

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

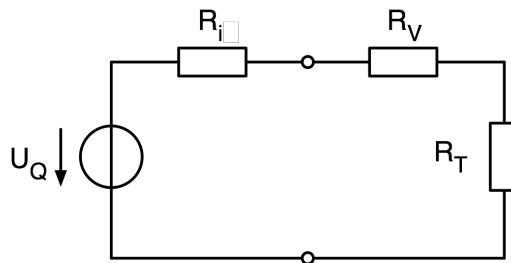
Aufgabe 1

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:

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

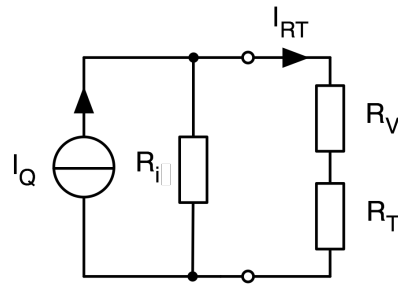
Die Erwärmung des Messwiderstandes R_T durch die zugeführte elektrische Energie darf im Rahmen dieser Aufgabe vernachlässigt werden.

- (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:

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

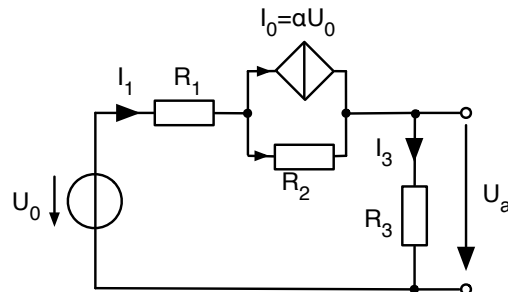
$$R_i = 25 \Omega$$

$$R_V = 35 \Omega$$

- (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

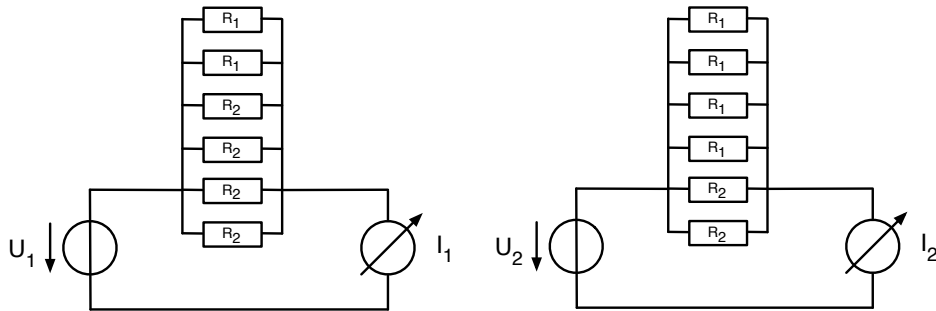
Gegeben sei folgende Schaltung aus idealen Bauelementen, die über eine ideale Gleichspannungsquelle U_0 und eine spannungsgesteuerte Gleichstromquelle $\alpha \cdot U_0$ versorgt wird.



- 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?

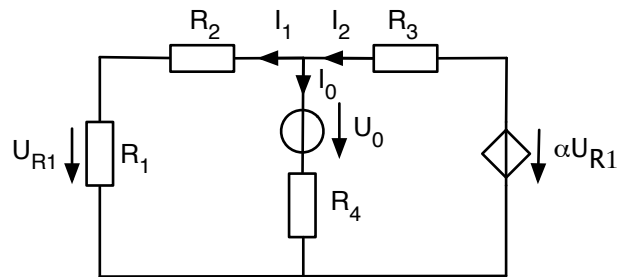
Aufgabe 3

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

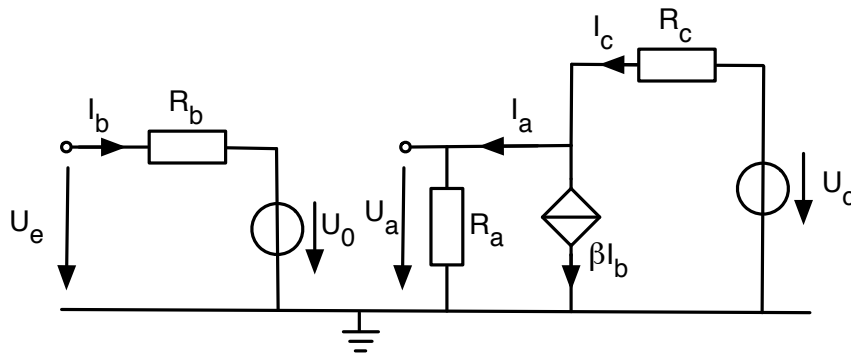
Gegeben sei das folgende Widerstandsnetzwerk:



- (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 .