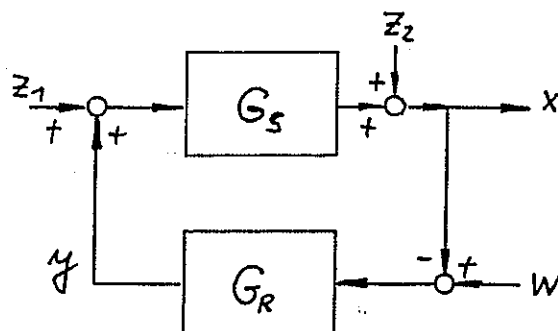
Welcher "einfache" Reglertyp führt bei einer I-Regelstrecke auf keinem Fall zu einem brauchbaren Gesamtverhalten? (1 P)

I

A U F G A B E N T E I L:

Aufgabe 1 (12 P)

Bei dem folgenden Regelkreis soll eine Gleichung für das Verhalten der Regelgröße in Abhängigkeit der Führungsgröße und der beiden Störgrößen bestimmt werden (Hilfsgrößen einführen!).



$$\underline{x} = \underline{z}_2 + G_S (\underline{z}_1 + \underline{y}) \quad (1)$$

$$\underline{y} = G_R (\underline{w} - \underline{x}) \quad (2)$$

(2) in (1):

$$\underline{x} = \underline{z}_2 + G_S (\underline{z}_1 + G_R (\underline{w} - \underline{x}))$$

:

$$\underline{x} = \frac{G_R G_S}{1 + G_R G_S} \underline{w} + \frac{G_S}{1 + G_R G_S} \underline{z}_1 + \frac{1}{1 + G_R G_S} \underline{z}_2$$

Lösung:

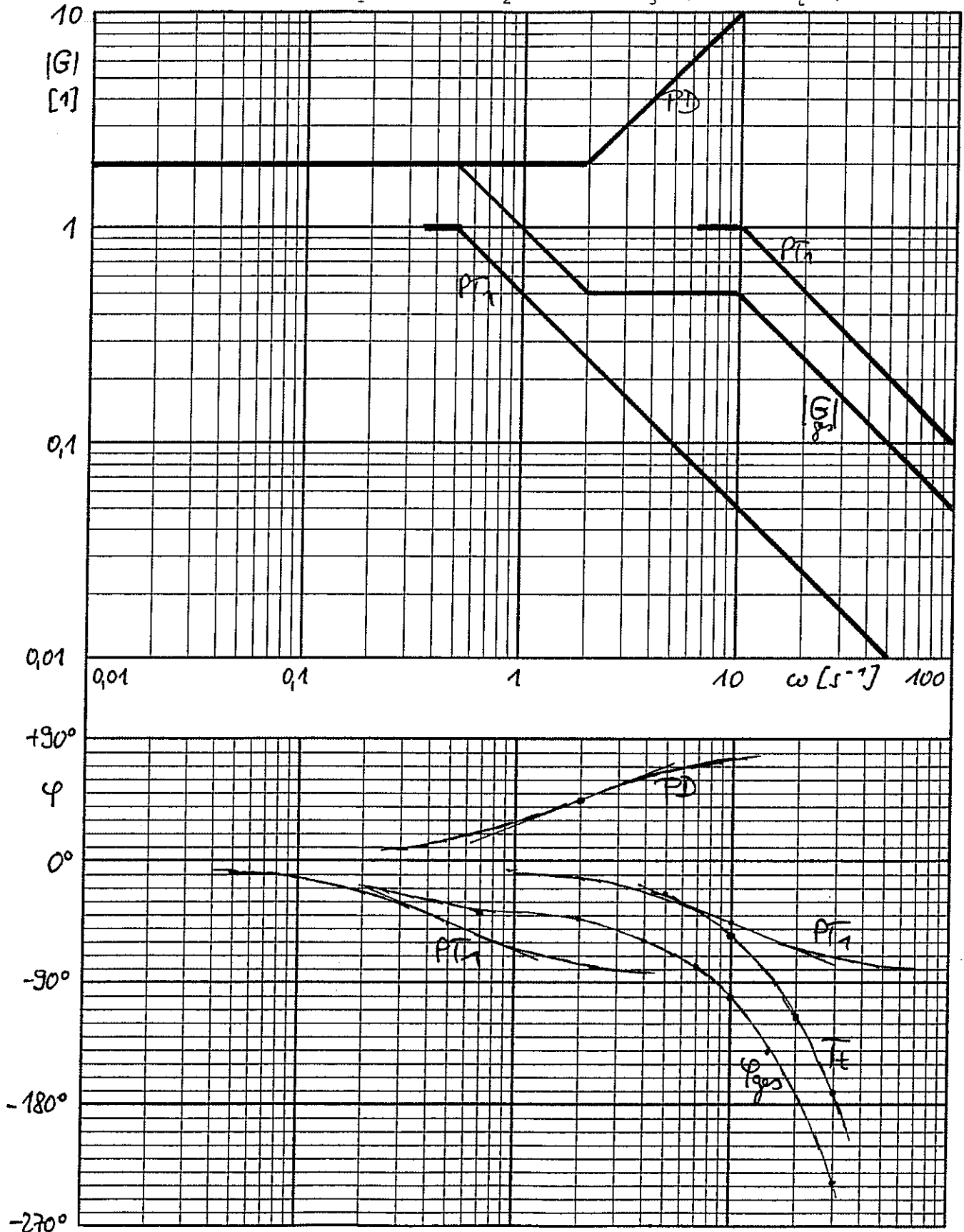
$$\underline{x} = \frac{\dots}{\dots} \underline{w} + \frac{\dots}{\dots} \underline{z}_1 + \frac{\dots}{\dots} \underline{z}_2$$

Aufgabe 2 (30P)

Der angegebene Frequenzgang ist im Bode-Diagramm darzustellen. Ferner soll für $\omega = 1 \text{ s}^{-1}$ der Betrag (nur der Betrag!) des Frequenzganges aus der Graphik und rechnerisch bestimmt werden.

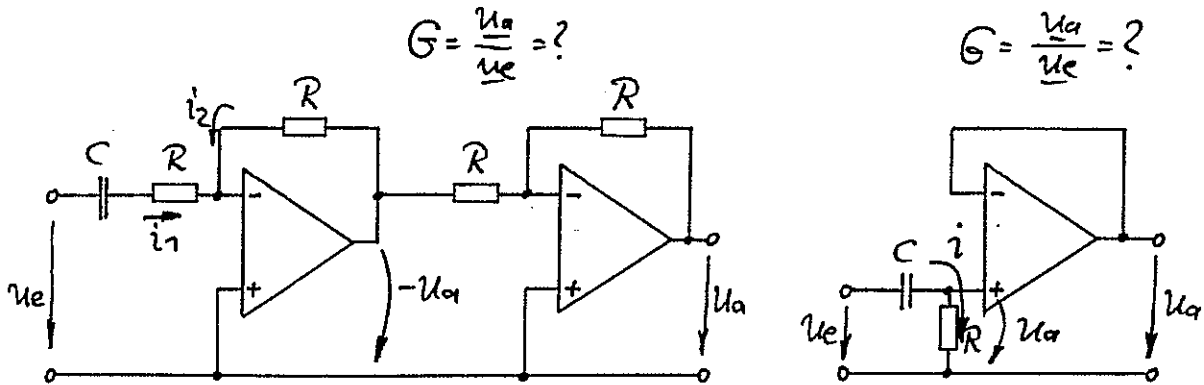
$$G = \frac{K (1+j\omega T_1)^{-PD}}{(1+j\omega T_2)(1+j\omega T_3)} e^{-j\omega T_t}$$

wobei: $K = 2$; $T_1 = 0,5 \text{ s}$; $T_2 = 2,0 \text{ s}$; $T_3 = 0,1 \text{ s}$; $T_t = 0,1 \text{ s}$



Aufgabe 3 (18 P)

Stellen Sie für beide abgebildeten Schaltungen den Frequenzgang auf! Welches Übertragungsverhalten besitzen die Schaltungen? Wozu werden sie eingesetzt?



Aufgabe 4 (20 P)

In der Vorlesung Regelungstechnik wird eine Füllstandregelstrecke vom Typ IT_1 untersucht. Dabei ergibt sich beim Einsatz eines P-Reglers ein Gesamtverhalten vom Typ PT_2 . Würde die Regelstrecke mit einem PD-Regler geregelt, so entsteht auch ein Gesamtverhalten vom Typ PT_2 . (zumindestens für den Einschwingvorgang = homogene Lösung = Nenner).

- Untersuchen Sie das Führungsverhalten einer IT_1 Regelstrecke beim Betrieb mit einem PD-Regler! Stellen Sie dazu zunächst eine Gleichung für den Führungsfrequenzgang auf!
- Entwickeln Sie eine Bedingung für den Fall, dass sich bei einer Veränderung des Sollwertes kein Überschwingen der Regelgröße ergibt!
- Weshalb ergibt sich beim alternativen Betrieb mit einem PD-Regler oder einem P-Regler stets als Gesamtverhalten PT_2 ? (Hinweis: hierzu keine lange Rechnung durchführen)

Aufgabe 5 (10 P)

Entwickeln Sie eine Rekursionsgleichung für ein PT_1 -Glied! Wie groß ist das Zeitintervall Δt zu wählen?

Ausgangspunkt:

Ziel:

$$v + T \frac{dv}{dt} = K \cdot u$$

$$v_{i+1} = \dots \cdot v_i + \dots \cdot u_i$$

Hilfestellung:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{x_{i+1} - x_i}{\Delta t}$$

$$v_i + T \frac{v_{i+1} - v_i}{\Delta t} = K u_i$$

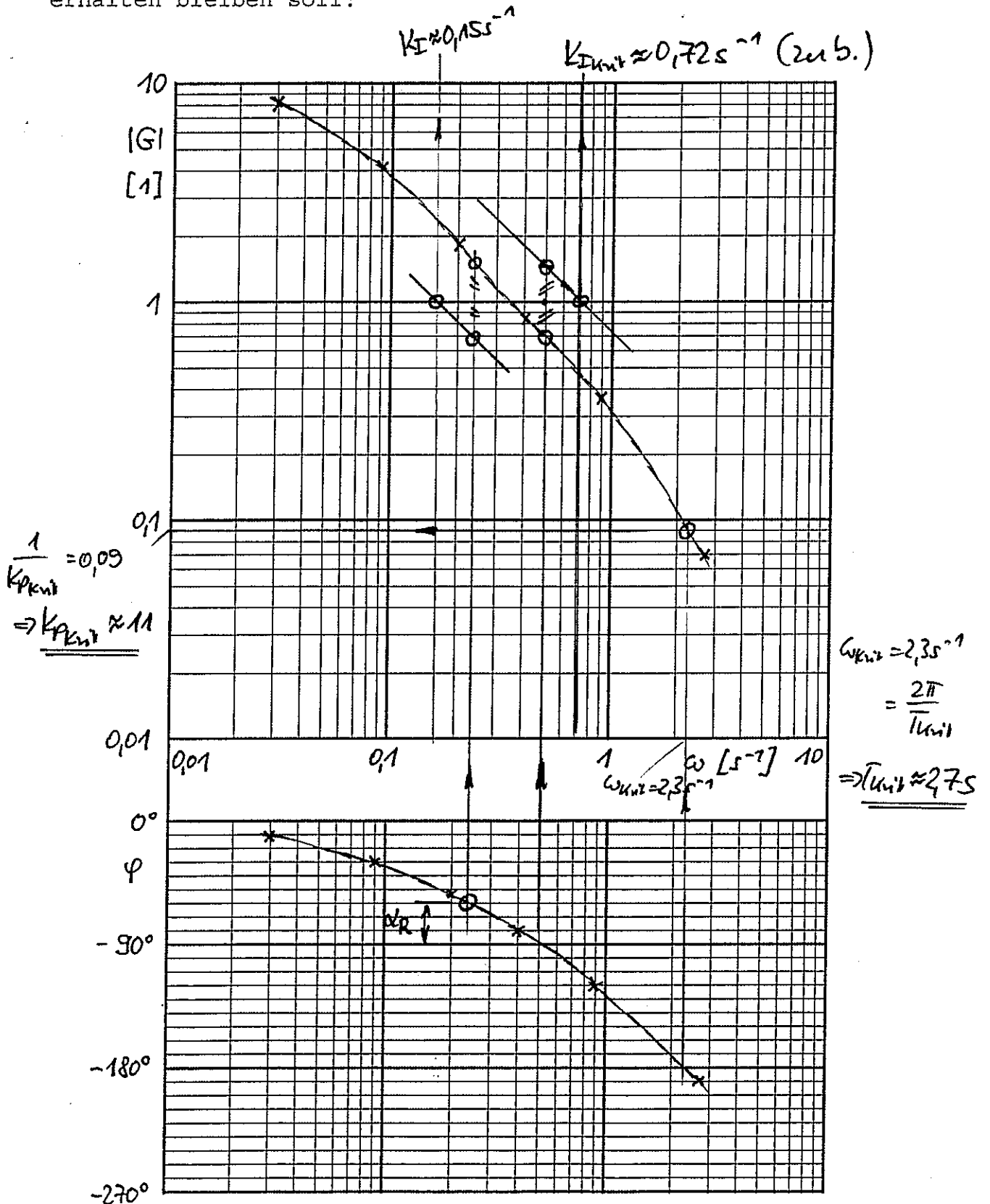
$$v_{i+1} = \left(1 - \frac{\Delta t}{T}\right) v_i + \left(K \frac{\Delta t}{T}\right) u_i$$

$$\Delta t = \left(\frac{1}{100} \div \frac{1}{20}\right) T$$

Aufgabe 6 (22P)

Von einer Regelstrecke wurde experimentell der Frequenzgang aufgenommen. Die einzelnen Messpunkte sind im Bode-Diagramm eingetragen.

- Ermitteln Sie für eine Reglerauslegung nach Ziegler/Nichols die Werte $K_{p \text{ krit}}$ und T_{krit} !
- Ermitteln Sie für einen I-Regler K_I , falls der Regler an der Stabilitätsgrenze arbeitet!
- Ermitteln Sie für einen I-Regler K_I , falls eine Phasenreserve von 30° erhalten bleiben soll!



Lösungen Klausur Regelungstechnik vom 22.12.2000

$$\text{zu 2)} \underline{|G|} = \frac{K \sqrt{1+(\omega T_1)^2}}{\sqrt{1+(\omega T_2)^2} \cdot \sqrt{1+(\omega T_3)^2}} \cdot 1 = \dots = \underline{0,995}$$

$$\text{aus Bild: } \underline{|G| \approx 1}$$

$$\text{zu 3) Links: } i_1 + i_2 = 0$$

$$\frac{\underline{u_e}}{\frac{1}{j\omega C} + R} + \frac{-\underline{u_a}}{R} = 0 \Rightarrow \frac{\underline{u_a}}{\underline{u_e}} = \frac{R}{\frac{1}{j\omega C} + R} = \frac{j\omega RC}{1 + j\omega RC} \quad (DT_1)$$

rechts:

$$\underline{i} = \frac{\underline{u_e}}{\frac{1}{j\omega C} + R} = \frac{\underline{u_a}}{R} \Rightarrow \frac{\underline{u_a}}{\underline{u_e}} = \frac{R}{\frac{1}{j\omega C} + R} = \frac{j\omega RC}{1 + j\omega RC} \quad (DT_1)$$

Einsatz: Hochpass, reales D-Glied (=DT₁)

$$\begin{aligned} \text{zu 4) a) } \underline{G_w} &= \frac{G_R \cdot G_S}{1 + G_R \cdot G_S} = \frac{K_p(1+j\omega T_v)}{1 + K_p(1+j\omega T_v)} \cdot \frac{\frac{K_I}{j\omega(1+j\omega T_I)}}{\frac{K_I}{j\omega(1+j\omega T)}} \cdot \frac{j\omega(1+j\omega T)}{j\omega(1+j\omega T)} \\ &= \frac{K_p K_I (1+j\omega T_v)}{j\omega(1+j\omega T) + K_p(1+j\omega T_v) K_I} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } \underline{G_w} &= \frac{K_p K_I (1+j\omega T_v)}{j\omega + (j\omega)^2 T + K_p K_I + K_p K_I T_v (j\omega)} \cdot \frac{1/T}{1/T} \\ &= \frac{\frac{K_p K_I}{T} (1+j\omega T_v)}{(j\omega)^2 + \underbrace{\frac{1+K_p K_I T_v}{T}}_{2\delta} (j\omega) + \underbrace{\frac{K_p K_I}{T}}_{\omega_0^2}} \\ \underline{\frac{\omega_0}{\omega_0}} &= \frac{\frac{1+K_p K_I T_v}{2T}}{\sqrt{\frac{K_p K_I}{T}}} = \frac{1+K_p K_I T_v}{2\sqrt{K_p K_I T}} \stackrel{!}{=} 1 \end{aligned}$$

$$\text{c) } T_v = 0:$$

$$\underline{G_w} = \frac{K_p K_I}{j\omega + (j\omega)^2 T + K_p K_I} \Rightarrow PT_2$$