

Elektronische Schaltungen SS 2021

3. Tutoriumsblatt

Bipolartransistoren

Infos zur Abgabe

Abgabefrist: **13.06.2021** per E-Mail an zugewiesene*n Tutor*in

Abzugebende Aufgaben: **Aufgabe 1** (Handschriftlich, eingescannt als .pdf)

Aufgabe 2 (Separate .pdf mit Screenshots + kurzer Beschreibung)

Aufgabe 1 (Emitter-Schaltung)

Die Schaltung in Abb. 1 ist Teil eines größeren Systems. Die vorherige Stufe liefert ein Signal mit einem Gleichspannungsanteil von $U_0 = 3\text{ V}$ und einen Wechselspannungsanteil u_e mit einer kleinen Amplitude. Die Stromverstärkung des Transistors beträgt $B = \beta = 100$ und seine Early-Spannung beträgt $U_A = 200\text{ V}$. Die Temperaturspannung beträgt $U_T = 26\text{ mV}$. Der Kollektorwiderstand R_C beträgt $2\text{ k}\Omega$ und der Lastwiderstand ist $R_L = 1\text{ k}\Omega$. Die Versorgungsspannung beträgt $U_b = 10\text{ V}$.

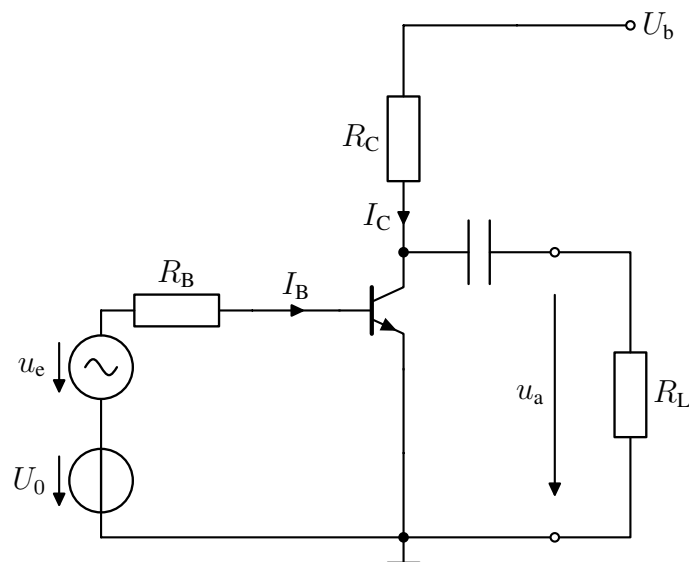


Abbildung 1

- a) Welcher Widerstand R_B soll gewählt werden, um eine Basis-Emitter-Spannung von $U_{BE} = 0,7 \text{ V}$ und einen Kollektorstrom von $2,3 \text{ mA}$ einzustellen?
- b) Wie groß ist die Kollektor-Emitter Spannung im Arbeitspunkt?
- c) Zeichnen Sie das Kleinsignal Ersatzschaltbild der Schaltung. Was wird durch den Kollektor-Emitter-Widerstand r_{CE} modelliert und wie groß ist er in dieser Schaltung?
- d) Bestimmen Sie den Eingangs- und Ausgangswiderstand der Schaltung anhand des Kleinsignal-Ersatzschaltbilds.
- e) Finden Sie die Kleinsignal-Spannungsverstärkung der Schaltung.
- f) Die Beschaltung mit einem seriellen Basiswiderstand (wie in Abb. 1) wird äußerst selten verwendet. Was ist ihr großer Nachteil?

Aufgabe 2 (SPICE-Aufgabe, DC Charakterisierung)

Die relevantesten Parameter eines gegebenen Bipolartransistors sind in Tabelle 1 gegeben. Das DC-Verhalten des Transistors soll in LTSpice simuliert werden.

	Wert
Sperrstrom I_S	1 fA
Early-Spannung $ U_A $	200 V
Stromverstärkung β	200

Tabelle 1

- a) Geben Sie die Zeile an, mit der ein Transistormodell mit diesen Eigenschaften definiert werden kann. Alle weitere Parameter sollen ihre *Default*-Einstellungen behalten.
- b) Der Kollektorstrom und der Basisstrom sollen gegenüber der Basis-Emitter-Spannung geplottet werden. Reichen Sie einen Screenshot Ihres SPICE-Schematics (inklusive der verwendeten Simulationseinstellungen) und der resultierenden Plots ein. Achten Sie auf eine Sinnvolle Skala für die möglichen Kollektorströme I_C .

c) Plotten Sie das Ausgangskennlinienfeld für 6 unterschiedliche Werte der Spannung U_{BE} zwischen 0,7 V und 0,75 V. In den Graphen sollen Kollektor-Emitter-Spannungen zwischen 0 V und 10 V zu sehen sein. Reichen Sie Screenshots Ihres Spice-Schematics (inkl. Simulationseinstellungen) und der resultierenden Plots ein.

d) Wie ändern sich die Kennlinien, wenn die Earlyspannung $|U_a| = 10 \text{ V}$ gesetzt wird. Reichen sie den entsprechenden Plot ein.

e) Setzen Sie eine konstante Versorgungsspannung $U_b = 5 \text{ V}$ und fügen Sie einen Kollektor-Widerstand R_C ein, wie in Abb. 2. Plotten Sie die Kollektor-Emitter-Spannung U_{CE} des Transistors in Abhängigkeit von U_{BE} . Variieren Sie den Kollektor-Widerstand R_C zwischen 50Ω und 250Ω .

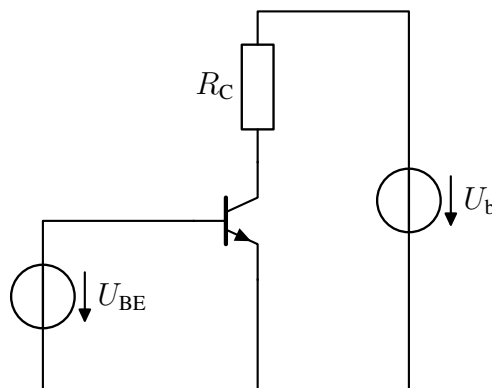


Abbildung 2

Aufgabe 3 (Kollektor-Schaltung)

Gegeben ist die Kollektor-Schaltung in Abb. 3. Die Versorgungsspannung beträgt $U_b = 5\text{ V}$. Die Stromverstärkung des Transistors ist $B = \beta = 200$ und der Early-Effekt kann vernachlässigt werden. Der Emitter-Widerstand beträgt $R_E = 150\ \Omega$. Die Temperaturspannung U_T beträgt 26 mV .

Arbeitspunkt: Bei einer Basis-Emitter-Spannung $U_{BE} = 0,7\text{ V}$ fließt ein Kollektorstrom von $I_C = 17,2\text{ mA}$.

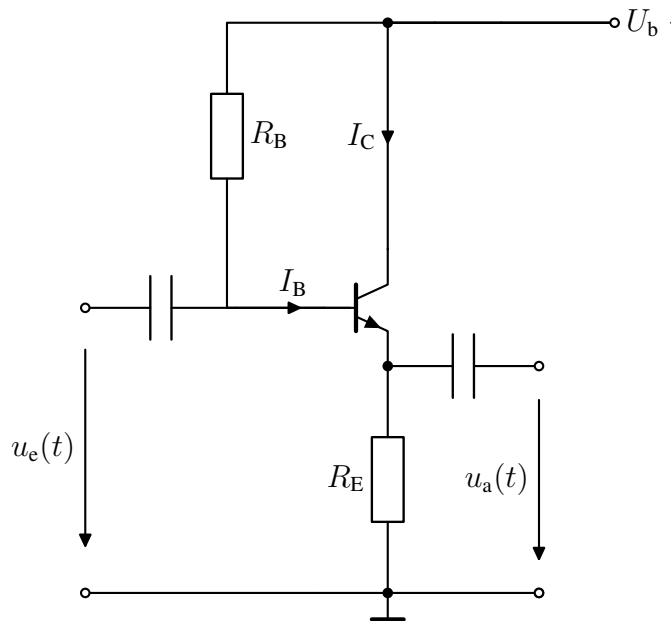


Abbildung 3: Zweistufiger Verstärker

- Wie soll R_B gewählt werden, um den o.g. Arbeitspunkt einzustellen. Wie groß ist die Kollektor-Emitter-Spannung U_{CE} an diesem Arbeitspunkt?
- Zeichnen Sie das Kleinsignal-Ersatzschaltbild der Schaltung.
- Ermitteln Sie den Eingangs- und Ausgangswiderstand der Schaltung.
- Geben Sie die Spannungsverstärkung der Schaltung an.

Aufgabe 4 (Mehrstufige Schaltung)

Gegeben ist die Schaltung in Abbildung 4 mit der Versorgungsspannung $U_b = 8\text{ V}$. Die Basis-Emitter-Spannung der Transistoren beträgt $U_{BE,T1} = U_{BE,T2} = 0,8\text{ V}$. Die Kollektorströme der beiden Stufen sollen jeweils 4 mA betragen. Die Kleinsignalstromverstärkung ist $\beta = 100$. Der Lastwiderstand ist $R_L = 50\ \Omega$. Folgende Annahmen können getroffen werden:

- Die Basisströme I_{B1} und I_{B2} sind vernachlässigbar klein.
- Die Early-Spannung der Transistoren ist sehr groß. r_{CE} kann vernachlässigt werden.

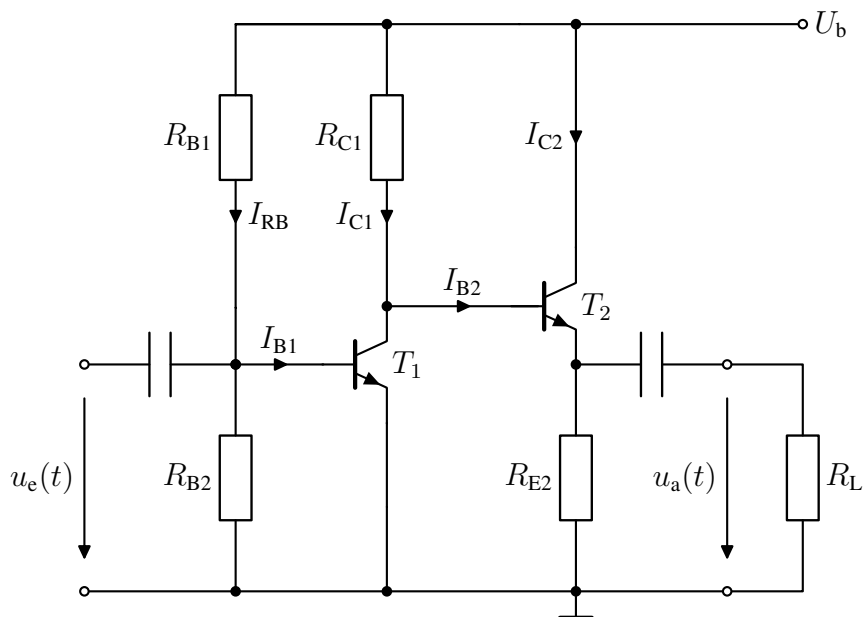


Abbildung 4: Zweistufiger Verstärker

- Welche Widerstände R_{B1} und R_{B2} müssen gewählt werden, um den Transistor T_1 am Arbeitspunkt zu betreiben, und den Strom $I_{RB} = 0,8\text{ mA}$ einzustellen?
- Wie soll der Widerstand R_{C1} gewählt werden, damit die Kollektor-Emitter-Spannung von T_1 $U_{CE,T1} = 2,8\text{ V}$ beträgt? Wie muss dann R_{E2} gewählt werden, um den Transistor T_2 im oben genannten Arbeitspunkt zu betreiben?
- Zeichnen Sie das Kleinsignal-Ersatzschaltbild der Schaltung.
- Bestimmen Sie den Eingangs- und Ausgangswiderstand einzelnen Stufen T_1 , T_2 sowie der Gesamtschaltung.

e) Bestimmen Sie die Verstärkung der gesamten Schaltung. Welchen Vorteil hat diese Schaltung gegenüber einer einfachen Emitter-Schaltung?