

Institut für Regelungstechnik

TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG

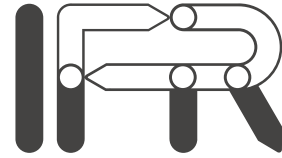
Prof. Dr.-Ing. M. Maurer

Prof. Dr.-Ing. W. Schumacher

Hans-Sommer-Str. 66

38106 Braunschweig

Tel. (0531) 391-3836



Klausuraufgaben

Grundlagen der Elektrotechnik - 3h

11.09.2012

Name: _____		Vorname: _____		
Matr.-Nr.: _____		Studiengang: _____		
E-Mail (optional): _____				
1:	2:	3:	4:	5:
ID: _____ Summe: _____ Note: _____				

Alle Lösungen müssen **nachvollziehbar** bzw. **begründet** sein.

Für **jede Aufgabe** ein **neues Blatt** verwenden.

Keine Rückseiten beschreiben.

Keine Blei- oder Rotstifte verwenden.

Lösungen auf Aufgabenblättern werden nicht gewertet.

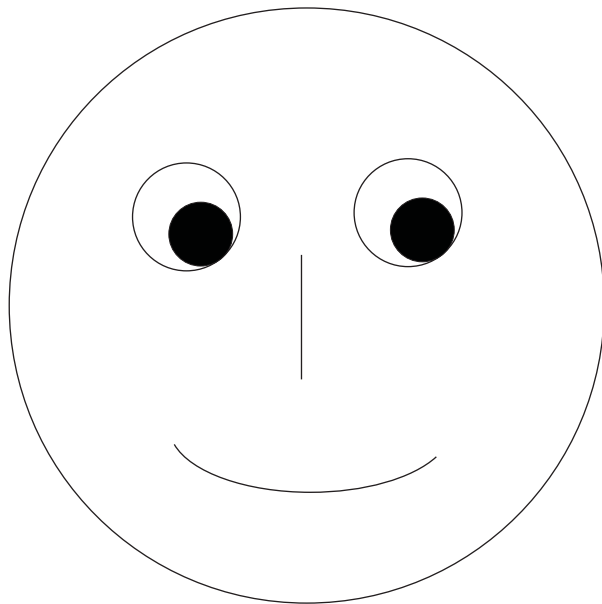
Zugelassene Hilfsmittel:

- Geodreieck
- Zirkel

Einverständniserklärung

Ich erkläre mich einverstanden, dass meine Note mit Matrikelnummer im Institut für Regelungstechnik ausgehängt wird.

Datum, Unterschrift



... Nein, die Rückseiten sollen wirklich nicht beschrieben werden...

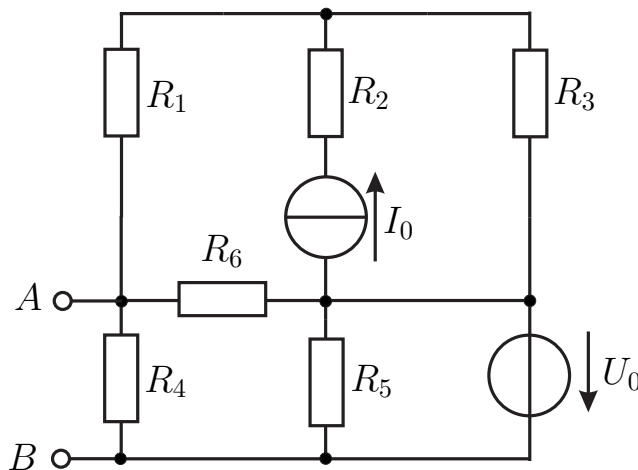
Ja, für jede Aufgabe ein neues Blatt...

... Nein, ... nein, auch nicht. Weder Bleistift noch Rotstift verwenden.

Viel Erfolg!

1 Gleichstromnetzwerk

Punkte: 20



Das gegebene Netzwerk besteht aus einer idealen Gleichspannungsquelle U_0 und einer idealen Gleichstromquelle I_0 sowie 6 Widerständen R_1 bis R_6 .

- a) Bestimmen Sie mit Hilfe des Superpositionsverfahrens die Spannung U_0 der Quelle in Abhängigkeit von der Stromquelle I_0 und den Widerständen im Netzwerk, so dass kein Strom durch den Widerstand R_4 fließt. (8 Punkte)

Hinweis: Nutzen Sie wenn möglich den Strom- oder Spannungsteiler.

Rechnen Sie weiterhin mit dem gegebenen Wert U_0 für die Spannungsquelle im Netzwerk.

- b) Bestimmen Sie die Ersatzspannungsquelle bezüglich der Klemmen A und B und skizzieren Sie diese. (3 Punkte)

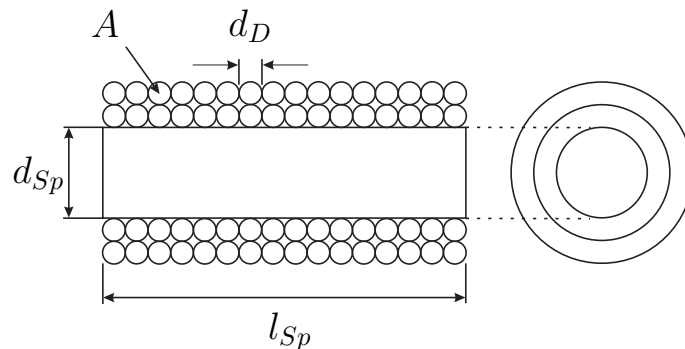
Es gelte nun: $R_1 = R_3 = \frac{R}{2}$, $R_2 = R_4 = R_5 = R_6 = R$

- c) An den Klemmen A und B wird ein Lastwiderstand R_L angeschlossen. Bestimmen Sie den Lastwiderstand in Abhängigkeit von R , damit ein Wirkungsgrad $\eta = 0,6$ erreicht wird. (4 Punkte)

- d) Einer der Widerstände soll über einen Draht aus Konstantan (spezifische Leitfähigkeit $\sigma = 2 \frac{\text{m}}{\Omega \text{mm}^2}$) mit einem Querschnitt $A = 0,16\pi \text{ mm}^2$ realisiert werden. Hierfür soll der Draht auf einer zylindrischen Keramikspule mit einem Durchmesser $d_{Sp} = \frac{5}{\pi} \text{ cm}$ und einer Länge $l_{Sp} = 7,2 \text{ cm}$ gewickelt werden. Die Wicklung soll so realisiert werden, dass zwischen den Drähten kein Freiraum entsteht. Um die Induktivität möglichst gering zu halten, soll eine zweite, entgegengesetzte Wicklung über der ersten realisiert werden. Bestimmen Sie den elektrischen Widerstand R der Anordnung. (5 Punkte)

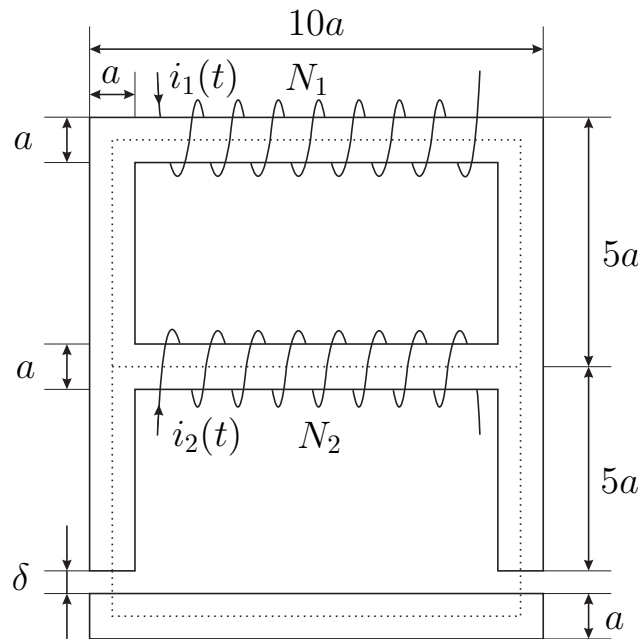
Hinweis: Der Durchmesser der Wicklungen kann durch den Durchmesser der Spule angenähert werden.

Hinweis: Nähern Sie π durch 3,1 an, nur um das Endergebnis zu berechnen.



2 Magnetischer Kreis

Punkte: 19



Gegeben sei ein Elektromagnet mit einem im Querschnitt quadratischen Eisenkern (Kantenlänge a). Am Joch sind zwei Spulen befestigt mit jeweils N_1 und N_2 Windungen die von den Strömen i_1 bzw. i_2 durchflossen werden. Sowohl Joch als auch Anker bestehen aus einem Material mit der relativen Permeabilität μ_r .

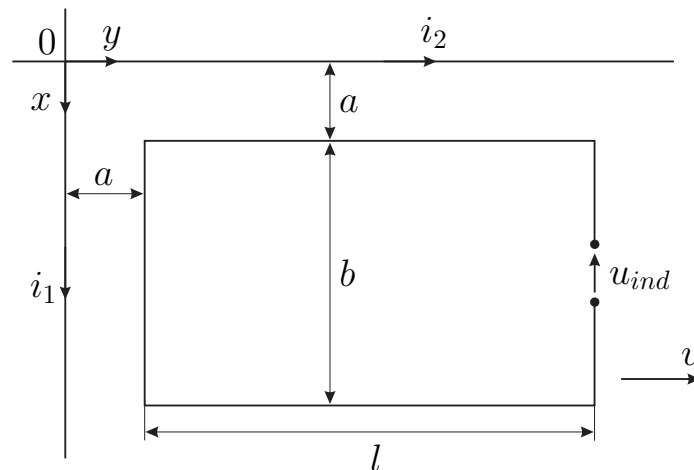
- Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild des magnetischen Kreises inklusive der Bezugsrichtungen der 2 Quellen und der magnetischen Flüsse. Berechnen Sie allgemein die magnetischen Widerstände des Ersatzschaltbilds auf der mittleren Weglänge (gepunktete Linie). (5 Punkte)
- Bestimmen Sie den Strom i_2 abhängig von i_1 für den Fall, dass keine Kraftwirkung im Luftspalt auftritt. Bestimmen Sie zusätzlich die Teilflüsse in den einzelnen Schenkeln in Abhängigkeit vom Strom i_1 . (8 Punkte)
- Bestimmen Sie den Strom i_2 abhängig von i_1 für den Fall, dass kein magnetischer Fluss durch den inneren Schenkel fließt. (4 Punkte)

Das Magnetfeld verursacht eine Kraftwirkung auf den Anker.

- d) Welches Problem tritt bei der Verwendung von Wechselstrom für die Spulen bezüglich der Kraft in dieser Anordnung auf? Wie kann man das Problem umgehen?
(2 Punkte)

3 Elektromagnetismus

Punkte: 22



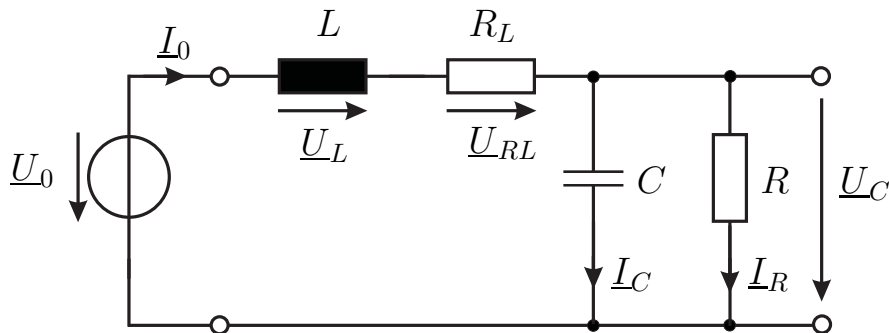
Eine rechteckige Leiterschleife (Länge l , Breite b) befindet sich jeweils im Abstand a zu zwei senkrecht zueinander liegenden, unendlich langen, stromdurchflossenen Leitern. Ab dem Zeitpunkt $t = 0$ wird die Leiterschleife mit der konstanten Geschwindigkeit v parallel zum zweiten Leiter bewegt. Die Anordnung befindet sich in einem Medium der Permeabilität μ .

Gegeben: $i_1 = I_1$, $i_2 = I_2 \sin(\omega t)$.

- Bestimmen Sie allgemein das Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters. Gehen Sie von der vektoriellen Form des Durchflutungsgesetzes aus. Begründen Sie vorgenommene Vereinfachungen. (4 Punkte)
- Bestimmen Sie den magnetischen Fluss $\Phi_1(t)$ durch die Leiterschleife, der vom Strom i_1 erzeugt wird. Begründen Sie vorgenommene Vereinfachungen. (6 Punkte)
- Bestimmen Sie nun den Fluss $\Phi_2(t)$ (der vom Strom i_2 erzeugt wird) und den Gesamtfluss $\Phi(t)$ durch die Leiterschleife. (5 Punkte)
- Bestimmen Sie die in der Leiterschleife induzierte Spannung u_{ind} . (4 Punkte)
- Begründen Sie kurz, weshalb der magnetische Fluss durch eine geschlossene Hüllfläche immer Null ist: $\oint \underline{B} \cdot d\underline{A} = 0$. Stellen Sie die Analogie zum elektrischen Feld her und begründen Sie, weshalb das analoge Integral im Fall des elektrischen Feldes nicht unbedingt Null ist. (3 Punkte)

4 Komplexe Wechselstromrechnung

Punkte: 20



Gegeben sei ein Netzwerk bestehend aus einer Spule mit der Induktivität L und dem Widerstand R_L , einem Kondensator mit der Kapazität C und einem Widerstand R . Bekannt sind folgende Größen:

$$L = 83 \text{ mH}, C = 10 \text{ } \mu\text{F}, R = 75 \text{ } \Omega.$$

Das Netzwerk wird zunächst über eine Gleichspannungsquelle $U_0 = 13.7 \text{ V}$ betrieben. Dabei wird der Strom $I_0 = 0.1 \text{ A}$ gemessen.

- a) Bestimmen Sie den Widerstand R_L der Spule. (3 Punkte)

Nun wird das Netzwerk an die Wechselspannungsquelle mit der Kreisfrequenz $\omega = 1 \text{ kHz}$ angeschlossen. Dabei wird die Spannung $U_C = 300 \text{ V}$ gemessen.

- b) Entwickeln Sie das vollständige Zeigerdiagramm, das alle Ströme und Spannungen enthält. Bestimmen Sie die komplexen Größen \underline{U}_L , \underline{U}_{RL} , \underline{U}_0 , \underline{I}_0 , \underline{I}_C , \underline{I}_R oder deren Beträge. (6 Punkte)

(Maßstab: $50 \text{ V} \hat{=} 1 \text{ cm}$ und $0,5 \text{ A} \hat{=} 1 \text{ cm}$)

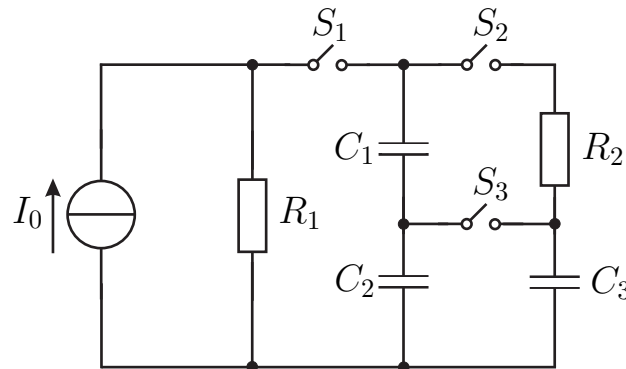
- c) Bestimmen Sie aus dem Zeigerdiagramm den Phasenwinkel φ zwischen U_0 und I_0 . Zeigt das Netzwerk induktives oder kapazitives Verhalten? (2 Punkte)
- d) Bestimmen Sie mit Hilfe des Zeigerdiagramms den Wert der Induktivität L für den der Phasenwinkel den Wert Null annimmt. (2 Punkte)

\Rightarrow

- e) Bestimmen Sie allgemein die Impedanz \underline{Z} des Netzwerkes. (2 Punkte)
- f) Welcher Typ Schwingkreis ist in dem Netzwerk zu finden? Geben Sie allgemein die Resonanzfrequenz f_0 an (Vernachlässigung der Widerstände). Wird die Resonanzfrequenz durchgelassen oder gesperrt? (3 Punkte)
- g) Welches Verhalten (induktiv oder kapazitiv) hat der Schwingkreis bei einer Frequenz kleiner als die Resonanzfrequenz? Begründen Sie. (2 Punkte)

5 Kondensatornetzwerk

Punkte: 19



In dem abgebildeten Kondensatornetzwerk seien alle Kondensatoren ungeladen. Des Weiteren seien die Schalter S_1 , S_2 und S_3 zunächst geöffnet.

Gegeben: $I_0 = 0.25 \text{ mA}$, $C_1 = 4 \mu\text{F}$, $C_3 = 14 \mu\text{F}$ und $R_1 = 200 \text{ k}\Omega$.

- Zum Zeitpunkt t_1 wird der Schalter S_1 geschlossen. Berechnen Sie nun allgemein und zahlenmäßig die Gesamtkapazität C_{G1} dieses Netzwerks, wenn bekannt ist, dass im stationären Zustand die Spannung U_{C2} $\frac{2}{3}$ der Spannung U_{C1} beträgt. (5 Punkte)
- Betrachten Sie nun den Ladevorgang für das Netzwerk aus Aufgabenpunkt a). Stellen Sie die Differentialgleichung zur Bestimmung der Spannung u_{CG1} an der Gesamtkapazität C_{G1} auf. (4 Punkte)

Zum Zeitpunkt t_2 wird der Schalter S_1 geöffnet und die Schalter S_2 und S_3 gleichzeitig geschlossen.

- Gehen Sie davon aus, dass alle Einschwingvorgänge abgeschlossen sind. Bestimmen Sie die Spannungen U_{C1} , U_{C2} und U_{C3} an den Kondensatoren C_1 , C_2 bzw. C_3 . (6 Punkte)
- Berechnen Sie die Gesamtenergie W_{t1} aller Kondensatoren vor dem Schließen der Schalter S_2 und S_3 und anschließend die Gesamtenergie W_{t2} nach dem Schließen der Schalter. Woher kommt die Energiedifferenz? (4 Punkte)