

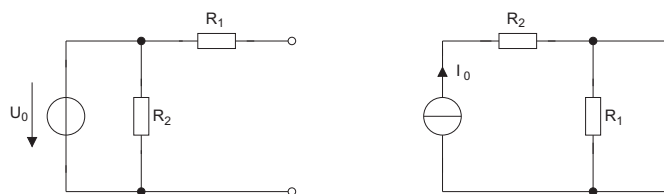


2. Aufgabenblatt mit Lösungsvorschlag

27.04.2010

Themen: Ersatzstrom- und Ersatzspannungsquellen, Netzwerkanalyse

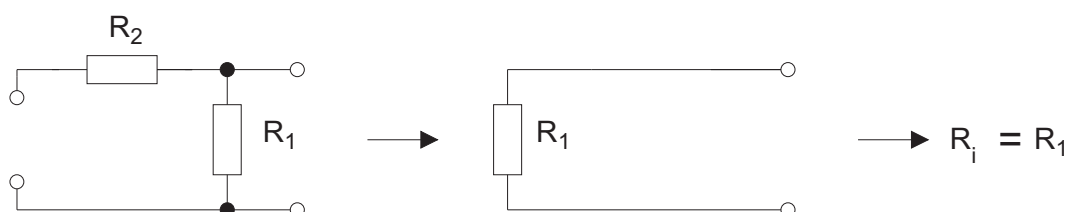
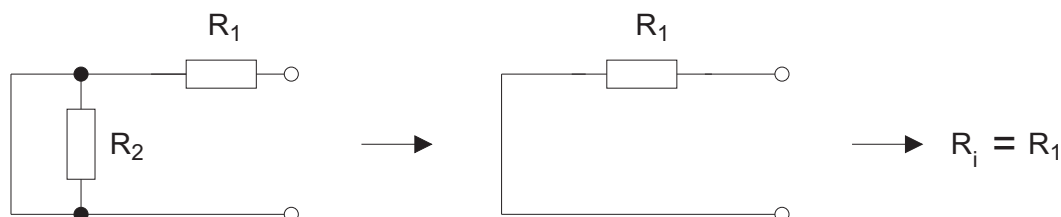
Aufgabe 1:



- Berechnen Sie den Innenwiderstand R_i der beiden oben dargestellten Schaltungen, indem Sie Spannungsquellen (Innenwiderstand = 0) kurzschließen und Stromquellen (Innenwiderstand = ∞) entfernen.
- Berechnen Sie den Innenwiderstand R_i , indem Sie zuerst die Leerlaufspannung U_L und den Kurzschlußstrom I_K berechnen.
- Vereinfachen Sie die Schaltung.
- Wie sehen die Strom-Spannungskennlinien (Strom an der Y-Achse, Spannung an der X-Achse auftragen) der beiden Schaltungen aus?

Lösungsvorschlag:

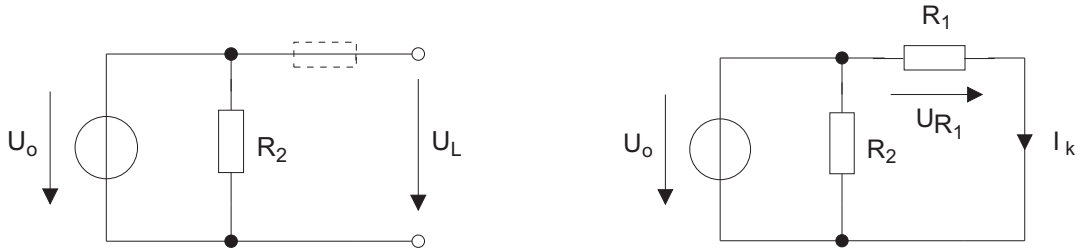
a) Berechnung der Innenwiderstände



b) Berechnung des Innenwiderstandes R_i

$$R_i = \frac{U_L}{I_K}$$

1.) linke Schaltung



Da kein Strom über R_1 fließt, fällt R_1 weg.

$$U_L = U_0$$

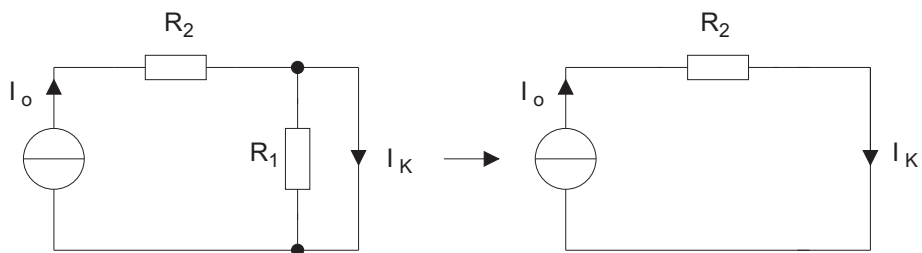
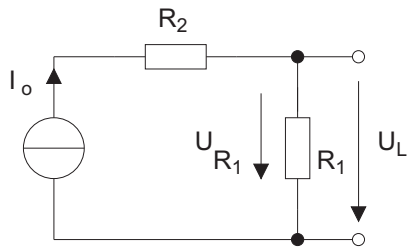
$$I_K = \frac{U_{R1}}{R_1} = \frac{U_0}{R_1}$$

Berechnung von R_i aus U_L und I_K :

$$R_i = \frac{U_L}{I_K} = \frac{U_0}{\frac{U_0}{R_1}} = R_1$$

2.) rechte Schaltung

$$U_L = U_{R1} = I_0 R_1$$

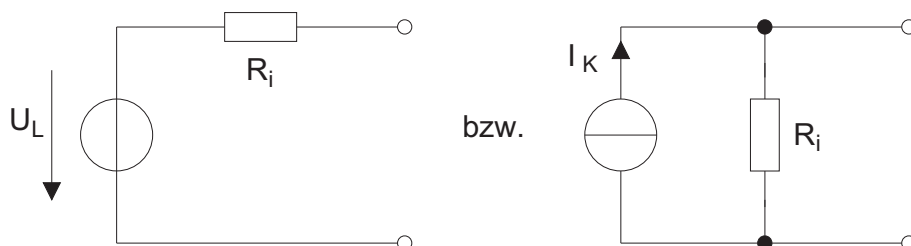


$$I_K = I_0$$

Berechnung von R_i aus U_L und I_K :

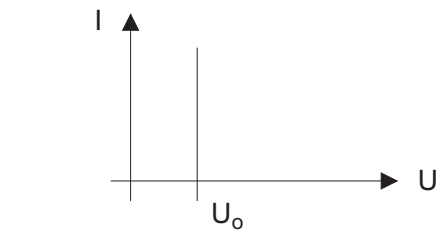
$$R_i = \frac{U_L}{I_K} = \frac{I_0 R_1}{I_0} = R_1$$

c) Vereinfachen der Schaltung

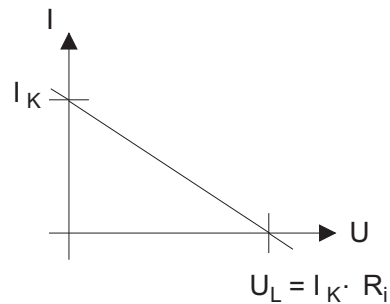
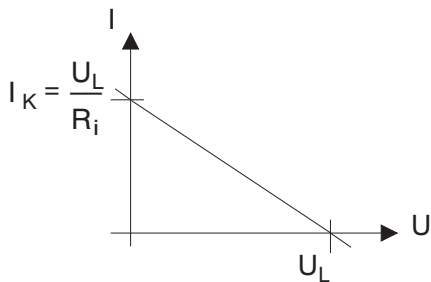


d) Strom-, Spannungskennlinien

U_0 ist ideale Quelle



I_0 ist ideale Quelle



Aufgabe 2:

Folgende Größen des Netzwerkes sind bekannt:

$$U_q = 20V$$

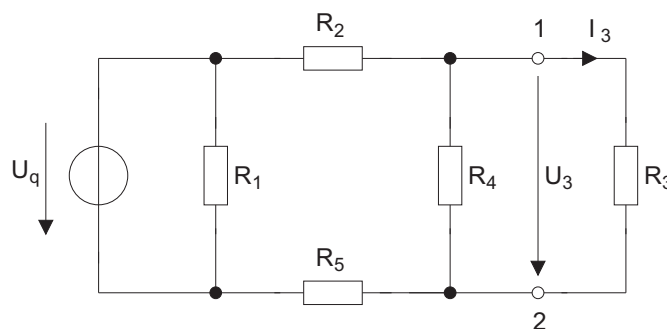
$$R_1 = R_4 = 10k\Omega$$

$$R_2 = 3k\Omega$$

$$R_3 = 5k\Omega$$

$$R_5 = 7k\Omega$$

Zu berechnen sind I_3 und U_3 .

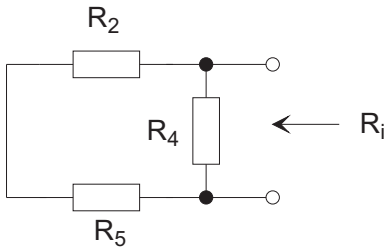


Trennen Sie hierzu zunächst R_3 an den Punkten 1 und 2 ab und berechnen Sie für die verbleibende Schaltung Innenwiderstand, Leerlaufspannung und Kurzschlußstrom. Die Ersatzspannungs- bzw. Ersatzstromquelle mit den berechneten Kennwerten wird dann mit R_3 belastet. U_3 und I_3 können jetzt mit Hilfe von Spannungs- bzw. Stromteilerregel und durch das Ohmsche Gesetz berechnet werden.

Lösungsvorschlag:

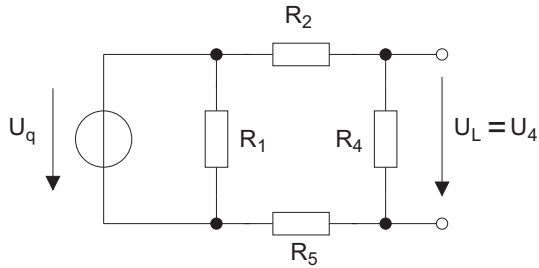
Berechnen von I_3 und U_3 mittels Ersatzspannungs- bzw. Ersatzstromquelle

Berechnen des Innenwiderstandes R_i :



$$R_i = R_4 \parallel (R_2 + R_5) = \frac{R_4(R_2 + R_5)}{R_4 + R_2 + R_5} = \frac{100k\Omega^2}{20k\Omega} = 5k\Omega$$

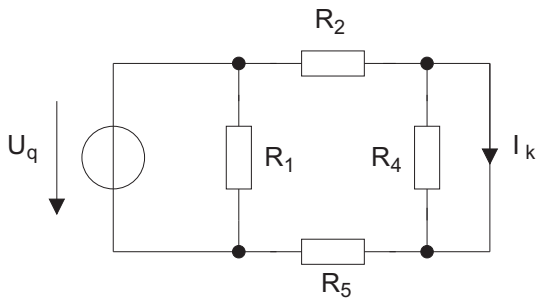
1.) Möglichkeit: Lösung über die Berechnung der Leerlaufspannung U_L



$$U_L = \frac{R_4}{R_2 + R_4 + R_5} U_q = \frac{10k\Omega}{20k\Omega} 20V = 10V$$

$$I_K = \frac{U_L}{R_i} = \frac{R_2 + R_4 + R_5}{R_4(R_2 + R_5)} \frac{R_4}{R_2 + R_4 + R_5} U_q = \frac{U_q}{R_2 + R_5} = \frac{20V}{10k\Omega} = 2mA$$

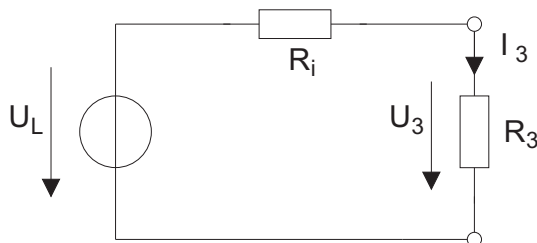
2.) Möglichkeit: Lösung über die Berechnung des Kurzschlußstromes I_K



$$I_K = I_{25} = \frac{U_q}{R_2 + R_5} = 2mA$$

$$U_L = I_K R_i = \frac{U_q}{R_2 + R_5} \frac{R_4(R_2 + R_5)}{R_2 + R_4 + R_5} = \frac{R_4}{R_2 + R_4 + R_5} U_q = 10V$$

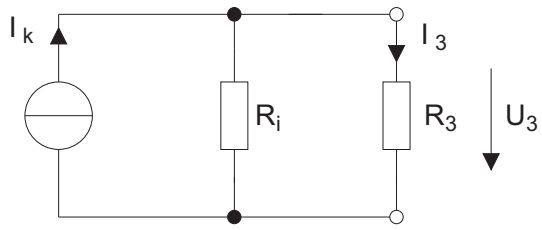
Ersatzspannungsquelle



$$I_3 = \frac{U_L}{R_i + R_3} = \frac{10V}{10k\Omega} = 1mA$$

$$U_3 = R_3 I_3 = 5k\Omega \cdot 1mA = 5V$$

Ersatzstromquelle



$$I_3 = I_k \frac{R_i}{R_i + R_3} = \frac{1}{2} I_k = 1 \text{ mA}$$

$$U_3 = R_3 I_3 = 5 \text{ k}\Omega \cdot 1 \text{ mA} = 5 \text{ V}$$