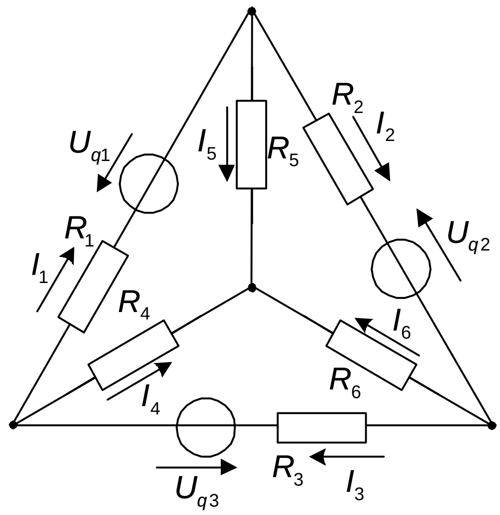
LÖSUNGEN

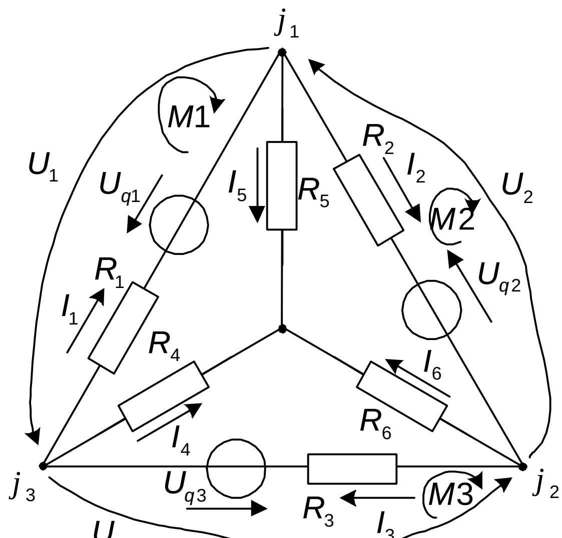
1

Gegeben ist nebenstehende Schaltung

$$R_1 = R_2 = R_3 = 3\Omega$$
$$R_4 = R_5 = R_6 = 6\Omega$$
$$U_{q1} = U_{q2} = U_{q3} = 12V$$

Berechnen Sie die Ströme I_1 bis I_6!





M1: $-U_1 + U_{q1} - I_1 R_1 = 0$

$U_1 = U_{q1} - I_1 R_1$

M2: $-U_2 + U_{q2} - I_2 R_2 = 0$

$U_2 = U_{q2} - I_2 R_2$

M3: $-U_3 + U_{q3} - I_3 R_3 = 0$

$U_3 = U_{q3} - I_3 R_3$

Wegen Symmetrie der Schaltung:

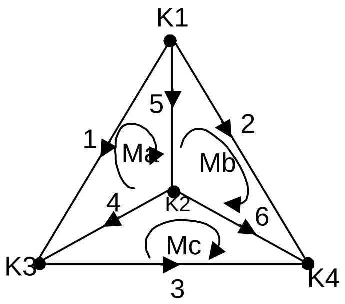
$U_1 = U_2 = U_3 \qquad U_{q1} - I_1 R_1 = U_{q2} - I_2 R_2 = U_{q3} - I_3 R_3 \qquad U_{q1} = U_{q2} = U_{q3}$

$-I_1 R_1 = -I_2 R_2 = -I_3 R_3 \qquad R_1 = R_2 = R_3$

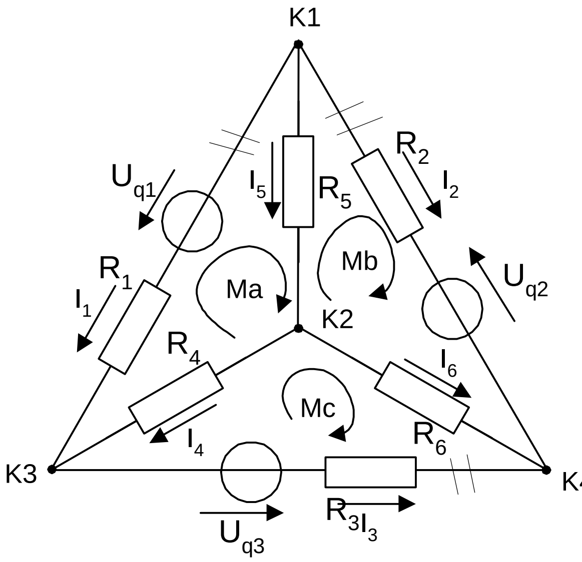
$I_1 = I_2 = I_3 \qquad I_4 = I_5 = I_6 = 0$

$$U_1 = U_2 = U_3 = 0 \qquad I_1 = I_2 = I_3 = \frac{U_{q1}}{R_1} = \frac{12V}{3\Omega} = 4A$$

oder vollständige Schaltungsberechnung mit Maschen und Knotensätzen



$z=6$
$k=4$
$m=z-(k-1)=3$



K1: $I_1+I_2+I_5=0$
K2: $-I_5+I_4+I_6=0$
K3: $-I_1-I_4+I_3=0$
Ma: $-I_1R_1-U_{q1}+I_5R_5+I_4R_4=0$
Mb: $-I_5R_5+I_2R_2-U_{q2}-I_6R_6=0$
Mc: $-I_4R_4+I_6R_6-I_3R_3-U_{q3}=0$

	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	
K1	1	1	0	0	1	0	0
K2	0	0	0	1	-1	1	0
K3	-1	0	1	-1	0	0	0
Ma	$-R_1$	0	0	R_4	R_5	0	U_{q1}
Mb	0	R_2	0	0	$-R_5$	$-R_6$	U_{q2}
Mc	0	0	$-R_3$	$-R_4$	0	R_6	U_{q3}

$[I]=A$ $\quad [U]=V$ $\quad [R]=\Omega$ $\quad [G]=S$

	$\{I_1\}$	$\{I_2\}$	$\{I_3\}$	$\{I_4\}$	$\{I_5\}$	$\{I_6\}$	
K1	1	1	0	0	1	0	0
K2	0	0	0	1	-1	1	0
K3	-1	0	1	-1	0	0	0
Ma	-3	0	0	6	6	0	12
Mb	0	3	0	0	-6	-6	12
Mc	0	0	-3	-6	0	6	12

$I_1=-4A$
$I_2=4A$
$I_3=-4A$
$I_4=0$
$I_5=0$
$I_6=0$

2

Bei einer Fehlerortung wird der Widerstand zwischen den Adern eines zweiadrigen Kupferkabels mit $R = 6{,}8\Omega$ gemessen. Die Leitfähigkeit von Kupfer ist $g_{Cu} = 57m/\left(\Omega mm^2\right)$, der Temperaturkoeffizient von Kupfer ist $a_{Cu} = 0{,}00392K^{-1}$, der Aderquerschnitt beträgt $A = 2{,}5mm^2$ und die Erdtemperatur ist $J = 8^oC$. Der Fehler wird als widerstandsloser Kurzschluss angesetzt.

Berechnen Sie die Entfernung s_F zum Fehlerort!

$$R_{20} = \frac{2 \cdot s_F}{g_{Cu} \cdot A} \qquad g_{Cu} = 57m/\left(\Omega mm^2\right) \qquad a = 0{,}00392K^{-1}$$

$$R = R_{20} \cdot (1 + a \cdot \Delta T) \qquad \Delta T = J - 20^oC = 8^oC - 20^oC = -12K$$

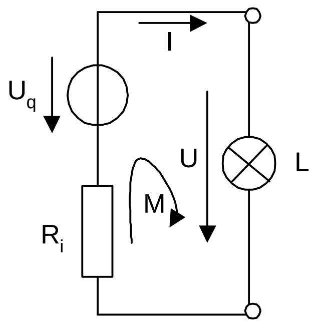
$$s_F = \frac{R_{20} \cdot g_{Cu} \cdot A}{2} = \frac{R \cdot g_{Cu} \cdot A}{2 \cdot (1 + a \cdot \Delta T)} = \frac{6{,}8\Omega \cdot 57Sm \cdot 2{,}5mm^2 \cdot K}{mm^2 \cdot 2 \cdot (1 + 0{,}00392 \cdot (-12K))} = 508m$$

3

An eine Batterie mit der Leerlaufspannung $U_0 = 8V$ und dem Innenwiderstand $R_i = 5\Omega$ ist eine Glühlampe angeschlossen. Die Glühlampe hat die in der Tabelle gegebene Strom-Spannungskennlinie.

U/V	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I/A	0	0.62	0.84	1.00	1.12	1.23	1.30	1.35	1.41	1.43

a) Ermitteln Sie die Strom und Spannung der Glühlampe im Betrieb!
b) Bestimmen Sie die Lampenleistung!

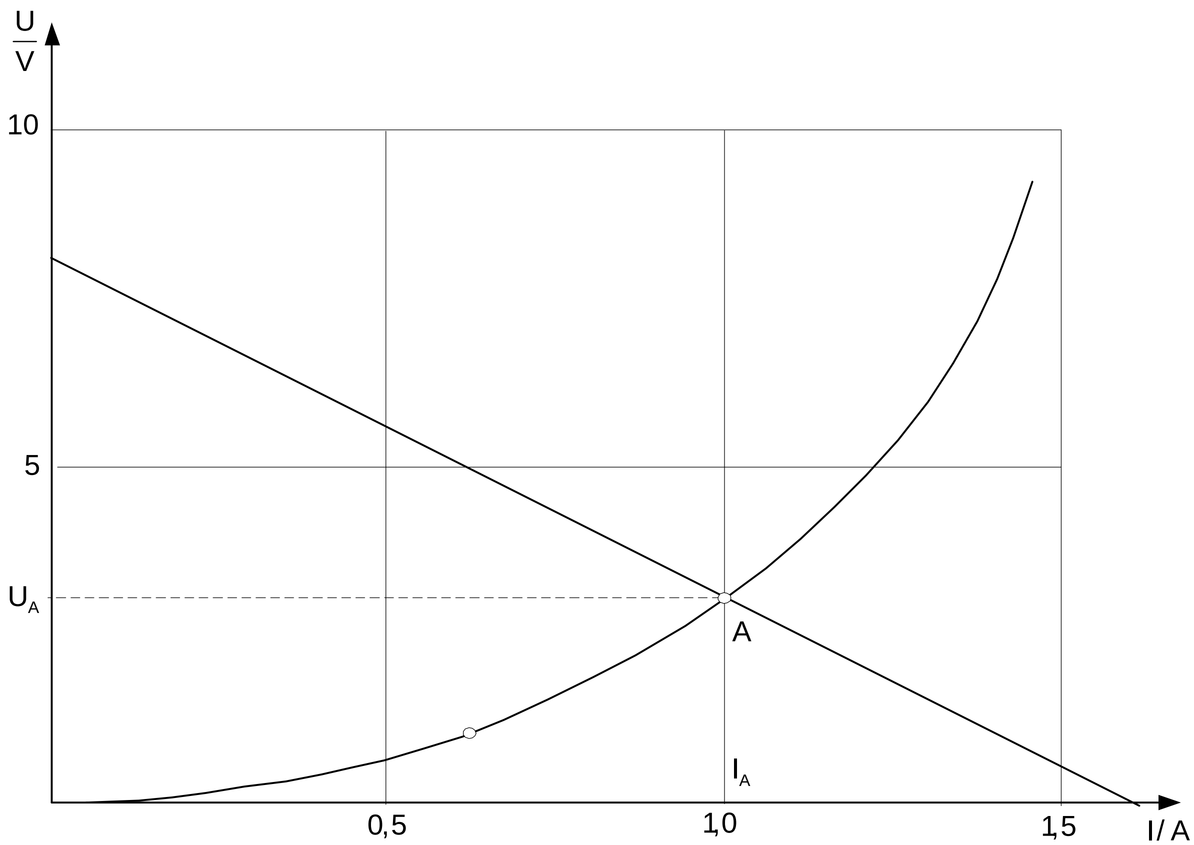


aktiver Zweipol:

M: $-U_q + I \cdot R_i + U = 0$

$U = U_q - I \cdot R_i$

$U = 0V \qquad I_K = \frac{U_q}{R_i} = \frac{8V}{5\Omega} = 1{,}6A$

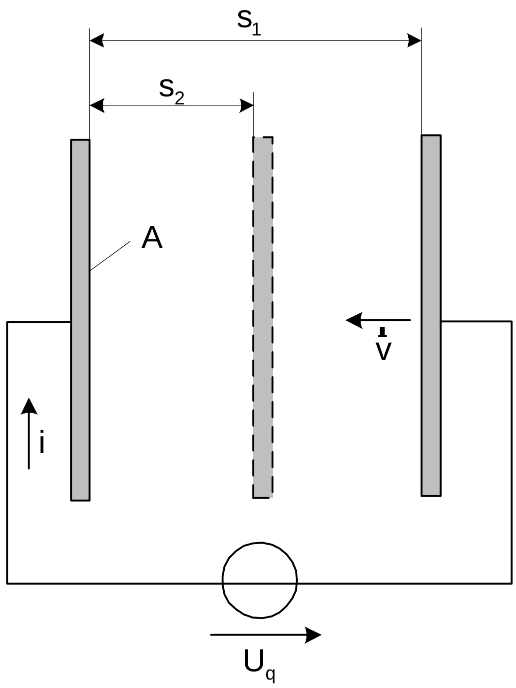


a) grafisch ermittelt: $U_A = 3V \quad I_A = 1A$

b) $P_L = U_A \cdot I_A = 3V \cdot 1A = 3W$

4

Zwei Metallplatten mit der Fläche $A = 1{,}2 m^2$ und dem Abstand $s_1 = 1mm$ bilden einen Plattenkondensator mit dem Feldmedium Luft $e_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12} As/Vm$. An die Platten ist eine Gleichspannungsquelle mit $U_q = 1500V$ angeschlossen. Die rechte Platte wird so lange verschoben, bis der Abstand $s_2 = 0{,}5mm$ beträgt.



a) Berechnen Sie die im Kondensator vor und nach der Verschiebung gespeicherte Energie!

b) Bestimmen Sie zur Verschiebung notwendige mechanische Arbeit!

a) t_1 Zeit vor der Verschiebung

t_2 Zeit nach der Verschiebung

$$W(t_1) = C(t_1) \cdot \frac{U_q^2}{2} \qquad W(t_1) = \frac{e_0 \cdot A}{s_1} \cdot \frac{U_q^2}{2} = 11{,}9 mWs$$

$$W(t_2) = C(t_2) \cdot \frac{U_q^2}{2} \qquad W(t_2) = \frac{e_0 \cdot A}{s_{21}} \cdot \frac{U_q^2}{2} = 23{,}8 mWs$$

b)

$$W_{mech} = \Delta W = W(t_2) - W(t_1) = 11{,}9 mWs$$

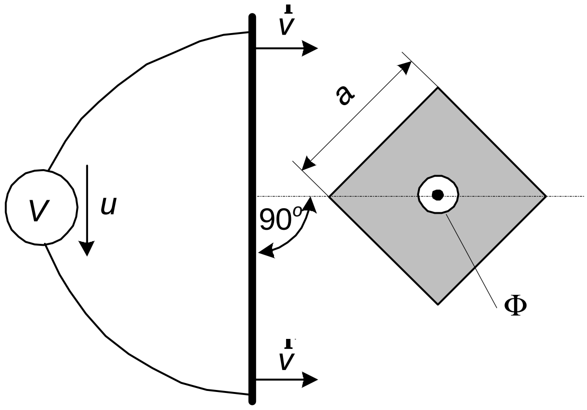
5

Ein gerader Leiter mit dem Widerstand R_L wird mit konstanter Geschwindigkeit $v = 10m/s$ senkrecht durch ein homogenes Magnetfeld mit dem Fluss $\Phi = 30mVs$ bewegt. Das Magnetfeld hat quadratischen Querschnitts $A = a^2$ mit $a = 20cm$.

a) Berechnen Sie den Zeitverlauf der vom Messinstrument angezeigten Spannung $u(t)$.

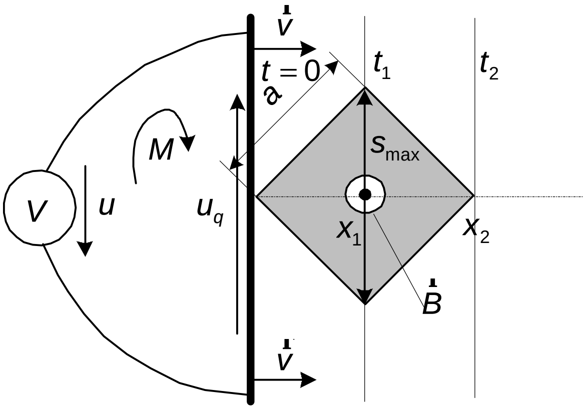
Das Messinstrument hat einen Innenwiderstand $R_M >> R_L$.

Zum Zeitpunkt $t = 0$ soll der Leiter das Magnetfeld gerade berühren.



b) Stellen Sie die Funktion $u(t)$ in einem Diagramm dar!

a) $B = \frac{\Phi}{A} = \frac{\Phi}{a^2} = \frac{30mVs}{(20cm)^2} = 0{,}75T$



$u_q = v \cdot B \cdot s$

$u_{q,\max} = v \cdot B \cdot s_{\max}$

$s_{\max} = a\sqrt{2} = 20cm \cdot \sqrt{2} = 28{,}3cm$

$u_{q,\max} = 10\frac{m}{s} \cdot 0{,}75T \cdot 0{,}283m = 2{,}12V$

$s = f(t)$ bis t_1 vergrößert sich s linear von 0 auf $s_{\max}$, von t_1 bis t_2 verringert sich s von $s_{\max}$ auf 0.

M: $-u - u_q = 0$ $\quad u = -u_q$ $\quad u_{\max} = -2{,}12V$

$$t_1 = \frac{x_1}{v} = \frac{a}{\sqrt{2} \cdot v} = \frac{20cm \cdot s}{\sqrt{2} \cdot 10m} = 14{,}15ms$$

$$t_2 = \frac{x_2}{v} = \frac{a \cdot \sqrt{2}}{v} = \frac{20cm \cdot \sqrt{2} \cdot s}{10m} = 28{,}3ms$$

$0 \le t \le t_1$: $\quad u = \frac{u_{\max}}{t_1} \cdot t = \frac{-2{,}12V}{0{,}01415s} \cdot t = -150\frac{V}{s} \cdot t$

$t_1 \le t \le t_2$ $\quad t = t_1 \quad u = -2{,}12V \qquad t = t_2 \quad u = 0V$

$u = m \cdot t + n$

$-2{,}12V = m \cdot 0{,}01415s + n \qquad 0V = m \cdot 0{,}0283s + n$

$m = 150\frac{V}{s} \qquad n = -4{,}24V$

$u = 150\frac{V}{s} \cdot t - 4{,}24V$

b)