

Lösung zur Klausur „Elektrische Energiesysteme“ vom 30.07.2012

Aufgabe 1

a)

$$\underline{Z}_{VY} = \frac{U_N^2}{S_N} \cdot e^{j \arccos(\cos \varphi_N)} = \frac{(690 \text{ V})^2}{35 \text{ kVA}} \cdot e^{j \arccos(0,85)} = 13,6 \Omega \cdot e^{j31,8^\circ}$$

$$R_{VY} = \Re\{\underline{Z}_{VY}\} = Z_{VY} \cdot \cos \varphi_V = 11,6 \Omega$$

$$X_{VY} = \Im\{\underline{Z}_{VY}\} = Z_{VY} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \varphi_V} = 7,2 \Omega$$

b)

$$\ddot{u} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{33 \text{ kV}}{690 \text{ V}} = 47,83$$

$$X_{2\sigma}' = X_{2\sigma} \cdot \ddot{u}^2 = 915 \Omega$$

$$X_T = X_{1\sigma} + X_{2\sigma}' = 1815 \Omega$$

c)

$$\underline{Z}_V' = \underline{Z}_V \cdot \ddot{u}^2 = (10 + j6,25) \text{ k}\Omega$$

$$I_2' = \left| \frac{U_{LN}}{\underline{Z}_V' + j \cdot X_T + \underline{Z}_L} \right| = \frac{33 \text{ kV} / \sqrt{3}}{|10 + j6,25 + j1,5 + 0,5 + j1| \text{ k}\Omega} = 1,361 \text{ A}$$

$$I_2 = \ddot{u} \cdot I_2' = 68,1 \text{ A}$$

d)

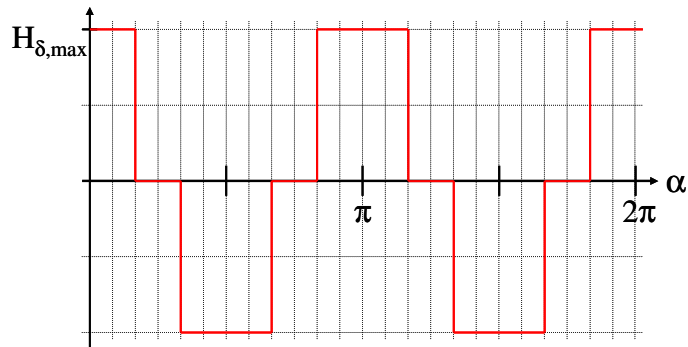
$$U_Y = \frac{U_D}{\sqrt{3}}$$

$$Z_Y = \frac{Z_D}{3}$$

$$p(t) = \text{const.}$$

Aufgabe 2

a) $2p = 4$

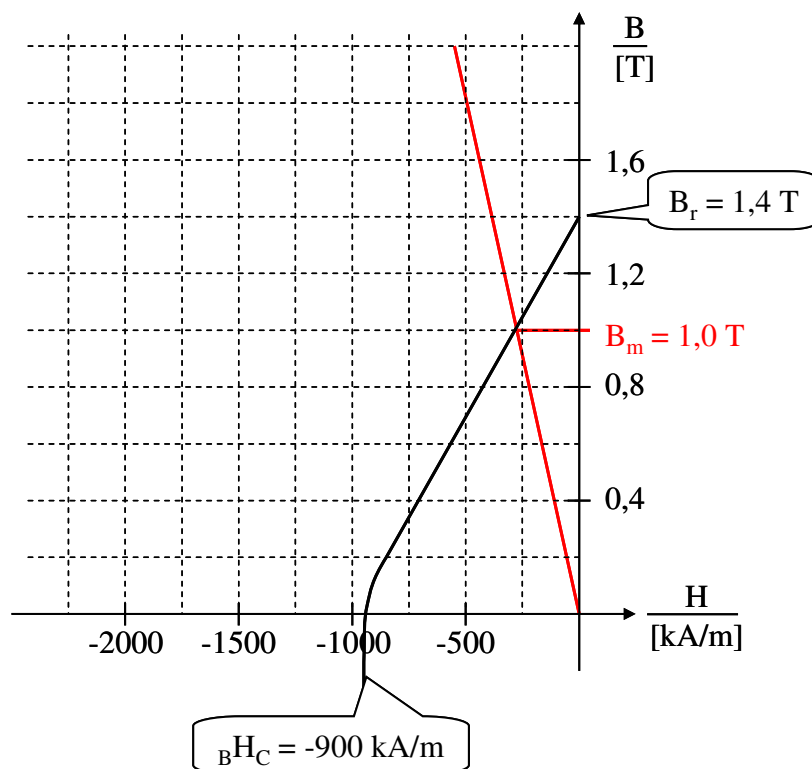


Anmerkung: umgekehrtes Vorzeichen wird als richtig gewertet.

b)

Durchflutungsgesetz:

$$H_m = -\frac{\delta}{h_m \cdot \mu_0} \cdot B_m = -\frac{1 \text{ mm}}{3 \text{ mm} \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}} \cdot B_m = 2,65 \cdot 10^5 \frac{\text{Am}}{\text{Vs}} \cdot B_m$$



Neodym-Eisen-Bor (NdFeB)

Samarium-Kobalt (SmCo) ist falsch: Remanenz zu hoch!

c)

30.07.2012

$$\Phi_P = B_m \cdot A_P = 1 \text{ T} \cdot 200 \text{ mm}^2 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ Vs} \quad (2,2 \cdot 10^{-4} \text{ Vs})$$

$$\Psi_{\max} = w_1 \cdot \Phi_P = 2 \cdot 10^{-2} \text{ Vs} = 0,02 \text{ Vs}$$

d)

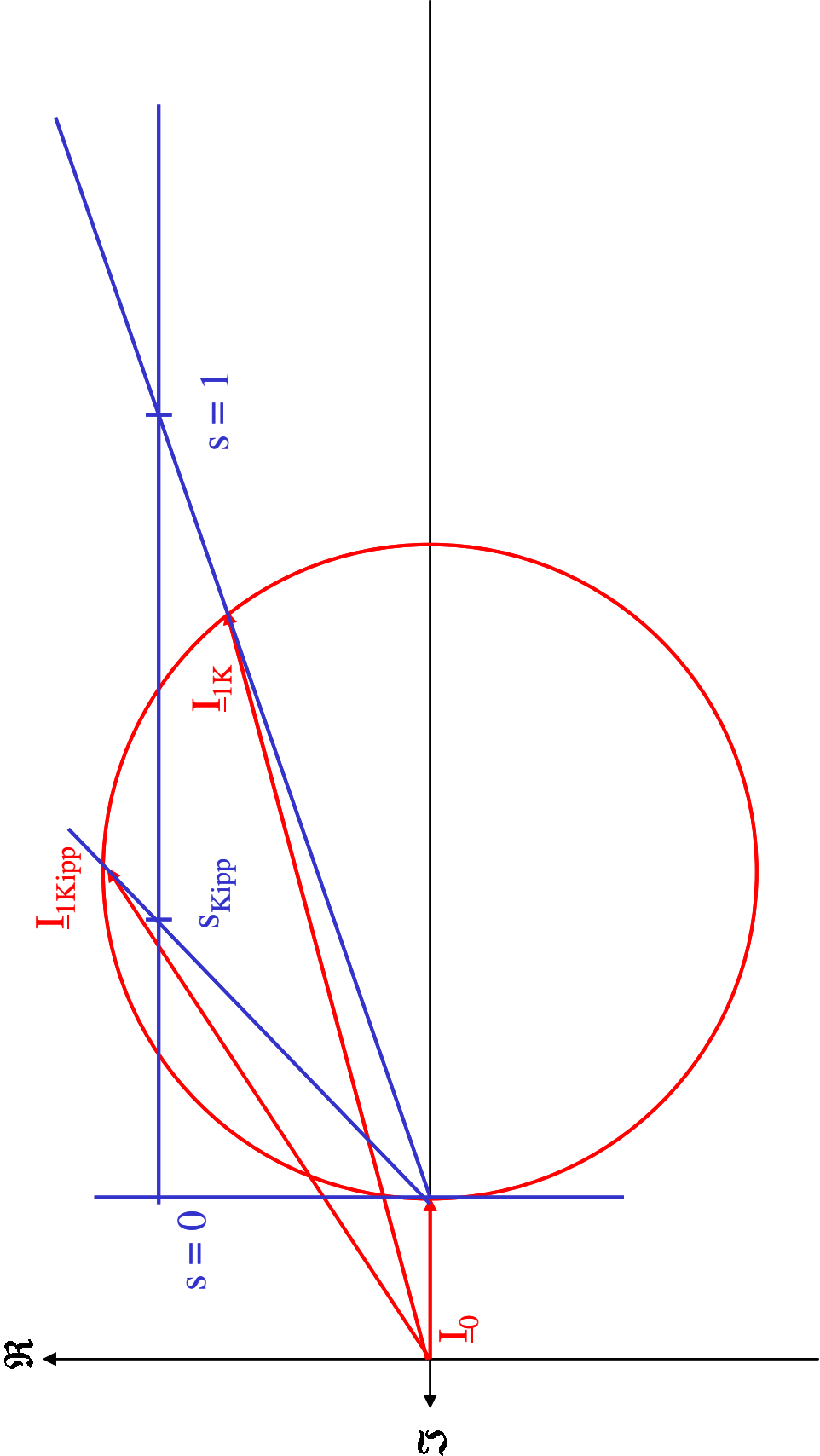
$$n_0 = \frac{f_1}{p} = \frac{60 \text{ Hz}}{3} = 20 \text{ Hz} = 1200 \text{ min}^{-1}$$

ohmsch-kapazitiv

$$U_P \sim n$$

Aufgabe 3:

a)



abgelesene Werte:

$$I_{1Kipp} = 180 \text{ A}$$

$$M_{Kipp}/M_K = 5,3 \text{ cm}/3,2 \text{ cm} = 1,66$$

$$s_{Kipp} = 4,4 \text{ cm}/12,2 \text{ cm} = 0,36$$

$$n_0 = f_1/p = 400 \text{ Hz}/3 = 8000 \text{ min}^{-1}$$

$$n_{Kipp} = n_0 \cdot (1 - s_{Kipp}) = 8000 \text{ min}^{-1} \cdot (1 - 0,36) = 5120 \text{ min}^{-1}$$

rechnerische Lösung:

$$X_1 = \frac{U_{1N}}{I_0} = 2,3 \Omega$$

$$R_2' \cdot (1 + \sigma_1)^2 + jX_1 \cdot \frac{\sigma}{1 - \sigma} = \frac{U_{1N}}{I_K - jI_0} = (0,193 + j0,566) \Omega$$

$$I_D = \frac{U_{1N}}{X_1 \cdot \frac{\sigma}{1 - \sigma}} = 203,0 \text{ A}$$

$$\underline{I}_{1Kipp} = \frac{I_D}{2} - j \left(\frac{I_D}{2} + I_0 \right) = (101,5 - j151,5) \text{ A}$$

$$I_{1Kipp} = |\underline{I}_{1Kipp}| = 182,4 \text{ A}$$

$$\frac{M_{Kipp}}{M_K} = \frac{I_D}{2 \cdot I_K \cdot \cos \varphi_K} = 1,634$$

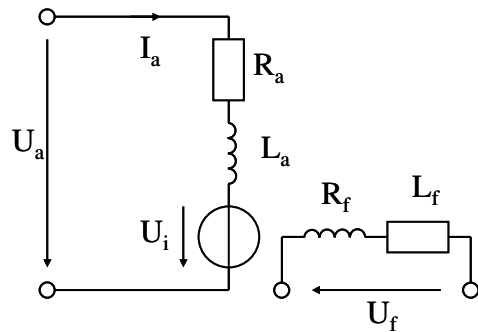
$$s_{Kipp} = \frac{R_2' \cdot (1 + \sigma_1)^2}{L_1 \cdot \frac{\sigma}{1 - \sigma}} = 0,342$$

$$n_0 = \frac{f_1}{p} = 8000 \text{ min}^{-1}$$

$$n_{Kipp} = n_0 \cdot (1 - s_{Kipp}) = 5267 \text{ min}^{-1}$$

Aufgabe 4:

a)



$$M_N = \frac{P_N}{2\pi n_N} = 341,4 \text{ Nm}$$

b)

$$P_{\text{VaN}} = U_{\text{aN}} \cdot I_{\text{aN}} - P = 15 \text{ kW}$$

$$R_a = \frac{P_{\text{VaN}}}{I_{\text{aN}}^2} = 96 \text{ m}\Omega$$

$$\eta_N = \frac{P}{P + P_{\text{VaN}} + U_{\text{fN}} \cdot I_{\text{fN}}} = 89,9 \%$$

c)

$$U_{\text{ic}} = \frac{n_c}{n_N} \cdot \frac{I_{\text{fc}}}{I_{\text{fN}}} \cdot (U_{\text{aN}} - I_{\text{aN}} \cdot R_a) = 90,5 \text{ V}$$

$$I_{\text{ac}} = \frac{P_c}{U_{\text{ic}}} = 1105 \text{ A} > I_{\text{aN}}$$

$$U_{\text{ac}} = U_{\text{ic}} + R_a \cdot I_{\text{ac}} = 197 \text{ V} < U_{\text{aN}}$$

d)

L+ u. L-

Schmelzsicherung, Überstrom-Schutzschalter

Nein, da nicht spritzwassergeschützt (Regen!)