

Nebenschlussmotor

Beispiel 1

Auf dem Leistungsschild eines Nebenschlussmotors stehen folgende Angaben:

12 kW, 220 V, 65 A, 1440 U/min

Eine Messung ergab $R_i = 0,1 \Omega$.

Wie groß ist die Drehzahl bei Leerlauf?

Lösung:

$$\text{Drehgeschwindigkeit bei Volllast: } \omega_M = (U - I_A \cdot R_i) / (K \cdot B)$$

$$\text{Drehgeschwindigkeit bei Leerlauf: } \omega_{M,0} = (U) / (K \cdot B)$$

(Letzteres, weil I_A in Leerlauf sehr klein ist und deshalb das an sich schon kleine Glied $I_A \cdot R_i$ vernachlässigt werden kann.)

Die Division beider Gleichungen ergibt:

$$n_0 / n = \omega_{M,0} / \omega_M = U / (U - I_A \cdot R_i)$$

Damit wird

$$n_0 = n \cdot U / (U - I_A \cdot R_i) = 1440 \text{ min}^{-1} \cdot 220\text{V} / (220 \text{ V} - 65 \text{ A} \cdot 0,1 \Omega) = 1484 \text{ U / min.}$$

Beispiel 2

Wie groß muss beim Motor des Beispiels 1 ein Vorschaltwiderstand R_v zur Ankerwicklung gewählt werden, damit die Drehzahl bei Volllast, d. h. bei unverändertem Drehmoment, auf die Hälfte zurückgeht?

Lösung:

Wir gehen von der Näherungsgleichung $n \sim U / B$ aus. Der Widerstand R_v wird nur vor die Ankerwicklung geschaltet, Spannung und Strom der Erregerwicklung werden dadurch nicht beeinflusst. Um die Drehzahl zu halbieren, muss also U halbiert werden, d. h. der Spannungsabfall am Vorwiderstand R_v muss 110 V betragen. Da das Drehmoment M konstant bleiben soll, bleibt gemäß Grundgleichung

$$M = K \cdot I_A \cdot B$$

auch der Ankerstrom I_A konstant. Wegen der geringen Größe des Erregerstroms I_E ist

$I_A \approx I_M = 65 \text{ A}$. Es soll also sein:

$$I_A \cdot R_v = 65 \text{ A} \cdot R_v = 110 \text{ V}$$

Hieraus folgt:

$$R_v = 110 \text{ V} / 65 \text{ A} = 1,7 \Omega$$

Beispiel 3

Wie groß ist bei Beispiel 2 der Motorwirkungsgrad η bei voller und bei halber Drehzahl?

Lösung:

Da die auf den Maschinenschildern angegebene Leistung stets die abgegebene Leistung ist, bei einem Motor also die mechanische Leistung P_{mech} , ist bei voller Drehzahl

$$P_{\text{mech}} = 12000 \text{ W.}$$

Die dem Motor zugeführte, elektrische Leistung ist gemäß den Angaben des Maschinenschildes

$$P_{\text{el}} = U * I_M = 220 \text{ V} * 65 \text{ A} = 14300 \text{ W.}$$

Somit ist bei voller Drehzahl der Wirkungsgrad

$$\eta = P_{\text{mech}} / P_{\text{el}} = 12000 \text{ W} / 14300 \text{ W} = 0,84 = 84 \text{ \%}.$$

Bei der halben Drehzahl, aber gleichbleibenden Drehmoment M_n ist gemäß

$$P_{\text{mech}} = \omega_M * M_n$$

die mechanisch Leistung nur halb so groß, d. h.

$$P_{\text{mech}} = 6000 \text{ W.}$$

Zwecks Berechnung der hierbei zugeführten elektrischen Leistung ist zu bedenken, dass wegen

$$M = K * I_A * B$$

bei konstantem $M \approx M_n$ und konstantem B auch I_A und I_M gleich bleiben müssen, unabhängig davon, wie groß die Drehzahl ist. Somit bleibt auch

$$P_{\text{el}} = U * I_M = 14300 \text{ W}$$

und bei der halben Drehzahl wird

$$\eta = 6000 \text{ W} / 14300 \text{ W} = 0,42 = 42 \text{ \%}.$$