



Prüfung: Informationstechnik MT 7D51
Termin: Mittwoch, 1. Dezember 2010
09:00 – 10:30
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	12	
3	14	
4	12	
Gesamt		
	Note	

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

Viel Erfolg

Bemerkung: Löschen Sie zunächst den Stick und erstellen Sie einen Ordner mit ihrem Namen.

Sie können die Vorder- und Rückseite benutzen. Es werden die auf den Prüfungsblättern vorhandenen oder fest mit den Prüfungsblättern verbundenen Ergebnisse gewertet. Schreiben Sie nur den Ansatz und das Ergebnis/Skizze auf die Blätter. Die gesamte Lösung erstellen Sie auf dem Stick/Rechner in den Ordnern: INFO-SS10/ A1_Nachname, A2_Nachname, A3_Nachname, A4_Nachname

Mit Abgabe dieser Arbeit bestätigen Sie das Löschen von HPVEE „Classroom-Lizenz“ und Maple 12 auf ihrem PC.

WICHTIG: IN JEDER LÖSUNG MUSS AM ANFANG: NAME + MATR.-NR. STEHEN!



1. Gauß'sches Prinzip der kleinsten Fehlerquadrate

Die nachfolgende Funktion $h(t)$:

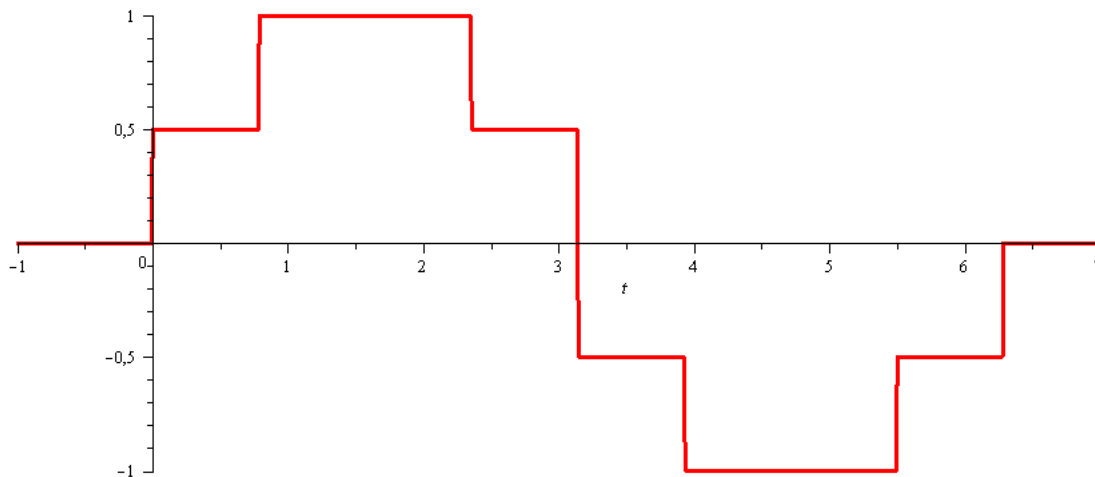


Abbildung 1 Funktion $h(t)$

soll im Bereich $0 \leq t \leq \pi$ optimal durch die Funktion

$g := a + b \cdot \sin(t) + c \cdot \sin(2 \cdot t) + d \cdot \sin(3 \cdot t)$ angenähert werden. Erzeugen Sie die

Funktion $h(t)$ mit Hilfe der Heaviside-Funktion. Die Sprünge sind bei: $0; \frac{\pi}{4}; \frac{3}{4} \cdot \pi; \pi$ u.s.w.

- a) 8P Bestimmen Sie die Parameter der Funktion $g(t)$. Plotten Sie die Funktion $g(t)$ und $h(t)$
- b) 2P Skizzieren Sie das Ergebnis.
- c) 2P Um welche-r/n Stelle/n tritt die größte Abweichung auf?

> restart;

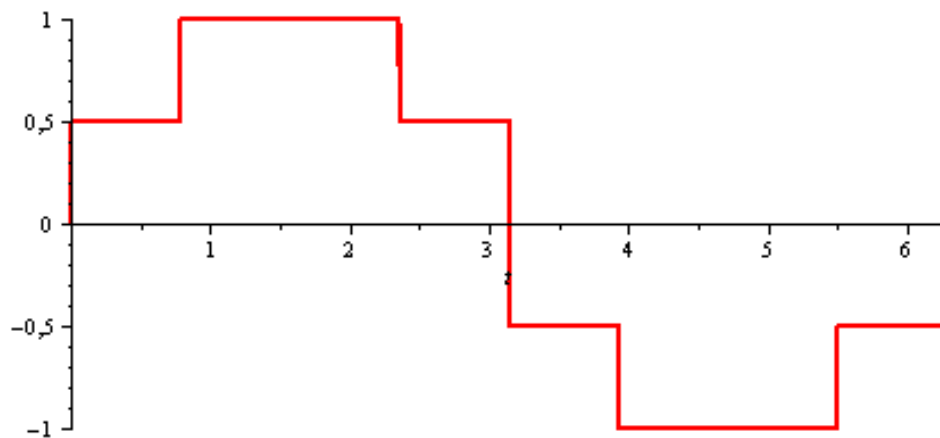
>

$$\begin{aligned} h := & \frac{1}{2} \cdot \text{Heaviside}(t) + \frac{1}{2} \cdot \text{Heaviside}\left(t - \frac{\pi}{4}\right) - \frac{1}{2} \cdot \text{Heaviside}\left(t - \frac{3 \cdot \pi}{4}\right) \\ & - \frac{1}{2} \cdot \text{Heaviside}(t - \pi) - \left(\frac{1}{2} \cdot \text{Heaviside}(t - \pi) + \frac{1}{2} \cdot \text{Heaviside}\left(t - \frac{5 \cdot \pi}{4}\right) - \frac{1}{2} \cdot \text{Heaviside}\left(t - \frac{7 \cdot \pi}{4}\right) - \frac{1}{2} \cdot \text{Heaviside}(t - 2 \cdot \pi)\right); \end{aligned}$$



$$h := \frac{1}{2} \text{Heaviside}(t) + \frac{1}{2} \text{Heaviside}\left(t - \frac{1}{4} \pi\right) - \frac{1}{2} \text{Heaviside}\left(t - \frac{3}{4} \pi\right) - \text{Heaviside}(t - \pi) - \frac{1}{2} \text{Heaviside}\left(t - \frac{5}{4} \pi\right) + \frac{1}{2} \text{Heaviside}\left(t - \frac{7}{4} \pi\right) + \frac{1}{2} \text{Heaviside}(t - 2 \pi)$$

> plot(h, t = -0.01 .. 6.29, thickness = 3);



> g := a + b · sin(t) + c · sin(2 · t) + d · sin(3 · t);

$$g := a + b \sin(t) + c \sin(2 t) + d \sin(3 t)$$

> S := $\int_0^{2 \cdot \pi} (h - g)^2 dt$;

$$S := -4 b + \frac{5}{4} \pi + b^2 \pi + c^2 \pi - \frac{4}{3} d - 2 b \sqrt{2} + 2 a^2 \pi + d^2 \pi + \frac{2}{3} d \sqrt{2}$$

> dSa := diff(S, a);

$$dSa := 4 a \pi$$

> dSb := diff(S, b);

$$dSb := -4 + 2 b \pi - 2 \sqrt{2}$$

> dSc := diff(S, c);

$$dSc := 2 c \pi$$

> dSd := diff(S, d);

$$dSd := -\frac{4}{3} + 2 d \pi + \frac{2}{3} \sqrt{2}$$

> solve({dSa, dSb, dSc, dSd}, {a, b, c, d});

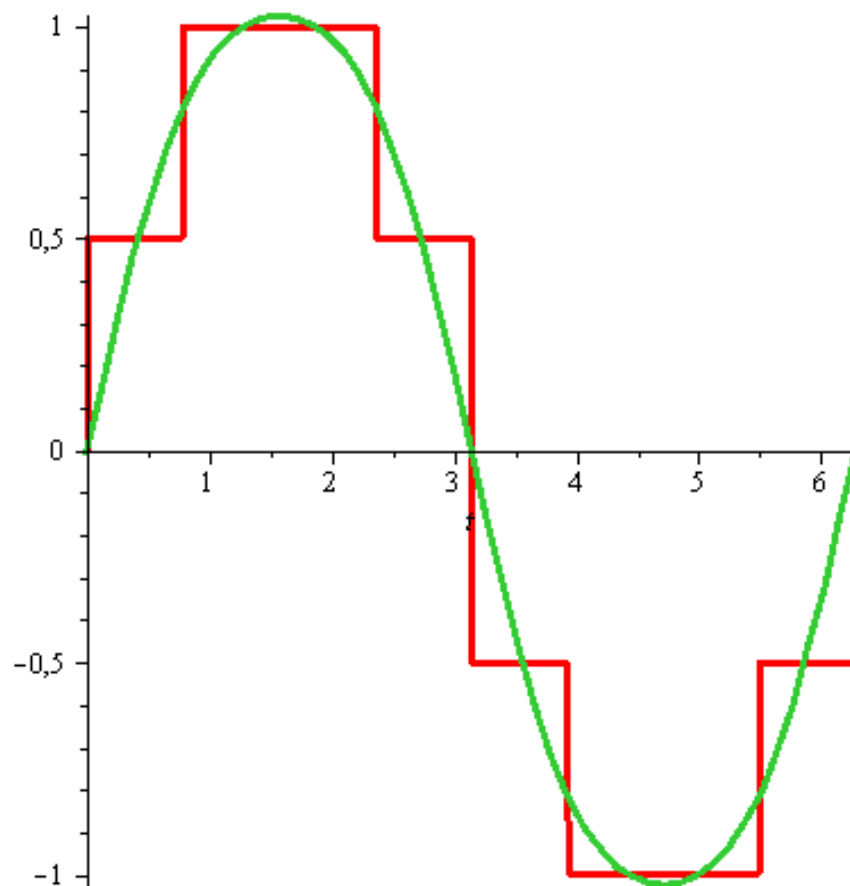


$$\left\{ a = 0, b = \frac{2 + \sqrt{2}}{\pi}, c = 0, d = -\frac{1}{3} \frac{-2 + \sqrt{2}}{\pi} \right\}$$

> $gl := + \frac{2 + \sqrt{2}}{\pi} \cdot \sin(t)$
 $- \frac{1}{3} \frac{-2 + \sqrt{2}}{\pi} \cdot \sin(3 \cdot t);$

$$gl := \frac{(2 + \sqrt{2}) \sin(t)}{\pi}$$
$$- \frac{1}{3} \frac{(-2 + \sqrt{2}) \sin(3 t)}{\pi}$$

> $plot([h, gl], t = -0.01 .. 6.29, thickness = 3);$

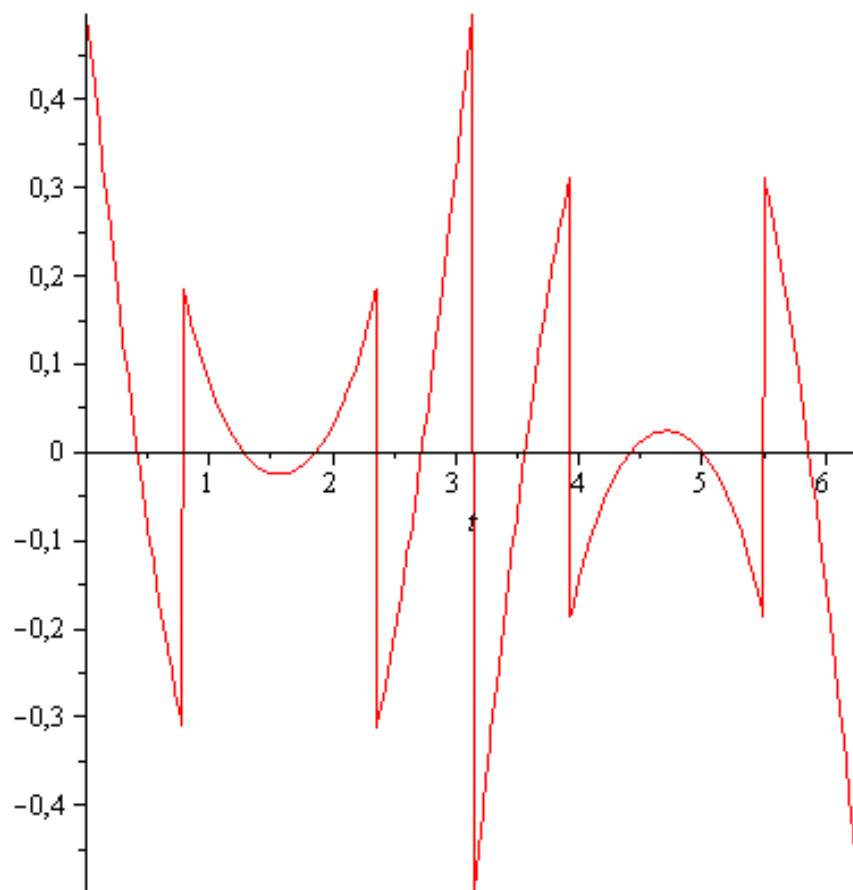


> $DIF := h - gl;$



$$\begin{aligned} DIF := & \frac{1}{2} \text{Heaviside}(t) + \frac{1}{2} \text{Heaviside}\left(t - \frac{1}{4} \pi\right) - \frac{1}{2} \text{Heaviside}\left(t - \frac{3}{4} \pi\right) \\ & - \text{Heaviside}(t - \pi) - \frac{1}{2} \text{Heaviside}\left(t - \frac{5}{4} \pi\right) + \frac{1}{2} \text{Heaviside}\left(t - \frac{7}{4} \pi\right) \\ & + \frac{1}{2} \text{Heaviside}(t - 2 \pi) \\ & - \frac{(2 + \sqrt{2}) \sin(t)}{\pi} \\ & + \frac{1}{3} \frac{(-2 + \sqrt{2}) \sin(3 t)}{\pi} \end{aligned}$$

> `plot(DIF, t = 0 .. 6.3);`



> *An der Stelle $t = 0, \pi; 2 \cdot \pi$;*

*An der Stelle $t = 0, \pi$
 2π*

> `evalf(g1);`



$$1.086777930 \sin(t) \\ + 0.06215387146 \sin(3 \cdot t)$$

>
>



2. DFT

Die Funktion:

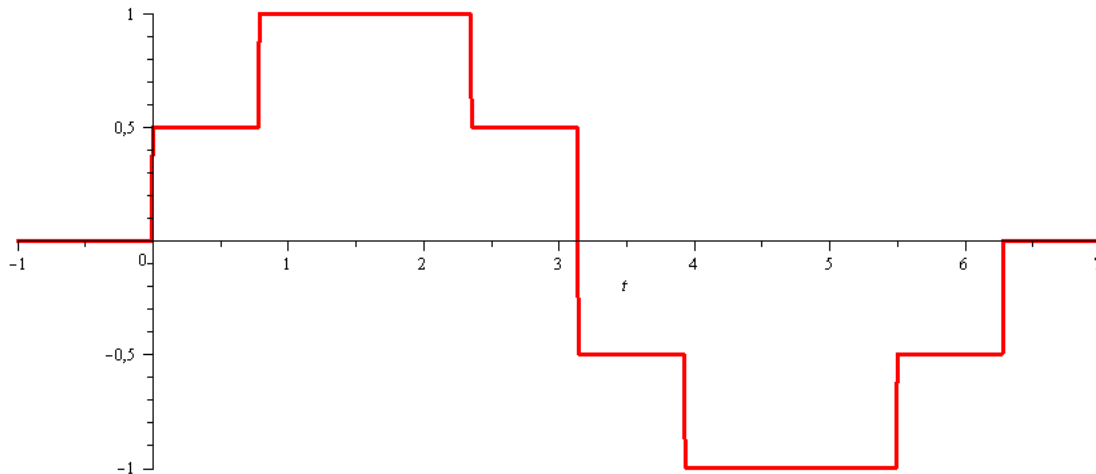


Abbildung 2: Funktion $h(t)$

Wird als Summe der drei nachfolgenden Funktionen in HPVVE nachgebildet:

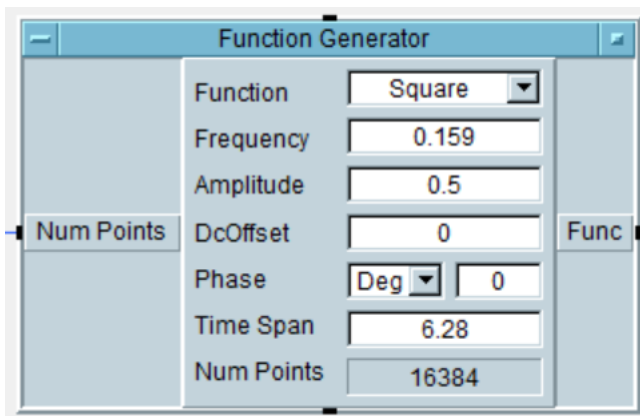


Abbildung 3 Funktion f_1



Pulse Generator		
	Frequency	0.159
	Pulse Width	1.57
	Pulse Delay	0.79
	Thresholds	0%-100%
	Rise Time	1u
	Fall Time	1u
Num Points	High	0.5
	Low	0
	Burst Mode	OFF
	Burst Count	2
	Burst Rep Rate	150
	Time Span	6.28
	Num Points	16384

pulse WF

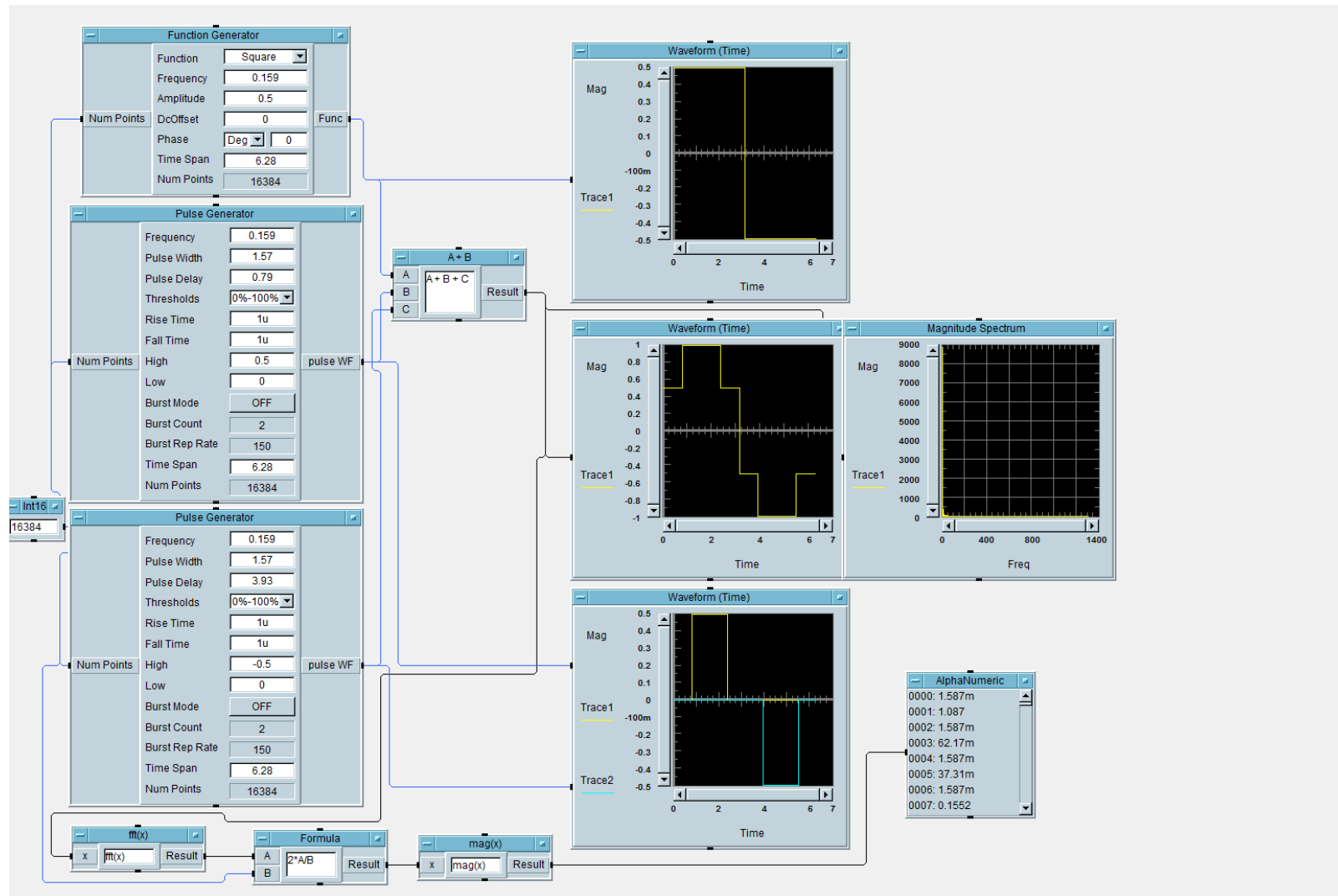
Abbildung 4 Funktion f2

Pulse Generator		
	Frequency	0.159
	Pulse Width	1.57
	Pulse Delay	3.93
	Thresholds	0%-100%
	Rise Time	1u
	Fall Time	1u
Num Points	High	-0.5
	Low	0
	Burst Mode	OFF
	Burst Count	2
	Burst Rep Rate	150
	Time Span	6.28
	Num Points	16384

pulse WF

Abbildung 5 Funktion f3

- (1P) Stellen Sie die Summenfunktion $f=f_1+f_2+f_3$ dar.
- (1P) Berechnen Sie die skalierte DFT
- (6P) Ermitteln Sie die Amplitude der 1. und 3. harmonischen Schwingung.
- (1P) Vergleichen Sie die Werte mit Aufgabe 1
- (3P) Erklären Sie den Zusammenhang





- a) s.o.
- b) s.o.
- c) $m=1 \rightarrow 1.087$ $m=3 \rightarrow 0.0621$
- d) Die Werte sind gleich
- e) Die Fouriertransformierte nähert die Funktion entsprechend des Gauß'schen Fehlerquadrates an.



3. DGL - Übertragungsfunktion - Systemantwort

Erstellen Sie für die nachfolgende Schaltung die Übertragungsfunktion.

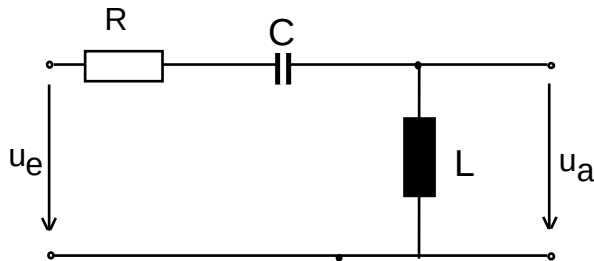


Abbildung 6 Schaltung mit R,C und L

- a) 3P Erstellen Sie die Übertragungsfunktion $G_1(s)$ – Darstellung: Die höchste Potenz im Nenner hat den Faktor 1.
- b) 1P Erstellen Sie die Übertragungsfunktion $G(s)$ für die normierten Werte $R=1$, $C=1$, $L=1$. Darstellung: Die höchste Potenz im Nenner hat den Faktor 1
- c) 6P Bestimmen Sie die Antwort $y(t)$ auf die Funktion $x(t)$ für die normierten Werte $R=1$, $C=1$, $L=1$.
- d) 2P Skizzieren Sie die Antwort für $t=0$ bis $t=15$.
- e) 2P Berechnen und skizzieren Sie die Übertragungsfunktion $g(t)$ aus $G(s)$.

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

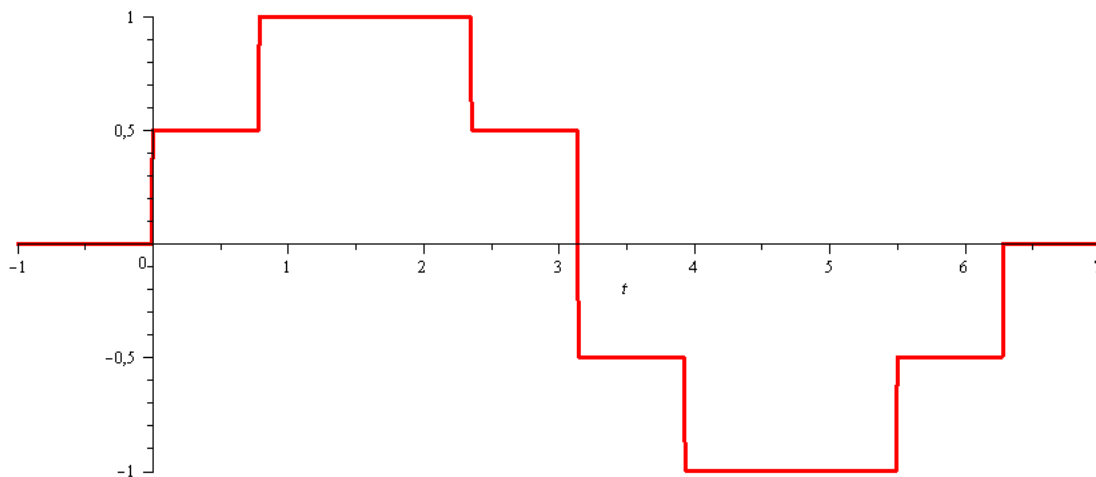


Abbildung 7 Funktion $x(t)$

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

$$G_1 = \frac{s^2}{s^2 + \frac{R}{L} \cdot s + \frac{1}{LC}}$$

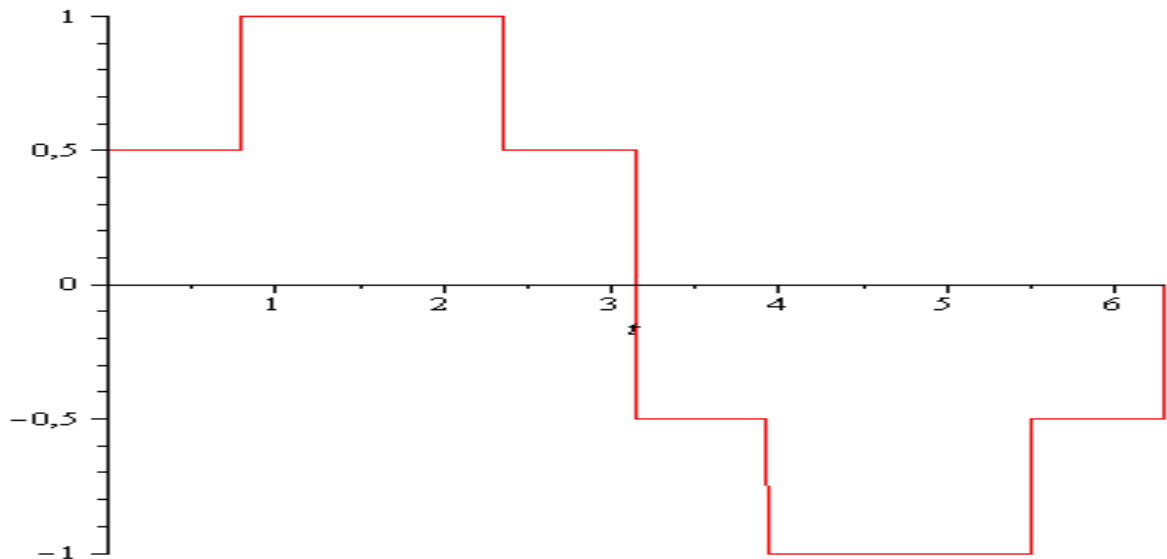
> restart;



>
$$x := \frac{1}{2} \cdot \text{Heaviside}(t) + \frac{1}{2} \cdot \text{Heaviside}\left(t - \frac{\pi}{4}\right) - \frac{1}{2} \cdot \text{Heaviside}\left(t - \frac{3 \cdot \pi}{4}\right) - \frac{1}{2} \cdot \text{Heaviside}(t - \pi) - \left(\frac{1}{2} \cdot \text{Heaviside}(t - \pi)\right) + \frac{1}{2} \cdot \text{Heaviside}\left(t - \frac{5 \cdot \pi}{4}\right) - \frac{1}{2} \cdot \text{Heaviside}\left(t - \frac{7 \cdot \pi}{4}\right) - \frac{1}{2} \cdot \text{Heaviside}(t - 2 \cdot \pi)\right);$$

$$x := \frac{1}{2} \text{Heaviside}(t) + \frac{1}{2} \text{Heaviside}\left(t - \frac{1}{4} \pi\right) - \frac{1}{2} \text{Heaviside}\left(t - \frac{3}{4} \pi\right) - \text{Heaviside}(t - \pi) - \frac{1}{2} \text{Heaviside}\left(t - \frac{5}{4} \pi\right) + \frac{1}{2} \text{Heaviside}\left(t - \frac{7}{4} \pi\right) + \frac{1}{2} \text{Heaviside}(t - 2 \pi)$$

> $\text{plot}(x, t = 0..6.29)$



>
$$G := \frac{s^2}{s^2 + s + 1}$$

$$G := \frac{s^2}{s^2 + s + 1}$$

> $\text{with}(\text{inttrans});$

$[\text{addtable}, \text{fourier}, \text{fouriercos}, \text{fouriersin}, \text{hankel}, \text{hilbert}, \text{invfourier}, \text{invhilbert}, \text{invlaplace}, \text{inv mellin}, \text{laplace}, \text{mellin}, \text{savetable}]$

> $\text{assume } s > 0;$

$0 < \text{assume } s$

> $X := \text{laplace}(x, t, s);$



$X :=$

$$\frac{1}{2} \frac{1}{s} \left(1 + e^{-\frac{1}{4}s\pi} - e^{-\frac{3}{4}s\pi} - 2e^{-s\pi} - e^{-\frac{5}{4}s\pi} + e^{-\frac{7}{4}s\pi} + e^{-2s\pi} \right)$$

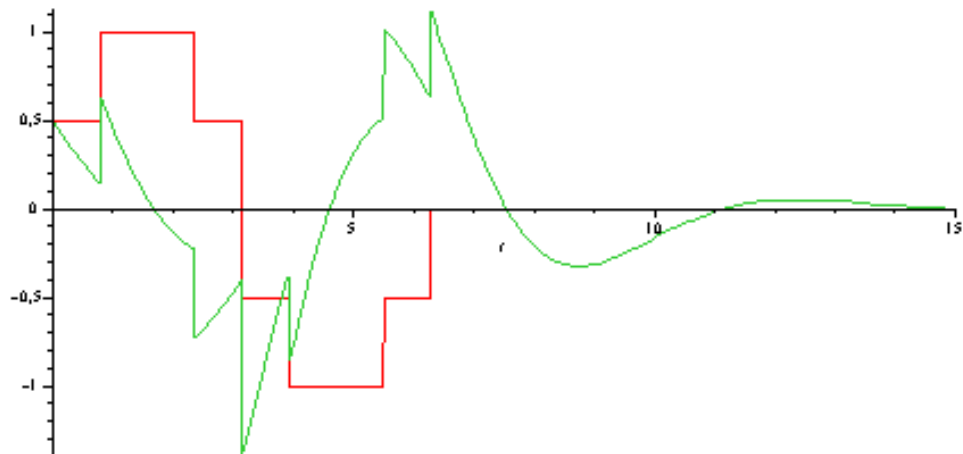
> $Y := X \cdot G;$

$$Y := \frac{1}{2} \frac{1}{s^2 + s + 1} \left(\left(1 + e^{-\frac{1}{4}s\pi} - e^{-\frac{3}{4}s\pi} - 2e^{-s\pi} - e^{-\frac{5}{4}s\pi} + e^{-\frac{7}{4}s\pi} + e^{-2s\pi} \right) s \right)$$

> $y := \text{invlaplace}(Y, s, t);$

$$\begin{aligned} y := & \frac{1}{6} \left(3 \cos\left(\frac{1}{2}\sqrt{3}(t-2\pi)\right) - \sqrt{3} \sin\left(\frac{1}{2}\sqrt{3}(t-2\pi)\right) \right) \text{Heaviside}(t-2\pi) e^{-\frac{1}{2}t+\pi} + \frac{1}{3} \left(-3 \cos\left(\frac{1}{2}\sqrt{3}(t-\pi)\right) + \sqrt{3} \sin\left(\frac{1}{2}\sqrt{3}(t-\pi)\right) \right) \\ & \text{Heaviside}(t-\pi) e^{-\frac{1}{2}t+\frac{1}{2}\pi} + \frac{1}{6} \left(3 \cos\left(\frac{1}{8}(4t-\pi)\sqrt{3}\right) - \sqrt{3} \sin\left(\frac{1}{8}(4t-\pi)\sqrt{3}\right) \right) \text{Heaviside}\left(t - \frac{1}{4}\pi\right) e^{-\frac{1}{2}t+\frac{1}{8}\pi} \\ & + \frac{1}{6} \left(-3 \cos\left(\frac{1}{8}(4t-3\pi)\sqrt{3}\right) + \sqrt{3} \sin\left(\frac{1}{8}(4t-3\pi)\sqrt{3}\right) \right) \text{Heaviside}\left(t - \frac{3}{4}\pi\right) e^{-\frac{1}{2}t+\frac{3}{8}\pi} \\ & + \frac{1}{6} e^{-\frac{1}{2}t+\frac{5}{8}\pi} \text{Heaviside}\left(t - \frac{5}{4}\pi\right) \left(-3 \cos\left(\frac{1}{8}(4t-5\pi)\sqrt{3}\right) + \sqrt{3} \sin\left(\frac{1}{8}(4t-5\pi)\sqrt{3}\right) \right) \\ & + \frac{1}{6} \left(3 \cos\left(\frac{1}{8}(4t-7\pi)\sqrt{3}\right) - \sqrt{3} \sin\left(\frac{1}{8}(4t-7\pi)\sqrt{3}\right) \right) \text{Heaviside}\left(t - \frac{7}{4}\pi\right) e^{-\frac{1}{2}t+\frac{7}{8}\pi} \\ & + \frac{1}{6} e^{-\frac{1}{2}t} \left(3 \cos\left(\frac{1}{2}\sqrt{3}t\right) - \sqrt{3} \sin\left(\frac{1}{2}\sqrt{3}t\right) \right) \end{aligned}$$

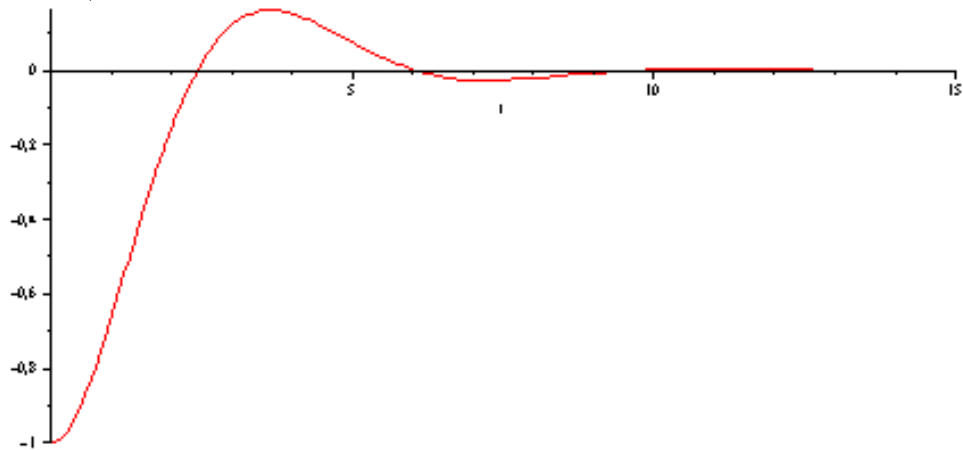
> $\text{plot}([x, y], t=0..15)$



> $g := \text{invlaplace}(G, s, t);$

$$g := \text{Dirac}(t) - \frac{1}{3} e^{-\frac{1}{2}t} \left(3 \cos\left(\frac{1}{2} \sqrt{3} t\right) + \sqrt{3} \sin\left(\frac{1}{2} \sqrt{3} t\right) \right)$$

> $\text{plot}(g, t = 0..15)$

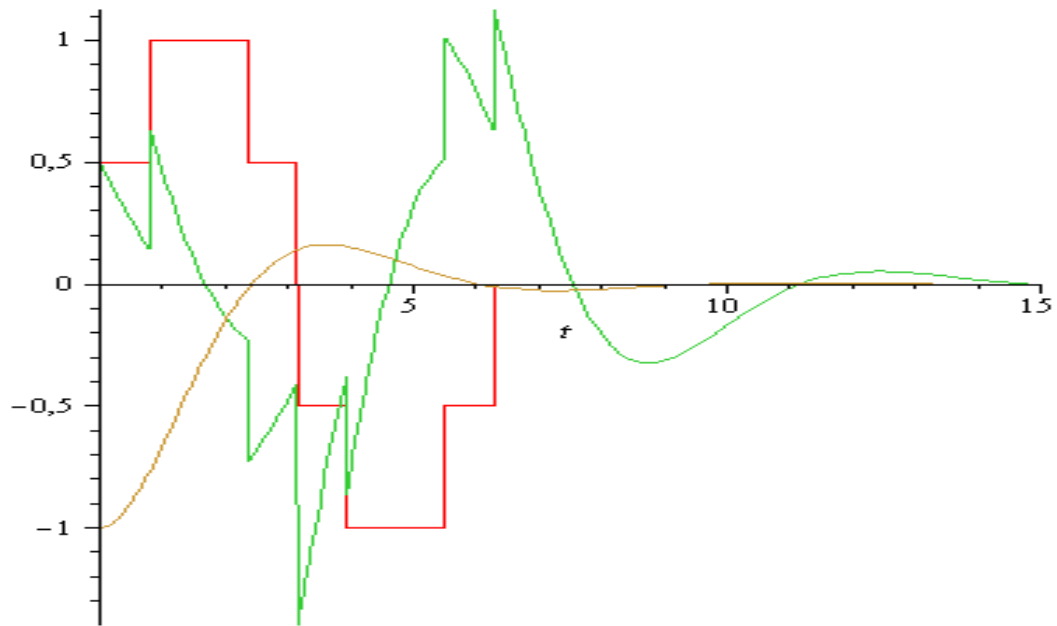


>

> $g2 := \frac{1}{28} e^{-\frac{1}{4}t} \left(-7 \cos\left(\frac{1}{4} \sqrt{7} t\right) + 5 \sqrt{7} \sin\left(\frac{1}{4} \sqrt{7} t\right) \right);$

$$g2 := \frac{1}{28} e^{-\frac{1}{4}t} \left(-7 \cos\left(\frac{1}{4} \sqrt{7} t\right) + 5 \sqrt{7} \sin\left(\frac{1}{4} \sqrt{7} t\right) \right)$$

> $\text{plot}([x, y, g], t = 0..15);$

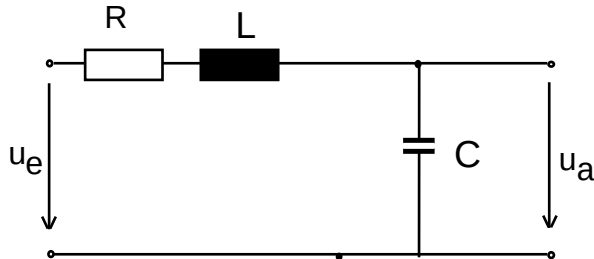


>



4 Systemantwort, Übertragungsfunktion (8 Punkte)

Vertauschen Sie in Aufgabe 3 L und C und ermitteln Sie die Antwort auf das Eingangssignal der Aufgabe 3.



- a) Schreiben Sie den Ansatz für die normierte Übertragungsfunktion $G(s)$
- b) Skizzieren Sie die Antwort auf das Eingangssignal $x(t)$
- c) Erklären Sie den Unterschied von Ausgangssignal der Aufgabe 3 und Aufgabe 4.

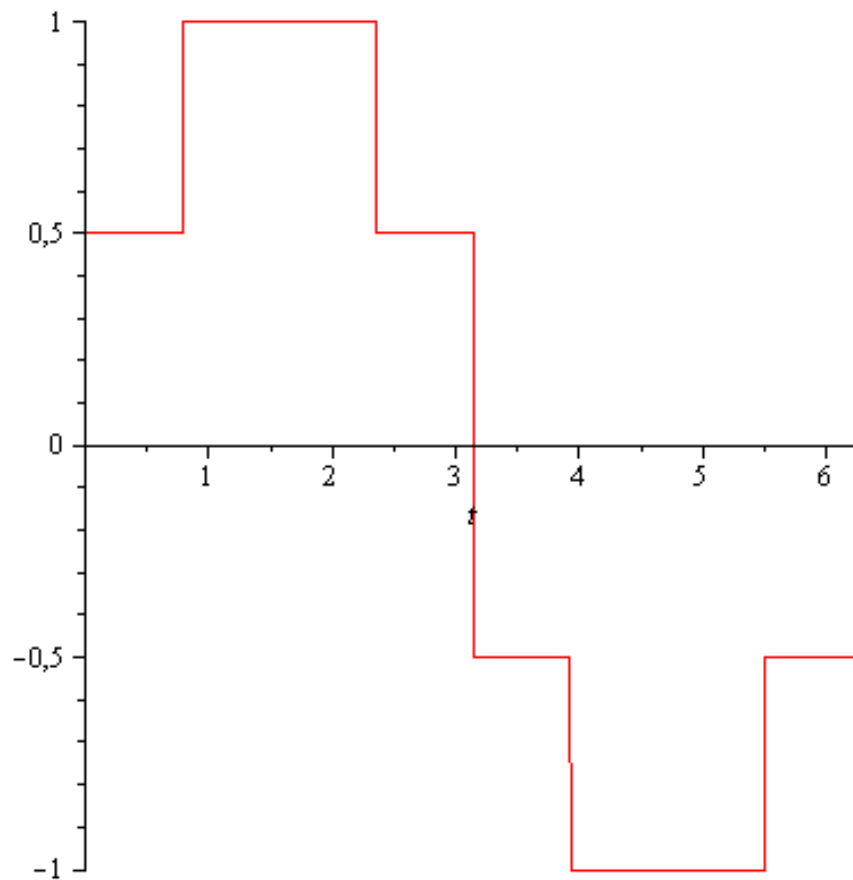
> restart;

>

$$\begin{aligned} x := & \frac{1}{2} \cdot \text{Heaviside}(t) + \frac{1}{2} \cdot \text{Heaviside}\left(t - \frac{\pi}{4}\right) \\ & - \frac{1}{2} \cdot \text{Heaviside}\left(t - \frac{3 \cdot \pi}{4}\right) - \frac{1}{2} \\ & \cdot \text{Heaviside}(t - \pi) - \left(\frac{1}{2} \cdot \text{Heaviside}(t - \pi)\right) \\ & + \frac{1}{2} \cdot \text{Heaviside}\left(t - \frac{5 \cdot \pi}{4}\right) - \frac{1}{2} \\ & \cdot \text{Heaviside}\left(t - \frac{7 \cdot \pi}{4}\right) - \frac{1}{2} \cdot \text{Heaviside}(t \\ & - 2 \cdot \pi); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x := & \frac{1}{2} \text{Heaviside}(t) + \frac{1}{2} \text{Heaviside}\left(t - \frac{1}{4} \pi\right) \\ & - \frac{1}{2} \text{Heaviside}\left(t - \frac{3}{4} \pi\right) - \text{Heaviside}(t \\ & - \pi) - \frac{1}{2} \text{Heaviside}\left(t - \frac{5}{4} \pi\right) \\ & + \frac{1}{2} \text{Heaviside}\left(t - \frac{7}{4} \pi\right) + \frac{1}{2} \text{Heaviside}(t \\ & - 2 \pi) \end{aligned}$$

> plot(x, t = 0 .. 6.29)



> $G := \frac{1}{s^2 + s + 1}$

$G := \frac{1}{s^2 + s + 1}$ (Normierte Übertragungsfunktion)

> `with(inttrans);`

`[addtable, fourier, fouriercos, fouriersin, hankel,
hilbert, invfourier, invhilbert, invlaplace,
inv mellin, laplace, mellin, savetable]`

> `assume s > 0;`

`0 < assume s`

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

$$X := \frac{1}{2} \frac{1}{s} \left(1 + e^{-\frac{1}{4}s\pi} - e^{-\frac{3}{4}s\pi} - 2e^{-s\pi} - e^{-\frac{5}{4}s\pi} + e^{-\frac{7}{4}s\pi} + e^{-2s\pi} \right)$$

> `Y := X·G;`



$$Y := \frac{1}{2} \frac{1}{s(s^2 + s + 1)} \left(1 + e^{-\frac{1}{4}s\pi} - e^{-\frac{3}{4}s\pi} - 2e^{-s\pi} - e^{-\frac{5}{4}s\pi} + e^{-\frac{7}{4}s\pi} + e^{-2s\pi} \right)$$

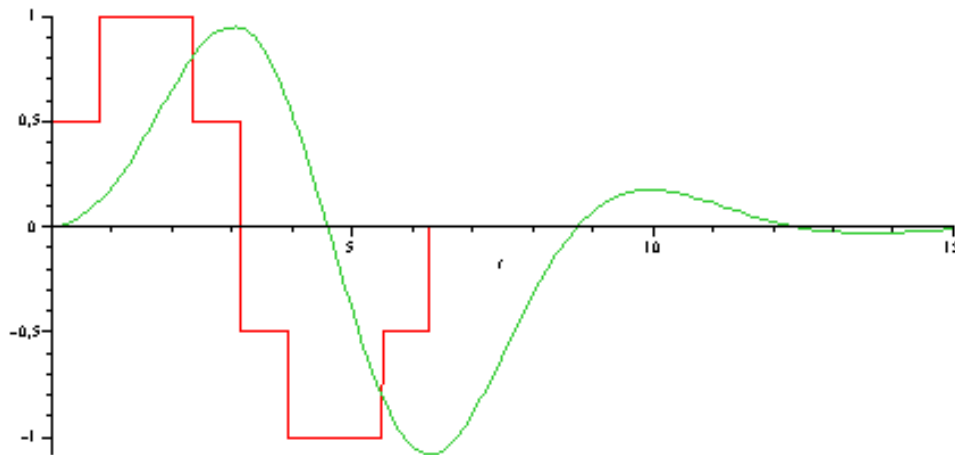
> $y := \text{invlaplace}(Y, s, t);$



$$\begin{aligned} y := & \frac{1}{2} - \frac{1}{6} \left(3 \cos \left(\frac{1}{2} \sqrt{3} t \right) \right. \\ & \left. + \sqrt{3} \sin \left(\frac{1}{2} \sqrt{3} t \right) \right) e^{-\frac{1}{2} t} + \frac{1}{12} \left(6 - \operatorname{I} \left(\right. \right. \\ & \left. \left. -3 \operatorname{I} + \sqrt{3} \right) e^{-\frac{1}{2} \operatorname{I} (-1 + \sqrt{3}) (t - 2 \pi)} \right. \\ & \left. + \operatorname{I} e^{\frac{1}{2} \operatorname{I} (1 + \sqrt{3}) (t - 2 \pi)} (3 \operatorname{I} + \sqrt{3}) \right) \\ & \operatorname{Heaviside}(t - 2 \pi) + \frac{1}{6} \left(-6 \right. \\ & \left. - \operatorname{I} e^{\frac{1}{2} \operatorname{I} (1 + \sqrt{3}) (t - \pi)} (3 \operatorname{I} + \sqrt{3}) \right. \\ & \left. + \operatorname{I} e^{-\frac{1}{2} \operatorname{I} (-1 + \sqrt{3}) (t - \pi)} (-3 \operatorname{I} + \sqrt{3}) \right) \\ & \operatorname{Heaviside}(t - \pi) + \frac{1}{12} \left(6 \right. \\ & \left. + \operatorname{I} e^{\frac{1}{8} \operatorname{I} (1 + \sqrt{3}) (-7 \pi + 4 t)} (3 \operatorname{I} + \sqrt{3}) \right. \\ & \left. - \operatorname{I} e^{-\frac{1}{8} \operatorname{I} (-1 + \sqrt{3}) (-7 \pi + 4 t)} (-3 \operatorname{I} + \sqrt{3}) \right) \\ & \operatorname{Heaviside} \left(t - \frac{7}{4} \pi \right) + \frac{1}{12} \left(-6 \right. \\ & \left. - \operatorname{I} e^{\frac{1}{8} \operatorname{I} (1 + \sqrt{3}) (-5 \pi + 4 t)} (3 \operatorname{I} + \sqrt{3}) \right. \\ & \left. + \operatorname{I} e^{-\frac{1}{8} \operatorname{I} (-1 + \sqrt{3}) (-5 \pi + 4 t)} (-3 \operatorname{I} + \sqrt{3}) \right) \\ & \operatorname{Heaviside} \left(t - \frac{5}{4} \pi \right) + \frac{1}{12} \left(-6 \right. \\ & \left. - \operatorname{I} e^{\frac{1}{8} \operatorname{I} (1 + \sqrt{3}) (-3 \pi + 4 t)} (3 \operatorname{I} + \sqrt{3}) \right. \\ & \left. + \operatorname{I} e^{-\frac{1}{8} \operatorname{I} (-1 + \sqrt{3}) (-3 \pi + 4 t)} (-3 \operatorname{I} + \sqrt{3}) \right) \\ & \operatorname{Heaviside} \left(t - \frac{3}{4} \pi \right) + \frac{1}{12} \left(6 \right. \\ & \left. + \operatorname{I} e^{\frac{1}{8} \operatorname{I} (1 + \sqrt{3}) (-\pi + 4 t)} (3 \operatorname{I} + \sqrt{3}) \right. \\ & \left. - \operatorname{I} e^{-\frac{1}{8} \operatorname{I} (-1 + \sqrt{3}) (-\pi + 4 t)} (-3 \operatorname{I} + \sqrt{3}) \right) \\ & \operatorname{Heaviside} \left(t - \frac{1}{4} \pi \right) \end{aligned}$$



> `plot([x, y], t = 0..15)`



>
>

c) Der Kondensator glättet – die Spule differenziert.

5 Fragen zu den Vorträgen

Beschreiben Sie den Sinn und Zweck der folgenden Laboraufgaben Informationstechnik:

- a) GeoShniffARDUINO
 - b) Kontaktlose Energieübertragung
 - c) Türbeschilderung Hardware/Software
 - d) Türsprechanlage
-
- a) Durch die Datenmessung einer Messkapsel (GeoSniff) kann der aktuelle Zustand einer Geothermiesonde besser beurteilt werden.
 - b) Keine Stecker – keine Kontaktstellen mit Störungen – Beweglichkeit des Abnehmers
 - c) Informationen über den Raumstatus
 - d) Sie kann Hausnummer, Klingelknopf und Namensschild ersetzen und darüber hinaus weitere Informationen darstellen. Multimedia Funktionen wie z.B. Skype und die Kommunikation mit dem Smartphone können den Alltag erleichtern.