

Klausur

Elektrische Energiesysteme / Grundlagen der Elektrotechnik 3

23.07.2008

- Die Klausur besteht aus 5 Aufgaben. Pro richtig beantworteter Teilaufgabe a), b) oder c) sind unabhängig vom Schwierigkeitsgrad jeweils 3 Punkte erreichbar.
- Die einzelnen Fragen können weitgehend unabhängig voneinander beantwortet werden.
- Bei 45 von 45 erreichbaren Punkten wird die Note 1,0 gegeben; entsprechend bei 22 Punkten eine 4,0. Halbe Punkte werden nicht gegeben.
- zulässige Hilfsmittel: Zirkel, Lineal, Winkelmesser, nicht kommunikationsfähiger Taschenrechner, 3 Blätter A4 Formelsammlung
- Dauer der Klausur: 2 h

Name:

Matrikelnummer:

Studienrichtung:

Unterschrift:

Bereich für die Korrektur

Aufgabe	Punkte	
1		
2		
3		
4		
5		
Summe		
Note		

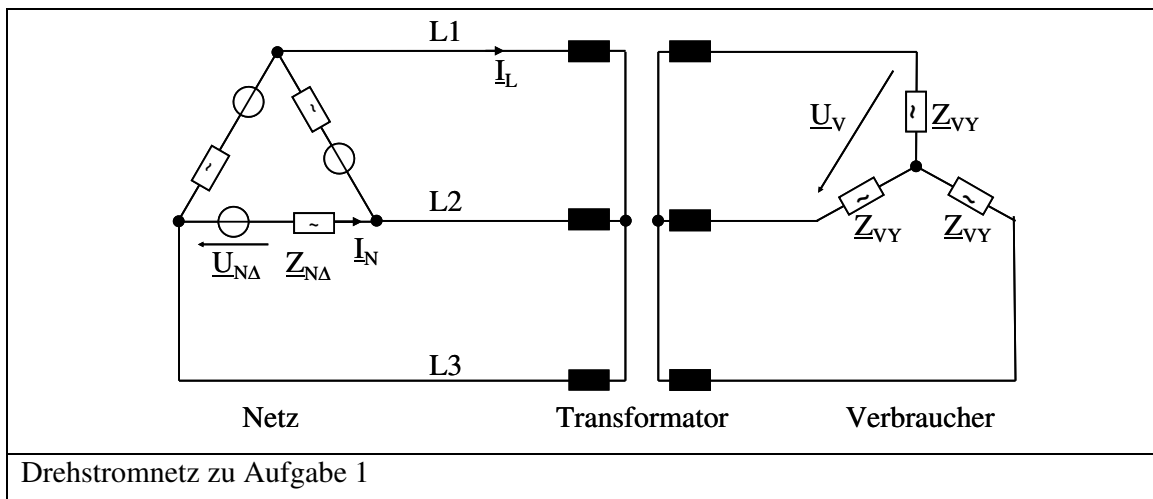
23.07.2008

Aufgabe 1

Ein Gebäude wird entsprechend unten stehender Schaltskizze über einen Transformator aus dem Drehstrom-Mittelspannungsnetz mit $U_N = 20 \text{ kV}$, $f_N = 50 \text{ Hz}$ versorgt. Die Netzimpedanz beträgt $\underline{Z}_{N\Delta} = 10 \Omega \cdot e^{j35^\circ}$.

Der Transformator trägt ein Typenschild mit den Angaben $S_N = 50 \text{ kVA}$, $20 \text{ kV}/400 \text{ V}$, $Yy0$. Pro Strang betragen die primäre und die sekundäre Streureaktanz $X_{1\sigma} = 200 \Omega$ und $X_{2\sigma} = 0,16 \Omega$. Vereinfacht darf angenommen werden, dass der Transformator bis auf die Längsinduktivität ideales Verhalten aufweist.

Das Gebäude kann als symmetrischer, in Stern geschalteter Verbraucher mit der Strangimpedanz $\underline{Z}_{VY} = 5 \Omega \cdot e^{j35^\circ}$ beschrieben werden.



- a) Führen Sie eine Dreieck-Stern-Umwandlung für die Netz-Ersatzschaltung ($\underline{U}_{N\Delta}$ und $\underline{Z}_{N\Delta}$ in \underline{U}_{NY} und \underline{Z}_{NY}) durch!

Ermitteln Sie die auf die Oberspannungsseite bezogene Längsreaktanz ($X_{1\sigma} + X_{2\sigma}$) des Transformators im Stern-Ersatzschaltbild!

- b) Transformieren Sie die Verbraucherimpedanz \underline{Z}_{VY} auf die Oberspannungsseite in \underline{Z}_{VY}' !

Zeichnen Sie ein einphasiges Ersatzschaltbild für Netz, Transformator und Verbraucher!

Berechnen Sie die Spannung U_V am Verbraucher!

- c) Wie groß wird der oberspannungsseitige Leiterstrom I_L im Netz, wenn der Verbraucher dreisträngig kurzgeschlossen wird?

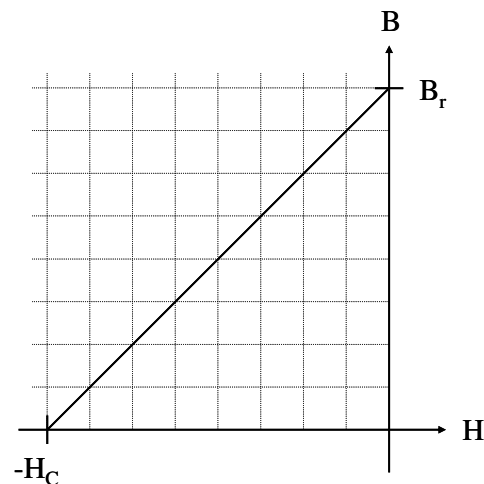
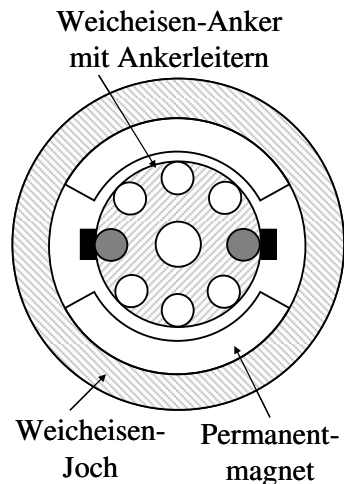
Wie groß wie dann der Netzstrom I_N ?

Lösung zu Aufgabe 1

23.07.2008

Aufgabe 2

Gegeben seien untenstehend der Querschnitt eines magnetischen Kreises aus einem permanent erregten Gleichstrom-Motor sowie die Entmagnetisierungskennlinie des Permanentmagneten. Die Magnete seien radial magnetisiert. Die Permeabilität des Weicheisens darf als unendlich groß angenommen werden.



Entmagnetisierungskennlinie

- a) Zeichnen Sie den Verlauf von zwei nicht ineinander liegenden Feldlinien in die obige Skizze!

Wieviele Pole weist das magnetische Feld auf?

- b) Der Magnet habe die oben skizzierte Entmagnetisierungskennlinie.

Zeichnen Sie den Arbeitspunkt ein, wenn die Magnethöhe die dreifache Luftspatlänge beträgt und die Permeabilität des Magneten derjenigen von Luft entspricht ($h_m = 3 \cdot \delta$, $\mu_m = B_r/H_C = \mu_0$)!

- c) Wie groß wird der magnetische Fluss in der grau markierten Spule für die Remanenzinduktion $B_r = 0,4 \text{ T}$ bei einer mittleren Polfläche von $A_P = 4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$, falls kein Streufluss auftritt?

Wie groß müssen Sie die wirksame Windungszahl $k = z \cdot p/a$ wählen, damit bei einer Ankerspannung von $U = 12 \text{ V}$ eine Leerlaufdrehzahl von ca. 3000 min^{-1} erreicht wird?

Lösung zu Aufgabe 2

23.07.2008

Aufgabe 3

Auf dem Typenschild eines Kurzschlussläufer-Asynchronmotors stehen die Daten $U_N = 690/400 \text{ V}$, $I_N = 136/236 \text{ A}$, $f_N = 50 \text{ Hz}$, $n_N = 1470 \text{ min}^{-1}$ und $\cos\varphi_N = 0,86$. Der Kippschlupf wird vom Hersteller mit $s_{\text{Kipp}} = 0,07$ angegeben. Alle Verluste außer den Rotor-Kupfer-Verlusten sowie Sättigung und Stromverdrängung dürfen vernachlässigt werden.

- a) Geben Sie die Polpaarzahl p an (Begründung erforderlich)!

Wie groß sind Bemessungs- und Kipp-Drehmoment M_N und M_{Kipp} ?

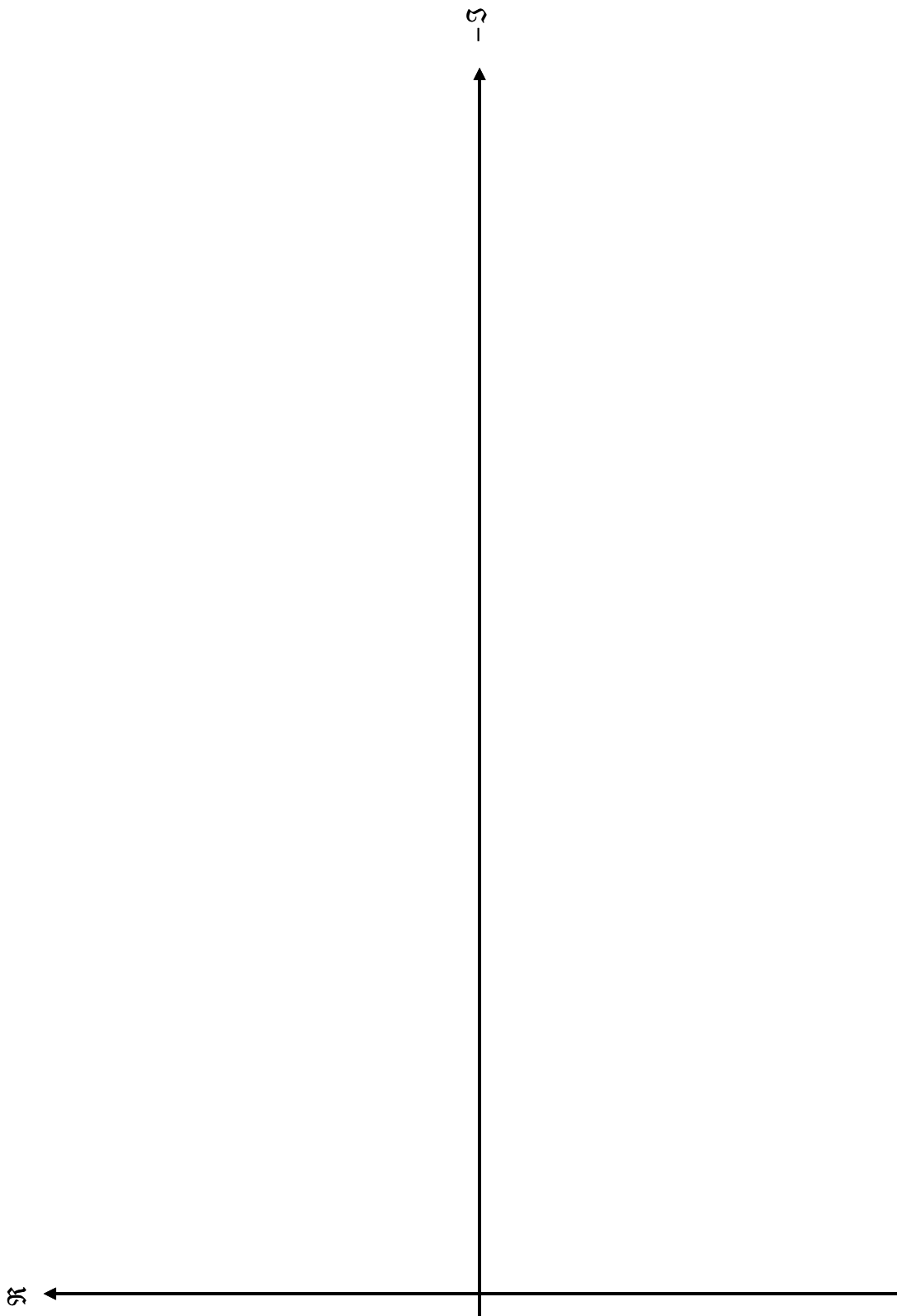
- b) Zeichnen sie die Strom-Ortskurve des Motors (Strangstrom bei Bemessungsspannung, empfohlener Maßstab für das Lösungsblatt auf der nächsten Seite: $m_I = 40 \text{ A/cm}$)!

Wie groß wird der Anlaufstrom I_K bei $s_K = 1$?

- c) Wie groß wird das Anlaufdrehmoment M_K bei $s_K = 1$ bei Betrieb mit den Bemessungswerten von Strangspannung und Frequenz?

Auf welchen Wert verändert es sich, wenn der Motor mit Hilfe einer Stern-Dreieck-Umschaltung am 400 V, 50 Hz-Netz hochlaufen soll?

Lösung zu Aufgabe 3 (s. auch nächste Seite)



Aufgabe 4

Ein Fahrraddynamo wird als einsträngige permanenterregte Synchronmaschine ausgeführt. Er wird mit einer Lampe als Last in einem Inselnetz betrieben.

Bei $v_N = 30 \text{ km/h}$ erreicht der Generator die Drehzahl $n_N = 6000 \text{ min}^{-1}$ und eine Leerlaufspannung (bei abgeklemmter Lampe) von $U_{PN} = 50 \text{ V}$. Am spannungs-unabhängigen Widerstand der Lampe $R_L = 12 \Omega$ fällt im Bemessungspunkt eine Spannung von $U_N = 6 \text{ V}$ ab.

Alle Verluste des Generators dürfen vernachlässigt werden.

- a) Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild des Inselnetzes!
Berechnen Sie die synchrone Reaktanz X_{iN} bei n_N !
- b) Die Mindest-Drehzahl des Generators beträgt $n_b = 1000 \text{ min}^{-1}$.
Wie groß werden Polradspannung U_{pb} und synchrone Reaktanz X_{ib} bei der Drehzahl n_b ?
Wie groß wird die Spannung U_b an der Lampe bei n_b ?
- c) Durch zu häufigen Betrieb bei hoher Drehzahl brennt die Lampe durch ($R_L \rightarrow \infty$).
Bei welcher Drehzahl n_c wird in diesem Betriebszustand die Schutzkleinspannung von $U_c = 25 \text{ V}$ an den Generator клемmen überschritten?
Welche Geschwindigkeit v_c muss dazu gefahren werden?

Lösung zu Aufgabe 4

Aufgabe 5

Ein permanentenerregter Gleichstrommotor mit den Daten $P_{N,\text{mech}} = 50 \text{ W}$, $U_N = 12 \text{ V}$, $n_N = 3000 \text{ 1/min}$ und $n_0 = 4000 \text{ 1/min}$ soll einen Fensterheber antreiben. Die Lagerreibungs- und Eisenverluste im Motor dürfen vernachlässigt werden.

- a) Zeichnen Sie ein Ersatzschaltbild des Motors!

Geben Sie die Drehzahlkonstante $k\Phi$ und den Ankerwiderstand R_a an!

- b) Welcher Ankerstrom I_b stellt sich ein, wenn die Belastung durch den mechanischen Antrieb $M_b = 0,15 \text{ Nm}$ beträgt?

Wie groß wird die Drehzahl n_b bei Bemessungs-Ankerspannung U_N bei Belastung durch M_b ?

- c) Zum Anlaufen des Fensterhebers wird aufgrund einer vereisten Scheibe ein Drehmoment von $M_K = 0,45 \text{ Nm}$ benötigt.

Berechnen Sie den Anlaufstrom I_c bei einer reduzierten Bordnetzspannung von $U_c = 10 \text{ V}$!

Kann der Motor die vereiste Scheibe bewegen (Begründung erforderlich)?

Lösung zu Aufgabe 5