

Aufgabe 1: (18 Punkte)

Gegeben sei die Schaltung aus Abbildung 1.1 mit den idealen Transistoren T_1 und T_2 . Es gelte $U_{BE,1} = U_{BE,2} = 0,6 \text{ V}$, $U_A \rightarrow \infty$, $B_1 = \beta_1 = 100$ und $B_2 = \beta_2 \rightarrow \infty$. Die Betriebsspannung beträgt $U_B = 10 \text{ V}$. Für die Kondensatoren gelte $C_{in} = C_{out} = C_1 \rightarrow \infty$.

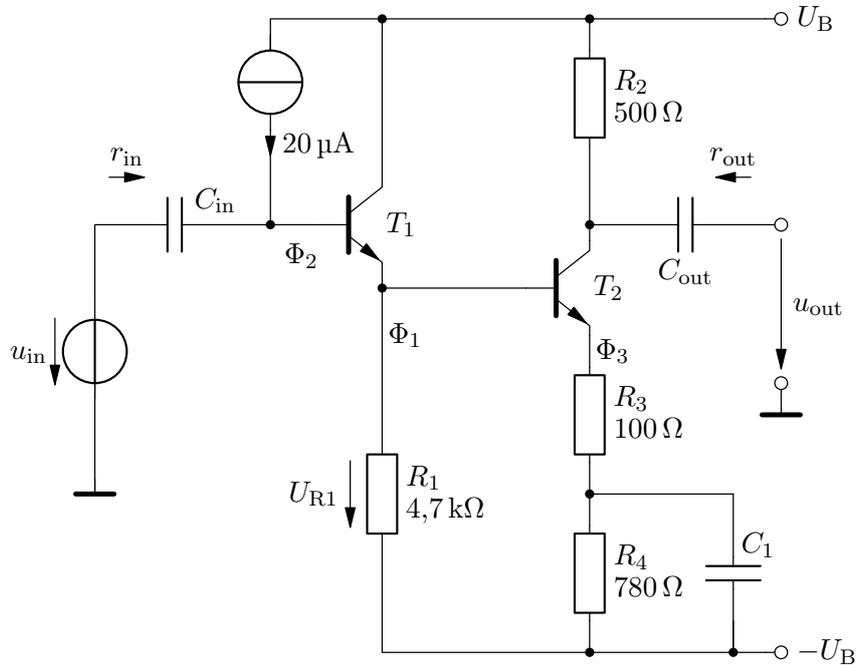


Abbildung 1.1

- 2 a) In welchen Grundschaltungsarten werden die Transistoren T_1 und T_2 betrieben?
- 2 b) Bestimmen Sie den Kollektorstrom I_{C1} des Transistors T_1 , die Spannung U_{R1} und das Potential Φ_1 im Arbeitspunkt.
- 1 c) Bestimmen Sie das Potential Φ_2 im Arbeitspunkt.
- 2 d) Bestimmen Sie das Potential Φ_3 und den Kollektorstrom I_{C2} des Transistors T_2 im Arbeitspunkt.
- 4 e) Zeichnen Sie das Kleinsignalersatzschaltbild der Schaltung.
- 2 f) Welche Verstärkung $v = \frac{u_{out}}{u_{in}}$ ergibt sich in dieser Schaltung?
Hinweis: Verwenden Sie Ihnen bekannte, geeignete Näherungen.
- 2 g) Wie groß sind der Eingangswiderstand r_{in} und der Ausgangswiderstand r_{out} ?
- 1 h) Bestimmen Sie die Verlustleistung $P_{V,T2}$ des Transistors T_2 im Arbeitspunkt. *Hinweis: Vernachlässigen Sie den Basisstrom.*
- 1 i) Bestimmen Sie die Verlustleistung $P_{V,ges}$ der gesamten Schaltung im Arbeitspunkt. *Hinweis: Vernachlässigen Sie die Basisströme.*
- 1 j) Nun ist der Kondensator C_{in} kurzgeschlossen. Welche Auswirkung hat dies auf die Funktion der Schaltung?

Aufgabe 2: (16 Punkte)

Gegeben sei die Transistorschaltung aus Abbildung 2.1. Die Transistoren T_1 bis T_8 seien ideal mit $|U_{BE}| = 0,6\text{ V}$, $B = \beta \rightarrow \infty$ und $U_A \rightarrow \infty$. Weiterhin gilt: $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$, $R_5 = 1\text{ k}\Omega$, $I_0 = 5\text{ mA}$.

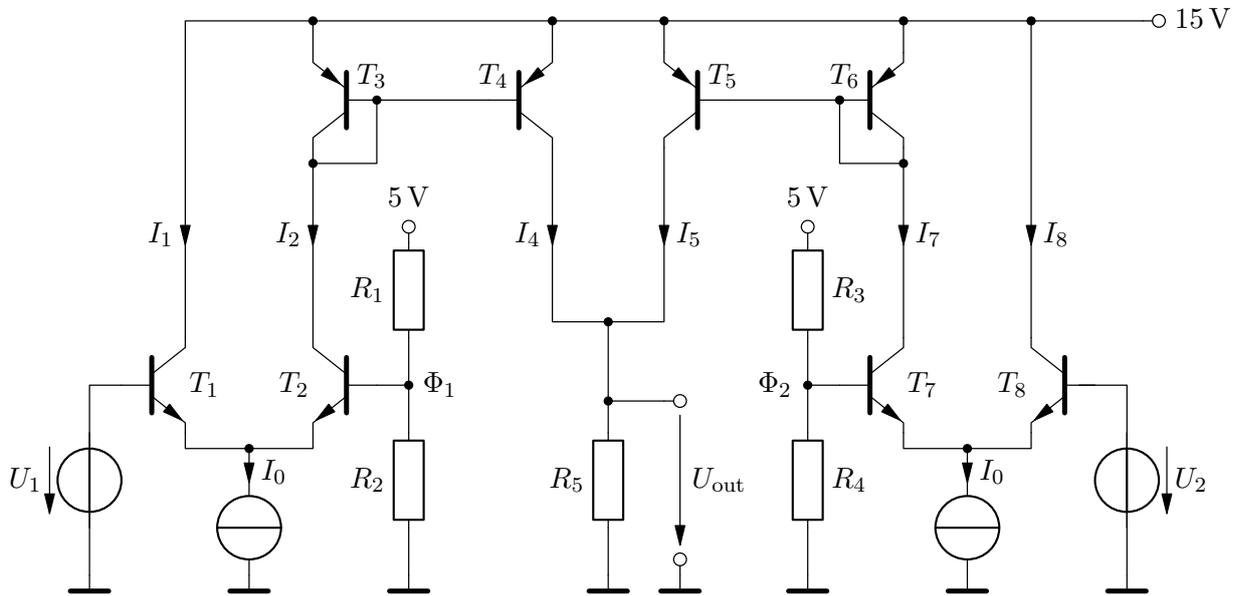


Abbildung 2.1

2 a) Bestimmen Sie die Potentiale Φ_1 und Φ_2 .

Es gelte nun $U_1 = 5\text{ V}$ und $U_2 = 0\text{ V}$.

2 b) Bestimmen Sie I_1, I_2, I_7 und I_8 .

1 c) Welche Schaltung bilden jeweils T_3 und T_4 sowie T_5 und T_6 zusammen?

2 d) Bestimmen Sie I_4 und I_5 .

2 e) Bestimmen Sie die Spannung U_{out} . Tragen Sie das Ergebnis in Tabelle 1 ein.

Es gelte nun $U_1 = 0\text{ V}$ und $U_2 = 5\text{ V}$.

2 f) Bestimmen Sie nun I_4 und I_5 .

1 g) Bestimmen Sie nun die Spannung U_{out} . Tragen Sie das Ergebnis in Tabelle 1 ein.

2 h) Vervollständigen Sie die Tabelle 1.

	I)	II)	III)	IV)
U_1	0 V	0 V	5 V	5 V
U_2	0 V	5 V	0 V	5 V
U_{out}				

Tabelle 1

1 i) Für Fall I) aus Tabelle 1 soll U_{out} ebenfalls 5 V betragen. Ergänzen Sie die Schaltung mit einem Bauelement so, dass dies erreicht wird, die restliche Funktionalität aber erhalten bleibt.

1 j) Welche logische Funktion wird mit Hilfe der Schaltung realisiert?

Aufgabe 3: (16 Punkte)

Gegeben sei die Schaltung aus Abbildung 3.1 mit den Transistoren T_1 bis T_4 . Die Transistoren seien vom gleichen Typ mit folgenden Eigenschaften: $B = \beta \rightarrow \infty$, $U_A \rightarrow \infty$, $U_T = 25 \text{ mV}$ und $I_{S,1} = I_{S,2} = I_{S,3} = I_{S,4} = I_S$.

Hinweis: $\ln(a \cdot b) = \ln(a) + \ln(b)$, $\ln\left(\frac{a}{b}\right) = \ln(a) - \ln(b)$

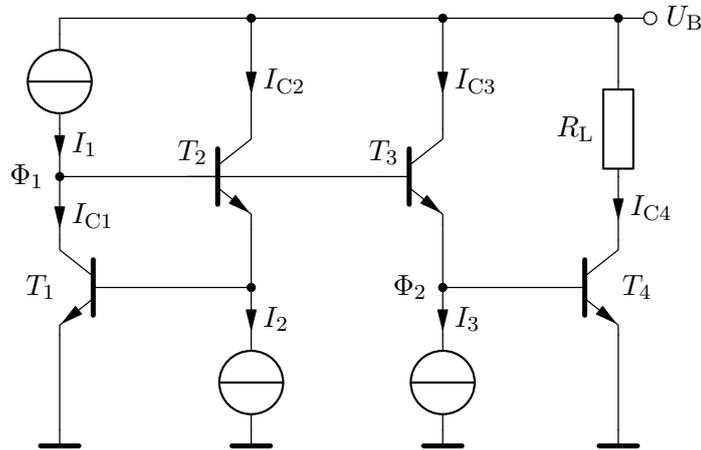


Abbildung 3.1

Geben Sie alle Ergebnisse (sofern nicht anders angegeben) als Funktion von I_1 , I_2 , I_3 , I_S und U_T an.

- 2 a) Bestimmen Sie den Strom I_{C1} .
- 2 b) Bestimmen Sie den Strom I_{C2} .
- 2 c) Bestimmen Sie die Basis-Emitter-Spannungen $U_{BE,1}$ und $U_{BE,2}$ der Transistoren T_1 sowie T_2 . *Hinweis:* Nutzen Sie die vereinfachte Shockley-Gleichung.
- 2 d) Bestimmen Sie das Potential Φ_1 .
- 2 e) Bestimmen Sie den Strom I_{C3} .
- 2 f) Bestimmen Sie das Potential Φ_2 .
- 2 g) Bestimmen Sie allgemein den Strom $I_{C4} = f(\Phi_2, I_S, U_T)$.
- 2 h) Geben Sie den Strom I_{C4} als Funktion der Ströme I_1 bis I_3 an, $I_{C4} = f(I_1, I_2, I_3)$.

Aufgabe 4: (16 Punkte)

Gegeben sei die Schaltung aus Abbildung 4.1 mit idealen Bauelementen. Weiterhin gelte für den Transistor $B = \beta \rightarrow \infty$, für die Widerstände $R_1 = R_2 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 10 \Omega$ und für die Eingangsquelle $U_{\text{in}} \geq 1 \text{ V}$. R_2 ist ein Potentiometer mit der Stellung $0 \leq x \leq 1$.

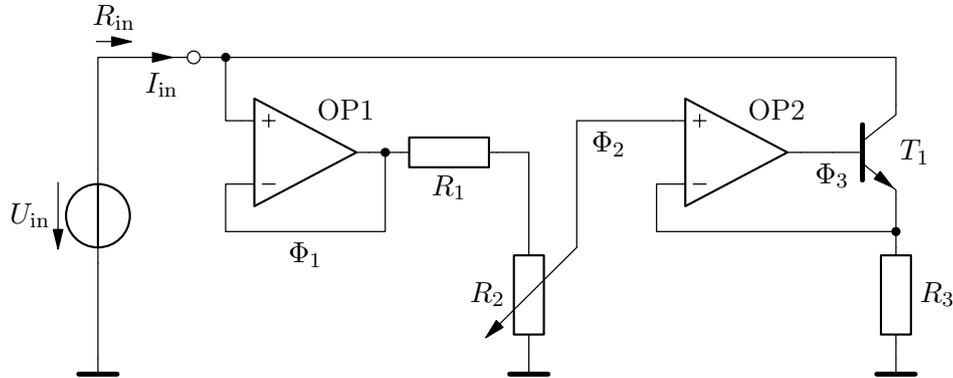
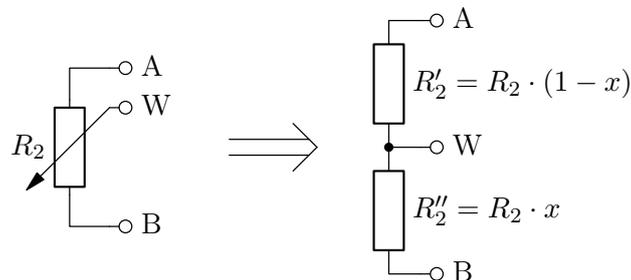


Abbildung 4.1

- 2 a) Bestimmen Sie das Potential Φ_1 am Ausgang des Operationsverstärkers OP1 als Funktion von U_{in} .
- 3 b) Bestimmen Sie das Potential Φ_2 am positiven Eingang des Operationsverstärkers OP2 als Funktion der Potentiometerstellung x und der Eingangsspannung U_{in} . *Hinweis: Das Potentiometer kann durch nachfolgendes Ersatzschaltbild ersetzt werden.*



- 2 c) Bestimmen Sie die Spannung U_{R3} am Widerstand R_3 als Funktion von x und U_{in} .
- 3 d) Bestimmen Sie den Eingangsstrom I_{in} als Funktion von x und U_{in} .
- 4 e) Bestimmen Sie den Großsignal-Eingangswiderstand R_{in} als Funktion von x . *Hinweis: Verwenden Sie das Ergebnis aus Aufgabe d).*
- 2 f) Bestimmen Sie die Temperaturabhängigkeit $\frac{d\Phi_3}{dT}$ des Potentials am Ausgang des Operationsverstärkers OP2.

Aufgabe 5: (14 Punkte)

Gegeben sei die Schaltung aus Abbildung 5.1 mit idealen Bauelementen. Für die Widerstände gelte $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R \gg R_L$.

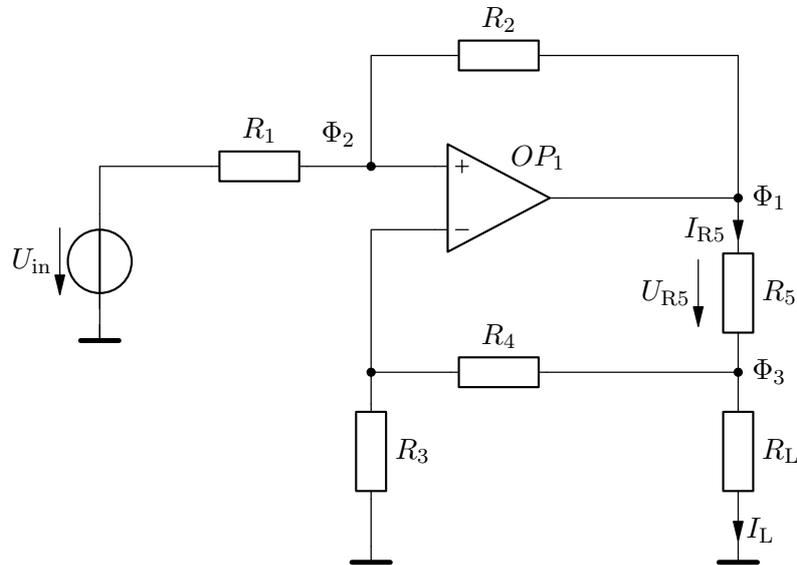


Abbildung 5.1

- 3 a) Bestimmen Sie das Potential $\Phi_2 = f(U_{\text{in}}, \Phi_1, R)$. *Hinweis: Das Superpositionsverfahren kann angewendet werden.*
- 2 b) Bestimmen Sie das Potential $\Phi_3 = f(\Phi_2, R)$.
- 1 c) Bestimmen Sie das Potential $\Phi_3 = f(U_{\text{in}}, \Phi_1, R)$. *Hinweis: Verwenden Sie die Ergebnisse aus Aufgabe a) und b).*
- 2 d) Bestimmen Sie die Spannung U_{R5} und den Strom I_{R5} .
- 2 e) Bestimmen Sie den Strom I_L . *Hinweis: $R \gg R_L$.*
- 2 f) Der Lastwiderstand ist nun $R'_L = 2R_L$. Bestimmen Sie jetzt den Strom I_L .
- 2 g) Welche Funktion erfüllt diese Schaltung?

Aufgabe 6: (20 Punkte)

Gegeben sei die Schaltung aus Abbildung 6.1 mit einem idealen Operationsverstärker. Die Dioden können als ideal mit einer Flussspannung von 0,6 V angesehen werden. Die Diode D_2 weist eine Durchbruchspannung von 3 V auf.

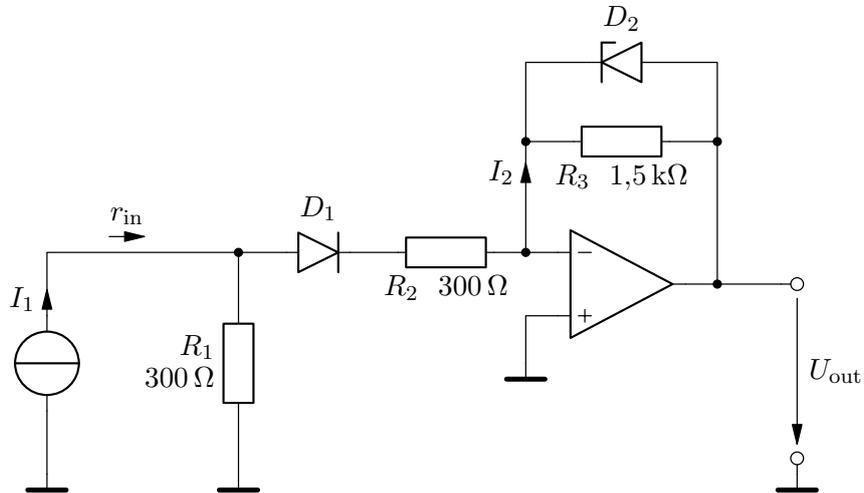


Abbildung 6.1

- 4 a) Geben Sie die Bedingung für den Strom I_1 an, damit die Diode D_1 leitet.
- 4 b) Zeichnen Sie den Verlauf des Stroms durch die Diode D_1 $I_{D1} = f(I_1)$ in das Diagramm aus Abbildung 6.2 für $-10 \text{ mA} \leq I_1 \leq 10 \text{ mA}$. *Hinweis: Wählen Sie korrekte Achsen-skalierungen.*
- 3 c) Geben Sie die Bedingung für den Strom I_2 an, damit die Diode D_2 leitet.
- 3 d) Geben Sie die Bedingung für den Strom I_1 an, damit die Diode D_2 leitet. *Hinweis: Nehmen Sie das Ergebnis aus Aufgabe b) zu Hilfe.*
- 4 e) Zeichnen Sie den Verlauf der Spannung $U_{\text{out}} = f(I_1)$ in das Diagramm aus Abbildung 6.3 für $-10 \text{ mA} \leq I_1 \leq 10 \text{ mA}$. *Hinweis: Wählen Sie korrekte Achsenskalierungen.*
- 2 f) Bestimmen Sie jeweils für $I_1 = 0$ und $I_1 = 10 \text{ mA}$ den Eingangswiderstand r_{in} der Schaltung.

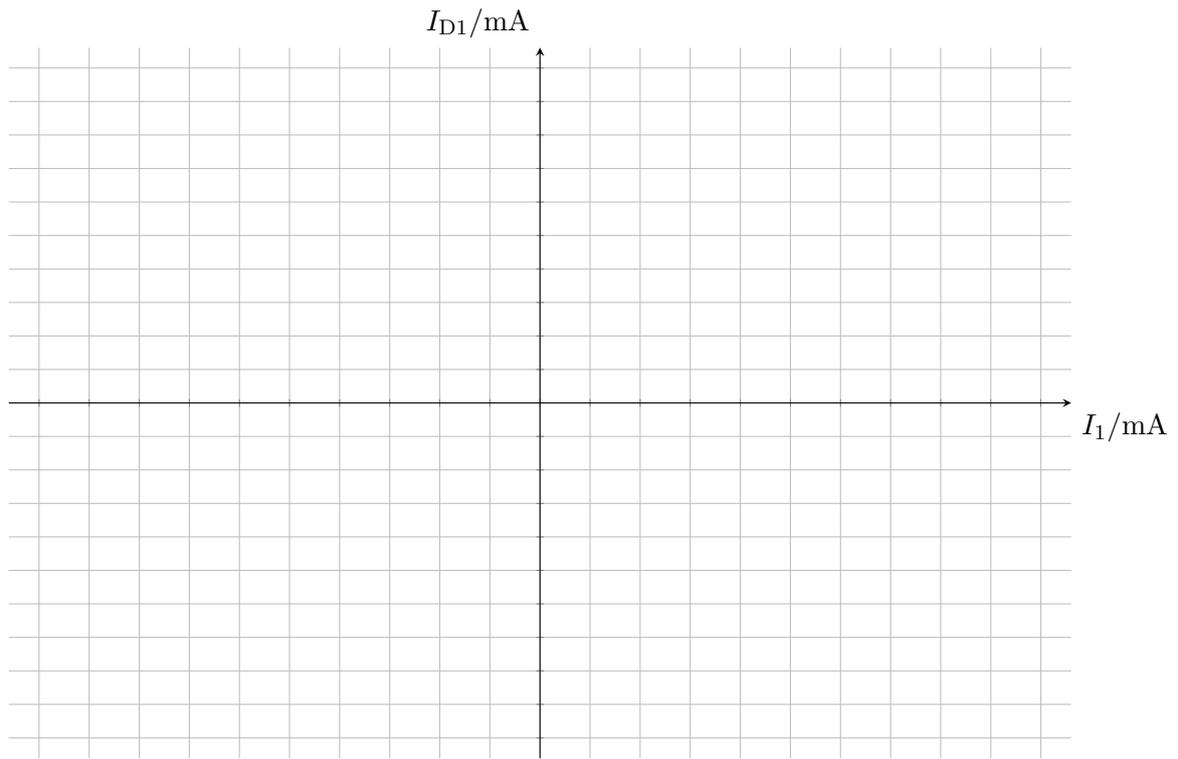


Abbildung 6.2: Diagramm Aufgabe 6 b)

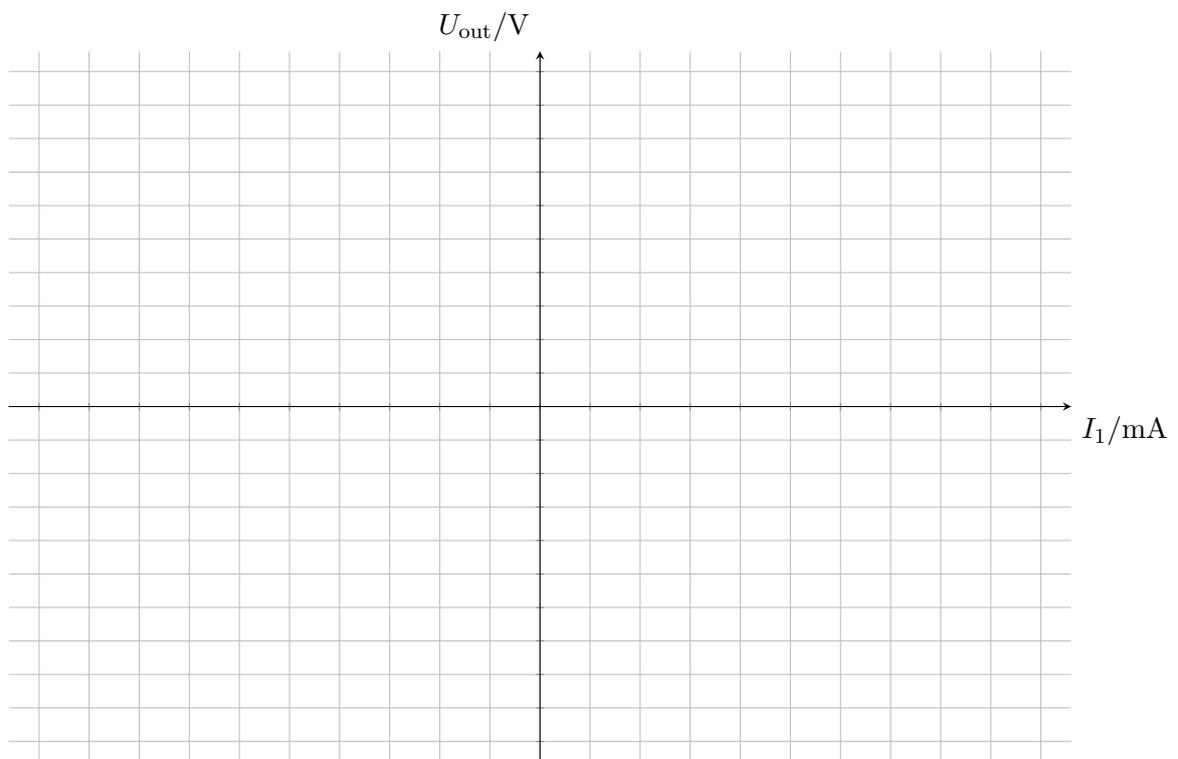


Abbildung 6.3: Diagramm Aufgabe 6 e)

Aufgabe 7: (18 Punkte)

Gegeben sei die Schaltung aus Abbildung 7.1. Die Kondensatoren seien ideal und besitzen eine Kapazität von $C_1 = C_2 = 20 \text{ mF}$. Die Dioden D_1 und D_2 seien ebenfalls ideal (Flussspannung $U_D = 0 \text{ V}$). Bei U_1 handelt es sich um eine periodische, pulsformige Spannungsquelle, deren Verlauf in Abbildung 7.2 dargestellt ist.

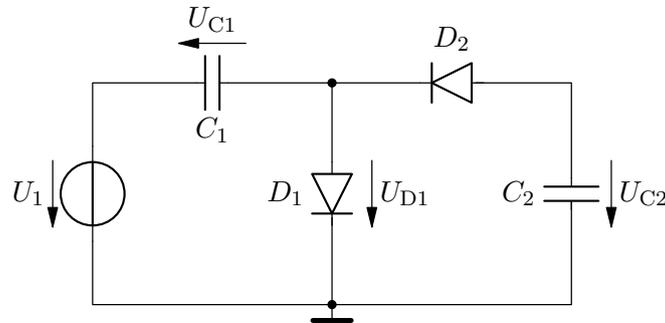


Abbildung 7.1

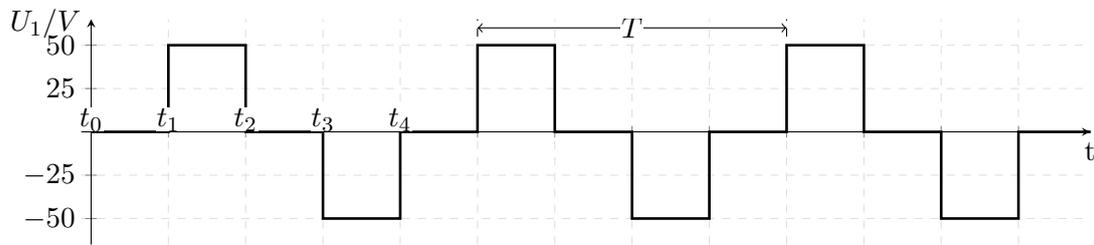


Abbildung 7.2: Spannungsverlauf von U_1

C_1 und C_2 seien zunächst vollständig entladen. Im Intervall (t_0, t_1) beträgt die Spannung U_1 zunächst 0 V . Zum Zeitpunkt t_1 springt U_1 auf 50 V . *Hinweis: Geben Sie jeweils die Werte an, die sich statisch gegen Ende des jeweiligen Intervalls einstellen!*

- 2 a) Welche Spannung U_{D1} stellt sich gegen Ende des Intervalls (t_1, t_2) über der Diode D_1 ein?
- 2 b) Welche Spannung U_{C1} stellt sich gegen Ende des Intervalls (t_1, t_2) über dem Kondensator C_1 ein?
- 2 c) Welche Ladung weist Kondensator C_1 gegen Ende des Intervalls (t_1, t_2) auf?

Zum Zeitpunkt t_2 springt U_1 erneut auf 0 V .

- 2 d) Beschreiben Sie das Verhalten der Dioden in dem Intervall (t_2, t_3) .
- 2 e) Wie teilt sich die unter b) berechnete Ladung jetzt unter C_1 und C_2 auf? Geben Sie die Spannungen U_{C1} und U_{C2} an, welche sich gegen Ende des Intervalls (t_2, t_3) einstellen.

Zum Zeitpunkt t_3 springt U_1 nun auf -50 V .

- 2 f) Beschreiben Sie das Verhalten der Dioden in dem Intervall (t_3, t_4) .
- 2 g) Geben Sie die Spannungen U_{C1} und U_{C2} an, welche sich gegen Ende des Intervalls (t_3, t_4) einstellen.
- 4 h) Welche Spannung U_{C2} stellt sich für $t \rightarrow \infty$ ein?