Übungsfragen und Übungsbeispiele

zu

Grundlagen der Elektrotechnik

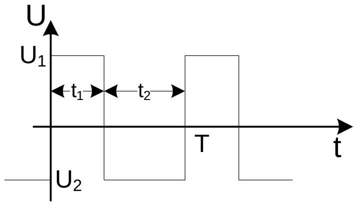
Teil 03: Zeitabhängigkeit

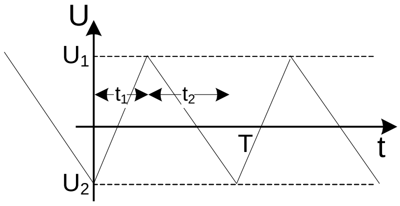
Version 10.0

15. Oktober 2019

Version 10.0	Übernahme und neue Ordnung der Beispiele aus ähnlichen Lehrveranstaltungen

C1. Bestimmen Sie folgende Kennwerte der angegebenen Signale! Skizzieren Sie die Signale!
Minimal- und Maximalwert, Schwingungsbreite, Scheitelwert, Gleichwert, Gleichrichtwert, Effektivwert!
Bei Wechselsignalen: Bestimmen Sie Scheitelfaktor und Formfaktor!
Bei Mischsignalen: Bestimmen Sie Schwingungsgehalt, effektive Welligkeit und Riffelfaktor!

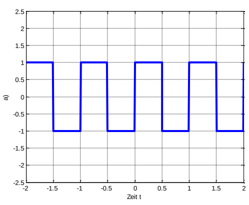


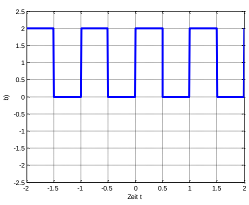


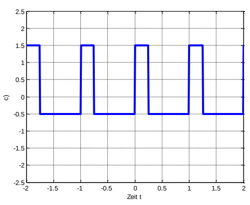
a)-d): Rechteck ***e)-h): Dreieck:***

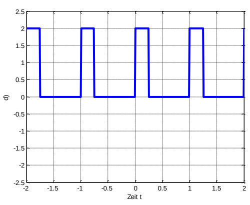
a)	*t1 = 0,5s*	*t2 = 0,5s*	*U1 = 1V*	*U2 = -1V*
b)	*t1 = 0,5s*	*t2 = 0,5s*	*U1 = 2V*	*U2 = 0V*
c)	*t1 = 0,25s*	*t2 = 0,75s*	*U1 = 1,5V*	*U2 = -0,5V*
d)	*t1 = 0,25s*	*t2 = 0,75s*	*U1 = 2V*	*U2 = 0V*
e)	*t1 = 0,5s*	*t2 = 0,5s*	*U1 = 1V*	*U2 = -1V*
f)	*t1 = 0,5s*	*t2 = 0,5s*	*U1 = 2V*	*U2 = 0V*
g)	*t1 = 1s*	*t2 = 0s*	*U1 = 1V*	*U2 = -1V*
h)	*t1 = 1s*	*t2 = 0s*	*U1 = 2V*	*U2 = 0V*

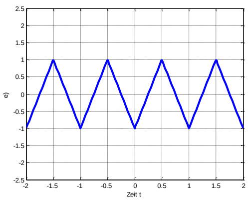
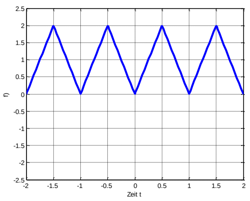
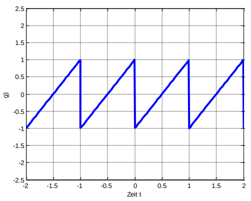
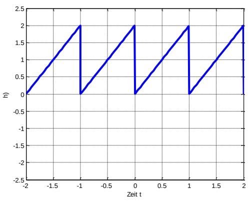
	u_{min}	u_{max}	u_{pp}	û	$\bar{u}$	$\overline{\lvert u \rvert}$	U_{eff}	SF SG	FF EW	RF
a)	-1	1	2	1	0	1	1	SF= 1	FF= 1	
b)	0	2	2	2	1	1	√2	SG= 1/√2	EW =1	RF= 1
c)	-0,5	1,5	2	1,5	0	0,75	√(3/4)	√3	2/√3	
d)	0	2	2	2	0,5	0,5	1	√(3/4)	√3	3
e)	-1	1	2	1	0	0,5	1/√3	√3	2/√3	
f)	0	2	2	2	1	1	2/√3	1/2	1/√3	1
g)	-1	1	2	1	0	0,5	1/√3	SF= √3	FF= 2/√3	
h)	0	2	2	2	1	1	2/√3	1/2	1/√3	1


a)


b)


c)


d)

e)  f)  g)  h) 

z.B. 1d) Puls (Rechteck) mit ¼ - Periodendauer u =2 und Rest 0.

Minimalwert= 0 (kleinster Wert im Signal)
Maximalwert=2 (größter Wert im Signal)
Scheitelwert = 2 (Größere der beiden vorigen Werte, Betragsmäßig)
Peak2peak = 2 (Differenz zwischen Max und Min – Wert)

Gleichwert $\frac{1}{T}\cdot\int_T x(t)\cdot dt = \frac{1}{T}\cdot Fläche = \frac{1}{1}\cdot\left(\frac{1}{4}\cdot 2+\frac{3}{4}\cdot 0\right) = 0{,}5$ --> **Mischsignal**

Gleichrichtwert = Gleichwert, da Betrag nichts am Kurvenverlauf ändert!

Effektivwert $\sqrt{\frac{1}{T}\cdot\int_T x^2(t)\cdot dt} = \sqrt{\frac{1}{T}\cdot Fläche^2} = \sqrt{\frac{1}{1}\cdot\left(\frac{1}{4}\cdot 2^2+\frac{3}{4}\cdot 0^2\right)} = \sqrt{\left(\frac{1}{4}\cdot 4\right)} = 1$

Definition des reinen Wechselsignals (für Kennwerte): $x_\sim = x-\bar{x} = x(t)-0{,}5$ **= PULS (Rechteck) mit ¼ Periodendauer u = 1,5 und ¾ Periodendauer u = -0,5 (s. Signal c)!**

Scheitelwert des Wechselsignals = 1,5

Effektivwert des Wechselsignals = $\sqrt{\frac{1}{T}\cdot\int_T x^2(t)\cdot dt} = \sqrt{\frac{1}{T}\cdot Fläche^2} = \sqrt{\frac{1}{1}\cdot\left(\frac{1}{4}\cdot 1{,}5^2+\frac{3}{4}\cdot(-0{,}5)^2\right)} = \sqrt{\frac{3}{2}}$

Schwingungsgehalt $s = \frac{U_\sim}{U} = \frac{\sqrt{2/3}}{1} = \sqrt{\frac{2}{3}} = 0{,}8165$

effektive Welligkeit = $\frac{U_\sim}{|\bar{u}|} = \frac{\sqrt{2/3}}{0{,}5} = 2\cdot\sqrt{\frac{2}{3}} = 1{,}633$ **U~ / Gleichwert = √(2/3) / 0,5 = 1,633**

Riffelfaktor = $\frac{\hat{u}_\sim}{\bar{u}} = \frac{1{,}5}{0{,}5} = 3$

Beispiel 2a) symmetrische Dreieckschwingung!

Minimalwert = -1

Maximalwert = +1

Scheitelwert = +1

peak2peak = 2

Gleichwert = $\frac{1}{T}\cdot\int_T x(t)\cdot dt = \frac{1}{T}\cdot Fläche = \frac{1}{1}\cdot\left(\frac{1}{2}\cdot\frac{-1}{2}+\frac{1}{2}\cdot\frac{+1}{2}\right) = 0$ **--> WECHSELSIGNAL**

Gleichrichtwert: $\frac{1}{T}\cdot\int_T |x(t)|\cdot dt = \frac{1}{T}\cdot|Fläche| = \frac{1}{1}\cdot\left(\frac{1}{2}\cdot\frac{+1}{2}+\frac{1}{2}\cdot\frac{+1}{2}\right) = 0{,}5$

Effektivwert = Wurzel aus 1/T* Fläche unter der quadrierten Kurve!

U² *1 = Fläche unter der quadrierten Kurve = 4 * Fläche unter einem Viertel der Kurve = Gerade von 0 bis 1 in ¼ Zeit!

$$\sqrt{\frac{1}{T}\cdot\int_T x^2(t)\cdot dt} = \sqrt{\frac{4}{T}\cdot\int_{T/4} x^2(t)\cdot dt}$$

$$x(t)_{1/4Periode} = 4 \cdot t$$
$$x^2(t)_{1/4Periode} = 16 \cdot t^2$$

$$2\sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_{T/4} 16 \cdot t^2 \cdot dt} = 2\sqrt{\frac{16}{T} \cdot \int_{T/4} t^2 \cdot dt} = 8\sqrt{\frac{1}{T} \cdot \left.\frac{t^3}{3}\right|_0^{T/4}} = 8\sqrt{\frac{1}{1} \cdot \frac{1^3/4^3}{3}} = 8\sqrt{\frac{1}{3 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4}}$$

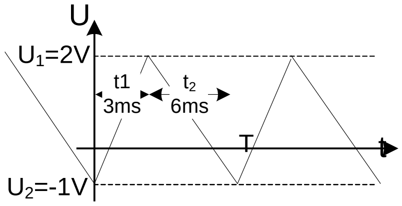
$$U_{eff} = \frac{8}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{2 \cdot 2 \cdot 2} = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0{,}577$$

Scheitelfaktor = Scheitelwert / Effektivwert = $= \frac{1}{1/\sqrt{3}} = \sqrt{3} = 1{,}732$

Formfaktor = Effektivwert / Gleichrichtwert = $= \frac{1/\sqrt{3}}{0{,}5} = \frac{2}{\sqrt{3}} = 1{,}155$

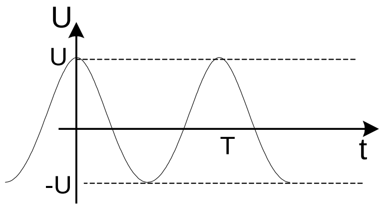
C2.

C3. Bestimmen Sie folgende Kennwerte des folgenden Signals: Minimal- und Maximalwert, Schwingungsbreite, Scheitelwert, Gleichwert, Gleichrichtwert, Effektivwert, Schwingungsgehalt, effektive Welligkeit und Riffelfaktor!



u_{min}	u_{max}	u_{pp}	û	$\bar{u}$	$\overline{\lvert u \rvert}$	U_{eff}	SG	EW	RF
-1	2	3	2	0,5	5/6	1	√3 /2	√3	3

C4. Bestimmen Sie folgende Kennwerte der angegebenen Signale: Minimal- und Maximalwert, Schwingungsbreite, Scheitelwert, Gleichwert, Gleichrichtwert, Effektivwert, Scheitelfaktor, Formfaktor!



$$u = \hat{U} \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

u_{min}	u_{max}	u_{pp}	û	$\bar{u}$	$\overline{\lvert u \rvert}$	U_{eff}	SF	FF	
-Û	Û	2Û	Û	0	2Û/π	Û/√2	√2	π/(2√2)	

$$\bar{u} = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T \hat{U} \cdot \cos(\omega \cdot t) \cdot dt = \frac{\hat{U}}{T} \cdot \left.\frac{\sin(\omega \cdot t)}{\omega}\right|_0^T = 0$$

$$\overline{|u|} = \frac{1}{T}\cdot\int_0^T \left|\hat{U}\cdot\cos(\omega\cdot t)\right|\cdot dt = \frac{4\cdot\hat{U}}{T}\cdot\int_0^{T/4}\cos(\omega\cdot t)\cdot dt \qquad U = \sqrt{\frac{1}{T}\cdot\int_0^T \hat{U}^2\cdot\cos^2(\omega\cdot t)\cdot dt} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{T}}\cdot\sqrt{\int_0^T \cos^2(\omega\cdot t)\cdot dt}$$

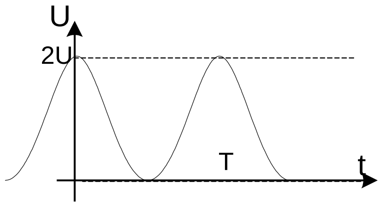
$$\overline{|u|} = \frac{4\cdot\hat{U}}{T}\cdot\left.\frac{\sin(\omega\cdot t)}{\omega}\right|_0^{T/4} = \frac{4\cdot\hat{U}}{\omega\cdot T}\cdot\left[\sin\left(\omega\cdot\frac{T}{4}\right)-0\right] \qquad U = \frac{\hat{U}}{\sqrt{T}}\cdot\sqrt{\int_0^T\left(\frac{1}{2}+\cos(2\cdot\omega\cdot t)\right)\cdot dt} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{T}}\cdot\sqrt{\left[\frac{t}{2}+\frac{\sin(2\cdot\omega\cdot t)}{2\cdot\omega}\right]_0^T}$$

$$\overline{|u|} = \frac{4\cdot\hat{U}}{2\cdot\pi}\cdot\sin\left(\frac{2\cdot\pi}{4}\right) = \frac{2\cdot\hat{U}}{\pi} \qquad U = \frac{\hat{U}}{\sqrt{T}}\cdot\sqrt{\frac{T}{2}} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}}$$

$$Scheitelfaktor = SF = \frac{\hat{u}}{U} = \sqrt{2} = 1{,}414$$

$$Formfaktor = F = \frac{U}{\overline{|u|}} = \frac{\frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}}{\frac{2\cdot\hat{u}}{\pi}} = \frac{\pi}{2\cdot\sqrt{2}} = 1{,}11$$

C5. Bestimmen Sie folgende Kennwerte der angegebenen Signale: Minimal- und Maximalwert, Schwingungsbreite, Scheitelwert, Gleichwert, Gleichrichtwert, Effektivwert, Schwingungsgehalt, effektive Welligkeit und Riffelfaktor!



$$u = \hat{U}\cdot(\cos(\omega\cdot t)+1)$$

$$\bar{u} = \frac{1}{T}\cdot\int_0^T 2\cdot\hat{U}\cdot(\cos(\omega\cdot t)+1/2)\cdot dt = \frac{2\cdot\hat{U}}{T}\cdot\left[\int_0^T\cos(\omega\cdot t)\cdot dt+\int_0^T\frac{1}{2}\cdot dt\right] = \frac{2\cdot\hat{U}}{T}\cdot\frac{1}{2}\left.t\right|_0^T = \hat{U}$$

$$U = \sqrt{\frac{1}{T}\cdot\int_0^T 4\cdot\hat{U}^2\cdot\left[\cos^2(\omega\cdot t)+2\cdot\frac{1}{2}\cdot\cos(\omega\cdot t)+\frac{1}{4}\right]\cdot dt}$$

$$U = \frac{2\cdot\hat{U}}{\sqrt{T}}\cdot\sqrt{\frac{T}{2}+0+\frac{T}{4}} = \frac{2\cdot\hat{U}}{\sqrt{T}}\cdot\sqrt{\frac{3\cdot T}{4}} = \sqrt{3}\cdot\hat{U}$$

$$Schwingungsgehalt = \frac{U_{\sim}}{U} = \frac{1}{\sqrt{6}} = 0{,}408$$

$$effektive\,Welligkeit = \frac{U_{\sim}}{\bar{u}} = \frac{1/\sqrt{2}}{1} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$Riffelfaktor = \frac{\hat{u}_{\sim}}{\bar{u}} = \frac{\hat{u}}{\hat{u}} = 1$$

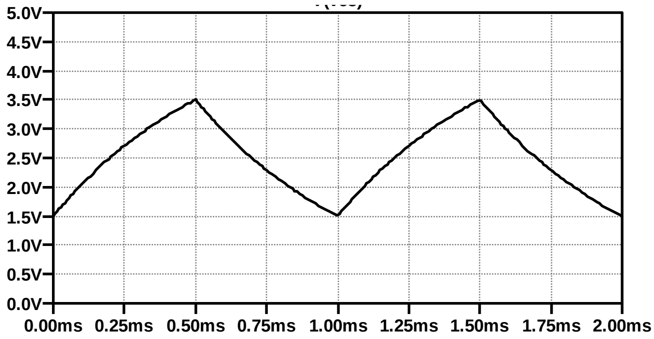
u_{min}	u_{max}	u_{pp}	û	$\bar{u}$	$\overline{\vert u\vert}$	U_{eff}	SG	EW	RF
0	2 Û	2 Û	2 Û	Û	Û	√3Û	1/√6	/√2	1

C6. Bestimmen Sie den Mittelwert und Effektivwert sowie alle relevanten Kennwerte der stückweisen exponentiellen Kurve mit der Definition:

$$u(t) = 1,5V + 3,5V \cdot \left(1 - e^{-t/590us}\right)$$

$$u(t) = 3,5V \cdot e^{-t/590us}$$

wobei die Zeit t jeweils vom Start des Kuvenstücks aus gemessen wird



Für die Mittelwertberechnung $\overline{u} = \frac{1}{T} \cdot \int_T u(t) \cdot dt$ müssen die Integrale ausgerechnet werden:

$$\overline{u} = \frac{1}{1ms}\left[\int_0^{0,5ms}\left(5V - 3,5V \cdot e^{-t/590us}\right) \cdot \mathrm{dt} + \int_0^{0,5ms}\left(3,5V \cdot e^{-t/590us}\right) \cdot \mathrm{dt}\right] =$$

$$\overline{u} = \frac{1}{1ms}\left[5V \cdot \mathrm{t} - \frac{3,5V}{-1/_{0,59ms}} \cdot e^{-t/590us} + \frac{3,5V}{-1/_{0,59ms}} \cdot e^{-t/590us}\right]_0^{0,5ms} = \qquad \overline{u} = 5V \cdot \frac{0,5ms - 0ms}{1ms} + 0 = 2,5V \text{ daher gilt auch } \hat{u}_{\sim} = 1V$$

Für die Berechnung des Effektivwertes einer Funktion mit Gleichwert ist es meist besser, die Beziehung zu verwenden: $U_{rms} = \sqrt{\overline{u}^2 + U_{\sim,RMS}^2}$

Herleitung ist möglich: aus $\sqrt{\frac{1}{T}\int_T u^2(t) \cdot dt} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_T [\overline{u} + u_{\sim}(t)]^2(t) \cdot dt} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_T \left[\overline{u}^2 + 2 \cdot \overline{u} \cdot u_{\sim}(t) + u_{\sim}^2(t)\right] \cdot dt}$

Der RMS – Wert besteht daher aus drei Teilintegralen:

$$\sqrt{\frac{1}{T}\int_T \overline{u}^2 \cdot dt + \frac{1}{T}\int_T 2 \cdot \overline{u} \cdot u_{\sim}(t) \cdot dt + \frac{1}{T}\int_T u_{\sim}^2(t) \cdot dt}$$

*wobei das mittlere Teilintegral 0 ergibt (= Konstante * Mittelwert des Wechselanteils!)*
und das dritte Teilintegral der Effektivwert des Wechselanteils ist.

und daher nur den Effektivwert des Wechselanteils auszurechnen. Ansatz daher:

$$u_1(t) = 1,5V + 3,5V \cdot \left(1 - e^{-t/590us}\right) - 2,5V = 2,5V - 3,5V \cdot e^{-t/590us}$$

$$u_2(t) = 3,5V \cdot e^{-t/590us} - 2,5V = -u_1(t)$$

D.h. für die Effektivwertberechnung reicht es, nur ein Teilintegral zu lösen (durch die Quadrierung fällt das negative Vorzeichen weg) und das Ergebnis zu verdoppeln.

$$U_{\sim,RMS} = \sqrt{\frac{1}{1ms} \cdot 2 \cdot \int_0^{0,5ms}\left(6,25V^2 - 2 \cdot 2,5 \cdot 3,5V^2 \cdot e^{-t/0,59ms} + 12,25V^2 \cdot e^{-2t/0,59ms}\right) \cdot \mathrm{dt}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2}{1ms}\left[6,25V^2 \cdot \mathrm{t} - \frac{17,5V^2}{-1/_{0,59ms}} \cdot e^{-t/0,59ms} + \frac{12,25V^2}{-2/_{0,59ms}} \cdot e^{-2t/0,59ms}\right]_0^{0.5ms}}$$

$$= \sqrt{6,25V^2 \cdot \frac{0,5-0}{0,5} + 17,5V^2 \cdot \frac{0,59}{0,5} \cdot \left(e^{-0,5/0,59} - 1\right) - 12,25V^2 \cdot \frac{0,59}{2 \cdot 0,5} \cdot \left(e^{-1/0,59} - 1\right)}$$

$$= \sqrt{6,25V^2 + 17,5V^2 \cdot (-0,6743665) - 12,25V^2 \cdot (-0,4816673)} = \sqrt{0,349V^2} = 0,591V$$

Daher: $U_{\sim} = U_{\sim,RMS} = 0,5907709V$ **und** $U = U_{RMS} = \sqrt{2,5V^2 + ,591V^2} = 2,568854V$

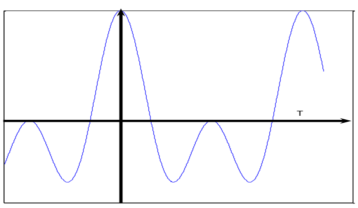
Der Effektivwert liegt also nur etwas höher als der Mittelwert.

Schwingungsgehalt $s = \frac{U_{\sim}}{U} = \frac{0,591V}{2,5689V} = 0,23$

Die effektive Welligkeit des Signals ist: $\frac{U_{\sim}}{\overline{u}} = \frac{0,591V}{2,5V} = 0,236$

Der Riffelfaktor beträgt: $\frac{\hat{u}}{\overline{u}} = \frac{1V}{2,5V} = 0,4$

C7. Bestimmen Sie folgende Kennwerte des angegebenen Signals: Minimal- und Maximalwert, Schwingungsbreite, Scheitelwert, Gleichwert, Gleichrichtwert, Effektivwert, Schwingungsgehalt, effektive Welligkeit und Riffelfaktor!



$$u = \hat{U} \cdot (\cos(\omega \cdot t) + \cos(2 \cdot \omega \cdot t))$$

u_{min}	u_{max}	u_{pp}	$\hat{u}$	$\_$	$\_\_$	U_{eff}	SF	FF	

				u	|u|				
-1.125Û	2Û	3.125Û	2Û	0	0,414Û	Û	2	2,415	

Charakteristische Stellen:
NULLSTELLEN: bei wt=2*pi/6 und wt=2*pi/2, da
cos(pi) = -1 und cos(2pi) = 1 UND
cos(pi/3) = 0.5 und cos(2*pi/3) = -0.5
Minima/Maxima:

$$\dot{u} = \frac{d}{dt}\hat{U}\cdot(\cos(\omega\cdot t)+\cos(2\cdot\omega\cdot t)) = \hat{U}\cdot(-\omega\cdot\sin(\omega\cdot t)-2\cdot\omega\cdot\sin(2\cdot\omega\cdot t))$$

$$\dot{u}=0:$$

$$-\omega\cdot\sin(\omega\cdot t)=2\cdot\omega\cdot\sin(2\cdot\omega\cdot t) \qquad \omega\cdot t=0:\quad \hat{U}\cdot(\cos(0)+\cos(0))=2\cdot\hat{U}$$

$$-\sin(\omega\cdot t)=2\cdot\sin(2\cdot\omega\cdot t)=4\cdot\sin(\omega\cdot t)\cdot\cos(\omega\cdot t) \qquad \omega\cdot t=\pi:\quad \hat{U}\cdot(\cos(\pi)+\cos(2\cdot\pi))=0$$

$$\omega\cdot T=0,\quad \omega\cdot T=\pi \qquad \omega\cdot t=\pm1.8235:\quad \hat{U}\cdot(-0{,}25-0{,}875)=-1.125\cdot\hat{U}$$

$$\cos(\omega\cdot t)=-\frac{1}{4}\qquad \omega\cdot T=\arccos(-0{,}25)=\pm1.8235$$

Gleichwert:

$$\bar{u}=\frac{1}{T}\cdot\int_0^T\hat{U}\cdot(\cos(\omega\cdot t)+\cos(2\cdot\omega\cdot t))\cdot dt=\frac{\hat{U}}{T}\cdot\left[\int_0^T\cos(\omega\cdot t)\cdot dt+\int_0^T\cos(2\cdot\omega\cdot t)\cdot dt\right]=0$$

Gleichrichtwert: 2*INTEGRAL: 0 ... pi/3 und pi/3 ... pi!

$$|\bar{u}|=\frac{1}{T}\cdot\left[\int_0^{T/6}u(t)\cdot dt-\int_{T/6}^{T/2}u(t)\cdot dt\right]=\frac{\hat{U}}{T}\cdot\left[\int_0^{T/6}\cos(\omega\cdot t)\cdot dt-\int_{T/6}^{T/2}\cos(\omega\cdot t)\cdot dt+\int_0^{T/6}\cos(2\cdot\omega\cdot t)\cdot dt-\int_{T/6}^{T/2}\cos(2\cdot\omega\cdot t)\cdot dt\right]$$

$$|\bar{u}|=\frac{\hat{U}}{T}\cdot\left[\left.\frac{\sin(\omega\cdot t)}{\omega}\right|_0^{T/6}-\left.\frac{\sin(\omega\cdot t)}{\omega}\right|_{T/6}^{T/2}+\left.\frac{\sin(2\cdot\omega\cdot t)}{2\cdot\omega}\right|_0^{T/6}-\left.\frac{\sin(2\cdot\omega\cdot t)}{2\cdot\omega}\right|_{T/6}^{T/2}\right]$$ **sin(2*pi/6)=0.866, sin(2*pi/2)=0**

$$|\bar{u}|=\frac{\hat{U}}{T}\cdot\left[\frac{0{,}866}{\omega}+\frac{0{,}866}{\omega}+\frac{0{,}866}{2\cdot\omega}+\frac{0{,}866}{2\cdot\omega}\right]=\frac{2{,}6}{2\cdot\pi}\hat{U}=0{,}414$$

Effektivwert: $U=\hat{U}\sqrt{\frac{1}{T}\cdot\int_0^T(\cos(\omega\cdot t)+\cos(2\cdot\omega\cdot t))^2\cdot dt}$

$$(\cos(\omega\cdot t)+\cos(2\cdot\omega\cdot t))^2=\cos^2(\omega\cdot t)+2\cdot\cos(\omega\cdot t)\cdot\cos(2\cdot\omega\cdot t)+\cos^2(2\cdot\omega\cdot t)$$

$$=\frac{1}{2}\cdot(1+\cos(2\cdot\omega\cdot t))+\cos(2\cdot\omega\cdot t-\omega\cdot t)+\cos(2\cdot\omega\cdot t+\omega\cdot t)+\frac{1}{2}\cdot(1+\cos(4\cdot\omega\cdot t))$$

INTEGRAL einer COS / SIN Funktion über die gesamte Periode oder Vielfache davon = 0!

$$U=\hat{U}\sqrt{\frac{1}{T}\cdot T}=\hat{U}$$

Scheitelfaktor = 2
Formfaktor = 1 / 0,414 = 2,415

C8. Gegeben sei eine Kreisfunktion u = 2 cos(17 t). Wie groß sind folgende Kenngrößen dieser Funktion: Minimal- und Maximalwert, Schwingungsbreite, Scheitelwert, Gleichwert, Gleichrichtwert, Effektivwert, Scheitelfaktor und Formfaktor?

u_{min} = -2V, u_{max} = 2V, u_{pp} = 4V, û = 2V, $u_{Gleichwert}$ = 0, $u_{Gleichrichtwert}$ = 4/pi, u_{eff} = √2 = 1,41V, SF = √2, FF = 1,11

C9. Eine Sinusspannung ist definiert durch û=325V, f = 50Hz und φ_0= -45°. Zu welcher Zeit t_x >0 beträgt der Augenblickswert der Spannung erstmals 50 V?

t = 2,99ms aus: u(t)=325V * sin(2*pi*50Hz*t – 45°*pi/180) = 50V t ausrechnen…

C10. Eine cosinusförmige Spannung ist definiert durch û=141V, f = 60Hz und φ_0=16°. Zu welcher Zeit t_x beträgt der Augenblickswert der Spannung erstmals 32 V?

t 3,38ms aus: u(t)=141V * cos(2*pi*60Hz*t +16°*pi/180) = 32V t ausrechnen…

C11. Die übliche Niederspannung beträgt U=230 V (Sinus). Wie groß sind die Amplitude, die Schwingungsbreite und der Gleichrichtwert der Spannung?

û = 325V, upp = 650, UGL = 207V

C12. Die Messung einer Spannung ergab den Scheitelwert û=1000 V und den Gleichrichtwert = 580 V. Kann es sich dabei um eine Sinusspannung handeln?

Nein, der GL – Wert bei û=100V müsste 636,6V betragen!

C13. Die gemessene Wirkleistung einer sinusförmigen Spannungsversorgung an einem Widerstand R = 12Ω beträgt P = 4,4 kW. Wie groß ist die Amplitude der Spannungsversorgung?

325V aus: P * R = U^2 = 4400W*12Ohm = 2800V^2, daher: U = 229,78V.

C14. Eine ideale Einweg – Gleichrichterschaltung lässt nur Spannungen U>0 durch, negative Spannungen werden weggefiltert (d.h. $U_=$=0 für $U_\sim$<0). Die Schaltung wird mit einer Sinus – Quellspannung mit û = 12 V gespeist. Als Last dient ein 12Ω – Widerstand. Berechnen Sie den arithmetischen Mittelwert des Stromes, sowie dessen Effektivwert!

î = û/R = 1A, $i_{Gleichwert}$ = 1/pi A = 0,318A   I = 0.5 A (da ohne Gleichrichter: 1A/sqrt(2); mit halber quadratischer Fläche 0.5)

C15. Eine Sinusspannung mit der Frequenz 50 Hz und dem Effektivwert von 230 V hat zum Zeitpunkt 1,2ms den Augenblickswert von 60 V. Berechnen Sie den Nullphasenwinkel und die Nullphasenzeit! (2 Lösungen!)

-11° und t0 =+612,35us bzw. 147.8° und t0 = --8.2ms (aus u(1.2ms) = 325V*sin(2*pi*50Hz * 1.2ms + phi_0 * pi/180) = 60V)

C16. Addieren Sie die beiden Spannungen (Zeigerdarstellung) $\underline{U}_1$=4,7V /30° und $\underline{U}_2$=2V /-45° . Wie lautet die Zeitfunktion der Spannungssumme bei einer Frequenz von 50 Hz?

U=5,5638/9,68°=5,4845+j0,9358; u(t) = 5,5638V * cos(314*t+0,169)
5,5638/9,68°=5,4845+j0,9358

C17. Berechnen Sie die Summe und die Differenz der beiden Ströme I_1=1,5A /0° und I_2=500mA /120° .

1,3229/19,1° = 1,25+j0,433 bzw.1,8 / -13,9° = 1,75 –j0,433
64,4V/-127° = -38,8-j51,4 V