

Studentenmitteilung

1. Semester - WS 2003

Abt. Technische Informatik

Gerätebeauftragter

Dr. rer.nat. Hans-Joachim Lieske

Tel.: [49]-0341-97 32213

Zimmer: HG 02-37, Augustusplatz 10, 04109 Leipzig

e-mail: lieske@informatik.uni-leipzig.de

www: <http://www.ti-leipzig.de/~lieske/>

Sprechstunde: Mi. 14⁰⁰ – 15⁰⁰

Datum: 14. November 2003

Aufgaben zu Übung Grundlagen der Technischen Informatik 1

2. Aufgabenkomplex Gleichspannungsnetzwerke

2. Aufgabenkomplex - 1. Aufgabe

Spannungen und Ströme in Widerständen von aktiven Gleichspannungsnetzwerken

Gegeben ist folgende Schaltung:

Maschen: 1,2

Knoten: A

$R_1 = 10\text{k}\Omega$

$R_2 = 30\text{k}\Omega$

$R_3 = 10\text{k}\Omega$

$R_4 = 5\text{k}\Omega$

$R_5 = 10\text{k}\Omega$

$R_6 = 5\text{k}\Omega$

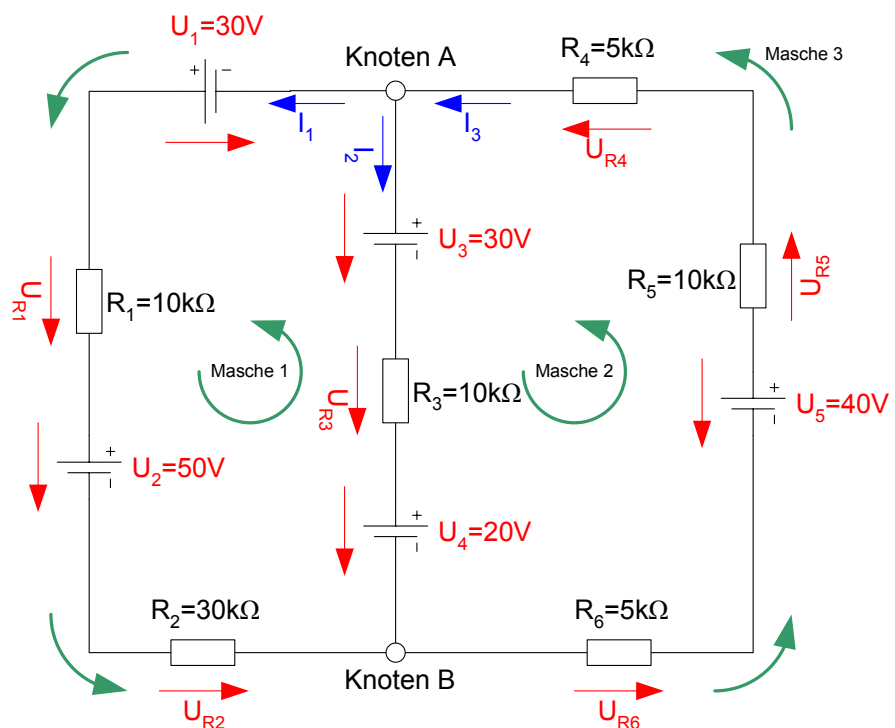
$U_1 = 30\text{V}$

$U_2 = 50\text{V}$

$U_3 = 30\text{V}$

$U_4 = 20\text{V}$

$U_5 = 40\text{V}$



Das Ziel der Aufgabe ist die Bestimmung der Ströme I_{R_1} bis I_{R_6} , die durch die Widerstände R_1 bis R_6 fließen und die Spannungen U_{R_1} bis U_{R_6} , die über die Widerstände R_1 bis R_6 abfallen. Verwenden Sie zur Erstellung des Gleichungssystems die Maschen 1 und 2 sowie den Knoten A.

Aufgaben:

Gesamtpunktzahl: 30 Punkte

1. Stellen Sie die Maschengleichungen für die Maschen 1 und 2 auf. **4 Punkte**
2. Stellen Sie die Knotenpunktgleichung für den Knoten A auf. **4 Punkte**
3. Erstellen Sie das Gleichungssystem für den Knoten A und die Maschen aus den Teilaufgaben 1 und 2. **5 Punkte**
4. Bestimmen Sie die Determinanten. **8 Punkte**
5. Bestimmen Sie die Zweigströme I_1 , I_2 und I_3 . **3 Punkte**
6. Bestimmen Sie die Ströme I_{R_1} bis I_{R_6} durch die Widerstände R_1 bis R_6 . **3 Punkte**
7. Bestimmen Sie die Spannungen U_{R_1} bis U_{R_6} über die Widerstände R_1 bis R_6 . **3 Punkte**

Benutzen Sie zur Lösung der Aufgabe die Determinantenmethode. Zuwiderhandlung wird mit Punktabzug geahndet.

Die Werte sind auf 4 Stellen genau zu berechnen.

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:

2. Aufgabenkomplex - 1. Aufgabe

Spannungen und Ströme in Widerständen von aktiven Gleichspannungsnetzwerken

:

1. Stellen Sie die Maschengleichungen für die Maschen 1 und 2 auf.

$$\begin{aligned} -U_1 + U_2 - U_3 - U_4 + U_{R1} + U_{R2} - U_{R3} &= 0 \\ U_3 + U_4 - U_5 + U_{R3} + U_{R4} + U_{R5} + U_{R6} &= 0 \end{aligned}$$

2. Stellen Sie die Knotenpunktgleichung für den Knoten A auf.

$$-I_1 - I_2 + I_3 = 0$$

3. Erstellen Sie das Gleichungssystem für den Knoten A und die Maschen aus den Teilaufgaben 1 und 2.

$$\begin{aligned} -U_1 + U_2 - U_3 - U_4 + U_{R1} + U_{R2} - U_{R3} &= 0 \\ U_3 + U_4 - U_5 + U_{R3} + U_{R4} + U_{R5} + U_{R6} &= 0 \\ -I_1 - I_2 + I_3 &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_{R1} + U_{R2} - U_{R3} &= U_1 - U_2 + U_3 + U_4 \\ U_{R3} + U_{R4} + U_{R5} + U_{R6} &= -U_3 - U_4 + U_5 \\ -I_1 - I_2 + I_3 &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (R_1 + R_2)I_1 + (-R_3)I_2 + 0 \cdot I_3 &= U_1 - U_2 + U_3 + U_4 \\ 0 \cdot I_1 + (R_3)I_2 + (R_4 + R_5 + R_6)I_3 &= -U_3 - U_4 + U_5 \\ -I_1 + -I_2 + I_3 &= 0 \end{aligned}$$

4. Bestimmen Sie die Determinanten

$$(R) \cdot \vec{I} = \vec{E}'$$

$$\begin{pmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E'_1 \\ E'_2 \\ E'_3 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} (R_1 + R_2) & (-R_3) & 0 \\ 0 & R_3 & (R_4 + R_5 + R_6) \\ -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} U_1 - U_2 + U_3 + U_4 \\ -U_3 - U_4 + U_5 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} (10k\Omega + 30k\Omega) & (-10k\Omega) & 0k\Omega \\ 0k\Omega & (10k\Omega) & (5k\Omega + 10k\Omega + 5k\Omega) \\ -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 30V - 50V + 30V + 20V \\ -30V - 20V + 40V \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 40k\Omega & -10k\Omega & 0k\Omega \\ 0k\Omega & 10k\Omega & 20k\Omega \\ -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 30V \\ -10V \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$D = \begin{vmatrix} 40k\Omega & -10k\Omega & 0k\Omega \\ 0k\Omega & 10k\Omega & 20k\Omega \\ -1 & -1 & 1 \end{vmatrix}$$

$$D = 40k\Omega \cdot (10k\Omega \cdot 1 - 20k\Omega \cdot [-1]) - 0k\Omega \cdot (-10k\Omega \cdot 1 - 20k\Omega \cdot [-1]) + (-1) \cdot (-10k\Omega \cdot 20k\Omega - 0k\Omega \cdot 10k\Omega)$$

$$= 40k\Omega \cdot (30k\Omega \cdot 1) - 0k\Omega \cdot (10k\Omega) + (-1) \cdot (-10k\Omega \cdot 20k\Omega - 0k\Omega)$$

$$= 1200[k\Omega]^2 - 0[k\Omega]^2 + 200[k\Omega]^2 = 560[k\Omega]^2 = 1400 \frac{MV^2}{A^2} = 1.4 \frac{GV^2}{A^2}$$

$$D_1 = \begin{vmatrix} 30V & -10k\Omega & 0k\Omega \\ -10V & 10k\Omega & 20k\Omega \\ 0 & -1 & 1 \end{vmatrix}$$

$$\begin{aligned} D_1 &= 30V \cdot (10k\Omega \cdot 1 - 20k\Omega \cdot [-1]) - [-10V] \cdot (-10k\Omega \cdot 1 - 0k\Omega \cdot [-1]) + 0k\Omega \\ &= 30V \cdot (30k\Omega) + 10V \cdot (-10k\Omega) \\ &= 900k\Omega V - 100k\Omega V = 800k\Omega V = 800 \frac{kV^2}{A} \end{aligned}$$

$$D_2 = \begin{vmatrix} 40k\Omega & 30V & 0k\Omega \\ 0k\Omega & -10V & 20k\Omega \\ -1 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$\begin{aligned} D_2 &= 40k\Omega \cdot (-10V \cdot 1 - 0) - 0k\Omega + (-1)(20k\Omega \cdot 30V - 0k\Omega \cdot 10V) \\ &= 40k\Omega \cdot (10V) - 20k\Omega \cdot (30V \cdot 1) \\ &= -400k\Omega V - 600k\Omega V \\ &= -1000k\Omega V = -1000 \frac{kV^2}{A} = -1 \frac{MV^2}{A} \end{aligned}$$

$$D_3 = \begin{vmatrix} 40k\Omega & -10k\Omega & 30V \\ 0k\Omega & 10k\Omega & -10V \\ -1 & -1 & 0 \end{vmatrix}$$

$$\begin{aligned} D &= 40k\Omega \cdot (10k\Omega \cdot 0 - [-10V] \cdot [-1]) - 0k\Omega V + (-1)(-10k\Omega \cdot [-10V] - 30V \cdot 10k\Omega) \\ &= 40k\Omega \cdot (10V) - 1 \cdot (100k\Omega V - 300k\Omega V) \\ &= -400k\Omega V + 200k\Omega V \\ &= -200k\Omega V = -200 \frac{kV^2}{A} \end{aligned}$$

5. Bestimmen Sie die Zweigströme I_1 , I_2 und I_3 .

$$I_1 = \frac{D_1}{D} = \frac{800 \frac{kV^2}{A}}{1400 \frac{MV^2}{A^2}} = 571,4 \mu A$$

$$I_2 = \frac{D_2}{D} = \frac{-1000 \frac{kV^2}{A}}{1400 \frac{MV^2}{A^2}} = -714,3 \mu A$$

$$I_3 = \frac{D_3}{D} = \frac{-200 \frac{kV^2}{A}}{1400 \frac{MV^2}{A^2}} = -142,9 \mu A$$

6. Bestimmen Sie die Ströme I_{R1} bis I_{R6} durch die Widerstände R_1 bis R_6 .

$$I_{R1} = I_1 = 571,4 \mu A$$

$$I_{R2} = I_1 = 571,4 \mu A$$

$$I_{R3} = I_2 = -714,3 \mu A$$

$$I_{R4} = I_3 = -142,9 \mu A$$

$$I_{R5} = I_3 = -142,9 \mu A$$

$$I_{R6} = I_3 = -142,9 \mu A$$

Probe :

$$-I_1 - I_2 + I_3 = 0$$

$$= -571,4 \mu A - (-714,3 \mu A) + (-142,9 \mu A) = -571,4 \mu A + 714,3 \mu A - 142,9 \mu A = 0 \mu A$$

7. Bestimmen Sie die Spannungen U_{R1} bis U_{R6} über die Widerstände R_1 bis R_6 .

$$U_{R1} = I_{R1} \cdot R_1 = 571,4 \mu A \cdot 10 k\Omega = 5,714 V$$

$$U_{R2} = I_{R2} \cdot R_2 = 571,4 \mu A \cdot 30 k\Omega = 17,14 V$$

$$U_{R3} = I_{R3} \cdot R_3 = -714,3 \mu A \cdot 10 k\Omega = -7,143 V$$

$$U_{R4} = I_{R4} \cdot R_4 = -142,9 \mu A \cdot 5 k\Omega = -714,5 mV$$

$$U_{R5} = I_{R5} \cdot R_5 = -142,9 \mu A \cdot 10 k\Omega = -1,429 V$$

$$U_{R6} = I_{R6} \cdot R_6 = -142,9 \mu A \cdot 5 k\Omega = -714,5 mV$$

Probe:

$$\begin{aligned} & -U_1 + U_2 - U_3 - U_4 + U_{R1} + U_{R2} - U_{R3} = 0 \\ & -30V + 50V - 30V - 20V + 5,714V + 17,14V - (-7,143V) = 0 \\ & -30V + 29,997V = -0,003 \approx 0V \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & U_3 + U_4 - U_5 + U_{R3} + U_{R4} + U_{R5} + U_{R6} = 0 \\ & 30V + 20V - 40V - 7,143V - 714,5mV - 1,429V - 714,5mV \\ & 10V - 10,001 = -0,001 \approx 0V \end{aligned}$$