

2) Stator gebleckt \rightarrow sonst Winkelstöße

\rightarrow Stator erwärmmt sich

\rightarrow Leistungsverluste ~~durch~~

3) Vollpolmaschine

- bis $3000 \frac{1}{\text{min}}$ (also höhere Drehzahlen)

- um die Fliehkräfte zu begrenzen darf die Umlaufgeschwindigkeit nicht bestimmte Größen überschreiten

- zylindrischer Rotor massiver als Schenkelpol

- \rightarrow Fliehkräfte nicht so ausgeprägt

Schenkelpolmaschine

- einzeln ausgeprägte Magnetpole, die auf dem Läufer paarweise angeordnet

- Läufer großer Durchmesser

- Drehzahlen bis $1000 \frac{1}{\text{min}}$
(sonst Fliehkräfte zu groß)

4) Bedingungen: Maschinen- und Netzespannung müssen übereinstimmen in \rightarrow Bezug i Phasenfolge, Frequenz, Phasenlage

Dunkelschaltung:

Lampen die zw. Netzklemmen L_1, L_2, L_3 und Generatorklemmen U, V, W geschaltet werden \rightarrow Hauptschalter überbrücken

Bei unterschiedlichen Frequenzen von Netz- u. Maschinenspannung „ blinken “ die Lampen. je kleiner die Differenz d. Frequenzen ist desto langsamer blinken die Lampen

bei gleicher Frequenz sind die Lampen dunkel

Aufgabe 5) ges. ϵ geg. Betriebsspannung $U = 400V$

$$J = 1MA$$

$$P = 8kW$$

$$P_{el} = \sqrt{3} U_N J_N \cos \epsilon$$

$$\cos \epsilon = \frac{P_{el}}{\sqrt{3} U_N J_N} = 0,35$$

$$\underline{\underline{\epsilon = 66,82^\circ}}$$

Aufgabe 6) $U_N = \text{geg.}$ $U_N = 400V$ $P_1 = 5kW$
 $J_N = 15A$ $P_2 = -63kW$

ges: a) P_{el} b) ϵ über Scheinleistung

$$a) P_{el} = P_1 + P_2 = \underline{\underline{4,7kW}}$$

$$b) S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{P^2 + S^2 \sin^2 \epsilon} \quad ((\cdot)^2) \quad S = \sqrt{3} U J$$

$$S^2 = P^2 + S^2 \sin^2 \epsilon$$

$$\cancel{P^2 = S^2 - S^2 \sin^2 \epsilon} = S^2 (1 - \sin^2 \epsilon)$$

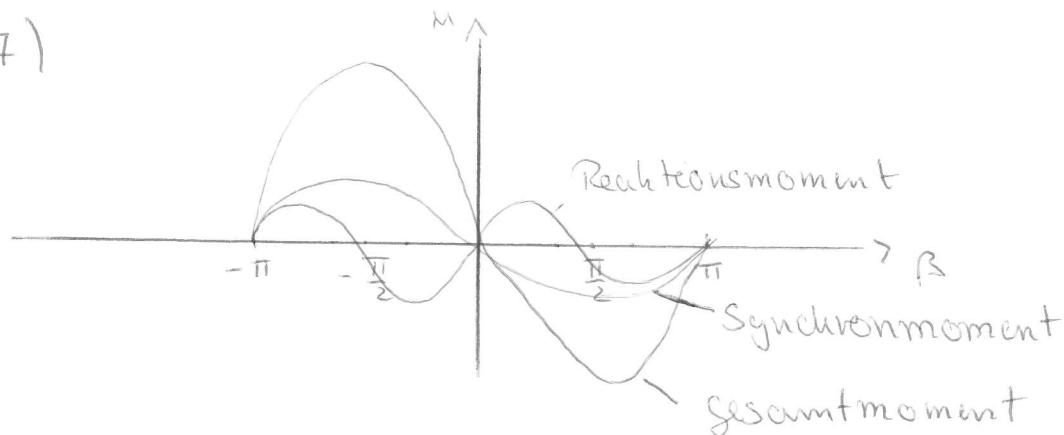
$$\cancel{P^2 = S^2} \quad \frac{S^2 - P^2}{S^2} = \sin^2 \epsilon = \frac{(\sqrt{3} U J)^2 + P^2}{(\sqrt{3} U J)^2}$$

$$\sin \epsilon = \sqrt{\frac{(\sqrt{3} U J)^2 - P^2}{(\sqrt{3} U J)^2}}$$

$$= 0,892$$

$$\underline{\underline{\epsilon = 63,1^\circ}}$$

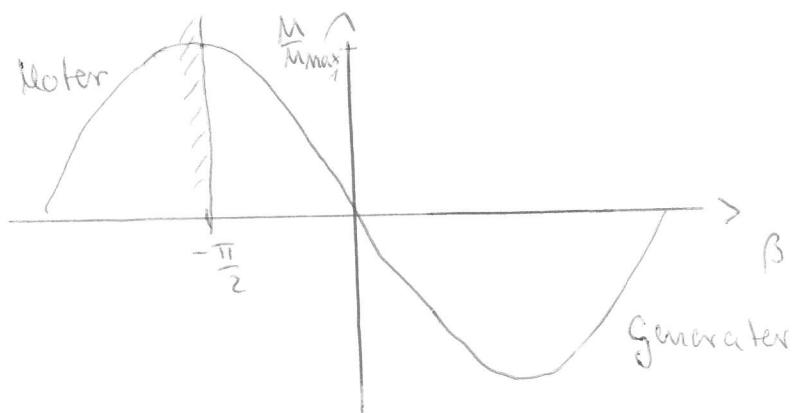
Aufgabe 7)



Aufgabe 8) In diesem Fall arbeitet die Maschine wie eine Induktivität

Durch den Spannungsabfall ($U_p < U_N$) induziert sich ein Strom der um 90° nach hinten.

Aufgabe 9)

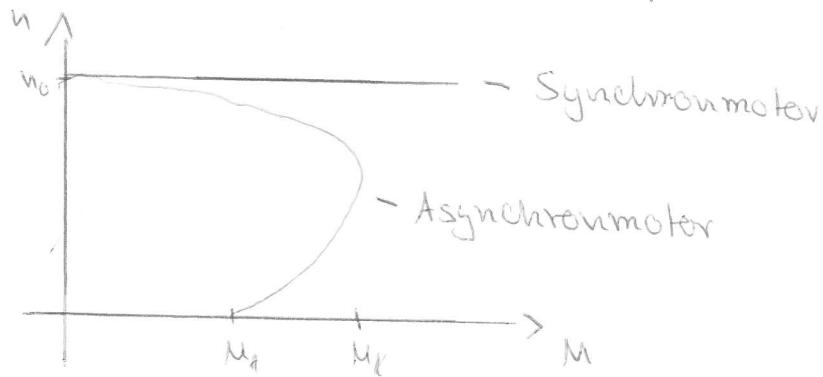


Aufgabe 10)

$$\text{Synchronmoment} \quad \sin \beta$$

$$\text{Reaktionsmoment} \quad \sin(2\beta)$$

Aufgabe 11)



Aufgabe 12)

Polauswinkel β

Netzspannung bzw. Ständerspannung

Erregerstrom

$$\text{synchrone Reaktanz} \quad X_s = \frac{U_p}{I_K} \Rightarrow U_p = X_s I_K$$

Aufgabe 13) Über eine Dämpferwicklung „Dämpfleistung“ welche bei Laständerungen bei denen sich der Polradwinkel β ändert, die auftretenden Schwingungen dämpft.

Schwingungen des Rotors gegenüber dem Drehfeld induzieren in den Käfigstäben Spannungen, die Ströme erzeugen, welche nach Lenz dem Anstreng entgegen gesetzt sind. Hält der Wirkung der Pendellbewegung entgegen.

Aufgabe 14) geg. $p = 2$, $f = 50 \text{ Hz}$, $\eta = 0,85$ ges. a) n
 b) M bei $P_{\text{el}} = 5 \text{ kW}$

$$P_{\text{el}} = 7,7 \text{ kW} \quad 5 \text{ kW}$$

$$\text{a)} n = \frac{\frac{50}{s}}{2} = \frac{50 \frac{1}{s} \cdot 60 \frac{s}{\text{min}}}{2} = \underline{\underline{1500 \text{ min}^{-1}}}$$

$$\text{b)} M = 2\pi n = P_{\text{el}} \quad \eta \cdot P_{\text{el}} = P_{\text{mech}}$$

$$M = \frac{P_{\text{mech}}}{2\pi n}$$

$$P_{\text{el}} = \frac{5 \text{ kW}}{0,85} = 5882,35 \text{ W}$$

$$= \underline{\underline{37,45 \text{ Nm}}}$$

Aufgabe 15) geg. $p = 3$, $f = 50 \text{ Hz}$, $\eta = 0,85$ ges. a) n
 b) M bei $P_{\text{auf}} = 7,0 \text{ kW}$

$$\text{a)} n = \frac{f}{p} = \frac{50 \frac{1}{s} \cdot 60 \frac{s}{\text{min}}}{3} = \underline{\underline{1000 \text{ min}^{-1}}}$$

$$\text{b)} \eta P_{\text{el}} = P_{\text{mech}}$$

$$0,85 \cdot 7,0 \text{ kW} = P_{\text{mech}} = \underline{\underline{5,95 \text{ kW}}}$$

$$M = \frac{P_{\text{mech}}}{2\pi n} = \underline{\underline{56,82 \text{ Nm}}}$$

Aufgabe 16) geg. $P_N = 200 \text{ kW}$, $n_N = 375 \frac{1}{\text{min}} = 6,25 \frac{1}{\text{s}}$, $U_N = 6 \text{ kV}$, $S_N = -25^\circ$

ges. a) p
 b) M_N im Motorbetrieb

$$\text{a)} n_N = \frac{l_N}{p} \Rightarrow p = \frac{l_N}{n_N} = \frac{50 \text{ Hz} \cdot 60 \frac{s}{\text{min}}}{375 \frac{1}{\text{min}}} \\ p = \underline{\underline{8}}$$

$$\text{b)} M = \frac{P_N}{2\pi n} = \frac{200000 \text{ W}}{2\pi \cdot 6,25 \frac{1}{\text{s}}} = \underline{\underline{5052,96 \text{ Nm}}}$$

Aufgabe 17) geg. $P_N = 200 \text{ kW}$ $\delta_n^r = -25^\circ$ ges. a) n_n
 $U_N = 6 \text{ kV}$ $p = 2$ b) P, Q
 $\cos \varphi = 0,5$ $\eta = 0,8$ c) I_{N_p} bei N_n

a) $n_n = \frac{f}{p} = \frac{3000 \frac{1}{\text{min}}}{2} = \underline{\underline{1500 \frac{1}{\text{min}}}}$

b) $\eta P_{el} = P_{mech} = \cancel{0,8 \cdot 200 \text{ kW}} = \underline{\underline{250 \text{ kW}}}$ $S = \frac{P}{\cos \varphi} = 277,7 \text{ kW}$

c) $P_{el} = \sqrt{3} U_N I_N \cos \varphi$ $Q = S \sin \varphi = 121,05 \text{ kVAr}$

d) $I_N = \frac{P_{el}}{\sqrt{3} U_N \cos \varphi} = \underline{\underline{26,73 \text{ A}}}$

Aufgabe 18) $f = 60 \text{ Hz}$ $p = 1$

$$n = \frac{60 \frac{1}{\text{s}} \cdot 60 \frac{\text{s}}{\text{min}}}{1} = \underline{\underline{3600 \frac{1}{\text{min}}}}$$

Aufgabe 19) Bei dem Inselbetrieb speist ein Generator allein das Netz und damit sind Spannung, Spannungsbetrag und Frequenz über den Erregerstrom und Drehzahl beeinflussbar. Ein Beispiel sind Notstromaggregate. Die Ständerspannung ändert sich bei Belastung.

Aufgabe 20) Der Selbststart des Synchronmotors ist nicht möglich, da der Rotor aus dem Stillstand dem Drehfeld nicht folgen kann.

Eine Möglichkeit ist mit Hilfe eines Anwurfmotors ihn in die Nähe der Synchronfrequenz zu bringen.

Dies lohnt sich nur, wenn der Motor ohne Belastung hochgefahren werden kann, sonst hätte der Anwurfmotor eine ähnliche Dimension wie der Synchronmotor.

Eine zweite Möglichkeit, ist den Motor als Asynchronmotor mit Kurzschlußläufer (am Polrad) hochzufahren.

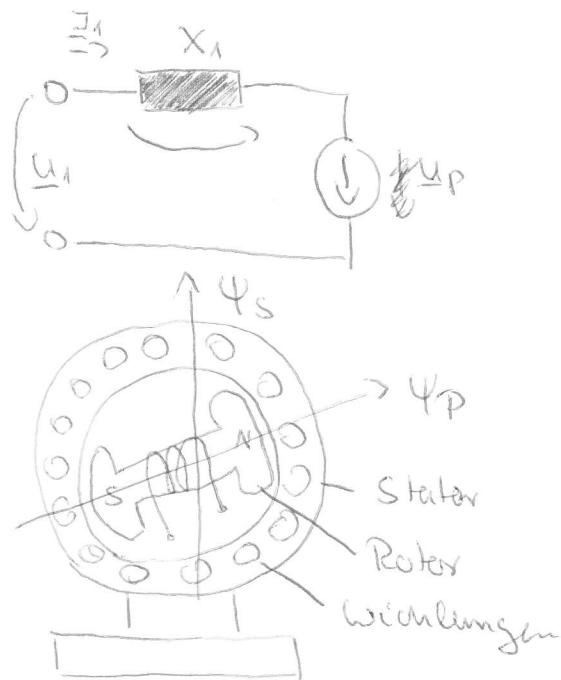
Ziel ist es den Motor möglichst sanft bei an das Netz anzuschließen, damit beim Anschluss kein Stromstoß auftritt welcher die Maschine gefährdet.

- Aufgabe 20) Daher wird eingeschaltet, wenn Netz- und Maschinen Spannung übereinstimmen. Die Synchronisationsbedingungen lauten:
- Netz - Maschinen Spannung gleich
 - Betrag
 - Phasenlage
 - Frequenz

Nach der Synchronisation läuft der Motor in Nenndrehzahl.

- Aufgabe 21)
- Motoren mit Permanentmagnetläufern
 - statt elektromagnetischer Polradregung mit Dauermagneten
 - Elektromotoren
 - ein Magnetfeldsensor erfasst die Lage des Polrads und liest daraus die Ansteuerung des Stämdlers ab.
 - Steuerung über Spannung
 - Hysteresemotor
 - Nutzung des Drehmoments von Magnetfluss und Ummagnetisierungsstrom
 - Reluktanzmotor
 - weichmagnetischer Läufer, der sich so im Drehfeld einstellt, dass sein Magnetfluss der geringste Widerstand entgegengesetzt wird.

Aufgabe 22)



Aufgabe 1)

X_p - Synchrone Reaktanz
 I_1 - Ständersstrom
 U_1 - NetzsSpannung
 U_p - Polradspannung

Wechselwirkung zw.
 Polradfluss und Ständersstrom
 erzeugt Drehmoment.