

<b>Hochschule München FK 03 Maschinenbau</b>	<b>Diplomprüfung SS 2011 Elektronik/Mikroprozessortechnik, 90 Minuten</b>	T. Küpper, W. Stadler
<b>Zugelassene Hilfsmittel:</b> alle eigenen	<b>Matr.-Nr.:</b>	<b>Name, Vorname:</b>
	<b>Hörsaal:</b>	<b>Unterschrift:</b>

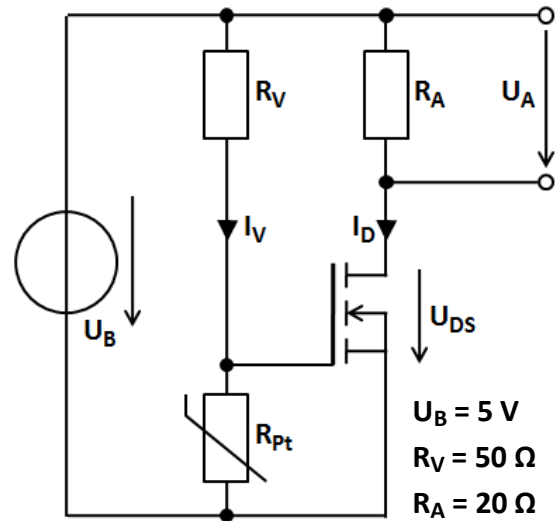
<b>A</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Σ</b>	<b>N</b>
<b>P</b>						

**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:

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



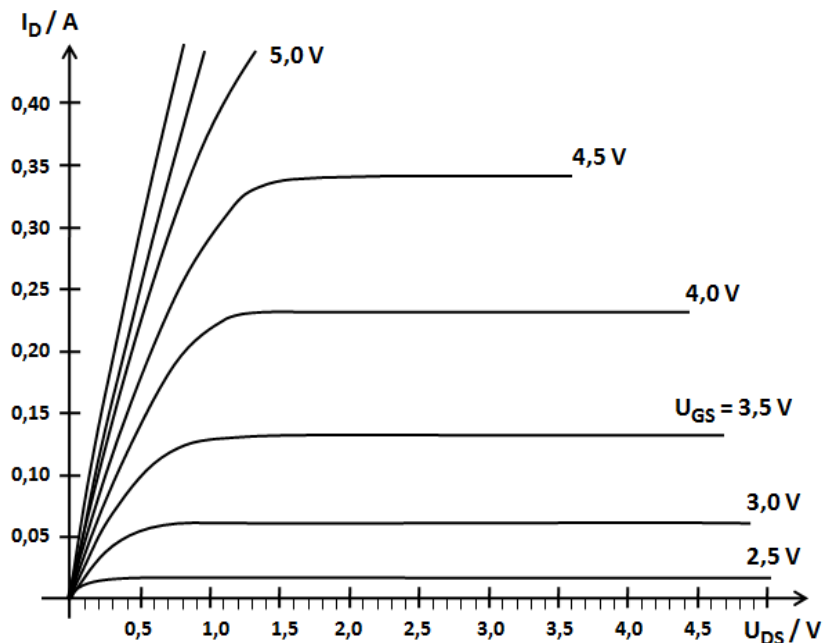
- 1.1. Berechnen Sie den Widerstand  $R_{Pt}$  bei Temperaturen von  $T = 20^\circ\text{C}$  und  $T = 150^\circ\text{C}$ .  
(Ersatzwerte:  $R_{Pt20} = 50\Omega$ ,  $R_{Pt150} = 150\Omega$ )

- 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!)

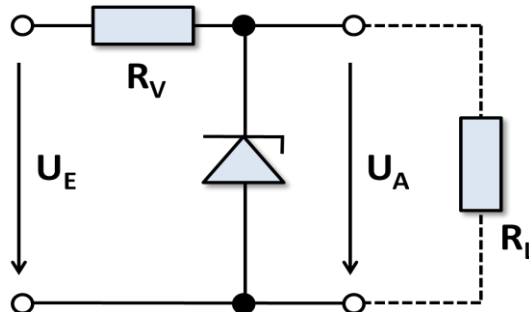
- 1.6. Welche Verlustleistung fällt bei einer Temperatur von  $T = 20^\circ\text{C}$  am Widerstand  $R_{Pt}$  an? Was bedeutet dies für den Einsatz dieser Schaltung zur Temperaturmessung?

- 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).

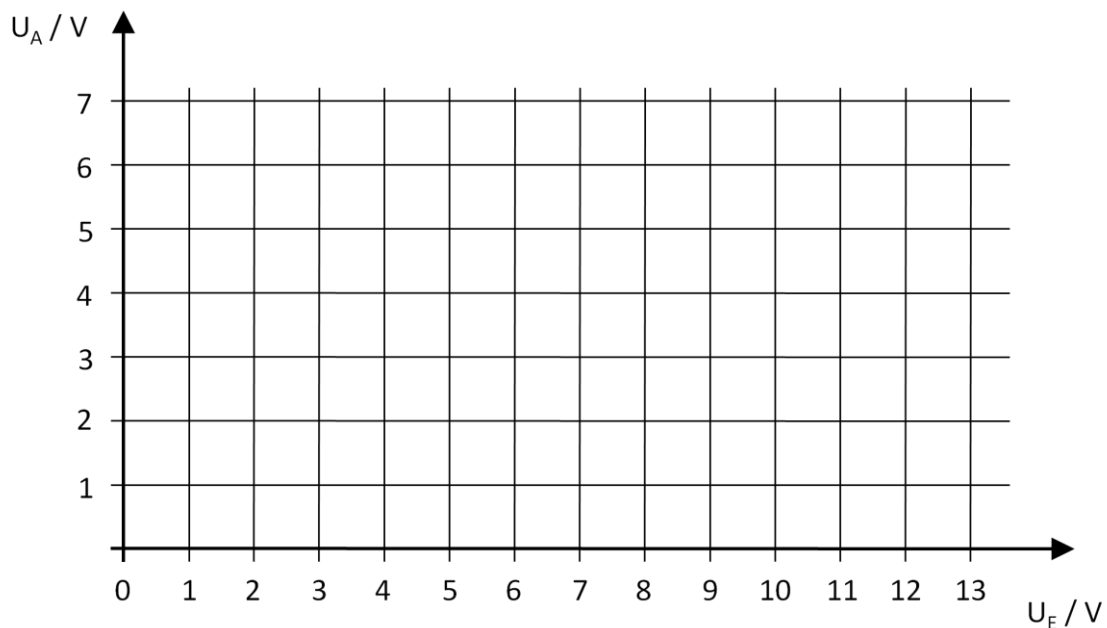
**Aufgabe 2 (ca. 13 Punkte)**

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



- 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)

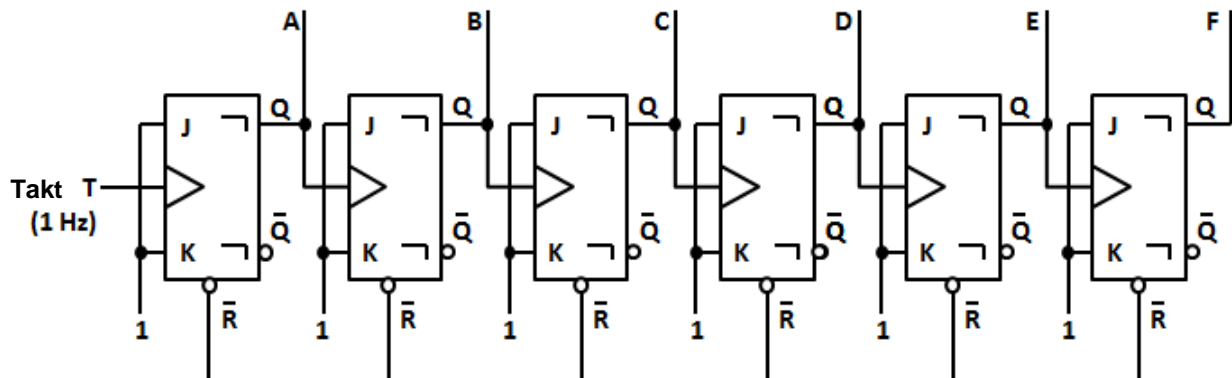
- 2.3. Wie groß ist der maximale Strom  $I_{Z \max}$ , den die Diode ohne Überlastung führen kann? Welche Ausgangsspannung  $U_A$  stellt sich hierbei ein? (Rechnen Sie exakt, der differentielle Widerstand  $r_z$  darf nicht vernachlässigt werden!)

- 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.

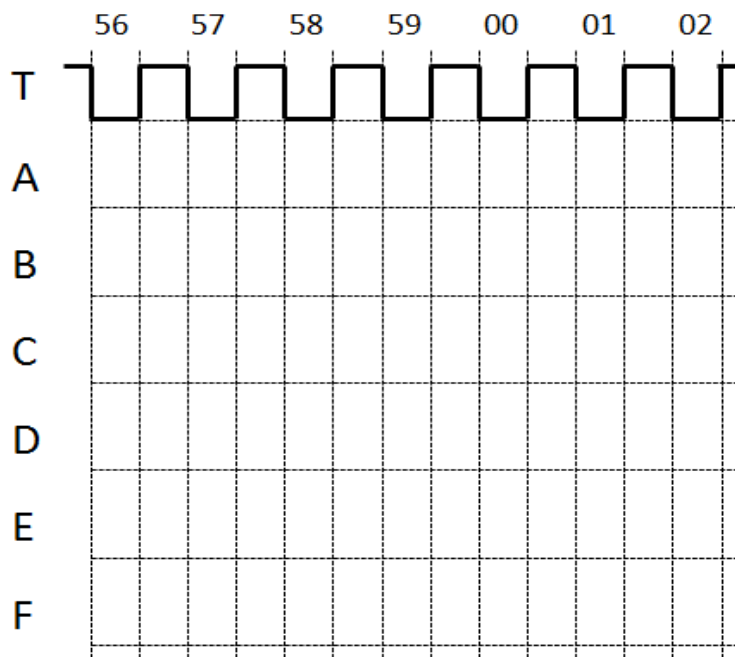
**Aufgabe 3 (ca. 11 Punkte)**

- 3.1. Es soll eine Digitaluhr aufgebaut werden. Für die Digitaluhr wird ein Taktsignal mit einer Frequenz von 1 Hz benötigt. Im Internet können für wenig Geld Oszillatoren (Schwingungs-Erzeuger) mit einer Frequenz von 32768 Hz bestellt werden. Es soll daher aus flankengesteuerten JK-Master-Slave-Flipflops ein Frequenzteiler aufgebaut werden, um aus der Oszillator-Frequenz das benötigte Taktsignal zu generieren. Wie viele Flipflops werden dazu benötigt?

- 3.2. Es soll nun der Schaltungsteil zum Zählen der Sekunden entworfen werden. Erweitern Sie die abgebildete Zählerschaltung, so dass der Zähler von 0 bis 59 zählt und anschließend wieder auf 0 springt.



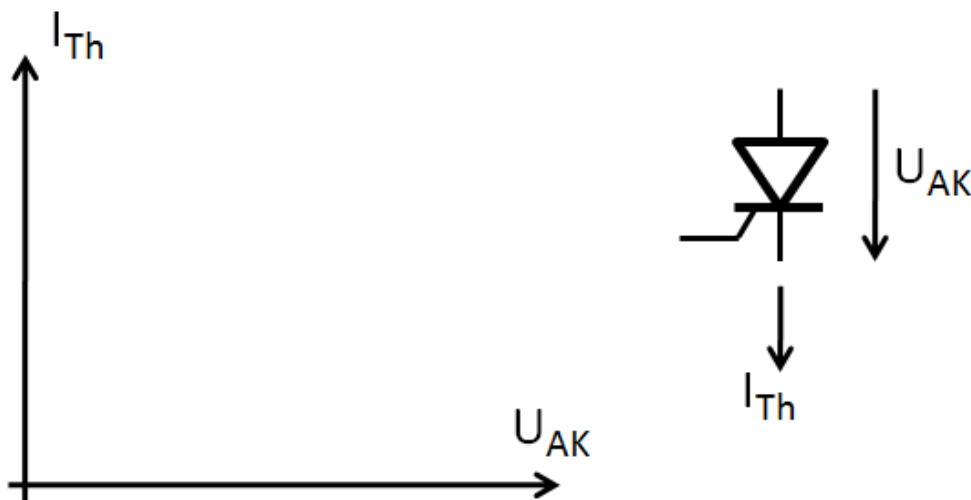
- 3.3. Zeichnen Sie den Verlauf der Signale A – F in das Zeitdiagramm, während der Zähler die Sekunden von 56 bis 02 durchläuft.



- 3.4. Es werden Flipflops in TTL-Technik eingesetzt. Erläutern Sie, ob die J-/K-Eingänge der Flipflops angeschlossen werden müssen oder ob sie offen bleiben können.

**Aufgabe 4 (ca. 4 Punkte)**

- 4.1. Zeichnen Sie in das vorbereitete Diagramm die Kennlinie eines Thyristors. Markieren Sie diejenigen Bereiche der Kennlinie, wo der Thyristor sperrt bzw. wo er leitet.



- 4.2. Erläutern Sie in Stichworten den Unterschied zwischen Thyristoren und Triacs.

- 4.3. Erläutern Sie in Stichworten den Unterschied zwischen Thyristoren und Triggerdioden.

**Aufgabe 5 (ca. 16 Punkte)**

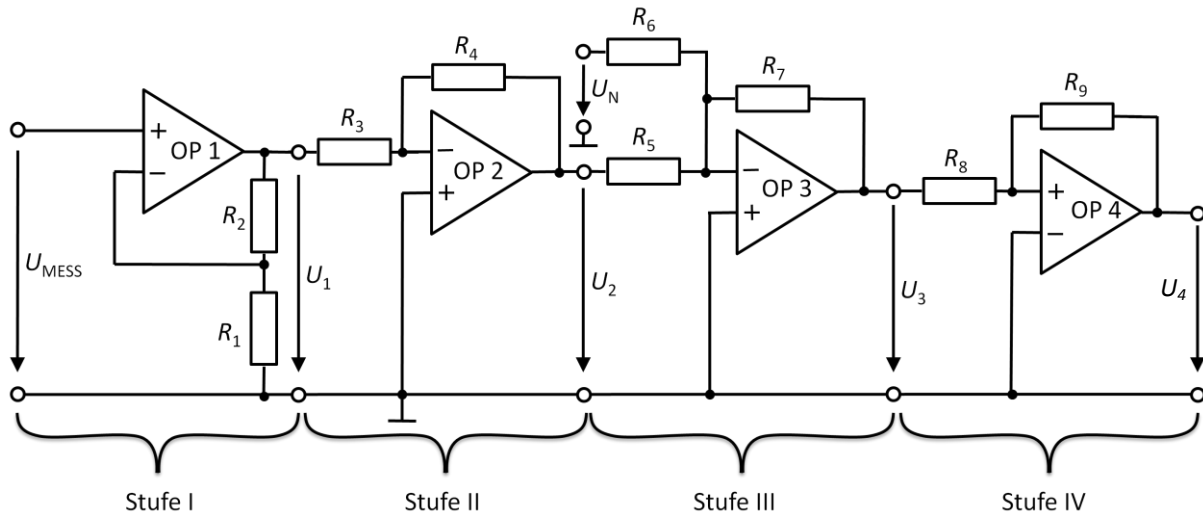
Mit der unten abgebildeten Schaltung, die aus vier Operationsverstärker-Stufen besteht, soll eine kleine Mess-Spannung  $U_{\text{MESS}}$  weiterverarbeitet werden. Der an  $U_{\text{MESS}}$  angeschlossene Sensor kann einen Spannungsbereich von 0–100  $\mu\text{V}$  ausgeben.

Die Widerstände haben die folgenden Werte:

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

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

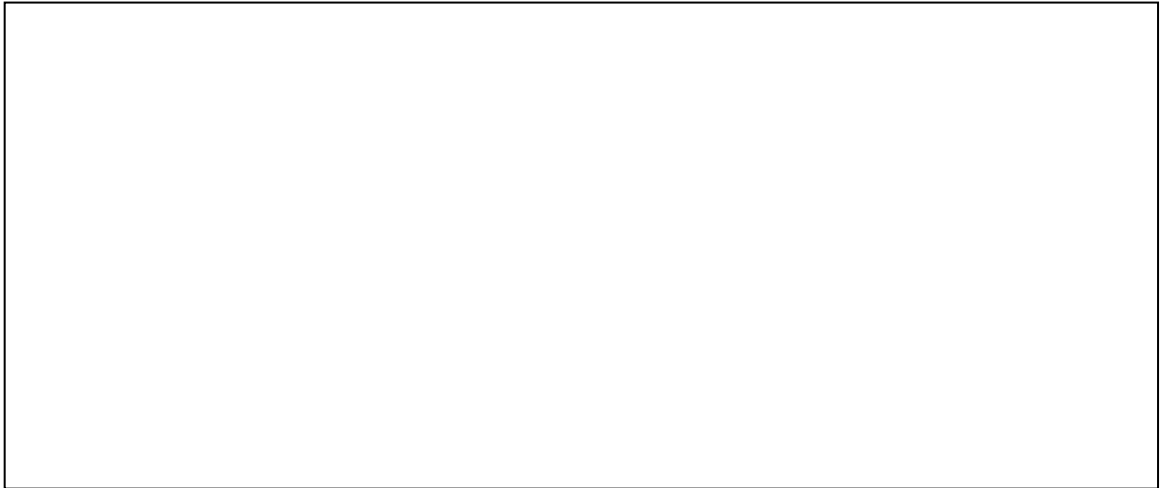
Alle (idealen) Operationsverstärker arbeiten mit einer Betriebsspannung von  $\pm 12 \text{ V}$ , die maximale Ausgangsspannung der Operationsverstärker beträgt  $\pm 12 \text{ V}$ .



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

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

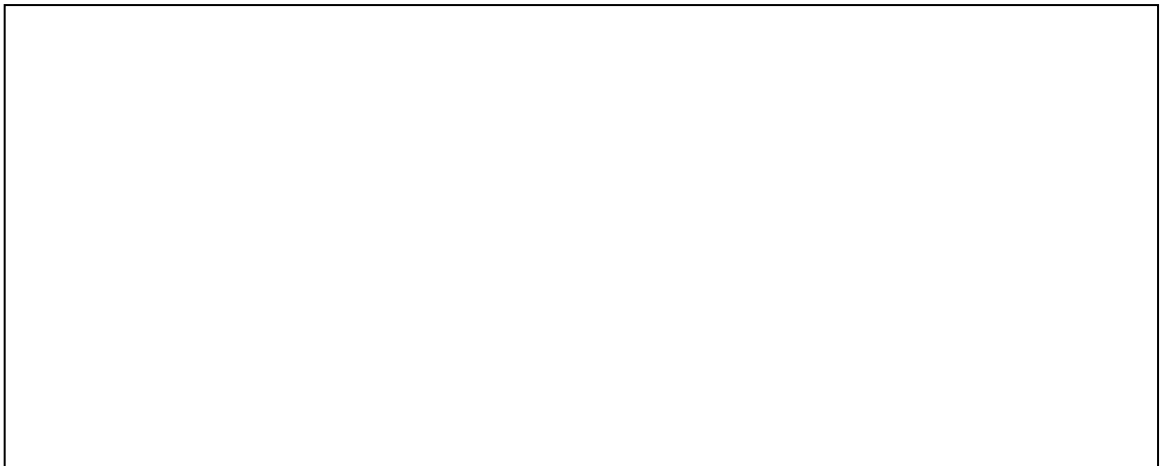
- 5.3. Wie groß ist der Gesamtverstärkungsfaktor  $v_{12}$  aus Stufe I und II? Was wäre der Nachteil, wenn man die beiden Stufen durch einen einzelnen OP 2 mit geeignetem  $R_3$  und  $R_4$  ersetzen würde? (Ersatzwert:  $v_{12} = 10^5$ )



- 5.4 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 ( $U_{\text{MESS}} = 0 \dots 100 \mu\text{V}$ )?

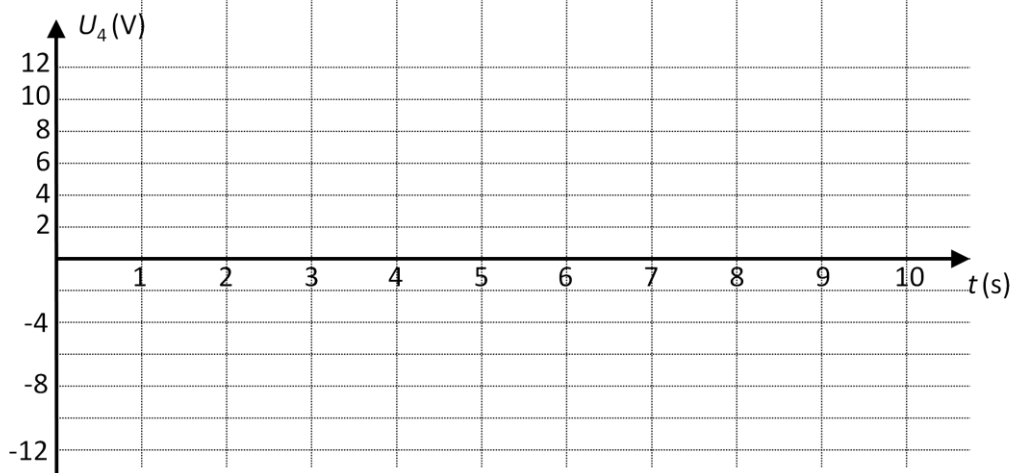
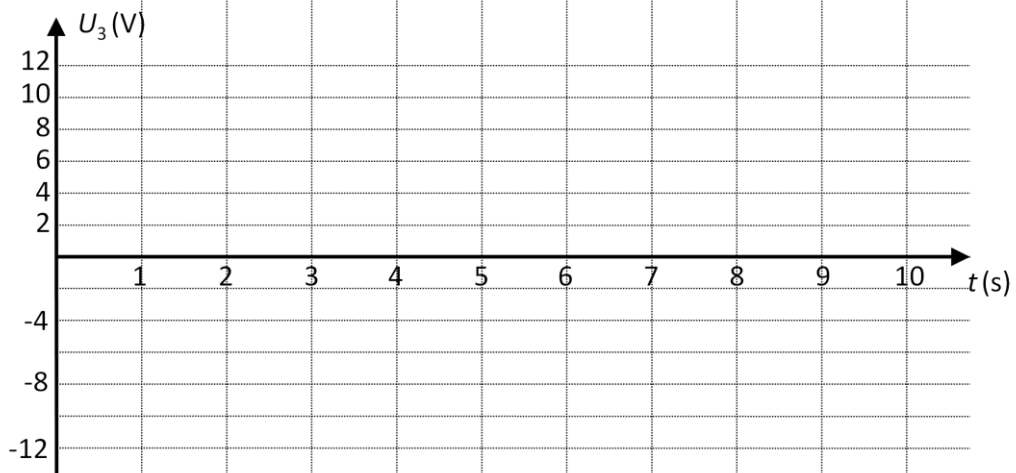
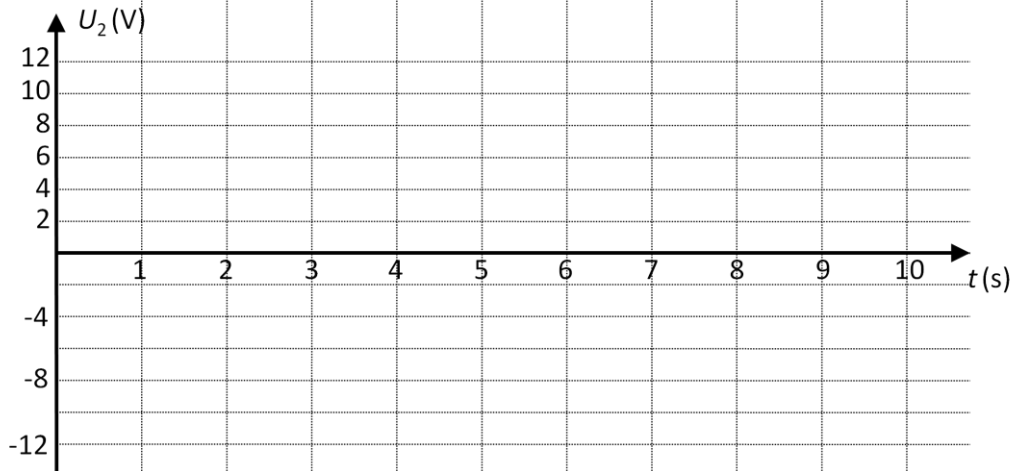
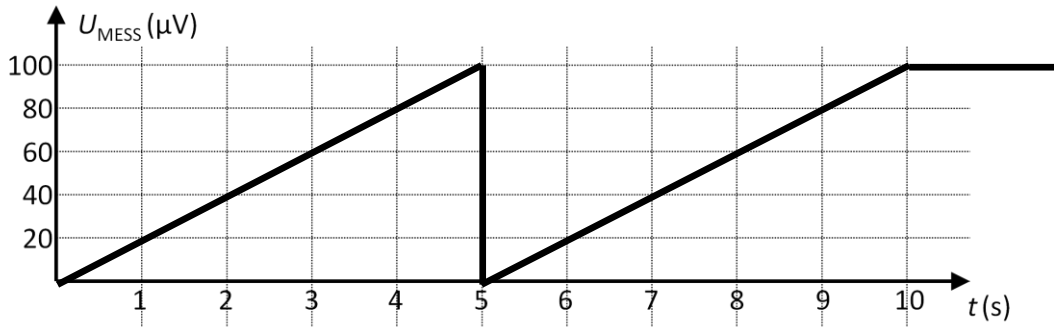


- 5.5. Um welche Grundschialtung handelt es sich bei der Stufe IV? Beschreiben Sie den Zusammenhang zwischen der Spannung  $U_3$  und der Ausgangsspannung  $U_4$



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





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