

Prüfungsklausur Herbst 2010

ELEKTRONIK I
ELEKTRONIK und MESSTECHNIK
(Teilklausur Elektronik)

16. August 2010



Bearbeitungszeit: 120 Min.

Hilfsmittel: Taschenrechner

Beginnen Sie bitte **jede Aufgabe** auf einer **neuen Seite** und **heben** Sie Ihre **Endergebnisse deutlich hervor** !

Schreiben Sie bitte auf jedes Blatt Ihren **Namen** und Ihre **Matrikelnummer**. Nicht mit diesen Angaben versehene Blätter können nicht berücksichtigt werden.

Geben Sie am Ende der Bearbeitungszeit bitte nur Ihre **Lösungsblätter** und die **Hilfsblätter** ab. Mobiltelefone sind während der Prüfung abgeschaltet zu halten !

1. Aufgabe

Gegeben ist im **Bild 1.1** eine Transistorschaltung, die an eine Betriebsspannung von $U_{CC}=15V$ angeschlossen ist. Der Transistor sei mit den Parametern $\beta_{N0} = \beta_{n0} \rightarrow \infty$, $I_{S0} = 7,049 \text{ fA}$, $U_{AF} \rightarrow \infty$ und $U_T = 25,84 \text{ mV}$ gegeben. $R_1=750 \text{ k}\Omega$, $R_2=300 \text{ k}\Omega$, $R_3=100 \text{ k}\Omega$ und $R_E=22 \text{ k}\Omega$.

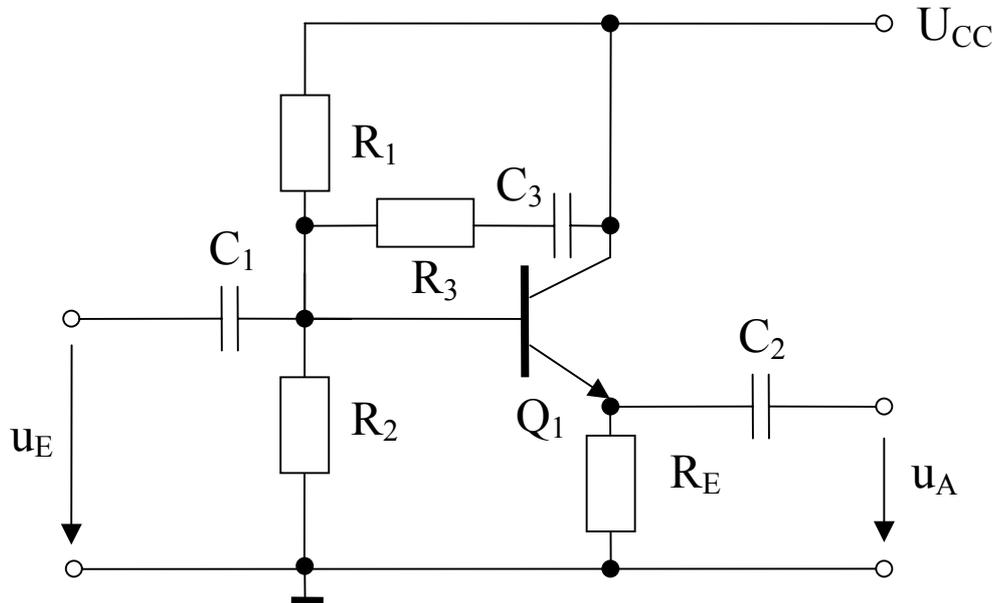


Bild 1.1

- Liegt in der Schaltung eine Rückkopplung über R_3 vor? (Begründung!) Bestimmen Sie die Arbeitspunktgrößen des Transistors und berechnen Sie seine Kleinsignalparameter! (**Hinweis:** Für das genau zu bestimmende U_{BE} kann ein Startwert von $0,61 \text{ V}$ angenommen werden.)
- Geben Sie das Kleinsignalersatzschaltbild der Schaltung aus **Bild 1.1** für kleine Frequenzen an. (**Hinweis:** Die Kondensatoren C_1 , C_2 und C_3 seien so dimensioniert, dass sie für die Kleinsignalanalyse als Kurzschluss betrachtet werden dürfen. Die Eingangsspannungsquelle u_E ist als ideal anzunehmen!)
- Bestimmen Sie unter den in b) genannten Voraussetzungen die Spannungsverstärkung A_{V0} und den Eingangswiderstand der Schaltung als allgemeinen Zusammenhang in Abhängigkeit der Kleinsignalparameter und der Beschalungselemente.
- Geben Sie die Zahlenwerte an, die für die gegebenen Dimensionierungen für die Spannungsverstärkung und den Eingangswiderstands erreicht werden!

2. Aufgabe

Gegeben ist im **Bild 2.1** eine Transistorschaltung, die an eine symmetrische Betriebsspannung von $U_{CC}=12\text{V}$ und $-U_{EE}=-12\text{V}$ angeschlossen ist. Der Transistor Q_1 ist mit $\beta_{N0} = \beta_{n0} \rightarrow \infty$, $I_{S0} = 1,02 \text{ fA}$ und $U_{AF} = 52 \text{ V}$ gegeben. Weiterhin ist $R_1=127 \text{ k}\Omega$, $R_2=113 \text{ k}\Omega$, $R_L=2 \text{ k}\Omega$, $T=300\text{K}$ und $U_T=25,84 \text{ mV}$.

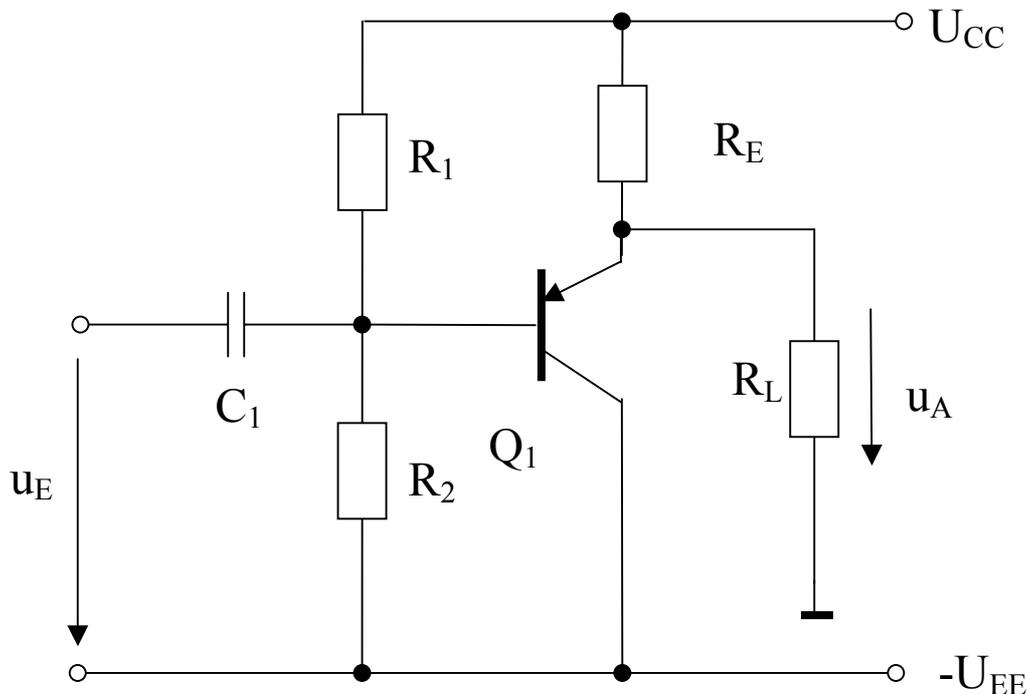


Bild 2.1

- Bestimmen Sie den Widerstand R_E so, dass im Arbeitspunkt der Lastwiderstand R_L stromlos ist. Bestimmen Sie die Arbeitspunktgrößen des Transistors und berechnen Sie seine Kleinsignalparameter !
- Geben Sie das Kleinsignalersatzschaltbild der Schaltung aus **Bild 2.1** für kleine Frequenzen an. (**Hinweis:** Der Kondensator C_1 sei so dimensioniert, dass er für die Kleinsignalanalyse als Kurzschluss betrachtet werden darf. Die Eingangsspannungsquelle u_E ist als ideal anzunehmen !)
- Bestimmen Sie unter den in b) genannten Voraussetzungen die Spannungsverstärkung A_{V0} der belasteten Schaltung als allgemeinen Zusammenhang und als Zahlenwert in Abhängigkeit der Kleinsignalparameter und der Beschalungselemente.

3. Aufgabe

Im Folgenden wird die Schaltung einer Messbrücke in einem drahtlosen Sensornetzwerk nach **Bild 3.1** betrachtet. Die Betriebsspannung sei $U_{DD} = 3,3 \text{ V}$, die Transistorparameter seien $K=500 \mu\text{A}/\text{V}^2$, $U_{TH} = -1 \text{ V}$ und $\lambda=0,02/\text{V}$. Zusätzlich wird die Anordnung mit einer idealen Spannungsquelle u_{Schalt} angesteuert, die im ausgeschalteten Zustand der Messbrücke $3,3 \text{ V}$, im eingeschalteten Zustand 0 V beträgt. Der Schaltvorgang darf als ideal angesehen werden. Die Widerstände R_1 bis R_4 sind hier alle als $R_0 = 5\text{k}\Omega$ festgelegt.

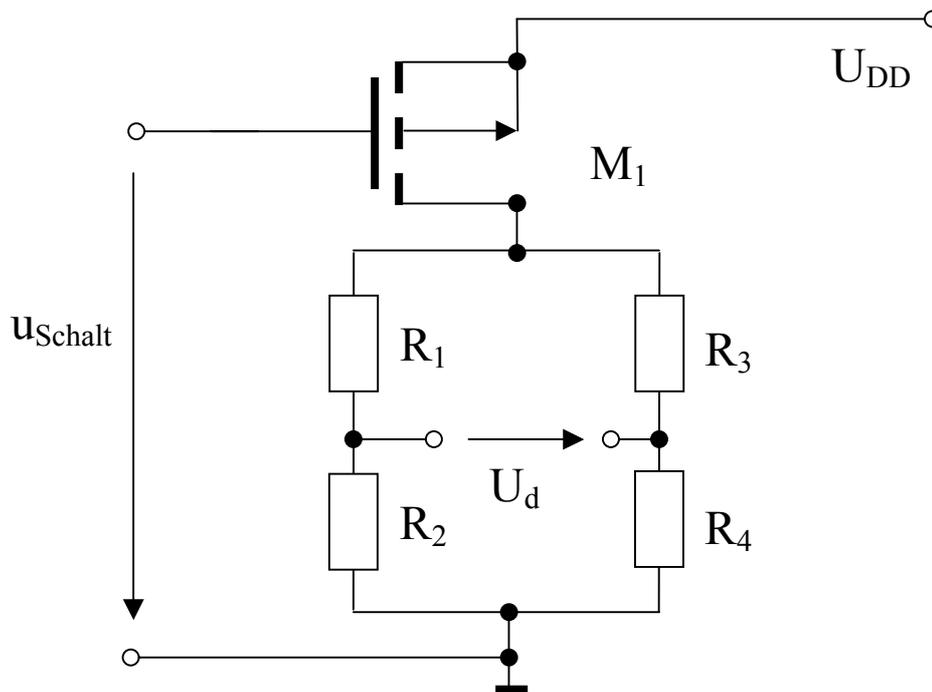


Bild 3.1

- Bestimmen Sie für den eingeschalteten Zustand den Betriebszustand des Transistors und den sich einstellenden Strom I_D !
- Geben Sie die effektive Speisespannung der Messbrücke an !
- Geben Sie die im eingeschalteten Zustand der Quelle entnommene Leistung und die im Transistor umgesetzte Verlustleistung an !
- Geben Sie unter Verwendung einer Linearisierung als Näherung der tatsächlichen Verhältnisse den Kanalwiderstand des durchgeschalteten Transistors R_{on} an ! Wie könnte man diesen prinzipiell durch einen Entwurfparameter verkleinern ?

4. Aufgabe

Für die im **Bild 4.1** vorliegende Schaltung ist der Transistor Q_1 mit $\beta_{N0} = 374,5 = \beta_0$, $I_{S0} = 7,049 \text{ fA}$, $U_{AF} = 62 \text{ V}$ gegeben. Der Transistor M_1 ist mit $K=20 \text{ } \mu\text{A/V}^2$, $U_{TH} = 1 \text{ V}$ und $\lambda=0,01/\text{V}$ vorgegeben. Gegeben ist $U_{CC} = 15 \text{ V}$. Im Arbeitspunkt sind $U_{CE} = 7,5 \text{ V}$, $I_C = 300 \mu\text{A}$, $I_{R2} = 10 \mu\text{A}$, $T=300 \text{ K}$ und $U_T=25,84 \text{ mV}$.

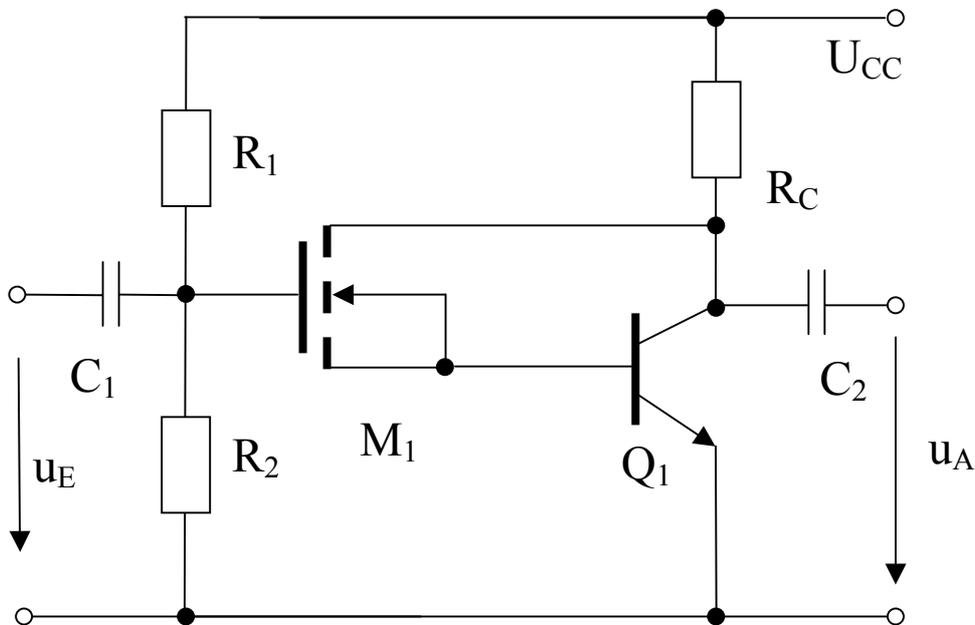


Bild 4.1

- Bestimmen Sie R_C , R_1 und R_2 und die ausstehenden Arbeitspunktgrößen und Kleinsignalparameter der beiden Transistoren M_1 und Q_1 !
- Geben Sie das Kleinsignalersatzschaltbild der Anordnung nach **Bild 4.1** mit allen Bauelementen bzw. Ersatzelementen an! (**Hinweis:** C_1 und C_2 dienen als hinreichend groß dimensionierte Blockkondensatoren.)
- Bestimmen Sie den allgemeinen Zusammenhang für das Verhältnis der Ausgangsspannung u_A zur Eingangsspannung u_E sowie den Eingangswiderstand der Schaltung nach **Bild 4.1** für kleine Frequenzen!

5. Aufgabe

Beantworten Sie folgende Fragen mit kurzer Rechnung oder kurzen Stichworten. (Fertigen Sie ggf. ergänzend Skizzen zur Erläuterung an):

- a) Gegeben sei ein pn-Übergang in dotiertem Germanium mit $N_A = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$, $n_i = 2,5 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ und $U_T = 25,84 \text{ mV}$ bei einer Temperatur von 300 K. Die gemessene Diffusionsspannung sei 0,354V. Bestimmen Sie N_D !
- b) Geben Sie den Zusammenhang zwischen Stromverstärkung β_{N0} und den Größen Basistransportfaktor und dem Emitterwirkungsgrad eines Bipolartransistors an.
- c) Welche der beiden folgenden Speicherzellen DRAM bzw. SRAM erhält bei Ausfall der Stromversorgung den gespeicherten Wert ? (Begründung !)
- d) Ein Sensor weise einen sehr hohen Innenwiderstand bei einer mittelgroßen Ausgangsspannung auf. Welche Bipolartransistor-Grundschialtung wäre prinzipiell für den Anschluss und die Auswertung des Sensors am besten geeignet ? (Begründung !)
- e) Geben Sie für den Fall nach a) die sogenannte Sperrschichtkapazität des pn-Übergangs bei einer Klemmenspannung von $U=0$ an ! Hierfür ist $q=1,609 \cdot 10^{-19} \text{ As}$, $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$ und $\epsilon_r=16$ und die Übergangsfläche $A=1 \text{ mm}^2$ zusätzlich gegeben.
- f) Geben Sie an, welche der folgenden Logikschaltungstechniken prinzipiell statische Verlustleistung aufweisen können: MOS-Ratio-Logik, TTL-Logik, CMOS-Logik.
- g) Ein Basisbahngebiet in einem npn-Ge-Transistor sei mit $N_A = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ dotiert. Vom inneren Transistor bis zum Kontakt beträgt der Abstand $100 \mu\text{m}$, die Schichtdicke ist $5 \mu\text{m}$ und die Breite des Basisbahngebiets ist $20 \mu\text{m}$. Die Diffusionskonstante der Löcher sei als $14 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ bei 300K anzunehmen. Bestimmen Sie den Ersatzwiderstand der Basisbahn !

