

Hochschule München Fakultät 03	Sommersemester 2025 Angewandte Elektronik	Prof. Küpper
Zugelassene Hilfsmittel: alle eigenen, Taschenrechner	Matr.-Nr.: Name, Vorname: Hörsaal:	Unterschrift:

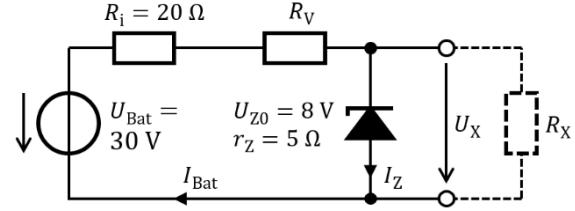
Viel Erfolg!!

A	1	2	3	4	5	Σ
P						

Aufgabe 1 (Z-Diode, ca. 12 Punkte)

Die Ausgangsspannung U_X soll mit einer Z-Diode stabilisiert werden. Folgende Daten sind bekannt:

- Reale Spannungsquelle $U_{\text{Bat}} = 30 \text{ V}$ mit Innenwiderstand $R_i = 20 \Omega$.
- Z-Diode mit $U_{Z0} = 8 \text{ V}$ und $r_Z = 5 \Omega$.



- 1.1 Die Schaltung wird zunächst ohne Lastwiderstand R_X betrieben. Wie groß muss R_V sein, damit durch die Z-Diode der maximal zulässige Strom $I_{Z,\max} = 100 \text{ mA}$ fließt?
- 1.2 Wie wird sich der Anschluss eines sehr niederohmigen Lastwiderstands R_X auf die Funktion der Schaltung auswirken (kurze Begründung, keine Berechnung!)
- 1.3 Der Wert des Vorwiderstands ist nun $R_V = 400 \Omega$. Berechnen Sie den minimalen Wert von R_X , bei dem die Ausgangsspannung gerade noch sicher stabilisiert wird. Wie groß sind in diesem Fall U_X und I_{Bat} ? (Tipp: Wählen Sie zunächst einen sinnvollen Wert für $I_{Z,\min}$)

- 1.4 Welche Verlustleistung geht im Unterpunkt 1.3 an der Z-Diode als Wärme verloren?

Aufgabe 2: Halbleiter (ca. 8 Punkte)

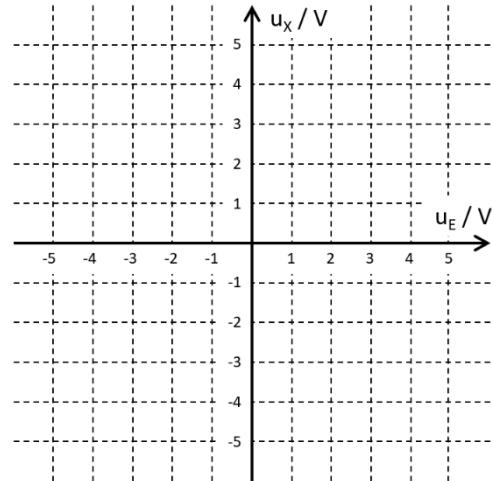
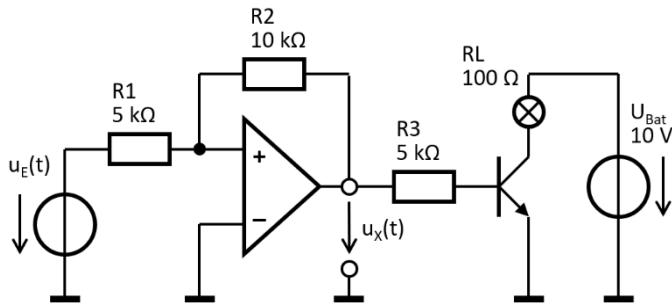
Ein Halbleiterplättchen aus Silizium mit einer Fläche $A = 0,1 \text{ cm}^2$ und einer Dicke $d = 1 \text{ mm}$ soll bei einer Stromstärke $I = 50 \text{ A}$ eine Verlustleistung von $P = 2 \text{ W}$ aufweisen.

Eigenschaften von Silizium bei $T = 300 \text{ K}$: $W_G = 1,12 \text{ eV}$, $n_i = 1,6 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}$, $\mu_n = 1500 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, $\mu_p = 600 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, $E_{Br} = 300.000 \text{ V/cm}$, $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As}$, $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$

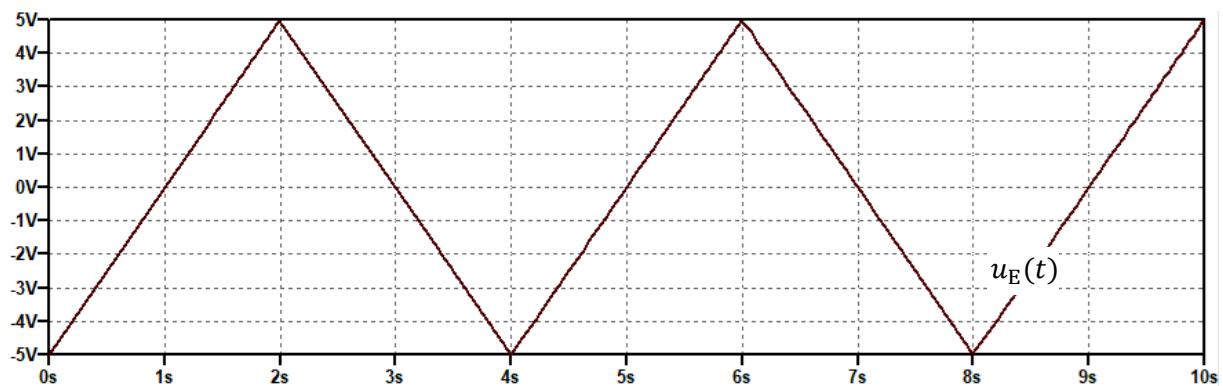
- 2.1. Welchen Widerstand R muss das Plättchen haben? (Ersatzwert: $1 \text{ m}\Omega$)
- 2.2. Welche elektrische Leitfähigkeit κ muss es aufweisen? (Ersatzwert: $10^5 \frac{1}{\Omega \text{m}}$)
- 2.3. Mit welcher Akzeptordichte muss es dotiert werden, damit die geforderte elektrische Leitfähigkeit bei $T = 300 \text{ K}$ erreicht wird?
- 2.4. Bei $T = 300 \text{ K}$ kann davon ausgegangen werden, dass alle Akzeptor-Störstellen ionisiert sind. Wie verändert sich der Widerstand des Halbleiterplättchens qualitativ, wenn die Temperatur darüber hinaus (a) etwas bzw. (b) stark erhöht wird? (Kurze Begründung!)

Aufgabe 3: Operationsverstärker, Transistor (ca. 10 Punkte)

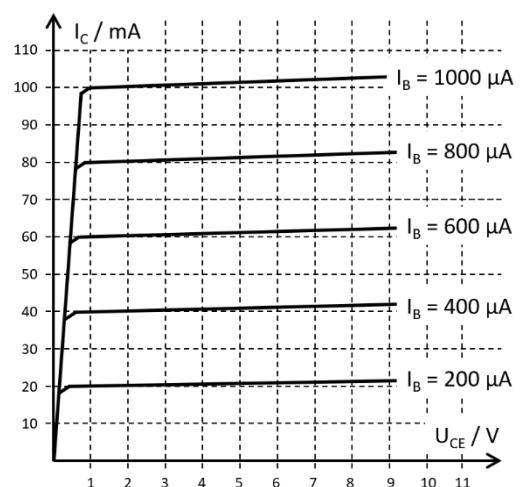
Der ideale Operationsverstärker in der abgebildeten Schaltung hat eine maximale Ausgangsspannung von +5 V und eine minimale Ausgangsspannung von -5 V.



- 3.1. Zeichnen Sie den Zusammenhang von u_E und u_X in das vorbereitete Diagramm.
- 3.2. Die folgende Abbildung zeigt den zeitlichen Verlauf der Spannung $u_E(t)$. Zeichnen Sie den zeitlichen Verlauf der Spannung $u_X(t)$ in dasselbe Diagramm.

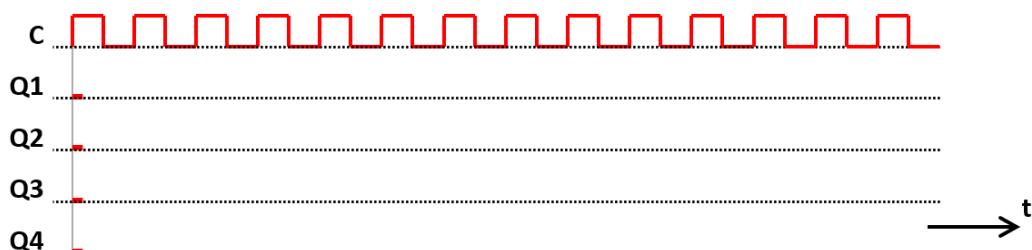
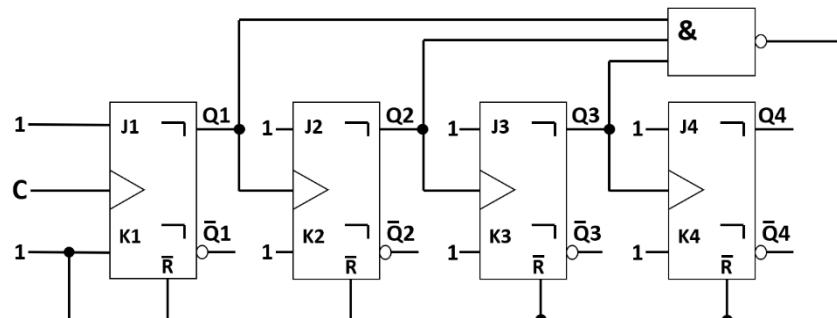


- 3.3. Zeichnen Sie die Arbeitsgerade, die sich aus dem Widerstand R_L des Lämpchens und der Betriebsspannung U_{Bat} ergibt, in das Ausgangskennlinienfeld des Transistors.
- 3.4. Welcher Basisstrom fließt bei $u_{X,1} = +5 \text{ V}$ und $u_{X,2} = -5 \text{ V}$ in den Transistor? Die Durchlass-Spannung der „Basis-Emitter-Diode“ ist 0,5 V.
- 3.5. Welcher Strom fließt durch das Lämpchen bei $u_{X,1} = +5 \text{ V}$ und bei $u_{X,2} = -5 \text{ V}$? Hinweis: Ergänzen Sie zuerst die fehlende Kennlinie im Ausgangskennlinienfeld des Transistors.

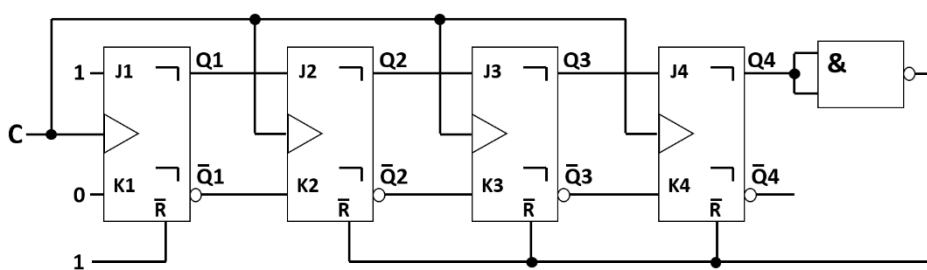


Aufgabe 4: Digitaltechnik (ca. 15 Punkte)

- 4.1. Gegeben ist die folgende Schaltung aus positiv flankengetriggerten JK-Master-Slave-Flipflops. Zeichnen Sie die zeitlichen Verläufe der Signale Q1, Q2, Q3, Q4 in das vorbereitete Diagramm. (Tipp: Die Reset-Eingänge funktionieren wie im Praktikum: Um einen Reset durchzuführen, müssen sie auf null gesetzt werden.)



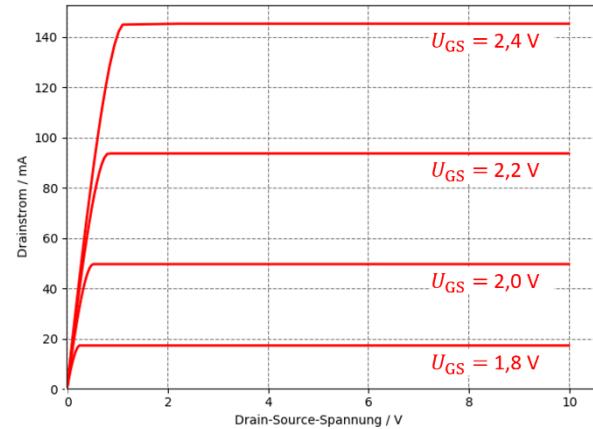
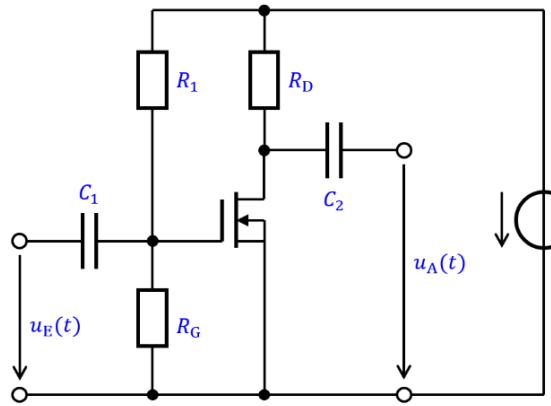
- 4.2. Zeichnen Sie auch für die zweite Digitalschaltung die zeitlichen Verläufe der Signale Q1, Q2, Q3, Q4 in das vorbereitete Diagramm.



- 4.3. Markieren Sie in beiden Diagrammen (Unterpunkte 4.1 und 4.2) die Zeitpunkte, wann die Flipflops 2, 3 und 4 zurückgesetzt werden (Eingänge \bar{R} auf null).

Aufgabe 5: MOSFET (ca. 15 Punkte)

Gegeben ist der folgende MOSFET-Verstärker für Wechselspannung. Die folgenden Daten sind bekannt: $R_D = 120 \Omega$, $R_1 = 500 \text{ k}\Omega$, $R_G = 100 \text{ k}\Omega$, $U_{\text{Bat}} = 12 \text{ V}$.



- 5.1. Zeichnen Sie die Arbeitsgerade (U_{Bat}, R_D) in das Ausgangskennlinienfeld des MOSFETs.
 - 5.2. Bestimmen Sie die Spannung $U_{GS,AP}$ des MOSFETs im Arbeitspunkt. Zeichnen Sie auch den Arbeitspunkt in das Ausgangskennlinienfeld.
 - 5.3. Lesen Sie aus dem Ausgangskennlinienfeld die Steilheit für den gewählten Arbeitspunkt ab.
 - 5.4. Berechnen Sie den (Leerlauf-)Verstärkungsfaktor dieses Verstärkers.

5.5. Welche Aufgabe erfüllt der Kondensator C_1 am Eingang?

5.6. Welche Aufgabe erfüllt der Kondensator C_2 am Ausgang?

5.7. Wie ändert sich das Verhalten des Verstärkers, wenn R_D erhöht wird? Nennen Sie zwei Veränderungen und begründen Sie diese.

5.8. Warum können die Vorwiderstände R_1 und R_G im Vergleich zu Verstärkern mit Bipolartransistoren so hochohmig gewählt werden?