

RC-RC (PT2 als Spezialfall eines PTn Systems) Experimentelle Untersuchungen und PI-Regelung

Teammitglied 1:		Teammitglied 2:	
-----------------	--	-----------------	--

Darstellung der Resultate / Abgabe:

Alle Berechnungen und Darstellung, sind wann immer möglich mit MATLAB/Simulink durchzuführen. Versuchen Sie auf den Taschenrechner zu verzichten.

Alle Resultate als Handnotizen oder Screenshots in den vorgesehenen Feldern in dieser OneNote-Seite eintragen.

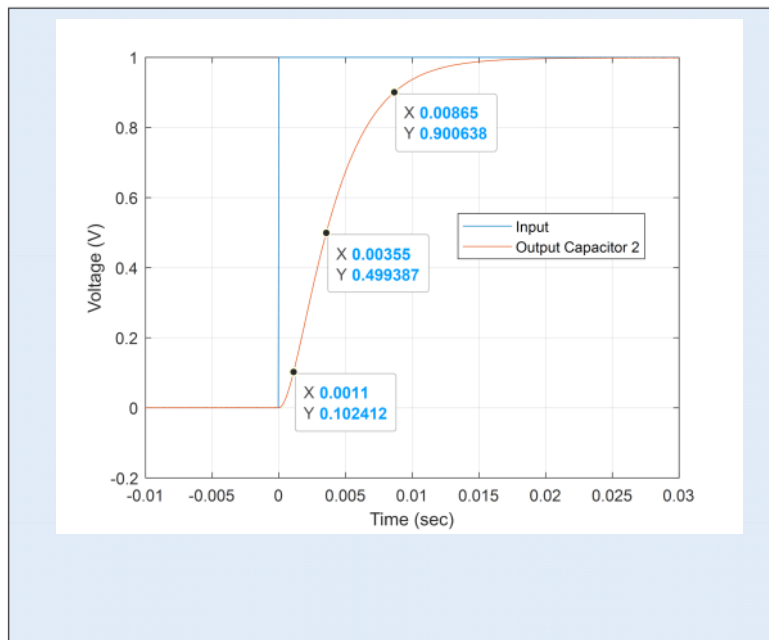
Sprungantwort-Messungen am PT2 System mit doppelter Polstelle

1. Messen Sie die Sprungantwort der PTn-Regelstrecke mit SLDRT.

Laden Sie die gemessenen Daten in MATLAB und stellen Sie das gemessene Ein- und Ausgangssignal in einer Figure dar. Beschriften Sie die Achsen, fügen Sie ein Grid ein, fügen Sie eine Legende ein und zeigen Sie lediglich denjenigen Ausschnitt, bei der das System auf die positive Flanke des Einganges reagiert.

Bestimmen Sie mit Hilfe von *Data Tips* die Spannungswerte für $t_{10\%}$, $t_{50\%}$ und $t_{90\%}$ aus der Figure.

Sprungantwort mit *Data Tips*:



2. Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion G_s der PTn-Regelstrecke in Zeitkonstanten-Form mittels Zeit-Prozent-Kennwert-Methode und vergleichen Sie Ihr Resultat mit den theoretischen Erwartungen.

$$T_1 = \frac{1}{3} \left(\frac{t_{10\%}}{\alpha_{10\%}} + \frac{t_{50\%}}{\alpha_{50\%}} + \frac{t_{90\%}}{\alpha_{90\%}} \right)$$

$$t_{10\%} = 1,1 \text{ ms}$$

$$t_{50\%} = 2,55 \text{ ms}$$

$$t_{90\%} = 8,65 \text{ ms}$$

$$\rightarrow T_1 = 2,136 \text{ ms}$$

theoretischer

Wert

$$T_1 = RC = 2,205 \text{ ms}$$

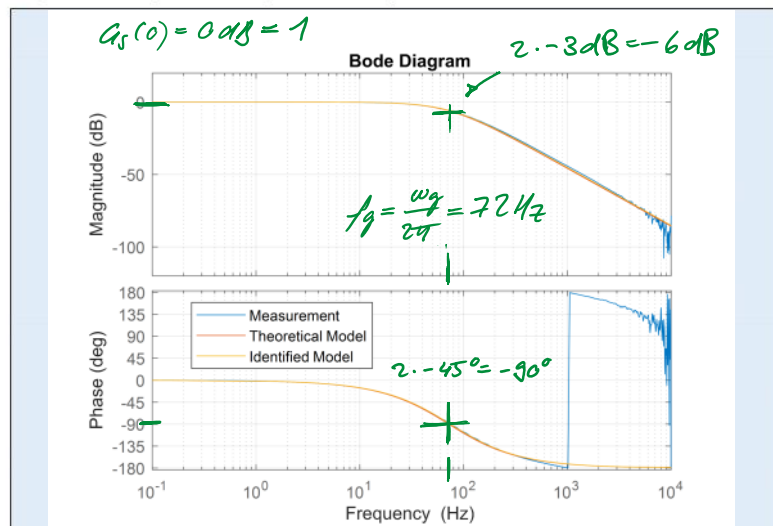
$$\rightarrow 96,67 \%$$

$$G_s = \frac{1}{(T_1 s + 1)^2}$$

3. Führen Sie eine Messung des Frequenzgangs mit Chirp-Anregung innerhalb des Frequenzbereichs 0.1 Hz ... 10 kHz mit dem GPA-Block über 10 Sekunden durch. Speichern Sie die Variable G unter einem geeigneten Namen.

Erzeugen Sie ein tf-Objekt (Modell) Ihres experimentell ermittelten PTn-Systems und vergleichen Sie das Bode-Diagramm des Modells mit der Messung des Frequenzgangs.

Vergleichen Sie das Bode-Diagramm Messung G und Modell G_s :



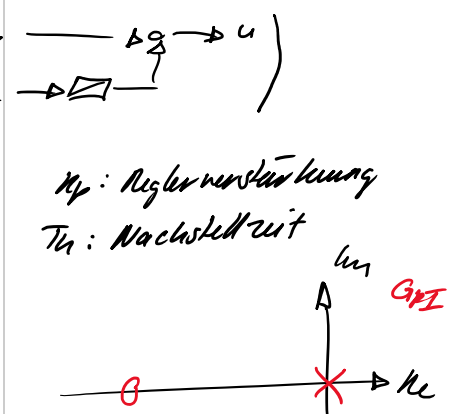
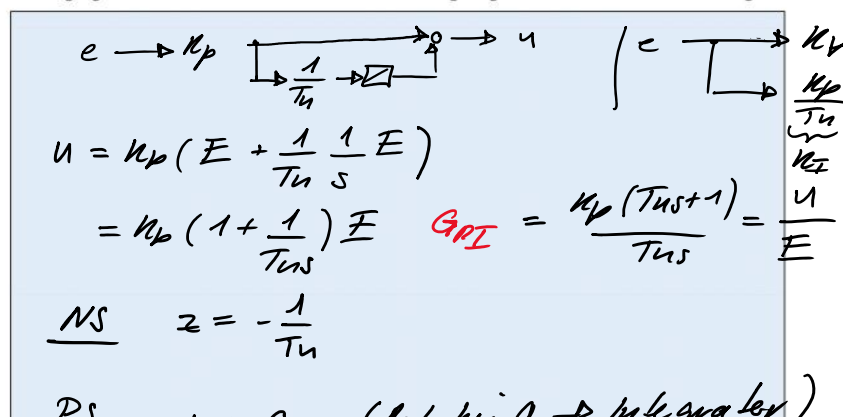
Michael Peter

GRT P3 Aufgaben.docx

PI-Regelung

4. Ein PI-Regler ist die Summe von Proportional- und Integral-Anteil: $u(t) = K_p \left(e(t) + \frac{1}{T_n} \int e(t) dt \right)$ mit den Parametern K_p und T_n . Bestimmen Sie symbolisch die Übertragungsfunktion vom Regelfehler zur Stellgröße $G_R(s) = \frac{U(s)}{E(s)}$ in Zeitkonstanten-Form. Bestimmen Sie weiter die Null- und die Polstellen der PI-Regelung.

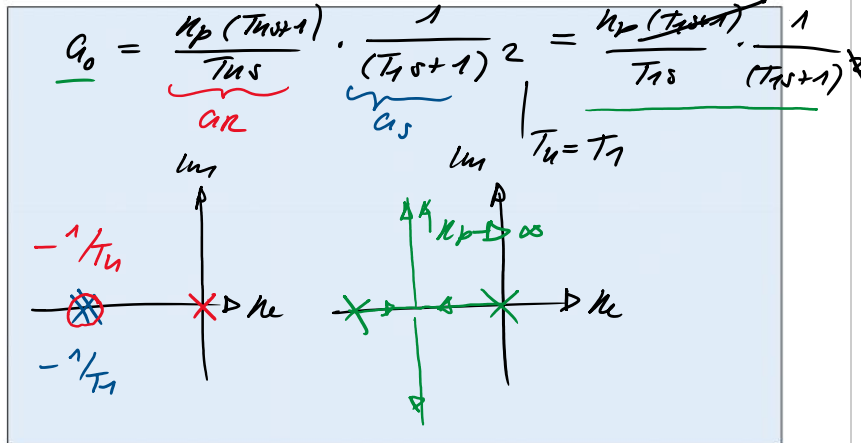
Übertragungsfunktion und Skizze Blockschaltbild einer PI-Regelung sowie Null- und Polstellen des Reglers:



$$\underline{PS} \quad p = 0 \quad (\text{Nol bei } 0 \rightarrow \text{Integrator})$$

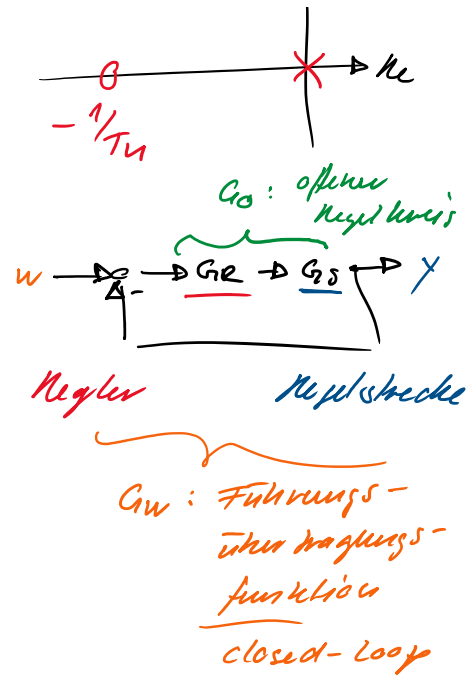
5. Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion des offenen Regelkreises $G_o(s) = G_R(s)G_S(s)$ in Zeitkonstanten-Form. Bestimmen Sie die Nachstellzeit T_n so, dass die Nullstelle des Reglers eine Polstelle der Strecke kompensiert (kürzt). Diese Entwurfsmethode der Nachstellzeit wird Kompensation-Methode genannt. Im Allgemeinen wird hier die langsamste Polstelle der Regelstrecke durch die Nullstelle des Reglers kompensiert.

Skizzieren Sie das Pol-Nullstellen Diagramm der Strecke und des Reglers mit unterschiedlichen Farben in nachfolgende Grafik. Polstellen sind als X zu zeichnen, Nullstellen als O.



Michael Peter

GRT P3 Aufgaben.docx



$$G_w = \frac{G_o}{1 + G_R \cdot G_S} = \frac{G_o}{1 + G_o}$$



6. Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion des geschlossenen Regelkreises $G_w(s) = \frac{Y(s)}{W(s)}$.

Symbolische Übertragungsfunktion des geschlossenen Regelkreises:

$$G_w = \frac{K_p}{T_1 s (T_1 s + 1)} = \frac{K_p}{T_1^2 s^2 + T_1 s + K_p}$$

7. Bestimmen Sie die statische Verstärkung sowie die Null- und Polstellen des geschlossenen Regelkreises $G_w(s)$. Überlegen Sie sich, ob der Ist-Wert (Regelsystem-Ausgang) statisch dem Sollwert (Regelsystem-Eingang) folgt.

Statische Verstärkung, Nullstellen und Polstellen des geschlossenen Regelkreises:

$$K_w = G_w(0) = 1$$

$$p_{w1/2} = -\frac{1}{2T_1} \pm \frac{\sqrt{T_1^2 - 4K_p}}{2T_1}$$

$$= -\frac{1}{2T_1} \pm \frac{\sqrt{1 - 4K_p}}{2T_1}$$

8. Bestimmen Sie K_p so, dass die Polstellen des geschlossenen Regelkreises eine Dämpfung von $D = 1/\sqrt{2}$ erreicht. Dies ist genau dann der Fall wenn der Realteil und der Imaginärteil der Pole betragsmässig gleich gross sind.

Regler Verstärkung K_p :

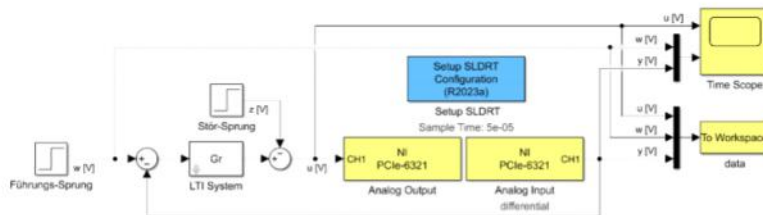
$$p_{w1/2} = -\frac{1}{2T_1} \pm j \frac{\sqrt{4K_p - 1}}{2T_1}$$

$$\frac{1}{2T_1} = \frac{\sqrt{4K_p - 1}}{2T_1} \rightarrow 4K_p - 1 = 1$$

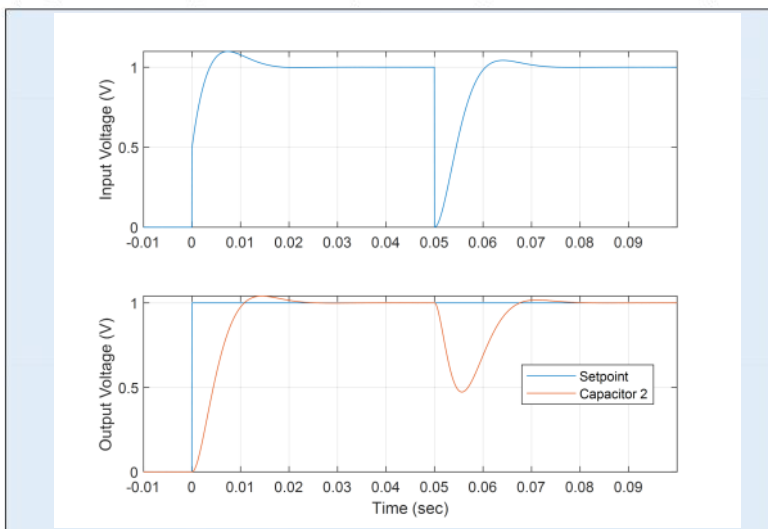
$$\rightarrow K_p = \frac{2}{4} = \frac{1}{2} \text{ V/V}$$

$$\rightarrow K_p = \frac{2}{4} = \frac{1}{2} \text{ V/V}$$

9. Implementieren Sie das tf-Objekt des PI-Regler als LTI-System-Block in SLDRT. Messen Sie das Führungsverhalten (Sprung bei 50 ms) und das Störverhalten (Einheitssprung am Streckeneingang bei 100 ms). Um das Störverhalten am Streckeneingang zu simulieren, subtrahieren Sie einen Einheitssprung vom Stellsignal.



Sprungantwort für Führungs- und Störverhalten (2 Achsen: Stellsignal u / Sollwert w und Istwert y):



10. Messen Sie den Frequenzgang für das Führungsverhalten G_w und Störverhalten G_{z1} . Beachten Sie, dass Sie hier die Chirp-Anregung im Gegensatz zu 9. nicht subtrahieren, sondern addieren.

Frequenzgang des gemessenen Führungsverhalten und Störverhalten in einem Bode-Diagramm darstellen:

