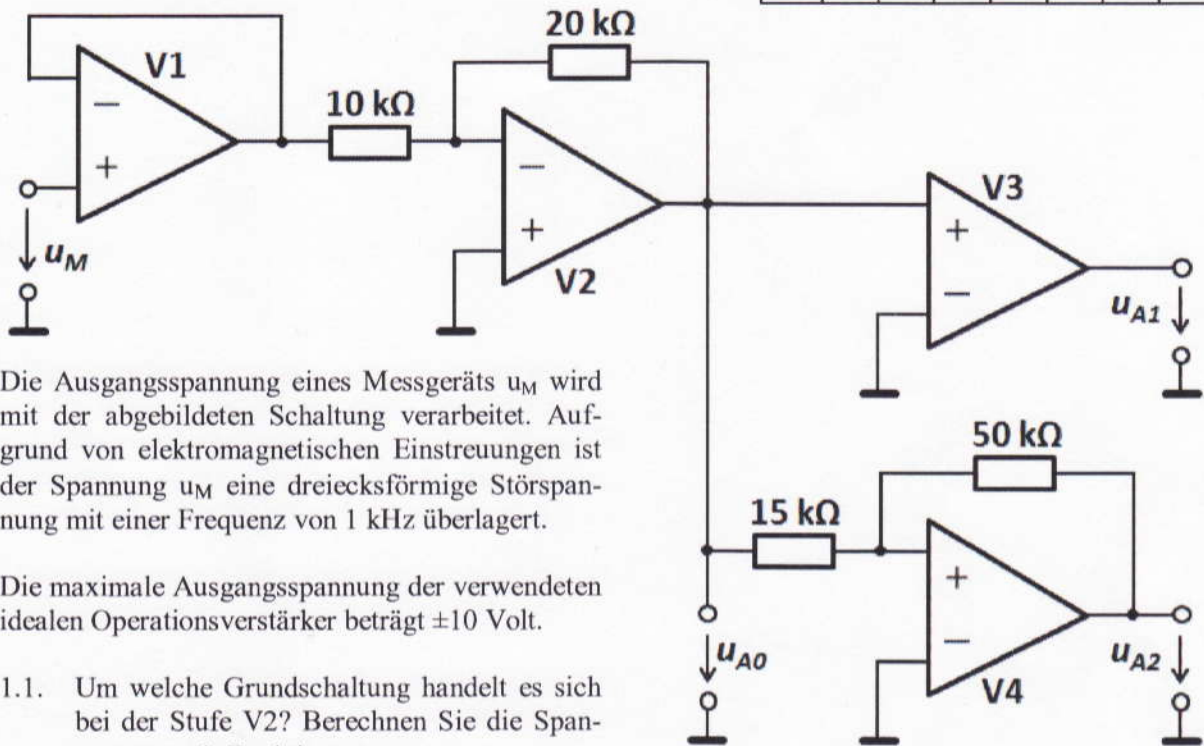


Hochschule München FK 03 Maschinenbau	Diplomprüfung WS 11/12 Elektronik/Mikroprozessortechnik		J. Gebert, P. Klein, M. Krug, T. Küpper, W. Stadler
Zugelassene Hilfsmittel: alle eigenen	Matr.-Nr.:	Name, Vorname:	
Dauer: 90 Minuten	Hörsaal:	Unterschrift:	

A	1	2	3	4	5	Σ	N
P							

Aufgabe 1 (ca. 15 Punkte)

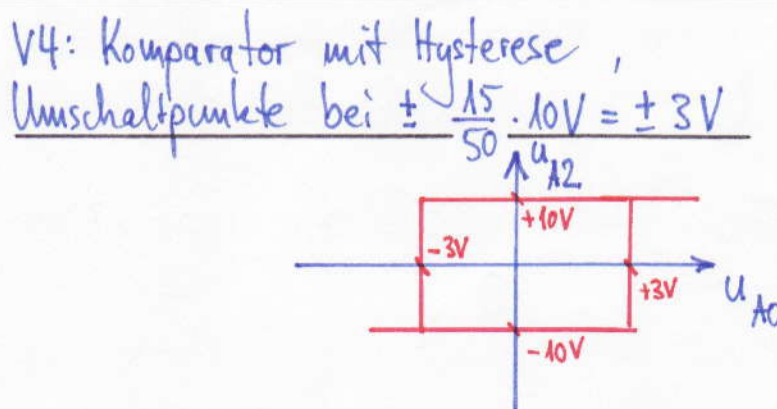
Die Ausgangsspannung eines Messgeräts u_M wird mit der abgebildeten Schaltung verarbeitet. Aufgrund von elektromagnetischen Einstreuungen ist der Spannung u_M eine dreiecksförmige Störspannung mit einer Frequenz von 1 kHz überlagert.

Die maximale Ausgangsspannung der verwendeten idealen Operationsverstärker beträgt ± 10 Volt.

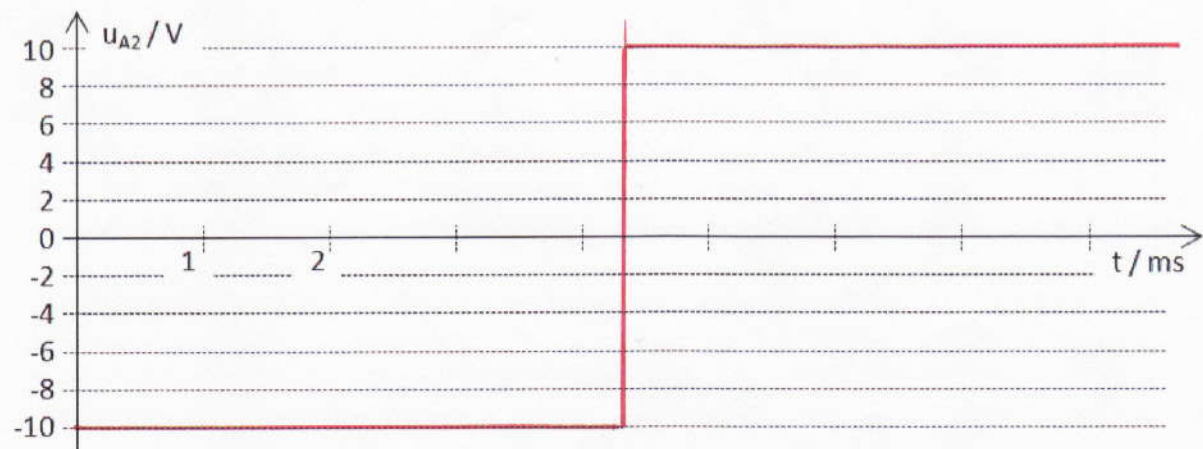
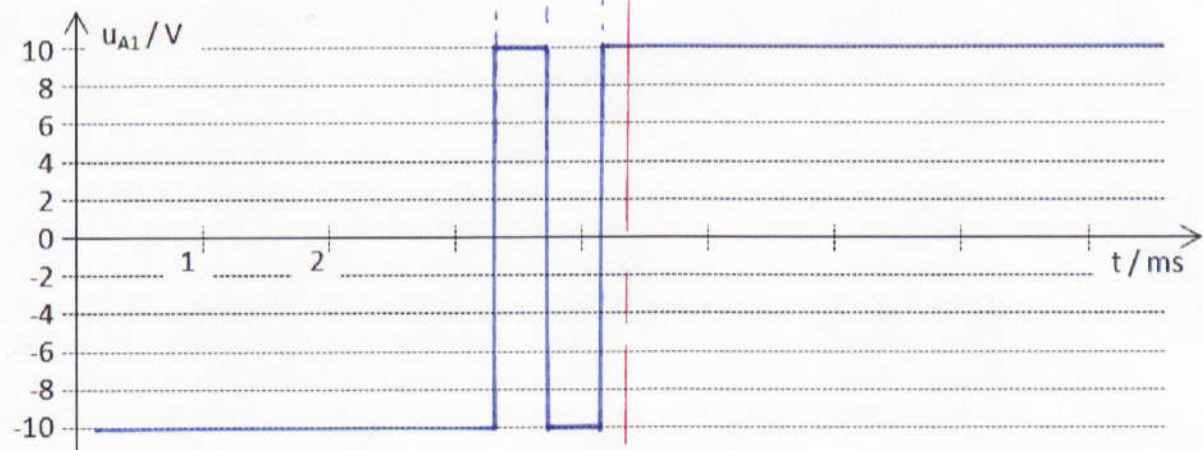
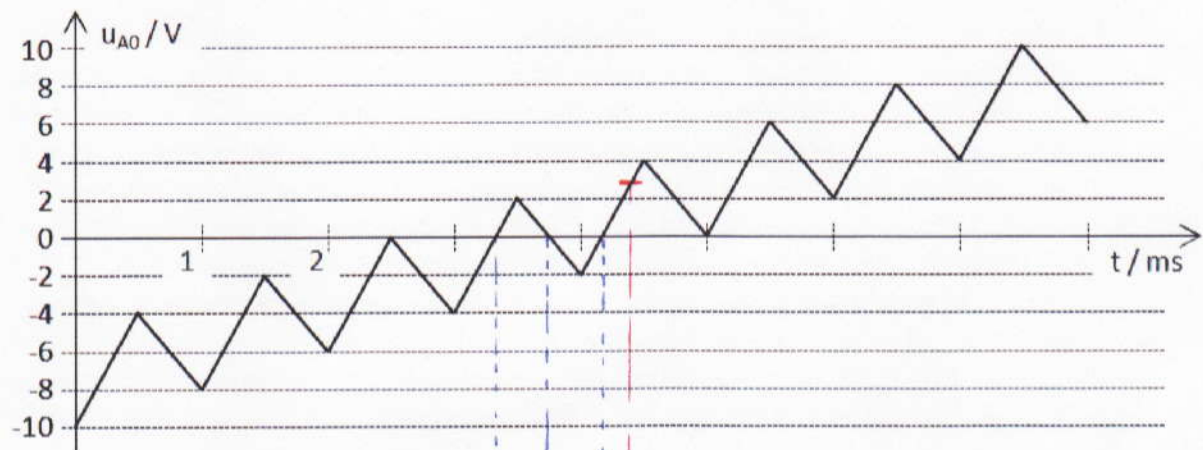
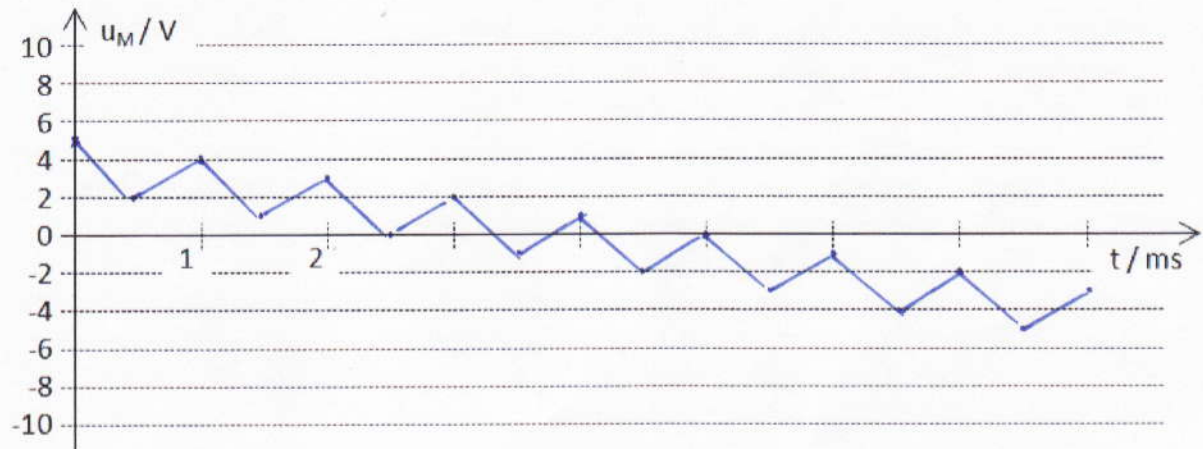
- 1.1. Um welche Grundschiung handelt es sich bei der Stufe V2? Berechnen Sie die Spannung u_{A0} als Funktion von u_M .

V2: Invertierender Verstärker (V1: Impedanzwandler)
 $v_2 = -\frac{20}{10} = -2 \rightarrow u_{A0} = -2 \cdot u_M$

- 1.2. Um welche Grundschiung handelt es sich bei der Stufe V4? Zeigen Sie die Abhängigkeit der Ausgangsspannung u_{A2} von der Spannung u_{A0} in einem Diagramm. (Hinweis: Korrekte Achsenbeschriftungen und Spannungswerte einzeichnen!)



1.3. Zeichnen Sie den zeitlichen Verlauf von u_M , u_{A1} und u_{A2} in das folgende Diagramm.



- 1.4. Ein mit einer Störspannung überlagertes Signal soll durch einen Komparator ausgewertet werden. Warum ist es sinnvoll, zu diesem Zweck einen Komparator mit Hysterese zu verwenden und nicht einen einfachen Komparator ohne Hysterese?

Bei einem einfachen Komparator kann es zu "Mehrfachübergängen" im Bereich des Umschaltpunkts kommen. Diese sind i.d.R. nicht erwünscht.

- 1.5. Nennen Sie einen typischen Einsatzfall für einen Impedanzwandler.

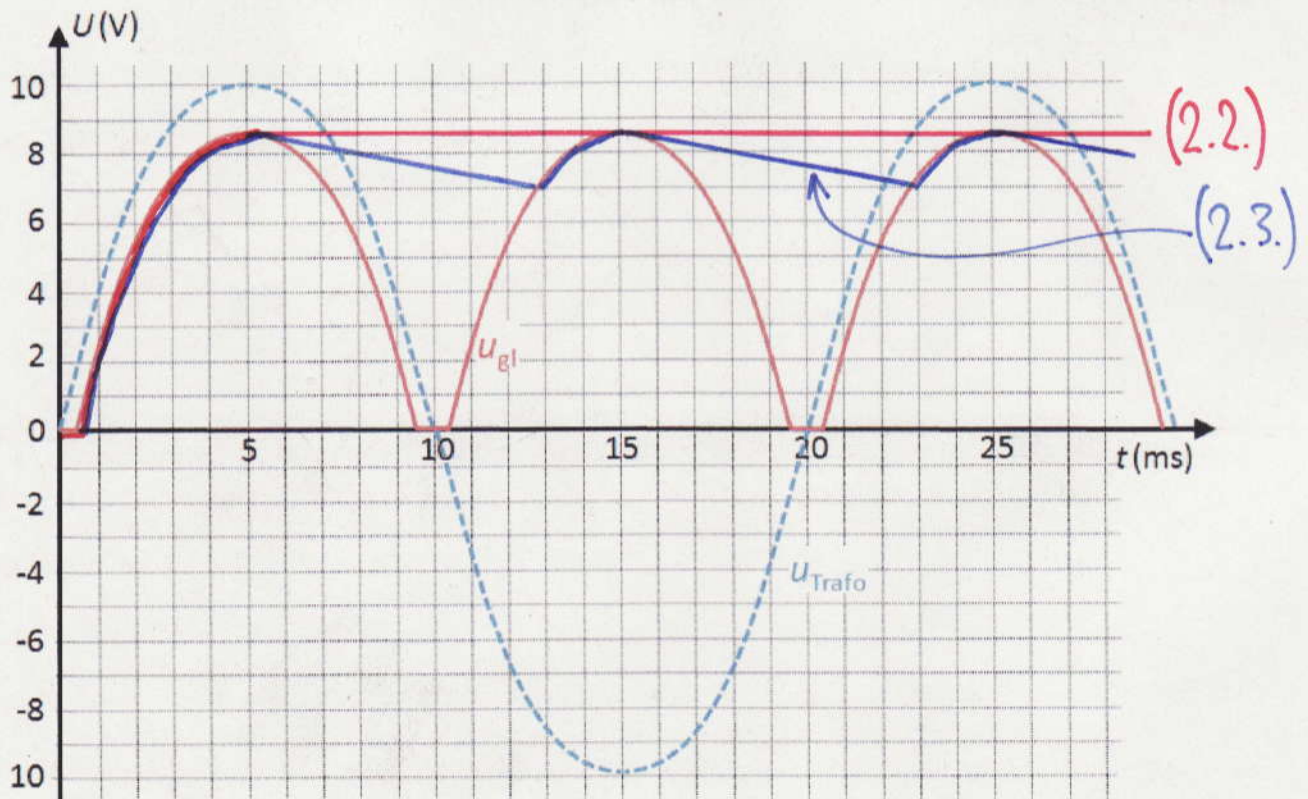
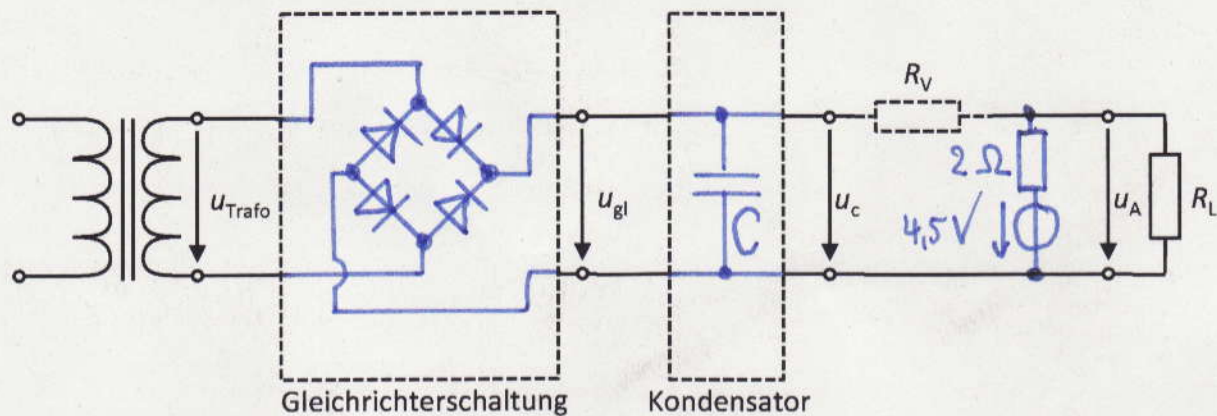
Meßgerät mit hoher Ausgangsimpedanz (= kann keinen nennenswerten Ausgangsstrom liefern) soll an einen Verstärker angeschlossen werden.

- 1.6. Nennen Sie drei Eigenschaften, die einen realen Operationsverstärker von einem idealen Operationsverstärker unterscheiden.

- Verstärkungsfaktor im Leerlauf $\rightarrow \infty$
- Unendlich hohe Eingangsimpedanz
- Ausgangsimpedanz $= 0$

Aufgabe 2 (ca. 15 Punkte)

Es soll schrittweise ein Netzteil aufgebaut werden, das aus einem Netztransformator eine stabilisierte Ausgangsspannung erzeugt. Das Netzteil besteht aus einem Transformator, einer Gleichrichterschaltung mit Glättungskondensator zur Erzeugung einer geglätteten Gleichspannung und einer Zenerdiodenschaltung zur Spannungsstabilisierung.



- 2.1. **Zunächst sind Glättungskondensator, Zenerdiode und die Last noch nicht angeschlossen.** Der Transformator liefert auf der Sekundärseite eine sinusförmige Wechselspannung u_{Trafo} von $\hat{U}_{\text{Trafo}} = 10.0 \text{ V}$ (siehe Spannungsverlauf im Diagramm). Hinter der Gleichrichterschaltung ergibt sich der im Diagramm eingezeichnete Spannungsverlauf u_{gl} . Zeichnen Sie in das Schaltbild eine Schaltung aus Dioden ein, die u_{Trafo} zu u_{gl} gleichrichtet. Es stehen Dioden zur Verfügung, die jeweils eine Schwellenspannung von $0,7 \text{ V}$ aufweisen. Begründen Sie Ihre Lösung!

Brückengleichrichter (B2), weil beide Halbwellen der Eingangsspannung genutzt werden!

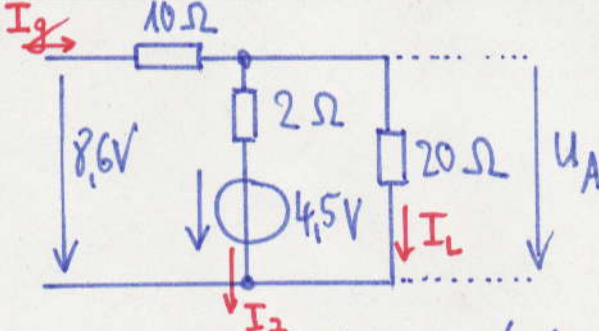
- 2.2. Die unbelastete Spannung ($R_V = 0$, $R_L \rightarrow \infty$) wird nun durch einen Kondensator geglättet. Zeichnen Sie den Kondensator in das Schaltbild und den sich ergebenden Spannungsverlauf hinter dem Kondensator u_C in das Diagramm! Zum Zeitpunkt $t = 0$ sei der Kondensator **vollständig entladen**. (Hinweis: Der Innenwiderstand des Trafos sowie die differentiellen Widerstände der Dioden werden vernachlässigt.)

- 2.3. Die Schaltung wird nun durch einen Verbraucher belastet, der näherungsweise durch einen Widerstand R_L mit 20Ω dargestellt werden kann ($R_V = 0$). Berechnen Sie die Größe des Kondensators, wenn die Spannung an R_L zu keinem Zeitpunkt unter $7,0 \text{ V}$ fallen darf. Zeichnen Sie den Spannungsverlauf u_{CR} der belasteten Schaltung in das Diagramm ein. 7,0V (geändert!)

Spannung an R_L maximal $(10 - 2 \cdot 0,7) \text{ V} = 8,6 \text{ V}$
 " " " minimal $7,0 \text{ V}$
 $\rightarrow \Delta u_L = 1,6 \text{ V} \rightarrow \text{Mittelwert } U_L = \frac{8,6 + 7}{2} \text{ V} = 7,8 \text{ V}$

$$7,8 \text{ V} = \frac{\frac{8,6 \text{ V}}{0,02 \text{ s}}}{4 \cdot 20 \Omega \cdot C} + 1 \rightarrow \underline{\underline{C = 2,44 \text{ mF}}}$$

- 2.4. Die Spannung an der Last soll durch eine Zenerdiode ($U_{Z0} = 4,5 \text{ V}$, $r_Z = 2 \Omega$) und einen Vorwiderstand $R_V = 10 \Omega$ stabilisiert werden. Zeichnen Sie **das lineare Ersatzschaltbild** der Zenerdiode (im Durchbruchbereich) an der geeigneten Stelle in die Schaltung. Berechnen Sie die Ausgangsspannungen u_A für $u_C = 8,6 \text{ V}$ und für $u_C = 7,0 \text{ V}$ (es ist weiterhin $R_L = 20 \Omega$). 7,0V (geändert)



$I_g = I_z + I_L$

$$\frac{8,6 \text{ V} - u_A}{10 \Omega} = \frac{u_A - 4,5 \text{ V}}{2 \Omega} + \frac{u_A}{20 \Omega}$$

$$\rightarrow \frac{8,6 \text{ V}}{10 \Omega} + \frac{4,5 \text{ V}}{2 \Omega} = u_A \left(\frac{1}{10 \Omega} + \frac{1}{2 \Omega} + \frac{1}{20 \Omega} \right) \rightarrow \underline{\underline{u_A = 4,78 \text{ V}}}$$

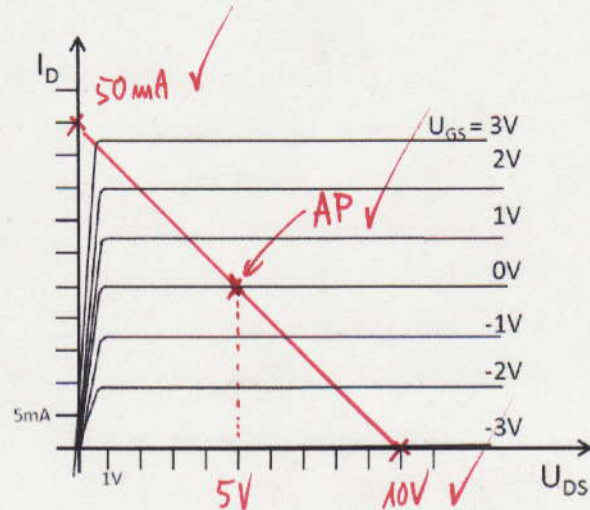
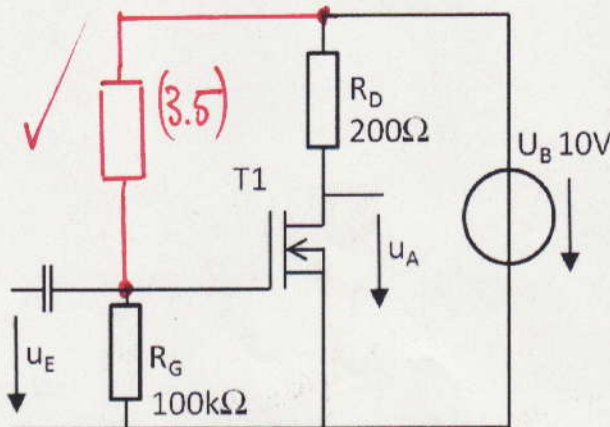
 Analog für $u_C = 7,0 \text{ V} \rightarrow \underline{\underline{u_A = 4,54 \text{ V}}}$

- 2.5. Wie groß ist in diesem Fall der Glättungsfaktor G der Stabilisierungsschaltung?

$$G = \frac{\Delta u_E}{\Delta u_A} = \frac{8,6 - 7,0}{4,78 - 4,54} = \underline{\underline{6,5}}$$

Aufgabe 3 (ca. 15 Punkte)

In untenstehender Schaltung wird ein Feldeffekt-Transistor in einer Verstärkerschaltung verwendet. Die Dimensionierung der Schaltung kann dem Schaltplan entnommen werden.



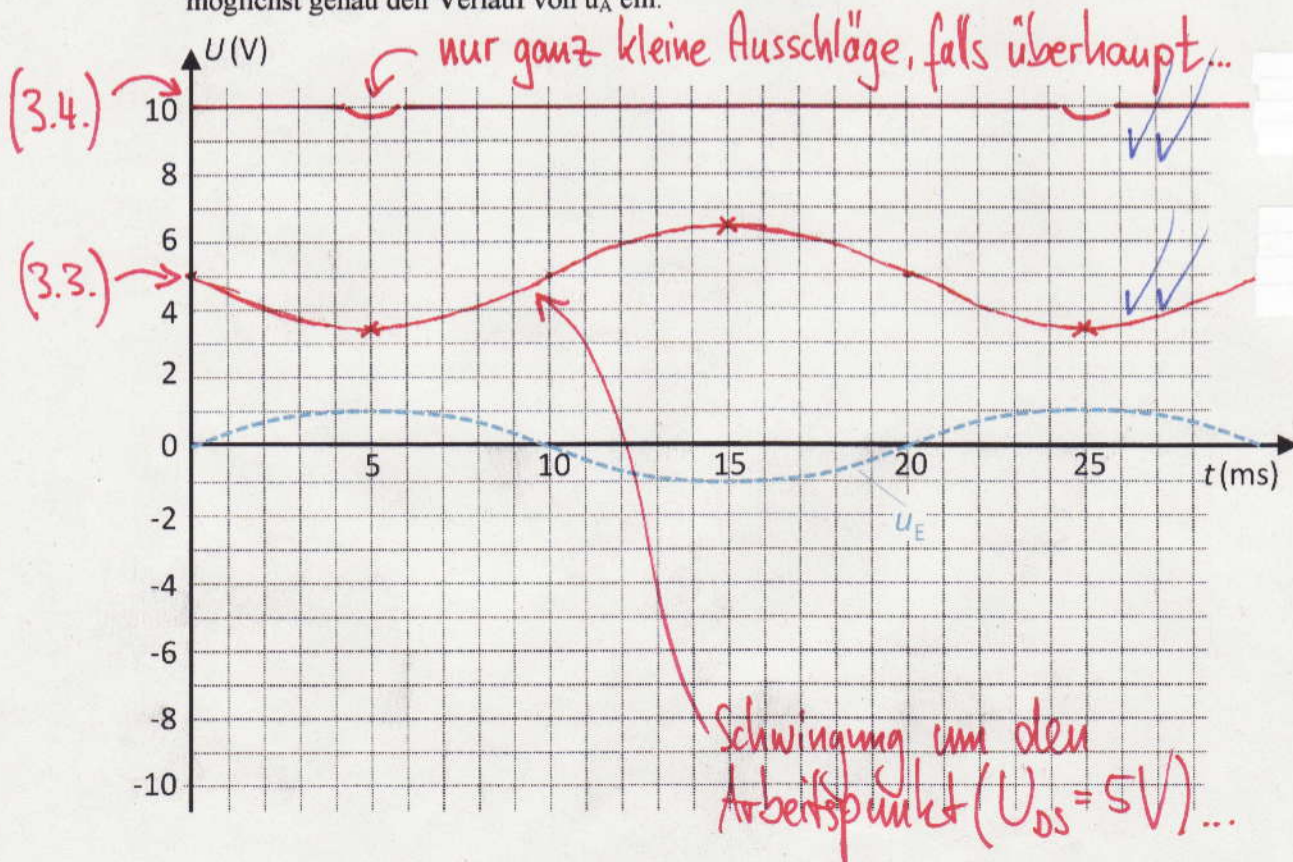
3.1 Zeichnen Sie die Arbeitsgeraden und den Arbeitspunkt des Transistors in das Ausgangskennlinienfeld ein. $10V : 200\Omega = 50mA$

3.2 Bestimmen Sie die Steilheit S in der Umgebung des Arbeitspunkts aus dem Diagramm und berechnen Sie daraus den Verstärkungsfaktor v .

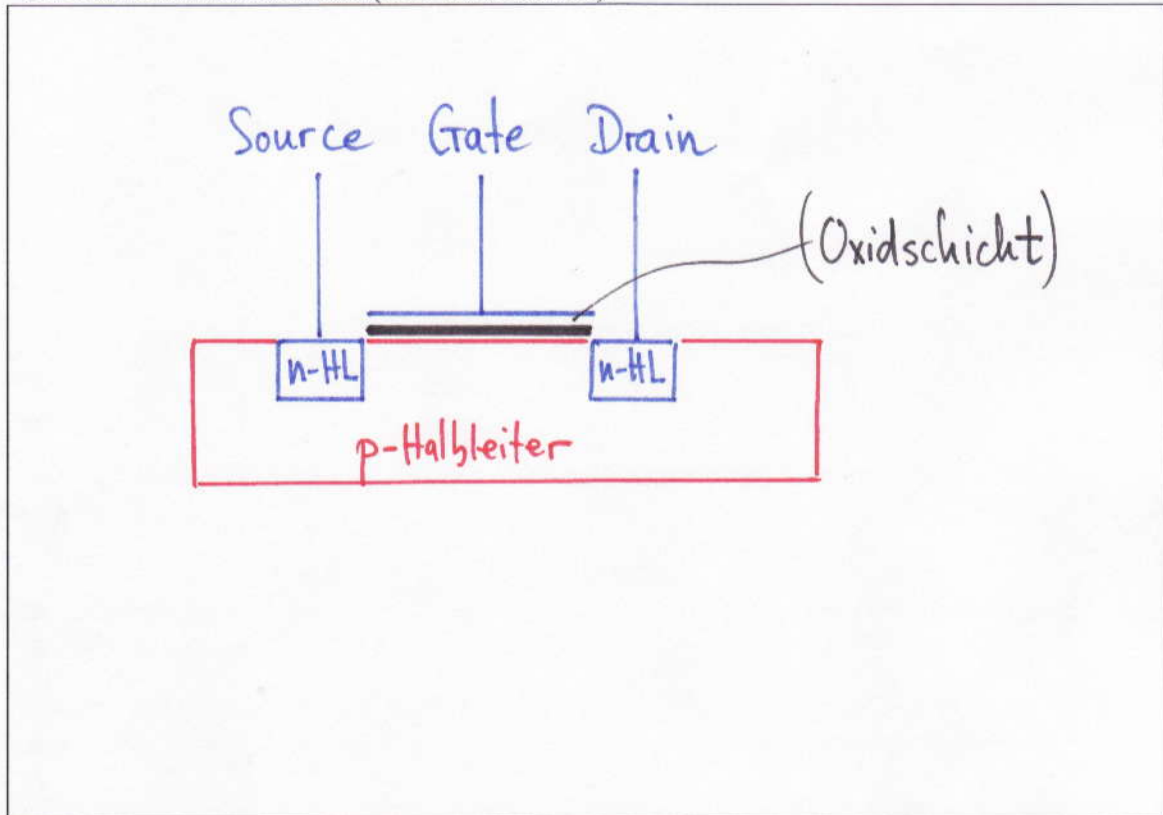
$$\Delta I_D = 15mA \quad \Delta U_{GS} = 2V \rightarrow S = \frac{\Delta I_D}{\Delta U_{GS}} = 0,0075 \Omega^{-1}$$

$$v = -S \cdot R_D = -0,0075 \cdot 200 = -1,5$$

3.3 u_E habe den unten angegebenen sinusförmigen Verlauf. Zeichnen Sie in dasselbe Diagramm möglichst genau den Verlauf von u_A ein.



- 3.4. Der Transistor T1 wird nun durch einen n-Kanal-Anreicherungstyp ersetzt. Zeichnen Sie qualitativ für diese Schaltungsänderung u_A in obenstehendes Diagramm ein.
- 3.5. Ergänzen Sie obigen Schaltplan mit einem oder mehreren Widerständen, um bei Verwendung eines n-Kanal-Anreicherungstyp für T1 einen qualitativ gleichen Verlauf wie unter 3.3. für u_A zu erhalten. (Hinweis: Die Widerstandswerte müssen nicht angegeben bzw. berechnet werden.)
- 3.6. Skizzieren Sie den inneren Aufbau eines n-Kanal-Anreicherungs-MOSFETs. In Ihrer Zeichnung sollen die unterschiedlichen Halbleiterbereiche im Inneren des Transistors dargestellt werden und auch die drei Anschlüsse (inkl. deren Namen).

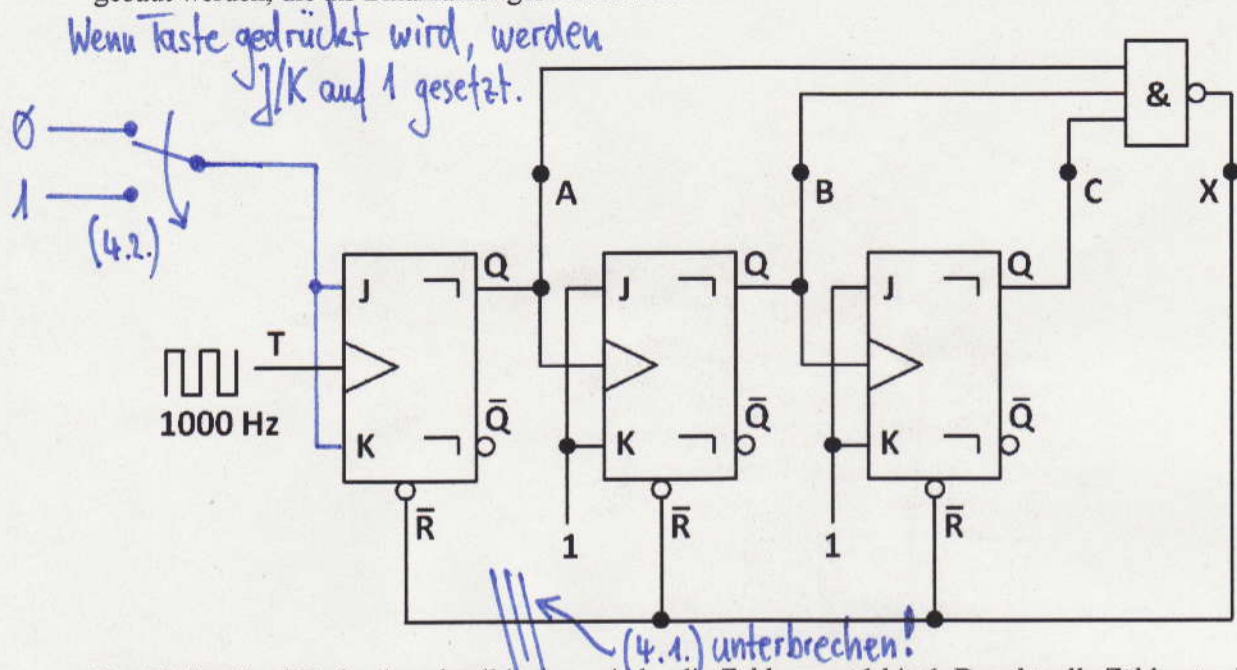


- 3.7. Erläutern Sie, warum MOSFETs – im Gegensatz zu Bipolartransistoren – an ihrem Eingang nahezu „leistungslos“ angesteuert werden können.

Gate ist vom Rest des Bauelements isoliert.
Es wird „lediglich“ ein el. Feld aufgebaut.

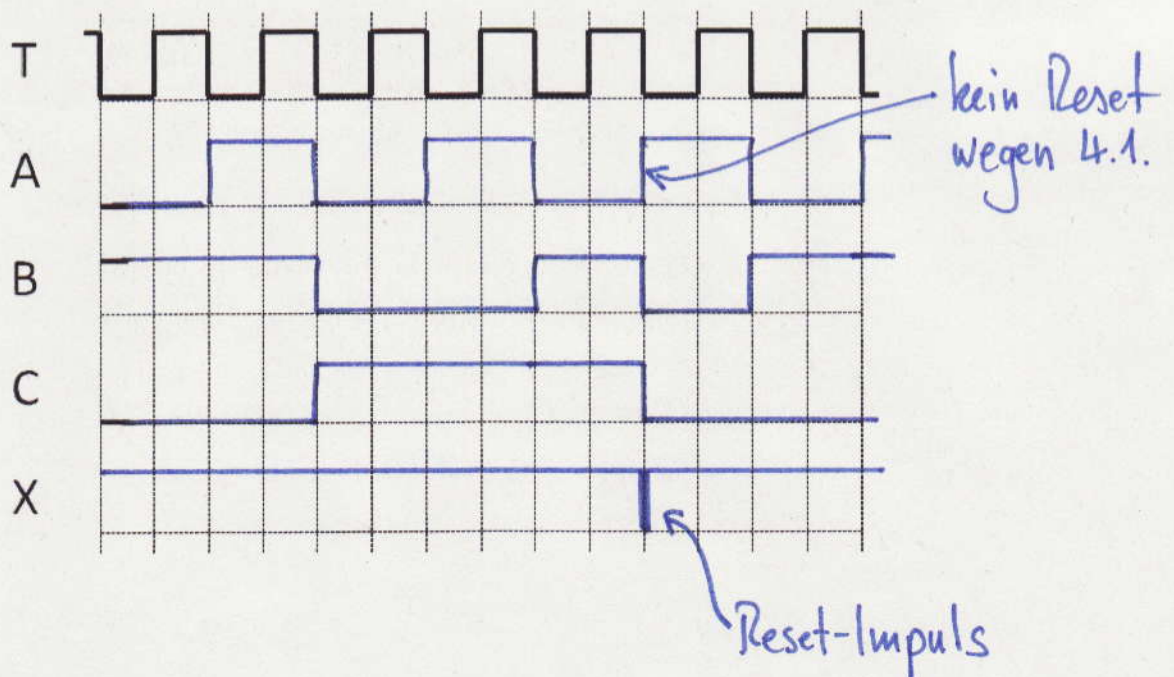
Aufgabe 4 (ca. 11 Punkte)

Es soll ein elektronischer Würfel aus drei positiv flankengesteuerten JK-Master-Slave-Flipflops aufgebaut werden, die als Binärzähler geschaltet sind.



Der Zähler durchläuft sehr schnell immer wieder die Zahlen von 1 bis 6. Der aktuelle Zählerstand wird an den Kontakten A, B, C ausgegeben und als Ziffer in einem Display angezeigt (das Display mit seiner Ansteuerung ist in der Abbildung nicht dargestellt).

- 4.1. In der Schaltung befindet sich ein Fehler: Der Würfel zählt nicht wie gewünscht von 1 bis 6 sondern von 0 bis 6. Korrigieren Sie diesen Fehler direkt in der abgebildeten Schaltung.
- 4.2. Der Würfel soll nur dann zählen, solange ein Tastschalter gedrückt wird. Wenn der Schalter nicht gedrückt ist, soll sich der aktuelle Zählerstand nicht mehr ändern, damit er vom Anwender in Ruhe abgelesen werden kann. Zeichnen Sie den Tastschalter (und ggf. weitere notwendige Bauelemente) in die abgebildete Schaltung hinein.
- 4.3. ~~Zeichnen Sie den Verlauf der Signale A, B, C und X in das abgebildete Zeitdiagramm. (Gehen Sie davon aus, dass der Schalter aus Unterpunkt 4.2. während der gesamten Zeit gedrückt ist.)~~

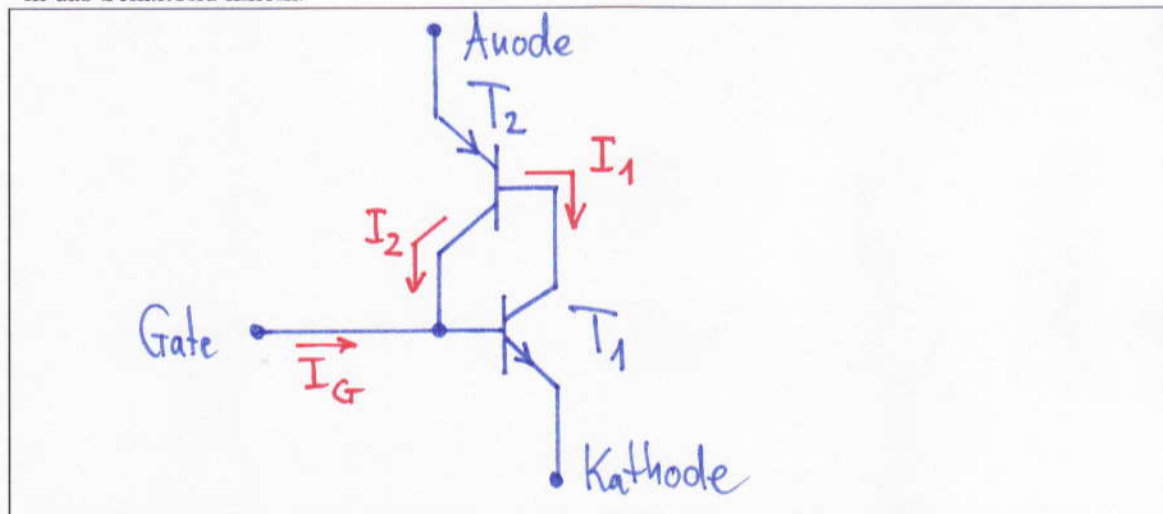


- 4.4. Es werden Flipflops in TTL-Technik eingesetzt. Erläutern Sie, ob die J-/K-Eingänge des zweiten und dritten Flipflops (die beide fest auf 1 liegen) angeschlossen werden müssen oder ob sie offen bleiben können.

... müssen nicht angeschlossen werden!
Offene TTL-Eingänge werden als „1“ gewertet.

Aufgabe 5 (ca. 4 Punkte)

- 5.1. Die Funktion eines Thyristors kann durch ein Ersatzschaltbild aus einem NPN- und einem PNP-Transistor, die geeignet miteinander verschaltet sind, dargestellt werden. Wie sieht dieses Ersatzschaltbild aus? Zeichnen Sie auch die drei Anschlüsse des Thyristors mit ihren Bezeichnungen in das Schaltbild hinein.



- 5.2. Erläutern Sie anhand des Ersatzschaltbilds, warum ein Thyristor bereits mit sehr geringen Gateströmen „gezündet“ werden kann.

Kleiner Strom I_G bewirkt größeren (durch T_1 verstärkten) Strom I_1 . Dieser Strom I_1 wird wiederum durch T_2 verstärkt und wirkt dann als Basisstrom für T_1 . (I_G jetzt nicht mehr erf.)

- 5.3. Worin unterscheiden sich Thyristoren und Triggerdioden?

Eine Triggerdiode ist ein Thyristor ohne Gate. Sie zündet bei einer genau definierten Spg. zwischen Anode und Kathode (ohne Steuerimpuls am Gate ...).

Viel Erfolg!
