



Institut für Elektrische  
Maschinen, Antriebe  
und Bahnen



Institut für Hochspannungstechnik  
und Elektrische Energieanlagen

Braunschweig, 01.08.2011  
Ku-Schr/Ca-Tar/Mei-Pso

## Bachelorprüfung im Sommersemester 2011

# Grundlagen der elektrischen Energietechnik

1. Teil: Hochspannungstechnik und Energieübertragung

**2. Teil: Elektromechanische Energieumformung**

3. Teil: Grundlagen der Leistungselektronik

## 2. Teil: Elektromechanische Energieumformung

### 1. Aufgabe: Gleichstrommaschine

- 1.1 Mit welchen Maßnahmen kann die Leerlaufdrehzahl einer fremderregten Gleichstrommaschine eingestellt werden? [2 P]
- 1.2 Nennen Sie eine Ursache für Bürstenfeuer und eine mögliche Abhilfemaßnahme. [2 P]
- 1.3 Wodurch wird bei der fremderregten Gleichstrommaschine das maximale Drehmoment und wodurch die maximale Drehzahl begrenzt? [2 P]

Von einer fremderregten Gleichstrommaschine sind für den Betrieb im Nennpunkt folgende Daten bekannt:

Erregerspannung :	$U_{f,N}$	=	200 V
Erregerstrom :	$I_{f,N}$	=	1 A
Ankerspannung :	$U_{a,N}$	=	200 V
Ankerstrom :	$I_{a,N}$	=	10 A
Drehzahl :	$n_N$	=	2000 min <sup>-1</sup>

Der Wirkungsgrad beträgt im Nennpunkt 96,8 % (ohne Berücksichtigung der Erregerverluste). Anker- und Erregerspannung können mit Hilfe von Gleichstromstellern variabel zwischen 0 V und 200 V eingestellt werden. Sättigungserscheinungen im Eisenkreis, Reibungs- und Eisenverluste sowie Verluste durch die Wendepol- oder Kompensationswicklung werden nicht berücksichtigt.

- 1.4 Wie groß sind im Nennpunkt die aufgenommene elektrische Leistung  $P_{el,N}$  (ohne Erregerleistung), die mechanische Leistung  $P_{mech,N}$  und das Antriebsdrehmoment  $M_N$ ? [3 P]
- 1.5 Berechnen Sie die Rotationsinduktivität  $M_d'$ , den Ankerwiderstand  $R_a$  und den Erregerwiderstand  $R_f$  der Maschine. [3 P]
- 1.6 Welche Erregerspannung muss eingestellt werden, damit bei Nenn-Ankerspannung und Belastung mit Nenn-Ankerstrom eine Drehzahl von 3000 min<sup>-1</sup> erreicht wird? Wie groß ist die mechanische Leistung  $P_{mech}$  in diesem Betriebspunkt? [3 P]

## **2. Aufgabe: Asynchronmaschine (ASM)**

- 2.1 Wodurch wird bei der Asynchronmaschine der Anlaufstrom begrenzt und warum sollten Asynchronmaschinen, die am Netz anlaufen, mit trägen Sicherungen abgesichert werden? [2 P]
- 2.2 Welche Leerlaufdrehzahl besitzt eine Drehfeldmaschine mit der Polpaarzahl  $p = 1$  bei einer Statorfrequenz von  $f_s = 60 \text{ Hz}$ ? Wie kann man die Drehrichtung ändern? [2 P]

Eine vierpolige Käfigläufer-Asynchronmaschine wird in Dreieckschaltung an einem 400V/50Hz-Drehstromnetz betrieben. Von dem Asynchronmotor sind für den Nennpunkt folgende Daten bekannt:

Drehzahl:	$n_N$	= 1320 min <sup>-1</sup>
Drehmoment:	$M_N$	= 200 Nm
Strangstrom:	$I_{s,N}$	= 34,64 A

Die Drehzahl im Kippunkt beträgt:  $n_k = 929 \text{ min}^{-1}$

Der Statorwiderstand sowie Eisen-, Reibungs- und Zusatzverluste sind vernachlässigbar (vereinfachtes Ersatzschaltbild).

- 2.3 Bestimmen Sie die Leerlaufdrehzahl  $n_0$ . [1 P]
- 2.4 Bestimmen Sie für den Nennpunkt: [6 P]
- den Schlupf  $s_N$
  - die mechanische Leistung  $P_{\text{mech},N}$
  - die Luftspaltleistung  $P_{\delta,N}$
  - den Leistungsfaktor  $\cos\varphi_N$
  - die Wirkstromkomponente  $I_{\text{sw},N}$  und die Blindstromkomponente  $I_{\text{sb},N}$  des Strangstromes  $I_{s,N}$ .
- 2.5 Wie groß sind der Kippschlupf  $s_k$  und das Kippmoment  $M_k$ ? [2 P]

### **3. Aufgabe: Vollpol-Synchronmaschine**

- 3.1 Wie kann bei einer am starren Netz arbeitenden Synchronmaschine die Blindleistungsabgabe beeinflusst werden? Wie wirkt sich der übererregte Betrieb von Synchronmaschinen am starren Netz bezüglich der Blindleistung im Netz aus? [2 P]
- 3.2 Warum sollte der Dauerkurzschlussstrom bei einem Synchrongenerator deutlich größer (z. B.  $3 \cdot I_{s,N}$ ) als der Nennstrom sein? [1 P]
- 3.3 Nennen Sie mindestens zwei Einsatzbereiche bzw. Anwendungsgebiete, für die der Einsatz von Synchronmaschinen besonders vorteilhaft ist, und begründen Sie Ihre Antwort. [2 P]

Eine elektrisch erregte Vollpol-Synchronmaschine wird in Sternschaltung am 400V/50Hz-Drehstromnetz betrieben. Von der Maschine sind folgende Daten bekannt:

Synchrondrehzahl:  $n_0 = 600 \text{ min}^{-1}$

synchrone Reaktanz:  $X_d = 10 \Omega$

Polradspannung je Strang:  $U_{p,N} = 115 \text{ V}$  bei Nennerergerstrom  $I_{f,N}$

Verluste können vernachlässigt werden ( $R_s = 0$ )

- 3.4 Bestimmen Sie die Polpaarzahl  $p$ . [1 P]
- 3.5 Wie groß ist der Kurzschlussstrom  $I_k$  bei Nennerregung? [1 P]

Die Maschine wird bei Nennerregung und mechanisch unbelastet als Phasenschieber betrieben:

- 3.6 Wird die Maschine über- oder untererregt betrieben? Begründen Sie Ihre Antwort. [1 P]
- 3.7 Wie groß ist der Strangstrom  $I_s$  ? [2 P]
- 3.8 Um welchen Faktor muss der Erregerstrom verändert werden, damit der Strangstrom  $I_s = 0$  wird? [2 P]

## Lösungen zu den Rechen-Aufgabenteilen der Bachelorprüfung Sommersemester 2011

### 2. Teil: Elektromechanische Energieumformung

#### 1. Aufgabe: Gleichstrommaschine

1.4)  $P_{el,N} = 2000 \text{ W}$

$$P_{mech,N} = 1936 \text{ W}$$

$$M_N = 9,24 \text{ Nm}$$

1.5)  $M'_d = 0,924 \text{ H}$

$$R_a = 0,64 \Omega$$

$$R_f = 200 \Omega$$

1.6)  $U_f = 133,3 \text{ V}$

$$P_{mech} = 1936 \text{ W}$$

#### 2. Aufgabe: Asynchronmaschine (ASM)

2.3)  $n_0 = 1500 \text{ min}^{-1}$

2.4)  $s_N = 0,12$

$$P_{mech,N} = 27646 \text{ W}$$

$$P_{\delta,N} = 31416 \text{ W}$$

$$\cos \varphi_N = 0,756$$

$$I_{sw,N} = 26,18 \text{ A}$$

$$I_{sb,N} = 22,67 \text{ A}$$

2.5)  $s_k = 0,38$

$$M_k = 349,35 \text{ Nm}$$

### **3. Aufgabe: Vollpol-Synchronmaschine**

3.4)  $p = 5$

3.5)  $I_k = 11,5 \text{ A}$

3.6) untererregt, da  $U_{p,N} < U_s$

3.7)  $I_s = 11,6 \text{ A}$

3.8) Erhöhung von  $I_f$  um den Faktor 2