

Institut für Biomedizinische Technik,
Karlsruher Institut für Technologie

Fritz-Haber-Weg 1
76131 Karlsruhe
Tel.: 0721/608-42650

Lineare Elektrische Netze

Leiter: Prof. Dr. rer. nat. Olaf Dössel
Tel: 0721 608-42650
Olaf.Doessel@kit.edu

Übungsleiter: Dipl.-Ing. G. Lenis
Tel: 0721 608-45478
Gustavo.Lenis@kit.edu

Übungsblatt Nr. 1: Netzwerkanalyse Äquivalente Strom-/Spannungsquellen

Empfohlen für die Übung: Aufgaben 4, 5
Empfohlen für Zuhause: Aufgaben 1, 2, 3

Die für die Übung empfohlenen Aufgaben dienen als Orientierung und sollen eine grobe Richtlinie darstellen, welche Aufgaben vom Umfang und Schwierigkeitsgrad her in der Zeit der Übung zu schaffen sind.

Letztendlich entscheidet der Übungsleiter, welche Aufgaben in der Übung behandelt werden.

Zusätzlich wird empfohlen, die nicht in der Übung behandelten Aufgaben zu Hause zu bearbeiten.

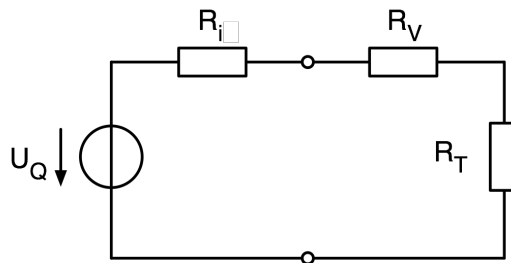
Aufgabe 1

Ein Messwiderstand mit dem von seiner Umgebungstemperatur T abhängigen Widerstandswert R_T wird über einen temperaturunabhängigen Vorwiderstand R_V von einer Spannungsquelle mit der Quellenspannung U_Q und dem Innenwiderstand R_i gespeist.

Die Temperaturabhängigkeit des Widerstandswertes R_T ist durch folgende Gleichung gegeben:

$$R_T = R_0[1 + \alpha(T - T_0)]$$

Für die Messschaltung gilt:



Weiterhin gilt Folgendes für die Bauteile dieser Schaltung:

$$\begin{aligned} R_0 &= 40 \, \Omega \\ T_0 &= 300 \, K \\ \alpha &= 10^{-2} \, K^{-1} \\ U_Q &= 50 \, V \\ R_i &= 25 \, \Omega \end{aligned}$$

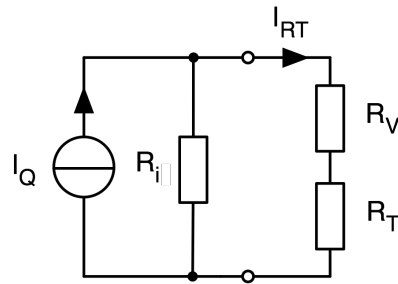
Die Erwärmung des Messwiderstandes R_T durch die zugeführte elektrische Energie darf im Rahmen dieser Aufgabe vernachlässigt werden.

- (a) Für welchen Wert von T nimmt R_T die maximale elektrische Leistung P_{RT} auf? Für diese Teilaufgabe gilt $R_V = 35 \, \Omega$.

Hinweis: Finden Sie zuerst mit Hilfe von Differentialrechnung den Wert von R_T , der zur maximal umgesetzten Leistung P_{RT} führt. Nutzen Sie Ihr mathematisches Wissen über das Funktionsverhalten von $P_{RT}(R_T)$, um hinreichende Bedingungen für den Beweis des Maximums zu liefern. Bestimmen Sie mit dem maximierenden R_T die dazu gehörende Temperatur T . Rechnen Sie allgemein und setzen Sie erst am Ende ein.

- (b) Nun soll R_V unbekannt sein. Wie groß muss R_V gewählt werden, wenn die im Messwiderstand umgesetzte Leistung den maximalen Wert $P_G = 10 \, W$ annehmen darf?

Die Spannungsquelle U_Q wird jetzt durch die zu ihr äquivalente Gleichstromquelle ersetzt.



- (c) Berechnen Sie I_Q . Verwenden Sie dafür die bei der Teilaufgabe (a) genannten Bauteilwerte:

$$U_Q = 50 \text{ V}$$

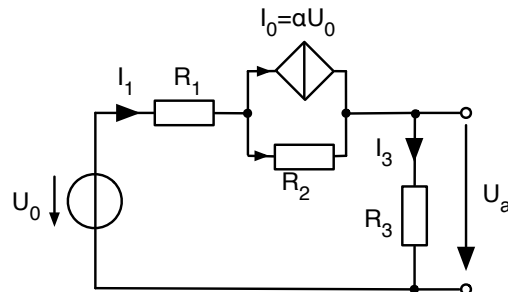
$$R_i = 25 \Omega$$

$$R_V = 35 \Omega$$

- (d) Nun soll überprüft werden, ob sich die Ergebnisse der Teilaufgabe (a) bei dieser neuen Darstellung der Schaltung ändern. Bestimmen Sie hierfür den Messwiderstand R_T , der die umgesetzte elektrische Leistung P_{RT} maximiert. Bestimmen Sie dazu den maximierten Strom I_{RT} .

Aufgabe 2

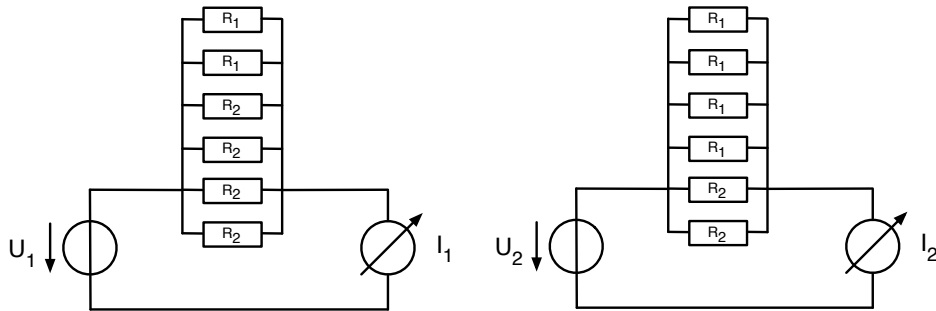
Gegeben sei folgende Schaltung aus idealen Bauelementen, die über eine ideale Gleichspannungsquelle U_0 und eine spannungsgesteuerte Gleichstromquelle $\alpha \cdot U_0$ versorgt wird.



- Berechnen Sie die Spannung U_a im Leerlauf. Geben Sie U_a in Abhängigkeit der drei Widerstände, der Quellspannung U_0 und des Vorfaktors α .
- Bestimmen Sie den Kurzschlussstrom I_K . In der Gleichung für I_K dürfen nur Widerstände, die Quellspannung U_0 und der Vorfaktor α vorkommen.
- Für welches α wird im Kurzschlussfall in R_1 keine Wirkleistung verbraucht?
- Wie groß ist der Innenwiderstand R_i der Gesamtschaltung?

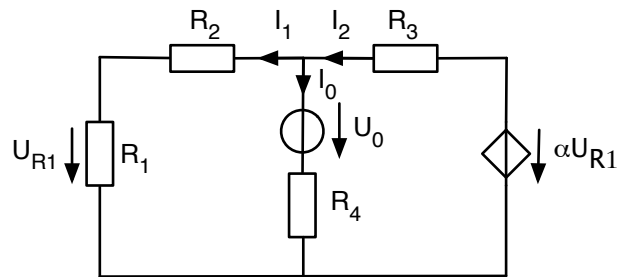
Aufgabe 3

Wie groß sind R_1 und R_2 , wenn bei den folgenden Anordnungen bei einer Gleichspannung von $U_1 = U_2 = 100V$ der Strom $I_1 = 4A$ bzw. $I_2 = 3.2A$ gemessen wurde? Das Amperemeter kann als ideal angenommen werden, d.h. der Innenwiderstand ist gleich Null.



Aufgabe 4

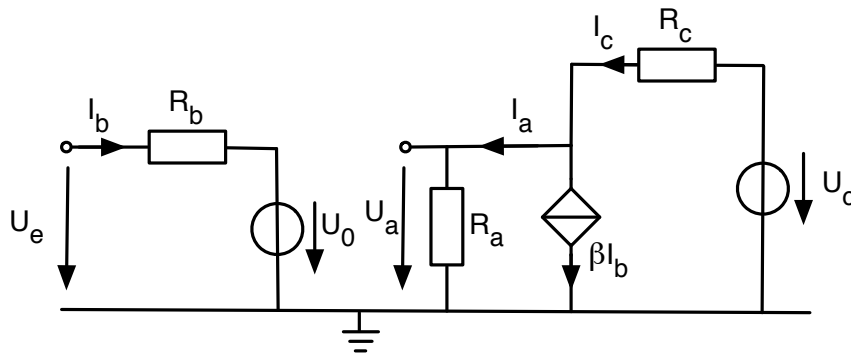
Gegeben sei das folgende Widerstandsnetzwerk:



- (a) Geben Sie die zwei Maschengleichungen und die Knotengleichung, die das Verhalten dieser Schaltung beschreiben.
- (b) Bestimmen Sie den Strom I_0 in allgemeiner Form. In der Gleichung dürfen nur die vier Widerstände, die Spannungsquelle U_0 und den Faktor α vorkommen.
- (c) Bestimmen Sie den Faktor α , bei dem $I_0 = 0$ wird.

Aufgabe 5

Gegeben sei die folgende Schaltung:



- (a) Geben Sie zwei Maschengleichungen und eine Knotengleichung, die das Verhalten dieser Schaltung beschreiben.
- (b) Bestimmen Sie U_a in allgemeiner Form. In der Gleichung dürfen keine Ströme vorkommen.
- (c) Nun sei:
- $\beta = 100$
 - $U_e = 1V$
 - $U_0 = 0,7V$
 - $U_c = 10V$
 - $R_a = 40k\Omega$
 - $R_b = 30k\Omega$
 - $R_c = 40k\Omega$

Bestimmen Sie U_a , I_a , I_b und I_c .