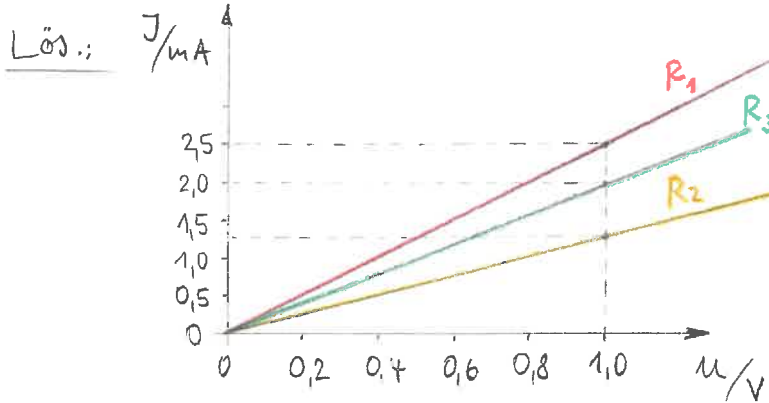


2. Rechnen mit Zweipolen

(1)

2.1) Geg.: $R_1 = 400 \Omega$; $R_2 = 800 \Omega$; $R_3 = 500 \Omega$; $U = 0 \dots 1V$;

Ges.: die Widerstandsgeraden



$$J_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{1,0V}{400 \frac{V}{A}} = 2,5 mA;$$

$$J_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{1,0V}{800 \frac{V}{A}} = 1,25 mA;$$

$$J_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{1,0V}{500 \frac{V}{A}} = 2,0 mA;$$

2.2) Geg.: $n = 37$; $d = 2,03 mm$; $\epsilon_{cu} = 17,6 \cdot 10^{-9} \Omega m$; $l = 1000 m$;

Ges.: $R = ?$

Lös.: $R = \frac{\epsilon \cdot l}{A}$; $A = n \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = 37 \cdot \frac{(2,03 \cdot 10^{-3} m)^2 \cdot \pi}{4} = 1,198 \cdot 10^{-4} m^2$;

$$\rightarrow R = \frac{17,6 \cdot 10^{-9} \Omega m \cdot 10^3 m}{1,198 \cdot 10^{-4} m^2} = 14,69 \cdot 10^{-2} \Omega = \underline{147 m\Omega}$$

2.3) Geg.: $A_{cu} = 10 mm^2$; $\epsilon_{cu} = 0,018 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$; $\epsilon_{Al} = 0,028 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$;

Ges.: $A_{Al} = ?$

Lös.: $R_{cu} = R_{Al}$; allgem.: $R = \frac{\epsilon \cdot l}{A}$;

$$\frac{\epsilon_{cu} \cdot l}{A_{cu}} = \frac{\epsilon_{Al} \cdot l}{A_{Al}}$$

$$\rightarrow A_{Al} = A_{cu} \cdot \frac{\epsilon_{Al}}{\epsilon_{cu}} = 10 mm^2 \cdot \frac{0,028 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}}{0,018 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}} = \underline{15,6 mm^2}$$

2. Rechnen mit Zweipolen

2

2.4) Geg.: $l = 400 \text{ m}$; $A = 50 \text{ mm}^2$; $\rho_{\text{Cu}} = 0,018 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$; $\alpha_{\text{Cu}} = 4,0 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{K}}$;

$U = 2 \text{ V}$;

Ges.: $J_{20^\circ\text{C}} = ?$ und $J_{50^\circ\text{C}} = ?$

Lös.: allgem.: $J = \frac{U}{R}$ u. $R = \frac{\rho \cdot l}{A}$

bei $\vartheta = 20^\circ\text{C}$: $R_{20} = \frac{0,018 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 400 \text{ m}}{50 \text{ mm}^2} = \underline{0,144 \Omega}$;

$\rightarrow J_{20^\circ\text{C}} = \frac{2 \text{ V}}{0,144 \frac{\text{V}}{\text{A}}} = \underline{13,89 \text{ A}}$;

bei $\vartheta = 50^\circ\text{C}$: $R_{50} = R_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\vartheta) = R_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot (\vartheta - 20^\circ\text{C})) =$
 $= 0,144 \Omega \cdot (1 + 4,0 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{K}} \cdot 30 \text{ K}) = \underline{0,161 \Omega}$;

$\rightarrow J_{50^\circ\text{C}} = \frac{2 \text{ V}}{0,161 \frac{\text{V}}{\text{A}}} = \underline{12,42 \text{ A}}$;

2.5) Geg.: $\vartheta_1 = 20^\circ\text{C}$; $\vartheta_2 = 60^\circ\text{C}$; $p = 0,62\%$;

Ges.: $\alpha_{20} = ?$

Lös.: $R_{60} = R_{20} \cdot (1 + \underbrace{\alpha_{20} \cdot \Delta\vartheta}_p) \rightarrow p = \alpha_{20} \cdot \Delta\vartheta$

$p = \alpha_{20} \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1)$

$\alpha_{20} = \frac{p}{\vartheta_2 - \vartheta_1} = \frac{0,0062}{60^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}} = \underline{1,55 \cdot 10^{-4} \frac{1}{\text{K}}}$;

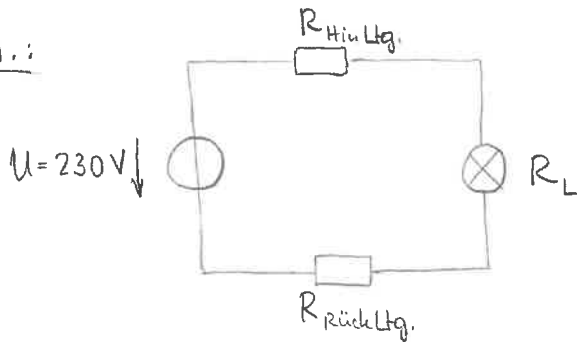
2. Rechnen mit Zweipolen

2.6) Geg.: $U = 230V$; $P = 1000W$; $l = 50m$;

$\epsilon_{cu} = 0,018 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$; $A = 1,5 mm^2$;

Ges.: $J_L = ?$ u. $P_L = ?$

Lös.:



Kennwerte der Lampe:

$$P = \frac{U^2}{R_L} \Rightarrow \underline{R_L} = \frac{U^2}{P} = \frac{(230V)^2}{1000W} = \underline{52,9 \Omega}$$

$$\underline{R_{Ltg}} = 2 \cdot \frac{\epsilon_{cu} \cdot l}{A} = 2 \cdot \frac{0,018 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m} \cdot 50m}{1,5 mm^2} = \underline{1,2 \Omega}$$

$R_{ges} = R_{Ltg} + R_L = 52,9 \Omega + 1,2 \Omega = \underline{54,1 \Omega}$;

$J_L = \frac{U}{R_{ges}} = \frac{230V}{54,1 \frac{V}{A}} = \underline{4,25 A}$;

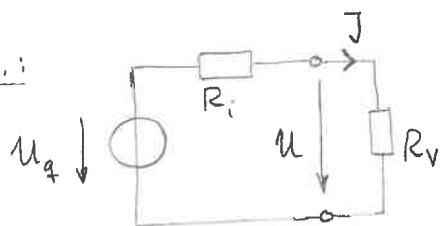
zum Vergleich ohne Verlängerungsleitung: $J_L = \frac{P}{U} = \frac{1000W}{230V} = 4,35 A$

$P_L = J_L^2 \cdot R_L = (4,25 A)^2 \cdot 52,9 \frac{V}{A} = \underline{956 W}$;

2.7) Geg.: $R_v = 1,2 k\Omega$; $U_0 = 21V$; $U_1 = 18V$;

Ges.: $R_i = ?$

Lös.:



$U = U_q - J \cdot R_i$

bei Leerlauf ist $J = 0$,
d.h. $U_q = U_0 = 21V$;

bei Belastung $U = U_1$: $J = \frac{U_1}{R_v} = \frac{18V}{1,2 \cdot 10^3 \frac{V}{A}} = 0,015 A = 15 mA$;

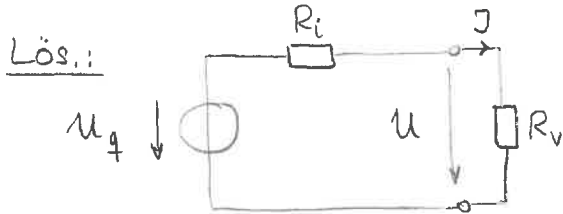
$U_1 = U_q - J \cdot R_i \Rightarrow \underline{R_i} = \frac{U_q - U_1}{J} = \frac{21V - 18V}{15 \cdot 10^{-3} A} = \underline{200 \Omega}$;

2. Rechnen mit Zweipolen

4

2.8) Geg.: $U_1 = 10V$; $J_1 = 0,08A$; $U_2 = 8V$; $J_2 = 0,24A$;
 $U_3 = 5V$; $J_3 = 0,48A$;

Ges.: $R_i = ?$; $U_o = ?$; $J_k = ?$;



$$U = U_q - J \cdot R_i$$

$$U_q = U + J \cdot R_i$$

$\rightarrow U_1 + J_1 \cdot R_i = U_2 + J_2 \cdot R_i$

$$J_1 \cdot R_i - J_2 \cdot R_i = U_2 - U_1$$

$$\underline{R_i} = \frac{U_2 - U_1}{J_1 - J_2} = \frac{8V - 10V}{0,08A - 0,24A} = \underline{12,5\Omega}$$

2 Arbeitspunkte sind ausreichend für die Lösung!
(mit 3 Arbeitspunkten überbestimmt!)

$$\underline{U_q} = U_1 + J_1 \cdot R_i = 10V + 0,08A \cdot 12,5 \frac{V}{A} = \underline{11V}$$

bei Leerlauf ist $J = 0$: $U_o = U_q - 0A \cdot R_i$

$$\rightarrow \underline{U_o = 11V}$$

bei Kurzschluss ist $U = 0$: $0V = U_q - J_k \cdot R_i$

$$\rightarrow \underline{J_k} = \frac{U_q}{R_i} = \frac{11V}{12,5 \frac{V}{A}} = \underline{0,88A}$$

Hinweis: der 3. AP muss auch auf der Geraden liegen; muss überprüft werden!

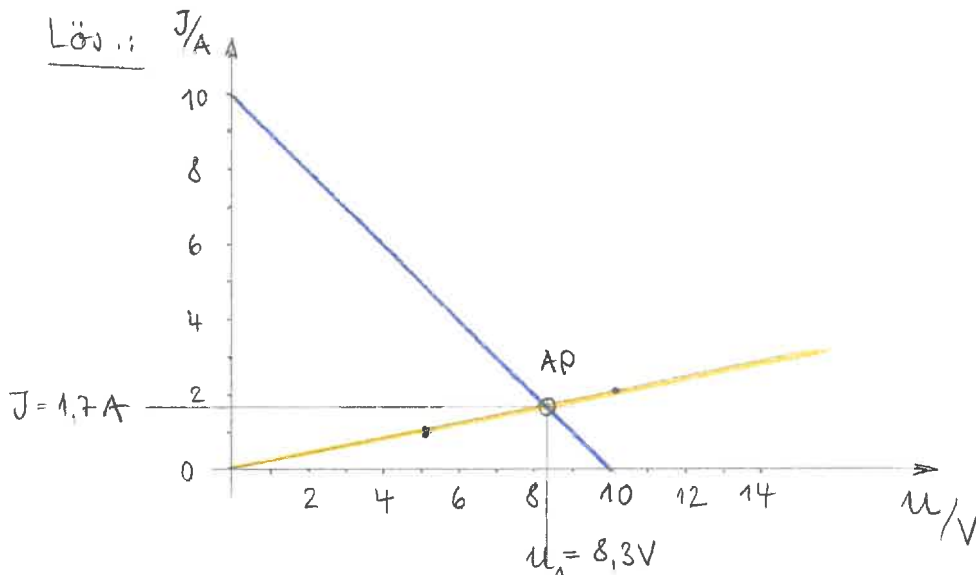
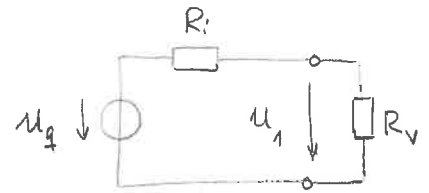
2. Rechnen mit Zweipolen

5

2.9) Geg.: $U_0 = 10V$; $R_i = 1\Omega$; $R_v = 5\Omega$;

Ges.:

- Kennlinie der Spannungsquelle
- Widerstandsgerade R_v
- AP: u_1 u. J



Konstruktion der Kennlinie der Spannungsquelle:

Leerlauf: $J = 0$.
 $u_0 = u_1 = 10V$;

Kurzschluss: $J_k = \frac{u_0}{R_i} = \frac{10V}{1\frac{V}{A}} = 10A$;
 $u_1 = 0V$

Konstruktion der Widerstandsgeraden: $R_v = 5\Omega$; $J = \frac{u}{R_v} = \frac{5V}{5\frac{V}{A}} = 1A$; $J = \frac{u}{R_v} = \frac{10V}{5\frac{V}{A}} = 2A$;

AP: $u_1 = 8,3V$ und $J = 1,7A$;

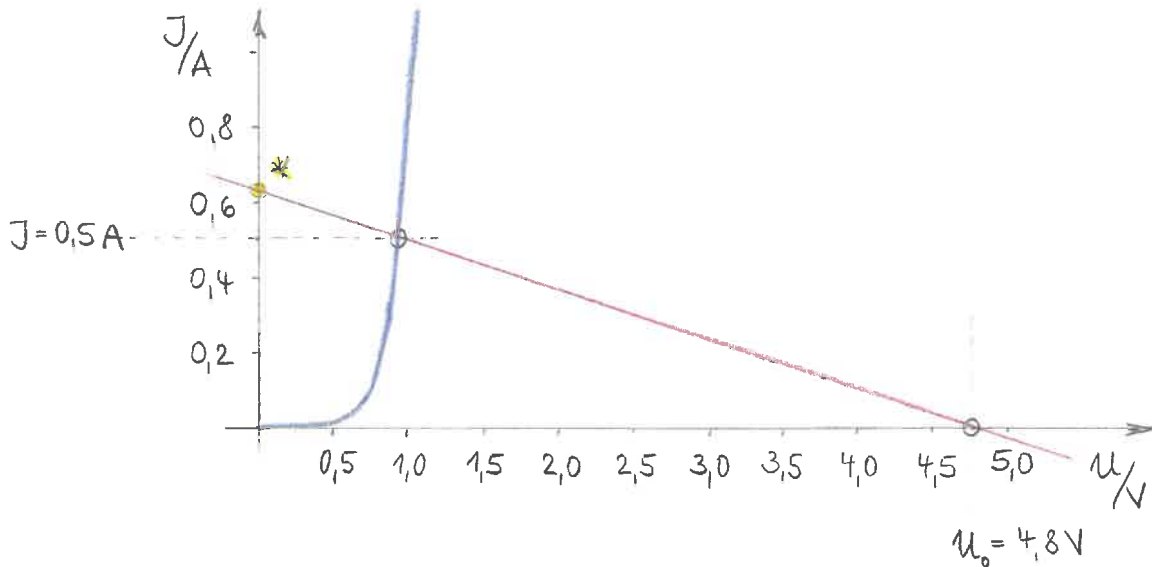
2. Rechnen mit Zweipolen

6

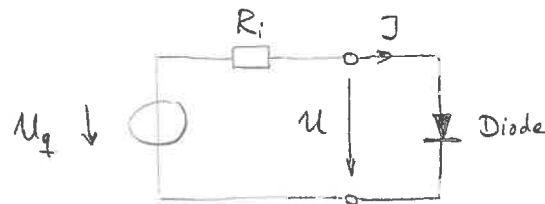
2.10) Geg.: $U_0 = 4,8V$; $J = 0,5A$;

Ges.: $R_i = ?$

Lös.:



$$U = U_q - J \cdot R_i$$



— bei Leerlauf ist $J = 0$: $U_0 = U_q - 0A \cdot R_i$

$$U_0 = U_q = 4,8V ;$$

— bei Kurzschluss ist $U = 0$: $0V = 4,8V - 0,64A \cdot R_i$

* aus der Kennlinie wird Kurzschlussstrom J_k herausgelesen :

$$J_k = 0,64A$$

$$4,8V = 0,64A \cdot R_i$$

$$\underline{R_i = \frac{4,8V}{0,64A} = 7,5\Omega ;}$$