Informationstechnik Lösung WS 2014

Prüfung:	**Informationstechnik MT 7D51**
Termin:	**Mittwoch, 26. November 2014**
	11:30 – 13:00
Prüfer:	**Prof. J. Walter**
Hilfsmittel:	**beliebig / kein Internet / kein WLAN**

Name: ______________________________

Vorname: ______________________________

Projekt: ______________________________

Stick: ______________________________

PC: ______________________________

bitte keine rote Farbe verwenden

(nicht ausfüllen) !

Aufgabe	mögl. Punkte	erreichte Punkte
1	12	
2	10	
3	14	
4	7	
5	7	
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.
Mit Abgabe dieser Arbeit bestätigen Sie das Löschen von Maple und HPVEE „Classroom-Lizenz" auf ihrem PC.

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=4:

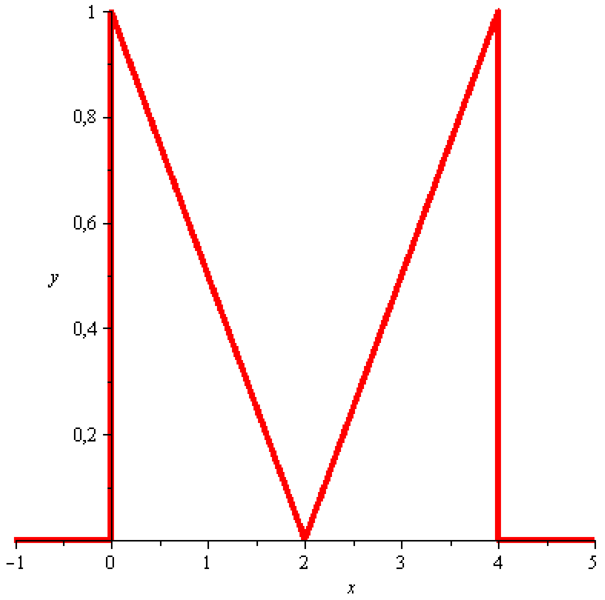


Abb.: f(x)

soll im Bereich 0 bis 4 durch die Näherungsfunktion:

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

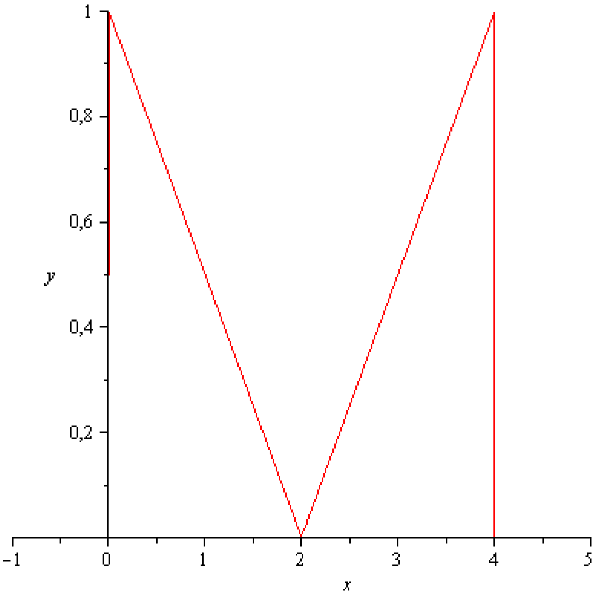
optimal im Sinne des Gauß'schen Fehlerquadrates angenähert werden.

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

```
> restart;
> f(x):=(0.5+(Heaviside(x)-Heaviside(x-2))*(-0.5*x+0.5)+(Heaviside(x-2)-Heaviside(x-4))*(0.5*x-1.5))*(Heaviside(x)-Heaviside(x-4));
>
```

$$f(x) := (0.5 + (\mathrm{Heaviside}(x) - \mathrm{Heaviside}(x-2))(-0.5\,x + 0.5) + (\mathrm{Heaviside}(x-2) - \mathrm{Heaviside}(x-4))(0.5\,x - 1.5))(\mathrm{Heaviside}(x) - \mathrm{Heaviside}(x-4))$$

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




```
> fN:=a+b*cos(1/2*Pi*x)+c*sin(1/2*Pi*x)*b;
```

$$fN := a + b\cos\left(\frac{1}{2}\pi x\right) + c\sin\left(\frac{1}{2}\pi x\right) b$$

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

$$S := -1.621138938\, b + 3.\ 10^{-13}\, b^2\, c + 2.000000000\, c^2\, b^2 - 4.000000000\, a + 1.333333333 + 2.000000000\, b^2 + 4.000000000\, a^2$$

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

$$Sa := -4.000000000 + 8.000000000\, a$$

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

$$Sb := -1.621138938 + 6.\ 10^{-13}\, c\, b + 4.000000000\, c^2\, b + 4.000000000\, b$$

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

$$Sc := 3.\ 10^{-13}\, b^2 + 4.000000000\, b^2\, c$$

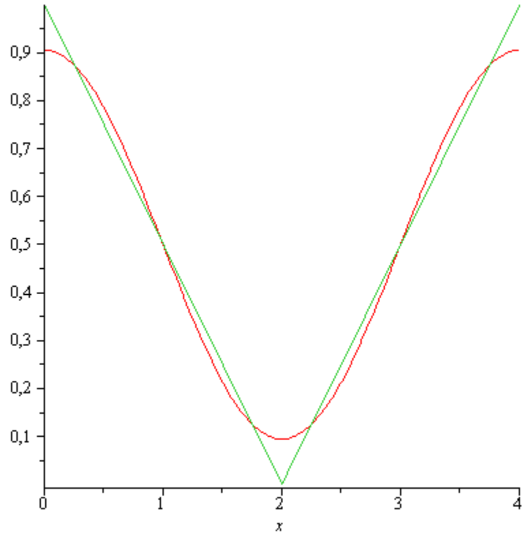
```
> solve({Sa,Sb,Sc},{a,b,c});
```

$$\{a = 0.5000000000,\ b = 0.4052847345,\ c = -7.500000000\ 10^{-14}\}$$

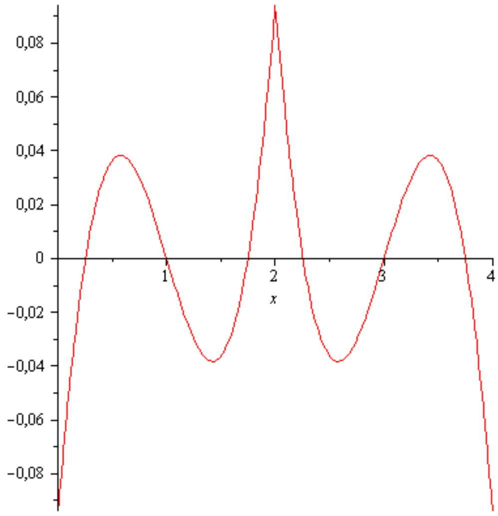
```
> fN:=0.5+0.405*cos(0.5*Pi*x);
```

$$fN := 0.5 + 0.405\cos(0.5\,\pi\, x)$$

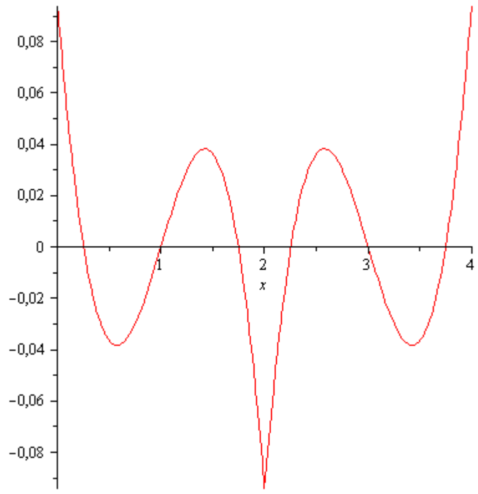
```
> plot([fN,f(x)],x=0..4);
```




```
> 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	2048	0.5
A_1	830	0,4053
A_2	0	0
A_3	92,22	45,03m
A_4	0	0
A_5	33,2	16,21m
A_6	0	0
A_7	16,94	8,271m

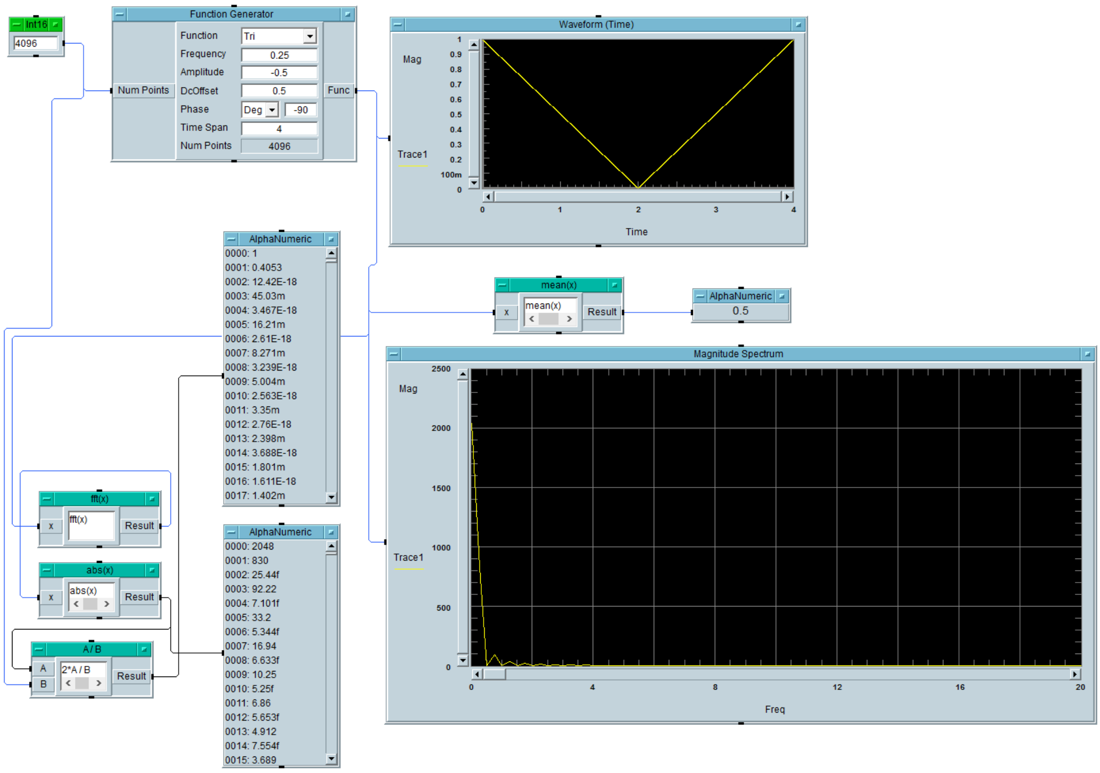
DFT:

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

Skalierte DFT

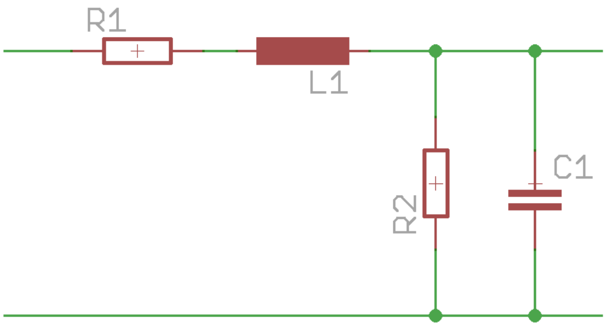
$$\left|s_m\right| = 2 * \left| \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} f[n] * \left[\cos\frac{2\pi mn}{N} - j\sin\frac{2\pi mn}{N} \right] \right|$$

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


Int16
4096
Function Generator
Num Points
Function Tri
Frequency 0.25
Amplitude -0.5
DcOffset 0.5
Phase Deg -90
Time Span 4
Num Points 4096
Func
Waveform (Time)
Mag
Trace1
Time
AlphaNumeric
0000: 1
0001: 0.4053
0002: 12.42E-18
0003: 45.03m
0004: 3.467E-18
0005: 16.21m
0006: 2.61E-18
0007: 8.271m
0008: 3.239E-18
0009: 5.004m
0010: 2.563E-18
0011: 3.35m
0012: 2.76E-18
0013: 2.398m
0014: 3.688E-18
0015: 1.801m
0016: 1.611E-18
0017: 1.402m
mean(x)
Result
AlphaNumeric
0.5
Magnitude Spectrum
Mag
Trace1
Freq
fft(x)
Result
abs(x)
Result
A / B
2*A / B
Result
AlphaNumeric
0000: 2048
0001: 830
0002: 25.44f
0003: 92.22
0004: 7.101f
0005: 33.2
0006: 5.344f
0007: 16.94
0008: 6.633f
0009: 10.25
0010: 5.25f
0011: 6.86
0012: 5.653f
0013: 4.912
0014: 7.554f
0015: 3.689

3. DGL - Übertragungsfunktion - Systemantwort (14 Punkte)

Gegeben ist ein Ersatzschaltbild für ein Leitungsstück:



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

$$R1 = 1; \quad R2 = 10; \quad L = 2\;; \quad C = 1$$

– 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) für eine Periode.

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

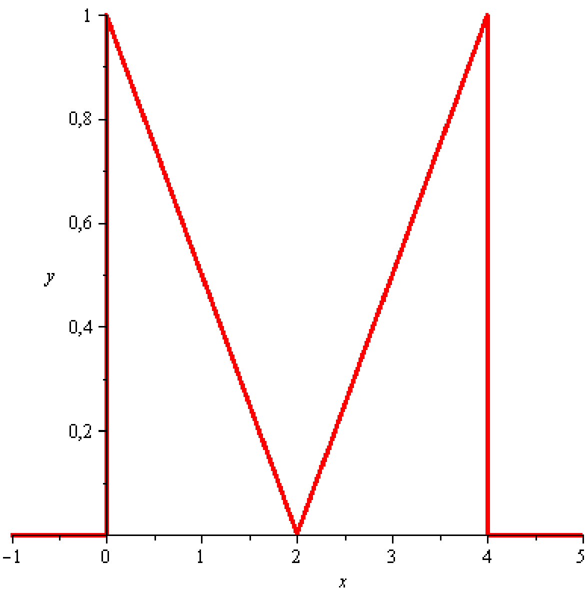
c) (2P) Skizzieren Sie Eingangsfunktion und die Antwort für x=0 bis x=20.

Lösung Aufgabe

```
> restart;
> f(x):=(0.5+(Heaviside(x)-Heaviside(x-2))*(-0.5*x+0.5)+(Heaviside(x-2)-Heaviside(x-4))*(0.5*x-1.5))*(Heaviside(x)-Heaviside(x-4));
```

$$f(x) := (0.5 + (\mathrm{Heaviside}(x) - \mathrm{Heaviside}(x-2))\,(-0.5\,x + 0.5) + (\mathrm{Heaviside}(x-2) - \mathrm{Heaviside}(x-4))\,(0.5\,x - 1.5))\,(\mathrm{Heaviside}(x) - \mathrm{Heaviside}(x-4))$$

```
> 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=2, G);
```

$$Gnorm := \frac{10}{s \left(10 + \frac{1}{s}\right) \left(1 + 2\, s + \frac{10}{s \left(10 + \frac{1}{s}\right)}\right)}$$

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

$$\frac{10}{12\, s + 11 + 20\, s^2}$$

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

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

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

$$X := \frac{1}{s^{1.}} + \frac{0.5000000000\left(-1. - 1.\, e^{-4.\, s}\, (3.\, s + 2.) + 2.\, e^{-2.\, s}\right)}{s^{2.}}$$
$$+ 0.5000000000\, laplace\left(\mathrm{Heaviside}(x - 4.)^{2.}\, x, x, s\right)$$
$$- 1.500000000\, laplace\left(\mathrm{Heaviside}(x - 4.)^{2.}, x, s\right)$$

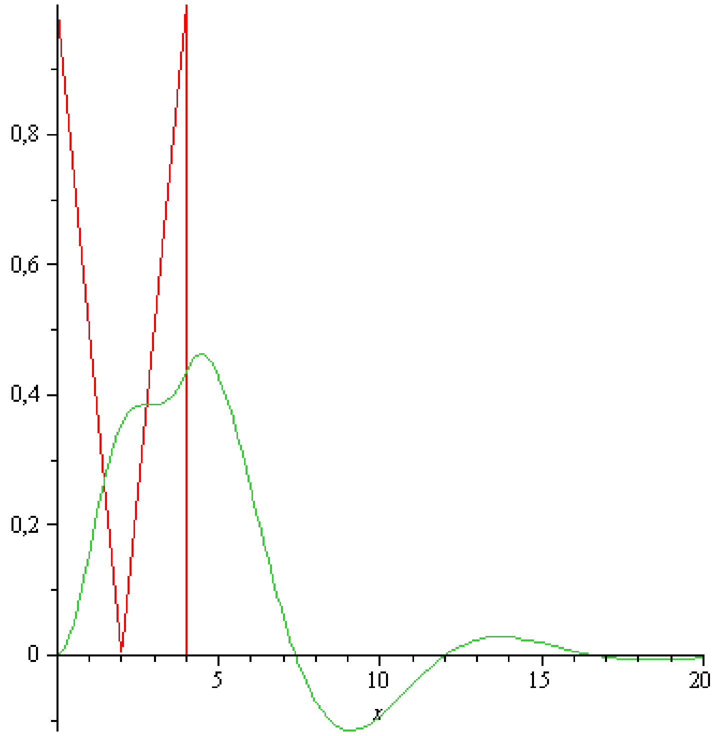
```
> Y:=Gnorm*X;
```

$$Y := \left(10\left(\frac{1}{s^{1.}} + \frac{0.5000000000\left(-1. - 1.\,e^{-4.\,s}\,(3.\,s + 2.) + 2.\,e^{-2.\,s}\right)}{s^{2.}} + 0.5000000000\,laplace\left(\text{Heaviside}(x - 4.)^{2.}\,x, x, s\right) - 1.500000000\,laplace\left(\text{Heaviside}(x - 4.)^{2.}, x, s\right)\right)\right) \Bigg/ \left(s\left(10 + \frac{1}{s}\right)\left(1 + 2\,s + \frac{10}{s\left(10 + \frac{1}{s}\right)}\right)\right)$$

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

$$y := 1.404958678 - 0.4545454545\,x + 0.003593244700\left(-391.\cos(0.6782329983\,x) + 13.56465997\sin(0.6782329983\,x)\right) e^{-0.3000000000\,x} + 0.001796622350\left(782. - 253.\,x + 10.\,e^{-0.3000000000\,x + 1.200000000}\left(47.47630988\sin(0.6782329983\,x - 2.712931993) + 23.\cos(0.6782329983\,x - 2.712931993)\right)\right) \text{Heaviside}(x - 4.) + 0.003593244700\left(-782. + 253.\,x + \left(-250.9462094\sin(0.6782329983\,x - 1.356465997) + 276.\cos(0.6782329983\,x - 1.356465997)\right) e^{-0.3000000000\,x + 0.6000000000}\right) \text{Heaviside}(x - 2.)$$

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



>

4 Numerische Verarbeitung digitaler Signale

Die Kurve f(x) – Aufgabe 1 - wird in VEE mit 16 Werten pro Periode abgetastet. Erstellen Sie die Tabelle:

n	t	f[n]	geglättet	df/dt
0	0	1		
1	0,25	0,875		-0,5
2	0,5	0,75		-0,5
3	0,75	0,625	0,625	-0,5
4	1	0,5	0,5	-0,5
5	1,25	0,375	0,375	-0,5
6	1,5	0,25	0,225	-0,5
7	1,75	0,125	0,075	-0,5
8	2	0	0,0125	0
9	2,25	0,125	0,075	0,5
10	2,5	0,25	0,225	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		
15	3,75	0,875		

Zur Analyse werden die Werte mit folgender Formel geglättet:

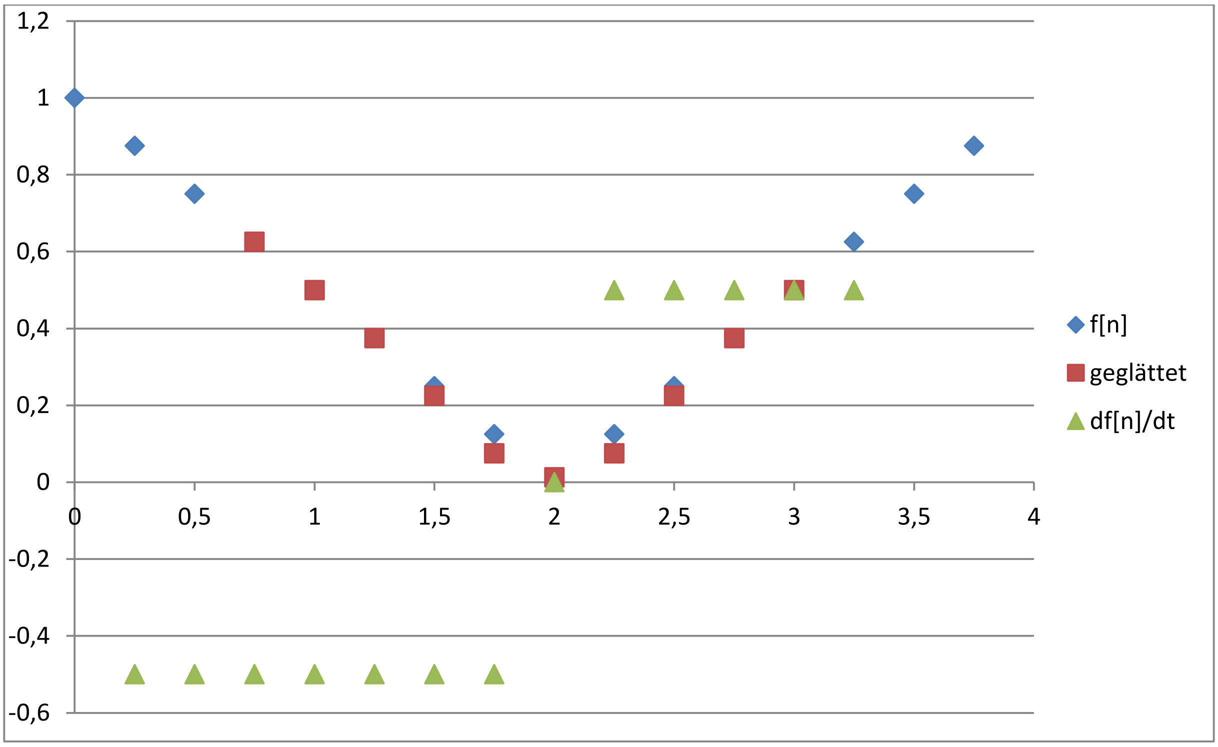
$$y_n = -\frac{1}{10}x_{n+3} + \frac{3{,}5}{10}x_{n+1} + \frac{1}{2}x_n + \frac{3{,}5}{10}x_{n-1} - \frac{1}{10}x_{n-3}$$

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

b. Differenzieren Sie die ursprüngliche Kurve und zeichnen diese ins Diagramm.

c. Ermitteln Sie folgende Kennwerte aus der geglätteten Datenreihe:

0,29875	Mittelwert
0,19799384	Standardabweichung
0,35840358	Effektivwert



5 Fragen zum Labor (2+2+3)

a) Warum wird die Verfahrschiene für Kameras mit einem teuren Motor - der über Ethernet gesteuert wird - ausgestattet?

Damit die Verfahrschiene mit anderen Einheiten, beispielsweise Licht, Ton oder Kameras synchronisiert werden kann.

b) Bei digitalen Filtern treten sehr häufig Multiplikationen und Additionen auf. Welcher Einheit eines DSP‘s werd44en diese ausgeführt?

Mit der MAC-Einheit: Multiplizier und Accumulier-Einheit

c) Warum wird die Abstandsmessung zum Boden beim Multikopter realisiert.

Damit die Landung automatisch durchgeführt werden kann. (Damit auch ein Professor landen kann. ;-)