

Institut für Regelungstechnik

TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG

Prof. Dr.-Ing. M. Maurer

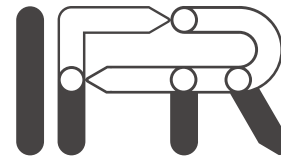
Prof. Dr.-Ing. W. Schumacher

Prof. em. Dr.-Ing. W. Leonhard

Hans-Sommer-Str. 66

38106 Braunschweig

Tel. (0531) 391-3836



Klausuraufgaben

Grundlagen der Elektrotechnik - 3h

09.03.2011

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

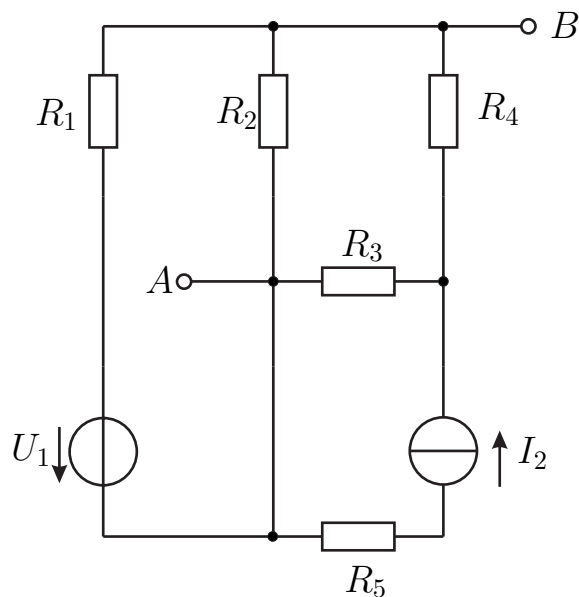
Einverständniserklärung

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 einer idealen Gleichspannungsquelle U_1 und einer idealen Gleichstromquelle I_2 sowie 5 Widerständen R_1 bis R_5 .

- Bestimmen Sie mit Hilfe des Superpositionsverfahrens die Spannung U_{AB} zwischen den Klemmen A und B . Verwenden Sie **nicht** das Maschenstromverfahren. (8 Punkte)
Hinweis: Nutzen Sie wenn möglich den Strom- oder Spannungsteiler.
- Bestimmen Sie den Innenwiderstand bezüglich der Klemmen A und B . (3 Punkte)
- Nennen Sie die 3 charakteristischen Größen von Ersatzquellen und skizzieren Sie eine Ersatzspannungsquelle mit allen charakteristischen Größen. (2 Punkte)
- Zwischen den Klemmen A und B der Ersatzspannungsquelle werde ein Lastwiderstand R_L angeklemmt. Die dem Netzwerk entnommene Leistung soll nun maximiert werden. Wie nennt sich dieser Betriebszustand? **Leiten** Sie die erforderliche Bedingung für den Fall der Ersatzspannungsquelle **her**, so dass die im Lastwiderstand umgesetzte Leistung P_{RL} maximal wird. (5 Punkte)
- Was ist “elektrische Spannung”? Erläutern Sie den Begriff unter Zuhilfenahme des Feldbegriffs. (2 Punkte)

2 Kondensator

Punkte: 20

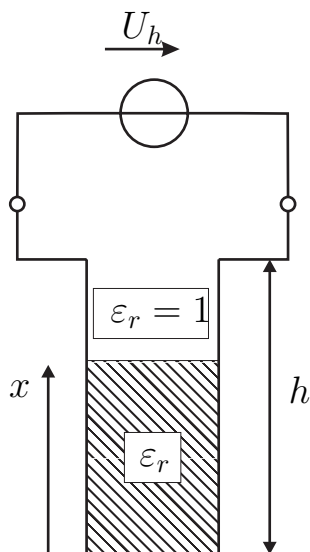


Bild 1

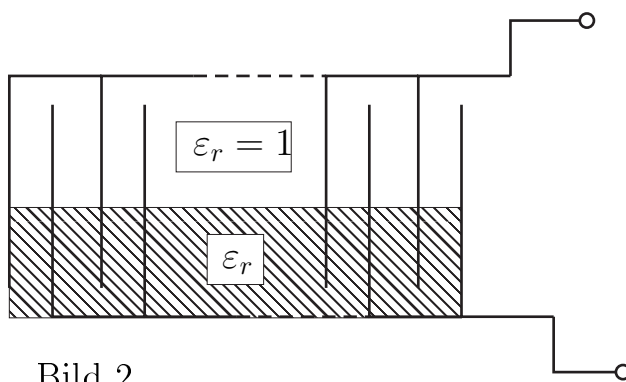


Bild 2

Die Füllstandshöhe eines flüssigen Isolierstoffes mit der Dielektrizitätszahl ε_r soll mit Hilfe eines metallischen Plattenpaares nach Bild 1 kapazitiv gemessen werden. Gegeben sind die Höhe h der Platten sowie die Kapazität C_0 bei der Füllstandshöhe $x = 0$.

- Zeichnen Sie das elektrische Ersatzschaltbild der Anordnung mit den Teilkapazitäten C_L (Luftanteil) und C_ε (Isolierstoffanteil). Geben Sie C_L und C_ε als Funktion von x und C_0 an. (5 Punkte)
- Berechnen Sie die Gesamtkapazität der Anordnung. Normieren Sie die Gleichung auf C_0 und geben Sie sie in folgender Form an: (2 Punkte)

$$\frac{C(x)}{C_0} = f\left(\frac{x}{h}\right)$$

- Skizzieren Sie den Verlauf von $\frac{C(x)}{C_0}$ über $\frac{x}{h}$ aus b) für $\varepsilon_r = 4$. (2 Punkte)

⇒

Bei der Füllstandshöhe $x = h$ wird an die Anordnung eine Spannungsquelle U_h angelegt. Nach Aufladung des Kondensators wird die Spannungsquelle wieder abgetrennt und der Füllstand abgesenkt.

- d) Bestimmen Sie allgemein die Spannung $U_c(x)$ an den Kondensatorplatten. Geben Sie diese in der normierten Form

$$\frac{U_c(x)}{U_h} = f\left(\frac{x}{h}\right)$$

an. (4 Punkte)

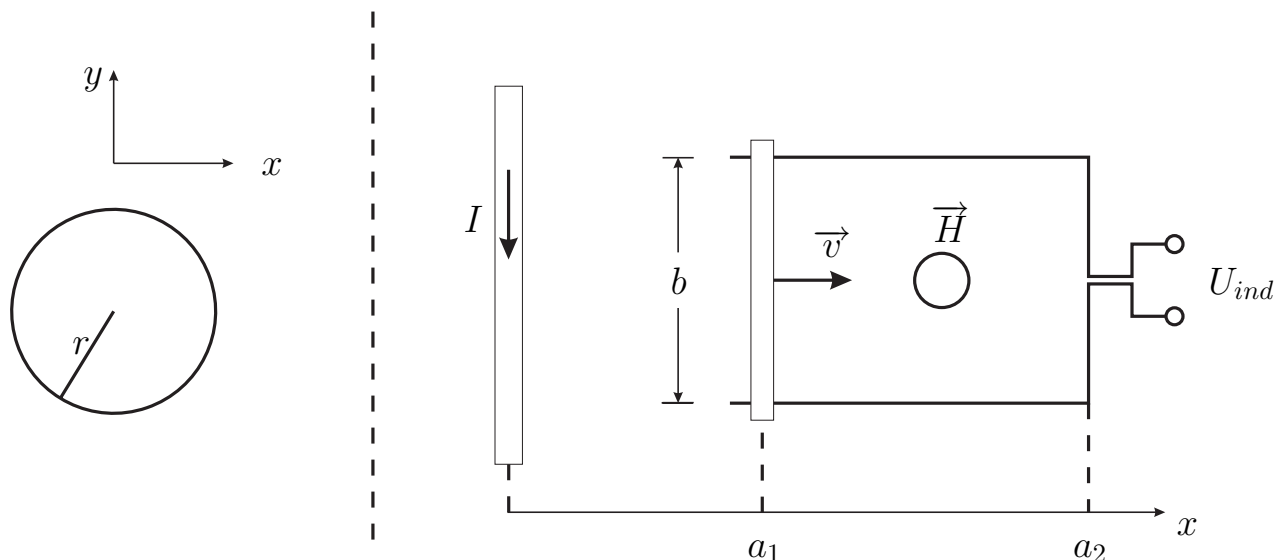
- e) Skizzieren Sie den Verlauf von $\frac{U_c(x)}{U_h}$ über $\frac{x}{h}$ aus d) für $\varepsilon_r = 4$. (2 Punkte)
- f) Fertigen Sie eine Zeichnung der Anordnung an für $x = 0, 5h$ und skizzieren Sie qualitativ den Verlauf des E-Feldes. Beachten Sie dabei, dass unterschiedliche Feldstärken durch eine unterschiedliche Dichte der Feldlinien visualisiert wird. Begründen Sie Ihre Entscheidung. (2 Punkte)

Der Füllstandsmesser wird mit n Platten gleicher Fläche und mit gleichem Abstand nach Bild 2 aufgebaut.

- g) Zeichnen Sie das elektrische Erstatzschaltbild und berechnen Sie unter Vernachlässigung von Randeffekten die Gesamtkapazität $C_n(x)$ der Anordnung. (3 Punkte)

3 Elektromagnetismus

Punkte: 20



Gegeben sei ein Leiter (Darstellung des Querschnitts siehe linke Skizze), der von einem Strom mit der Stromdichte $J(r) = \frac{3}{2}J_0 \cdot r$ durchflossen werde. Die benachbarte Leiterschleife soll zunächst nicht betrachtet werden.

- Berechnen Sie den Verlauf der Stromstärke $I(r)$ in Abhängigkeit vom Radius r des Leiters und begründen Sie dabei vorgenommene Vereinfachungen. (4 Punkte)
- Berechnen Sie das H -Feld innerhalb und außerhalb des Leiters und begründen Sie dabei vorgenommene Vereinfachungen. (4 Punkte)
- Skizzieren Sie ausgehend von Ihrem Ergebnis aus b) den Verlauf der y -Komponente des \vec{H} -Feldes über x . (2 Punkte)

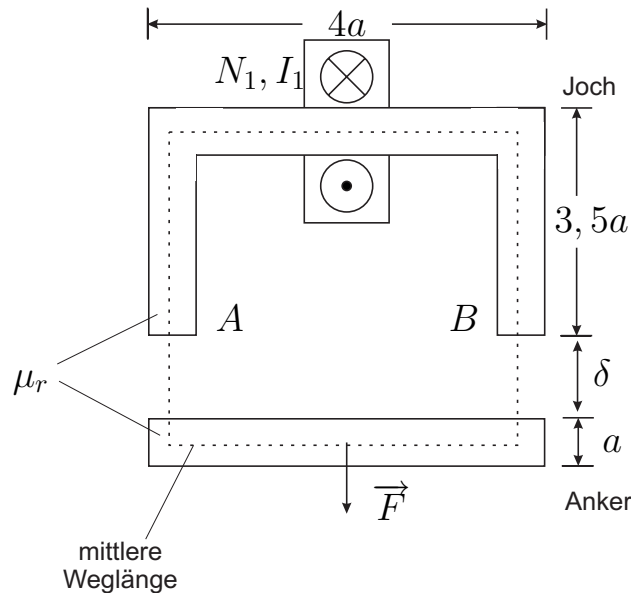
 \Rightarrow

Betrachtet wird nun die Leiterschleife rechts, die sich in dem Magnetfeld des linken Leiters befindet. Die Leiterschleife besteht aus zwei stationären Schienen, auf denen sich ein beweglicherleiter mit der Geschwindigkeit \vec{v} nach rechts bewegt. Zur Vereinfachung soll angenommen werden, dass aufgrund einer großen Distanz zum Leiter das \vec{H} -Feld mit dem konstanten Betrag H_0 angenähert werden kann.

- d) Definieren Sie in einer **neuen Skizze** die positive Zählrichtung für U_{ind} in Abhängigkeit des gegebenen Stroms I und der Geschwindigkeit \vec{v} . Wie lautet das zugehörige Induktionsgesetz? (2 Punkte)
- e) Bestimmen Sie U_{ind} in Abhängigkeit der angegebenen Größen und begründen Sie angenommene Vereinfachungen. (4 Punkte)
- f) Führen Sie eine Dimensionsanalyse für das Ergebnis von U_{ind} durch. (3 Punkte)
- g) Was genau ist in diesem Fall die Ursache für die induzierte Spannung? (1 Punkt)

4 Magnetischer Kreis

Punkte: 20



Die Anordnung bestehe aus einem Joch und einem Anker gleichen Materials mit der relativen Permeabilität μ_r . Am Joch sei eine Spule mit der Wicklungszahl N_1 und einem Strom I_1 angeschlossen. Am Anker greife die Kraft \vec{F} an. Die Querschnittsfläche des Materials sei quadratisch mit der Kantenlänge a . Die Streuung ist zunächst zu vernachlässigen.

- Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild des magnetischen Kreises inklusive der Bezugsrichtungen der Quelle und des magnetischen Flusses. Berechnen Sie allgemein die magnetischen Widerstände des Ersatzschaltbilds auf der mittleren Weglänge und bestimmen Sie den magnetischen Gesamtwiderstand $R_{m,ges}$ der Anordnung. (6 Punkte)
- Der Anker soll in einem definierten Abstand δ ruhen. Berechnen Sie den notwendigen magnetischen Fluss Φ . (3 Punkte)

Hinweis: Die Kraft im Luftspalt ist

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

- Bestimmen Sie den für b) notwendigen Strom I_1 . (3 Punkte)

⇒

Es trete nun ein Streufluss von A nach B auf.

- d) Fertigen Sie eine neue Skizze des Ersatzschaltbildes an und modellieren Sie den angegebenen Streufluss. Tragen Sie alle entstehenden Teilflüsse in das Ersatzschaltbild ein und geben Sie ihren mathematischen Zusammenhang an. (2 Punkte)
- e) Welche Auswirkung hat zahlenmäßig eine Streuung σ von 0,2 auf den benötigten Strom aus c), wenn die Bedingung aus b) erhalten bleiben soll? Begründen Sie. (2 Punkte)
- f) Erläutern Sie kurz die Begriffe “Gegeninduktivität” und “Kopplungsfaktor”. (2 Punkte)
- g) An welcher Stelle in der geometrischen Anordnung müsste eine 2. Spule angebracht sein, damit die Gegeninduktivität von σ abhängig ist? Skizzieren Sie die Anordnung und begründen Sie kurz. (2 Punkte)

5 Komplexe Wechselstromrechnung

Punkte: 20

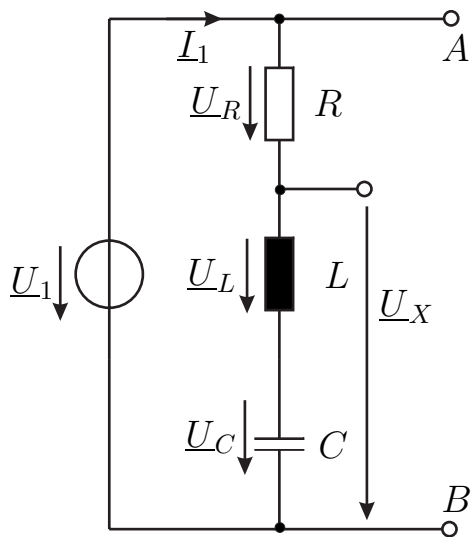


Abbildung 1

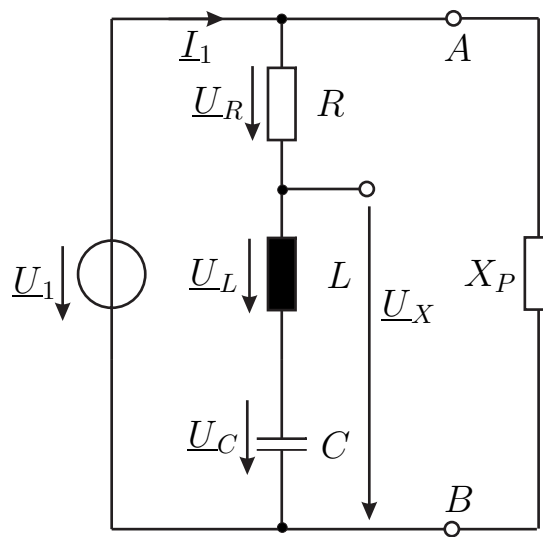


Abbildung 2

An einer Reihenschaltung von R , L und C nach Abbildung 1 liegt eine Wechselspannung \underline{U}_1 mit veränderlicher Frequenz f .

- Berechnen Sie allgemein den Strom \underline{I}_1 , der in die Schaltung hineinfließt. (1 Punkt)
- Berechnen Sie allgemein die Frequenz f_0 , bei der der Betrag des Stroms \underline{I}_1 maximal wird. (3 Punkte)
- Bestimmen Sie für den Resonanzfall die Beträge von \underline{I}_1 , \underline{U}_X sowie den Phasenwinkel φ zwischen \underline{U}_1 und \underline{I}_1 . (3 Punkte)
- Welche Arten von Leistung sind Ihnen in Bezug auf Wechselstrom bekannt? Was lässt sich über jede der genannten Leistungen im Fall der Resonanz sagen? (3 Punkte)

 \Rightarrow

- e) Entwickeln Sie das vollständige Zeigerdiagramm, das alle Ströme und Spannungen enthält, für folgende Größen: (6 Punkte)

$$R = 30\Omega, \quad L = \frac{0,1}{\pi}H, \quad C = \frac{200}{\pi}\mu F, \quad |\underline{U}_1| = 250V, \quad f = 50Hz$$

Maßstab: $20V \hat{=} 1cm$, $1A \hat{=} 1cm$

Geben Sie die Beträge für \underline{I}_1 , \underline{U}_R , \underline{U}_L , \underline{U}_C sowie den Phasenwinkel φ an.

Durch Parallelschalten des Blindwiderstandes X_P an den Punkten A und B nach Abbildung 2 sollen \underline{U}_1 und \underline{I}_1 in Phase gebracht werden.

- f) Zeigt die Schaltung induktives oder kapazitives Verhalten? Begründen Sie. (1 Punkt)
- g) Bestimmen Sie Art und Größe des erforderlichen Bauelements und tragen Sie den Kompensationstrom \underline{I}_P in das Zeigerdiagramm aus e) ein. (3 Punkte)

Hinweis: Lesen Sie den Betrag auf 1 A (Ampère) genau ab.