

## Seminaraufgaben

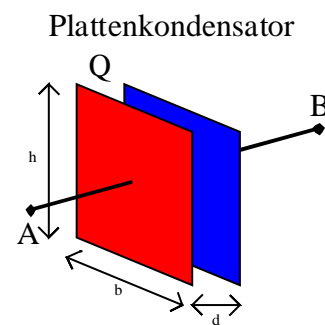
1.Semester - Wintersemester 1998/99

Abt. Technische Informatik  
 Gerätebeauftragter  
 Dr. rer.nat. Hans-Joachim Lieske  
 Tel.: [49]-0341-97 32213  
 Zimmer: HG 05-22  
 e-mail: [lieske@informatik.uni-leipzig.de](mailto:lieske@informatik.uni-leipzig.de)

### Aufgaben zur Übung Technische Informatik I - Elektrotechnische Grundlagen

#### 2. Aufgabenkomplex - 1. Aufgabe

Ein Plattenkondensator habe die Abmessungen



$$\begin{aligned} h &= 150 \text{ mm} \\ b &= 100 \text{ mm} \\ d &= 1 \text{ mm} \end{aligned}$$

Auf den Platten befinde sich die Ladungsdifferenz von

$$\begin{aligned} Q &= 2,658 \text{ nC} \\ U &= 1000 \text{ V} \end{aligned}$$

Wie groß ist:

1. Die Kapazität  $C$  des Kondensators.
2. Die Spannung  $U$  zwischen den Punkten A und B.
3. Wieviel Elektronen befinden sich mehr auf der negativen Platte als auf der positiven.

Zwischen den Platten befinde sich Luft ( $\epsilon_r = 1$ ,  $\epsilon_0 = 8,86 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$ )  
 Die Elementarladung des Elektrons ist:  $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

**Die Werte sind auf 3 Stellen genau zu berechnen.**

## 2. Aufgabenkomplex - 2. Aufgabe

### Spannungen und Ströme in Widerständen von aktiven Gleichspannungsnetzwerken

Gegeben ist folgende Schaltung:

Maschen: 1,2

Knoten: A

$R_1 = 500\Omega$

$R_2 = 2k\Omega$

$R_3 = 5k\Omega$

$R_4 = 2k\Omega$

$R_5 = 3k\Omega$

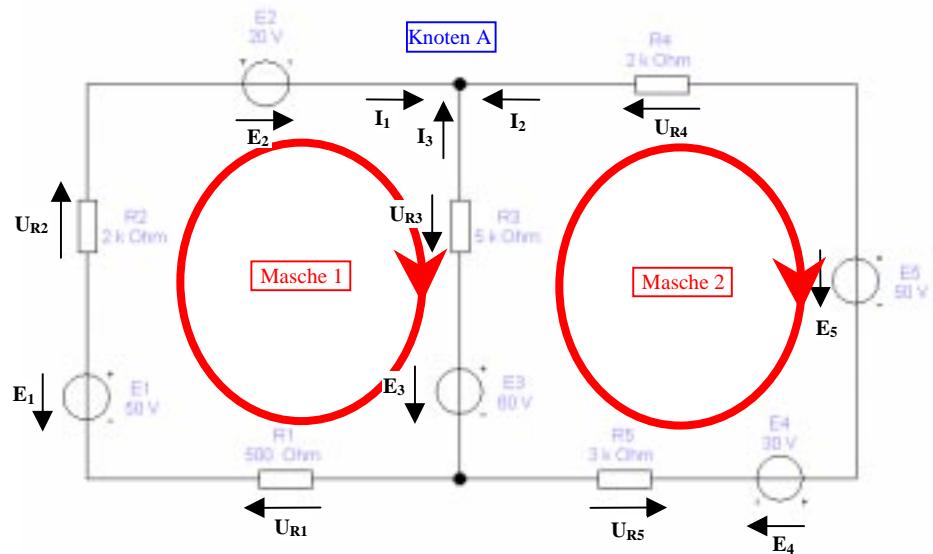
$E_1 = 50V$

$E_2 = 20V$

$E_3 = 60V$

$E_4 = 30V$

$E_5 = 50V$



Das Ziel der Aufgabe ist die Bestimmung der Ströme  $I_{R1}$  bis  $I_{R5}$ , die durch die Widerstände  $R_1$  bis  $R_5$  fließen und die Spannungen  $U_{R1}$  bis  $U_{R5}$ , die über die Widerstände  $R_1$  bis  $R_5$  abfallen. Verwenden Sie zur Erstellung des Gleichungssystems die Maschen 1 und 2 sowie den Knoten A.

Aufgaben:

1. Stellen Sie die Maschengleichungen für die Maschen 1 und 2 auf.
2. Stellen Sie die Knotenpunktgleichung für den Knoten A auf.
3. Erstellen Sie das Gleichungssystem für den Knoten A und die Maschen aus den Teilaufgaben 1) und 2).
4. Bestimmen Sie die Zweigströme  $I_1$ ,  $I_2$  und  $I_3$ .
5. Bestimmen Sie die Ströme  $I_{R1}$  bis  $I_{R5}$  durch die Widerstände  $R_1$  bis  $R_5$ .
6. Bestimmen Sie die Spannungen  $U_{R1}$  bis  $U_{R5}$  über die Widerstände  $R_1$  bis  $R_5$ .

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

**Die Werte sind auf 3 Stellen genau zu berechnen.**

<b>Präfixe zur Kennzeichnung des Vielfachen von gesetzlichen Einheiten (dezimal)</b>		
<b>Zeichen</b>	<b>Faktor</b>	<b>Bezeichnung</b>
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
$\mu$	$10^{-6}$	Mikro
n	$10^{-9}$	Nano
p	$10^{-12}$	Pico
f	$10^{-15}$	Femto
a	$10^{-18}$	Atto
z	$10^{-21}$	Zepto
y	$10^{-24}$	Yocto
h	$10^2$	Hekto
da	$10^1$	Deka
d	$10^{-1}$	Dezi
c	$10^{-2}$	Zenti

**Tabelle 3**

**Bitte benutzen Sie bei den End- und Zwischenergebnissen die Präfixe. Nichtbeachtung wird als Fehler geahndet. Bei den Berechnungen ist Ihnen die Benutzung freigestellt.**

.

# Lösung

## 2. Aufgabenkomplex - 1. Aufgabe

1. Bestimmen Sie die Kapazität C des Kondensators.

$$C = \varepsilon \cdot A/d = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot A/d$$

$$A = 150\text{mm} \cdot 100\text{mm} = 15000 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} C &= 8,86 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm} \cdot 1 \cdot 15000 \text{ mm}^2 / 1\text{mm} = 8,86 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm} \cdot 15000 \text{ mm} \\ &= 8,86 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm} \cdot 15\text{m} = 132,9 \text{ pF} \approx \mathbf{133 \text{ pF}} \end{aligned}$$

2. Bestimmen Sie die Spannung U zwischen den Punkten A und B.

$$C = Q/U \Rightarrow U = Q/C$$

$$U = 2,658 \text{ nC} / 133 \text{ pF} = \mathbf{20\text{V}}$$

3. Wieviel Elektronen befinden sich mehr auf der negativen Platte als auf der positiven.

$$n \cdot e = Q \Rightarrow n = Q/e$$

$$\begin{aligned} n &= 2,658 \text{ nC} / 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 2,658 \cdot 10^{-9} \text{ C} / 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 1,6591 \cdot 10^{10} \\ &\approx \mathbf{1,66 \cdot 10^{10}} \end{aligned}$$

**Auf der negativen Platte befinden sich  $1,66 \cdot 10^{10}$  Elektronen.**

## 2. Aufgabenkomplex - 2. Aufgabe

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

$$-E_1 + E_2 + E_3 + U_{R1} + U_{R2} + U_{R3} = 0$$

$$-E_3 + E_4 + E_5 - U_{R3} - U_{R4} - U_{R5} = 0$$

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).

$$U_{R1} + U_{R2} + U_{R3} = E_1 - E_2 - E_3$$

$$-U_{R3} - U_{R4} - U_{R5} = E_3 - E_4 - E_5$$

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0$$

$$(R_1 + R_2) I_1 + 0 I_2 - R_3 I_3 = E_1 - E_2 - E_3$$

$$0 I_1 + (-R_4 - R_5) I_2 + R_3 I_3 = E_3 - E_4 - E_5$$

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0$$

$$(500\Omega + 2k\Omega) I_1 + 0 I_2 - 5k\Omega I_3 = 50V - 20V - 60V$$

$$0 I_1 + (-2k\Omega - 3k\Omega) I_2 + 5k\Omega I_3 = 60V - 30V - 50V$$

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0$$

$$2,5k\Omega I_1 + 0 I_2 - 5k\Omega I_3 = -30V$$

$$0 I_1 - 5k\Omega I_2 + 5k\Omega I_3 = -20V$$

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0$$

4. Bestimmen Sie die Zweigströme  $I_1$ ,  $I_2$  und  $I_3$ .

$$D = \begin{vmatrix} (R_1 + R_2) & 0 & -R_3 \\ 0 & (-R_4 - R_5) & +R_3 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2,5k\Omega & 0 & -5k\Omega \\ 0 & -5k\Omega & 5k\Omega \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix}$$

$$= 2,5k\Omega (-5k\Omega - 5k\Omega) + 0 + 1(0 - 25k^2\Omega^2) = -25k^2\Omega^2 - 25k^2\Omega^2 = -50k^2\Omega^2$$

$$D_1 = \begin{vmatrix} E_1 - E_2 - E_3 & 0 & -R_3 \\ E_3 - E_4 - E_5 & (-R_4 - R_5) & +R_3 \\ 0 & 1 & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -30V & 0 & -5k\Omega \\ -20V & -5k\Omega & 5k\Omega \\ 0 & 1 & 1 \end{vmatrix}$$

$$= -30V (-5k\Omega - 5k\Omega) - [-20V(0 - (-5k\Omega))] = -30V (-10k\Omega) + 20V (5k\Omega)$$

$$= 300kV\Omega + 100kV\Omega = 400kV\Omega$$

$$D_2 = \begin{vmatrix} (R_1 + R_2) & E_1 - E_2 - E_3 & -R_3 \\ 0 & E_3 - E_4 - E_5 & +R_3 \\ 1 & 0 & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2,5k\Omega & -30V & -5k\Omega \\ 0 & -20V & 5k\Omega \\ 1 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$= 2,5k\Omega (-20V) + 1 [-30V \cdot 5k\Omega - (-20V) \cdot (-5k\Omega)] = -50kV\Omega + [-150kV\Omega - 100kV\Omega]$$

$$= -50kV\Omega - 250kV\Omega = -300kV\Omega$$

$$D_3 = \begin{vmatrix} (R_1 + R_2) & 0 & E_1 - E_2 - E_3 \\ 0 & (-R_4 - R_5) & E_3 - E_4 - E_5 \\ 1 & 1 & 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2,5k\Omega & 0 & -30V \\ 0 & -5k\Omega & -20V \\ 1 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

$$= 2,5k\Omega [-(-20V)] + 1 [-((-5k\Omega)(-30V))] = 50kV\Omega - 150kV\Omega = -100kV\Omega$$

**Cramersche Regel:**

$$I_1 = D_1 / D = 400kV\Omega / -50k^2\Omega^2 = -8mA$$

$$I_2 = D_2 / D = -300kV\Omega / -50k^2\Omega^2 = 6mA$$

$$I_3 = D_3 / D = -100kV\Omega / -50k^2\Omega^2 = 2mA$$

5. Bestimmen Sie die Ströme  $I_{R1}$  bis  $I_{R5}$  durch die Widerstände  $R_1$  bis  $R_5$ .

$$I_{R1} = I_1 = -8\text{mA}$$

$$I_{R2} = I_1 = -8\text{mA}$$

$$I_{R3} = I_3 = 2\text{mA}$$

$$I_{R4} = I_2 = 6\text{mA}$$

$$I_{R5} = I_2 = 6\text{mA}$$

6. Bestimmen Sie die Spannungen  $U_{R1}$  bis  $U_{R5}$  über die Widerstände  $R_1$  bis  $R_5$ .

$$U_{R1} = I_1 \cdot R_1 = -8\text{mA} \cdot 500\Omega = -4\text{V}$$

$$U_{R2} = I_1 \cdot R_2 = -8\text{mA} \cdot 2\text{k}\Omega = -16\text{V}$$

$$U_{R3} = I_3 \cdot R_3 = 2\text{mA} \cdot 5\text{k}\Omega \cdot (-1) = -10\text{V}$$

$$U_{R4} = I_2 \cdot R_4 = 6\text{mA} \cdot 2\text{k}\Omega = 12\text{V}$$

$$U_{R5} = I_2 \cdot R_5 = 6\text{mA} \cdot 3\text{k}\Omega = 18\text{V}$$

