

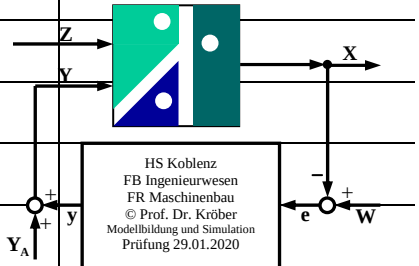
Modellbildung und Simulation WS 19/20
 Prof. Dr. W. Kröber

Zur Bewertung der Aufgaben muss der gesamte Lösungsweg ersichtlich sein.

- Bearbeitungszeit : 90 min
- Erlaubte Hilfsmittel :
 - selbstständige Lösung
 - keine weiteren Einschränkungen

Note : _____

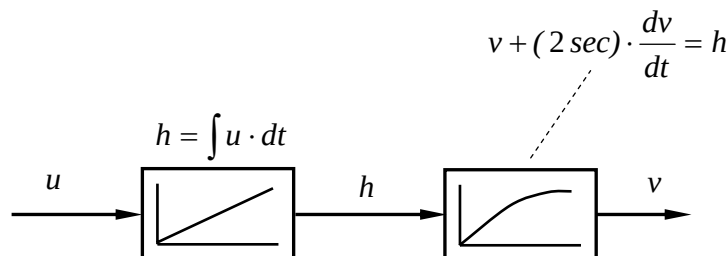
Aufgabe	erreichte Punkte
1	
2	
3	
4	
5	
6	
Summe	



Hinweis zum Abspeichern: Die abzuspeichernden Ergebnisdateien beginnen mit den sechs Buchstaben *nnnvvv*. Dabei steht *nnn* für die ersten drei Buchstaben des Nachnamens und *vvv* für die ersten drei Buchstaben des Vornamens.

Aufgabe 1 (12P) Ergebnisdateien → *nnnvvv1.m* und *nnnvvv1_sl.slx*

Zur Demonstration des Schleppfehlers wird folgende Anordnung verwendet: Am Eingang *u* wirkt zum Zeitpunkt $t = 0$ eine Sprungfunktion $u = u_0 = 1$. Nach dem ersten Block entsteht dann eine Rampenfunktion, die nach dem zweiten Block weiter verzögert ausgegeben wird.



Die Simulationszeit soll 8 Sekunden betragen, der Zeitschritt sei 0,01 Sekunden. Die Simulationsdauer und feste Schrittweite werden in MATLAB vorgegeben. Nach Vorgabe der Daten in MATLAB soll die Lösung in Simulink erfolgen. Die graphische Darstellung soll wieder in MATLAB realisiert werden. In dem Plot sollen *h* und *v* über der Zeit dargestellt werden. Wählen Sie als Lösungsverfahren zur Lösung der Differentialgleichungen "ode3 Bogacki-Shampine"!

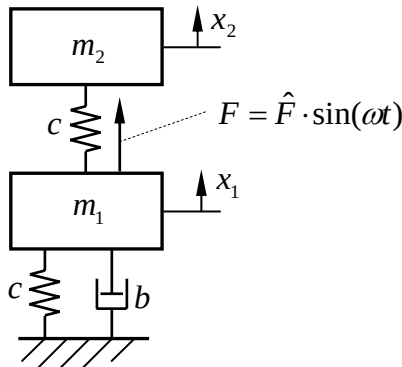
Aufgabe 2 (20P)

Ergebnisdateien → *nnnvvv2.m* und *nnnvvv2_sl.slx*

Das abgebildete besteht aus 2 Freiheitsgraden. Es wirkt eine sinusförmige Kraft. Die Parameter sind so gewählt, dass ein Tilgungseffekt für den Freiheitsgrad x_1 stattfindet. Die Anfangsbedingungen sind alle gleich Null.

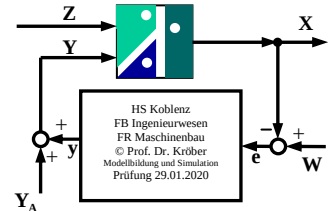
Geg.: $m_1 = m_2 = m = 3 \text{ kg}$; $c = 300 \text{ N/m}$; $b = 18 \text{ Ns/m}$; $\hat{F} = 50 \text{ N}$; $\omega = 10 \text{ s}^{-1}$; $t_{\text{sim}} = 8 \text{ s}$; $\Delta t = 0,001 \text{ s}$

Berechnen Sie die Schwingungsverläufe von x_1 und x_2 !



$$m_2 \ddot{x}_2 = -c(x_2 - x_1)$$

$$m_1 \ddot{x}_1 = -cx_1 - b\dot{x}_1 - c(x_1 - x_2) + F$$

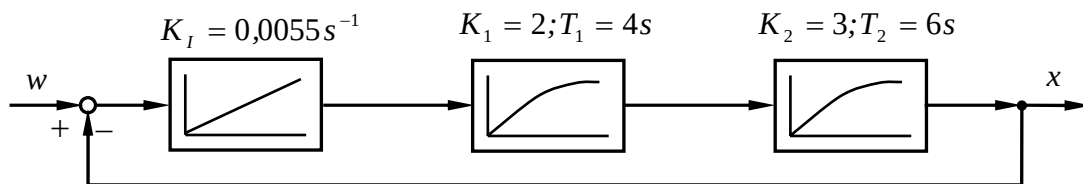


Die Simulationsdauer und feste Schrittweite werden in MATLAB vorgegeben. Nach Vorgabe der Daten in MATLAB soll die Lösung in Simulink erfolgen. Die graphische Darstellung soll wieder in MATLAB realisiert werden. In dem Plot sollen x_1 und x_2 über der Zeit dargestellt werden. Wählen Sie als Lösungsverfahren zur Lösung der Differentialgleichungen "ode3 Bogacki-Shampine"!

Aufgabe 3 (20P)

Ergebnisdateien → *nnnvvv3.m* und *nnnvvv3_sl.slx*

Der Wirkungsplan zeigt einen Regelkreis mit einer Regelstrecke 2. Ordnung und einem I-Regler. Zunächst ist der Sollwert (längere Zeit) $w = w_1 = 3$. Zum Zeitpunkt $t = t_1 = 2 \text{ s}$ wechselt der Sollwert auf $w = w_2 = 6$.



Geben Sie die Daten in MATLAB vor und führen Sie die Berechnung in SIMULINK durch. Die graphische Darstellung soll wieder in MATLAB realisiert werden. Hier soll die Führungsgröße und die Regelgröße in Funktion der Zeit dargestellt werden.

Die Simulationsdauer und feste Schrittweite werden in MATLAB vorgegeben ($t_{\text{sim}} = 100 \text{ s}$; $\Delta t = 0,01 \text{ s}$). Wählen Sie als Lösungsverfahren zur Lösung der Differentialgleichungen "ode3 Bogacki-Shampine"!

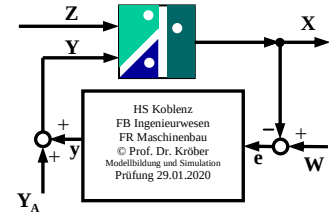
Aufgabe 4 (17P) Ergebnisdatei → *nnnvvv4.xlsm*

Die Gleichung eines gedämpften Schwingungssystems lautet: $m \cdot \ddot{x} + b \cdot \dot{x} + c \cdot x = 0$

In Differenzform lautet dies: $m \cdot \frac{x_{i+1} + x_{i-1} - 2 \cdot x_i}{\Delta t^2} + b \cdot \frac{x_{i+1} - x_i}{\Delta t} + c \cdot x_i = 0$

aufgelöst nach dem Element in der Zukunft ergibt sich:

$$x_{i+1} = \frac{(2 \cdot m + b \cdot \Delta t - c \cdot \Delta t^2) \cdot x_i - m \cdot x_{i-1}}{m + b \cdot \Delta t}$$



Die Anfangsauslenkung sei 0,01m, die Anfangsgeschwindigkeit sei gleich Null. Berechnen Sie den Schwingweg in Abhängigkeit der Zeit für einen Beobachtungszeitraum von bis 0 bis 6 Sekunden. Der Zeitschritt sei 0,01 Sekunden (das Array muss also 601 Werte besitzen).

Ferner gegeben: $m = 4 \text{ kg}$; $b = 8 \text{ Ns/m}$; $c = 100 \text{ N/m}$

Die Lösung soll mit einem Makro erfolgen. Das Makro soll mit der Tastenkombination „Strg y“ gestartet werden. In Spalte 1 des Excel-Sheets soll die Zeit stehen, in der zweiten Spalte der Weg x . Es soll eine Graphik $x(t)$ erstellt werden.

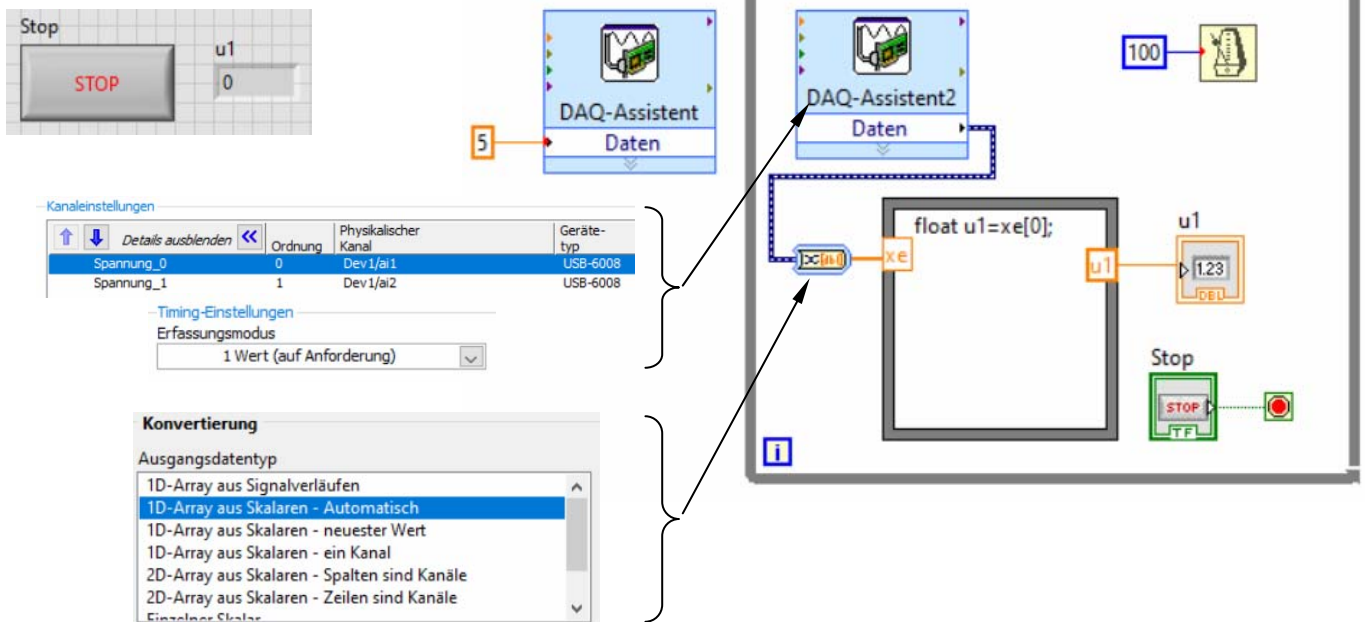
Aufgabe 5 (17P) Ergebnisdatei → *nnnvvv5.vi*

Grundsätzlich soll hier das gleiche Problem wie in Aufgabe 4 bearbeitet werden. Die Lösung soll in einem Formelknoten in LabVIEW gelöst werden. In einem XY-Schrieb soll $x(t)$ ausgegeben werden.

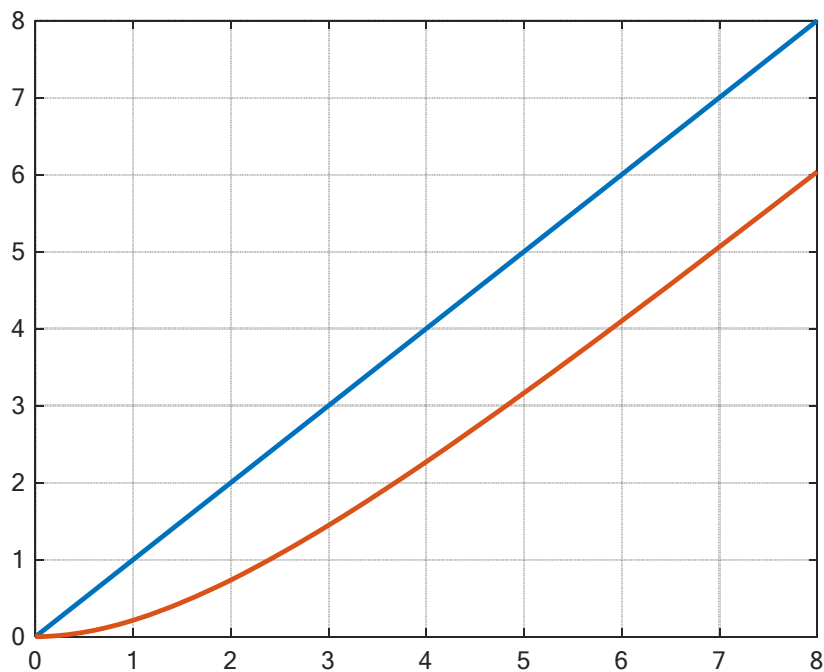
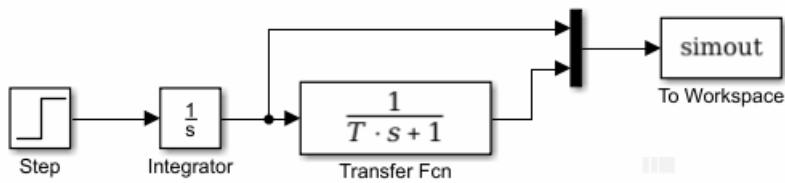
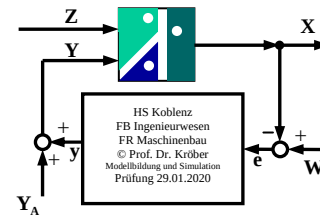
Aufgabe 6 (14P) Ergebnisdatei → *nnnvvv6.vi*

Bei dem USB6008 sind durch das Steckmodul ein Fotowiderstand zur Bestimmung der Leuchtstärke (Analog Input 1) und ein NTC-Widerstand zur Bestimmung der Temperatur (Analog Input 2) angeschlossen. Auf dem bereitgestellten Memory-Stick ist ein Programm, welches die beiden Spannungen einliest. Beide Spannungen/Signale stehen am Eingang des Formelknotens zur Verfügung. Die Spannung Analog Input 1 (Fotowiderstand) wird in einem Ausgabefenster bereits angezeigt. Das Programm soll erweitert werden, so dass auch die Spannung Input 2 in einem weiteren Ausgabefenster angezeigt wird.

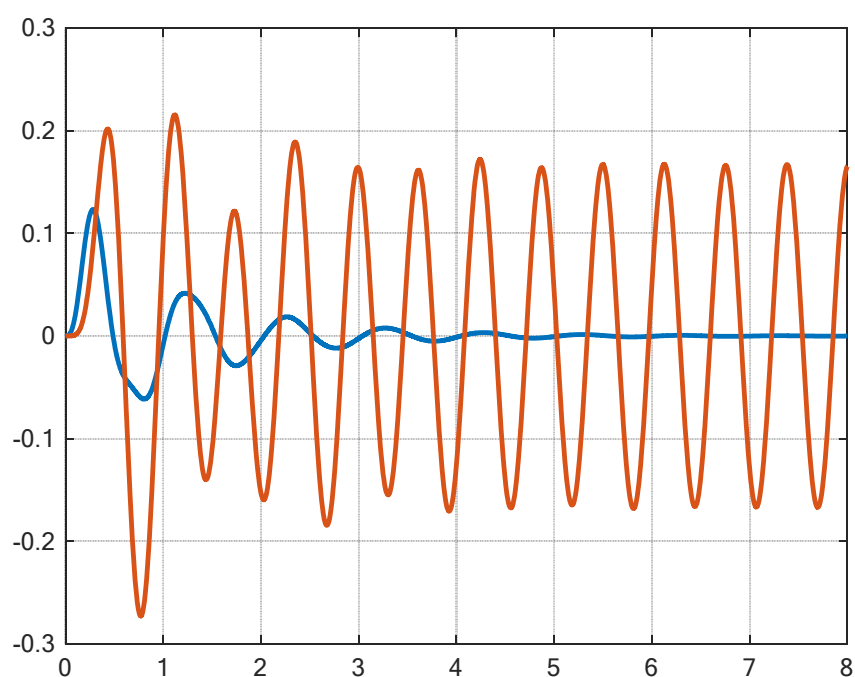
Ausgangspunkt, wenn kein Memory-Stick vorhanden ist:



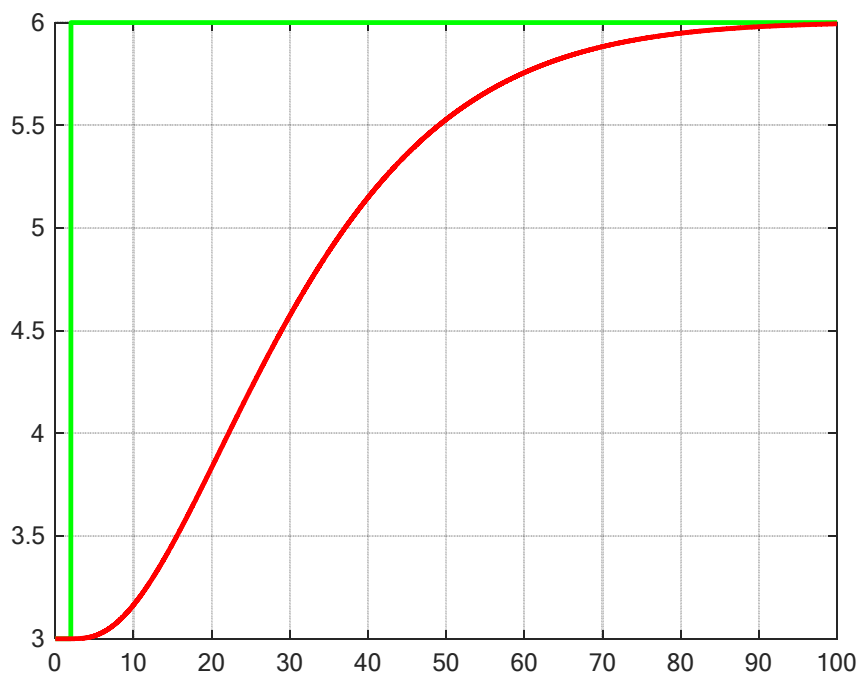
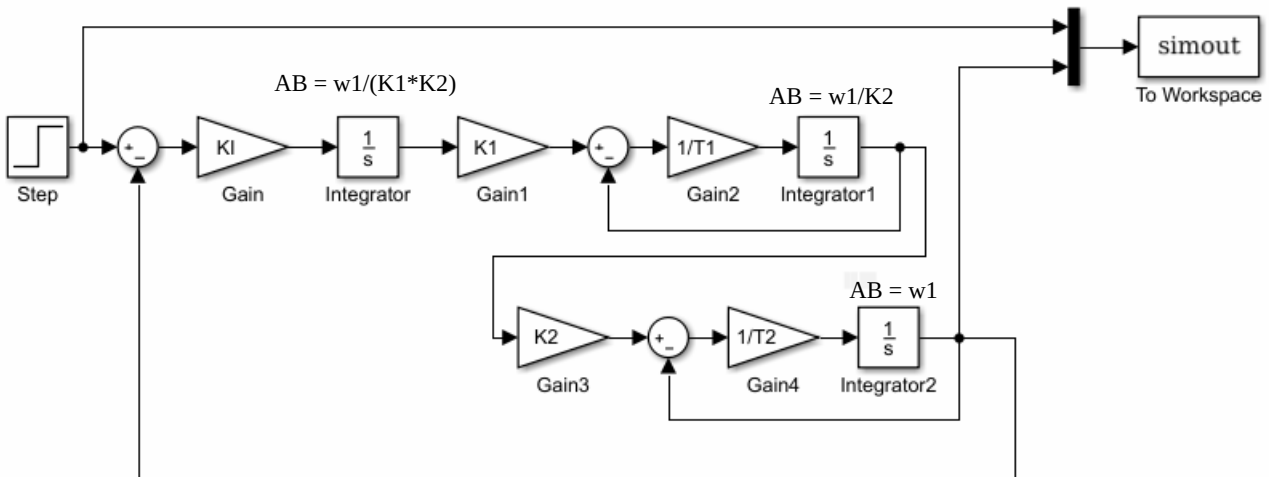
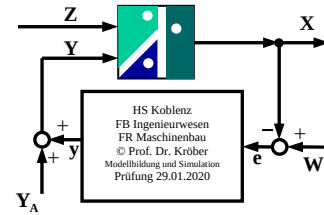
```
clear;clc;
u0=1;
T=2;
tsim=8;
dt=0.01;
sim('krowol1_sl');
t(:,1)=simout.time(:,1);
h(:,1)=simout.signals.values(:,1);
v(:,1)=simout.signals.values(:,2);
plot(t,h,'Linewidth',2);grid;hold on;
plot(t,v,'Linewidth',2);hold off;
```



The diagram illustrates a mass-spring-damper system. The input is a sinusoidal force $F \sin(\omega u(1))$, where F is the amplitude and ω is the angular frequency. The system consists of two masses, m_1 and m_2 , connected by a spring with stiffness k and a damper with coefficient c . The displacement of mass m_1 is $u(1)$ and the displacement of mass m_2 is $u(2)$. The output of the system is $u(2)$, which is connected to a 'simout' block labeled 'To Workspace'.



```
clear;clc;
w1=3;
w2=6;
t1=2;
KI=0.0055;
K1=2;
T1=4;
K2=3;
T2=6;
tsim=100;
dt=0.01;
sim('krowol3_sl');
t(:,1)=simout.time(:,1);
w(:,1)=simout.signals.values(:,1);
x(:,1)=simout.signals.values(:,2);
plot(t,w,'green','Linewidth',2);grid;hold on;
plot(t,x,'red','Linewidth',2);hold off;
```



```

Sub Makrol()
'
' Makrol Makro
'
' Tastenkombination: Strg+y
'

    Dim x(600) As Double
    m = 4
    b = 8
    c = 100
    dt = 0.01

    x(0) = 0.01
    x(1) = 0.01
    For i = 1 To 599
        fak = (2 * m + b * dt - c * dt * dt) * x(i) - m * x(i - 1)
        x(i + 1) = fak / (m + b * dt)
    Next i

    For i = 0 To 600
        Cells(i + 1, 1) = i * dt
        Cells(i + 1, 2) = x(i)
    Next i

End Sub

```

