MRT+A

Thierry Prud'homme
thierry.prudhomme@hslu.ch

Aufgabenliste: #**6** Themen: **Führungsübertragungsfunktion, Störübertragungsfunktion**

[Aufgabe 1] (*PID Diskretisierung*) Die Laplace Übertragungsfunktion eines analogen PID ist:

$$K(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s\right) \tag{1}$$

Die Trapezregel ist gebraucht für die Diskretisierung des I-Anteils. Die Rückwärts-Rechteckregel ist gebraucht für die Diskretisierung des D-Anteils.

1. Leiten Sie aus der Differentialgleichung die Differenzengleichung des diskretisierten Reglers her.
2. Leiten Sie aus der Differentialgleichung die z-Übertragunsfunktion des diskretisierten Reglers her.
3. Leiten Sie aus der Differenzgleichung die z-Übertragunsfunktion des diskretisierten Reglers her.

[Aufgabe 2] (*Diskretisierung der Regelstrecke*) Ein System hat die folgenden Laplace Übertragungsfunktion:

$$G_s(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{2}{(s-1)(s-2)} \tag{2}$$

1. Dieses System wird mit einem digitalen Regler geregelt. Zeichnen Sie das Blockshaltbild des Regelkreises.
2. Berechnen Sie $H(z)$ die z-Übertragungsfunktion der diskretisierten Regelstrecke (G_s)
3. Programmieren Sie diese z-Übertragungsfunktion mit Matlab und mit Simulink.
4. Ein Regler hat $K(Z)$ als z-Übertragungsfunktion. Berechnen Sie die z-Übertragungsfunktion des geöffneten Regelkreises.
5. Berechnen Sie z-Übertragungsfunktion des geschlossenen Regelkreises.
6. Berechnen Sie diese z-Übertragungsfunktionen wenn der Regler der PID von der vorherigen Übung ist.

7. Programmieren Sie der ganze Regelkreis mit Matlab und mit Simulink.

[Aufgabe 3] (*Wirkungsplan*) Das Modell eines Prozesses kann mit dem Wirkungsplan vom Bild 1 visualiert werden.

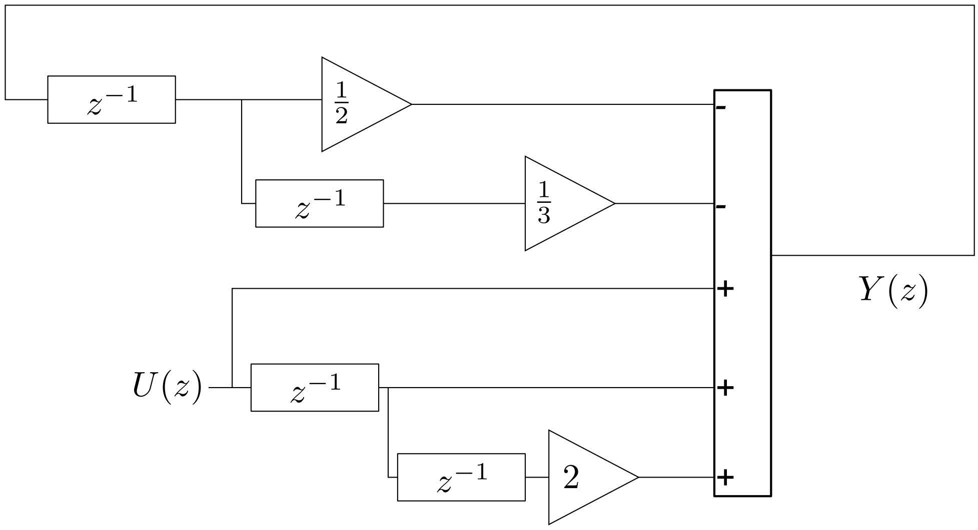

Abbildung 1: Wirkungsplan des Modells des Prozesses

1. Leiten Sie aus diesem Wirkungsplan die Differenzengleichung des Modells her.
2. Leiten Sie die z-Übertragunsfunktion her.
3. Berechen Sie die Pole und Nullstellen dieser Übertragungsfuktion.
4. Ist das System stabil?

[Aufgabe 4] (*Raumtemperatur*) Das Bild 2 zeigt eine typische Steuerung einer Raumtemperatur mit einem elektrischen Widerstand. Die Temperatur im Raum wird gemessen (roter Punkt im Bild 2). Das entsprechende Signal ist $T_r(t)$. $P_h(t)$ ist die Leistung des Widerstandes und kann beinflusst werden. $I(t)$ ist die Sonnenstrahlung.

Die im Bild 2 gezeichneten Elemente sind:

T_r	Raumtemperatur	[°C]
T_u	Aussentemperatur	[°C]
P_h	Leistung vom Widerstand	[W]
$C_p = 1260$	Wärmespeicherzahl von Luft	$[\frac{\text{J}}{\text{m}^3 {}^\circ\text{C}}]$
$V = 75$	Volume des Raums	[m^3]
$S = 60$	Oberfläche des Raums im Kontakt mit Aussen	[m^2]

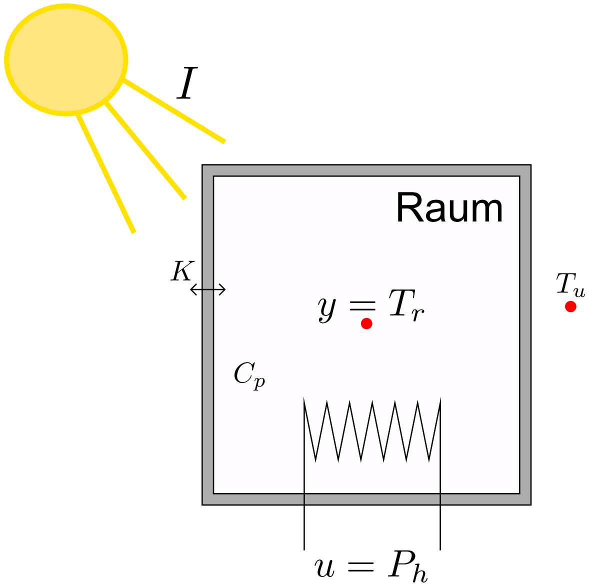

Abbildung 2: Steuerung einer Raumtemperatur

$K = 10$	U - Wert	$[\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m^2 °C}}]$
I	Sonnenstrahlung	$[\mathrm{W/m^2}]$

Wir machen die Hypothese das die Sonnenstrahlung $\frac{IS}{4}$ [W] im Raum liefert.

1. Zeichnen Sie das Blockschaltbild des Systems ohne und mit einem analogen Regler. Was sind die 2 Störgrössen?
2. Leiten Sie die Differentialgleichungen her die $T_r(t)$, $T_u(t)$, $I(t)$ und $P_h(t)$ verbinden.
3. Leiten Sie die 3 Laplace Übertragungsfunktionen des Systems, $G_f(s) = \frac{T_r(s)}{P_h(s)}$, $G_{s,1}(s) = \frac{T_r(s)}{T_u(s)}$ und $G_{s,2}(s) = \frac{T_r(s)}{I(s)}$ her.
4. Ein digitaler Regler wird eingesetzt. Zeichnen Sie das Blockschaltild des Regelkreises mit dem digitalen Regler.
5. Wählen Sie eine richtige Abtastzeit und berechnen Sie die diskrete Übertragungsfunktion $H_f(z) = \frac{T_r(z)}{P_h(z)}$.
6. Wenn $K(z)$ die z-Übertragungsfunktion des Reglers ist, berechnen Sie die Führungsübertragungsfunktion.
7. Machen Sie die Hypothese dass T_u und I konstant sind und leiten Sie daraus die Störübertragungsfunktionen her.
8. Ein analoger PI Regler muss mit dem SISOTool von Matlab entwickelt werden (Die maximale Leistung des Widerstandes ist 10 (kW)). Der I-Anteil wird mit der Trapezregel diskretisiert. Geben Sie die z-Übertragungsfunktion $K(z)$ des Reglers.
9. Das analoge System mit dem diskretisierten Regler müssen mit Matlab/Simulink porgrammiert werden.

10. Am Anfang hat man $\overline{T_{r,s}} = 14$ ($°C$), $\overline{T_u} = 10.0$ ($°C$) und $\overline{I} = 0$ (W). Simulieren Sie einen Sprung der Führungsgrösse von 14 $°C$ nach 20 $°C$ zu der Zeit $t = 10000$ (s). Simulieren Simulieren einen Sprung von T_u von 10.0 ($°C$) nach 5 ($°C$) zu der Zeit $t = 20000$ (s). Simulieren Sie einen Sprung von $I(t)$ von 0 (W) nach 500 (W) zu der Zeit $t = 30000$ (s).
11. Welche Verbesserungen könnten Sie sich vorstellen wenn I und T_u messbar sind?
12. Fügen Sie diese Verbesserungen in dem Simulink Programm und simulieren Sie noch einmal die gleichen Sprunge?