

Übung: GNM und Umrichter

Die nennerregte GNM für die Elektrodensteuerung eines Lichtbogenofens wird über eine netz-geführte B6-Brückenschaltung vom 380 V-Drehstromnetz versorgt. Für Netz und Umrichter gelten folgende Daten:

Netz & Umrichter:	Verkettete Netzspannung (Effektivwert):	$U_V = 380 \text{ V}$
	Relative Kurzschlußspannung:	$u_k\% = 5 \%$
	Nennstrom des Umrichters:	$I_{dN} = 5 \text{ A}$
GNM:	Ankernennspannung:	$U_{AN} = 400 \text{ V}$
	Ankernennstrom:	$I_{AN} = 2 \text{ A}$
	Leerlauf-Nenndrehzahl:	$N_{0N} = 3000 \text{ min}^{-1}$
	Nenndrehzahl:	$N_N = 2250 \text{ min}^{-1}$
	Mechanischer Wirkungsgrad:	$\eta_{mech} = 1$

Aufgaben:

1. Berechnen Sie die Nennleistung P_N , das Nenn-Luftspaltmoment M_{MiN} und den Ankerwiderstand R_A des Motors.
2. Wie lassen sich die unbekannten Maschinenparameter $C_E \Psi_N$ und $C_M \Psi_N$ durch bekannte Ausdrücke ersetzen?
3. Welcher Bereich des Steuerwinkels ist in etwa erlaubt, wenn Wechselrichterkippen vermieden werden soll?
4. Welches maximale Moment $M_{Mi max}$ kann der Motor bei Nenndrehzahl und Speisung mit dem angegebenen Umrichter im Motorbetrieb aufbringen? Wie wird der Umrichter in diesem Fall betrieben ?
Bestimmen Sie zunächst formelmäßig den Ankerstrom und die Ankerspannung in diesem Betriebspunkt. Berechnen Sie anschließend die Ankerspannung auch zahlenmäßig.
5. Darf der Motor bei dieser Belastung über längere Zeit betrieben werden (kurze Begründung)?

Bitte die Lösung der Aufgaben zuerst selbständig versuchen ...

Lösung:

1.

$$P_N = \frac{N_N}{N_{0N}} P_{0N} = \frac{N_N}{N_{0N}} U_{AN} I_{AN} = 600 \text{ W}$$

$$M_{MiN} = \frac{P_{0N}}{2\pi N_{0N}} = \frac{U_{AN} I_{AN}}{2\pi N_{0N}} = 2,55 \text{ Nm}$$

$$R_A = r_A R_{AN} = \left(1 - \frac{N_N}{N_{0N}}\right) \frac{U_{AN}}{I_{AN}} = 50 \Omega$$

2.

$$C_E \Psi_N = \frac{U_{AN}}{N_{0N}}$$

$$C_M \Psi_N = \frac{M_{MiN}}{I_{AN}}$$

3.

$$0 \leq \alpha < 150^\circ$$

4. Das maximale Moment tritt bei maximaler Ankerspannung $U_A = U_{Amax}$ auf, welche sich für einen Zündwinkel $\alpha = 0^\circ$ einstellt. Der Strom I_d ist gleich dem Ankerstrom I_{Amax} und bestimmt sich mit $N = N_N$ und $\Psi = \Psi_N$ zu

$$I_d = I_{Amax} = \frac{U_{Amax} - E_A}{R_A} = \frac{U_{Amax} - C_E \Psi_N N_N}{R_A} = \frac{U_{Amax}}{R_A} - \frac{U_{AN} N_N}{R_A N_{0N}}$$

Mit

$$U_{di0} = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} U_V = 513 \text{ V}$$

ist die maximale Umrichterspannung und damit auch die Ankerspannung

$$U_{Amax} = U_{di0} \left(\cos 0^\circ - \frac{u_{k\%}}{2} \cdot \frac{I_d}{I_{dN}} \right)$$

$$= U_{di0} \left(1 - \frac{u_{k\%}}{2} \cdot \frac{1}{I_{dN}} \left(\frac{U_{Amax}}{R_A} - \frac{U_{AN} N_N}{R_A N_{0N}} \right) \right)$$

Auflösen ergibt

$$U_{Amax} = U_{di0} \frac{1 + \frac{u_{k\%}}{2} \cdot \frac{U_{AN} N_N}{I_{dN} R_A N_{0N}}}{1 + U_{di0} \frac{u_{k\%}}{2} \cdot \frac{1}{I_{dN} R_A}} = 503 \text{ V}$$

Stationär ($dN/dt = 0$) und mit $\eta_{mech} = 1$ gilt $M_{Mi} = M_W$. Mit den Ergebnissen von Aufgabe 2 ergibt sich (man beachte den Unterschied zwischen U_{Amax} und U_{AN} !):

$$M_{Mi max} = M_W = \frac{C_M \Psi_N}{R_A} U_{Amax} - \frac{C_M C_E \Psi_N^2}{R_A} N_N$$

$$= \frac{M_{MiN}}{I_{AN}} \cdot \frac{U_{Amax}}{R_A} - \frac{M_{MiN}}{I_{AN}} \cdot \frac{U_{AN}}{N_{0N}} \cdot \frac{N_N}{R_A} = 5,17 \text{ Nm}$$

5.

$$\frac{I_{Amax}}{I_{AN}} = \frac{M_{Mi max}}{M_{MiN}} = \frac{5,17 \text{ Nm}}{2,55 \text{ Nm}} = 2,03 \gg 1$$

Doppelter Nennstrom ist wegen übermäßiger Erwärmung auf Dauer nicht zulässig.