

Aufgabe 12

a) Welche Symmetrien

$$u(t + \frac{T_1}{2}) = -u(t)$$

Ⓘ ist halbwellensymmetrisch und grade ✓

$$u(\frac{T_1}{2} + \frac{T_1}{2}) = -u(\frac{T_1}{2})$$

$$\Rightarrow \hat{u} = -\hat{u}$$

$$u(t) = u(-t)$$

$$\Rightarrow u(\frac{T_1}{2}) = u(-\frac{T_1}{2})$$

$$\Rightarrow \hat{u} = \hat{u}$$

Ⓢ ist Halbwellensymmetrisch und ungrade ✓

$$u(T_A + \frac{T_1}{2}) = -u(T_A)$$

$$\Rightarrow -\hat{u} = -\hat{u}$$

$$u(-t) = -u(t)$$

$$u(-T_A) = -u(T_A)$$

$$\Rightarrow -\hat{u} = -\hat{u}$$

b) Für die Koeffizienten der reellen Fourierreihe gilt:

I) $a_0 = 0$ ✓

kein Gleichanteil

$b_v = 0$ ✓

$u(t)$ ist gerade

$a_{2v} = 0$ ✓

halbwellensymmetrie

II) $a_0 = 0$ ✓

kein Gleichanteil

$a_v = 0$ ✓

$u(t)$ ist ungrade

$b_{2v} = 0$ ✓

halbwellensymmetrie

②

c) I)

$$a_v = \frac{2}{T} \int_0^T u(t) \cdot \cos(v \cdot \omega_1 \cdot t) dt$$

$$= \frac{2}{T} \int_0^{\frac{T}{4}} u(t) \cdot \cos(v \cdot \omega_1 \cdot t) dt$$

Halbwellensymmetrie

II) $b_v = \frac{2}{T} \int_0^T u(t) \cdot \sin(v \cdot \omega_1 \cdot t) dt$

$$= \frac{2}{T} \int_0^{\frac{T}{4}} u(t) \cdot \sin(v \cdot \omega_1 \cdot t) dt$$

Halbwellensymmetrie

②

d)

I)

$$a_v = \frac{8}{T} \int_0^{\frac{T_1}{2}} u(t) \cdot \cos(v \cdot \omega_1 \cdot t) dt$$

$$u(t) = \begin{cases} \hat{u} & \text{für } 0 \leq t \leq \frac{T_1}{2} \\ 0 & \text{für } \frac{T_1}{2} < t \leq \frac{T}{4} \end{cases}$$

$$= \frac{8}{T} \cdot \int_0^{\frac{T_1}{2}} \hat{u} \cdot \cos(v \cdot \omega_1 \cdot t) dt + \frac{8}{T} \int_{\frac{T_1}{2}}^{\frac{T}{4}} 0 \cdot \cos(v \cdot \omega_1 \cdot t) dt$$

$$= \frac{8}{T} \cdot \left[\frac{\hat{u}}{v \cdot \omega_1} \cdot \sin(v \cdot \omega_1 \cdot t) \right]_0^{\frac{T_1}{2}} + 0$$

$$\omega_1 = \frac{2\pi}{T}$$

$$= \frac{8}{T} \cdot \left(\frac{\hat{u} \cdot T}{v \cdot 2\pi} \cdot \sin\left(v \cdot \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T_1}{2}\right) \right)$$

$$= \frac{4\hat{u}}{v \cdot \pi} \cdot \sin\left(v \cdot \pi \cdot \frac{T_1}{T}\right)$$

$$\stackrel{*}{=} 4 \cdot \hat{u} \cdot \frac{T_1}{T} \cdot \frac{\sin\left(v \cdot \pi \cdot \frac{T_1}{T}\right)}{v \cdot \pi \cdot \frac{T_1}{T}} = 4\hat{u} \cdot \frac{T_1}{T} \cdot \text{si}\left(v \cdot \pi \cdot \frac{T_1}{T}\right) \quad \checkmark \quad 5$$

$$\frac{T_1}{T} = \frac{2}{5}$$

$$= \frac{4}{5} \hat{u} \cdot \text{si}\left(v \cdot \frac{\pi}{5}\right)$$

* Es gilt:

$$\text{si}(x) = \frac{\sin(x)}{x}$$

II)

$$b_v = \frac{8}{T} \int_0^{\frac{T}{4}} u(t) \cdot \sin(v \cdot \omega_1 \cdot t) dt$$

$$u(t) = \begin{cases} \frac{\hat{u}}{T_A} \cdot t & \text{für } 0 \leq t < T_A \\ \hat{u} & \text{für } T_A \leq t < \frac{T}{4} \end{cases}$$

$$= \frac{8}{T} \cdot \left(\int_0^{T_A} \frac{\hat{u}}{T_A} \cdot t \cdot \sin(v \cdot \omega_1 \cdot t) dt + \int_{T_A}^{\frac{T}{4}} \hat{u} \cdot \sin(v \cdot \omega_1 \cdot t) dt \right)$$

$$= \frac{8}{T} \cdot \left(\left[\frac{\hat{u}}{T_A} \cdot \frac{t \cdot (-\cos(v \cdot \omega_1 \cdot t))}{v \cdot \omega_1} \right]_0^{T_A} - \int_0^{T_A} \frac{\hat{u}}{T_A} \cdot \frac{(-\cos(v \cdot \omega_1 \cdot t))}{v \cdot \omega_1} dt + \left[\hat{u} \cdot \frac{(-\cos(v \cdot \omega_1 \cdot t))}{v \cdot \omega_1} \right]_{T_A}^{\frac{T}{4}} \right)$$

$$= \frac{8}{T} \cdot \left(\frac{\hat{u}}{T_A} \cdot \frac{T_A \cdot (-\cos(v \cdot \omega_1 \cdot T_A))}{v \cdot \omega_1} + \left[\frac{\hat{u}}{T_A} \cdot \frac{\sin(v \cdot \omega_1 \cdot t)}{(v \cdot \omega_1)^2} \right]_0^{T_A} - \frac{\hat{u} \cdot \cos(v \cdot \omega_1 \cdot \frac{T}{4})}{v \cdot \omega_1} + \frac{\hat{u} \cdot \cos(v \cdot \omega_1 \cdot T_A)}{v \cdot \omega_1} \right)$$

$$= \frac{8}{T} \cdot \frac{\hat{u}}{T_A} \cdot \frac{\sin(v \cdot \omega_1 \cdot T_A)}{(v \cdot \omega_1)^2} - \frac{8}{T} \cdot \frac{\hat{u}}{v \cdot \omega_1} \cdot \cos(v \cdot \omega_1 \cdot \frac{T}{4})$$

$\Rightarrow$ Die Funktion ist halbwellen symmetrisch. Im Spektrum fehlen die Gradezahligen Harmonischen
 $\rightarrow \cos(v \cdot \frac{\pi}{2})$ ist für alle ungeraden $v \in \{1, 3, 5, \dots\}$ gleich null!

$$b_v = \frac{8}{T} \cdot \hat{u} \cdot \frac{\sin(v \cdot 2\pi \cdot \frac{T_A}{T})}{T_A \cdot (v \cdot \frac{2\pi}{T})^2}$$

$$= \frac{8\hat{u}}{T} \cdot \frac{T}{v \cdot 2\pi} \cdot \frac{\sin(v \cdot 2\pi \cdot \frac{T_A}{T})}{v \cdot 2\pi \cdot \frac{T_A}{T}}$$

$$\stackrel{*}{=} \text{si}(x) = \frac{\sin(x)}{x}$$

$$\stackrel{*}{=} \frac{4\hat{u}}{v \cdot \pi} \cdot \text{si}\left(v \cdot 2\pi \cdot \frac{T_A}{T}\right) = \frac{4\hat{u}}{v \cdot \pi} \cdot \text{si}\left(v \cdot 2\pi \cdot \frac{1}{8}\right)$$

10

e)

$$\text{I) } u(t) = \sum_{v=1}^{\infty} 4 \cdot \hat{u} \cdot \frac{T_1}{T} \cdot \text{si}\left((2v-1) \cdot \pi \cdot \frac{T_1}{T}\right) \cdot \cos((2v-1) \cdot \omega_1 \cdot t) \quad \checkmark$$

$$= \frac{4}{8} \cdot \hat{u} \cdot \sum_{v=1}^{\infty} \text{si}\left((2v-1) \cdot \pi \cdot \frac{4}{8}\right) \cdot \cos\left((2v-1) \cdot \frac{2\pi}{T} \cdot t\right)$$

2

$$\text{II) } u(t) = \sum_{v=1}^{\infty} \frac{4\hat{u}}{\pi} \cdot \frac{1}{(2v-1)} \cdot \text{si}\left((2v-1) \cdot 2\pi \cdot \frac{T_A}{T}\right) \cdot \sin\left((2v-1) \cdot \frac{2\pi}{T} \cdot t\right) = \frac{4\hat{u}}{\pi} \cdot \sum_{v=1}^{\infty} \frac{1}{(2v-1)} \cdot \text{si}\left((2v-1) \cdot 2\pi \cdot \frac{1}{8}\right) \cdot \sin\left((2v-1) \cdot \frac{2\pi}{T} \cdot t\right)$$

f)

I) $\underline{c}_0 = a_0 = 0$ ✓

$$\underline{c}_v = \frac{a_v - j \cdot b_v}{2} = \frac{1}{2} \cdot 4u \cdot \frac{T_i}{T} \cdot \sin\left(v \cdot \pi \cdot \frac{T_i}{T}\right) = 2u \cdot \frac{T_i}{T} \cdot \sin\left(v \cdot \pi \cdot \frac{T_i}{T}\right) \quad \text{für } v \text{ ungerade}$$

$\underline{c}_v = 0$ wenn v gerade ✓

II) $\underline{c}_0 = a_0 = 0$ ✓

$$\underline{c}_v = \frac{-j}{2} \cdot \frac{4u}{v \cdot \pi} \cdot \sin\left(v \cdot 2\pi \cdot \frac{T_i}{T}\right) = -j \cdot \frac{2u}{v \cdot \pi} \cdot \sin\left(v \cdot 2\pi \cdot \frac{T_i}{T}\right) \quad \text{wenn } v \text{ ungerade ist}$$

$\underline{c}_v = 0$ wenn v gerade ist ✓

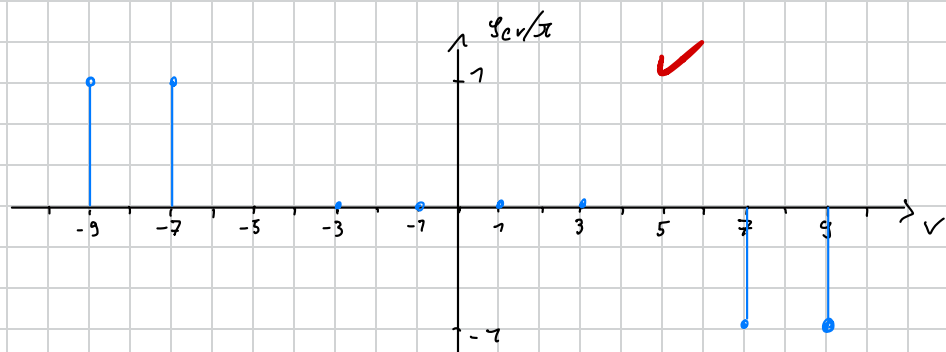
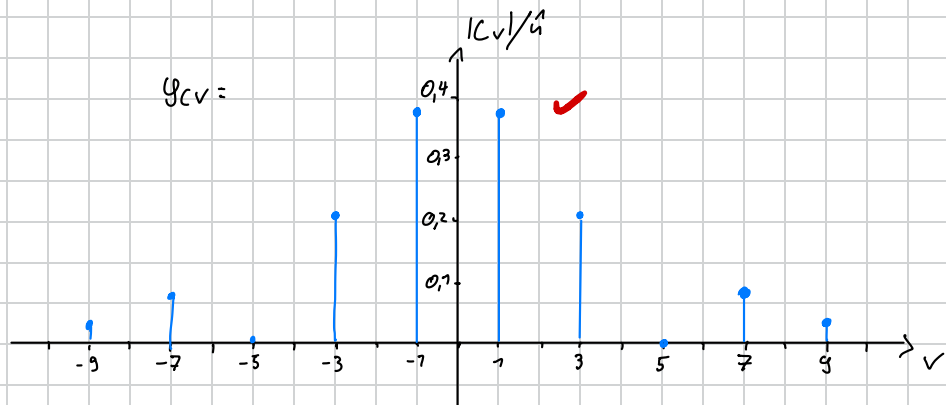
②

g) I) $|\underline{c}_v| = 2u \cdot \frac{T_i}{T} \cdot \left| \sin\left(v \cdot \pi \cdot \frac{T_i}{T}\right) \right| = 2u \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{|\sin(v \cdot \pi \cdot \frac{1}{6})|}{|v \cdot \pi \cdot \frac{1}{6}|}$

$$\varphi_{\underline{c}_v} = \arg\left(\sin\left(v \cdot \pi \cdot \frac{T_i}{T}\right)\right) = \arg\left(\frac{\sin\left(v \cdot \pi \cdot \frac{T_i}{T}\right)}{v \cdot \pi \cdot \frac{T_i}{T}}\right) \quad \checkmark$$

Für $\frac{T_i}{T} = \frac{1}{6}$

v	$ \underline{c}_v /u$	$\varphi_{\underline{c}_v}$
-10	-	-
-9	0,042	π
-8	-	-
-7	0,086	π
-6	-	-
-5	0	-
-4	-	-
-3	0,202	0
-2	-	-
-1	0,374	0
0	-	-
1	0,374	0
2	-	-
3	0,202	0
4	-	-
5	0	-
6	-	-
7	0,086	$-\pi$
8	-	-
9	0,042	$-\pi$
10	-	-



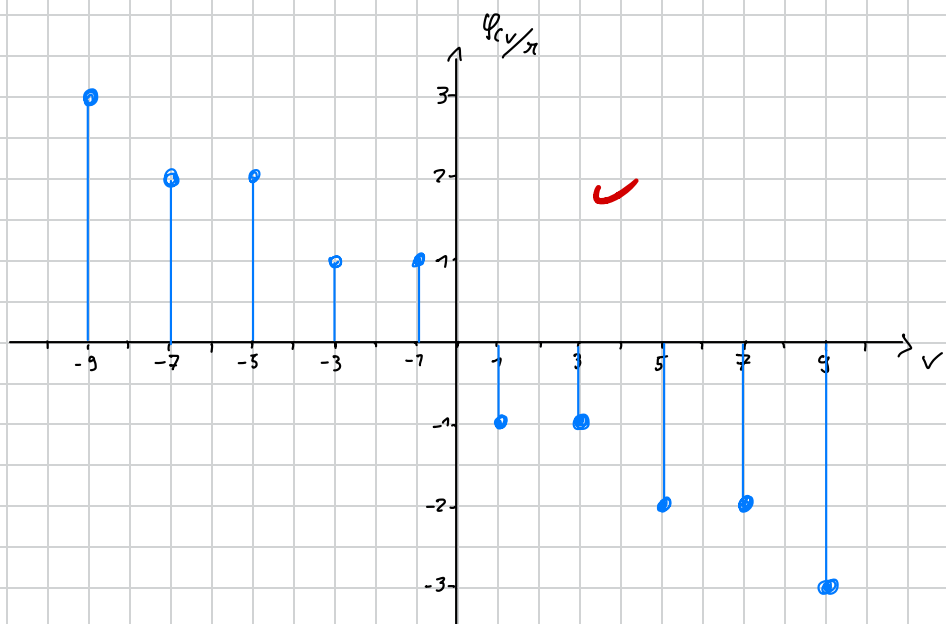
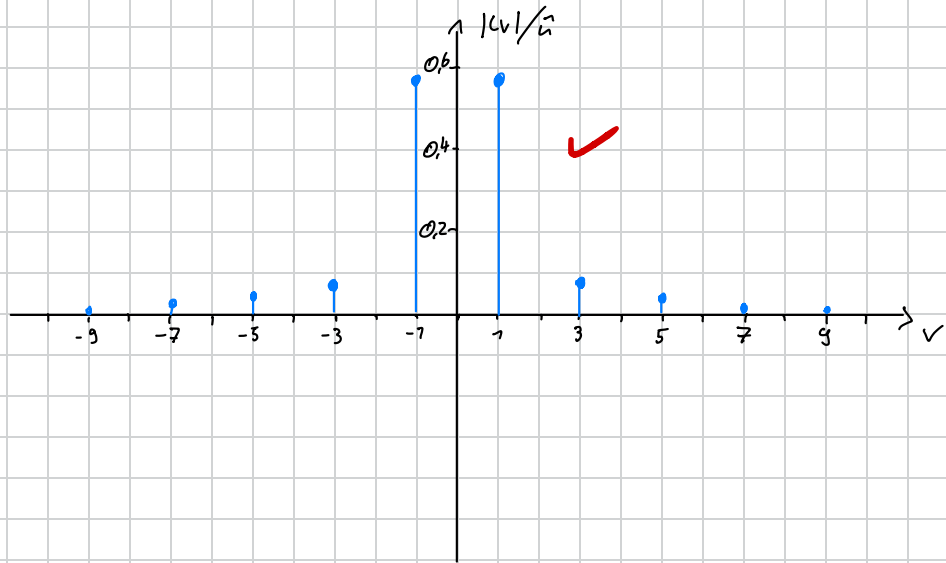
$$\text{II) } |C_v| = \frac{2A}{\pi} \cdot \left| \frac{1}{v} \cdot \sin\left(2v\pi \frac{T_A}{T}\right) \right|$$

$$= \frac{2A}{\pi} \cdot \left| \frac{1}{v} \cdot \sin\left(v \cdot \pi \cdot \frac{1}{4}\right) \right|$$

$$\frac{T_A}{T} = \frac{1}{8}$$

$$\underline{\varphi_v} = -\frac{\pi}{2} + \arg\left(\frac{1}{v} \cdot \sin\left(2v\pi \frac{T_A}{T}\right)\right)$$

v	C _v /A	φ _{Cv}
-10	—	—
-9	0,007	3π
-8	—	—
-7	0,012	2π
-6	—	—
-5	0,023	π
-4	—	—
-3	0,064	0
-2	—	—
-1	0,573	-π
0	—	—
1	0,573	-2π
2	—	—
3	0,064	-3π
4	—	—
5	0,023	-4π
6	—	—
7	0,012	-5π
8	—	—
9	0,007	-6π
10	—	—



(10)

Aufgabe 13

$$u_1(t) = \hat{U} \cdot \sin(2\pi \cdot f_1 \cdot t)$$

a)

$$b_1 = \hat{U}$$

$$a_0 = a_v = 0$$

$$b_v = 0 \quad v \in \mathbb{N} \setminus \{1\}$$

$$c_1 = \frac{a_1 - j b_1}{2} = \frac{-j \hat{U}}{2}$$

$$c_{-1} = \frac{a_{-1} + j b_{-1}}{2} = \frac{j \hat{U}}{2}$$

└ nur f_1 tritt auf

②

⇒ Es können neue Frequenzen erzeugt werden ⇒ Die Diode ist nicht linear

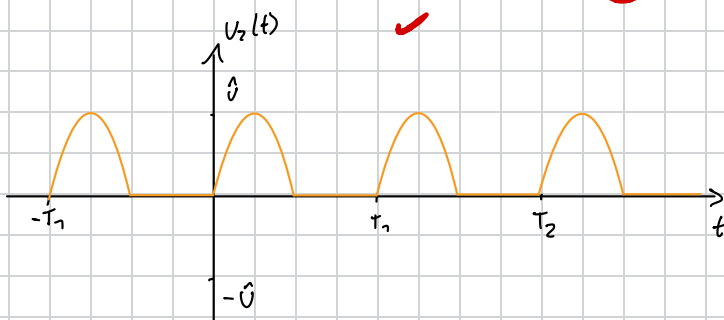
b)

$$u_2(t) \text{ zwischen } -T_1 \leq t \leq T_1$$

$$f_1 = \frac{1}{T_1}$$

$$u_1(t) = \hat{U} \cdot \sin\left(2\pi \frac{t}{T_1}\right)$$

②



$$U_D = 0 \quad I_D > 0$$

$$I_D = 0 \quad U_D < 0$$

⇒ $u_1(t) < 0 \rightarrow$ Diode Sperrt $\rightarrow u_2(t) = u_1(t)$

⇒ $u_1(t) > 0 \rightarrow$ Diode offen $u_2(t) = 0$

c)

$u_2(t)$ ist periodisch $\rightarrow$ dies ermöglicht die Entwicklung über eine Fourier Reihe

$$u_2(t) = \begin{cases} \hat{U} \cdot \sin(2\pi f_1 \cdot t) & \text{für } 0 \leq t < \frac{T_1}{2} \\ 0 & \text{für } \frac{T_1}{2} \leq t < T_1 \end{cases}$$

$$c_v = \frac{1}{T_1} \int_0^{T_1} u_2(t) \cdot e^{-j \cdot v \cdot \omega_1 \cdot t} dt$$

$$= \frac{1}{T_1} \int_0^{\frac{T_1}{2}} \hat{U} \cdot \sin(2\pi f_1 \cdot t) \cdot e^{-j \cdot v \cdot \omega_1 \cdot t} dt + \frac{1}{T_1} \cdot \int_{\frac{T_1}{2}}^{T_1} 0 \cdot e^{-j \cdot v \cdot \omega_1 \cdot t} dt$$

$$\text{Fall 1: } = \frac{\hat{U}}{T_1} \cdot \int_0^{\frac{T_1}{2}} \frac{1}{2j} \cdot (e^{j(2\pi f_1 \cdot t)} - e^{-j(2\pi f_1 \cdot t)}) \cdot e^{-j \cdot v \cdot 2\pi f_1 t} dt$$

$$\sin(\alpha) = \frac{1}{2j} \cdot (e^{j\alpha} - e^{-j\alpha})$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T_1} = 2\pi f_1$$

$$v \neq \pm 1 = \frac{\hat{U}}{T_1 \cdot 2j} \int_0^{\frac{T_1}{2}} e^{j\omega_1 t (1-v)} - e^{-j\omega_1 t (1+v)} dt$$

$$= \frac{\hat{U}}{T_1 \cdot 2j} \left[\frac{e^{j\omega_1 t (1-v)}}{j \cdot \omega_1 (1-v)} - \frac{e^{-j\omega_1 t (1+v)}}{-j \omega_1 (1+v)} \right]_0^{\frac{T_1}{2}}$$

$$= \frac{\hat{U}}{T_1 \cdot 2j} \cdot \frac{1}{j \cdot \frac{2\pi}{T_1}} \cdot \left(\frac{e^{j2\pi f_1 \cdot \frac{T_1}{2} \cdot (1-v)}}{(1-v)} - \frac{e^{-j2\pi f_1 \cdot \frac{T_1}{2} \cdot (1+v)}}{-(1+v)} - \frac{1}{(1-v)} - \frac{1}{-(1+v)} \right)$$

$$= \frac{\hat{U}}{-4\pi} \cdot \left(\frac{e^{j\pi(1-v)} \cdot (-1-v) - e^{-j\pi(1+v)} (1-v)}{v^2 - 1} - \frac{-(1+v) - (1-v)}{v^2 - 1} \right)$$

$$= \frac{\hat{U}}{-4\pi(v^2 - 1)} \cdot \left(-e^{j\pi(1-v)} \cdot (1+v) - e^{-j\pi(1+v)} \cdot (1-v) + 2 \right)$$

$$e^{\pm ix} = \cos(x) \pm i \cdot \sin(x)$$

$$= \frac{\hat{U}}{-4\pi(v^2 - 1)} \cdot \left(-1 \left[\cos(\pi(1-v)) + j \cdot \sin(\pi(1-v)) \right] \cdot (1+v) - \left[\cos(\pi(1+v)) - j \cdot \sin(\pi(1+v)) \right] \cdot (1-v) + 2 \right)$$

NR:

v	$\cos(\pi(1-v))$	$\sin(\pi(1-v))$	$\cos(\pi(1+v))$	$\sin(\pi(1+v))$
2	-1	0	-1	0
3	1	0	1	0
4	-1	0	-1	0
5	1	0	1	0
6	-1	0	-1	0
	$(v-1)$ (-1)	0	$(v-1)$ (-1)	0

$$v=2$$

$$(IA) \cos(\pi(1-v)) = \cos(\pi(1+v)) = (-1)^{(v-1)}$$

$$\Leftrightarrow \cos(\pi(-1)) = \cos(\pi \cdot 3) = (-1)^1$$

$$\Leftrightarrow -1 = -1 = -1$$

$$(IH) \text{ für } v \geq 2 \quad \cos(\pi(1-v)) = \cos(\pi(1+v)) = (-1)^{(v-1)}$$

$$(IS) v \Rightarrow v+1$$

$$\cos(\pi(1-(v+1))) = \cos(\pi(1+(v+1))) = (-1)^{(v+1)-1}$$

$$(2) \cos(-\pi \cdot v) = \cos(\pi \cdot v) = (-1)^v$$

$$\cos(-x) = \cos(x)$$

$$\Leftrightarrow \cos(\pi v) = (-1)^v$$

1. Fall v ist gerade

2. Fall v ist ungerade

$$\cos(\pi \cdot v) = 1 = (-1)^v$$

$$\cos(\pi \cdot v) = -1 = (-1)^v$$

$\Rightarrow$ Somit ist für alle $v \in \mathbb{N}, v \geq 2 \quad \cos(\pi v) = (-1)^v$ also

$$\text{auch } \cos(\pi(1-v)) = \cos(\pi(1+v)) = (-1)^{(v-1)}$$

Daraus folgt:

$$= \frac{1}{-4\pi(v^2-1)} \cdot \left(-1 \left[(-1)^{(v-1)} \right] \cdot (1+v) - \left[(-1)^{(v-1)} \right] \cdot (1-v) + 2 \right)$$

$$= \frac{1}{-4\pi(v^2-1)} \cdot \left((-1)^v \cdot (1+v) + (-1)^v (1-v) + 2 \right)$$

$$= \frac{1}{-4\pi(v^2-1)} \cdot \left((-1)^v (2+v-v) + 2 \right) = \frac{1}{-4\pi(v^2-1)} \cdot \left(2 \cdot (1+(-1)^v) \right)$$

$$= \frac{1}{-2\pi(v^2-1)} \cdot \left(1+(-1)^v \right) = C_v \quad \checkmark \quad 8$$

$$C_0 = \frac{1}{-2\pi(0^2-1)} \cdot \left(1+(-1)^0 \right)$$

$$= \frac{1}{+2\pi} \cdot 2 = \frac{1}{\pi} \quad \checkmark$$

Fall 2:

Für $v=1$

$$\begin{aligned} C_1 &= \frac{\hat{u}}{2j \cdot T_1} \int_0^{\frac{T_1}{2}} \left(e^{j2\pi \cdot f_1 \cdot t} - e^{-j2\pi \cdot f_1 \cdot t} \right) \cdot e^{-j2\pi \cdot 1 \cdot f_1 \cdot t} dt \\ &= \frac{\hat{u}}{2j \cdot T_1} \int_0^{\frac{T_1}{2}} 1 - e^{-j4\pi \cdot f_1 \cdot t} dt \\ &= \frac{\hat{u}}{2j \cdot T_1} \left[t + \frac{e^{-j4\pi \cdot f_1 \cdot t}}{j4\pi \cdot f_1} \right]_0^{\frac{T_1}{2}} = \frac{\hat{u}}{2j \cdot T_1} \cdot \left(\frac{T_1}{2} + \frac{e^{-j4\pi \cdot \frac{T_1}{2} \cdot f_1} - 1}{j \cdot 4\pi \cdot f_1} \right) \\ &= \frac{\hat{u}}{4j} + \frac{\hat{u}}{2j \cdot T_1} \cdot \frac{e^{-2\pi} - 1}{j4\pi \cdot \frac{1}{T_1}} = \frac{\hat{u}}{4j} + \frac{(e^{-2\pi} - 1)}{-8\pi} \cdot \hat{u} \\ &= \left(\frac{-j\hat{u}}{4} + \frac{\hat{u}}{-8\pi} \cdot (\cos(2\pi) - j \cdot \sin(2\pi) - 1) \right) \\ &= \frac{-j\hat{u}}{4} + \frac{\hat{u}}{-8\pi} \cdot 0 \\ &= \frac{-j \cdot \hat{u}}{4} \end{aligned}$$

Für $v=-1$

$$\begin{aligned} C_1 &= \frac{\hat{u}}{2j \cdot T_1} \int_0^{\frac{T_1}{2}} \left(e^{j2\pi \cdot f_1 \cdot t} - e^{-j2\pi \cdot f_1 \cdot t} \right) \cdot e^{+j2\pi \cdot 1 \cdot f_1 \cdot t} dt \\ &= \frac{\hat{u}}{2j \cdot T_1} \int_0^{\frac{T_1}{2}} e^{j4\pi \cdot f_1 \cdot t} - 1 dt \\ &= \frac{\hat{u}}{2j \cdot T_1} \left[\frac{e^{j4\pi \cdot f_1 \cdot t}}{j4\pi \cdot f_1} - t \right]_0^{\frac{T_1}{2}} = \frac{\hat{u}}{2j \cdot T_1} \cdot \left(\frac{e^{j2\pi} - 1}{j4\pi \cdot f_1} - \frac{T_1}{2} \right) \\ &= \frac{-\hat{u}}{4j} + \frac{\hat{u}}{2j} \cdot (e^{j2\pi} - 1) \\ &= \frac{-\hat{u}}{4j} + \frac{\hat{u}}{2j} \cdot (\cos(2\pi) + j \sin(2\pi) - 1) \\ &= \frac{-\hat{u}}{4j} + 0 = \frac{j\hat{u}}{4} \end{aligned}$$

(11)

d)

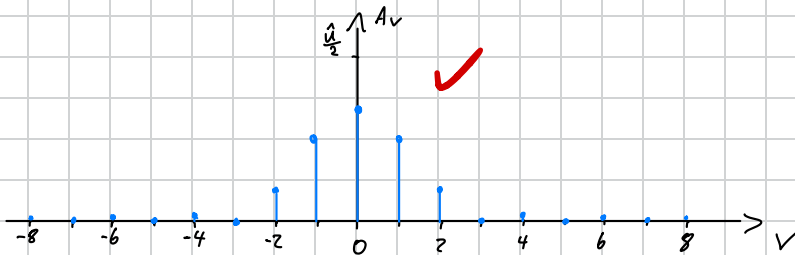
$$C_{v \neq \pm 1} = \frac{-\hat{u}}{2\pi(v^2-1)} \cdot (1 + (-1)^v)$$

$$C_{v=\pm 1} = \mp \frac{j \cdot \hat{u}}{4} \quad |C_{v=\pm 1}| = \left| \pm \frac{j \cdot \hat{u}}{4} \right| = \frac{\hat{u}}{4}$$

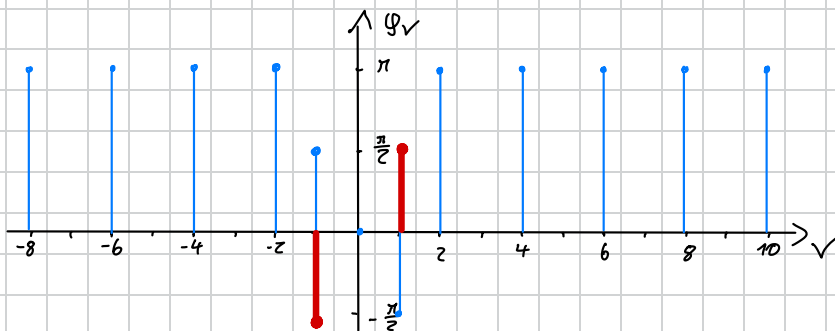
$$C_{v=0} = \frac{\hat{u}}{\pi}$$

$$g \in \mathbb{Z} \quad |C_{\pm 2g}| = \left| \frac{-\hat{u}}{\pi \cdot ((2g)^2-1)} \right| = \left| \frac{-\hat{u}}{\pi(4g^2-1)} \right| = \frac{\hat{u}}{\pi(4g^2-1)}$$

v	Cv	v	Cv
-8	$\frac{\hat{u}}{\pi \cdot 63}$	0	$\frac{\hat{u}}{\pi}$
-7	0	1	$\frac{\hat{u}}{4}$
-6	$\frac{\hat{u}}{\pi \cdot 35}$	2	$\frac{\hat{u}}{\pi \cdot 3}$
-5	0	3	0
-4	$\frac{\hat{u}}{\pi \cdot 15}$	4	$\frac{\hat{u}}{\pi \cdot 8}$
-3	0	5	0
-2	$\frac{\hat{u}}{\pi \cdot 3}$	6	$\frac{\hat{u}}{\pi \cdot 35}$
-1	$\frac{\hat{u}}{4}$	7	0
		8	$\frac{\hat{u}}{\pi \cdot 63}$



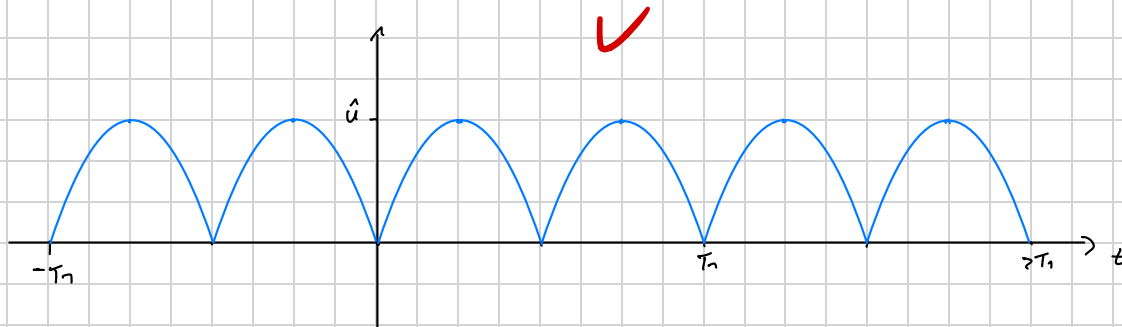
$$\vartheta_v = \begin{cases} 0, & v=0 \\ \mp \frac{\pi}{2}, & v=\pm 1 \\ \pi, & v \in \{-2, \pm 2, \pm 4, \pm 6, \pm 8, \dots\} \\ \text{other sense} \end{cases}$$



⑤

e) $u_1(t) \geq 0$: D_1 und D_2 leiten $\Rightarrow u_1(t) = u_3(t)$ ✓
 $u_1(t) < 0$: D_3 und D_4 leiten $\Rightarrow u_1(t) = -u_3(t)$ ✓

$$u_1(t) = \hat{U} \cdot \sin(2\pi f_1 t)$$



Die Perioden daher halbiert sich $\Rightarrow T_3 = \frac{T_1}{2}$ ✓

$\Rightarrow$ Hat kein Einfluss auf das weitere vorgehen, da das Sinus signal bereit grade war.

$$u_2(t) = \begin{cases} u_1(t) & \text{für } 0 \leq t \leq \frac{T_1}{2} \\ 0 & \text{für } \frac{T_1}{2} < t < T_1 \end{cases}$$

$$u_3(t) = u_1(t) \quad \text{für } 0 \leq t < T_3 = \frac{T_1}{2}$$

$$\Leftrightarrow u_3(t) = u_1(t) + u_2(t - \frac{T_1}{2})$$

$$\begin{aligned} C_{u_3} &= \frac{1}{T_1} \int_0^{T_3} u_3(t) \cdot e^{-jv \cdot u_1 \cdot t} dt \\ &= \frac{1}{T_1} \int_0^{\frac{T_1}{2}} (u_1(t) + u_2(t - \frac{T_1}{2})) \cdot e^{-jv \cdot u_1 \cdot t} dt \\ &= \frac{1}{T_1} \int_0^{\frac{T_1}{2}} u_1(t) \cdot e^{-jv \cdot u_1 \cdot t} dt + \frac{1}{T_1} \int_0^{\frac{T_1}{2}} u_2(t - \frac{T_1}{2}) \cdot e^{-jv \cdot u_1 \cdot t} dt \end{aligned}$$

$$= C_v + C_v \cdot e^{-j \cdot \omega_3 \cdot \frac{T_1}{2} \cdot v} = C_v + C_v \cdot e^{-j \pi \cdot v}$$

$$= C_v \cdot (1 + (-1)^v)$$

$$u_3(t) = \frac{2U}{\pi} + \sum_{\mu=1}^{\infty} \frac{-2U}{\pi} \cdot \frac{1}{4\mu^2-1} \cdot \sin(2\pi f_3 \mu t)$$
 ✓

Verschiebungssatz:

$$u'(t) = u(t - T_v) \Leftrightarrow \underline{V}'(f) = \underline{V}(f) \cdot e^{-j2\pi f \cdot T_v}$$

⑧

$$f) F(j\omega) = \frac{u_4(t)}{u_3(t)} = \frac{g_m \cdot u_3 \cdot Z}{u_3} = g_m \cdot Z_{CE} || Z_{CL} = g_m \cdot \frac{(-R_{CE} \cdot \frac{1}{j\omega C_L})}{R_E + \frac{1}{j\omega C_L}} = -g_m \cdot \frac{R_{CE}}{j\omega C_L \cdot R_{CE} + 1} \quad \checkmark$$

Komplexe Fourier Reihe:

$$\sum_{v=-\infty}^{\infty} C_{v3} \cdot e^{j\omega_3 t} F(v, j\omega) \quad \checkmark$$

$$\Rightarrow \text{Es folgt } C_{v4} = \frac{C_{v3} \cdot (-g_m) \cdot R_{CE}}{v \cdot j2\pi f_3 \cdot R_{CE} + 1} \quad \checkmark$$

$\Rightarrow$ Nein, der hintere Schaltungsstil kann keine neuen Frequenzen erzeugen, da dieser linear ist, nur aus linearen Komponenten besteht. $\checkmark$

④