

2 Verstärker mit Bipolar-Transistoren (Σ=20P)

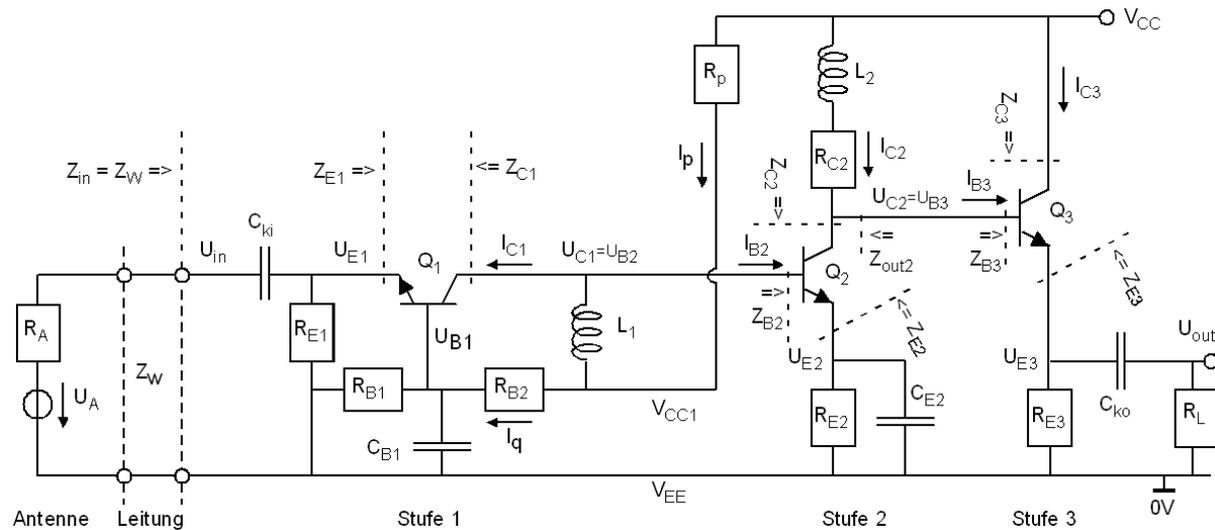


Bild 2: Verstärker mit Bipolar-Transistoren. Geg. sei für alle Transistoren: Stromverstärkung $\beta = 100$, $u_T = 26\text{mV}$, Early-Spannung $V_A = 100\text{V}$, $U_{BE} = 700\text{mV}$, $U_{CEsat} = 300\text{mV}$.
AC-Näherung: Alle Kapazitäten und Induktivitäten seien beliebig groß.

Gewertet werden nur die Ergebnisse in dieser Tabelle (Genauigkeit: 4 Dezimalstellen):

Größe	Lösung	P	Größe	Lösung	P	Größe	Lösung	P
Q1 :	B	1	Q2 :	E	1	Q3 :	C	1
$u_T / \text{V} =$	25,26	1	$U_{E3\text{max}} / \text{V} =$	4,7	2	$U_{E3\text{min}} / \text{V} =$	0,6	2
$\hat{U}_{E3} / \text{V} =$	2	2	$R_{E3} / \Omega =$	2,7K	2	$r_{m3} / \Omega =$	26	2
$Z_{B3} / \Omega =$	102,6K	2	$A_{V3} =$	0,6667	2	$\hat{U}_{out} / \text{V} =$	1	2

Gesamtschaltung

Bild 2 zeigt 3 Transistoren. In welcher Schaltungsart werden sie betrieben?

Drain-, Gate-, Source, Kollektor-, Basis-, Emitter-Schaltung benennen mit D, G, S, C, B, E.

Q1: **B** , Q2: **E** , Q3: **C** (3P)
 , ,

Temperaturspannung u_T

Gegen sind die Boltzmann-Konstante $k = 1,380\,648\,52 \cdot 10^{-23} \text{Ws}$ und die Elementarladung $q = 1,602\,176\,6208 \cdot 10^{-19} \text{As}$. Berechnen Sie die Temperaturspannung u_T bei $T=293 \text{K}$.

$u_T =$ **$= k \cdot T / q = 25,2617 \text{mV}$** (1P)

Stufe 3: Einstellung des Arbeitspunktes

$V_{CC}=5V$. Ferner sei und $U_{B3} > V_{CC}$ möglich. Welche maximale Spannung darf U_{E3} erreichen?

$$U_{E3max} = V_{CC} - V_{CE3sat} = 5V - 0,3V = 4,7V \quad (2P)$$

.....

Aufgrund der 2. Stufe ist $U_{B3} \geq 1,3V$. Was ist die minimale mögliche Spannung von U_{E3} ?

$$U_{E3min} = U_{B3,min} - U_{BE3} = 1,3V - 0,7V = 0,6V \quad (2P)$$

.....

Sei $U_{E3a} = 2,7V$, $U_{E3min} = 0,6V$, $U_{E3max} = 4,7V$ und $U_{E3}(t) = U_{E3a} + \hat{U}_{E3} \cdot \sin(\omega t)$. Auf welches maximale \hat{U}_{E3} ist die mögliche Amplitude aufgrund dieser Spannungen begrenzt?

$$\hat{U}_{E3} = \min(U_{E3a} - U_{E3min}, U_{E3max} - U_{E3a}) = \min(2,1V, 2V) = 2V \quad (2P)$$

.....

.....

Wie groß wählen Sie den Widerstand R_{E3} , um einen Arbeitspunktstrom von $I_{C3a}=1mA$ einzustellen? Es darf $I_{C3a} = I_{E3a} = 1mA$ angenommen werden.

$$R_{E3} = U_{E3a} / I_{E3a} = 2,7V / 1mA = 2,7K\Omega \quad (2P)$$

.....

Stufe 3: Berechnung der Kleinsignalgrößen

Es sei $I_{C3}=I_{E3}=1mA$, $u_T=26mV$. Wie groß ist die Impedanz $r_{m3} = 1 / g_{m3}$?

$$r_{m3} = u_T / I_C = 26mV / 1mA = 26 \Omega \quad (2P)$$

.....

Es sei $R_{E3eff} = R_{E3} || R_L = 1 K\Omega$. Welche Kleinsignal-Impedanz sieht man, wenn man in die Basis von Q_3 schaut?

$$Z_{B3} = \beta_3 \cdot (r_{m3} + R_{E3eff}) = 100 \cdot (26\Omega + 1000\Omega) = 102,6 K\Omega \quad (2P)$$

.....

Welche Verstärkung $A_{V3} = U_{out} / U_{B3}$ hat die Emitterfolgerstufe für $Z_{E3} = 500\Omega$?

$$A_{V3} = R_{E3eff} / (R_{E3eff} + Z_{E3}) = 1000\Omega / (1000\Omega + 500\Omega) = 0,6667 \quad (2P)$$

.....

Welche maximale sinusförmige Amplitude kann die Ausgangsspannung U_{out} mit dem gegebenen Ruhestrom und Lastwiderstand erreichen?

$$\hat{U}_{out} = I_{E3a} \cdot R_{E3eff} = 1mA \cdot 1K\Omega = 1V \quad (2P)$$

.....