

Lösungsübersicht EL SS 2002

Gegeben ist eine Begrenzerschaltung mit Z-Dioden (vier **Siliziumdioden** gleichen Typs $ZD_1 \dots ZD_4$), die von der Reihenschaltung der Spannungsquellen U_0 und u_1 gespeist werden (**Abb. 1a**).

Vorwiderstand $R_V = 1 \text{ k}\Omega$,

Zenerspannung $U_Z = 5,0 \text{ V}$

„DC-Quelle“ $U_0 = 10,0 \text{ V}$

„AC-Quelle“ $u_1 = 30,0 \text{ V} \cdot \sin(2\pi ft)$

$f = 50 \text{ Hz}$

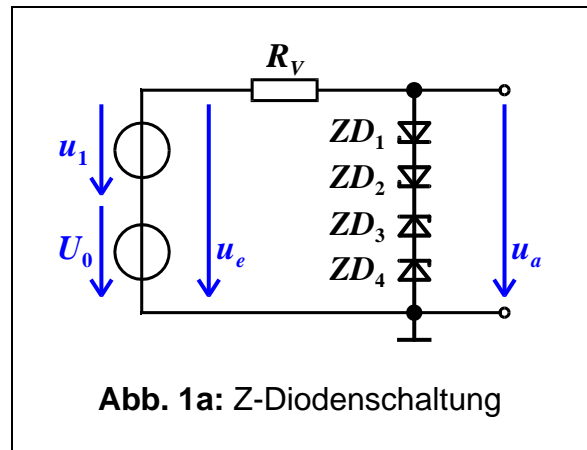


Abb. 1a: Z-Diodenschaltung

1.1 Wirksame Eingangsspannung u_e

1.2 Zeitfunktionen $u_a(t)$ (näherungsweise wegen des großen Wertes von R_V)

Wenn der Betrag des Momentanwertes der Spannung $u_1 + U_0$ kleiner als $2 \cdot U_Z + 2 \cdot U_S$ ist, dann sind die Z-Dioden unwirksam und es gilt $u_a = u_1 + U_0$. Wenn $|u_1 + U_0| > 2 \cdot U_Z + 2 \cdot U_S$, da gilt:

Positive Halbwelle: ZD1 und ZD2 in Durchlassbetrieb, also ca. $(0,6 + 0,6) \text{ V} = 1,2 \text{ V}$ Spannungsabfall.

ZD3 und ZD4 im Z-Bereich, ca. $(5 + 5) \text{ V} = 10 \text{ V}$ Spannungsabfall. Gesamter Spannungsabfall ca. $11,2 \text{ V}$.

Negative Halbwelle: ZD3 und ZD4 in Durchlassbetrieb, also ca. $-(0,6 + 0,6) \text{ V} = -1,2 \text{ V}$ Spannungsabfall.

ZD1 und ZD2 im Z-Bereich, ca. $-(5 + 5) \text{ V} = -10 \text{ V}$ Spannungsabfall. Gesamtspannung ca. $-11,2 \text{ V}$.

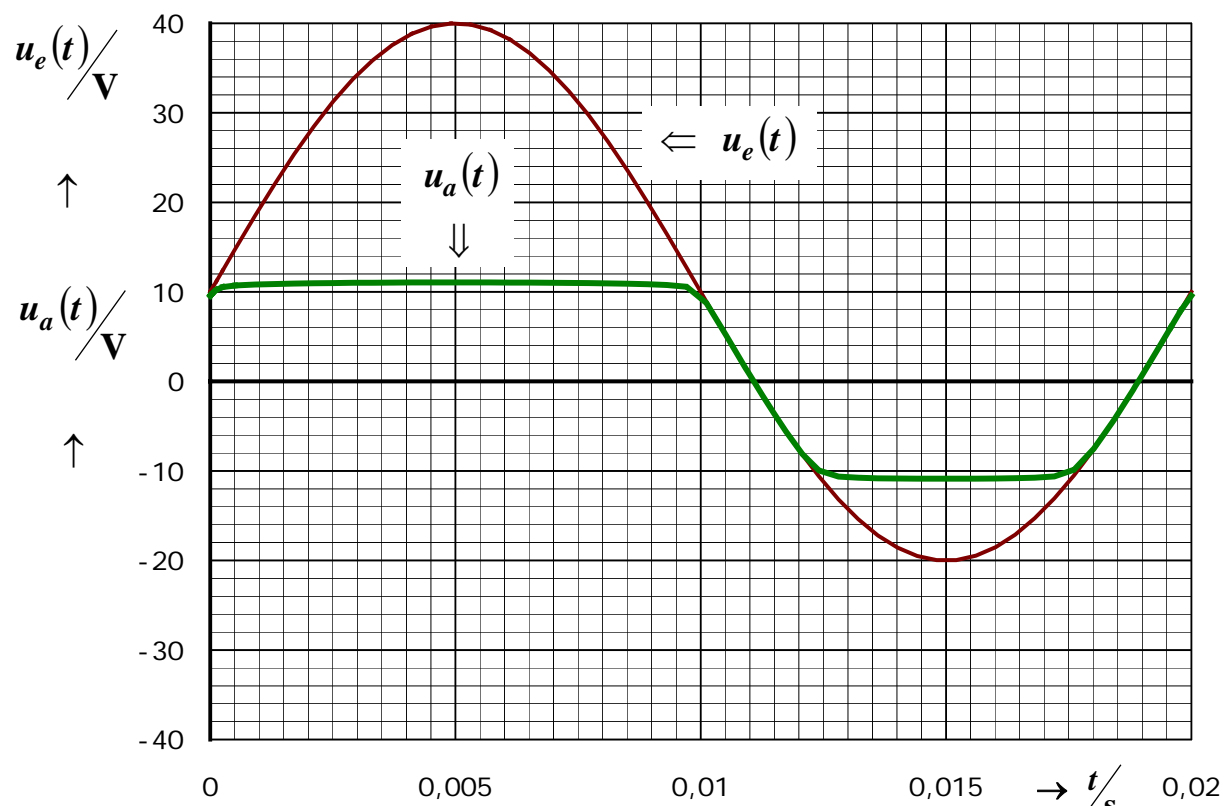
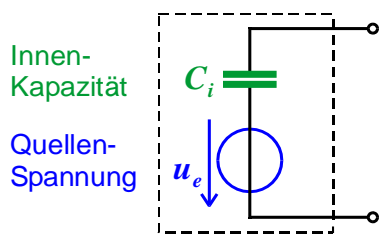
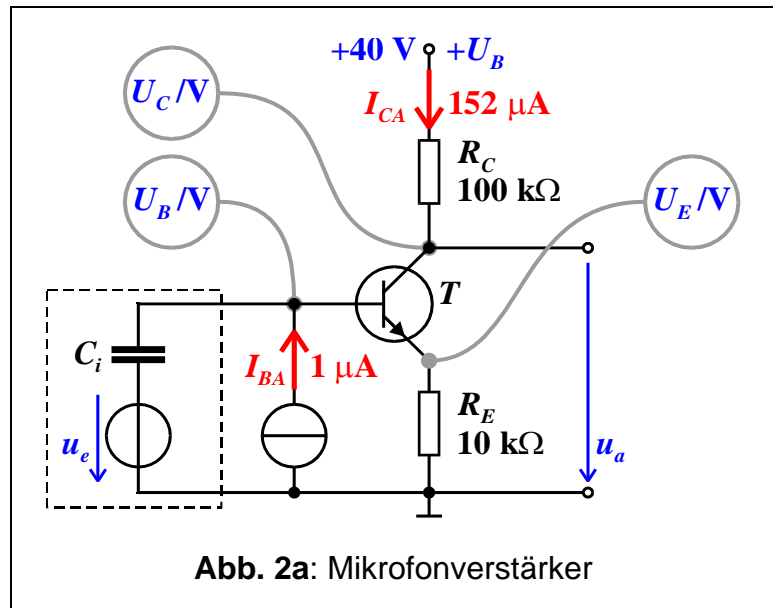


Abb. 1b: Diagramm für die Zeitfunktionen $u_e(t)$ und $u_a(t)$

Ein Mikrofon mit piezokeramischem Wandler



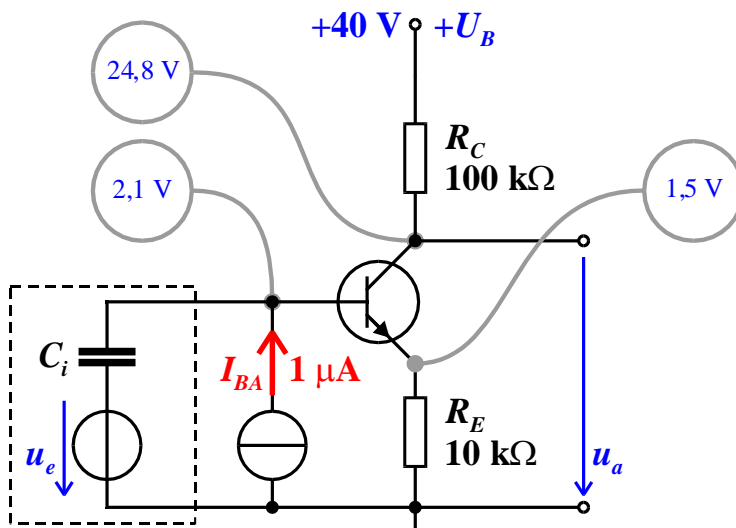
wird an den Eingang einer Verstärkerschaltung angeschlossen. Die funktionsbedingte Innen-Kapazität des Mikrofons wird mit $C_i = 1 \text{ nF}$ angegeben, u_e ist eine reine Wechselspannungsquelle.



Gleichstrom- und Wechselstromverstärkung des Bipolartransistors T sind gleich groß, und der differenzielle Basis-Emitterwiderstand beträgt $r_{BE} = 1 \text{ k}\Omega$.

2.1 Stromverstärkung $\beta = \frac{I_{CA}}{I_{BA}} = 152$

2.2 Massebezogene Gleichspannungswerte



2.3 I_{BA} wirkt als Generator.

2.4 Spannungsverstärkung $v_u = -\frac{R_C}{R_E} = -10$ im Arbeitsbereich $f_g \ll f$.

2.5 Amplitudengang der Spannungsverstärkung

Die Grenzfrequenz f_g ergibt sich aus der Hochpasswirkung von C_i und Eingangsimpedanz Z_1 der Emitterschaltung 2 (Skript S. 92: Z_1 und S. 93: f_g):

$$Z_1 = r_{BE} + (1 + \beta) R_E \approx (1 + \beta) R_E \approx \beta R_E \quad \text{in} \quad f_g = \frac{1}{2\pi C_i Z_1} \quad \text{einsetzen!}$$

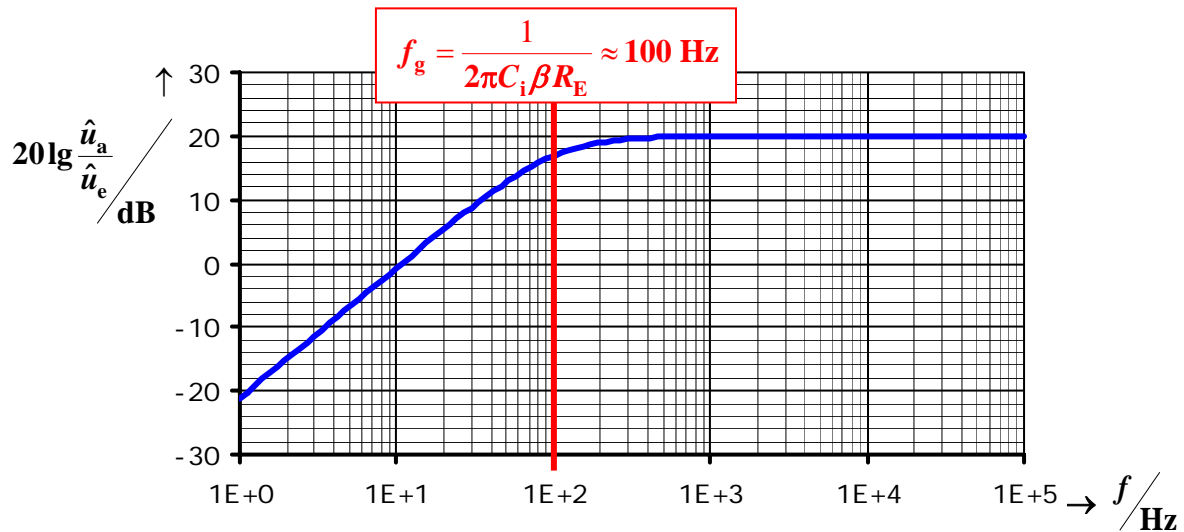


Abb 2 b: Amplitudengang der Spannungsverstärkung

3. Schaltung mit idealem Operationsverstärker [25]

Von der gegebenen Schaltung mit idealem Operationsverstärker (Abb. 3a) sind nur die Kapazität

$$C_1 = 1 \mu\text{F}$$

und der in Abb. 3b angegebene Amplitudengang der Spannungsverstärkung

$$v_u = u_a / u_e$$

bekannt.

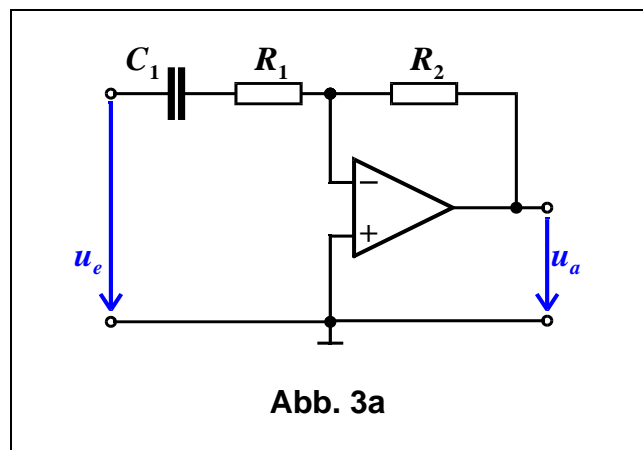


Abb. 3a

3.1 Verstärkerverhalten: Invertierendes Hochpassverhalten.

3.2 Grenzfrequenz der Spannungsverstärkung $f_g = 160 \text{ Hz}$!

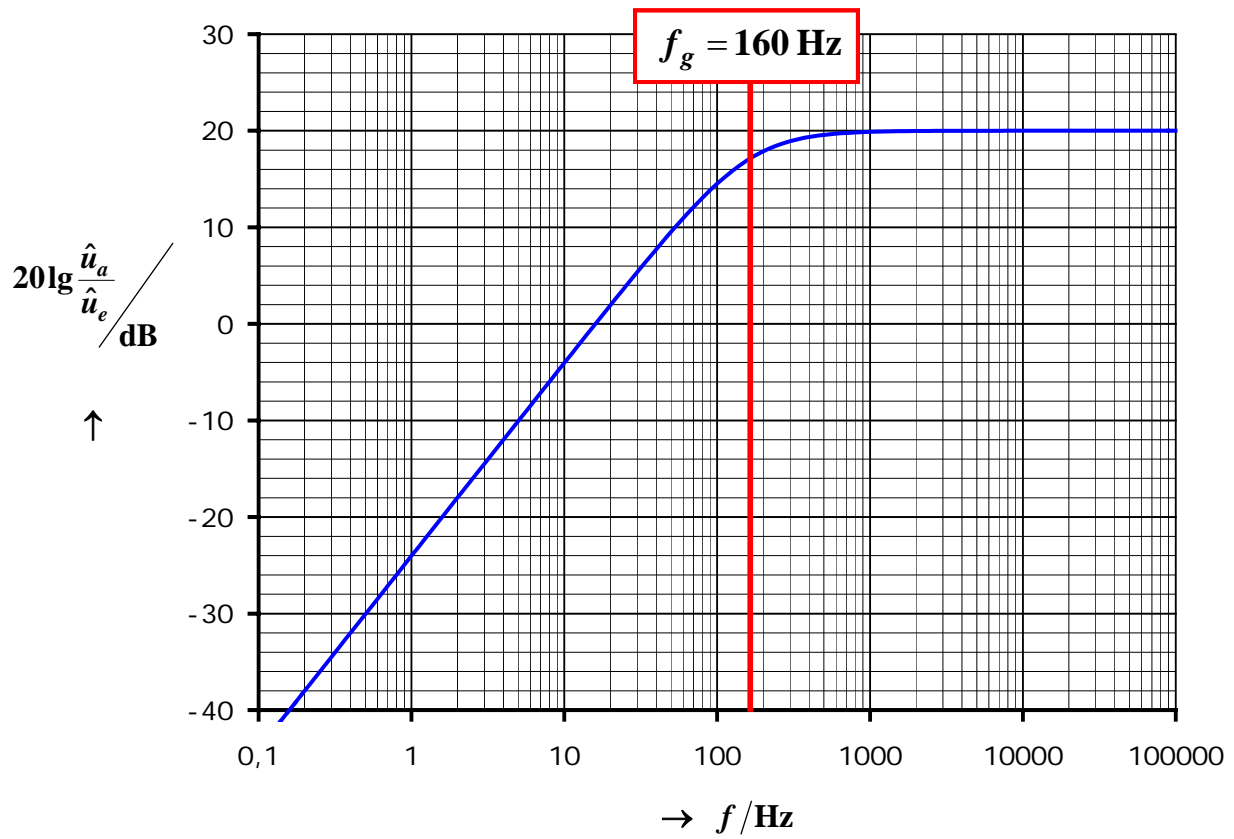


Abb. 3b : Amplitudengang der Spannungsverstärkung

3.3 Widerstandswert $R_1 = \frac{1}{2\pi f_g C_1} = 1 \text{ k}\Omega$

3.4 Widerstandswert $R_2 = R_1 \frac{\hat{u}_a}{\hat{u}_e} = 10 \text{ k}\Omega$

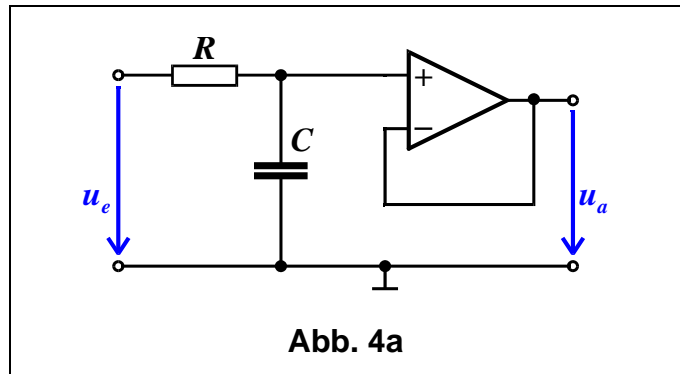
Mit $|\underline{v}_u| = |\underline{u}_a / \underline{u}_e| = \hat{u}_a / \hat{u}_e = R_2 / R_1 = 10$ für $f_g \ll f$

Gegeben ist eine Filterschaltung mit Spannungsfolger (Abb. 4a).

Die Werte der RC-Schaltung sind bekannt:

$$C = 100 \text{ nF}, \quad R = 16 \text{ k}\Omega$$

Für den Operationsverstärker gilt ideales Verhalten.



$$4.1 \quad \text{Spannungsverstärkung } \underline{v}_u = \frac{u_a}{u_e} = \frac{1}{1 + j \frac{f}{f_g}} \quad \text{mit } f_g = \frac{1}{2\pi RC} \approx 100 \text{ Hz}$$

$$4.2 \quad \text{Spannungsverstärkung } \underline{v}_u = \frac{u_a}{u_e}$$

Amplitudengang

$$\underline{v}_u(\omega) = \frac{1/(j\omega C)}{R + 1/(j\omega C)} \quad \rightarrow \quad \underline{v}_u(f) = \frac{1}{1 + j \frac{f}{f_g}}$$

$$|\underline{v}_u(f)| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_g}\right)^2}}$$

Phasengang:

$$\varphi(f) = -\arctan \frac{f}{f_g}$$

4.2 Bode-Diagramm der Spannungsverstärkung $v_u = \underline{u}_a / \underline{u}_e$

