

## Lösungsvorschlag Übung 3 - Gleichstrommaschine

### A. Fremderregte Gleichstrommotor

$$a) \quad \phi = \frac{L_e}{N_e} \cdot I_e \quad N_e = \frac{L_e}{\phi} \cdot I_e = \frac{20H}{0.06Vs} \cdot 1A = \underline{\underline{333}}$$

$$b) \quad \text{Im Stillstand gilt } U_i = c \cdot \phi \cdot \omega_m = 0 \text{ und damit } I_a = \frac{U_a}{R_a} = \frac{200V}{1\Omega} = \underline{\underline{200A}}$$

Es kann angenommen werden, dass die Maschine nicht bzw. kaum dreht, bis die 200 A erreicht sind, da die mechanische Zeitkonstante deutlich grösser als die elektrische Zeitkonstante des Ankerkreises ist.

$$c) \quad M_{el} = c \cdot \phi \cdot I_a = 32 \cdot 0.06Vs \cdot 200A = \underline{\underline{384Nm}}$$

$$d) \quad \text{Im Leerlauf gilt } M = 0 \text{ und somit } I_a = 0 \text{ und somit } U_a = U_i = c \cdot \phi \cdot \omega_m$$

$$\text{Daraus folgt: } n = \frac{60}{2\pi} \cdot \omega_m = \frac{60}{2\pi} \cdot \frac{U_i}{c\phi} = \frac{60}{2\pi} \cdot \frac{200}{32 \cdot 0.06} \left[ \frac{s}{\min} \cdot \frac{V}{Vs} \right] = \underline{\underline{995 \frac{1}{\min}}}$$

$$e) \quad M_{el} = c \cdot \phi \cdot I_a \text{ und somit } I_a = \frac{M_{el}}{c\phi} = \frac{20Nm}{32 \cdot 0.06Vs} = 10.4A$$

$$n = \frac{60}{2\pi} \cdot \omega_m = \frac{60}{2\pi} \cdot \frac{U_i}{c\phi} = \frac{60}{2\pi} \cdot \frac{(U_a - R_a I_a)}{c\phi} = \frac{60}{2\pi} \cdot \frac{(200 - 1 \cdot 10.4)}{32 \cdot 0.06} \left[ \frac{s}{\min} \cdot \frac{V}{Vs} \right] = \underline{\underline{943 \frac{1}{\min}}}$$

$$f) \quad \eta = \frac{P_{abgegeben}}{P_{aufgenommen}} = \frac{P_m}{P_{el}} = \frac{M\omega_m}{U_a I_a + U_e I_e} = \frac{M \cdot n \cdot 2\pi/60}{U_a I_a + R_e I_e^2} = \frac{20 \cdot 943 \cdot 2\pi/60}{200 \cdot 10.4 + 80 \cdot 1^2} \left[ \frac{Nm}{W \cdot s} \right] = \underline{\underline{91.4\%}}$$

**B. Seriemotor**

- a) Moment an der Welle:  $M = M_{el} - M_{\text{Reibung}}$  mit  $M_{el} = c \cdot \phi \cdot I = c_1 \cdot I^2$

Im Stillstand gilt  $U_i = 0$  und damit:  $I = \frac{U}{R_a + R_e}$

$$M = c_1 \left( \frac{U}{R_a + R_e} \right)^2 - M_{\text{Reibung}} = 0.28 \frac{V_s}{A} \frac{230^2}{9^2} \frac{V^2}{\Omega^2} - 0.8 \text{ Nm} = \underline{\underline{182 \text{ Nm}}}$$

- b) Aus  $M_{el} = c \cdot \phi \cdot I = c_1 \cdot I^2$  folgt  $I = \sqrt{\frac{M_{el}}{c_1}}$  und hier gilt  $M_{el} = M_{\text{Reib}}$

$$n = \frac{60}{2\pi} \cdot \omega_m = \frac{60}{2\pi} \cdot \frac{U_i}{c\phi} = \frac{60}{2\pi} \cdot \frac{(U_a - (R_a + R_e)I)}{c_1 I} = \frac{60}{2\pi} \cdot \frac{(U_a - (R_a + R_e)\sqrt{M_{\text{Reib}}/c_1})}{\sqrt{c_1 \cdot M_{\text{Reib}}}} =$$

$$= \frac{60}{2\pi} \cdot \frac{(230 - 9 \cdot \sqrt{0.8/0.28})}{\sqrt{0.28 \cdot 0.8}} \left[ \frac{s}{\text{min}} \cdot \frac{V}{\sqrt{Vs/A \cdot Nm}} \right] = \underline{\underline{4'334 \frac{1}{\text{min}}}}$$

- c)  $\omega_m = \frac{2\pi}{60} \cdot n = 83.78 \frac{1}{s}$

Aus  $U_i = c_1 \cdot I \cdot \omega_m = U_a - (R_a + R_e)I$  folgt  $I = \frac{U}{c_1 \cdot \omega_m + R_a + R_e} = 7 \text{ A}$

$$P_m = M \cdot \omega_m = (c_1 I^2 - M_{\text{Reib}}) \cdot \omega_m = \left( c_1 \left( \frac{U}{c_1 \cdot \omega_m + R_a + R_e} \right)^2 - M_{\text{Reib}} \right) \cdot \omega_m = \underline{\underline{1111 \text{ W}}}$$

$$P_{\text{aufgenommen}} = U \cdot I = \frac{U^2}{c_1 \cdot \omega_m + R_a + R_e} = 1628 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_{\text{abgegeben}}}{P_{\text{aufgenommen}}} = \frac{1111 \text{ W}}{1628 \text{ W}} = \underline{\underline{68\%}}$$

- d) Die Stromrichtung in der Erregerwicklung muss im Vergleich zur Stromrichtung in der Ankerwicklung umgepolt werden.