

$$30.17 \quad P_{\text{Spule}} = 137.5\text{W}$$

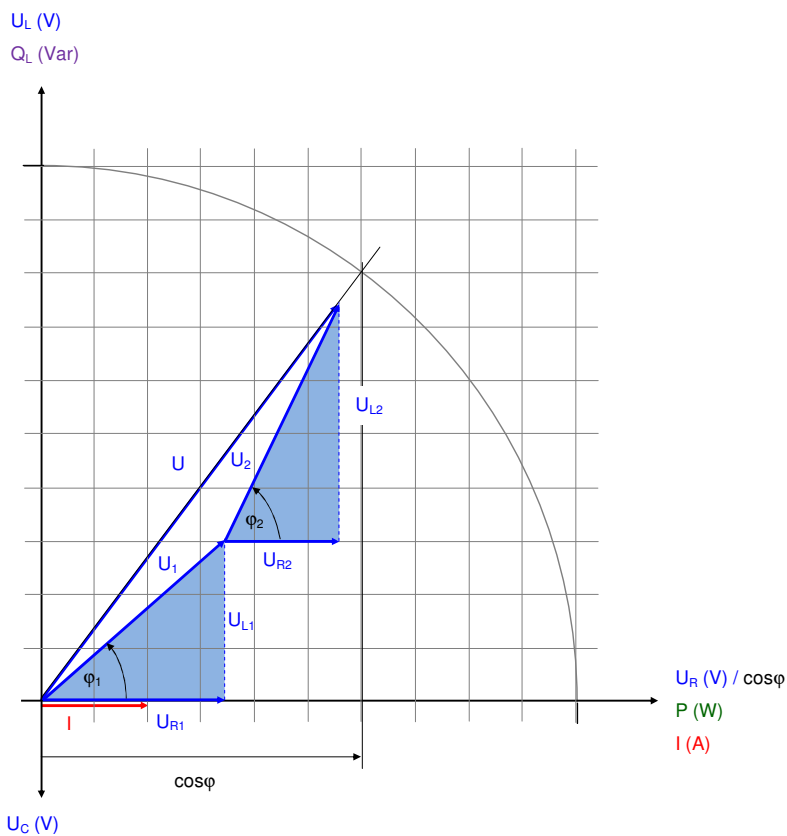
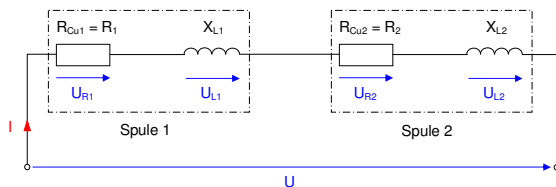
$$P_{\text{einzel}} = 83.89\text{W}$$

$$P = 221.389\text{W}$$

$$Q_L = 225.86\text{Var}$$

$$S = 316.27\text{VA}$$

⇒ Die Aufgaben lassen sich i.d.R. auch zeichnerisch lösen. Dazu eignet sich der Einheitskreis sehr gut!
(Siehe Kapitel 51)



55 DREIPHASENWECHSELSTROM (DREHSTROM)

Nr. Aufgabe

55.1 a) $\vec{U}_{12} + \vec{U}_{2N} - \vec{U}_{1N} = 0V$ c)

$\vec{U}_{23} + \vec{U}_{3N} - \vec{U}_{2N} = 0V$

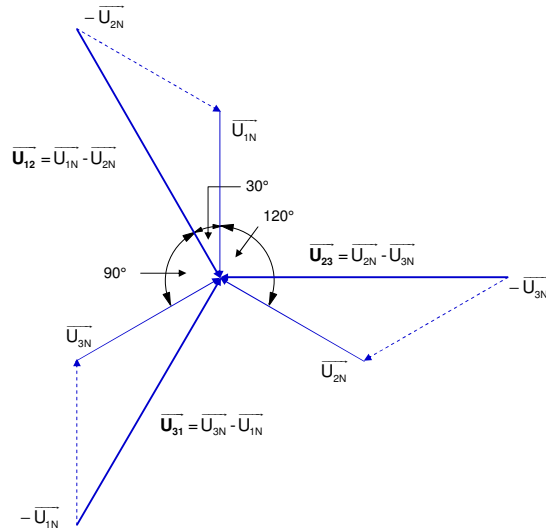
$\vec{U}_{31} + \vec{U}_{1N} - \vec{U}_{3N} = 0V$

b) $\vec{U}_{12} = \vec{U}_{1N} - \vec{U}_{2N}$

$\vec{U}_{23} = \vec{U}_{2N} - \vec{U}_{3N}$

$\vec{U}_{31} = \vec{U}_{3N} - \vec{U}_{1N}$

d) $\sqrt{3}$



55.2 a) $\vec{I}_1 + \vec{I}_{31} - \vec{I}_{12} = 0A$

$\vec{I}_2 + \vec{I}_{12} - \vec{I}_{23} = 0A$

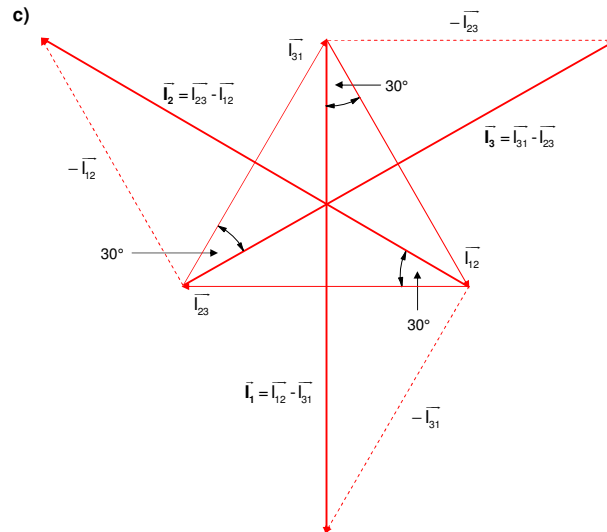
$\vec{I}_3 + \vec{I}_{23} - \vec{I}_{31} = 0A$

b) $\vec{I}_1 = \vec{I}_{12} - \vec{I}_{31}$

$\vec{I}_2 = \vec{I}_{23} - \vec{I}_{12}$

$\vec{I}_3 = \vec{I}_{31} - \vec{I}_{23}$

d) $\sqrt{3}$



55.3 a) $n = 1'500U/min.$

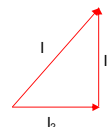
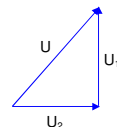
b) $\varphi = 45^\circ$

c) $U = 216.333V$

d) $I_1 = 12A$

$I_2 = 18A$

$I = 21.633A$



76.6 a) $\Delta U_A = 1.716V$	$\Delta U_A\% = 0.429\%$	$\Delta U_B = 4.725V$	$\Delta U_B\% = 1.18\%$
$\Delta U_C = 3.059V$	$\Delta U_C\% = 0.765\%$	$\Delta U_D = 2.194V$	$\Delta U_D\% = 0.549\%$
$\Delta U_E = 2.56V$	$\Delta U_E\% = 0.639\%$	$\Delta U_F = 9.448V$	$\Delta U_F\% = 2.362\%$
$\Delta U_G = 2.352V$	$\Delta U_G\% = 0.588\%$	$\Delta U_H = 2.887V$	$\Delta U_H\% = 0.722\%$
$\Delta U_I = 8.805V$	$\Delta U_I\% = 2.2\%$	$\Delta U_J = 3.719V$	$\Delta U_J\% = 0.929\%$

b) $UV - 01: U = 398.284V$	$U_G: U = 395.454V$
$U_B: U = 393.559V$	$UV - 03: U = 388.358V$
$U_C: U = 395.225V$	$U_H: U = 385.471V$
$UV - 02: U = 397.806V$	$U_I: U = 379.553V$
$U_E: U = 395.247V$	$U_J: U = 384.64V$

c) $P_{VA} = 428.085W$	$P_{VA}\% = 0.808\%$	$P_{VB} = 383.21W$	$P_{VB}\% = 2.555\%$
$P_{VC} = 516.63W$	$P_{VC}\% = 1.36\%$	$P_{VD} = 1'428.418W$	$P_{VD}\% = 0.807\%$
$P_{VE} = 648.843W$	$P_{VE}\% = 0.865\%$	$P_{VF} = 2'213.94W$	$P_{VF}\% = 3.689\%$
$P_{VG} = 385.873W$	$P_{VG}\% = 0.918\%$	$P_{VH} = 86.62W$	$P_{VH}\% = 0.722\%$
$P_{VI} = 1'188.893W$	$P_{VI}\% = 4.246\%$	$P_{VJ} = 269.903W$	$P_{VJ}\% = 1.349\%$
$P_{VTotal} = 7'550.415W$	$P_{VTotal}\% = 3.283\%$		

d) Leitungsabschnitt für $I_B \rightarrow$ neuer Querschnitt $A = 5 \times 16mm^2 \rightarrow P_V = 239.5W$ (1.597%)

Leitungsabschnitt für $I_F \rightarrow$ neuer Querschnitt $A = 5 \times 95mm^2 \rightarrow P_V = 1'165.23W$ (1.942%)

Leitungsabschnitt für $I_I \rightarrow$ neuer Querschnitt $A = 5 \times 35mm^2 \rightarrow P_V = 543.5W$ (1.94%)

$P_{VTotal} = 5'712.6W$ $P_{VTotal}\% = 2.484\%$

Tipps für die Praxis:

- Die Formeln beziehen sich auf eine Leitertemperatur von 20°C, was im Betriebsfall selten zutrifft.
- Der von der Norm empfohlene max. Spannungsfall von 4% bezieht sich nicht auf einzelne Leitungsabschnitte, sondern vom Anschlussüberstromunterbrecher bis zum Verbraucher.
- Die Norm empfiehlt einen max. Spannungsfall von 4% um den Betrieb der Verbraucher sicherzustellen. Aus ökologischer Sicht sollte jedoch den Leistungsverlust ebenfalls etwas Beachtung geschenkt werden. Geräte mit einem schlechten Leistungsfaktor weisen zwar einen niedrigen* Spannungsfall auf, der Leistungsverlust kann dennoch erheblich sein.

- Beispiel: Geg.: $I = 100A, \ell = 150m, \rho = 0.0175\Omega mm^2/m, A = 35mm^2, \cos\phi_a = 1, \cos\phi_b = 0.5$

Ges.: $\Delta U, P_V, \Delta U\%, P_V\%$

$$\Delta U_{a)} = \frac{0.0175 \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot \sqrt{3} \cdot 150m \cdot 100A \cdot 1}{35mm^2} = 13V / 3.247\%$$

$$\Delta U_{b)} = \frac{0.0175 \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot \sqrt{3} \cdot 150m \cdot 100A \cdot 0.5}{35mm^2} = 6.5V / 1.624\%$$

$$P_{V(a)} = \frac{0.0175 \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot 3 \cdot 150m \cdot (100A)^2}{35mm^2} = 2'250W / 3.247\%$$

$$P_{V(b)} = \frac{0.0175 \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot 3 \cdot 150m \cdot (100A)^2}{35mm^2} = 2'250W / 6.495\%$$

* Der tatsächliche Spannungsfall ist zwar gleich gross wie bei einem Verbraucher mit einem $\cos\phi = 1$, aufgrund der Phasenverschiebung aber nicht phasengleich mit der Betriebsspannung.

76.7 a) $\Delta U_{Total} = 13.934V$	$\Delta U_{Total}\% = 3.484\%$	$P_{VTotal} = 4'399.67W$	$P_{VTotal}\% = 7.33\%$
b) $\Delta U_{Total} = 20.901V$	$\Delta U_{Total}\% = 5.22\%$	$P_{VTotal} = 4'399.67W$	$P_{VTotal}\% = 4.89\%$