



Name, Vorname: _____

Matr.Nr.: _____

Klausur "Elektrotechnik 1,2"

Fachnr. 8149, 8425 und 6132

am 10.07.1996

Aufg.	P _{max}	P
1	11	
2	15	
3	12	
4	16	
5	13	
6	16	
7	15	
8	10	
9	12	
10	10	
Σ	130	
N		

Hinweise zur Klausur:

Die zur Verfügung stehende Zeit beträgt 3 h.

Zugelassene Hilfsmittel sind:

- Taschenrechner
- Formelsammlung eigenhändig geschrieben auf maximal ein DIN A4- Blatt (beidseitig) **oder**
- in Vorlesung verteilte Formelsammlung von Prof. Küppers

Bitte lösen Sie die Aufgaben möglichst auf dem Aufgabenblatt oder auf der Rückseite des jeweils *davorliegenden* Blattes. Kennzeichnen Sie jede Lösungsseite mit der Aufgabennummer, zu der die Lösung gehört. Zusätzliche Lösungsblätter sind nicht zugelassen!

Kontrollieren Sie zunächst, ob alle Aufgaben in leserlicher Form vorhanden sind. Tragen Sie Name und Matrikelnummer ein.

Tip: Die Bearbeitung der Aufgaben in der gestellten Reihenfolge ist nicht notwendig; beginnen Sie doch einfach mit einer Aufgabe, die Sie gut lösen können!

Und nun wünsche ich Ihnen guten Erfolg!

Ihr

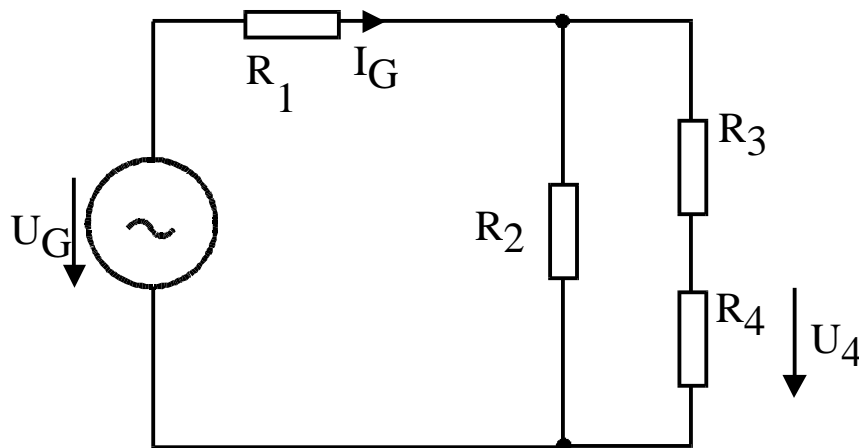
Einsichtnahme ist erfolgt am		
---------------------------------	--	--



Aufgabe 1

11 Punkte

Gegeben ist die folgende Schaltung wobei am Widerstand R_4 eine Spannung von 4V gemessen wurde.



$$U_4 = 4\text{V}$$

$$R_1 = 2\Omega$$

$$R_2 = 3,5\Omega$$

$$R_3 = 5\Omega$$

$$R_4 = 2\Omega$$

- Bestimmen Sie den von der Spannungsquelle abgegebenen Gesamtstrom I_G !
- Bestimmen Sie die von der Spannungsquelle abgegebene Leistung!

Lösung:

- $I_4 = U_4/R_4 = 4\text{V}/2\Omega = 2\text{A}$
 $U_3 = I_4 \cdot R_3 = 2\text{A} \cdot 5\Omega = 10\text{V}$
 $U_2 = U_3 + U_4 = 14\text{V}$
 $I_2 = U_2/R_3 = 14\text{V}/3,5\Omega = 4\text{A}$
 $I_G = I_2 + I_4 = 6\text{A}$
- $U_1 = R_1 \cdot I_G = 2\Omega \cdot 6\text{A} = 12\text{V}$
 $\text{P } U_G = 12\text{V} + 14\text{V} = 26\text{V}$
 $\text{P } P = U_G \cdot I_G = 6\text{A} \cdot 26\text{V} = 156\text{W}$

Achtung: Abschreiben überflüssig, Musterlösung liegt auch im Copyshop und ist auch per Internet downloadbar unter <http://home.t-online/home/guenter.schmitz/klausuren.htm>



Aufgabe 2

15 Punkte

Eine Glühbirne wird an 230V angeschlossen. Im ersten Moment nach dem Einschalten, also in kaltem Zustand ($T = 20^\circ\text{C}$) fließt ein Strom von 4,5 A.

- Berechnen Sie die im Moment des Einschaltens (= in kaltem Zustand) aufgenommene Leistung!
- Berechnen Sie die Leistung der Birne, nachdem der Wolframfaden seine Betriebstemperatur von 2500°C erreicht hat!
- Der Wolframdraht habe einen Durchmesser von $10\mu\text{m}$. Wie groß ist seine Länge?

Hinweis:

Temperaturkoeffizienten von Wolfram: $\alpha = 4,1 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1}$, $\beta = 1 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-2}$,

Spezifischer Widerstand von Wolfram $\rho_{20} = 0,055 \text{Ohmm}^2/\text{m}$

Lösung:

a) $P = U \cdot I = 4,5 \text{A} \cdot 230 \text{V} = 1035 \text{W}$

b) $R_{20} = U/I_{20} = 230 \text{V}/4,5 \text{A} = 51,1 \text{Ohm}$

$$\begin{aligned} R_{2500} &= R_{20}(1 + \alpha \Delta T + \beta \Delta T^2) \\ &= 51,1 \text{Ohm} \cdot (1 + 10,17 + 6,15) \\ &= 885 \text{Ohm} \end{aligned}$$

$$P = U^2/R = (230 \text{V})^2/885 \text{Ohm} = 60 \text{W}$$

c) $R_{20} = \rho_{20} \cdot l / A$ mit $A = \pi r^2 = 78,6 \cdot 10^{-12} \text{m}^2$

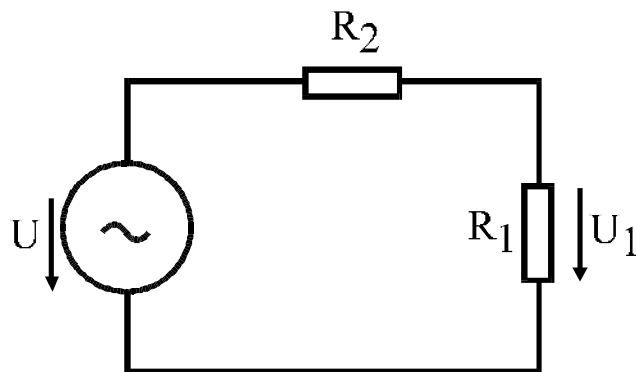
$$\begin{aligned} l &= R_{20}/\rho_{20} \cdot A = 51,1 \text{Ohmm} \cdot 78,6 \cdot 10^{-12} \text{m}^2 / 0,055 \text{Ohm} \cdot 10^{-6} \text{m}^2 \\ &= 7,22 \text{cm} \end{aligned}$$



Aufgabe 3

12 Punkte

Gegeben sei ein Spannungsteiler bestehend aus zwei Widerständen.



$$R_1 = 50\text{k}\Omega$$

$$R_2 = 200\text{k}\Omega$$

$$U = 100\text{V}$$

a) Berechnen Sie die Spannung U_1

Nun soll diese Spannung mit einem Meßinstrument gemessen werden, das einen Aufdruck $R_i = 10\text{k}\Omega/\text{V}$ trägt.

b) Zeichnen Sie die Schaltung, wie das Meßinstrument anzuordnen ist

c) Bestimmen Sie die angezeigte Spannung, wenn das Meßinstrument so eingestellt ist, daß der Vollausschlag sich bei 30V einstellen würde. Geben Sie den sich ergebenden Meßfehler in % an!

d)

Lösung:

a) $U_1 = R_1 / (R_1 + R_2) \cdot U = 50\text{k}\Omega / 250\text{k}\Omega \cdot U = 20\text{V}$

b) Voltmeter parallel zu R_1 schalten.

c) Der Innenwiderstand des Meßinstrumentes R_M beträgt im 30V-Bereich 300k Ω . Er liegt parallel zu R_1 , also muß in der Formel unter a) der Widerstand R_1 durch die Parallelschaltung von R_1 und R_M ersetzt werden: $R_p = 50 \cdot 300 / (50 + 300) \text{ k}\Omega = 42,9\text{k}\Omega$.

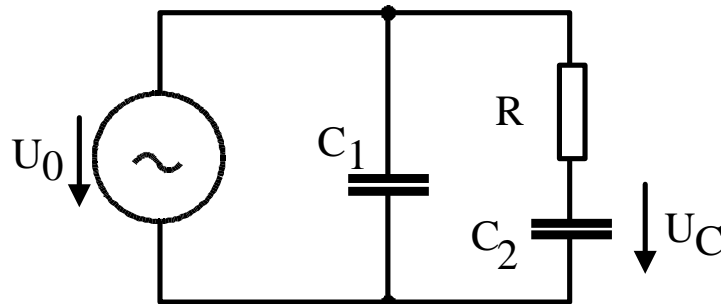
Somit ergibt sich U_1 gemäß der Formel unter a) zu 17,65V. Der prozentuale Fehler beträgt also 11,75%.



Aufgabe 4

16 Punkte

In der folgenden Schaltung ist die Spannung U_C gegeben.



$$C_1 = C_2 = 16\mu\text{F}$$

$$R = 200\Omega$$

$$U_C = 5\text{V}, 50\text{Hz}$$

Ermitteln Sie auf zeichnerischem Weg die Größe der Spannung U_0 sowie den Betrag und die Phase des von der Quelle gelieferten Stromes!

Lösung:

$$X_C = 1/\omega C = 1/(2\pi \cdot 50\text{Hz} \cdot 16 \cdot 10^{-6}\text{F}) = 200\Omega$$

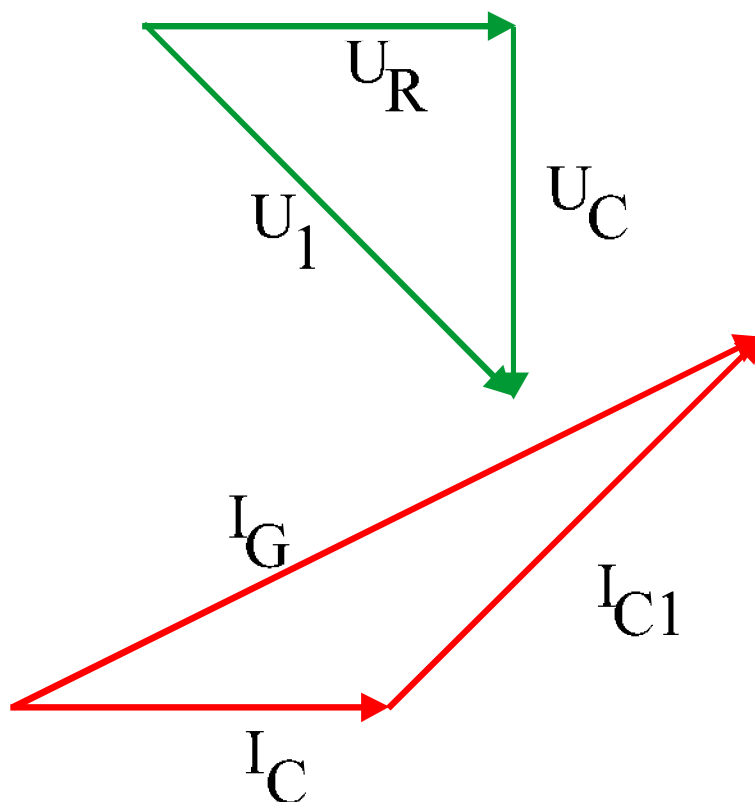
$$I_C = U_C/X_C = 5\text{V}/200\Omega = 25\text{mA}$$

$$U_R = I_C \cdot R = 25\text{mA} \cdot 200\Omega = 5\text{V}$$

$$\text{aus Zeichnung } U_1 = 7,1\text{V} = U_0 \quad (= \sqrt{2} \cdot 5\text{V})$$

$$I_1 = U_1/X_C = 35\text{mA}$$

$$\text{aus 2. Zeichnung ablesen: } \varphi = 72,5^\circ \text{ und } I_G = 55\text{mA}$$

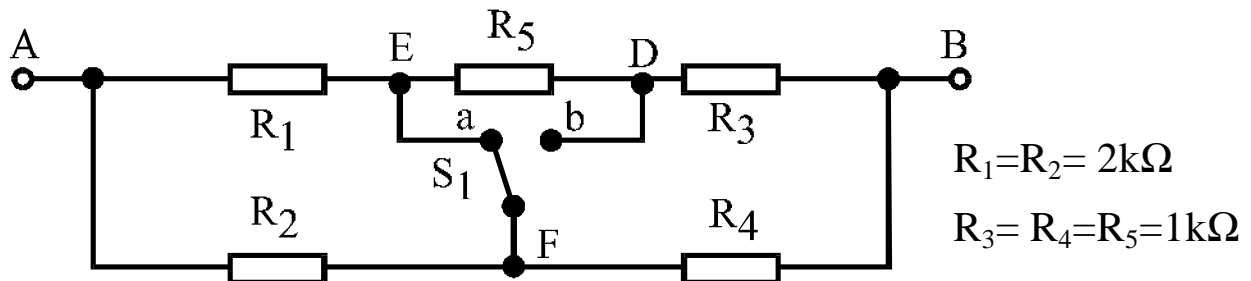




Aufgabe 5

13 Punkte

Gegeben ist die folgende Schaltung Bestehend aus 5 Widerständen und dem Schalter S1.



- Bestimmen Sie den Widerstand der Schaltung bezüglich der Klemmen A-B für den Fall, daß der Schalter sich in Stellung a befindet!
- Bestimmen Sie den Widerstand der Schaltung bezüglich der Klemmen A-B für den Fall, daß der Schalter sich in Stellung b befindet!
- Nun wird anstelle des Schalters S1 eine ideale Spannungsquelle zwischen die Punkte E und F mit einer Spannung von $U = 10\text{V}$ geschaltet. Ermitteln Sie nun die Elemente U_0 und R_i einer Ersatzspannungsquelle bezüglich der Punkte E und D!

Lösung:

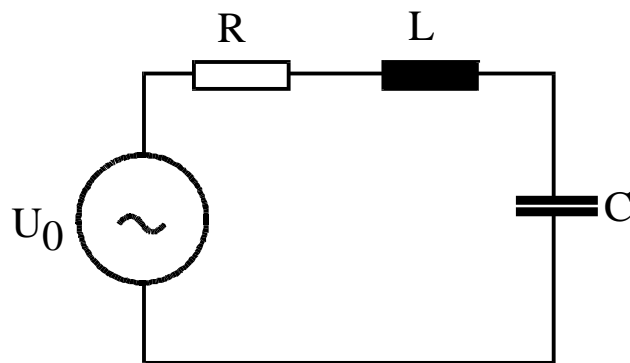
- $R_{AB} = R1//R2 + R4//(R5+R3) = (1+1//2)\text{kOhm} = 5/3\text{kOhm} = 1,66\text{kOhm}$
- $R_{AB} = R3//R4 + R2//(R1+R5) = (0,5+2//3)\text{kOhm} = 0,5\text{kOhm}+6/5\text{kOhm} = 1,7\text{kOhm}$
- $U_0 = R5/(R5+R3+R4) \cdot U = 1/3 \cdot U = 3,3\text{V}$
 $R_i = R5/(R3+R4) = 0,66\text{kOhm}$



Aufgabe 6

16 Punkte

Gegeben sei eine Schaltung nach Bild 5.



$$X_C = 10\Omega$$

$$X_L = 40\Omega$$

$$R = 40\Omega$$

$$U_0 = 200\text{V}, 50\text{Hz}$$

Bild 5

a) Wie groß ist die Spitzenspannung am Kondensator?

Hinweis: Versuchen Sie zunächst, den Strom in der Schaltung zu ermitteln!

b) wie muß die Frequenz der Versorgungsspannung geändert werden, so daß die Schaltung nur noch Wirkleistung aufnimmt?

c) Wie groß ist diese Wirkleistung?

Lösung:

a) $Z = \sqrt{R^2 + (X_C + X_L)^2} = \sqrt{40^2 + 30^2}\text{Ohm} = 50\text{Ohm}$

$$I = U_0/Z = 200\text{V}/50\text{Ohm} = 4\text{A}$$

$$U_C = I \cdot X_C = 4\text{A} \cdot 10\text{Ohm} = 40\text{V}$$

$$\hat{U}_C = \sqrt{2} \cdot 40\text{V} = 56,6\text{V}$$

b) X_L muß gleich X_C werden! Da L und C unveränderlich sind ändern sich X_L und X_C mit der Frequenz. Aus X_L und X_C bei 50Hz können zunächst L und C bestimmt werden: $L = X_L/\omega = 0,127\text{H}$ und $C = 1/(\omega X_C) = 320\text{mF}$. Dies wird nun in $X_L = X_C$ eingesetzt, um die gesuchte Frequenz f_0 zu bestimmen:

$$\omega_0 \cdot L = 1/(\omega_0 C) \Rightarrow \omega_0^2 = 1/(LC) \text{ bzw. } f_0^2 = 1/((2\pi)^2 LC) = 25\text{Hz}$$

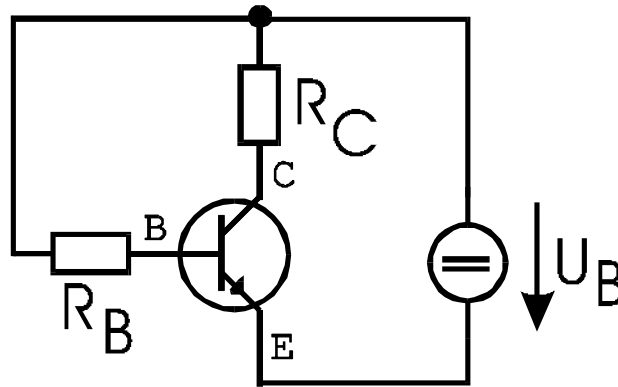
c) $P = U_0^2/R = (200\text{V})^2/40\text{Ohm} = 1\text{kW}$



Aufgabe 7

15 Punkte

Gegeben ist eine Transistorschaltung nach Bild 7.1. Das idealisierte Kennliniendiagramm des verwendeten Transistors ist in Bild 7.2 wiedergegeben.



$$U_B = 20\text{V}$$

$$R_C = 2\text{k}\Omega$$

$$R_B = 1\text{M}\Omega$$

Bild 7.1

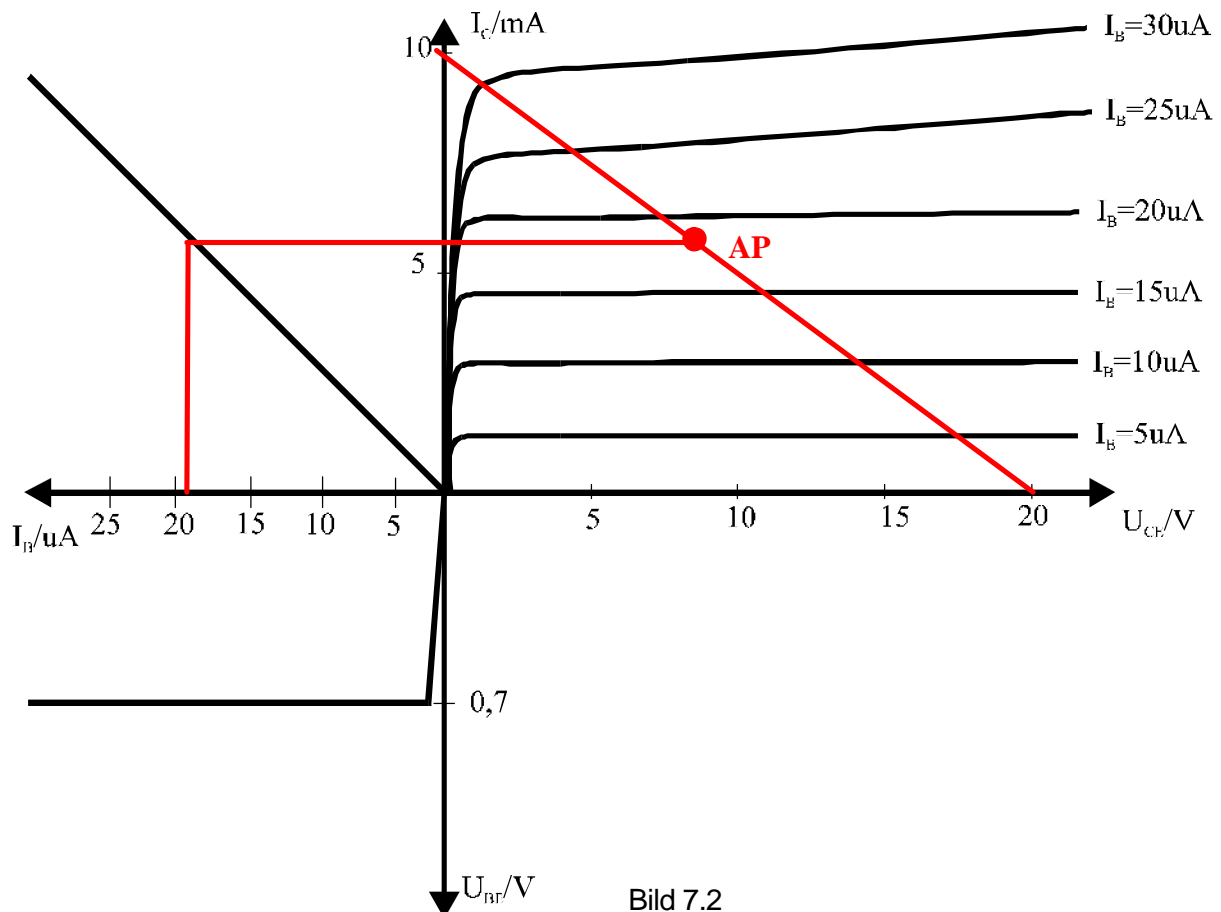


Bild 7.2

- Zeichnen Sie die sich ergebende Widerstandsgerade in das Ausgangskennlinienfeld ein!
- Bestimmen Sie den sich ergebenden Basisstrom!
- Ermitteln Sie den Arbeitspunkt des Transistors und zeichnen diesen in das Kennlinienfeld ein!
- Geben Sie die sich in der Schaltung einstellende Kollektor- Emitterspannung U_{CE} sowie den sich ergebenden Kollektorstrom I_C an!

Lösung:



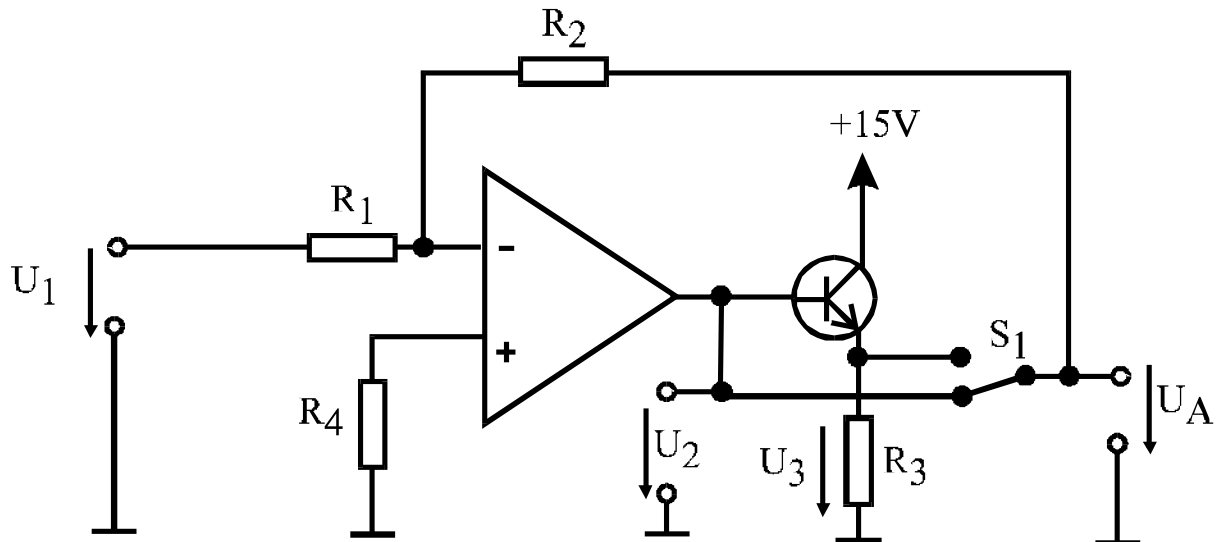
- a) **siehe Zeichnung**
- b) **$U(R_B) = U_B - U_{BE} = 20V - 0,7V = 19,3V$
 $I_B = U(R_B)/R_B = 19,3mA$**
- c) **siehe Zeichnung**
- d) **aus Zeichnung: $U_{CE} = 8V, I_C = 5,7mA$**



Aufgabe 8

10 Punkte

Gegeben sei eine Verstärkerschaltung mit einem idealen Operationsverstärker gemäß der folgenden Abbildung:



Werte: $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 2 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 2 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 5 \text{ k}\Omega$, $U_1 = -4 \text{ V}$

- Berechnen Sie die Ausgangsspannung U_A der Schaltung für den Fall, daß der Schalter sich in der unteren Stellung befindet.
- Wie groß ist dann die Spannung U_3 ? (Voraussetzung: idealisierter Transistoreingangskennlinie mit $U_{BE} = 0,7 \text{ V}$ für $I_B > 0$)
- Berechnen Sie die Ausgangsspannung U_A der Schaltung für den Fall, daß der Schalter sich in der oberen Stellung befindet.
- Wie groß ist dann die Spannung U_2 ? (Voraussetzung: idealisierter Transistoreingangskennlinie mit $U_{BE} = 0,7 \text{ V}$ für $I_B > 0$)

Lösung:

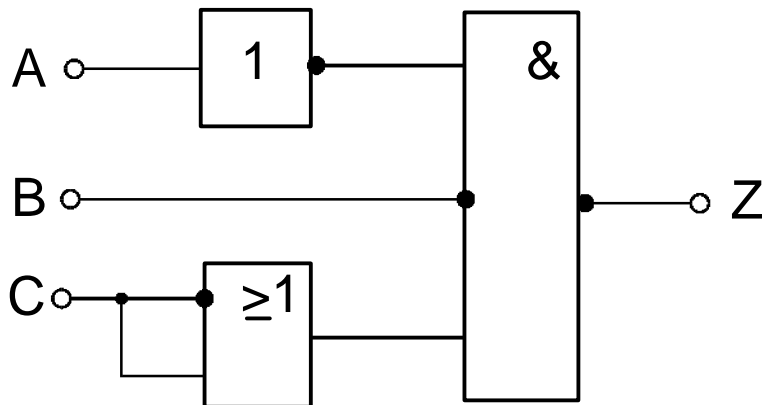
- $U_A = -v \cdot U_1 = -R_2/R_1 \cdot (-4 \text{ V}) = 8 \text{ V}$
- $U_3 = U_A - U_{BE} = 8 \text{ V} - 0,7 \text{ V} = 7,3 \text{ V}$
- $U_A = -v \cdot U_1 = -R_2/R_1 \cdot (-4 \text{ V}) = 8 \text{ V}$
- $U_2 = U_A + U_{BE} = 8 \text{ V} + 0,7 \text{ V} = 8,7 \text{ V}$



Aufgabe 9

12 Punkte

Gegeben sei die folgende Logikschaltung:



- Stellen Sie die vollständige Boolesche Gleichung (logische Funktion) für Z auf!
- Vereinfachen Sie diese Gleichung!
- Stellen Sie die Wahrheitstabelle für diese Gleichung auf!
- Skizzieren Sie eine Schaltung mit Kontakten, wenn eine beliebige Anzahl Relais mit Öffnern und Schließern vorhanden ist. Nehmen Sie an, daß Z eine Leuchte sei, die bei logisch '1' leuchtet und bei logisch '0' spannungslos ist!

Lösung:

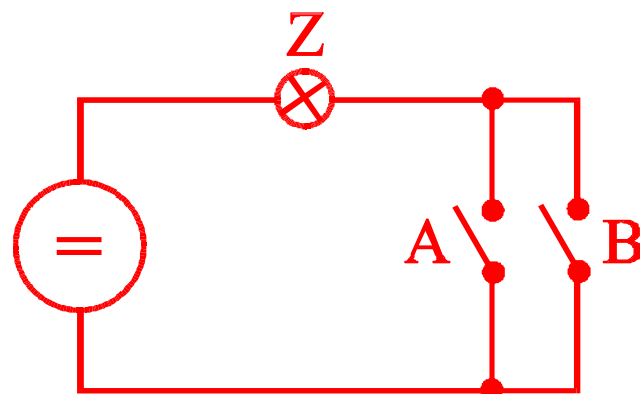
a) $Z = \overline{\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot (C + \overline{C})}$

b) $Z = \overline{\overline{A} \cdot \overline{B}} = A + B$

c)

A	B	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

d)





Aufgabe 10a (FB8)

10 Punkte

Eine elektrische Maschine ist an die drei Phasen eines 3-Phasennetzes angeschlossen. In einem der Leiter wird ein Strom von mit einem $\cos\varphi$ von 0,9 gemessen. Die Außenleiterspannung U_{Δ} beträgt 400V.

Werte: $U_{\Delta} = 400\text{V}$; $I_L = 20\text{A}$; $\cos\varphi=0,9$.

a) Berechnen Sie die von der Maschine aufgenommene Wirkleistung!

Die Maschine wird an 200 Tagen im Jahr täglich 10 Stunden betrieben.

b) Berechnen Sie den an das Energieversorgungsunternehmen zu zahlenden jährlichen Betrag, wenn die Kosten pro kWh Wirkleistung 0,25 DM und pro kvar Blindleistung 0,05 DM betragen!

Lösung:

$$S = \sqrt{3} \cdot U_D \cdot I_L = \sqrt{3} \cdot 400\text{V} \cdot 20\text{A} = 13,9\text{kW}$$

$$P = S \cdot \cos\varphi = 12,5\text{kW}$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{S^2(1 - \cos^2\varphi)} = 6,06\text{kvar}$$

$$t = 2000\text{h}$$

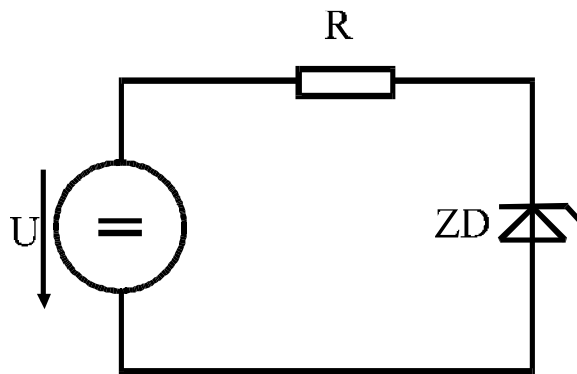
$$\text{also Kosten} = 2000\text{h} \cdot (6,06\text{kvar} \cdot 0,05\text{DM/kvarh} + 12,5\text{kW} \cdot 0,25\text{DM/kWh}) = \underline{\underline{6856.-DM}}$$



Aufgabe 10b (FB6)

10 Punkte

Gegeben sei die im folgenden Bild dargestellte Schaltung mit einer 5V- Zenerdiode.



$$R = 1\text{k}\Omega$$

$$ZD = 5\text{V Zenerdiode}$$

a) Bestimmen Sie die Leistungsaufnahme der Zenerdiode für den Fall, daß die Versorgungsspannung $U = +9\text{V}$ beträgt!

Nun wird die Polung der Versorgungsspannung geändert!

b) Bestimmen Sie nun die Verlustleistung in der Zenerdiode. Diesmal beträgt die Spannung der Quelle $U = -9\text{V}$!

Lösung:

a) $U_{Z+} = 5\text{V}$

$$U(R) = U - U_{Z+} = 4\text{V} \quad I = U(R)/R = 4\text{V}/1\text{k}\Omega = 4\text{mA}$$

$$P = I \cdot U_{Z+} = 20\text{mW}$$

b) $U_Z = -0,7\text{V}$

$$U(R) = U - U_Z = -8,3\text{V} \quad I = U(R)/R = 8,3\text{V}/1\text{k}\Omega = -8,3\text{mA}$$

$$P = I \cdot U_Z = 5,8\text{mW}$$