

**Gedächtnisprotokoll der elektrische  
Energiesysteme Klausur vom  
26.03.2018**

6. April 2018

---

Alle der Aufgabenlösungen sind ohne Gewähr, ich war nicht in der Einsicht und habe sie deshalb nicht mit den korrekten Lösungen abgeglichen.

## 1 Leistungselektronik

### 1. Hochsetzsteller

Geben sie den Eingangsstrom im Verhältniss zum Ausgangsstrom und Tastgrad an  $i_e = f(i_a, D)$ . Hinweis: Das Steuergesetz für den Hochsetzsteller lautet:  $U_a = \frac{U_e}{1-D}$

### 2. Tiefsetzsteller

$U_e = 24V, D = 0,5$

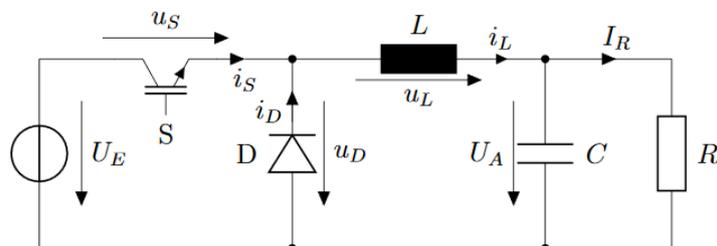


Abbildung 1: Quelle: [https://isis.tu-berlin.de/pluginfile.php/776978/mod\\_folder/content/0/EES\\_WiSe1718\\_Praktikumsunterlagen\\_LE\\_Stud.pdf?forcedownload=1](https://isis.tu-berlin.de/pluginfile.php/776978/mod_folder/content/0/EES_WiSe1718_Praktikumsunterlagen_LE_Stud.pdf?forcedownload=1)

Berechnen sie  $i_a, U_a$

---

3. Die Stromschwankung soll zwei Drittel des Ausgangsstrom Betragen, die Schaltfrequenz beträgt  $f_s = 50kHz$ . Dimensionieren sie  $L$  entsprechend.

## 1.1

Nennen sie einen Vorteil und einen Nachteil für ein größeres  $L$  als zuvor berechnet.

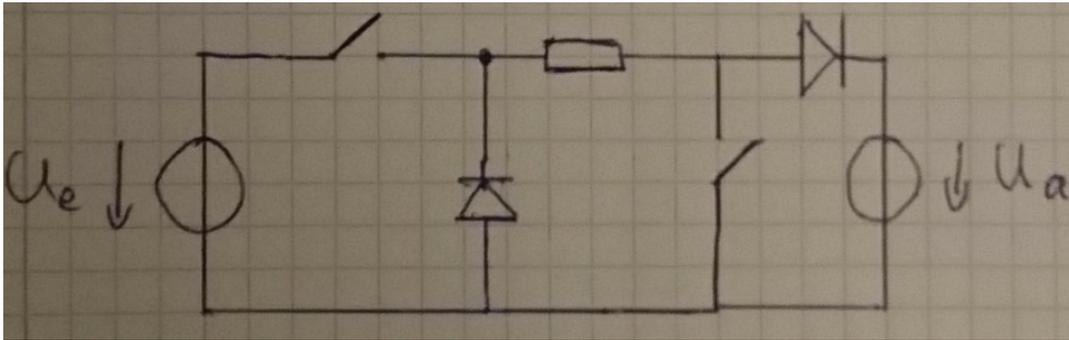
*Vorteil: Stromschwankungen sind minimaler. Nachteil: Mehr Platz benötigt und kostet mehr.*

4. Warum macht es Sinn  $L$  bei einem Tastgrad von 0,5 zu bestimmen?

*$\Delta i_L$  ist hier am größten, somit kann man mit einer Dimensionierung bei einem Tastgrad von 0,5 den Lückbetrieb am besten vermeiden.*

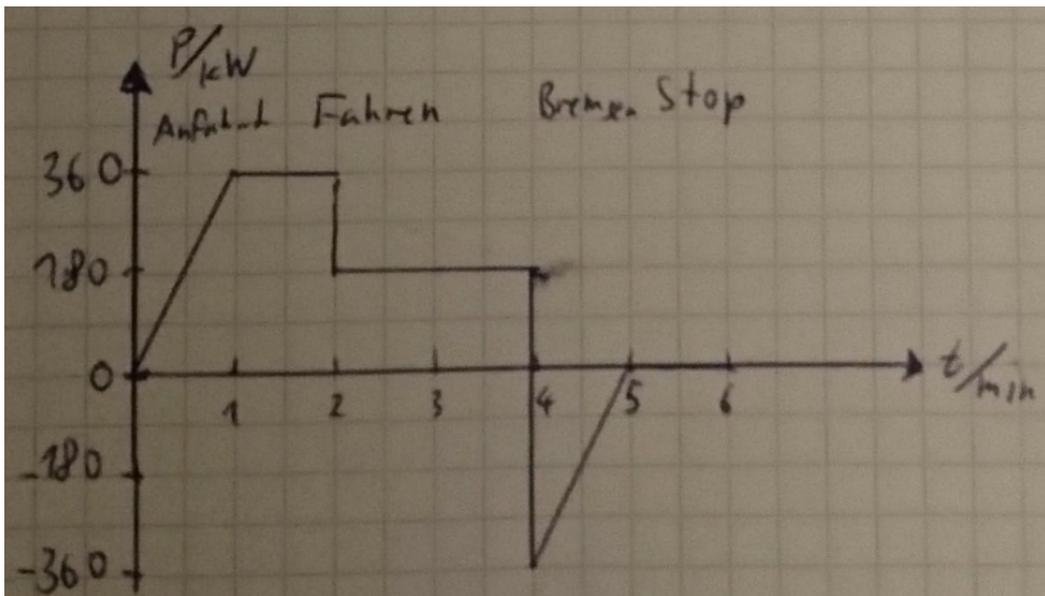
5. Zeichnen sie die Graphen für den Verlauf von:  $i_L, u_L, u_s$ .

6. Zeichnen sie das vereinfachte Ersatzschaltbild für die jeweilige Schalterzustände, und geben sie die Maschengleichungen an.



## 2 Batterie

Gegeben ist das Leistungs-/Zeit-Diagramm einer Straßenbahn mit einem 600V Gleichstrommotor. Diese braucht für eine Strecke, bei der keine Stromversorgung über das Stromnetz möglich ist eine Traktionsbatterie.



1. Dimensionieren sie die Energie der Batterie so, das beim Anfahren und Fahren die Batterie nicht mehr als 50% Kapazität verliert.

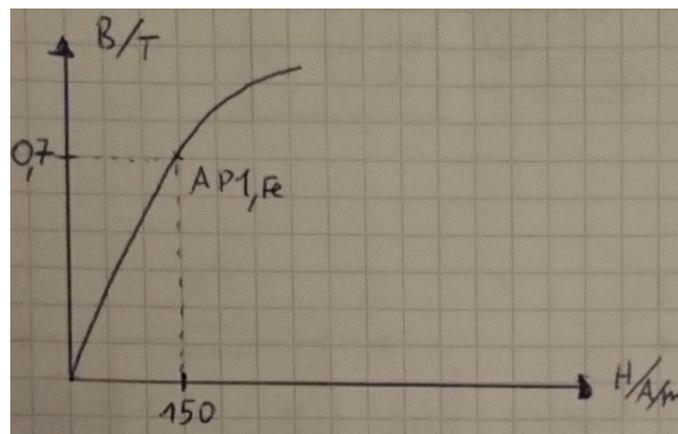
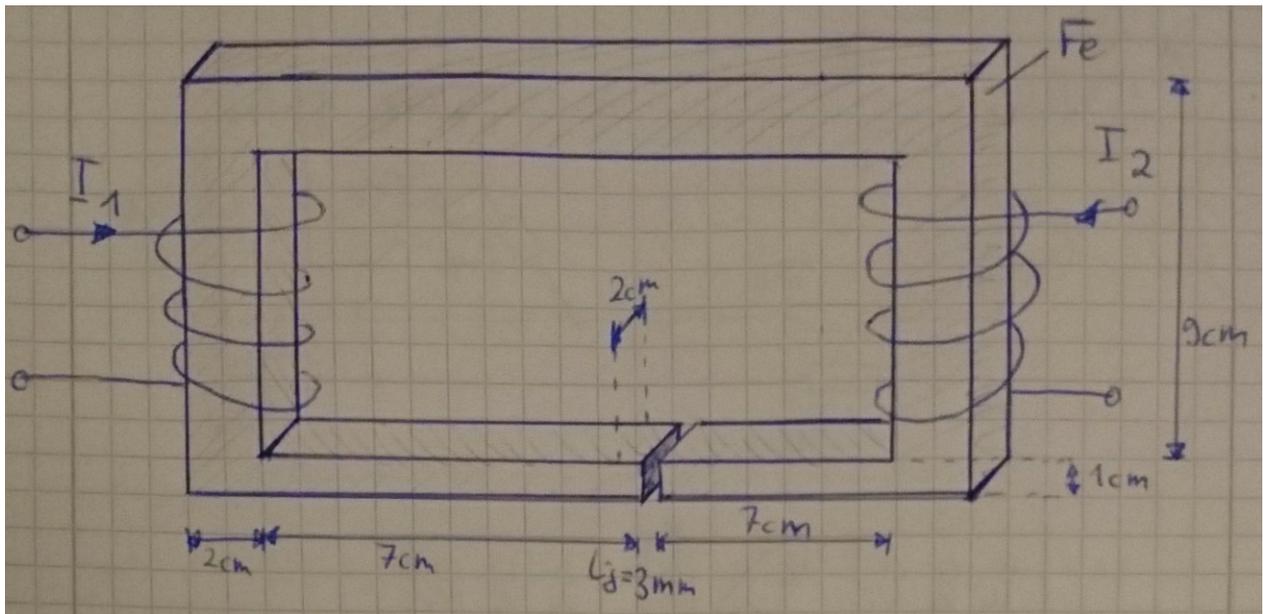
---

2. Zur Verfügung stehen ihnen Batteriezellen mit einer Kapazität von  $C = 3000mAh$  und einer Spannung von  $U = 3,2V$ . Berechnen sie die Gesamtanzahl der benötigten Zellen diese Typs für die Batterie der Straßenbahn, und die Zahl der Zellen die in Reihe dafür in Reihe geschaltet werden müssen. Falls sie in der vorherigen Aufgabe zu keinem Ergebnis gekommen sind, verwenden sie eine Energie von  $E = 20kWh$ .

3. Stellen sie den Verlauf des Ladezustands der Batterie in einem Graph dar. Gehen sie davon aus das die Bahn die vorherige Station immer mit 80% des maximalen Ladezustands der Batterie verlässt.

### 3 Magnetische Kreise

Gegeben ist ein Eisenkern mit zwei ihn umschließenden Spulen mit den Strömen  $\underline{I}_1$  und  $\underline{I}_2$ , die die Wicklungszahlen  $w_1 = 1500$ , und  $w_2 = 1000$  besitzen. der Eisenkern enthält einen Luftspalt von 3 Millimetern Länge und einer baulich bedingten Verjüngung im Bereich des Luftspalts.



1. Zeichnen sie mindestens eine Feldlinie in den Eisenkern ein.

2. Bestimmen sie  $\mu_{Fe}$  im Arbeitspunkt  $AP1$  des Eisenkerns.

---

$$\mu_{Fe} = \frac{B(AP1)}{\mu_0 H_{Fe}(AP1)} = \frac{0,7T}{150A/m \cdot 4\pi 10^{-7}} \approx 3714$$

3. Es gilt  $\underline{I}_1 > 0, \underline{I}_2 = 0$ . Bestimmen sie  $\underline{I}_1$  so das der Arbeitspunkt im Eisenkern erreicht wird.

4. Bestimmen sie den magnetischen Fluss  $B_\delta$  im Luftspalt für den zuvor berechneten Strom  $\underline{I}_1$ , und  $\underline{I}_2 = 0$ .

5. Bestimmen sie den Strom der zweiten Spule  $\underline{I}_2$ , so dass die Feldstärke im Luftspalt  $H_\delta$  Null wird.

$$\Theta = w_1 \underline{I}_1 + w_2 \underline{I}_2 = H_\delta l_\delta + H_{Fe} l_{Fe} = 0 \quad \text{Da } H_\delta = 0$$
$$\underline{I}_2 = -\frac{w_1 \underline{I}_1}{w_2}$$

## 4 Gleichstrommaschine

Gegeben sei eine Gleichstrommaschine mit folgenden Angaben:  $n_N = 2400U/min$ ,  $P_N = 650W$  und  $M_N = 5Nm$ . Durch Versuche haben sie  $k\Phi = 2,5Vs$  und  $R_i = 3\Omega$  ermittelt.

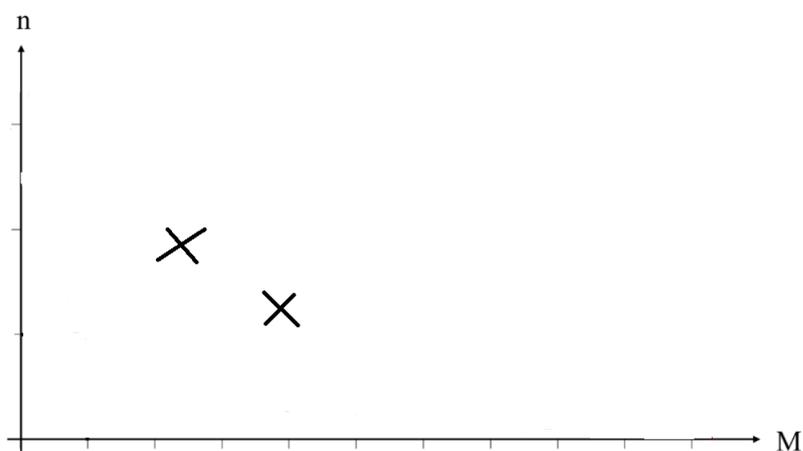
---

Vernachlässigen sie alle Verluste außer Stromwärmeverluste. 1. Berechnen sie den Bemessungsstrom  $I_{aN}$  der durch den Anker fließt.

$$I_{aN} = \frac{M_{iN} 2\pi}{k\phi}, M_{iN} = M_N + M_R, M_R = 0 \rightarrow \text{Nur Stromwärmeverluste}$$

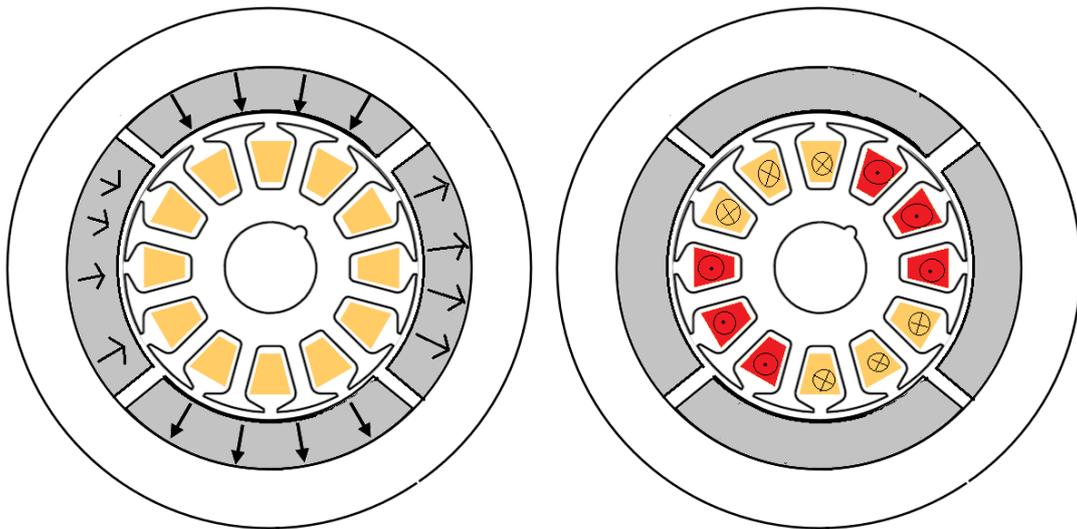
2. Wie verändert sich  $U_a$  unter der Voraussetzung das das Nenndrehmoment halbiert wird  $n = \frac{n_N}{2}$  aber das Moment gleich dem Nennmoment bleibt  $M = M_N$ ?

3. Zeichnen sie qualitativ die Universalmotorkennlinie durch die zwei gegebenen Punkte.



*Universalmotor=Reihenschlussmaschine*

4. Zeichnen sie in die beiden Abbildungen des Stators und Rotors die sich ergebenden Feldlinien ein. Die Pfeile geben die Richtung des Magnetfeldes der aufmagnetisierten Permanentmagnete an.



5. Berechnen sie die Reaktanz ( $X_a + X_f$ ) eines Reihenschlussmotors mit  $I_{aN} =$  und  $Q_N =$ .

$$(X_a + X_f) = \frac{Q_N}{I_{aN}^2}$$

6. Für welchen Zweck wurde im Praktikum die Lastmaschine bei der Vermessung des Gleichstrommotors verwendet?

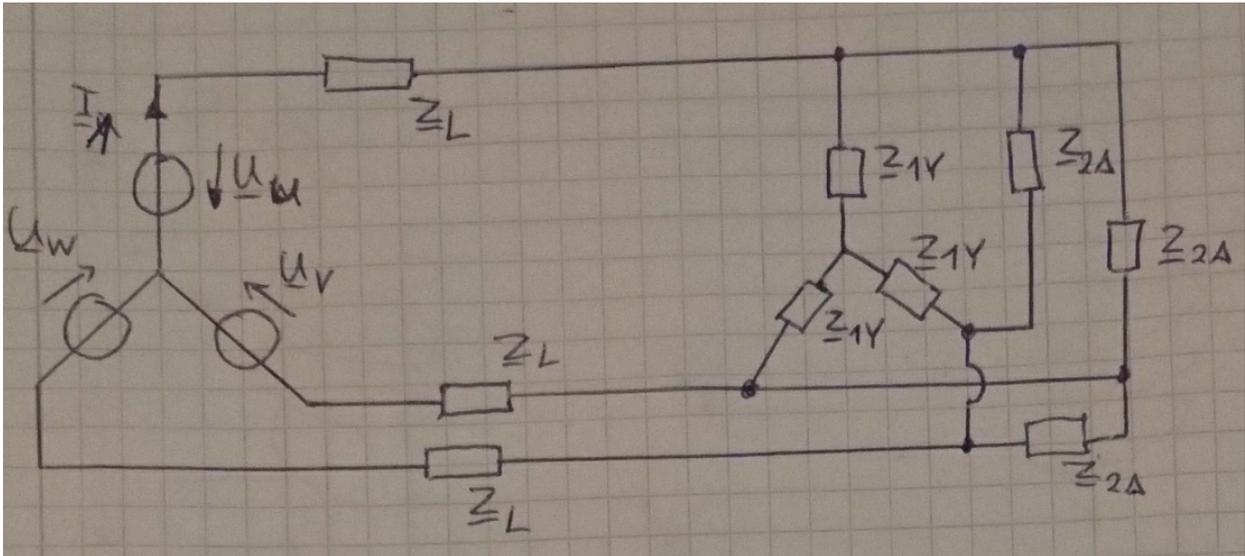
7. Berechnen sie den Wirkungsgrad der Gleichstrommaschine, wenn  $\underline{S}_{el,N} = 1000 \cdot e^{j20^\circ}$  gilt.

$$\eta = \frac{P_N}{\underline{S}_{el,N} \cos(20^\circ)}$$

---

## 5 Drehstrom

Gegeben sind  $Z_L$ ,  $Z_{1Y}$ ,  $Z_{2\Delta}$ ,  $U_w$



1. Transformieren sie alle Elemente die in Dreieckschaltung gegeben sind zu Sternschaltungen. Zeichnen sie das sich ergebende Ersatzschaltbild und benennen sie die Elemente des Netzwerks die sich verändert haben.

$$Z_{2Y} = Z_{2\Delta} \cdot \frac{1}{3}$$

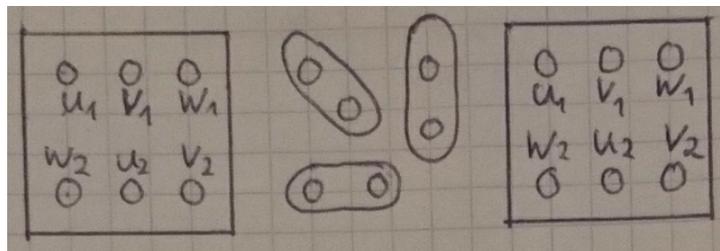
2. Fassen sie alle parallelgeschalteten Verbraucherimpedanzen zu einer Impedanz  $Z_{12Y}$  zusammen, und berechnen sie diese.

---

3. Zeichnen sie das Einphasige Ersatzschaltbild, und berechnen sie  $\underline{I}_1$ .

ESB mit nur einer Masche mit der Spannungsquelle  $\underline{U}_U$  und den Widerständen  $\underline{Z}_L, \underline{Z}_{12Y}$

4. Zeichnen sie die Verschaltung ein, wenn die linke Seite zu Stern und die Rechte zu Dreieck verschaltet werden soll.

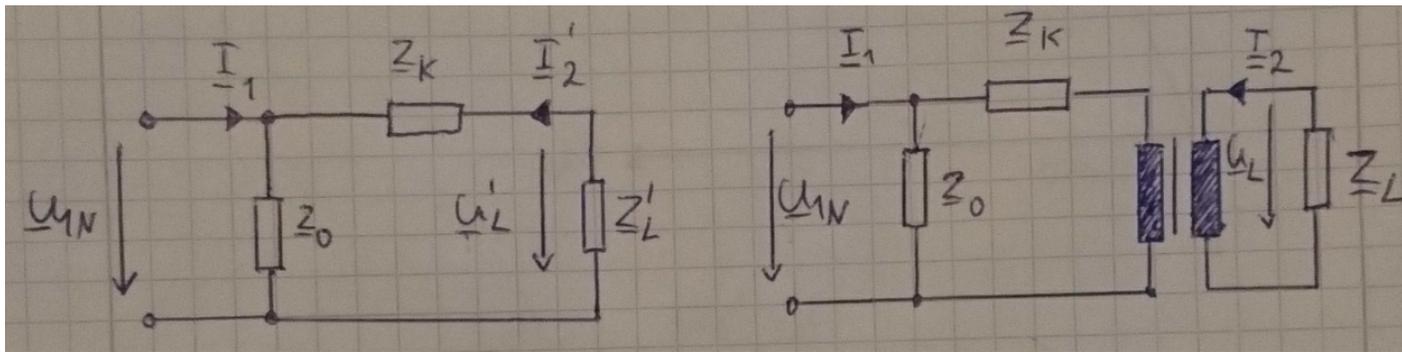


Die Angaben lautet (230V/400V). Wie soll die Schaltung betrieben werden?

230V  $\rightarrow$  (links Stern, rechts Dreieck)

## 6 Transformator

Gegeben sind  $\underline{u}, \underline{Z}_0, \underline{Z}_K, \underline{U}_{1N}, \underline{U}_{2N}$



1. Übertragen sie  $\underline{Z}_L$  auf die andere Seite des Ersatzschaltbildes, und berechnen sie  $\underline{Z}'_L$ .

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

2. Berechnen sie  $\underline{I}'_2$  und  $\underline{I}_1$ .

$$\underline{I}'_2 = \frac{\underline{U}_{1N}}{\underline{Z}'_L + \underline{Z}_K}$$

$$\underline{I}_1 = \frac{\underline{U}_{1N}}{\frac{1}{\frac{1}{\underline{Z}'_L + \underline{Z}_K} + \frac{1}{\underline{Z}_0}}}$$

3. Berechnen sie  $\underline{U}'_L$ .

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

4. Bestimmen sie die verschiedenen Leistungsarten  $S_L, Q_L, P_L$  die über die Last abfallen.

---

5. Zeichnen sie das Ersatzschaltbild eines Trafos und vernachlässigen sie dabei die Verlustleistungen die auftreten.

*ESB mit Spulen die die Streufelder darstellen, des Schaltzeichens des idealen Transformators und der Spule für die Hauptinduktivität*