

Klausur in
Grundlagen der Elektrotechnik für Maschinenbauer
19.04.2006

Bearbeitungszeit: 120 Minuten

8 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:

(8 Punkte)

Eine Schaltung mit einem Operationsverstärker ist in Bild 1 gezeichnet. Der Operationsverstärker ist ideal, sowohl die Eingangs- als auch die Ausgangssignale sind innerhalb seines Aussteuerbereiches.

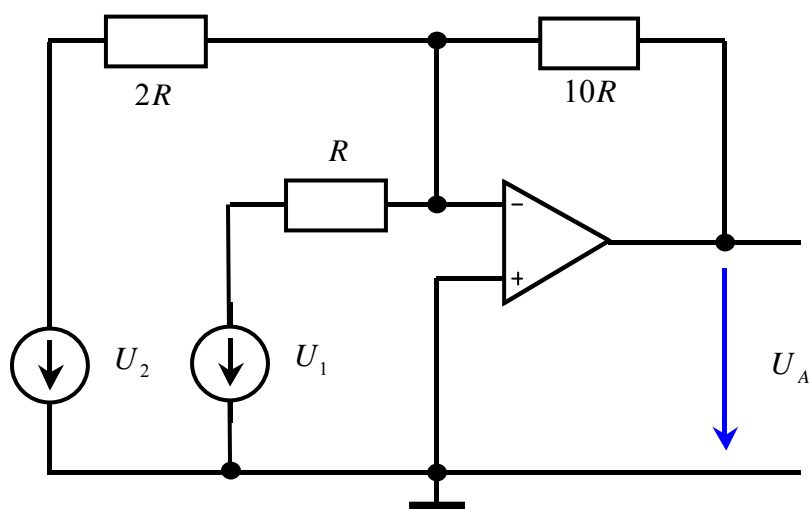


Bild 1: Operationsverstärkerschaltung

- In welcher Betriebsart wird der Operationsverstärker betrieben?
- Berechnen Sie die Ausgangsspannung U_A in Abhängigkeit von den Eingangsspannungen U_1 und U_2 .

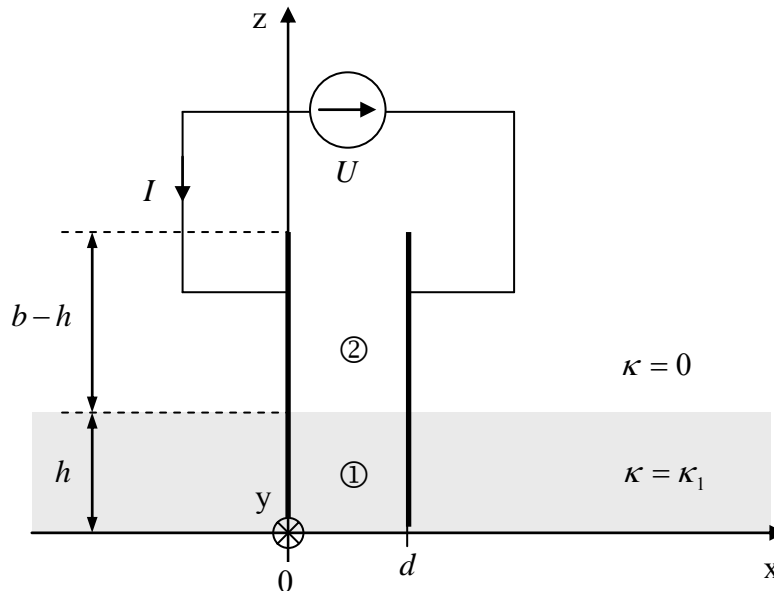
Name:

Matrikelnummer:

Aufgabe 2:

(12 Punkte)

Das Bild 2 zeigt den Querschnitt einer Anordnung mit zwei ebenen, parallelen Elektroden. Die Elektroden sind in y -Richtung von 0 bis a und in z -Richtung von 0 bis b ausgedehnt und befinden sich bis zur Höhe h in einer Flüssigkeit mit der Leitfähigkeit $\kappa_1 > 0$ (grau hinterlegter Bereich), sonst in Luft ($\kappa = 0$). Der Abstand der Elektroden ist d und die Spannung U zwischen den Platten ist konstant.

**Bild 2:** Flächige Elektroden in Flüssigkeit.

Gehen Sie von idealisierten Verhältnissen aus.

- Berechnen Sie das elektrische Feld \vec{E} zwischen den Elektroden.
- Ermitteln Sie die elektrische Stromdichte \vec{J}_1 im Bereich ① und \vec{J}_2 im Bereich ②.
- Berechnen Sie den Gesamtstrom I .
- Wie groß ist der elektrische Gleichstromwiderstand R der Anordnung?

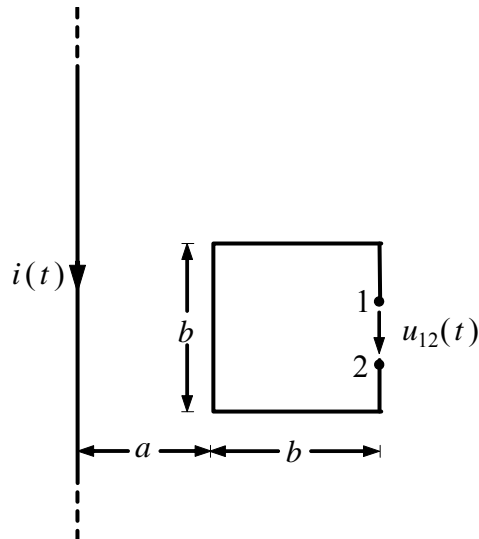
Name:

Matrikelnummer:

Aufgabe 3:

(14 Punkte)

Ein unendlich langer geradliniger Leiter im Vakuum wird von einem zeitabhängigen Strom $i(t)$ durchflossen, der im gesamten Raum ein Magnetfeld mit der zeit- und ortsabhängigen magnetischen Flussdichte \vec{B} hervorruft.

**Bild 3:** Leiteranordnung.

- Welcher magnetische Fluss Φ wird von einer quadratischen Leiterschleife mit der Seitenlänge b gemäß Bild 3 umfasst, wenn der stromführende Leiter in der gleichen Ebene liegt wie die Leiterschleife und parallel im Abstand a zu einer Seite verläuft?
- Welche Spannung u_{12} wird zwischen den sehr nahe beieinander liegenden Eckpunkten 1 und 2 der Leiterschleife induziert? Berechnen Sie den zeitlichen Verlauf der Spannung $u_{12}(t)$ speziell für $i(t) = I \cos \omega_0 t$.
- Die induzierte Spannung soll durch einen betragsmäßig gleichen, zusätzlichen Linienstrom in der Zeichenebene zu null gebracht werden. Wo muß dieser Linienstrom fließen? Skizzieren Sie den Linienstrom in Bild 3 ein und geben Sie dessen Abstand zur Leiterschleife und die Richtung des Stromflusses an.

Name:

Matrikelnummer:

Aufgabe 4:

(16 Punkte)

Das Netzwerk in Bild 4 wird von einer Spannungsquelle harmonisch mit der Kreisfrequenz ω erregt.

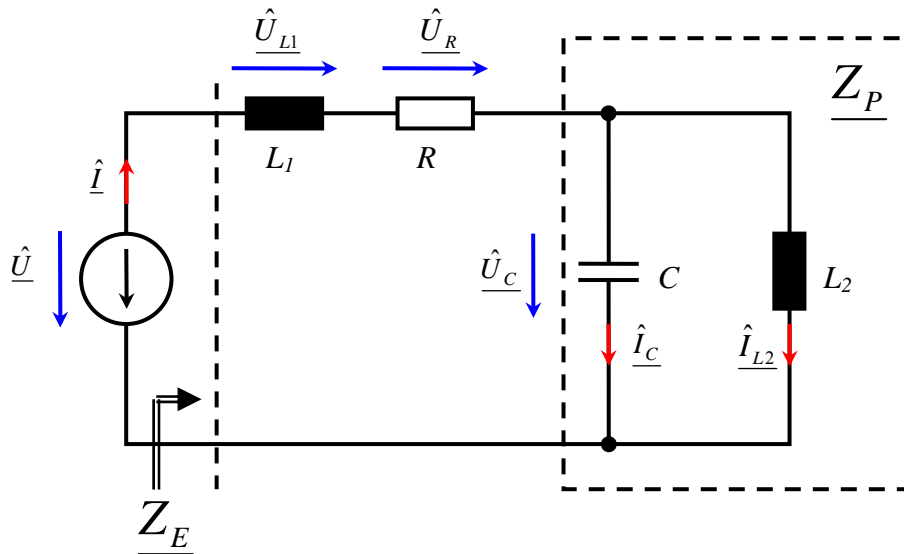


Bild 4: Netzwerk aus passiven Bauelementen

- Bestimmen Sie die Impedanz \underline{Z}_P sowie die Eingangsimpedanz \underline{Z}_E des Netzwerks.
- Wie groß ist \underline{Z}_E in den Grenzfällen $\omega = 0$ bzw. $\omega \rightarrow \infty$?
- Ermitteln Sie das Stromverhältnis $\frac{\hat{I}_C}{\hat{I}_{L2}}$ nach Betrag und Phase. Bestimmen Sie die Kreisfrequenz ω_l , bei der $\left| \frac{\hat{I}_C}{\hat{I}_{L2}} \right| = 1$ ist. Für welche Kreisfrequenzen gilt $\left| \hat{I}_C \right| > \left| \hat{I}_{L2} \right|$?
- Zeichnen Sie die Spannungen $\underline{\hat{U}}_C$, $\underline{\hat{U}}_R$ und $\underline{\hat{U}}_{L1}$ sowie die Ströme $\underline{\hat{I}}_C$, $\underline{\hat{I}}_{L2}$ und $\underline{\hat{I}}$ in ein Zeigerdiagramm für $\omega > \omega_l$. Beginnen Sie mit $\underline{\hat{U}}_C$ auf der reellen Achse.

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

Aufgabe 5:

(14 Punkte)

Gegeben ist das Netzwerk im Bild 5, das durch eine ideale Gleichspannungsquelle U_0 und eine ideale Gleichstromquelle I_0 erregt wird.

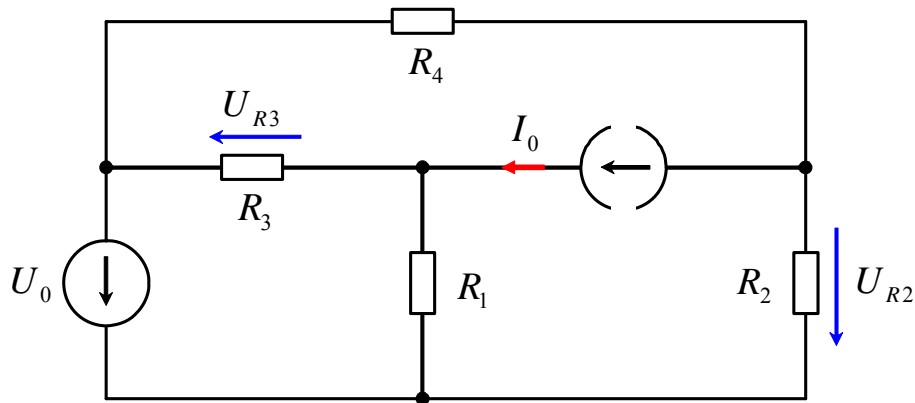


Bild 5: Widerstandsnetzwerk mit zwei Quellen.

- 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 Spannungen U_{R2} und U_{R3} .

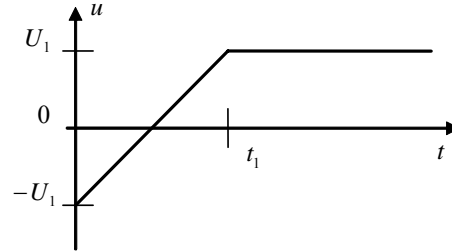
Name:	Matrikelnummer:
-------	-----------------

Aufgabe 6:

(12 Punkte)

In den Netzwerken in Bild 6 a, b wird ein Netzwerk mit einer idealen Diode, in Bild 6 c wird ein Netzwerk mit einer realen Diode von einer sich zeitlich ändernden Spannungsquelle $u(t)$ erregt. Die reale Diode wird durch eine Reihenschaltung einer Spannungsquelle U_0 mit $0 < U_0 < U_1$, eines Widerstands R_0 und einer idealen Diode modelliert.

$$u(t) = \begin{cases} -U_1 + 2U_1 \frac{t}{t_1} & \text{für } 0 \leq t \leq t_1 \\ U_1 & \text{für } t > t_1 \end{cases}$$



Reale Diode:

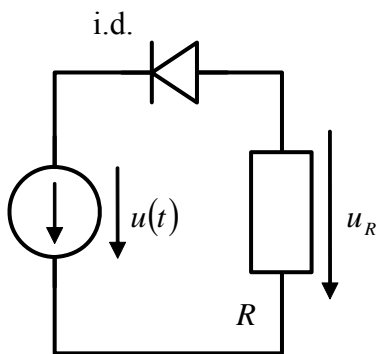
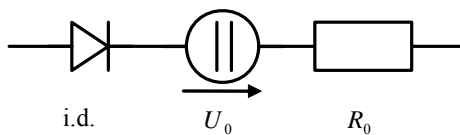


Bild 6a

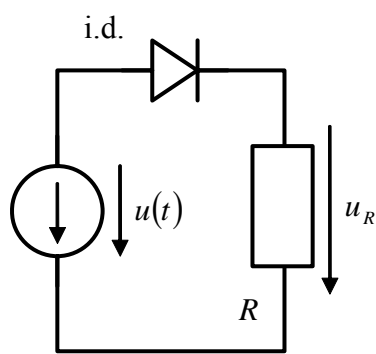


Bild 6b

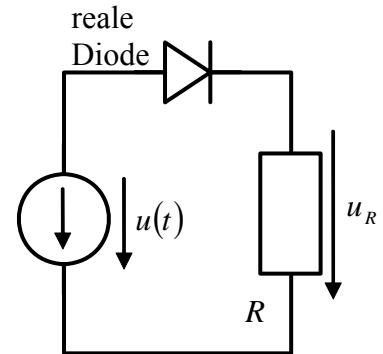
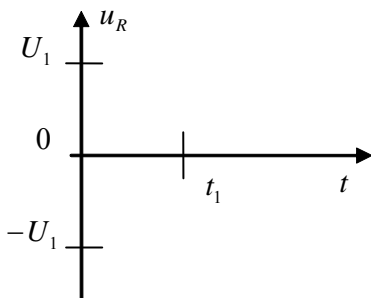
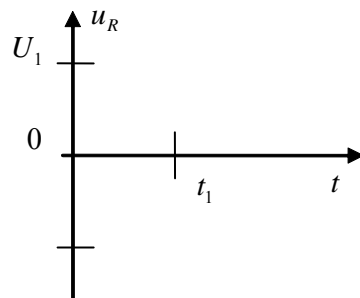


Bild 6c

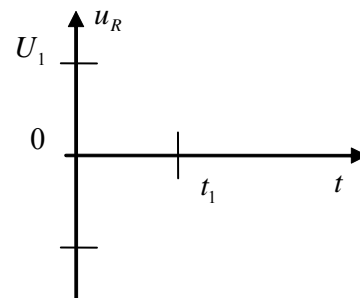
- Ersetzen Sie die reale Diode in Bild 6c durch ihr Ersatznetzwerk.
- Welche Spannung u_R kann bei den Schaltungen in Bild 6 a-c jeweils am Widerstand gemessen werden, wenn die Spannungsquelle ihren Endwert U_1 erreicht hat?
- Skizzieren Sie die Zeitverläufe der Spannung an den Widerständen in die unten stehenden Diagramme.



zu Bild 6a



zu Bild 6b



zu Bild 6c

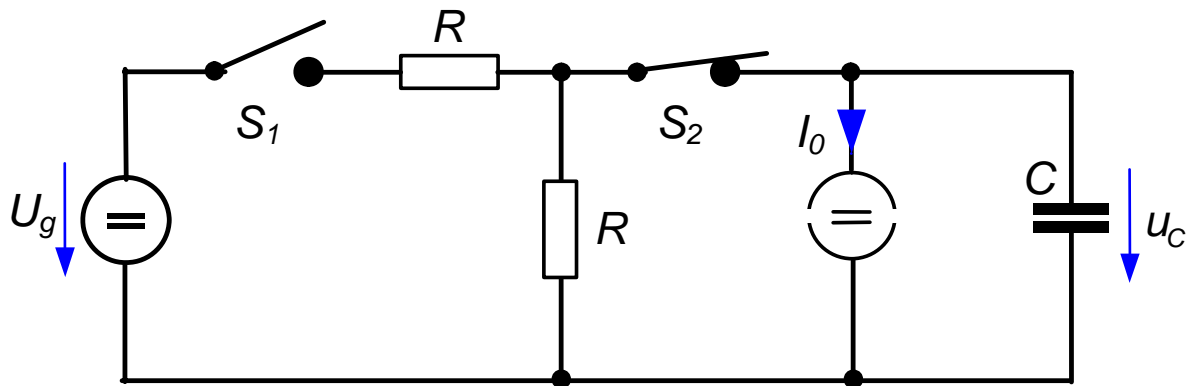
Name:	Matrikelnummer:
-------	-----------------

Aufgabe 7:

(14 Punkte)

Die Schalter S_1 und S_2 im Netzwerk des Bildes 7 befinden sich seit sehr langer Zeit im eingezeichneten Zustand, d.h. S_1 ist offen und S_2 ist geschlossen.

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

**Bild 7:** Netzwerk mit zwei Schaltern

Zum Zeitpunkt $t = 0$ wird der Schalter S_1 ebenfalls geschlossen. Ferner gilt: $U_g = 3 I_0 R$.

- Ermitteln Sie die Kondensatorspannung $u_C(t = 0)$ unmittelbar vor dem Schaltvorgang.
- Zeichnen Sie das Netzwerk, mit dem Sie den stationären Endwert der Kondensatorspannung ermitteln können, und berechnen Sie diesen.
- Geben Sie die Zeitfunktion der Kondensatorspannung $u_C(t)$ an.

Zum Zeitpunkt t_1 , an dem die Spannung $u_C(t)$ Null erreicht hat, wird der Schalter S_2 geöffnet.

Hinweis: Der Zeitpunkt t_1 muß nicht berechnet werden, sondern gilt als bekannt.

- Ermitteln Sie den weiteren zeitlichen Verlauf von $u_C(t)$.

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

Aufgabe 8:

(10 Punkte)

Bild 8 zeigt das Schaltbild eines fremderregten Gleichstrommotors. Die Ankerspannung U_A sowie die Erregerspannung U_E haben immer positive Polarität. Es soll davon ausgegangen werden, dass der Erregerstrom einen zu ihm proportionalen Fluß Φ_E in der Maschine mit der Motorkonstanten k_1 hervorruft. Der Läufer hat den Widerstand R_A , die Feldwicklung zur Erzeugung des Flusses den Widerstand R_E .

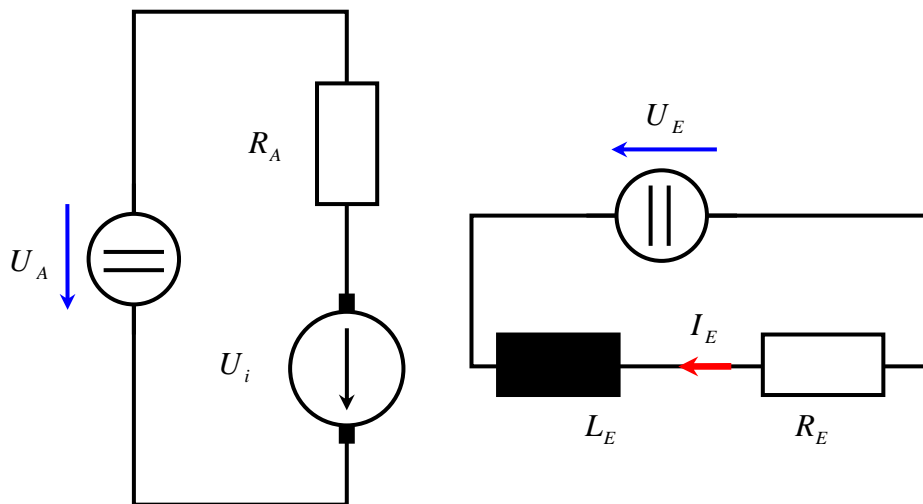
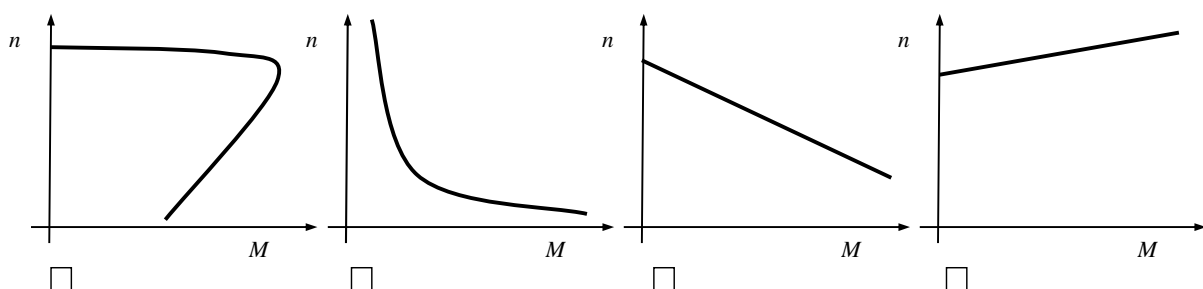


Bild 8: Schaltbild des fremderregten Gleichstrommotors

- Wie groß ist die abgegebene und die aufgenommene Leistung im Leerlauf?
- Ermitteln sie die Leerlaufdrehzahl n_{LL} des Motors.
- Wie groß ist die Drehzahl, wenn am Widerstand R_A die halbe Ankerspannung U_A abfällt?
- Welches Drehmoment gibt der Motor ab, wenn die Belastung so hoch ist, dass die induzierte Spannung die halbe Ankerspannung U_A ist.
- Welche der gezeigten Drehzahl-Drehmoment-Kennlinien gibt das Verhalten dieses Motors wieder?



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