

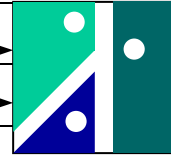
Modellbildung und Simulation SS 13
 Prof. Dr. W. Kröber

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	

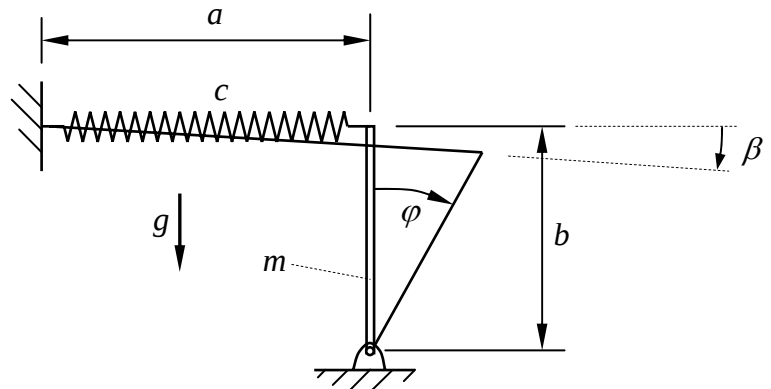


HS Koblenz
 FB Ingenieurwesen
 FR Maschinenbau
 © Prof. Dr. Kröber
 Modellbildung und Simulation
 Prüfung 02.07.2013

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 (18P) Ergebnisdateien → *nnnvvv1.m* und *nnnvvv1_sl.mdl*

Der zum Zeitpunkt $t = 0$ zunächst vertikal stehende Stab (dünner Stab) hat eine Anfangswinkelgeschwindigkeit von $\dot{\varphi}(t = 0) = \dot{\varphi}_0$. Die Feder (masselos) ist in dieser Ausgangsstellung unbelastet.



Die Gleichungen zur Beschreibung des Bewegungsverhaltens lauten:

$$\frac{1}{3} m \cdot b^2 \ddot{\varphi} = + m \cdot g \cdot \frac{b}{2} \cdot \sin(\varphi) - F_{\text{Feder}} \cdot b \cdot \sin(90^\circ - \varphi + \beta)$$

$$F_{\text{Feder}} = c \cdot (l_{\text{Feder}} - a)$$

$$l_{\text{Feder}} = \sqrt{(a + b \cdot \sin(\varphi))^2 + (b \cdot (1 - \cos(\varphi)))^2}$$

$$\tan(\beta) = \frac{b \cdot (1 - \cos(\varphi))}{a + b \cdot \sin(\varphi)}$$

Berechnen Sie den Verlauf des Schwingweges x für den Zeitraum $0 \leq t \leq 0,3s$! Geben Sie zunächst die Parameter in Matlab vor. Die weitere Aufgabe kann komplett in Simulink gelöst werden. In dem Scope-Block soll $\varphi(t)$ [im Gradmaß] graphisch dargestellt werden. Verwenden Sie als festen Zeitschritt $\Delta t = 1$ Millisekunde. Das vorgeschlagene Lösungsverfahren zur Lösung der Differentialgleichungen (ode3 Bogacki-Shampine) soll so belassen werden.

Zahlenwerte:

$$m = 20 \text{ kg}; a = 0,4 \text{ m}; b = 0,25 \text{ m}; g = 9,81 \text{ m/s}^2; c = 1000 \text{ N/m}; \dot{\varphi}(t = 0) = \dot{\varphi}_0 = 3 \text{ rad/s}$$

Aufgabe 2 (12P)

Ergebnisdatei → nnnvvv2.m

Das folgende MATLAB-Programm (ist auf dem Memory-Stick vorhanden) behandelt die graphische Darstellung eines schiefen Wurfes. Es zeigt zu einem Zeitpunkt t die momentane Flugposition eines Gegenstandes.

```
clear;clc;
v0=30;
alpha=60;
g=9.81;

t=2;
x=v0*cos(alpha*pi/180)*t;
y=v0*sin(alpha*pi/180)*t-g*t*t/2;
plot(x,y,'squarek','MarkerFaceColor','k');
xlim([0,100]);
ylim([0,50]);
```

Hinweis:
Die Zeile mit

t=2;

ersetzen mit

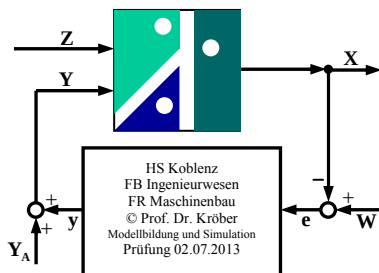
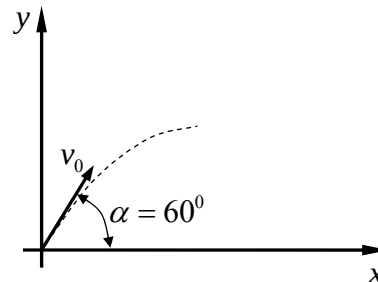
```
for k=1:100
t=0.05*k;
```

Es soll so abgeändert werden, dass der Berechnungszeitraum von t = 0s bis t = 5s in einem Zeitschritt von $\Delta t = 0,05s$ variiert wird und dabei der Flugbahnverlauf in einer Animation abläuft. Die Lösung soll komplett in MATLAB erfolgen.

Die zugrunde gelegten Gleichungen sowie die angegebenen Zahlenwerte sind im gegebenen Programm bereits eingearbeitet, seien zur Vollständigkeit jedoch angegeben.

Zahlenwerte: $v_0 = 30 \text{ m/s}$; $\alpha = 60^\circ$; $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

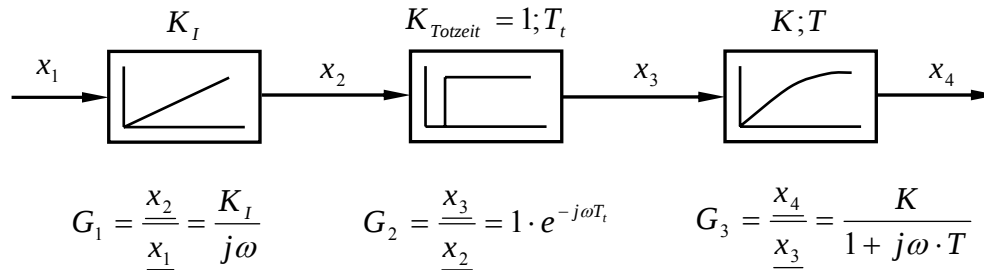
$$x = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \quad y = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$



Aufgabe 3 (18P)

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

Eine Regelstrecke besteht aus den drei angegebenen Übertragungselementen. Zur eindeutigen Identifizierung sind die drei Frequenzgänge mit angegeben.



Alle zeitlich veränderlichen Größen (x_1 , x_2 , x_3 und x_4) sind zum Zeitpunkt $t = 0$ gleich Null. Die Eingangsgröße x_1 geht dann zum Zeitpunkt $t = 1$ s auf den Wert $x_1 = 5$ und verbleibt auf diesem Wert (Sprungfunktion).

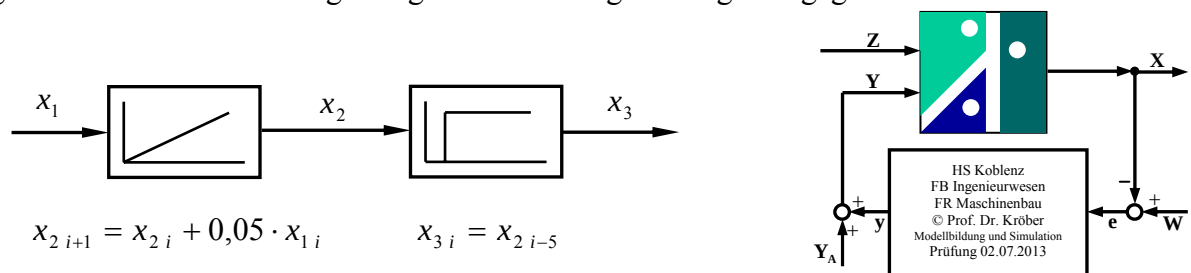
Zahlenwerte: $K_I = 0,5 \text{ s}^{-1}$; $T_t = 0,5 \text{ s}$; $K = 2$; $T = 1 \text{ s}$.

Bestimmen Sie die Lösung für einen Zeitraum von 5 Sekunden. Geben Sie die Parameter in Matlab vor und führen Sie die Berechnung in Simulink durch. Anschließend soll die graphische Ergebnisdarstellung wieder in Matlab erfolgen. Dabei sollen x_1 , x_2 , x_3 und x_4 über der Zeit dargestellt werden. Verwenden Sie als festen Zeitschritt $\Delta t = 1$ Millisekunde. Das vorgeschlagene Lösungsverfahren zur Lösung der Differentialgleichungen (ode3 Bogacki-Shampine) soll so belassen werden.

Aufgabe 4 (18P)

Ergebnisdatei → *nnnvvv4.xlsm*

Eine Regelstrecke besteht aus den beiden angegebenen Übertragungselementen. Unter den Übertragungselementen sind die dazugehörigen Rekursionsgleichungen angegeben.



Hinweis 1: Bei der Totzeit findet eine Verschiebung um 5 Zeitschritte statt.

Hinweis 2: Die Zahlenwerte sind identisch mit der Problemstellung aus Aufgabe 3.
(hier nur zur Information)

Alle zeitlich veränderlichen Größen (x_1 , x_2 und x_3) sind zum Zeitpunkt $t = 0$ gleich Null. Die Eingangsgröße x_1 geht dann zum Zeitpunkt $t = 1$ s auf den Wert $x_1 = 5$ und verbleibt auf diesem Wert (Sprungfunktion).

Der Zeitschritt beträgt hier $\Delta t = 0,1 \text{ s}$. Bei einer Berechnungsdauer von $0 \leq t \leq 5 \text{ s}$ läuft der Laufindex i bis $i = 50$. Im Excel-Sheet sollen in der ersten Spalte die Zeit und in Spalte 2 die Werte für x_1 , in Spalte 3 die Werte für x_2 und in der Spalte 4 die Werte für x_3 ausgegeben werden. Eine graphische Darstellung ist nicht erforderlich. Das Makro soll mit der Tastenkombination „Strg y“ gestartet werden.

Aufgabe 5 (18P) Ergebnisdatei → *nnnvvv5.vi*

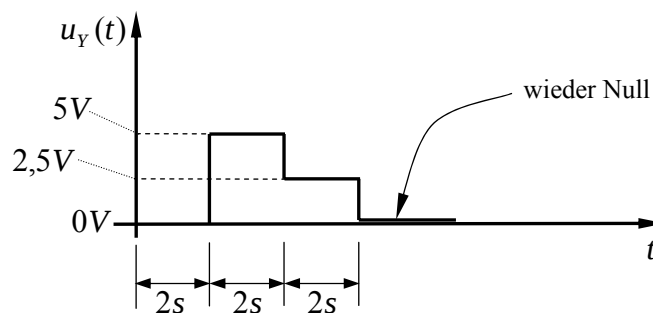
Grundsätzlich soll hier das gleiche Problem wie in Aufgabe 4 bearbeitet werden. Die Lösung soll in einem Formelknoten in LabVIEW gelöst werden. Das Ergebnis soll hier jedoch nicht numerisch, sondern in einem XY-Schrieb graphisch dargestellt werden. Darzustellen sind in Abhängigkeit der Zeit: x_1 , x_2 und x_3 .

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.

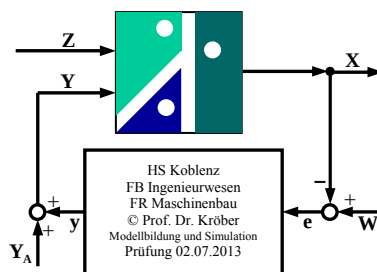
Der Zeitschritt für die einzusetzende "while-Schleife" soll 200 ms betragen. Die Ausgangsspannung soll folgenden Verlauf haben:



Die Ausgangsspannung ist zunächst gleich Null (beim ersten Durchlauf) wird dann bei $t = 2$ Sekunden auf den Wert 5V verändert und so weiter (siehe Skizze).

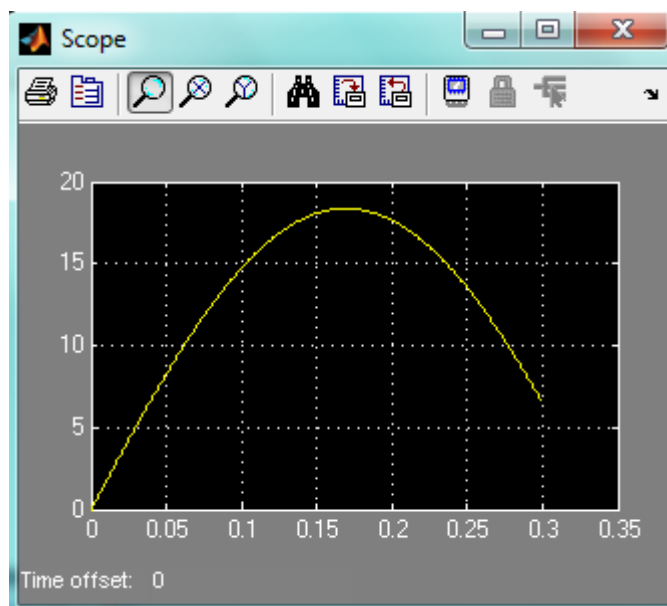
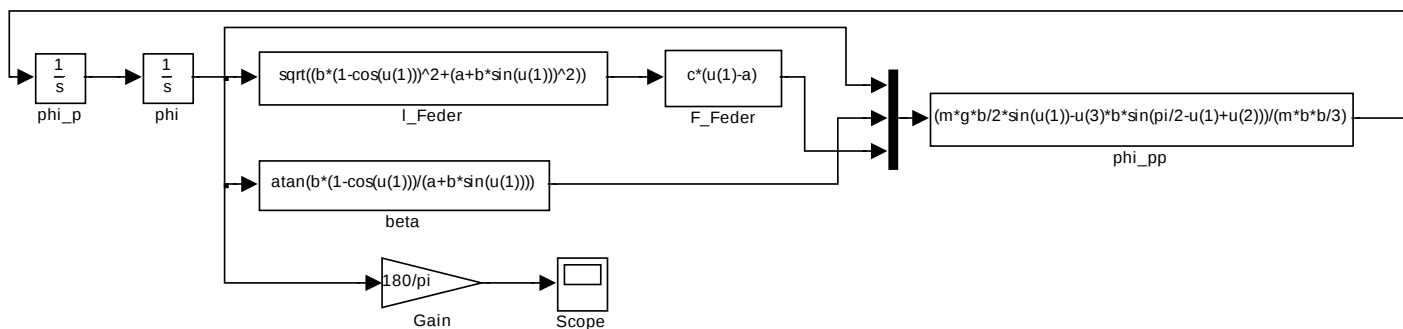
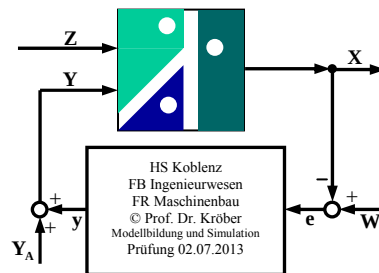
In einem gemeinsamen Messschrieb sollen u_Y und u_X ausgegeben werden.

Das Programm kann zu einem Zeitpunkt $t \gg 6$ Sekunden z.B. durch Betätigen einer Stop-Schaltfläche beendet werden.



Prüfung 02.07.2013 / Lösung zur Aufgabe 1

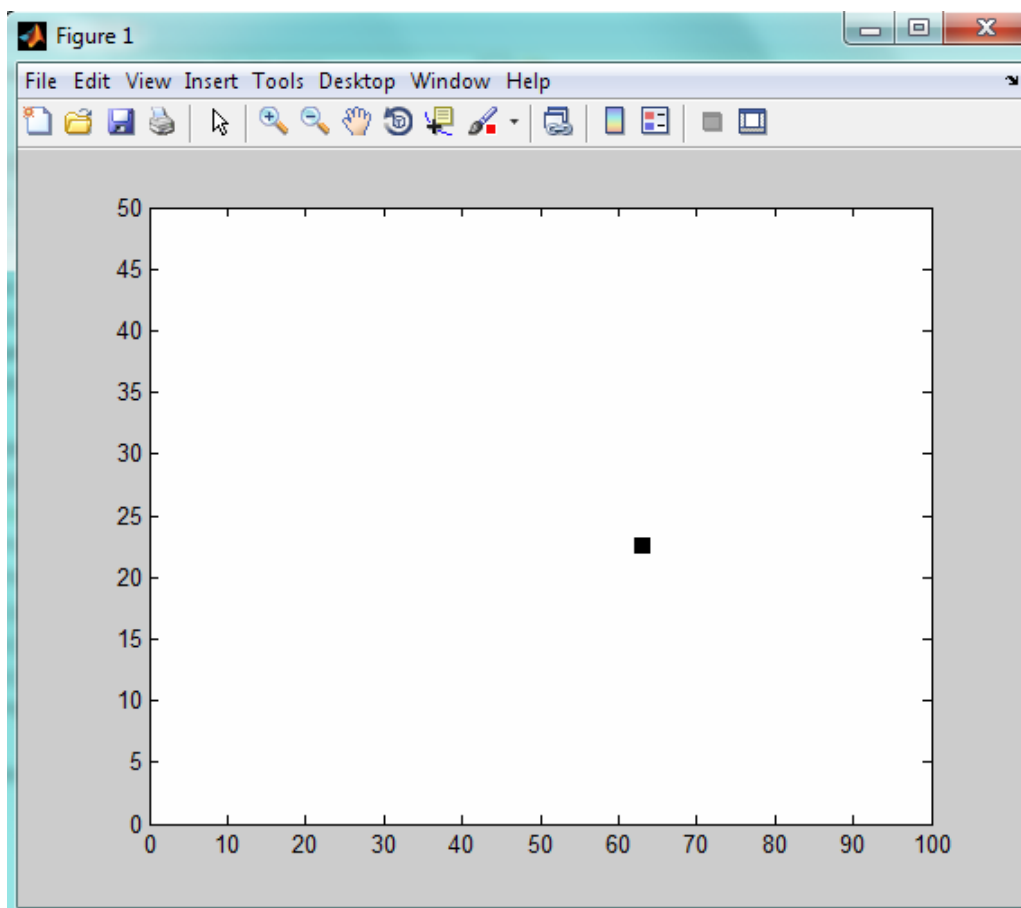
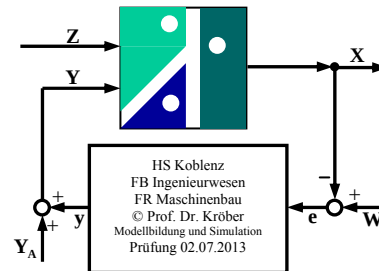
```
clear;clc;
m=20;
a=0.4;
b=0.25;
g=9.81;
c=1000;
phi_p_0=3;
tsim=0.3;
dt=0.001;
sim('krowol1_sl');
```



Prüfung 02.07.2013 / Lösung zur Aufgabe 2

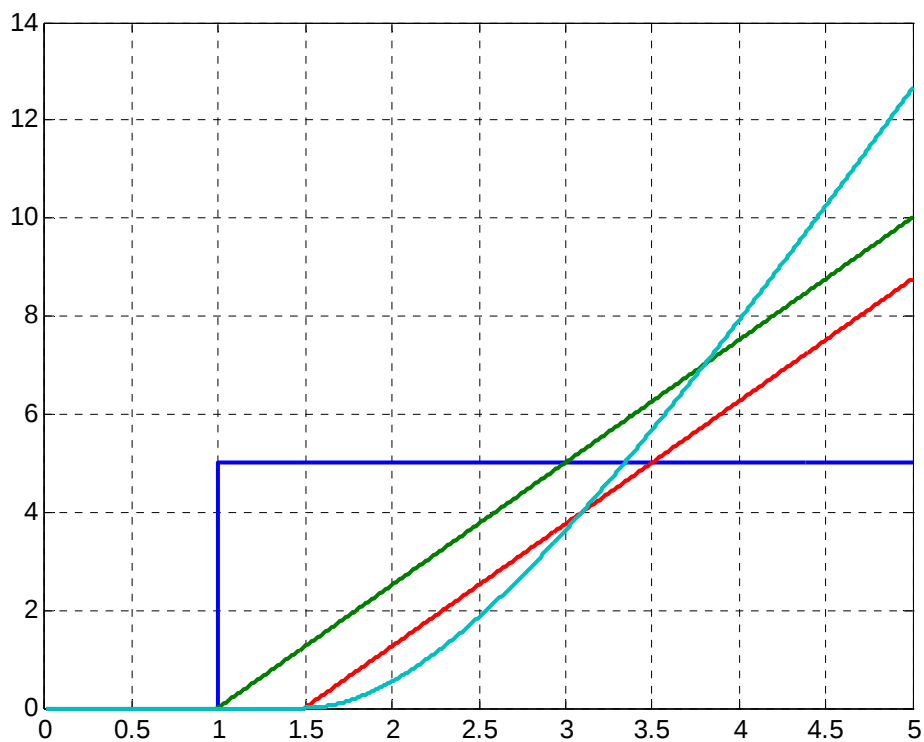
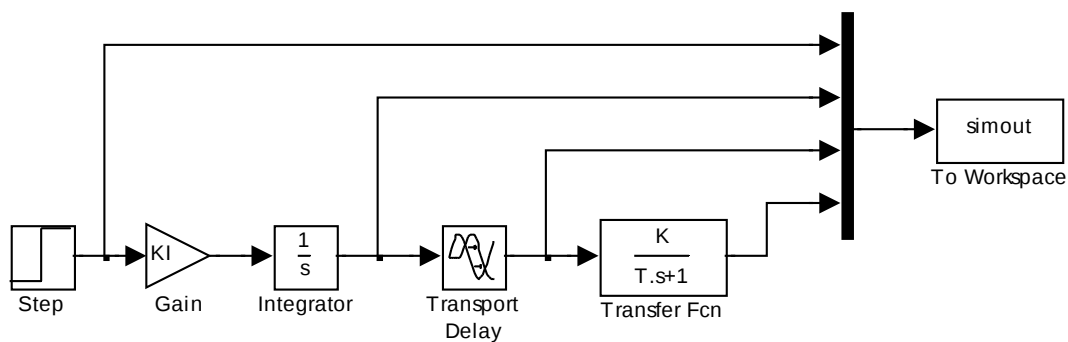
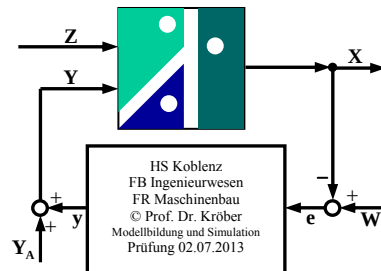
```
clear;clc;
v0=30;
alpha=60;
g=9.81;

for k=1:100
t=0.05*k;
    %t=2;
x=v0*cos(alpha*pi/180)*t;
y=v0*sin(alpha*pi/180)*t-g*t*t/2;
plot(x,y,'squarek','MarkerFaceColor','k');
xlim([0,100]);
ylim([0,50]);
F(k)=getframe;
end
movie(F,0);
```



Prüfung 02.07.2013 / Lösung zur Aufgabe 3

```
clear;clc;
KI=0.5;
Tt=0.5;
K=2;
T=1;
t1=1;
x1neu=5;
tsim=5;
dt=0.001;
sim('krowol3_sl');
t=simout.time;
x1=simout.signals.values(:,1);
x2=simout.signals.values(:,2);
x3=simout.signals.values(:,3);
x4=simout.signals.values(:,4);
plot(t,x1,t,x2,t,x3,t,x4,'LineWidth',2);grid;
```



Prüfung 02.07.2013 / Lösung zur Aufgabe 4

