

# Lösningar

## 1. a

Den komplexa strömmen  $\underline{I}$  är

$$\underline{I}^* = \frac{\underline{S}_f}{\underline{U}_f} = \frac{\frac{\sqrt{12^2+3^2}}{3} \angle \arctan\left(\frac{3}{12}\right)^\circ}{\frac{400 \angle 0^\circ}{\sqrt{3}}} = 17,85 \angle 14,04^\circ \Rightarrow \underline{I} = 17,85 \angle -14,04^\circ \text{ A}$$

Den komplexa impedansen  $\underline{Z}_1$  är

$$\begin{aligned} \underline{Z}_1 &= \frac{\underline{U}_{kf}}{\underline{I}} = \frac{\underline{U}_f - R_s \underline{I}}{\underline{I}} = \frac{\frac{400}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ - 1 \cdot 17,85 \angle -14,04^\circ}{17,85 \angle -14,04^\circ} \\ &= \frac{213,62 + j4,33}{17,85 \angle -14,04^\circ} \\ &= \frac{213,66 \angle 1,16^\circ}{17,85 \angle -14,04^\circ} \\ &= 11,97 \angle 15,20^\circ \Omega \end{aligned}$$

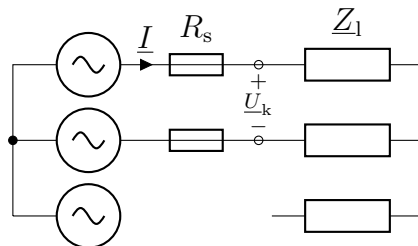
Ovan fick vi ut  $\underline{U}_{kf}$  i bara farten, då kan vi bestämma magnituden av  $\underline{U}_k$

$$U_{kf} = 213,66 \Rightarrow U_k = \sqrt{3} U_{kf} = 370,08 \text{ V}$$

Effektfaktorn får vi genom

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{12}{\sqrt{12^2 + 3^2}} = 0,97 \text{ ind}$$

## 1. b



När en säkring löst ut ser kretsen ut som en seriekoppling av de två säkringarna och belastningarna placerade mellan två spänningskällor med samma amplitud fast  $120^\circ$  fasvridna. Spänningen över lasten är nu då

$$\begin{aligned} \underline{U}_a - \underline{U}_b &= U_a \angle 0^\circ - U_b \angle 120^\circ \\ &= \frac{400}{\sqrt{3}} (\cos 0^\circ + j \sin 0^\circ) - \frac{400}{\sqrt{3}} (\cos 120^\circ + j \sin 120^\circ) \\ &= 400 \angle -30^\circ \text{ V} \end{aligned}$$

Vilket inte kommer som någon nyhet. Lasten är kopplad mellan två faser och har därför påkänning av huvudspänningen i kretsen. Vi kan då räkna ut strömmen  $\underline{I}_{ab}$  som flyter i kretsen med

$$\begin{aligned}\underline{I}_{ab} &= \frac{U_{ab} \angle -30^\circ}{R_s + Z_l + R_s + Z_l} \\ &= \frac{400 \angle -30^\circ}{2 + 2 \cdot 11,97 \angle 15,20^\circ} \\ &= \frac{400 \angle -30^\circ}{2 + 23,94 \angle 15,20^\circ} \\ &= \frac{400 \angle -30^\circ}{25,87 \angle 14,04^\circ} \\ &= 15,46 \angle -44,04^\circ \text{ A}\end{aligned}$$

Då kan effekterna bestämmas med hjälp av den komplexa skenbara effekten

$$S_{ny} = \underline{U}_{ab} \underline{I}_{ab}^* = 400 \angle -30^\circ \cdot 15,46 \angle 44,04^\circ = 6,185 \angle 14,04^\circ \text{ kVA} = 6,00 \text{ kW} + j1,50 \text{ kVAR}$$

Notera att det hade fungerat lika väl att använda  $400 \text{ V} \angle 0^\circ$  för att räkna ut strömmen. Vinkelskillnaden mellan ström och spänning är konstant, man får välja vilken referens man vill, *så länge man är konsekvent*.

Den tidigare nollan som den nu uppbrutna y-koppade lasten bildade existerar inte längre. Man skulle kunna tänka sig att räkna ut spänningen i "den gamla nollpunkten" med

$$U_{\text{tidigare nolla}} = (R_s + Z_l) \cdot I_{ab} = (1 + 11,97) \cdot I_{ab} = 12,97 \cdot 15,46 = 200 \text{ V}$$

då detta är spänningsfallet över  $R_s + Z_l$  och vi vet att det faller  $400 \text{ V}$  totalt över impedanserna. Det hade också gått att resonera sig fram till då den gamla nollpunkten nu är mittpunkten mellan två lika stora impedanser. Dock är dessa  $200 \text{ V}$  en huvudspänning. Om vi refererar spänningen till nätnollan blir det  $U_{\text{tidigare nolla,f}} = 200/\sqrt{3} = 115,5 \text{ V}$ .

## 2

Längs- och tvärspanningsfallen är

$$U_{\text{längs}} = \frac{R_L P_2 + X_L Q_2}{U_2} = 2,62 \text{ kV}$$

$$U_{\text{tvärs}} = \frac{R_L Q_2 - X_L P_2}{U_2} = 1,33 \text{ kV}$$

Med tvärspänningsfallet blir  $U_1$

$$U_1 = \sqrt{(U_2 + U_{\text{längs}})^2 + U_{\text{tvärs}}^2} = 132,62 \text{ kV} (132615,9 \text{ V})$$

Utan tvärspänningsfallet blir  $U_1$

$$U_1 = U_2 + U_{\text{längs}} = 132,62 \text{ kV} (132620,3 \text{ V})$$

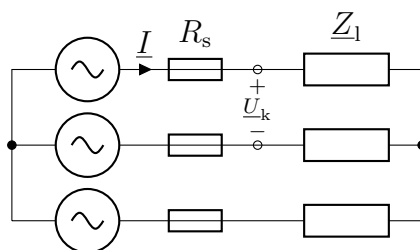
Skillnaden mellan de båda är 4,4 V. Tvärspänningsfallet kan därför med gott samvete försummas.

# Dugga i Elkraftsteknik, EEK565

|             |                                             |
|-------------|---------------------------------------------|
| Datum:      | onsdag, 27 april 2016                       |
| Tid:        | 09:15 - 10:15                               |
| Poäng:      | maximalt 10                                 |
| Resultat:   | senast 9 maj                                |
| Granskning: | se resultatlista                            |
| Hjälpmedel: | typgodkänd räknare samt bifogat formelblad  |
| Lärare:     | Thomas Hammarström, Douglas Jutsell Nilsson |

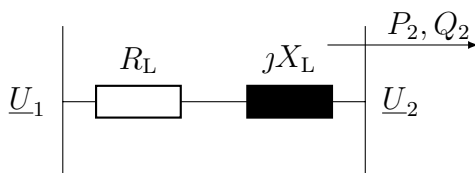
OBS! För att erhålla full poäng på uppgifterna krävs att använda storheter definieras. Beräkningar skall motiveras så att beräkningsgången tydligt framgår. Fråga under provtiden om något är klart.

1. En trefastig belastning bestående av tre lika stora impedanser  $\underline{Z}_1$  ansluts medelst Y-koppling till en trefasspänning på 400 V. Belastningen förbrukar då 12 kW och 3 kVAR totalt. Lasten är säkrad per fas och säkringarna är inte koordinerade. Säkringarnas impedans kan betraktas som är rent reell med resistansen  $R_s = 1 \Omega$ .



- a) Bestäm den komplexa fasströmmen  $\underline{I}$ , den komplexa impedansen  $\underline{Z}_1$  som belastningen utgör,  $\cos \varphi$ , (indikera karaktär), samt magnituden av klämspänningen  $\underline{U}_k$  som lasten har påkänning av. (3p)
- b) En av säkringarna löser ut. Rita upp hur det nya kopplingsschemat för kretsen ser ut och ange nya värden för S, P och Q. (2p)

2. En 35 km lång trefasig luftledning matar en anläggning som har ett effektuttag på 20 MW vid  $\cos \varphi = 0,707$ . Spänningen i mottagarändan,  $\underline{U}_2$ , är 130 kV. Ledningens reaktans är  $12 \Omega$  och dess resistans är  $5 \Omega$ .



- a) Bestäm spänningen i sändarändan. (1p)
- b) Kan tvärspanningsfallet försummas? Motivera. (1p)
- c) Beskriv metoder för att öka spänningen i mottagarändan. Vad brukar sådana metoder kallas för? (3p)