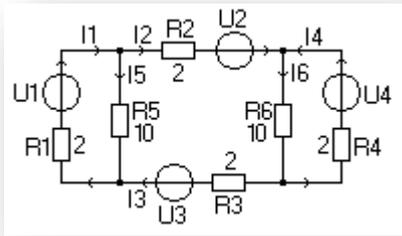
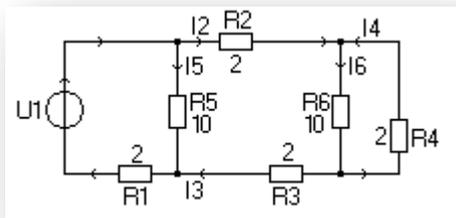


## Überlagerungsprinzip nach Helmholtz, mit vier Spannungsquellen



Schaltung mit 4 Spannungsquellen  $U_1, U_2, U_3, U_4$  alle 6V, und 4 Widerstände,  $R_1, R_2, R_3, R_4$ , mit  $2\ \Omega$  und  $R_5$  und  $R_6$  mit  $10\ \Omega$ .

Für die Berechnung wird immer nur 1 Spannungsquelle verwendet, die andern werden kurz geschlossen.



1) Nur Spannungsquelle  $U_1$ :

Die Schaltung wird ein wenig umgezeichnet.

Der Gesamtwiderstand wird von rechts weg berechnet:

$$R_{\text{ges}} = (((R_4 // R_6) + R_2 + R_3) // R_5) + R_1 =$$

$$(((2\ \Omega // 10\ \Omega) + 2\ \Omega + 2\ \Omega) // 10\ \Omega) + 2\ \Omega = 5,62\ \Omega$$

$$I_{\text{ges}} = U / R_{\text{ges}} = 6\text{V} / 5,62\ \Omega = 1,07\text{A}$$

$I_5'$  und  $I_6'$  wird mittels Stromteilerregel ermittelt. Zu beachten ist, dass als Gesamtwiderstand  $R_{\text{ges}}$  nicht der Gesamtwiderstand der gesamten Schaltung, sondern der Gesamtwiderstand der Stromteilerschaltung zu berücksichtigen ist. Bei  $I_5'$  wird dies genau erläutert.

$I_5' / I_{\text{ges}} = R_{\text{ges}} / R_5$  ...  $R_{\text{ges}}$  für diese Schaltung besteht aus  $R_2, R_3, R_4, R_5$  und  $R_6$ , also

$$R_{\text{ges}} = ((R_4 // R_6) + R_2 + R_3) // R_5 = ((2\ \Omega // 10\ \Omega) + 2\ \Omega + 2\ \Omega) // 10\ \Omega = 3,62\ \Omega$$

$$I_5' / I_{\text{ges}} = R_{\text{ges}} / R_5 \rightarrow I_5' = I_{\text{ges}} * R_{\text{ges}} / R_5 = 1,07\text{A} * 3,62\ \Omega / 10\ \Omega = 0,39\text{A}$$

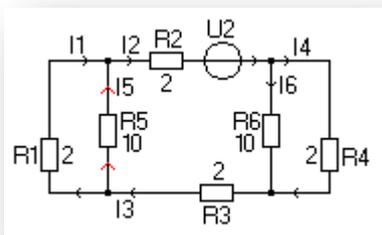
$I_2$  ist der "speisende" Strom für die Parallelschaltung von  $R_6$  und  $R_4$ .

$$I_2 = I_{\text{ges}} - I_5' = 1,07\text{A} - 0,39\text{A} = 0,68\text{A}$$

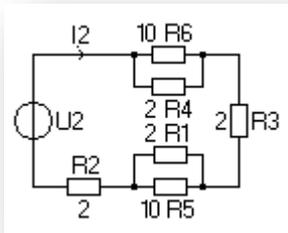
$$I_6' / I_2 = (R_6 // R_4) / R_6 \rightarrow I_6' = I_2 * (R_6 // R_4) / R_6 = 0,68\text{A} * 1,67\ \Omega / 10\ \Omega = 0,113\text{A}$$

2) Nur Spannungsquelle  $U_2$ :

**ACHTUNG**  $I_5$  entgegen der ursprüngliche Annahme!



Wenn nur die Spannungsquelle  $U_2$  vorhanden ist, dreht sich der Strom  $I_5$  um, sodass er gegenüber der Grundschialtung in verkehrter Richtung fließt und daher mit einem Minus in die Rechnung eingeht.



Die Schaltung wurde umgezeichnet, damit sie verständlicher wird. Der Strom  $I_2$  ist gleichzeitig der Gesamtstrom  $I_{ges}$ .

$$R_{ges} = (R_6 // R_4) + R_3 + (R_1 // R_5) + R_2 =$$

$$= (10\Omega // 2\Omega) + 2\Omega + (2\Omega // 10\Omega) + 2\Omega =$$

$$= 1,67\Omega + 2\Omega + 1,67\Omega + 2\Omega = 7,33\Omega$$

$$I_{ges} = U / R_{ges} = 6V / 7,33\Omega = 0,82A$$

$I_{ges}$  ist der „speisende“ Strom für den Stromteiler  $R_6$  und  $R_4$ , der Gesamtwiderstand von  $R_6$  und  $R_4$  beträgt  $1,67\Omega$  (siehe obige Berechnung).

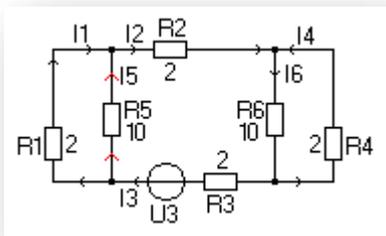
$$I_6'' / I_{ges} = R_{ges} / R_6 \rightarrow I_6'' = I_{ges} * R_{ges} / R_6 = 0,82A * 1,67\Omega / 10 = 0,14A$$

Auf Grund der Symmetrie der Schaltung ist zu sehen, dass  $I_2$  zunächst durch  $R_3$  und dann auch durch die Parallelschaltung  $R_1//R_5$  fließt und da die Werte mit  $R_1$  und  $R_6$  gleich ergibt sich:

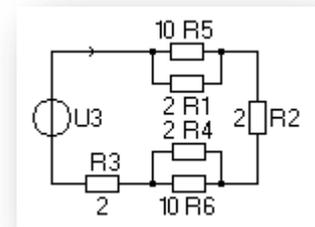
$$I_5'' = -0,14A, I_6''' = 0,14A$$

3) Nur Spannungsquelle  $U_3$ :

**ACHTUNG  $I_5$  entgegen der ursprüngliche Annahme!**



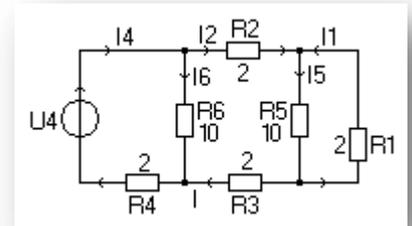
Umgezeichnet sieht die Schaltung vorher aus, nur dass  $R_5 // R_1$ ,  $R_6 // R_4$ ,  $R_2$  und  $R_3$  vertauscht sind. Da die Werte der Tauschpaare aber gleich sind, ergeben sich die gleichen Werte, wie vorher:



$$I_5''' = -0,14A, I_6''' = 0,14A'$$

4) Nur Spannungsquelle  $U_4$ :

Umgezeichnet sieht die Schaltung vorher aus, nur dass  $R_5 \leftrightarrow R_6$  und  $R_4 \leftrightarrow R_1$  vertauscht sind. Da die Werte der Tauschpaare aber gleich sind, ergeben sich die gleichen Werte, wie vorher, nur getauscht:



$$I_5'''' = 0,113A$$

$$I_6'''' = 0,39A$$

$$I_5 = I_5' - I_5'' - I_5''' + I_5'''' = 0,39A - 0,14A - 0,14A + 0,113A = 0,223A$$

$$I_6 = I_6' + I_6'' + I_6''' + I_6'''' = 0,113A + 0,14A + 0,14A + 0,39A = 0,783A$$

