

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: PM SYNCHRONMASCHINE

Eine dreisträngige symmetrisch aufgebaute permanentmagneterregte Synchronmaschine in Sternschaltung ohne Mittelpunktsleiter besitzt die Nenndaten:

$$I_N=17\text{A} \quad U_N=400\text{V} \quad n_N=3000\text{min}^{-1} \quad 2p=4$$

Zum Zeitpunkt  $t=0$  ist der normierte statorfeste Rotorverkettungsfluß

$$\psi_M = 1 \cdot e^{j \cdot 30^\circ}$$

1. Berechnen Sie den Bezugsstrom  $I_{Bez}$ , die Bezugsspannung  $U_{Bez}$ , den Bezugswiderstand  $R_{Bez}$ , die elektr. Bezugskreisfrequenz  $\omega_{Bez}$ , die Bezugszeit  $T_{Bez}$  und die Bezugsinduktivität  $L_{Bez}$ .
2. Im **BLDC-Betrieb** werden zum Zeitpunkt  $t=0$  folgende Zuleitungsströme gemessen  $I_1=0$ ,  $I_2=12,25\text{A}$ ,  $I_3=-12,25\text{A}$ . Berechnen Sie den bezogenen statorfesten und rotorfesten Stromraumzeiger und das bezogene Drehmoment  $m$  für diesen Zeitpunkt.
3. Berechnen Sie für den Zeitpunkt  $t=0$  im **Sinus-Betrieb** den optimalen statorfesten und rotorfesten Stromraumzeiger für ein gefordertes Drehmoment  $m=0,7$ . Geben Sie weiters die nicht bezogenen Strangströme  $I_1$ ,  $I_2$  und  $I_3$  an. Skizzieren Sie für diesen Zeitpunkt maßstäblich die Raumzeiger  $\underline{\psi}_M$  und  $\underline{i}_S$  sowie die dem Moment entsprechende Fläche in der komplexen Raumzeigerebene, wenn die Strangachse „U“ bzw. „1“ in der reellen Achse liegt.
4. Berechnen Sie für den Statorkurzschluss  $\underline{u}_S=0$  allgemein den Verlauf des stationären Kurzschlussmoments  $m(\omega_m)$  in Abhängigkeit der Drehzahl  $\omega_m$ , des Statorwiderstands  $r_S$  und der Statorinduktivität  $l_S$ . Berechnen Sie daraus die Statorinduktivität  $l_S$ , wenn das Maximum bzw. Minimum des Kurzschlussmoments bei einer Drehzahl  $\omega_m = 0,15$  liegt und der Statorwiderstand  $r_S=0,05$  beträgt. Wie groß ist das max. Kurzschlussmoment  $m(\omega_m=0,15)$ ? Skizzieren Sie den Verlauf  $m(\omega_m)$  maßstäblich im Bereich  $\omega_m = -3 \dots +3$ .