

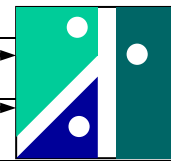
Modellbildung und Simulation SS 12
 Prof. Dr. W. Kröber

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	

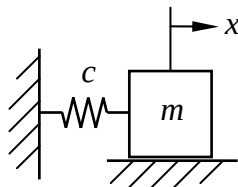


FH Koblenz
 FB Ingenieurwesen
 Maschinenbau
 © Prof. Dr. Kröber
 Modellbildung und Simulation
 Prüfung 03.07.2012

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 (16P) Ergebnisdateien → *nnnvvv1.m* und *nnnvvv1_sl.mdl*

Die abgebildete Masse beginnt den Bewegungsablauf mit einer Anfangsgeschwindigkeit $\dot{x}(t=0) = v_0$. Die Anfangsauslenkung sie gleich Null. Als Reibung liegt die sogenannte Coulomb'sche Reibung vor. Durch die signum-Funktion wird beschrieben, dass die Reibkraft stets der Bewegungsrichtung entgegengesetzt ist.



Formeln zur Lösung der Aufgabenstellung:

$$m \cdot \ddot{x} = -c \cdot x - F_{\text{Reib}} \quad \text{wobei:} \quad F_{\text{Reib}} = \text{sgn}(\dot{x}) \cdot \mu \cdot m \cdot g$$

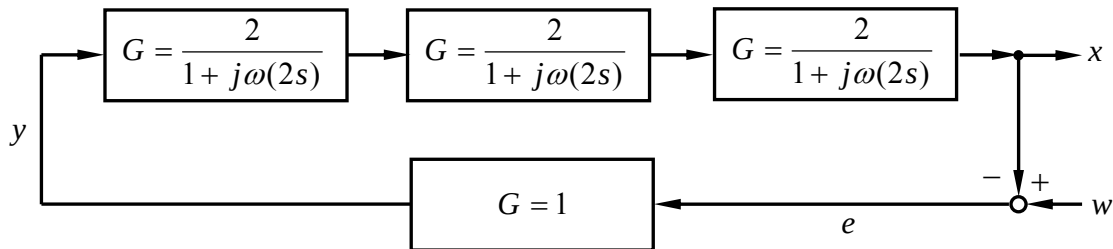
Berechnen Sie den Verlauf des Schwingweges x für den Zeitraum $0 \leq t \leq 20\text{s}$! Geben Sie zunächst die Parameter in MATLAB vor. Die weitere Aufgabe kann komplett in Simulink gelöst werden. In dem Scope-Block soll $x(t)$ graphisch dargestellt werden. Verwenden Sie als festen Zeitschritt $\Delta t = 5$ Millisekunden. Das vorgeschlagene Lösungsverfahren zur Lösung der Differentialgleichungen (ode3 Bogacki-Shampine) soll so belassen werden.

Zahlenwerte:

$$m = 10 \text{ kg}; \quad c = 1000 \text{ N/m}; \quad v_0 = 0,6 \text{ m/s}; \quad \mu = 0,01; \quad g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Aufgabe 2 (16P) Ergebnisdatei → *nnnvv2_sl.mdl*

Der abgebildete Regelkreis besteht aus drei identischen PT₁-Streckenelementen und einem P-Regler. Mit den angegebenen Parametern arbeitet der Regelkreis an der Stabilitätsgrenze. Dies bedeutet, dass bei z.B. einmaliger Anregung die Regelgröße Dauerschwingungen ausführt. Dies soll in einem Simulink-Beispiel verifiziert werden.

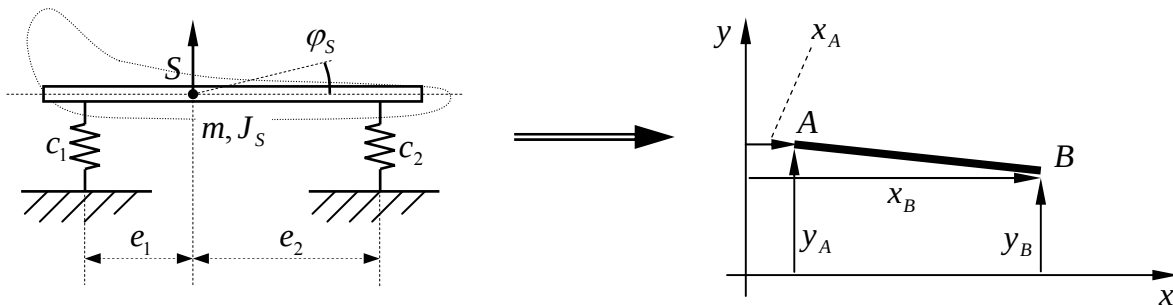


Es sei zunächst $w = x = y = 0$. Zum Zeitpunkt $t = 5s$ wird w sprunghörmig auf den Wert $w = 2$ verändert. Hinweis: Bei der Frequenzgangangabe in den oberen Blockschalbildern bedeutet "(2s)", dass die Zeitkonstante 2 Sekunden betrügt. Das Zeichen "s" steht nicht für den Laplace-Operator "s".

Erstellen Sie ein Simulink-Modell und verwenden Sie den Scope-Block zur Darstellung des Verlaufes der Regelgröße x in Abhängigkeit der Zeit. Die Simulationszeit soll 30 Sekunden betragen. Verwenden Sie als festen Zeitschritt $\Delta t = 10$ Millisekunden. Das vorgeschlagene Lösungsverfahren zur Lösung der Differentialgleichungen (ode3 Bogacki-Shampine) soll so belassen werden. Die Lösung kann komplett in Simulink erfolgen.

Aufgabe 3 (20P) Ergebnisdatei → *nnnvv3.m*

Für schwingungstechnische Untersuchungen kann man ein ebenes Schwingungssystem vereinfacht als eine Linie (dicke Linie rechts in der Darstellung) abbilden.



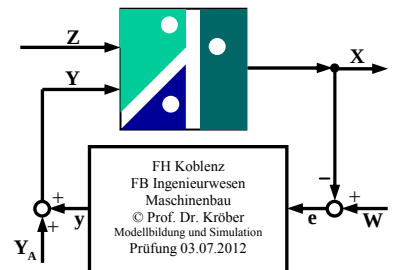
Diese Linie ist hier durch die Angabe der Koordinaten der Punkte A und B eindeutig festgelegt.

$$\begin{aligned} x_A &= e \cdot \cos(\varphi) & y_A &= e \cdot \sin(\varphi) \\ x_B &= l + e \cdot \cos(\varphi) & y_B &= e \cdot \sin(\varphi - \varphi_0) \end{aligned}$$

Nebensächliche Bemerkung: Hier werden kleine Auslenkungen betrachtet.

Zahlenwerte:

$e = 2 \text{ mm}$; $l = 20 \text{ mm}$; $\varphi_0 = 20^\circ$ (Achtung: Angabe hier im Gradmaß)



Es ist eine Animation zu erstellen, in der sich die „dicke Linie“ bewegt. Darzustellen ist ein Bereich von 3 Zyklen. Dies bedeutet, dass der Winkel φ bis $6 \cdot \pi$ laufen muss. Als Schrittweite soll ein Winkel von 5 Grad (Achtung: Gradmaß) vorgesehen werden. Dies bedeutet für die Animation eine Bildanzahl von 0...216 bzw. 1...217.

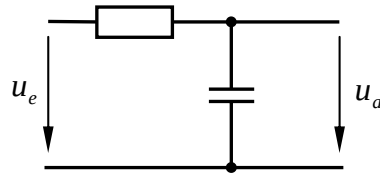
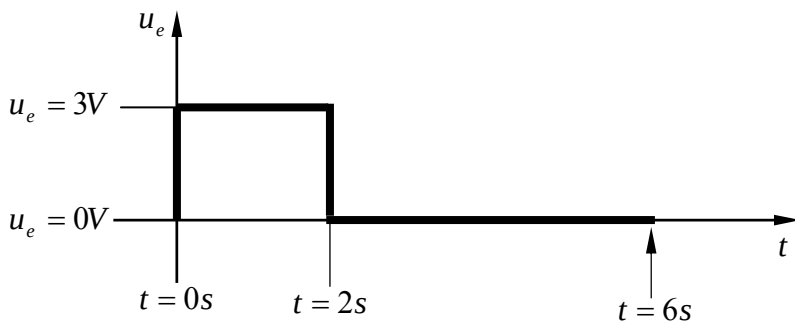
Hilfestellung:

Sehen Sie zur Begrenzung des Ausgabebereiches an geeigneter Stelle folgende Befehlszeile vor:

`xlim([-5,25]);ylim([-5,5]);`

Aufgabe 4 (18P) Ergebnisdatei → *nnnvvv4.xlsm*

Die Eingangsspannung an einem Tiefpassfilter folgt dem angegebenen Verlauf:



Für den Tiefpassfilter gilt:

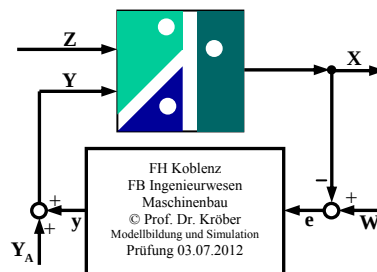
$$T \cdot \frac{du_a}{dt} + u_a = u_e \quad \text{bzw. als Differenzengleichung:} \quad T \cdot \frac{u_{a\,i+1} - u_{a\,i}}{\Delta t} + u_{a\,i} = u_{e\,i}$$

Die Zeitkonstante des Tiefpassfilters beträgt $T = 1\text{s}$. Für die Anfangsbedingung gilt: $u_a(t=0)=0$.

Berechnen Sie den Verlauf der Ausgangsspannung im Zeitraum $0 \leq t \leq 6\text{s}$ in Abhängigkeit der Zeit mit einem Excel-Makro. Als Ergebnis soll in dem Excel-Sheet in der ersten Spalte die Zeit und in der zweiten Spalte die momentane Ausgangsspannung u_a stehen. Eine Graphik ist nicht erforderlich. Verwenden Sie als Zeitschritt $\Delta t = 10$ Millisekunden. 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. Der Verlauf der Ausgangsspannung in Abhängigkeit der Zeit soll graphisch in einem XY-Schrieb ausgegeben werden.

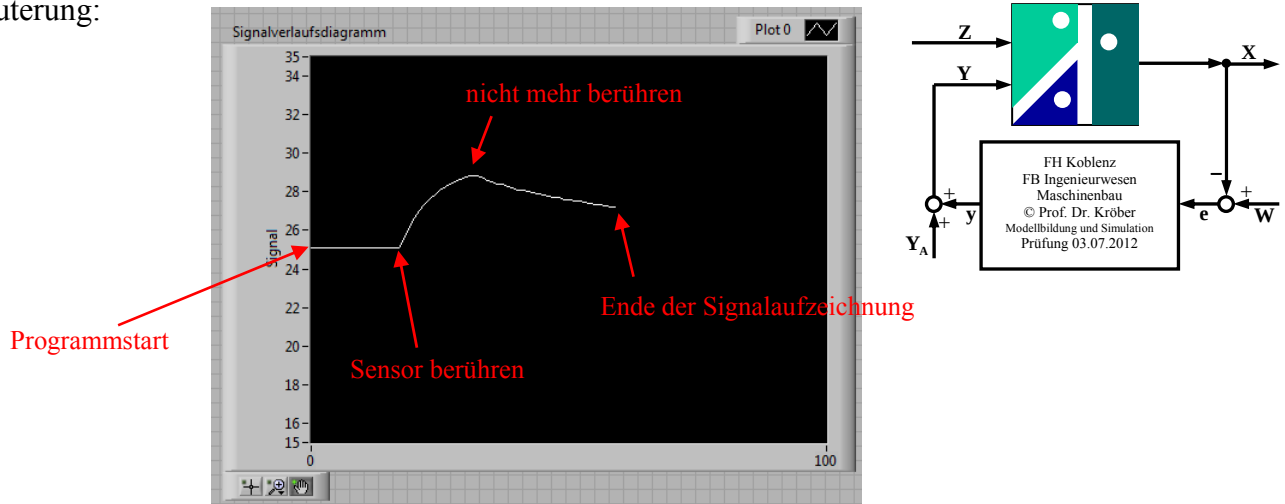


Aufgabe 6 (12P) Ergebnisdatei → *nnnvvv6.xlsx*

Mit dem USB6008 ist durch das Steckmodul ein Spannungsteiler mit einem NTC-Widerstand angeschlossen. Als Ausgangspunkt zur Lösung der Aufgabe kann das dazugehörige Programmbeispiel aus der Vorlesung verwendet werden.

Starten Sie das Programm und berühren Sie etwa 3 Sekunden nach dem Programmstart den NTC-Widerstand für einen Zeitraum von ebenfalls 3 Sekunden. Nach insgesamt etwa 10 Sekunden stoppen Sie das Programm.

Zur Erläuterung:

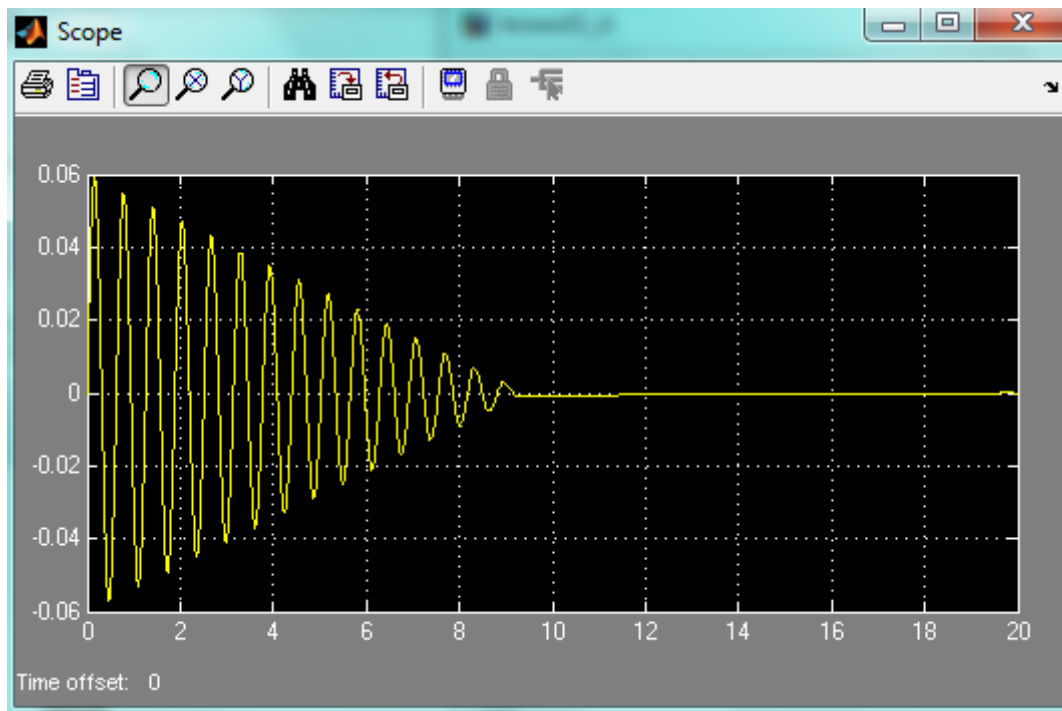
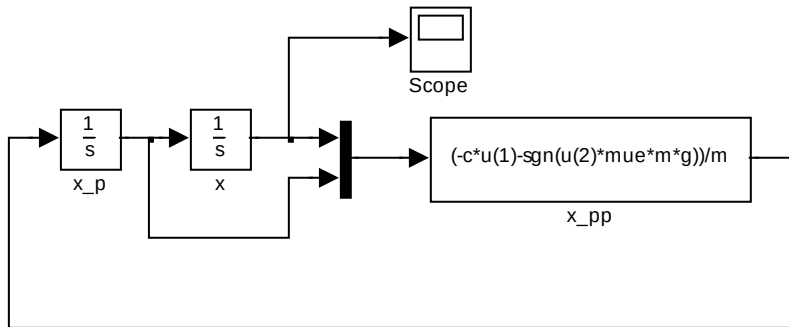
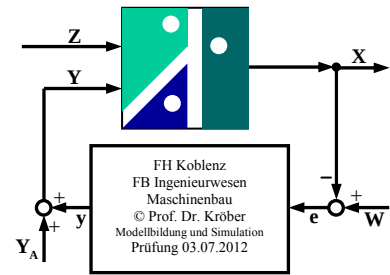


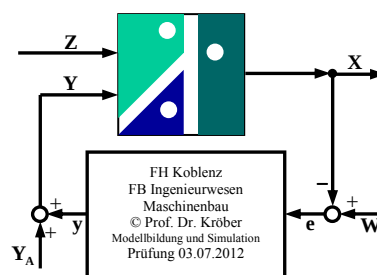
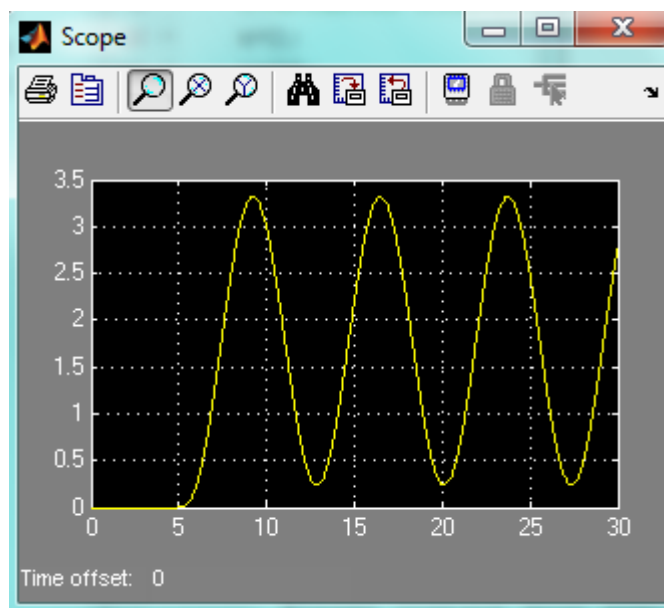
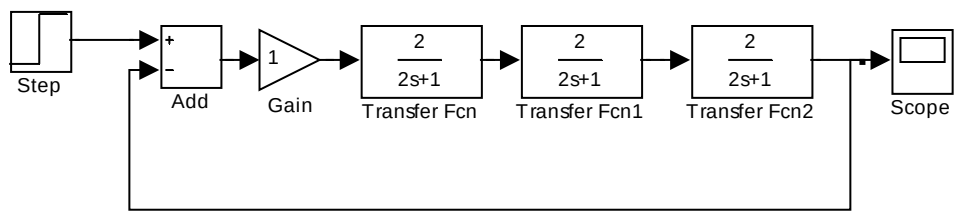
Das Programm schreibt die Messwerte in eine Datei. Öffnen Sie diese Datei und erstellen Sie in Excel eine X-Y-Graphik. Dabei soll die Temperatur in [$^{\circ}\text{C}$] über der Zeit aufgetragen werden. Verwenden Sie als Zeitachse die erste oder die zweite Spalte aus dem Excel-Sheet.

Letztlich zeigt die Graphik in Excel den gleichen Temperaturverlauf, den man während der Messwertaufnahme in LabVIEW auch bereits gesehen hat. Diese „Excel-Ergebnisdatei“ soll abgespeichert werden.

Prüfung 03.07.2012 / Lösung zur Aufgabe 1

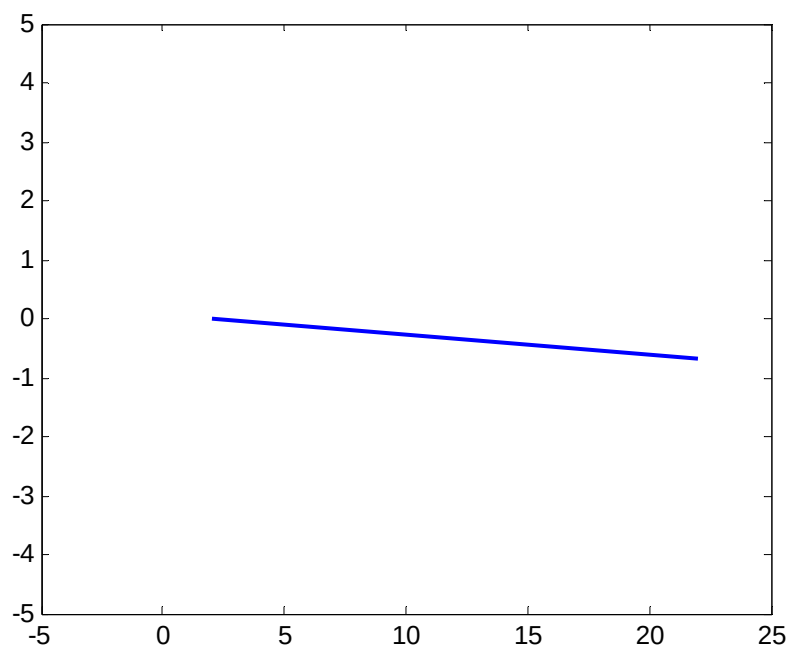
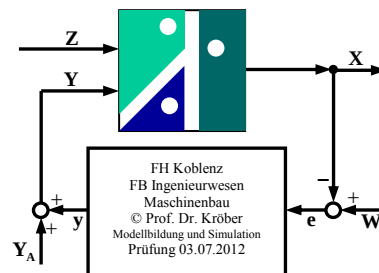
```
clear;clc;
m=10;
c=1000;
v0=0.6;
mue=0.01;
g=9.81;
%sim('krowol1_sl');
```





Prüfung 03.07.2012 / Lösung zur Aufgabe 3

```
clear;clc;
e=2;
l=20;
phi0=20*pi/180;
nw=217;
for k=1:nw
    phi=(k-1)*2*pi/72;
    x(1)=e*cos(phi);
    y(1)=e*sin(phi);
    x(2)=l+e*cos(phi);
    y(2)=e*sin(phi-phi0);
    plot(x,y);
    xlim([-5,25]);ylim([-5,5]);
    F(k)=getframe;
end;
movie(F,0);
```



Bemerkung: Die Graphik zeigt das letzte Bild

```

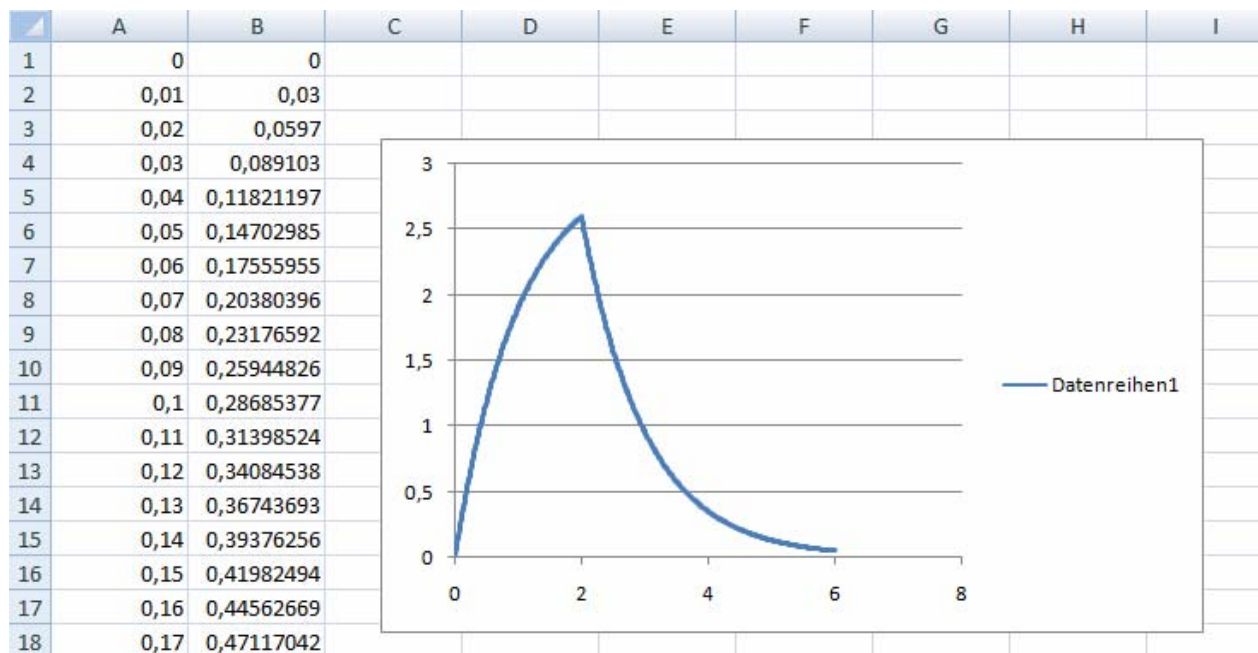
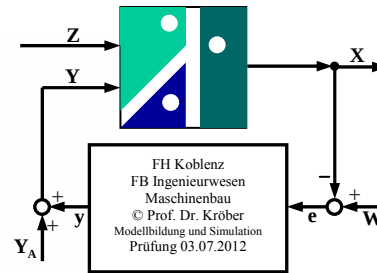
Sub Makrol1()
'
' Makrol1 Makro
'
' Tastenkombination: Strg+y
'

Dim ua(600) As Double
T = 1
dt = 0.01
ue = 3
ua(0) = 0
For i = 0 To 599
    If (i = 200) Then ue = 0
    ua(i + 1) = ua(i) + dt * (ue - ua(i)) / T
Next i

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

End Sub

```



Bemerkung: Graphik nur zur eigenen Kontrolle

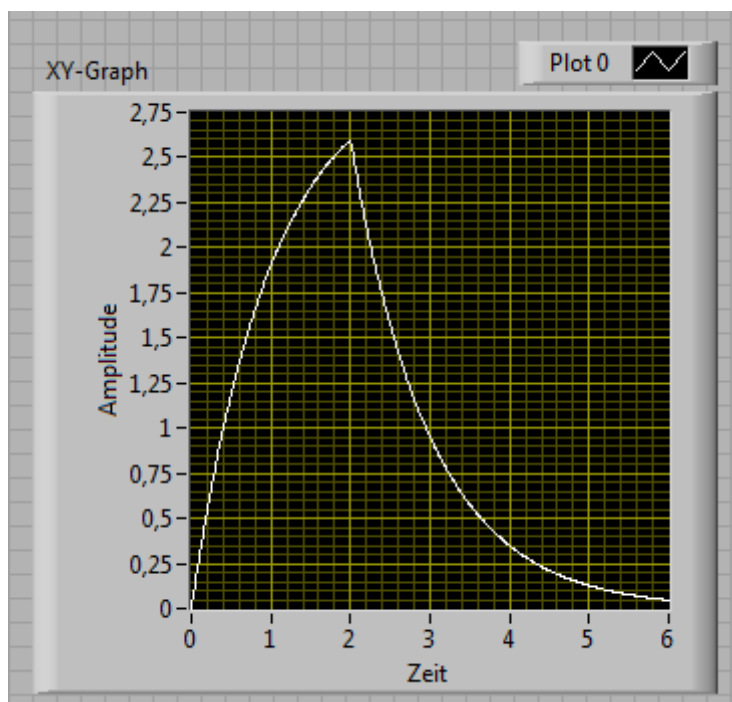
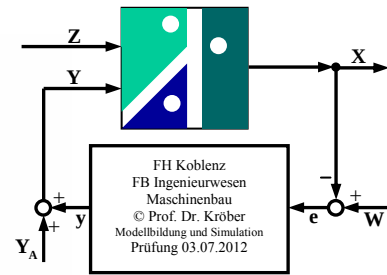
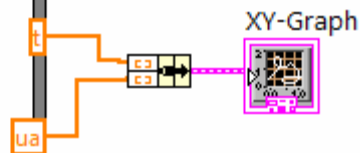

```

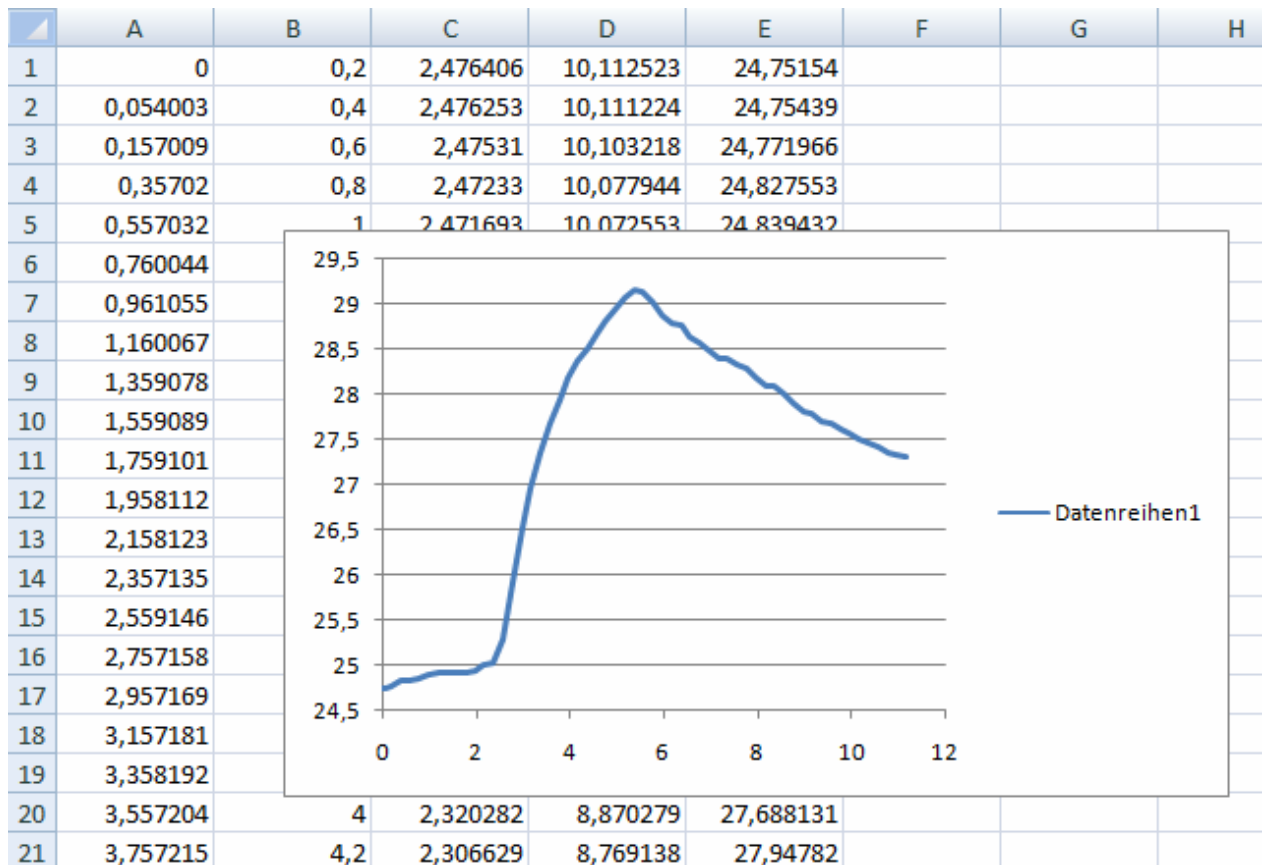
float t[601],ua[601];
float T,dt,ue;
int i;

T=1;
dt=0.01;
ue=3;

for(i=0;i<600;i++)
{
    if(i==200)ue=0;
    ua[i+1]=ua[i]+dt*(ue-ua[i])/T;
}

for(i=0;i<600;i++)
{
    t[i]=i*dt;
}
    
```





Bemerkung: Das entsprechende LabVIEW-Messprogramm wird nicht verändert, sondern nur angewandt.

