# RST2 - Epilog zur Übung 3

WS19/20

## Ergänzungsaufgaben

1. Bestimmen Sie die Lösung der folgenden linearen zeitinvarianten Differentialgleichungen:

a) $\dot{x} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix}, x(0) = x_0$  b) $\dot{x} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 2 \end{pmatrix}, x(0) = x_0$

c) $\dot{x} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}, x(0) = x_0$

## Numerische Betrachtungen

1. Zum Prüfen der berechneten Lösungen, kann Matlab/Octave und die Symbolic-Toolbox hilfreich sein. Das Skript `rst2_epilog3_1_loesung_DGL.m`, welches Sie hier[1] finden können, gibt Ihnen für die Aufgaben 1 a) und b) der Übung 3 die Lösung aus. Erweitern Sie das Skript so , dass Sie die Ergebnisse der Ergänzungsaufgabe überprüfen können.

2. Die Simulationsgrafiken der Aufgabe 2 e) aus Übung 3 wurde mithilfe von Matlab/Octave erstellt. Das Skript `rst2_epilog3_2_dcmotor.m` können Sie im hier[1] finden. Verwenden Sie das Skript und variieren Sie die Reglerparameter $k_1$ und $k_2$ des Systems. Wann wird das System instabil? Wie verändert sich die Stellgröße?

3. Der Gleichstrommotor aus Aufgabe 2 soll zum sanften Anfahren der Trajektorie

$$y^\star(t) = \begin{cases} 300\,\mathrm{rad\,s^{-4}}t^3 - 450\,\mathrm{rad\,s^{-5}}t^4 + 180\,\mathrm{rad\,s^{-6}}t^5 & \text{für } 0 \leq t < 1 \\ 30\,\mathrm{rad\,s^{-1}} & \text{für } t \geq 1 \end{cases}$$

folgen. Schreiben Sie ein Matlab/Octave Skript, dass die Regelung dieser Trajektorie simuliert und ausgibt. Nutzen Sie dabei die Vorlage als Hilfe.

4. Die Modellfolgeregelung wurde hier[1] zusätzlich in Simulink implementiert. Das Simulinkmodell `modellfolgeregelung.slx` (für ältere Versionen `modellfolgeregelung_r2010b.mdl`[2]) wird durch das beiliegende Skript `rst2_epilog3_4_modellfolgeregelung.m` aufgerufen. Betrachten Sie zunächst den nominellen Fall, d. h. ohne Störeinflüsse oder Modellunsicherheiten. Fügen Sie anschließend eine Modellungenauigkeit ein. Dafür können Sie beispielsweise `deltaB=[-10; 0]` betrachten. Simulieren Sie diesen Fall mit den Reglerparametern $k_1 = k_2 = 0$ sowie $k_1 = k_2 = -1$. Was fällt Ihnen auf?

## Verweis auf Klausuraufgaben

- Berechnung der Lösung:

[1] `https://www.tu-ilmenau.de/index.php?eID=dumpFile&t=f&f=297399&token=5db9234b030735aedddba1d8efe4822f4d38bcc0`
Octave nutzer müssen ggf. noch die Symbolic-Toolbox mit dem Befehl `pkg install -forge symbolic` installieren. Darüber hinaus gibt es auf `https://github.com/cbm755/octsympy` weitere Hinweise zur Toolbox.

[2] Wenn Sie dieses Simulinkmodell verwenden möchten, müssen Sie ggf. im Skript in Zeile 110 den Befehl zu `sim('modellfolgeregelung_r2010b')` ändern

  - Übungsklausur 2 (Winter 2010/11) Aufgabe 3.
  - Übungsklausur 5 (Sommer 2012) Aufgabe 3.
  - Übungsklausur 9 (Sommer 2014) Aufgabe 2 a) und b).
  - Übungsklausur 10 (Winter 2015/16) Aufgabe 2 a) und b).
  - Übungsklausur 12 (Winter 2016/17) Aufgabe 2.
  - Übungsklausur 15 (Sommer 2018) Aufgabe 2 a).
- Modellfolgeregelung:
  - Übungsklausur 10 (Winter 2015/16) Aufgabe 3.

**Weiterführende Literatur**
Hinweise zur Lösung homogener und inhomogener linearer Differentialgleichungen finden Sie in [1] im Kapitel 2.6 ab Seite 40. Die Lösung zeitdiskreter Systeme wird in [1] im anschließenden Kapitel 2.7 ab Seite 55 behandelt.

[1] LUDYK, G.: *Theoretische Regelungstechnik 1 & 2*. Springer, 1995

[2] OLSDER, G. ; WOUDE, J. van d.: *Mathematical Systems Theory*. 3. Auflage. VSSD, 2004

[3] RUGH, W.: *Linear System Theory*. 2. Auflage. Prentice Hall, 1996