



Regelungstechnik

Abschluss Test

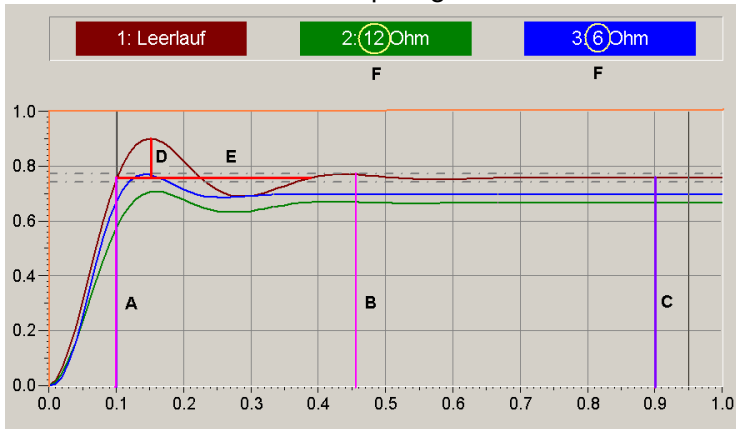
Dipl. Ing. (FH) Erich Niebler



Juni 2009

Motor Sprungantwort

Was kann man der Sprungantwort entnehmen?



Ziel Sprungantwort

Aufgaben

Sprungantwort

Ziel

PT2 Strecke

PT2 Regelung

I Regler

Regelereinstellung

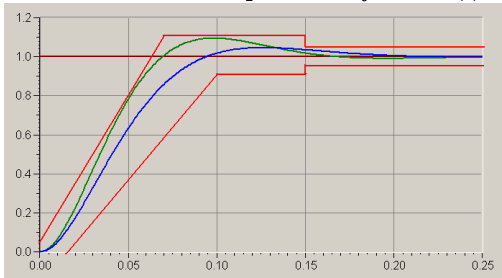
Finale

Regelkreis

Auto-Pilot

Gegeben: Toleranzband des geschlossenen Systems.

Gesucht: Wunschverhalten als PT_2 Glied mit K , ω_0 , ϑ bzw. $G_W(s)$.



Schätzen Sie mit der Daumenregel die Frequenz. In welchem Bereich liegt die Dämpfung?

(Hinweis: Das Programm RESY aus WinFact macht es anschaulich.)

Bandbreiten-Risetime-Produkt: $f_B \cdot t_r = 0,35$

Für die blaue Kurve: $t_r \approx 60 \text{ ms} \rightarrow f_B \approx \frac{360}{60} = 6 \text{ Hz} \Rightarrow \omega_B \approx 38 \frac{\text{rad}}{\text{s}} (= \omega_0 \text{ bei } \vartheta = \frac{1}{\sqrt{2}})$

$$\tilde{u} = e^{-\pi \cdot \frac{1}{\sqrt{1/\vartheta^2 - 1}}}$$

Werte der e-Funktion: $\vartheta = \frac{1}{\sqrt{2}} \rightarrow \tilde{u} = 4,3\%$; $e^{-3} \rightarrow 5\%$; $e^{-2,3} \rightarrow 10\%$; $e^{-1,6} \rightarrow 20\%$;

$$G(s) = K \cdot \frac{\omega_0^2}{s^2 + 2\vartheta\omega_0 s + \omega_0^2} = 1 \cdot \frac{38^2}{s^2 + 2 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot 38s + 38^2} \approx \frac{1600}{s^2 + 53s + 1600} \text{ als } PT_2 (K = 1; \vartheta = 0,7; \omega_0 = 38)$$

Ziel Sprungantwort

Aufgaben

Sprungantwort

Ziel

PT2 Strecke

PT2 Regelung

I Regler

Regelereinstellung

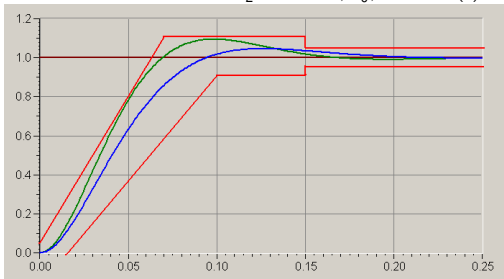
Finale

Regelkreis

Auto-Pilot

Gegeben: Toleranzband des geschlossenen Systems.

Gesucht: Wunschverhalten als PT_2 Glied mit K , ω_0 , ϑ bzw. $G_W(s)$.



Schätzen Sie mit der Daumenregel die Frequenz. In welchem Bereich liegt die Dämpfung?

(Hinweis: Das Programm RESY aus WinFact macht es anschaulich.)

Bandbreiten-Risetime-Produkt: $f_B \cdot t_r = 0,35$

Für die blaue Kurve: $t_r \approx 60 \text{ ms} \rightarrow f_B \approx \frac{360}{60} = 6 \text{ Hz} \Rightarrow \omega_B \approx 38 \frac{\text{rad}}{\text{s}} (= \omega_0 \text{ bei } \vartheta = \frac{1}{\sqrt{2}})$

$$\tilde{u} = e^{-\pi \cdot \frac{1}{\sqrt{1/\vartheta^2 - 1}}}$$

Werte der e-Funktion: $\vartheta = \frac{1}{\sqrt{2}} \rightarrow \tilde{u} = 4,3\%$; $e^{-3} \rightarrow 5\%$; $e^{-2,3} \rightarrow 10\%$; $e^{-1,6} \rightarrow 20\%$;

$$G(s) = K \cdot \frac{\omega_0^2}{s^2 + 2\vartheta\omega_0 s + \omega_0^2} = 1 \cdot \frac{38^2}{s^2 + 2 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot 38s + 38^2} \approx \frac{1600}{s^2 + 53s + 1600} \text{ als } PT_2 (K = 1; \vartheta = 0,7; \omega_0 = 38)$$

Ziel Sprungantwort

Aufgaben

Sprungantwort

Ziel

PT2 Strecke

PT2 Regelung

I Regler

Regelereinstellung

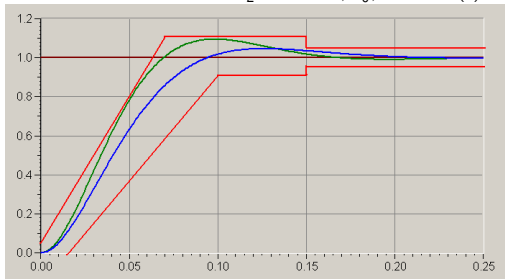
Finale

Regelkreis

Auto-Pilot

Gegeben: Toleranzband des geschlossenen Systems.

Gesucht: Wunschverhalten als PT_2 Glied mit K , ω_0 , ϑ bzw. $G_W(s)$.



Schätzen Sie mit der Daumenregel die Frequenz. In welchem Bereich liegt die Dämpfung?

(Hinweis: Das Programm RESY aus WinFact macht es anschaulich.)

Bandbreiten-Risetime-Produkt: $f_B \cdot t_r = 0,35$

Für die blaue Kurve: $t_r \approx 60 \text{ ms} \rightarrow f_B \approx \frac{360}{60} = 6 \text{ Hz} \rightarrow \omega_B \approx 38 \frac{\text{rad}}{\text{s}} (= \omega_0 \text{ bei } \vartheta = \frac{1}{\sqrt{2}})$

$$\ddot{u} = e^{-\pi \cdot \frac{1}{\sqrt{1/\vartheta^2 - 1}}}$$

Werte der e-Funktion: $\vartheta = \frac{1}{\sqrt{2}} \rightarrow \ddot{u} = 4,3\%$; $e^{-3} \rightarrow 5\%$; $e^{-2,3} \rightarrow 10\%$; $e^{-1,6} \rightarrow 20\%$;

$$G(s) = K \cdot \frac{\omega_0^2}{s^2 + 2\vartheta\omega\omega_0^2} = 1 \cdot \frac{38^2}{s^2 + 2 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot 38s + 38^2} \approx \frac{1600}{s^2 + 53s + 1600} \text{ als } PT_2 (K = 1; \vartheta = 0,7; \omega_0 = 38)$$

Ziel Sprungantwort

Aufgaben

Sprungantwort

Ziel

PT2 Strecke

PT2 Regelung

I Regler

Regelereinstellung

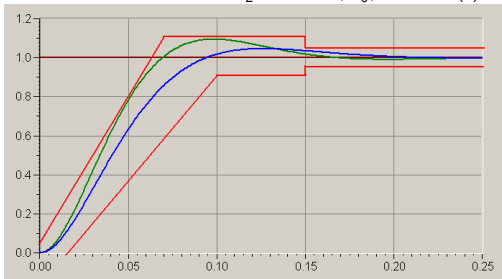
Finale

Regelkreis

Auto-Pilot

Gegeben: Toleranzband des geschlossenen Systems.

Gesucht: Wunschverhalten als PT_2 Glied mit K , ω_0 , ϑ bzw. $G_W(s)$.



Schätzen Sie mit der Daumenregel die Frequenz. In welchem Bereich liegt die Dämpfung?

(Hinweis: Das Programm RESY aus WinFact macht es anschaulich.)

Bandbreiten-Risetime-Produkt: $f_B \cdot t_r = 0,35$

Für die blaue Kurve: $t_r \approx 60 \text{ ms} \rightarrow f_B \approx \frac{360}{60} = 6 \text{ Hz} \Rightarrow \omega_B \approx 38 \frac{\text{rad}}{\text{s}} (= \omega_0 \text{ bei } \vartheta = \frac{1}{\sqrt{2}})$

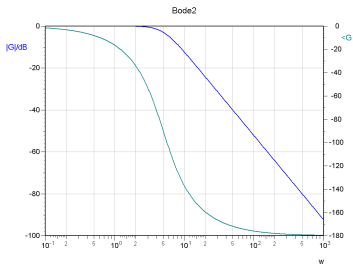
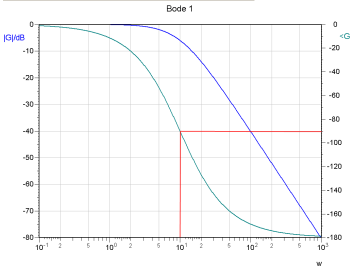
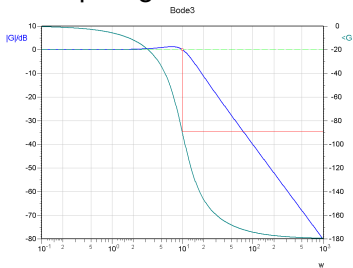
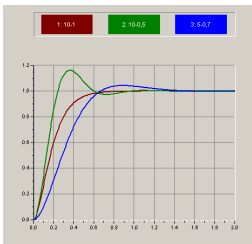
$$\ddot{u} = e^{-\pi \cdot \frac{1}{\sqrt{1/\vartheta^2 - 1}}}$$

Werte der e-Funktion: $\vartheta = \frac{1}{\sqrt{2}} \rightarrow \ddot{u} = 4,3\%$; $e^{-3} \rightarrow 5\%$; $e^{-2,3} \rightarrow 10\%$; $e^{-1,6} \rightarrow 20\%$;

$$G(s) = K \cdot \frac{\omega_0^2}{s^2 + 2\vartheta\omega_0 s + \omega_0^2} = 1 \cdot \frac{38^2}{s^2 + 2 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot 38s + 38^2} \approx \frac{1600}{s^2 + 53s + 1600} \text{ als } PT_2 (K = 1; \vartheta = 0,7; \omega_0 = 38)$$

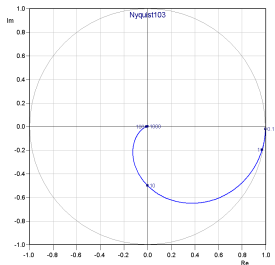
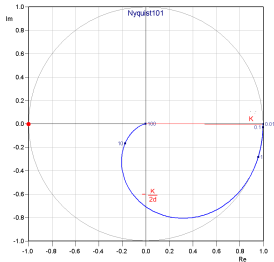
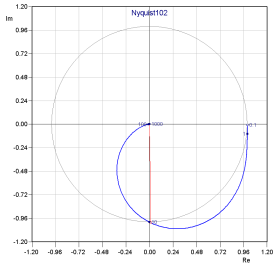
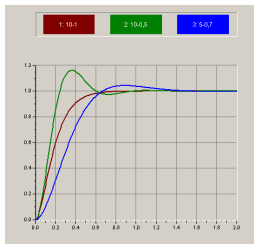
PT2 Verhalten Bode

Ordnen Sie die Kurven den Sprungantworten zu!



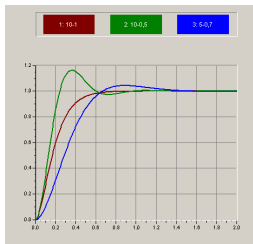
PT2 Verhalten Nyquist

Ordnen Sie die Kurven den Sprungantworten zu!

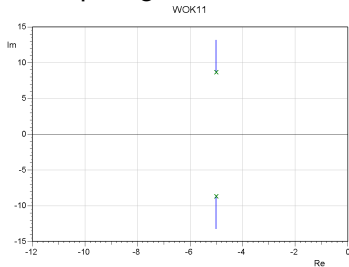
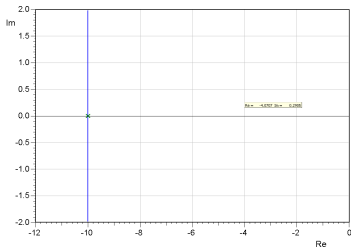


PT2 Verhalten WOK

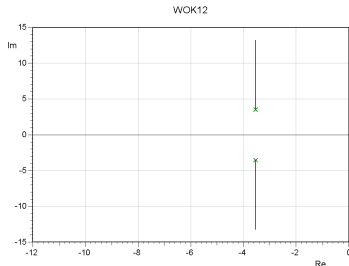
Ordnen Sie die Kurven den Sprungantworten zu!



WOK10



WOK11



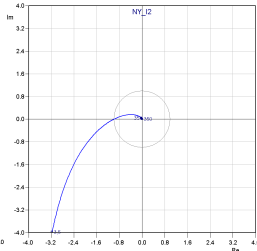
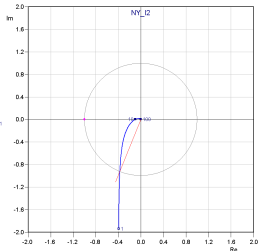
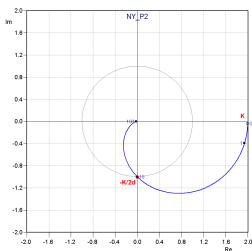
WOK12

PT2 mit Regler

PT2 Strecke mit P bzw. I Regler

Streckenparameter: $K_S = 2; \omega_0 = 10; d = 1$

Bestimmen Sie die Reglerparameter



Note: Phasenrand bei NY.I2: $\phi_{PM} = 68^\circ$

PT2 Strecke mit I Regler

Streckenparameter: $K_S = 2; \omega_0 = 10; d = 1$

Bestimmen Sie die Reglerparameter beim I Regler

$$G(s) = \frac{K_I}{s} \cdot \frac{K_S}{T^2 s^2 + 2Ts + 1} \quad \text{mit } K = K_I; \omega_0 = \frac{1}{T} \cdot K_S \text{ und } s = j\omega$$

$$G(j\omega) = -K \frac{1}{\omega[2T\omega + j(T^2\omega^2 - 1)]} \quad \text{konjugiert komplex erweitern}$$

$$G(j\omega) = -K \cdot \frac{2T\omega + j(1 - T^2\omega^2)}{\omega(1 + 2T^2\omega^2 + T^4\omega^4)}$$

Gesucht: Realteil für $\omega \rightarrow 0$

$$\Re[G(j\omega)]_{\omega \rightarrow 0} = -K \cdot \frac{2T}{1 + \cancel{2T^2\omega^2} + T^4\omega^4} = -\frac{2K_I K_S}{\omega_0} \Rightarrow$$

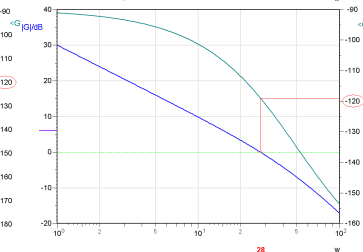
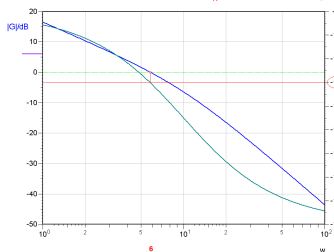
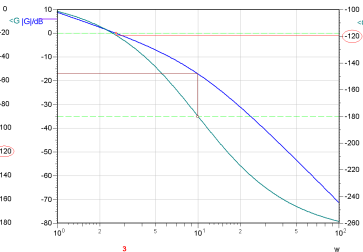
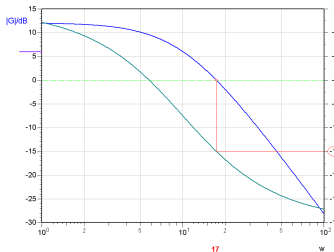
$$K_I = \frac{1}{T_I} = -\Re[G(j\omega)]_{\omega \rightarrow 0} \cdot \frac{\omega_0}{2K_S}$$

Lösungen: $K_I = 1$ und Stabilitätsgrenze bei $K_I = 10$ bzw. $T_I = 0,1 \text{ rad/s}$

PT2 Strecke mit Regler

Streckenparameter: $K_S = 2; \omega_0 = 10; d = 1$, Reglereinstellung 60° Phasenrand

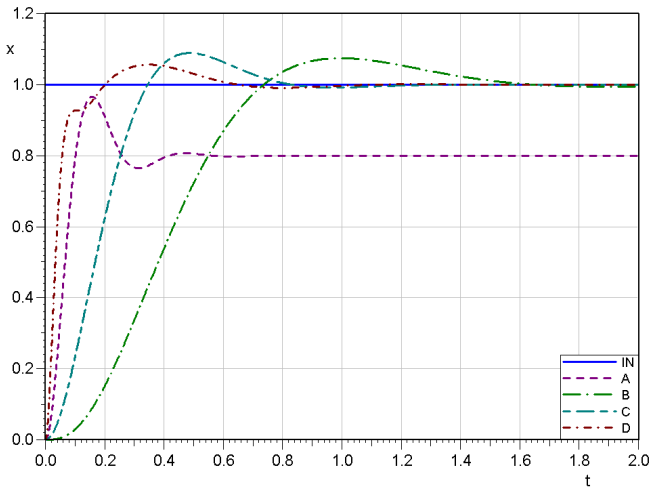
Welche Regler wurden verwendet? Bestimmen Sie die Reglerparameter



PT2 Strecke mit Regler

Streckenparameter: $K_S = 2$; $\omega_0 = 10$; $d = 1$, Reglereinstellung 60° Phasenrand

Welche Regler wurden verwendet? Welche Besonderheit hat Kurve D (Ursache)?



Aufgaben

Sprungantwort

Ziel

PT2 Strecke

PT2 Regelung

I Regler

Regelereinstellung

Finale

Regelkreis

Auto-Pilot

P: $K_p = 2$

$$G(s) = (K_p \cdot 200)/(s^2 + 20s + 100)$$

I: $K_I = \sqrt{2}$

$$G(s) = (K_I \cdot 200)/(s^3 + 20s^2 + 100s)$$

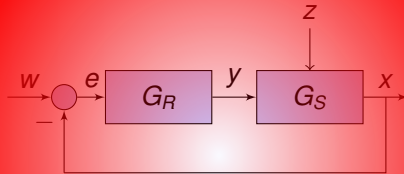
PI: $K = 0,33; T_N = 0,1$

$$G(s) = [K \cdot \frac{1}{T_N \omega} \cdot 200(T_N s + 1)]/(s^3 + 20s^2 + 100s)$$

PIDT1: $K = 1,6; T_N = 0,1; T_V = 0,1; \tau = 0,02$

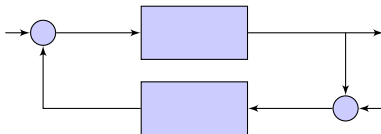
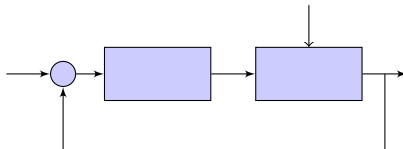
$$G(s) = [K \cdot \frac{1}{T_N \omega} \cdot 200(T_N s + 1)(T_V s + 1)]/[(s^3 + 20s^2 + 100s) \cdot (\tau s + 1)]$$

... dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Sed ut perspiciatis unde omnis iste natus error sit voluptatem accusantium doloremque laudantium, totam rem aperiam, eaque ipsa quae ab illo inventore veritatis et quasi architecto beatae vitae dicta sunt, explicabo. Nemo enim ipsam voluptatem quia voluptas sit aspernatur aut odit aut fugit, sed quia consequuntur magni dolores eos qui ratione voluptatem sequi nesciunt. Neque porro quisquam est, qui dolorem ipsum quia dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed qui ut



... fermentum metus non nisl sagittis sagittis. Sed ut perspiciatis unde omnis iste natus error sit voluptatem accusantium doloremque laudantium, totam rem aperiam, eaque ipsa quae ab illo inventore veritatis et quasi architecto beatae vitae dicta sunt, explicabo. Nemo enim ipsam voluptatem quia voluptas sit aspernatur aut odit aut fugit, sed quia consequuntur magni dolores eos qui ratione voluptatem sequi nesciunt. Neque porro quisquam est, qui dolorem ipsum quia dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed qui ut

Ergänzen Sie die Bezeichnungen



Aufgaben

Sprungantwort

Ziel

PT2 Strecke

PT2 Regelung

I Regler

Regelereinstellung

Finale

Regelkreis

Auto-Pilot

Es erwartet Sie ein Auslandseinsatz ...

Wenden Sie die im Praktikum gesammelte Erfahrung an!

... Hals- und Beinbruch!

Aufgaben

Sprungantwort

Ziel

PT2 Strecke

PT2 Regelung

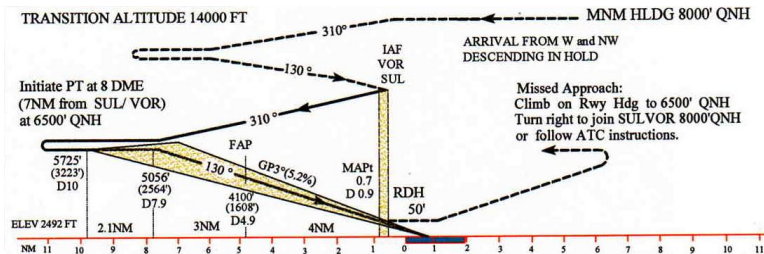
I Regler

Regelereinstellung

Finale

Regelkreis

Auto-Pilot



Aufgaben

- Sprungantwort
- Ziel
- PT2 Strecke
- PT2 Regelung
- I Regler
- Regelereinstellung

Finale

- Regelkreis
- Auto-Pilot



Erich Niebler

Aufgaben

Sprungantwort

Ziel

PT2 Strecke

PT2 Regelung

I Regler

Regelereinstellung

Finale

Regelkreis

Auto-Pilot





Aufgaben

Sprungantwort

Ziel

PT2 Strecke

PT2 Regelung

I Regeler

Regelereinstellung

Finale

Regelkreis

Auto-Pilot

Übersicht: „www.niebler.ch/pdf/ils.pdf“

Starten Sie: „www.niebler.ch/zip/ils.zip“