



Zugelassene Hilfsmittel:
Alle eigenen

Name: _____ **Vorname:** _____ **Sem.:** _____

Dauer der Prüfung:
90 Minuten

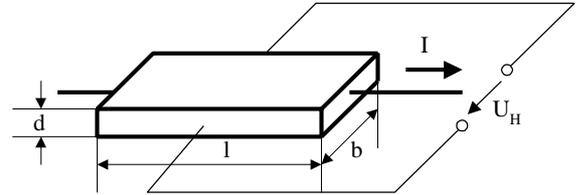
Unterschrift: _____ **Hörsaal:** _____ **Platz-Nr.:** _____

1 Homogene Halbleiter

Ein Hall-Element aus Germanium, hat folgende Abmessungen:

$d = 0.5 \text{ mm}$, $l = 10 \text{ mm}$, $b = 4 \text{ mm}$.

Alle weiteren Angaben gelten für Betrieb des Plättchens bei Raumtemperatur. Eventuell benötigte Daten können Sie der folgenden Tabelle entnehmen.



	Germanium	Silizium	Gallium-Arsenid
Eigenleitungsträgerdichte	$2.3 \cdot 10^{13} / \text{cm}^3$	$1.5 \cdot 10^{10} / \text{cm}^3$	$1.3 \cdot 10^6 / \text{cm}^3$
Elektronenbeweglichkeit	$3900 \text{cm}^2 / \text{Vs}$	$1350 \text{cm}^2 / \text{Vs}$	$8500 \text{cm}^2 / \text{Vs}$
Löcherbeweglichkeit	$1900 \text{cm}^2 / \text{Vs}$	$480 \text{cm}^2 / \text{Vs}$	$4000 \text{cm}^2 / \text{Vs}$
Elementarladung	$1.6 \cdot 10^{-19} \text{ As}$		

- 1.1 Das Hall-Plättchen ist folgendermaßen dotiert: $N_A = 5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$, $N_D = 10^{12} \text{ cm}^{-3}$.
Um welchen Halbleitertyp handelt es sich und woran sehen Sie das? (1P)

- 1.2 Berechnen Sie die Majoritätsträgerdichte. (1P)

- 1.3 Kennzeichnen Sie in der obigen Skizze den Plus- und den Minuspol von U_H , wenn die magnetische Flußdichte B das Plättchen von unten her durchsetzt. (2P)

- 1.4 Berechnen Sie den Widerstand des Hallplättchens in Stromflußrichtung. (Zur Vereinfachung der Rechnung können Sie eine geeignete Vernachlässigung machen, die Sie begründen müssen) (2P)

2 Stabilisierte Spannungsversorgung für größere Ströme

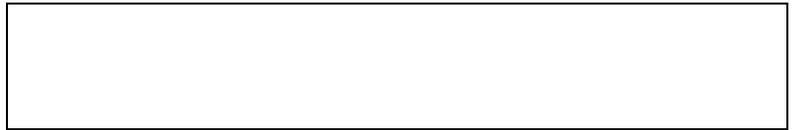
Achtung! Die Teilaufgaben 2.1, 2.2 und 2.3 sind völlig unabhängig voneinander zu bearbeiten

Im folgenden entwickeln Sie ein stabilisiertes Netzteil für den Router Ihres Heimnetzwerkes, das 2.0A Strom bei ca. 5.0V Ausgangsspannung liefern soll. Es besteht aus dem Transformator mit geeignetem Gleichrichter und Siebkondensator, einer Z-Diodenschaltung zur Erzeugung einer stabilisierten Spannung sowie einem Transistor zur Verstärkung des Stromes.

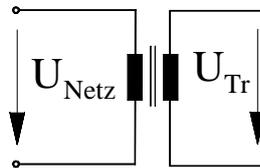
2.1 Erzeugung einer geglätteten Gleichspannung aus einer Wechselspannung

Ein Netztransformator liefert aus seiner Sekundärseite eine Wechselspannung mit dem Scheitelwert $U_{Tr} = 10V$.

2.1.1 Welche Art der Gleichrichterschaltung müssen Sie verwenden, um mit einem möglichst kleinen Siebkondensator auszukommen? (1P)

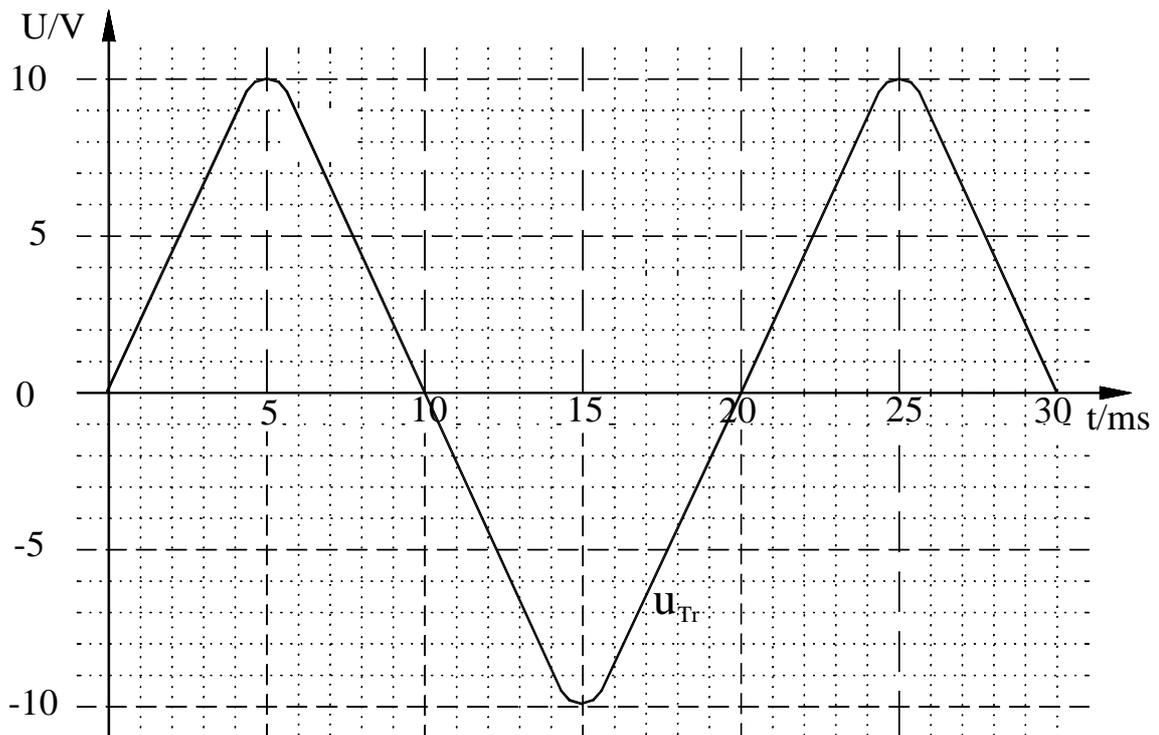


2.1.2 Ergänzen Sie die nebenstehende Schaltung durch die geeigneten Schaltelemente. Schließen Sie als Verbraucher zunächst einen Widerstand R_V an. (3P)



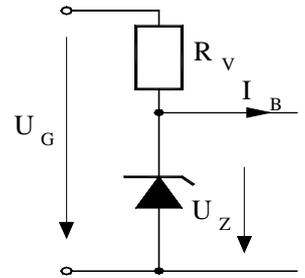
2.1.3 Zeichnen Sie möglichst genau in das untenstehende Zeitdiagramm die Verläufe der Ausgangsspannung U_G Ihrer Gleichrichterschaltung,

- wenn nur die Gleichrichterschaltung alleine ohne Verbraucher und Siebkondensator angeschlossen ist, (5P)
- wenn Gleichrichterschaltung, Siebkondensator und ein Verbraucher R_V angeschlossen sind. Die Ausgangsspannung U_G Ihrer Gleichrichterschaltung darf zu keinem Zeitpunkt kleiner als 7V werden. Die Schleusenspannung der eingesetzten Dioden beträgt 0.7V (2P)



2.2 Spannungsstabilisierung mit einer Z-Diode

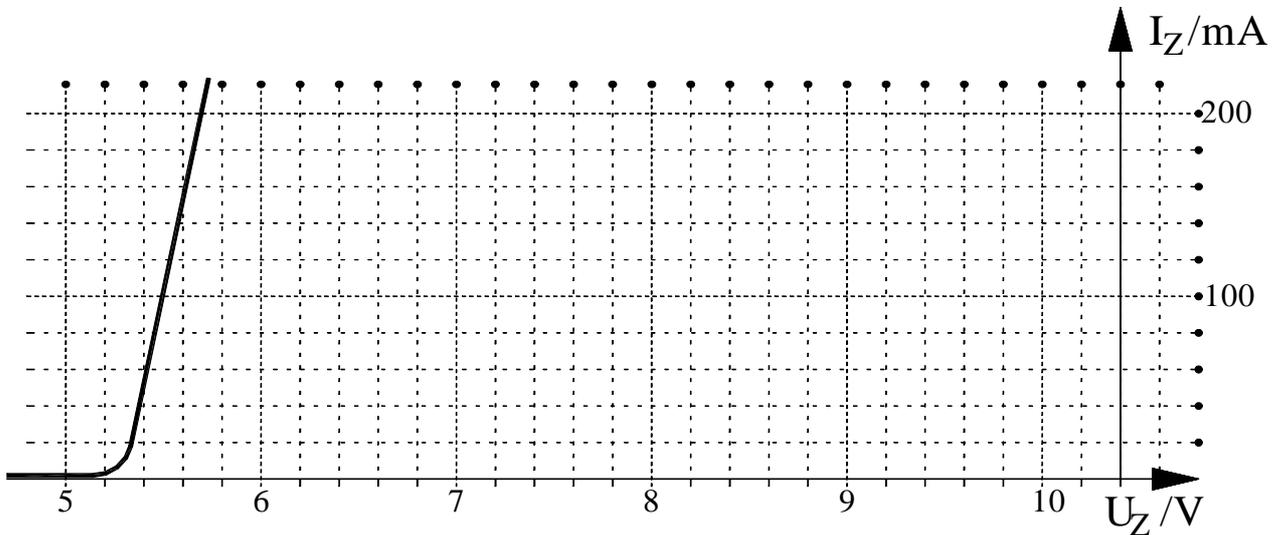
Gegeben sei die nebenstehende Stabilisierungsschaltung mit einer Z-Diode. Durch die Diode soll ein Strom von maximal $I_{Z,max} = 100\text{mA}$ fließen, wenn der Ausgangsstrom I_B gleich Null ist. Zur Wahl stehen zwei Z-Dioden ZPD 5.6V ($P_V = 500\text{mW}$) und ZPY 5.6V ($P_V = 1.3\text{W}$).



(2P)

2.2.1 Begründen Sie, ob beide Dioden für die Stabilisierungsschaltung geeignet sind.

2.2.2 Im folgenden Diagramm sehen Sie den für die Stabilisierung wichtigen Teil der Diodenkennlinie.



2.2.2.1 Zeichnen Sie das lineare Ersatzschaltbild der Diode und geben Sie die Werte der Schaltelemente an.

(3P)

2.2.2.2 Als Vorwiderstand wird $R_V = 31\Omega$ gewählt. Die maximale von der Gleichrichterschaltung abgegebene Spannung $U_{G,max}$ betrage 8.6V (Innenwiderstand der Gleichrichterschaltung sei Null). Ermitteln Sie zwei Punkte der Arbeitsgeraden und tragen Sie diese sowie die Arbeitsgerade in das obige Diagramm ein.

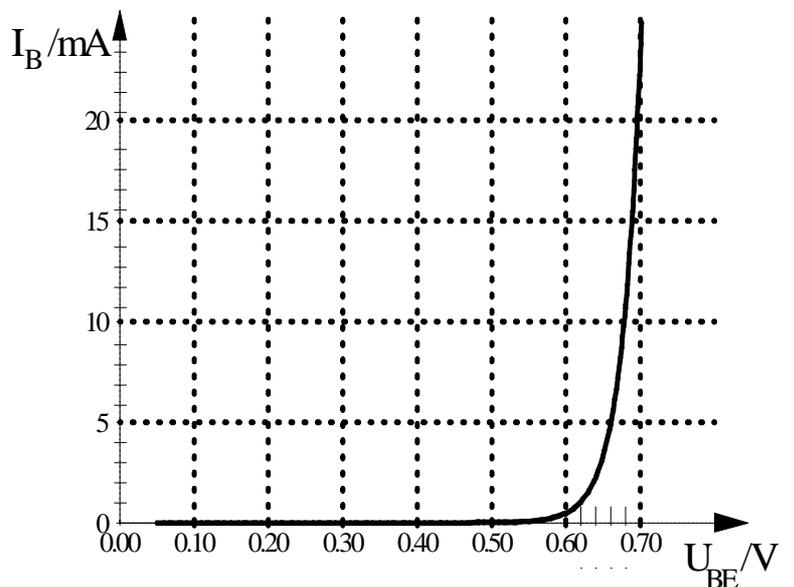
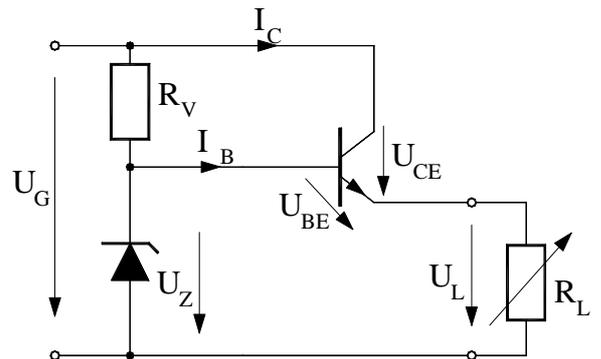
(3P)

2.2.2.3 Die Gleichrichterspannung U_G kann zwischen 7.0V und 8.6V schwanken. Wie groß ist die daraus resultierende Spannungsschwankung ΔU_Z an der Z-Diode? (Graphische **oder** rechnerische Ermittlung) (4P)

2.3 Erweiterung der Strombelastbarkeit der Stabilisierungsschaltung durch einen Transistor

Die Z-Diode steuert einen Transistor (Stromverstärkung $B = 100$) an, der den Lastwiderstand mit der stabilisierten Spannung versorgt. Die Spannung U_Z an der Z-Diode betrage 5.60V. Der Lastwiderstand R_L kann verschiedene Werte annehmen, die einen Strom von 0.2A bis 2.0A verursachen.

Wie groß ist die Spannung U_L am Lastwiderstand für die beiden Ströme? (4P)



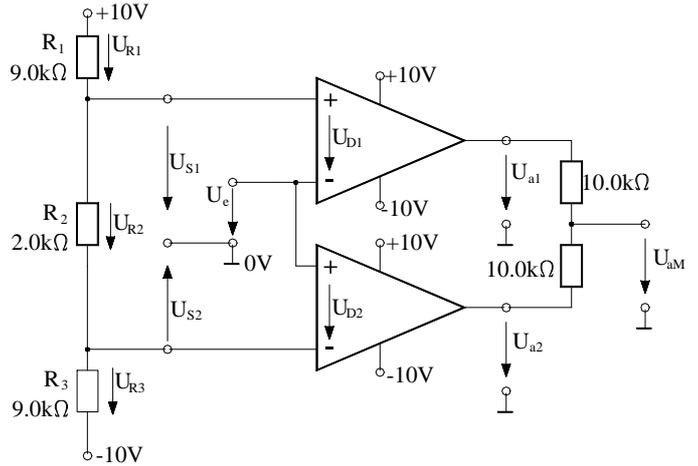
3 Ansteuerung eines Thyristors mit Hilfe von Operationsverstärkerschaltungen

Achtung! Die Teilaufgaben 3.1 und 3.2 können völlig unabhängig voneinander bearbeitet werden!

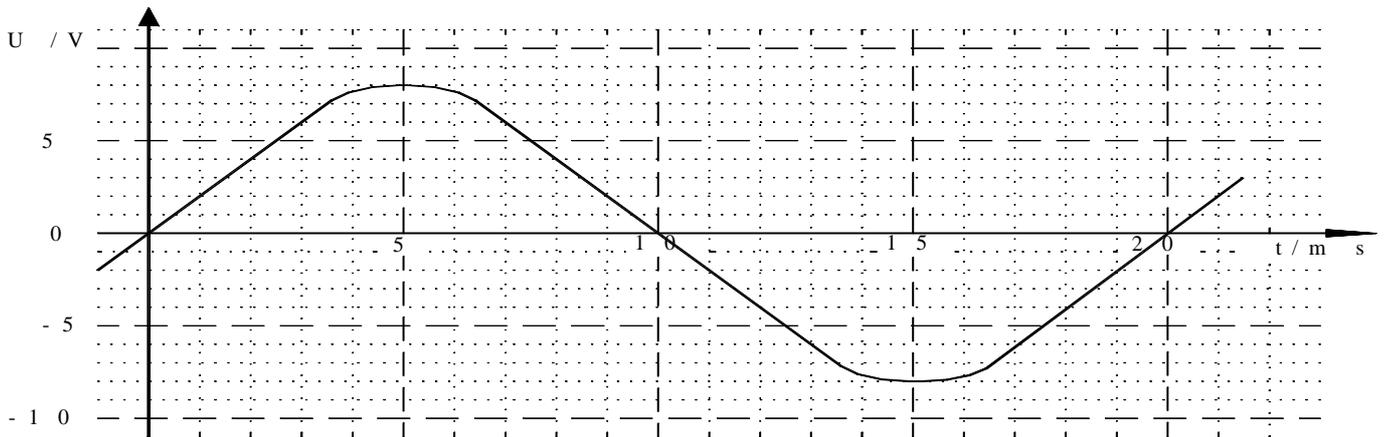
3.1 Operationsverstärkerschaltung zur Erfassung der Nulldurchgänge einer Wechselspannung

Gegeben sei die nebenstehende Schaltung mit zwei Operationsverstärkern.

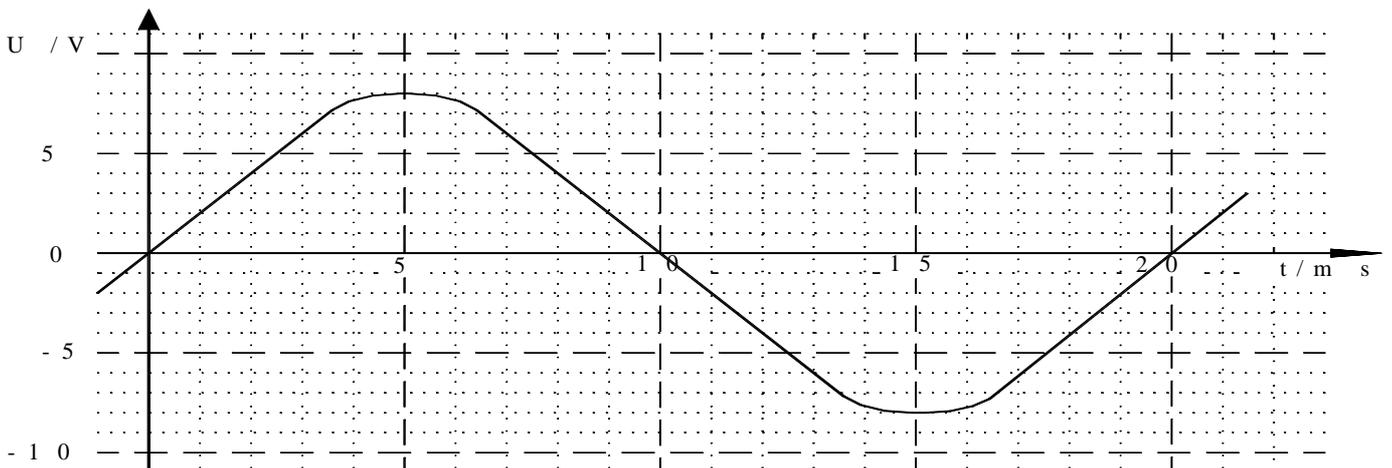
3.1.1 Berechnen Sie die Spannungen U_{R1} , U_{R2} , U_{R3} und ermitteln Sie daraus die Schwellen U_{S1} und U_{S2} der beiden Komparatoren. Tragen Sie die Schwellen in das untenstehende Zeitdiagramm ein. (3P)



$U_{R1} =$	$U_{R2} =$
$U_{R3} =$	



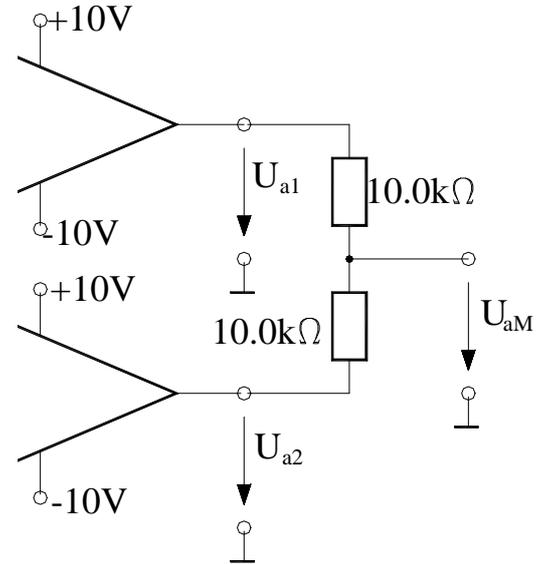
3.1.2 Tragen Sie nun die Ausgangssignale u_{a1} und u_{a2} der beiden Operationsverstärker für das gegebene Eingangssignal u_e in das obige Zeitdiagramm ein. (6P)



3.1.3 An die Ausgänge der beiden Operationsverstärker werden zwei Widerstände geschaltet. Welche Größen kann U_{aM} annehmen? Ergänzen Sie die folgende Tabelle! (2P)

U_{a1} / V	+10	+10	-10	-10
U_{a2} / V	+10	-10	-10	+10
U_{aM} / V				

Tragen Sie die aus dem Verlauf von u_{a1} und u_{a2} entstehende Spannung u_{aM} in das **untere** Diagramm auf der vorherigen Seite ein. (2P)

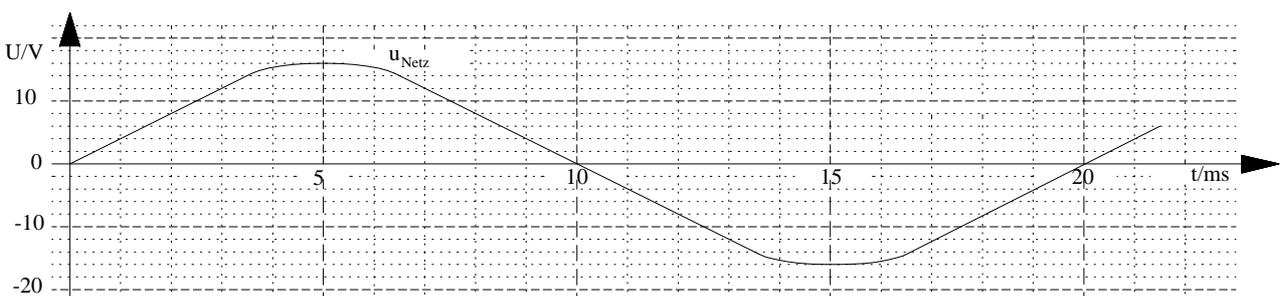
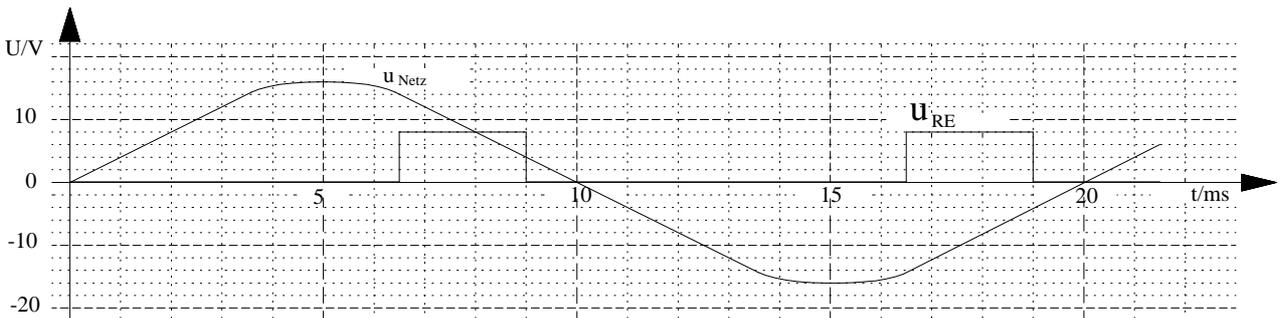
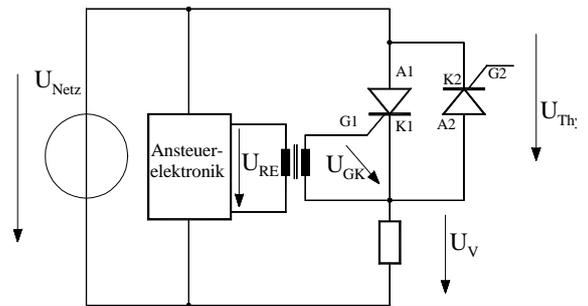


3.2 Ansteuerung einer Thyristorschaltung

Aus der Schaltung nach 3.1 werden periodische Rechteckimpulse u_{RE} abgeleitet, die mit der Ansteuerelektronik gegenüber den Nulldurchgängen der Wechselspannungen u_{Netz} verschoben werden können. Über Zündtransformatoren gelangen die Zündimpulse an die Thyristoren. In der nebenstehenden Schaltung ist lediglich einer der beiden Thyristoren beschaltet.

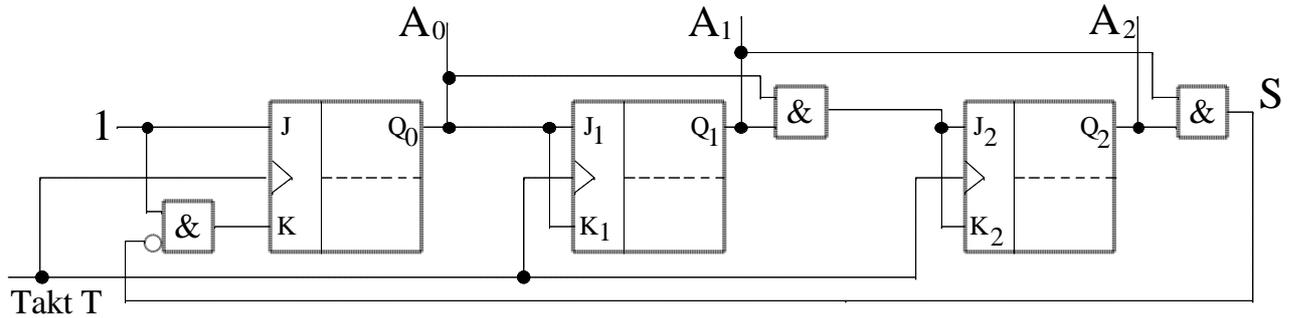
Zeichnen Sie für diese erst teilweise fertige Schaltung in die folgende zwei Zeitdiagramme

- die Spannung u_{GK} zwischen Gate und Kathode des beschalteten Thyristors (**oberes** Diagramm), (2P)
- die Spannung u_{Thy} am Thyristor und die Spannung u_V am Verbraucher (**unteres** Diagramm). (3P)



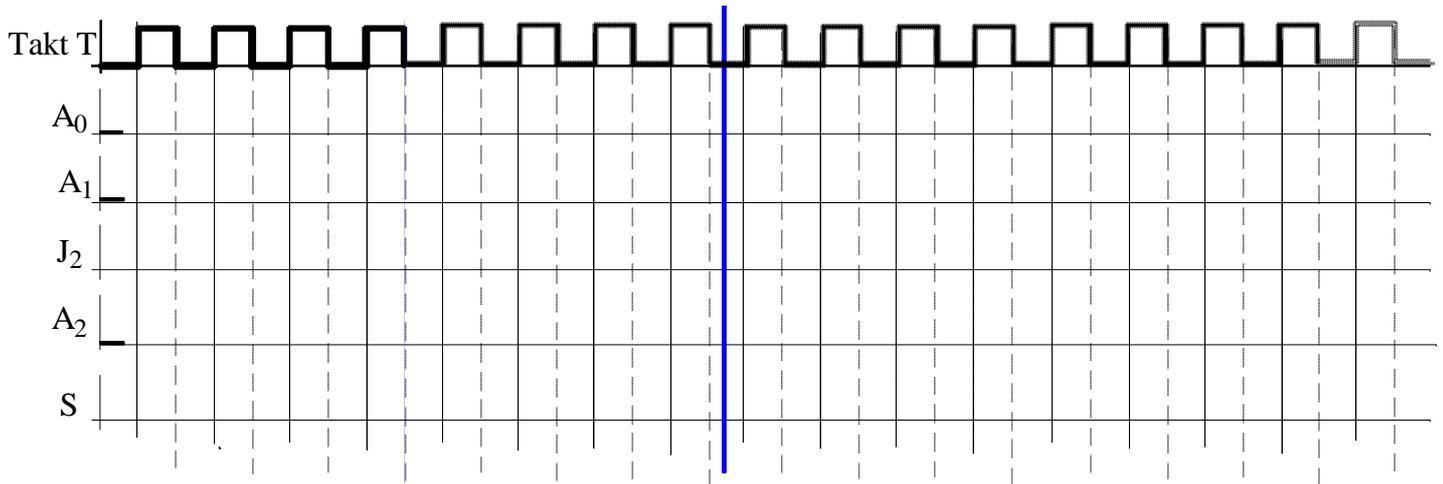
4 Digitaltechnik

Gegeben sei die untenstehende Schaltung mit drei positiv flankengetriggerten Master-Slave-Flip-Flops.



4.1 Zu Beginn sind alle drei Speicher gelöscht ($A_1 = A_2 = A_3 = 0$). Zeichnen Sie in das untenstehende Diagramm den Verlauf der angegebenen Signale. Sie werden vor und nach der senkrechten Markierung einen kleinen Unterschied im Signalverlauf feststellen.

(6P)



4.2 Was macht diese Schaltung ab der Markierung anders?

(2P)

Viel Erfolg