

Institut für Regelungstechnik

TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG

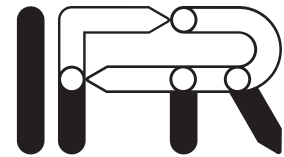
Prof. Dr.-Ing. M. Maurer

Prof. Dr.-Ing. W. Schumacher

Hans-Sommer-Str. 66

38106 Braunschweig

Tel. (0531) 391-3836



Klausuraufgaben

Grundlagen der Elektrotechnik - 3h

09.08.2011

| | | | | |
|------------------------------------|----|--------------------|----|----|
| 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:

- keine

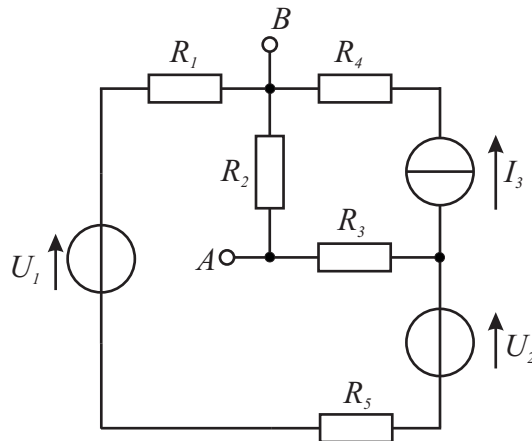
Einverständniserklärung

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

Datum, Unterschrift

1 Gleichstromnetzwerk

Punkte: 20



Das gegebene Netzwerk besteht aus zwei idealen Gleichspannungsquellen U_1 , U_2 und einer idealen Gleichstromquelle I_3 sowie 5 Widerständen R_1 bis R_5 .

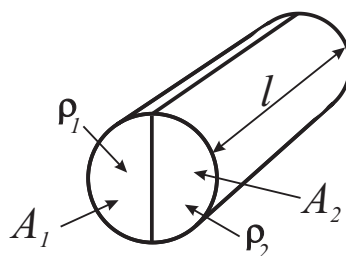
- a) Bestimmen Sie mit Hilfe des Superpositionsverfahrens die Spannung U_{AB} zwischen den Klemmen A und B . (7 Punkte)

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

- b) Bestimmen Sie den Innenwiderstand bezüglich der Klemmen A und B . (3 Punkte)

- c) Der Widerstand R_1 wird durch den folgenden Rundleiter ersetzt. Dieser besteht aus zwei leitenden Materialien mit den spezifischen Widerständen ρ_1 und ρ_2 . Es gilt $2\rho_1 = \rho_2$. Zwischen den Materialien befindet sich ein idealer Isolator. Bestimmen Sie ρ_1 und ρ_2 so, dass der Widerstandswert $R_1 = 200\Omega$ beträgt. Zeichnen Sie dazu erst das Ersatzschaltbild des Aufbaus, bestimmen Sie dann den Gesamtwiderstand sowie die Werte für ρ_1 und ρ_2 . (4 Punkte)

Es gilt: $A_1 = A_2$, $l = 3m$ und $r = \sqrt{\frac{5}{\pi}}m$



\Rightarrow

d) Es soll im Folgenden die Ersatzstromquelle bezüglich der Klemmen A und B betrachtet werden. Diese wird mit dem Lastwiderstand R_L belastet.

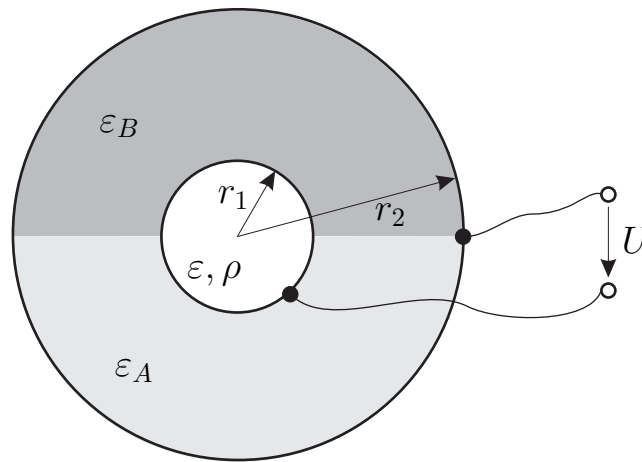
- Zeichnen Sie das Ersatzstromquellenbild bezüglich der Klemmen A und B.
- Wie lässt sich das Verhältnis von Laststrom zu Quellstrom ($\frac{I_L}{I_{ers}}$) als Funktion des Widerstandsverhältnisses $\frac{R_L}{R_i}$ darstellen?
- Skizzieren Sie zudem den Funktionsverlauf und markieren Sie die charakteristischen Punkte für den Leerlauf- und Kurzschlussfall.
- Skizzieren Sie zusätzlich den Punkt der Leistungsanpassung. Welche Bedingung gilt in diesem Punkt ?

(5 Punkte)

e) Beschreiben Sie kurz die Bedeutung des Widerstands bei der Umsetzung von Leistung. In welcher Form wird die Leistung umgesetzt ? (1 Punkt)

2 Kondensator

Punkte: 20



Der Raum zwischen zwei konzentrisch angeordneten Kugeln mit den Radien r_1 , r_2 ist jeweils zur Hälfte mit zwei verschiedenen Dielektrika gefüllt. Die Ladung der inneren Kugel ist gleichmäßig verteilt (Raumladungsdichte $\rho = \text{const}$). Zuerst wird nur der Raum innerhalb der ersten Kugel betrachtet ($r < r_1$).

- Es soll ein kugelförmiger Raum mit dem Radius $r < r_1$ innerhalb der inneren Kugel betrachtet werden. Bestimmen Sie die in dem Raum eingeschlossene Ladung Q und begründen Sie dabei vorgenommene Vereinfachungen. (3 Punkte)
- Bestimmen Sie ausgehend vom Ergebnis von Punkt a) das elektrische Feld an der Oberfläche des Raumes mit dem Radius r . Begründen Sie dabei vorgenommene Vereinfachungen. (6 Punkte)

Betrachtet wird jetzt der Raum zwischen den beiden Kugeln ($r_1 < r < r_2$). Die innere Kugel sei nun aus Metall und weise die Gesamtladung Q_1 auf.

- Um welche Form der Ladungsverteilung handelt es sich in diesem Fall? Bestimmen Sie die Ladungsverteilung als Funktion $f(Q_1, r_1)$. (2 Punkte)

Anmerkung Markus Steimle zu c):

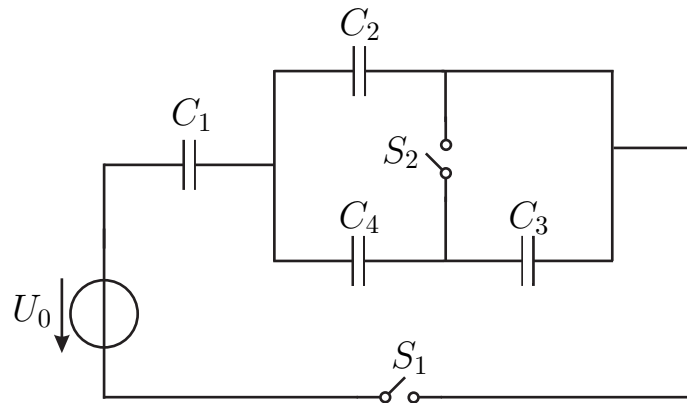
Hier ist die mittlere Oberflächenladungsdichte gefragt: $f(Q_1, r_1)$

\Rightarrow

- d) Bestimmen Sie allgemein das elektrische Feld zwischen den Kugeln. Gehen Sie von folgender Gleichung aus, die eine Beziehung zwischen der Ladung Q_1 und den Verschiebungsflussdichten D_A und D_B in den beiden Dielektrika ausdrückt:
 $Q_1 = 2\pi r^2(D_A + D_B)$, $r_1 < r < r_2$ (2 Punkte).
- e) Bestimmen Sie anhand des Ergebnisses von Aufgabenpunkt d) die Spannung zwischen den Kugeln und begründen Sie dabei vorgenommene Vereinfachungen.
(4 Punkte)
- f) Bestimmen Sie die Gesamtkapazität C der Anordnung. (2 Punkte)
- g) Zeichnen Sie das elektrische Ersatzschaltbild der Anordnung. (1 Punkt)

3 Kondensatornetzwerk

Punkte: 20



Das Netzwerk in der skizzierten Schaltung liegt über den geschlossenen Schalter S_1 an einer Spannungsquelle U_0 . Der Schalter S_2 ist geöffnet. Beide Schalter weisen vernachlässigbare Widerstände auf. Betrachten Sie nur die Zustände nach Abklingen der Ladevorgänge.

Gegeben seien: $C_1 = 2C_0$, $C_2 = C_0$, $C_3 = 2C_0$ und $C_4 = 2C_0$.

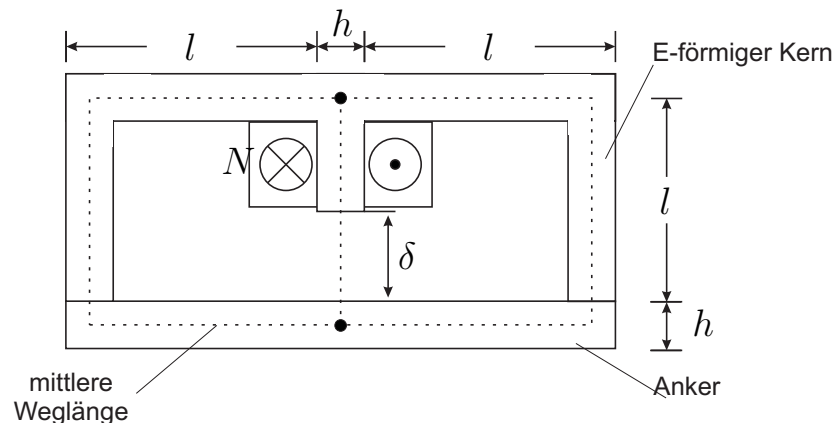
- Was geschieht allgemein bei einer Parallel- bzw. Serienschaltung von Kondensatoren? Betrachten Sie Ladungen und Kapazitäten. (4 Punkte)
- Bestimmen Sie allgemein sowie in Abhängigkeit von C_0 die Teilkapazität $C_{2,3,4}$ und die Gesamtkapazität C_{Ges} des Netzwerks. (2 Punkte)
- Bestimmen Sie in Abhängigkeit von U_0 die Spannungen U_1 , U_2 , U_3 und U_4 . (4 Punkte)
- Welche Gesamtladung Q_{Ges} besitzt das Netzwerk? Welche Energie W_{Ges} ist im Netzwerk gespeichert? (4 Punkte)

Nun wird die Spannungsquelle durch Öffnen des Schalters S_1 vom Netzwerk getrennt und der Schalter S_2 geschlossen.

- Bestimmen Sie in Abhängigkeit von U_0 die Spannungen U_1 , U_2 , U_3 , U_4 nachdem alle Umladevorgänge abgeschlossen sind. (6 Punkte)

4 Magnetischer Kreis

Punkte: 20



Die Anordnung bestehe aus einem E-förmigen Kern aus Dynamoblech mit der relativen Permeabilität $\mu_{r,dyn}$ und einem Anker aus Grauguss mit der relativen Permeabilität $\mu_{r,gg}$. Am mittleren Schenkel des Eisenkerns sei eine Spule mit der Wicklungszahl N angebracht. Im Luftspalt herrsche die Kraft $F = \frac{2h^2}{\mu_0} \left(\frac{V_s}{m^2} \right)^2$. Die Querschnittsfläche des Materials sei quadratisch mit der Kantenlänge h . Die Streuung ist zu vernachlässigen.

- Zeichnen Sie das vollständige Ersatzschaltbild des magnetischen Kreises inklusive der Bezugsrichtungen der Quelle und der magnetischen Flüsse. Berechnen Sie allgemein die magnetischen Widerstände des Ersatzschaltbilds auf der mittleren Weglänge. (8 Punkte)
- Zeigen Sie über eine Dimensionsanalyse, dass die gegebene Kraft F tatsächlich in $[F] = 1N$ gegeben ist. (2 Punkte)
- Berechnen Sie den magnetischen Fluss im linken Schenkel. (4 Punkte)
Hinweis: Die Kraft im Luftspalt ist

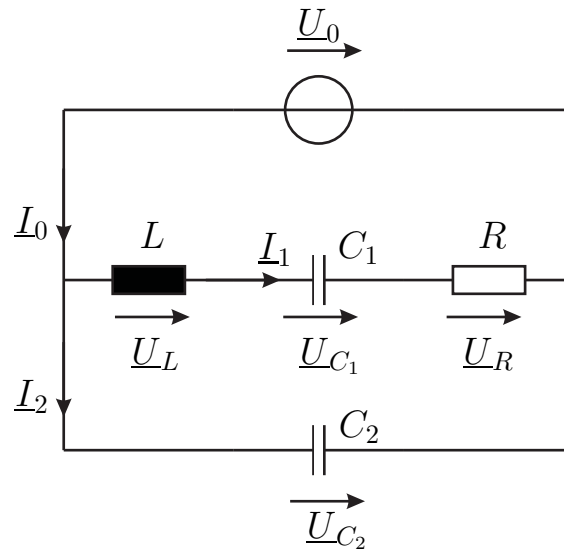
$$F_L = \frac{B^2 A}{2\mu_0}$$

 \Rightarrow

- d) Berechnen Sie die magnetische Spannung im Luftspalt. (2 Punkte)
- e) Wie unterscheidet sich das Bestromen der Spule mit Gleich- oder Wechselstrom in Bezug auf die auf den Anker wirkende Kraft? Diskutieren Sie qualitativ Betrag und Richtung der Kraft für beide Fälle. (2 Punkt)
- f) Wie ändert sich die Induktivität der Anordnung, mit zunehmender Entfernung des Ankers vom Kern? Begründen Sie kurz. (2 Punkte)

5 Komplexe Wechselstromrechnung

Punkte: 20



Gegeben seien:

$$R = \frac{2}{5} \, \Omega, \quad C_1 = \frac{10}{7} \, \text{mF}, \quad C_2 = 1 \, \text{mF} \quad \text{und} \quad X_L = 1 \, \Omega.$$

Die Wechselspannungsquelle \underline{U}_0 arbeitet mit der Frequenz $f = \frac{1}{2\pi} \, \text{kHz}$. An der Induktivität wird ein Spannungsabfall $\underline{U}_L = 10 \, \text{V}$ gemessen.

- Berechnen Sie zahlenmäßig die Induktivität L sowie $|\underline{I}_1|$, $|\underline{U}_R|$ und $|\underline{U}_{C_1}|$. (4 Punkte)
- Wie sieht allgemein die Phasenbeziehung zwischen Spannung und Strom am Kondensator, an der Induktivität und am ohmschen Widerstand aus? (3 Punkte)
- Bestimmen Sie mit Hilfe eines Zeigerdiagramms, das alle Ströme und Spannungen enthält, folgende Größen: $|\underline{U}_0|$, $|\underline{U}_{C_2}|$, $|\underline{I}_2|$ und $|\underline{I}_0|$
Hinweis: Beginnen Sie mit den Spannungen und nutzen Sie den Zeiger \underline{U}_R als Bezug. Maßstab: $1 \, \text{V} \hat{=} 1 \, \text{cm}$, $1 \, \text{A} \hat{=} 1 \, \text{cm}$ (7 Punkte)
- Lesen Sie aus dem Zeigerdiagramm den Winkel ϕ_0 zwischen \underline{U}_0 und \underline{I}_0 ab. Wird die Quelle induktiv oder kapazitiv belastet? Begründen Sie die Antwort. (2 Punkte)

 \Rightarrow

Für die folgenden Aufgabenteile wird der ohmsche Widerstand vernachlässigt ($R = 0$).

- e) Bestimmen Sie die Gesamtimpedanz allgemein in der Form $Z = j\frac{A}{B}$ ($R = 0$).
(3 Punkte)
- f) Welche Form der Leistung tritt in diesem Schwingkreis nach Aufgabenteil e) **nicht** auf? Begründen Sie kurz. (1 Punkt)