

Elektronische Schaltungen SS 2021

5. Tutoriumsblatt

Verstärkerschaltungen

Infos zur Abgabe

Abgabefrist: **04.07.2021** per E-Mail an zugewiesene*n Tutor*in

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

Aufgabe 2 (Handschriftlich, eingescannt als .pdf)

– Teil I: Rechenaufgaben –

Aufgabe 1 (Einfache Verstärkerschaltung)

Gegeben sei die Schaltung nach Abb. 1 und es gilt: $U_b = 10\text{ V}$, $U_{BE} = 0,7\text{ V}$, $R_F = 174\text{ k}\Omega$, $R_C = 6\text{ k}\Omega$, $R_L = 2,5\text{ k}\Omega$, $B = \beta = 125$. Die Kondensatoren können für die Wechselspannungen als Kurzschluss betrachtet werden.

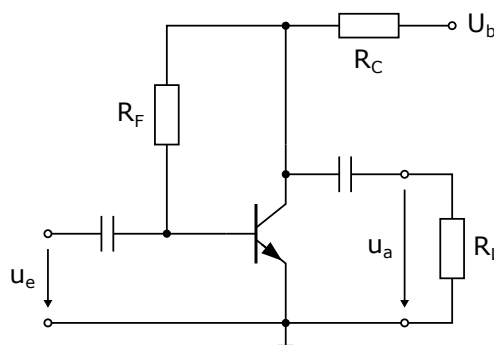


Abbildung 1

- In welcher Grundschaltung wird der Transistor betrieben?
- In welchem Arbeitspunkt (I_B , I_C , U_{CE}) wird die Schaltung betrieben?

- c) Skizzieren Sie das Kleinsignalersatzschaltbild der Schaltung in Abb. 1.
- d) Was ist der Vor- und Nachteil der Schaltung aus Abb. 1?

Für die weiteren Teilaufgaben kann der Early-Effekt sowie der Strom I_B durch r_{BE} vernachlässigt werden.

- e) Berechnen Sie die Spannungsverstärkung $A = u_a/u_e$ der Schaltung.

Hinweis: Eine Herleitung der Formel für die Spannungsverstärkung aus dem Kleinsignal-ESB ist für die Abgabe nicht erforderlich.

- f) Berechnen Sie den Eingangswiderstand r_e sowie den Ausgangswiderstand r_a der Schaltung mit Hilfe des Miller-Theorems.

Aufgabe 2 (Verstärkerschaltung)

Gegeben ist eine Transistorschaltung nach Abb. 2. Beide Transistoren haben eine Stromverstärkung von $B = \beta = 330$. Die Widerstände haben die folgenden Werte $R_{C1} = R_{C2} = 500 \Omega$, $R_E = 1 \text{ k}\Omega$. Die Vorspannung beträgt $U_b = \pm 6 \text{ V}$. Im Arbeitspunkt soll für die Basis-Emitter Spannungen $U_{BE,T1} = U_{BE,T2} = 0,7 \text{ V}$ gelten. Die Early-Spannung beträgt $|U_A| = 70 \text{ V}$ und für die Temperaturspannung gilt $U_T = 26 \text{ mV}$. Es kann außerdem angenommen werden, dass $I_C \gg I_B$.

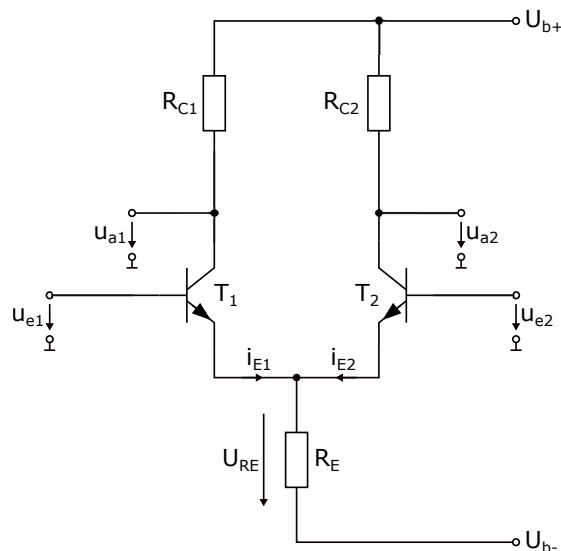


Abbildung 2

- a) Um welche Grundsaltung handelt es sich hierbei?
- b) Berechnen Sie I_{C1} , I_{C2} , U_{CE1} und U_{CE2} im Arbeitspunkt der beiden Transistoren, wenn gilt: $u_{e1} = u_{e2} = 0 \text{ V}$.
- c) Skizzieren Sie das Kleinsignal-Ersatzschaltbild der Schaltung. Nutzen Sie die Symmetrie-Eigenschaften der Schaltung aus.
- d) Berechnen Sie den Gleichtakt-Eingangswiderstand r_e der Schaltung.
- e) Berechnen Sie die Gleichtakt-Spannungsverstärkung $A_G = u_{a1,2}/u_G$ der Schaltung.
- f) Berechnen Sie die Gegentakt-Spannungsverstärkung $A_D = u_a/u_D = (u_{a2} - u_{a1})/(u_{e2} - u_{e1})$ der Schaltung.
- g) Berechnen Sie den Gleichtakt-Unterdrückungsfaktor CMRR der Schaltung.

Aufgabe 3 (Konstantstromquelle)

Gegeben ist die Schaltung einer Konstantstromquelle nach Abbildung 3. 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.

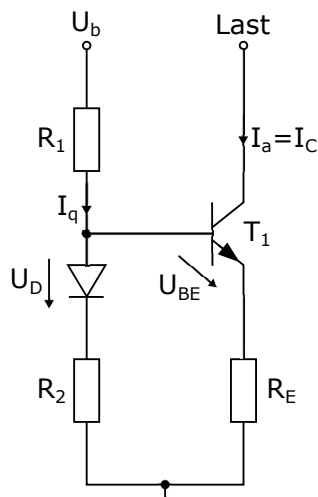


Abbildung 3

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

Aufgabe 4 (Verstärker als Black-Box)

Ein Verstärker wird mit einer Signalquelle gespeist, wie in Abb. 4. Die Quelle besitzt ein Innenwiderstand R_g und am Ausgang befindet sich eine Last R_L . Folgende Angaben sind bekannt:

Parameter	Symbol	Wert
Quellenwiderstand	R_g	$50\ \Omega$
Lastwiderstand	R_L	$20\ \Omega$
Eingangswiderstand des Verstärkers	r_e	$25\ \text{k}\Omega$
Spannungsverstärkung	A_0	-20
Serieller Ausgangswiderstand des Verstärkers	r_a	$1\ \Omega$
Gesamte Eingangskapazität	C_e	$15,9\ \text{pF}$
Gesamte Ausgangskapazität	C_a	$2\ \text{pF}$

Tabelle 1

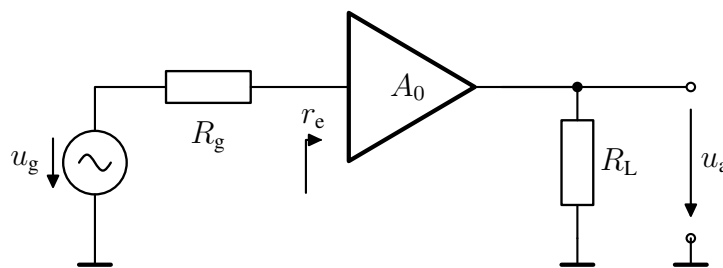


Abbildung 4: Verstärkerschaltung

- a) Zeichnen Sie das vollständige Kleinsignal-Ersatzschaltbild der Schaltung.
- b) Finden Sie die Verstärkung der gesamten Schaltung $A_{\text{ges}} = u_a/u_g$ für niedrige Frequenzen, sowie die Eingangs- und Ausgangspolstelle.
- Hinweis:* Die Herleitung kann evtl. durch die Umwandlung der Spannungsquellen in äquivalente Stromquellen vereinfacht werden.

c) Skizzieren Sie das Bode-Diagramm des Systems.

d) Die Schaltung wird nun über einen Widerstand $R_F = 200\ \Omega$ rückgekoppelt (siehe Abb. 5). Ergänzen Sie das Kleinsignal-Ersatzschaltbild und vereinfachen Sie dieses mithilfe des Miller-Theorems.

Hinweis: Es kann angenommen werden, dass $u_a/u_e \gg 1$.

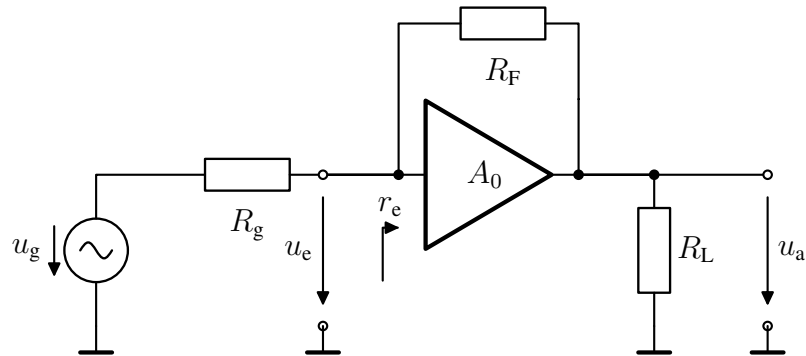


Abbildung 5: Verstärkerschaltung mit Rückkopplung

e) Wie ändern sich die Polstellen? Skizzieren Sie das neue Bode-Diagramm.