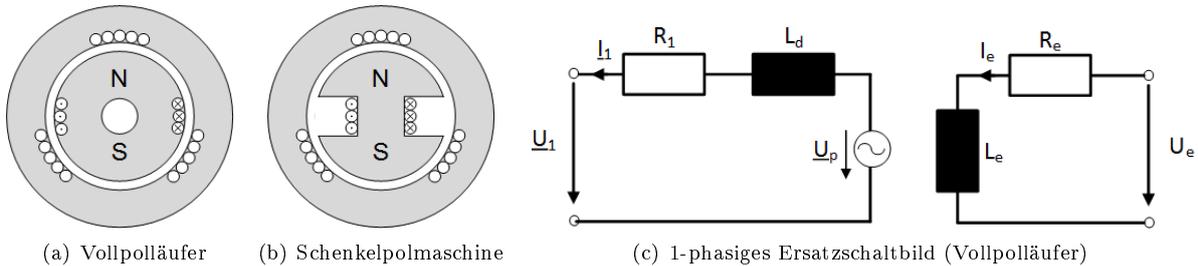


Zusammenfassung zur Übung 5

ELEKTROENERGIESYSTEME

Aufgaben 12 bis 13

1) Synchrongenerator Querschnitt



Das vom Läufer erzeugte Magnetfeld induziert in den räumlich um 120° gegeneinander versetzten Statorspulen ein symmetrisches Drehspannungssystem. Die Polradspannung kann hierbei mittels des Erregerstroms beeinflusst werden. Das magnetische Drehfeld wird durch die Induktivität $L_d = L_H + L_{\sigma 1}$ repräsentiert.

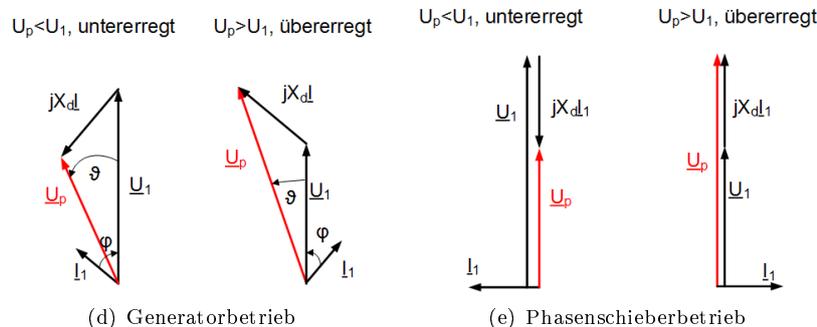
Das erzeugte Drehspannungssystem rotiert synchron mit der mechanischen Winkelgeschwindigkeit des Läufers Ω . Im Fall einer mehrpoligen Maschine mit der Polpaarzahl p entspricht die **elektrische Winkelgeschwindigkeit** $\omega_s = p \cdot \Omega$.

2) Konstruktion des Zeigerdiagramms (vereinfacht, verlustlose Betrachtung)

Aus dem Ersatzschaltbild gilt:

$$\underline{U}_p = j\omega L_d \underline{I}_1 + \underline{U}_1$$

Die Spannung \underline{U}_1 wird in die positive reelle Achse gelegt. \underline{I}_1 ist gegenüber \underline{U}_1 um den Winkel φ verschoben. Spannungsänderung an der Spitze von \underline{U}_1 einzeichnen. Die Polradspannung \underline{U}_p reicht vom Ursprung bis zur Spitze der Summe aller Spannungsänderungen (siehe Abbildung).



3) Drehmoment und Leistung

Für einen Vollpoläufer ($X_q \approx X_d$) gilt:

$$\underline{S} = 3 \cdot \underline{U}_1 \cdot \underline{I}^* = P + jQ$$

$$P = 3 \frac{U_1 U_P}{X_d} \sin(\vartheta) \quad Q = 3 \left[\frac{U_1 U_P}{X_d} \cos(\vartheta) - \frac{U_1^2}{X_d} \right] \quad M = 3 \frac{p}{\omega_s} \frac{U_P U_1}{X_d} \sin(\vartheta)$$

4) Anpassung der Wirk- und Blindleistung

Die Ausgangsgrößen des Synchrongenerators können durch Veränderung der Erregung im Erregerkreis oder durch Veränderung der Leistungsbereitstellung an der Turbine gesteuert werden. Ist der Synchrongenerator an einem **starreren Netz** angebunden, so sind **Netzspannung und Netzfrequenz** konstant.

- Blindleistungsanpassung

Um die abgegebene Blindleistung zu variieren, müssen der Betrag der Polradspannung $|U_P|$ und der Polradwinkel ϑ beeinflusst werden. Dies wird erreicht indem der Erregerkreis verändert wird, da die Polradspannung proportional zum Erregerstrom ist. Bleibt die Leistungsbereitstellung der Turbine unverändert, dann bleibt die abgegebene Generatorleistung P konstant.

- Wirkleistungsanpassung

Um die vom Generator abgegebene Wirkleistung anzupassen muss die Dampffuhr an der Turbine erhöht oder erniedrigt werden. Da die Kreisfrequenz konstant bleiben soll, um die Frequenz des Netzes nicht zu stören, wird das Drehmoment M angepasst. Der Sinus des Polradwinkels $\sin(\vartheta)$ ist proportional zum Drehmoment. Dabei wird allerdings auch die Blindleistung verändert.

gesteuert	unverändert	verändert	wichtige Beziehung
I_e	ω_s, X_d, U_1, P	U_P, ϑ, Q	$I_e \propto U_P$
P	ω_s, X_d, U_1, U_P	M, ϑ, Q	$M \propto \sin(\vartheta)$

5) Zählpeilsystem

Erzeugerzählpeilsystem

