

Zweipole
○○○○○

Spannungsteiler
○○

Überlagerung
○○○○○○○
○○○○

Dreieck <-> Stern
○○○○○

Pflicht-Themen, die noch offen sind
○

Lösungen
○○

Teil I

Themenfeld 12.1 - Gleichstromnetzanalyse

Zweipole
ooooo

Spannungsteiler
o

Überlagerung
ooooooo
ooooo
oo

Dreieck <-> Stern
oooooo

Pflicht-Themen, die noch offen sind
o

Lösungen
oo

Inhalt

Zweipoltheorie (Pflicht)

Spannungsteiler

Überlagerungsverfahren nach Helmholtz
(Pflicht)

Dreieck <-> Stern-Umwandlung (Pflicht)

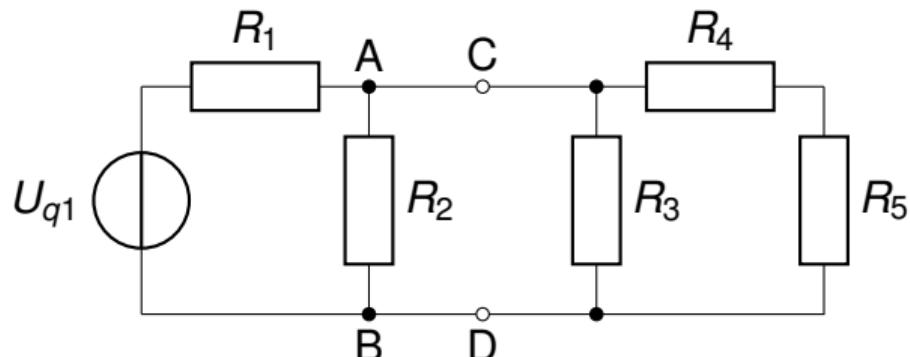
Pflicht-Themen, die noch offen sind

Lösungen

Übungen zu Zweipole I
Übungen zu Zweipole II
Schaltung 2 - nur Quelle 1 aktiv
Schaltung 2 - nur Quelle 2 aktiv
Schaltung 3 - nur Quelle 1 aktiv

Zweipole

In der Schaltung unten sollen die Widerstände R_3 bis R_5 als ein virtuelles Bauteil dargestellt werden.



Werte für Berechnung

$$R_1 = 10\Omega$$

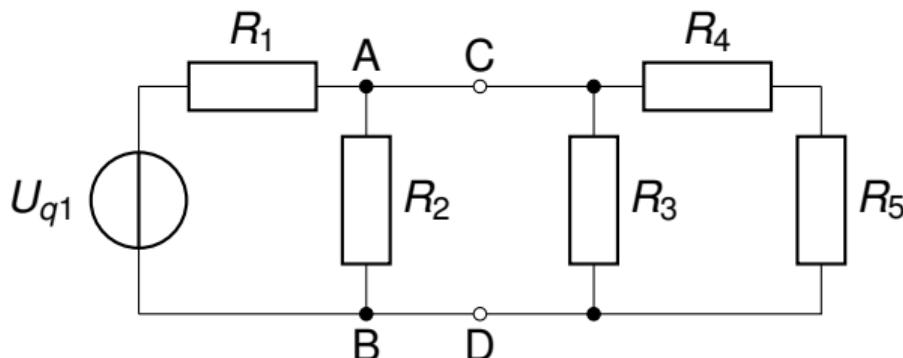
$$R_2 = 20\Omega$$

$$R_3 = 30\Omega$$

$$R_4 = 40\Omega$$

$$R_5 = 50\Omega$$

$$U_{q1} = 5V, \\ U_{q2} = 12V$$



Berechnung des Ersatzwiderstands

$$R_{45} = R4 + R5 \quad (1)$$

$$R_{45} = 40\Omega + 50\Omega \quad (2)$$

$$R_{45} = 90\Omega \quad (3)$$

$$\frac{1}{R_{3||45}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_{45}} \quad (4)$$

$$\frac{1}{R_{3||45}} = \frac{1}{30\Omega} + \frac{1}{90\Omega} \quad (5)$$

$$R_{3||45} = 22,5\Omega \quad (6)$$

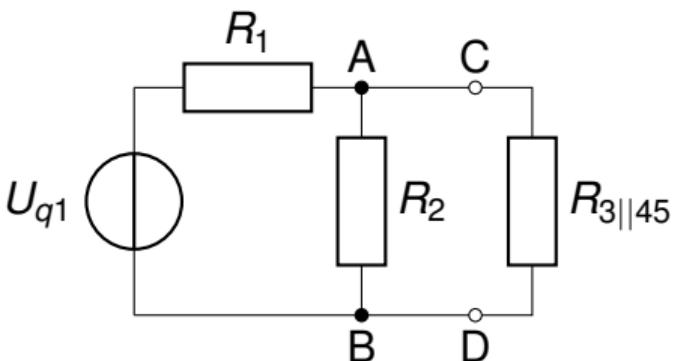


Abbildung: Berechnung
des Ersatzwiderstands

Übungen zu Zweipole I

Berechnen Sie jeweils den Ersatzwiderstand zwischen den Klemmen C und D zur Schaltung unten.

- a $R_1 = R_2 = 220\Omega \quad R_3 = R_5 = 230\Omega \quad R_4 = 470\Omega$
- b $R_1 = R_2 = R_3 = R_5 = 230\Omega \quad R_4 = 560\Omega$
- c $R_1 = R_2 = R_4 = R_5 = 150\Omega \quad R_3 = 120\Omega$

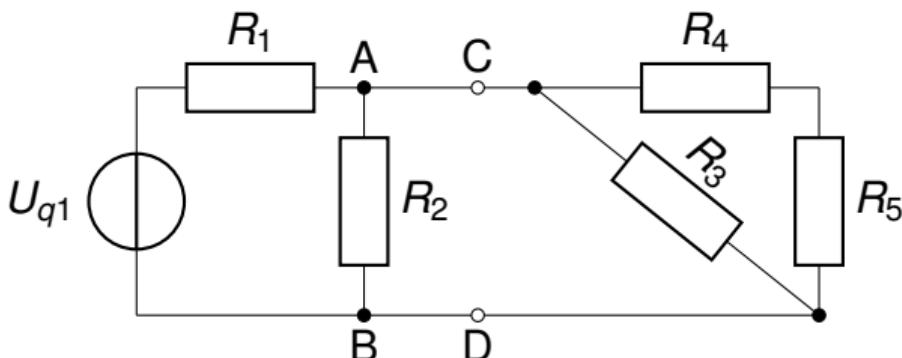


Abbildung: Schaltung zu Übung Ersatzzweipol - Teil 1

Übungen zu Zweipole II

Berechnen Sie jeweils den Ersatzwiderstand zwischen den Klemmen C und D zur Schaltung unten.

- a $R_1 = R_2 = 220\Omega \quad R_3 = R_5 = 230\Omega \quad R_4 = 470\Omega$
- b $R_1 = R_2 = R_3 = 150\Omega \quad R_5 = 230\Omega \quad R_4 = 560\Omega$
- c $R_1 = R_2 = R_4 = R_5 = 150\Omega \quad R_3 = 120\Omega$

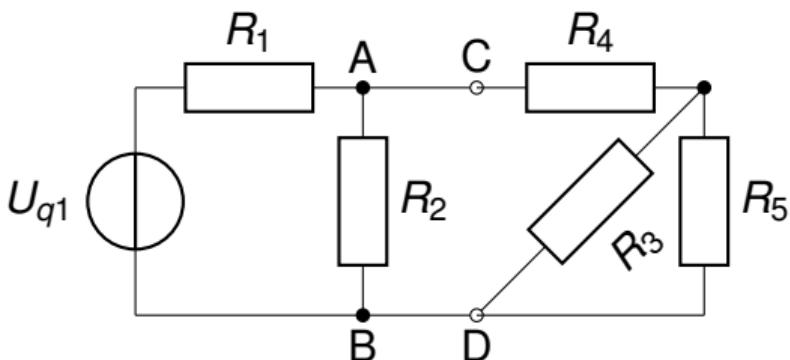
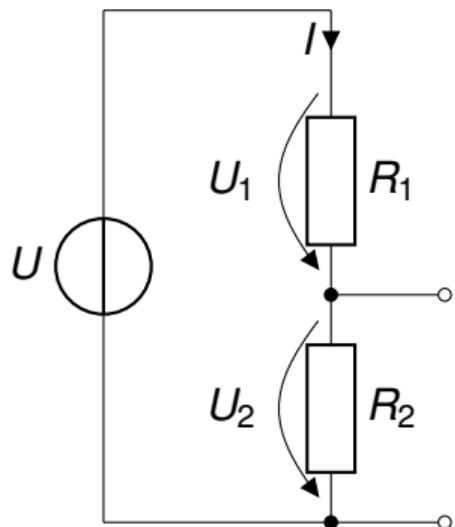


Abbildung: Schaltung zu Übung Ersatzzweipol - Teil 2



Spannungsteiler

$$U = U_1 + U_2 \quad (7)$$

$$I = \frac{U}{R_{ges}} = \frac{U}{R_1 + R_2} \quad (8)$$

$$I = \frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2} \quad (9)$$

$$U_2 = I * R_2 \quad (10)$$

$$U_2 = \frac{U}{R_{ges}} * R_2 \quad (11)$$

$$U_2 = \frac{U}{R_1 + R_2} * R_2 \quad (12)$$

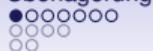
$$\frac{U_2}{U} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (13)$$

Übungsaufgaben zu Spannungsteiler

U [V]	R_1 [Ω]	R_2 [Ω]	I_{R1}	I_{R2}
5	220	330		
12	220	470		
12	220		12 mA	
12	470			10,4 mA
	560	120	22 mA	
	470	1,5k	3,3 mA	

Zweipole
ooooo

Spannungsteiler
o

Überlagerung


Dreieck <-> Stern
oooooo

Pflicht-Themen, die noch offen sind
o

Lösungen
oo

Inhalt

Zweipoltheorie (Pflicht)

Spannungsteiler

Überlagerungsverfahren nach Helmholtz (Pflicht)
Aufgaben zu Überlagerung

Dreieck <-> Stern-Umwandlung (Pflicht)

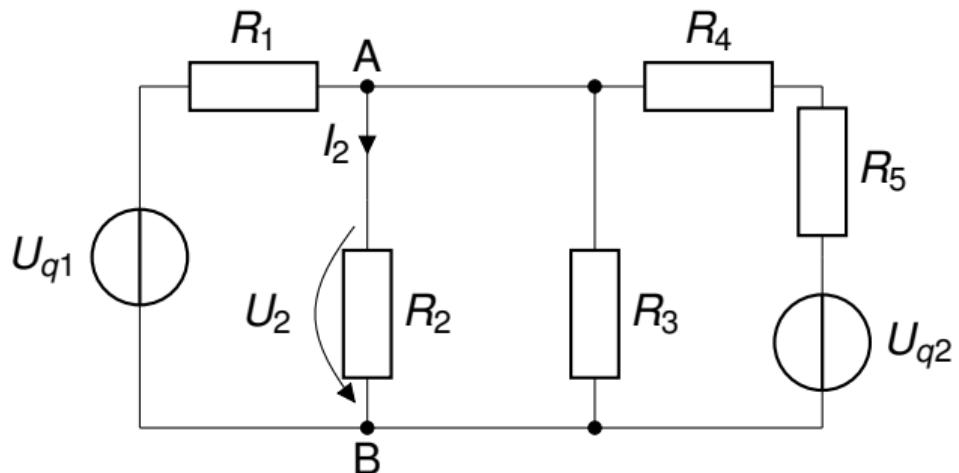
Pflicht-Themen, die noch offen sind

Lösungen

Übungen zu Zweipole I

Übungen zu Zweipole II

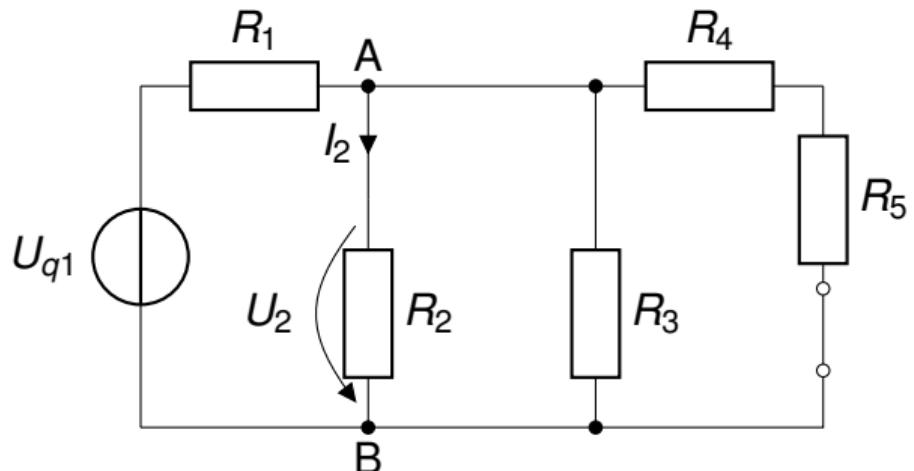
Zwei Spannungsquellen U_1 und U_2



$$\begin{aligned}R_1 &= 10\Omega, \quad R_2 = 20\Omega \\R_3 &= 30\Omega, \quad R_4 = 40\Omega \\R_5 &= 50\Omega \\U_{q1} &= 5 \text{ V}, \quad U_{q2} = 12 \text{ V}\end{aligned}$$

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 1, Zwei Quellen aktiv

Zwei Spannungsquellen U_1 und U_2



$$\begin{aligned}R_1 &= 10\Omega, R_2 = 20\Omega \\R_3 &= 30\Omega, R_4 = 40\Omega \\R_5 &= 50\Omega \\U_{q1} &= 5 V, U_{q2} = 12 V\end{aligned}$$

Abbildung: Nur Quelle eins aktiv

Berechnung Ersatzwiderstand I

$$U_{2'} = I_2 * R_2 || R_3 || R_4 + R_5 \quad (14)$$

$$U_{2'} = I_2 * \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4+R_5}} \quad (15)$$

I_2 ist nicht bekannt.

Berechnung Ersatzwiderstand II

$$U_{q1} = U_1 + U_2 \quad (16)$$

$$U_2 = U_{q1} * \frac{R_2 || R3 || R45}{R_1 + R_2 || R3 || R45} \quad (17)$$

Einsetzen I

$$U_{2'} = U_{q1} * \frac{R_2 || R_3 || R_{45}}{R_1 + R_2 || R_3 || R_{45}} \quad (18)$$

$$U_{2'} = U_{q1} * \frac{\frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4 + R_5}}}{R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4 + R_5}}} \quad (19)$$

(20)

Einsetzen II

$$U_{2'} = U_{q1} * \frac{R_2 || R3 || R45}{R1 + R2 || R3 || R45}$$

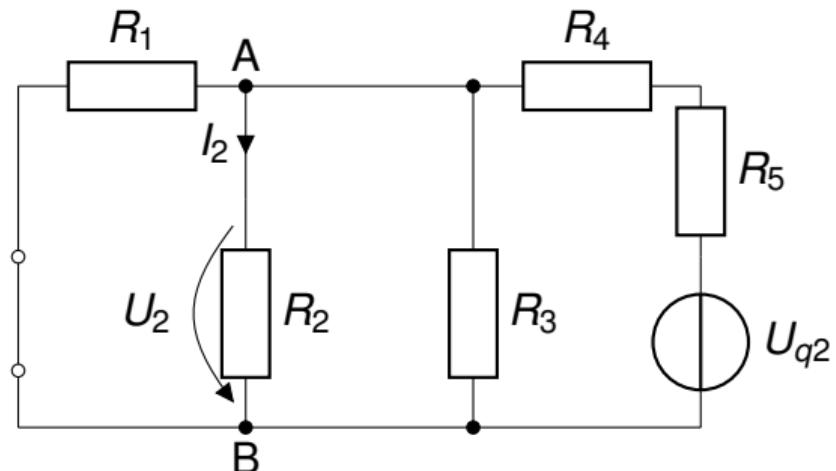
$$U_{2'} = U_{q1} * \frac{\frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4 + R_5}}}{R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4 + R_5}}}$$

$$U_{2'} = 5V * \frac{10,59\Omega}{10\Omega + 10,59\Omega} \quad (21)$$

$$U_{2'} = 5V * 0,514 \quad (22)$$

$$U_{2'} = 2,57V \quad (23)$$

Zwei Spannungsquellen U_1 und U_2



$$\begin{aligned}R_1 &= 10\Omega, R_2 = 20\Omega \\R_3 &= 30\Omega, R_4 = 40\Omega \\R_5 &= 50\Omega \\U_{q1} &= 5 V, U_{q2} = 12 V\end{aligned}$$

Abbildung: Nur Quelle zwei aktiv

Quelle 2, Einsetzen I

$$U_{2''} = U_{q2} * \frac{\frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}}{R_4 + R_5 + \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}} \quad (24)$$

(25)

Quelle 2, Einsetzen II

$$U_{2''} = U_{q2} * \frac{\frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}}{R_4 + R_5 + \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}} \quad (26)$$

$$U_{2''} = 12 \text{ V} * \frac{\frac{1}{\frac{1}{10\Omega} + \frac{1}{20\Omega} + \frac{1}{30\Omega}}}{40\Omega + 50\Omega + \frac{1}{\frac{1}{10\Omega} + \frac{1}{20\Omega} + \frac{1}{30\Omega}}} \quad (27)$$

$$U_{2''} = 12 \text{ V} * 0,057 \quad (28)$$

$$U_{2''} = 0,685 \text{ V} \quad (29)$$

Addition

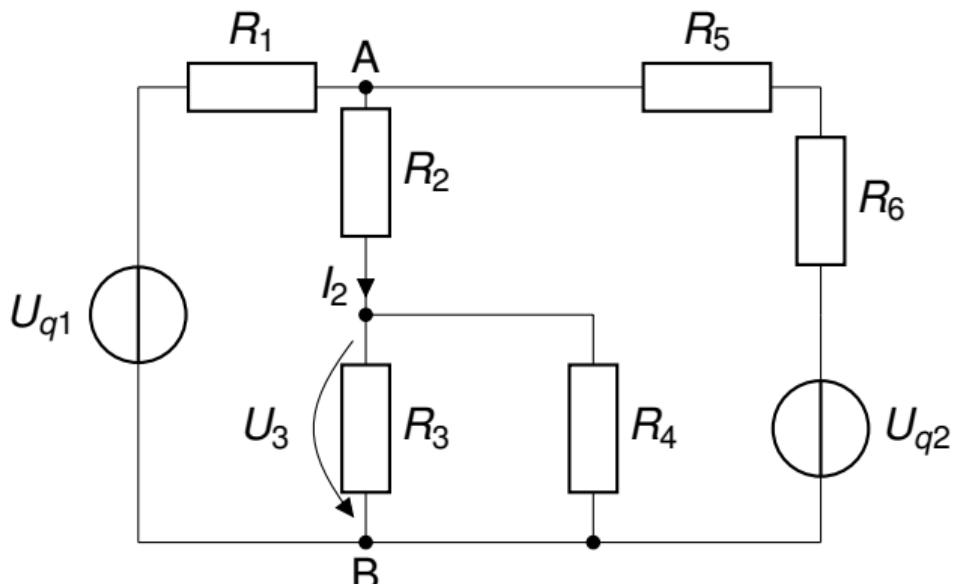
Zum Abschluss werden die beiden Teilspannungen addiert.

$$U_2 = U_{2'} + U_{2''} \quad (30)$$

$$U_2 = 2,57V + 0,685V \quad (31)$$

$$U_2 = 3,26V \quad (32)$$

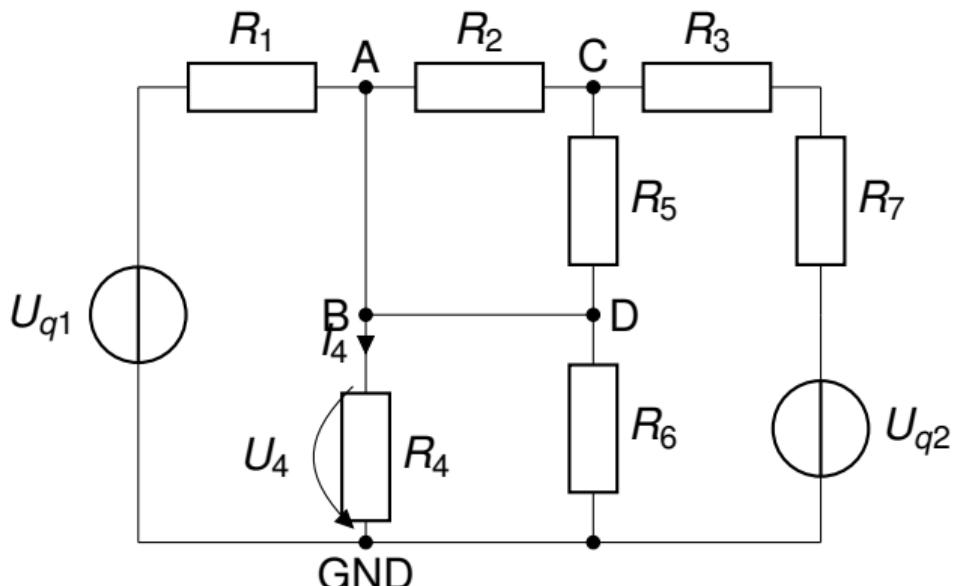
Schaltung 2



$R_1 = 100\Omega, R_2 = 220\Omega$
 $R_3 = 270\Omega, R_4 = 470\Omega$
 $R_5 = 560\Omega, R_6 = 180\Omega$
 $U_{q1} = 12 V, U_{q2} = 15 V$

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 2

Schaltung 3



$$\begin{aligned} R_1 &= 100\Omega, R_2 = 220\Omega \\ R_3 &= 270\Omega, R_4 = 470\Omega \\ R_5 &= 470\Omega, R_6 = 560\Omega \\ R_7 &= 120\Omega \\ U_{q1} &= 12 V, U_{q2} = 15 V \end{aligned}$$

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 3

Zweipole
ooooo

Spannungsteiler
o

Überlagerung
ooooooo
ooooo
oo

Dreieck <-> Stern
●ooooo

Pflicht-Themen, die noch offen sind
o

Lösungen
oo

Inhalt

Zweipoltheorie (Pflicht)

Spannungsteiler

Überlagerungsverfahren nach Helmholtz (Pflicht)

Dreieck <-> Stern-Umwandlung (Pflicht)

Pflicht-Themen, die noch offen sind

Lösungen

Messbrücke

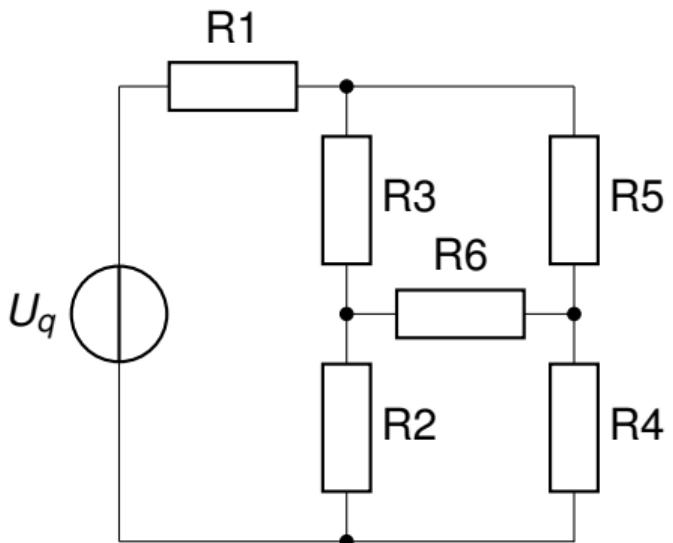


Abbildung: Messbrücke

Messbrücke

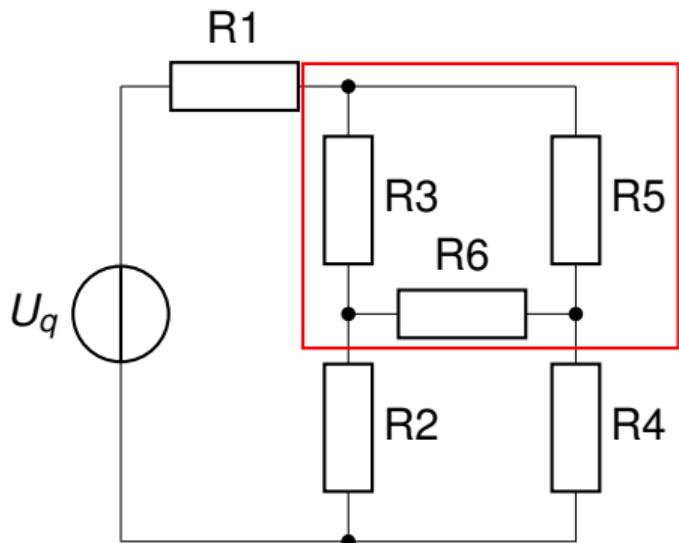
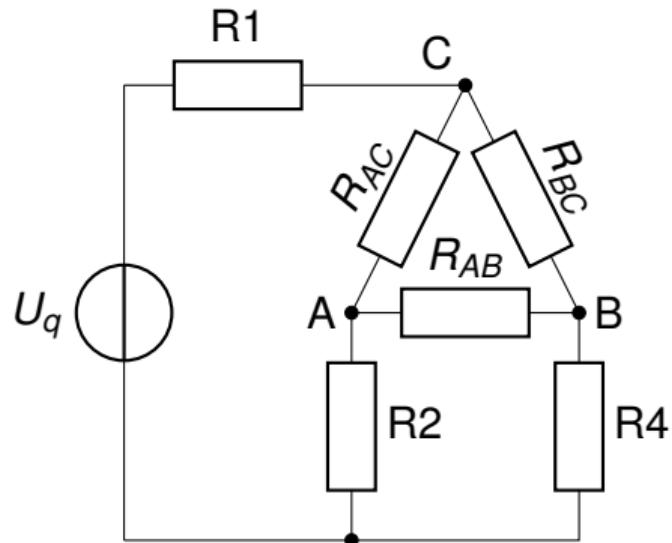


Abbildung: Messbrücke

Messbrücke - Stern-Dreieck



$$R_{AC} = R_3$$

$$R_{AB} = R_6$$

$$R_{BC} = R_5$$

Abbildung: Messbrücke

Umwandlung Dreieck -> Stern

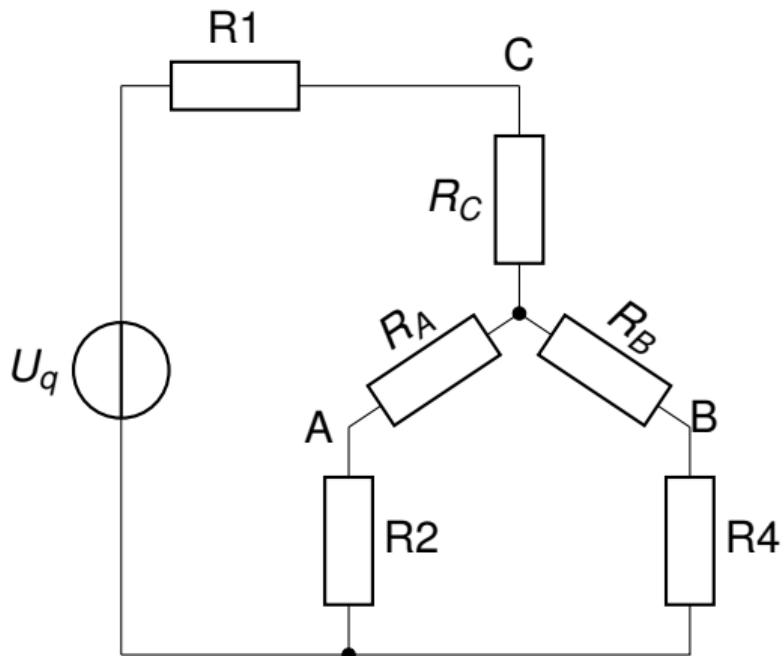
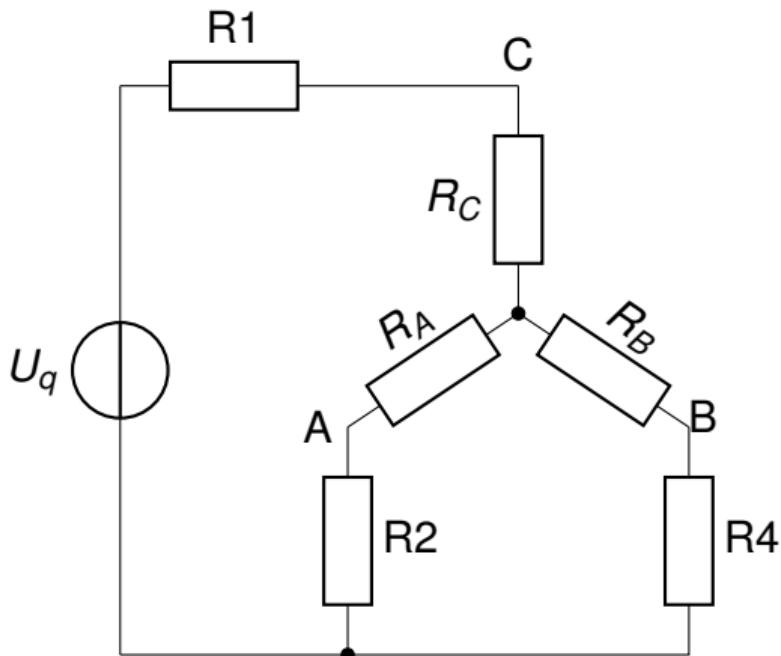


Abbildung: Messbrücke

Umwandlung Dreieck -> Stern



$$R_A = \frac{R_{AC}R_{AB}}{R_{AC} + R_{AB} + R_{BC}}$$

$$R_B = \frac{R_{AB}R_{BC}}{R_{AC} + R_{AB} + R_{BC}}$$

$$R_C = \frac{R_{AC}R_{BC}}{R_{AC} + R_{AB} + R_{BC}}$$

Abbildung: Messbrücke

Umwandlung - Stern- > Dreieck

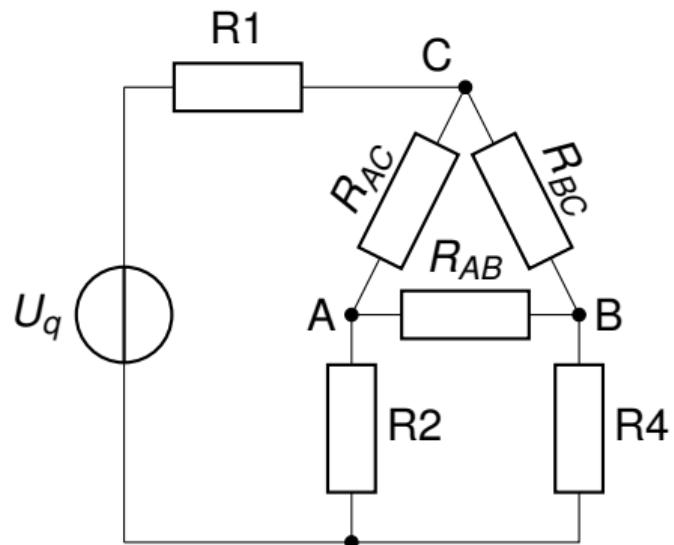


Abbildung: Messbrücke

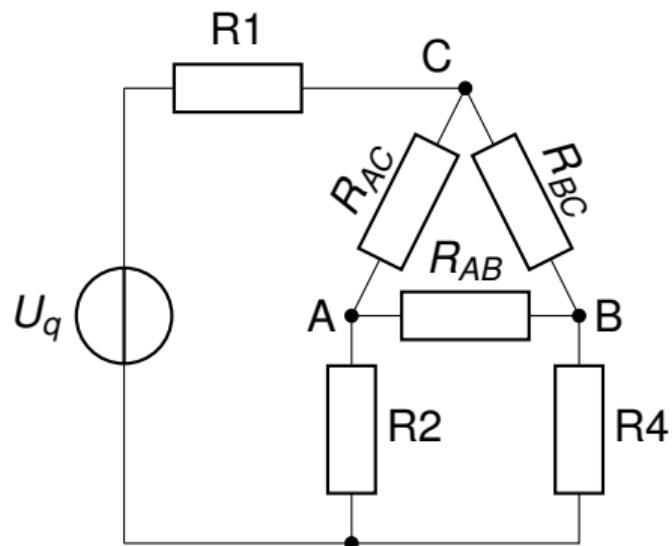


Abbildung: Messbrücke

$$R_{AB} = \frac{R_A R_B}{R_C} + R_A + R_B$$

$$R_{AC} = \frac{R_A R_C}{R_B} + R_A + R_C$$

$$R_{BC} = \frac{R_B R_C}{R_A} + R_B + R_C$$

Aufgabe: Messbrücke

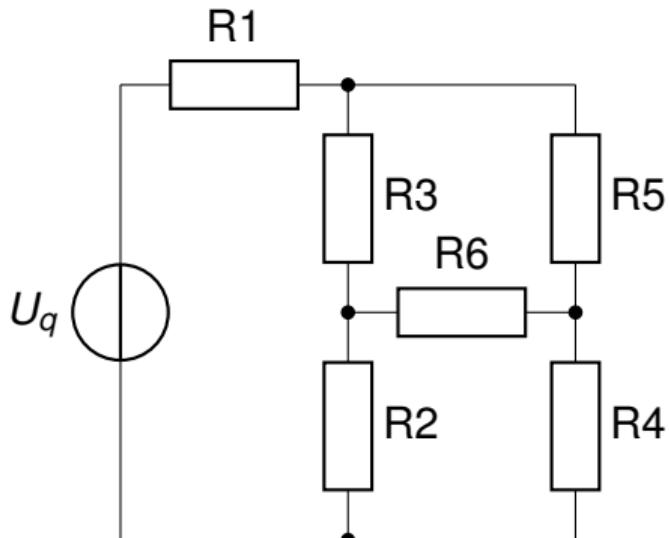


Abbildung: Messbrücke

$$R_1 = 220\Omega$$

$$R_2 = 470\Omega$$

$$R_3 = 330\Omega$$

$$R_4 = 330\Omega$$

$$R_5 = 560\Omega$$

$$R_6 = 390\Omega$$

$$U_q = 5 \text{ V}$$

$$R_4 = R_{\text{Mess}}$$

gesucht: Strom und Spannung an R_6 , R_4 und R_5

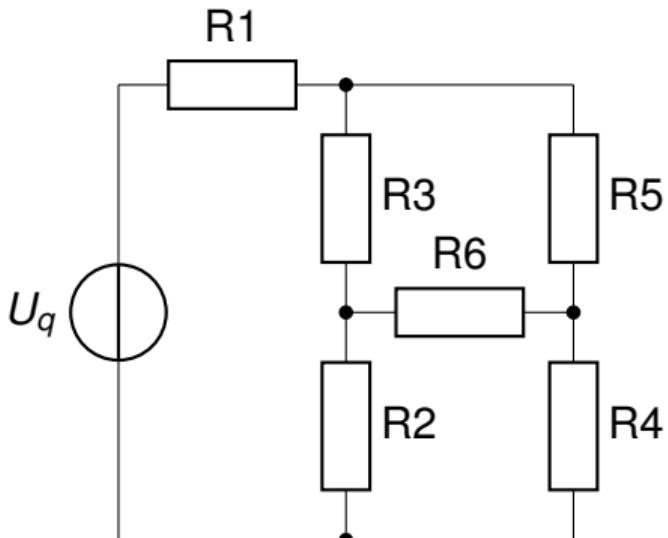


Abbildung: Messbrücke

$$R_1 = 220\Omega$$

$$R_2 = 470\Omega$$

$$R_3 = 330\Omega$$

$$R_4 = 330\Omega$$

$$R_5 = 560\Omega$$

$$R_6 = 390\Omega$$

$$U_q = 5 \text{ V}$$

$$I_4 = 4,2 \text{ mA}, \quad I_5 = 3,3 \text{ mA}, \quad I_6 = 890 \mu\text{A}$$
$$U_4 = 1,4 \text{ V}, \quad U_5 = 3,6 \text{ V}, \quad U_6 = 0,35 \text{ V}$$

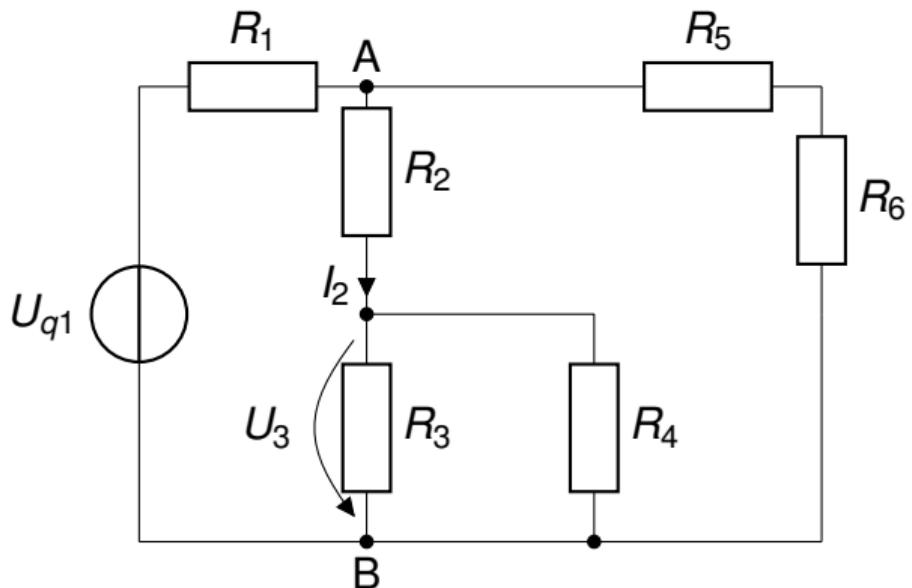
Pflicht-Themen, die noch offen sind

Folgende Themen sind gemäß Prüfungserlass für die Prüfung 2026 Pflicht, aber noch nicht ausgearbeitet.

- Knoten- und Maschengleichungen
- Kreisstromverfahren
- Knotenspannungsverfahren

Die Themen folgen demnächst hier.

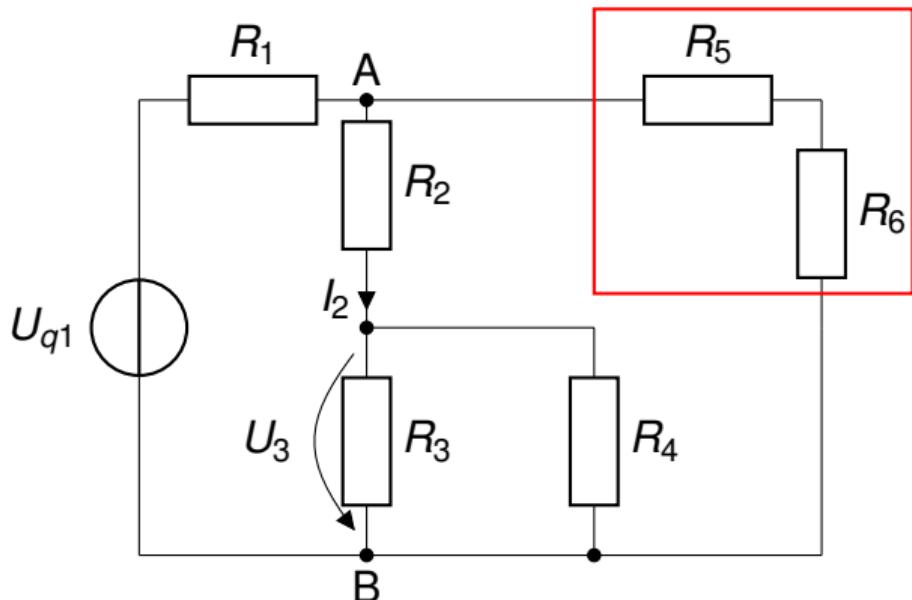
Schaltung 2- nur Quelle 1 aktiv



$$\begin{aligned}R_1 &= 100\Omega, \quad R_2 = 220\Omega \\R_3 &= 270\Omega, \quad R_4 = 470\Omega \\R_5 &= 560\Omega, \quad R_6 = 180\Omega \\U_{q1} &= 12 V, \quad U_{q2} = 15 V\end{aligned}$$

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 2

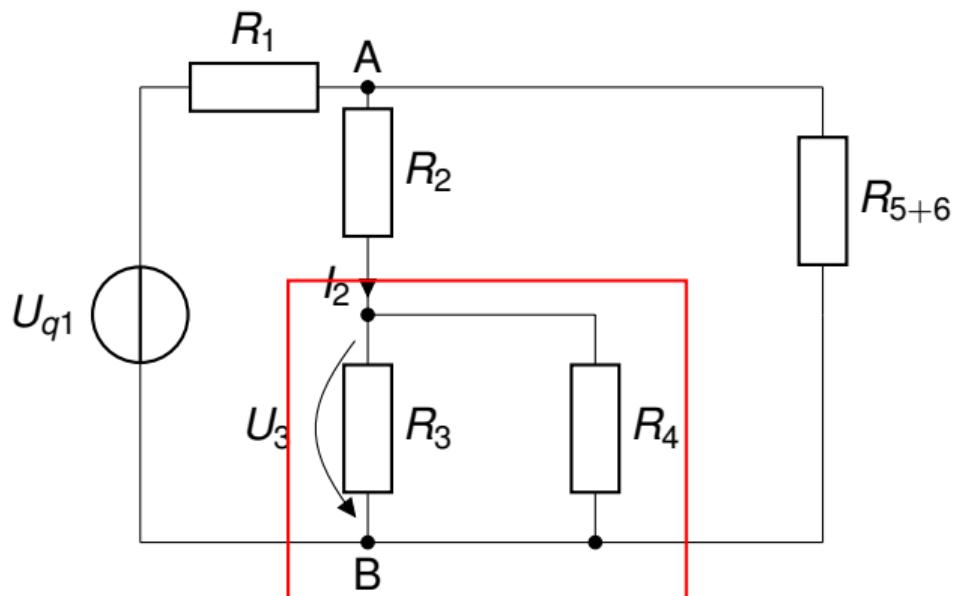
Schaltung 2- nur Quelle 1 aktiv



$$\begin{aligned}R_1 &= 100\Omega, \quad R_2 = 220\Omega \\R_3 &= 270\Omega, \quad R_4 = 470\Omega \\R_5 &= 560\Omega, \quad R_6 = 180\Omega \\U_{q1} &= 12 V, \quad U_{q2} = 15 V\end{aligned}$$

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 2

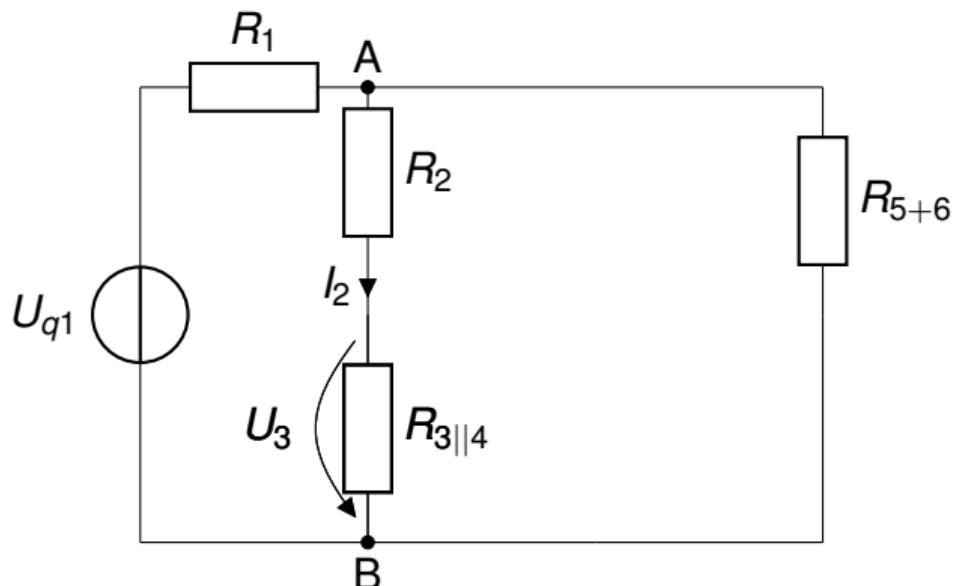
Schaltung 2- nur Quelle 1 aktiv



$$\begin{aligned}R_1 &= 100\Omega, R_2 = 220\Omega \\R_3 &= 270\Omega, R_4 = 470\Omega \\R_5 &= 560\Omega, R_6 = 180\Omega \\U_{q1} &= 12 V, U_{q2} = 15 V\end{aligned}$$

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 2

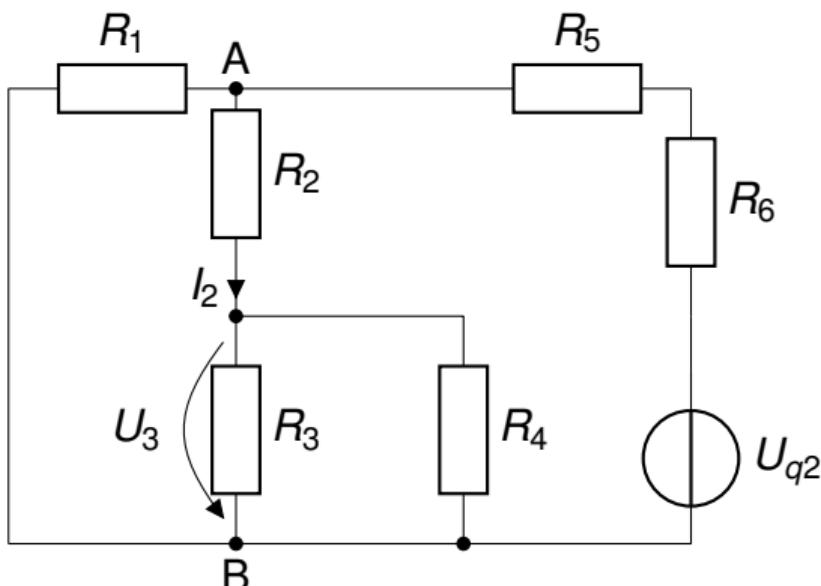
Schaltung 2- nur Quelle 1 aktiv



$$\begin{aligned} R_1 &= 100\Omega, R_2 = 220\Omega \\ R_3 &= 270\Omega, R_4 = 470\Omega \\ R_5 &= 560\Omega, R_6 = 180\Omega \\ U_{q1} &= 12 V, U_{q2} = 15 V \end{aligned}$$

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 2

Schaltung 2- nur Quelle 2 aktiv



$$R1 = 100\Omega, R2 = 220\Omega$$

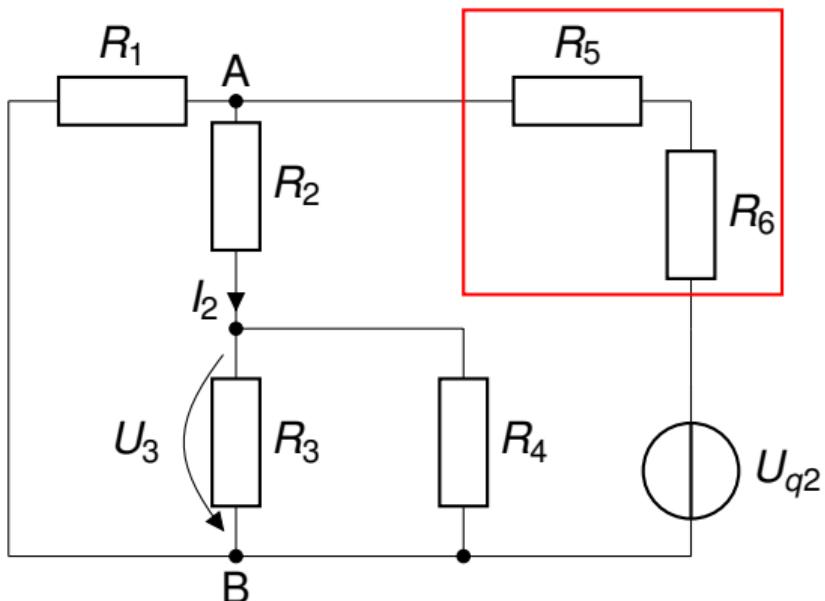
$$R3 = 270\Omega, R4 = 470\Omega$$

$$R5 = 560\Omega, R6 = 180\Omega$$

$$U_{q1} = 12 \text{ V}, U_{q2} = 15 \text{ V}$$

Abbildung: Überlagerung. Schaltung 2

Schaltung 2- nur Quelle 2 aktiv



$$R1 = 100\Omega, R2 = 220\Omega$$

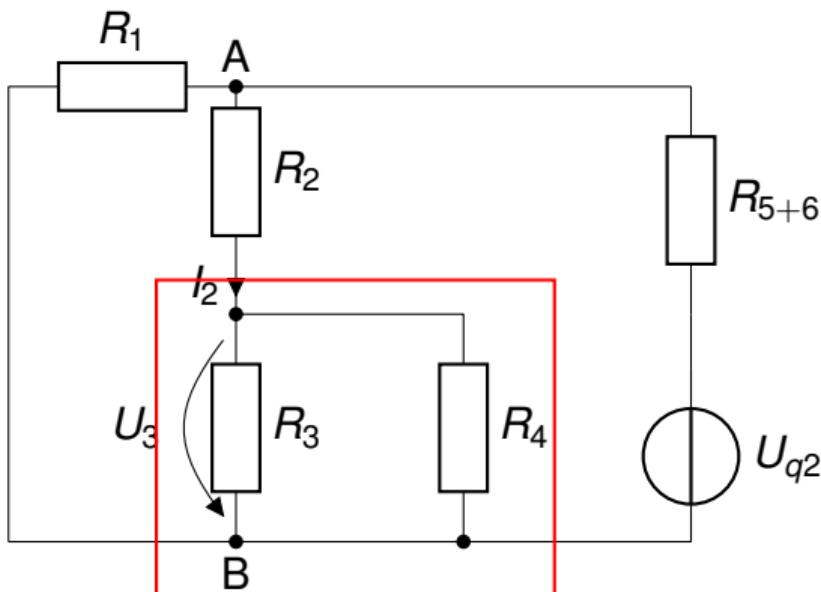
$$R3 = 270\Omega, R4 = 470\Omega$$

$$R5 = 560\Omega, R6 = 180\Omega$$

$$U_{q1} = 12 \text{ V}, U_{q2} = 15 \text{ V}$$

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 2

Schaltung 2- nur Quelle 2 aktiv



$$R_1 = 100\Omega, R_2 = 220\Omega$$

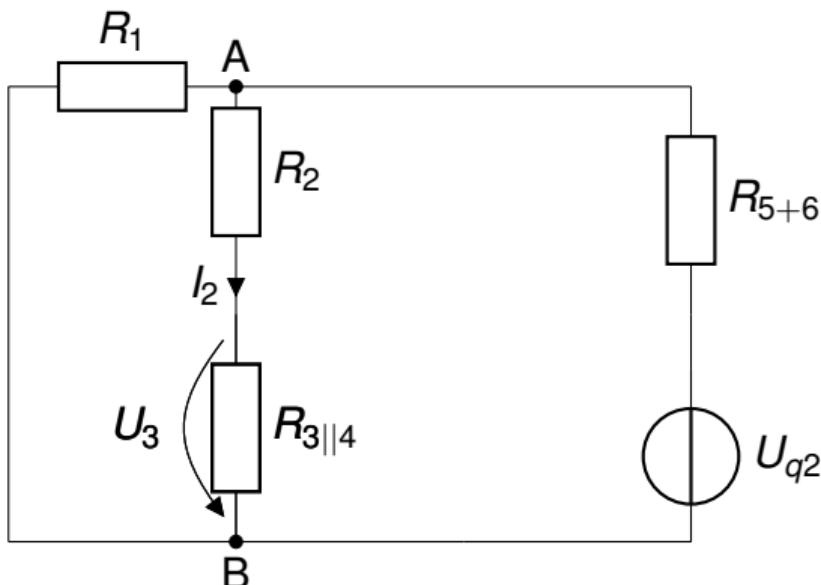
$$R_3 = 270\Omega, R_4 = 470\Omega$$

$$R_5 = 560\Omega, R_6 = 180\Omega$$

$$U_{q1} = 12 \text{ V}, U_{q2} = 15 \text{ V}$$

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 2

Schaltung 2- nur Quelle 2 aktiv



$$R1 = 100\Omega, R2 = 220\Omega$$

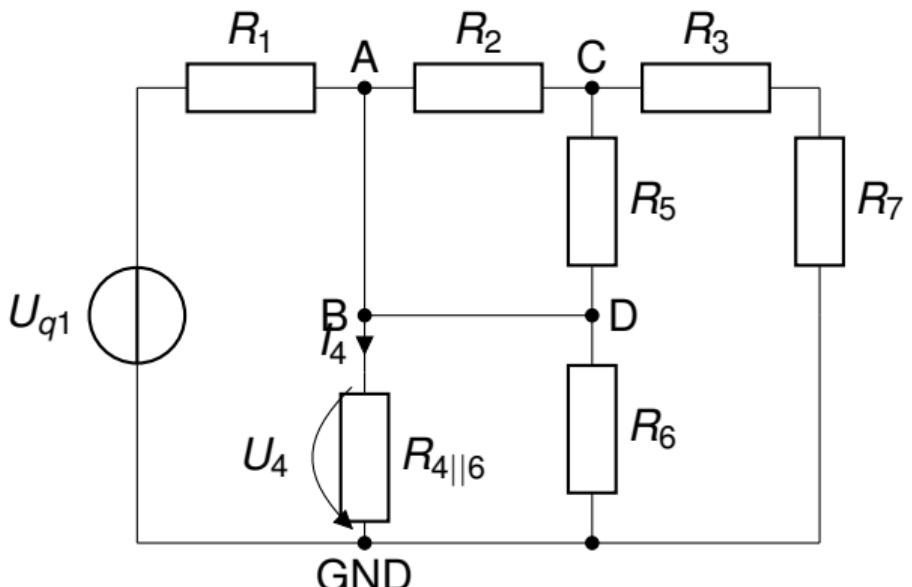
$$R3 = 270\Omega, R4 = 470\Omega$$

$$R5 = 560\Omega, R6 = 180\Omega$$

$$U_{q1} = 12 \text{ V}, U_{q2} = 15 \text{ V}$$

Abbildung: Überlagerung. Schaltung 2

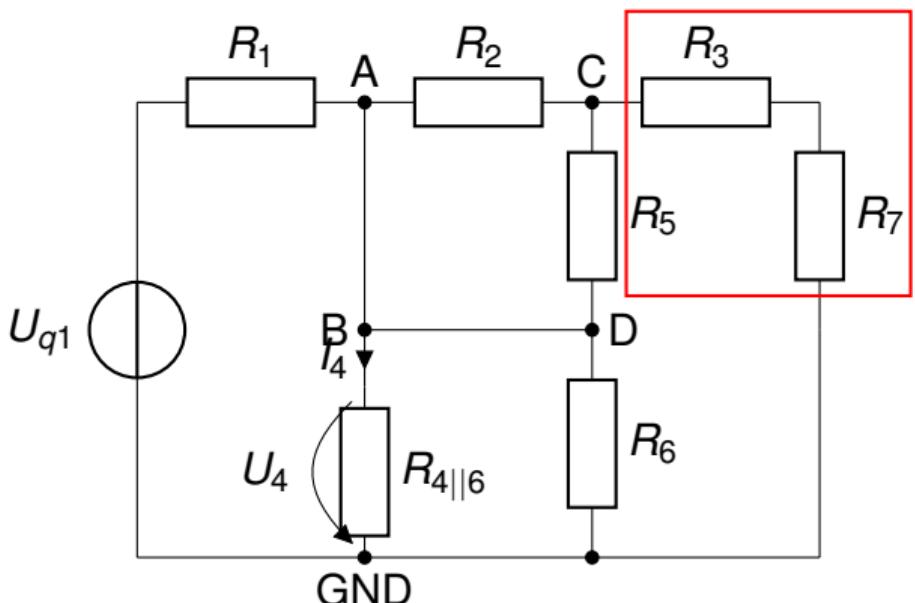
Schaltung 3 - nur Quelle 1 aktiv



$$\begin{aligned} R_1 &= 100\Omega, \quad R_2 = 220\Omega \\ R_3 &= 270\Omega, \quad R_4 = 470\Omega \\ R_5 &= 470\Omega, \quad R_6 = 560\Omega \\ R_7 &= 120\Omega \\ U_{q1} &= 12 \text{ V}, \quad U_{q2} = 15 \text{ V} \end{aligned}$$

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 3

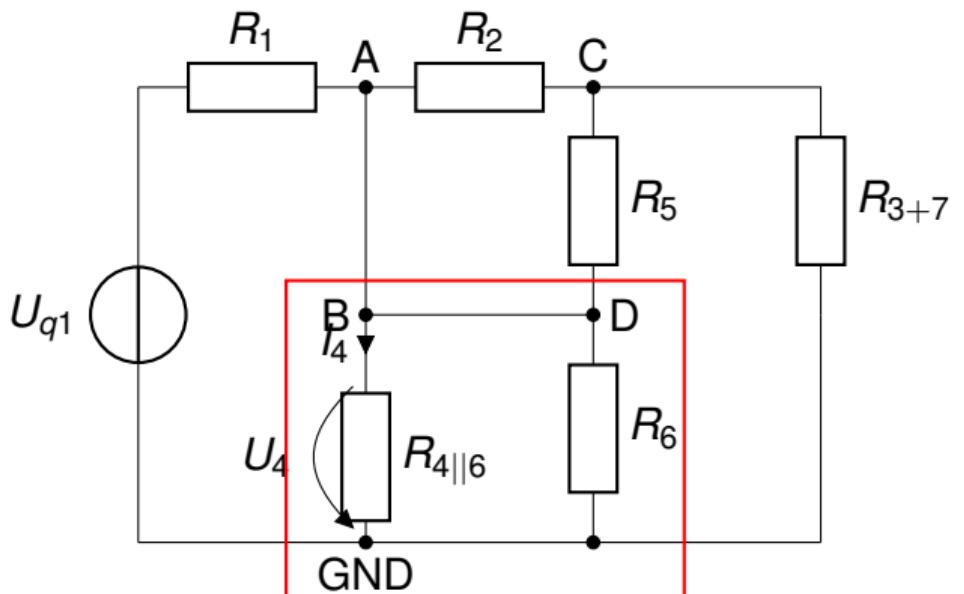
Schaltung 3 - nur Quelle 1 aktiv



$$\begin{aligned} R_1 &= 100\Omega, \quad R_2 = 220\Omega \\ R_3 &= 270\Omega, \quad R_4 = 470\Omega \\ R_5 &= 470\Omega, \quad R_6 = 560\Omega \\ R_7 &= 120\Omega \\ U_{q1} &= 12 \text{ V}, \quad U_{q2} = 15 \text{ V} \end{aligned}$$

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 3

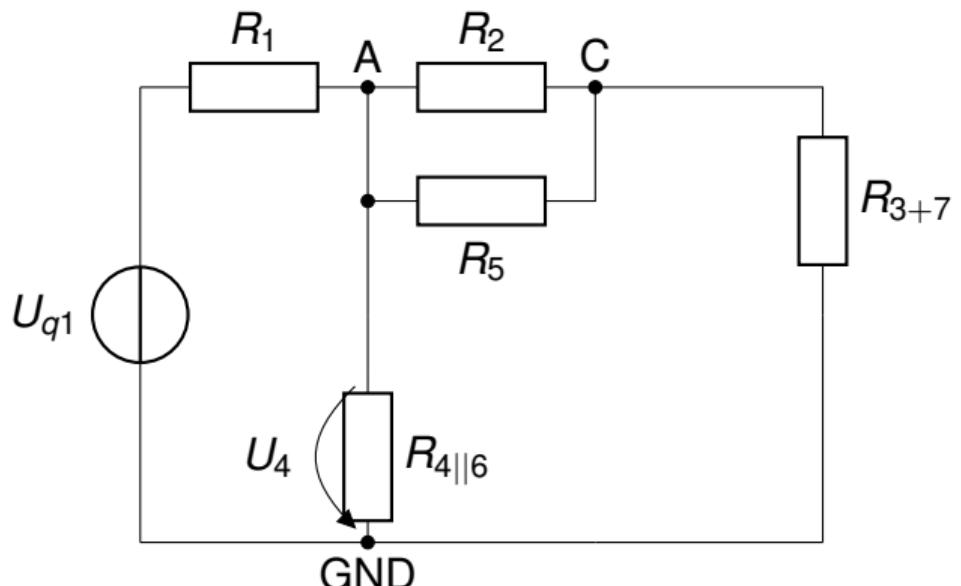
Schaltung 3 - nur Quelle 1 aktiv



$$\begin{aligned} R_1 &= 100\Omega, \quad R_2 = 220\Omega \\ R_3 &= 270\Omega, \quad R_4 = 470\Omega \\ R_5 &= 470\Omega, \quad R_6 = 560\Omega \\ R_7 &= 120\Omega \\ U_{q1} &= 12 \text{ V}, \quad U_{q2} = 15 \text{ V} \end{aligned}$$

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 3

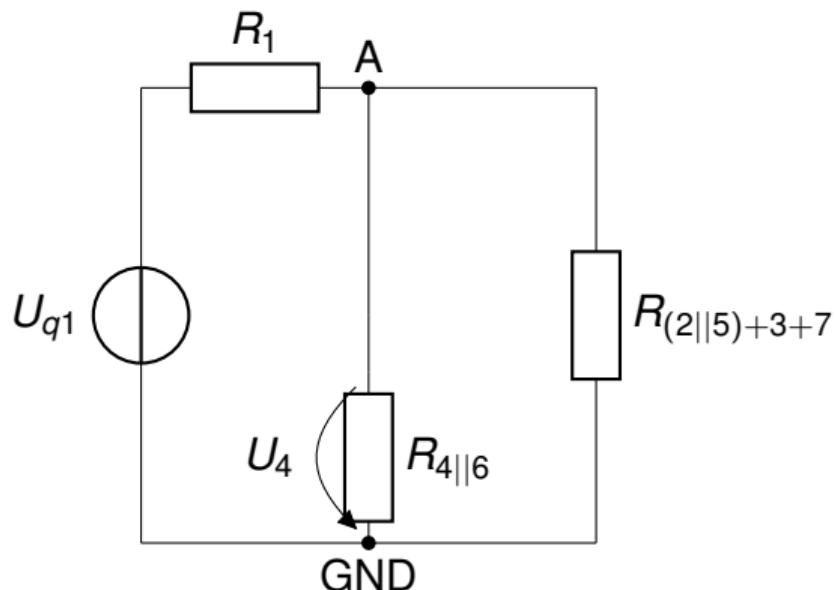
Schaltung 3 - nur Quelle 1 aktiv



$$\begin{aligned} R1 &= 100\Omega, R2 = 220\Omega \\ R3 &= 270\Omega, R4 = 470\Omega \\ R5 &= 470\Omega, R6 = 560\Omega \\ R7 &= 120\Omega \\ U_{q1} &= 12 V, U_{q2} = 15 V \end{aligned}$$

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 3

Schaltung 3 - nur Quelle 1 aktiv



$$R1 = 100\Omega, R2 = 220\Omega$$

$$R3 = 270\Omega, R4 = 470\Omega$$

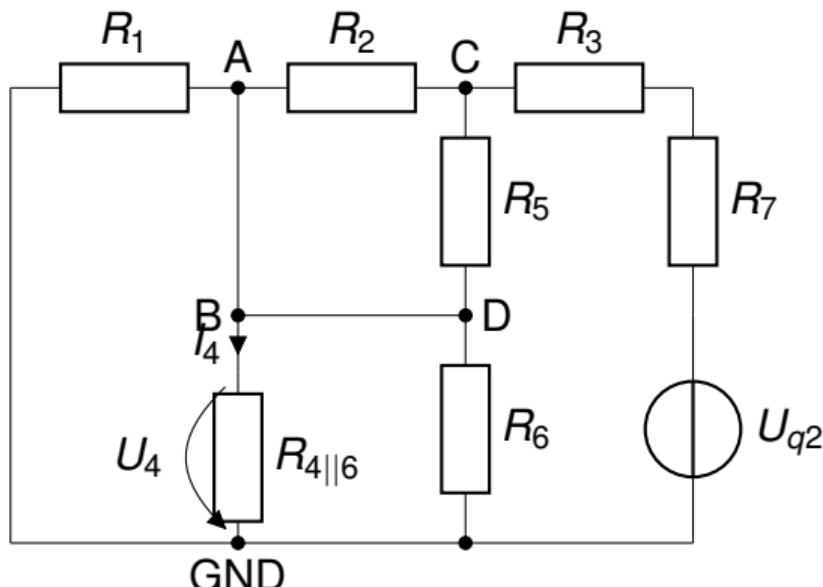
$$R5 = 470\Omega, R6 = 560\Omega$$

$$R7 = 120\Omega$$

$$U_{g1} = 12 \text{ V}, U_{g2} = 15 \text{ V}$$

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 3

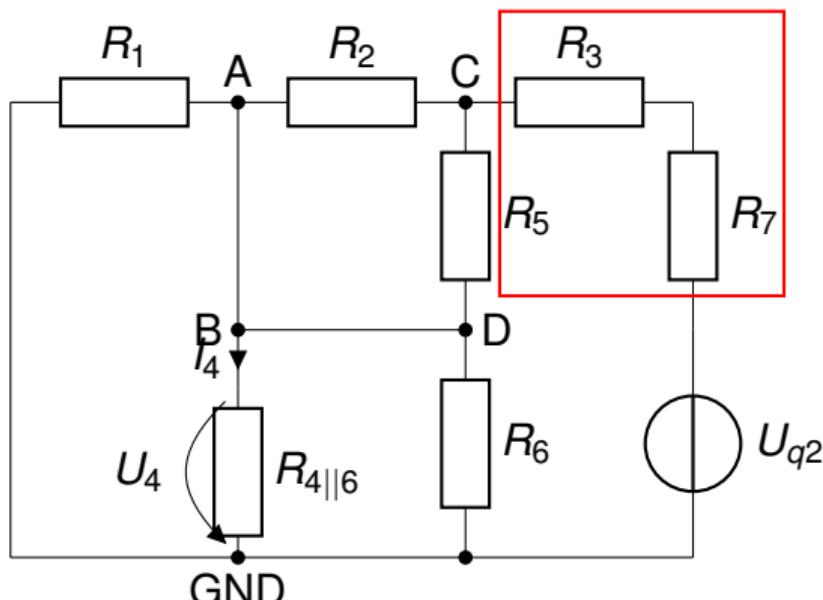
Schaltung 3 - nur Quelle 2 aktiv



$$\begin{aligned} R_1 &= 100\Omega, \quad R_2 = 220\Omega \\ R_3 &= 270\Omega, \quad R_4 = 470\Omega \\ R_5 &= 470\Omega, \quad R_6 = 560\Omega \\ R_7 &= 120\Omega \\ U_{q1} &= 12 \text{ V}, \quad U_{q2} = 15 \text{ V} \end{aligned}$$

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 3

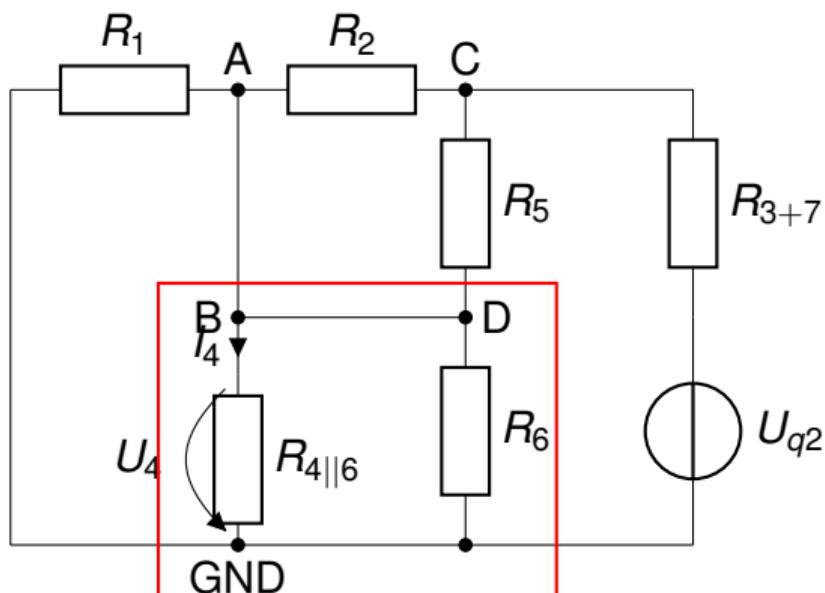
Schaltung 3 - nur Quelle 2 aktiv



$$\begin{aligned} R_1 &= 100\Omega, \quad R_2 = 220\Omega \\ R_3 &= 270\Omega, \quad R_4 = 470\Omega \\ R_5 &= 470\Omega, \quad R_6 = 560\Omega \\ R_7 &= 120\Omega \\ U_{q1} &= 12 \text{ V}, \quad U_{q2} = 15 \text{ V} \end{aligned}$$

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 3

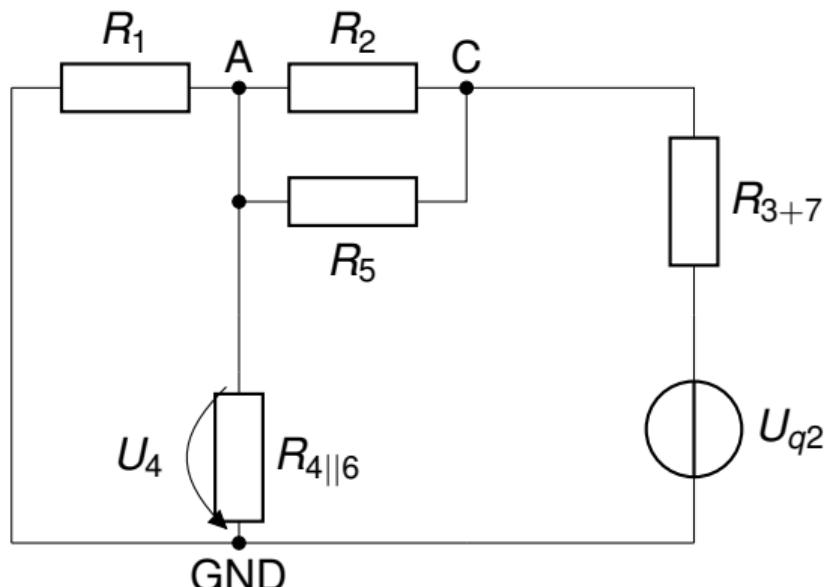
Schaltung 3 - nur Quelle 2 aktiv



$$\begin{aligned} R_1 &= 100\Omega, \quad R_2 = 220\Omega \\ R_3 &= 270\Omega, \quad R_4 = 470\Omega \\ R_5 &= 470\Omega, \quad R_6 = 560\Omega \\ R_7 &= 120\Omega \\ U_{q1} &= 12 \text{ V}, \quad U_{q2} = 15 \text{ V} \end{aligned}$$

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 3

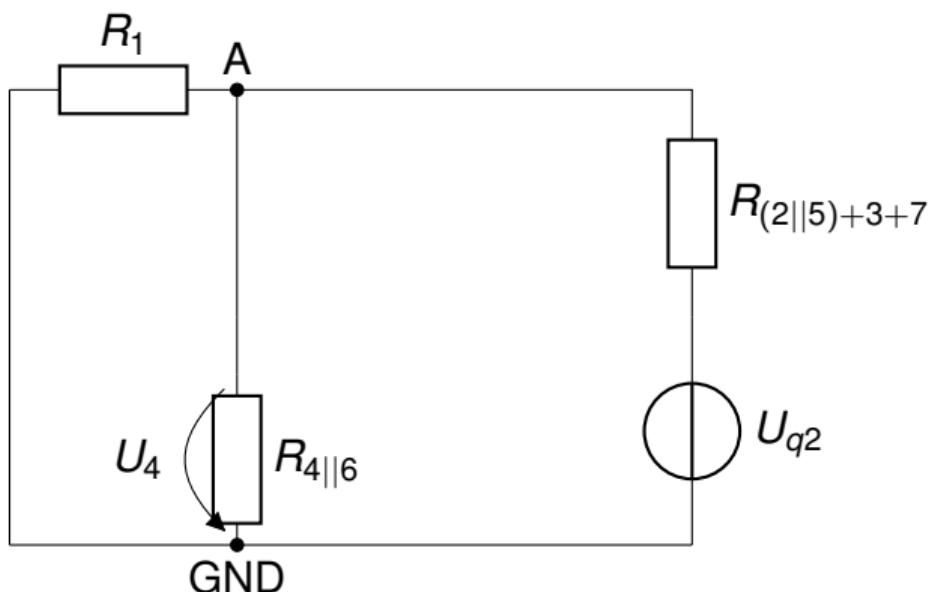
Schaltung 3 - nur Quelle 2 aktiv



$$\begin{aligned} R_1 &= 100\Omega, \quad R_2 = 220\Omega \\ R_3 &= 270\Omega, \quad R_4 = 470\Omega \\ R_5 &= 470\Omega, \quad R_6 = 560\Omega \\ R_7 &= 120\Omega \\ U_{q1} &= 12 V, \quad U_{q2} = 15 V \end{aligned}$$

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 3

Schaltung 3 - nur Quelle 2 aktiv



$$R1 = 100\Omega, R2 = 220\Omega$$

$$R3 = 270\Omega, R4 = 470\Omega$$

$$R5 = 470\Omega, R6 = 560\Omega$$

$$R7 = 120\Omega$$

$$U_{q1} = 12 \text{ V}, U_{q2} = 15 \text{ V}$$

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 3