

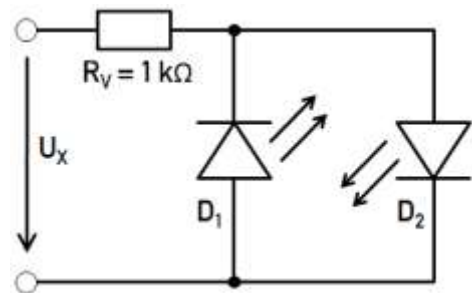
Hochschule München FK 03 Fahrzeugtechnik	Diplomvorprüfung SS 2010 Fach: Elektronik, Dauer: 90 Minuten	G. Buch, P. Klein T. Küpper, W. Stadler
Zugelassene Hilfsmittel: Taschenrechner, zwei Blatt DIN A4 eigene Aufzeichnungen	Matr.-Nr.:	Name, Vorname:
	Hörsaal:	Unterschrift:

A	1	2	3	4	Σ	N
P						

Aufgabe 1 (ca. 14 Punkte)

Die nebenstehende Abbildung zeigt die Schaltung eines „Polprüfers“. Mit dieser Schaltung kann ermittelt werden, wo sich Plus- und Minuspol der Spannungsquelle U_x befinden.

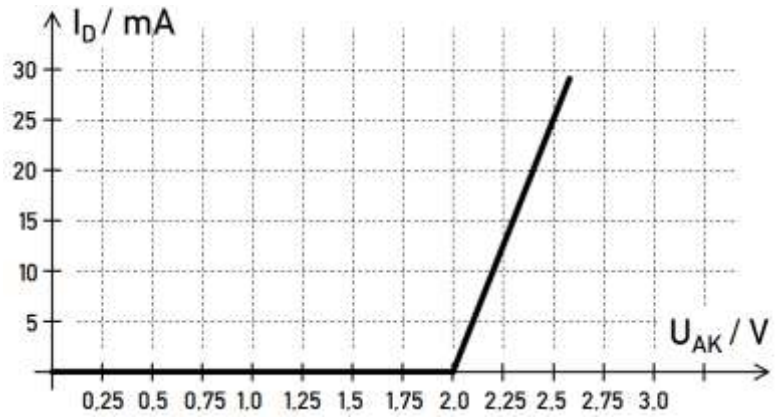
D_1 und D_2 haben dieselben elektrischen Eigenschaften. Wenn in Durchlassrichtung ein Strom $I_{\min} = 0,5 \text{ mA}$ fließt, beginnen sie zu leuchten. Eine Überschreitung von $I_{\max} = 25 \text{ mA}$ führt zur Beschädigung der Dioden.



- 1.1. Beschreiben Sie in Stichworten die Funktion dieser Schaltung, wenn **Gleichspannungen** U_x mit unterschiedlichen Polaritäten angeschlossen werden.

- 1.2. Welche Anzeige erfolgt, wenn an den Polprüfer eine **Wechselspannungsquelle** mit einer Frequenz von 50 Hz angeschlossen wird? (Hinweis: Gehen Sie davon aus, dass die Dioden für diese Frequenz „schnell genug“ sind.)

- 1.3. Ermitteln Sie aus der linearisierten Diodenkennlinie den differentiellen Widerstand r_f und die Schwellenspannung U_S in Durchlassrichtung.



- 1.4. Wie groß muss die Spannung U_x mindestens sein, damit eine Anzeige erfolgt?

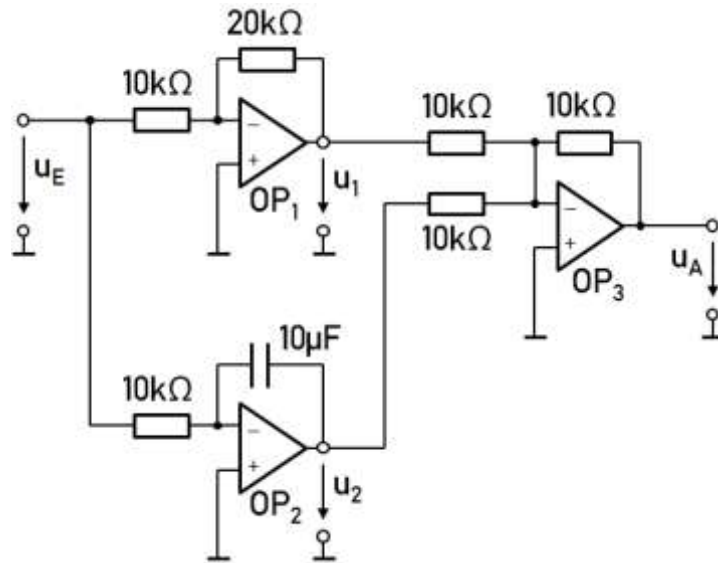
- 1.5. Welche Spannung U_x darf nicht überschritten werden, damit die Leuchtdioden nicht beschädigt werden? (Ersatzwert: $U_x = 36$ Volt)

- 1.6. Welche Leistung wird von beiden Leuchtdioden insgesamt aufgenommen, wenn die maximale Spannung U_x aus Unterpunkt 1.5 angeschlossen ist?

- 1.7. Nun soll ein anderer Polprüfer mit zwei „normalen“ Glühlämpchen (anstelle der Leuchtdioden) aufgebaut werden. Wie könnte eine geeignete Schaltung aussehen? Sie können alle in der Vorlesung behandelten Bauteile verwenden – außer Leuchtdioden. Die genauen Bauteilwerte, z. B. Werte von Widerständen, müssen **nicht** angegeben werden.

Aufgabe 2 (ca. 15 Punkte)

Die Abbildung zeigt die Schaltung eines „PI-Reglers“, der mit drei Operationsverstärkern aufgebaut wurde. In dieser Aufgabe soll die Reaktion der Schaltung auf einen Sprung der Eingangsspannung u_E analysiert werden – man spricht in diesem Zusammenhang auch von der „Sprungantwort“ der Schaltung.

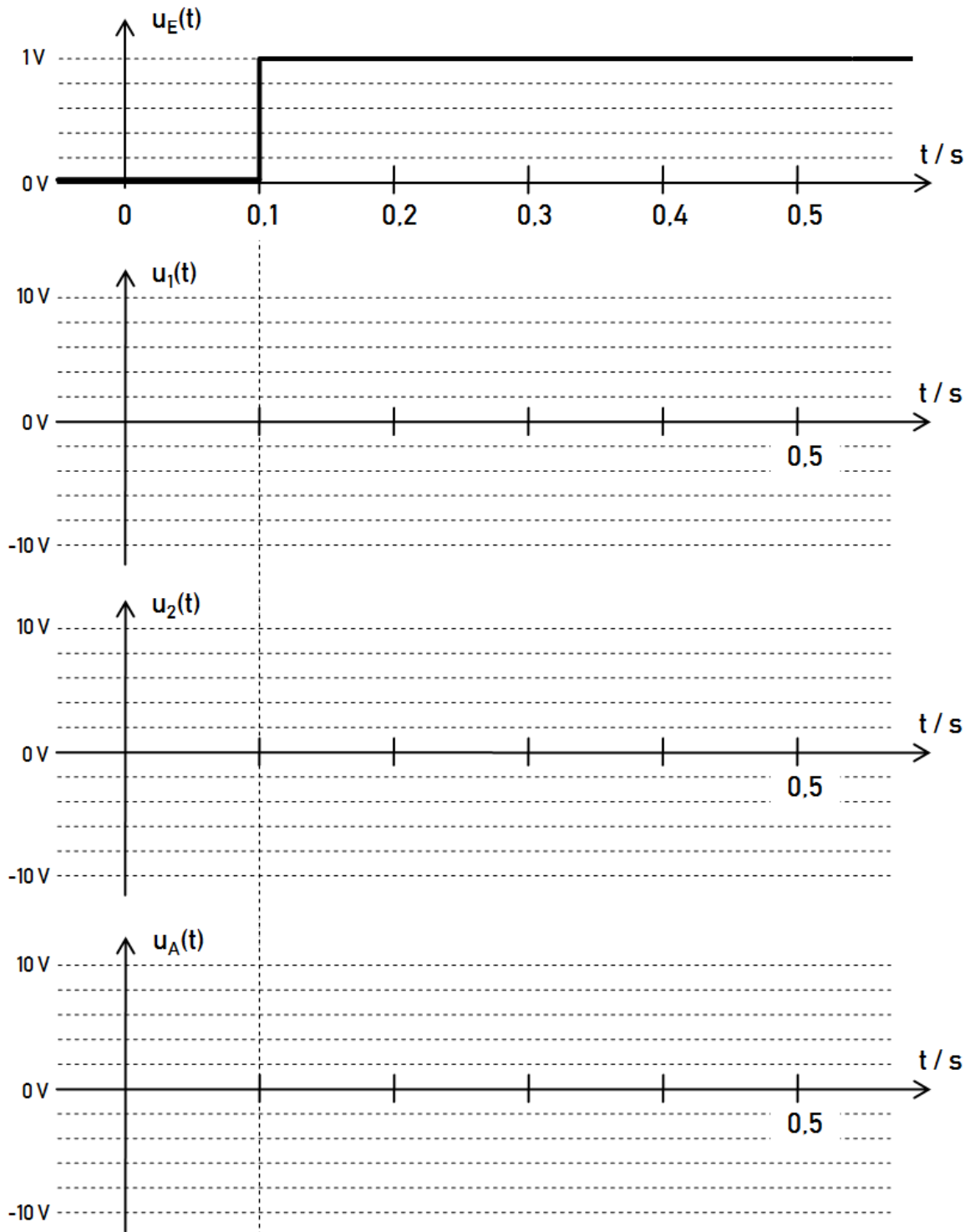


Alle Operationsverstärker haben eine maximale Ausgangsspannung von ± 10 Volt. Zum Zeitpunkt $t = 0$ ist der Kondensator nicht geladen, die Spannung $u_2(t = 0)$ beträgt 0 Volt.

2.1. Geben Sie die genaue Funktion der Verstärkerstufen OP₁, OP₂ und OP₃ an.

Welche Zusammenhänge bestehen zwischen den Eingangs- und Ausgangsspannungen bei jeder der drei Teilschaltungen? (Formeln oder Skizzen angeben!)

2.2. Zeichnen Sie die Verläufe von u_1 , u_2 und u_A in das folgende Diagramm. (Beachten Sie, dass der Kondensator zunächst nicht geladen ist!)



2.3. Zu welchem Zeitpunkt t_1 wird $u_A = 10$ Volt (maximale Ausgangsspannung)?

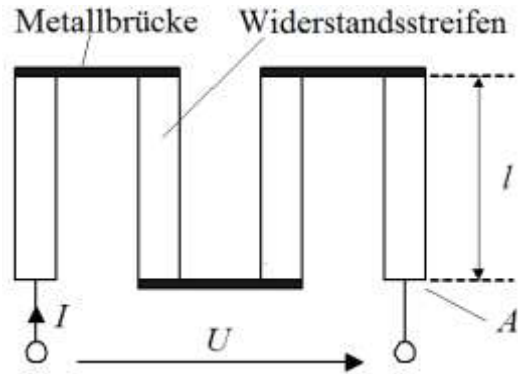
Aufgabe 3 (ca. 16 Punkte)

Die nebenstehende Abbildung zeigt einen integrierten ohmschen Widerstand aus Silizium. Er besteht aus vier über Metallbrücken (Widerstand der Brücken vernachlässigbar) in Serie geschalteten Halbleiter-Widerstandstreifen der Länge $l = 12,5 \mu\text{m}$ und Fläche $A = 20 \mu\text{m}^2$.

Legt man bei Raumtemperatur an den Anschlussklemmen eine Spannung $U = 5 \text{ V}$ an, fließt ein Strom von $I = 1 \text{ mA}$.

Das Silizium ist sowohl mit einem Akzeptor als auch mit einem Donator dotiert. Insgesamt handelt es sich um einen n-Halbleiter.

($n_i = 1,5 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}$, $\mu_n = 1350 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, $\mu_p = 480 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$)



3.1. Berechnen Sie den spezifischen Widerstand ρ der Widerstandstreifen.

3.2. Berechnen Sie die Elektronendichte n_0 und die Löcherdichte p_0 des Halbleitermaterials. Hinweis: Der Einfluss der Minoritätsträger auf den spezifischen Widerstand kann vernachlässigt werden.

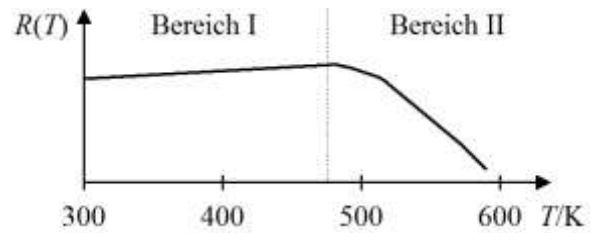
3.3. Für die Unterpunkte 3.3 und 3.4 beträgt $n_0 = 2,25 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ und $p_0 = 1 \cdot 10^4 \text{ cm}^{-3}$.

Weisen Sie durch Berechnung des Elektronenstroms I_N und des Löcherstroms I_P nach, dass der Majoritätsträgerstrom gegenüber dem Minoritätsträgerstrom vernachlässigbar gering ist.

3.4. Die Akzeptordichte beträgt $N_A = 5 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$. Berechnen Sie die Donatordichte N_D .

3.5. Tragen Sie die Bewegungsrichtung der Elektronen in die Abbildung auf der vorherigen Seite ein.

3.6. Das nebenstehende Diagramm zeigt die Temperaturabhängigkeit des Halbleiterwiderstands. Erklären Sie den starken Abfall in Bereich II.



3.7. Nennen Sie je zwei Donator- bzw. Akzeptorstoffe für Silizium (Si).

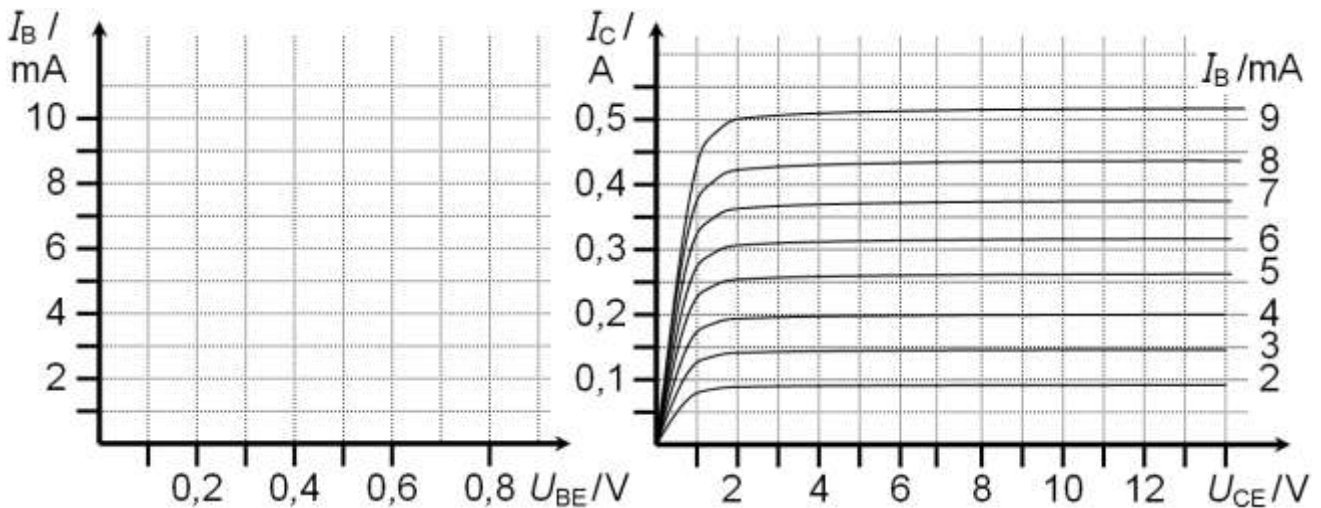
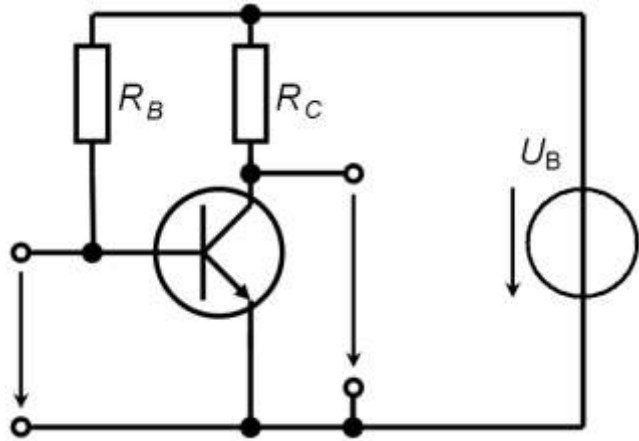
Donator 1:	Akzeptor 1:
Donator 2:	Akzeptor 2:

3.8. Wie groß ist die Majoritätsträgerdichte in Galliumarsenid (GaAs , $n_i = 1,3 \cdot 10^6 \text{ cm}^{-3}$) bei Raumtemperatur, wenn 10^{14} Galliumatome pro cm^3 durch Arsenatome ersetzt werden? (Hinweis: Betrachten Sie den abgebildeten Ausschnitt aus dem Periodensystem. Werden an den Störstellen Löcher oder freie Elektronen in den Kristall eingebracht? Wie viele?)

					VIII a
					2
					He
					4
5	6	7	8	9	10
B	C	N	O	F	Ne
11	12	14	16	19	20
13	14	15	16	17	18
Al	Si	P	S	Cl	Ar
27	28	31	32	36	40
31	32	33	34	35	36
Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
70	73	75	79	80	84
49	50	51	52	53	54
In	Sn	Sb	Te	I	Xe
115	119	122	128	127	131

Aufgabe 4 (ca. 15 Punkte)

In der dargestellten Verstärkerschaltung ist ein Transistor mit dem abgebildeten Ausgangskennlinienfeld eingesetzt. Die Schaltung wird mit $U_B = 12\text{ V}$ versorgt, der Widerstand R_C hat einen Wert von $30\ \Omega$. Die Kenngrößen der Basis-Emitter-Diode des Transistors sind: $r_{BE} = 10\ \Omega$, Schwellenspannung $U_S = 0,6\text{ V}$.

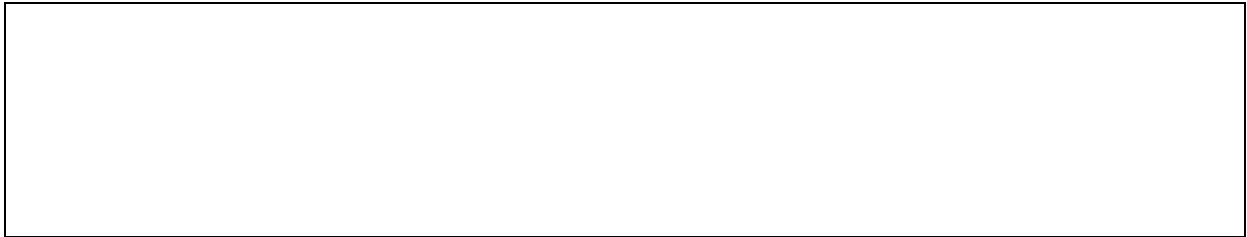


- 4.1. Zeichnen Sie die Eingangskennlinie $I_B(U_{BE})$ des Transistors in das Diagramm ein.
- 4.2. Zeichnen Sie die Arbeitsgerade in das Ausgangskennlinienfeld des Transistors ein.
- 4.3. Wählen Sie einen sinnvollen Arbeitspunkt für die Verstärkerschaltung. Zeichnen Sie den Arbeitspunkt in die Eingangskennlinie und in das Ausgangskennlinienfeld ein.
- 4.4. Bestimmen Sie grafisch oder rechnerisch die Stromverstärkung B , die Kleinsignalstromverstärkung β und die Steilheit S im Arbeitspunkt.

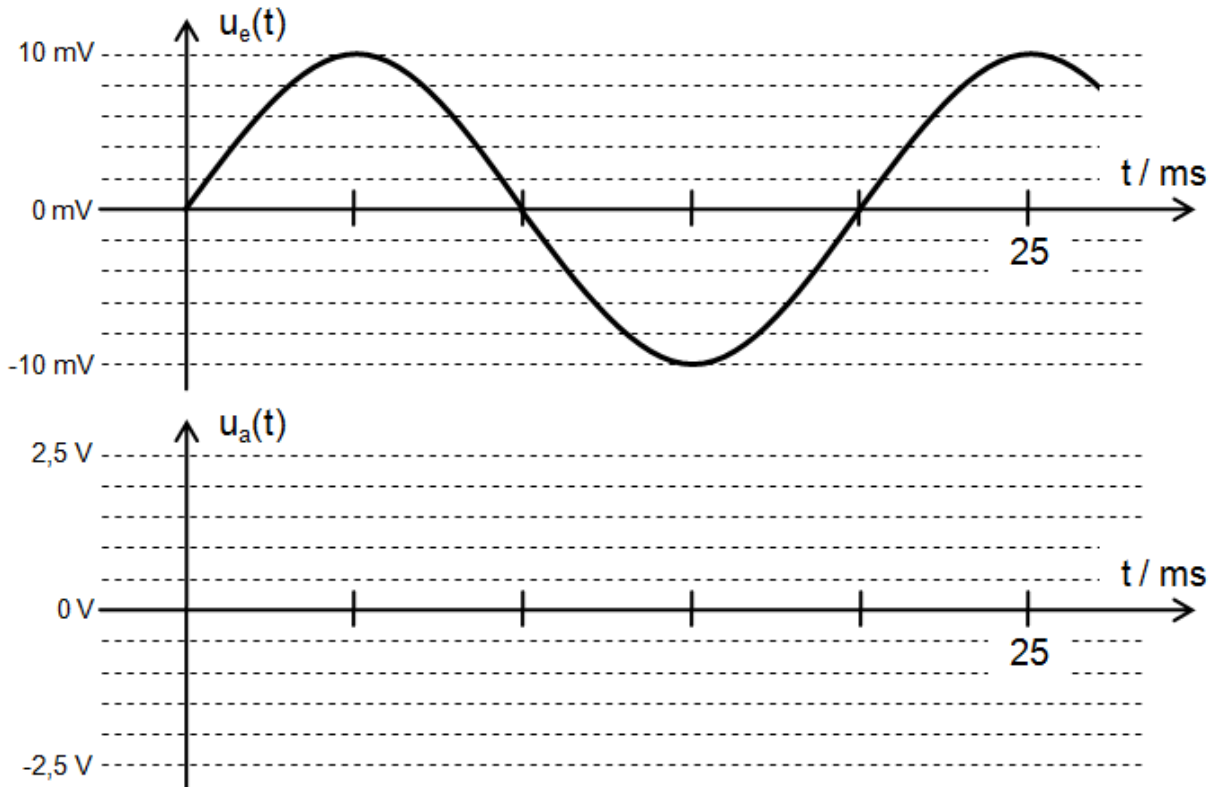
- 4.5. Eine Spannung u_E mit sinusförmigem Verlauf und einer Amplitude von 10 mV (siehe Grafik unten) soll durch die Schaltung verstärkt werden, am Ausgang soll der reine Wechselanteil u_A der verstärkten Wechselspannung abgegriffen werden.

Ergänzen Sie die Schaltung auf der vorherigen Seite entsprechend mit Wechselspannungsquelle und ggf. weiteren Komponenten so, dass der Arbeitspunkt der Schaltung erhalten bleibt und am Ausgang eine reine Wechselspannung anliegt.

- 4.6. Bestimmen Sie grafisch oder rechnerisch die Ausgangsspannung u_A zu dem Zeitpunkt, zu dem die Eingangsspannung +10 mV beträgt.



- 4.7. Zeichnen Sie den zeitlichen Verlauf der Ausgangsspannung u_A maßstabsgetreu in das folgende Diagramm ein.



- 4.8. Wie groß ist die Spannungsverstärkung v_u der Verstärkerschaltung?



--- Viel Erfolg!!! ---