



Klausur Grundlagen der Elektrotechnik B

23.09.2005

Name:				Matrikel-Nr:			
Studiengang:				<input type="checkbox"/> Fachprüfung <input type="checkbox"/> Leistungsnachweis			
Aufgabe:	1	2	3	4	5	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 und Lichtbildausweis (Personalausweis oder Reisepass) mitbringen!

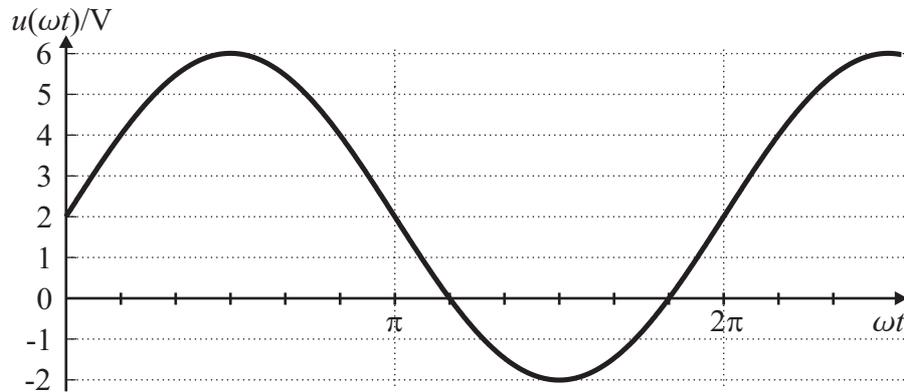
Bitte beschriften Sie jeden Klausurbogen mit Ihrem Namen und Ihrer Matrikelnummer. Benutzen Sie für jede Aufgabe einen neuen Klausurbogen. Bitte verwenden Sie keine roten Stifte.

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

Viel Erfolg!

Aufgabe 1: Effektivwertberechnung**(7 Punkte)**

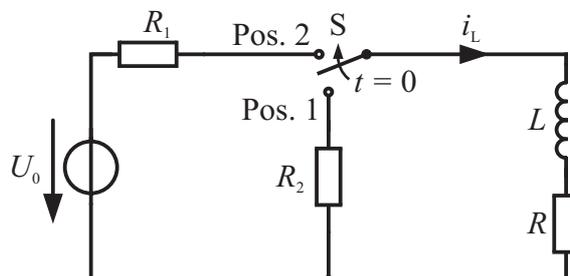
Gegeben sei folgender sinusförmiger, auf $\omega t = 2\pi$ periodischer Spannungsverlauf $u(\omega t)$:



1. Geben Sie die Formel für die Zeitfunktion $u(\omega t)$ an.
2. Bestimmen Sie den Effektivwert U des periodischen Spannungsverlaufs $u(\omega t)$.
(Hinweis: $\int \sin^2 x = \frac{x}{2} - \frac{1}{4} \sin(2x) + c$)
3. Welchen Wert nimmt der Scheitelfaktor k_s an?

Aufgabe 2: Ausgleichsvorgang
(25 Punkte)

Betrachtet werde folgende Schaltung:


 Es gelte: $R_1 = R_2$.

 Vor dem Zeitpunkt $t = 0$ s befinde sich der Schalter S in der Position 1, und die Schaltung befinde sich im stationären Zustand.

 1. Wie groß ist der Strom $i_L(t)$ zur Zeit $t \leq 0$ s? (Begründung)

 Der Schalter werde nun zum Zeitpunkt $t = 0$ s in die Position 2 umgelegt.

 2. Wie groß ist der Strom i_L direkt nach dem Schalten? (Begründung)

 3. Wie groß ist der Strom i_L nach Abklingen des Ausgleichsvorgangs ($t \rightarrow \infty$)? (Begründung)

 4. Leiten Sie für $t \geq 0$ s die Differentialgleichung für den Strom $i_L(t)$ her.

 5. Lösen Sie die Differentialgleichung. Aus Ihrer Lösung sollte ersichtlich sein, welchen Lösungsansatz Sie gewählt haben und welche Anfangsbedingung sie bei der Lösung verwendet haben. Wie groß ist die Zeitkonstante τ der Schaltung?

 Zum Zeitpunkt $t = t_1$ habe der Strom $i_L(t)$ den Wert $i_L(t_1) = I_0$ erreicht. Nun werde der Schalter S wieder in die Position 1 geschaltet.

 6. Wie lautet nun die Differentialgleichung für $i_L(t)$ für $t \geq t_1$? Welche Werte nimmt $i_L(t)$ direkt nach dem Schalten ($t = t_1^+$) und für $t \rightarrow \infty$ an? (Begründung)
 (Hinweis: Beachten Sie, dass $R_1 = R_2$ gilt. Eine erneute *Herleitung* der DGL ist nicht zwingend nötig.)

 7. Wie lautet die Lösung $i_L(t)$ der Differentialgleichung für $t \geq t_1$?

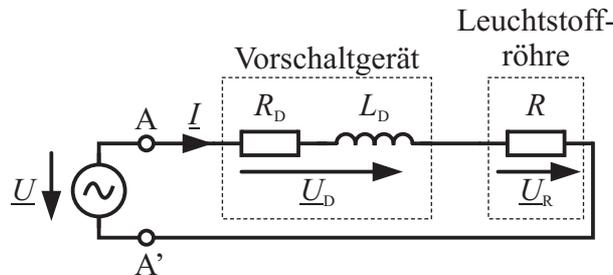
 8. Der Schalter werde nun periodisch zwischen den Positionen 1 und 2 umgeschaltet. Um welche in der Vorlesung behandelte Schaltung handelt es sich, wenn R_1 und R_2 als vernachlässigbar kleine Widerstände angesehen werden?

Aufgabe 3: Komplexe Wechselstromrechnung, Leistung

(23 Punkte)

Eine Reihenschaltung aus einer Leuchtstoffröhre und einer realen Drossel als Vorschaltgerät werde aus dem öffentlichen Spannungsversorgungsnetz gespeist.

Die Leuchtstoffröhre lässt sich im Ersatzschaltbild als ohmscher Widerstand R darstellen, das Vorschaltgerät als eine Reihenschaltung aus einer Induktivität L_D und einem ohmschen Widerstand R_D :



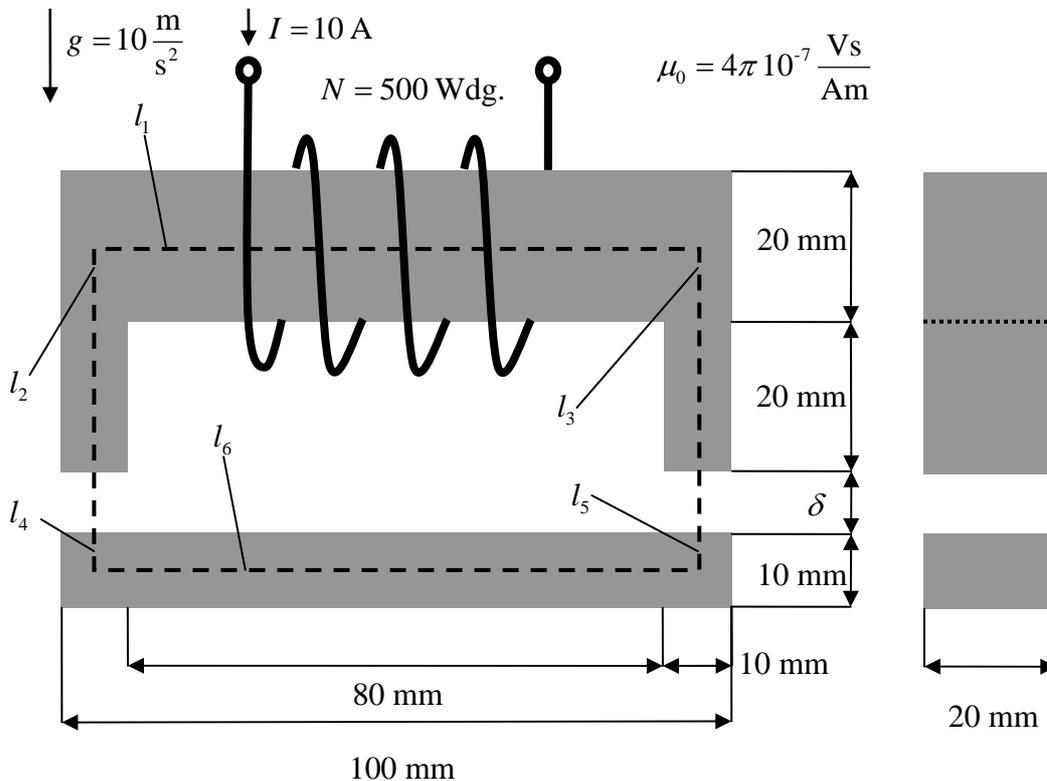
Die Schaltung nehme bei einer Netzspannung von $U = 230 \text{ V}$ und einer Netzfrequenz von $f = 50 \text{ Hz}$ einen Strom von $I = 0,8 \text{ A}$ auf. Die aus dem Netz entnommene Wirkleistung betrage $P_{\text{Gesamt}} = 70 \text{ W}$, die Wirkleistung der Leuchtstoffröhre $P_L = 58 \text{ W}$.

1. Bestimmen Sie den Leistungsfaktor $\cos \varphi_1$ und den Phasenwinkel $\varphi_1 = \varphi_U - \varphi_I$ des Gesamtsystems.
2. Berechnen Sie die Zahlenwerte der komplexen Effektivwertzeiger der Spannungen \underline{U}_R und \underline{U}_D .
3. Wie groß ist der Leistungsfaktor $\cos \varphi_D$ des Vorschaltgerätes? Wie groß ist der Phasenwinkel φ_D ?
4. Welche Blindleistung Q_D entsteht am Vorschaltgerät?
5. Bestimmen Sie die Induktivität L_D des Vorschaltgerätes.
6. Die Blindleistung des Gesamtsystems soll durch ein parallel zu den Anschlussklemmen A-A' zu schaltendes Bauelement so kompensiert werden, dass ein Gesamtleistungsfaktor $\cos \varphi_2 = 0,95$ (induktiv) erreicht wird. Welches Bauelement muss eingesetzt werden? Berechnen Sie den Wert des Bauelements?

Aufgabe 4: Magnetischer Kreis

(20 Punkte)

Eine Spule auf einem U-Kern werde von dem Gleichstrom I durchflossen. Der U-Kern sei fest im Raum angebracht. Unter dem U-Kern befinde sich ein Joch mit einer Masse $m = 0,5 \text{ kg}$, das durch die magnetische Wirkung der Spule angezogen werde. Die relative Permeabilität des Jochs und des U-Kerns betrage $\mu_r = 10$.



1. Zeichnen Sie das elektrische Ersatzschaltbild des magnetischen Kreises.
(Für jede angegebene Länge l_1 bis l_6 sowie die beiden Luftspallängen δ ist ein Ersatzwiderstand zu zeichnen.)
2. Bestimmen Sie alle einzelnen Reluktanzen aus dem Ersatzschaltbild, sowie die Gesamtreluktanz R_0 des Eisens.
(Für die Reluktanzen des Luftspaltes sind die Formeln anzugeben.)
3. Bestimmen Sie
 - a) den Ausdruck für die Induktivität L als Funktion der Luftspaltbreite δ ,
 - b) die Luftspaltbreite δ , für die die Induktivität L maximal wird,
 - c) den Maximalwert der Induktivität L .
 - d) Skizzieren Sie den Verlauf der Kennlinie $L(\delta)$ qualitativ.
4. Bei welcher Luftspaltbreite δ kann das Joch schweben? Beachten Sie: $\mu_r = 10$!
5. Wie groß darf die Masse des Jochs maximal sein, damit das Joch nicht herunterfällt, wenn die Näherung $\mu_r = \infty$ gilt und jeweils
 - a) der Strom I verdoppelt wird,
 - b) die Windungszahl N der Spule verdoppelt wird,
 - c) der Strom I umgepolt wird,
 - d) die Luftspaltbreite $\delta = 0$ ist? Ist der Wert für die Masse realistisch?

Aufgabe 5: Gleichstrommaschine

(25 Punkte)

1. Gegeben sei eine Reihenschlussgleichstrommaschine.

- a) Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild für den **in**stationären Fall.
- b) Stellen Sie die Maschengleichung des Ankerkreises für den **in**stationären Fall auf.
- c) Leiten Sie die Kennlinie $T = f(\omega)$ für den stationären Fall her.
- d) Skizzieren Sie die Kennlinie $T = f(\omega)$ (einschließlich negative ω). Geben Sie das Anlaufdrehmoment $T(\omega = 0)$ an und kennzeichnen Sie es im Diagramm. Für welche Drehfrequenz ω wächst das Drehmoment T über alle Grenzen ($T \rightarrow \infty$)? Geben Sie den Ausdruck für diese Drehfrequenz ω an und kennzeichnen Sie sie im Diagramm.

2. Von einer Reihenschlussgleichstrommaschine seien folgende Werte bekannt:

Bemessungskreisfrequenz	$\omega_N = 250 \text{ s}^{-1}$
Bemessungsspannung	$U_N = 300 \text{ V}$
Bemessungsstrom	$I_N = 20 \text{ A}$
Ankerwiderstand	$R_A = 1 \Omega$
Erregerwiderstand	$R_E = 1,5 \Omega$
Wirksame Erregerinduktivität	$L'_E = 50 \text{ mH}$

Die Ankerinduktivität L_A sei vernachlässigbar klein.

- a) Bestimmen Sie das Bemessungsdrehmoment T_N und die Bemessungsleistung P_N sowie den zugehörigen Wirkungsgrad η der Maschine.
- b) Skizzieren Sie den Wirkungsgrad $\eta = f(\omega)$ für positive Drehfrequenzen ω . Wie groß ist der maximale Wirkungsgrad η_{\max} ? (Es sollen nur elektrische Verluste betrachtet werden.)
- c) Berechnen Sie die Drehfrequenz ω_1 , die sich ergibt, wenn die Maschine bei Bemessungsspannung U_N betrieben wird und ein Drehmoment von $T_1 = 25 \text{ Nm}$ liefern muss.
- d) Berechnen Sie den Wert eines Vorwiderstands R_v , sodass bei Bemessungsspannung U_N der Anlaufstrom $I_{A,an} = 5 \cdot I_N$ beträgt. (Die Induktivitäten sind dabei zu vernachlässigen.)
- e) Bei welcher Drehzahl n_2 darf der Vorwiderstand überbrückt werden, damit für den Ankerstrom $I_{A,aus} \leq 5 \cdot I_N$ gilt?
- f) Wie kann das Drehmoment der Maschine umgekehrt werden?