

Elektronische Schaltungen SS 2020

3. Übungsblatt - Aufgaben

Feldeffekttransistoren

Aufgabe 1

Gegeben sei die Schaltung nach Abbildung 1. Der Drainstrom des Transistors ist für $U_{GS} = 0\text{ V}$, $I_{D0} = 10\text{ mA}$. Die Schwellspannung beträgt $U_{th} = -7\text{ V}$. Der Eingangsstrom des Transistors ist vernachlässigbar klein. Die Kondensatoren können für Wechselspannung als Kurzschluss betrachtet werden. Die Widerstände haben folgende Werte: $R_1 = 1,2\text{ M}\Omega$, $R_2 = 0,82\text{ M}\Omega$, $R_D = 1,5\text{ k}\Omega$. Die Vorspannungen betragen $U_{b+} = 12\text{ V}$ und $U_{b-} = -12\text{ V}$.

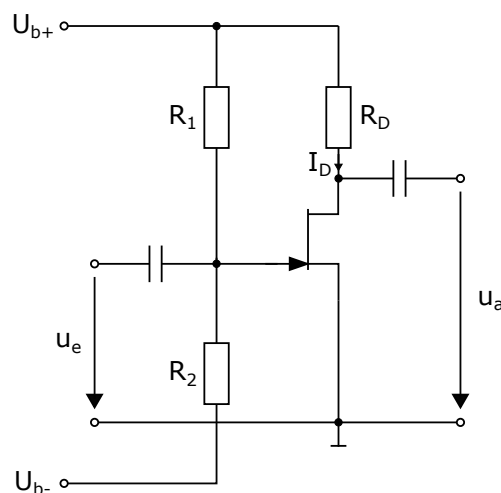


Abbildung 1

- In welcher Grundschaltung wird der Transistor betrieben? Welcher Transistortyp wird in der Schaltung eingesetzt?
- Wofür werden die Widerstände R_1 und R_2 benötigt?
- Skizzieren Sie das Großsignalersatzschaltbild der Schaltung in Abbildung 1.

- d) In welchem Arbeitspunkt wird die Schaltung betrieben? (Bestimmen Sie U_{GS} , U_{DS} , I_D)
- e) Skizzieren Sie das Kleinsignalersatzschaltbild der Schaltung in Abbildung 1.
- f) Berechnen Sie den Eingangswiderstand r_e der Schaltung.
- g) Berechnen Sie die Steilheit im Arbeitspunkt und die Spannungsverstärkung A der Schaltung.

Aufgabe 2

Gegeben Sei die Schaltung nach Abbildung 2. Der Drainstrom des Transistors ist für $U_{GS} = 0\text{ V}$, $I_{D0} = 8\text{ mA}$. Die Schwellspannung beträgt $U_{th} = -2\text{ V}$. Der Eingangswiderstand des Transistors sei unendlich. Die Kondensatoren können für Wechselspannung als Kurzschluss betrachtet werden. Die Widerstände haben folgende Werte: $R_S = 500\ \Omega$, $R_D = 2,7\text{ k}\Omega$, $R_L = 10\text{ k}\Omega$. Die Vorspannung beträgt $U_b = 15\text{ V}$.

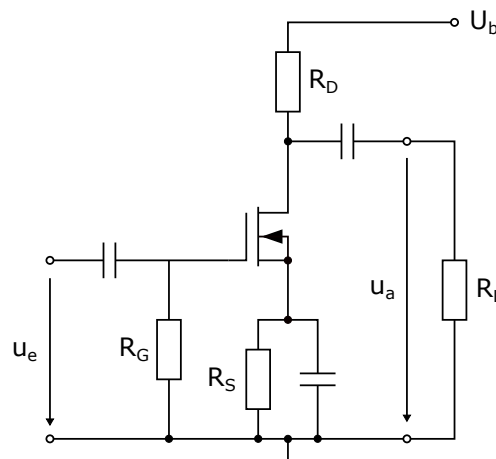


Abbildung 2

- a) In welcher Grundschaltung wird der Transistor betrieben? Welcher Transistortyp wird in der Schaltung eingesetzt?
- b) Skizzieren Sie das Großsignalersatzschaltbild der Schaltung in Abbildung 2.
- c) Berechnen Sie die Spannungen U_{GS} und U_{DS} , wenn im Arbeitspunkt ein Strom $I_D = 2\text{ mA}$ fließen soll.
- d) Skizzieren Sie das Kleinsignalersatzschaltbild der Schaltung in Abbildung 2.

- e) Berechnen Sie die Steilheit S im Arbeitspunkt.
- f) Berechnen Sie die Verstärkung A der Schaltung für 1) $R_L = \infty$ und 2) $R_L = 10 \text{ k}\Omega$.

Aufgabe 3

Gegeben ist ein CMOS Verstärker nach Abbildung 3. Die Spannungsquelle liefert ein sinusförmiges Signal mit $U_g = 30 \text{ mV}$ Effektivwert. Der Innenwiderstand der Quelle ist $R_G = 1 \text{ M}\Omega$. Die Transistoren haben folgende Daten:

$U_{\text{thn}} = 2 \text{ V}, U_{\text{thp}} = -2 \text{ V}, \beta_n = \beta_p = 1 \text{ mA/V}^2, I_n = I_p = 1 \text{ }\mu\text{m}, w_n = 5 \text{ }\mu\text{m}, \mu_n = 1200 \text{ cm}^2/\text{Vs}, \mu_p = 400 \text{ cm}^2/\text{Vs}, \epsilon_{\text{ox}} = 4,6, t_{\text{ox}} = 20 \text{ nm}, \epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$.

Die Early-Spannung der beiden Transistoren ist $|U_A| = 400 \text{ V}$. Die Werte der Widerstände sind $R = 10 \text{ M}\Omega, R_L = 10 \text{ k}\Omega$. Die Versorgungsspannung ist $U_b = 12 \text{ V}$.

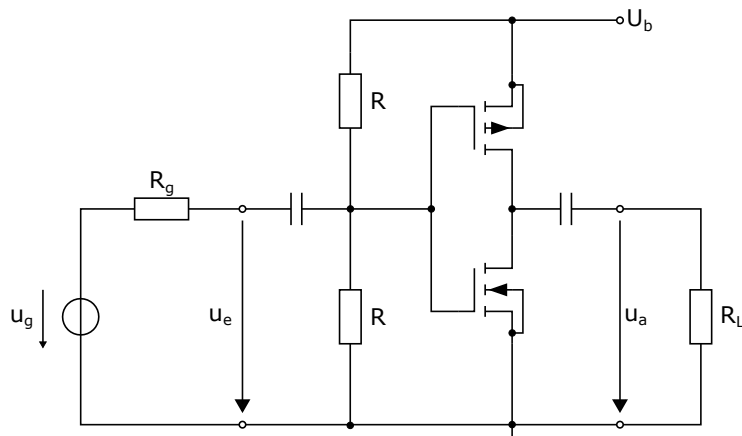


Abbildung 3

- a) Bestimmen Sie für den Arbeitspunkt der Schaltung folgende Größen: $U_{\text{DS}}, U_{\text{GS}}, I_{\text{DS}}$.
- b) Berechnen Sie den Eingangswiderstand r_{ein} und die Eingangsspannung u_e der Schaltung!
- c) Berechnen Sie die Steilheit S und die Spannungsverstärkung A der Schaltung im Arbeitspunkt!
- d) Berechnen Sie folgenden Kapazitäten: $C_{\text{GSn}}, C_{\text{GSp}}$ und C_{ein} der CMOS-Schaltung!
- e) Die Signalfrequenz der Quelle ist $f = 20 \text{ kHz}$. Berechnen Sie den kapazitiven Blindeingangswiderstand X_C der CMOS-Schaltung für diese Frequenz!