

Hochschule München Fakultät 03	Sommersemester 2022 Angewandte Elektronik		Prof. Küpper	
Zugelassene Hilfsmittel: alle eigenen, Taschenrechner	Matr.-Nr.:	Name, Vorname:		
	Hörsaal:	Unterschrift:		

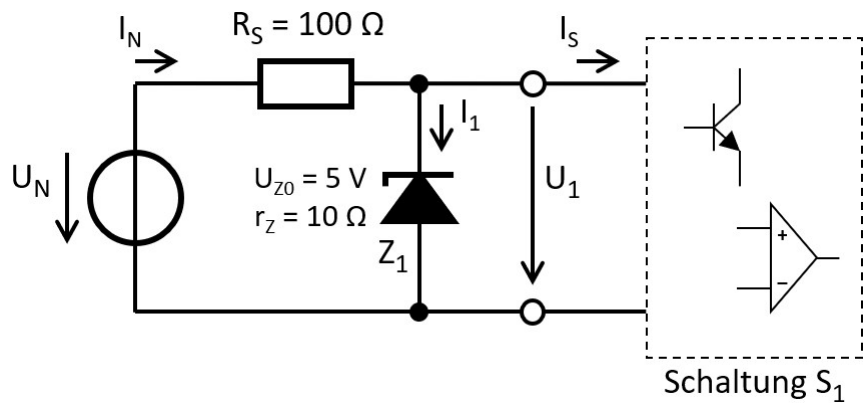
Viel Erfolg!!

A	1	2	3	4	Σ	N
P						

Aufgabe 1: z-Diode (ca. 15 Punkte)

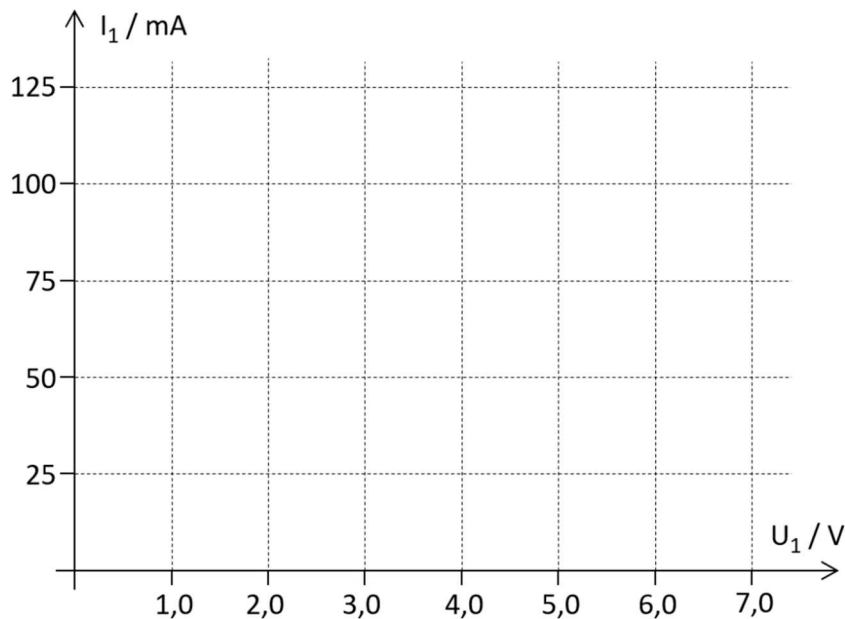
Gegeben ist die nebenstehende Schaltung mit einer z-Diode:

- 1.1. Zeichnen Sie die (Durchbruch-)Kennlinie der z-Diode in das vorbereitete Diagramm unten auf dieser Seite.



Zunächst ist die Stromaufnahme der Schaltung S₁ sehr gering (I_S = 0 mA).

- 1.2. Zeichnen Sie die Kennlinien (Arbeitsgeraden) der realen Spannungsquelle aus U_N und R_S für die beiden Eingangsspannungen U_{N,a} = 5 V und U_{N,b} = 10 V ebenfalls in das Diagramm.
- 1.3. Welche Spannungen U_{1,a} und U_{1,b} ergeben sich jeweils am Eingang der Schaltung S₁? (Bitte grafische Lösung, nicht rechnen!)



**Die Stromaufnahme der Schaltung S_1 beträgt nun $I_S = 50 \text{ mA}$,
die Spannung U_1 am Eingang der Schaltung S_1 beträgt $U_1 = 6 \text{ V}$.**

1.4. Wie groß ist die Spannung U_N in diesem Betriebspunkt?

1.5. Welche Leistung wird in diesem Betriebspunkt von der z-Diode als Wärme abgegeben.

1.6. Beim Aufbau der Schaltung wird die z-Diode versehentlich in umgekehrter Richtung eingebaut (das heißt, Anode und Kathode von Z_1 werden versehentlich vertauscht).

Begründen Sie, wie sich die Spannung U_1 sowie der Strom I_N qualitativ verändern. (Begründung erforderlich, keine Berechnung!)

1.7. Nennen Sie jeweils zwei Gemeinsamkeiten und zwei Unterschiede von z-Dioden und „normalen“ Gleichrichterioden.

Gemeinsamkeiten:

a)

b)

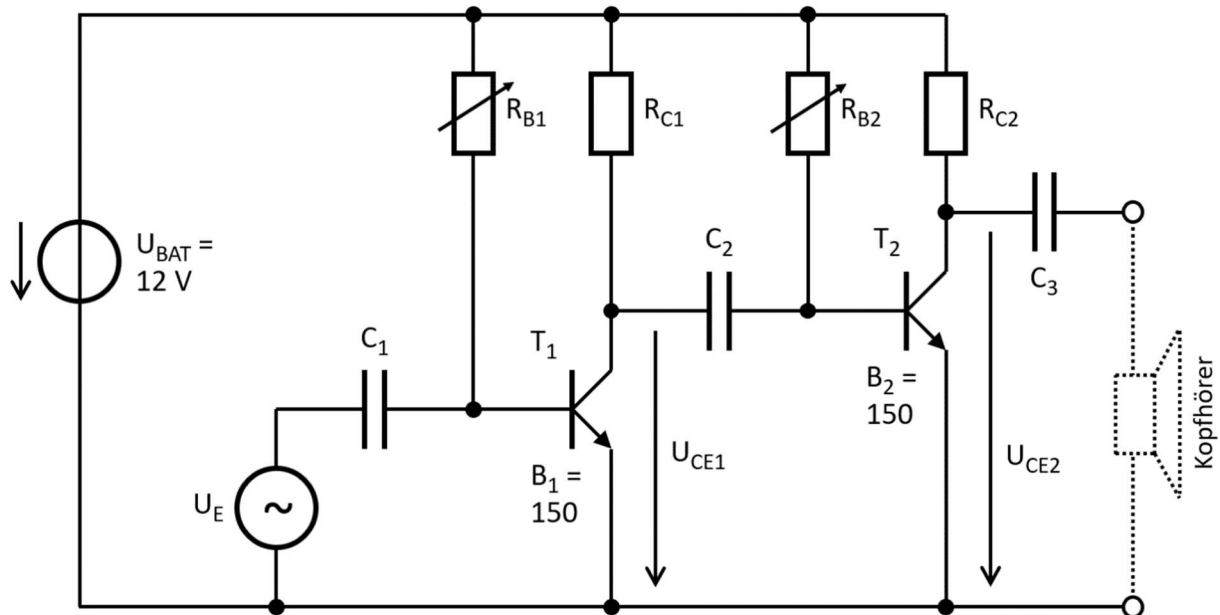
Unterschiede:

a)

b)

Aufgabe 2: Transistor (ca. 15 Punkte)

Die abgebildete Schaltung zeigt einen zweistufigen Verstärker für Wechsellspannungssignale.



Beantworten Sie zunächst einige allgemeine Fragen zu dieser Schaltung.

(Kurze Begründungen erforderlich, aber keine Berechnungen!)

- 2.1. Wozu ist der Kondensator C_2 erforderlich?

- 2.2. Wozu ist der Kondensator C_3 erforderlich?

- 2.3. Der Arbeitspunkt von T_1 wird so eingestellt, dass $U_{CE1} = 6\text{ V}$ ist (es ist noch kein Signal U_E am Eingang des Verstärkers angeschlossen). Nachdem der Verstärker einige Minuten in Betrieb ist, messen Sie nur noch eine Spannung von $U_{CE1} = 5\text{ V}$.

Warum hat sich U_{CE1} nach einigen Minuten „von selbst“ verändert? Durch welche schaltungstechnische Maßnahme könnte man diese Veränderung vermeiden?

Alle Bauelemente dieser Schaltung werden bei Zimmertemperatur betrieben ($T = 300 \text{ K}$).

Die Stromaufnahme des Kopfhörers kann vernachlässigt werden.

Für die folgenden Unterpunkte gilt: $R_{B1} = R_{B2} = 120 \text{ k}\Omega$

2.4. Berechnen Sie die Größe des Basisstroms am Transistor T_1 . Nehmen Sie für die Basis-Emitter-Spannung dieses Transistors einen typischen Wert an.

2.5. Welchen Wert muss der Widerstand R_{C1} besitzen, damit die Kollektor-Emitter-Spannung des Transistors T_1 im Arbeitspunkt den Wert $U_{CE1,AP} = 6 \text{ V}$ annimmt.

2.6. Nehmen Sie an, dass die Kleinsignalverstärkung der beiden Transistoren denselben Wert wie die Großsignalverstärkung besitzt. Welchen Leerlauf-Verstärkungsfaktor v_1 besitzt dann die erste Verstärkerstufe T_1 ?
(Ersatzwert: $v_1 = -215$)

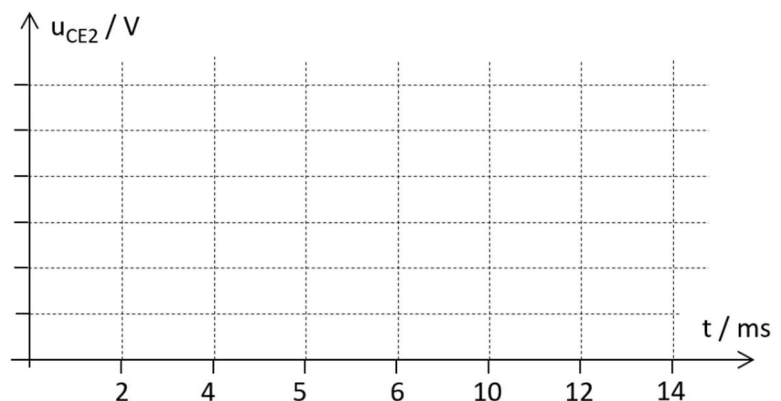
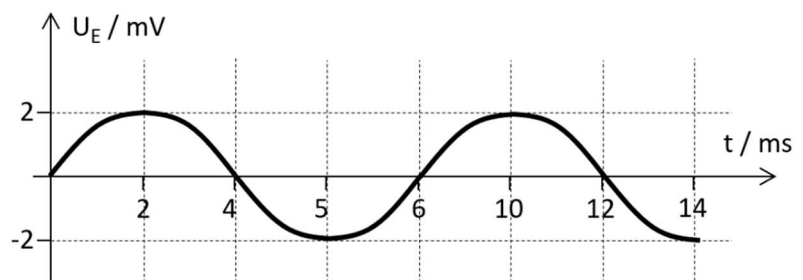
Der Emitter von T_2 ist nun nicht mehr direkt mit Masse verbunden. Stattdessen wird zwischen Emitter und Masse ein „Emitterwiderstand“ eingefügt.

- Dadurch sinkt die Verstärkung der zweiten Stufe auf $v_2 = -5$.

- Im Arbeitspunkt der zweiten Stufe gilt: $U_{CE2,AP} = 6 \text{ V}$

2.7. Zeichnen Sie den Verlauf der Spannung u_{CE2} im eingeschwingenen Zustand.

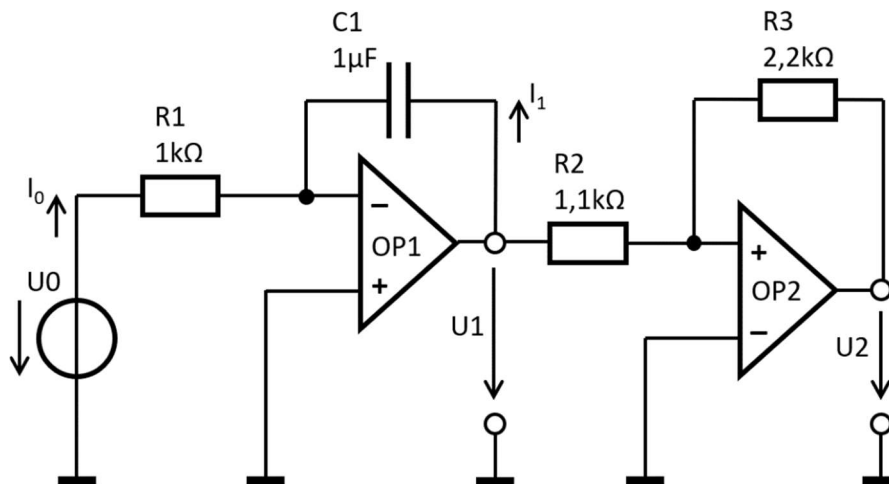
Beschriften Sie die y-Achse mit korrekten Werten!



Aufgabe 3: Operationsverstärker (ca. 15 Punkte)

Für die beiden idealen Operationsverstärker in der abgebildeten Schaltung gilt:

$U_{A,max} = +10\text{ V}$ und $U_{A,min} = -10\text{ V}$



- 3.1. Welche Funktion hat die erste Operationsverstärkerstufe (OP1)?

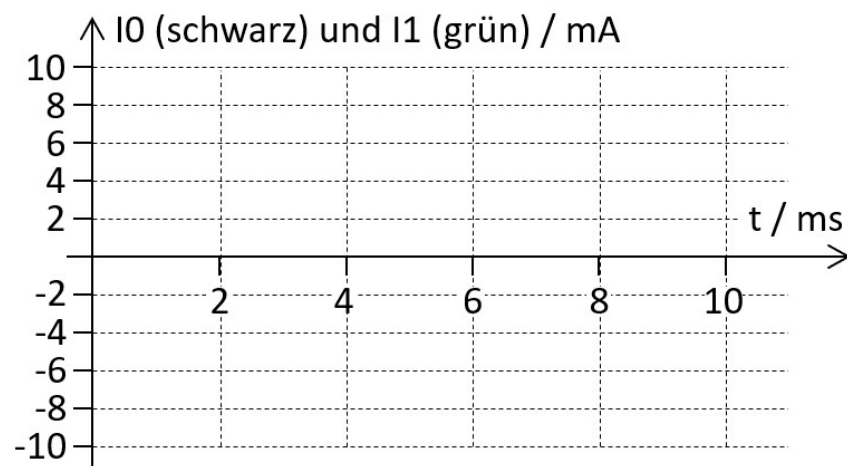
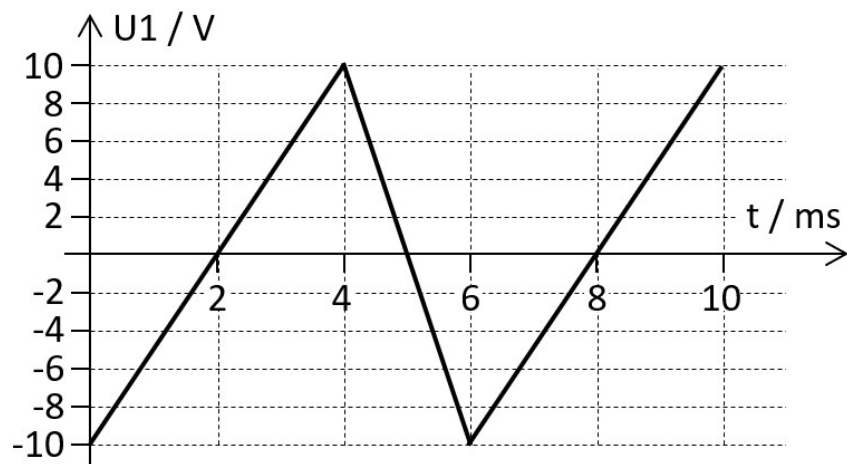
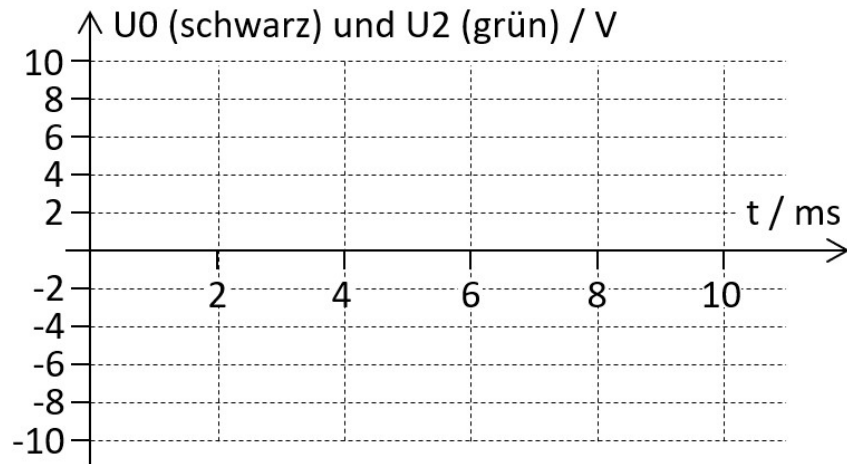
- 3.2. Geben Sie den Zusammenhang zwischen Eingangsspannung (U_0) und Ausgangsspannung (U_1) der ersten Stufe entweder mit einer Formel oder mit einer passenden Skizze an.

- 3.3. Welche Funktion hat die zweite Operationsverstärkerstufe (OP2)?

- 3.4. Geben Sie den Zusammenhang zwischen Eingangsspannung (U_1) und Ausgangsspannung (U_2) der zweiten Stufe entweder mit einer Formel oder mit einer passenden Skizze an.

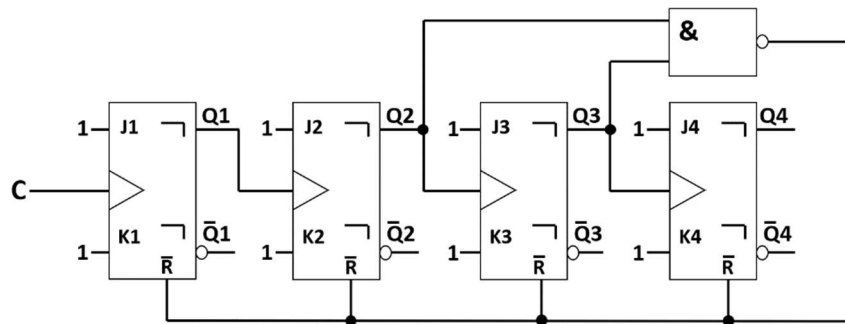
- 3.5. Nennen Sie drei Eigenschaften, in denen sich ideale Operationsverstärker von realen Operationsverstärkern unterscheiden.

- 3.6. Zeichnen Sie den zeitlichen Verlauf der Spannungen U_0 (in schwarzer Farbe) und U_2 (grün) in das vorbereitete Diagramm (oben).
- 3.7. Zeichnen Sie auch den zeitlichen Verlauf der Ströme I_0 (in schwarzer Farbe) und I_1 (grün) in das vorbereitete Diagramm (unten).



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.



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

