

Zweipole  
○○○○○

Spannungsteiler  
○

Helmholtz  
○○  
○○○○○  
○○○○

Dreieck <-> Stern  
○○○○○

Pflicht-Themen, die noch offen sind  
○

# Teil I

## Themenfeld 12.1 - Gleichstromnetzanalyse

Zweipole  
○○○○○

Spannungsteiler  
○

Helmholtz  
○○  
○○○○○  
○○○○

Dreieck <-> Stern  
○○○○○

Pflicht-Themen, die noch offen sind  
○

# Inhalt

Zweipoltheorie (Pflicht)

Spannungsteiler

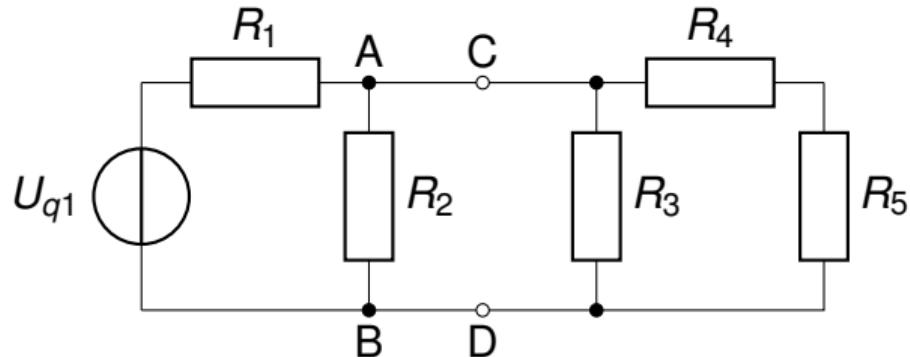
Überlagerungsverfahren nach Helmholtz  
(Pflicht)

Dreieck <-> Stern-Umwandlung (Pflicht)

Pflicht-Themen, die noch offen sind

## Zweipole

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



## Werte für Berechnung

$$R_1 = 10\Omega$$

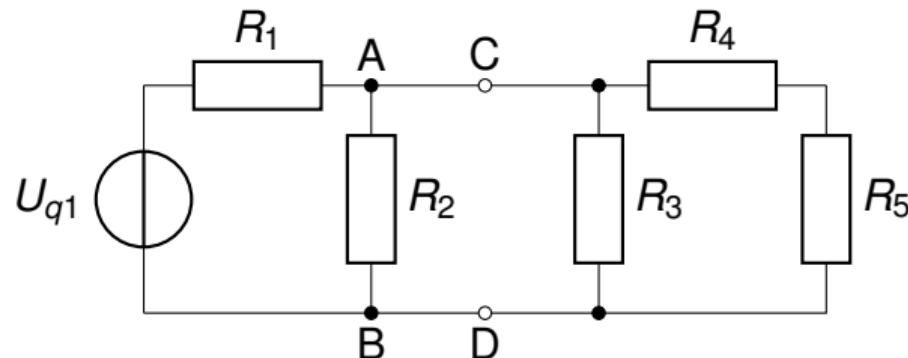
$$R_2 = 20\Omega$$

$$R_3 = 30\Omega$$

$$R_4 = 40\Omega$$

$$R_5 = 50\Omega$$

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



## Berechnung des Ersatzwiderstands

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

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

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

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

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

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

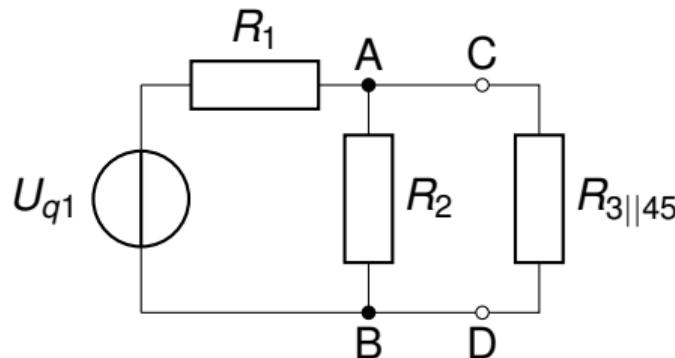


Abbildung: Berechnung  
des Ersatzwiderstands

## 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  $R_1 = R_2 = R_3 = R_5 = 230\Omega \quad R_4 = 470\Omega$
- c  $R_1 = R_2 = R_4 = R_5 = 230\Omega \quad R_3 = 470\Omega$

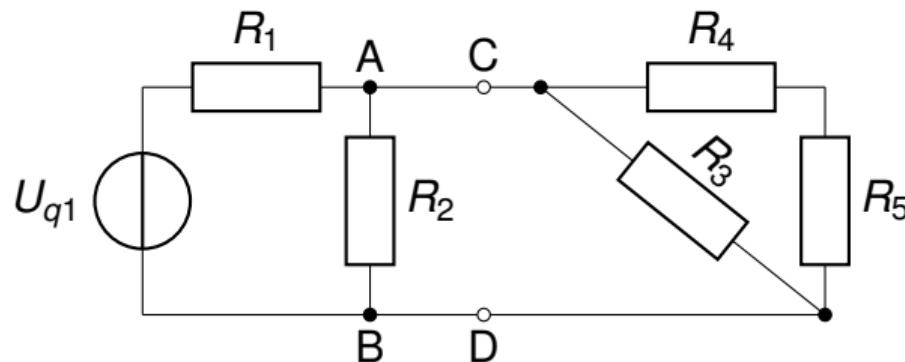


Abbildung: Schaltung zu Übung Ersatzzweipol - Teil 1

## 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  $R_1 = R_2 = R_3 = R_5 = 230\Omega \quad R_4 = 470\Omega$
- c  $R_1 = R_2 = R_4 = R_5 = 230\Omega \quad R_3 = 470\Omega$

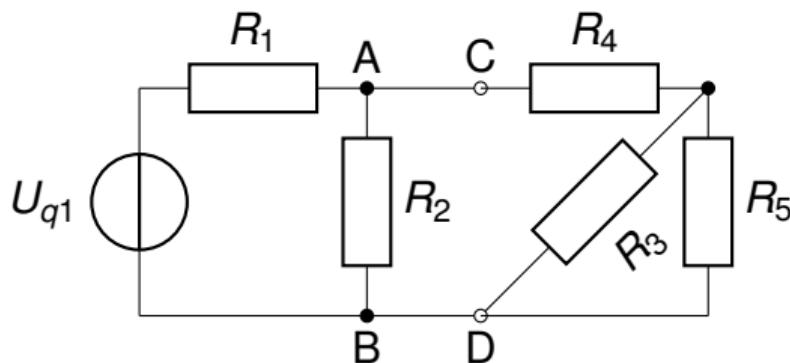


Abbildung: Schaltung zu Übung Ersatzzweipol - Teil 2

Zweipole  
○○○○○

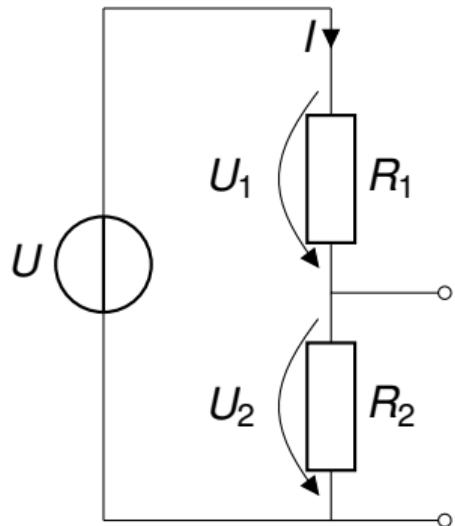
Spannungsteiler  
●

Helmoltz  
○○  
○○○○○  
○○○○

Dreieck <-> Stern  
○○○○○

Pflicht-Themen, die noch offen sind  
○

## Spannungsteiler



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

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

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

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

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

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

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

Zweipole  
ooooo

Spannungsteiler  
○

Helmholtz  
●○  
○○○○○  
○○○○○

Dreieck <-> Stern  
oooooo

Pflicht-Themen, die noch offen sind  
○

# Inhalt

Zweipoltheorie (Pflicht)

Spannungsteiler

Überlagerungsverfahren nach Helmholtz (Pflicht)

Nur Quelle U1 aktiv

Nur Quelle U2 aktiv

Dreieck <-> Stern-Umwandlung (Pflicht)

Pflicht-Themen, die noch offen sind

## Zwei Spannungsquellen $U_1$ und $U_2$

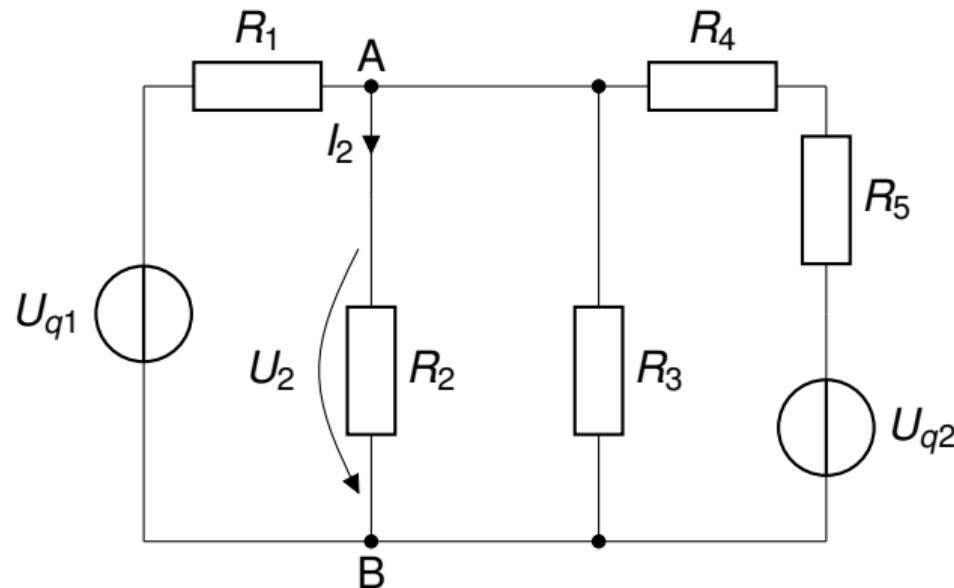


Abbildung: Zwei Quellen aktiv

$$R_1 = 10\Omega, R_2 = 20\Omega, R_3 = 30\Omega, R_4 = 40\Omega, R_5 = 50\Omega$$

Zweipole  
○○○○○

Spannungsteiler  
○

Helmholtz  
●○○○○○

Dreieck <-> Stern  
○○○○○

Pflicht-Themen, die noch offen sind  
○

## Nur Quelle U1 aktiv

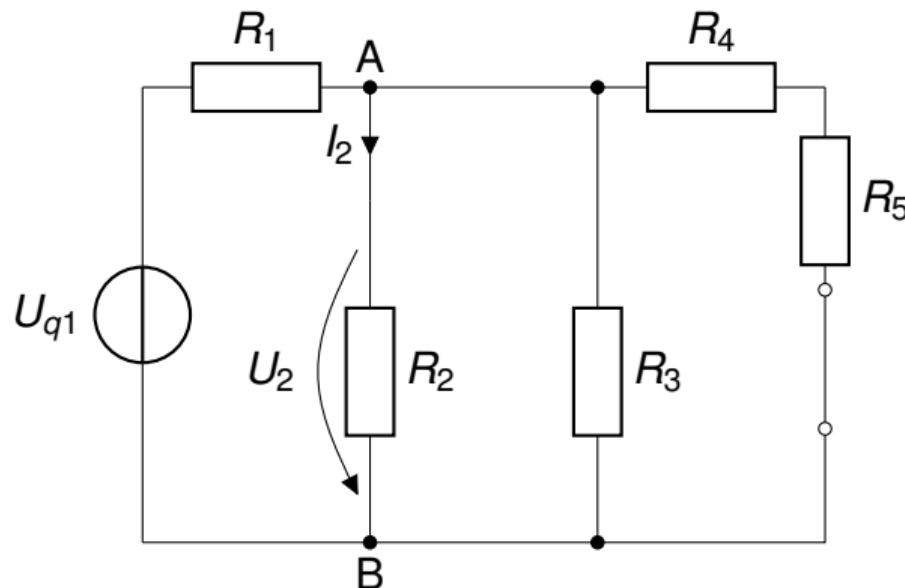


Abbildung: Nur Quelle 1 aktiv

$$U_{q1} = 5V, U_{Q2} = 12V, R1 = 10\Omega, R2 = 20\Omega, R3 = 30\Omega, R4 = 40\Omega, R5 = 50\Omega$$

Zweipole  
○○○○

Spannungsteiler  
○

Helmholtz  


Dreieck <-> Stern  
○○○○○

Pflicht-Themen, die noch offen sind  
○

## Berechnung Ersatzwiderstand I

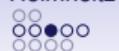
$$U_{2'} = I_2 * R_2 || R_3 || R_4 + R_5 \quad (14)$$

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

$I_2$  ist nicht bekannt.

Zweipole  
○○○○

Spannungsteiler  
○

Helmholtz  


Dreieck <-> Stern  
○○○○○

Pflicht-Themen, die noch offen sind  
○

## Berechnung Ersatzwiderstand II

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

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

Zweipole  
○○○○○

Spannungsteiler  
○

Helmholtz  


Dreieck <-> Stern  
○○○○○

Pflicht-Themen, die noch offen sind  
○

## Einsetzen I

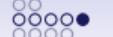
$$U_{2'} = U_{q1} * \frac{R_2 || R3 || R45}{R1 + R2 || R3 || R45} \quad (18)$$

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

(20)

Zweipole  
○○○○

Spannungsteiler  
○

Helmholtz  


Dreieck <-> Stern  
○○○○○

Pflicht-Themen, die noch offen sind  
○

## Einsetzen II

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

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

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

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

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

Zweipole  
○○○○○

Spannungsteiler  
○

Helmholtz  
○○○○○  
●○○○○

Dreieck <-> Stern  
○○○○○

Pflicht-Themen, die noch offen sind  
○

## Nur Quelle U2 aktiv

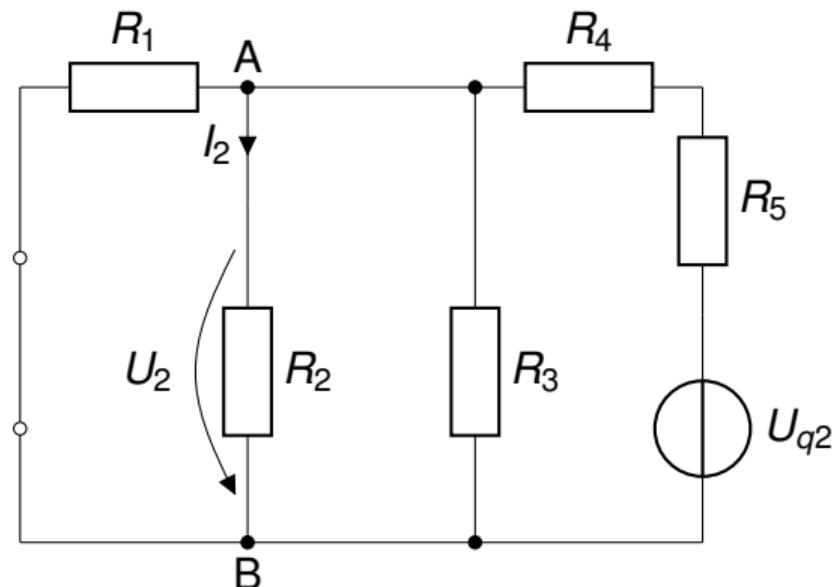


Abbildung: Nur Quelle zwei aktiv

$$R_1 = 10\Omega, R_2 = 20\Omega, R_3 = 30\Omega, R_4 = 40\Omega, R_5 = 50\Omega$$

Zweipole  
○○○○○

Spannungsteiler  
○

Helmholtz  


Dreieck <-> Stern  
○○○○○

Pflicht-Themen, die noch offen sind  
○

## 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)

Zweipole  
○○○○○

Spannungsteiler  
○

Helmholtz  


Dreieck <-> Stern  
○○○○○

Pflicht-Themen, die noch offen sind  
○

## Quelle 2, Einsetzen II

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

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

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

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

Zweipole  
○○○○

Spannungsteiler  
○

Helmholtz  


Dreieck <-> Stern  
○○○○○

Pflicht-Themen, die noch offen sind  
○

## Addition

Zum Abschluss werden die beiden Teilspannungen addiert.

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

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

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

Zweipole  
○○○○○

Spannungsteiler  
○

Helmholtz  
○○  
○○○○○  
○○○○

Dreieck <-> Stern  
●○○○○

Pflicht-Themen, die noch offen sind  
○

# Inhalt

Zweipoltheorie (Pflicht)

Spannungsteiler

Überlagerungsverfahren nach Helmholtz (Pflicht)

Dreieck <-> Stern-Umwandlung (Pflicht)

Pflicht-Themen, die noch offen sind

Zweipole  
○○○○○

Spannungsteiler  
○

Helmholtz  
○○  
○○○○○  
○○○○

Dreieck  $\leftrightarrow$  Stern  
○●○○○

Pflicht-Themen, die noch offen sind  
○

## Messbrücke

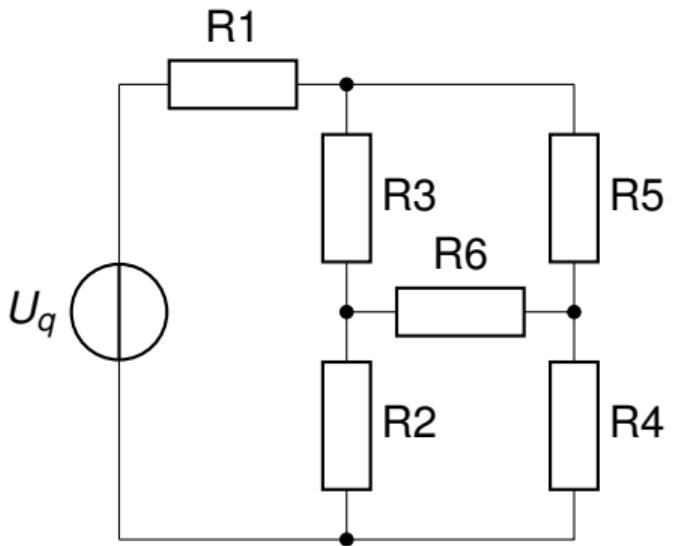


Abbildung: Messbrücke

Zweipole  
○○○○○

Spannungsteiler  
○

Helmholtz  
○○  
○○○○○  
○○○○

Dreieck  $\leftrightarrow$  Stern  
○●○○○

Pflicht-Themen, die noch offen sind  
○

## Messbrücke

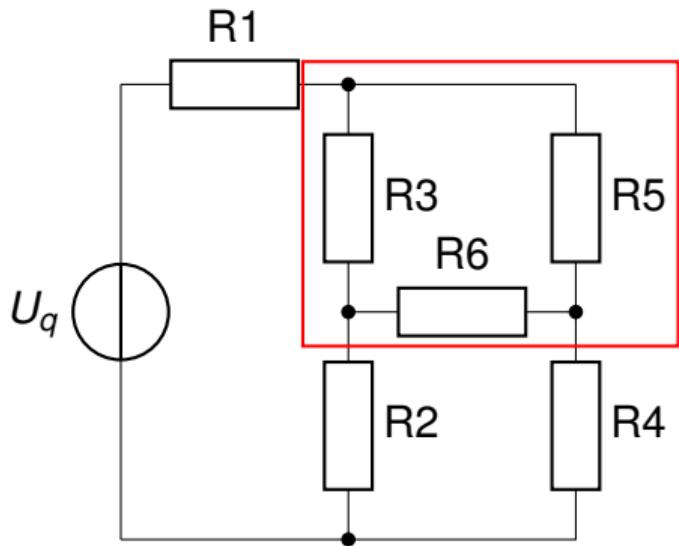


Abbildung: Messbrücke

Zweipole  
○○○○○

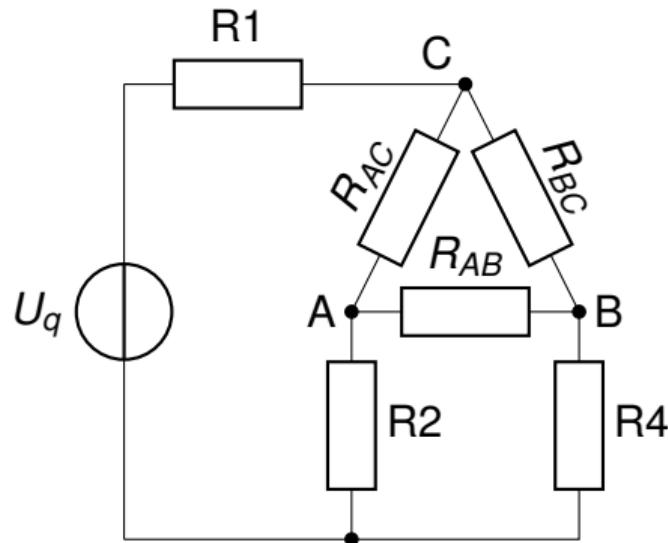
Spannungsteiler  
○

Helmholtz  
○○  
○○○○○  
○○○○○

Dreieck  $\leftrightarrow$  Stern  
○○●○○

Pflicht-Themen, die noch offen sind  
○

## Messbrücke - Stern-Dreieck



$$R_{AC} = R_3$$

$$R_{AB} = R_6$$

$$R_{BC} = R_5$$

Abbildung: Messbrücke

Zweipole  
○○○○○

Spannungsteiler  
○

Helmholtz  
○○  
○○○○○  
○○○○○

Dreieck  $\leftrightarrow$  Stern  
○○○●○○

Pflicht-Themen, die noch offen sind  
○

## Umwandlung Dreieck -> Stern

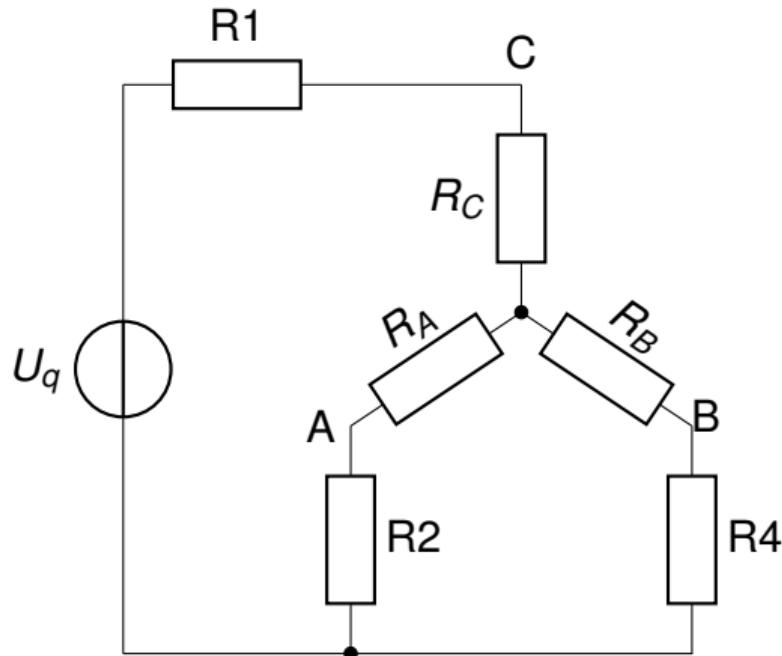


Abbildung: Messbrücke

Zweipole  
○○○○○

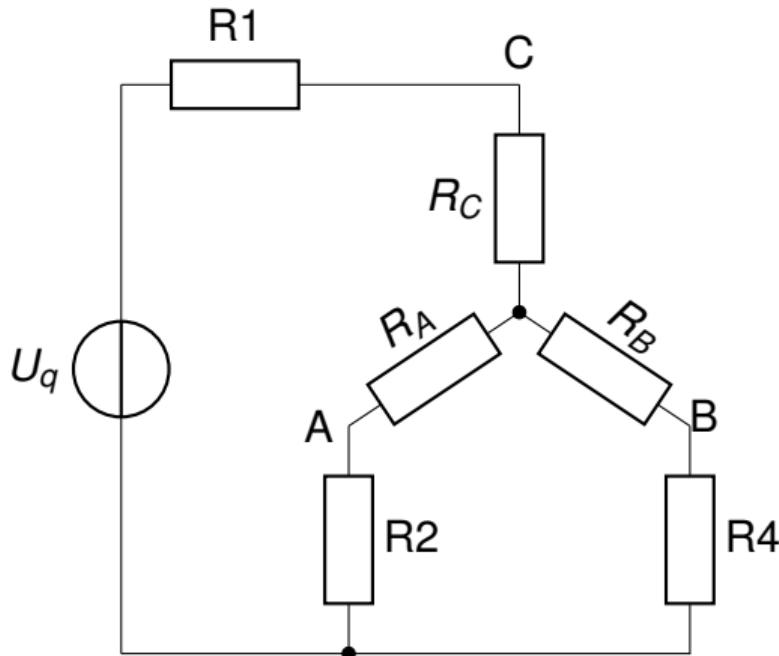
Spannungsteiler  
○

Helmholtz  
○○  
○○○○○  
○○○○○

Dreieck <-> Stern  
○○○●○○

Pflicht-Themen, die noch offen sind  
○

## 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

Zweipole  
○○○○

Spannungsteiler  
○

Helmholtz  
○○  
○○○○○  
○○○○

Dreieck <-> Stern  
○○○●○

Pflicht-Themen, die noch offen sind  
○

## Umwandlung - Stern- > Dreieck

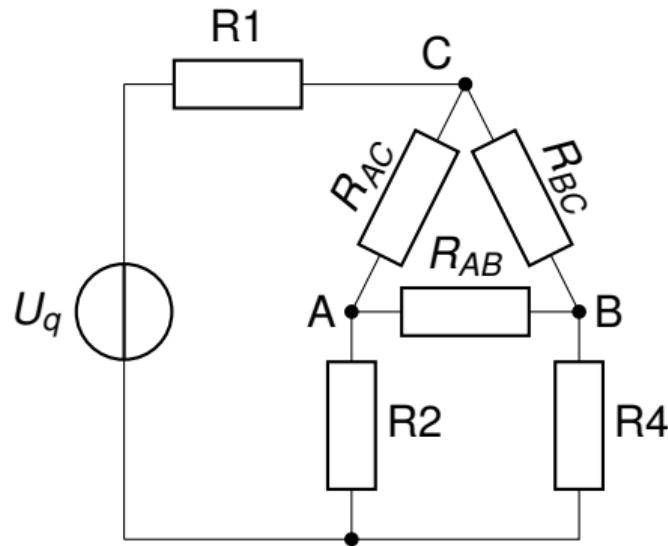
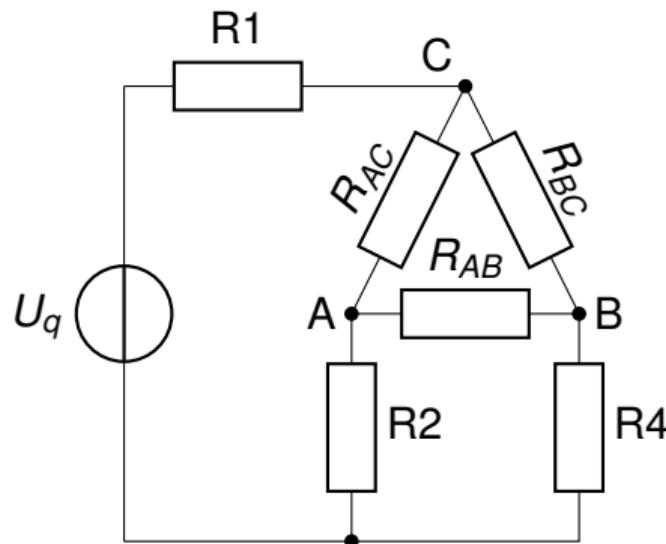


Abbildung: Messbrücke

## Umwandlung - Stern- > Dreieck



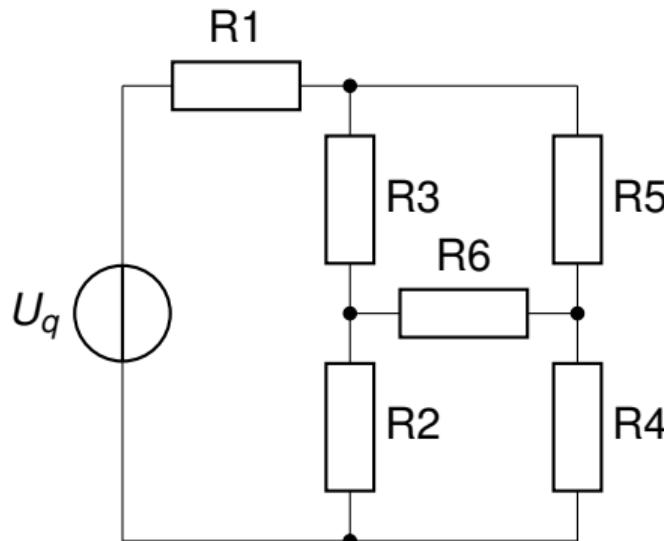
$$R_{AB} = \frac{R_A R_B}{R_C} + R_A + R_B$$

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

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

Abbildung: Messbrücke

## 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

Zweipole  
○○○○○

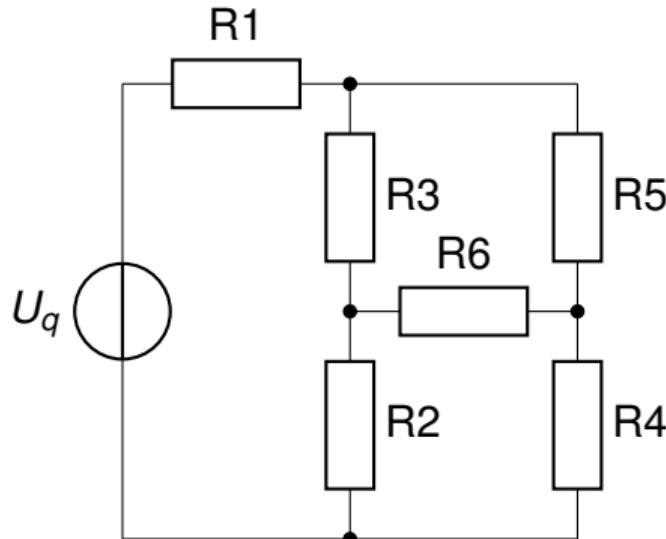
Spannungsteiler  
○

Helmholtz  
○○  
○○○○○  
○○○○

Dreieck <-> Stern  
○○○●●

Pflicht-Themen, die noch offen sind  
○

## Messbrücke



$$R_1 = 220\Omega$$

$$R_2 = 470\Omega$$

$$R_3 = 330\Omega$$

$$R_4 = 330\Omega$$

$$R_5 = 560\Omega$$

$$R_6 = 390\Omega$$

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

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

Abbildung: Messbrücke

Zweipole  
○○○○

Spannungsteiler  
○

Helmholtz  
○○  
○○○○○  
○○○○

Dreieck <-> Stern  
○○○○○

Pflicht-Themen, die noch offen sind  
●

## 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.