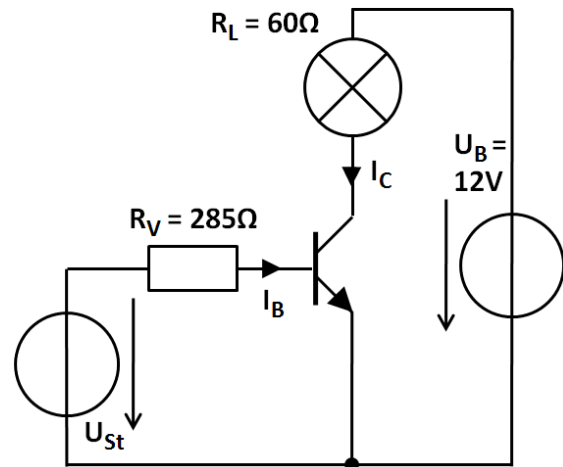


Hochschule München FK 03 Maschinenbau	Diplomprüfung WS 2010/11 Fach: Elektronik, Dauer: 90 Minuten		G. Buch, P. Klein T. Küpper, W. Stadler
Zugelassene Hilfsmittel: alle eigenen	Matr.-Nr.:	Name, Vorname:	
	Hörsaal:	Unterschrift:	

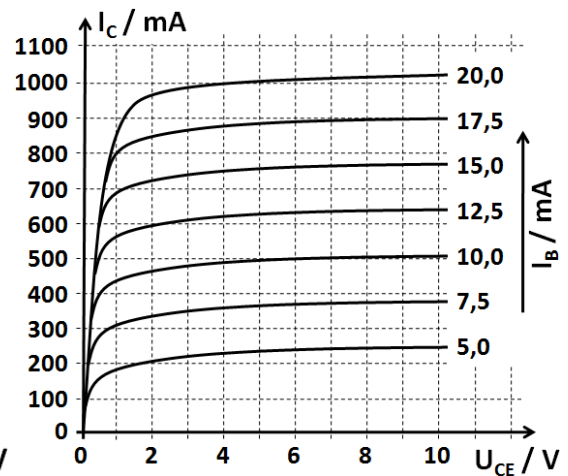
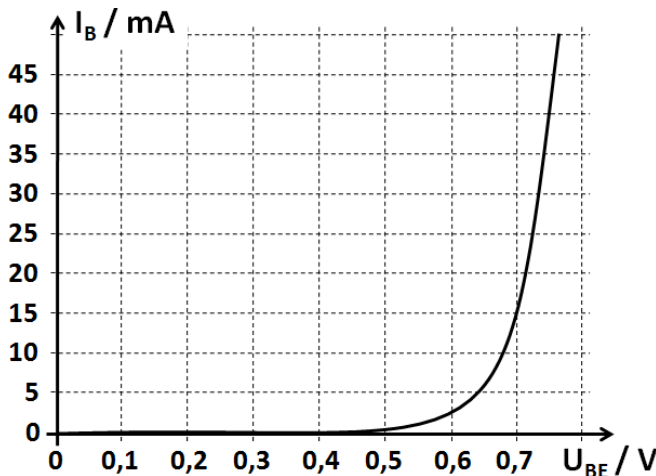
A	1	2	3	4	5	Σ	N
P							

Aufgabe 1 (ca. 15 Punkte)

Eine Glühlampe (ohmscher Widerstand $R_L = 60\Omega$) wird über einen Transistor angesteuert. Die Betriebsspannung beträgt $U_B = 12V$. Die Spannung U_{St} wird von einem Steuergerät geliefert. Der Vorwiderstand an der Basis hat den Wert $R_V = 285\Omega$.

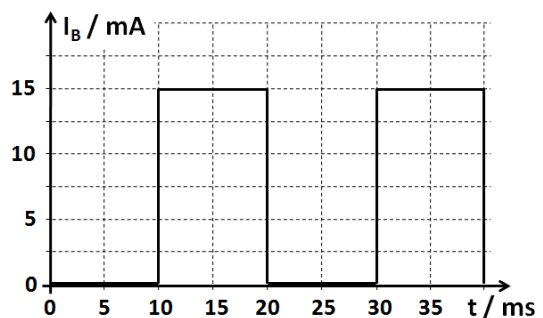


1.1. Zeichnen Sie die Arbeitsgerade in das Ausgangskennlinienfeld des Transistors.



1.2. Die Glühlampe soll mit reduzierter Helligkeit leuchten, sie wird zu diesem Zweck vom Steuergerät 50 mal pro Sekunde ein- und ausgeschaltet. Die nebenstehende Abbildung zeigt den Verlauf des Basisstroms I_B .

Zeichnen Sie die Arbeitspunkte **des eingeschalteten Transistors** (also bei $I_B = 15\text{ mA}$) in die Ein- und Ausgangskennlinien.



1.3. Wie groß ist die Basis-Emitter-Spannung des Transistors bei eingeschaltetem Basisstrom I_B ?

1.4. Mit welchem Übersteuerungsfaktor wird der Transistor eingeschaltet?

1.5. Wie groß ist die Spannung U_{St} bei eingeschaltetem Transistor?

1.6. Welche Verlustleistung P_{Verl} geht am eingeschalteten Transistor als Wärme verloren?

1.7. Die Helligkeit der Glühlampe kann natürlich auch **ohne Verwendung eines Transistors** reduziert werden: Die Lampe wird dazu in Reihe mit einem Widerstand von 25Ω an die Betriebsspannung $U_B = 12V$ angeschlossen. Wie groß ist hier die Verlustleistung, die am 25Ω -Widerstand als Wärme verloren geht?

1.8. Nun wird **eine andere Lampe mit einem ohmschen Widerstand $R_L' = 12\Omega$** in die oben gezeigte Transistorschaltung eingebaut. Welcher Strom I_C' fließt durch die neue Lampe, wenn diese vom Steuergerät eingeschaltet wird? (Es gilt weiterhin $I_B = 15mA$.)

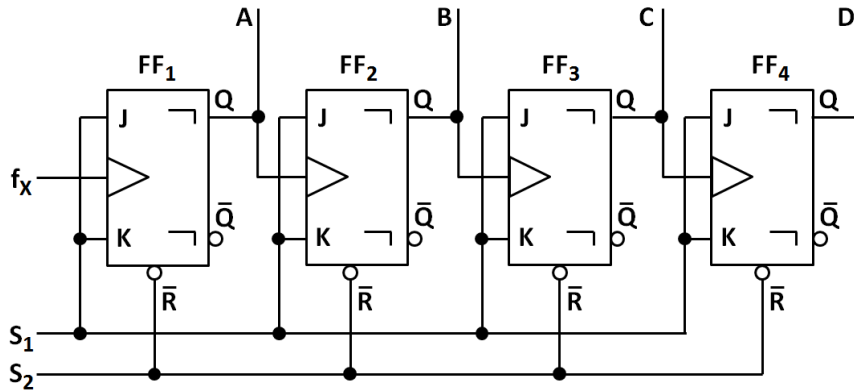
1.9. Welche Verlustleistung P_{Verl}' geht im Unterpunkt 1.8 am Transistor als Wärme verloren?

1.10. Muss R_V vergrößert oder verkleinert werden, damit der Transistor auch in Unterpunkt 1.8 in Sättigung betrieben und die Glühlampe sicher eingeschaltet wird? Wird die Verlustleistung am Transistor dadurch vergrößert oder verkleinert? (**Kurze Begründungen erforderlich!**)

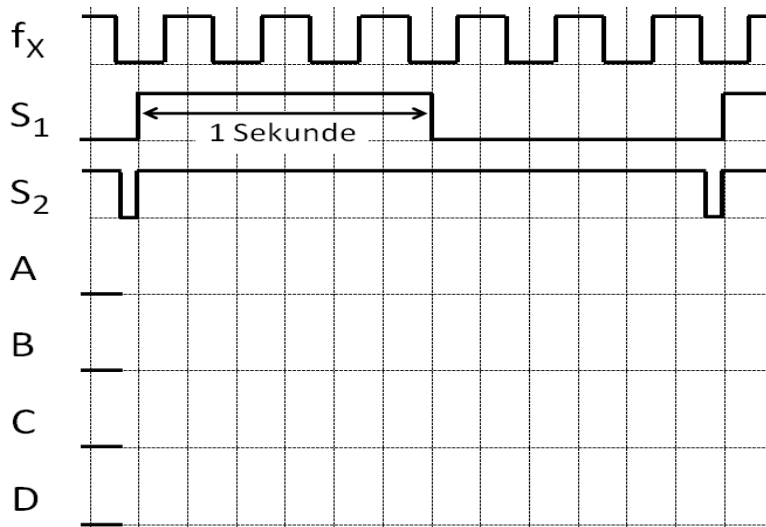
Aufgabe 2 (ca. 12 Punkte)

Die folgende Abbildung zeigt die Schaltung eines einfachen Frequenzzählers. Bei den Flipflops handelt es sich um positiv flankengetriggerte JK-Master-Slave-Flipflops. Der Zähler arbeitet nach dem folgenden Prinzip:

- a) Die Flipflops werden durch einen kurzen „Low-Impuls“ auf der Steuerleitung S_2 initialisiert.
- b) Anschließend wechselt die Steuerleitung S_1 für eine Sekunde auf „High“. Während dieser Zeit werden die am Eingang f_x eintreffenden Impulse gezählt.
- c) Schließlich kann der erreichte Zählerstand an den Ausgängen A, B, C und D abgelesen werden, bevor sich der gesamte Ablauf wiederholt.



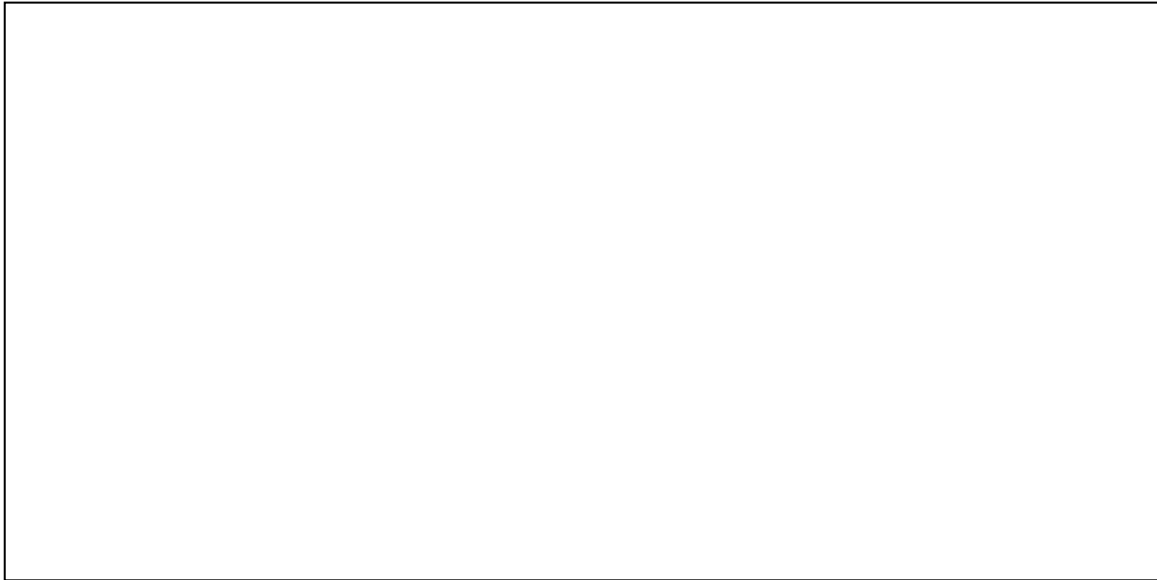
2.1. Vervollständigen Sie das folgende Zeitdiagramm für die Signale A, B, C und D.



2.2. Markieren Sie im Zeitdiagramm den Zeitbereich, während dessen der Zählerstand (= die gemessene Frequenz) abgelesen werden kann.

2.3. Welche maximale Frequenz kann mit dieser Schaltung gemessen werden? (Kurze Begründung!)

- 2.4. Erweitern Sie die abgebildete Schaltung, so dass auch Frequenzen von 50 Hz gemessen werden können. (Zeichnen Sie Ihre Erweiterung direkt in die abgebildete Schaltung hinein!)
- 2.5. Die Prioritätseingänge zum Rücksetzen der oben gezeigten Flipflops sind invertiert ausgeführt. Zum Rücksetzen der Flipflops müssen diese Eingänge also kurz auf „Low“ gesetzt werden. Nennen Sie einen Grund, warum solche **invertierten Prioritätseingänge** insbesondere bei Flipflops in TTL-Technologie („Transistor-Transistor-Logik“) vorteilhaft sein können.



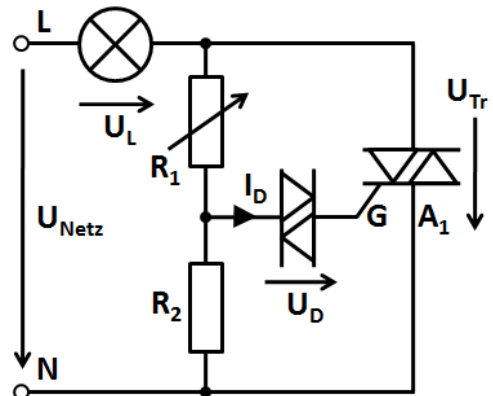
Aufgabe 3 (ca. 4 Punkte)

Die nebenstehende Abbildung zeigt eine Dimmerschaltung zur Einstellung der Helligkeit einer Glühlampe. Im unten dargestellten Zeitdiagramm ist der Verlauf der Netzspannung U_{Netz} wiedergegeben.

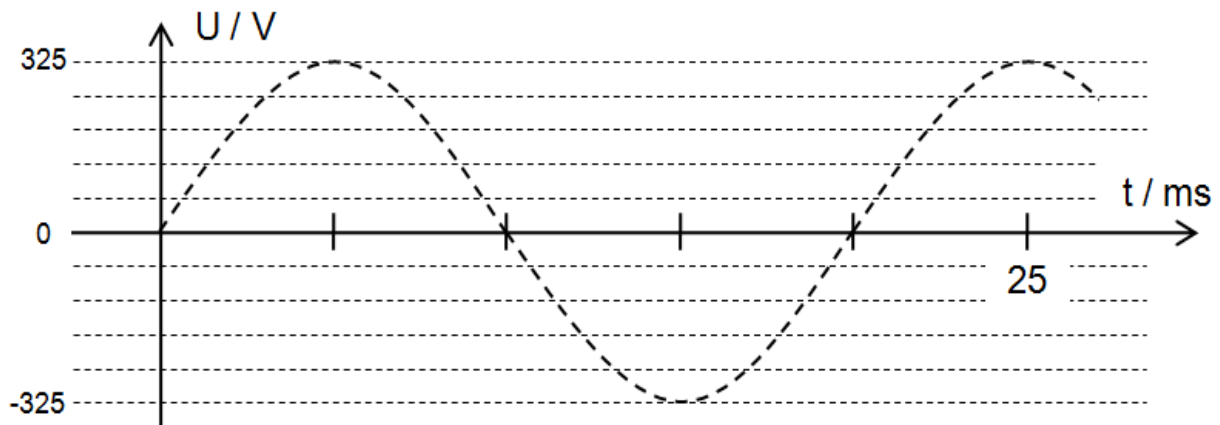
Der Widerstand R_1 ist so eingestellt, dass der Triac schlagartig in den leitenden Zustand übergeht, wenn die Netzspannung einen Betrag von 130V erreicht.

Hinweis: Die Widerstände R_1 und R_2 sind sehr viel größer als der Widerstand der Glühlampe.

Zeichnen Sie die folgenden Spannungsverläufe in das unten dargestellte Zeitdiagramm:

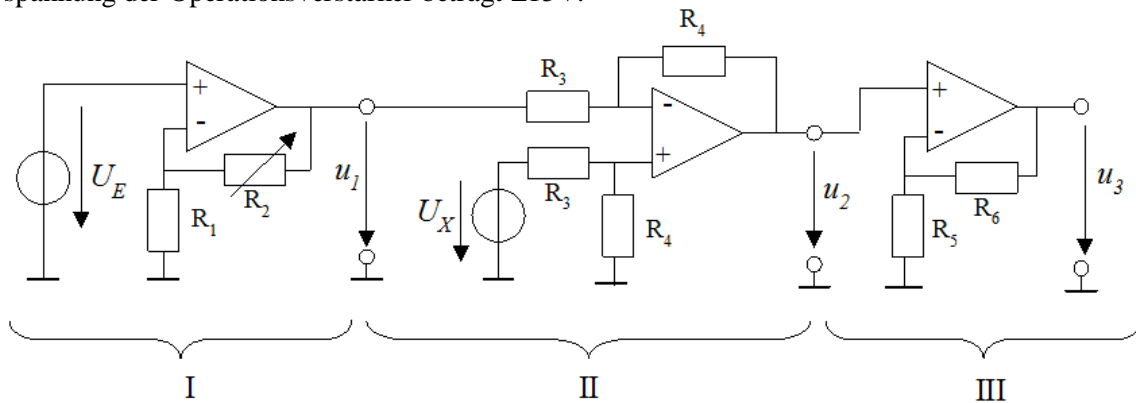


- 3.1. den Verlauf der Spannung U_{Tr} am Triac (in blauer Farbe),
- 3.2. den Verlauf der Spannung U_L an der Glühlampe (in roter Farbe)



Aufgabe 4 (ca. 15 Punkte)

Gegeben ist die nachstehende Schaltung mit idealen Operationsverstärkern. Die maximale Ausgangsspannung der Operationsverstärker beträgt $\pm 15\text{V}$.



- 4.1. Um welche Grundschaltungen handelt es sich bei den Stufen I, II und III? Geben Sie entweder eine möglichst genaue Beschreibung oder einen mathematischen Zusammenhang zwischen den Ein- und Ausgangsspannungen in Abhängigkeit von den angegebenen Widerständen an.

Stufe I:

Stufe II:

Stufe III:

- 4.2. **Verstärkerstufe I (mit $U_E = 5\text{V}$ – konstant! – und $R_1 = 10\text{ k}\Omega$):**

Der Widerstand R_2 ist temperaturabhängig. Es soll anhand der gegebenen zeitlichen Verläufe von Temperatur T am Widerstand R_2 und Spannung u_1 schrittweise eine Gleichung für $R_2(T)$ hergeleitet werden, indem die folgenden Unterpunkte gelöst werden:

- a) Erstellen Sie anhand der zeitlichen Verläufe von Temperatur T und Spannung u_1 (siehe Diagramm auf der nächsten Seite) eine Formel zur Berechnung von u_1 in Abhängigkeit von der Temperatur T . (Hinweis: linearer Zusammenhang zwischen Temperatur und Spannung!)

- b) Stellen Sie eine Gleichung zur Berechnung der Spannung u_1 in Abhängigkeit von R_2 auf.

- c) Setzen Sie die Ergebnisse für die Berechnung von u_1 aus Aufgabenteil a) und b) gleich und stellen Sie eine Gleichung auf, mit der Sie R_2 in Abhängigkeit von T berechnen können.

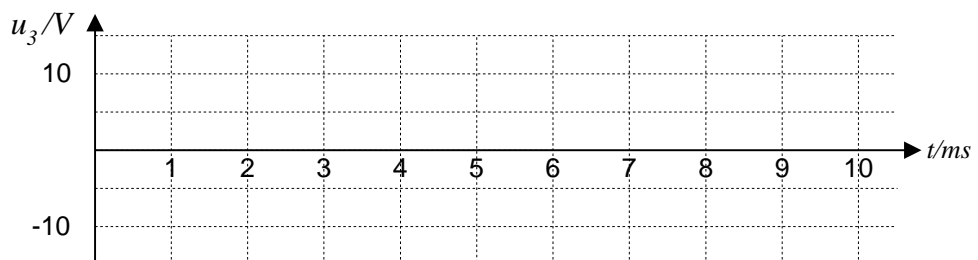
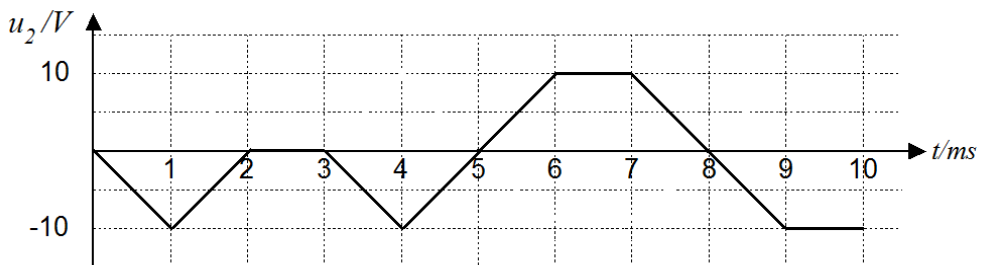
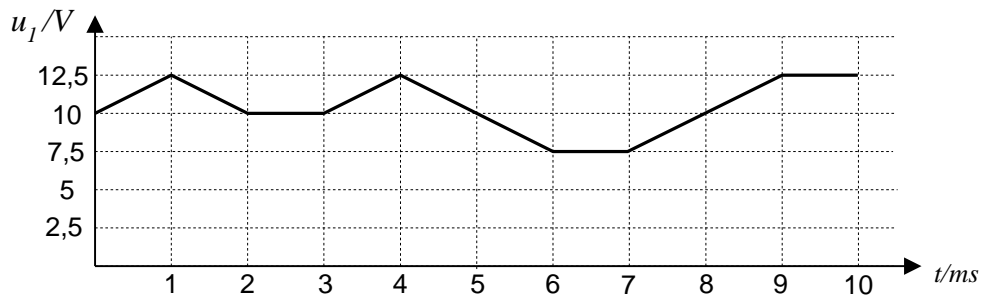
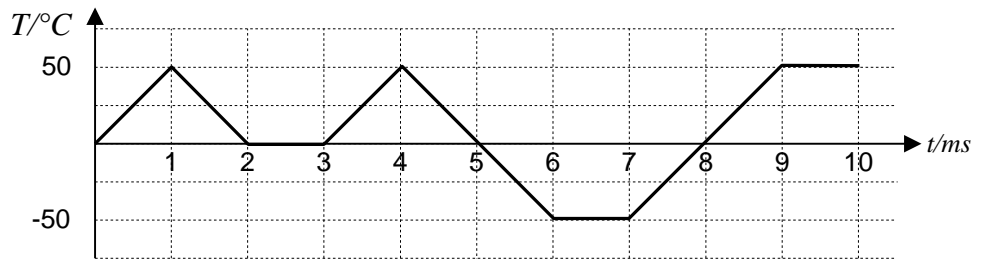
4.3. Verstärkerstufe II (mit $R_3 = 10\text{ k}\Omega$):

Welche Werte müssen die Widerstände R_3 und die (konstante!) Spannungsquelle U_x haben, damit sich bei vorgegebenem Verlauf von u_1 die angegebene Ausgangsspannung u_2 einstellt?

Unterpunkt 4.3 komplett gestrichen!!!

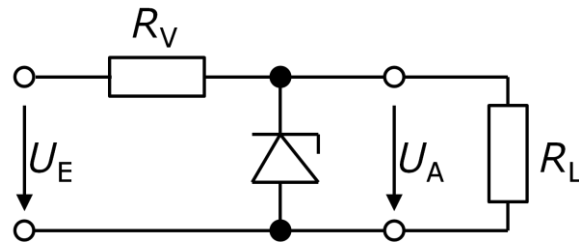
4.4. Verstärkerstufe III (mit $R_5 = 5\text{ k}\Omega$ und $R_6 = 10\text{ k}\Omega$):

Zeichnen Sie den zeitlichen Verlauf von u_3 in das Diagramm ein.

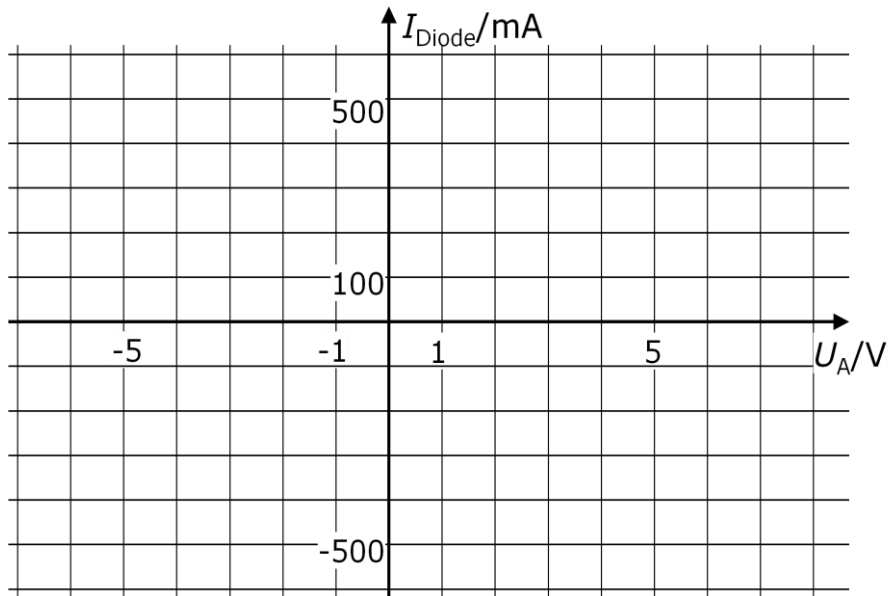


Aufgabe 5 (ca. 15 Punkte)

In der nebenstehenden Schaltung soll eine empfindliche Verstärkerschaltung (dargestellt durch den Widerstand R_L) durch eine Zenerdiode vor Überspannung geschützt werden. Die Parameter des linearisierten Ersatzschaltbildes der Zenerdiode sind $U_{Z0} = 5,5 \text{ V}$, $r_z = 2 \text{ }\Omega$, $U_f = 1,0 \text{ V}$ und $r_f = 1 \text{ }\Omega$.



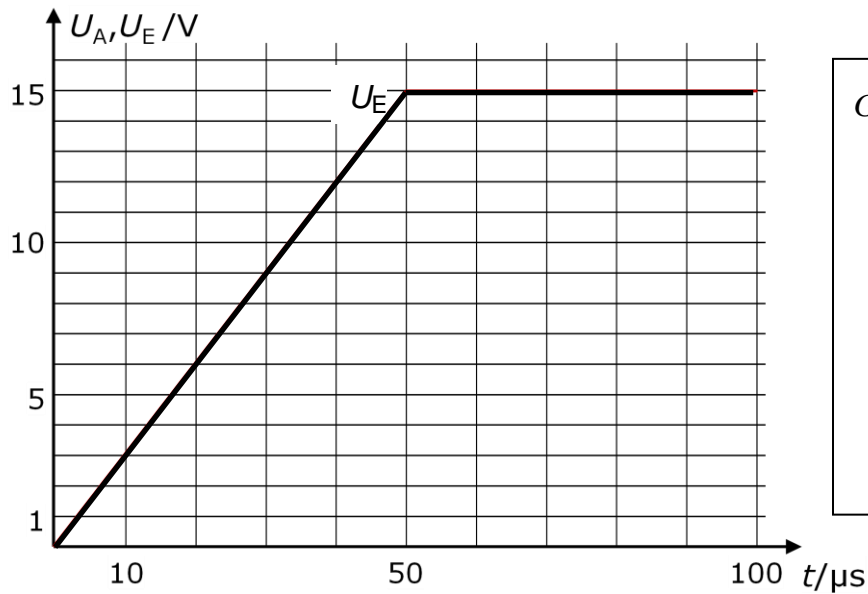
5.1. Zeichnen Sie die linearisierte ideale Kennlinie $I_{\text{Diode}} = f(U_A)$ in das Diagramm.



5.2. Die Eingangsspannung U_e kann maximal 15 V betragen. Dimensionieren Sie den Vorwiderstand R_V so, dass die Spannung über der Verstärkerschaltung (U_A) 7,5 V nicht überschreitet, **wenn kein Strom durch den Verstärker fließt** (Ersatzwert $R_V = 8 \text{ }\Omega$).

5.3. Welche Leistung geht am Vorwiderstand aus Unterpunkt 5.2 im „normalen“ Betriebsfall ($U_e = 5,0 \text{ V}$ und $R_L = 10 \text{ }\Omega$) in Form von Wärme verloren?

- 5.4. Zeichnen Sie für $R_L \rightarrow \infty$ die am Verstärker anliegende Spannung U_A für die zeitlich veränderliche Eingangsspannung U_E in das Zeit-Spannungs-Diagramm. Wie groß ist in diesem Fall der Glättungsfaktor?



$G =$

- 5.5. Die Verstärkerschaltung reagiert sehr empfindlich auf negative Eingangsspannungen, Spannungen mit $U_A < -1,0$ V sind kritisch. Am Netzteil können kurzzeitig Spannungen von $U_E = -3$ V auftreten. Wie groß ist die an der Verstärkerschaltung anliegende Spannung U_A in diesem Fall? (Hinweis: Es gilt weiterhin $R_L = 10 \Omega$)

- 5.6. Wie könnte die Schutzschaltung ergänzt werden, um die Spannung U_A auf $U_A > -1,0$ V zu limitieren (preiswerte Lösungen bevorzugt!). Ergänzen Sie dazu die Schaltung auf der vorherigen Seite.

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