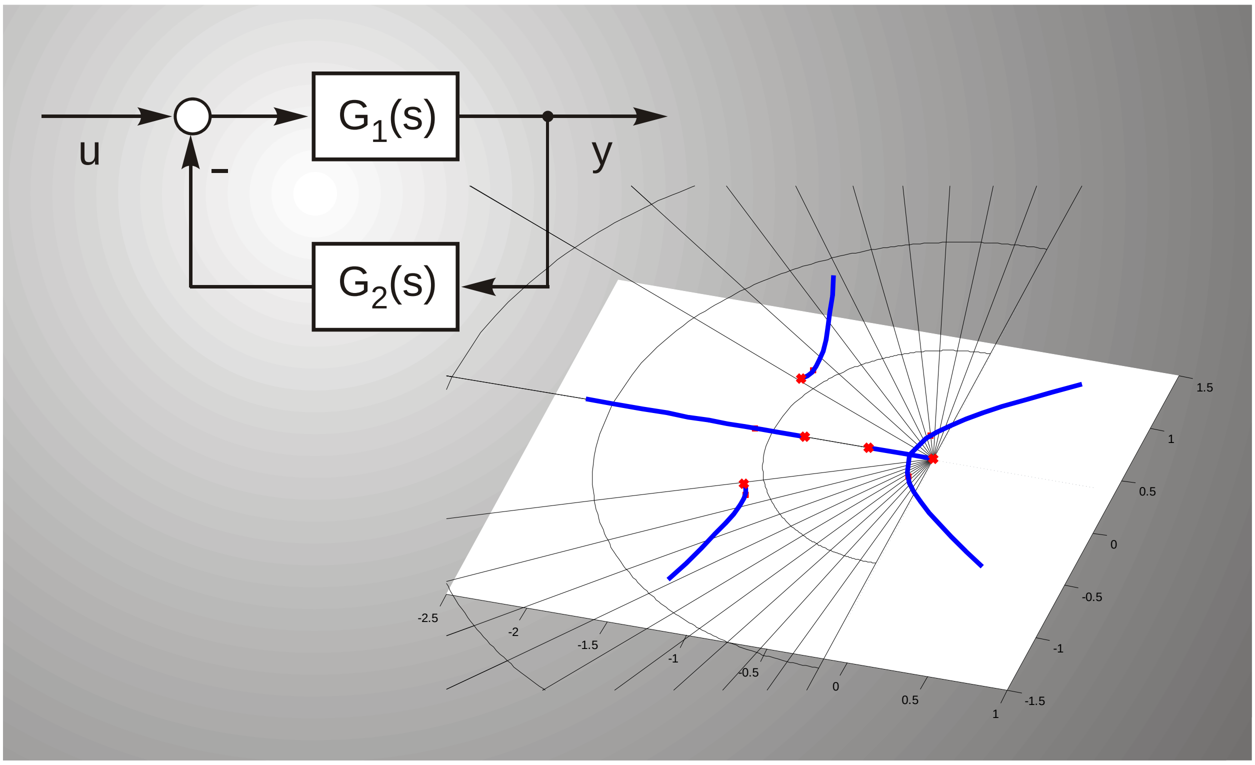
Aufgaben zur Übung 6

Systemdynamik und Regelungstechnik

M. Sc. Patrick Sauter



Sommersemester 2014

http://www.irs.kit.edu/1528.php

Karlsruher Institut für Technologie
Institut für Regelungs- und Steuerungssysteme
Institutsleiter: Prof. Dr.-Ing. Sören Hohmann

Erläuterungen zu den Übungsblättern:

Die Übungsblätter enthalten verschiedene Typen von Aufgaben:

- Anwendungsaufgaben:
  - *Übungsaufgaben* sind mit UE gekennzeichnet und werden in der Übung vorgerechnet. Die Lösungswege sind auf den in der Übung gezeigten Folien enthalten, welche nach der Übung im Internet herausgegeben werden.
  - *Tutoriumsaufgaben* sind mit TU gekennzeichnet und sind ausschließlich zum selbstständigen Bearbeiten vor bzw. im Tutorium gedacht. Diese sind regelmäßig auch in MATLAB/SIMULINK zu bearbeiten. Lösungen zu Tutoriumsaufgaben werden im jeweiligen Tutorium besprochen und ggf. nach der Tutorienwoche bereitgestellt.

- *Trainingsaufgaben* (TR):

  Diese enthalten mehrere ähnliche Teilaufgaben zum Erlernen und Trainieren (auch im Hinblick auf die Klausur) von elementaren, klar abgegrenzten Methoden. Der Schwierigkeitsgrad innerhalb einer Trainingsaufgabe steigt zunehmend an, beginnend bei der ersten Teilaufgabe.
  In der Übung werden von Trainingsaufgaben lediglich die ersten Teilaufgaben im Rahmen der Wiederholung des Stoffs behandelt. Ggf. werden die anderen Teilaufgaben teilweise oder auf Nachfrage im Tutorium besprochen.
  Es liegt in der Hand jedes einzelnen Studierenden, ob und wie viel er sich mit den restlichen Teilaufgaben beschäftigt. Es wird jedoch dringend empfohlen, auch und gerade diese Methoden selbstständig zu üben, da sie das Handwerkszeug für die SRT darstellen und oft erst in der Anwendung hinreichend verstanden werden.
  Eine Kurzlösung zu den Trainingsaufgaben wird im Anschluss an die Tutorienwoche im Internet herausgegeben.

Der Schwierigkeitsgrad von Aufgaben wird durch Pluszeichen symbolisiert.

+	bedeutet	*leichte Aufgabe*
+++(+)	bedeutet	*Klausurniveau (oder höher)*

Aufgabe 33 (TR)

Diskretisieren Sie die folgenden zeitkontinuierlichen Regler jeweils mithilfe der Euler- und der Tustin-Approximation sowie mithilfe der Z-Transformation!
Diskretisieren Sie die Regler für verschiedene Abtastzeiten T ebenfalls in MATLAB mit dem Befehl c2d und Vergleichen Sie die Ergebnisse!

a) ✣

$$G_{R1}(s) = 5{,}76$$

b) ✣

$$G_{R2}(s) = \frac{7}{s}$$

c) ✣✣

$$G_{R3}(s) = \frac{4(1+s)}{s}$$

d) ✣✣✣

$$G_{R4}(s) = k_R(1+T_V s)$$

e) ✣✣✣

$$G_{R5}(s) = \frac{\left(1+3s\right)\left(1+\frac{5}{2}s\right)}{s}$$

Aufgabe 34 (UE) ✣✣/✣

Ein zeitkontinuierliches System mit der Übertragungsfunktion

$$G(s) = \frac{e^{-T_t s}}{s\left(s+1\right)}$$

soll durch einen zeitdiskreten Regler so geregelt werden, dass der geschlossene Regelkreis bei sprungförmiger Anregung endliche Einstellzeit besitzt und die Stellgröße nach endlicher Zeit auf einen konstanten Wert einschwingt.

a) Kann die Abtastzeit T_A völlig frei gewählt werden oder sind dabei besondere Bedingungen zu beachten? Wenn ja, welche?

Im Folgenden gelte für die Totzeit $T_t = \ln(2)$.

b) Entwerfen Sie zunächst einen zeitkontinuierlichen Regler für dieses System! Welcher Reglertyp empfiehlt sich hier? Legen Sie den Regler so aus, dass die Durchtrittsfrequenz bei 0,75 rad/s liegt! Diskretisieren Sie anschließend den entworfenen Regler mit Hilfe der z-Transformation und einer sinnvollen aber nicht zu kleinen Abtastzeit!

Alternativ soll auch ein zeitdiskreter Reglerentwurf erfolgen.

c) Diskretisieren Sie das System G(s) ebenfalls mit der z-Transformation und einer sinnvollen nicht zu kleinen Abtastzeit! Berechnen Sie nun die z-Übertragungsfunktion des gesuchten zeitdiskreten Reglers!

d) Implementieren und vergleichen Sie die beiden Regelkreise mit den Reglern aus b) und c) sowie der kontinuierlichen Strecke in SIMULINK! Welcher Regler erzeugt hier das bessere Führungsverhalten? Wie ändert sich das jeweilige Verhalten der geregelten Kreise bei einer Verkleinerung der Streckentotzeit, wenn die Regler nicht verändert werden?

Aufgabe 35 (TR)

Entwerfen Sie für die folgenden zeitdiskreten Strecken die jeweils angegebenen Reglertypen und geben Sie den dazugehörigen Regleralgorithmus an! Simulieren Sie die resultierenden Regelkreise auch mit SIMULINK! Was ändert sich, wenn statt der zeitdiskreten die entsprechende (rücktransformierte) zeitkontinuierliche Strecke mit dem jeweiligen Regler geregelt wird?

a) ✣

$$G_z(z) = \frac{z^{-1} + \frac{1}{2}z^{-2}}{1 - \frac{1}{2}z^{-1} + \frac{1}{2}z^{-2}} \cdot z^{-2}$$, Deadbeat-Regler

b) ✣✣

$$G_z(z) = \frac{2z+1}{8z^2 - 6z + 1}$$, Deadbeat- und schneller Deadbeat-Regler

c) ✣

$$G_z(z) = \frac{2z-1}{z^2 - \frac{1}{2}z - \frac{1}{4}}$$, Kompensationsregler mit $F_{wZ}(z) = \frac{2}{3z-1}$

Aufgabe 36 (TU) ++

Gegeben ist ein stark schwingendes technisches System mit der Übertragungsfunktion

$$G(s) = \frac{80}{s^2 + 0{,}1s + 100}.$$

Im Folgenden soll das System durch einen teilweise kompensierenden Regler so geregelt werden, dass die Ausgangsgröße schwingungsfrei den vorgegebenen Sollwert erreicht. Da der Regler auf einem Mikrokontroller mit einer begrenzten Taktfrequenz von 100 Hz implementiert werden muss, soll ein echt zeitdiskreter Reglerentwurf erfolgen.

a) Führen Sie für die Strecke eine entsprechende Zeitdiskretisierung mit MATLAB durch! Hängt die resultierende zeitdiskrete Strecke vom gewählten Approximationsverfahren ab?

b) Entwerfen Sie mit dem Wurzelortskurvenverfahren einen Regler für die zeitdiskretisierte Strecke und geben Sie dessen Übertragungsfunktion an!

Im Folgenden wird der zeitdiskrete Regler

$$G_{Rz}(z) = \frac{3z^3 - 4z + 1}{z^4 - 1{,}25z^3 + 0{,}375z^2 + 0{,}25z - 0{,}1875}$$

betrachtet.

c) Berechnen Sie den zugehörigen Regleralgorithmus und implementieren Sie diesen in SIMULINK mit Hilfe von Schieberegistern! Vergleichen Sie die Sprungantwort des so aufgebauten Reglers mit derjenigen des Reglers als zeitdiskrete Übertragungsfunktion!