

Klausur in
Grundlagen der Elektrotechnik für Maschinenbauer
13.04.2007

Bearbeitungszeit: 120 Minuten

7 Aufgaben

(100 Punkte)

Bei allen Aufgaben werden, wenn nicht anders angegeben, idealisierte Verhältnisse vorausgesetzt. Das heißt, Randeffekte und Streufelder können vernachlässigt werden, Materialabhängigkeiten können linear angenommen werden.

Angabenblatt bitte mit Namen und Matrikelnummer versehen abgeben.

Aufgabe 1:

(12 Punkte)

Das Bild 1 zeigt eine zylindrische Anordnung mit zwei ebenen, parallelen, hoch leitfähigen Elektroden die sich im Abstand h befinden. An der Unterseite der oberen Elektrode, Bereich ①, befindet sich ein dielektrisches Material mit der Dielektrizitätskonstante $\epsilon_1 > \epsilon_0$ und einer Dicke d . Im Bereich ② befindet sich Luft. Die Anordnung liegt an einer Spannung U_{10} . Gehen Sie von idealisierten Verhältnissen aus.

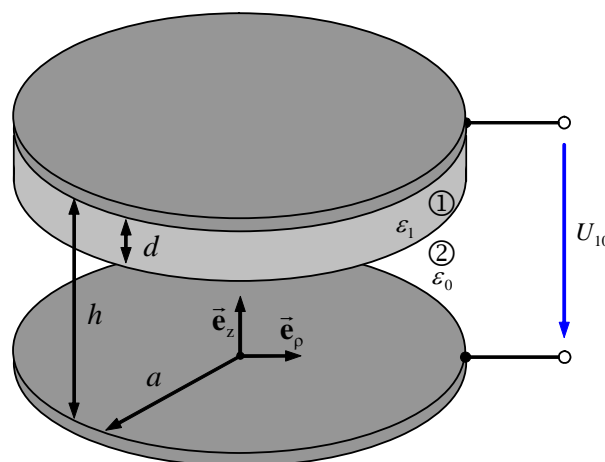


Bild 1: Anordnung zur Kapazitätsberechnung

- Geben Sie den Zusammenhang zwischen der Flussdichte \vec{D} und der Feldstärke \vec{E}_1 im Bereich ① und der Feldstärke \vec{E}_2 im Bereich ②.
- Berechnen Sie die elektrischen Feldstärken $\vec{E}_1 = E_1 \vec{e}_z$ im Bereich ① und $\vec{E}_2 = E_2 \vec{e}_z$ im Bereich ②.
- Berechnen Sie die Ladungsmenge Q , die sich auf der unteren Elektrode befindet.
- Wie groß ist die Kapazität C dieser Anordnung?

Name:

Matrikelnummer:

Aufgabe 2:

(16 Punkte)

Eine Operationsverstärkerschaltung mit einem idealen Operationsverstärker und den nicht eingezeichneten Betriebsspannungen $\pm U_B$ bezogen auf Knoten K_0 ist im vorliegenden Netzwerk dargestellt. Die Eingangs- und Ausgangssignale liegen immer innerhalb des linearen Aussteuerbereiches des Operationsverstärkers.

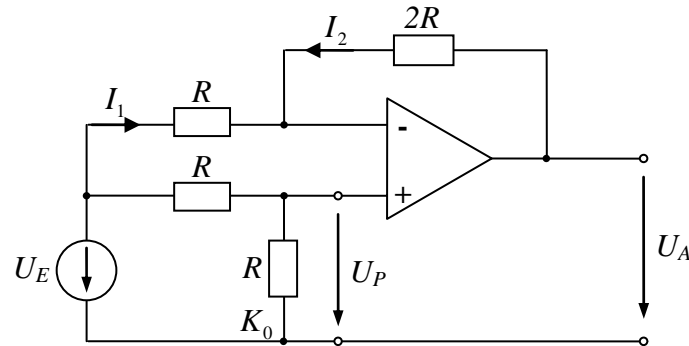


Bild 2: Operationsverstärkerschaltung

- Ermitteln Sie die Spannung U_P in Abhängigkeit der Eingangsspannung U_E .
- Berechnen Sie den Strom I_1 unter Zuhilfenahme von U_P .
- Bestimmen Sie die Ausgangsspannung U_A als Funktion der Eingangsspannung U_E .

Nun wird die ideale Diode D in die Operationsverstärkerschaltung eingefügt:

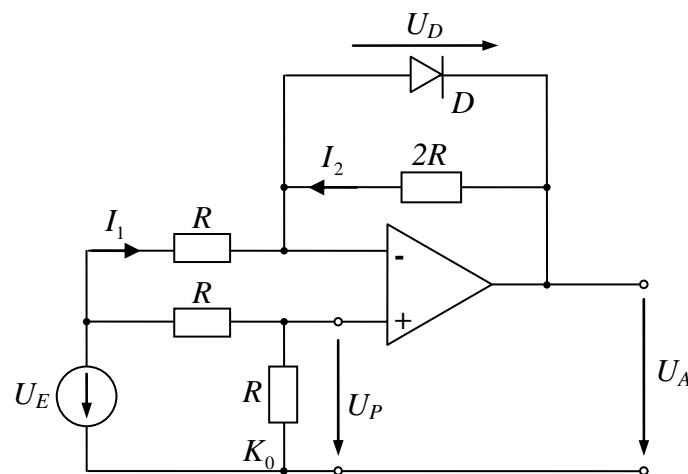


Bild 3: Operationsverstärkerschaltung mit Diode

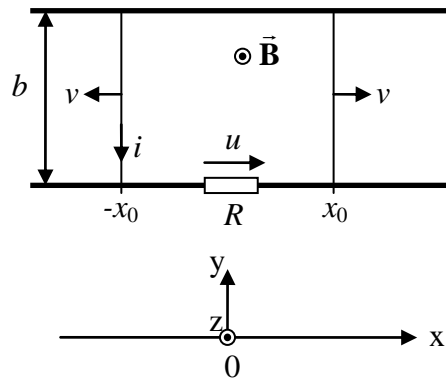
- Ermitteln Sie die Spannung U_D über der Diode unter der Annahme, dass die Diode sperrt.
- Für welchen Bereich von U_E ist die Annahme in d) richtig.
- Geben Sie die Ausgangsspannung U_A für beliebige Eingangsspannungen U_E unter Verwendung der Ergebnisse von d) und e) an.

Name:	Matrikelnummer:
-------	-----------------

Aufgabe 3:

(14 Punkte)

Bild 4 zeigt eine rechteckige Leiterschleife, die sich in einem homogenen, zeitunabhängigem, z-gerichteten Magnetfeld $\vec{B} = \vec{e}_z B_0$ befindet. Die beiden seitlichen Teilstücke der Leiterschleife befinden sich zum Zeitpunkt $t = 0$ an den Positionen $x = x_0$ bzw. $x = -x_0$ und bewegen sich mit der konstanten Geschwindigkeit v nach außen. Alle Leiter haben den Widerstand 0. Die Selbstinduktion der Leiterschleife ist vernachlässigbar.

**Bild 4:** Leiterschleife im homogenen Magnetfeld

- Ermitteln Sie den magnetischen Fluss $\Phi(t)$, der zum Zeitpunkt t die Leiterschleife in positiver z -Richtung durchsetzt.
- Geben Sie eine Formel an, mit deren Hilfe die induzierte Spannung u berechnet werden kann.
- Berechnen Sie nun die Spannung u und den Strom i .
- Aufgrund des induzierten Stroms wird auf das rechte Teilstück der Leiterschleife eine x -gerichtete Kraft $\vec{F} = \vec{e}_x F_x$ ausgeübt. Bestimmen Sie F_x .

Name:

Matrikelnummer:

Aufgabe 4:

(16 Punkte)

Der Schalter S im Netzwerk des Bildes 5 befindet sich zunächst in Position ②. Zum Zeitpunkt $t = 0$ wird er in Stellung ① umgeschaltet.

Hinweis: Zum Schaltzeitpunkt $t = 0$ liegt am Kondensator die gegebene Spannung $u_c(0) = u_{\min}$ an. Es gelte $u_{\min} < U_0$.

Die Spannungsquelle $U_0 > 0$ erzeugt eine ideale Gleichspannung und die Stromquelle $I_0 > 0$ einen idealen Gleichstrom.

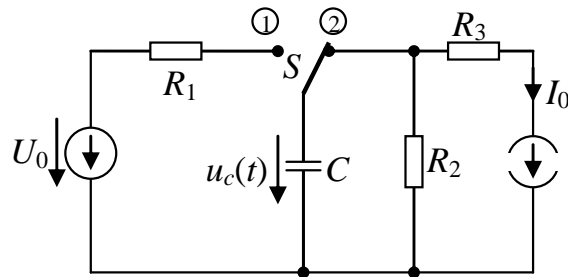


Bild 5: Netzwerk mit Schalter

- a) Berechnen Sie den Zeitverlauf der Kondensatorspannung $u_c(t)$ nach dem Schaltvorgang.

Zum Zeitpunkt $t = t_1$ wird der Schalter in Position ② gebracht, wobei $u_c(t_1) = u_{\max}$ gelte.

- b) Ermitteln Sie den zeitlichen Verlauf von $u_c(t)$ für $t \geq t_1$.
 c) Skizzieren Sie $u_c(t)$ für den Zeitraum $0 \leq t \leq t_2$ mit $t_2 > t_1$.

Bei $t = t_2$ wird nochmals auf Stellung ① geschaltet.

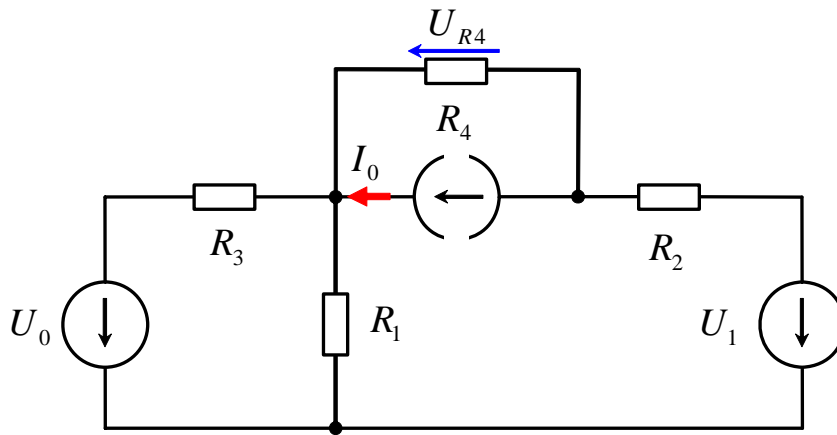
- d) Welche Beziehung muss zwischen u_{\min} und u_{\max} erfüllt sein, wenn der betrachtete Zeitraum $0 \leq t \leq t_2$ Teil eines seit sehr langer Zeit wiederholenden periodischen Vorgangs mit der Periodendauer $T = t_2$ ist?

Name:	Matrikelnummer:
-------	-----------------

Aufgabe 5:

(14 Punkte)

Gegeben ist das Netzwerk im Bild 7, das durch ideale Gleichspannungsquellen U_0 und U_1 sowie eine ideale Gleichstromquelle I_0 erregt wird.

**Bild 7:** Widerstandsnetzwerk mit Quellen.

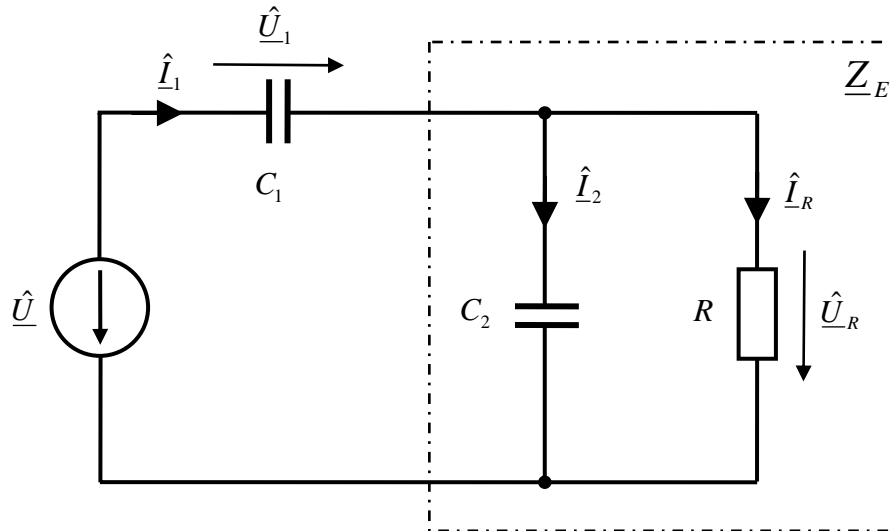
- Wie viele Knoten besitzt das Netzwerk insgesamt? Wählen Sie einen Bezugsknoten und nummerieren Sie die Knoten.
- Können Knoten und wenn ja welche über Hüllen zusammengefasst werden?
- Wie viele unabhängige Knotenpotentiale besitzt das Netzwerk?
- Stellen Sie mit Hilfe des Knotenpotentialverfahrens ein Gleichungssystem zur Berechnung der unabhängigen Knotenpotentiale auf.
- Berechnen Sie die Spannung U_{R4} .

Name:	Matrikelnummer:
-------	-----------------

Aufgabe 6:

(14 Punkte)

Bild 8 zeigt eine Schaltung, die aus einem Widerstand R sowie den Kapazitäten C_1 und C_2 besteht. Die Schaltung wird durch eine harmonische Spannungsquelle $\underline{\hat{U}} = \hat{u} e^{j\omega t}$ mit der Kreisfrequenz ω erregt.

**Bild 8:** Netzwerk mit sinusförmiger Erregung

- Bestimmen Sie die Impedanz \underline{Z}_E des Netzwerks im gestrichelten Rechteck.
- Bestimmen Sie mit Hilfe der komplexen Wechselstromrechnung die Spannung $\underline{\hat{U}}_R$ über dem Widerstand R in Abhängigkeit von $\underline{\hat{U}}$.
- Geben Sie die Spannung $\underline{\hat{U}}_R$ für $\omega = 0$ und $\omega \rightarrow \infty$ an.
- Zeichnen Sie das qualitative Strom-Spannungsdiagramm (Zeigerdiagramm) mit den Strömen $\underline{\hat{I}}_R$, $\underline{\hat{I}}_2$ und $\underline{\hat{I}}_1$ sowie den Spannungen $\underline{\hat{U}}_R$, $\underline{\hat{U}}_1$ und $\underline{\hat{U}}$ des Netzwerks.

Name:

Matrikelnummer:

Aufgabe 7:

(14 Punkte)

Bild 8 zeigt das Schaltbild eines Gleichstrommotors. Der Läufer hat den Widerstand R_A , die Feldwicklung zur Erzeugung des Flusses den Widerstand R_E . Die Läufer- und die Erregerwicklung sind in Reihe geschaltet. Die Betriebsspannung U_B hat immer positive Polarität. Es soll davon ausgegangen werden, dass der Strom I_B einen zu ihm proportionalen Fluß $\Phi_E = c_1 I_B$ in der Maschine mit der Motorkonstanten k_1 hervorruft.

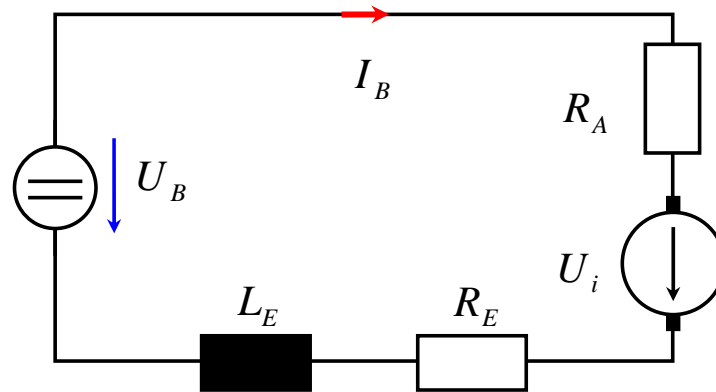
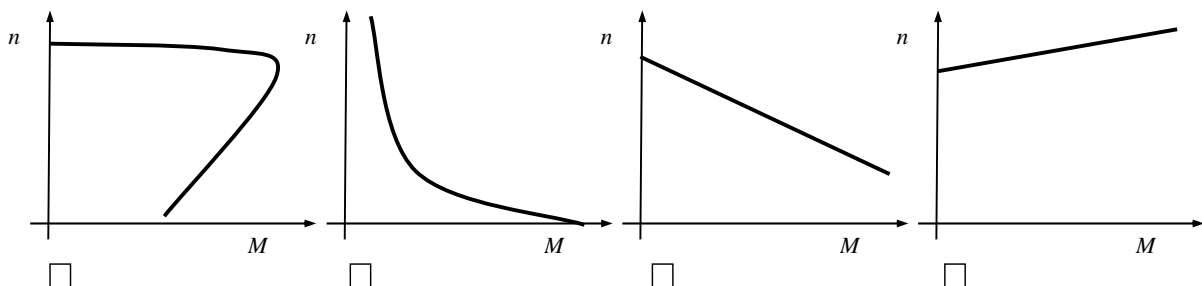


Bild 8: Schaltbild des Gleichstrommotors

- Geben Sie eine Gleichung an, mit der die induzierte Spannung U_i in Abhängigkeit der Drehzahl n und des Betriebsstroms I_B berechnet werden kann.
- Wie lässt sich die abgegebene Leistung des Motors berechnen? Ermitteln Sie daraus die Abhängigkeit des Drehmoments vom Betriebsstrom I_B .
- Wie groß ist der Betriebsstrom wenn U_i bekannt ist?
- Wie groß ist das Anlaufdrehmoment M_A des Motors?
- Leiten Sie die Beziehung für das Drehmoment in Abhängigkeit der Drehzahl, der Betriebsspannung und der Widerstandswerte her.
- Welche Drehzahl-Drehmoment Kennlinie kann dieser Motor haben?



Name:	Matrikelnummer:
-------	-----------------

