



**Lösung der Übungsaufgabe ÜA\_3\_18.4.C:**

• **Verbraucher-Strangströme:**

$$\underline{I}_{12} = \frac{\underline{U}_{12}}{R_6 + jX_5} = \frac{400 \text{ V} \cdot e^{j30^\circ}}{100 \Omega + j200 \Omega} = \frac{400 \cdot e^{j30^\circ}}{223,6 \cdot e^{j63^\circ}} \text{ A} = 1,789 \text{ A} \cdot e^{-j33^\circ} = (1,5 - j0,974) \text{ A}$$

$$\underline{I}_{23} = \frac{\underline{U}_{23}}{R_7 + jX_8} = \frac{400 \text{ V} \cdot e^{-j90^\circ}}{100 \Omega + j100 \Omega} = \frac{400 \cdot e^{-j90^\circ}}{141,4 \cdot e^{j45^\circ}} \text{ A} = 2,829 \text{ A} \cdot e^{-j135^\circ} = (-2 - j2) \text{ A}$$

$$\underline{I}_{31} = \frac{\underline{U}_{31}}{R_{13} + jX_{24}} = \frac{400 \text{ V} \cdot e^{j150^\circ}}{200 \Omega - j250 \Omega} = \frac{400 \cdot e^{j150^\circ}}{320,2 \cdot e^{-j51^\circ}} \text{ A} = 1,249 \text{ A} \cdot e^{j201^\circ} = (-1,166 - j0,448) \text{ A}$$

Beachte:  $j X_{24} = -j (|X_2| + |X_4|)$

• **ARON-Schaltung (Bezugsphase L2):**

$$\underline{I}_1 = \underline{I}_{12} - \underline{I}_{31} = [1,5 - j0,974 - (-1,166 - j0,448)] \text{ A} = [2,666 - j0,526] \text{ A} = 2,717 \text{ A} \cdot e^{-j11,2^\circ}$$

$$\underline{I}_3 = \underline{I}_{31} - \underline{I}_{23} = [-1,166 - j0,448 - (-2 - j2)] \text{ A} = [0,834 + j1,552] \text{ A} = 1,762 \text{ A} \cdot e^{j61,7^\circ}$$

$$P_A = |\underline{U}_{12}| \cdot |\underline{I}_1| \cdot \cos \angle(\underline{U}_{12}; \underline{I}_1) = 400 \text{ V} \cdot 2,717 \text{ A} \cdot \cos(30^\circ + 11^\circ) = 1086 \text{ W} \cdot \cos 41^\circ = 820,2 \text{ W}$$

$$P_B = |\underline{U}_{23}| \cdot |\underline{I}_3| \cdot \cos \angle(\underline{U}_{23}; \underline{I}_3) = 400 \text{ V} \cdot 1,762 \text{ A} \cdot \cos(90^\circ - 62^\circ) = 705 \text{ W} \cdot \cos 28^\circ = 622,3 \text{ W}$$

$$\Rightarrow \Sigma P = P_A + P_B = 1442,5 \text{ W}$$

Probe über die komplexen Leistungen der drei Verbraucherstränge zur Überprüfung der Ergebnisse der ARON-Schaltung:

$$\underline{S}_{12} = \underline{U}_{12} \cdot \underline{I}_{12}^* = 400 \text{ V} \cdot e^{j30^\circ} \cdot 1,789 \text{ A} \cdot e^{j33^\circ} = 715,6 \text{ V} \cdot \text{A} \cdot e^{j63^\circ} = 324,9 \text{ W} + j637,6 \text{ var}$$

$$\underline{S}_{23} = \underline{U}_{23} \cdot \underline{I}_{23}^* = 400 \text{ V} \cdot e^{-j90^\circ} \cdot 2,829 \text{ A} \cdot e^{j135^\circ} = 1131,6 \text{ V} \cdot \text{A} \cdot e^{j45^\circ} = 800 \text{ W} + j800 \text{ var}$$

$$\underline{S}_{31} = \underline{U}_{31} \cdot \underline{I}_{31}^* = 400 \text{ V} \cdot e^{j150^\circ} \cdot 1,249 \text{ A} \cdot e^{-j201^\circ} = 499,6 \text{ V} \cdot \text{A} \cdot e^{-j51^\circ} = 314,4 \text{ W} - j388,3 \text{ var}$$

$$\Rightarrow \Sigma P = 1439,3 \text{ W (stimmt !)}$$

## Fortsetzung der Berechnung von ÜA\_3\_18.4.C als Zusatzaufgabe

Berechnen Sie alle eventuell noch fehlenden Ströme sowie die Leistungen aller eventuell noch nicht ermittelten Leistungen (ARON-Schaltung mit allen drei Bezugsphasen, komplexe Leistungen der drei Verbraucherstränge, komplexe Leistungen der drei Generatorstränge mit allen denkbaren Proben).

Die nachfolgende Tabelle gibt Ihnen die Zahlenwerte der Lösungen mit PC-Genauigkeit an. Alle angegebenen Zwischenwerte sind entsprechend gerundet.

## Eingabe der komplexen Lastwiderstände:

$$\underline{Z}_{12} = 100 \Omega + j 200 \Omega; \quad \underline{Z}_{23} = 100 \Omega + j 100 \Omega; \quad \underline{Z}_{31} = 200 \Omega - j 250 \Omega$$

Tabelle ÜA\_3\_18.4.C\_1: Lösungsübersicht zur ÜA\_3\_18.4.C

$1,493 - j 0,986$	$- 2 - j 2$	$- 1,164 - j 0,455$	$\underline{I}_S$ (KF) in A
1,789	2,828	1,249	$\underline{I}_S$ (Beträge) in A
$- 33,4^\circ$	$- 135^\circ$	$- 158,7^\circ$	$\underline{I}_S$ (Winkel)
$2,657 - j 0,531$	$-3,493 - j 1,014$	$0,836 + j 1,545$	$\underline{I}_L$ (KF) in A
2,709	3,637	1,757	$\underline{I}_L$ (Beträge) in A
$- 11,3^\circ$	$- 163,8^\circ$	$61,6^\circ$	$\underline{I}_L$ (Winkel)
1412,82	19,375	1432,2	ARON (L1) in W
814,06	618,14	1432,2	ARON (L2) in W
1026,45	405,74	1432,2	ARON (L3) in W
$320 + j 640$	$800 + j 800$	$312,2 - j 390,24$	$\underline{S}$ (Verbr.) in V·A
1432	1050		$\Sigma \underline{S}$ (V) = $P_V + j Q_V$
$613,5 + j 122,625$	$606,2 + j 581,44$	$212,5 + j 345,7$	$\underline{S}$ (Gener.) in V·A
1432	1050		$\Sigma \underline{S}$ (G) = $P_G + j Q_G$

Tabelle ÜA\_3\_18.4.C\_2: Legende zur Tabelle ÜA\_3\_18.4.C\_1

$\underline{I}_{12}$ (KF) in A	$\underline{I}_{23}$ (KF) in A	$\underline{I}_{31}$ (KF) in A
$ \underline{I}_{12} $ in A	$ \underline{I}_{23} $ in A	$ \underline{I}_{31} $ in A
$\underline{I}_{12}$ (Nullphasenwinkel)	$\underline{I}_{23}$ (Nullphasenwinkel)	$\underline{I}_{31}$ (Nullphasenwinkel)
$\underline{I}_1$ (KF) in A	$\underline{I}_2$ (KF) in A	$\underline{I}_3$ (KF) in A
$ \underline{I}_1 $ in A	$ \underline{I}_2 $ in A	$ \underline{I}_3 $ in A
$\underline{I}_1$ (Nullphasenwinkel)	$\underline{I}_2$ (Nullphasenwinkel)	$\underline{I}_3$ (Nullphasenwinkel)
$P_{A1}$ ARON (L1) in W	$P_{B1}$ ARON (L1) in W	$\Sigma P_1 = P_{A1} + P_{B1}$
$P_{A2}$ ARON (L2) in W	$P_{B2}$ ARON (L2) in W	$\Sigma P_2 = P_{A2} + P_{B2}$
$P_{A3}$ ARON (L3) in W	$P_{B3}$ ARON (L3) in W	$\Sigma P_3 = P_{A3} + P_{B3}$
$\underline{S}_{12}$ (KF) in V·A	$\underline{S}_{23}$ (KF) in V·A	$\underline{S}_{31}$ (KF) in V·A
$\Sigma P_V$ in W	$\Sigma Q_V$ in var	
$\underline{S}_{1M}$ (KF) in V·A	$\underline{S}_{2M}$ (KF) in V·A	$\underline{S}_{3M}$ (KF) in V·A
$\Sigma P_G$ in W	$\Sigma Q_G$ in var	