

# Ingenieurinformatik

## Numerik für Ingenieure

Name	Vorname	Semester- gruppe	Studien- gang	Hörsaal

	Aufgabe 1	Aufgabe 2	Aufgabe 3	Aufgabe 4	Summe	Note

<b>Studienbeginn vor WS13/14 (Kombinationsprüfung) **</b>	<input type="checkbox"/>
<b>Studienbeginn ab WS13/14 bis WS15/16 **</b>	<input type="checkbox"/>
<b>Studienbeginn ab SS16 bis WS17/18 (Kombinationsprüfung)</b>	<input type="checkbox"/>
<b>Studienbeginn ab SS18</b>	<input type="checkbox"/>

**\*\* Die Prüfung ist nur dann gültig, wenn Sie die Zulassungsvoraussetzung erworben haben (erfolgreiche Teilnahme am Praktikum).**

**Aufgabensteller: Dr. Reichl, Dr. Küpper und Kollegen**

**Bearbeitungszeit: 60 Minuten**

- Hilfsmittel:**
- Taschenrechner nicht zugelassen
  - PC/Notebook nicht zugelassen
  - Sonstige eigene Hilfsmittel sind erlaubt
  - Bearbeitung mit Bleistift ist erlaubt

### Aufgabe 1: (ca. 13 Punkte)

1. Gegeben sei die Matrix A. Mit welchem Befehl wird die dritte Zeile der Matrix A dem Zeilenvektor x zugewiesen? Geben Sie den Befehl an.

\_\_\_/1

2. Wie lautet der MATLAB-Befehl um einen **Spaltenvektor** x mit den Elementen 2.1, 4.6 und 7.5 zu erzeugen.

\_\_\_/1

3. Welche Werte sind in der Variablen b nach folgendem Befehl gespeichert?

```
b = 1:3:12
```

\_\_\_/1

4. Die folgenden MATLAB-Anweisungen berechnen die Sinuswerte für die Elemente des Vektors x und speichern diese im Vektor y.

```
for k=1:length(x)  
    y(k) = sin(x(k));  
end
```

Geben sie eine MATLAB-Anweisung an, um das gleiche zu erreichen, jedoch ohne eine Schleife zu verwenden.

\_\_\_/1

5. Mit einem MATLAB-Befehl soll ein Vektor x erzeugt werden, der die Werte 1, 3, 5, ... , 99 enthält. Hierzu gibt es mehrere Möglichkeiten. Geben Sie einen Befehl an, der den Vektor x erzeugt.

Unter Verwendung des Vektors x soll ein Vektor y erzeugt werden, der die zugehörigen Quadratzahlen enthält, d.h.  $1^2, 3^2, 5^2, \dots, 99^2$ . Hierzu gibt es wieder mehrere Möglichkeiten. Geben Sie einen Befehl an, der den Vektor y erzeugt.

\_\_\_/2

6. Beschreiben Sie, welche Wirkung der folgende Befehl hat :

```
x(end)
```

\_\_\_/1

7. Mit welchem Operator bildet man die Transponierte der Matrix A?

\_\_\_/1

8. Gegeben sind zwei Zeilenvektoren x und y.

Mit welchem Befehl wird eine Matrix A erzeugt, deren erste Zeile die Werte von x und deren zweite Zeile die Werte von y enthält? Geben Sie den Befehl an.

$A =$

Mit welchem Befehl wird eine Matrix B erzeugt, deren erste Spalte die Werte von x und deren zweite Spalte die Werte von y enthält? Geben Sie den Befehl an.

\_\_\_/2

$B =$

9. Gegeben ist eine Matrix  $\mathbf{A} = [ 10 \ 20 \ 30; 40 \ 50 \ 60 ] ;$

Welchen Wert besitzt das Element  $A(1,3)$  ? \_\_\_\_\_

\_\_\_/2

Welchen Wert besitzt das Element  $A(3)$  ? \_\_\_\_\_

10. Der Befehl

$\mathbf{B} = \mathbf{eye}(2)$

erzeugt eine Matrix. Geben Sie die Werte der Elemente von B an.

\_\_\_/1

## Aufgabe 2: (ca. 26 Punkte)

Lesen Sie zuerst die gesamte Aufgabe!

Bestimmen Sie mit Hilfe der MATLAB-Funktion `ode45` die Lösung des Anfangswertproblems für folgende Differentialgleichung (DGL).

$$\ddot{y}(t) + a \cdot \cos(y(t)) = b \cdot \cos(t), \quad y(t=0) = 0.8, \quad \dot{y}(t=0) = 0$$

Die Größen **a** und **b** sind als Parameter zu behandeln. Zur Lösung der Aufgabe wird ein MATLAB-Skript `dg1.m` erstellt, weiterhin eine MATLAB-Funktion `fdg1.m` zur Definition der DGL und eine weitere MATLAB-Funktion `maxdt`.

- a) Das Skript `dg1.m` definiert Variablen für die Parameter **a** und **b**, die auch von der Funktion `fdg1` verwendet werden. Mit der Funktion `ode45` wird die Lösung für das Anfangswertproblem im Bereich `[0, 30]` berechnet. Die Parameter sollen dabei wie folgt gesetzt sein: **a=1.0** und **b=1.2**. Anschließend wird die Auslenkung **y** in Abhängigkeit von der Zeit graphisch dargestellt.

Die Funktion `ode45` verwendet eine Schrittweitensteuerung. Deshalb besitzen die Zeitpunkte, für die die Lösung berechnet wird, nicht die gleichen Abstände. Berechnen Sie mit Hilfe der Funktion `maxdt` den maximalen Abstand der Zeitpunkte, der bei der Lösung der DGL verwendet wird und geben Sie diesen aus (siehe auch Teilaufgabe d).

```
global a; % 1 Punkt
global b;

a = 1.0; % 1 Punkt
b = 1.2;

y0= [0.8; 0.0]; % 1 Punkt

tspan = [0, 30]; % 1 Punkt

[t, y] = ode45(@fdg1, tspan, y0); % 2 Punkt

plot(t, y(:,1)); % 1 Punkt

dt = maxdt(t); % 1 Punkte

fprintf('dtmax = %f\n', dt); % 1 Punkt
```

b) Schreiben Sie die DGL in ein System von DGLn erster Ordnung um. Schreiben Sie auch die Anfangsbedingungen um.

$$y_1 = y(t) \qquad \dot{y}_1 = y_2(t) \qquad y_1 = 0.8$$

$$y_2 = \dot{y}(t) \quad \dot{y}_2 = -a \cdot \cos(y_1(t)) + b \cdot \cos(t) \qquad y_2 = 0.0$$

1 Punkt

2 Punkte

1 Punkt

c) Schreiben Sie die Funktion `fdg1` zur Definition der DGL.

```
function dy_dt = fdg1( t, y ) % 1 Punkt
global a; % 1 Punkt
global b;
dy_dt(1,1) = y(2); % 1 Punkt
dy_dt(2,1) = -a*cos(y(1)) + b*cos(t); % 2 Punkte
end
```

d) Schreiben Sie die Funktion `maxdt`, die in Teilaufgabe a verwendet wird. Die Funktion untersucht einen Vektor `t`, der als Parameter übergeben wird. Dieser Vektor enthält Zeitpunkte, die aufsteigend geordnet sind, d.h. es gilt  $t(k) < t(k+1)$  für alle Elemente von `t`. Die Funktion `maxdt` berechnet unter Verwendung einer for-Schleife den größten Abstand zweier aufeinanderfolgender Zeitpunkte und gibt diesen zurück.

```
function dtmax = maxdt( t ) % 1 Punkt
n = length(t); % 1 Punkt
dtmax = t(2) - t(1); % 1 Punkt
for k = 3:n % 2 Punkt
    if t(k) - t(k-1) > dtmax % 2 Punkte
        dtmax = t(k) - t(k-1); % 1 Punkt
    end
end
end
```

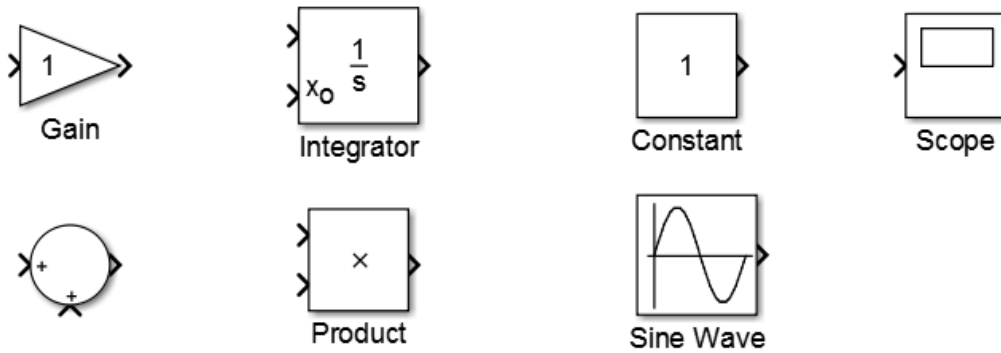
**Aufgabe 3: (ca. 18 Punkte)**

Mit Hilfe von Simulink soll die Lösung der folgenden Differentialgleichung im Intervall [ 0, 10 ] berechnet und graphisch dargestellt werden.

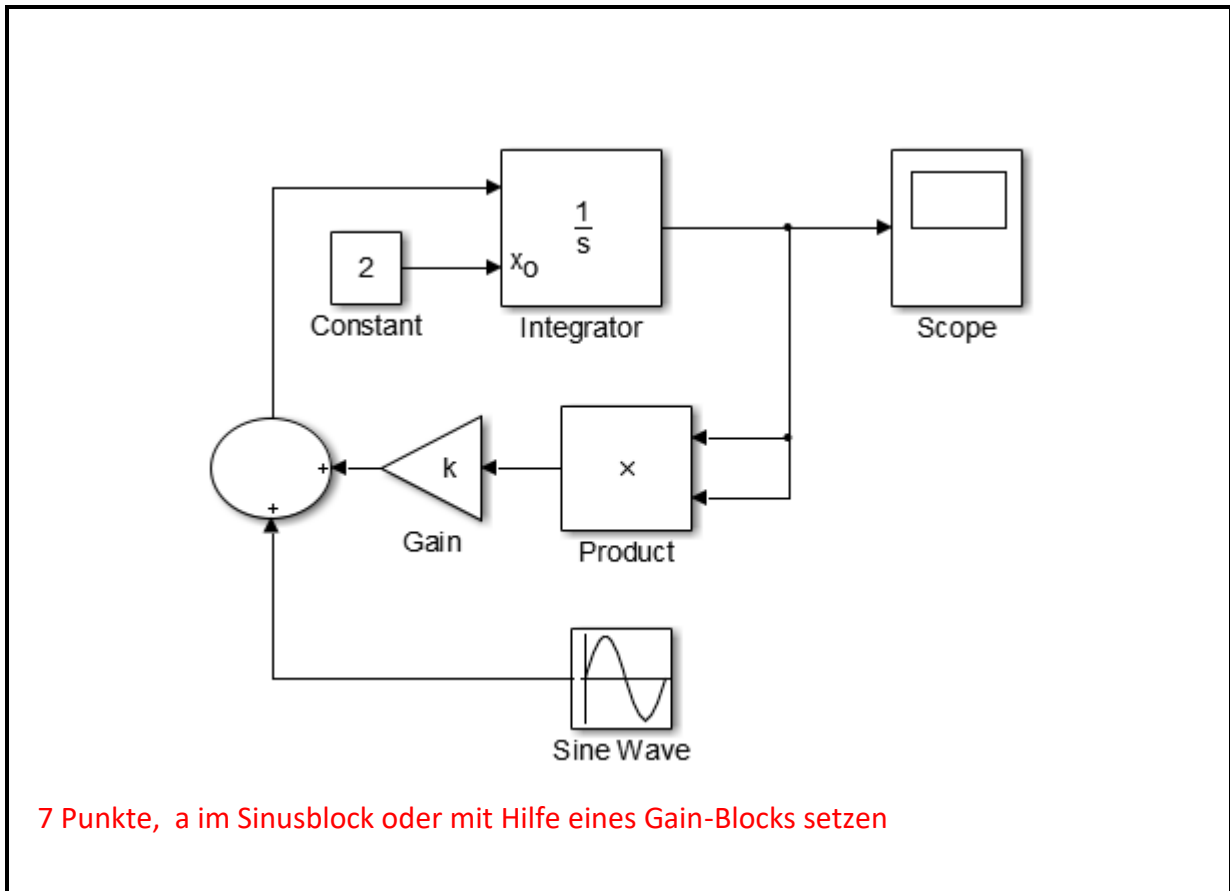
$$\dot{y}(t) = k \cdot y(t)^2 + a \cdot \sin(t) \quad , \quad y(t = 0) = 2$$

Die Ausgabe soll die Größe  $y$  anzeigen. Die Größen  $k$  und  $a$  sind Parameter.

Es dürfen nur folgende Simulink-Blöcke verwendet werden



- a) Zeichnen Sie die notwendigen Blöcke und den Signalfluss zur Lösung obiger Aufgabe. Kennzeichnen Sie  $y$  und die Anfangsbedingung. Kennzeichnen Sie, in welchen Blöcken die Parameter  $k$  und  $a$  gesetzt werden.



- b) Der Parameter k kann in zwei verschiedenen Workspaces gespeichert werden. Wie heißen diese? Was sind jeweils die Vor- und Nachteile ?

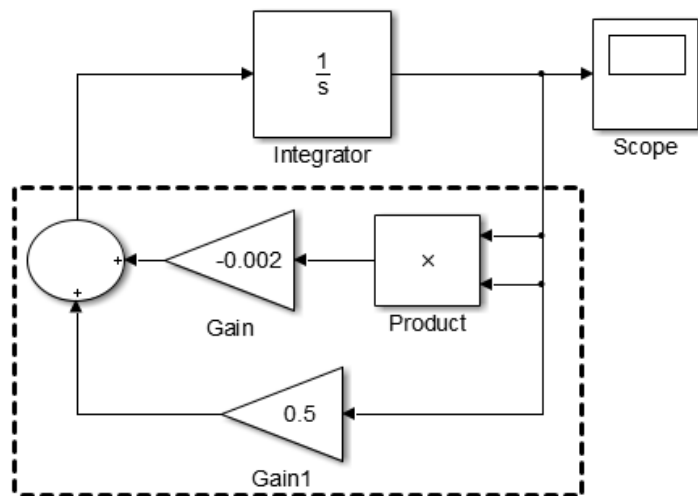
insgesamt 4 Punkte

BaseWorkspace      muss explizit gesetzt werden

Modell-Workspace      Parameter wird im Simulinkmodell gespeichert

- c)

Wie lautet die Differentialgleichung, die durch nebenstehendes Simulinkmodell beschrieben wird ?



$$\dot{y} = 0.5 \cdot y - 0.002 \cdot y^2$$

4 Punkte

- d) Wie kann der durch Strichlinien gekennzeichnete Bereich im Simulinkmodell von Teilaufgabe c durch einen einzigen Block ersetzt werden. Benennen Sie den entsprechenden Block und geben Sie den genauen Ausdruck an, den man in diesem Block eintragen muss.

Function Block

1 Punkt

$0.5 \cdot u - 0.002 \cdot u \cdot u$

2 Punkte

#### Aufgabe 4: (ca. 10 Punkte)

Schreiben Sie eine MATLAB-Funktion **matrix**, an die 3 Werte **a**, **b**, **c** und eine ganze Zahl **n** übergeben werden. Die Funktion **matrix** erzeugt eine  $n \times n$ -Matrix und gibt diese zurück. Die Matrix wird wie folgt gebildet. Die Elemente auf der Diagonalen der Matrix besitzen alle den Wert **a**, die Elemente im oberen Dreieck den Wert **b** und die Elemente im unteren Dreieck den Wert **c**.

Beispiel :

Mit **a=2**, **b=3**, **c=-1** und **n=4** wird die nebenstehende Matrix erzeugt :

$$\begin{bmatrix} 2 & 3 & 3 & 3 \\ -1 & 2 & 3 & 3 \\ -1 & -1 & 2 & 3 \\ -1 & -1 & -1 & 2 \end{bmatrix}$$

```
function [ A ] = matrix( a, b, c, n )      % 2 Punkte
    for z=1:n                              % 1 Punkt
        for s=1:n                          % 1 Punkt
            if z == s                      % 1 Punkt
                A(z,s) = a;                % 1 Punkt
            elseif z < s                   % 1 Punkt
                A(z,s) = b;                % 1 Punkt
            else
                A(z,s) = c;                % 1 Punkt
            end
        end                                % alle notwendigen ends 1 Punkt
    end
end
end
```