

Elektrische Energiesysteme

# Klausur - Gedächtnisprotokoll

22.02.2017

---

Dieses Gedächtnisprotokoll kann wie auch immer Fehler und Unvollständigkeiten enthalten. Die genauen Lösungen findet man in den Vorlesungsfolien bzw. Übungen.

## 1 Aufgabe - Leistungselektronik

1. Kennlinie einer idealen Diode zeichnen

*Lösung* :  $I = 0$  für  $U < 0$ , dann  $U = 0$ ,  $I$  beliebig.

2. Gegeben ist eine Schaltung (Tiefsetzsteller). Aus den Werten der Eingangs- und Ausgangsspannung soll der Tastgrad berechnet werden. Es wird auch die Ausgangsleistung angegeben.

*Lösung* :  $D = \frac{U_A}{U_E}$

3. Die Stromschwankung soll berechnet werden.

*Lösung* :  $\Delta i_L = \frac{u_L \cdot \Delta t}{L} = \frac{(U_E - U_A) \cdot DT}{L}$

4. Der mittlere Eingangsstrom soll berechnet werden (Hinweis: keine Verluste).

*Lösung* : Die Leistung muss konstant bleiben :

$$P_{aus} = P_{ein} = \bar{i}_e \cdot U_e$$

$$\bar{i}_e = \frac{P_{aus}}{U_e}$$

5. Die Verläufe von  $u_D$ ,  $u_L$ ,  $u_S$ ,  $i_D$ ,  $i_L$ ,  $i_S$  zeichnen

*(Kommentar : nicht alle, aber ich bin mir nicht sicher, welche von diesen)*

## 2 Aufgabe - Batterie

1. Bestandteile der Batterie auf der Skizze benennen.

*Lösung* :

*Gehäuse, Anode (Graphit), Kathode (Lithium – Metalloxid), Elektrolyt, Separator*

2. Gegeben ist eine bestimmte Energiedichte sowie die Ruhespannung und die Nennkapazität einer Zelle. Die Gesamtanzahl der benötigten Zellen soll berechnet werden.

*Lösung* :

$$E_{Zelle} = CU_{Ruhe}$$

$$n = \frac{E_{gesamt}}{E_{Zelle}}$$

- 
3. Die Zellen sollen parallel und seriell geschaltet werden. Gegeben ist eine vorausgesetzte Spannung beim Wechselspannungsbetrieb und eine Gleichspannung. Die Aufteilung der Zellen ist gesucht.

*Lösung :*

*Die Spannung an den Zellen in Reihe muss der gegebenen Gleichspannung entsprechen*

$$n_{\text{Reihe}} = \frac{U}{U_0}$$

$$n_{\text{Parallel}} = \frac{n}{n_{\text{Reihe}}}$$

*Beide Werte gerundet als ganze Zahlen, deshalb  $n_{\text{Parallel}} \cdot n_{\text{Reihe}} \neq n$ .*

4. Geeignetes Ladeverfahren für Li-Ionen Batterien nennen und die Strom- und Spannungsverläufe zeichnen

*Lösung :*

*UI – Ladeverfahren – zuerst die Spannung konstant, Strom aufsteigend, dann Strom konstant, Spannung abfallend*

5. Gegeben ist ein Verlauf des Ladezustandes einer Batterie. Es soll der Stromverlauf in C-Raten gezeichnet werden und die Abschnitte: Laden, Entladen, Pause bezeichnet werden.

*Lösung :*

*Die Formel  $SOC = \int I_C dt$  benutzen*

*Laden SOC wird größer, Entladen – SOC wird kleiner, Pause – SOC konstant*

6. Welcher Abschnitt kann in dem vorherigen SOC-Verlauf kritisch sein?

*Lösung :*

*Entladen bis 0 SOC*

### 3 Aufgabe - Magnetischer Kreis

1. Feldlinienverlauf in einem Anker zeichnen, wenn er stromdurchgeflossene Leiter umschließt.

*Lösung :*

*Geschlossene Kurven entsprechend der Rechten – Hand Regel*

2. Zu einem gegebenen magnetischen Kreis ein Ersatzschaltbild zeichnen.

*Lösung :*

*Das Ersatzschaltbild soll die magnetischen Widerstände des Weicheisens und des Luftspalts sowie eine Spannungs – (Durchflutungs –) quelle enthalten.*

3. Zu einem gegebenen magnetischen Kreis die Scherungsgerade erstellen.

*Lösung :*

*Durchflutungsgesetz aufstellen :  $\int H ds = \Theta$*

$$H_{Fe}l_{Fe} + H_{\delta}l_{\delta} = wI$$

*Gleichheit des magnetischen Flusses :*

$$B_{\delta}A_{\delta} = B_{Fe}A_{Fe}$$

*Gleichheit der Flussdichte wegen gleichbleibenden Flächen :*

$$B_{\delta} = B_{Fe} = \mu_0 H_{\delta}$$

$$H_{Fe}l_{Fe} + \frac{B_{\delta}}{\mu_0}l_{\delta} = wI$$

$$B_{Fe} = B_{\delta} = \mu_0 \frac{wI - H_{Fe}l_{Fe}}{l_{\delta}}$$

*Die Funktion  $B_{Fe}(H_{Fe})$  kann mit den bekannten Werten von  $wI, l_{Fe}, l_{\delta}$  gezeichnet werden. Dazu war ein Diagramm mit der Eisenkennlinie in der Aufgabestellung gegeben. Der Schnittpunkt der beiden Kurven bestimmt den Arbeitspunkt.*

4. Es soll die Permeabilität des Eisens geschätzt werden.

*Lösung :*

*Aus dem vorherigen Punkt liest man  $H_{Fe}, B_{Fe}$  ab:*

$$\mu_{Fe} = \frac{B_{Fe}}{H_{Fe}\mu_0}$$

## 4 Aufgabe - Gleichstrommaschine

1. Es soll eine Gleichstrommaschine betrachtet werden. Die Bemessungsgrößen  $U_N$  und  $M_N$  sind bekannt. Aus dem Kurzschlussversuch bekommt man  $M_K$  und  $I_K$ . Folgende Größen musste man berechnen:  $k\phi, R_A, I_N, U_{i,N}, n_N, \mu_N$ .

*Lösung : Hier sollen nacheinander die grundlegenden Formel benutzt werden :*

$$M_K = \frac{k\phi}{2\pi} I_K \quad \rightarrow \quad k\phi = \frac{2\pi M_K}{I_K}$$

$$U_A = U_i + I_A R_A - \text{Kurzschluss bedeutet } U_i = 0 \quad \rightarrow \quad R_A = \frac{U_N}{I_K}$$

$$M_N = \frac{k\phi}{2\pi} I_N \quad \rightarrow \quad I_N = \frac{2\pi M_N}{k\phi}$$

$$U_{A,N} = U_{i,N} + I_N R_A \quad \rightarrow \quad U_{i,N} = U_N - I_N R_A$$

$$U_{i,N} = k\phi n_N \quad \rightarrow \quad n_N = \frac{U_{i,N}}{k\phi}$$

$$\mu_N = \frac{P_{N,mech}}{P_{N,el}} = \frac{M_N \cdot s\pi n_N}{U_N I_N}$$

2. Dazu sollte die Kennlinie der Maschine gezeichnet werden.

*Lösung :*

*Eine Gerade mit der negativen Steigung. An der  $x$  - Achse liegt  $M$ , an der  $y$  - Achse liegt  $n$ . Die Funktion muss durch den Punkt  $(M_N, n_N)$  gehen.  $M_K$  bezeichnet den Schnittpunkt mit der  $x$  - Achse.*

- 
3. Welche Elemente im Ersatzschaltbild eines Universalmotors verursachen eine Phasenverschiebung?

*Lösung :*

*Erregerspule, Ankerspule.*

4. Stromrichtung und magnetische Feldlinien in einer elektrisch erregten Maschine zeichnen

*Lösung :*

*Stromrichtung in jedem Pol einmal  $\cdot$ , einmal  $\times$ . Feldlinien bilden geschlossene Kurven um die Leiter, Richtung nach Rechter – Hand Regel.*

## 5 Aufgabe - Drehstrom

1. Hier sollte man einen Durchlauferhitzer betrachten, mit dem Widerstand in jeder Phase  $R_{ph}$ . Dazu war  $U_{LL}$  gegeben. Es sollte die Leistung am Durchlauferhitzer in Stern- und Dreieckschaltung berechnet werden.

*Lösung :*

*In der Sternschaltung gilt :  $U_{Stern} = \frac{U_{LL}}{\sqrt{3}}$*

$$P_{ph} = \frac{U_{Stern}^2}{R} = \frac{U_{LL}^2}{3R}$$

$$P = 3 \cdot P_{ph} = \frac{U_{LL}^2}{R}$$

*In der Dreieckschaltung gilt :  $U_{Ph} = U_{LL}$*

$$P_{ph} = \frac{U_{LL}^2}{R}$$

$$P = 3 \cdot P_{ph} = 3 \frac{U_{LL}^2}{R}$$

2. Gegeben war ein Zeigerdiagramm mit dem Spannungen  $U_1, U_2, U_3$ . Man sollte die Stromzeiger zeichnen, wobei die Schaltung eine Phasenverschiebung  $30^\circ$  kapazitiv aufweisen.

*Lösung :*

*Die Stromzeiger sollen voreilend zu den Spannungszeiger sein, der Winkel beträgt  $30^\circ$ .*

## 6 Aufgabe - Transformator

1. An der Sekundärseite eines einphasigen Transformators wird eine Last  $\underline{Z}_L$  angeschlossen. Die Last sollte auf die Primärseite transformiert werden und  $I_1$  sowie  $U_L$  berechnet werden. Man ging hier von dem L-Ersatzschaltbild aus (mit  $\underline{Z}_0$  und  $\underline{Z}_K$ ).

---

*Lösung :*

$$\underline{\ddot{u}} = \frac{U_1}{U_2}$$

$$\underline{Z}'_L = (\underline{\ddot{u}})^2 \underline{Z}_L$$

$$\underline{Z}_{gesamt} = \frac{(\underline{Z}'_L + \underline{Z}_K) \underline{Z}_0}{\underline{Z}'_L + \underline{Z}_K + \underline{Z}_0}$$

$$\underline{I}_1 = \frac{U_1}{\underline{Z}_{gesamt}}$$

$$\underline{I}'_2 = \frac{U_1}{(\underline{Z}_K + \underline{Z}'_L)}$$

$$\underline{U}'_L = \underline{I}'_2 \underline{Z}'_L$$

$$\underline{U}_L = \frac{\underline{U}'_L}{\underline{\ddot{u}}}$$

*(Das ist eine prinzipielle Vorgehensweise. Ich erinnere mich nicht daran, welche Werte gegeben waren.)*

2. Das erhaltene Ergebnis sollte interpretiert werden - zwei mögliche Ursachen angeben.

*Lösung :*

$$U_L > U_{2,N}$$

*Ursachen : Kompensation, kapazitives Verhalten der Last.*

*(vermutlich, genaue Antwort kenne ich nicht)*

3. Formel für  $X'_{1,h}$  angeben.

*Lösung :*

$$X'_{1,h} = \frac{w_1}{w_2} X_{1,h}$$

4. Einphasiges Ersatzschaltbild von einem Transformator ohne Verluste zeichnen.

*Lösung :*

*Das erweiterte Ersatzschaltbild ohne Widerstände. (Nur mit Streuinduktivitäten und Hauptinduktivität)*

5. Wie kann man Wirbelverluste minimieren?

*Lösung :*

*Der Kern soll aus Blechen bestehen.*