

Teil I

Themenfeld 12.1 - Gleichstromnetzanalyse

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

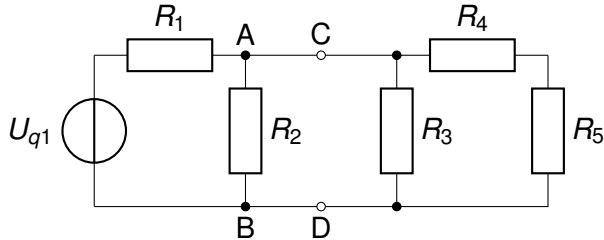
Schaltung 2 - nur Quelle 1 aktiv

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

$$R_1 = 10\Omega$$

$$R_2 = 20\Omega$$

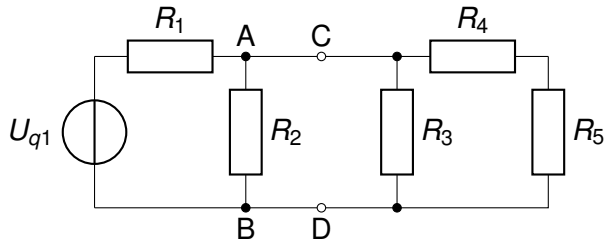
$$R_3 = 30\Omega$$

$$R_4 = 40\Omega$$

$$R_5 = 50\Omega$$

$$U_{q1} = 5V,$$

$$U_{q2} = 12V$$



Berechnung des Ersatzwiderstands

$$R_{45} = R_4 + R_5 \quad (1)$$

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

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

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

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

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

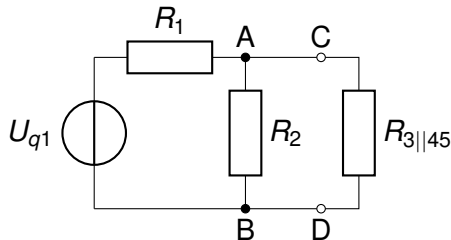


Abbildung: Berechnung des Ersatzwiderstands

Übungen zu Zweipole I

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

a $R_1 = R_2 = 220\Omega$ $R_3 = R_5 = 230\Omega$ $R_4 = 470\Omega$

b $R_1 = R_2 = R_3 = R_5 = 230\Omega$ $R_4 = 560\Omega$

c $R_1 = R_2 = R_4 = R_5 = 150\Omega$ $R_3 = 120\Omega$

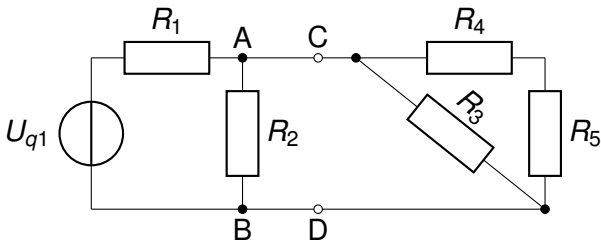


Abbildung: Schaltung zu Übung Ersatzzweipol - Teil 1

Übungen zu Zweipole II

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

a $R_1 = R_2 = 220\Omega$ $R_3 = R_5 = 230\Omega$ $R_4 = 470\Omega$

b $R_1 = R_2 = R_3 = 150\Omega$ $R_5 = 230\Omega$ $R_4 = 560\Omega$

c $R_1 = R_2 = R_4 = R_5 = 150\Omega$ $R_3 = 120\Omega$

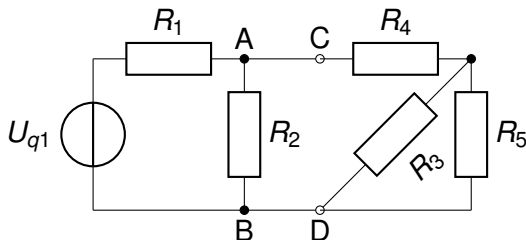
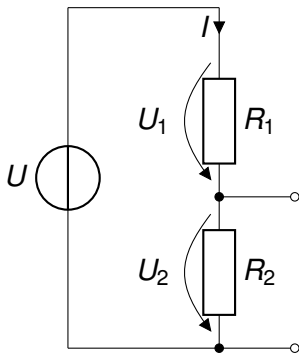


Abbildung: Schaltung zu Übung Ersatzzweipol - Teil 2

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]	$R_1 [\Omega]$	$R_2 [\Omega]$	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	

Inhalt

Zweipoltheorie (Pflicht)

Spannungsteiler

Überlagerungsverfahren nach Helmholtz (Pflicht)

Aufgaben zu Überlagerung

Dreieck <-> Stern-Umwandlung (Pflicht)

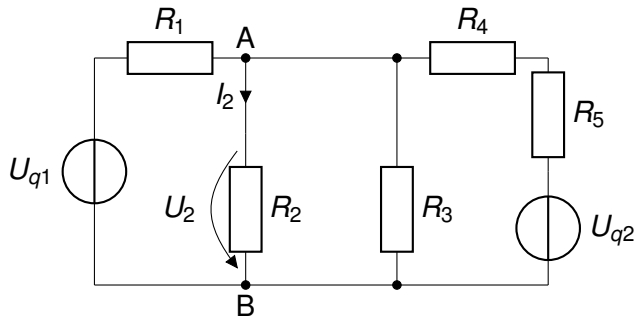
Pflicht-Themen, die noch offen sind

Lösungen

Übungen zu Zweipole I

Übungen zu Zweipole II

Zwei Spannungsquellen U_1 und U_2



$$R_1 = 10\Omega, R_2 = 20\Omega$$

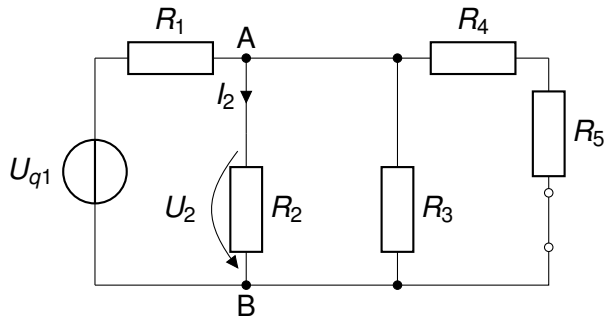
$$R_3 = 30\Omega, R_4 = 40\Omega$$

$$R_5 = 50\Omega$$

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

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 1, Zwei Quellen aktiv

Zwei Spannungsquellen U_1 und U_2



$$R_1 = 10\Omega, R_2 = 20\Omega$$

$$R_3 = 30\Omega, R_4 = 40\Omega$$

$$R_5 = 50\Omega$$

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

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

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

$$U_2 = U_{q1} * \frac{R_2 || R_3 || R_45}{R_1 + R_2 || R_3 || R_45} \quad (17)$$

Einsetzen I

$$U_{2'} = U_{q1} * \frac{R_2 || R_3 || R_4 || R_5}{R_1 + R_2 || R_3 || R_4 || R_5} \quad (18)$$

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

$$(20)$$

Einsetzen II

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

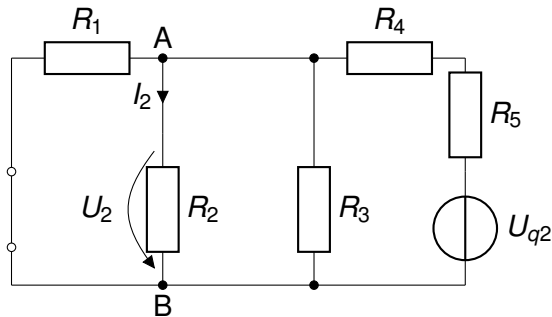
$$U_{2'} = U_{q1} * \frac{\frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4 + R_5}}}{R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4 + R_5}}}$$

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

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

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

Zwei Spannungsquellen U_1 und U_2



$$R_1 = 10\Omega, R_2 = 20\Omega$$

$$R_3 = 30\Omega, R_4 = 40\Omega$$

$$R_5 = 50\Omega$$

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

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

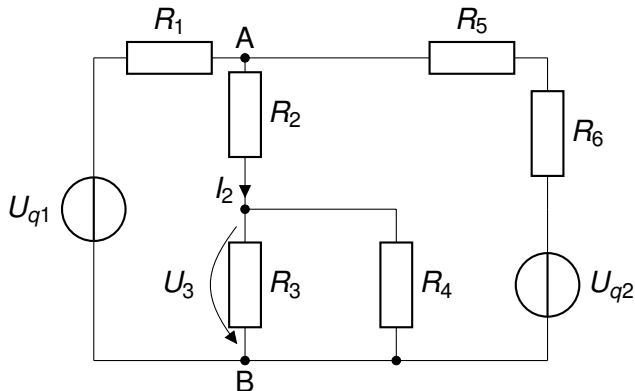
Zum Abschluss werden die beiden Teilspannungen addiert.

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

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

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

Schaltung 2



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

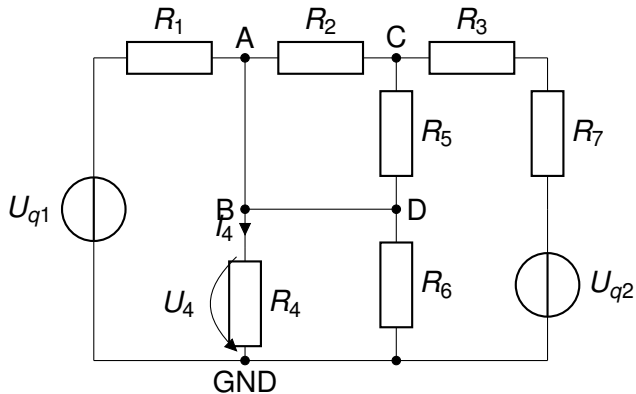
$$R3 = 270\Omega, R4 = 470\Omega$$

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

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

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 2

Schaltung 3



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

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

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

$$R7 = 120\Omega$$

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

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 3

Inhalt

Zweipoltheorie (Pflicht)

Spannungsteiler

Überlagerungsverfahren nach Helmholtz (Pflicht)

Dreieck <-> Stern-Umwandlung (Pflicht)

Pflicht-Themen, die noch offen sind

Lösungen

Messbrücke

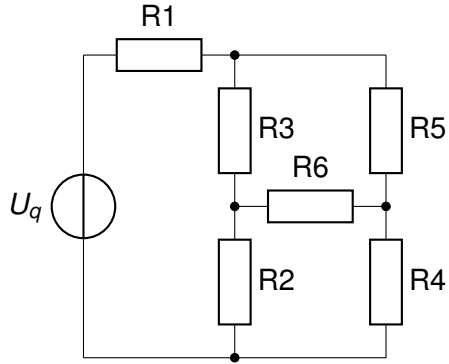


Abbildung: Messbrücke

Messbrücke

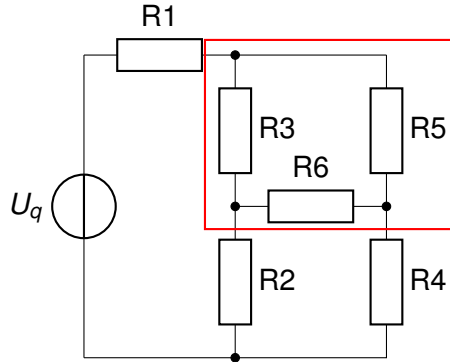
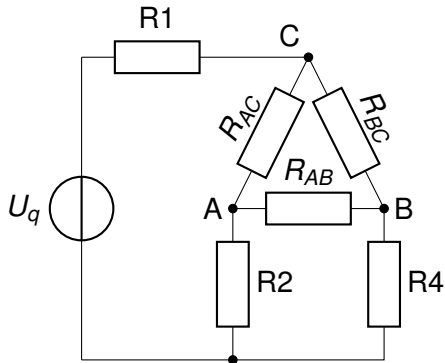


Abbildung: Messbrücke

Messbrücke - Stern-Dreieck



$$R_{AC} = R_3$$

$$R_{AB} = R_6$$

$$R_{BC} = R_5$$

Abbildung: Messbrücke

Umwandlung Dreieck -> Stern

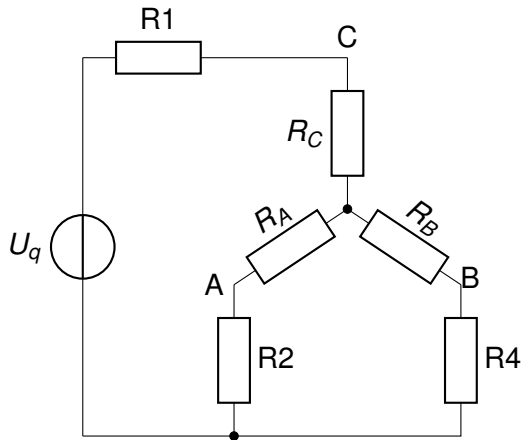


Abbildung: Messbrücke

Umwandlung Dreieck -> Stern

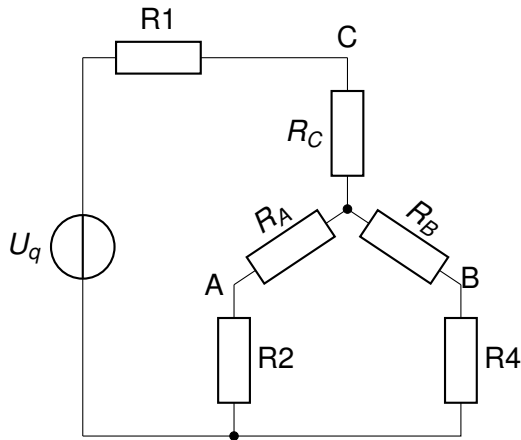


Abbildung: Messbrücke

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

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

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

Umwandlung - Stern- > Dreieck

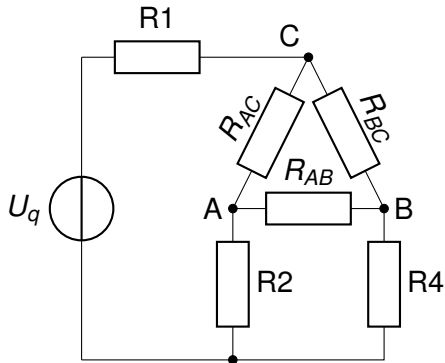


Abbildung: Messbrücke

Umwandlung - Stern- > Dreieck

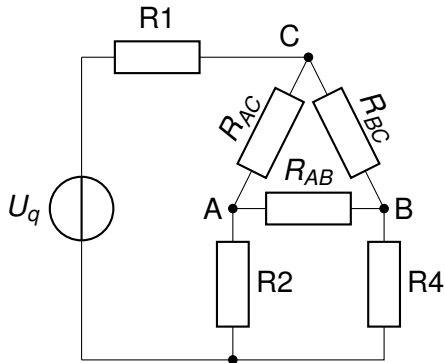


Abbildung: Messbrücke

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

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

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

Aufgabe: Messbrücke

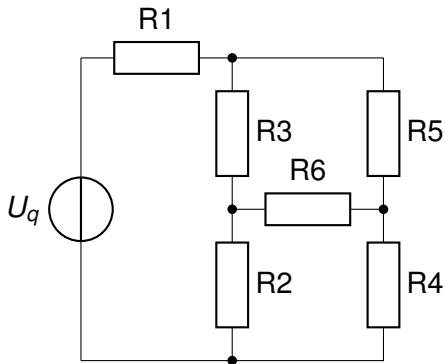


Abbildung: Messbrücke

$$R_1 = 220\Omega$$

$$R_2 = 470\Omega$$

$$R_3 = 330\Omega$$

$$R_4 = 330\Omega$$

$$R_5 = 560\Omega$$

$$R_6 = 390\Omega$$

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

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

gesucht: Strom und Spannung an R_6 , R_4 und R_5

Lösung zu Messbrücke

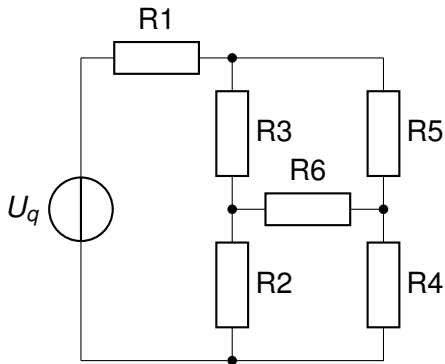


Abbildung: Messbrücke

$$R_1 = 220\Omega$$

$$R_2 = 470\Omega$$

$$R_3 = 330\Omega$$

$$R_4 = 330\Omega$$

$$R_5 = 560\Omega$$

$$R_6 = 390\Omega$$

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

$$I_4 = 4,2\text{ mA},$$

$$U_4 = 1,4\text{ V},$$

$$I_5 = 3,3\text{ mA},$$

$$U_5 = 3,6\text{ V},$$

$$I_6 = 890\text{ }\mu\text{A}$$

$$U_6 = 0,35\text{ V}$$

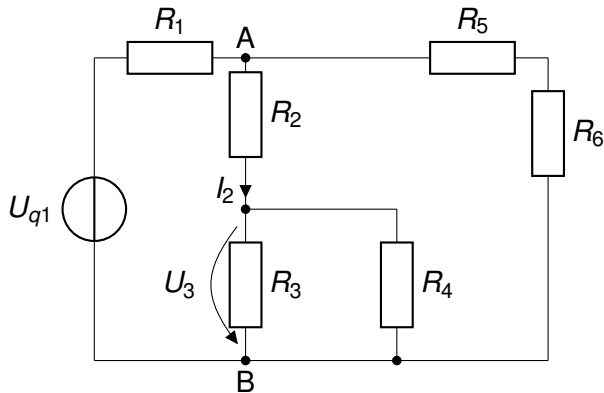
Pflicht-Themen, die noch offen sind

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

- Knoten- und Maschengleichungen
- Kreisstromverfahren
- Knotenspannungsverfahren

Die Themen folgen demnächst hier.

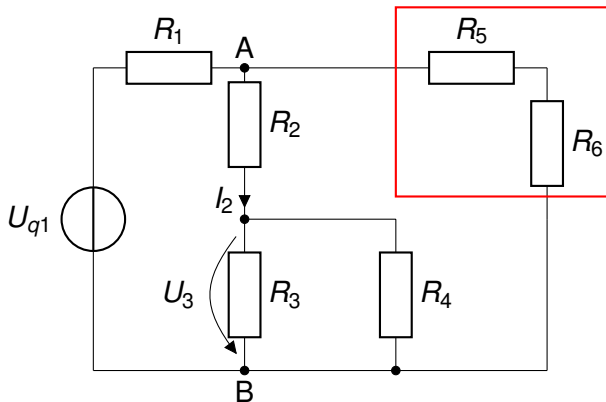
Schaltung 2- nur Quelle 1 aktiv



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

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 2

Schaltung 2- nur Quelle 1 aktiv



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

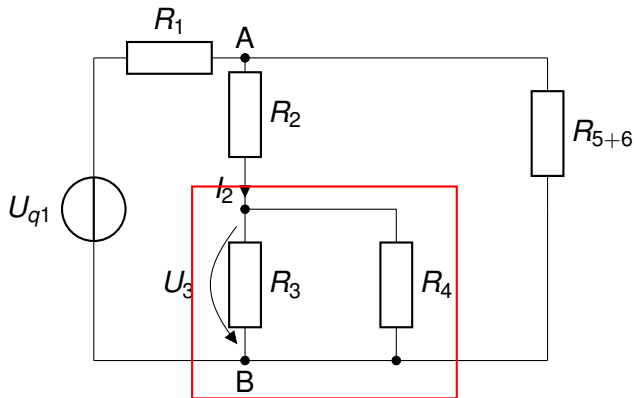
$$R3 = 270\Omega, R4 = 470\Omega$$

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

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

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 2

Schaltung 2- nur Quelle 1 aktiv



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

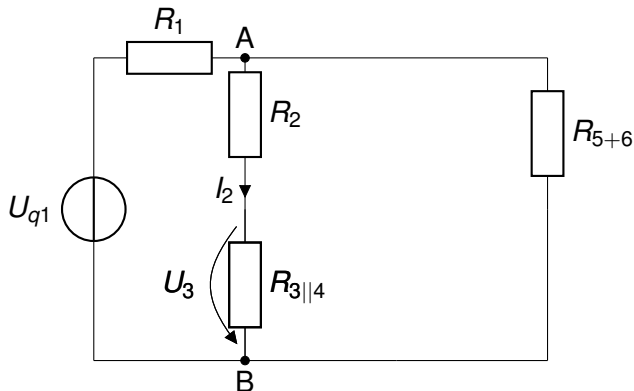
$$R3 = 270\Omega, R4 = 470\Omega$$

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

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

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 2

Schaltung 2- nur Quelle 1 aktiv



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

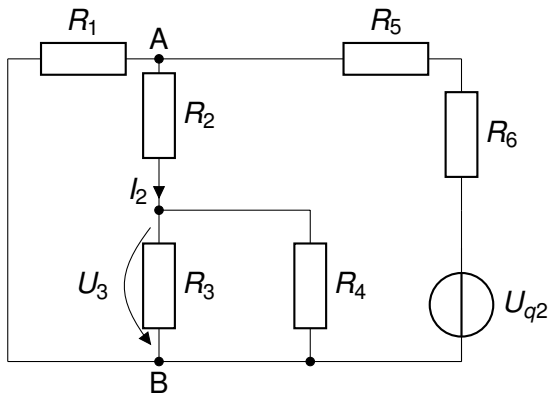
$$R_3 = 270\Omega, R_4 = 470\Omega$$

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

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

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 2

Schaltung 2- nur Quelle 2 aktiv



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

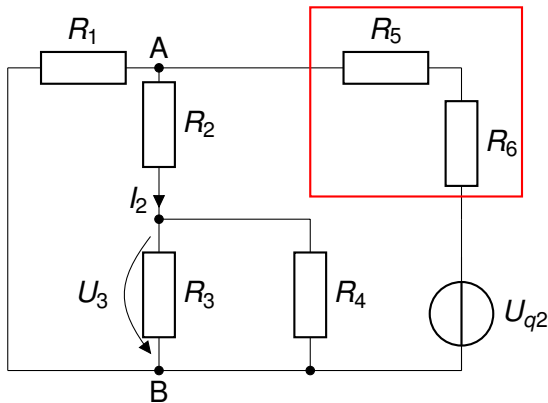
$$R_3 = 270\Omega, R_4 = 470\Omega$$

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

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

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 2

Schaltung 2- nur Quelle 2 aktiv



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

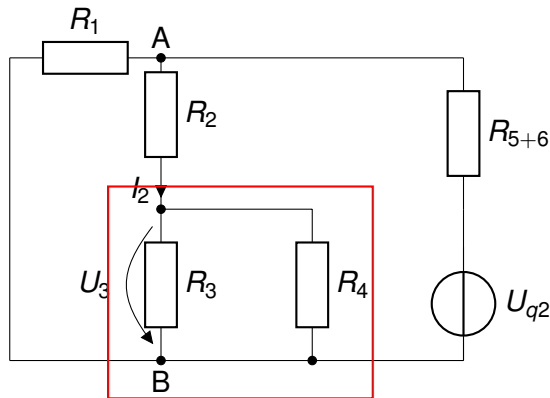
$$R_3 = 270\Omega, R_4 = 470\Omega$$

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

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

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 2

Schaltung 2- nur Quelle 2 aktiv



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

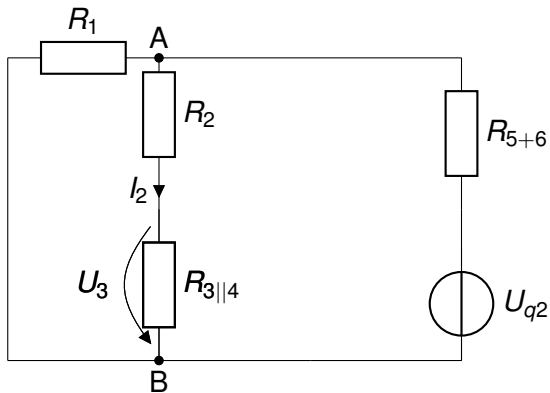
$$R_3 = 270\Omega, R_4 = 470\Omega$$

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

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

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 2

Schaltung 2- nur Quelle 2 aktiv



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

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

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

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

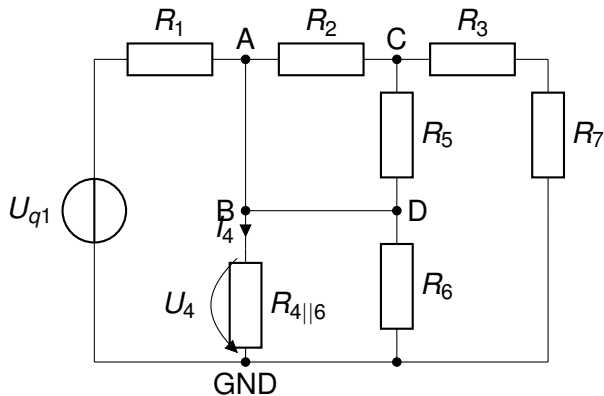
$$U_3 = U'_3 + U''_3 \quad (33)$$

$$U_3 = 3,78\text{ V} + 0,64\text{ V} \quad (34)$$

$$= 4,42\text{ V} \quad (35)$$

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 2

Schaltung 3 - nur Quelle 1 aktiv



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

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

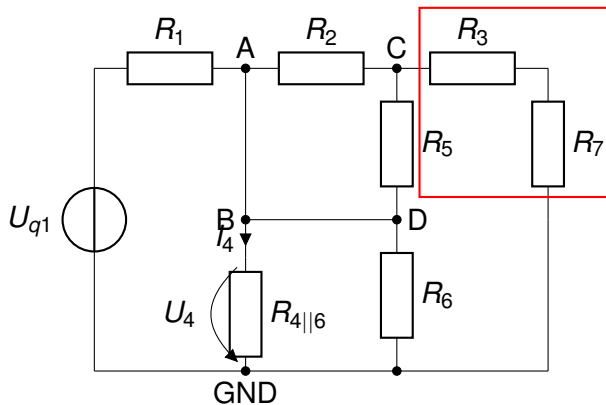
$$R_5 = 470\Omega, R_6 = 560\Omega$$

$$R_7 = 120\Omega$$

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

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 3

Schaltung 3 - nur Quelle 1 aktiv



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

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

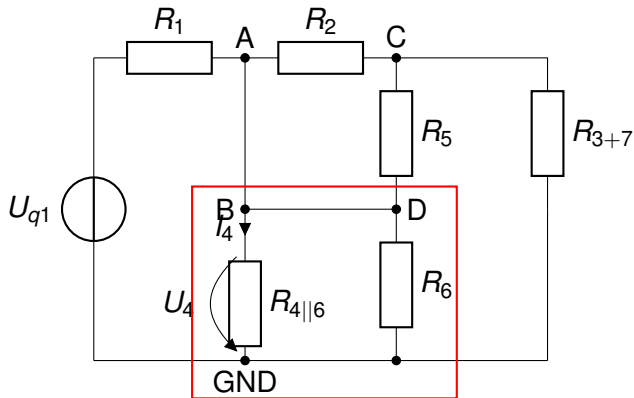
$$R5 = 470\Omega, R6 = 560\Omega$$

$$R7 = 120\Omega$$

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

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 3

Schaltung 3 - nur Quelle 1 aktiv



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

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

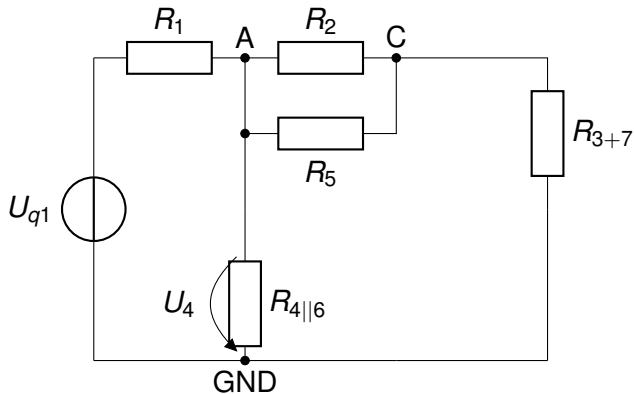
$$R5 = 470\Omega, R6 = 560\Omega$$

$$R7 = 120\Omega$$

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

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 3

Schaltung 3 - nur Quelle 1 aktiv



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

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

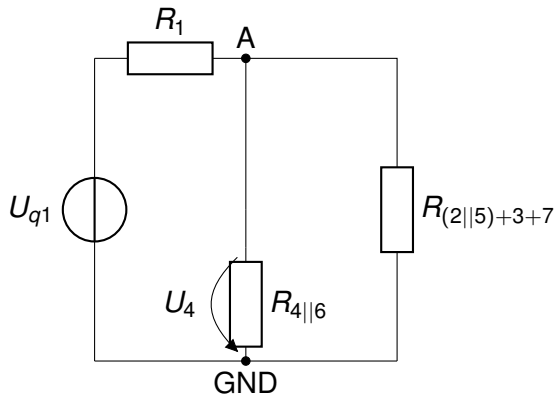
$$R_5 = 470\Omega, R_6 = 560\Omega$$

$$R_7 = 120\Omega$$

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

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 3

Schaltung 3 - nur Quelle 1 aktiv



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

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

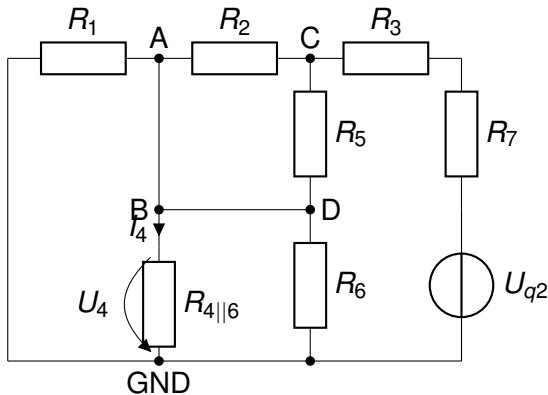
$$R_5 = 470\Omega, R_6 = 560\Omega$$

$$R_7 = 120\Omega$$

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

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 3

Schaltung 3 - nur Quelle 2 aktiv



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

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

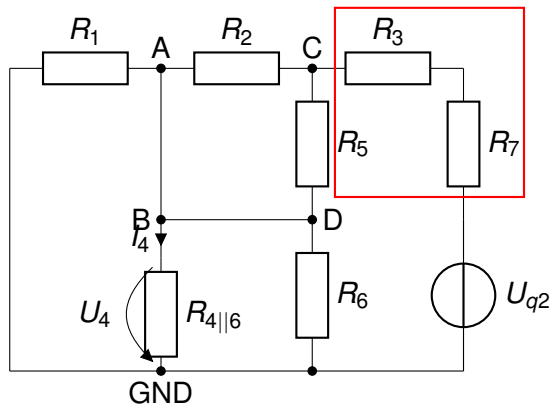
$$R_5 = 470\Omega, R_6 = 560\Omega$$

$$R_7 = 120\Omega$$

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

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 3

Schaltung 3 - nur Quelle 2 aktiv



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

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

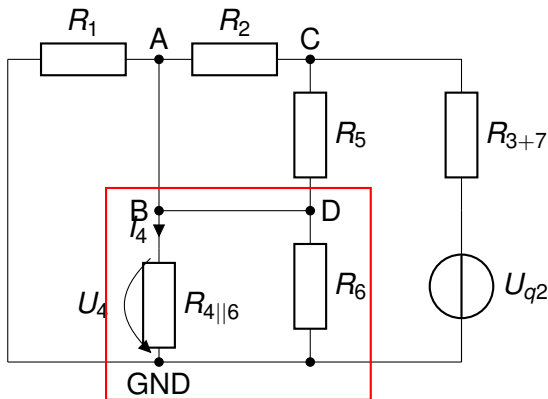
$$R5 = 470\Omega, R6 = 560\Omega$$

$$R7 = 120\Omega$$

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

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 3

Schaltung 3 - nur Quelle 2 aktiv



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

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

$$R_5 = 470\Omega, R_6 = 560\Omega$$

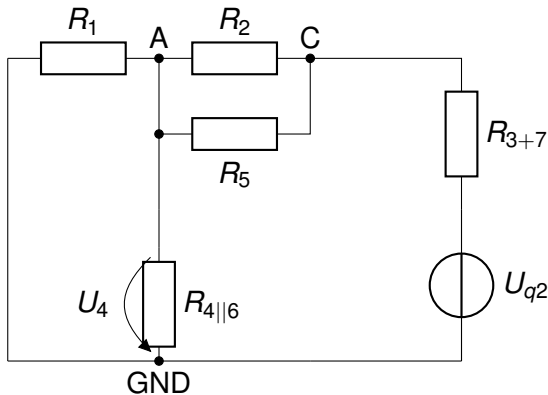
$$R_7 = 120\Omega$$

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

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 3



Schaltung 3 - nur Quelle 2 aktiv



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

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

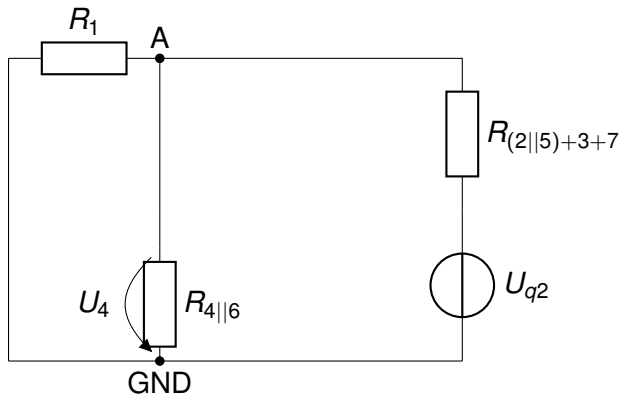
$$R5 = 470\Omega, R6 = 560\Omega$$

$$R7 = 120\Omega$$

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

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 3

Schaltung 3 - nur Quelle 2 aktiv



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

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

$$R_5 = 470\Omega, R_6 = 560\Omega$$

$$R_7 = 120\Omega$$

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

$$U_4 = U'_4 + U''_4 \quad (36)$$

$$U_4 = 7,61\text{ V} + 1,76\text{ V} \quad (37)$$

$$U_4 = 9,37\text{ V} \quad (38)$$

Abbildung: Überlagerung, Schaltung 3