

Übungsbeispiele aus „Maschinen und Antriebe“ (370.015)

## Beispiel 1: PM SYNCHRONMASCHINE

Eine dreisträngige symmetrisch aufgebaute permanentmagneterregte Synchronmaschine in Sternschaltung ohne Mittelpunktsleiter ( $I_N=10\text{A}$ ,  $U_N=230\text{V}$ ,  $n_N=3600\text{rpm}$ ,  $2p=4$ ) läuft mit eingepprägter positiver Drehzahl von **30% der Bezugsdrehzahl**. Zum Zeitpunkt  $t=0$  ist der normierte statorfeste Rotorverkettungsfluß

$$\psi_M = 1 \cdot e^{j \cdot 20^\circ}$$

1. Berechnen Sie für einen BLDC-Betrieb jenen günstigsten normierten statorfesten Stromraumzeiger, welcher das **halbe generatorische** Bezugsmoment bei positiver Drehrichtung ergibt. Geben Sie ebenfalls die bezogenen und nicht bezogenen Ströme in den Motorzuleitungen an.
2. Berechnen Sie für den Zeitpunkt  $t=0$  den bezogenen Spannungsraumzeiger im statorfesten und rotorfesten Koordinatensystem für den aus Punkt 1 ermittelten konstant angelegten Stromraumzeiger. Maschinendaten  $r_s=0,05$  und  $l_s=0,4$
3. Berechnen Sie für einen Sinus-Betrieb jenen normierten statorfesten und rotorfesten Stromraumzeiger, welcher das gleiche (=halbe **generatorische**) Drehmoment unter optimaler Drehmomentausnutzung bei positiver Drehrichtung ergibt. Wie groß sind dabei die nicht bezogenen Ströme  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  in den Motorzuleitungen?
4. Berechnen Sie für den stationären Sinus-Betrieb (konstanter Lastzustand siehe Punkt 3.) den bezogenen Statorspannungsraumzeiger im rotorfesten und statorfesten Koordinatensystem zum Zeitpunkt  $t=0$  mit den Maschinendaten  $r_s=0,05$  und  $l_s=0,4$ .
5. Berechnen und skizzieren Sie maßstabsgerecht den Zeitverlauf ab dem Zeitpunkt  $t=0$  der Außenleiterspannung  $U_{23}(t)$  zwischen Strang 2 und Strang 3 in Volt, für die Maschinendaten  $r_s=0,05$  und  $l_s=0,4$  wenn die Maschine bei **30% der Bezugsdrehzahl** angetrieben wird und dabei stromlos ist.

Übungsbeispiele aus „Maschinen und Antriebe“ (370.015)

## Beispiel 2: GLEICHSTROMMASCHINE

Eine kompensierte **Reihenschluss-Gleichstrommaschine** hat folgende Daten.

Anker-Nennstrom:	$I_{A,N}=225\text{A}$	Nennleistung	$P_{N,mech}=81\text{kW}$
Nenndrehzahl:	$n_N=2000\text{U/min}$	Nenn-Wirkungsgrad:	$\eta_N=90\%$

Die Maschine ist im Nennpunkt nicht gesättigt ( $\sim I_A$ ).

Die Maschine hat nur ohmsche Verluste, Reibungsverluste und Eisenverluste sind vernachlässigbar.

1. Skizzieren Sie die Schaltung der Reihenschlussmaschine am Gleichspannungsnetz inkl. aller Widerstände und Induktivitäten der Maschine.
2. Wie groß ist das Nennmoment  $M_N$  und die Spannungskonstante  $k_{I, N}$  im Nennpunkt im motorischen Betrieb? Wie groß ist die Leerlaufdrehzahl  $n_0$ ?
3. Wie groß ist die Nennspannung  $U_N$  und wie groß ist der Ankerwiderstand  $R_A$  und der Erregerwiderstand  $R_E$ , wenn sich der Erregerwiderstand  $R_E$  zum Ankerwiderstand  $R_A$   $R_E:R_A = 2:5$  verhält ?
4. Skizzieren Sie maßstäblich die Drehzahl-Drehmoment Kennlinie ( $M/n$ ) bei Nennspannung im Bereich ca.  $0,2 \cdot M_N$  bis  $1,5 \cdot M_N$ .
5. Berechnen Sie den benötigten Vorwiderstand  $R_V$  wenn die Maschine bei Nennspannung  $U_N$  mit  $M=1,5 \cdot M_N$  aus dem Stillstand angefahren werden soll.
6. Die Gleichstrommaschine wird von einem Stromrichter mit konstantem, halben Nennstrom bei  $n=2000\text{U/min}$  als Motor betrieben. Berechnen und Skizzieren Sie den Drehzahlverlauf  $n(t)$ , wenn die Last schlagartig abgekuppelt wird. Der Stromrichter liefert dabei weiterhin den konstanten Strom und schaltet die Gleichstrommaschine erst bei Erreichen einer Spannung von  $U=460\text{V}$  ab. Wie lange dauert es bis zum Abschalten und welche Enddrehzahl wird erreicht? Das Trägheitsmoment der Gleichstrommaschine ist  $\theta_{GM} = 12\text{kgm}^2$  und das Reibungsmoment beträgt konstant 1% des Nennmoments.