

Elektronische Schaltungen SS 2020

4. Übungsblatt – Aufgaben

Verstärkerschaltungen

Aufgabe 1 (2-stufige Verstärkerschaltung)

Gegeben ist eine zweistufige Verstärkerschaltung nach Abbildung 1. Die Widerstände haben die Werte: $R_1 = 1,43 \text{ M}\Omega$, $R_{C1} = 3,3 \text{ k}\Omega$, $R_{C2} = 1 \text{ k}\Omega$, $R_{E2} = 1,1 \text{ k}\Omega$, $R_L = 1 \text{ k}\Omega$. Die Vorspannung beträgt 15 V . (Annahme: $U_{BE1} = U_{BE2} = 0,7 \text{ V}$, $I_{B2} \ll I_{C1}$, $I_{C2} \approx I_{E2}$, $B_1 = B_2 = \beta_1 = \beta_2 = 300$, $U_T = 26 \text{ mV}$)

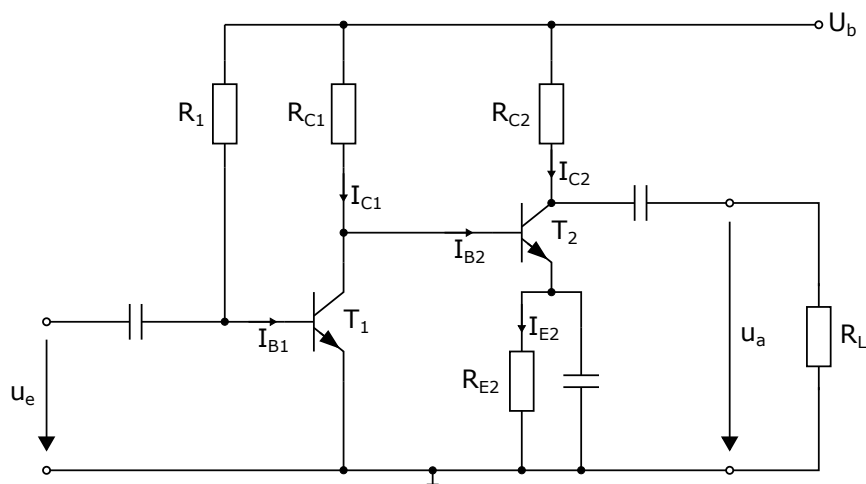


Abbildung 1

- In welchen Grundschaltungen werden die Transistoren betrieben?
- Skizzieren Sie das Großsignalersatzschaltbild der Schaltung in Abbildung 1.
- Berechnen Sie die Kollektorströme I_{C1} und I_{C2} und die Steilheiten S_1 und S_2 der Transistoren im Arbeitspunkt und die Kollektor-Emitter-Spannung U_{CE1} des Transistors T_1 im Arbeitspunkt.
- Skizzieren Sie das Kleinsignalersatzschaltbild der Schaltung in Abbildung 1.

d) Berechnen Sie den Kleinsignal-Eingangswiderstand r_{e2} , und die Gesamt-Spannungsverstärkung A_G der Schaltung in Abbildung 1.

Aufgabe 2 (Stromquelle)

Gegeben ist die Schaltung einer Konstantstromquelle nach Abbildung 2. Die Bauelemente haben folgende Daten:

$$T_1: B = \beta = 400, U_{BE} = 0,7 \text{ V}, U_A = -300 \text{ V}, U_{CE,A} = 3 \text{ V};$$

$$D_1: U_D = 0,7 \text{ V bei } I_D = I_B; R_E = 1 \text{ k}\Omega, U_b = 15 \text{ V}.$$

Mit der Stromquelle soll ein konstanter Strom $I_a = 2 \text{ mA}$ eingestellt werden.

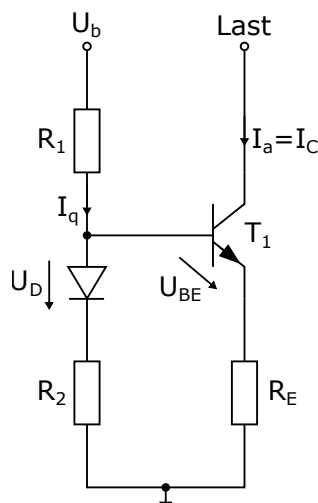


Abbildung 2

- Berechnen Sie den Strom I_q und Werte der Widerstände R_1 und R_2 für die oben angegebenen Daten der Bauelemente.
- Berechnen Sie den Ausgangswiderstand r_a der Konstantstromquelle im Arbeitspunkt.
- Welche Aufgabe hat die Diode D_1 in der Schaltung?

Aufgabe 3 (Differenzverstärker)

Für einen Differenzverstärker mit MOSFETs vom Anreicherungstyp nach Abbildung 3 sollen grundlegende Berechnungen durchgeführt werden. Die Daten der Transistoren sind: $\beta = 1 \text{ mA/V}^2$, $U_{\text{th}} = 0,5 \text{ V}$, $U_{\text{GS}(T_1, T_2)} = 1,5 \text{ V}$. Die Vorspannung beträgt $U_b = 3,3 \text{ V}$. Der Arbeitspunkt der Transistoren: T_1, T_2 soll bei $U_{\text{DS}} = 2,5 \text{ V}$ und $I_D = 500 \mu\text{A}$ sein, wobei der Early-Effekt für die beiden Transistoren T_1 und T_2 vernachlässigt werden kann.

Im Arbeitspunkt der p-Kanal Transistoren (T_4, T_5) beträgt die Steigung der Ausgangskennlinie:

$$\left| \frac{\partial I_D}{\partial U_{\text{DS}}} \right| = \frac{5 \mu\text{A}}{1\text{V}} \text{ und die Drain-Source Spannung } |U_{\text{DS,A}}| = 2,3 \text{ V.}$$

Im Arbeitspunkt des n-Kanal Transistors (T_3) beträgt die Steigung der Ausgangskennlinie:

$$\left| \frac{\partial I_D}{\partial U_{\text{DS}}} \right| = \frac{2 \mu\text{A}}{1\text{V}} \text{ und die Drain-Source Spannung } |U_{\text{DS,A}}| = 1,8 \text{ V.}$$

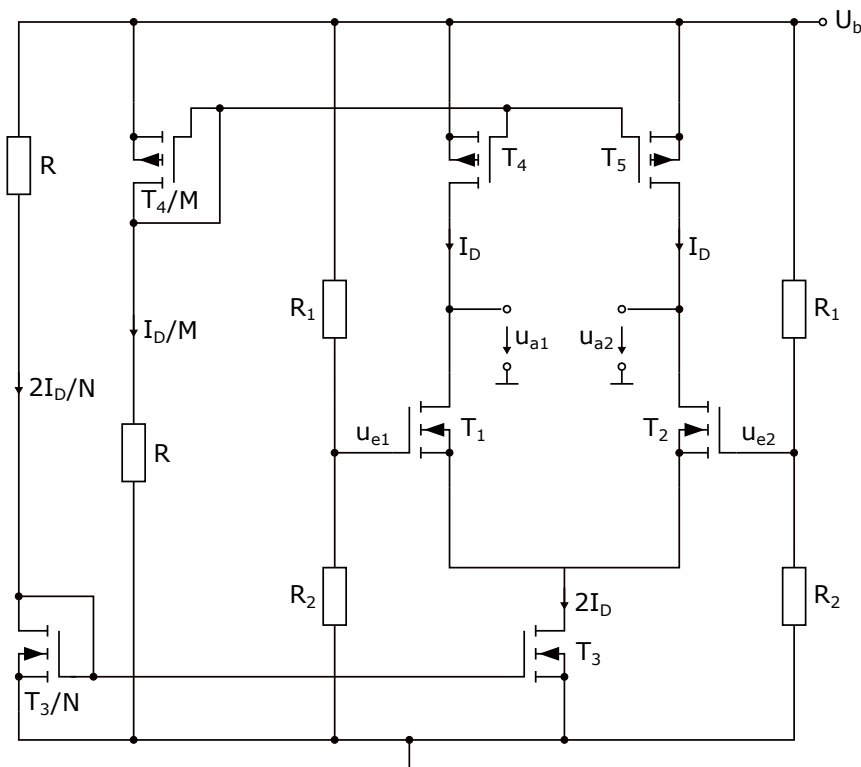


Abbildung 3

- a) Identifizieren Sie das Transistorpaar, das vorrangig die Differenzverstärkung bewirkt. Welche Funktion haben die übrigen Transistoren?

- 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 der Schaltung.
- f)** Berechnen Sie die Gleichtaktverstärkung der Schaltung.
- g)** Berechnen Sie den Gleichtaktunterdrückungsfaktor (CMRR) der Schaltung.