



Studentenmitteilung

1. Semester - WS 2002

Abt. Technische Informatik
Gerätebeauftragter
Dr. rer.nat. Hans-Joachim Lieske
Tel.: [49]-0341-97 32213
Zimmer: HG 02-37
e-mail: lieske@informatik.uni-leipzig.de
www: <http://www.ti-leipzig.de/~lieske/>
Sprechstunde: Mi. 14⁰⁰ – 15⁰⁰

Datum: 6. November 2002

Aufgaben zu Übung Grundlagen der Technischen Informatik 1

1. Aufgabenkomplex

Physikalische Grundlagen der Elektronik

Aufgabenkomplex - 1. Aufgabe

Mechanische und elektrische Größen am Plattenkondensator

Die beiden Platten des Plattenkondensators ziehen sich mit einer Kraft von 10mN an. Er befindet sich im Vakuum. Dabei soll sich die negative Ladung auf der B-Platte befinden. Zur Vereinfachung wird angenommen, dass sich die Ladungen gleichmäßig verteilt auf den Oberflächen befinden.

Werte:

$$F_{AB} = 10\text{mN}$$

$$d = 1\text{mm}$$

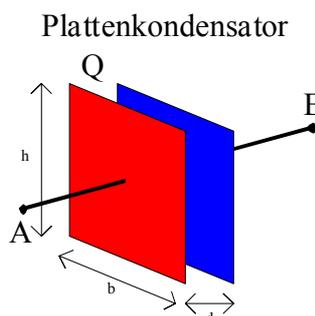
$$b = 100\text{mm}$$

$$h = 200\text{mm}$$

$$\epsilon_r = 1 \quad (\text{Vakuum})$$

$$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$$

$$e_0 = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{C}$$



Gesamtpunktzahl: 10 Punkte

Bestimmen Sie:

1. die Ladung Q_A und Q_B auf der Platte A und B. **3 Punkte**
2. die Anzahl der Elektronen n auf der Platte B, die mehr als im ungeladenen Zustand auf der Platte sind. **3 Punkte**

3. die Kapazität C des Plattenkondensators.
4. die Spannung U zwischen den Platten.

2 Punkte
2 Punkte

<p><i>Formel :</i></p> $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_r\epsilon_0} \cdot \frac{Q_A \cdot Q_B}{d^2}$ $Q_A = -Q_B = \sqrt{ Q_A \cdot Q_B }$ $Q = Q_A = -Q_B $ $Q = n \cdot e_0$ $C = \epsilon_r\epsilon_0 \cdot \frac{A}{d} = \epsilon_r\epsilon_0 \cdot \frac{b \cdot h}{d}$ $Q = C \cdot U$
--

<p><i>Maßeinheiten :</i></p> $[U] = V$ $[Q] = C = As$ $[C] = F = \frac{As}{V}$ $[d] = [l] = [h] = m$ $[\epsilon_r] = - - - -$ $[\epsilon_0] = \frac{As}{Vm}$ $[F] = N = \frac{kgm}{s^2} = \frac{Ws}{m}$ <p><i>Dies erhält man über die Energie :</i></p> $[W] = 1J = 1Ws = 1Nm = 1 \frac{kgm^2}{s^2}$

Bemerkung:

Beim geladenen Kondensator befinden sich auf beiden Seiten der gleiche Betrag der Ladung nur mit unterschiedlichen Vorzeichen.

Der Abstand der Ladungen definiert sich durch den Abstand der Ladungsmittelpunkte, der aufgrund der einfachen Geometrie den Wert d hat.

Für die Berechnung Anzahl der Spannung wird nur der Betrag der Ladung einer Platte benutzt.

Dies hängt mit der Halbierung der Fläche bei der Berechnung von E zusammen (siehe: Schiffmann, Schmitz).

Im ungeladenen Zustand befinden sich natürlich auch viele Elektronen auf den Platten, deren Ladung wird aber durch eine äquivalente Menge positiver Ladungen, im allgemeinen Protonen, kompensiert. Für die Angabe der Anzahl der Elektronen sind keine Präfixe erforderlich. Es wird mit dem Betrag der Ladung gearbeitet.

1. Aufgabenkomplex - 2. Aufgabe

Elektrische Eigenschaften eines Widerstandsdrahtes

Gegeben ist ein rechteckiger Draht. Durch die Fläche A soll in der Zeit t die Ladung Q mit konstanter Geschwindigkeit wandern.

Werte:

$$Q = 400 \text{ mC}$$

$$t = 4 \text{ s}$$

$$b = 0,1 \text{ mm}$$

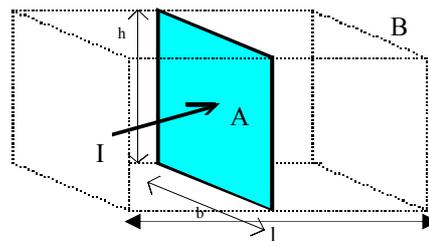
$$h = 0,2 \text{ mm}$$

$$l = 2 \text{ m}$$

$$\rho_{\text{Eisen}} = 0,1 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$$

$$e_0 = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Leiterquerschnitt



Gesamtpunktzahl: 10 Punkte

Bestimmen Sie:

- den Strom I, der während der Zeit t fließt. **1 Punkt**
- die Anzahl der Elektronen n, die während der Zeit t durch die Fläche fließen. **1 Punkt**
- den Widerstand R des Drahtes. **2 Punkte**
- die Spannung U, die während der Zeit t über dem Draht abfällt. **2 Punkte**
- die Leistung P die der Draht verbraucht. **2 Punkte**
- die Energie W die der Widerstand in der Zeit t umsetzt. **2 Punkte**

Formel:

$$U = I \cdot R$$

$$R = \frac{U}{I} = \rho \cdot \frac{l}{A}$$

$$\text{mit } A = b \cdot h$$

$$I = \frac{Q}{t}$$

$$P = U \cdot I$$

$$W = P \cdot t = U \cdot I \cdot t$$

$$Q = n \cdot e_0$$

Maßeinheiten:

$$[U] = V \quad [I] = A$$

$$[Q] = C = As$$

$$[R] = \Omega = \frac{V}{A}$$

$$[P] = W = VA$$

$$[W] = J = Ws = VAs$$

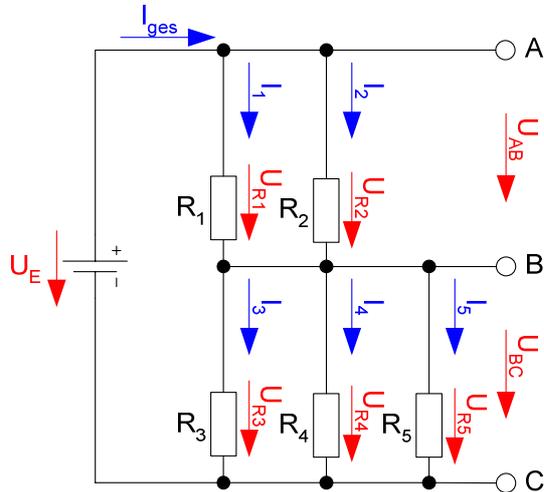
$$[\rho] = \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$$

1. Aufgabenkomplex - 3. Aufgabe

Spannungen und Ströme am Mehrfachstromteiler

Eine Konfiguration von Widerständen wird an die Gleichspannung U_E angeschlossen.

Werte:
 $U_E = 10V$
 $R_1 = 3,0k\Omega$
 $R_2 = 5,0k\Omega$
 $R_3 = 1,5k\Omega$
 $R_4 = 2,0k\Omega$
 $R_5 = 500\Omega$



Gesamtpunktzahl: 10 Punkte

Bestimmen Sie:

- | | |
|---|-----------------|
| 1. den Ersatzwiderstand zwischen A und B - $R_{ABers} = R_1 R_2$ | 1 Punkt |
| 2. den Ersatzwiderstand zwischen B und C - $R_{BCers} = R_3 R_4 R_5$ | 1 Punkt |
| 3. den Ersatzwiderstand zwischen A und C - $R_{ACers} = R_1 R_2 + R_3 R_4 R_5$ | 1 Punkt |
| 4. den Strom I_{ges} | 1 Punkt |
| 5. die Spannungen U_{AB} , U_{BC} und U_{AC} | 1 Punkt |
| 6. die Spannungen $U_{R1} \dots U_{R5}$ | 1 Punkt |
| 7. den Ströme $I_{R1} \dots I_{R5}$ | 2 Punkte |
| 8. den Leistungsverbrauch $P_{R1} \dots P_{R5}$ der Widerstände | 2 Punkte |

Das Zeichen $||$ bedeutet Parallelschaltung von Widerständen.
 Die Werte sind ohne die Determinantenmethode auszurechnen.

Formel:
 $U = I \cdot R$
 $P = U \cdot I$
 $R_1 || R_2 = \left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right]^{-1} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$
 Reihenschaltung von Widerständen:
 $R_{ers} = \sum_{k=1}^n R_k \quad U_{ges} = \sum_{k=1}^n U_k \quad I_1 = I_2 = \dots = I_n$
 Parallelschaltung von Widerständen:
 $\frac{1}{R_{ers}} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{R_k} \quad I_{ges} = \sum_{k=1}^n I_k \quad U_1 = U_2 = \dots = U_n$

Maßeinheiten:
 $[U] = V \quad [I] = A$
 $[R] = \Omega = \frac{V}{A}$
 $[P] = W = VA$

Bemerkung:

Für alle Aufgaben gilt:

- 1. In allen Formeln sind die Maßeinheiten mitzuschleifen.**
- 2. Bei den Endergebnissen sind die Maßeinheiten zu verwenden, die, wenn vorhanden, aus einem Buchstaben bestehen. Während der Rechnung können Sie nach eigenem Ermessen verfahren.**
- 3. Bei den Endergebnissen sind die $10^{\pm 3}$ Präfixe konsequent zu verwenden. Während der Rechnung können Sie nach eigenem Ermessen verfahren.
Präfixe nur verwenden, wenn eine Maßeinheit dahinter ist.**
- 4. Alle Aufgaben auf insgesamt 4 Stellen genau berechnen, wenn in Aufgabe nicht anders angegeben.**
- 5. Die Aufgaben sind zu nummerieren, auch die Teilaufgaben.**
- 6. Der Rechenweg muß ersichtlich sein. Gegebenenfalls das Schmierblatt anheften.**
- 7. Jedes Blatt ist wie folgt zu nummerieren Seite/Gesamtzahl der Seiten (z.B. Seite 6/8)**

Nichtbeachtung wird mit Punktabzug geahndet!

Präfixe zur Kennzeichnung des Vielfachen von gesetzlichen Einheiten (dezimal)		
Zeichen	Faktor	Bezeichnung
Y	10^{24}	Yotta
Z	10^{21}	Zetta
E	10^{18}	Exa
P	10^{15}	Peta
T	10^{12}	Tera
G	10^9	Giga
M	10^6	Mega
k	10^3	Kilo
m	10^{-3}	Milli
μ	10^{-6}	Mikro
n	10^{-9}	Nano
p	10^{-12}	Piko
f	10^{-15}	Femto
a	10^{-18}	Atto
z	10^{-21}	Zepto
y	10^{-24}	Yokto
Weniger gebräuchlich nur zu Information		
h	10^2	Hekto
da	10^1	Deka
d	10^{-1}	Dezi
c	10^{-2}	Zenti

Umgang mit den Präfixen am Beispiel einer 4 stelligen Genauigkeit:

--- , - Präfix Maßeinheit

-- , -- Präfix Maßeinheit

-, --- Präfix Maßeinheit

Beispiele:

216,4 μ F; 33,45kHz; 2,456M Ω ; 7,482A

Lösung:

1. Aufgabenkomplex - 1. Aufgabe

Mechanische und elektrische Größen am Plattenkondensator

1. Bestimmen Sie die Ladung Q_A und Q_B auf der Platte A und B.

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_r\epsilon_0} \cdot \frac{Q_A \cdot Q_B}{d^2} \Rightarrow Q_A \cdot Q_B = 4\pi\epsilon_r\epsilon_0 \cdot d^2 \cdot F$$

mit $Q_A = -Q_B = \sqrt{|Q_A \cdot Q_B|}$ folgt:

$$Q_A = \sqrt{|4\pi\epsilon_r\epsilon_0 \cdot d^2 \cdot F|}$$

$$F = 10\text{mN} \quad d = 1\text{mm} \quad \epsilon_r = 1 \quad (\text{Vakuum}) \quad \epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$$
$$Q_A = \sqrt{\left| 4\pi \cdot 1 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot (1\text{mm})^2 \cdot 10\text{mN} \right|}$$

mit $1\text{N} = 1 \frac{\text{Ws}}{\text{m}} = 1 \frac{\text{VAs}}{\text{m}}$ folgt:

$$Q_A = \sqrt{\left| 4\pi \cdot 1 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot (1\text{mm})^2 \cdot 10\text{m} \left[\frac{\text{VAs}}{\text{m}} \right] \right|}$$
$$= \sqrt{\left| 4\pi \cdot 1 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot 10^{-6} \text{m}^2 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \frac{\text{VAs}}{\text{m}} \right|} = \sqrt{\left| 4\pi \cdot 1 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \text{As} \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^{-3} \text{As} \right|}$$
$$= \sqrt{\left| 4\pi \cdot 1 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \text{As} \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^{-3} \text{As} \right|} = \sqrt{\left| 4\pi \cdot 8,854 \cdot 10^{-20} \text{C}^2 \right|} = \sqrt{\left| 1111,3 \cdot 10^{-20} \text{C}^2 \right|}$$
$$= 10,55 \cdot 10^{-10} \text{C} = 1,055 \cdot 10^{-9} \text{C} = 1,055 \text{nC}$$
$$Q_A = 1,055 \text{nC}$$
$$Q_B = -Q_A = -1,055 \text{nC}$$

2. Bestimmen Sie die Anzahl der Elektronen n auf der Platte B, die mehr als im ungeladenen Zustand auf der Platte sind.

$$Q = n \cdot e_0 \Rightarrow n = \frac{Q}{e_0}$$

$$Q = 1,055 \text{nC} \quad e_0 = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{C}$$
$$n = \frac{1,055 \text{nC}}{1,602 \cdot 10^{-19} \text{C}} = \frac{1,055 \cdot 10^{-9} \text{C}}{1,602 \cdot 10^{-19} \text{C}} = \frac{1,055 \cdot 10^{10}}{1,602} = \frac{10,55 \cdot 10^9}{1,602} = 6,586 \cdot 10^9$$
$$n = 6,586 \cdot 10^9 \text{ Elektronen}$$

3. Bestimmen Sie die Kapazität C des Plattenkondensators.

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d} = \epsilon_r \epsilon_0 \cdot \frac{b \cdot h}{d}$$

$$b = 100\text{mm} \quad h = 200\text{mm} \quad d = 1\text{mm} \quad \epsilon_r = 1 \quad (\text{Vakuum}) \quad \epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$$
$$C = 1 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot \frac{100\text{mm} \cdot 200\text{mm}}{1\text{mm}} = 1 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot \frac{0,1\text{m} \cdot 200\text{mm}}{1\text{mm}}$$
$$= 8,854 \cdot 10^{-12} \cdot 20 \frac{\text{As}}{\text{V}} = 177,1\text{pF}$$

4. Bestimmen Sie die Spannung U zwischen den Platten.

$$Q = C \cdot U \Rightarrow U = \frac{Q}{C}$$

$$Q = 1,055\text{nC} \quad C = 177,1\text{pF}$$
$$U = \frac{1,055\text{nC}}{177,1\text{pF}} = \frac{1,055 \cdot 10^{-9} \text{As}}{177,1 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{V}}} = \frac{1055 \cdot 10^{-12}}{177,1 \cdot 10^{-12}} \text{V} = 5,957\text{V}$$

2. Aufgabenkomplex - 2. Aufgabe

Elektrische Eigenschaften eines Widerstandsdrahtes

1. Bestimmen Sie den Strom I, der während der Zeit t fließt.

$$I = \frac{Q}{t}$$

$$Q = 400mC \quad t = 4s$$
$$I = \frac{400mC}{4s} = 100mA$$

2. Bestimmen Sie die Anzahl der Elektronen n, die während der Zeit t durch die Fläche fließen.

$$Q = n \cdot e_0 \Rightarrow n = \frac{Q}{e_0}$$

$$Q = 400mC \quad e_0 = 1,602 \cdot 10^{-19} C$$
$$n = \frac{400mC}{1,602 \cdot 10^{-19} C} = \frac{400 \cdot 10^{-3} C}{1,602 \cdot 10^{-19} C} = \frac{4 \cdot 10^{-1}}{1,602 \cdot 10^{-19}} = \frac{4 \cdot 10^{+18}}{1,602} = 2,497 \cdot 10^{18}$$
$$n = 2,497 \cdot 10^{18} \text{ Elektronen}$$

3. Bestimmen Sie den Widerstand R des Drahtes.

$$R = \frac{U}{I} = \rho \cdot \frac{l}{A} \quad \text{mit } A = b \cdot h$$

$$\rho_{\text{Eisen}} = 0,1 \frac{\Omega mm^2}{m} \quad l = 2m \quad b = 0,1mm \quad h = 0,2mm$$
$$A = 0,1mm \cdot 0,2mm = 0,02mm^2$$
$$R = 0,1 \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot \frac{2m}{0,02mm^2} = 1 \cdot 10^{-1} \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot \frac{2m}{2 \cdot 10^{-2} mm^2} = 1 \cdot 10^{-1} \cdot \frac{2 \cdot 10^2}{2}$$
$$= 10\Omega$$

4. Bestimmen Sie die Spannung U , die während der Zeit t über dem Draht abfällt.

$$U = I \cdot R$$

$$I = 100mA \quad R = 10\Omega$$

$$U = 100mA \cdot 10\Omega = 1V$$

5. Bestimmen Sie die Leistung P die der Draht verbraucht.

$$P = U \cdot I$$

$$U = 1V \quad I = 100mA$$

$$P = 1V \cdot 100mA = 100mVA = 100mW$$

6. Bestimmen Sie die Energie W die der Widerstand in der Zeit t umsetzt.

$$W = P \cdot t = U \cdot I \cdot t$$

$$P = 100mW \quad t = 4s$$

$$W = 100mW \cdot 4s = 400mWs = 400mJ$$

1. Aufgabenkomplex - 3. Aufgabe

Spannungen und Ströme am Mehrfachstromteiler

Bestimmen Sie:

1. Bestimmen Sie den Ersatzwiderstand zwischen A und B - $R_{ABers} = R_1 \parallel R_2$

$$R_{ABers} = R_1 \parallel R_2 = \left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right]^{-1} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_1 = 3,0k\Omega \quad R_2 = 5,0k\Omega$$

$$R_{ABers} = \frac{3,0k\Omega \cdot 5,0k\Omega}{3,0k\Omega + 5,0k\Omega} = \frac{15,0(k\Omega)^2}{8,0k\Omega} = 1,875k\Omega$$

2. Bestimmen Sie den Ersatzwiderstand zwischen B und C - $R_{BCers} = R_3 \parallel R_4 \parallel R_5$

$$R_{BCers} = R_3 \parallel R_4 \parallel R_5 = \left[\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} \right]^{-1}$$

$$R_3 = 1,5k\Omega \quad R_4 = 2,0k\Omega \quad R_5 = 500\Omega$$

$$R_{BCers} = \left[\frac{1}{1,5k\Omega} + \frac{1}{2,0k\Omega} + \frac{1}{500\Omega} \right]^{-1} = [666,7\mu S + 500\mu S + 2mS]^{-1} = [3,167mS]^{-1}$$
$$= \frac{1}{3,167mS} = 0,3158 \cdot 10^3 = 315,8\Omega$$

3. Bestimmen Sie den Ersatzwiderstand zwischen A und C - $R_{ACers} = R_1 \parallel R_2 + R_3 \parallel R_4 \parallel R_5$

$$R_{ACers} = R_{ABers} + R_{BCers}$$

$$R_{ABers} = 1,875k\Omega \quad R_{BCers} = 315,8\Omega$$

$$R_{ACers} = 1,875k\Omega + 315,8\Omega = 2,191k\Omega$$

4. Bestimmen Sie den Strom I_{ges}

$$U_E = I_{ges} \cdot R_{ACers} \Rightarrow I_{ges} = \frac{U_E}{R_{ACers}}$$

$$U_E = 10V \quad R_{ACers} = 2,191k\Omega$$
$$I_{ges} = \frac{10V}{2,191k\Omega} = \frac{10V}{2,191 \cdot 10^3 \frac{V}{A}} = \frac{10 \cdot 10^{-3}}{2,191} A = 4,564mA$$

5. Bestimmen Sie die Spannungen U_{AB} , U_{BC} und U_{AC}

5.1. Bestimmen Sie die Spannungen U_{AB}

$$U_{AB} = I_{ges} \cdot R_{ABers}$$

$$I_{ges} = 4,564mA \quad R_{ABers} = 1,875k\Omega$$
$$U_{AB} = 4,564mA \cdot 1,875k\Omega = 4,564 \cdot 10^{-3} A \cdot 1,875 \cdot 10^3 \frac{V}{A} = 8,558V$$

5.2. Bestimmen Sie die Spannungen U_{BC}

$$U_{BC} = I_{ges} \cdot R_{BCers}$$

$$I_{ges} = 4,564mA \quad R_{BCers} = 315,8\Omega$$
$$U_{BC} = 4,564mA \cdot 315,8\Omega = 4,564 \cdot 10^{-3} A \cdot 315,8 \frac{V}{A} = 1,441V$$

5.3. Bestimmen Sie die Spannungen U_{AC}

Erste Methode

$$U_{AC} = U_E$$

$$U_E = 10V$$
$$U_{AC} = 10V$$

Zweite Methode:

$$U_{AC} = I_{ges} \cdot R_{ACers}$$

$$I_{ges} = 4,564mA \quad R_{ACers} = 2.191k\Omega$$
$$U_{AC} = 4,564mA \cdot 2,191k\Omega = 4,564 \cdot 10^{-3} A \cdot 2,191 \cdot 10^3 \frac{V}{A} = 9,9997V \approx 10V$$

Probe(nur zur Information):

$$U_{AC} = U_{AB} + U_{BC} = U_E$$

$$U_{AC} = U_E = 10V \quad U_{AB} = 8,558V \quad U_{BC} = 1,441V$$
$$U_{AC} = 8,558V + 1,441V = 9,999V \approx 10V$$

6. Bestimmen Sie die Spannungen $U_{R1} \dots U_{R5}$

$$U_{R1} = U_{R2} = U_{AB}$$

$$U_{AB} = 8,558V$$

$$U_{R1} = U_{R2} = 8,558V$$

$$U_{R3} = U_{R4} = U_{R5} = U_{BC}$$

$$U_{BC} = 1,441V$$

$$U_{R3} = U_{R4} = U_{R5} = 1,441V$$

7. Bestimmen Sie den Ströme $I_{R1} \dots I_{R5}$

$$U_{Rk} = I_{Rk} \cdot R_k \Rightarrow I_{Rk} = \frac{U_{Rk}}{R_{ks}}$$

für $k = 1 \dots 5$

$$U_{R1} = U_{R2} = 8,558V \quad R_1 = 3,0k\Omega \quad R_2 = 5,0k\Omega$$

$$I_{R1} = \frac{8,558V}{3,0k\Omega} = \frac{8,558V}{3,0 \frac{V}{A}} \cdot 10^{-3} = 2,853mA$$

$$I_{R2} = \frac{8,558V}{5,0k\Omega} = \frac{8,558V}{5,0 \frac{V}{A}} \cdot 10^{-3} = 1,712mA$$

Probe(nur zur Information):

$$I_{ges} = I_{R1} + I_{R2}$$

$$I_{R1} = 2,853mA \quad I_{R2} = 1,712mA \quad I_{ges} = 4,564mA$$

$$I_{ges} = 2,853mA + 1,712mA = 4,565mA \approx 4,564mA$$

Abweichung durch Rundungsfehler!

$$U_{R_k} = I_{R_k} \cdot R_k \Rightarrow I_{R_k} = \frac{U_{R_k}}{R_{k_s}}$$

für $k = 1 \dots 5$

$$U_{R_3} = U_{R_4} = U_{R_5} = 1,441V \quad R_3 = 1,5k\Omega \quad R_4 = 2,0k\Omega \quad R_5 = 500\Omega$$

$$I_{R_3} = \frac{1,441V}{1,5k\Omega} = \frac{1,441V}{1,5 \frac{V}{A}} \cdot 10^{-3} = \frac{1441V}{1,5 \frac{V}{A}} \cdot 10^{-6} = 960,7\mu A$$

$$I_{R_4} = \frac{1,441V}{2,0k\Omega} = \frac{1,441V}{2,0 \frac{V}{A}} \cdot 10^{-3} = \frac{1441V}{2,0 \frac{V}{A}} \cdot 10^{-6} = 720,5\mu A$$

$$I_{R_5} = \frac{1,441V}{500\Omega} = \frac{1,441V}{500 \frac{V}{A}} \cdot 10^{-3} = \frac{1441V}{500 \frac{V}{A}} \cdot 10^{-3} = 2,882mA$$

Probe(nur zur Information):

$$I_{ges} = I_{R_3} + I_{R_4} + I_{R_5}$$

$$I_{R_3} = 960,7\mu A \quad I_{R_4} = 720,5\mu A \quad I_{R_5} = 2,882mA \quad I_{ges} = 4,564mA$$

$$I_{ges} = 960,7\mu A + 720,5\mu A + 2,882mA = 0,9607mA + 0,7205 + 2,882mA$$

$$= 4,5632mA \approx 4,564mA$$

Abweichung durch Rundungsfehler!

8. Bestimmen Sie den Leistungsverbrauch $P_{R1} \dots P_{R5}$ der Widerstände

$$P_{Rk} = U_{Rk} \cdot I_{Rk} \quad (\text{auch: } P_{Rk} = \frac{U_{Rk}^2}{R_k} = I_{Rk}^2 \cdot R_k)$$

für $k = 1 \dots 5$

$$U_{AB} = U_{R1} = U_{R2} = 8,558V \quad I_{R1} = 2,853mA \quad I_{R2} = 1,712mA$$

$$P_{R1} = 8,558V \cdot 2,853mA = 24,42mW$$

$$P_{R2} = 8,558V \cdot 1,712mA = 14,65mW$$

$$U_{BC} = U_{R3} = U_{R4} = U_{R5} = 1,441V \quad I_{R3} = 960,7\mu A \quad I_{R4} = 720,5\mu A \quad I_{R5} = 2,882mA$$

$$P_{R3} = 1,441V \cdot 960,7\mu A = 1384\mu W = 1,384mW$$

$$P_{R4} = 1,441V \cdot 720,5\mu A = 1038\mu W = 1,038mW$$

$$P_{R5} = 1,441V \cdot 2,882mA = 4,153mW$$

Probe (nur zur Information):

oberer Teil ($R_1 \dots R_2$)

$$P_{oben} = U_{AB} \cdot I_{ges} = P_{R1} + P_{R2}$$

$$U_{AB} = U_{R1} = U_{R2} = 8,558V \quad I_{ges} = 4,564mA$$

$$P_{R1} = 24,42mW \quad P_{R2} = 14,65mW$$

$$P_{oben} = U_{AB} \cdot I_{ges} = 8,558V \cdot 4,564mA = 39,06mW$$

$$P_{oben} = P_{R1} + P_{R2} = 24,42mW + 14,65mW = 39,07mW$$

Abweichung durch Rundungsfehler!

unterer Teil ($R_3 \dots R_5$)

$$U_{BC} = U_{R3} = U_{R4} = U_{R5} = 1,441V \quad I_{ges} = 4,564mA$$

$$P_{R3} = 1,384mW \quad P_{R4} = 1,038mW \quad P_{R5} = 4,153mW$$

$$P_{unten} = U_{AB} \cdot I_{ges} = P_{R3} + P_{R4} + P_{R5}$$

$$P_{unten} = U_{AB} \cdot I_{ges} = 1,441V \cdot 4,564mA = 6,577mW$$

$$P_{unten} = P_{R3} + P_{R4} + P_{R5} = 1,384mW + 1,038mW + 4,153mW \\ = 6,575mW$$

Abweichung durch Rundungsfehler!

gesamtes Netzwerk ($R_1 \dots R_5$)

$$P_{ges} = U_{AC} \cdot I_{ges} = P_{oben} + P_{unten} = \sum_{i=1}^n R_i$$

$$U_{AC} = 10V \quad I_{ges} = 4,564mA$$

$$P_{oben} = 39,07mW \quad P_{unten} = 6,575mW$$

$$P_{R1} = 24,42mW \quad P_{R2} = 14,65mW$$

$$P_{R3} = 1,384mW \quad P_{R4} = 1,038mW \quad P_{R5} = 4,153mW$$

$$P_{ges} = U_{AC} \cdot I_{ges} = 10V \cdot 4,564mA = 45,64mW$$

$$P_{ges} = P_{oben} + P_{unten} = 39,07mW + 6,575mW = 45,645mW \approx 45,65mW$$

$$P_{ges} = \sum_{i=1}^n R_i = 24,42mW + 14,65mW + 1,384mW + 1,038mW + 4,153mW = 45,645mW \\ \approx 45,65mW$$

Abweichung durch Rundungsfehler!