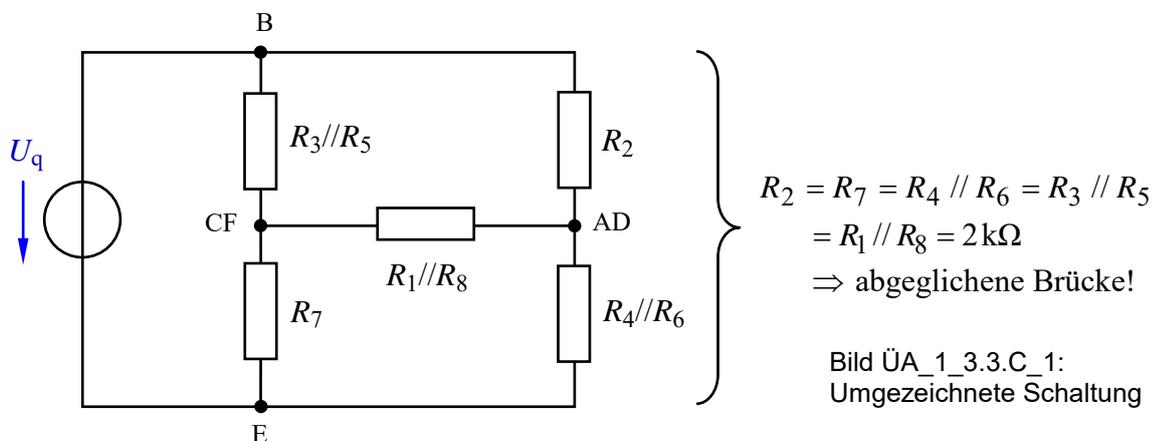


Lösung der Übungsaufgabe ÜA_1_3.3.C:

• Schaltung umzeichnen:

Durch Zusammenfassung der Parallelwiderstände $R_3 // R_5$ sowie $R_4 // R_6$ und $R_1 // R_8$ entsteht eine Ersatzschaltung, die in eine brückenähnliche Konfiguration umgezeichnet werden kann. Da alle Ersatzwiderstände gleich groß sind, fließt durch $R_1 // R_8$ kein Strom.



• Spannungsteilerregel (doppelter Teiler):

(Alle Spannungszählpfeile zeigen nach unten)

$$\frac{U_2}{U_7} = \frac{U_2}{U_q} \cdot \frac{U_q}{U_7} = \frac{R_2}{R_2 + R_4 // R_6} \cdot \frac{R_7 + R_3 // R_5}{R_7} = 1$$

• Stromteilerregel (doppelter Teiler):

(Alle Stromzählpfeile zeigen nach unten)

$$\frac{I_{35}}{I_{46}} = 1 ; \quad \frac{I_3}{I_{35}} = \frac{R_5}{R_3 + R_5} = \frac{1}{3} \Rightarrow I_{35} = 3I_3$$

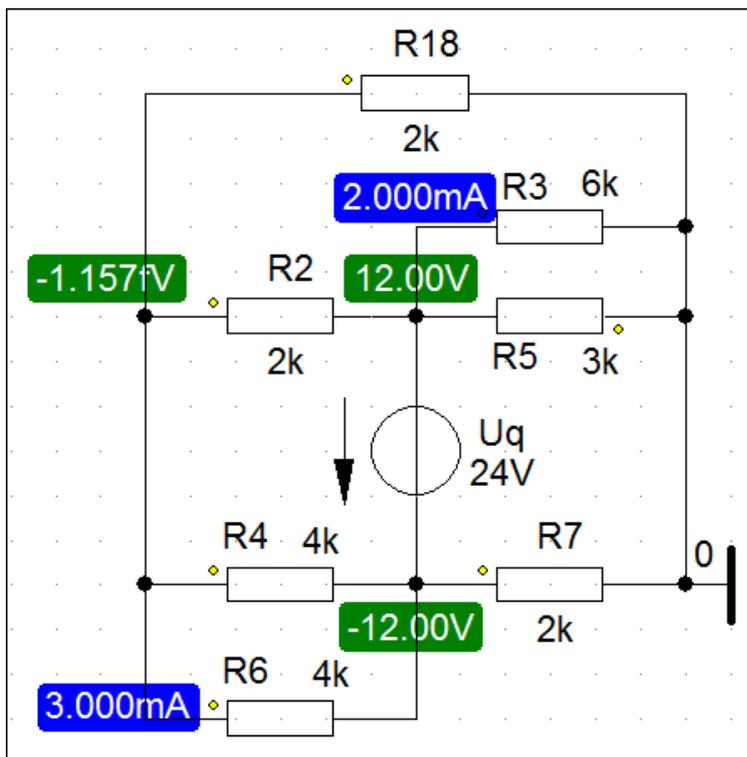
$$\frac{I_6}{I_{46}} = \frac{R_4}{R_4 + R_6} = \frac{1}{2} \Rightarrow I_{46} = 2I_6$$

$$I_{35} = I_{46} \Rightarrow 3I_3 = 2I_6 \Rightarrow \frac{I_3}{I_6} = \frac{2}{3}$$

• Gesamtleistung:

$$P_{\text{ges}} = \frac{U_q^2}{R_{\text{ges}}} = \frac{U_q^2}{(R_{35} + R_7) // (R_2 + R_{46})} = \frac{(24 \text{ V})^2}{4 \text{ k}\Omega // 4 \text{ k}\Omega} = \frac{(24 \text{ V})^2}{2 \text{ k}\Omega} = 288 \text{ mW}$$

- Probe der Zahlenwerte über eine PSPICE-Simulation (siehe auch [11] – Abschn. 1.2):



BE-Werte laut
Aufgabenstellung!

Zur Verbindung des Widerstandes R_4 mit dem Punkt E sowie des Widerstandes R_5 mit dem Punkt B wird je ein Bubble eingesetzt.

Arbeitspunkt-Analyse
(DC-Analyse)

Bild ÜA_1_3.3.C_2: Simulationsschaltung mit den Ergebnissen einer DC-Analyse

$$\frac{U_2(\leftarrow)}{U_7(\leftarrow)} = \frac{12 \text{ V}}{12 \text{ V}} = 1 \Rightarrow \text{Probe stimmt !}$$

$$\frac{I_3(\rightarrow)}{I_6(\rightarrow)} = \frac{2 \text{ mA}}{3 \text{ mA}} = \frac{2}{3} \Rightarrow \text{Probe stimmt !}$$

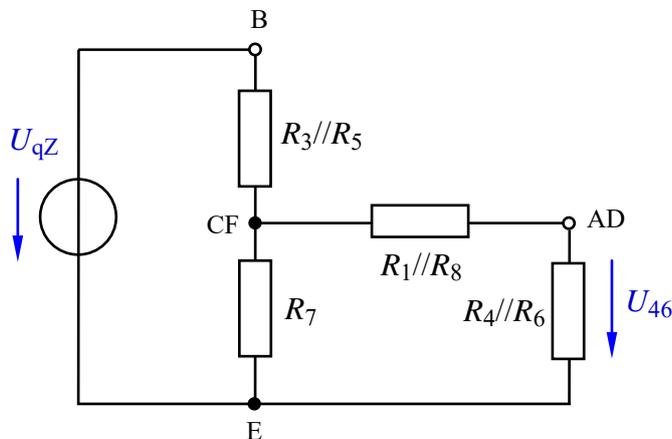
Output-File: TOTAL POWER DISSIPATION 2.88E-01 WATTS ($P_{\text{ges}} = 288 \text{ mW}$)

Hinweis: Aufgaben mit vergleichbaren Inhalten finden Sie im:
Übungsbuch [14] – Berechnungsbeispiele 3.1 bis 3.7 sowie 4.4 bis 4.6

Ende dieser Lösung

Zusatzaufgabe:

Der Widerstand R_2 in der Schaltung des Bildes ÜA_1_3.3.C_1 wird durch einen Leerlauf ($R_2 \rightarrow \infty$) ersetzt. Zur Vereinfachung der Zahlenwerte verändern wir den Wert der Quelle auf $U_{qZ} = 20$ V.



Für die Widerstände gilt:

$$R_{35} = R_{18} = R_{46} = R_7 = 2 \text{ k}\Omega$$

Bild ÜA_1_3.3.C_3: Schaltung zur Zusatzaufgabe ÜA_1_3.3.C

Berechnen Sie für die Schaltung im Bild ÜA_1_3.3.C_3:

- die Spannung U_{46}
- alle Zweigströme und
- stellen Sie die vollständige Leistungsbilanz (dargestellt im V-ZPS) auf.

Lösung:

$$\text{Zu a) } \frac{U_{46}}{U_{qZ}} = \frac{U_{46}}{U_7} \cdot \frac{U_7}{U_{qZ}} = \frac{R_{46}}{R_{18} + R_{46}} \cdot \frac{R_7 // (R_{18} + R_{46})}{R_{35} + R_7 // (R_{18} + R_{46})} = \frac{2}{4} \cdot \frac{\frac{8}{6}}{\frac{20}{6}} = \frac{4}{20} = \frac{1}{5}$$

$$U_{46} = \frac{1}{5} \cdot U_{qZ} = \frac{1}{5} \cdot 20 \text{ V} = 4 \text{ V}$$

$$\text{Zu b) } I_{35}(\downarrow) = I_{\text{ges}} = \frac{U_{qZ}}{R_{35} + R_7 // (R_{18} + R_{46})} = \frac{20 \text{ V}}{\frac{20}{6} \text{ k}\Omega} = 6 \text{ mA}$$

$$\bullet \text{ Stromteiler: } \frac{I_7(\downarrow)}{I_{35}(\downarrow)} = \frac{R_{18} + R_{46}}{R_7 + R_{18} + R_{46}} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3} \Rightarrow I_7 = \frac{2}{3} \cdot I_{35} = 4 \text{ mA}$$

$$\bullet \text{ Knotenpunktsatz: } I_{35} = I_7 + I_{1846} \Rightarrow I_{1846} = I_{35} - I_7 = 6 \text{ mA} - 4 \text{ mA} = 2 \text{ mA}$$

$$\text{Zu c) } P_{qZ}(\text{V-ZPS}) = U_{qZ} \cdot I_{35} = 20 \text{ V} \cdot (-6 \text{ mA}) = -120 \text{ mW}$$

$$P_{35} = I_{35}^2 \cdot R_{35} = 6^2 \cdot 2 \text{ mW} = 72 \text{ mW}$$

$$P_{18} = P_{46} = I_{18}^2 \cdot R_{18} = I_{46}^2 \cdot R_{46} = 2^2 \cdot 2 \text{ mW} = 8 \text{ mW}$$

$$P_7 = I_7^2 \cdot R_7 = 4^2 \cdot 2 \text{ mW} = 32 \text{ mW}$$

• **Leistungsbilanz** (dargestellt im V-ZPS):

$$\Sigma P = P_q + P_{35} + P_{18} + P_{46} + P_7 = -120 \text{ mW} + 72 \text{ mW} + 8 \text{ mW} + 8 \text{ mW} + 32 \text{ mW} = 0$$

Die Proben zur Zusatzaufgabe führen wir mit PSPICE durch:

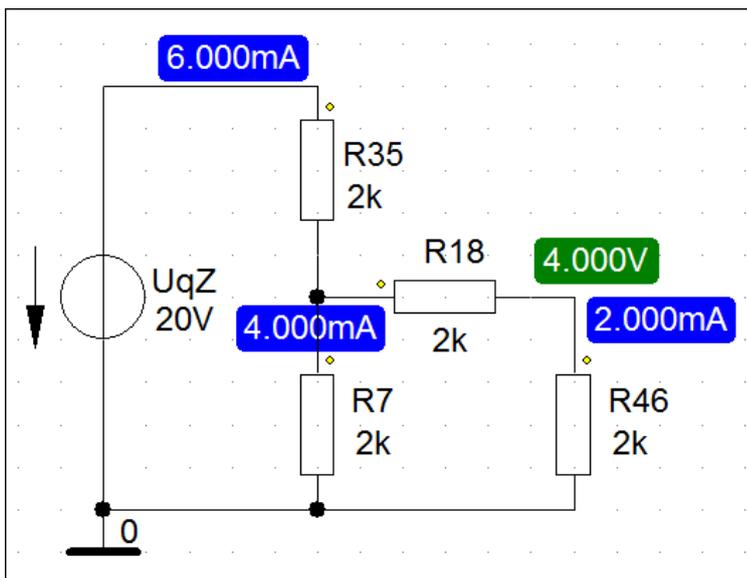


Bild ÜA_1_3.3.C_4: Simulationsschaltung zur Zusatzaufgabe mit den Ergebnissen einer DC-Analyse

$$I_{35} (\downarrow) = 6 \text{ mA} \quad I_{1846} (\downarrow) = 2 \text{ mA} \quad I_7 (\downarrow) = 4 \text{ mA} \quad U_{46} (\downarrow) = 4 \text{ V}$$

Die Leistung der Quelle wird in der Output-Liste (Analysis → Examine Output) angegeben:

VOLTAGE SOURCE CURRENTS

NAME CURRENT

V_UqZ -6.000E-03

TOTAL POWER DISSIPATION 1.20E-01 WATTS

Diese Angaben sind wie folgt zu interpretieren:

Der Strom der Spannungsquelle (V_Uq) fließt gegen den Quellen-Zählpfeil (-) mit $I_q = 6 \text{ mA}$.

Die Quelle gibt eine Gesamtleistung von $P_q = 120 \text{ mW}$ an die Schaltung ab.

Hinweis: Aufgaben mit vergleichbaren Inhalten finden Sie im:

Übungsbuch [14] – Berechnungsbeispiele 3.1 bis 3.7 sowie 4.4 bis 4.6

Ende der zusätzlichen Lösung