

Lösungsvorschlag Übung 10 - Synchronmaschine

A.

$$1. \quad p = \frac{\omega_1}{\omega_{D1}} = \frac{2\pi 50 \frac{1}{s}}{2\pi \left(\frac{200}{60}\right) \frac{1}{s}} = \underline{\underline{15}}$$

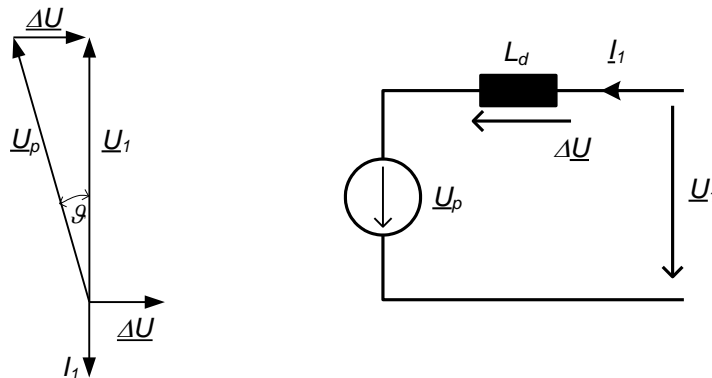
$$2. \quad \omega_{D1} = \frac{\omega_1}{p} \quad n = \frac{\omega_{D1}}{2\pi} \cdot 60 = \frac{\omega_1}{p \cdot 2\pi} \cdot 60 = \frac{2\pi 60}{15 \cdot 2\pi} \cdot 60 = \underline{\underline{240 \left[\frac{1}{\text{min}} \right]}}$$

B.

3. Bei reiner Wirkleistung gilt $Q = 0$ und somit:

$$P = S = \sqrt{3} \cdot U_{1_Verkettet_rms} \cdot I_{1_Phase_rms} = \sqrt{3} \cdot 11'000 \text{ V} \cdot 500 \text{ A} = \underline{\underline{9.53 \text{ MW}}}$$

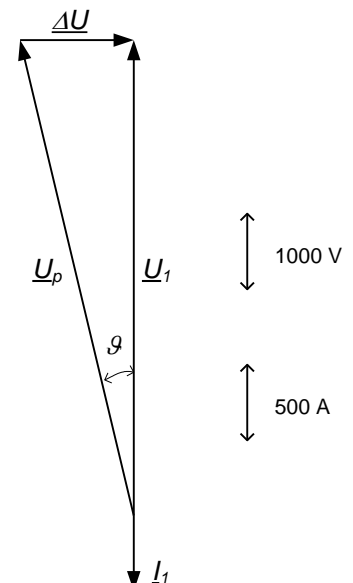
4.



$$5. \quad g = \arctan \frac{|\Delta U|}{|U_1|} = \arctan \frac{X_d \cdot I_1}{U_1} = \arctan \frac{3\Omega \cdot 500 \text{ A}}{11'000 / \sqrt{3} \text{ V}} = \underline{\underline{13.3^\circ}}$$

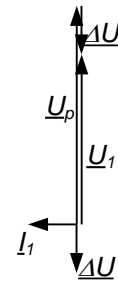
$$6. \quad |U_p| = \sqrt{U_1^2 + \Delta U^2} = \sqrt{(11'000 / \sqrt{3})^2 + (3 \cdot 500)^2} = \underline{\underline{6'525.6 \text{ V}}}$$

7. Zeigerdiagramm massstäblich zeichnen.
z.B. 1 cm pro 1000 V und 1 cm pro 500 A.
Die Zeigerlängen entsprechen den Effektivwerten der Phasengrößen.



$$8. \quad \underline{I}_1 = \frac{\Delta U}{j \cdot X_d} = -j \cdot \frac{U_1 - U_p}{X_d}$$

$$I_1 = \left| \frac{\Delta U}{X_d} \right| = \left| \frac{U_1 - U_p}{X_d} \right| = \left| \frac{11'000 / \sqrt{3} - 6'526V}{3\Omega} \right| = \underline{\underline{58.3 A}}$$



Wird nicht betragsmässig gerechnet und ein dq-Koordinatensystem eingeführt, zeigt \underline{I}_1 in die negative Richtung der reellen d-Achse.

9. Der Maschinenstrom ist der Netz- bzw. Statorspannung um 90° voreilend: kapazitives Verhalten (übererregt).

$$10. \quad P = 0; \quad Q = S = \sqrt{3} \cdot U_{\text{Verkettet_rms}} \cdot I_{\text{Phase_rms}} = \sqrt{3} \cdot 11'000V \cdot 58.3 A = \underline{\underline{1.11 MVA}}$$

Die Blindleistung ist kapazitiv. Oft wird das mit einem negativen Vorzeichen angegeben.

C.

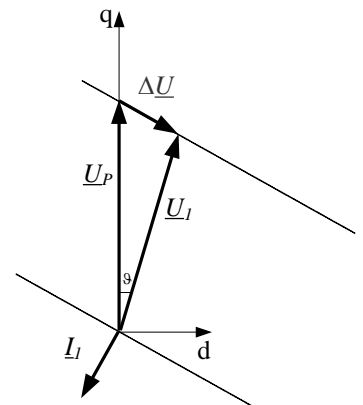
$$11. \text{Leerlauf: } U_p = U_1 = \underline{\underline{240 V}} \quad \text{da } \Delta U = 0 \quad \text{wegen } I_1 = 0$$

$$12. \quad \underline{I}_1 = -\underline{I}_{\text{Last}} = -\frac{U_p}{Z + jX_d} = -\frac{j240 V}{10\Omega + j2.7\Omega + j3\Omega} = -10.3 - j18.1 A$$

$$\underline{\underline{I_1 = 20.9 A}}; \quad \varphi_I = -119.7^\circ$$

Der Winkel ist bezogen auf reelle d-Achse.

$$13. \text{Bem: } \underline{U}_p \text{ liegt auf der q-Achse und ist somit } j 240 V.$$



D.

$$14. \quad M = M_{\text{kip}} \cdot \sin \vartheta \quad \text{und daraus} \quad M_{\text{kip}} = \frac{M}{\sin \vartheta} = \frac{30 \text{ kNm}}{\sin 20^\circ} = \underline{\underline{87.7 \text{ kNm}}}$$