

Lösung der Übungsaufgabe ÜA_1_5.3.C:

14.09.2022

- Bestimmung des Innenwiderstandes und der Leerlaufspannung: (R_3 abtrennen !)

$$R_i = R_1 // R_2 + R_4 + R_5 = 2,5R$$

$$U_L - U_2 - U_B + U_5 = 0 \quad (\text{Maschensatz})$$

$$U_L = -U_5 + U_B + U_2$$

$$U_L = -I_C R_5 + U_B + U_A \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$U_L = \frac{U_A + 2U_B - 2I_C R}{2}$$

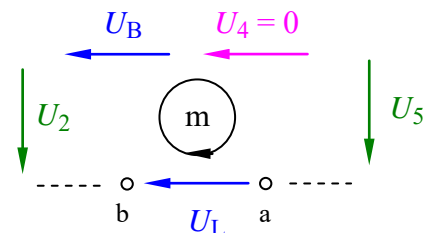


Bild ÜA_1_5.3.C_1: Anwendung des Maschensatzes

- Berechnung des Kurzschlussstromes über den HELMHOLTZschen Überlagerungssatz:

$$I_K(\leftarrow) = I_{KA} + I_{KB} - I_{KC}$$

$$I_K = \frac{U_A}{R_1 + R_2 // (R_4 + R_5)} \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_4 + R_5} + \frac{U_B}{R_4 + R_5 + R_1 // R_2} - I_C \cdot \frac{R_5}{R_5 + R_4 + R_1 // R_2}$$

$$I_K = \frac{U_A}{1,6R} \cdot \frac{1}{3} + \frac{U_B}{2,5R} - \frac{I_C R}{2,5R} = \frac{U_A + 2U_B - 2I_C R}{5R}$$

Probe: $I_K = \frac{U_L}{R_i} = \frac{U_A + 2U_B - 2I_C R}{5R}$ (stimmt !)

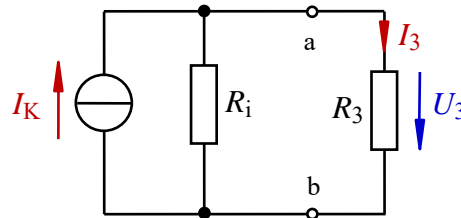
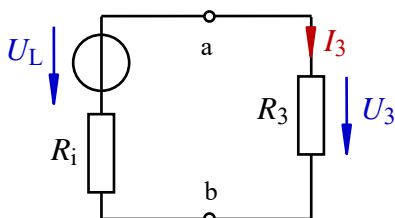


Bild ÜA_1_5.3.C_2: Spannungsquellen- und Stromquellen-Ersatzschaltung mit R_3 als Last

Zusatzaufgabe:

Berechnen Sie die Aufbauelemente der beiden Ersatzschaltungen mit folgenden Zahlenwerten:

Geg.: $U_A = 25 \text{ V}$, $U_B = 10 \text{ V}$, $I_C = 2,5 \text{ mA}$ und alle $R = 1 \text{ k}\Omega$ sowie $R_a = 7,5 \text{ k}\Omega$.

Bestimmen Sie die vom Lastwiderstand aufgenommene Leistung.

$$U_L = \frac{U_A + 2U_B - 2I_C R}{2} = \frac{25 + 20 - 5}{2} \text{ V} = 20 \text{ V}$$

$$I_K = \frac{U_L}{R_i} = \frac{20 \text{ V}}{2,5 \text{ k}\Omega} = 8 \text{ mA}$$

Wir können die Teilaufgabe zur Leistung über das Spannungsquellen-Ersatzschaltbild oder über das Stromquellen-Ersatzschaltbild lösen. Zur Übung verwenden wir beide Varianten.

• **Spannungsquellen-Ersatzschaltbild:** (siehe auch Bild ÜA_1_5.3.C_2 – links)

(vgl. Lehrbuch: Abschn. 5.3 – Bilder 5.7 und 5.8)

$$U_a = U_L \cdot \frac{R_a}{R_i + R_a} = 20 \text{ V} \cdot \frac{7,5 \text{ k}\Omega}{10 \text{ k}\Omega} = 15 \text{ V}$$

$$I_a = \frac{U_L}{R_i + R_a} = \frac{20 \text{ V}}{10 \text{ k}\Omega} = 2 \text{ mA} \quad \text{oder:} \quad I_a = \frac{U_a}{R_a} = \frac{15 \text{ V}}{7,5 \text{ k}\Omega} = 2 \text{ mA}$$

• **Stromquellen-Ersatzschaltbild:** (siehe auch Bild ÜA_1_5.3.C_2 – rechts)

(vgl. Lehrbuch: Abschn. 5.3 – Bilder 5.7 und 5.12)

$$U_a = I_K \cdot R_i // R_a = 8 \text{ mA} \cdot 1,875 \text{ k}\Omega = 15 \text{ V}$$

$$I_a = I_K \cdot \frac{R_i}{R_i + R_a} = 8 \text{ mA} \cdot \frac{2,5 \text{ k}\Omega}{10 \text{ k}\Omega} = 2 \text{ mA} \quad \text{oder:} \quad I_a = \frac{U_a}{R_a} = \frac{15 \text{ V}}{7,5 \text{ k}\Omega} = 2 \text{ mA}$$

• **Leistung des Lastwiderstandes:** (V-ZPS)

$$P_a = U_a \cdot I_a = 15 \text{ V} \cdot 2 \text{ mA} = 30 \text{ mW}$$

oder mit Gleich. (2.7): $P_a = I_a^2 \cdot R_a = 4 \cdot 7,5 \text{ mW} = 30 \text{ mW}$

$$P_a = \frac{U_a^2}{R_a} = \frac{225}{7,5} \text{ mW} = 30 \text{ mW}$$

Ende der zusätzlichen Lösung