

7 Asynchronmaschine

7.1 Aufbau

- Stator wie bei Synchronmaschine: dreiphasige Wicklung zur Erzeugung eines Drehfelds
- Rotor auf zwei verschiedene Arten ausführbar
 - Schleifringläufer: enthält dreiphasige Wicklung, die an Schleifringe angeschlossen ist
 - Kurzschluss-/Käfigläufer: Läuferstäbe sind über sternseitige Kurzschlussringe miteinander verbunden

7.2 Funktionsprinzip

- im idealen Leerlauf rotiert der Läufer genau so schnell wie das Drehfeld:

$$n_{\text{syn}} = \frac{f_s}{p}$$

- Drehfeld zieht Läufer mit

7.3 Ersatzschaltbild

- Schlupf s

$$s = \frac{n_{\text{syn}} - n}{n_{\text{syn}}} = \frac{\omega_s \cdot \gamma}{\omega_s} = \frac{f_s - p \cdot n}{f_s}$$

γ : Läuferstellungswinkel f_s : Statorfrequenz

- Spannung in der Statorwicklung

$$U_s = (R_s + j\omega_s L_{\text{St}}) \cdot \underline{I}_s + U_i$$

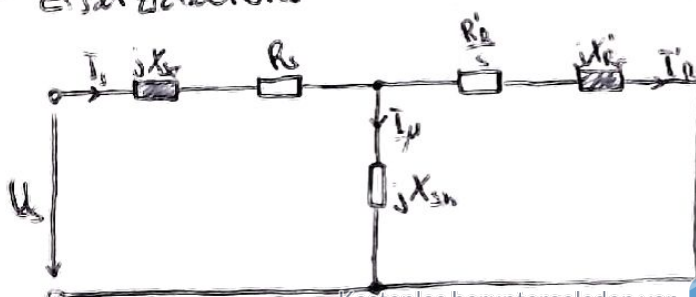
- Spannung in einer Rotorwicklung

$$U'_R = 0 = -(R'_R + j s \omega_s L'_{R0}) \cdot \underline{I}'_R + s \cdot U_i$$

- induzierte Spannung in einer Statorwicklung

$$U_i = j\omega_s L_{\text{St}} (\underline{I}_s - \underline{I}'_R)$$

- Ersatzschaltbild



7.4 Betriebsverhalten

7.4.1 Drehzahl-Drehmoment-Verhalten

- Betriebsbereiche
 - $s=0$ ideales Leerlauf
 - $s < 0$ Generatorbetrieb, absynchrone
 - $0 < s < 1$ Motorbetrieb, untersynchrone
 - $s=1$ Stillstand
 - $s > 1$ Gegenstrombetrieb, gegensynchrone

7.4.3 Leistungsbilanz

- Statorverlustleistung

$$P_{Vs} = 3 R_s I_s^2 \quad \rightarrow \quad P_D = P_{el} - P_{Vs} = 3 U_s I_s \cos \varphi - 3 R_s I_s^2$$

- Rotorverlustleistung

$$P_{VR} = 3 R'_R I_R^2 = s P_D \quad P_{mech} = P_D - P_{VR} = (1-s) P_D$$

$$P_D = \frac{P_{mech}}{1-s} = M_i \frac{\Omega}{1-s} = M_i \Omega_{syn}$$

7.4.4 Blindstromkompensation

- zur Verringerung des Effektivwerts des Netzstroms
- Blindstrom kann durch Kondensatoren kompensiert werden
- Sternschaltung

$$C_s = \frac{I_s \sin \varphi}{\omega_s U_s}$$

- Dreieckschaltung

$$C_D = \frac{I_s \sin \varphi}{3 \omega_s U_s}$$

7.5 Verfahren zum Anlauf und zur Bremsung

7.5.1 Stern-Dreieck-Anlauf

- Verhinderung hoher Einschaltströme
- zunächst Stern-, dann Dreieckschaltung
- Vorteil: geringe Anlaufstrom
- Nachteil: geringes Anlaufmoment

7.5.2 Gegenstrombremsen

- Antrieb bleibt bei vielen Maschinen nach Abschalten der Speisepannung von selbst stehen
- zur Verhinderung des Bremsvorgangs durch Vertauschen zweier Anschlüsse

7.6 Verfahren zur Drehzahlsteuerung ohne Frequenzrichter

- Antriebsverfahren sind nur als Anfahrhilfe geeignet, im Dauerbetrieb sind die Verluste zu hoch!

7.6.1 Polumschaltung

- Umschalten der Statorspulen \rightarrow Veränderung der Polpaarzahl
 \rightarrow mehrere unterschiedliche Kennlinien

7.6.2 Schleifringläufer mit Vorwiderständen im Lauferkreis

- Durch gezielte Wahl des Vorwiderstands kann das Anlaufmoment bis zum Wert des Nennmoments erhöht werden

7.7 Drehzahl-Drehmomentregelung mit Frequenzrichter

7.7.1 Spannungs- / Frequenz-Kennliniensteuerung

- Synchronbreitakt lässt sich durch Einstellung der Statorfrequenz beliebig einstellen

7.7.2 Feldorientierte Regelung

- Lage des Rotorflusses wird aus Spannungen, Strömen und ggf. der Rotorlage bestimmt
- Statorstrom wird aus magnetisierender Komponente \bar{I}_s in Richtung des Rotorflusses und der dem Drehmoment proportionalen senkrechten Komponente zusammengesetzt
- Drehmomentsteuerung mit

$$M_i \sim \bar{I}_s q$$