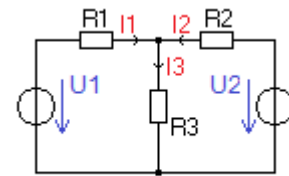


Berechnung eines einfachen Netzwerkes nach Helmholtz

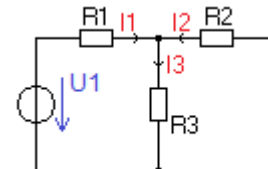
Angaben: $R_1 = 10\Omega$, $R_2 = 20\Omega$, $R_3 = 100\Omega$, $U_1 = 5V$, $U_2 = 10V$

Gesucht: I_1 , I_2 , I_3

In dieser einfachen Schaltung mit zwei Spannungsquellen und drei Widerständen, werden die Richtungen der Ströme einfach nach Gutdünken gewählt. Ist diese Wahl nicht richtig, kommt bei der Berechnung ein negativer Strom heraus (wie auch in diesem Beispiel).



1) Es werden die Ströme mit nur einer Spannungsquelle berechnet, im gegebenen Fall wurde U_2 weggelassen. I_2' fließt in verkehrter, als in der angenommenen Richtung und ist in dieser Berechnung daher negativ.



$$R'_{ges} = R_1 + 1 / \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) = 10\Omega + 1 / \left(\frac{1}{20\Omega} + \frac{1}{100\Omega} \right) = 10\Omega + 16,66\Omega = 26,66\Omega$$

$$U_{2,3} / U_{ges} = R_{2,3} / R_{ges} \rightarrow U_{2,3} = U_{ges} * R_{2,3} / R_{ges} = 5V * 16,66\Omega / 26,66\Omega = 3,125V$$

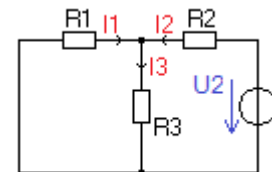
$$I_1' = U_{ges} / R_{ges} = 5V / 26,66\Omega = 0,188A$$

$$I_2' = U_{2,3} / R_2 = 3,125V / 20\Omega = -0,156A \text{ negativ, Stromrichtung entgegengesetzt der Annahme!}$$

$$I_3' = U_{2,3} / R_3 = 3,125V / 100\Omega = 0,0313A$$

Helmholtz 1					
$R_{2,3}$	R_{ges}	$U_{R2}=U_{R3}$	I_1'	I_2'	I_3'
Ω	Ω	V	A	A	A
16,6667	26,6667	3,1250	0,1875	-0,1563	0,0313

2) Nun wird die Berechnung mit nur U_2 durchgeführt, U_1 wurde weggelassen. In diesem Fall ist I_1'' negativ, da der Strom in dieser Schaltung entgegen der Annahme fließt.



$$R'_{ges} = R_2 + 1 / \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} \right) = 20\Omega + 1 / \left(\frac{1}{10\Omega} + \frac{1}{100\Omega} \right) = 20\Omega + 9,09\Omega = 29,09\Omega$$

$$U_{1,3} / U_{ges} = R_{1,3} / R_{ges} \rightarrow U_{1,3} = U_{ges} * R_{1,3} / R_{ges} = 10V * 9,09\Omega / 29,09\Omega = 3,125V$$

$$I_1'' = U_{2,3} / R_2 = 3,13V / 10\Omega = -0,313A \text{ negativ, Stromrichtung entgegengesetzt der Annahme!}$$

$$I_2'' = U_{ges} / R_{ges} = 10V / 29,09\Omega = 0,344A$$

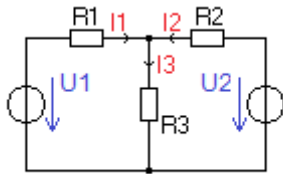
$$I_3'' = U_{2,3} / R_3 = 3,125V / 100\Omega = 0,0313A$$

Helmholtz 2					
$R_{1,3}$	R_{ges}	$U_{R1}=U_{R3}$	I_1''	I_2''	I_3''
Ω	Ω	V	A	A	A
9,0909	29,0909	3,1250	-0,3125	0,3438	0,0313

3) Nun werden die errechneten Ströme addiert: $I_1 = I_1' + I_1''$, $I_2 = I_2' + I_2''$, $I_3 = I_3' + I_3''$

$I = I' + I''$	I_1	I_2	I_3
Ergebnis	-0,1250	0,1875	0,0625

Diese Ergebnisse wurden im praktischen Versuch nachgewiesen.



Für dieses Beispiel ist eine Exceltabelle zum [Herunterladen](#) bereit, in der die beiden Spannungen und die drei Widerstände beliebig verändert werden können. Die Tabelle errechnet jeweils die drei Ströme.

Auch als [ZIP-Datei](#).

Theoretischer Hintergrund des Überlagerungsprinzips nach Helmholtz aus wikipedia:

https://de.wikipedia.org/wiki/Hermann_von_Helmholtz#%C3%9Cberlagerungsprinzip_nach_Helmholtz

„Die Wirkung (Strom oder Spannung) an einer beliebigen Stelle des Netzwerkes, die von allen Quellen hervorgerufen wird, ist gleich der Summe der Wirkungen jeder einzelnen Quelle, wenn zugleich die restlichen Quellen durch ihre idealen Innenwiderstände ersetzt werden. Ideale Spannungsquellen sind daher kurzzuschließen, ideale Stromquellen sind durch einen Leerlauf zu ersetzen.“

