

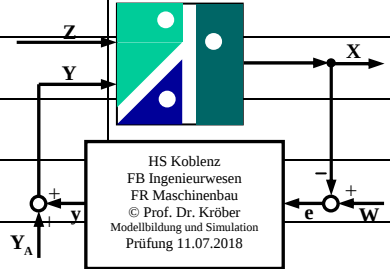
Modellbildung und Simulation SS 2018
 Prof. Dr. W. Kröber

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	



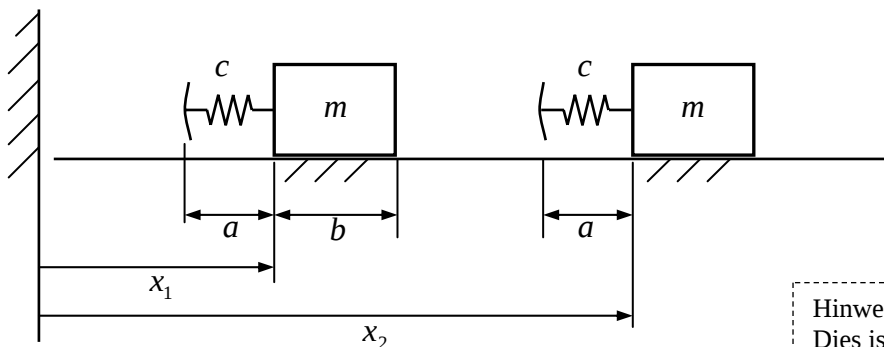
Hinweis zum Abspeichern: Die abzuspeichernden Ergebnisdateien beginnen mit den sechs Buchstaben *nnnvvv*. Dabei steht *nnn* für die ersten drei Buchstaben des Nachnamens und *vvv* für die ersten drei Buchstaben des Vornamens.

Aufgabe 1 (20P) Ergebnisdateien → *nnnvvv1.m* und *nnnvvv1_sl.slx*

Die linke Masse (Koordinate x_1) ist zum Zeitpunkt $t = 0$ in Ruhe, die rechte Masse (Koordinate x_2) bewegt sich auf die andere Masse zu (bewegt sich nach links). Konkret sind folgende Anfangsbedingungen vorgegeben:

$$x_1(t=0) = x_{10} = 0,4m; \dot{x}_1(t=0) = 0; x_2(t=0) = x_{20} = 0,8m; \dot{x}_2(t=0) = v_0 = -0,35m/s$$

Weitere gegebene Daten: $a = 0,15m$; $b = 0,2m$; $c = 1000 N/m$; $m = 4 kg$; $t_{sim} = 2s$; $\Delta t = 0,001s$



Erforderliche Gleichungen:

$$m \cdot \ddot{x}_1 = F_1 - F_2$$

$$m \cdot \ddot{x}_2 = F_2$$

$$F_1 = c \cdot (a - x_1) \text{ wobei } F_1 \geq 0$$

$$F_2 = c \cdot [(x_1 + b) - (x_2 - a)] \text{ wobei } F_2 \geq 0$$

Hinweis für Wissensdurstige:
 Dies ist ein Anwendungsbeispiel für einen elastischen Stoß.

Nach Vorgabe der Daten in MATLAB soll die Lösung in Simulink erfolgen. Die graphische Darstellung soll wieder in MATLAB realisiert werden. Die Simulationsdauer und feste Schrittweite werden in MATLAB vorgegeben. Der Plot soll aus zwei Teilen bestehen. Im oberen Teil sollen die Wege der Massen in Abhängigkeit der Zeit t dargestellt werden, im unteren Teil die Geschwindigkeiten der Massen in Abhängigkeit der Zeit. Wählen Sie als Lösungsverfahren zur Lösung der Differentialgleichungen "ode3 Bogacki-Shampine".

Aufgabe 2 (15P) Ergebnisdatei → *nnnvvv2.m*

In dieser Aufgabe soll eine Animation in Matlab realisiert werden (komplett in Matlab, ohne Simulink). Es soll eine (gerade) Linie dargestellt werden, die um den Ursprung rotiert. Die Länge der Linie sei 1. Der Winkel wird in einer Schrittweite von einem Grad vergrößert. Der Winkel läuft von $\varphi = 0^\circ$, $\varphi = 1^\circ$, $\varphi = 2^\circ$ bis $\varphi = 360^\circ$. Das Array muss also eine Größe von 361 Elementen besitzen.

Hinweis:

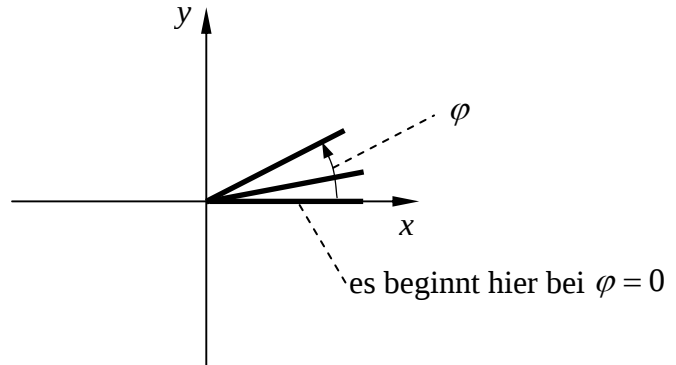
Die Linie kann man beschreiben mit

$x(1)=0$; $y(1)=0$; $x(2)=\cos(\varphi)$; $y(2)=\sin(\varphi)$.

Hilfestellung:

$\varphi = 2 \cdot \pi \cdot k / 360$ oder so ähnlich

Begrenzen Sie die Abbildungsmaßstäbe beider Achsen auf ± 1 !



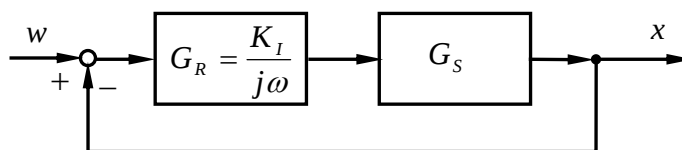
Aufgabe 3 (17P) Ergebnisdateien → *nnnvvv3.m* und *nnnvvv3_sl.slx*

In diesem Semester war durch einen Schaden beim Motorantrieb der Durchflussprüfstand im Regelungstechnik-Labor außer Funktion. Durch viele Messungen in der Vergangenheit ist der Frequenzgang der Anlage jedoch bekannt.

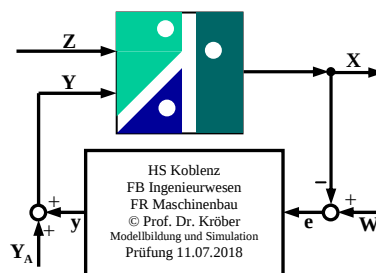
$$G_S = \frac{K_S}{(1 + j\omega T_1) \cdot (1 + j\omega T_2)} \cdot e^{-j\omega T_t}$$

Bekannt ist auch, dass beim Betrieb mit einem I-Regler ein Wert von $K_I = 1,6 \text{ s}^{-1}$ etwa zu einem Betriebszustand an der Stabilitätsgrenze führt. Dies soll im Folgenden untersucht werden. Berechnen Sie die Sprungantwort für einen Sollwertsprung von $w = 0$ nach $w = 2$ bei $t = t_1 = 1 \text{ s}$!

Weiter sind gegeben: $K_S = 1,1$; $T_1 = 0,7 \text{ s}$; $T_2 = 0,3 \text{ s}$; $T_t = 0,4 \text{ s}$; $t_{\text{sim}} = 20 \text{ s}$; $\Delta t = 0,01 \text{ s}$



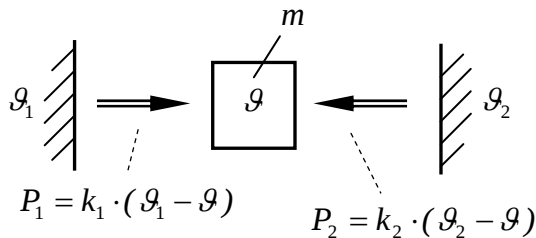
Die Simulationsdauer und feste Schrittweite werden in MATLAB vorgegeben. Nach Vorgabe der Daten in MATLAB soll die Lösung in Simulink erfolgen. In einer graphischen Darstellung in einem Scope-Block in Simulink sollen w und x über der Zeit dargestellt werden. Wählen Sie als Lösungsverfahren zur Lösung der Differentialgleichungen "ode3 Bogacki-Shampine"!



Aufgabe 4 (16P)

Ergebnisdatei → *nnnvvv4.xlsm*

Die Masse m steht im Wärmeaustausch zwischen zwei Wärmespeichern mit den Temperaturen ϑ_1 und ϑ_2 . Die Temperaturen dieser beiden Wärmespeicher sind konstant. Durch die Wärmeübertragung nimmt die Masse für große Zeiten eine Temperatur zwischen den beiden Temperaturen ϑ_1 und ϑ_2 an. Die Anfangstemperatur der Masse m sei $\vartheta = \vartheta_0 = 80^\circ\text{C}$.



Verschiedene Gleichungen zur Problemlösung:

$$P_1 + P_2 = m \cdot c \cdot \frac{d\vartheta}{dt}$$

$$k_1 \cdot (\vartheta_1 - \vartheta) + k_2 \cdot (\vartheta - \vartheta_2) = m \cdot c \cdot \frac{d\vartheta}{dt}$$

$$\frac{d\vartheta}{dt} = \frac{k_1 \cdot (\vartheta_1 - \vartheta) + k_2 \cdot (\vartheta - \vartheta_2)}{m \cdot c}$$

Berechnen Sie den Temperaturverlauf von ϑ in Funktion der Zeit. Die Zeit läuft von 0 bis 200 Sekunden. Die Zeitschrittweite sei 0,1 Sekunden. Erstellen Sie ein Makro, in dem der zeitliche Verlauf von ϑ berechnet wird. Das Makro soll mit der Tastenkombination „Strg y“ gestartet werden. In Spalte 1 des Excel-Sheets soll die Zeit stehen, in der zweiten Spalte die Werte $\vartheta(t)$. Es soll eine Graphik „ ϑ über t “ erstellt werden.

Ferner sei gegeben: $\vartheta_1 = 20^\circ\text{C}$; $\vartheta_2 = 50^\circ\text{C}$; $k_1 = 4 \text{ W/}^\circ\text{C}$; $k_2 = 8 \text{ W/}^\circ\text{C}$; $m = 1,2 \text{ kg}$; $c = 400 \text{ J/(kg}^\circ\text{C)}$

Aufgabe 5 (16P)

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. Der Kurvenverlauf $x(t)$ soll in einem XY-Schrieb ausgegeben werden.

Aufgabe 6 (16P)

Ergebnisdatei → *nnnvvv6.vi*

Mit dem USB6008 ist durch das Steckmodul eine externe PT₂-Regelstrecke angeschlossen. Dabei wird die Stellgröße u_Y auf AnalogOutput1 ausgegeben und die Regelgröße u_X wird über AnalogInput3 eingelesen.

Zur Lösung dieser Ausgabe kann als Ausgangspunkt ein geeignetes vorhandenes Programm verwendet werden. Es ist nur "entsprechend" abzuändern.

Der Zeitschritt für die einzusetzende "while-Schleife" soll 100 ms betragen. Die Ausgangsspannung soll sich sinusförmig ändern. Nach 20 Durchläufen wiederholt sich die Sinusfunktion. Ist i der Schleifenzähler, dann kann man dies durch folgende Formel realisieren:

$$u_Y = 1,4V + 1,4V \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot i / 20)$$

Hinweis: Die Zahl π kann man z.B. durch "float mypi = 4*atan(1.); " erzeugen.

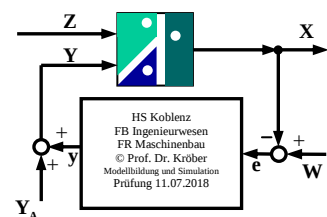
Hinweis: Um den Bereich des D/A-Wandlers nicht zu verlassen, ist eine Begrenzung von u_Y immer sinnvoll, also z.B.

if ($u_Y < 0$) $u_Y = 0$;

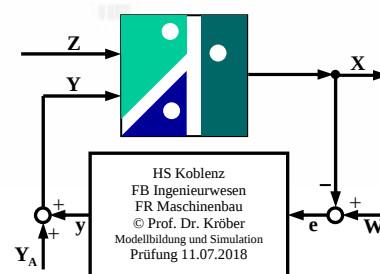
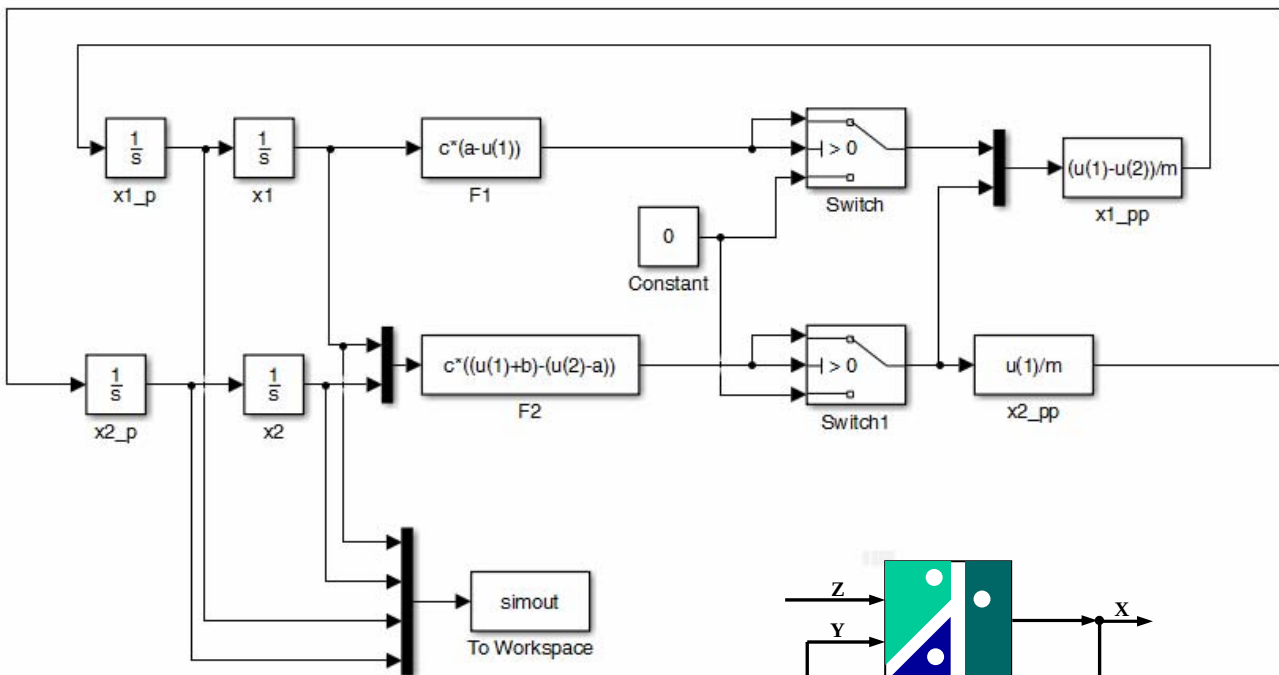
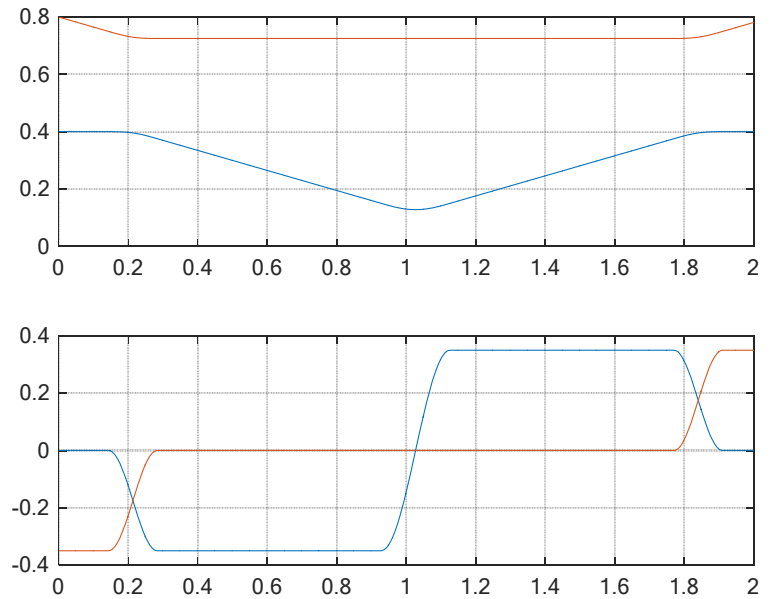
if ($u_Y > 5$) $u_Y = 5$;

In einem gemeinsamen Messschrieb sollen u_Y und u_X ausgegeben werden.

Eine automatisierte Beendigung des Programms muss nicht vorgesehen werden. Das Programm kann durch Betätigen einer/der Stop-Schaltfläche beendet werden. Sonst läuft die Sinus-Funktion "immer weiter".

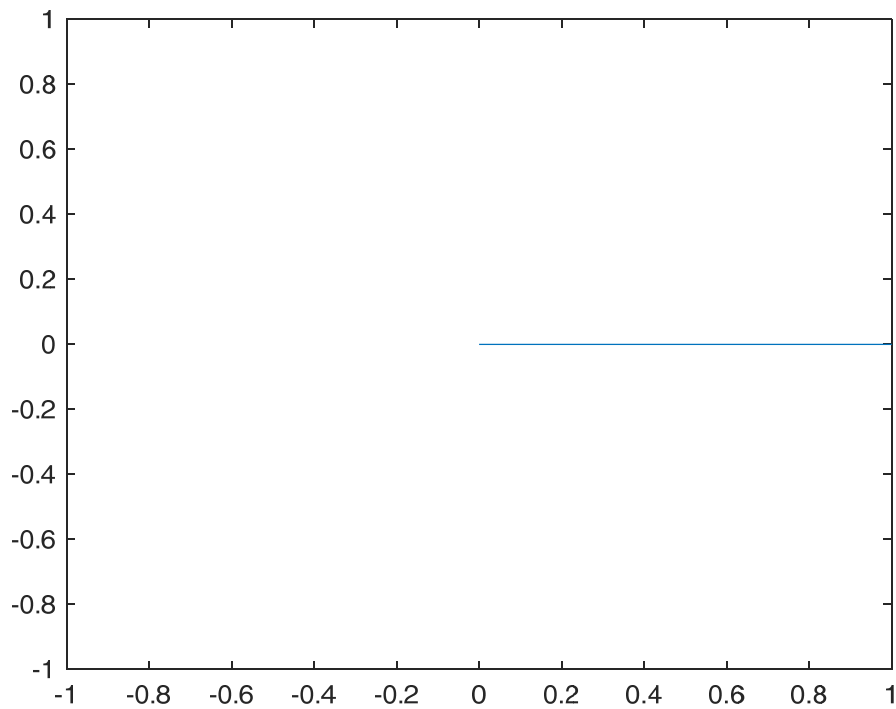
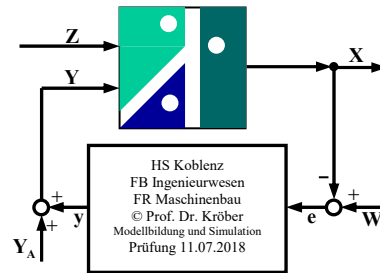


```
clear;clc;
x10=0.4;
x20=0.8;
v0=-0.35;
a=0.15;
b=0.2;
c=1000;
m=4;
tsim=2;
dt=0.001;
sim('krowol1_sl');
t=simout.time;
x1=simout.signals.values(:,1);
x2=simout.signals.values(:,2);
x1p=simout.signals.values(:,3);
x2p=simout.signals.values(:,4);
subplot(2,1,1);
plot(t,x1,t,x2);grid;
subplot(2,1,2);
plot(t,x1p,t,x2p);grid;
```

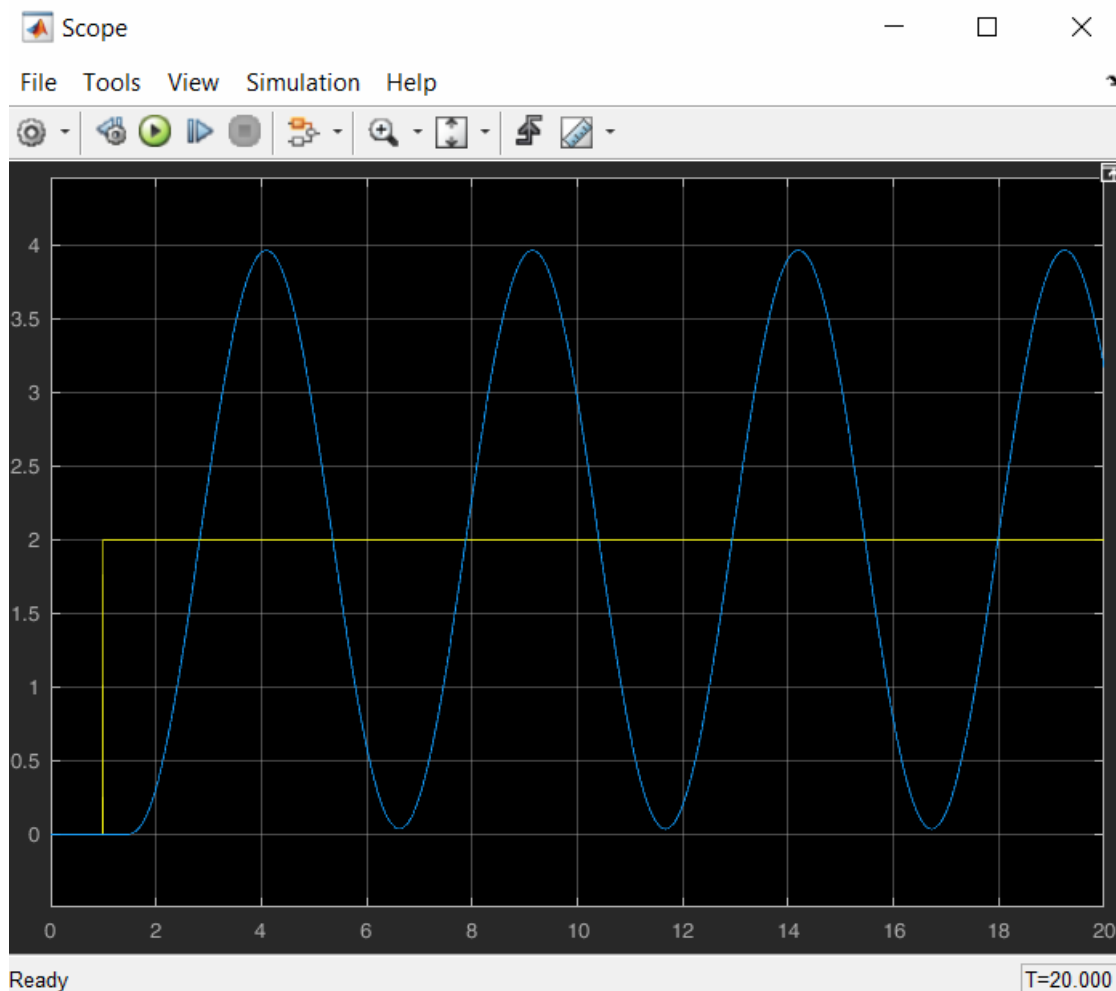
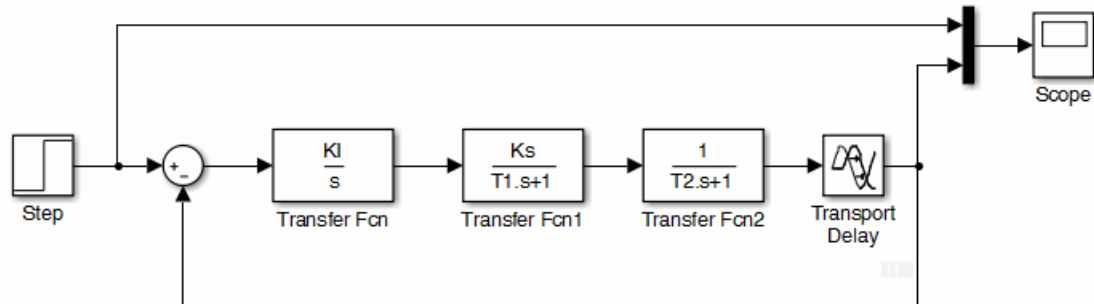
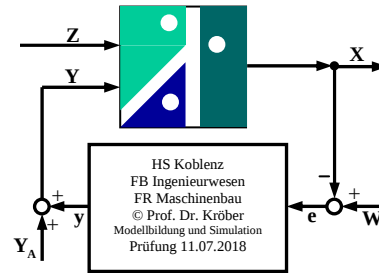


HS Koblenz
FB Ingenieurwesen
FR Maschinenbau
© Prof. Dr. Krüger
Modellbildung und Simulation
Prüfung 11.07.2018

```
clear;clc;
for k=1:361
    x(1)=0;
    y(1)=0;
    x(2)=cos(2*pi*(k-1)/360);
    y(2)=sin(2*pi*(k-1)/360);
    plot(x,y);
    xlim([-1 1]);
    ylim([-1 1]);
    F(k)=getframe;
end
```



```
clear;clc;
Ks=1.1;
T1=0.7;
T2=0.3;
Tt=0.4;
KI=1.6;
w=2;
t1=1;
tsim=20;
dt=0.01;
sim('krowol3_sl');
```



```

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

  Dim teta(2000) As Double
  tet1 = 20
  tet2 = 50
  tet0 = 80
  k1 = 4
  k2 = 8
  m = 1.2
  c = 400
  dt = 0.1

  teta(0) = tet0
  For i = 0 To 1999
    fak = (k1 * (tet1 - teta(i)) + k2 * (tet2 - teta(i))) / (m * c)
    teta(i + 1) = teta(i) + fak * dt
  Next i

  For i = 0 To 2000
    Cells(i + 1, 1) = i * dt
    Cells(i + 1, 2) = teta(i)
  Next i

```

