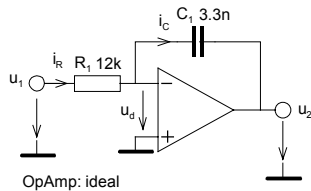


Operationsverstärker 3 (Integratoren)

Aufgaben

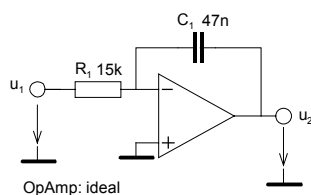
Bestimmen Sie aus nachfolgenden Schaltungen:

1.



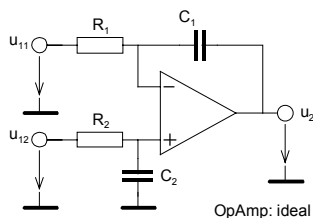
- Bei welcher Frequenz f_1 gilt $\left| \frac{u_2}{u_1} \right| = 1$?
- Bei welcher Frequenz f_2 gilt $|i_R| = |i_C|$?
- Bei welcher Frequenz f_3 gilt $R = |Z_C|$? Wie gross wird in diesem Fall $|v_U| = \left| \frac{u_2}{u_1} \right|$?
- Für welche Eingangsspannung u_1 zeigt die Ausgangsspannung eine Rampenfunktion von $u_2(t) = \frac{+252.5V}{s} \cdot t$?

2.



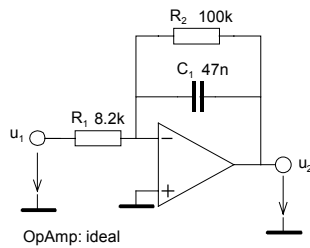
- Es wird eine Eingangsspannung $u_1(t) = 1V \cdot \sin(\omega_1 \cdot t)$ mit 75Hz Frequenz eingespielen. Wie wird $u_2(t)$?
- Es wird eine Eingangsspannung $u_1(t) = +2.5V$ eingespielen. Wie wird $u_2(t)$?
- Skizzieren Sie das PN-Diagramm.

3.



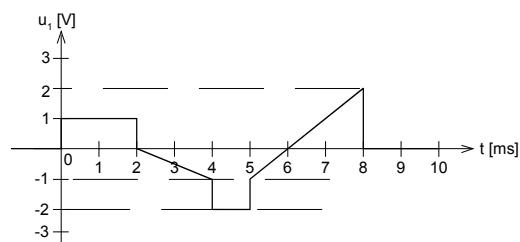
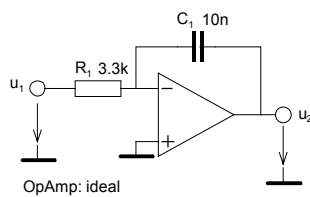
- Bestimmen Sie $u_2(s) = f[u_{11}(s), u_{12}(s)]$
- Bestimmen Sie $G(s) = \left. \frac{u_2(s)}{u_{11}(s)} \right|_{u_{12}=0V}$
- Wie wird die Sprungantwort für das $G(s)$ aus b.) ?

4.



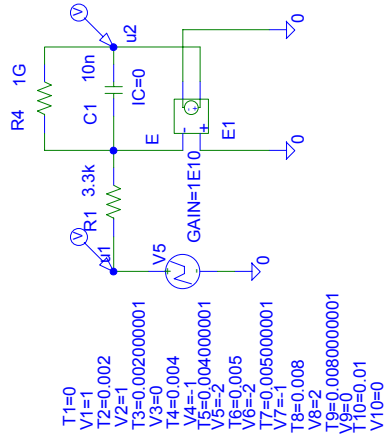
- Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion $G(s)$.
- Wie lautet der Amplitudengang $|F(j\omega)|$?
- Wie lautet der Phasengang $\varphi(j\omega)$? Welchen Bereich hat er?
- Wie gross wird $|v_U|$ für $f_1=100\text{Hz}$ und $f_2=15\text{kHz}$?
- Phasenverschiebung bei $f_1=100\text{Hz}$ und $f_2=15\text{kHz}$?
- Wo liegt die Eckfrequenz f_c ?
- Bei welcher Frequenz f_3 wird $|u_2| = |u_1|$?
- Wie lautet die Sprungantwort $h(t)$?

5. Man berechne die Ausgangsspannung $u_2(t)$ in den Knickpunkten skizziere den geschätzten Verlauf der Ausgangsspannung, wenn am Eingang die Spannung $u_1(t)$ gemäss Skizze angelegt wird. Man vergleiche das Resultat mit der beigelegten Simulation.



2

1



B

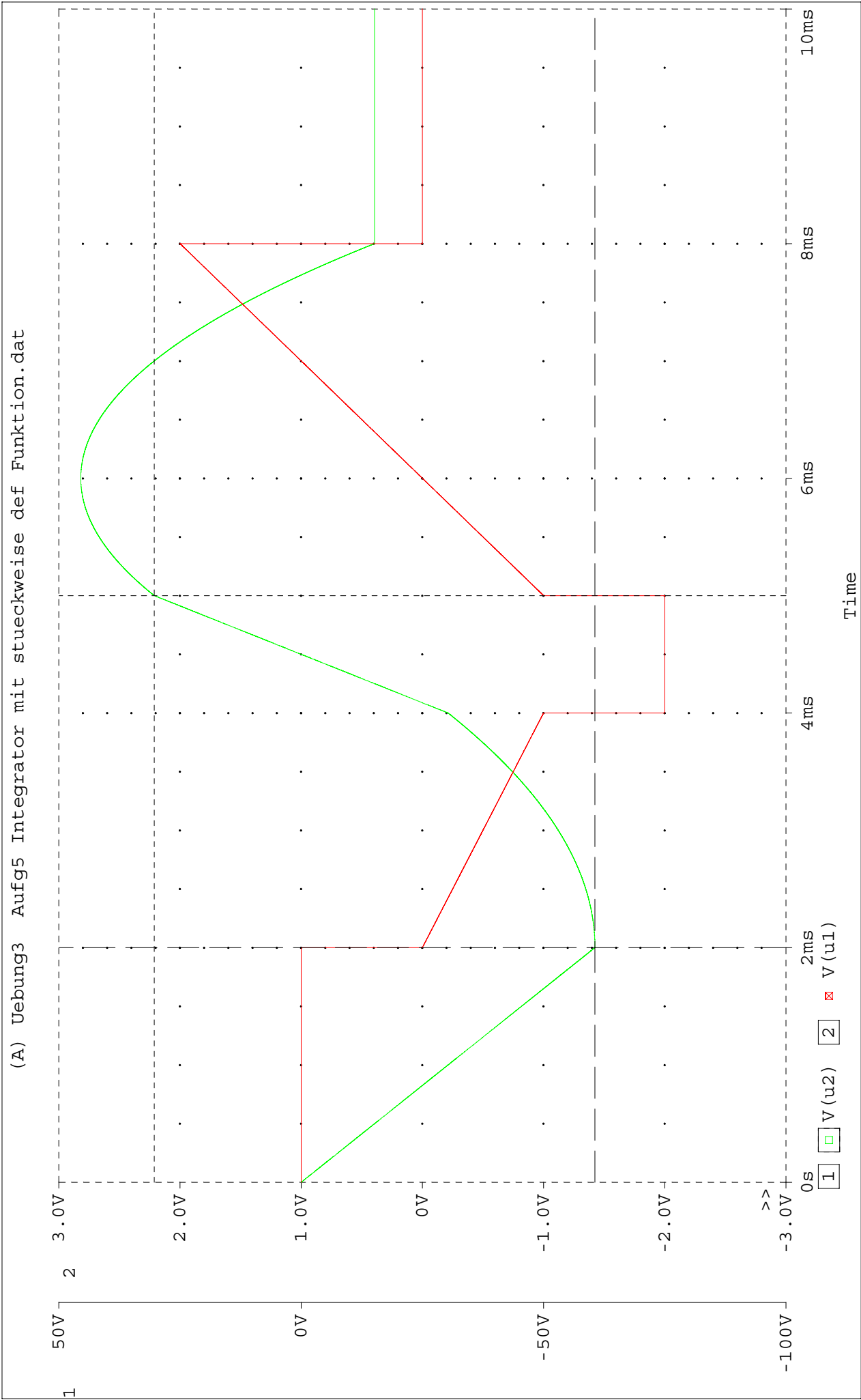
A

B

A

2

1

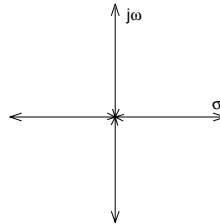


Operationsverstärker 3 (Integratoren)

Lösungen

1. a.) $f_C = 4019.06 \text{ Hz}$
 b.) Für jede Frequenz.
 c.) $f_3 = 4019.06 \text{ Hz} \quad |V_U| = 1.0$
 d.) $u_1(t) = -10 \text{ mV}$

2. a.) $u_2(t) = 3.010022 [\cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t) - 1] \text{ V}$
 b.) $u_2(t) = -3546.1 \frac{\text{V}}{\text{s}} \cdot t$
 c.) Es ex. Nur ein Pol bei $s=0$:



3. a.)

$$u_2(s) = u_{12}(s) \frac{R_1 C_1 s + 1}{R_1 C_1 s (R_2 C_2 s + 1)} - u_{11} \frac{1}{R_1 C_1 s} \stackrel{R_1 C_1 = R_2 C_2}{=} u_{12}(s) \frac{1}{R_1 C_1 s} - u_{11} \frac{1}{R_1 C_1 s} = \frac{1}{R_1 C_1 s} (u_{12}(s) - u_{11}(s))$$

 c.), b.)

$$u_2(t) = \frac{1}{R_1 C_1} \int_0^t (u_{12}(T) - u_{11}(T)) dT + \frac{R_1 C_1 - R_2 C_2}{R_1 C_1} u_-(t) \stackrel{R_1 C_1 = R_2 C_2}{=} \frac{1}{R_1 C_1} \int_0^t (u_{12}(T) - u_{11}(T)) dT$$

$$u_2(t)|_{u_{11}=0} = \frac{1}{R_1 C_1} \int_0^t (u_{12}(T)) dT$$

4. a.) $G(s) = \frac{-R_2}{R_1} \frac{1}{1 + sR_2 C}$ b.) $|F(j\omega)| = \frac{R_2}{R_1} \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega R_2 C)^2}}$

arg($F(j\omega)$) = $-\text{atan}(\omega R_2 C) \pm 180^\circ$
 c.) $\pm 180^\circ - \text{atan}(\omega R_2 C) \Big|_{\omega=0}^{\omega \rightarrow \infty} = \pm 180^\circ + 0..90^\circ$

c.) d.) $100 \text{ Hz} : \quad v_u = 7.148 \quad \phi = 125.883^\circ$
 $15 \text{ kHz} : \quad v_u = 0.059 \quad \phi = 90.276^\circ$

f.) $f_C = 72.34 \text{ Hz}$

g.) $f = \frac{\sqrt{\left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 - 1}}{2\pi R_2 C}$ h.) $h(t) = -\frac{R_2}{R_1} \left(1 - e^{\frac{-t}{R_2 C}} \right)$

5.
 $u_1(t = 2 \text{ ms}) = -60.606 \text{ V}$
 $u_1(t = 4 \text{ ms}) = -30.303 \text{ V}$
 $u_1(t = 5 \text{ ms}) = +30.303 \text{ V}$
 $u_1(t = 8 \text{ ms}) = -15.152 \text{ V}$