Beispiel 2:

a) Strom I über R_V nach der Helmholtz-Methode

Quelle 1:

$$6\,A \begin{cases} R_1 = 2\,\Omega & \rightarrow I_1' = 6\,A \cdot \frac{4}{6} = 4\,A \\ R_2 + R_3 \| R_V = 4\,\Omega & \rightarrow I_2' = 6\,A\,\frac{2}{6} = 2\,A \end{cases}$$

$$I_2' = 2\,A \begin{cases} R_3 = 4\,\Omega \\ R_V = 4\,\Omega \end{cases} \rightarrow I' = 1\,A$$

Quelle 2:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 \| R_V = (2 + 2 + 4\|4)\,\Omega$$

$$R = 6\,\Omega$$

$$I_2'' = U_{q2}/R = -6\,V/6\,\Omega = 1\,A$$

$$I'' = -0{,}5\,A$$

Quelle 3:

$$R = R_3 + (R_1 + R_2) \| R_V$$

$$= (4 + 4\|4)\,\Omega = 6\,\Omega$$

$$I_3''' = U_{q3}/R = 12\,V/6\,\Omega = 2\,A$$

$$2\,A \begin{cases} R_1 + R_2 = 4\,\Omega \\ R_V = 4\,\Omega \end{cases} \rightarrow I''' = 1\,A$$

Alle Quellen:

$$I = I' + I'' + I''' = 1{,}0\,A - 0{,}5\,A + 1{,}0\,A = 1{,}5\,A$$

$$I = 1{,}5\,A \quad U = 6\,V$$

b) Die Werte der Quellen und Widerstände ergeben durchaus überraschende Resultate.

Der ganze Strom $I = 1{,}5\,A$ kommt quasi von der Quelle 3. $I_3 = I = 1{,}5\,A$

I_2 ist dann $0\,A$

I_{q1} versorgt nur R_1.

Potentiale: bei A: 6 V

am Ausgang der Quelle 1: 12 V

c) Leerlauf: d.h. ohne R_V

Wir berechnen I_3 (+ von oben nach unten)

Quelle 1:

$$6\,A \lessdot \begin{matrix} R_1 = 2\,\Omega \\ R_2 + R_3 = 6\,\Omega \end{matrix} \rightarrow I_3' = 6 \cdot \frac{2}{8}\,A$$

$$I_3' = 1{,}50\,A$$

Quelle 2: $R = R_1 + R_2 + R_3 = 8\,\Omega$

$$I_3'' = -\,6V/8\,\Omega = -\,0{,}75\,A$$

Quelle 3: $R = 8\,\Omega$

$$I_3''' = -\,12V/8\,\Omega = -1{,}50\,A$$

Alle Quellen: $I_3 = -0{,}75\,A$

$$R_3 \cdot I_3 + U_{q3} - U_L = 0$$

$$\underline{U_L} = U_{q3} + R_3 I_3 = 12V - 4 \cdot 0{,}75\,V = \underline{9{,}0\,V}$$

Fortsetzung c)

Kurzschluss:

Quelle 1:

$6\,A < \begin{matrix} R_1 = 2\,\Omega \\ R_2 = 2\,\Omega \end{matrix} \Rightarrow I_k' = 3\,A$

Quelle 2:

$I_k'' = -U_{q2}/(R_1+R_2) = -6V/4\,\Omega = -1{,}5\,A$

Quelle 3:

$I_k''' = U_{q3}/R_3 = 12V/4\,\Omega = 3{,}0\,A$

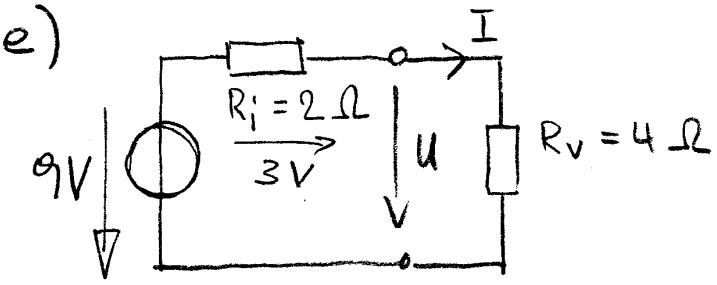
Alle Quellen: $\underline{\underline{I_k = 4{,}5\,A}}$

d) Innenwiderstand

$R_i = (R_1+R_2) \parallel R_3 = 2\,\Omega$

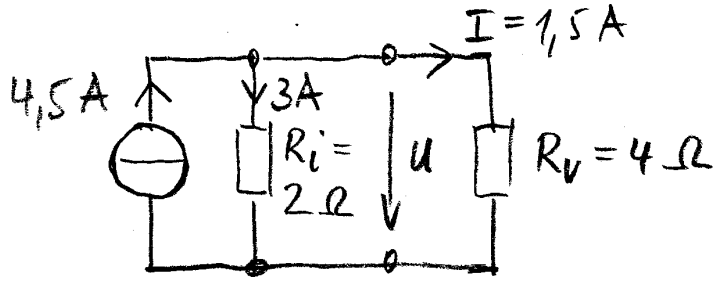
Probe: $R_i = \frac{U_L}{I_k} = \frac{9\,V}{4{,}5\,A} = 2\,\Omega$ ✓

e)



$I = 1{,}5\,A$

$\Rightarrow U = 6{,}0\,V$



$I = 4{,}5\,\frac{2}{6}\,A$

$I = 1{,}5\,A$