ET-Crashkurs

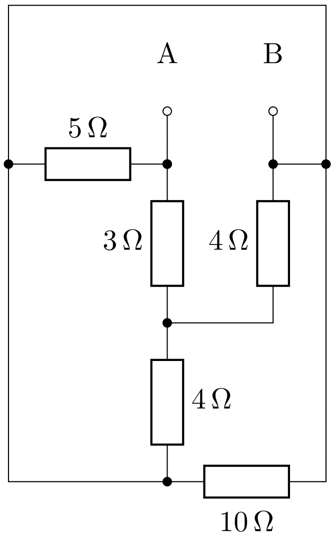
V 2.3

Liebe Studis, Auch dieses Jahr gibt es wieder den ET-Crashkurs, der sich primär an nicht-HTLerInnen richtet. Das Ziel dieses Crashkurses ist es, euch zu zeigen, wie ihr schnell und einfach jene Beispieltypen lösen könnt, die typischerweise zur 1. Klausur ET1 UE kommen.

Wichtig!

Dieser Crashkurs wird von Studierenden organisiert, die dies ehrenamtlich in ihrer Freizeit für euch machen. Der Crashkurs soll auch nicht als Ersatz für den Besuch der ET1-Rechenübungen und selbstständiger Vorbereitung verstanden werden, sondern eher als Ergänzung für jene von euch, die nicht schon aus ihrer Zeit vor dem Studium Vorkenntnisse bei der Berechnung von Schaltungen haben. Bitte versucht die folgenden Beispiele selbst und ohne Taschenrechner zu lösen, um im Crashkurs gezielt Fragen stellen zu können.

Angabe 1

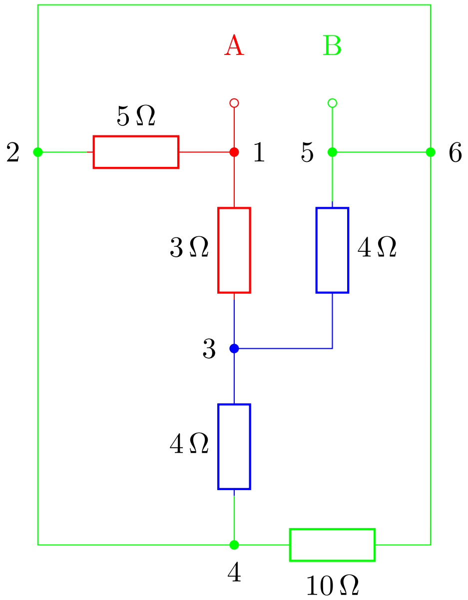


Berechnen Sie den Ersatzwiderstand R_{AB} der angegebenen Widerstandskombination.

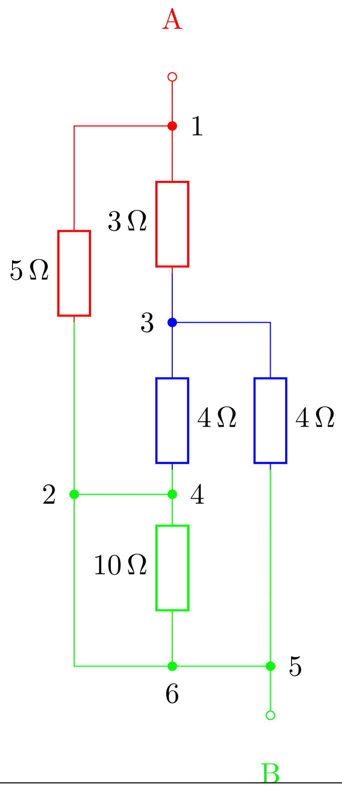
Theorie:

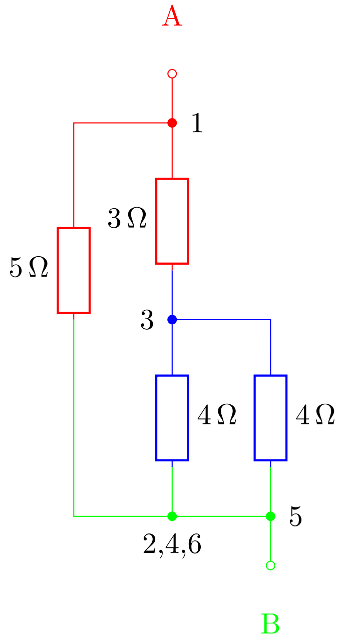
Knoten darf man durch Knoten verschieben, jedoch nicht durch Bauteile hindurch. Zwei gleiche parellel geschltete Widerstände, haben einen halb so großen Gesamtwiderstand.

Lösung:



→



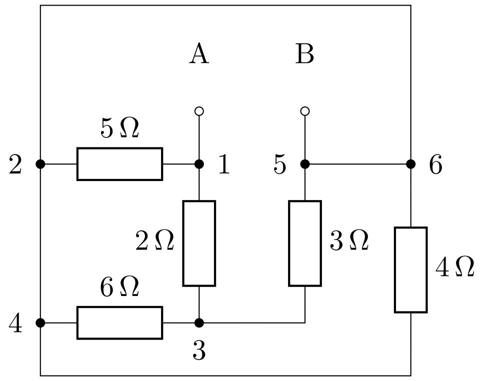


Anmerkungen:

- Verbindungen einfärben, wird eine Verbindung durch einen Widerstand unterbrochen Farbe wechseln
- Ein Widerstand mit zwei Enden gleicher Farbe wird kurzgeschlossen (hier der $10\,\Omega$ Widerstand).
- Zwei Widerstände paarweise gleicher Farbe resultieren in einer Parallelschaltung (hir die zwei $4\,\Omega$ Widerstände).
- Zwei Widerstände sind nur in Serie, wenn sich kein Knoten zwischen den zwei Widerständen befindet, dann flißt sicher der selbe Strom durch beide.
- Knoten gleicher Farbe können zusammengezogen werden (Knoten 2,4 und 6).

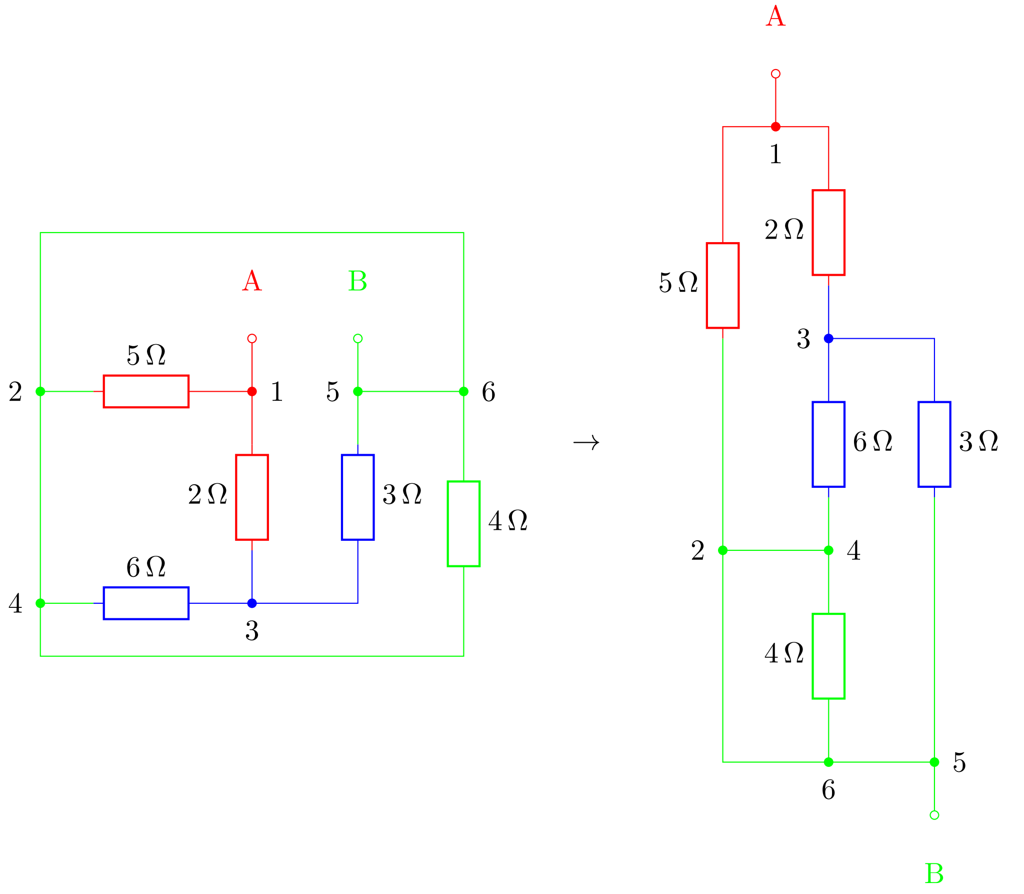
$$
\begin{aligned}
R &= (3\,\Omega + 4\,\Omega // 4\,\Omega)\,//5\,\Omega && (1)\\
&= \left(3\,\Omega + \frac{4\,\Omega \cdot 4\,\Omega}{4\,\Omega + 4\,\Omega}\right)//5\,\Omega && (2)\\
&= (3\,\Omega + 2\,\Omega)\,//5\,\Omega && (3)\\
&= \frac{5\,\Omega \cdot 5\,\Omega}{5\,\Omega + 5\,\Omega} && (4)\\
&= 2{,}5\,\Omega && (5)
\end{aligned}
$$

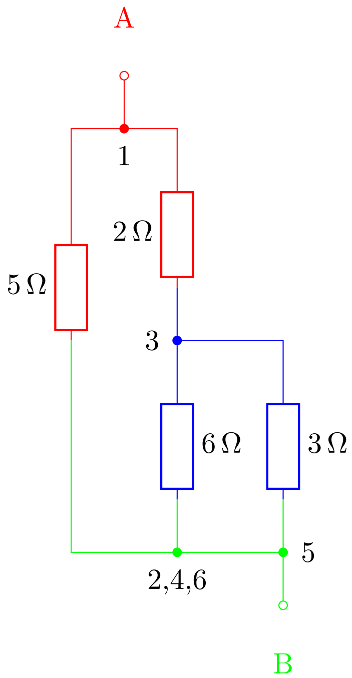
Angabe 2



Berechnen Sie den Ersatzwiderstand R_{AB} der angegebenen Widerstandskombination.

Lösung:





$$R = (2\,\Omega + 6\,\Omega//3\,\Omega)\,//5\,\Omega \tag{6}$$

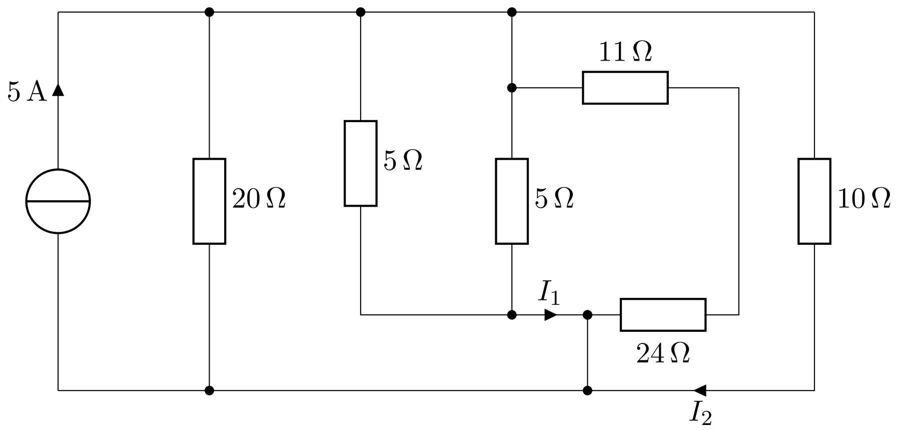
$$R = \left(2\,\Omega + \frac{6\,\Omega \cdot 3\,\Omega}{6\,\Omega + 3\,\Omega}\right)//5\,\Omega \tag{7}$$

$$R = (2\,\Omega + 2\,\Omega)\,//5\,\Omega \tag{8}$$

$$R = \frac{4\,\Omega \cdot 5\,\Omega}{4\,\Omega + 5\,\Omega} \tag{9}$$

$$R = \frac{20}{9}\Omega \tag{10}$$

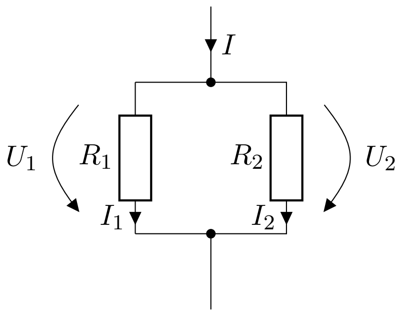
Angabe 3



Berechnen Sie für die angegebene Schaltung das Stromverhältnis $\frac{I_1}{I_2}$.

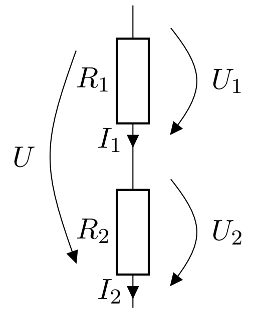
Theorie:

Stromteilerregel kann man nur anwenden wenn an beiden Zweigen die gleiche Spannung anliegt

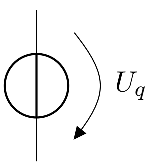


$$U_1 = U_2$$
$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$
$$\frac{I_1}{I} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

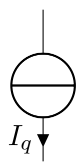
Spannungsteilerregel kann man nur anwenden wenn durch beide Widerstände der gleiche Strom fließt



$$I_1 = I_2$$
$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$$
$$\frac{U_1}{U} = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$



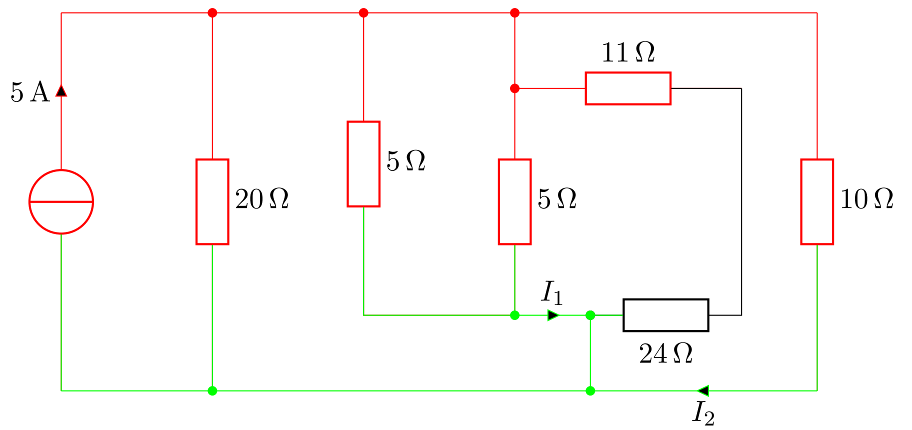
$\rightarrow$ Spannungsquelle

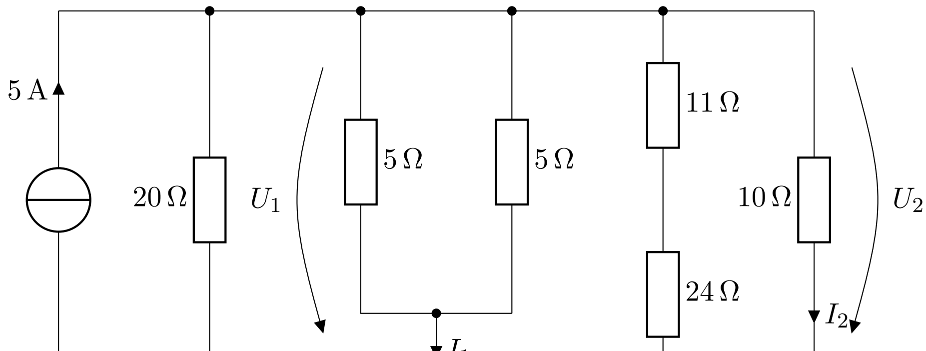


$\rightarrow$ Stromquelle

$U = R \cdot I$ gilt nur wenn Orientierung von Spannungspfeil und Strompfeil in die gleiche Richtung schauen, sonst gilt: $U = -R \cdot I$ (das wissen viele nicht!); beides Polynome → Koeffizientenvergleich

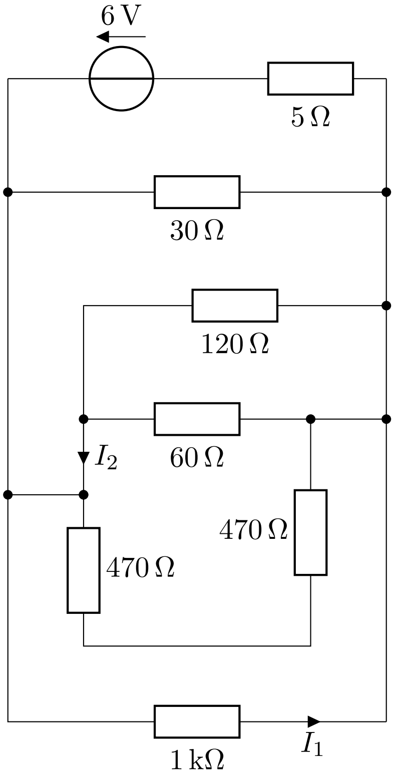
Lösung:





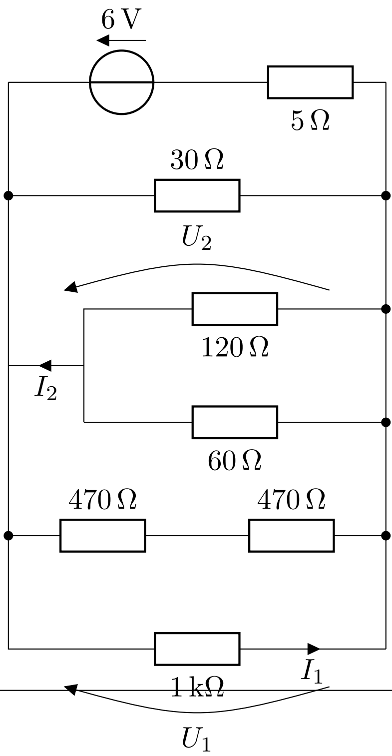
$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{10\,\Omega}{5\,\Omega // 5\,\Omega} = \frac{10\,\Omega}{2{,}5\,\Omega} = 4 \tag{11}$$

Angabe 4



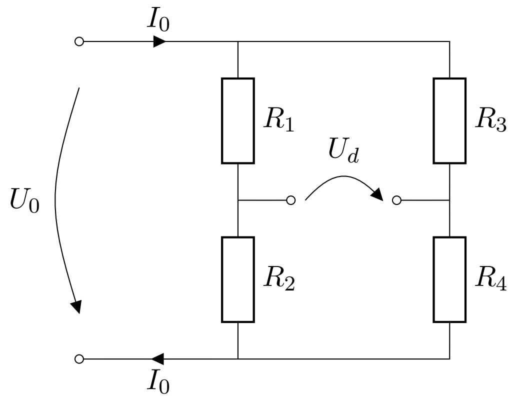
Berechnen Sie für die angegebene Schaltung das Stromverhältnis $\frac{I_2}{I_1}$.

Lösung:



$$\boxed{\frac{I_2}{I_1} = -\frac{1\,\mathrm{k}\Omega}{120\,\Omega // 60\,\Omega} = -\frac{1\,\mathrm{k}\Omega}{40\,\Omega} = -25 \qquad (12)}$$

Angabe 5

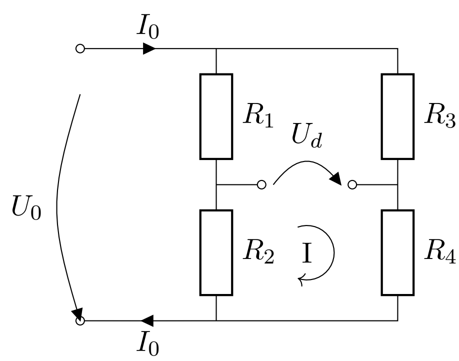


Dargestellt ist eine Widerstandsbrücke. Berechnen Sie die Differenzspannung U_d im Querzweig.
Alle Widerstände und die angelegte Spannung U_0 sind bekannt.

Theorie:

Widerstandsbrücken, auch Wheatstone-Brücken genannt, sind Messschaltungen, die zur präzisen Ermittlung kleiner Widerstandsänderungen verwendet werden. Sie bestehen typischerweise aus vier Widerständen, die in einer Brückenanordnung miteinander verbunden sind.
Ihre Hauptanwendung liegt in der Messung von physikalischen Größen, die Widerstandsänderungen verursachen, wie z.B. Druck, Temperatur oder Dehnung. In diesen Anwendungen kommen oft Sensoren zum Einsatz, wie Dehnungsmessstreifen oder Thermistoren, deren Widerstand sich in Abhängigkeit von der jeweiligen Größe verändert. Die Widerstandsbrücke verstärkt diese Änderungen und ermöglicht eine genaue Messung mithilfe der Differenzspannung.
Eine Brücke wird abgeglichen genannt, wenn die Differenzspannung $U_d = 0$ ist. Dies gilt immer dann, wenn $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$.

Lösung:



$$\mathrm{I}: \quad U_d + U_{R_4} - U_{R_2} = 0 \tag{13}$$

$$U_d = U_{R_2} - U_{R_4} \tag{14}$$

Spannungsteiler: Linker Strang

$$\frac{U_{R_2}}{U_0} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad \rightarrow \quad U_{R_2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_0 \tag{15}$$

Spannungsteiler: Rechter Strang

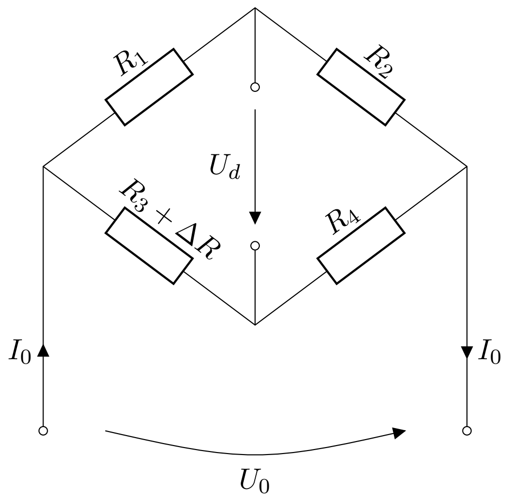
$$\frac{U_{R_4}}{U_0} = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \quad \rightarrow \quad U_{R_4} = \frac{R_4}{R_3 + R_4} U_0 \tag{16}$$

Die erhaltenen Teilspannungen können nun in Gl. 14 eingefügt und vereinfacht werden.

$$\begin{aligned} U_d &= \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} - \frac{R_4}{R_3 + R_4} \right) \cdot U_0 && (17) \\ &= \frac{R_2 \left(R_3 + R_4\right) - R_4 \left(R_1 + R_2\right)}{\left(R_1 + R_2\right)\left(R_3 + R_4\right)} \cdot U_0 && (18) \\ &= \frac{R_2 R_3 + R_2 R_4 - R_1 R_4 - R_2 R_4}{\left(R_1 + R_2\right)\left(R_3 + R_4\right)} \cdot U_0 && (19) \end{aligned}$$

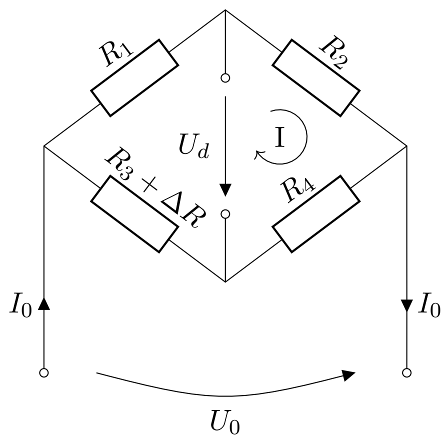
$$U_d = \frac{R_2 R_3 - R_1 R_4}{\left(R_1 + R_2\right)\left(R_3 + R_4\right)} \cdot U_0 \tag{20}$$

Angabe 6



Dargestellt ist eine ausgeglichene Viertelbrücke mit den Werten $R_1 = 300\Omega$, $R_2 = 150\Omega$, $R_3 = 200\Omega$ und $R_4 = 100\Omega$ an der eine Spannung von $6V$ anliegt.
Durch äußere Einflüsse verändert sich der Wert von R_3 um ΔR und eine Differenzspannung von $1V$ kann gemessen werden. Berechnen Sie den Wert von ΔR.

Lösung:



$$\mathrm{I}: \quad U_{R_2} - U_{R_4} - U_d = 0 \tag{21}$$

$$U_d = U_{R_2} - U_{R_4} \tag{22}$$

Spannungsteiler: U_{R_2}

$$\frac{U_{R_2}}{U_0} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad \rightarrow \quad U_{R_2} = \frac{150\Omega}{300\Omega + 150\Omega} \cdot 6V = \frac{1}{3} \cdot 6V \tag{23}$$

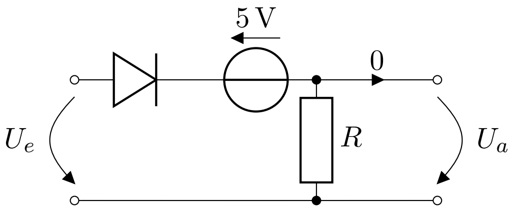
Spannungsteiler: U_{R_4}

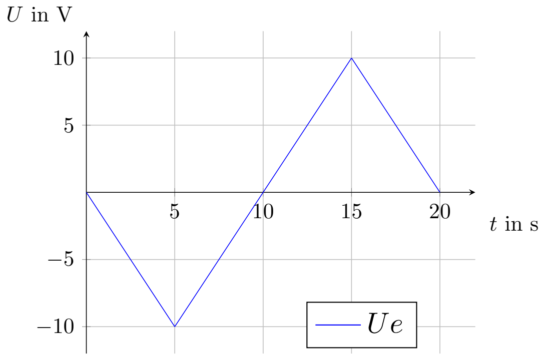
$$\frac{U_{R_4}}{U_0} = \frac{R_4}{R_3 + \Delta R + R_4} \quad \rightarrow \quad U_{R_4} = \frac{100\Omega}{200\Omega + \Delta R + 100\Omega} \cdot 6V = \frac{100}{300 + \Delta R} \cdot 6V \tag{24}$$

Die errechneten Teilspannungen können in Gl. 22 eingefügt und vereinfacht werden. Anschließend muss auf den gesuchten Wert ΔR umgeformt werden.

$$\begin{aligned}
U_d &= U_{R_2} - U_{R_4} \\
1V &= \left(\frac{1}{3} - \frac{100\Omega}{300\Omega + \Delta R}\right) \cdot 6V && (25) \\
\frac{1}{6} - \frac{1}{3} &= -\frac{100\Omega}{300\Omega + \Delta R} && (26) \\
\frac{1}{6} &= \frac{100\Omega}{300\Omega + \Delta R} && (27) \\
6 &= \frac{300\Omega + \Delta R}{100\Omega} && (28) \\
600\Omega &= 300\Omega + \Delta R && (29) \\
\\
\Delta R &= 300\Omega && (30)
\end{aligned}$$

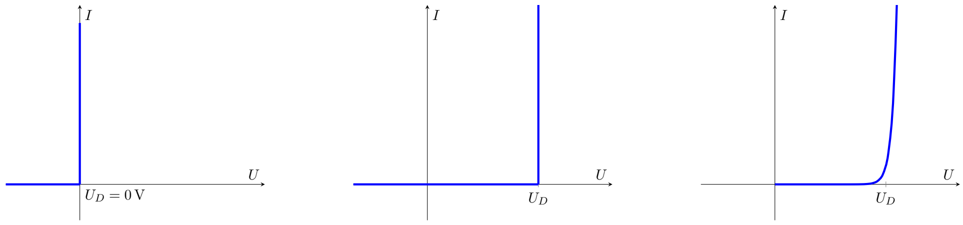
Angabe 7





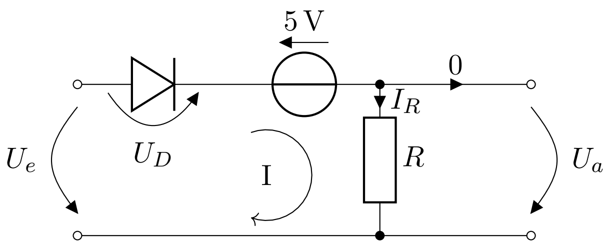
Am Eingang der Schaltung liegt die skizzierte Dreieckspannung. Bestimmen und zeichnen Sie den Verlauf der Spannung U_a am leerlaufenden Ausgang. Nehmen Sie dazu die Schwellenspannung der Diode mit 0,7 V an

Theorie:



Ideale Diode | Idealisierte Diode | Reale Diode

Lösung:



Fall 1: Diode sperrt

$$I_D = 0, \quad U_D < 0{,}7\,\mathrm{V} \tag{31}$$

$$I_D = 0 \rightarrow I_R = 0\,\mathrm{A} \rightarrow U_a = I_R R = 0\,\mathrm{V} \tag{32}$$

$$\mathrm{I}: \quad U_D - 5\,\mathrm{V} + U_a - U_e = 0 \tag{33}$$

$$U_D = U_e - U_a + 5\,\mathrm{V} \overset{!}{<} 0{,}7\,\mathrm{V} \tag{34}$$

$$U_e < -4{,}3\,\mathrm{V} \tag{35}$$

Fall 2: Diode leitet

$$I_D > 0, \quad U_D = 0{,}7\,\mathrm{V} \tag{36}$$

$$\mathrm{I}: \quad U_a = 5\,\mathrm{V} - U_D + U_e \tag{37}$$

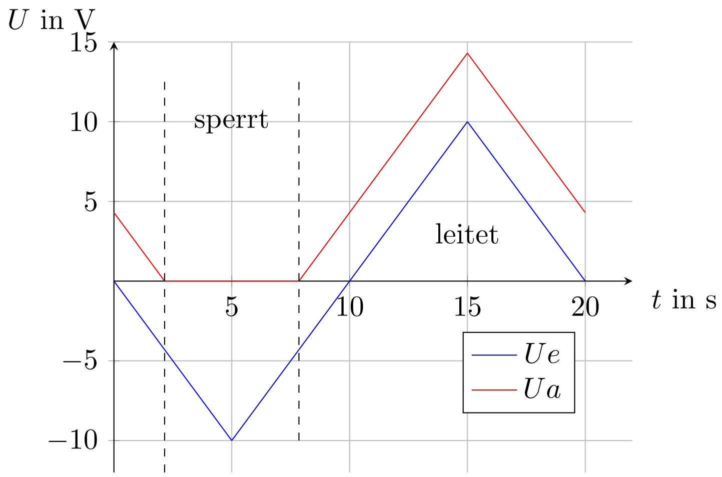
$$U_a = 5\,\mathrm{V} - 0{,}7\,\mathrm{V} + U_e \tag{38}$$

$$U_a = 4{,}3\,\mathrm{V} + U_e \tag{39}$$

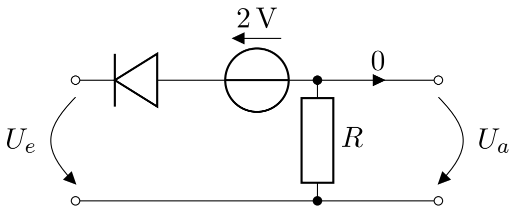
$$I_R = \frac{U_a}{R} = \frac{4{,}3\,\mathrm{V} + U_e}{R} = I_D \overset{!}{>} 0 \tag{40}$$

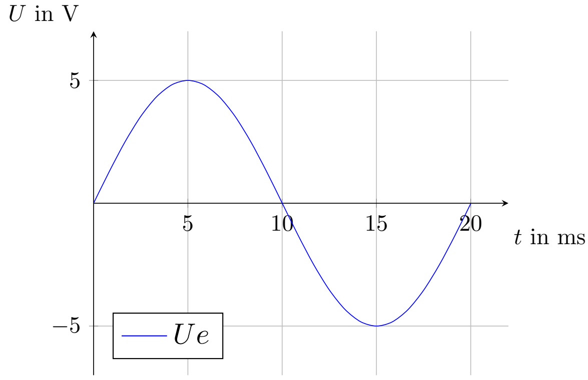
$$U_e > -4{,}3\,\mathrm{V} \tag{41}$$

Vergleiche (35) und (41)



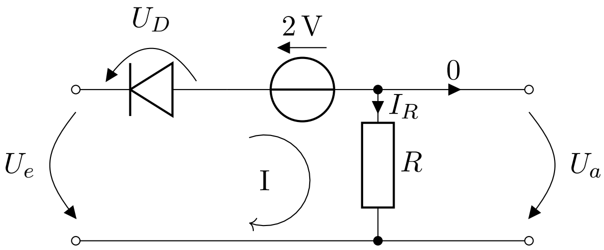
Angabe 8





Am Eingang der Schaltung liegt die skizzierte Sinusspannung. Bestimmen und zeichnen Sie den Verlauf der Spannung U_a am leerlaufenden Ausgang. Nehmen Sie dazu die Schwellenspannung der Diode mit 0,7 V an.

Lösung:



Fall 1: Diode sperrt

$$I_D = 0, \quad U_D < 0{,}7\,\mathrm{V} \tag{42}$$

$$I_D = 0 \rightarrow I_R = 0\,\mathrm{A} \rightarrow U_a = I_R R = 0\,\mathrm{V} \tag{43}$$

$$\mathrm{I}: \quad -U_D - 2\,\mathrm{V} + U_a - U_e = 0 \tag{44}$$

$$U_D = -2\,\mathrm{V} + U_a - U_e \overset{!}{<} 0{,}7\,\mathrm{V} \tag{45}$$

$$U_e > -2{,}7\,\mathrm{V} \tag{46}$$

Fall 2: Diode leitet

$$I_D > 0, \quad U_D = 0{,}7\,\mathrm{V} \tag{47}$$

$$\mathrm{I}: \quad U_a = 2\,\mathrm{V} + U_D + U_e \tag{48}$$

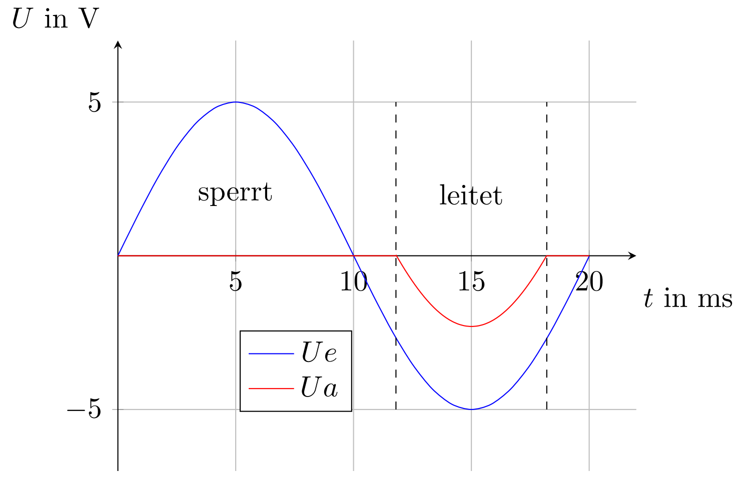
$$U_a = 2\,\mathrm{V} + 0{,}7\,\mathrm{V} + U_e \tag{49}$$

$$U_a = 2{,}7\,\mathrm{V} + U_e \tag{50}$$

$$I_D = -I_R = -\frac{U_a}{R} = -\frac{2{,}7\,\mathrm{V} + U_e}{R} \overset{!}{>} 0 \tag{51}$$

$$U_e < -2{,}7\,\mathrm{V} \tag{52}$$

Vergleiche (46) und (52)



U in V
5
−5
sperrt
leitet
5
10
15
20
t in ms
Ue
Ua

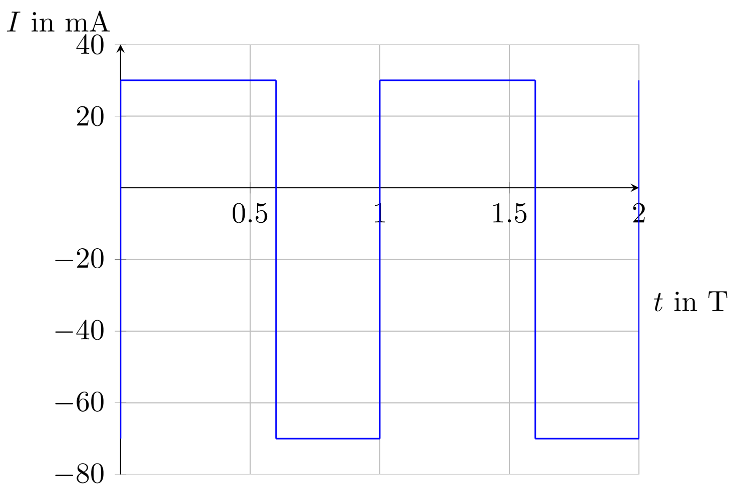
Angabe 9

Ein Widerstand R wird von einem zeitlich periodischen elektrischen Strom durchflossen, der während 60% der Periodendauer die Stärke $30mA$ besitzt und während 40% der Periodendauer die Stärke $-70mA$.
Wie groß ist der Widerstand R zu wählen, wenn das Bauteil im zeitlichen Mittel die elektrische Leistung $\overline{P}$ von $7.5W$ aufnehmen soll?

Lösung:

$$\overline{P} = UI = RI^2 \tag{53}$$
$$= \frac{1}{T}\left(0.6 \cdot R \cdot T \cdot {I_1}^2 + 0.4 \cdot R \cdot T \cdot {I_2}^2\right) \tag{54}$$
$$= \left(0.6 \cdot {I_1}^2 + 0.4 \cdot {I_2}^2\right) \cdot R \tag{55}$$
$$R = \frac{7.5W}{0.6 \cdot (30mA)^2 + 0.4 \cdot (-70mA)^2} = 3\,\mathrm{k\Omega} \tag{56}$$
$$\tag{57}$$

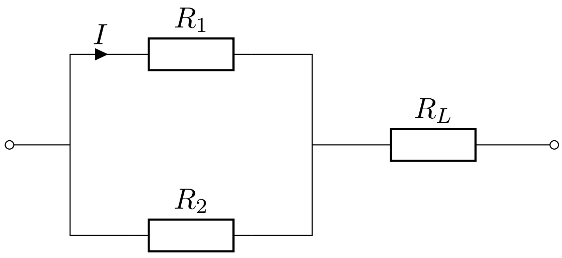
Zeitlicher Verlauf des Stroms:

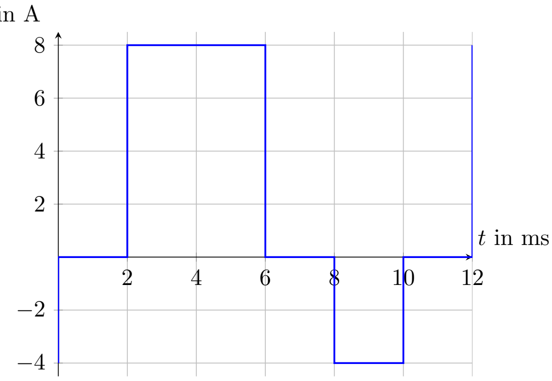


Angabe 10

Durch den Widerstand R_1 in unterstehender Abbildung dargestellten Kombination von von ohmschen Widerständen, fließt der in der Skizze dargestellte Wechselstrom mit Periodendauer $T = 10ms$.

Berechnen Sie den zeitlichen Mittelwert der im Widerstand R_L umgesetzten Leistung. Nehmen Sie dabei die Widerstandswerte mit $R_1 = 10\Omega$, $R_2 = 40\Omega$ und $R_L = 50\Omega$ an.





Lösung:

$$U = R_1 \cdot I_1 = R_2 \cdot I_2 \quad \rightarrow \quad I_2 = \frac{R_1}{R_2} \cdot I_1 \tag{58}$$

$$I_L = I_1 + I_2 \tag{59}$$

2 Fälle:

$$I_1 = 8A: \quad I_2 = \frac{10\Omega}{40\Omega} \cdot 8A = 2A \quad \rightarrow \quad I_{L1} = 10A \tag{60}$$

$$I_1 = -4A: \quad I_2 = \frac{10\Omega}{40\Omega} \cdot -4A = -1A \quad \rightarrow \quad I_{L2} = -5A \tag{61}$$

$$\overline{P} = UI = RI^2 \tag{62}$$

$$= \frac{1}{T} \cdot R_L \left(T \cdot {I_{L1}}^2 + T \cdot {I_{L2}}^2\right) \tag{63}$$

$$= \frac{1}{10} \cdot 50\Omega \left(4 \cdot 10A^2 + 2 \cdot (-5A)^2\right) = 2250W \tag{64}$$

Angabe 11

Der Transport von Kupferionen (Cu+) bewirkt einen Massenstrom der Stärke $0,0064 kg/s$. Berechnen Sie die zugehörige elektrische Stromstärke. Als bekannt seien gegeben:

- Molare Masse von Kupfer, näherungsweise $M = 64\,\mathrm{g/mol}$
- Dichte von Kupfer, näherungsweise $\rho = 9\,\mathrm{g/cm^3}$
- Wertigkeit des Stoffs: $z = 1$

Nehmen sie das Produkt von Elementarladung und Avogadrokonstante $e \cdot N_A = 10^5 C/mol$ an.

Lösung:

$$I \cdot t = Q \quad \rightarrow \quad I = \frac{dQ}{dt} = \dot{Q} \tag{65}$$

$$\dot{Q} = z \cdot e \cdot \dot{N} = z \cdot e \cdot N_A \cdot \dot{n} = z \cdot e \cdot N_A \frac{\dot{m}}{M} \tag{66}$$

$$= z \cdot e \cdot N_A \frac{0{,}0064\,\mathrm{kg/s}}{64\,\mathrm{g/mol}} \tag{67}$$

$$= 10^5 \frac{C}{mol} \frac{6{,}4\,\mathrm{g/s}}{64\,\mathrm{g/mol}} = 10\,\mathrm{kA} \tag{68}$$

Angabe 12

Durch Elektrolyse sollen $1kg$ eines Stoffes hergestellt werden. Der Elektrolyseur wird mit einer Gleichspannung von $2V$ betrieben.
Berechnen Sie die dazu benötigte elektrische Energie, unter Berücksichtigung folgender Angaben.

- Wertigkeit des Stoffs: $z = 2$
- Molare Masse: $M = 100g/mol$

Nehmen sie das Produkt von Elementarladung und Avogadrokonstante $e \cdot N_A = 10^5 C/mol$ an.

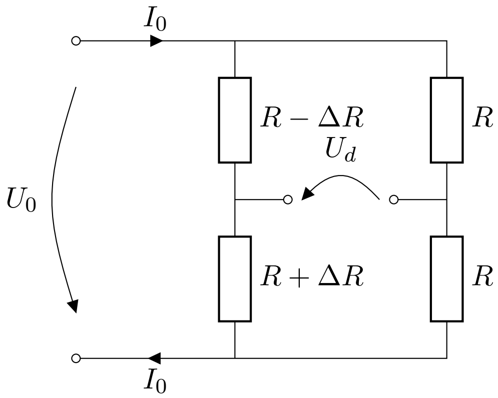
Lösung:

$$I \cdot t = Q \tag{69}$$
$$W_e = P \cdot t = U \cdot I \cdot t \tag{70}$$
$$\Rightarrow \quad W_e = U \cdot Q \tag{71}$$

$$m = \frac{M \cdot I \cdot t}{z \cdot e \cdot N_A} = \frac{M \cdot Q}{z \cdot e \cdot N_A} \tag{72}$$
$$\Rightarrow \quad Q = \frac{m \cdot z \cdot e \cdot N_A}{M} = \frac{1kg \cdot 2 \cdot 10^5 C/mol}{100g/mol} = 2 \cdot 10^6 C \tag{73}$$
$$W_e = 2V \cdot 2 \cdot 10^6 C = 4 \cdot 10^6 J \tag{74}$$

Dieses Beispiel wird im Crashkurs nicht vorgerechnet. Fragen dazu können Ende des Crashkurses gestellt werden.

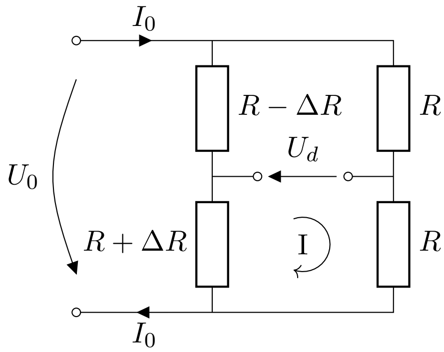
Angabe 13



Dargestellt ist eine Halbbrücke. Berechnen Sie die Differenzspannung U_d im Querzweig. Nehmen Sie $R = 5\Omega$ und $\Delta R = 3\Omega$ an. Die an der Messbrücke angelegte Spannung U_0 beträgt $10V$.

Lösung:

Um diese Aufgabe zu lösen kann analog zur allgemeinen Lösung der Messbrücke vorgegangen werden, man beachte jedoch die Richtung des Spannungspfeiles der Differenzspannung.



$$\mathrm{I}: \quad U_R - U_{R+\Delta R} - U_d = 0 \tag{75}$$

$$U_d = U_R - U_{R+\Delta R} \tag{76}$$

Spannungsteiler: Linker Strang

$$\frac{U_{R+\Delta R}}{U_0} = \frac{R + \Delta R}{R + R + \Delta R - \Delta R} = \frac{R + \Delta R}{2R} \tag{77}$$

$$U_{R+\Delta R} = \frac{8\Omega}{10\Omega} \cdot 10V = 8V \tag{78}$$

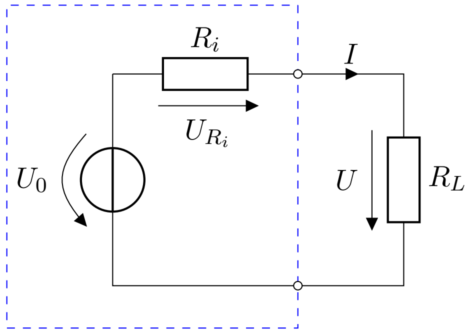
Spannungsteiler: Rechter Strang

$$\frac{U_R}{U_0} = \frac{R}{R+R} \quad \rightarrow \quad U_R = \frac{5\Omega}{10\Omega} \cdot 10V = 5V \tag{79}$$

$$U_d = U_R - U_{R+\Delta R} = 5V - 8V = -3V \tag{80}$$

Dieses Beispiel wird im Crashkurs nicht vorgerechnet. Fragen dazu können Ende des Crashkurses gestellt werden.

Angabe 14



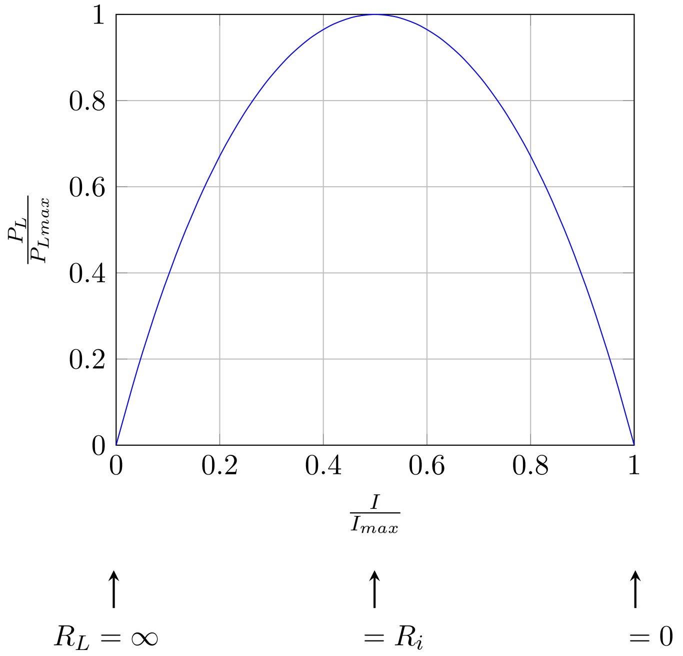
Berechnen Sie den Wert des Lastwiderstands R_L, bei dem die Leistung P_L an diesem Verbraucher den Maximalwert erreicht. Berechnen Sie anschließend den Wert der maximalen Ausgangsleistung P_{Lmax}.
Der Wert des Innenwiderstands und der Gleichspannungsquelle ist dabei gegeben mit

$$R_i = 420\,\Omega, \quad U_0 = 69\,\mathrm{V}$$

Tipp: Es handelt sich um eine Extremwertaufgabe.

Theorie:

Eine Gleichspannungsquelle gibt die maximale Leistung bei Widerstandsanpassung $R_L = R_i$ ab.



Lösung:

$$P_L = U_L I = I^2 R_L = \left(\frac{U_0}{R_i + R_L}\right)^2 R_L \tag{81}$$

Die maximale Leistung in Abhängigkeit von R_L erhält man, wenn man die erste Ableitung gleich null setzt.

$$\frac{\mathrm{d}P_L}{\mathrm{d}R_L} = U_0^2 \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}R_L} \frac{R_L}{(R_i + R_L)^2} \tag{82}$$

Variante 1: Produktregel

$$\boxed{u' \cdot v + u \cdot v'}$$

$$\begin{aligned}
\frac{\mathrm{d}P_L}{\mathrm{d}R_L} &= U_0^2 \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}R_L} (R_i + R_L)^{-2} \cdot R_L && (83)\\
&= U_0^2 \left(-2 (R_i + R_L)^{-3} \cdot R_L + (R_i + R_L)^{-2}\right) && (84)\\
&= U_0^2 \left(\frac{-2R_L}{(R_i + R_L)^3} + \frac{R_i + R_L}{(R_i + R_L)^3}\right) && (85)\\
&= U_0^2 \frac{R_i - R_L}{(R_i + R_L)^3} \overset{!}{=} 0 && (86)
\end{aligned}$$

Variante 2: Quotientenregel

$$\boxed{\frac{u' \cdot v - u \cdot v'}{v^2}}$$

$$\begin{aligned}
\frac{\mathrm{d}P_L}{\mathrm{d}R_L} &= U_0^2 \left(\frac{1 \cdot (R_i + R_L)^2 - R_L \cdot 2 \cdot (R_L + R_i) \cdot 1}{(R_i + R_L)^4}\right) && (87)\\
&= U_0^2 \left(\frac{(R_i + R_L) - 2R_L}{(R_i + R_L)^3}\right) && (88)\\
&= U_0^2 \frac{R_i - R_L}{(R_i + R_L)^3} \overset{!}{=} 0 && (89)
\end{aligned}$$

$$R_L = R_i = 420\,\Omega \tag{90}$$

Mit dieser Kenntnis kann man die maximale Ausgangsleistung mithilfe der Gleichung 81 berechnen.

$$P_{Lmax} = \left(\frac{U_0}{2R_L}\right)^2 R_L = \frac{U_0^2}{4R_L} = \frac{(69\,\mathrm{V})^2}{4 \cdot 420\,\Omega} \approx 2{,}834\,\mathrm{W} \tag{91}$$

Dieses Beispiel wird im Crashkurs nicht vorgerechnet. Fragen dazu können Ende des Crashkurses gestellt werden.

Angabe 15

Durch Elektrolyse sollen $m = 0,05kg$ eines Stoffes hergestellt werden. Das dafür notwendige Gerät ("Elektrolyseur") stellt eine Gleichstromstärke $I = 40A$ zur Verfügung. Berechnen Sie die benötigte Zeit für die Herstellung des gewünschten Stoffes, unter Berücksichtigung folgender Angaben.

Wertigkeit des Stoffs: $z = 2$; molare Masse: $M = 200g/mol$.

Nehmen sie das Produkt von Elementarladung und Avogadrokonstante $e \cdot N_A = 10^5 C/mol$ an.

Lösung:

$$Q = I \cdot t \tag{92}$$

$$Q = n \cdot z \cdot e \cdot N_A \quad \rightarrow \quad n = \frac{Q}{z \cdot e \cdot N_A} \tag{93}$$

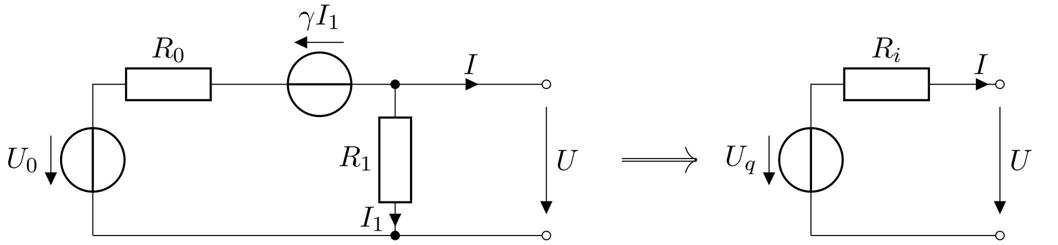
$$m = M \cdot n \quad \rightarrow \quad m = \frac{M \cdot Q}{z \cdot e \cdot N_A} \tag{94}$$

$$m = \frac{M \cdot I \cdot t}{z \cdot e \cdot N_A} \tag{95}$$

$$t = \frac{m \cdot z \cdot e \cdot N_A}{M \cdot I} = \frac{0,05kg \cdot 2 \cdot 10^5 C/mol}{200g/mol \cdot 40A} = 1250s \tag{96}$$

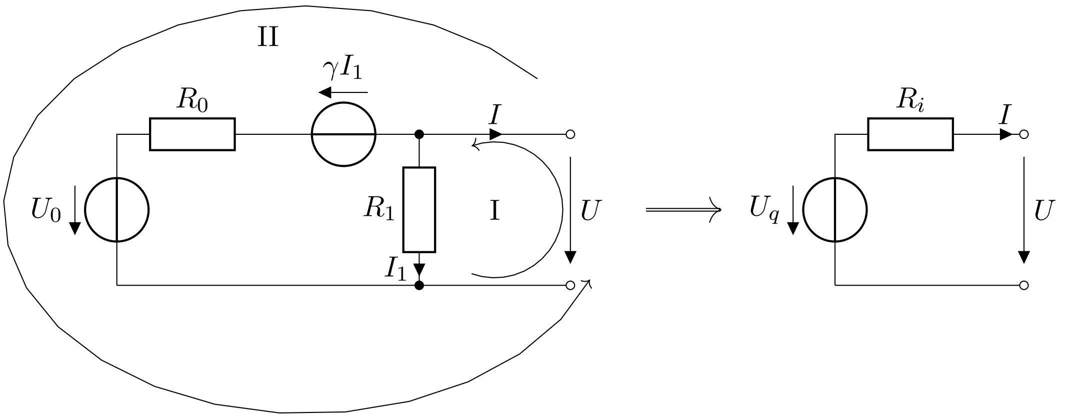
Dieses Beispiel wird im Crashkurs nicht vorgerechnet. Fragen dazu können Ende des Crashkurses gestellt werden.

Angabe 16



Die links eingezeichnete Ersatzschaltung enthält eine unabhängige Spannungsquelle (U_0) und eine linear stromgesteuerte Spannungsquelle (γI_1).
Reduzieren Sie die Schaltung weiter auf eine äquivalente Ersatzspannungsquelle d.h. berechnen Sie allgemein die Parameter U_q und R_i.

Lösung:



$$U = U_q - R_i I \qquad \textit{Ersatzschaltung} \tag{97}$$

$$\mathrm{I}: \quad I_1 R_1 - U = 0 \tag{98}$$

$$\mathrm{II}: \quad U_0 - U + \gamma I_1 - R_0(I + I_1) = 0 \tag{99}$$

$$\mathrm{I}: \quad U = I_1 R_1 \tag{100}$$

$$I_1 = \frac{U}{R_1} \tag{101}$$

$$\mathrm{I} \rightarrow \mathrm{II}: \quad U_0 - U + \gamma \frac{U}{R_1} - R_0(I + \frac{U}{R_1}) = 0 \tag{102}$$

$$U_0 - U + \gamma \frac{U}{R_1} - R_0 I - R_0 \frac{U}{R_1} = 0 \tag{103}$$

$$U_0 - R_0 I = U - \gamma \frac{U}{R_1} + R_0 \frac{U}{R_1} = U(1 - \frac{\gamma}{R_1} + \frac{R_0}{R_1}) \tag{104}$$

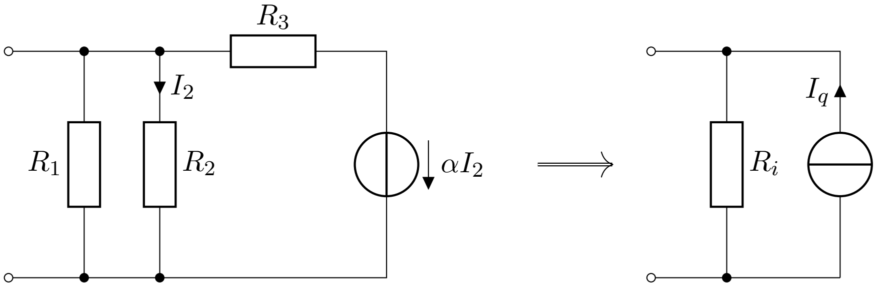
$$U = \frac{U_0}{1 - \frac{\gamma}{R_1} + \frac{R_0}{R_1}} - \frac{R_0}{1 - \frac{\gamma}{R_1} + \frac{R_0}{R_1}} * I \tag{105}$$

$$\stackrel{!}{=} \quad U = \quad U_q - R_i * I \tag{106}$$

$$U_q = \frac{U_0}{1 - \frac{\gamma}{R_1} + \frac{R_0}{R0_1}}, \quad R_i = \frac{R_0}{1 - \frac{\gamma}{R_1} + \frac{R_0}{R_1}} \tag{107}$$

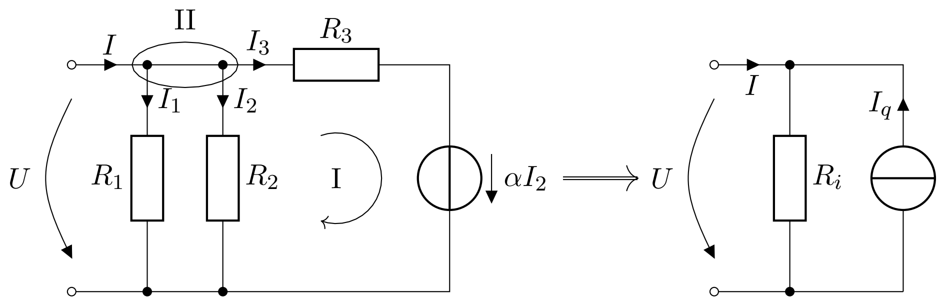
Dieses Beispiel wird im Crashkurs nicht vorgerechnet. Fragen dazu können Ende des Crashkurses gestellt werden.

Angabe 17



Die links angegebene Schaltung mit einer stromgesteuerten Spannungsquelle ist in eine äquivalente Stromquelle umzuwandeln. Bestimmen Sie die Parameter R_i und I_q. (R_1, R_2, R_3 und α sind gegeben)

Lösung:



$$I = \frac{U}{R_i} - I_q \tag{108}$$

$$\mathrm{I}: \quad -I_2R_2 + I_3R_3 + \alpha I_2 = 0 \tag{109}$$

$$\mathrm{II}: \quad I_1 + I_2 + I_3 - I = 0 \tag{110}$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} \tag{111}$$

$$\mathrm{I}: \quad I_3 = \frac{R_2 - \alpha}{R_3} I_2 = \frac{R_2 - \alpha}{R_2 R_3} U \tag{112}$$

$$\mathrm{II}: \quad I = I_1 + I_2 + I_3 \tag{113}$$

$$\mathrm{I} \to \mathrm{II} \quad I = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{R_2 - \alpha}{R_2 R_3} U \tag{114}$$

$$I = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{R_2 - \alpha}{R_2 R_3} \right) U \tag{115}$$

$$\stackrel{!}{=} \tag{116}$$

$$I = \frac{U}{R_i} - I_q \tag{117}$$

$$I_q = 0, \quad R_i = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{R_2 - \alpha}{R_2 R_3}} \tag{118}$$