

## 6 Drehstromsynchronmaschine

- Polrad mit Permanentmagneten oder einer mit Gleichstrom gespeisten Erregerwicklung
- Läufer bewegt sich synchron zum von der Ständerwicklung erzeugten Drehfeld
- Erzeugung des magnetischen Drehfelds
  - jede Spule erzeugt ein sinusförmig veränderliches Magnetfeld
  - Summe der drei Magnetfelder ergibt Drehfeld mit konstanter Amplitude
- Kreisfrequenz des Magnetfelds auch von Polpaarzahl  $p$  abhängig

$$\Omega_{\text{M}} = \frac{\omega}{p}$$

### 6.1 Läuferbauformen

- Turborotor (elektrisch erregt)
- Scheitelpolrotor (elektrisch erregt)
- Rotor mit Oberflächennägeln
- Rotor mit vergrabenen Magneten
  - in Flussammelordnung
  - Hybriddrehstrommotor

### 6.2 Synchronmotor im Netzbetrieb

- meist genügt Betrachtung einer Phase, die andere beiden sind um  $\varphi = \frac{2\pi}{3}$  versetzt
- es gilt

$$U_p - U_s = jX_s I_s$$

- $X_s$ : Synchronreaktanzen
- Winkel zwischen  $U_p$  und  $U_s$  heißt Polradwinkel  $\alpha$
- bei unsymmetrischen Rotoren

$$U_p - U_s = jX_d I_d + jX_q I_q$$

- solange keine Sättigung auftritt ist der Betrag der Polradspannung proportional zum Erregerfluss und -strom

$$|U_p| \sim I_f$$

### 6.4 Betriebsverhalten des Turbogenerators am starren Netz

- Blindanteil des Netzstroms wird durch den Erregerstrom gesteuert, der Wirkanteil durch antreibendes oder bremsendes Moment an der Welle
- Generatorbetrieb: Polradspannung eilt der Netzspannung vor
- Motorbetrieb: Polradspannung eilt der Netzspannung nach
- Betriebspunkt ist Schnittpunkt der Stromkurve für konstante Erregung und der Gerade konstanter Wirkleistung

$$\vec{I}_s = j \frac{U_s}{X_s} - j \frac{U_p}{X_s}$$

$$I_s \cos \varphi = \frac{P_{\text{el}}}{3U_s}$$

- Drehmoment ist Funktion des Polradwinkel

$$M_{el} = \frac{P_{mech}}{\omega_{rot}} = 3 \cdot p \frac{U_s I_s \cos \varphi}{\omega_{rot}}$$

- weiterhin gilt

$$I_s \cos \varphi = \frac{U_p}{X_s} \sin \alpha$$

- also

$$M_{el} = 3p \frac{U_s U_p \sin \alpha}{\omega_{rot} X_s} \rightarrow M_{el} \sim \sin \alpha$$

## 6.5 Synchronmaschine als strömrichter gespeister Motor

- einfachster Fall: Frequenz umhülle der Speisefrequenz gesteuert

$$f_s = p \cdot n$$

- induzierte Polradspannung und Reaktanz sind proportional zur Frequenz  
 $\omega = 2\pi f_s$

- Drehmoment auch im nichtstationären Betrieb durch Stromkomponente  $I_q$  verzögerungsfrei steuerbar.

$$I_q = \frac{M_{el} \omega}{3 U_p \cdot p}$$