

Grundlagen der elektrischen Energietechnik

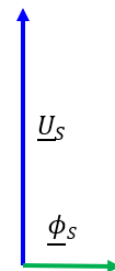
Teil 1: Energienetze

Aufgaben aus den Vorlesungen (Synchrongenerator und Übertragungsnetz):

- I. Ein Drehstrom-Synchrongenerator hat folgende Kenndaten:

Polradspannung	$\underline{U}_{P,Y} = 24 \text{ kV} \cdot e^{20^\circ}$
Ständerspannung	$\underline{U}_{S,Y} = 20 \text{ kV}$
Umdrehungsgeschwindigkeit	3000 pro Minute
Netzfrequenz	50 Hz

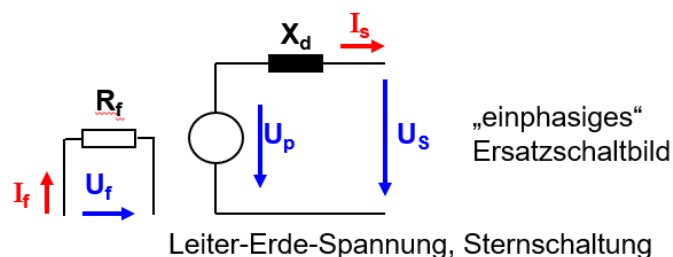
- Bestimmen Sie den Magnetfluss durch das Polrad und die Ständerwicklungen
- Zeichnen Sie ein Zeigerdiagramm mit den beiden Flüssen im Magnetkreis

$$\underline{U} = j \frac{\omega}{\sqrt{2}} \underline{\phi}$$


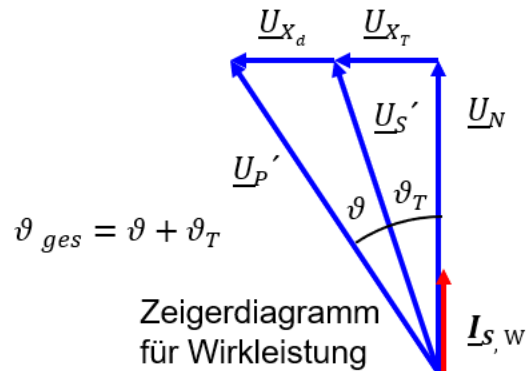
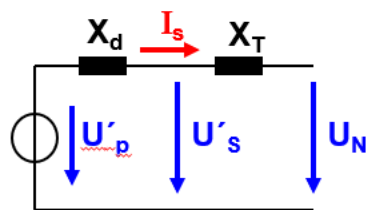
- II. Ein Drehstrom-Synchrongenerator hat folgende Kenndaten:

Scheinleistung	$S = 600 \text{ MVA}$
Betriebsspannung	$U_S = 20 \text{ kV}$
Relative synchrone Reaktanz	$x_d = 1,5$

- Bestimmen Sie bitte den Ständerstrom!
- Wie groß ist die synchrone Reaktanz (Blindwiderstand)?



- III. Was beschreibt der Polradwinkel?
- IV. Was ist das Kippmoment?
- V. Wie erhält man aus dem Kippmoment die Kippleistung?
- VI. Ein Kraftwerk mit einem 600 MVA Generator mit $x_d = 1,5$ liefert an den Ständeranschlüssen eine induktive Blindleistung von 300 Mvar.
 Die Ständer-Stern-Spannung beträgt 20 kV.
 Zeichnen sie das Zeigerdiagramm und rechnen sie in kartesischen Koordinaten.
 - a. Bestimmen Sie den Ständerstrom
 - b. Wie groß ist die Spannung an der synchronen Reaktanz?
 - c. Welche Polradspannung ist am Generator einzustellen?
 - d. Wie groß ist der Polradwinkel ϑ ?
- VII. Ein Kraftwerk mit einem 600 MVA Generator mit $x_d = 1,5$ speist über einen Maschinentrafo in ein 420 kV Netz ein. Der 630 MVA Trafo mit $u_K=0,1$ ist im Umspannwerk direkt an das Verbundnetz angeschlossen. Das Netz befindet sich im Schwachlastbetrieb und hat bei einer Spannung von 380 kV einen kapazitiven Blindleistungsbedarf von 100 MVar und einen Wirkleistungsbedarf 100 MW. Ergänzen sie das Zeigerdiagramm und rechnen sie in kartesischen Koordinaten mit getrennten Wirk- und Blindanteilen.
 - a. Bestimmen Sie den Strom, den das Kraftwerk in das Netz einspeist!
 - b. Welcher Übertragungswinkel ϑ_T stellt sich im Trafo ein?
 - c. Welche Polradspannung ist am Generator eingestellt?
 - d. Wie groß ist der Polradwinkel ϑ ?
 - e. Bewerten Sie den gesamten Übertragungswinkel ϑ_{ges} !



Übung 4: Einspeisung eines Drehstrom-Synchrongenerators

Eine 200 km lange 110-kV-Drehstrom-Freileitung hat die Leitungsbeläge:

$$R' = 0,1 \, \Omega/\text{km} \qquad \omega L' = 0,4 \, \Omega/\text{km}$$

Die Querglieder sollen vernachlässigt werden.

- a) Welche Wirk- und Blindleistung nimmt ein Verbraucher am Leitungsende ab, wenn am Leitungsanfang bei $U_1 = 110 \text{ kV}$ eine Scheinleistung $S_1 = 50 \text{ MVA}$ bei $\cos\varphi = 0,8$ (induktiv) eingespeist wird?
- b) Die beschriebene Leitung diene zur Anbindung eines Drehstrom-Synchrongenerators ($U_n = 20 \text{ kV}$, $S_n = 40 \text{ MVA}$, $x_d = 100 \%$) über einen Drehstromtransformator (20/110 kV, $S_n = 40 \text{ MVA}$, $u_k = 15 \%$) an ein starres Netz ($U_{\text{netz}} = 110 \text{ kV}$, $f = 50 \text{ Hz}$).

Verluste und Querglieder werden vernachlässigt.

Welche Wirk- und Blindleistung gibt der Generator an seinen Klemmen ab, wenn bei einem gesamten Übertragungswinkel von 45° in das Netz nur Wirkleistung eingespeist werden soll?