

Elektronische Schaltungen SS 2022

5. Übungsblatt

Grundlagen analoger Schaltungstechnik

Aufgabe 1 (Gegenkopplung)

Gegeben sei die Schaltung nach Abbildung 1 und es gilt $U_b = 15\text{ V}$, $R_{B2} = 50\text{ k}\Omega$, $R_E = 1,1\text{ k}\Omega$. Der Transistor soll im Arbeitspunkt von $U_{BE} = 0,7\text{ V}$, $I_C = 2\text{ mA}$ und $U_{CE} = 5\text{ V}$ betrieben werden. Für die Temperaturspannung gilt $U_T = 26\text{ mV}$ und die Stromverstärkung beträgt $B = \beta = 290$. Es können außerdem die folgenden Annahmen getroffen werden: Die Kondensatoren können für Wechselspannungen als Kurzschluss betrachtet werden, der Early Effekt kann vernachlässigt werden, $I_B \ll I_q$ und $I_C \gg I_B$.

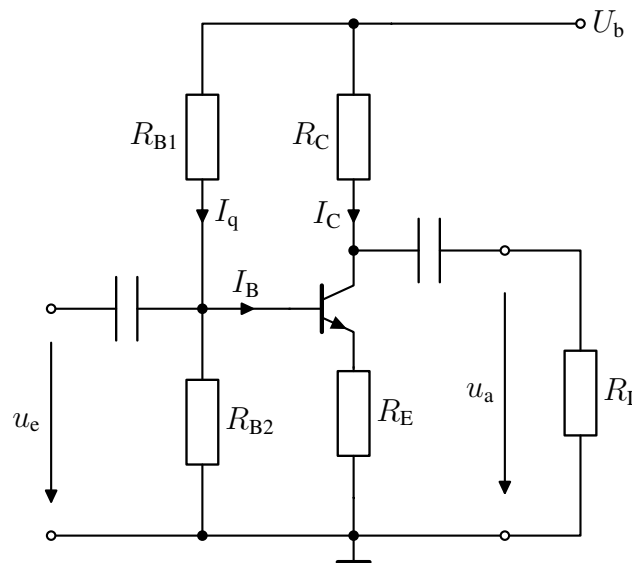


Abbildung 1

- In welcher Grundschaltung wird der Transistor betrieben?
- Berechnen Sie die Widerstandswert für R_{B1} und R_C , damit der Transistor im gegebenen Arbeitspunkt betrieben werden kann.

- c) Skizzieren Sie das Kleinsignalersatzschaltbild der Schaltung in Abbildung 1.
- d) Berechnen Sie den Kleinsignal-Eingangswiderstand r_e der Schaltung.
- e) Berechnen Sie jeweils den Kleinsignal-Ausgangswiderstand r_a und die Kleinsignal-Spannungsverstärkung A_0 der Schaltung für 1) $R_L = \infty$ und 2) $R_L = 3,9 \text{ k}\Omega$.
- f) Was sind die Vor- und Nachteile der Schaltung aus Abbildung 1?

Aufgabe 2 (Frequenzverhalten)

Teil 1: Emitterschaltung

Gegeben ist die Emitterschaltung in Abb. 2. Der Transistor soll im Arbeitspunkt von $U_{BE} = 0,9 \text{ V}$, $U_{CE} = 1,5 \text{ V}$ und $I_C = 2 \text{ mA}$ betrieben werden. Die parasitären Kapazitäten des Transistors betragen $C_{BE} = 3 \text{ pF}$ und $C_{BC} = 500 \text{ fF}$. Die Stromverstärkung beträgt $B = \beta = 250$. Die Versorgungsspannung beträgt $U_{cc} = 1,9 \text{ V}$ und es gilt $R_C = R_L = 200 \Omega$, sowie $R_{B1} = 10 \text{ k}\Omega$. Die eingesetzte Spannungsquelle u_g besitzt einen Innenwiderstand von $R_g = 10 \Omega$. Außerdem gilt für die Temperaturspannung $U_T = 26 \text{ mV}$ und der Early-Effekt kann vernachlässigt werden. Die Koppelkondensatoren können für Wechselspannungen als Kurzschluss betrachtet werden.

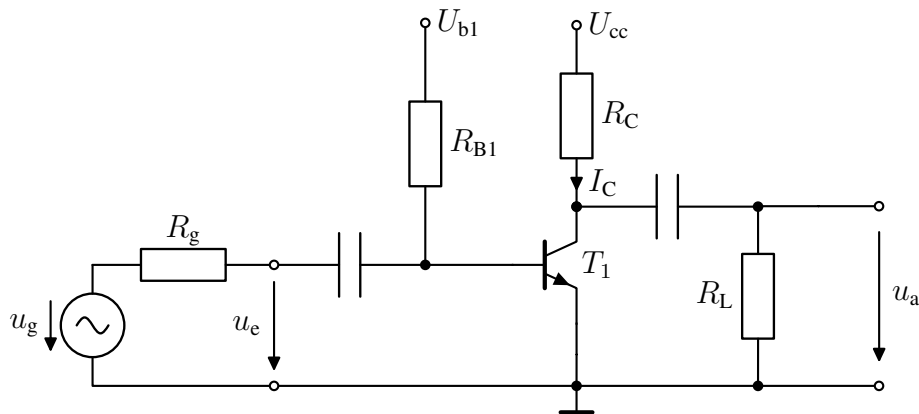


Abbildung 2

- a) Zeichnen Sie das vollständige Kleinsignalersatzschaltbild der Emitterschaltung aus Abb. 2.
- b) Geben Sie die Niederfrequenz-Betriebsspannungsverstärkung $A_{B0} = \frac{u_a}{u_g}$ der Schaltung aus Abb. 2 an.

- c) Berechnen Sie mit Hilfe des Miller Theorems die Ein- und Ausgangskapazität der Emitterschaltung und zeichnen Sie das resultierende, vereinfachte Kleinsignalersatzschaltbild.
- d) Skizzieren Sie den Betrag der Betriebsspannungsverstärkung A_{B0} für die gegebene Emitterschaltung. Berechnen Sie hierfür die 3 dB-Grenzfrequenz und nehmen Sie dafür an, dass diese von der Eingangskapazität dominiert wird.
- e) Beschreiben Sie kurz in Worten, wodurch die Bandbreite einer Emitterschaltung für hohe Frequenzen begrenzt wird.

Teil 2: Zweistufiger Verstärker aus Emitter- und Basisschaltung

Nun soll der Transistor T_1 in Emitterschaltung mit einem Transistor T_2 in Basisschaltung wie in Abb. 3 erweitert werden. Für T_1 und T_2 werden die gleichen Transistoren verwendet. Der Arbeitspunkt von T_1 (U_{BE} , U_{CE} , I_C) soll unverändert bleiben. Außerdem soll T_2 im gleichen Arbeitspunkt wie T_1 betrieben werden. Außerdem gilt für $R_{B2} = 10 \text{ k}\Omega$ und es kann angenommen werden, dass sowohl I_{B1} als auch I_{B2} gegenüber I_C vernachlässigt werden können.

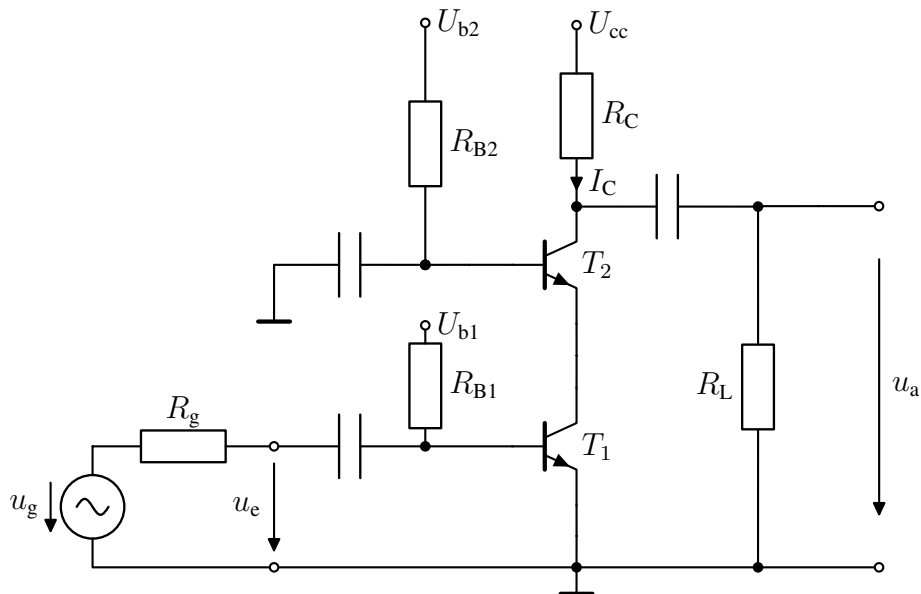


Abbildung 3

- f) Wie wird diese 2-stufige Verstärkerschaltung genannt?
- g) Welche Versorgungsspannungen U_{b2} und U_{cc} müssen angelegt werden, damit der Transistor T_2 im gleichen Arbeitspunkt wie T_1 aus Abb. 2 betrieben wird?

h) Zeichnen Sie das vollständige Kleinsignal-ESB der Schaltung aus Abb. 3.

i) Berechnen Sie die Niederfrequenz-Betriebsspannungsverstärkung $A_{B0} = \frac{u_a}{u_g}$ der Schaltung aus Abb. 3.

j) Berechnen Sie erneut die Eingangskapazität der Schaltung. Welche 3 dB-Bandbreite ergibt sich nun, was fällt Ihnen auf?

Hinweis: Es kann angenommen werden, dass die 3 dB-Grenzfrequenz von der Eingangskapazität dominiert wird.

- b)** Berechnen Sie die Spannung U_{a1} und U_{a2} im Arbeitspunkt.
- c)** Berechnen Sie die Steilheit der Transistoren T_1 und T_2 im Arbeitspunkt.
- d)** Berechnen Sie die differentiellen Widerstände r_{DS} der p-Kanal Transistoren T_4 , T_5 und des n-Kanal Transistors T_3 .
- e)** Berechnen Sie die Gegentaktverstärkung $A_D = u_a/u_D = (u_{a1} - u_{a2})/(u_{e1} - u_{e2})$ der Schaltung.
- f)** Berechnen Sie die Gleichtakt-Verstärkung $A_G = u_{a1,2}/u_G$ der Schaltung.
- g)** Berechnen Sie den Gleichtaktunterdrückungsfaktor (CMRR) der Schaltung.