

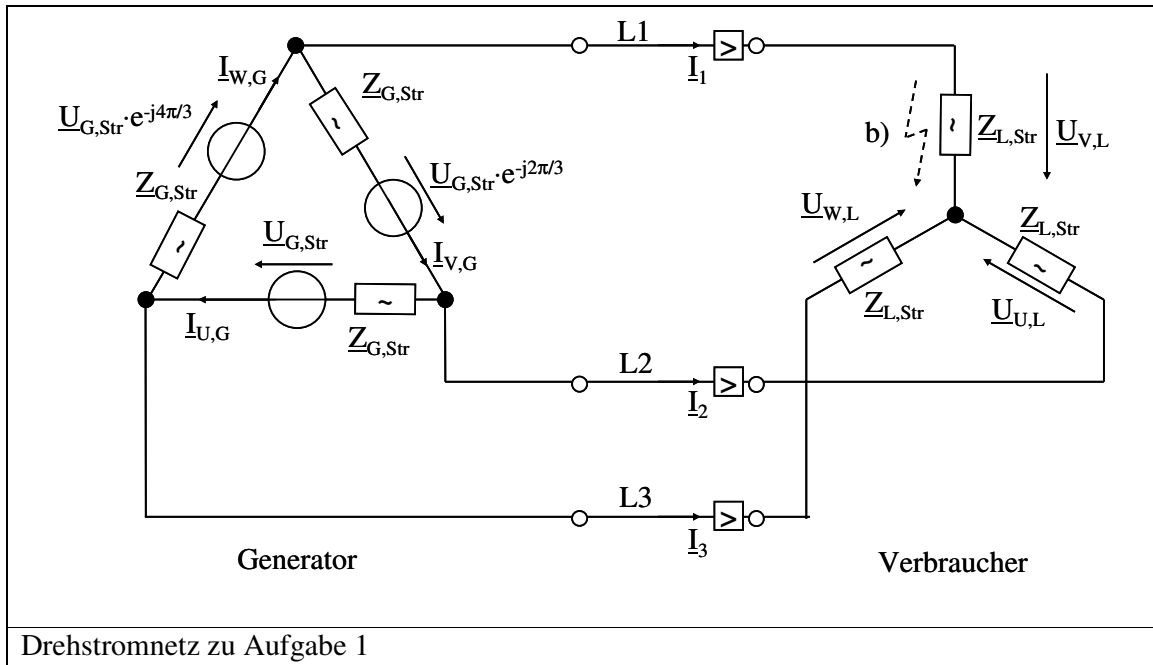
Elektrische Energiesysteme

Probeklausur
im Sommersemester 2007

Aufgabe 1

In einem Drehstromnetz werden der in Dreieck geschaltete Generator und die Versorgungsleitung durch eine Strang-Leerlaufspannung $U_{G,Str} = 690 \text{ V}$ und eine Strang-Impedanz $Z_{G,Str} = 1 \Omega \cdot e^{j20^\circ}$ beschrieben.

An dieses Netz wird ein in Stern geschalteter symmetrischer Verbraucher mit der Strangimpedanz $Z_{L,Str} = 50 \Omega \cdot e^{j40^\circ}$ angeschlossen.

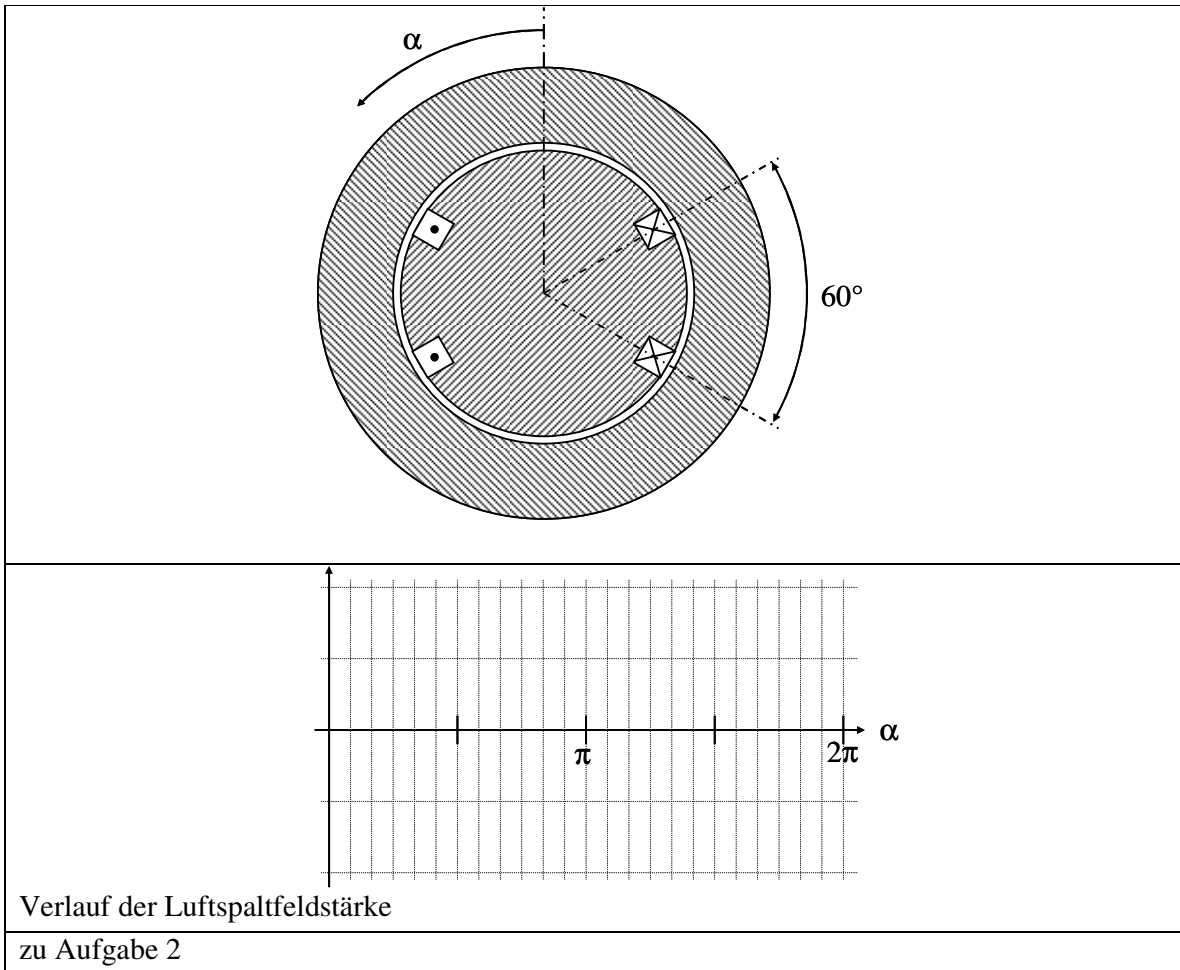


Drehstromnetz zu Aufgabe 1

- Wie groß ist der sich in der Versorgungsleitung einstellende Strom I_1 im Leiter L1? Wie groß ist ein Strangstrom im Generator $I_{U,G}$ im normalen Betrieb? Hinweis: Das Problem kann z. B. durch Dreieck-Stern-Umwandlung des Generators gelöst werden.
- Aufgrund eines Gerätefehlers wird der Verbraucherstrang V kurzgeschlossen. Welche Spannungen $U_{U,L}$, $U_{V,L}$ und $U_{W,L}$ stellen sich am Verbraucher ein, wenn der Innenwiderstand des Generators vereinfachend mit $Z_G \approx 0$ angenommen wird? Wie hoch ist also die Bemessungsspannung der Isolation in einem Drehstromverbraucher zu wählen?
- Nach dem Kurzschluss schaltet eine Schutzvorrichtung einpolig den Leiter L1 ab. Wie ändern sich die Spannungen $U_{V,L}$ und $U_{W,L}$ am Verbraucher?

Aufgabe 2

Gegeben sei der Querschnitt eines magnetischen Kreises aus einer Synchron-Maschine. Die Permeabilität des schraffierten Eisenkreises darf als unendlich groß angenommen werden.

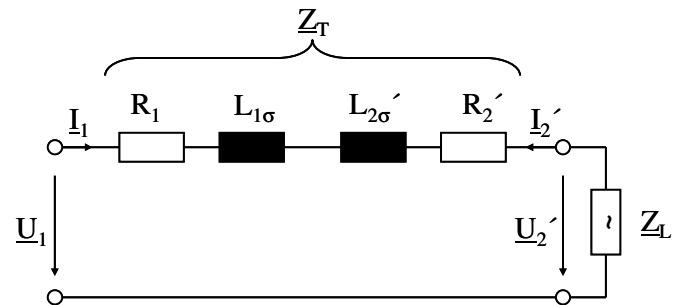


- Welches Feldlinienbild wird sich qualitativ einstellen? Zeichnen Sie 4 Feldlinien in die obige Skizze ein!
- Stellen Sie in der obenstehenden Skizze qualitativ den Verlauf der Luftspaltinduktion B_δ über dem Winkel dar, wenn das Eisen eine unendlich große Permeabilität aufweist und keine Streuung auftritt!
- Die beiden Spulen haben die Gesamt-Windungszahl $w_f = 1000$. Wie groß muss der Erregerstrom I_f durch die Spulen eingestellt werden, damit sich eine Luftspaltinduktion von $\hat{B}_\delta = 1 \text{ T}$ bei einem Luftspalt der Länge $d = 3 \text{ mm}$ einstellt?

Aufgabe 3

Ein Industriebetrieb wird über einen 250 KVA-Drehstromtransformator der Schaltgruppe Yy6 aus dem 30 kV-Mittelspannungsnetz versorgt. Die Sekundärspannung beträgt im Leerlauf 420 V.

Der Transformator kann vereinfacht durch ein einphasiges Längs-Ersatzschaltbild mit $Z_T = R_1 + jX_{1\sigma} + R_2' + jX_{2\sigma}' = (25 + j30) \Omega$ (Stern-Ersatzschaltung, auf die Oberspannungsseite bezogen) beschrieben werden.

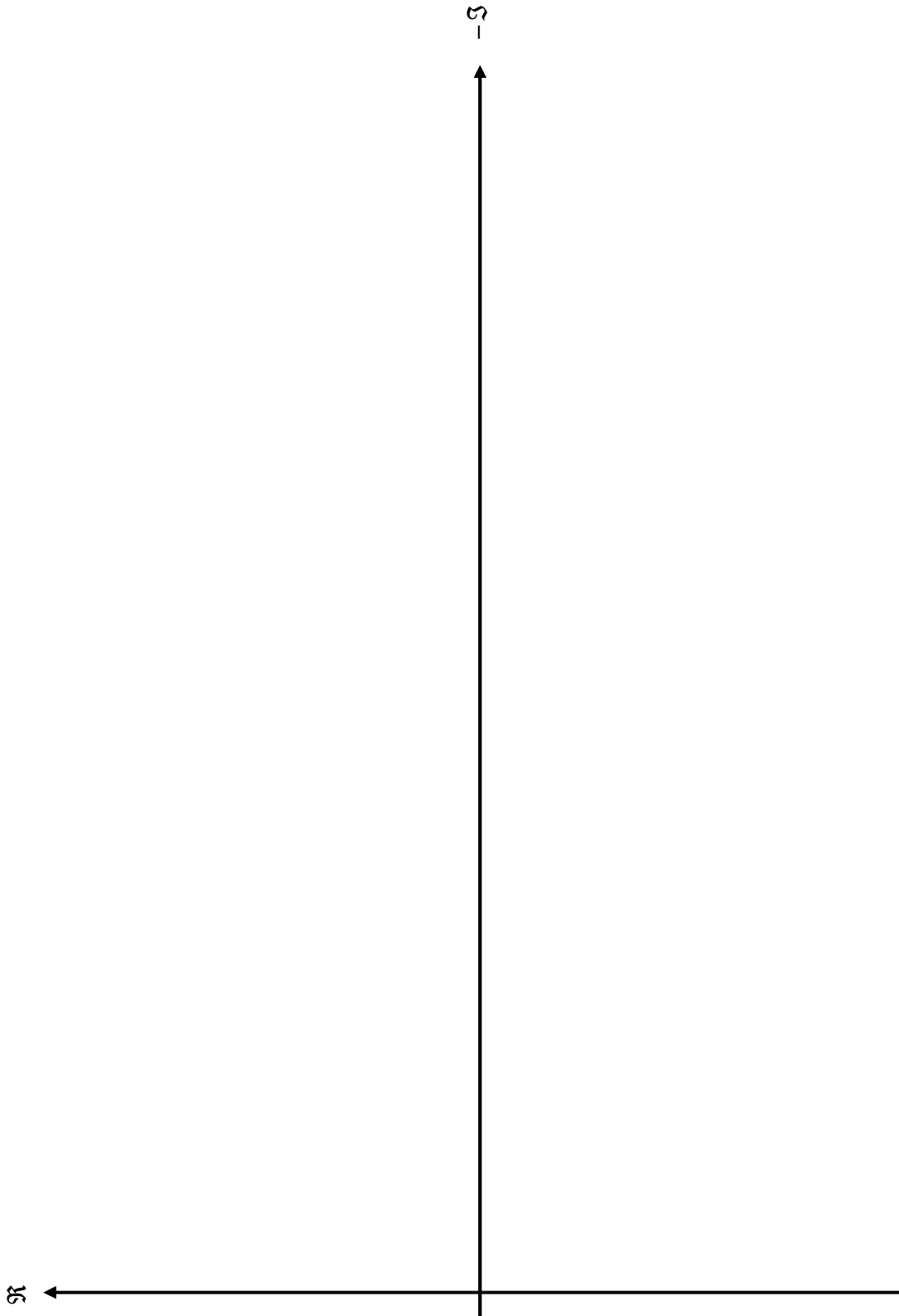


- Berechnen Sie zunächst die Impedanz Z_L eines symmetrischen Verbrauchers mit den Bemessungsdaten $U_N = 400 \text{ V}$, $I_N = 150 \text{ A}$, $P_{el,N} = 80 \text{ kW}$ (Stern-Ersatzschaltbild)! Transformieren Sie die Verbraucher-Impedanz auf die Primärseite: Wie groß wird Z_L' ?
- Wie groß wird der Sekundärstrom des Transformators, wenn dieser Verbraucher sinnvoll angeschlossen wird?
- Aufgrund einer Erweiterung des Betriebs soll ein zweiter Transformator mit einer Leistung von 150 KVA parallel geschaltet werden. Warum können Sie keinen Transformator in Dy-Schaltung verwenden?

Aufgabe 4

Auf dem Typenschild eines Kurzschlussläufer-Asynchronmotors stehen die Daten $U_N = 400 \text{ V } \Delta$, $I_N = 44 \text{ A}$, $P_N = 22 \text{ kW}$, $n_N = 1470 \text{ min}^{-1}$ und $\cos\phi_N = 0,88$. Das Kipp-Drehmoment beträgt 350 Nm. Sättigung, Stromverdrängung und alle Verluste außer den Rotor-Kupfer-Verlusten dürfen vernachlässigt werden.

- Zeichnen Sie die Strom-Ortskurve des Motors! (Empfohlener Maßstab für das Lösungsblatt auf der nächsten Seite: $m_l = 10 \text{ A/cm}$)
- Welcher Schlupf und welche Drehzahl stellen sich bei einer Belastung mit 100 Nm motorisch ein?
- Der Motor wird nun in Sternschaltung am 400 V-Netz betrieben. Wie groß ist nun das Kipp-Drehmoment?



Aufgabe 5

Ein Synchrongenerator hat die Bemessungsdaten $U_N = 12 \text{ kV}$, $I_N = 850 \text{ A}$, $I_{fN} = 100 \text{ A}$, $p = 4$, $f_N = 50 \text{ Hz}$, $\cos\varphi_N = 0,85$ kapazitiv und $K_C = 0,6$. Alle Verluste und die Sättigung dürfen vernachlässigt werden.

- Wie groß sind Bemessungs-Drehzahl n_N und -Scheinleistung S_N sowie die Polradspannung U_{PN} im Bemessungspunkt?
- Aufgrund einer Überkompensation nimmt das Netz kapazitive Blindleistung auf. Die Maschine gibt eine Scheinleistung von 10 MVA an das Netz mit U_N und f_N bei einem Leistungsfaktor von $\cos\varphi = 0,8$ ab. Wie ist der Erregerstrom einzustellen?
- Ausgehend vom Leerlauf ($I_l = 0$) benötigt ein benachbartes Walzwerk kurzfristig 5 MW Leistung bei einem $\cos\varphi = 0,5$ induktiv. Die Leistung soll ausschließlich vom Generator aufgebracht werden. Wie verändern sich der Polradwinkel und die Drehzahl des Generators? Welche Maßnahme muss bezüglich des Erregerstroms getroffen werden? (qualitative Antworten genügen)

Aufgabe 6

Eine Wechselstrom-Kommutatormaschine mit $P_{N,\text{mechanisch}} = 500 \text{ W}$, $U_N = 230 \text{ V}$, $\cos\varphi_N = 0,8$, $n_N = 3000 \text{ 1/min}$ und $\eta_N = 60 \%$ soll eine Handbohrmaschine antreiben. Das Lagerreibungs-Drehmoment beträgt $M_R = 0,2 \text{ Nm}$. \underline{U}_l liegt in Phase mit \underline{I} . Die Sättigung darf vernachlässigt werden; außer den Lagerreibungsverlusten treten nur ohmsche Verluste in Anker- und Erregerwiderstand auf.

- Geben Sie die Ersatzschaltbilddaten Anker- und Erregerwiderstand ($R_a + R_f$), die induktiven Blindwiderstände ($X_a + X_f$) und Drehzahlkonstante $k\Phi_N$ an!
- Welcher Strom fließt beim Anlauf der Maschine? Wie hoch ist das Anlauf-Drehmoment?
- Wie groß wird der Strom bei einer reinen Belastung durch das Reibdrehmoment? Die Maschine darf bis zu einer Drehzahl von 14.000 1/min betrieben werden. Muss eine Drehzahlüberwachung vorgesehen werden?