

$$Q_L = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{(19\,399 \text{ VA})^2 - (16\,683 \text{ W})^2} = \underline{\underline{9899 \text{ Var}}}$$

4.18 Lösung

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos(\varphi) = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 93 \text{ A} \cdot 0.87 = \underline{\underline{56\,056 \text{ W}}}$$

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 93 \text{ A} = \underline{\underline{64\,432 \text{ VA}}}$$

$$Q_L = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{(64\,432 \text{ VA})^2 - (56\,056 \text{ W})^2} = \underline{\underline{31\,769 \text{ Var}}}$$

4.19 Lösung

$$\text{a) } P = S \cdot \cos(\varphi) = 400 \text{ kVA} \cdot 0.9 = \underline{\underline{360 \text{ kW}}}$$

$$\text{b) } Q_L = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{(400 \text{ kVA})^2 - (360 \text{ kW})^2} = \underline{\underline{174.4 \text{ kVar}}}$$

$$\text{c) } I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos(\varphi)} = \frac{360 \text{ kW}}{\sqrt{3} \cdot 20 \text{ kV} \cdot 0.9} = \underline{\underline{11.5 \text{ A}}}$$

4.20 Lösung

$$\text{a) } U_{\text{Str}} = \frac{U}{\sqrt{3}} = \frac{400 \text{ V}}{\sqrt{3}} = \underline{\underline{230.9 \text{ V}}} \quad P_{\text{Str}} = \frac{(U_{\text{Str}})^2}{R} = \frac{(230.9 \text{ V})^2}{20 \Omega} = \underline{\underline{2666.6 \text{ W}}}$$

$$P = 3 \cdot P_{\text{Str}} = 3 \cdot 2666.6 \text{ W} = \underline{\underline{8000 \text{ W} = 8 \text{ kW}}}$$

$$\text{b) } U_{\text{Str}} = U = \underline{\underline{400 \text{ V}}} \quad P_{\text{Str}} = \frac{(U_{\text{Str}})^2}{R} = \frac{(400 \text{ V})^2}{20 \Omega} = \underline{\underline{8000 \text{ W}}}$$

$$P = 3 \cdot P_{\text{Str}} = 3 \cdot 8000 \text{ W} = \underline{\underline{24\,000 \text{ W} = 24 \text{ kW}}}$$

Merke: Ein Verbraucher nimmt in Dreieckschaltung $3 \times$ mehr Leistung auf als in Stern!

4.21 Lösung

$$\square U_{\text{Str}} = U \quad \square U_{\text{Str}} = \frac{U}{3} \quad \boxtimes U_{\text{Str}} = \frac{U}{\sqrt{3}} \quad \square U_{\text{Str}} = \sqrt{3} \cdot U$$

4.22 Lösung

Die zweite Aussage ist korrekt:

das Verhältnis von Aussenleiterspannung zu Strangspannung.

4.23 Lösung

$$\boxtimes I_{\text{Str}} = I \quad \square I_{\text{Str}} = \frac{I}{3} \quad \square I_{\text{Str}} = \frac{I}{\sqrt{3}} \quad \square I_{\text{Str}} = \sqrt{3} \cdot I$$

4.24 Lösung

- a) Wirkleistung P und Scheinleistung S sind vertauscht angeschrieben.
 b) Scheinleistung S hat die falsche Einheit; W statt VA.
 c) Der Wert der Scheinleistung S ist falsch; 15 kVA statt 5 kVA.

4.25 Lösung

$$\square P = U \cdot I \cdot \cos(\varphi) \quad \square P = \frac{U \cdot I_{\text{Str}} \cdot \cos(\varphi)}{3} \quad \boxtimes P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos(\varphi)$$

4.26 Lösung

Stern- und Dreieckschaltung

4.27 Lösung

$$\square I_{\text{Str}} = I \quad \square I_{\text{Str}} = \frac{I}{3} \quad \boxtimes I_{\text{Str}} = \frac{I}{\sqrt{3}} \quad \square I_{\text{Str}} = \sqrt{3} \cdot I$$

4.28 Lösung

$$\square S = U \cdot I \quad \square S = \sqrt{3} \cdot U \cdot Z \quad \boxtimes S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \quad \square S = \sqrt{P + Q_L}$$

4.29 Lösung

$U \hat{=}$ Aussenleiterspannung, verkettete Spannung (Spannung zwischen zwei Aussenleitern)
 $I \hat{=}$ Aussenleiterstrom, Polleiterstrom (Strom im Aussenleiter bzw. in der Zuleitung)

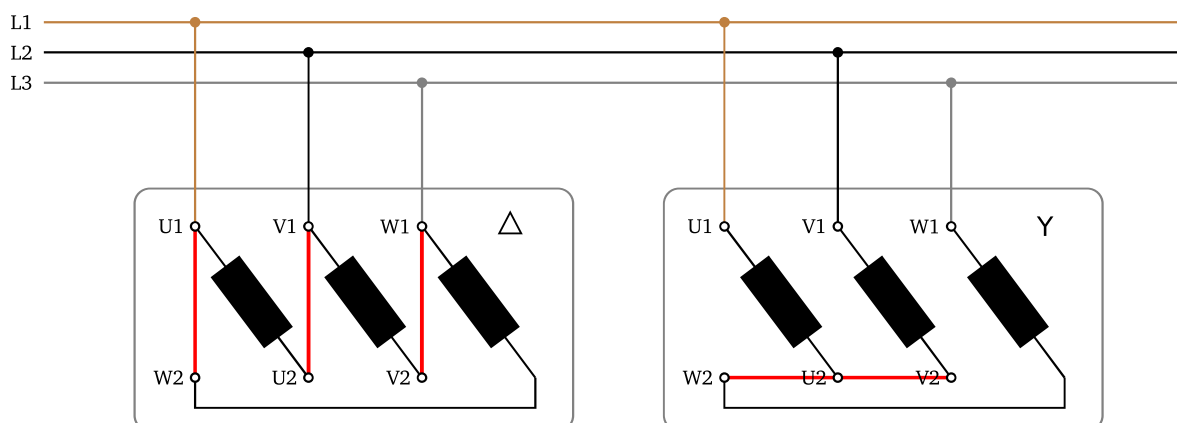
4.30 Lösung

$$\boxtimes U_{\text{Str}} = U \quad \square U_{\text{Str}} = \frac{U}{3} \quad \square U_{\text{Str}} = \frac{U}{\sqrt{3}} \quad \square U_{\text{Str}} = \sqrt{3} \cdot U$$

4.31 Lösung

- sinkt auf das $\sqrt{3}$ -fache steigt auf das $\sqrt{3}$ -fache
 steigt auf das Doppelte steigt auf das Dreifache

4.32 Lösung



4.33 Lösung

- a) Im $3 \times 400\text{V}$ -Netz muss der Motor in Stern geschaltet werden.
- b) Im $3 \times 230\text{V}$ -Netz muss der Motor in Dreieck geschaltet werden.

Ein Strang dieses Motors darf höchstens eine Spannung von 230V erhalten. Die kleinere Spannungsangabe bei Dreieck bezieht sich immer auf die Strangspannung.

4.34 Lösung

$\Delta 400\text{V}$ oder $690\text{V}/400\text{V}$ oder $Y 690\text{V}$ oder $Y/\Delta 690\text{V}/400\text{V}$

Die Strangspannung des Motors muss für 400V ausgelegt sein.

5 Unsymmetrische Belastung

5.1 Lösung

$$P = P_{\text{Str1}} + P_{\text{Str2}} + P_{\text{Str3}} = 1.2 \text{ kW} + 1.87 \text{ kW} + 0.95 \text{ kW} = \underline{\underline{4.02 \text{ kW}}}$$

5.2 Lösung

$$P_{\text{Str1}} = \frac{(U_{\text{Str1}})^2}{R_1} = \frac{(400 \text{ V})^2}{20 \Omega} = \underline{\underline{8000 \text{ W}}} \quad P_{\text{Str2}} = \frac{(U_{\text{Str2}})^2}{R_2} = \frac{(400 \text{ V})^2}{25 \Omega} = \underline{\underline{6400 \text{ W}}}$$

$$P_{\text{Str3}} = \frac{(U_{\text{Str3}})^2}{R_3} = \frac{(400 \text{ V})^2}{40 \Omega} = \underline{\underline{4000 \text{ W}}}$$

$$P = P_{\text{Str1}} + P_{\text{Str2}} + P_{\text{Str3}} = 8000 \text{ W} + 6400 \text{ W} + 4000 \text{ W} = \underline{\underline{18400 \text{ W} = 18.4 \text{ kW}}}$$

5.3 Lösung

$$P_{\text{Str1}} = \frac{(U_{\text{Str1}})^2}{R_1} = \frac{(230 \text{ V})^2}{70 \Omega} = \underline{\underline{755.7 \text{ W}}} \quad P_{\text{Str2}} = \frac{(U_{\text{Str2}})^2}{R_2} = \frac{(230 \text{ V})^2}{80 \Omega} = \underline{\underline{661.3 \text{ W}}}$$

$$P_{\text{Str3}} = \frac{(U_{\text{Str3}})^2}{R_3} = \frac{(230 \text{ V})^2}{90 \Omega} = \underline{\underline{587.8 \text{ W}}}$$

$$P = P_{\text{Str1}} + P_{\text{Str2}} + P_{\text{Str3}} = 755.7 \text{ W} + 661.3 \text{ W} + 587.8 \text{ W} = \underline{\underline{2004.8 \text{ W}}}$$

5.4 Lösung

$$\text{a) } P = 3 \cdot P_{\text{Str}} = 3 \cdot \frac{(U_{\text{Str}})^2}{R} = 3 \cdot \frac{(400 \text{ V})^2}{40 \Omega} = \underline{\underline{12000 \text{ W}}}$$

$$\text{b) } P_{\text{Str1}} = P_{\text{Str2}} = \frac{(U_{\text{Str1}})^2}{R_1} = \frac{(400 \text{ V})^2}{40 \Omega} = \underline{\underline{4000 \text{ W}}}$$

$$P_{\text{Str3}} = \frac{(U_{\text{Str3}})^2}{R_3} = \frac{(400 \text{ V})^2}{30 \Omega} = \underline{\underline{5333 \text{ W}}}$$

$$P = P_{\text{Str1}} + P_{\text{Str2}} + P_{\text{Str3}} = 4000 \text{ W} + 4000 \text{ W} + 5333 \text{ W} = \underline{\underline{13333 \text{ W} = 13.3 \text{ kW}}}$$

5.5 Lösung

$$P_{\text{Str}} = \frac{P}{2} = \frac{12000 \text{ W}}{2} = \underline{\underline{6000 \text{ W}}}$$

$$R_1 = R_2 = \frac{U^2}{P_{\text{Str}}} = \frac{(500 \text{ V})^2}{6000 \text{ W}} = \underline{\underline{41.67 \Omega}}$$

5.6 Lösung

$$\text{a) } P_{\text{N}} = 3 \cdot P_{\text{Str}} = 3 \cdot \frac{(U_{\text{Str}})^2}{R} = 3 \cdot \frac{(230 \text{ V})^2}{5 \Omega} = \underline{\underline{31740 \text{ W} = 31.74 \text{ kW}}}$$

$$\text{b) } P_{\text{D}} = 0.5 \cdot P_{\text{N}} = 0.5 \cdot 31740 \text{ W} = \underline{\underline{15870 \text{ W} = 15.87 \text{ kW}}} \quad (\hat{=} \frac{1}{2} \text{ der Normalleistung})$$

5.7 Lösung

$$P_{\text{Str}2} = \frac{U^2}{R_2} = \frac{(400 \text{ V})^2}{60 \Omega} = \underline{2666.6 \text{ W}}$$

$$P_{\text{Str}23} = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2}{R_1 + R_3} = \frac{(400 \text{ V})^2}{30 \Omega + 50 \Omega} = \underline{2000 \text{ W}}$$

$$P = P_{\text{Str}2} + P_{\text{Str}23} = 2666.6 \text{ W} + 2000 \text{ W} = \underline{4666.6 \text{ W}}$$

5.8 Lösung

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2}{R_1 + R_2} = \frac{(400 \text{ V})^2}{40 \Omega + 60 \Omega} = \underline{1600 \text{ W} = 1.6 \text{ kW}}$$

5.9 Lösung

$$\text{a) } U_{\text{Str}} = \frac{U}{\sqrt{3}} = \frac{480 \text{ V}}{\sqrt{3}} = \underline{277.1 \text{ V}}$$

$$P_{\text{N}} = 3 \cdot P_{\text{Str}} = 3 \cdot \frac{(U_{\text{Str}})^2}{R} = 3 \cdot \frac{(277.1 \text{ V})^2}{9 \Omega} = \underline{25\,600 \text{ W} \approx 25.6 \text{ kW}}$$

$$\text{b) } P_{\text{D}} = 0.5 \cdot P_{\text{N}} = 0.5 \cdot 25\,600 \text{ W} = \underline{12\,800 \text{ W} = 12.8 \text{ kW}} \quad (\hat{=} \frac{1}{2} \text{ der Normalleistung})$$

$$\text{c) } P_{\text{D}} = 0.6\bar{6} \cdot P_{\text{N}} = 0.6\bar{6} \cdot 25\,600 \text{ W} = \underline{17\,066 \text{ W} \approx 17.1 \text{ kW}} \quad (\hat{=} \frac{2}{3} \text{ der Normalleistung})$$

5.10 Lösung

$$P_{\text{Str}1} = \frac{(U_{\text{Str}1})^2}{R_1} = \frac{(230 \text{ V})^2}{50 \Omega} = \underline{1058 \text{ W}}$$

$$P_{\text{Str}2} = U_{\text{Str}2} \cdot I_2 = 230 \text{ V} \cdot 12 \text{ A} = \underline{2760 \text{ W}} \quad P_{\text{Str}3} = P_3 = \underline{5600 \text{ W}}$$

$$P = P_{\text{Str}1} + P_{\text{Str}2} + P_{\text{Str}3} = 1058 \text{ W} + 2760 \text{ W} + 5600 \text{ W} = \underline{9418 \text{ W} \approx 9.42 \text{ kW}}$$

5.11 Lösung

$$\text{a) } I_{\text{Str}} = \frac{U_{\text{Str}}}{R} = \frac{400 \text{ V}}{15 \Omega} = \underline{26.67 \text{ A}} \quad I = \sqrt{3} \cdot I_{\text{Str}} = \sqrt{3} \cdot 26.67 \text{ A} = \underline{46.2 \text{ A}}$$

$$P_{\text{N}} = 3 \cdot P_{\text{Str}} = 3 \cdot \frac{(U_{\text{Str}})^2}{R} = 3 \cdot \frac{(400 \text{ V})^2}{15 \Omega} = \underline{32\,000 \text{ W} = 32 \text{ kW}}$$

$$\text{b) } P_{\text{D}} = 0.5 \cdot P_{\text{N}} = 0.5 \cdot 32\,000 \text{ W} = \underline{16\,000 \text{ W} = 16 \text{ kW}} \quad (\hat{=} \frac{1}{2} \text{ der Normalleistung})$$

5.12 Lösung

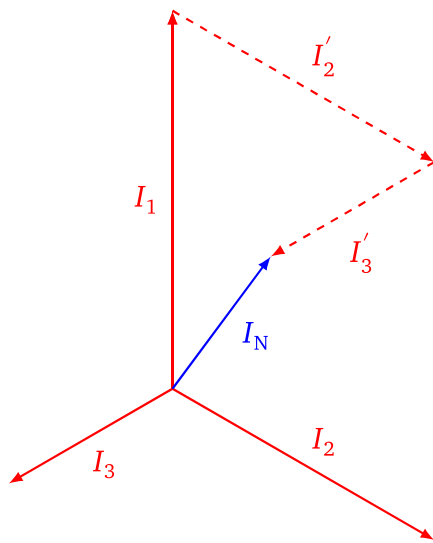
$$P_{\text{Str}2} = \frac{(U_{\text{Str}2})^2}{R_2} = \frac{(500 \text{ V})^2}{10 \Omega} = \underline{25\,000 \text{ W} = 25 \text{ kW}} \quad P_{\text{Str}3} = P_3 = \underline{36 \text{ kW}}$$

$$P_{\text{Str}1} = P - P_{\text{Str}2} - P_{\text{Str}3} = 100 \text{ kW} - 25 \text{ kW} - 36 \text{ kW} = \underline{39 \text{ kW}}$$

$$I_1 = \frac{P_{\text{Str}1}}{U_{\text{Str}1}} = \frac{39\,000 \text{ W}}{500 \text{ V}} = \underline{78 \text{ A}}$$

$$R_1 = \frac{U_{\text{Str1}}}{I_1} = \frac{500\text{V}}{78\text{A}} = \underline{\underline{6.41\Omega}}$$

5.13 Lösung

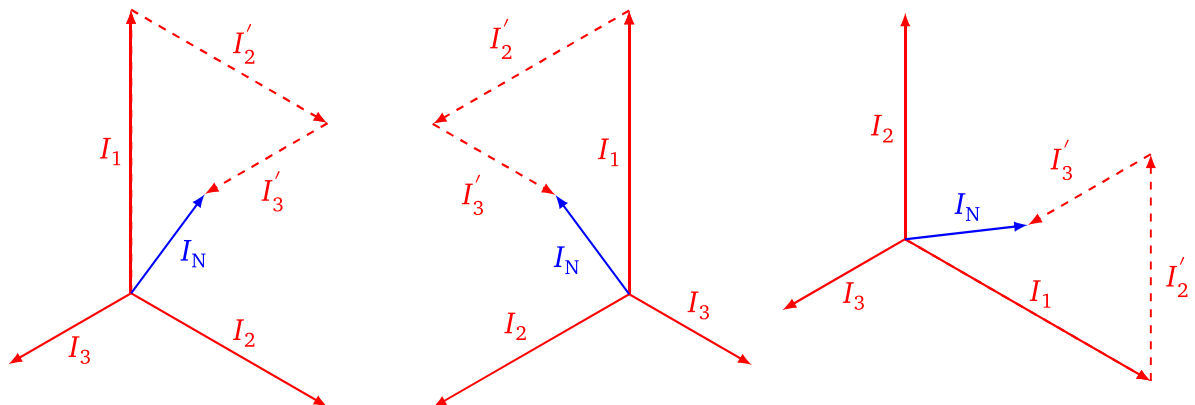


MST: $1\text{ cm} \hat{=} 2\text{ A}$

$$I_N = 2.18\text{ cm} \cdot 2 \frac{\text{A}}{\text{cm}} = \underline{\underline{4.36\text{ A}}}$$

Hinweis zur Bestimmung des Neutralleiterstromes:

In welchem Umlaufsinn (Uhrzeiger- oder Gegenuhrzeigersinn) die drei Aussenleiterströme mit Zwischenwinkel 120° angeordnet werden, spielt für die Bestimmung des Neutralleiterstromes keine Rolle. Es entsteht in jedem Fall dasselbe Ergebnis (vgl. Darstellung unten).



Schlussfolgerung:

Unabhängig vom Umlaufsinn ist der Pfeil des Neutralleiterstromes immer gleich lang!

5.14 Lösung