



Studentenmitteilung

1. Semester - WS 2003

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: 3. November 2003

Aufgaben zu Übung Grundlagen der Technischen Informatik 1

1. Aufgabenkomplex

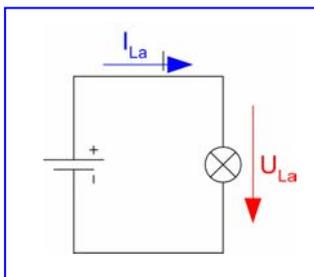
Physikalische Grundlagen der Elektronik

1. Aufgabenkomplex - 1. Aufgabe

Elektrische Grundgrößen am Beispiel der Glühlampe

(Gesamtpunktzahl=10 Punkte)

In die Leuchte auf dem Schreibtisch wurde eine Glühlampe mit einer Leistung von $P_{La}=60W$ und einer Spannung von $U_{La}=220V$ eingeschraubt.



Aufgaben:

Werte :

$$P_{La} = 60 W$$

$$U_{La} = 220 V$$

$$r = 0,01 mm$$

$$t = 1 h$$

$$t_1 = 1 s$$

$$\rho_{Wolfram} = 0,055 \frac{\Omega mm^2}{m}$$

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

- Bestimmen Sie die Energie W_{La} der Glühlampe wenn sie in der Zeit $t=1h$ betrieben wird. **2 Punkte**
- Bestimmen Sie den Strom I_{La} durch die Glühlampe. **2 Punkte**
- Bestimmen Sie den Widerstand R_{La} der Glühlampe. **1 Punkt**
- Bestimmen Sie den Leitwert G_{La} der Glühlampe. **1 Punkt**
- Bestimmen Sie die Stromdichte J_{La} im Wendel der Glühlampe, wenn der Radius r des Drahtes den Wert von $0,01mm$ hat. **1 Punkt**
- Wie groß ist die Länge l des Glühwendels, wenn der Draht aus Wolfram besteht. **1 Punkt**

7. Welchen Wert hat die Ladung Q_{La} die in der Zeit von $t_1=1s$ durch das Wendel der Glühlampe fließt. **1 Punkt**
8. Wie viel Elektronen n fließen in $t_1=1s$ durch das Wendel der Glühlampe. **1 Punkt**

Für die Aufgaben 5., 7. und 8. wird eine Fläche innerhalb des Drahtes angenommen.
 Für die Länge l kann ein großer Wert herauskommen, da der Draht des Wendels sehr dünn und sehr oft gewickelt ist.
 Bei Aufgabe 8 sind keine Präfixe erforderlich, da keine Maßeinheit angehängen wird.

Formel :

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

$$P = U \cdot I$$

$$U = I \cdot R$$

$$J = \frac{I}{A}$$

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

$$G = \frac{1}{R}$$

$$Q = I \cdot t = n \cdot e_0$$

Maßeinheiten :

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

$$[R] = \Omega = \frac{V}{A} \quad [t] = s, h$$

$$[r, l] = mm, m \quad [W] = J = Wh, Wh$$

$$[P] = W = V \cdot A \quad [J] = \frac{A}{mm^2}$$

$$[A] = mm^2 \quad [Q] = C = As$$

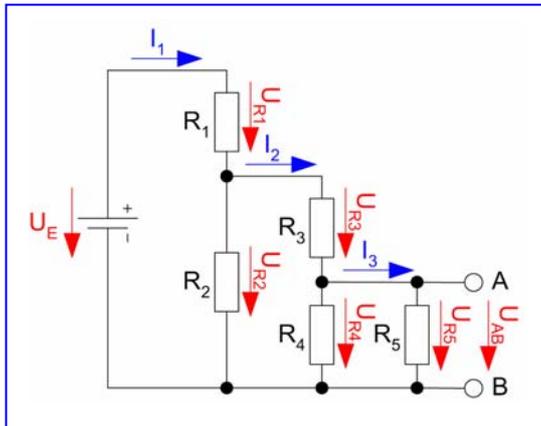
$$[\rho] = \frac{\Omega mm^2}{m}$$

1. Aufgabenkomplex - 2. Aufgabe

Spannungen und Ströme am Mehrfachspannungsteiler

(Gesamtpunktzahl=20 Punkte)

Am Ausgang einer Widerstandskonfiguration wird eine Spannung von $U_{AB}=20V$ gemessen. Bestimmen Sie die Spannung U_E .



Werte:

$$U_{AB} = 20V$$

$$R_1 = 7,5k\Omega$$

$$R_2 = 2,5k\Omega$$

$$R_3 = 3,5k\Omega$$

$$R_4 = 1,5k\Omega$$

$$R_5 = 1,0k\Omega$$

Aufgaben:

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Bestimmen Sie die Spannungen U_{R4} und U_{R5} | 2 Punkte |
| 2. Bestimmen Sie den Strom I_{R5} | 2 Punkte |
| 3. Bestimmen Sie den Strom I_3 | 2 Punkte |
| 4. Bestimmen Sie den Strom I_{R4} | 1 Punkt |
| 5. Bestimmen Sie den Strom I_{R3} | 1 Punkt |
| 6. Bestimmen Sie die Spannung U_{R3} | 1 Punkt |
| 7. Bestimmen Sie den Strom I_2 | 1 Punkt |
| 8. Bestimmen Sie die Spannung U_{R2} | 1 Punkt |
| 9. Bestimmen Sie den Strom I_{R2} | 1 Punkt |
| 10. Bestimmen Sie den Strom I_{R1} | 1 Punkt |
| 11. Bestimmen Sie die Spannung U_{R1} | 1 Punkt |
| 12. Bestimmen Sie den Strom I_1 | 1 Punkt |
| 13. Bestimmen Sie die Spannung U_E | 1 Punkt |

Bestimmen Sie den Ersatzwiderstand R_{ers} der Schaltung.

- | | |
|---|----------------|
| 14. Bestimmen Sie den Ersatzwiderstand $R_{4/5ers} = R_4 R_5$ | 1 Punkt |
| 15. Bestimmen Sie den Ersatzwiderstand $R_{3-5ers} = [R_3 + R_{4/5ers}]$ | 1 Punkt |
| 16. Bestimmen Sie den Ersatzwiderstand $R_{2-5ers} = R_2 [R_3 + R_{4/5ers}]$ | 1 Punkt |
| 17. Bestimmen Sie den Gesamtwiderstand R_{ers} der Schaltung | 1 Punkt |

Das Zeichen || bedeutet Parallelschaltung von 2 Widerständen.
Die Werte sind ohne die Determinantenmethode auszurechnen.

Der Ersatzwiderstand R_{ers} der Schaltung beinhaltet alle Widerstände.

Formel :

$$U = I \cdot R$$

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

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 :

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

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

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 - 2. Aufgabe

Elektrische Grundgrößen am Beispiel der Glühlampe

Aufgaben:

1. Bestimmen Sie die Energie W_{La} der Glühlampe wenn sie in der Zeit $t=1h$ betrieben wird.

$$\begin{aligned}W_{La} &= P_{La} \cdot t \\P_{La} &= 60W \quad t = 1h \\W_{La} &= 60W \cdot 1h = 60Wh \\&= 60Wh \cdot \frac{60 \cdot 60s}{h} = 60Wh \cdot \frac{3600s}{h} \\&= 216000Ws = 216kJ\end{aligned}$$

2. Bestimmen Sie den Strom I_{La} durch die Glühlampe.

$$\begin{aligned}P_{La} &= U_{La} \cdot I_{La} \Rightarrow I_{La} = \frac{P_{La}}{U_{La}} \\P_{La} &= 60W \quad U_{La} = 220V \\I_{La} &= \frac{60W}{220V} = \frac{60VA}{220V} = 0.2727A = 272,7mA\end{aligned}$$

3. Bestimmen Sie den Widerstand R_{La} der Glühlampe.

$$\begin{aligned}U_{La} &= I_{La} \cdot R_{La} \Rightarrow R_{La} = \frac{U_{La}}{I_{La}} \\U_{La} &= 220V \quad I_{La} = 272,7mA \\R_{La} &= \frac{220V}{272,7mA} = \frac{220V}{272,7 \cdot 10^{-3}A} = \frac{220V \cdot 10^3}{272,7A} \\&= 0,8067 \cdot 10^3 \Omega = 806,7\Omega\end{aligned}$$

4. Bestimmen Sie den Leitwert G_{La} der Glühlampe.

$$G_{La} = \frac{1}{R_{La}}$$

$$R_{La} = 806,7\Omega$$

$$G_{La} = \frac{1}{806,7\Omega} = 0,0012396 \frac{A}{V} = 1,240mS$$

5. Bestimmen Sie die Stromdichte J_{La} im Wendel der Glühlampe, wenn der Radius r des Drahtes den Wert von 0,01mm hat.

$$J_{La} = \frac{I_{La}}{A_{La}} \quad \text{mit} \quad A_{La} = \pi \cdot r^2$$

$$\pi = 3,142 \quad r = 0,01mm$$

$$A_{La} = \pi \cdot (0,01mm)^2 = \pi \cdot (10^{-2} \cdot 10^{-3} m)^2 = \pi \cdot (10^{-5} m)^2$$

$$= 3,142 \cdot 10^{-10} m^2 = 314,2 \cdot 10^{-12} m^2$$

$$J_{La} = \frac{272,7mA}{314,2 \cdot 10^{-12} m^2} = \frac{272,7 \cdot 10^{-3} A}{314,2 \cdot 10^{-12} m^2} = \frac{272,7 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{12} A}{314,2 m^2}$$

$$= \frac{272,7 A}{314,2 m^2} \cdot 10^9 = 0,8679 \cdot 10^9 \frac{A}{m^2} = 867,9 \cdot 10^6 \frac{A}{m^2}$$

$$= 867,9 \frac{MA}{m^2}$$

6. Wie groß ist die Länge l des Glühwendels, wenn der Draht aus Wolfram besteht.

$$R_{La} = \rho_{Wolfram} \frac{l_{La}}{A_{La}} \Rightarrow l_{La} = \frac{R_{La} \cdot A_{La}}{\rho_{Wolfram}}$$

$$R_{La} = 806,7\Omega \quad A_{La} = 314,2 \cdot 10^{-12} m^2 \quad \rho_{Wolfram} = 0,055 \frac{\Omega mm^2}{m}$$

$$l_{La} = \frac{806,7\Omega \cdot 314,2 \cdot 10^{-12} m^2}{0,055 \frac{\Omega mm^2}{m}} = \frac{806,7\Omega \cdot 314,2 \cdot 10^{-12} m^2}{0,055 \cdot 10^{-6} \frac{\Omega m^2}{m}}$$

$$= \frac{806,7 \cdot 314,2 \cdot 10^{-6}}{0,055} m = 4,607 \cdot 10^6 \cdot 10^{-6} m = 4,608m$$

7. Welchen Wert hat die Ladung Q_{La} die in der Zeit von $t_1=1s$ durch das Wendel der Glühlampe fließt.

$$Q_{La} = I_{La} \cdot t_1$$
$$I_{La} = 272,7mA \quad t_1 = 1s$$
$$Q_{La} = 272,7mA \cdot 1s = 272,7mC$$

8. Wie viel Elektronen n fließen in $t_1=1s$ durch das Wendel der Glühlampe.

$$Q_{La} = I_{La} \cdot t = n_{La} \cdot e_0 \Rightarrow n_{La} = \frac{Q_{La}}{e_0}$$
$$Q_{La} = 272,7mC \quad e_0 = 1,602 \cdot 10^{-19}C$$
$$n_{La} = \frac{272,7mC}{1,602 \cdot 10^{-19}C} = \frac{272,7 \cdot 10^{-3}C}{1,602 \cdot 10^{-19}C} = \frac{272,7}{1,602} \cdot 10^{16}$$
$$= 170,2 \cdot 10^{16} = 1,702 \cdot 10^{18}$$

1. Aufgabenkomplex - 2. Aufgabe

Spannungen und Ströme am Mehrfachspannungsteiler

Aufgaben:

- Bestimmen Sie die Spannungen U_{R4} und U_{R5}

$$\begin{aligned} U_{R4} &= U_{R5} = U_{AB} \\ U_{AB} &= 20V \\ U_{R4} &= U_{R5} = 20V \end{aligned}$$

- Bestimmen Sie den Strom I_{R5}

$$\begin{aligned} U_{R5} &= I_{R5} \cdot R_5 \Rightarrow I_{R5} = \frac{U_{R5}}{R_5} \\ U_{R5} &= 20V \quad R_5 = 1,0k\Omega \\ I_{R5} &= \frac{20V}{1,0k\Omega} = \frac{20V}{1,0 \cdot 10^3 \frac{V}{A}} = 20 \cdot 10^{-3} A \\ &= 20mA \end{aligned}$$

- Bestimmen Sie den Strom I_3

$$\begin{aligned} &\text{Da an den Punkten AB kein weiterer Verbraucher ist :} \\ I_3 &= I_{R5} \\ I_{R5} &= 20mA \\ I_3 &= 20mA \end{aligned}$$

4. Bestimmen Sie den Strom I_{R4}

$$U_{R4} = I_{R4} \cdot R_4 \Rightarrow I_{R4} = \frac{U_{R4}}{R_4}$$
$$U_{R4} = 20V \quad R_4 = 1,5k\Omega$$
$$I_{R4} = \frac{20V}{1,5k\Omega} = \frac{20V}{1,5 \cdot 10^3 \frac{V}{A}} = 13,33 \cdot 10^{-3} A$$
$$= 13,33mA$$

5. Bestimmen Sie den Strom I_{R3}

$$I_{R3} = I_{R4} + I_3$$
$$I_{R4} = 13,33mA \quad I_3 = 20mA$$
$$I_{R3} = 13,33mA + 20mA = 33,33mA$$

6. Bestimmen Sie die Spannung U_{R3}

$$U_{R3} = I_{R3} \cdot R_3$$
$$I_{R3} = 33,33mA \quad R_3 = 3,5k\Omega$$
$$U_{R3} = 33,33mA \cdot 3,5k\Omega = 33,33 \cdot 10^{-3} A \cdot 3,5 \cdot 10^{-3} \frac{V}{A}$$
$$= 116,7V$$

7. Bestimmen Sie den Strom I_2

$$I_2 = I_{R3}$$
$$I_{R3} = 33,33mA$$
$$I_2 = 33,33mA$$

8. Bestimmen Sie die Spannung U_{R2}

$$\begin{aligned}U_{R2} &= U_{R3} + U_{AB} \\U_{R3} &= 116,7V \quad U_{AB} = 20V \\U_{R2} &= 116,7V + 20V \\&= 136,7V\end{aligned}$$

9. Bestimmen Sie den Strom I_{R2}

$$\begin{aligned}U_{R2} &= I_{R2} \cdot R_2 \Rightarrow I_{R2} = \frac{U_{R2}}{R_2} \\U_{R2} &= 136,7V \quad R_2 = 2,5k\Omega \\I_{R2} &= \frac{136,7V}{2,5k\Omega} = \frac{136,7V}{2,5 \cdot 10^3 \frac{V}{A}} = 54,68 \cdot 10^{-3} A \\&= 54,68mA\end{aligned}$$

10. Bestimmen Sie den Strom I_{R1}

$$\begin{aligned}I_{R1} &= I_{R2} + I_2 \\I_{R2} &= 54,68mA \quad I_2 = 33,33mA \\I_{R1} &= 54,68mA + 33,33mA \\&= 88,01mA\end{aligned}$$

11. Bestimmen Sie die Spannung U_{R1}

$$\begin{aligned}U_{R1} &= I_{R1} \cdot R_1 \\I_{R1} &= 88,01mA \quad R_1 = 7,5k\Omega \\U_{R1} &= 88,01mA \cdot 7,5k\Omega = 88,01 \cdot 10^{-3} A \cdot 7,5 \cdot 10^3 \frac{V}{A} \\&= 660,8V\end{aligned}$$

12. Bestimmen Sie den Strom I_1

$$\begin{aligned} I_1 &= I_{R1} \\ I_{R1} &= 88,01 \text{ mA} \\ I_1 &= 88,01 \text{ mA} \end{aligned}$$

13. Bestimmen Sie die Spannung U_E

$$\begin{aligned} U_E &= U_{R1} + U_{R2} \\ U_{R1} &= 660,8 \text{ V} \quad U_{R2} = 136,7 \text{ V} \\ U_E &= 660,8 \text{ V} + 136,7 \text{ V} \\ &= 797,5 \text{ V} \end{aligned}$$

Bestimmen Sie den Ersatzwiderstand R_{ers} der Schaltung.

14. Bestimmen Sie den Ersatzwiderstand $R_{4/5\text{ers}} = R_4 \parallel R_5$

$$\begin{aligned} R_{4/5\text{ers}} &= R_4 \parallel R_5 = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} \\ R_4 &= 1,5 \text{ k}\Omega \quad R_5 = 1,0 \text{ k}\Omega \\ R_{4/5\text{ers}} &= \frac{1,5 \text{ k}\Omega \cdot 1,0 \text{ k}\Omega}{1,5 \text{ k}\Omega + 1,0 \text{ k}\Omega} = \frac{1,5 (\text{k}\Omega)^2}{2,5 \text{ k}\Omega} = 0,6 \text{ k}\Omega \\ &= 600 \Omega \end{aligned}$$

15. Bestimmen Sie den Ersatzwiderstand $R_{3-5ers} = [R_3 + R_{4/5ers}]$

$$\begin{aligned} R_{3-5ers} &= R_3 + R_{4/5ers} \\ R_3 &= 3,5k\Omega \quad R_{4/5ers} = 600\Omega \\ R_{3-5ers} &= 3,5k\Omega + 600\Omega = \\ &= 4,1k\Omega \end{aligned}$$

16. Bestimmen Sie den Ersatzwiderstand $R_{2-5ers} = R_2 \parallel [R_3 + R_{4/5ers}]$

$$\begin{aligned} R_{2-5ers} &= R_2 \parallel R_{3-5ers} = \frac{R_2 \cdot R_{3-5ers}}{R_2 + R_{3-5ers}} \\ R_2 &= 2,5k\Omega \quad R_{3-5ers} = 4,1k\Omega \\ R_{2-5ers} &= \frac{2,5k\Omega \cdot 4,1k\Omega}{2,5k\Omega + 4,1k\Omega} = \frac{10,25(k\Omega)^2}{6,6k\Omega} \\ &= 1,553k\Omega \end{aligned}$$

17. Bestimmen Sie den Gesamtwiderstand R_{ers} der Schaltung

$$\begin{aligned} R_{ers} &= R_1 + R_{2-5ers} \\ R_1 &= 7,5k\Omega \quad R_{2-5ers} = 1,553k\Omega \\ R_{ers} &= 7,5k\Omega + 1,553k\Omega \\ &= 9,053k\Omega \end{aligned}$$