Prüfung: Informationstechnik MT 7D51
Termin: Freitag, 6. Mai 2016
10:00 – 11:30
Prüfer: Prof. J. Walter
Hilfsmittel: beliebig / kein Internet / kein WLAN

Name: ________________________

Vorname: ________________________

Projekt: ________________________

PC: ________________________

bitte keine rote Farbe verwenden

(nicht ausfüllen)!

Aufgabe	mögl. Punkte	erreichte Punkte
1	12	
2	10	
3	10	
4	6	
5	12	
Zusatzp. Labor		
Gesamt	50	
	Note	

Bearbeiten Sie die Aufgaben nur, falls Sie keine gesundheitlichen Beschwerden haben.

Viel Erfolg

Bemerkung:

Sie können die Vorder- und Rückseite benutzten. Es werden nur die auf den Prüfungsblättern vorhandenen oder fest mit den Prüfungsblättern verbundenen Ergebnisse gewertet.
Schreiben Sie jeweils den Ansatz und das Ergebnis auf die Blätter.

Erstellen Sie einen Ordner: IZ-Abkürzung mit 5 Unterordnern: A1 bis A5. NUR DIE IN DIESEN ORDNERN ENTHALTENEN ERGEBNISSE WERDEN GEWERTET!

1. Gauß'sches Fehlerquadrat

Die folgende Funktion f(x) mit der Periodendauer T=2 und der Beobachtungsdauer Tb=4;

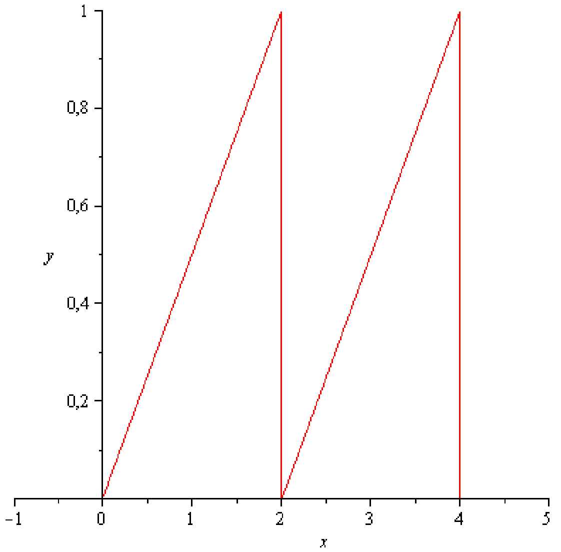


Abb.: f(x)

soll im Bereich 0 bis 4 durch die Näherungsfunktion:

$$fN = a + b \cdot \cos(\omega \cdot x) + c \cdot \sin(\omega \cdot x)$$

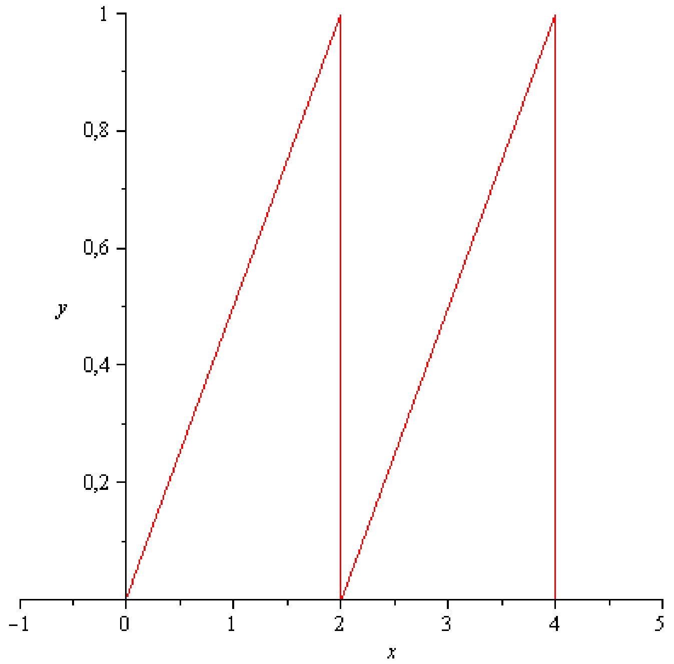
optimal im Sinne des Gauß'schen Fehlerquadrates angenähert werden.

a) Bestimmen Sie die Parameter der Funktion fN.
b) Skizzieren Sie beide Funktionen.
c) Skizzieren Sie die Differenzfunktion

```
> restart;
> f(x):=(Heaviside(x)-Heaviside(x-2))*(0.5*x)+(Heaviside(x-2)-Heaviside(x-4))*(0.5*x-1)*(Heaviside(x)-Heaviside(x-4));
>
```

$$f(x) := 0.5\,(\mathrm{Heaviside}(x) - \mathrm{Heaviside}(x-2))\,x + (\mathrm{Heaviside}(x-2) - \mathrm{Heaviside}(x-4))\,(0.5\,x - 1)\,(\mathrm{Heaviside}(x) - \mathrm{Heaviside}(x-4))$$

```
> plot(f(x),x=-1..5, y=0..1);
```




```
> fN:=a+b*cos(Pi*x)+c*sin(Pi*x);
>
```

$$fN := a + b\cos(\pi x) + c\sin(\pi x)$$

```
> S:=int((fN-f(x))^2, x=0..4);
```

$$S := 1.333333333 + 4.000000000 a^2 + 1.273239545 c + 2.000000000 b^2 - 4.000000000 a + 2.000000000 c^2$$

```
> Sa:=diff(S,a);
```

$$Sa := 8.000000000 a - 4.00000000($$

```
> Sb:=diff(S,b);
```

$$Sb := 4.000000000 b$$

```
> Sc:=diff(S,c);
```

$$Sc := 1.273239545 + 4.000000000 c$$

```
> solve({Sa,Sb,Sc},{a,b,c});
```

$$\{a = 0.5000000000, b = 0., c = -0.3183098862\}$$

```
> fN:=a+b*cos(Pi*x)+c*sin(Pi*x);
```

$$fN := a + b\cos(\pi x) + c\sin(\pi x)$$

```
> a:=0.5;
```

$$a := 0.5$$

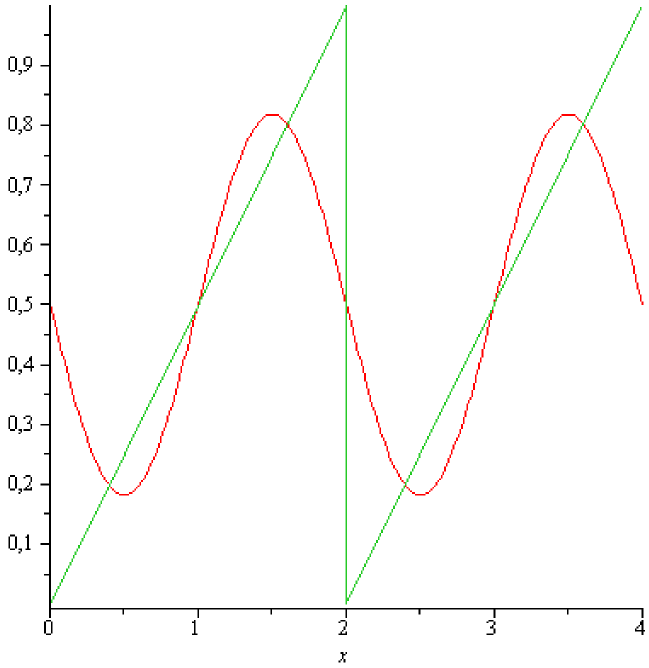
```
> b:=0;
```

$$b := 0$$

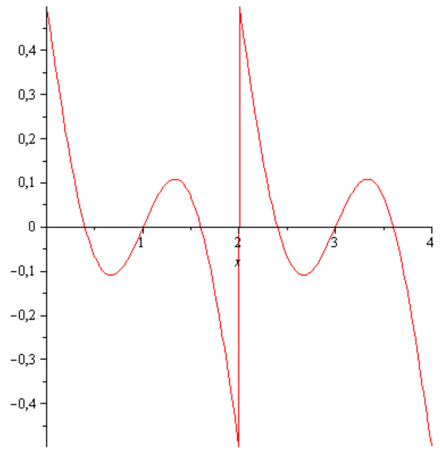
```
> c:=-0.3183098862;
```

$$c := -0.318309886.$$

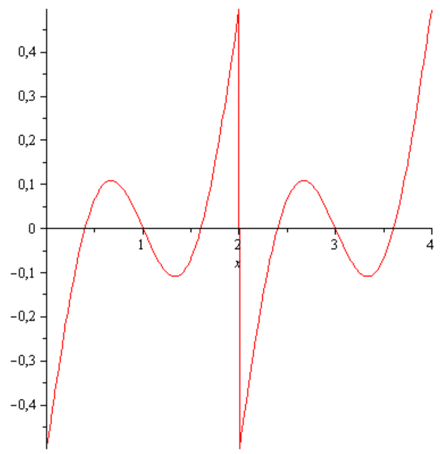
```
> plot([fN,f(x)],x=0..4);
```




```
> plot([fN-f(x)],x=0..4);
```




```
> plot([f(x)-fN],x=0..4);
```




```
>
```

2. DFT (10 Punkte)

a) Berechnen Sie mit Hilfe von **Agilent VEE** die DFT und die skalierte DFT der Funktion f(x) aus Aufgabe 1. Es genügen der Mittelwert und die Amplituden A_n bis zur 7. Schwingung. N=4096
b) Wie ist der Zusammenhang zu Aufgabe 1?

Lösung

	DFT	**Skalierte DFT**
A_0	**2047**	**0.5**
A_1	**0**	**0**
A_2	**651,8**	**0,3183**
A_3	**0**	**0**
A_4	**325,9**	**0,1592**
A_5	**0**	**0**
A_6	**217,3**	**0,1061**
A_7	**0**	**0**

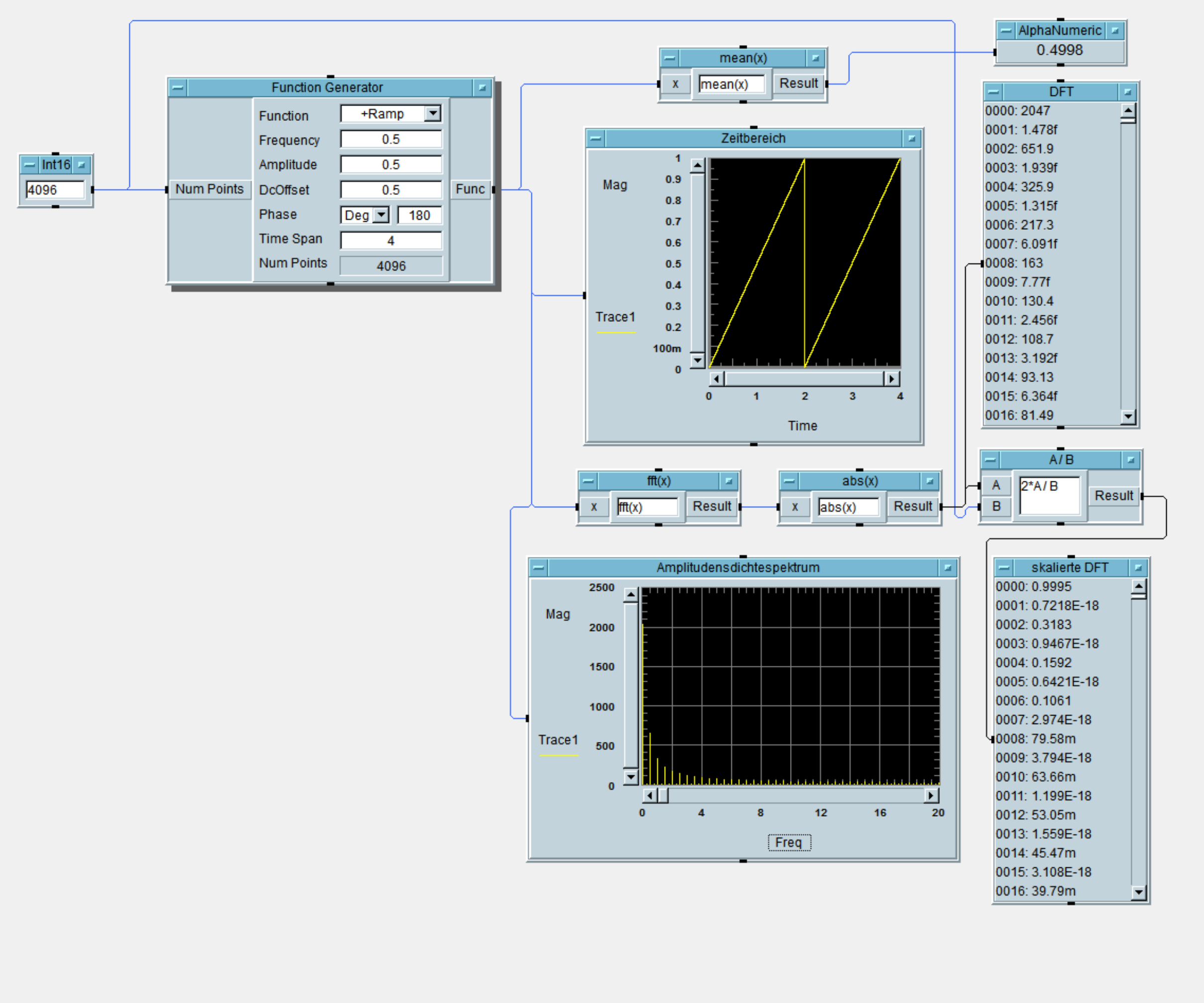
DFT:

$$\underline{F}'(m) = \Delta t * \sum_{n=0}^{N-1} f(n) * e^{-j\frac{2\pi mn}{N}}$$

Skalierte DFT

$$|s_m| = 2 * \left| \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} f[n] * \left[\cos\frac{2\pi mn}{N} - j\sin\frac{2\pi mn}{N} \right] \right|$$

b)
Die DFT nähert die Funktion im Sinne des Gauß'schen Fehlerquadrats an.


Int16
4096
Function Generator
Function
+Ramp
Frequency
0.5
Amplitude
0.5
DcOffset
0.5
Phase
Deg
180
Time Span
4
Num Points
4096
Num Points
Func
mean(x)
x
mean(x)
Result
AlphaNumeric
0.4998
DFT
0000: 2047
0001: 1.478f
0002: 651.9
0003: 1.939f
0004: 325.9
0005: 1.315f
0006: 217.3
0007: 6.091f
0008: 163
0009: 7.77f
0010: 130.4
0011: 2.456f
0012: 108.7
0013: 3.192f
0014: 93.13
0015: 6.364f
0016: 81.49
Zeitbereich
Mag
Trace1
Time
fft(x)
x
fft(x)
Result
abs(x)
x
abs(x)
Result
A / B
A
B
2*A / B
Result
Amplitudensdichtespektrum
Mag
Trace1
Freq
skalierte DFT
0000: 0.9995
0001: 0.7218E-18
0002: 0.3183
0003: 0.9467E-18
0004: 0.1592
0005: 0.6421E-18
0006: 0.1061
0007: 2.974E-18
0008: 79.58m
0009: 3.794E-18
0010: 63.66m
0011: 1.199E-18
0012: 53.05m
0013: 1.559E-18
0014: 45.47m
0015: 3.108E-18
0016: 39.79m

3. DGL - Übertragungsfunktion - Systemantwort (14 Punkte)

Gegeben ist ein Ersatzschaltbild für ein Leitungsstück:

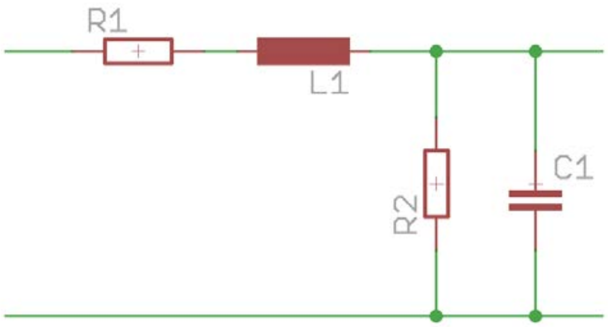


Abb.: Schaltung mit R1, R2, L und C

a) (1P) Erstellen Sie die Übertragungsfunktion G(s)
b) (1P) Erstellen Sie die Übertragungsfunktion G_{norm} (s) für die Werte

$$R1 = 1; \quad R2 = 10; \quad L = 1\ ; \quad C = 1$$

– Darstellung: Die höchste Potenz im Nenner hat den Faktor 1.

(10P) Bestimmen Sie die Antwort y(x) des Systems G_2 (s) auf die Eingangsfunktion: f(x)

Hinweis: Schreiben Sie den Ansatz für Maple auf. Als Ergebnis genügt die Skizze. Das Ergebnis ist etwas umfangreicher. Skizzieren Sie die Eingangsfunktion.

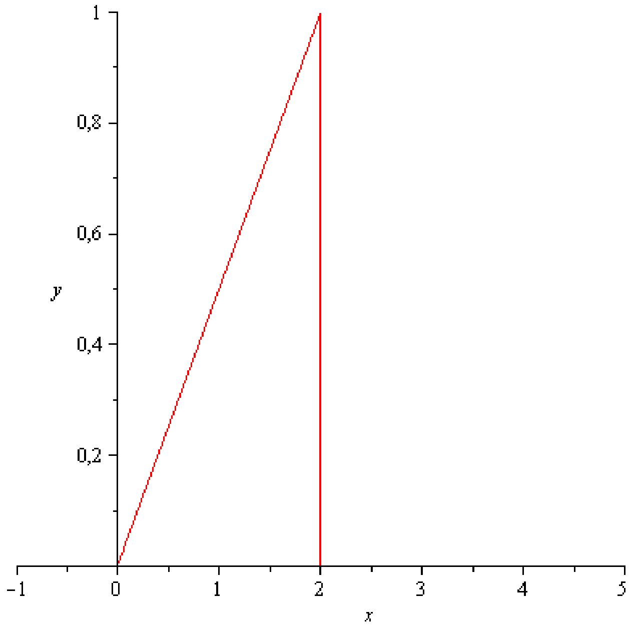
c) (2P) Skizzieren Sie Eingangsfunktion und die Antwort für x=0 bis x=20.

Lösung Aufgabe

```
> restart;
> f(x):=(Heaviside(x)-Heaviside(x-2))*(0.5*x);
>
```

$$f(x) := 0.5\ (\mathrm{Heaviside}(x) - \mathrm{Heaviside}(x-2))\ x$$

```
> plot(f(x),x=-1..5, y=0..1);
```




```
>
> G:=((R2*1/s*C)/(R2+1/(s*C)))/(R1+s*L+((R2*1/(s*C)))/(R2+(1/s*C)));
```

$$G := \frac{R2\,C}{s\left(R2 + \frac{1}{s\,C}\right)\left(R1 + s\,L + \frac{R2}{s\,C\left(R2 + \frac{C}{s}\right)}\right)}$$

```
> Gnorm:=subs(R1=1, R2=10, C=1, L=1, G);
```

$$Gnorm := \frac{10}{s\left(10 + \frac{1}{s}\right)\left(1 + s + \frac{10}{s\left(10 + \frac{1}{s}\right)}\right)}$$

```
> simplify(Gnorm);
```

$$\frac{10}{11\,s + 11 + 10\,s^2} = \frac{1}{s^2 + \frac{11}{10}\cdot s + \frac{11}{10}}$$

```
> with(inttrans);
```

[*addtable*, *fourier*, *fouriercos*, *fouriersin*, *hankel*, *hilbert*, *invfourier*, *invhilbert*, *invlaplace*, *invmellin*, *laplace*, *mellin*, *savetable*]

```
> X:=laplace(f(x),x,s);
```

$$X := \frac{0.5000000000\left(1. - 1.\left(e^{-2.\,s}\right)^{1.}\left(2.\,s + 1.\right)^{1.}\right)^{1.}}{s^{2.}}$$

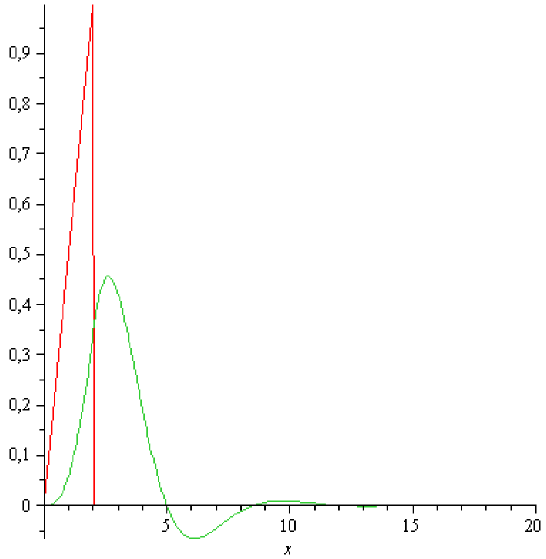
```
> Y:=Gnorm*X;
```

$$Y := \frac{5.000000000\left(1. - 1.\left(e^{-2.\,s}\right)^{1.}\left(2.\,s + 1.\right)^{1.}\right)^{1.}}{s^{3.}\left(10 + \frac{1}{s}\right)\left(1 + s + \frac{10}{s\left(10 + \frac{1}{s}\right)}\right)}$$

```
> y:=invlaplace(Y,s,x);
```

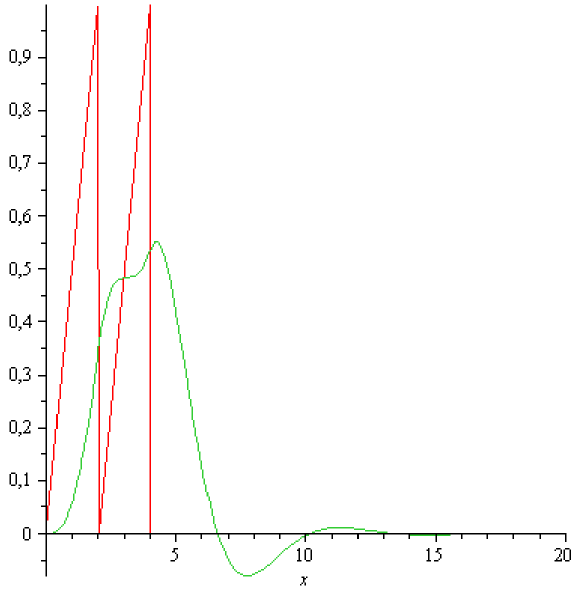
$$y := 0.001424907381 \mathrm{e}^{-0.5500000000\,x + 1.100000000}\,\mathrm{Heaviside}(x - 2.)\,(553.6777041 \sin(0.8930285550 x - 1.786057110) + 319.\cos(0.8930285550 x - 1.786057110)) + 0.001424907381 (319.\cos(0.8930285550 x) - 160.7451399 \sin(0.8930285550 x))\,\mathrm{e}^{-0.5500000000\,x} + 0.4545454545 \mathrm{Heaviside}(2. - 1.\,x)\,(x - 1.)$$

```
> plot([f(x),y],x=0..20);
```



Lösung für Beobachtungsdauer:

```
> plot([f(x),y],x=0..20);
```




```
>
```

4 Numerische Verarbeitung digitaler Signale

Die Kurve f(x) – Aufgabe 1 - wird in VEE mit 16 Werten über die Beobachtungsdauer Tb=4s abgetastet. Erstellen Sie die Tabelle:

n	t	f[n]	geglättet	df/dt
0	0	0		
1	0,25	0,125		0,5
2	0,5	0,25		0,5
3	0,75	0,375	0,375	0,5
4	1	0,5	0,5	0,5
5	1,25	0,625	0,725	0,5
6	1,5	0,75	0,85	0,5
7	1,75	0,875	0,625	-1,5
8	2	0	0,25	-1,5
9	2,25	0,125	0,025	0,5
10	2,5	0,25	0,15	0,5
11	2,75	0,375	0,375	0,5
12	3	0,5	0,5	0,5
13	3,25	0,625		0,5
14	3,5	0,75		0,5
15	3,75	0,875		

Zur Analyse werden die Werte mit folgender Formel geglättet:

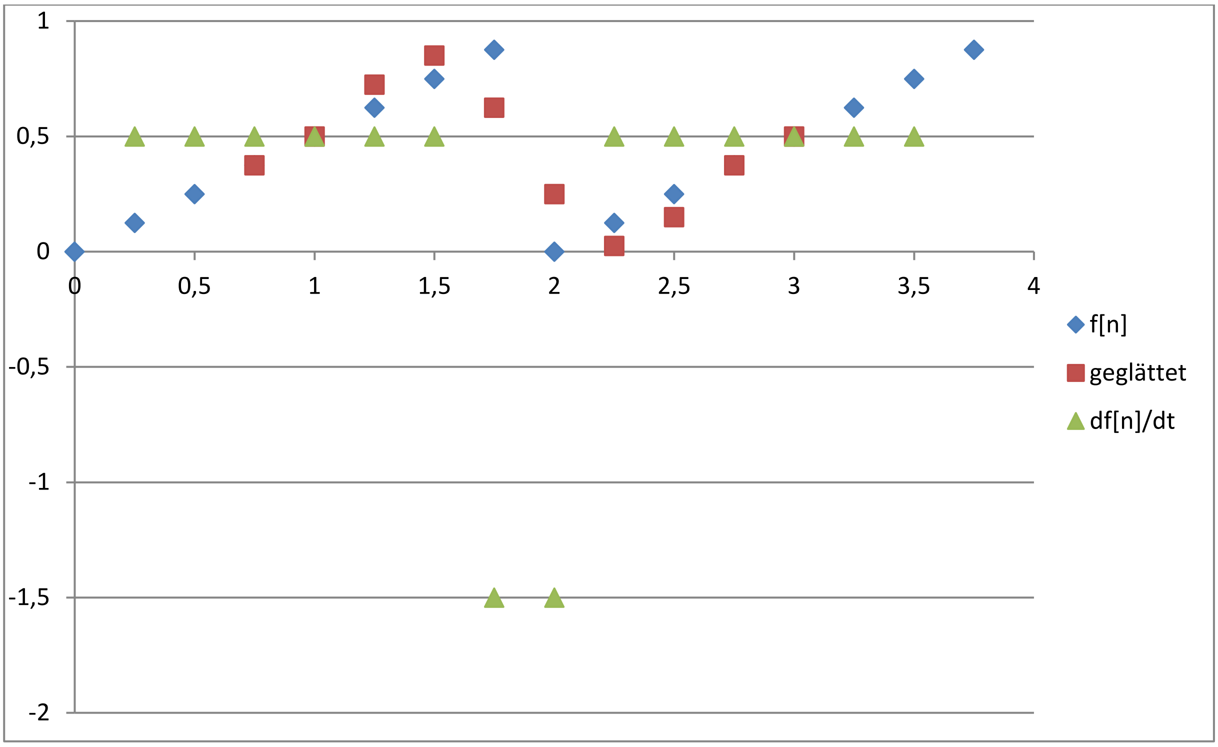
$$y_n = -\frac{1}{10}x_{n+3} + \frac{3{,}5}{10}x_{n+1} + \frac{1}{2}x_n + \frac{3{,}5}{10}x_{n-1} - \frac{1}{10}x_{n-3}$$

a. Skizzieren Sie ein Diagramm mit den Ursprungswerten und den geglätteten Werten

b. Differenzieren Sie die ursprüngliche Kurve und zeichnen diese in ein Diagramm.

c. Ermitteln Sie folgende Kennwerte aus der geglätteten Datenreihe:

0,4375	Mittelwert
0,50056218	Effektivwert


1
0,5
0
-0,5
-1
-1,5
-2
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
f[n]
geglättet
df[n]/dt

5 Fragen zum Labor (5+2+5+2)

a) Zeichnen Sie ein Blockschaltbild ihrer im Labor entwickelten Anlage nach dem allgemeinen Blockschaltbild der Informationstechnik.
b) Kennzeichnen Sie die Stellen der verschiedenen Störeinflüsse
c) Beschriften Sie alle Signale mit inkl. der anliegenden Größen.
(z.B. Umax=5V; Imax=100mA)
d) Welche Informationen liefern Sie ihrer Marketing-Abteilung?