



Klausur Grundlagen der Elektrotechnik B

27.08.2007

Name: <table border="1" style="width: 100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table>																										Matrikelnummer: <table border="1" style="width: 100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table>									
Vorname: <table border="1" style="width: 100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table>																																			
Studiengang:						<input type="checkbox"/> Fachprüfung <input type="checkbox"/> Leistungsnachweis																													
Aufgabe: (Punkte)	1 (16)	2 (24)	3 (18)	4 (21)	5 (21)	Bonus	Σ	Note																											

Zugelassene Hilfsmittel:

- eine selbsterstellte, handgeschriebene Formelsammlung (1 Blatt DIN A4, beidseitig beschrieben, keine Kopien oder Ausdrucke)
- ein nichtprogrammierbarer Taschenrechner ohne grafikfähiges Display
- Zeichenmaterialien (Zirkel, Geodreieck, Lineal, Stifte...)

Bitte Studenausweis mit Lichtbild bereitlegen!

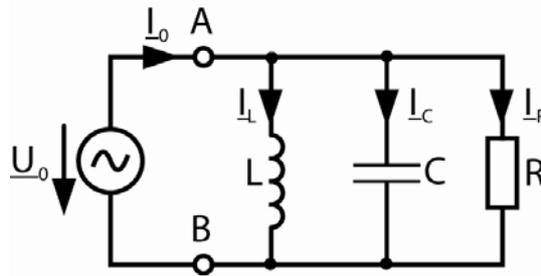
Bitte beschriften Sie jeden Klausurbogen mit Ihrem Namen und Ihrer Matrikelnummer. Benutzen Sie für jede Aufgabe einen neuen Klausurbogen. Bitte verwenden Sie keine roten Stifte.

Alle Lösungswege sind nachvollziehbar zu dokumentieren und zu kommentieren! Die Angabe einer Zahlenwertlösung ohne erkennbaren Lösungsweg wird nicht gewertet.

Viel Erfolg!

Aufgabe 1: Komplexe Wechselstromrechnung, Leistung
(16 Punkte)

Gegeben sei folgendes Netzwerk:



Zahlenwerte:

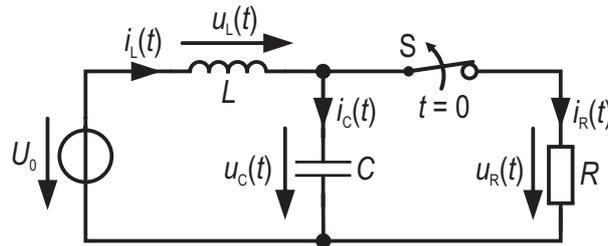
$$\begin{aligned}
 U_0 &= 230 \text{ V}; & f &= 50 \text{ Hz}; \\
 R &= 100 \text{ } \Omega; & L &= 100 \text{ mH}; & C &= 47 \text{ } \mu\text{F}.
 \end{aligned}$$

- 1.1 Bestimmen Sie die Gesamtadmittanz \underline{Y} zwischen den Klemmen A-B in Abhängigkeit von R , L , C und ω . Stellen Sie die Admittanz \underline{Y} in der arithmetischen Form ($\underline{Y} = x + jy$) dar.
- 1.2 Berechnen Sie den Zahlenwert der Admittanz \underline{Y} für $f = 50 \text{ Hz}$.
- 1.3 Berechnen Sie den Gesamtstrom \underline{I}_0 . Stellen Sie den Gesamtstrom \underline{I}_0 in exponentieller Form ($\underline{Z} = |\underline{Z}| e^{j\varphi}$) dar.
- 1.4 Bestimmen Sie den Phasenwinkel $\varphi = \varphi_U - \varphi_I$ zwischen Gesamtstrom \underline{I}_0 und angelegter Spannung \underline{U}_0 und bestimmen Sie den Leistungsfaktor des Gesamtsystems.
- 1.5 Bestimmen Sie die im Gesamtsystem umgesetzte Schein-, Wirk- und Blindleistung.
- 1.6 Die Blindleistung des Gesamtsystems soll nun durch ein zu den Klemmen A-B parallel zu schaltendes Bauelement so kompensiert werden, dass ein Gesamtleistungsfaktor $\cos\varphi = 1$ erreicht wird. Welches Bauelement ist dafür zu wählen? Welcher Bauteilwert wird benötigt?

Hinweis: Aufgabenpunkt 6 kann auch unabhängig von den vorherigen Ergebnissen gelöst werden.

Aufgabe 2: Schwingkreis
(24 Punkte)

Gegeben sei folgende Schaltung:



Der Schalter S sei zunächst für $t < 0$ geschlossen. Alle Ausgleichsvorgänge seien abgeklungen.

2.1 Geben Sie die Werte folgender Größen mit Begründung an:

- Spannung über der Spule L : $u_L(t = 0^-)$,
- Spannung über dem Kondensator C : $u_C(t = 0^-)$,
- Spulenstrom $i_L(t = 0^-)$,
- Kondensatorstrom $i_C(t = 0^-)$.

Der Schalter S werde nun zum Zeitpunkt $t = 0$ geöffnet.

2.2 Geben Sie die Werte folgender Größen direkt nach dem Schaltvorgang an (mit Begründung):

- Spannung über dem Kondensator C : $u_C(t = 0^+)$,
- Spannung über der Spule L : $u_L(t = 0^+)$,
- Spulenstrom $i_L(t = 0^+)$,
- Kondensatorstrom $i_C(t = 0^+)$.

2.3 Bestimmen Sie die *zeitlichen Mittelwerte* folgender Größen, die sich für $t > 0$ einstellen (mit Begründung):

- Spannung über der Spule L : $\overline{u_L}$,
- Spannung über dem Kondensator C : $\overline{u_C}$,
- Kondensatorstrom $\overline{i_C}$,
- Spulenstrom $\overline{i_L}$.

2.4 Skizzieren Sie den Spulenstrom $i_L(t)$ und den Kondensatorstrom $i_C(t)$ für $-T/4 < t < 5/4 T$ in dem Diagramm auf der folgenden Seite. Geben Sie die Maximalwerte der Ströme an. (keine Rechnung nötig!, T ist die Periodendauer)

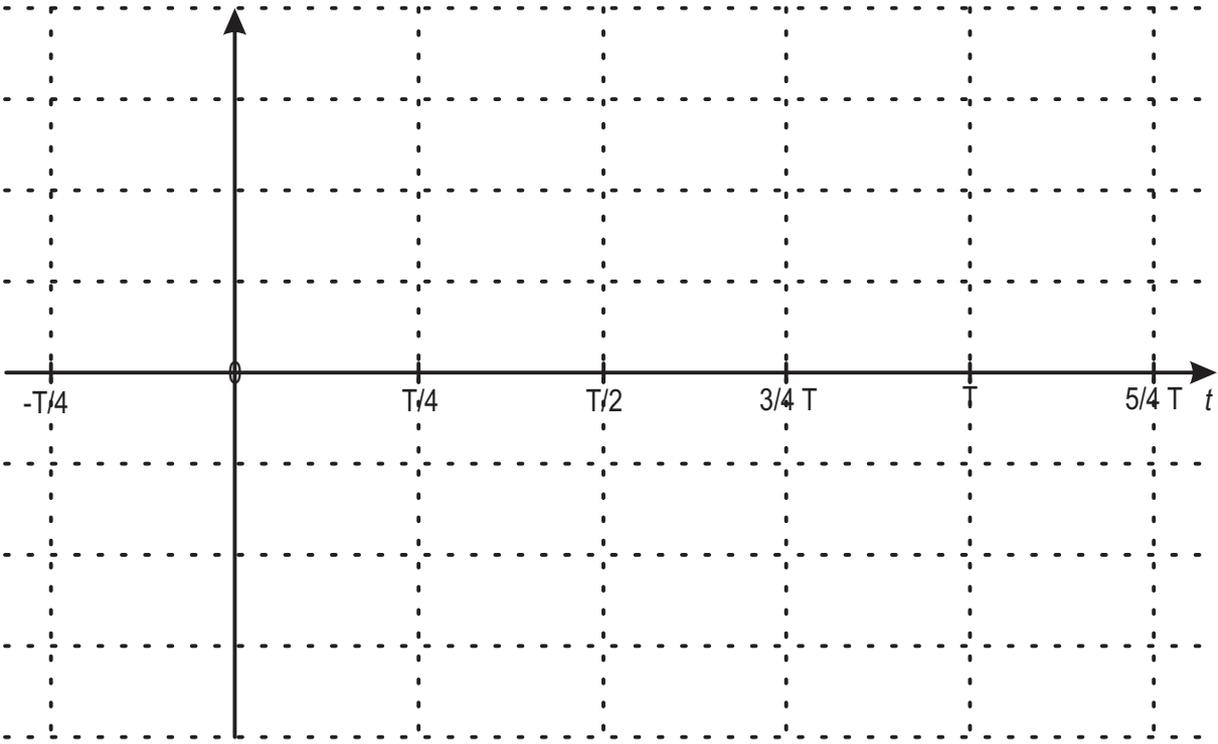
2.5 Geben Sie für $t \geq 0$ den Spulenstrom $i_L(t)$ als Formel an. Berechnen Sie hieraus den Verlauf der Spannung $u_L(t)$ über der Spule für $t \geq 0$.

Hinweis: Die Formel für den Spulenstrom kann auch direkt aus 2.4 bestimmt werden.

2.6 Skizzieren Sie den Verlauf von $u_L(t)$ und $u_C(t)$ in dem gegebenen Diagramm.

2.7 Der Schalter S werde nun wieder geschlossen. Stellen Sie die Differenzialgleichung für die *Spannung* $u_C(t)$ über dem *Kondensator* auf. (Die Lösung der DGL ist nicht gefordert!)

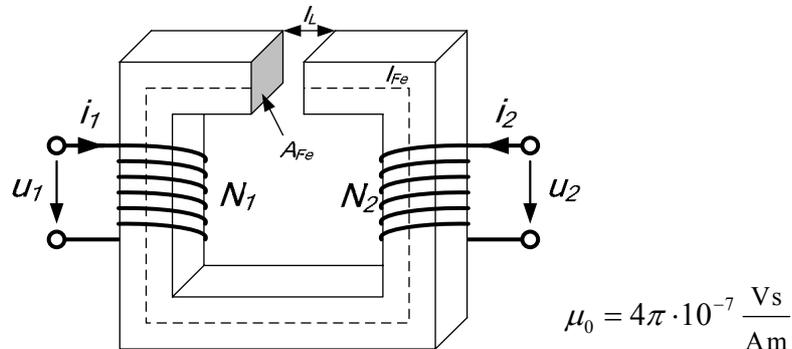
2.8 Zu welchem Zeitpunkt t im Zeitintervall $[+T/4, +5T/4]$ müsste der Schalter S geschlossen werden, so dass sich kein Ausgleichsvorgang ergibt, sondern sich sofort der stationäre Zustand einstellt?



Aufgabe 3: Magnetischer Kreis, Transformator

(18 Punkte)

Gegeben sei der dargestellte Zwei-Wicklungs-Transformator mit den Windungszahlen $N_1=1000$ und $N_2=50$. Der Eisenkern besitze die relative Permeabilität $\mu_{rFe}=4000$, die Querschnittsfläche $A_{Fe}=4\text{cm}^2$, die mittlere Weglänge $l_{Fe}=50\text{cm}$ und einen Luftspalt der Länge $l_L=1\text{cm}$. Streuflüsse und Verluste können vernachlässigt werden.



- 3.1 Zeichnen Sie das Reluktanzmodell des magnetischen Kreises.
 - 3.2 Berechnen Sie die Ersatzwiderstände R_{Fe} und R_L des Reluktanzmodells.
- In der Primärwicklung fließe der Gleichstrom $i_1 = 1\text{A}$ und in der Sekundärwicklung der Gleichstrom $i_2 = -15\text{A}$.
- 3.3 Berechnen Sie die Flussdichten b_{Fe} und b_L sowie die magnetischen Feldstärken h_{Fe} und h_L .
 - 3.4 Berechnen Sie die gespeicherte magnetische Energie
 - a) im Luftspalt und b) im Eisen.
 - 3.5 Zeichnen Sie das auf die Primärseite transformierte Ersatzschaltbild des betrachteten Transformators und kennzeichnen Sie den Magnetisierungsstrom i_μ .

Aufgabe 4: Gleichstrommaschine

(21 Punkte)

Betrachtet wird eine Gleichstrom-Nebenschlussmaschine. Bei einer Drehzahl von $n = 1000\text{min}^{-1}$ ist die induzierte Spannung u_i abhängig vom Erregerstrom i_e gemessen worden. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

i_e / A	0	1	1,5	3
u_i / V	5	95	118	126
Ψ_e' / Vs				

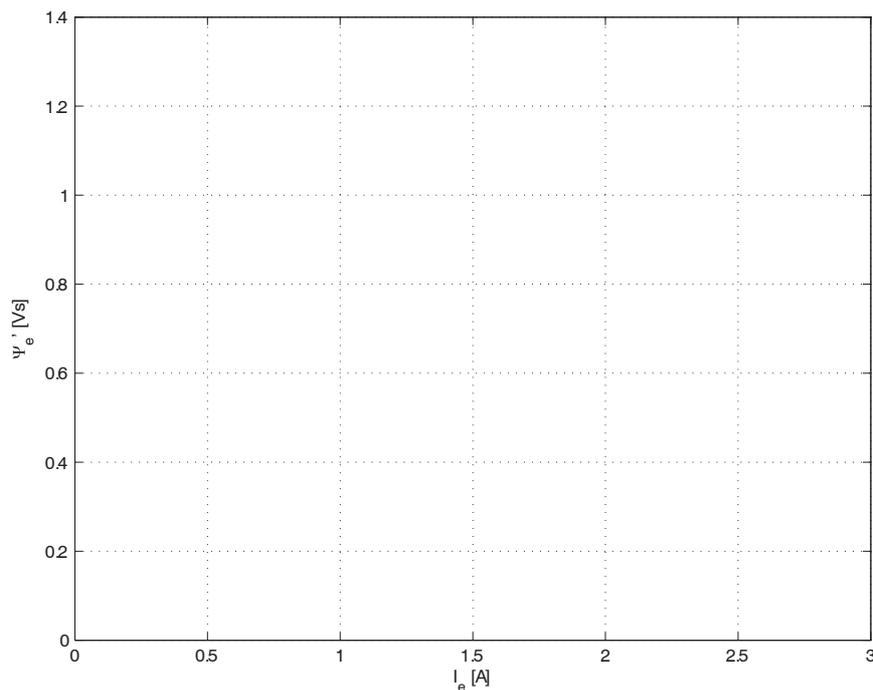
Tabelle 1: Induzierte Spannung bei einer Drehzahl von 1000min^{-1} und verschiedenen Erregerströmen

- 4.1 Skizzieren Sie das elektrische Ersatzschaltbild der Gleichstrom-Nebenschlussmaschine mit Anker- und Erregerkreis.
- 4.2 Ergänzen Sie Tabelle 1. Stellen Sie die Motorkonstante Ψ_e' in Abhängigkeit des Erregerstroms i_e in dem untenstehendem Diagramm graphisch dar.

Für Aufgabenpunkte 3, 4 und 5 wird an den Klemmen der betrachteten Maschine eine Gleichspannung in Höhe von 120V angelegt. Der Widerstand im Erregerkreis betrage 120Ω .

Hinweis: Verwenden Sie für die folgenden Aufgabenpunkte die Werte für Ψ_e' aus Tabelle 1.

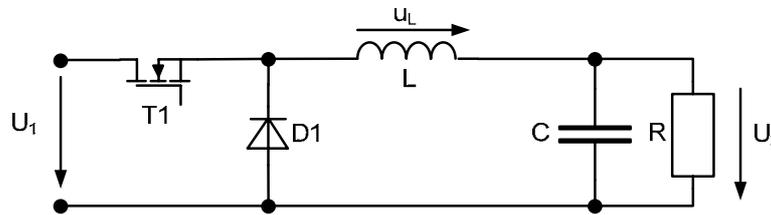
- 4.3 Welche Drehzahl n_0 wird sich für den unbelasteten Motor einstellen? Welche Drehzahl n_{0th} würde sich theoretisch einstellen, wenn der Erregerkreis geöffnet wird? Reibungseffekte sind zu vernachlässigen.
- 4.4 Die betrachtete Maschine werde mit einem Lastdrehmoment von 50Nm beaufschlagt. Die sich einstellende Drehzahl betrage 1191min^{-1} . Berechnen Sie den Ankerwiderstand R_A .
- 4.5 Wie groß ist der Wirkungsgrad η des Motors bei einem Lastdrehmoment von 30Nm?



Aufgabe 5: Gleichstromsteller, Kenngrößenberechnung

(21 Punkte)

Gegeben sei der in der unten stehenden Abbildung dargestellte Gleichstromsteller.

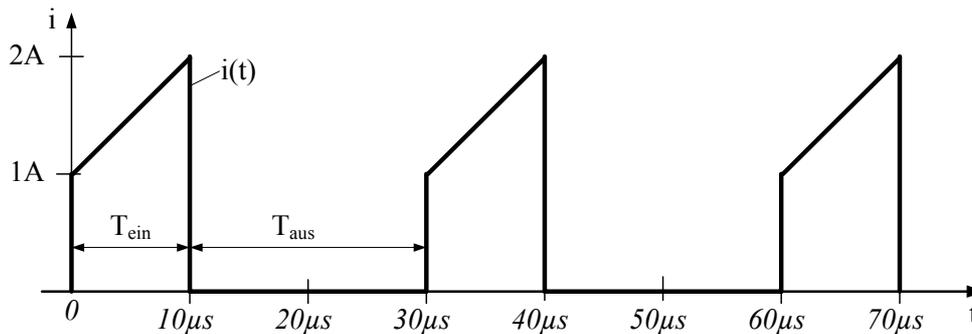


5.1 Um welchen Gleichstromsteller handelt es sich bei dem dargestellten Schaltbild?

(Bewertung: Richtige Antwort: 1 Punkt, falsche Antwort: -1 Punkt)

<input type="checkbox"/> Tiefsetzsteller <input type="checkbox"/> Hochsetzsteller
--

Die Schaltung befinde sich im eingeschwungenen Zustand. Die Eingangsspannung betrage $U_1=12V$ und die Ausgangsspannung U_2 sei ideal geglättet. In einem Zweig wird der unten dargestellte periodische Strom $i(t)$ gemessen.



- 5.2 Wie groß ist der arithmetische Mittelwert \bar{i} des dargestellten Stroms $i(t)$?
- 5.3 Durch welches Bauelement fließt der dargestellte Strom $i(t)$?
- 5.4 Wie groß sind das Tastverhältnis D und die Ausgangsspannung U_2 ?
- 5.5 Skizzieren Sie maßstäblich den zeitlichen Verlauf der Spannung an der Drossel $u_L(t)$ in das Diagramm auf der folgenden Seite.
- 5.6 Wie groß ist der Effektivwert U_L der Drosselspannung $u_L(t)$?
- 5.7 Wie groß ist die Induktivität L der Drossel?
- 5.8 Skizzieren Sie maßstäblich den zeitlichen Verlauf der Leistung $p_L(t)$ an der Drossel im Diagramm auf der folgenden Seite und geben Sie den Zahlenwert für den Scheitelwert der Leistung \hat{p}_L an.

