

**Lösung der Übungsaufgabe ÜA\_1\_5.2.B:**

• **Lösungsansatz über HELMHOLTZ:**

$$I_B(\leftarrow) = -I_{BA} - I_{BB} + I_{BC} + I_{BD} \qquad I_B(\leftarrow), \text{ weil die Quelle geladen werden soll!}$$

$$= -\frac{U_A}{R_3 + R_4 + R_5} - \frac{U_B}{R_3 + R_4 + R_5} + I_C \cdot \frac{R_5}{R_3 + R_4 + R_5} + I_D \cdot \frac{R_3 + R_5}{R_3 + R_4 + R_5} = \frac{-U_A - U_B + I_C R + I_D 2R}{3R}$$

• **Umstellen nach  $I_D$ :**

$$I_B 3R = -U_A - U_B + I_C R + I_D 2R$$

$$I_D = \frac{U_A + U_B + I_B 3R - I_C R}{2R} = +200 \text{ mA}$$

• **Bestimmung der Leistung der Stromquelle D:**

$$P_D = U_D \cdot I_D$$

Der Zählpfeil von  $U_D$  wird nach Vorbild des Quellen-Zählpfeilsystems (also gegen die Richtung von  $I_D$ ) gewählt (siehe Bild rechts). Sollte sich nun ein negativer Wert für  $U_D$  ergeben, würde die Quelle als Verbraucher wirken und Leistung aufnehmen.

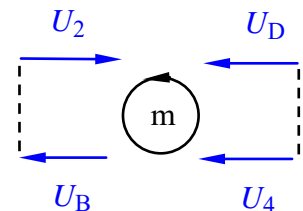


Bild ÜA\_1\_5.2.B\_1: Anwendung des Maschensatzes

Nach dem Maschensatz (oberer Umlauf m) gilt:

$$U_D - U_2 - U_B - U_4 = 0 \quad \text{bzw.:} \quad U_D = U_2 + U_B + U_4$$

$$U_D = I_D \cdot R_2 + U_B + I_B \cdot R_4 = +34 \text{ V}$$

Die Stromquelle D arbeitet als Quelle, da bei einem Zählpfeil der Spannung  $U_D$  ( $\leftarrow$ ), der gegen den Zählpfeil des Quellenstromes  $I_D$  ( $\rightarrow$ ) gerichtet ist, beide Quellengrößen einen positiver Wert besitzen. Die Quelle D gibt somit Leistung an den angeschlossenen Stromkreis ab.

Bei einer Darstellung im Quellen-Zählpfeilsystem (Q-ZPS) gilt:

$$P_D = (+34 \text{ V}) \cdot (+200 \text{ mA}) = +6,8 \text{ W}$$

Bei einer Darstellung im Verbraucher-Zählpfeilsystem (V-ZPS) würde gelten:

$$P_D = (-34 \text{ V}) \cdot (+200 \text{ mA}) = -6,8 \text{ W}$$

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

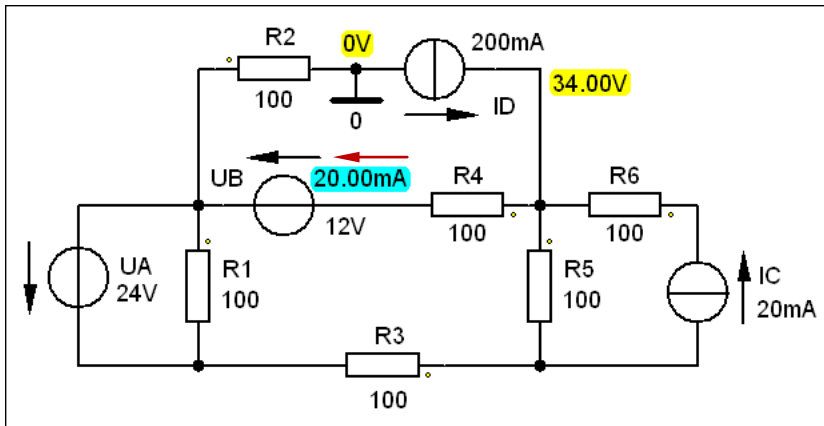


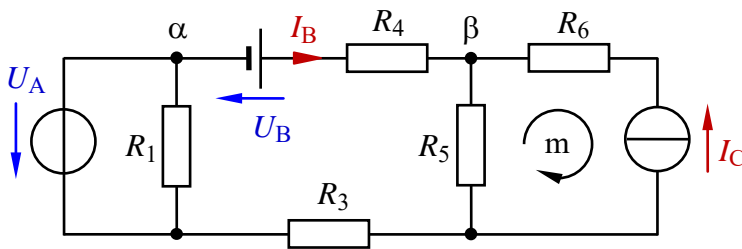
Bild ÜA\_1\_5.2.B\_2: Simulationsschaltung mit den Ergebnissen einer DC-Analyse

Der Strom  $I_B$  fließt mit 20 mA in Richtung des Zählpfeils von  $U_B$ . Die Quelle B nimmt somit Leistung auf. Die Spannung über der Stromquelle D beträgt 34 V. Der Zählpfeil dieser Spannung zeigt gegen den Stromzählpfeil. Die Quelle D gibt demzufolge Leistung an den Stromkreis ab.

Ende dieser Lösung

**Zusatzaufgabe:**

Wie ändert sich der Strom der Quelle B, wenn die Stromquelle D abgeschaltet wird (Leerlauf oberhalb von  $U_B$  und  $R_4$ )? Welche Leistungen ergeben sich dann für die Quellen A, B und C?



Geg.:  
 $U_A = 24 \text{ V}$ ,  $U_B = 12 \text{ V}$   
 $I_C = 20 \text{ mA}$   
 alle  $R = 100 \Omega$

Bild ÜA\_1\_5.2.B\_3: Schaltung zur Zusatzaufgabe

• **Lösung über HELMHOLTZ:**

$$I_B = I_{BA} + I_{BB} - I_{BC}$$

Der Strom  $I_B$  wurde jetzt nach Vorbild des Q-ZPS festgelegt.

$$= \frac{U_A}{R_3 + R_4 + R_5} + \frac{U_B}{R_3 + R_4 + R_5} - I_C \cdot \frac{R_5}{R_3 + R_4 + R_5} = \frac{U_A + U_B - I_C R}{3R}$$

$$I_B = \frac{24 + 12 - 2}{300} \text{ mA} = +113,3 \text{ mA}$$

Die Quelle B gibt jetzt Leistung ab.

Alle Quellengrößen werden jetzt nach Vorbild des Q-ZPS dargestellt.

• **Berechnung der Leistungen der drei Quellen:**

$$\text{Knoten } \alpha: I_1(\downarrow) = \frac{U_A}{R_1} = 240 \text{ mA} \quad \Rightarrow \quad I_A(\uparrow) = I_1 + I_B = 240 \text{ mA} + 113,3 \text{ mA} = 353,3 \text{ mA}$$

$$\text{Knoten } \beta: I_5(\downarrow) = I_B + I_C = 113,3 \text{ mA} + 20 \text{ mA} = 133,3 \text{ mA} \quad \Rightarrow \quad U_5(\downarrow) = 13,3 \text{ V}$$

$$\text{Masche m: } U_C(\downarrow) - U_3(\downarrow) - I_C \cdot R_6 = 0$$

$$U_C = U_5 + I_C \cdot R_6 = 13,3 \text{ V} + 2 \text{ V} = 15,3 \text{ V}$$

$$P_A = U_A \cdot I_A = 24 \text{ V} \cdot (+353,3 \text{ mA}) = 8,48 \text{ W}$$

Die Quelle A gibt Leistung ab.

$$P_B = U_B \cdot I_B = 12 \text{ V} \cdot (+113,3 \text{ mA}) = 1,36 \text{ W}$$

Die Quelle B gibt Leistung ab.

$$P_C = U_C \cdot I_C = (+15,3 \text{ V}) \cdot 20 \text{ mA} \approx 0,307 \text{ W}$$

Die Quelle C gibt Leistung ab.

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

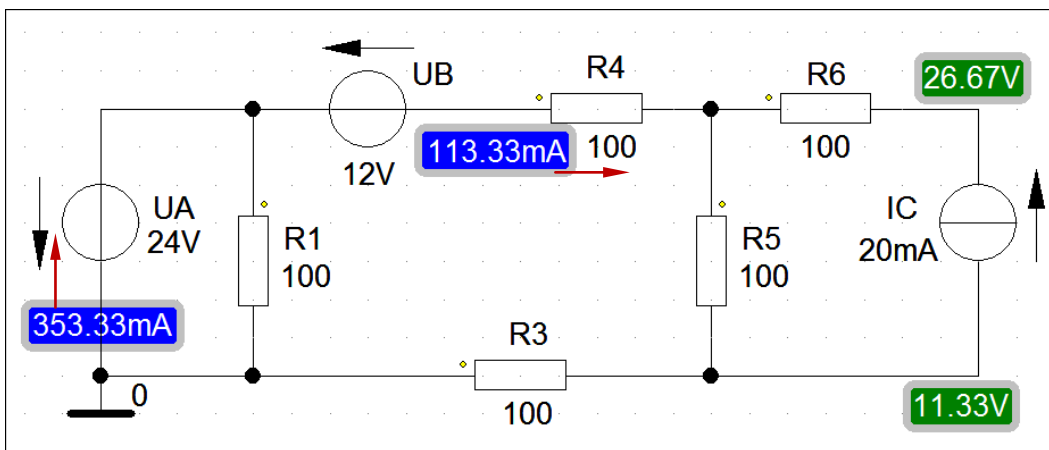


Bild ÜA\_1\_5.2.B\_4: Simulationsschaltung zur Zusatzaufgabe mit den Ergebnissen einer DC-Analyse

$$I_A(\uparrow) = 353,33 \text{ mA} \quad I_B(\rightarrow) = 113,33 \text{ mA} \quad U_C(\downarrow) = 26,67 \text{ V} - 11,33 \text{ V} = 15,33 \text{ V}$$

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

VOLTAGE SOURCE CURRENTS

V-UA -3.533E-01 und: V-UB -1.133E-01 (Werte für  $I_A$  und  $I_B$ )

TOTAL POWER DISSIPATION 9.84E+00 WATTS (Wert für  $P_A + P_B$ )

Diese Leistung ( $P_A + P_B$ ) wird in PSPICE immer im Q-ZPS dargestellt. Eine Angabe zur Leistung der Stromquelle fehlt leider.

*Hinweis:* Aufgaben mit vergleichbaren Inhalten finden Sie im:

Übungsbuch [14] – Berechnungsbeispiele 5.5 bis 5.7

Ende der zusätzlichen Lösung