

Übungsaufgaben

- dienen dem *Wiederholen* des Vorlesungsstoffs und der darin enthaltenen Herleitungen.
- Sie sind darüber hinaus ein Mittel zum *Erlernen* des Vorlesungsstoffs durch seine Anwendung auf die konkrete Ingenieuraufgabe, sprich durch *Üben*.
- Und sie versuchen am praktischen Beispiel, *weitergehende Erkenntnisse* bezüglich des Vorlesungsstoffs zu vermitteln.

Einige der hier zusammengestellten Übungsaufgaben können deshalb umfangreicher als schriftliche Prüfungsaufgaben oder nur mit zusätzlichen Hilfsmitteln, wie einer mathematischen Formelsammlung oder einem numerischen Simulationsprogramm, lösbar sein.

Alle Übungsaufgaben sind ein Angebot an Sie als Studierende, sich mit dem Stoff zu beschäftigen und mit mir darüber ins Gespräch zu kommen. Um die schriftliche Prüfung sicher bestehen zu können, sollten Sie diesen Aufgabenkatalog um Übungsaufgaben aus der Literatur ergänzen. Nur durch eigenständige Bearbeitung möglichst vieler Übungsaufgaben erreichen Sie den für die Klausur erforderlichen „Trainingszustand“.

Tipps zur Bearbeitung der Übungsaufgaben:

- Schreiben und zeichnen Sie leserlich bzw. übersichtlich und ausreichend groß. Benutzen Sie Farben.
- Visualisieren Sie die in der Aufgabenstellung beschriebene Situation, zeichnen Sie ein (Ersatzschalt-)Bild.
- Ändern Sie die gegebenen Variablenbezeichnungen nicht, führen Sie aber - wo nötig - zusätzliche Variablenbezeichnungen und Zählpfeile ein. Benutzen Sie übliche und anschauliche Variablenbezeichnungen. Nennen Sie z. B. einen Widerstand R und nicht x .
- Formulieren Sie Ihre Lösungsidee und eine Vorgehensweise zur Lösung im ganzen Satz.
- Führen Sie Ihre Berechnungen schrittweise aus. Erläutern und begründen Sie Ihr Vorgehen.
- Überprüfen Sie Ihre Ergebnisse auf Plausibilität.
- Ziehen Sie ggfs. ein verallgemeinerbares Fazit.
- Beachten Sie diese Tipps.

Ladung, Stromdichte & Stromstärke

Aufgabe G100

Eine Kfz-Batterie besitzt eine Kapazität von $Q = 26 \text{ Ah}$. Während des Anlassens des Verbrennungsmotors nimmt der Startermotor einen Gleichstrom von $I = 50 \text{ A}$ auf.

- Wie lange darf der Startvorgang (theoretisch) dauern?
- Welche Restladung hat die nur zur Hälfte geladene Batterie nach $n = 10$ Startversuchen zu je $t = 15 \text{ s}$?

Aufgabe G110

Durch einen Kupferdraht mit rundem Querschnitt (Durchmesser $d = 2 \text{ mm}$) fließt ein Gleichstrom von $I = 12,56 \text{ A}$.

- Wie groß ist die (mittlere) Stromdichte S im Draht?
- Wie groß ist die in $t = 15 \text{ s}$ durch den Drahtquerschnitt geflossene Ladungsmenge Q ?

Widerstand, Leitwert & OHMsches Gesetz

Aufgabe G200

Ein OHmscher Widerstand liegt an einer unbekannten Gleichspannung U . Wird diese Spannung um $\Delta U = 16,8 \text{ V}$ erhöht, so nimmt die Stromstärke durch den Widerstand um $p = 7\%$ zu.

- Zeichnen Sie ein elektrisches Ersatzschaltbild der Anordnung.
- Wie groß ist die Spannung U ?

Aufgabe G210

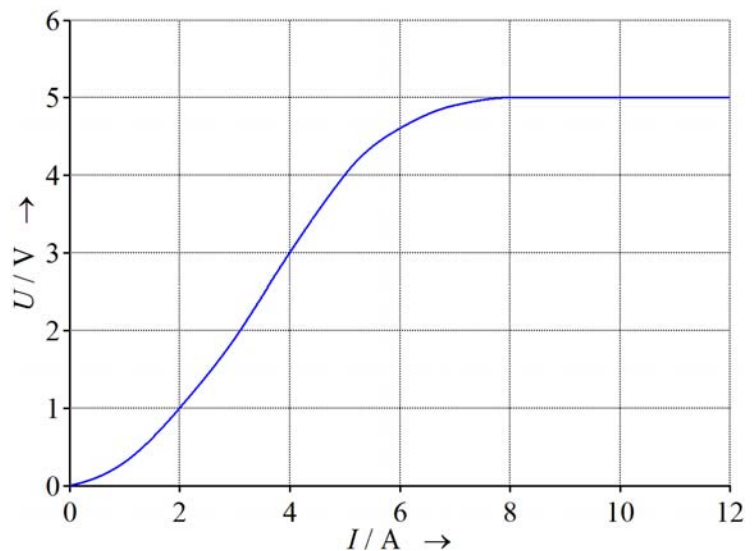
Die Leistungsaufnahme einer Kochplatte an einer Spannung $U = 120 \text{ V}$ beträgt $P = 1 \text{ kW}$.

- Wie groß ist der durch die Spannungsquelle fließende Strom, falls die Kochplatte eingeschaltet ist?
- Wie groß ist der jährliche Energiebedarf für diese Kochplatte bei einer durchschnittlichen Betriebsdauer von $t = 1 \text{ h}$ pro Tag an $n = 360$ Tagen?
- Wie hoch sind die jährlichen Energiekosten für den Betrieb der Kochplatte, falls der Tarif $K = 0,22 \text{ €/kWh}$ beträgt?
- Um wie viel Prozent steigt die Leistungsaufnahme der Kochplatte, falls sie durch einen Fehler an $U' = 130 \text{ V}$ an Stelle von $U = 120 \text{ V}$ betrieben wird? (Annahme: Der OHmsche Widerstand der Kochplatte ist konstant.)

Aufgabe G220

Gegeben sei ein nichtlinearer Widerstand, der die nebenstehende Kennlinie aufweist. Gesucht sind

- der Widerstand als Funktion des Stromes $R[I]$ und
- die vom Widerstand aufgenommene Leistung als Funktion des Stromes $P[I]$.
- Stellen Sie die beiden Funktionen $R[I]$ und $P[I]$ grafisch dar.



Aufgabe G230

Ein Widerstand von $R = 500 \, \Omega$ soll aus Konstantandraht mit einem Durchmesser von $d = 0,4 \, \text{mm}$ hergestellt werden.

- a) Wie lang muss der Draht sein, falls der spezifische Widerstand von Konstantan

$$\rho = 0,5 \, \Omega \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \text{ beträgt?}$$

- b) Wievielfach ist ein Kupferdraht bei halbem Durchmesser und $\rho = 0,01786 \, \Omega \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$ länger?

Aufgabe G240

Zur Herstellung der Erregerwicklung einer elektrischen Maschine sind $\ell = 3000 \, \text{m}$ Kupferdraht ($\rho_{20} = 0,01786 \, \Omega \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$, $\alpha_{20} = 3,9 \cdot 10^{-3} \, 1/\text{K}$) mit einem Durchmesser von $d = 1,5 \, \text{mm}$ erforderlich.

- a) Wie groß ist der Wicklungswiderstand bei $\vartheta = 20 \, ^\circ\text{C}$?
b) Wie groß ist der Widerstand der Wicklung, falls diese sich auf $\vartheta = 70 \, ^\circ\text{C}$ erwärmt hat?
c) Welche Temperatur ϑ hat die Wicklung, falls ihr Widerstand $R = 38,66 \, \Omega$ beträgt?

Aufgabe G250

- a) In welchem Temperaturbereich kann ein Widerstand aus Manganindraht ($\rho_{20} = 0,43 \, \Omega \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$, $\alpha_{20} = 0,04 \cdot 10^{-3} \, 1/\text{K}$) betrieben werden, falls bei einer Drahtquerschnittsfläche von $A = 1 \, \text{mm}^2$ und einer Länge von $\ell = 44 \, \text{m}$ ein Widerstandswert von $R = 19 \, \Omega$ mit einer Toleranz von $\pm 0,1\%$ verlangt wird?

Aufgabe G260

Zwei in Reihe geschaltete OHMsche Widerstände aus Konstantan ($\alpha_{K,20} = -0,0035 \cdot 10^{-3} \, 1/\text{K}$) und Manganin ($\alpha_{M,20} = 0,04 \cdot 10^{-3} \, 1/\text{K}$) sollen so ausgelegt werden, dass der Gesamtwiderstand von $R_{\text{ges}} = 100 \, \Omega$ temperaturunabhängig wird.

- a) Wie groß müssen die Einzelwiderstände gewählt werden?

Aufgabe G270

Für die Kupferwicklung eines Elektromotors gilt $\alpha_{20} = \alpha[\vartheta = 20\text{ °C}] = 3,9 \cdot 10^{-3} \text{ 1/K}$. Vor Beginn der Messung besitzt die Wicklung die Umgebungstemperatur $\vartheta_1 = \vartheta_{amb,1} = 21\text{ °C}$ und man misst den Wicklungswiderstand $R[\vartheta_1] = 1\text{ }\Omega$. Nach einer Stunde Betrieb misst man bei einer Umgebungstemperatur von $\vartheta_{amb,2} = 22\text{ °C}$ den Wicklungswiderstand $R[\vartheta_2] = 1,5\text{ }\Omega$.

- a) Leiten Sie eine Gleichung zur Bestimmung der Temperaturänderung der Wicklung $\Delta\vartheta = \vartheta_2 - \vartheta_1$ aus den Angaben der Aufgabenstellung her und berechnen Sie den Zahlenwert der Wicklungstemperatur nach der Erwärmung ϑ_2 .

Aufgabe G280

Eine Glühlampe mit der Strom-Spannungs-Kennlinie $U = \frac{V}{8\text{ A}^2} \cdot I^2$ wird an die konstante Spannung $U_A = 2\text{ V}$ angeschlossen.

- a) Skizzieren Sie in einem Koordinatensystem die Kennlinien von Spannungsquelle und Glühlampe. Geben Sie die Koordinaten des sich einstellenden Arbeitspunktes an.

Wie groß sind in diesem Betriebspunkt

- b) die von der Glühlampe aufgenommene Leistung P_A ?,
 c) ihr Widerstand R_A und
 d) ihr differentieller Widerstand r_A ?

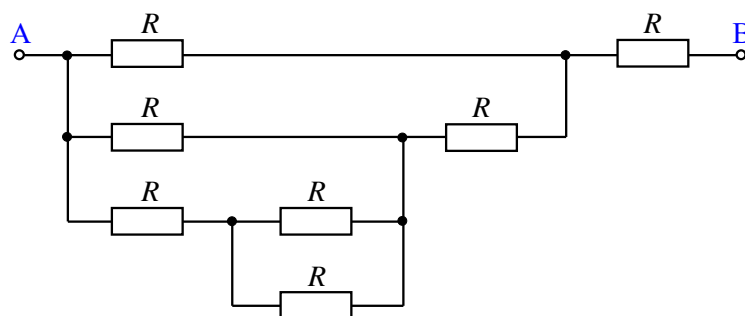
Verbraucher in Reihen- und Parallelschaltung, Spannungs- und Stromteilerregel**Aufgabe G300**

Zwei OHMSche Widerstände R_{var} und R sind parallel geschaltet.

- a) Wie ändert sich der Gesamtwiderstand R_{ges} der Anordnung, falls der Widerstand R_{var} Werte zwischen 0 und ∞ annehmen kann, während R einen endlichen konstanten Wert besitzt?
 b) Skizzieren Sie die unter a) berechnete Funktion.

Aufgabe G302

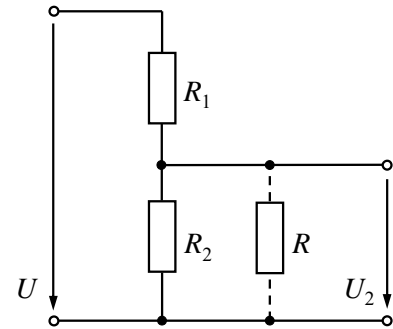
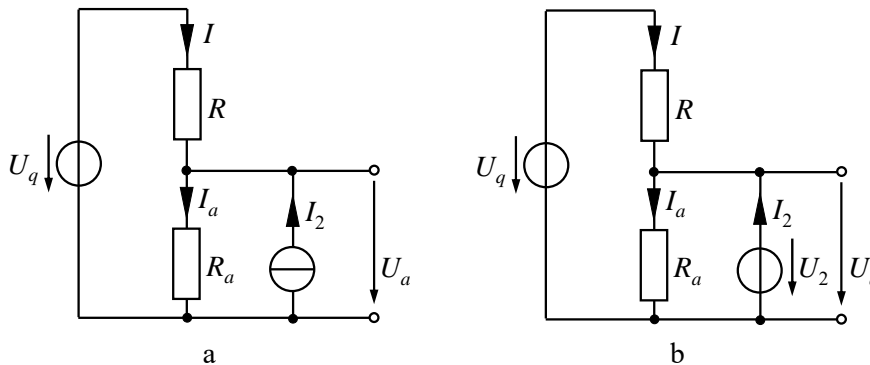
- a) Berechnen Sie den zwischen den Klemmen A-B wirksamen resultierenden Widerstand des nachstehend dargestellten Zweipols.



Aufgabe G304

Ein Spannungsteiler soll so ausgelegt werden, dass im unbelasteten ($R \rightarrow \infty$) Zustand $U_2 = 0,2 \cdot U$ gilt. Wird ein Lastwiderstand von $R = 360 \Omega$ angeschlossen, so soll sich U_2 um 10 % ändern.

- a) Wie groß müssen die Widerstände R_1 und R_2 gewählt werden?

**Aufgabe G306**

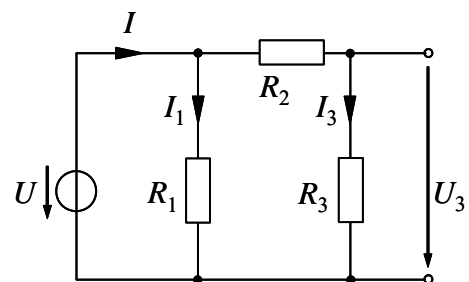
Berechnen Sie die Ausgangsspannung U_a des mit einer

- a) Strom- oder
b) Spannungsquelle
belasteten Spannungsteilers.

Aufgabe G308

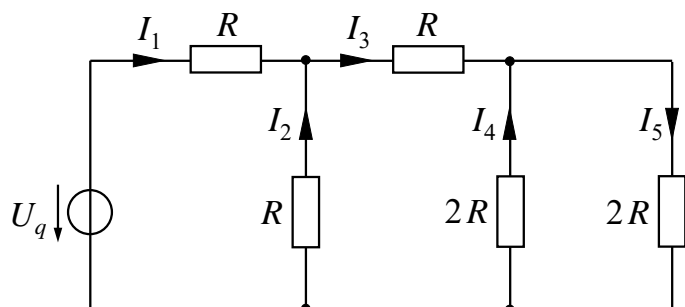
In der nebenstehenden Gleichstromschaltung gilt $U = 9 \text{ V}$.

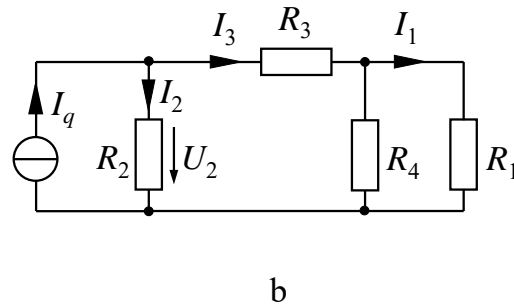
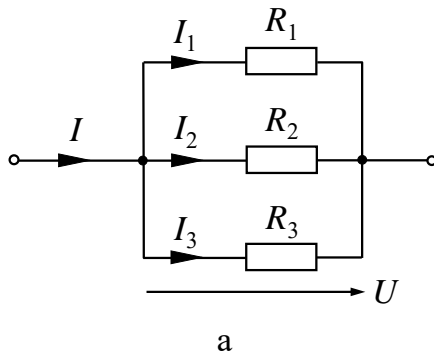
- a) Für diesen Aufgabenteil gilt $R_1 = R_3 = 1 \text{ k}\Omega$. Wie groß muss der Widerstand R_2 gewählt werden, damit $U_3 = 6 \text{ V}$?
- b) Jetzt gilt $2R_2 = R_3 = 1 \text{ k}\Omega$ und $U_3 = 6 \text{ V}$. Wie groß muss R_1 gewählt werden, damit $I = 2 \cdot I_3$?

**Aufgabe G310**

Berechnen Sie den Strom I_4 in der nebenstehenden Gleichstromschaltung in Abhängigkeit von U_q und R unter Benutzung der

- a) Spannungsteilerregel und
b) Stromteilerregel.



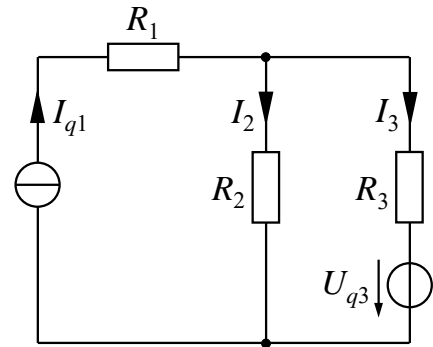
Aufgabe G312

- Berechnen Sie das Verhältnis I_1/I an der Schaltung nach Bild a (Stromteilerregel mit 3 Widerständen).
- Berechnen Sie die Verhältnisse I_1/I_q , I_2/I_q und I_3/I_q an der Schaltung nach Bild b (Stromteilerregel an beliebig verzweigter Schaltung).

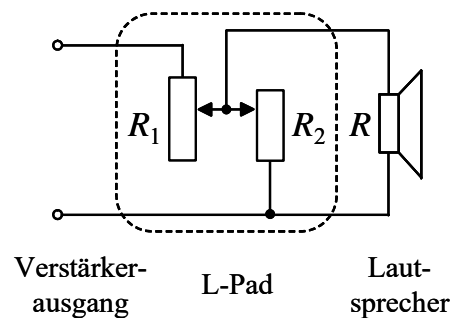
Aufgabe G314

Berechnen Sie den Strom I_3 in der nebenstehenden Schaltung (Stromteilerregel für einen Zweig mit zusätzlicher Quelle) mittels

- Überlagerungssatz und
- Netzwerkumformung.

**Aufgabe G316**

Die nebenstehende Schaltung zeigt ein sog. L-Pad. Dabei handelt es sich um ein Potentiometer mit zwei gegenläufig genutzten Widerstandswendeln. Die Schaltung wird z. B. zwischen den Ausgang eines Audio-Röhrenverstärkers und einen (hier als OHmscher Widerstand R betrachteten) Lautsprecher geschaltet.



Mit dem Schleifer des L-Pads kann die an den Lautsprecher abgegebene Leistung verändert werden, während der Verstärkerausgang schleiferstellungsunabhängig stets mit dem Gesamtwiderstand R belastet wird. R_1 sei eine Widerstandswindel mit linearer Charakteristik.

- Wie groß sind die Widerstandswerte R_1 und R_2 zu wählen?
- Wie muss R_2 von der Schleiferstellung abhängen?

Aufgabe G318

Eine homogene Doppelleitung der Länge ℓ besitzt einen Gesamtwiderstand, d. h. Speisung am Anfang mit kurzgeschlossenen Enden, von $R_{ges} = 17,79 \Omega$. Durch einen Isolationsfehler ist ein Kurzschluss zwischen beiden Leitern entstanden, dessen Ort unbekannt ist. Vom Anfang der Leitung aus misst man einen Widerstand von $R_1 = 8,55 \Omega$, vom Ende her $R_2 = 14,24 \Omega$.

- Zeichnen Sie ein elektrisches Ersatzschaltbild der beschriebenen Anordnung.
- Wo befindet sich die Schadenstelle (vom Anfang der Leitung aus gesehen)?
- Wie groß ist der Übergangswiderstand R_k des Kurzschlusses?

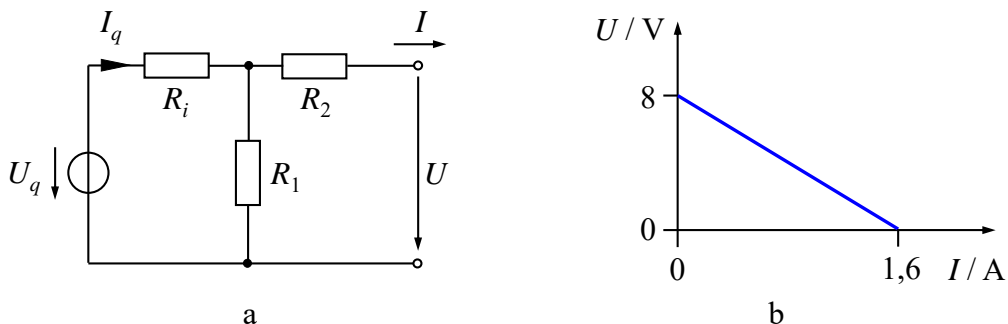
Reale Quellen, Leistung & Wirkungsgrad**Aufgabe G320**

Eine (reale) Spannungsquelle besitzt eine Quellenspannung von $U_q = 24 \text{ V}$ und einen Innenwiderstand von $R_i = 8 \Omega$. Der angeschlossene Verbraucher ist einstellbar im Bereich $0 \Omega \leq R_V \leq 16 \Omega$.

- Bestimmen Sie die Verbraucherspannung in Abhängigkeit vom Strom $U_V[I]$.

Aufgabe G325

Eine Spannungsquelle mit der Quellenspannung $U_q = 12 \text{ V}$ und dem Innenwiderstand $R_i = 2,4 \Omega$ soll durch zwei Widerstände R_1 und R_2 so beschaltet werden (Bild a), dass die Anordnung die angegebene Strom-Spannungs-Kennlinie besitzt (Bild b).



Ermitteln Sie die erforderlichen Widerstände R_1 und R_2 unter Benutzung

- von Spannungs- und Stromteilerregel oder
- einer geeigneten Ersatzspannungsquelle.

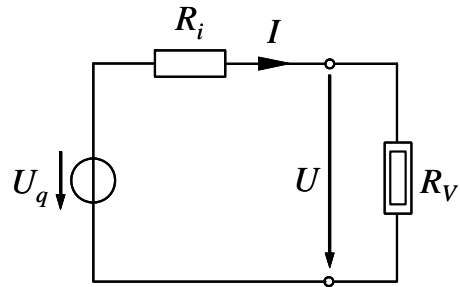
Aufgabe G330

Gegeben ist ein einfacher Stromkreis ($U_q = 10 \text{ V}$, $R_i = 1 \Omega$) mit nichtlinearem Widerstand R_V , für den

$$U = a \cdot I^2 \quad \text{mit} \quad a = 1 \frac{\text{V}}{\text{A}^2} \quad \text{gilt.}$$

Bestimmen Sie den sich einstellenden Laststrom I je einmal

- rechnerisch und
- grafisch.

**Aufgabe G335**

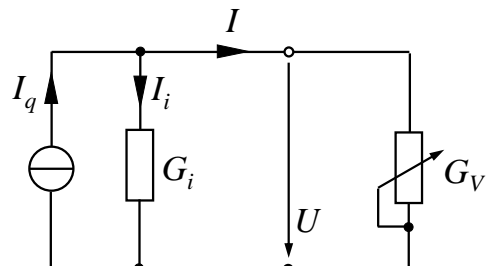
Am Ende einer $\ell = 1 \text{ km}$ langen Doppelleitung aus Kupfer ($\rho_{20} = 0,01786 \Omega \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$) sollen $P = 100 \text{ kW}$ bei einer Spannung von $U = 500 \text{ V}$ zur Verfügung stehen.

- Welcher Leitungsquerschnitt A ist erforderlich, falls maximal 4 % Spannungsabfall auf der Leitung zulässig sind?

Aufgabe G340

- Berechnen und zeichnen Sie die in den Bauelementen der nebenstehenden Schaltung umgesetzten Leistungen und den Wirkungsgrad der Schaltung jeweils einmal in Abhängigkeit von G_V / G_i und U / U_L .

(U_L bezeichnet die Verbraucherspannung im Betriebspunkt $U_L = U[G_V \rightarrow 0]$; die Aufgabe soll nicht durch Umwandlung der realen Stromquelle in eine reale Spannungsquelle gelöst werden.)



Aufgabe G345

Eine Doppelleitung aus Kupfer ($\rho_{20} = 0,01786 \Omega \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$, $\ell = 2,24 \text{ km}$, $A = 0,2 \text{ cm}^2$) liegt am Anfang an einer Gleichspannungsquelle mit $U_q = 200 \text{ V}$. An ihrem Ende ist sie mit $I = 5 \text{ A}$ belastet.

- Wie groß ist die Spannung an der Belastung U_V ?
- Wie groß ist der Spannungsabfall auf der Leitung U_L ?
- Wie groß sind die Leistungen, welche
 - die Spannungsquelle abgibt,
 - im Leitungsdraht in Wärme umgesetzt wird und
 - in der Last umgesetzt wird?

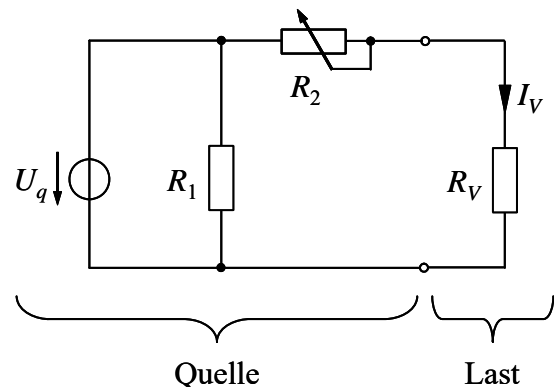
Stellen Sie eine Leistungsbilanz auf.

- Wie groß ist der Wirkungsgrad der Anordnung η ?
- Wie groß muss der Belastungswiderstand $R_{V,opt}$ sein, damit in ihm die maximal mögliche Leistung umgesetzt wird?
- Wie groß ist in diesem Fall der Wirkungsgrad der Anordnung $\eta[R_V = R_{V,opt}]$?

Aufgabe G350

In der nebenstehend dargestellten Gleichstromschaltung liefert eine reale Quelle elektrische Leistung an die Last.

- Wie groß ist der einstellbare Widerstand R_2 in Abhängigkeit von R_1 und R_V zu wählen, damit die Leistungsabgabe an die Last einen Wirkungsgrad $\eta = 0,5$ aufweist?
- Berechnen Sie den Zahlenwert für R_2 unter der Bedingung aus Aufgabenteil a) und $U_q = 15 \text{ V}$, $R_1 = 6 \Omega$ und $R_V = 4 \Omega$.

**Aufgabe G355**

Das Leistungsschild eines permanentmagnetisch erregten Gleichstrommotors enthält folgende Angaben: $U_{a,N} = 220 \text{ V}$, $I_{a,N} = 18 \text{ A}$ und $P_{m,N} = 3,3 \text{ kW}$.

- Wie groß ist der Wirkungsgrad des Motors bei Bemessungsbetrieb η_N ?
- Wie groß müssen ein Reihen- oder ein Parallelwiderstand gewählt werden, damit bei Betrieb mit Bemessungsdrehzahl und –drehmoment der Gesamtwirkungsgrad auf $\eta = 0,6$ absinkt?

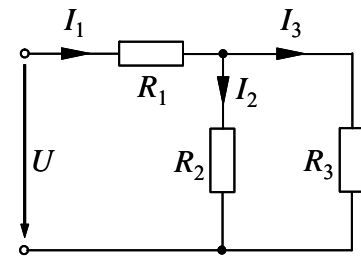
Aufgabe G360

Gegeben ist die nebenstehende Schaltung mit den Werten der Widerstände und ihren maximal zulässigen Verlustleistungen

$$R_1 = 3,6 \text{ k}\Omega, P_1 = 0,25 \text{ W}, R_2 = 20 \text{ k}\Omega, P_2 = 0,25 \text{ W} \text{ und}$$

$$R_3 = 160 \text{ k}\Omega, P_3 = 0,25 \text{ W}.$$

- a) Wie groß darf die Spannung U höchstens werden, damit kein Widerstand überlastet wird?

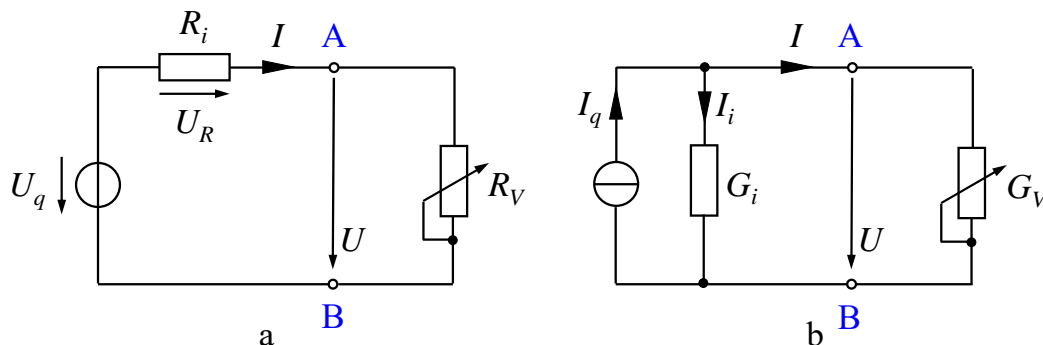
**Aufgabe G365**

Zur Strombegrenzung wird ein Lichtbogen mit der Kennlinie $U[I] = 48 \text{ V} + \frac{100 \text{ VA}}{I}$ in Reihe mit einem OHMSchen Widerstand $R = 18 \Omega$ an eine ideale Gleichspannungsquelle $U_q = 220 \text{ V}$ angeschlossen.

- a) Welche elektrische Stromstärke stellt sich in diesem Stromkreis ein?
 b) Es gibt einen nichtstabilen Arbeitspunkt dieser Anordnung. Warum ist dieser Arbeitspunkt instabil?
 c) Wie groß muss die Quellenspannung mindestens sein, damit der Lichtbogen nicht verlöscht?

Aufgabe G375

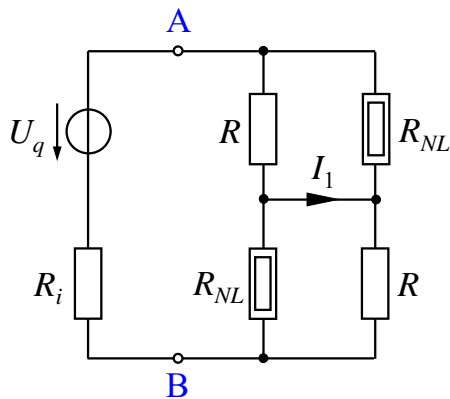
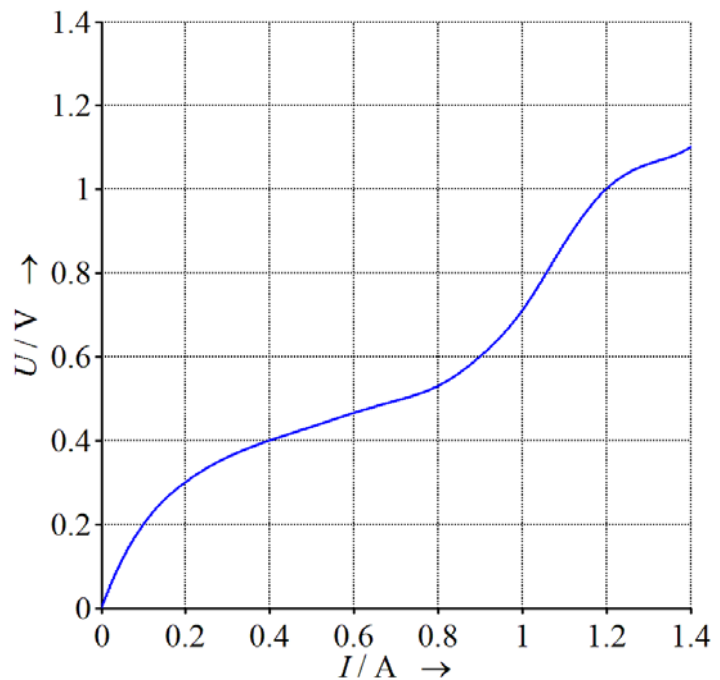
Die nachstehenden Abbildungen zeigen je eine reale Spannungs- und Stromquelle. Die Werte der Bauelemente dieser realen Quellen sind so gewählt, dass beide Quellen bezüglich der Klemmen A-B die gleiche Strom-Spannungs-Kennlinie aufweisen.



- a) Berechnen Sie für jede der beiden Schaltungen den Wirkungsgrad einer Leistungsabgabe der realen Quelle über die Klemmen A-B an den jeweiligen Verbraucher. Vergleichen Sie die Ergebnisse.

Aufgabe G380

Gegeben sind ein Netzwerk (Bild a), in welchem $U_q = 2\text{ V}$, $R_i = 0\ \Omega$ und $R = 1\ \Omega$ gilt, sowie die Kennlinie des nichtlinearen Widerstands R_{NL} (Bild b).

**Bild a****Bild b**

- a) Berechnen Sie den Strom I_1 .

Im Folgenden gilt $R_i = 1\ \Omega$:

- b) Berechnen Sie U_q so, dass für die Schaltung bezüglich der Klemmen A-B Leistungsanpassung herrscht.
- c) Berechnen Sie für diesen Fall den Wirkungsgrad η der Schaltung bezüglich der Klemmen A-B.

Aufgabe G385

Durch gleichzeitige Messung von Gleichspannung und -strom an einem OHMSchen Widerstand soll dessen Größe R bestimmt werden. Dafür stehen zwei batteriebetriebene Vielfachmessinstrumente zur Verfügung, deren Spannungspfad einen Widerstand von $R_{i,V} = 10 \text{ M}\Omega$ aufweist, der Strompfad je nach Messbereich $R_{i,A} = 0,05 \dots 500 \Omega$.

Berechnen Sie den relativen Fehler f_{rel} der Widerstandsmessung bei

- stromrichtiger
- spannungsrichtiger

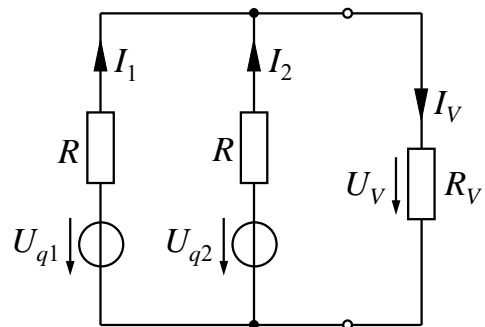
Messung.

- Stellen Sie die Ergebnisse der Aufgabenteile a) und b) in der Form $f_{rel}[10^{-2} \leq R/\Omega \leq 10^6]$ für beide Messverfahren in einem Diagramm grafisch dar.

Aufgabe G390

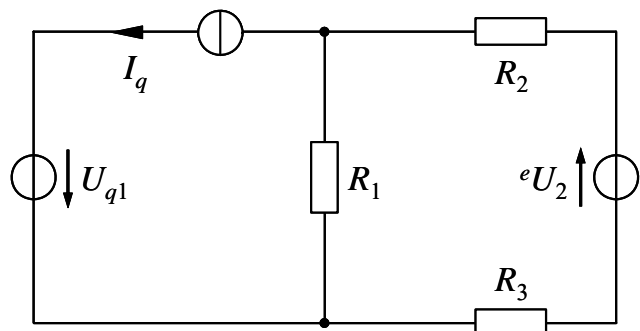
Gegeben ist die nebenstehende Schaltung mit den Gleichspannungsquellen $U_{q1} \neq U_{q2}$ und $R_V \neq 0$.

- Berechnen Sie, z. B. durch eine Grenzwertbetrachtung, die Größen U_V und I_2 für den Fall $R \rightarrow 0$.

**Zweigstromverfahren****Aufgabe G400**

Gegeben ist das nebenstehende Netzwerk mit $U_{q1} = {}^e U_2 = 1 \text{ V}$, $I_q = 2 \text{ A}$ und $R_1 = R_2 = R_3 = 1 \Omega$.

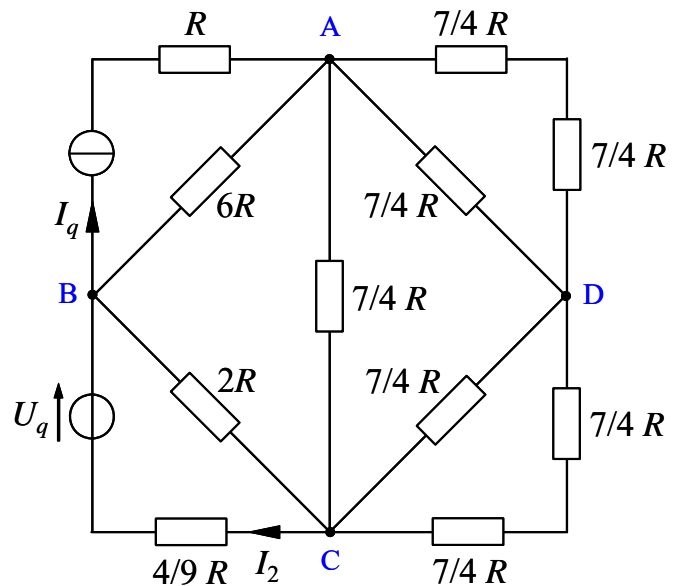
- Berechnen Sie alle unbekannten Ströme und Spannungen mit dem Zweigstromverfahren.
- Berechnen Sie für jedes Bauelement die Leistung und geben Sie an, ob diese Leistung aufgenommen oder abgegeben wird.
- Überprüfen Sie Ihre Rechnung mit einer Leistungsbilanz.
- Berechnen Sie alle Zweigströme mit dem Maschenstromverfahren.
- Berechnen Sie alle Zweigströme mit dem Knotenpotenzialverfahren.



Aufgabe G410

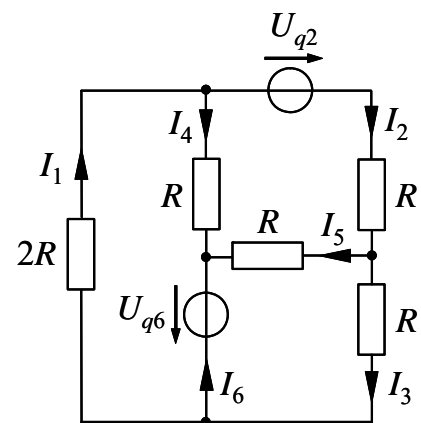
Gegeben ist die nebenstehende Schaltung mit den Werten $I_q = 12 \text{ A}$, $U_q = 10 \text{ V}$ und $R = 1 \Omega$. Berechnen Sie den Strom I_2 je einmal mit dem

- Maschenstrom-,
- Knotenpotenzial- und
- Zweigstromverfahren.

**Maschenstromverfahren****Aufgabe G420**

Gegeben ist die nebenstehende Schaltung mit den Werten $U_{q2} = U_{q6} = 13 \text{ V}$ und $R = 1 \Omega$.

- Stellen Sie das zur Berechnung mit dem Maschenstromverfahren benötigte Gleichungssystem auf.
- Berechnen Sie den Strom I_1 .
- Berechnen Sie den Strom I_1 mit dem Knotenpotenzialverfahren.

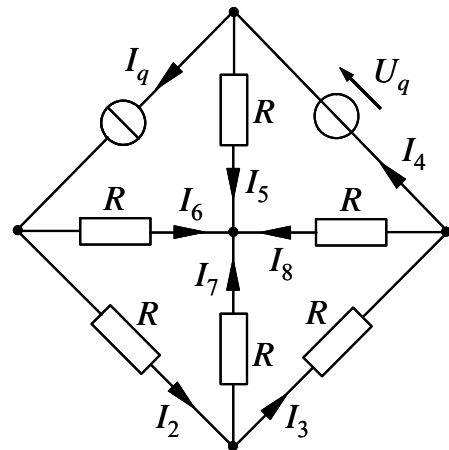


Aufgabe G425

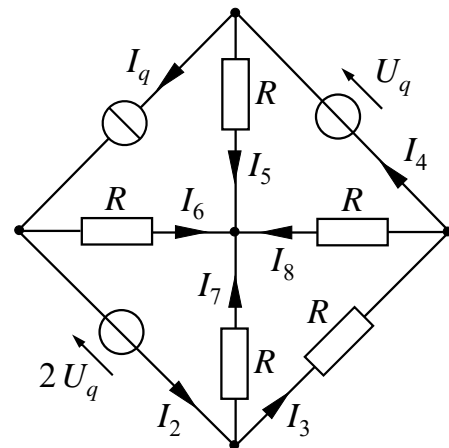
Gegeben ist die nebenstehende Schaltung mit den Werten $I_q = 26 \text{ A}$, $U_q = 13 \text{ V}$ und $R = 1 \Omega$.

Berechnen Sie den Strom I_8 im nebenstehenden Bild mit dem

- Maschenstrom- und
- Knotenpotenzialverfahren.



- Berechnen Sie den Strom I_8 im nebenstehenden Bild mit dem Knotenpotenzialverfahren.

**Aufgabe G430**

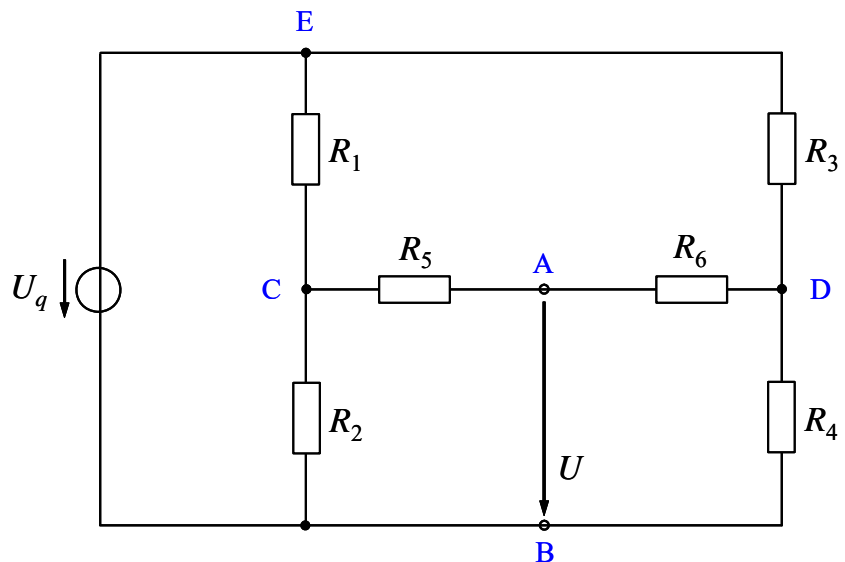
Gegeben ist die nebenstehende Schaltung mit den Werten $U_q = 13 \text{ V}$,

$$R_1 = R_4 = R_5 = 3 \Omega \text{ und}$$

$$R_2 = R_3 = R_6 = 6 \Omega.$$

Berechnen Sie die Spannung U zwischen den Punkten A-B

- mit Hilfe des Maschenstromverfahrens und
- durch Netzwerkumformung.

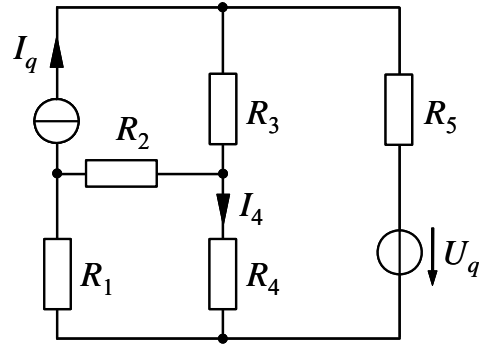


Aufgabe G435

Gegeben ist das nebenstehende Netzwerk mit $U_q = 65 \text{ V}$, $I_q = 1,2 \text{ A}$, $R_1 = 25 \Omega$, $R_2 = 30 \Omega$, $R_3 = 35 \Omega$, $R_4 = 40 \Omega$ und $R_5 = 45 \Omega$.

Berechnen Sie den Strom I_4 je einmal mittels

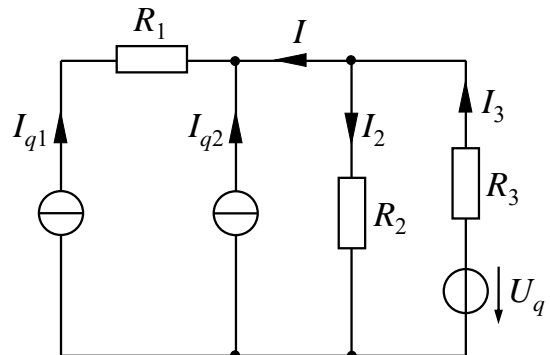
- Maschenstrom- und
- Knotenpotenzialverfahren.

**Aufgabe G440**

Gegeben ist das nebenstehende Netzwerk mit $I_{q1} = 3 \text{ A}$, $I_{q2} = 4 \text{ A}$, $U_q = 15 \text{ V}$, $R_1 = 2 \Omega$, $R_2 = 30 \Omega$ und $R_3 = 3 \Omega$.

Berechnen Sie alle unbekannten Ströme des Netzwerks je einmal mittels

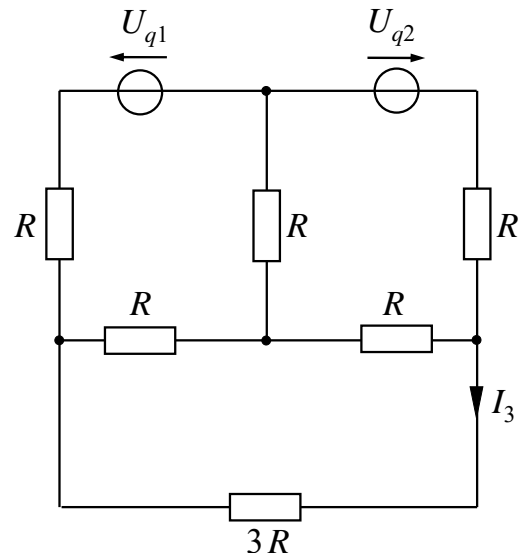
- Maschenstrom-,
- Knotenpotenzialverfahren und
- Netzwerkumformung.
- Wie hängt die Spannung über der Stromquelle I_{q2} von R_1 ab? Warum?

**Aufgabe G445**

Gegeben sind im nebenstehenden Gleichstromnetz die Werte der Quellenspannungen $U_{q1} = 16 \text{ V}$ und $U_{q2} = 8 \text{ V}$ sowie des OHMSchen Widerstands $R = 4 \Omega$.

Berechnen Sie den Strom I_3 je einmal mit dem

- Zweigstrom- und dem
- Maschenstromverfahren.
- Führen Sie für den Sonderfall $U_{q1} = U_{q2}$ eine Plausibilitätsbetrachtung Ihres Ergebnisses durch.

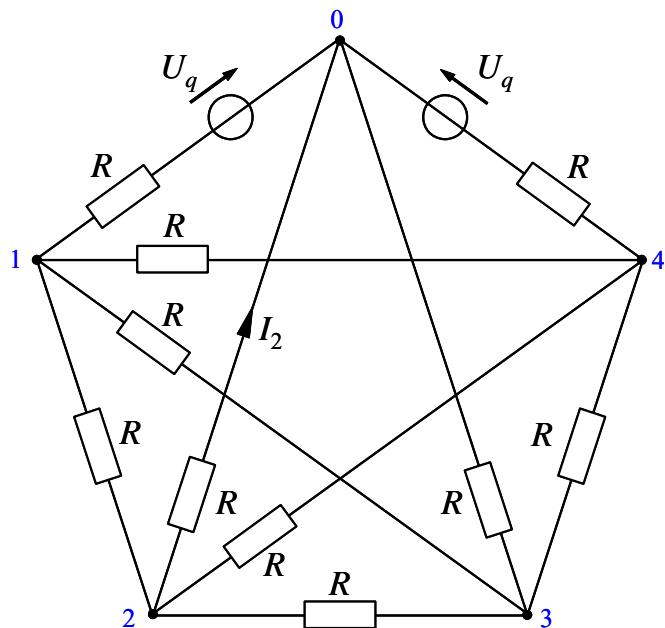


Knotenpotenzialverfahren

Aufgabe G460

Gegeben ist die nebenstehende Schaltung mit den Werten $U_q = 50 \text{ V}$ und $R = 20 \Omega$. Berechnen Sie den Strom I_2 je einmal

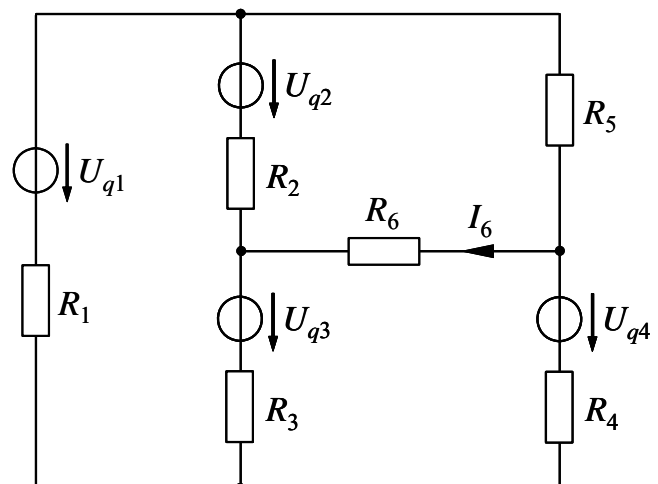
- mit dem Knotenpotenzialverfahren und
- durch Netzwerkumformung.



Aufgabe G465

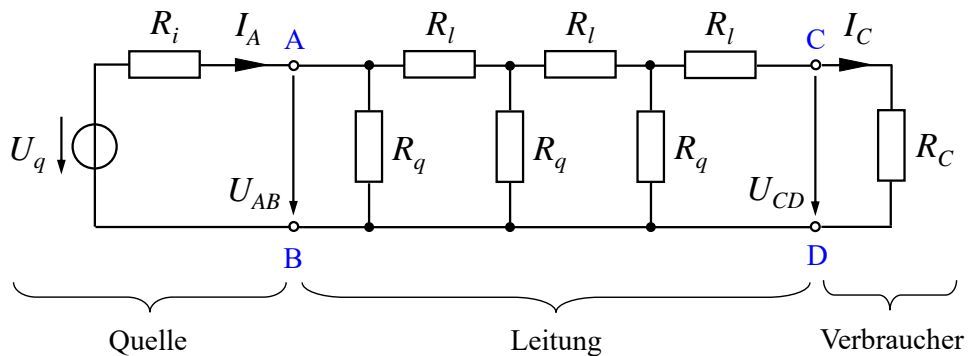
Gegeben ist die nebenstehende Schaltung mit den Werten $U_{q1} = 30 \text{ V}$, $U_{q2} = 9 \text{ V}$, $U_{q3} = 15 \text{ V}$, $U_{q4} = 12 \text{ V}$, $R_1 = R_5 = 5 \Omega$, $R_2 = 6 \Omega$, $R_3 = R_6 = 3 \Omega$ und $R_4 = 4 \Omega$.

- Berechnen Sie den Strom I_6 mit dem Knotenpotenzialverfahren.



Aufgabe G470

Eine reale Spannungsquelle speist über eine lange Leitung den Verbraucher R_C . Es gilt $U_q = 270 \text{ V}$, $R_i = R_C = R = 10 \Omega$, $R_l = 0,1 \cdot R$ und $R_q = 10 \cdot R$.



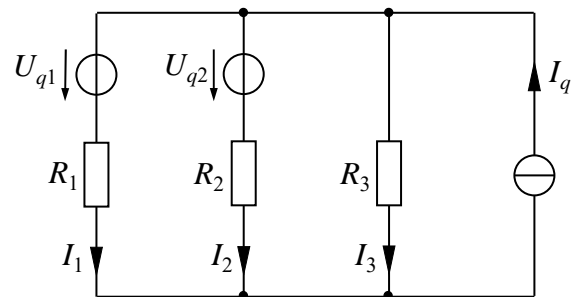
Bestimmen Sie

- die Strom-Spannungs-Kennlinie der Spannungsquelle bezüglich der Klemmen **A** und **B**,
- die Strom-Spannungs-Kennlinie der Spannungsquelle mit Leitung bezüglich der Klemmen **C** und **D**,
- die Elemente einer möglichen Ersatzspannungsquelle bezüglich der Klemmen **C** und **D** und
- den Wirkungsgrad η der Anordnung.

Aufgabe G475

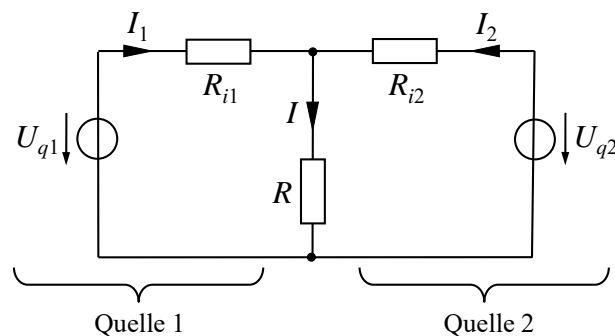
In der nebenstehenden Schaltung gilt $U_{q1} = 20 \text{ V}$, $U_{q2} = 10 \text{ V}$, $I_q = 6,3 \text{ A}$, $R_1 = 4 \Omega$, $R_2 = 2,5 \Omega$ und $R_3 = 5 \Omega$.

- Bestimmen Sie die Ströme durch die Widerstände R_1 , R_2 und R_3 mit dem Knotenpotenzialverfahren.

**Aufgabe G480**

In der nebenstehenden Schaltung gilt $U_{q1} = 9,88 \text{ V}$, $U_{q2} = 9,5 \text{ V}$ und $R_{i1} = R_{i2} = 4 \Omega$. Der Lastwiderstand ist im Bereich $R = 0 \Omega \dots 200 \Omega$ einstellbar.

- Bestimmen Sie die von den realen Quellen 1 und 2 abgegebenen Leistungen $P_1[R]$ bzw. $P_2[R]$ jeweils in Abhängigkeit vom Lastwiderstand R und stellen Sie die Verläufe grafisch dar.



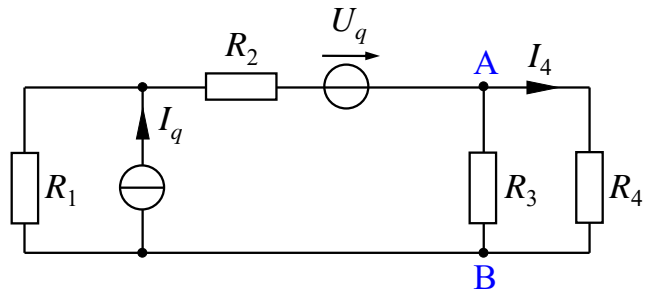
Überlagerungsprinzip

Aufgabe G500

Gegeben ist das nebenstehende Netzwerk mit $U_q = 10 \text{ V}$, $I_q = 1,2 \text{ A}$, $R_1 = 12 \Omega$, $R_2 = 5 \Omega$, $R_3 = 35 \Omega$ und $R_4 = 20 \Omega$.

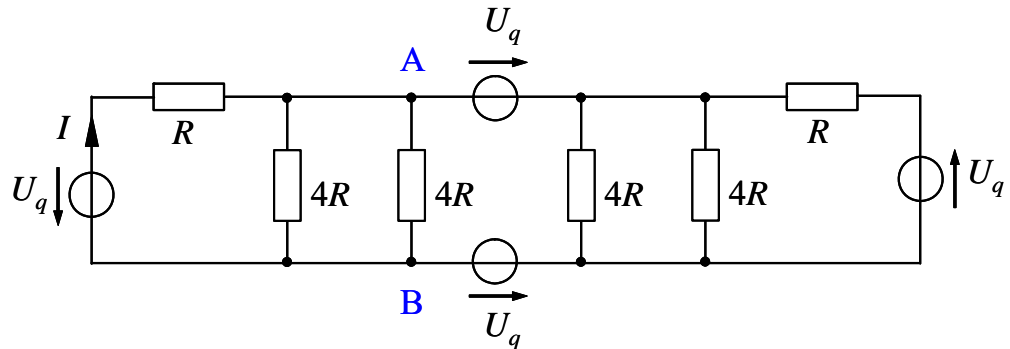
Berechnen Sie den Strom I_4 je einmal mittels

- Überlagerungssatz,
- Umwandlung der realen Stromquelle in eine reale Spannungsquelle,
- Umwandlung der realen Spannungsquelle in eine reale Stromquelle und
- einer Ersatzspannungsquelle für den linken Schaltungsteil bezüglich der Klemmen A-B.
- Vergleichen Sie die Rechenaufwände der Aufgabenteile.



Aufgabe G503

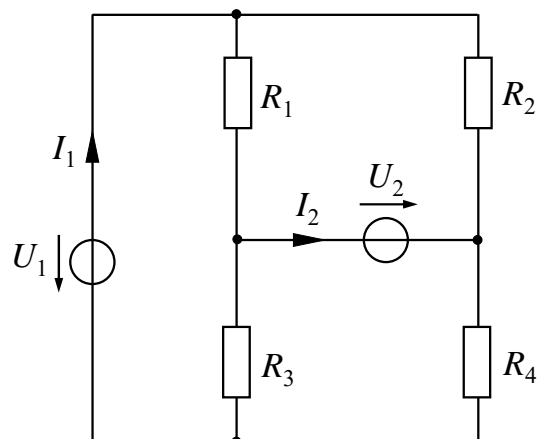
- Berechnen Sie in der nebenstehenden Schaltung den Strom I .



Aufgabe G506

In der nebenstehenden Schaltung gilt $R_1 = 20 \Omega$, $R_2 = 40 \Omega$, $R_3 = 50 \Omega$ und $R_4 = 60 \Omega$. Die Zweigströme durch die Spannungsquellen betragen $I_1 = 0,2 \text{ A}$ und $I_2 = 0,1 \text{ A}$. Berechnen Sie die Werte der Quellenspannungen U_1 und U_2 je einmal mit dem

- Überlagerungssatz und dem
- Knotenpotenzialverfahren.

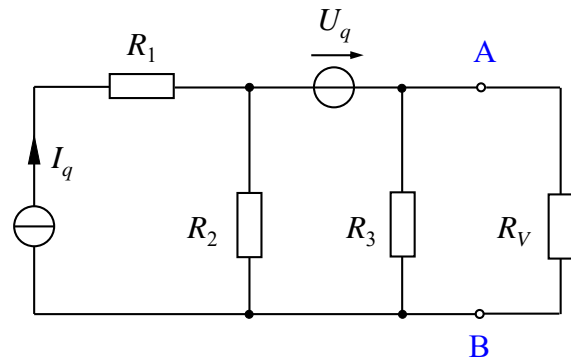


Ersatzquellen

Aufgabe G510

Gegeben ist das nebenstehend dargestellte Gleichstromnetzwerk.

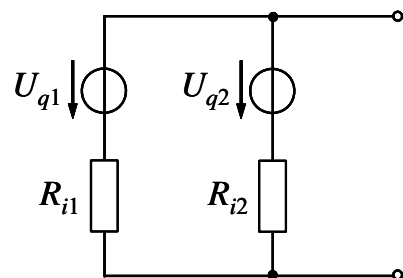
- a) Skizzieren Sie die Ersatzspannungsquelle für das linke Teilnetzwerk bezüglich der Klemmen A-B und berechnen Sie deren Größen mit dem Überlagerungsprinzip.



Aufgabe G513

Geben Sie für die nebenstehende Parallelschaltung zweier realer Spannungsquellen die Kenngrößen R_{iers} und U_{qers} einer Ersatzspannungsquelle an. Es gilt dabei

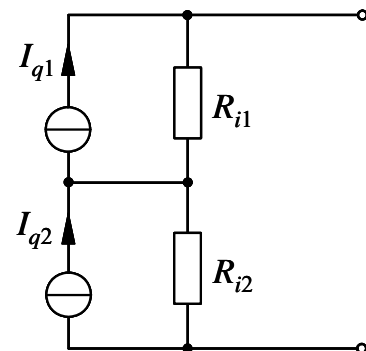
- a) $R_{i1} \neq R_{i2}$ und $U_{q1} \neq U_{q2}$
 b) $R_{i1} = R_{i2} = R_i$ und $U_{q1} = U_{q2} = U_q$



Aufgabe G516

Geben Sie für die nebenstehende Reihenschaltung zweier realer Stromquellen die Kenngrößen R_{iers} und I_{qers} einer Ersatzstromquelle an. Es gilt dabei

- a) $R_{i1} \neq R_{i2}$ und $I_{q1} \neq I_{q2}$
 b) $R_{i1} = R_{i2} = R_i$ und $I_{q1} = I_{q2} = I_q$



Aufgabe G519

Zwei Gleichstromgeneratoren speisen parallelgeschaltet ein starres Netz von $U = 220 \text{ V}$. Ihre Innenwiderstände betragen jeweils $R_i = 0,2 \Omega$.

- a) Wie groß ist der an das Netz abgegebene Strom I , falls die Quellenspannungen der Generatoren $U_{q1} = 235 \text{ V}$ und $U_{q2} = 228 \text{ V}$ betragen?
 b) Geben Sie die Daten einer Ersatzspannungsquelle zur Modellierung der beiden Quellen an.

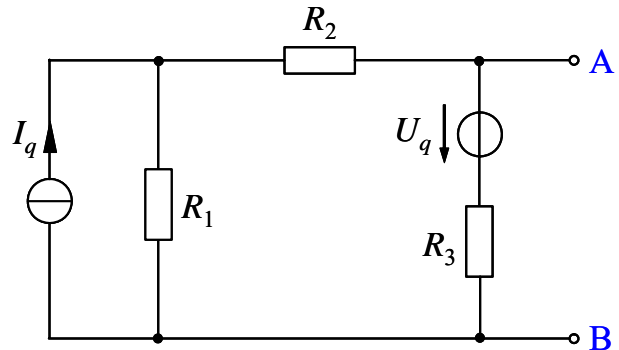
Aufgabe G522

Berechnen Sie für die nebenstehende Schaltung mit $R_1 = 1\ \Omega$, $R_2 = 2\ \Omega$, $R_3 = 3\ \Omega$, $I_q = 4\ \text{A}$ und $U_q = 5\ \text{V}$ die Kenngrößen Quellenspannung U_{qers} und Innenwiderstand R_{iers} einer Ersatzspannungsquelle bezüglich der Klemmen A-B je einmal mittels

- Knotenpotenzialverfahren und
- Überlagerungssatz.

Berechnen Sie die Kenngrößen Quellenstrom I_{qers} und Innenleitwert G_{iers} einer Ersatzstromquelle bezüglich der Klemmen A-B je einmal mittels

- Maschenstromverfahren und
- Überlagerungssatz.

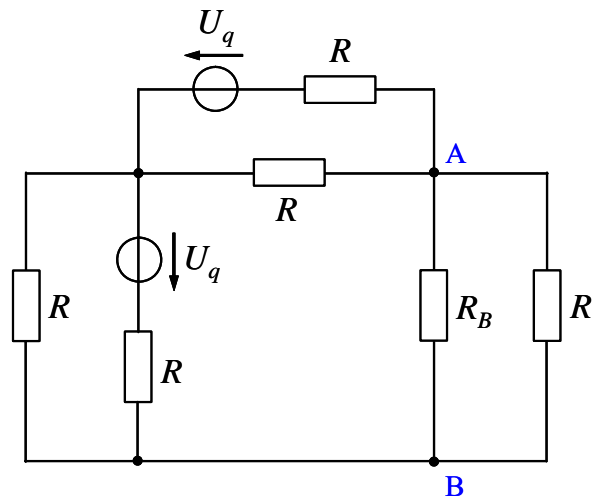
**Aufgabe G525**

Gegeben ist das nebenstehende Netzwerk.

- Wie groß muss der Widerstand R_B gewählt werden, damit in ihm die größtmögliche Leistung umgesetzt wird?

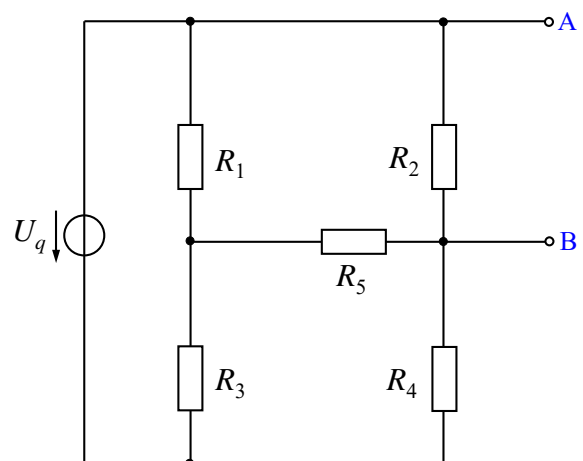
Berechnen Sie diese Leistung mit Hilfe einer Ersatzspannungsquelle bezüglich der Klemmen A-B. Die Eigenschaften der Ersatzspannungsquelle bestimmen Sie je einmal mittels

- Überlagerungssatz und
- Netzwerkumformung.

**Aufgabe G528**

Gegeben ist das nebenstehende Netzwerk mit den Größen $U_q = 11\ \text{V}$, $R_1 = 4\ \Omega$, $R_2 = 3,5\ \Omega$, $R_3 = 6\ \Omega$, $R_4 = 9\ \Omega$ und $R_5 = 3\ \Omega$. Berechnen Sie die Kenngrößen einer Ersatzspannungsquelle bezüglich der Klemmen A-B

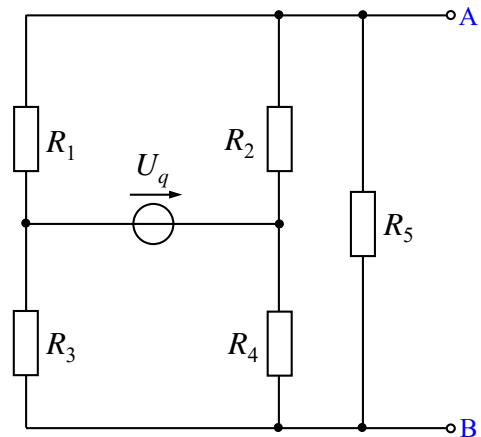
- mit dem Zweigstromverfahren,
- mit dem Maschenstromverfahren,
- mit dem Knotenpotenzialverfahren,
- durch Netzwerkumformung.



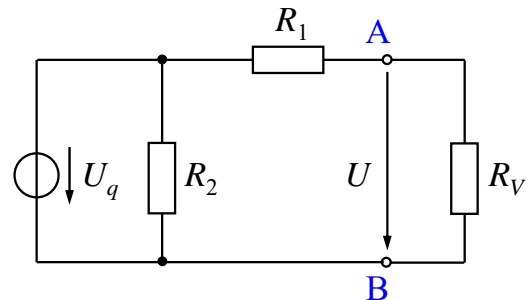
Aufgabe G531

Gegeben ist das nebenstehende Netzwerk mit den Größen $U_q = 9 \text{ V}$, $R_1 = R_4 = 3 \Omega$, $R_2 = R_3 = 1,5 \Omega$ und $R_5 = 6 \Omega$.

- a) Berechnen Sie die Kenngrößen einer Ersatzspannungsquelle bezüglich der Klemmen A-B.

**Aufgabe G534**

In der nebenstehend abgebildeten Schaltung soll die Leistungsabgabe der realen Quelle ($U_q = 10 \text{ V}$, $R_1 = 10 \Omega$ und $R_2 = 15 \Omega$) über die Klemmen A-B an den Verbraucherwiderstand $R_V = 20 \Omega$ untersucht werden.



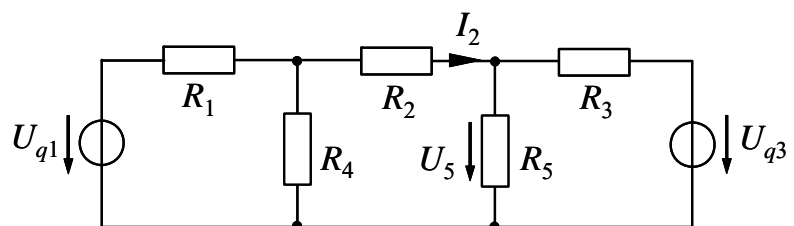
- a) Berechnen Sie den Wirkungsgrad η_a der o. g. Leistungsabgabe an R_V .
- b) Bestimmen Sie eine Ersatzspannungsquelle für die reale Quelle bezüglich der Klemmen A-B. Berechnen Sie den Wirkungsgrad η_b der Leistungsabgabe dieser Ersatzspannungsquelle über die Klemmen A-B an R_V . Vergleichen Sie das Ergebnis mit dem Ergebnis von Aufgabenteil a).
- c) Geben Sie für Original- und Ersatzschaltung jeweils die Bedingung für das Vorliegen von Leistungsanpassung an.
- d) Wie groß sind die Wirkungsgrade bei Leistungsanpassung für Original- und Ersatzschaltung?

Zweipolzerlegung**Aufgabe G540**

Gegeben ist das dargestellte Netzwerk mit den Werten $U_{q1} = 120 \text{ V}$, $U_{q3} = 360 \text{ V}$, $R_1 = 20 \Omega$, $R_2 = 10 \Omega$, $R_3 = R_5 = 40 \Omega$ und $R_4 = 60 \Omega$.

Berechnen Sie den Strom I_2 je einmal

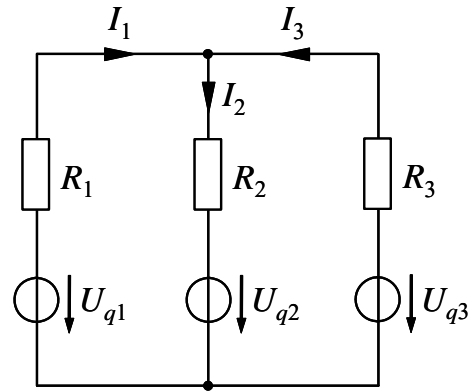
- a) mit dem Überlagerungssatz und
- b) durch Zweipolzerlegung.
- c) Berechnen Sie die Spannung U_5 durch Zweipolzerlegung.



Aufgabe G545

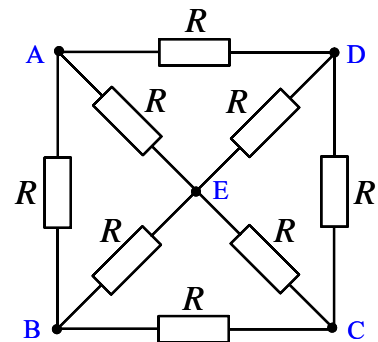
Die nebenstehende Schaltung enthält die Spannungsquellen $U_{q1} = 54 \text{ V}$, $U_{q2} = 36 \text{ V}$ und $U_{q3} = 18 \text{ V}$ sowie die OHMschen Widerstände $R_1 = 20 \Omega$, $R_2 = 25 \Omega$ und $R_3 = 30 \Omega$.

- Berechnen Sie die Zweigströme I_1 , I_2 und I_3 unter Benutzung des Zweigstromverfahrens.
- Berechnen Sie nur den Zweigstrom I_2 durch Zweipolzerlegung.

**Stern-Dreieck-Umwandlung****Aufgabe G550**

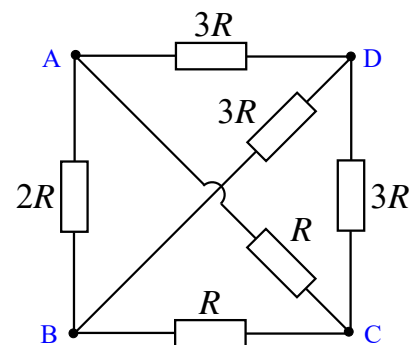
Gegeben ist die nebenstehende Schaltung mit $R = 150 \Omega$.

- Berechnen Sie den Widerstand zwischen den Klemmen A-B.

**Aufgabe G555**

In der nebenstehenden Schaltung gilt $R = 140 \Omega$. Bestimmen Sie in der nebenstehenden Schaltung den Widerstand zwischen den Klemmen

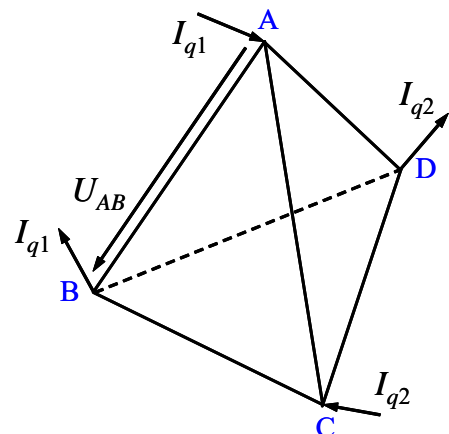
- A und B,
- A und C.

**Aufgabe G560**

Gegeben ist ein Tetraeder, dessen 6 Kanten jeweils den Leitwert G besitzen.

Berechnen Sie die Spannung U_{AB} , falls

- zwischen A und B der Strom I_{q1} eingespeist wird,
- zusätzlich zwischen C und D der Strom I_{q2} eingespeist wird.
- Erläutern Sie das Ergebnis.



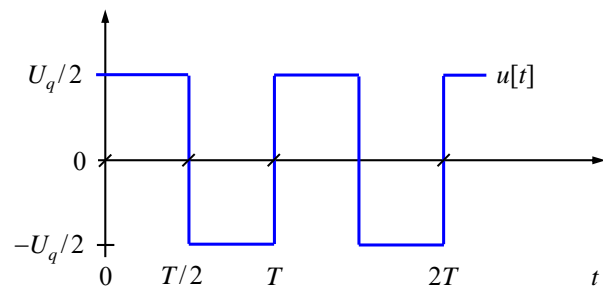
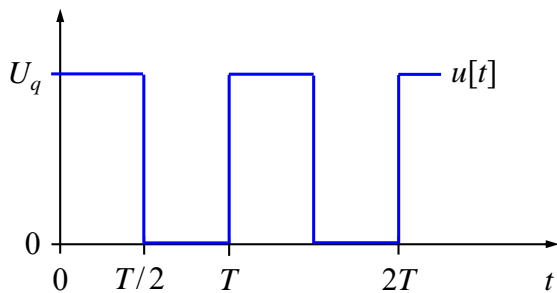
Netzwerkumformung

siehe Aufgaben G430, G440, G460, G525, G528, G550, G555 und G560

Grundbegriffe Wechselstromrechnung**Aufgabe W100**

Bei einer Wechselspannung mit dem Zeitverlauf $u = \hat{u} \cdot \sin[\omega t]$ betragen Scheitelwert und Frequenz $\hat{u} = 325 \text{ V}$ bzw. $f = 50 \text{ Hz}$.

- Wie groß ist die Periodendauer T der Spannung?
- Wie groß ist die Kreisfrequenz ω ?
- Welchen Effektivwert U besitzt die Spannung?
- Stellen Sie den zeitlichen Verlauf der Wechselspannung - zum einen in Abhängigkeit von der Zeit t und zum anderen in Abhängigkeit von ωt - grafisch dar.

Aufgabe W105

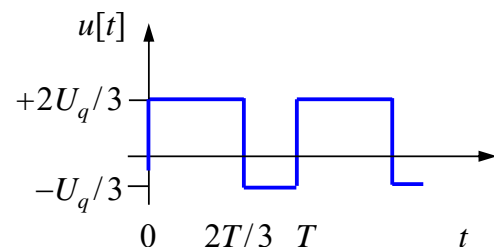
- Berechnen Sie jeweils Mittel-, Gleichricht- und Effektivwert der vorstehend abgebildeten Zeitverläufe $u[t]$.

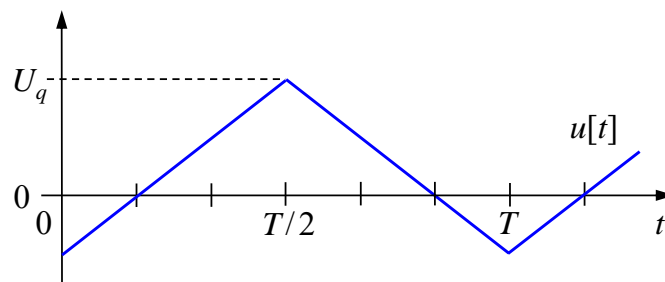
Aufgabe W110

Berechnen Sie, unter expliziter Angabe der Definition der jeweiligen Größe,

- Mittel-,
- Gleichricht- und
- Effektivwert

des nebenstehend dargestellten periodischen Zeitverlaufs $u[t]$.



Aufgabe W115

- a) Berechnen Sie Mittel-, Gleichricht- und Effektivwert des vorstehend abgebildeten Zeitverlaufs $u[t]$.

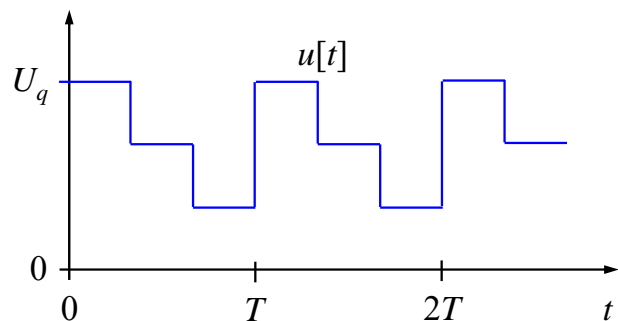
Aufgabe W120

Gegeben ist nebenstehender Zeitverlauf einer Spannung. Berechnen Sie deren

- a) Gleichrichtwert und
b) Effektivwert.

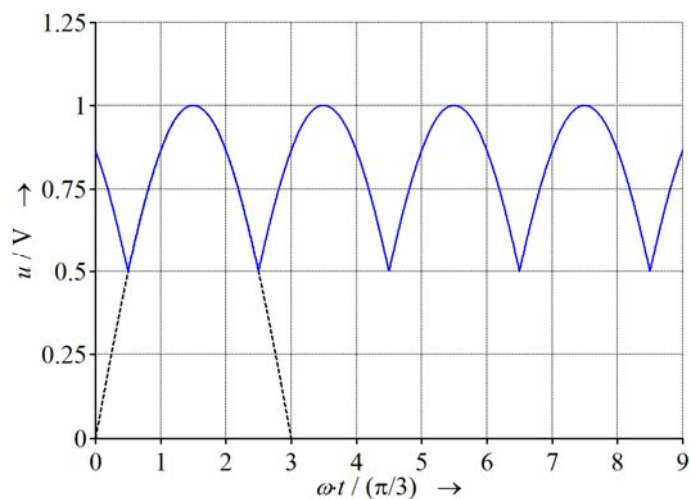
Nun wird dieser Spannung eine Gleichspannung $U_{\pm} = \pm \frac{1}{2} U_q$ überlagert. Berechnen Sie für beide Fälle den

- c) Gleichrichtwert.

**Aufgabe W125**

Gegeben ist nebenstehender Zeitverlauf einer Spannung $u[\omega t]$. Berechnen Sie deren

- a) Gleichrichtwert und
b) Effektivwert.

**Aufgabe W130**

Berechnen Sie von der Mischspannung $u[t] = U_0 + \hat{u}_1 \cdot \sin[\omega t] + \hat{u}_3 \cdot \sin[3\omega t]$ den

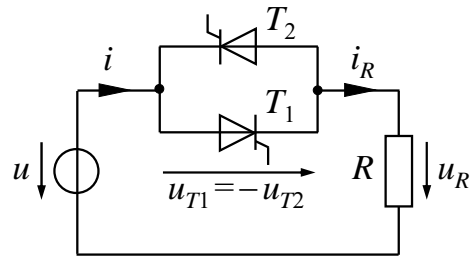
- a) Gleichrichtwert und
b) Effektivwert.

Annahme: Die Koeffizienten U_0 , \hat{u}_1 und \hat{u}_3 sind so gewählt, dass stets $u[t] > 0$ gilt.

Aufgabe W135

In der nebenstehenden Schaltung liefert die Quelle eine sinusförmige Spannung mit dem Effektivwert $U = 230 \text{ V}$. Es gilt $R = 1,5 \Omega$.

- a) In welchen Grenzen lässt sich der Effektivwert des Stromes i_R verändern, falls der Steuerwinkel des Gleichrichters im Bereich $0 \leq \alpha \leq 120^\circ$ einstellbar ist?

**Aufgabe W140**

Zwei in Reihe geschaltete Spannungsquellen liefern die phasenverschobenen Wechselspannungen $u_1 = \hat{u}_1 \cdot \sin[\omega t]$ und $u_2 = \hat{u}_2 \cdot \sin[\omega t + \varphi_2]$ mit $\hat{u}_1 = 100 \text{ V}$, $\hat{u}_2 = 150 \text{ V}$ und $\varphi_2 = 90^\circ$.

- a) Skizzieren Sie den Verlauf der Wechselspannungen u_1 , u_2 und $u = u_1 + u_2$ in Abhängigkeit von ωt .
- b) Skizzieren Sie das Zeigerdiagramm der drei Wechselspannungen \underline{U}_1 , \underline{U}_2 und \underline{U} .
- c) Wie groß sind die Effektivwerte U_1 , U_2 und U der Wechselspannungen?
- d) Um welchen Phasenverschiebungswinkel φ eilt die Gesamtspannung \underline{U} der Teilspannung \underline{U}_1 voraus?

Aufgabe W145

Zum Zeitpunkt $t_{\text{ein}} = 0$ beginnt ein Strom mit dem Zeitverlauf $i[t] = \hat{i} \cdot \sin\left[2\pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot t + \frac{\pi}{6}\right]$ durch einen Widerstand der Größe $R = 1 \Omega$ zu fließen.

- a) Wie groß muss der Stromscheitelwert \hat{i} sein, damit der Strom nach $t_{\text{aus}} = 1 \text{ s}$ eine Arbeit von $W = 1 \text{ J}$ an dem Widerstand verrichtet hat?

Berechnung von Wechselstromnetzwerken**Aufgabe W200**

Eine Spule mit der Induktivität $L = 0,1 \text{ H}$ ist an eine Wechselspannungsquelle $u = \hat{u} \cdot \sin[\omega t]$ angeschlossen. Die Wechselspannung besitzt den Effektivwert $U = 230 \text{ V}$ und die Frequenz $f = 50 \text{ Hz}$.

- a) Wie groß ist der induktive Widerstand (= Reaktanz) X_L der Spule?
- b) Welchen Effektivwert I besitzt der in diesem Kreis fließende Strom?
- c) Skizzieren Sie den zeitlichen Verlauf von Spannung und Strom in Abhängigkeit von ωt .
- d) Skizzieren Sie das Zeigerdiagramm der Spannung \underline{U} und des Stromes \underline{I} .
- e) Wie groß ist der Phasenverschiebungswinkel φ zwischen Spannung und Strom?

Aufgabe W203

Ein Kondensator mit der Kapazität $C = 10 \text{ nF}$ ist an eine Wechselspannungsquelle $u = \hat{u} \cdot \sin[\omega t]$ angeschlossen. Die Wechselspannung besitzt den Effektivwert $U = 50 \text{ V}$ und die Frequenz $f = 800 \text{ Hz}$.

- a) Wie groß ist der Blindwiderstand X_C der Kapazität?
- b) Welchen Effektivwert I besitzt der in diesem Kreis fließende Strom?
- c) Skizzieren Sie den zeitlichen Verlauf von Spannung und Strom in Abhängigkeit von ωt .
- d) Skizzieren Sie das Zeigerdiagramm der Spannung \underline{U} und des Stromes \underline{I} .
- e) Wie groß ist der Phasenverschiebungswinkel φ zwischen Spannung und Strom?

Aufgabe W206

Die Reihenschaltung eines OHMschen Widerstands $R = 50 \Omega$ und einer Induktivität $L = 0,2 \text{ H}$ liegt an einer sinusförmigen Wechselspannung mit $U = 230 \text{ V}$ und $f = 50 \text{ Hz}$.

- a) Wie groß ist der Scheinwiderstand Z der Reihenschaltung?
- b) Welcher Strom I fließt durch die Reihenschaltung?
- c) Wie groß ist der Phasenverschiebungswinkel φ zwischen Spannung und Strom?
- d) Welche Teilspannung U_R liegt am Widerstand R ?
- e) Welche Teilspannung U_L liegt an der Induktivität L ?
- f) Welchen Wert muss ein OHMscher Vorschaltwiderstand R_v haben, damit er den Strom auf $I = 2 \text{ A}$ verringert?

Aufgabe W209

Die Reihenschaltung eines OHMschen Widerstands R und einer Induktivität L soll nacheinander an eine

- a) Gleichspannungsquelle mit $U_0 = 100 \text{ V}$,
- b) sinusförmige Wechselspannungsquelle mit $U_1 = 220 \text{ V}$ und $f = 50 \text{ Hz}$

angeschlossen werden. In beiden Fällen soll ein Strom von $I = 2 \text{ A}$ fließen. Welche Werte müssen R und L besitzen?

Aufgabe W212

Die Reihenschaltung eines OHMschen Widerstands $R = 20 \, \Omega$ und einer Kapazität $C = 8 \, \mu\text{F}$ liegt an einer harmonischen Wechselspannung mit $U = 10 \, \text{V}$ und $f = 1 \, \text{kHz}$.

- a) Wie groß ist der Scheinwiderstand Z der Reihenschaltung?
- b) Welcher Strom I fließt durch die Reihenschaltung?
- c) Wie groß ist der Phasenverschiebungswinkel φ zwischen Spannung und Strom?
- d) Welche Teilspannung U_R liegt am Widerstand R ?
- e) Welche Teilspannung U_C liegt an der Kapazität C ?

Aufgabe W215

Eine sinusförmige Wechselspannung mit einem Scheitelwert $\hat{u} = 200 \, \text{V}$ und einer Frequenz $f = 50 \, \text{Hz}$ wird an die Reihenschaltung eines OHMschen Widerstandes und einer Kapazität gelegt. Die Schaltung soll dabei (stets) einen sinusförmigen Wechselstrom mit einem Scheitelwert $\hat{i} = 2 \, \text{A}$ aufnehmen.

- a) Welche Größen haben der Widerstand und die Kapazität, falls die Phasenverschiebung der Spannung gegenüber dem Strom $\varphi = 0^\circ, -30^\circ, -45^\circ, -60^\circ$ oder -90° beträgt?
- b) Berechnen Sie im Zeitbereich die Zeitfunktionen $i[t]$, $u_R[t]$, $u_C[t]$ und $u[t]$.
- c) Wie groß sind die Scheitelwerte der beiden Teilspannungen und ihre Phasenverschiebungswinkel gegenüber dem Strom in Abhängigkeit von den o. g. Werten des (Gesamt-)Phasenverschiebungswinkels?

Aufgabe W218

Welcher verlustlose Zweipol ist mit einem Widerstand $R = 25 \, \Omega$ in Reihe geschaltet, falls bei einer Frequenz $f = 500 \, \text{Hz}$ die Summenspannung gegenüber dem Strom um $\varphi = 20^\circ$

- a) voreilt oder
- b) nacheilt.

Aufgabe W221

Die Parallelschaltung eines OHMschen Widerstandes $R = 40 \, \Omega$ und einer Induktivität $L = 0,1 \, \text{H}$ ist an eine harmonische Wechselspannung mit $U = 100 \, \text{V}$ und $f = 50 \, \text{Hz}$ angeschlossen.

- a) Wie groß ist der Scheinleitwert Y der Parallelschaltung?
- b) Wie groß ist der Scheinwiderstand Z der Parallelschaltung?
- c) Welchen Strom I liefert die Spannungsquelle?
- d) Wie groß ist der Phasenverschiebungswinkel φ zwischen Spannung und Strom?

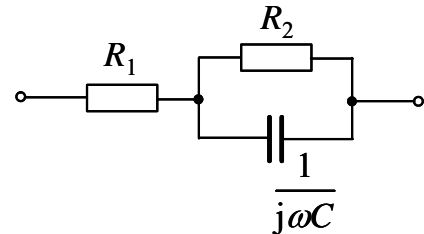
Aufgabe W224

Eine Parallelschaltung aus einem OHMSchen Widerstand R_p und einer Induktivität L_p soll in eine äquivalente Reihenschaltung aus einem OHMSchen Widerstand R und einer Induktivität L umgerechnet werden.

- a) Wie groß sind R und L zu wählen?

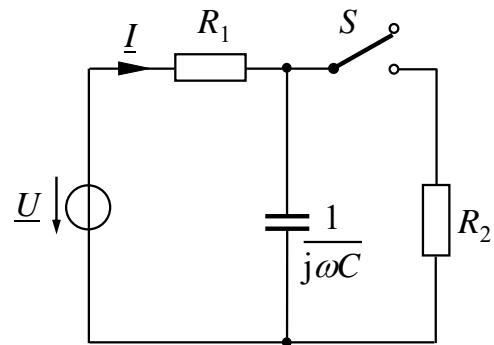
Aufgabe W227

- a) Berechnen Sie für die Kreisfrequenz ω den komplexen Scheinwiderstand der nebenstehenden Schaltung und geben Sie eine aus zwei Bauelementen bestehende Ersatzschaltung an.

**Aufgabe W229** (Wechselstrom-Paradoxon)

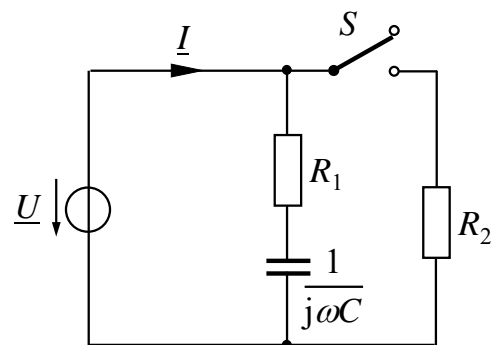
In der abgebildeten Schaltung speist eine harmonische Wechselspannungsquelle \underline{U} eine passive Last.

- a) Wie muss $R_2 \neq \infty$ in Abhängigkeit von den übrigen Schaltungsparametern gewählt werden, damit der Betrag des Stromes \underline{I} (jeweils im stationären Zustand) unabhängig von der Stellung des Schalters S ist?

**Aufgabe W231**

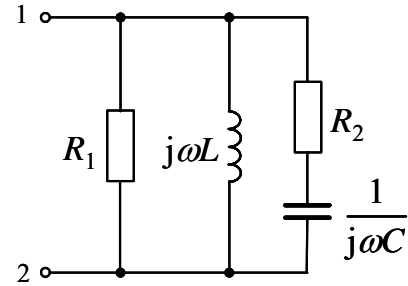
In der abgebildeten Schaltung speist eine harmonische Wechselspannungsquelle \underline{U} mit $U = 150 \text{ V}$ und $f = 50 \text{ Hz}$ eine passive Last mit $R_2 = 100 \Omega$.

- a) Wie müssen R_1 und C gewählt werden, damit die Spannungsquelle (jeweils im stationären Zustand) bei geschlossenem Schalter den Strom $I = I_{\text{geschl}} = 3,5 \text{ A}$ und bei offenem Schalter den Strom $I = I_{\text{offen}} = 2,5 \text{ A}$ abgibt?



Aufgabe W233

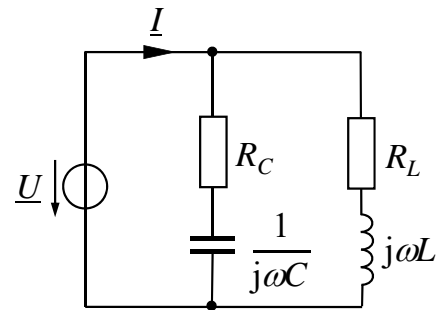
Gegeben ist die nebenstehende Schaltung mit $R_1 = 20 \Omega$, $L = 30 \text{ mH}$, $C = 50 \mu\text{F}$ und $R_2 = 7 \Omega$, die an einer harmonischen Wechselspannungsquelle mit der Frequenz $f = 50 \text{ Hz}$ betrieben werden soll.



- Berechnen Sie den komplexen Scheinwiderstand \underline{Z}_{12} zwischen den Klemmen 1 und 2 durch Umwandlung der Schaltung in eine reine Parallelschaltung.
- Stellen Sie die unter a) berechnete Impedanz \underline{Z}_{12} als *Serienschaltung* dar.
- Stellen Sie die unter a) berechnete Impedanz \underline{Z}_{12} als *Parallelschaltung* dar.

Aufgabe W235

In der nebenstehenden Schaltung speist die harmonische Spannungsquelle $U = 10 \text{ V}$ eine passive Last, für die $R_L = 100 \Omega$ und $L = 10 \text{ mH}$ gilt.



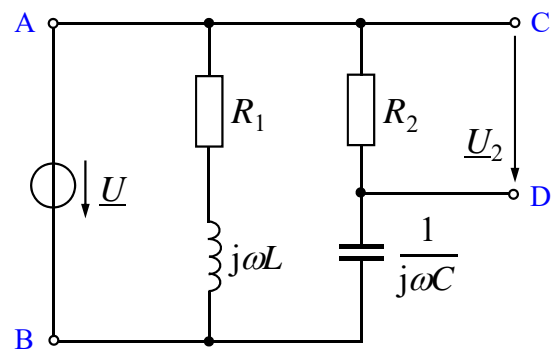
- Bestimmen Sie die Größen der Bauelemente R_C und C so, dass der Effektivwert des Stromes I unabhängig von der Frequenz f der Quellenspannung ist.

Aufgabe W237

In der nebenstehenden Schaltung gilt

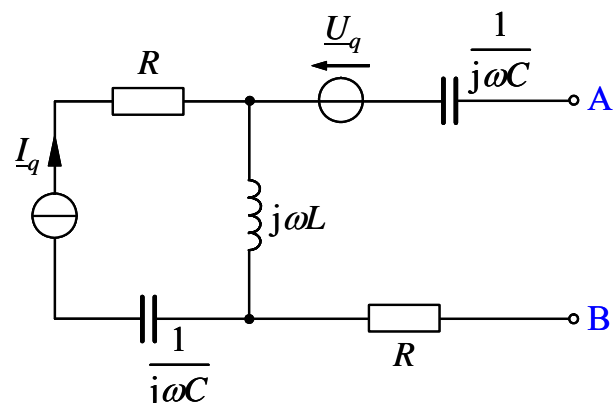
$\underline{U}_2 = 50 \text{ V} \cdot e^{j0^\circ}$, $R_1 = 4 \Omega$, $R_2 = 5 \Omega$, $X_L = 3 \Omega$ und $X_C = -4 \Omega$.

- Berechnen Sie alle Ströme und die Spannung \underline{U} .
- Berechnen Sie die Impedanzen bezüglich der Klemmen A-B und C-D für den Fall, dass die Spannungsquelle zwischen den Klemmen A-B aufgetrennt wurde.

**Aufgabe W239**

Für das nebenstehende Wechselstromnetzwerk gilt $R = \omega L = 1/(\omega C)$.

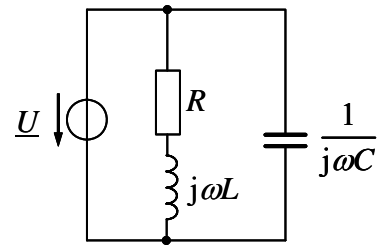
- Bestimmen Sie die Kenngrößen \underline{I}_{qers} und \underline{Z}_{iers} der Ersatzstromquelle bezüglich der Klemmen A-B.



Aufgabe W242

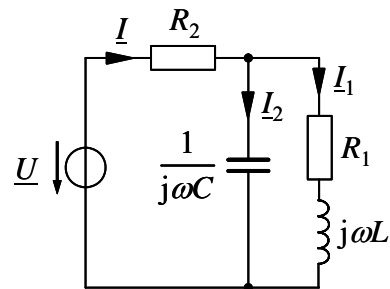
Die nebenstehende Schaltung mit $R = 25 \Omega$, $L = 0,159 \text{ H}$ und $C = 127,2 \mu\text{F}$ liegt an einer sinusförmigen Wechselspannung mit $U = 24 \text{ V}$ und $f = 50 \text{ Hz}$.

- a) Zeichnen Sie ein maßstäbliches Zeigerbild aller Ströme und Spannungen.

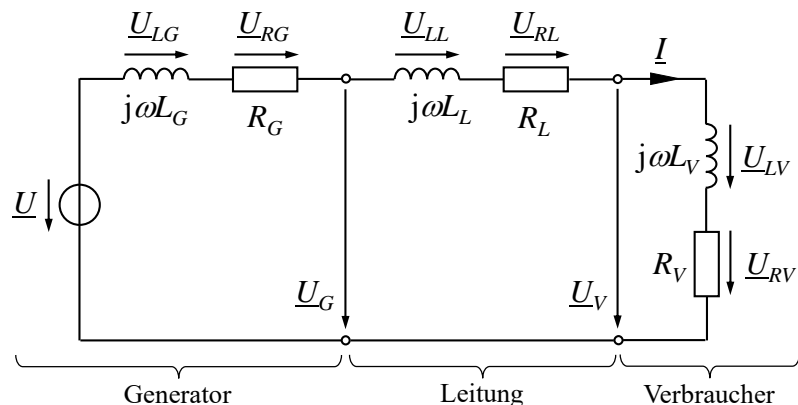
**Aufgabe W245**

In der angegebenen Schaltung mit $R_1 = 400 \Omega$, $L = 1 \text{ H}$, $C = 5 \mu\text{F}$ und $R_2 = 300 \Omega$ beträgt der Strom $I = 100 \text{ mA}$.

- a) Wie groß ist der Effektivwert U der harmonischen Wechselspannung \underline{U} , falls deren Frequenz $f = 50 \text{ Hz}$ beträgt?
- b) Zeichnen Sie ein maßstäbliches Zeigerbild aller Ströme und Spannungen mit der Kondensatorsspannung als Bezugszeiger.

**Aufgabe W248**

Die Ersatzschaltung eines Verbrauchers ($R_V = 62,5 \Omega$, $L_V = 159 \text{ mH}$) ist über eine Leitung ($R_L = 8 \Omega$, $L_L = 19,1 \text{ mH}$) an einen Generator ($R_G = 4 \Omega$, $L_G = 47,8 \text{ mH}$) angeschlossen:

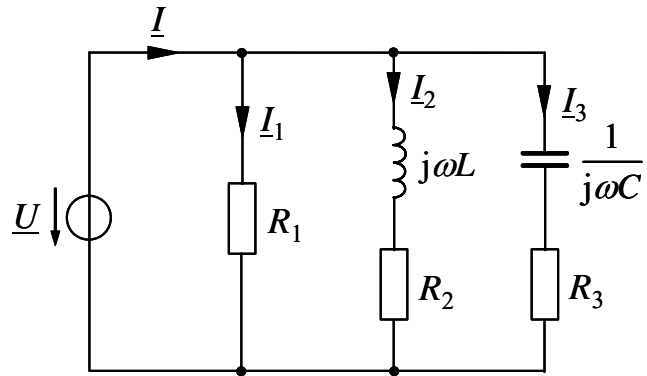


- a) Bestimmen Sie mit Hilfe eines Zeigerbildes die Spannungen \underline{U}_G und \underline{U} , falls am Verbraucher eine Spannung $U_V = 10 \text{ kV}$ mit einer Frequenz $f = 50 \text{ Hz}$ zur Verfügung stehen soll. Bezugszeiger sei $\underline{I} = I \cdot e^{j0^\circ}$.
- b) Bestimmen Sie die Spannungen \underline{U}_G und \underline{U} mit Hilfe der komplexen Wechselstromrechnung.

Aufgabe W251

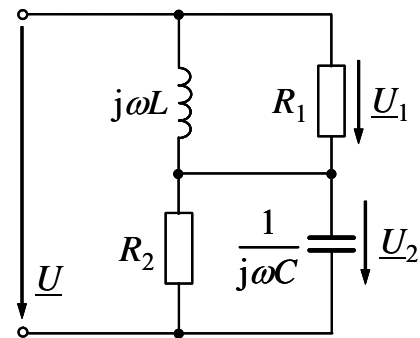
Berechnen Sie für die nebenstehende Schaltung, mit $\underline{U} = 50 \text{ V} \cdot e^{j0^\circ}$, $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 4 \Omega$, $R_3 = 6 \Omega$, $L = 9,55 \text{ mH}$, $C = 400 \mu\text{F}$ und $f = 50 \text{ Hz}$,

- die Teilströme und den Gesamtstrom und
- die Gesamtimpedanz der Last.
- Zeichnen Sie das maßstäbliche Zeigerbild aller Ströme und Spannungen.

**Aufgabe W254**

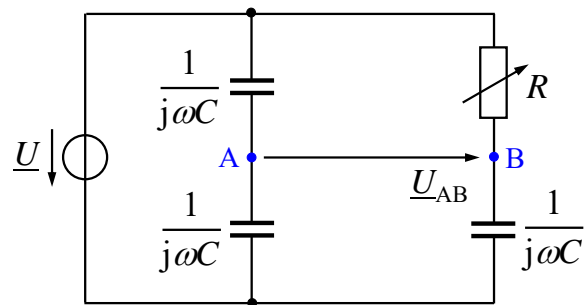
In der nebenstehenden Schaltung gilt $R_2 = 5 \text{ k}\Omega$, $L = 15 \text{ mH}$ und $C = 15 \text{ nF}$.

- Wie groß muss der Widerstand $R_1 \neq 0$ sein, damit die Spannungen \underline{U}_1 und \underline{U}_2 um $|\varphi| = 90^\circ$ gegeneinander phasenverschoben sind?
- Berechnen Sie alle Ströme und Spannungen im Netzwerk unter der Bedingung a) und für $\underline{U} = 10 \text{ V} \cdot e^{j0^\circ}$ und $f = 50 \text{ Hz}$. Zeichnen Sie ein qualitatives Zeigerbild.

**Aufgabe W256**

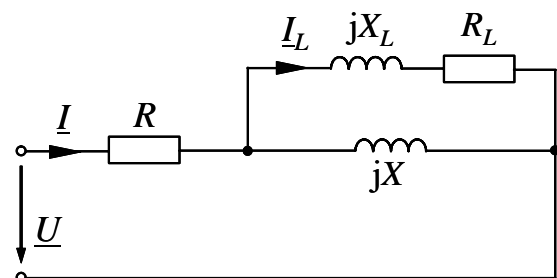
Durch die gegebene Schaltung mit $C = 10 \mu\text{F}$ soll zwischen den Punkten A-B eine Spannung \underline{U}_{AB} erzeugt werden, die gegenüber der Spannung \underline{U} um 50° phasenverschoben ist. Es gilt $f = 50 \text{ Hz}$.

- Welcher Wert muss für den Widerstand R gewählt werden?

**Aufgabe W258**

Eine Messwerkspule wird durch den Wirkwiderstand $R_L = 10 \text{ k}\Omega$ und den Blindwiderstand $X_L = 3 \text{ k}\Omega$ beschrieben. Bestimmen Sie in der angegebenen Schaltung die Impedanzen R und X so, dass der Strom $I_L = 20 \text{ mA}$ phasengleich mit der Spannung $U = 220 \text{ V}$ ist,

- analytisch und
- mittels Konstruktion eines maßstäblichen Zeigerbildes mit dem Bezugszeiger $\underline{U} = 220 \text{ V} \cdot e^{j0^\circ}$.

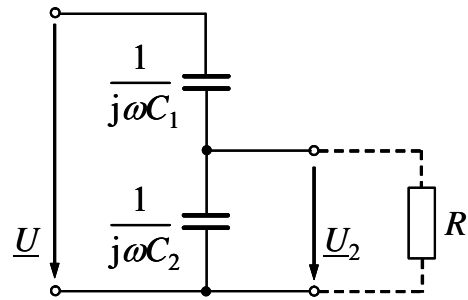


Aufgabe W260

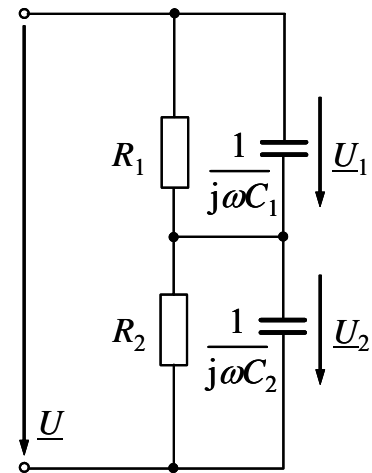
Ein kapazitiver Spannungsteiler mit $C_1 = 10 \text{ pF}$ und $C_2 = 10 \text{ nF}$ liegt an einer Spannung $U = 100 \text{ kV}$ mit Frequenzen zwischen $f_{\min} = 50 \text{ Hz}$ und $f_{\max} = 5000 \text{ Hz}$.

Berechnen Sie die Spannung \underline{U}_2 bezogen auf die Spannung \underline{U} , falls der Teiler

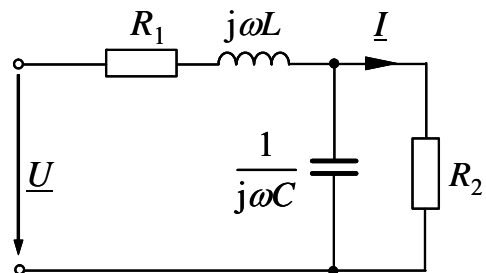
- unbelastet oder
- mit einem Widerstand $R = 1 \text{ M}\Omega$ belastet ist.

**Aufgabe W263**

- Welcher Bedingung müssen die Bauelemente eines OHMSch-kapazitiven Spannungsteilers genügen, damit zwischen Eingangsspannung \underline{U} und Ausgangsspannung \underline{U}_2 keine Phasenverschiebung auftritt?
- Jetzt gelte $X_{C1} = -0,5 \cdot R_1$ und $X_{C2} = -3 \cdot R_2$. Zeichnen Sie für diesen Fall ein qualitatives Zeigerbild. Gilt es für alle Frequenzen?

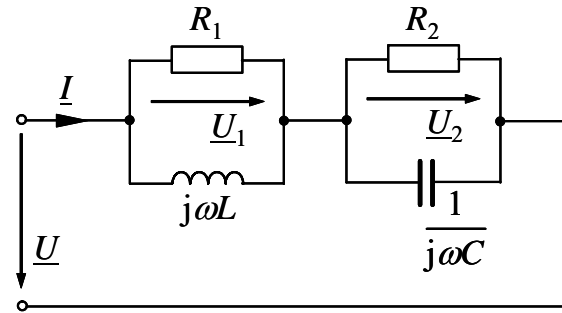
**Aufgabe W266**

- Welche Bedingung muss in der nebenstehenden Schaltung erfüllt sein, damit durch den Widerstand R_2 unabhängig von dessen Größe ein konstanter Strom \underline{I} fließt?
- Zeichnen Sie für diesen Fall je ein qualitatives Zeigerbild aller Ströme und Spannungen der Schaltung für zwei unterschiedlich große Widerstände $R_2 > R'_2$.



Aufgabe W269

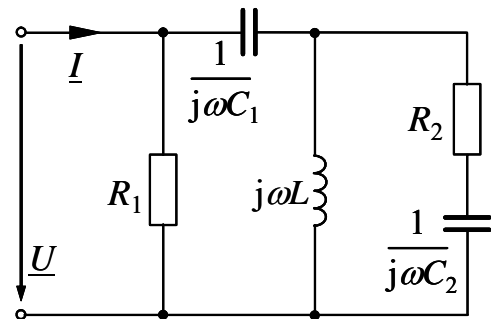
Gegeben ist die nebenstehende Reihenschaltung zweier Parallelschaltungen mit $R_1 = 20 \Omega$, $R_2 = 40 \Omega$, $X_L = 14 \Omega$, $X_C = -21 \Omega$ und $\underline{I} = 10 \text{ A}$.



- Bestimmen Sie die jeweiligen Reihenersatzschaltungen der beiden Parallelschaltungen.
- Berechnen Sie die Spannungen \underline{U} , \underline{U}_1 und \underline{U}_2 .
- Zeichnen ein maßstäbliches Zeigerdiagramm aller Ströme und Spannungen.

Aufgabe W272

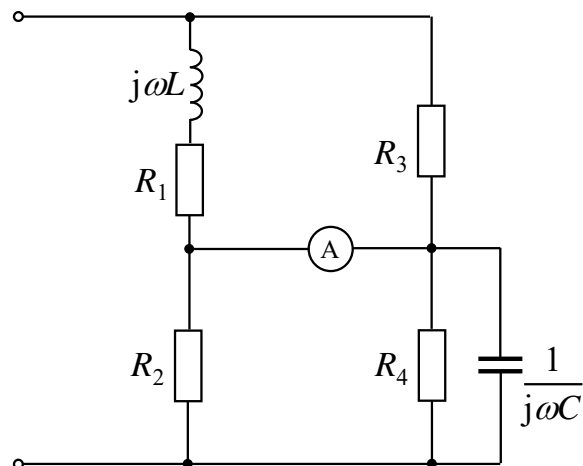
Gegeben ist die nebenstehende Schaltung mit $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 10 \Omega$, $X_{C1} = -70 \Omega$, $X_{C2} = -20 \Omega$, $X_L = 20 \Omega$ und $U = 220 \text{ V}$.



- Bestimmen Sie den komplexen Eingangswiderstand \underline{Z} der Schaltung.
- Berechnen Sie den Strom \underline{I} .
- Zeichnen ein maßstäbliches Zeigerdiagramm aller Ströme und Spannungen.

Aufgabe W275

Mit einer MAXWELL-WIEN-Brücke wird eine Spule, modelliert durch die Reihenschaltung der idealen Bauelemente R_1 und L , bei $f = 6 \text{ kHz}$ untersucht und der Brückenabgleich bei der Einstellung $R_2 = 300 \Omega$, $R_3 = 300 \Omega$, $R_4 = 450 \Omega$ und $C = 1,5 \mu\text{F}$ erreicht.

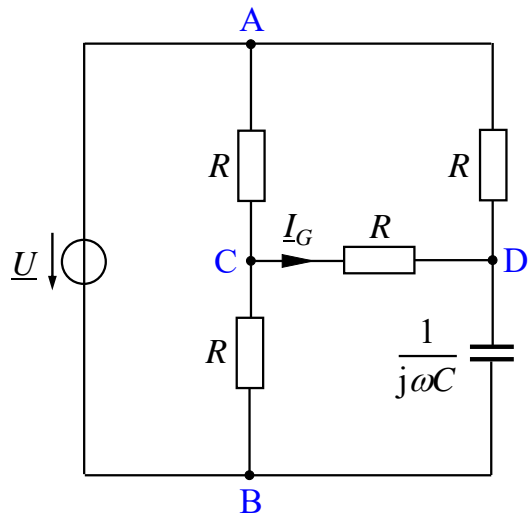


- Berechnen Sie die beiden Ersatzschaltbildelemente R_1 und L .

Aufgabe W278

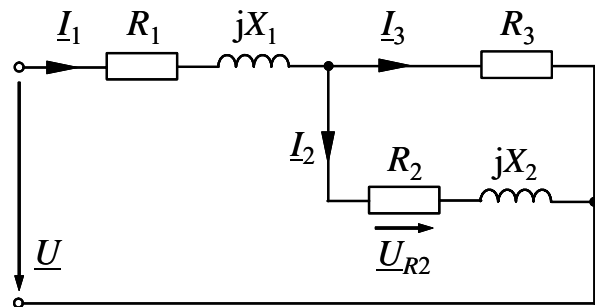
Gegeben ist die nebenstehende Brückenschaltung mit $U = 25 \text{ V}$, $X_C = -100 \Omega$ und $R = 100 \Omega$.

- a) Berechnen Sie den Strom I_G mit dem Verfahren der Ersatzspannungsquelle.

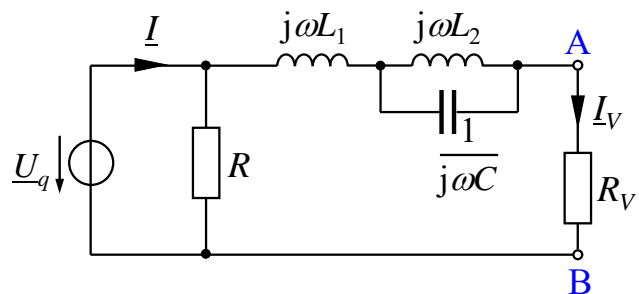
**Aufgabe W281 (HUMMEL-Schaltung)**

In der nebenstehenden Schaltung speist eine harmonische Spannung \underline{U} eine Schaltung aus idealen Widerständen und Induktivitäten.

- a) Wie muss R_3 in Abhängigkeit von den übrigen Schaltungsparametern gewählt werden, damit der Betrag der Phasenverschiebung zwischen den Spannungen \underline{U} und \underline{U}_{R2} 90° beträgt?

**Aufgabe W284**

In der nebenstehenden Schaltung speist eine harmonische Spannungsquelle mit $\underline{U}_q = U_q = 220 \text{ V}$ und $f = 50 \text{ Hz}$ mit einem Innenwiderstand aus $R = 200 \Omega$, $C = 80 \mu\text{F}$ und $L_1 = L_2 = 0,2 \text{ H}$ den Lastwiderstand $R_V = 50 \Omega$.



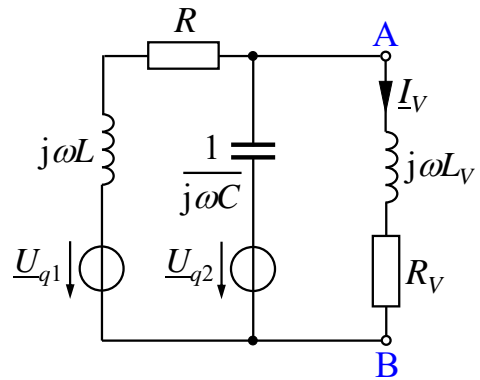
- a) Bei sonst konstanten Werten aller übrigen Schaltungsparameter ändert sich der Wert des Widerstandes R . Welche Auswirkungen hat dies auf den Wert der Spannung zwischen den Klemmen A-B?
- b) Zeichnen Sie eine Ersatzstromquelle bezüglich der Klemmen A-B (ohne R_V) und bestimmen Sie deren Kenngrößen \underline{Z}_{iers} und \underline{I}_{qers} .
- c) Berechnen Sie den Strom \underline{I}_V mit Hilfe der Ersatzstromquelle und anschließend den Strom \underline{I} in der obigen Schaltung.
- d) Bei welchen Frequenzen f der Spannungsquelle sind \underline{I}_V und \underline{U}_q phasengleich?

Aufgabe W287

In der nebenstehenden Schaltung sind zwei gleichfrequenten und gleichphasigen idealen Spannungsquellen mit $U_{q1} = U_{q2} = U$ parallel geschaltet. Bei der gegebenen Frequenz f gilt für die übrigen Bauteile

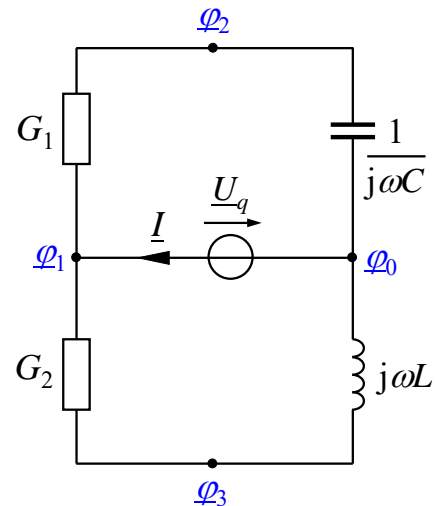
$$R = X_L = -X_C = 10 \, \Omega.$$

- Zeichnen Sie eine Ersatzspannungsquelle bezüglich der Klemmen A-B (ohne L_V und R_V) und bestimmen Sie deren Kenngrößen \underline{Z}_{iers} und \underline{U}_{qers} mit dem Überlagerungsverfahren.
- Berechnen Sie mit Hilfe der Ersatzspannungsquelle aus Aufgabenteil a) den Strom \underline{I}_V für den Fall, dass gilt $L_V = L$ und $R_V = R$.

**Aufgabe W290**

Eine harmonische Wechselspannungsquelle mit $U_q = 10 \, \text{V}$ und $f = 50 \, \text{Hz}$ speist in der nebenstehend dargestellten Schaltung die Lasten $G_2 = 2 \cdot G_1 = 4 \, \text{mS}$, $L = 1,5 \, \text{H}$ und $C = 15 \, \mu\text{F}$.

- Berechnen Sie die komplexwertigen Knotenpotenziale $\underline{\varphi}_3, \underline{\varphi}_2, \underline{\varphi}_1$ und $\underline{\varphi}_0$ bezogen auf die Spannung $\underline{U}_q = U_q \cdot e^{j0^\circ}$ mit dem Verfahren der Knotenpotenzialanalyse.
- Berechnen Sie den Strom \underline{I} bezogen auf $\underline{U}_q = U_q \cdot e^{j0^\circ}$.

**Aufgabe W293**

Gegeben ist das nebenstehende Netzwerk mit $\underline{U}_q = 65 \, \text{V} \cdot e^{j0^\circ}$, $\underline{I}_q = 1,2 \, \text{A} \cdot e^{-j60^\circ}$, $f = 50 \, \text{Hz}$, $C = 50 \, \mu\text{F}$, $R_2 = 30 \, \Omega$, $R_3 = 35 \, \Omega$, $R_4 = 40 \, \Omega$ und $L = 0,5 \, \text{H}$.

- Berechnen Sie den Strom \underline{I}_4 mittels Maschenstromverfahren.

