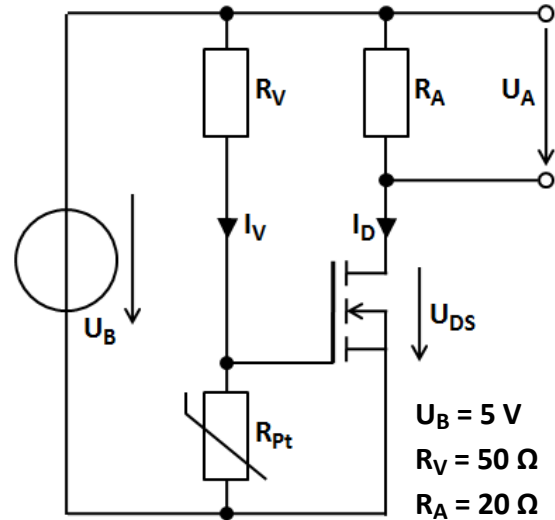


Hochschule München FK 03 Fahrzeugtechnik	Diplomvorprüfung SS 2011 Fach: Elektronik, Dauer: 90 Minuten	M. Krug, P. Klein T. Küpper, J. Gebert
Zugelassene Hilfsmittel: Taschenrechner, zwei Blatt DIN A4 eigene Aufzeichnungen	Matr.-Nr.: _____ Name, Vorname: _____ Hörsaal: _____ Unterschrift: _____	

A	1	2	3	4	Σ	N
P						



Aufgabe 1 (ca. 14 Punkte)

Mithilfe eines Platinwiderstands soll die Temperatur T gemessen werden. Dazu wird die angegebene Schaltung verwendet.

Der Platinwiderstand ist durch R_{Pt} dargestellt. Für die Abhängigkeit des Widerstands R_{Pt} von der Temperatur T gilt:

$$R_{Pt} = 50\ \Omega \cdot \left(1 + 3,91 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{T - 20^\circ\text{C}}{1^\circ\text{C}} \right)$$

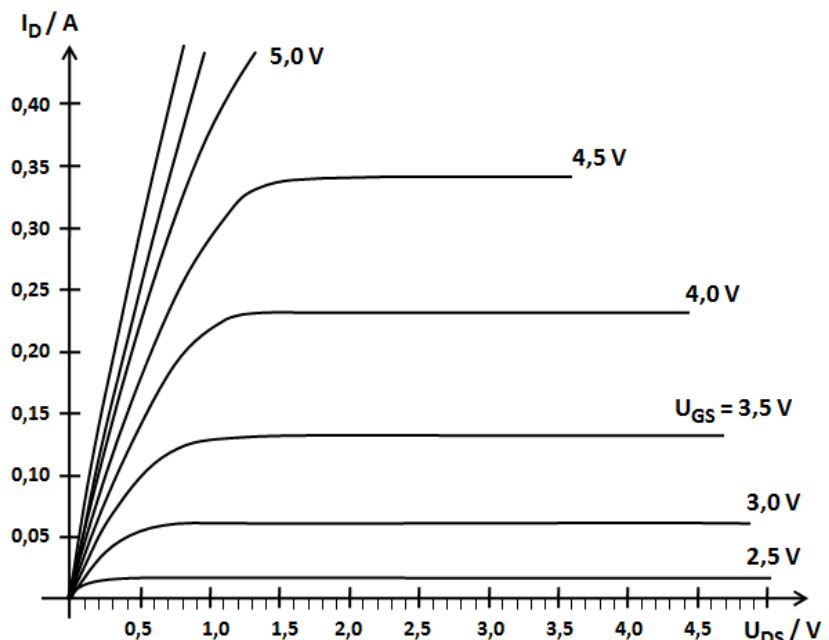
- 1.1. Berechnen Sie den Widerstand R_{Pt} bei Temperaturen von $T = 20^\circ\text{C}$ und $T = 150^\circ\text{C}$.
 (Ersatzwerte: $R_{Pt20} = 50\ \Omega$, $R_{Pt150} = 150\ \Omega$)

- 1.2. Welche Art von Transistor wird in dieser Schaltung eingesetzt?

- Bipolar
- MOSFET
- NPN
- PNP
- N-Kanal
- P-Kanal
- Verarmungstyp
- Anreicherungstyp

- 1.3. Zeichnen Sie die Arbeitsgerade in das Kennlinienfeld des Transistors.

(Die Daten der verwendeten Bauteile sind oben im Schaltbild angegeben!)



- 1.4. Welche Gate-Source-Spannungen U_{GS} stellen sich bei Temperaturen von $T = 20^\circ\text{C}$ und $T = 150^\circ\text{C}$ ein?

- 1.5. Zeichnen Sie die Arbeitspunkte für beide Temperaturen ins Kennlinienfeld des Transistors ein. Welche Ausgangsspannungen U_A ergeben sich für $T = 20^\circ\text{C}$ und $T = 150^\circ\text{C}$? (Hinweis: U_A und U_{DS} sind bei dieser Schaltung nicht identisch!)

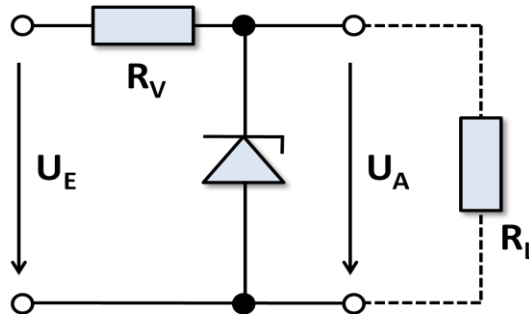
- 1.6. Welche Verlustleistung fällt bei einer Temperatur von $T = 20^\circ\text{C}$ am Widerstand R_{Pt} an? Was bedeutet dies für den Einsatz dieser Schaltung zur Temperaturmessung?

- 1.7. Warum fließt in den Gate-Anschluss eines MOSFET kein Strom, wenn am Gate eine Gleichspannungsquelle angeschlossen wird (Stichworte genügen).

- 1.8. Wenn am Gate eine Wechselspannung mit hoher Frequenz angeschlossen wird, kann am Gate-Anschluss ein (kleiner) Wechselstrom gemessen werden. Dieser Wechselstrom wird größer, falls die Frequenz weiter erhöht wird. Erklären Sie, wie es zu diesem Stromfluss kommt (Stichworte genügen).

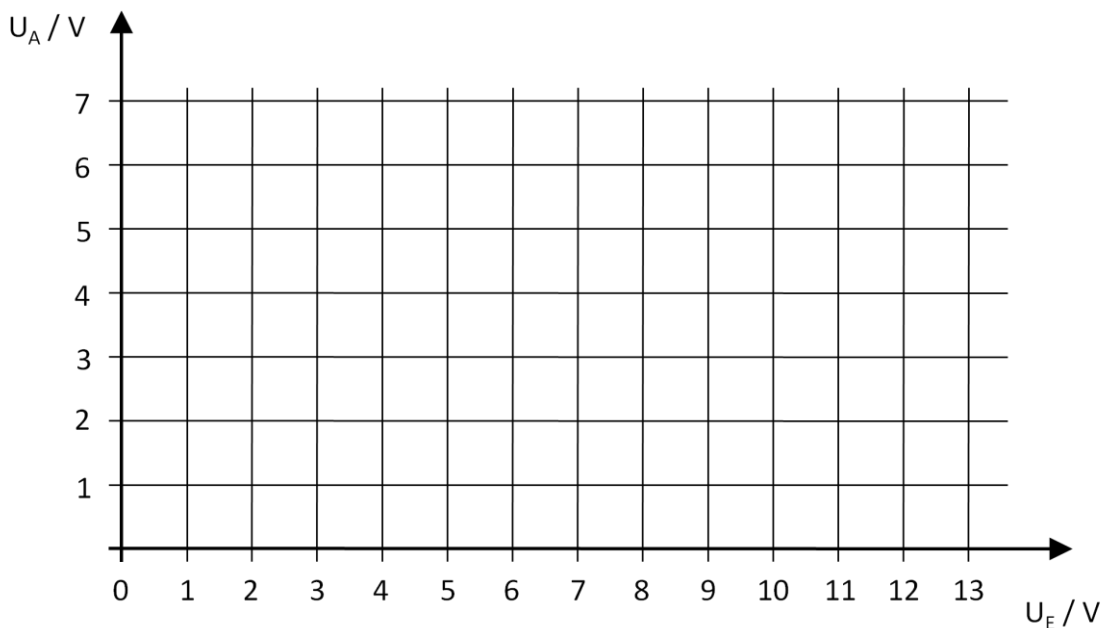
Aufgabe 2 (ca. 13 Punkte)

Mit der unten aufgeführten Schaltung soll ein Verbraucher R_L mit einer stabilisierten Spannung U_A versorgt werden. Gewählt wurde eine Zenerdiode mit $U_{Z0} = 5,5V$; $r_Z = 7\Omega$ und einer maximalen Verlustleistung von $P_{tot} = 400mW$.



- 2.1. Zunächst wird die Schaltung ohne Last (R_L) betrieben. Bestimmen Sie den Wert von R_V , damit ein Glättungsfaktor $G = 6$ erreicht wird. (Ersatzwert: $R_V = 42\Omega$)

- 2.2. Zeichnen Sie die Übertragungsfunktion $U_E = f(U_A)$ der Schaltung in das Diagramm ein. Wann befindet sich die Diode im Durchbruchbereich, bzw. wann sperrt sie noch? Markieren Sie beide Bereiche in Ihrer Zeichnung! (Hinweis: Auf der folgenden Seite ist Platz für Zwischenrechnungen.)



(Zwischenrechnungen zu Unterpunkt 2.2)

- 2.3. Wie groß ist der maximale Strom $I_{Z \max}$, den die Diode ohne Überlastung führen kann? Welche Ausgangsspannung U_A stellt sich hierbei ein? (Rechnen Sie exakt, der differentielle Widerstand r_z darf nicht vernachlässigt werden!)

- 2.4. Die Eingangsspannung beträgt $U_E = 10V$, es ist ein Lastwiderstand R_L angeschlossen. Bestimmen Sie den maximalen Widerstand R_L , mit dem die Schaltung am Ausgang belastet werden kann, damit $I_Z = I_{Z \max}$ aus Teilaufgabe 2.3 nicht überschritten wird.

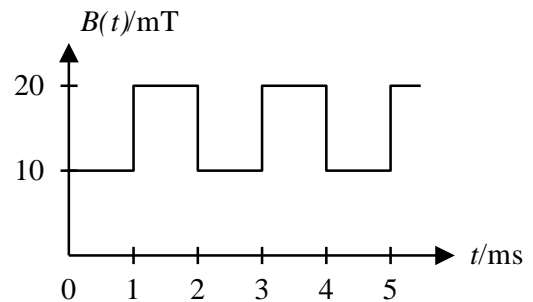
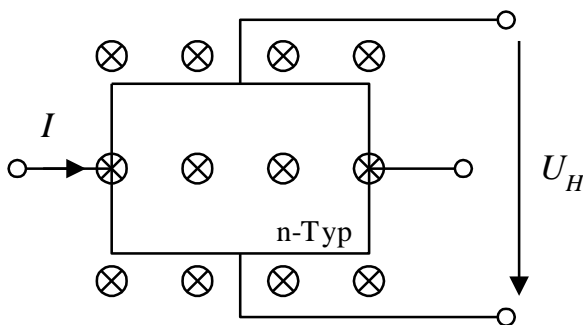
Aufgabe 3 (ca. 14 Punkte)

3.1.1 Ein Si-Halbleiter ist mit einer Phosphor-Dichte von $1 \cdot 10^{15}$ Atomen/cm³, einer Bor-Dichte von $5 \cdot 10^{15}$ Atomen/cm³ und einer Arsen-Dichte von $1 \cdot 10^{16}$ Atomen/cm³ dotiert. Berechnen Sie die Dichte der freien Elektronen n_0 , die Löcherdichte p_0 sowie den spezifischen Widerstand ρ des Halbleiters bei Raumtemperatur.

($n_i = 1,5 \cdot 10^{10}$ cm⁻³, $\mu_n = 1350$ cm²/Vs, $\mu_p = 480$ cm²/Vs, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C, Bor-Atome haben 3 Valenzelektronen, Arsen- und Phosphor-Atome haben 5 Valenzelektronen)

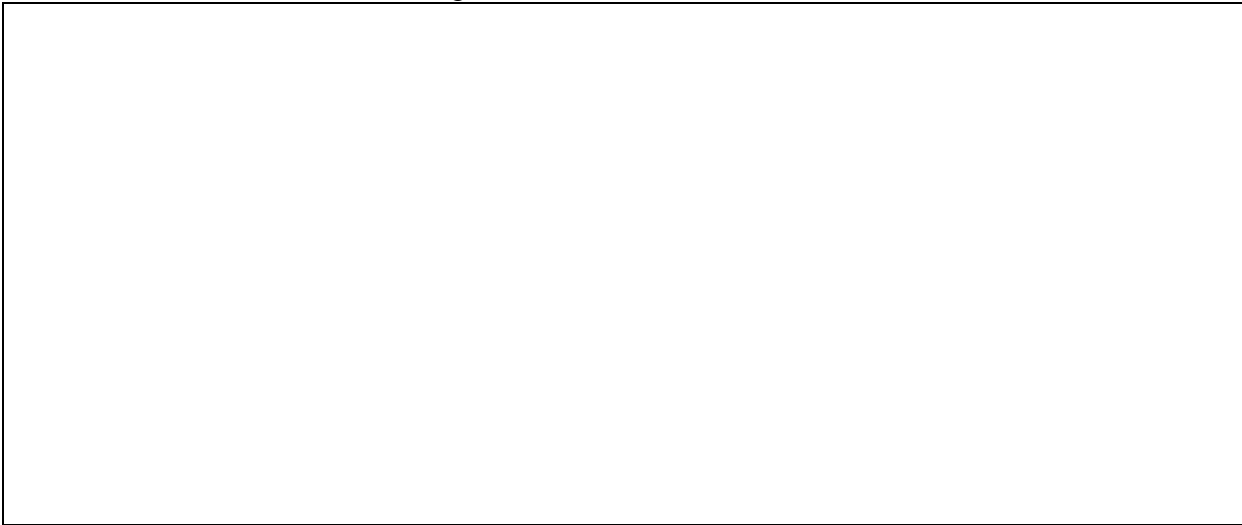
3.1.2 Der Halbleiter aus Aufgabe 3.1.1 wird erwärmt, wodurch der spezifische Widerstand auf $\rho = 0,5 \Omega\text{cm}$ sinkt. Berechnen Sie die Dichte der freien Elektronen n_0 , die Löcherdichte p_0 sowie die Eigenleitungsträgerdichte n_i für diesen Fall. Es darf angenommen werden, dass trotz Erwärmung weiterhin gilt: $\mu_n = 1350$ cm²/Vs, $\mu_p = 480$ cm²/Vs.

3.2 Ein n-Typ Hall-Element aus Indiumarsenid (InAs, Hallkonstante $R_H = 120$ cm³/As) mit der Dicke $d = 0,1$ mm wird von einem Strom $I = 0,1$ A durchflossen (vgl. Skizze).

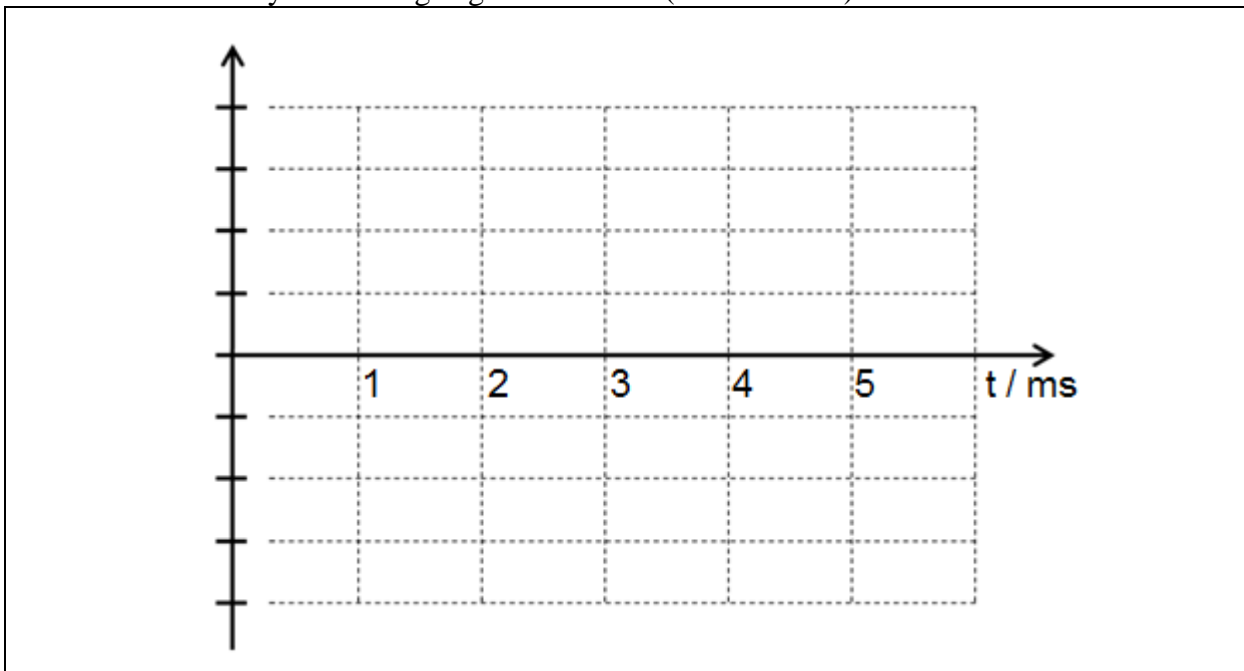


3.2.1 Zeichnen Sie die Bewegungsrichtung der Majoritätsträger in obiges Hallelement ein.

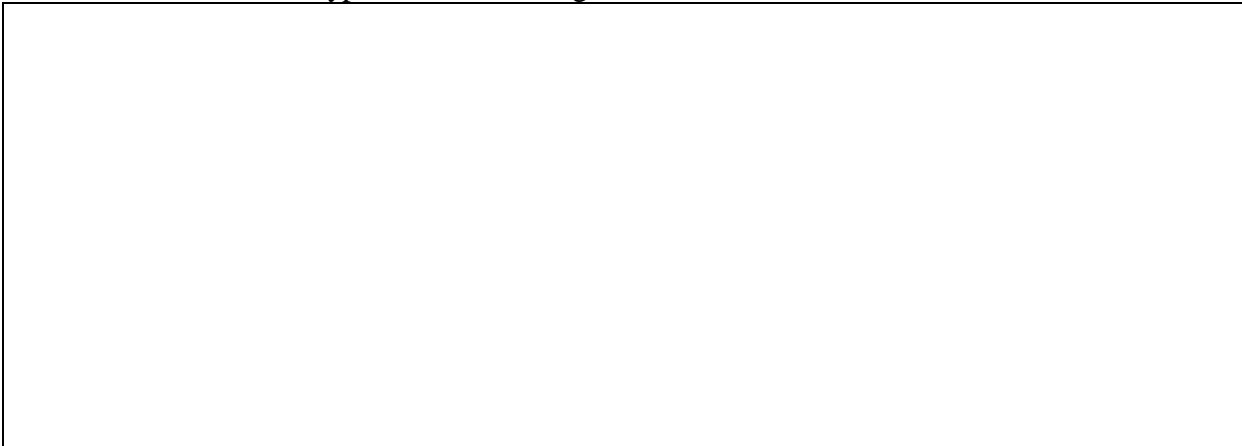
3.2.2 Welche Hallspannung U_H (nach obiger Skizze) ergibt sich, wenn die magnetische Flussdichte $B = 20\text{mT}$ beträgt?



3.2.3 Zeichnen Sie den zeitlichen Verlauf der Hallspannung $U_H(t)$, wenn die magnetische Flussdichte obigen rechteckförmigen Verlauf aufweist. Beschriften Sie die y- Achse des Koordinatensystems mit geeigneten Werten (inkl. Einheit!).



3.2.4 Nennen Sie zwei typische Anwendungen für Hall-Elemente.



Aufgabe 4 (ca. 16 Punkte)

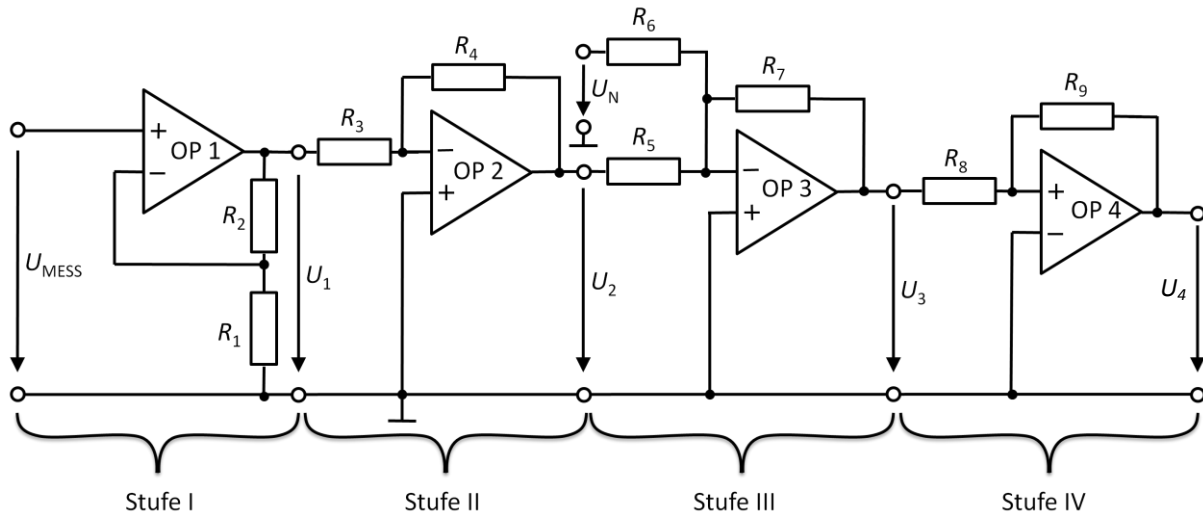
Mit der unten abgebildeten Schaltung, die aus vier Operationsverstärker-Stufen besteht, soll eine kleine Mess-Spannung U_{MESS} weiterverarbeitet werden. Der an U_{MESS} angeschlossene Sensor kann einen Spannungsbereich von 0–100 μV ausgeben.

Die Widerstände haben die folgenden Werte:

$$R_1 = 1 \text{ k}\Omega, R_2 = 99 \text{ k}\Omega \quad R_3 = 100 \text{ }\Omega, R_4 = 100 \text{ k}\Omega$$

$$R_5 = R_6 = R_7 = 10 \text{ k}\Omega \quad R_8 = 1 \text{ k}\Omega, R_9 = 6 \text{ k}\Omega$$

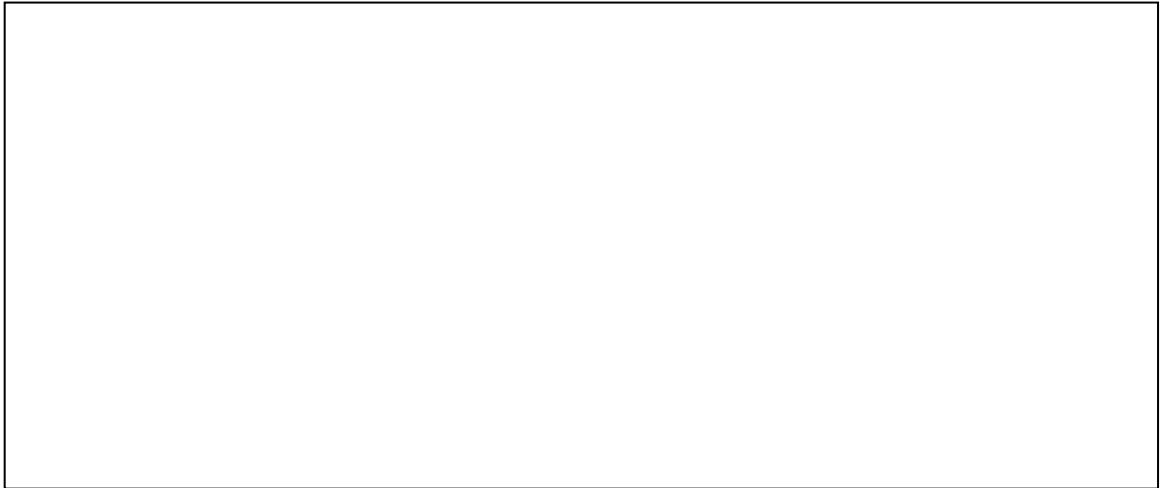
Alle (idealen) Operationsverstärker arbeiten mit einer Betriebsspannung von $\pm 12 \text{ V}$, die maximale Ausgangsspannung der Operationsverstärker beträgt $\pm 12 \text{ V}$.



- 4.1. Um welche Grundschaltung handelt es sich bei der Stufe I? Berechnen Sie die Ausgangsspannung der ersten Stufe U_1 als Funktion der Mess-Spannung U_{MESS} .

- 4.2. Um welche Grundschaltung handelt es sich bei der Stufe II? Berechnen Sie die Ausgangsspannung der zweiten Stufe U_2 als Funktion der Spannung U_1 .

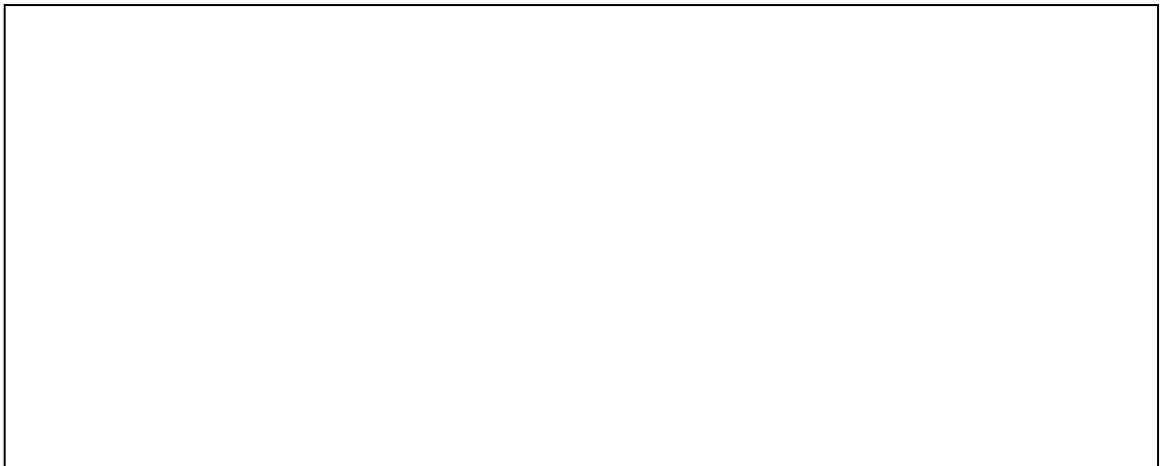
- 4.3. Wie groß ist der Gesamtverstärkungsfaktor v_{12} aus Stufe I und II? Was wäre der Nachteil, wenn man die beiden Stufen durch einen einzelnen OP 2 mit geeignetem R_3 und R_4 ersetzen würde? (Ersatzwert: $v_{12} = 10^5$)



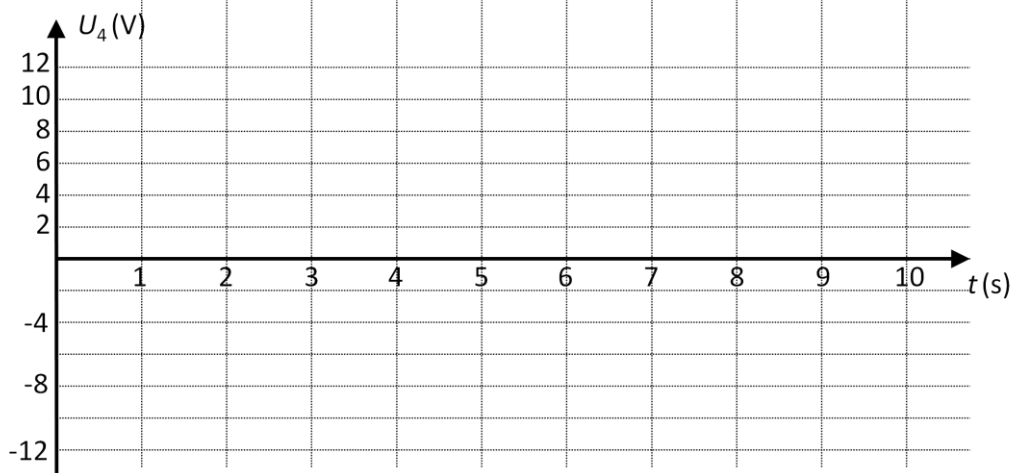
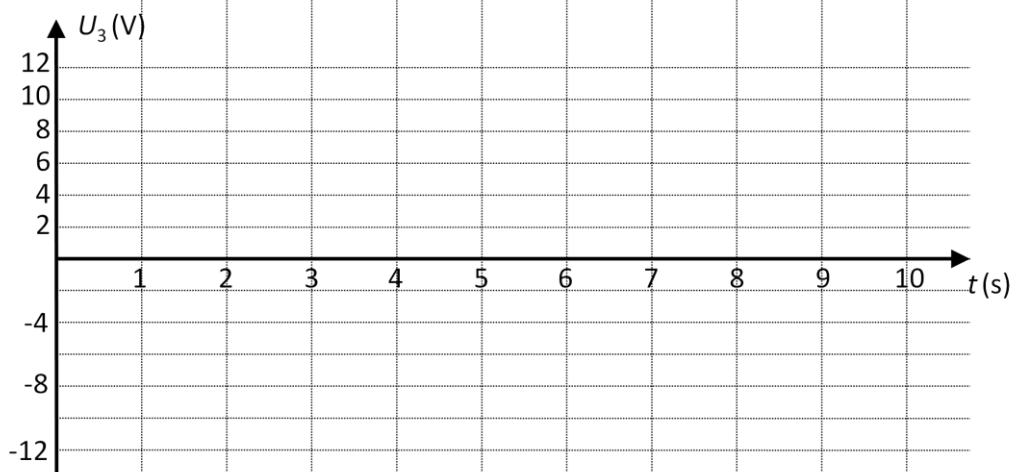
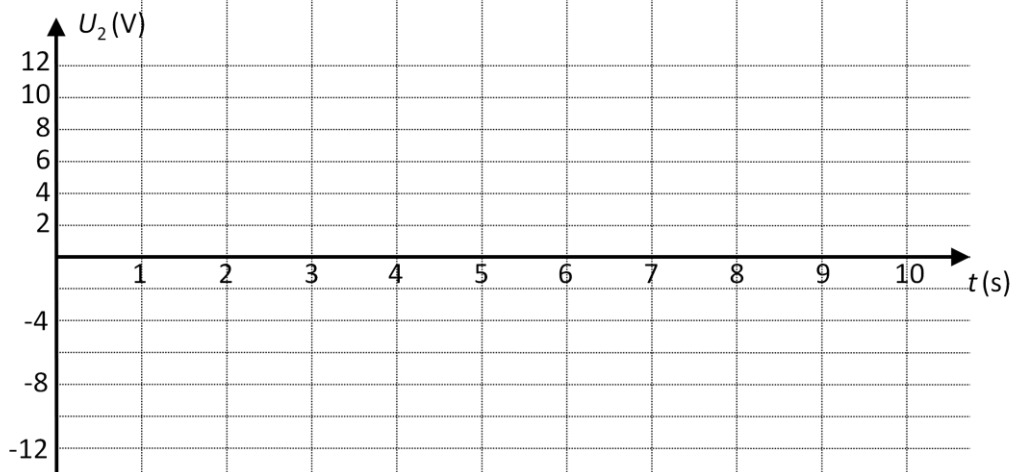
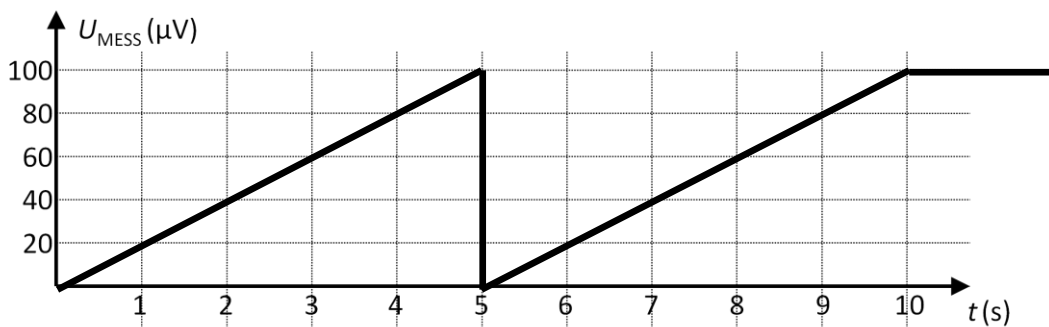
- 4.4 Berechnen Sie die Ausgangsspannung U_3 nach Stufe III allgemein als Funktion von U_2 . Wie groß ist die minimale und maximale Ausgangsspannung U_3 , wenn die Spannung U_N auf 5 V eingestellt wird ($U_{\text{MESS}} = 0 \dots 100 \mu\text{V}$)?



- 4.5. Um welche Grundschialtung handelt es sich bei der Stufe IV? Beschreiben Sie den Zusammenhang zwischen der Spannung U_3 und der Ausgangsspannung U_4



- 4.6. Zeichnen Sie den zeitlichen Verlauf der Spannungen U_2 , U_3 und U_4 in das Diagramm auf der folgenden Seite ein.



***** *Viel Erfolg!* *****