

Klausur in
Grundlagen der Elektrotechnik für Maschinenbauer
19. September 2005

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:

(16 Punkte)

Gegeben ist das Widerstandsnetzwerk im Bild 1, das durch zwei ideale Gleichspannungsquellen U_a und U_b erregt wird.

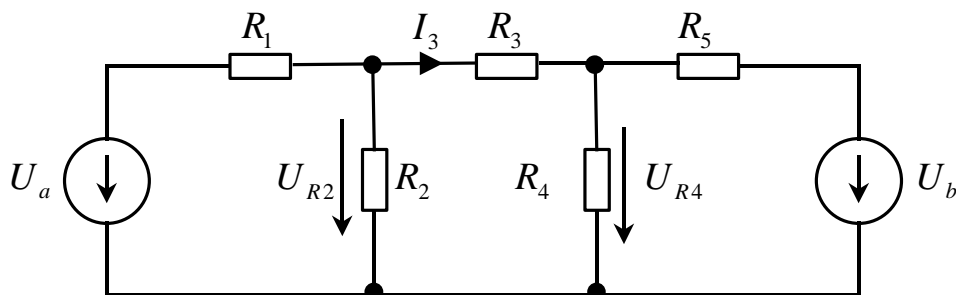


Bild 1: Widerstandsnetzwerk mit zwei Spannungsquellen.

- 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.

Nun gilt $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R$.

- Berechnen Sie die Spannungen U_{R2} und U_{R4} .

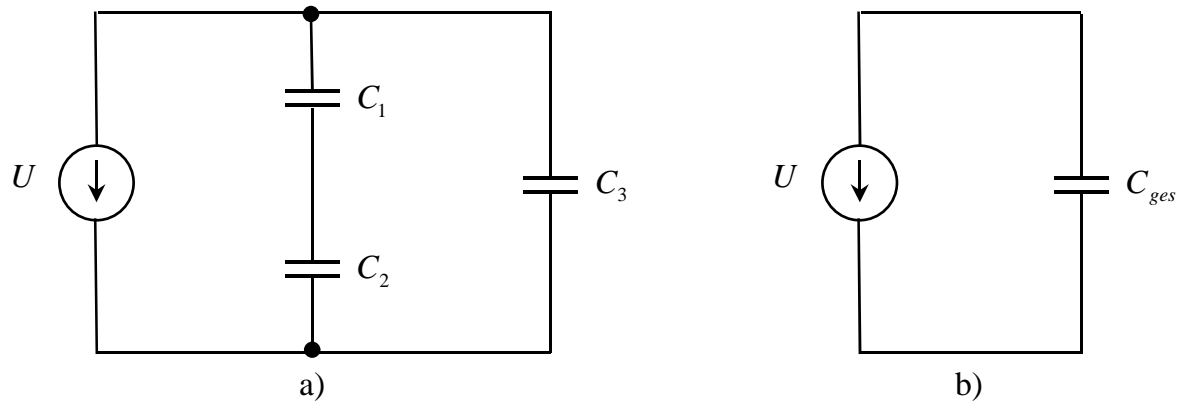
Name:

Matrikelnummer:

Aufgabe 2:

(8 Punkte)

Das Kondensatornetzwerk aus Bild 2a) wird an eine Gleichspannungsquelle U angeschlossen. Die drei Kondensatoren haben folgende Kapazitätswerte: $C_1=C_2=2C$ und $C_3=4C$ (mit C beliebigem positiven Kapazitätswert). Die Ladungen auf den beiden Kondensatoren C_1 und C_2 sind aufgrund des Aufladevorganges gleich groß.

**Bild 2:**Kondensatornetzwerk.

- Berechnen Sie den Wert der Ersatzkapazität C_{ges} aus Bild 2b), so dass die Gesamtkapazitäten an den Klemmen der Spannungsquelle gleich sind.
- Berechnen Sie die gespeicherte Energie in den drei Kondensatoren aus Bild 2a) sowie die Gesamtsumme der gespeicherten Energien.
- Berechnen Sie die gespeicherte Energie in der Ersatzkapazität aus Bild 2b).

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

Aufgabe 3:

(8 Punkte)

Bild 3 zeigt ein Diodennetzwerk bestehend aus zwei Spannungsquellen U_a und U_b , zwei idealen Dioden D_1 und D_2 sowie einem Widerstand R .

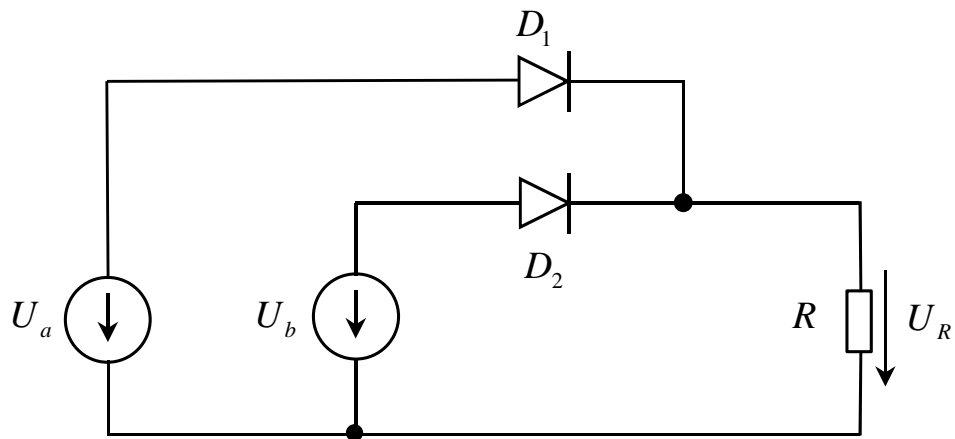


Bild 3: Widerstandsnetzwerk mit zwei Spannungsquellen.

- Ermitteln Sie den Wert der Spannung U_R über dem Widerstand für $U_a=0\text{V}$ und $U_b=0\text{V}$.
- Ermitteln Sie den Wert der Spannung U_R über dem Widerstand für $U_a=5\text{V}$ und $U_b=0\text{V}$.
- Ermitteln Sie den Wert der Spannung U_R über dem Widerstand für $U_a=0\text{V}$ und $U_b=5\text{V}$.
- Ermitteln Sie den Wert der Spannung U_R über dem Widerstand für $U_a=5\text{V}$ und $U_b=5\text{V}$.

Name:

Matrikelnummer:

Aufgabe 4:

(14 Punkte)

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

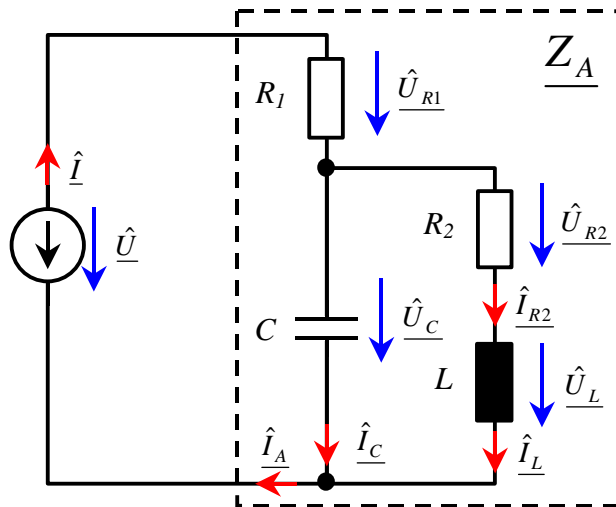


Bild 4 a: Netzwerk aus passiven Bauelementen

- Zeichnen Sie ein qualitatives Zeigerdiagramm aller komplexen Ströme und Spannungen. Beginnen Sie mit \hat{I}_L .
- Ermitteln Sie aus dem in Bild 4 b) angegebenen Zeigerdiagramm für \hat{U} und \hat{I}_A den Wert der Impedanz Z_A .

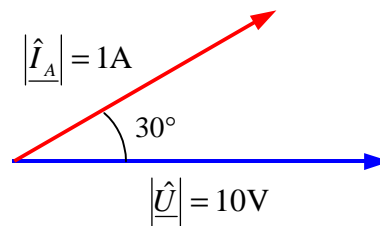


Bild 4 b: Zeigerdiagramm für Z_A

- Welches passive Bauelement muss parallel zu der Impedanz Z_A und der Spannungsquelle geschaltet werden, damit die Spannung \hat{U} und der Strom \hat{I} in Phase sind?
- Berechnen Sie mit Hilfe der komplexen Wechselstromrechnung die Impedanz dieses parallelgeschalteten Elements Z_K .

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

Aufgabe 5

(10 Punkte)

Bild 5 zeigt das Ersatzschaltbild eines fremderregten Gleichstrommotors. Die Ankerwicklung des Motors liegt an konstanter Spannung U_A , die Feldwicklung wird von konstantem Strom I_E durchflossen. Der Widerstand R_A der Ankerwicklung und die Motorkonstante k_1 seien bekannt.

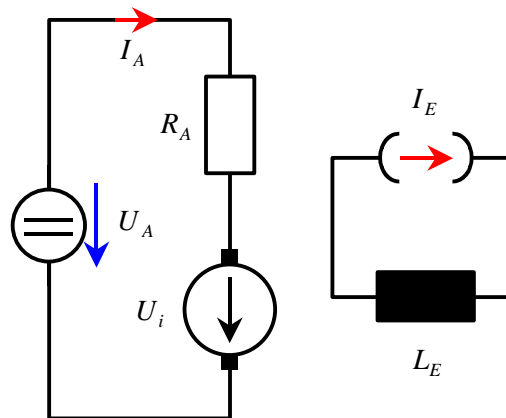


Bild 5: Fremderregte Gleichstrommaschine

Im Folgenden sollen Reibungsverluste unberücksichtigt bleiben. Ebenso soll davon ausgegangen werden, dass der Erregerstrom einen Fluss $\Phi_E = k_I I_E$ proportional zum erregenden Strom I_E erzeugt.

- Wie groß ist die Drehzahl n_s und die induzierte Spannung U_{is} im Stillstand des Motors?
- Geben Sie die Formel für den Ankerstrom I_{AS} und das Drehmoment M_{AS} im Stillstand der Maschine in Abhängigkeit von I_E , U_A und R_A an.
- Geben Sie die Leerlaufdrehzahl n_0 der Maschine Abhängigkeit von I_E und U_A an.
- Welche konstante Spannung \tilde{U}_A und welcher Strom in der Erregerwicklung \tilde{I}_E muss eingestellt werden, damit die Maschine die doppelte Leerlaufdrehzahl $\tilde{n}_0 = 2n_0$ hat und gleichzeitig sich das Drehmoment im Stillstand $\tilde{M}_{AS} = M_{AS}$ nicht ändert?

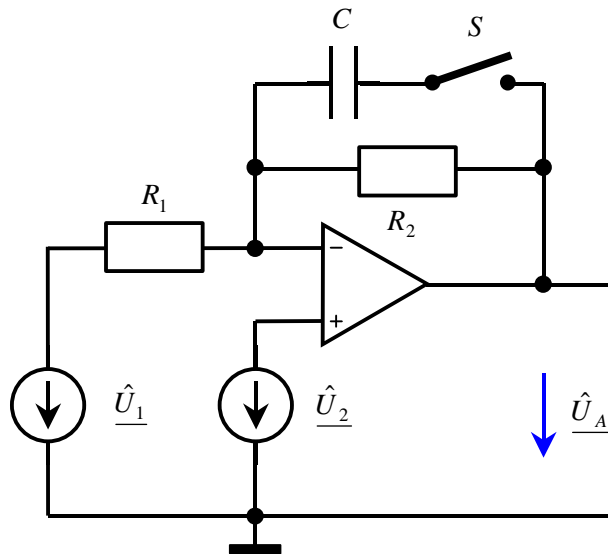
Name:

Matrikelnummer:

Aufgabe 6:

(13 Punkte)

Eine Schaltung mit einem Operationsverstärker ist in Bild 6 gezeichnet. Der Operationsverstärker ist ideal, sowohl die Eingangs- als auch die Ausgangssignale sind innerhalb seines Aussteuerbereiches.

**Bild 6:** Operationsverstärkerschaltung

Der Schalter S ist zunächst geöffnet und die Spannungsquelle $\hat{U}_1 = 0\text{V}$.

- Berechnen Sie die Ausgangsspannung \hat{U}_A in Abhängigkeit der Spannung \hat{U}_2 .
- In welcher Betriebsart wird der Operationsverstärker in Teilaufgabe a) betrieben?

Im Folgenden ist die Spannung $\hat{U}_2 = 0\text{V}$.

- Berechnen Sie bei geöffnetem Schalter die Ausgangsspannung \hat{U}_A in Abhängigkeit der Spannung \hat{U}_1 .
- In welcher Betriebsart wird der Operationsverstärker in der Teilaufgabe c) betrieben?
- Berechnen Sie bei geschlossenem Schalter die Ausgangsspannung \hat{U}_A in Abhängigkeit der Wechselspannung \hat{U}_1 und deren Frequenz ω mit Hilfe der komplexen Wechselstromrechnung.
(Hinweis: Die Schaltung befindet sich im stationären Zustand, der Einschwingvorgang sei bereits abgeklungen.)

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

Aufgabe 7:

(19 Punkte)

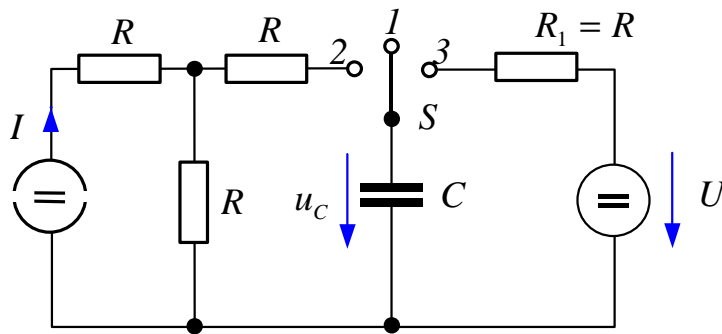


Bild 7: Netzwerk mit Schalter

Der Schalter S im Netzwerk des Bildes 7 befindet sich zunächst in Position 1 und die Kapazität C ist ungeladen $u_C(0)=0$.

Die Spannungsquelle U erzeugt eine ideale Gleichspannung und die Stromquelle I einen idealen Gleichstrom.

Zum Zeitpunkt $t = 0$ wird der Schalter S in Position 2 umgelegt.

- Ermitteln Sie den zeitlichen Verlauf von $u_C(t)$.
- Berechnen Sie den Zeitpunkt t_1 , an dem die Spannung $u_C(t)$ ein Viertel des Endwertes erreicht.

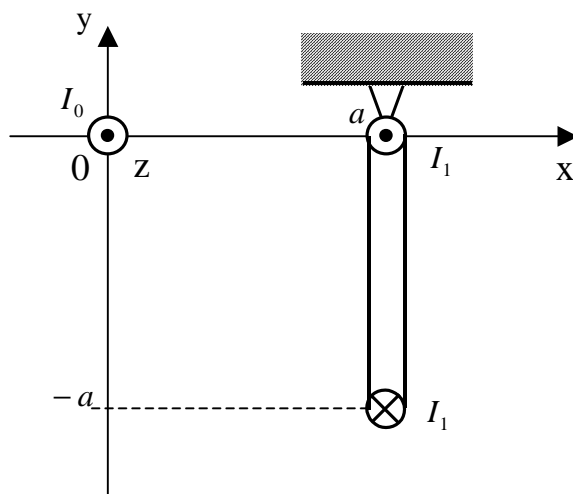
Zum Zeitpunkt t_1 , an dem die Spannung $u_C(t)$ ein Viertel des Endwertes erreicht hat, wird der Schalter S direkt in die Position 3 umgelegt. Rechnen Sie mit $U = \frac{1}{8} R I$.

- Ermitteln Sie nun den weiteren zeitlichen Verlauf von $u_C(t)$.
- Stellen Sie qualitativ den Verlauf von $u_C(t)$ für $t > 0$ in einem Diagramm dar.
- Berechnen Sie zunächst die Augenblicksleistung am Widerstand $R_1 = R$. Wie groß ist die Energie, die im Zeitraum $t_1 \leq t < \infty$ im Widerstand $R_1 = R$ in Wärme umgesetzt wird?

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

Aufgabe 8:

(12 Punkte)



Das Bild 8 zeigt eine Schnittebene einer in z-Richtung sehr langen Anordnung.

Entlang der z-Achse fließt ein Gleichstrom $I_0 > 0$. In der Entfernung a ist – wie in Bild 8 dargestellt – eine rechteckförmige Leiterschleife der Breite a und Länge $l \gg a$ (in z-Richtung) angeordnet, welche vom Gleichstrom $I_1 > 0$ durchflossen wird.

Bild 8: Leiterschleife im Magnetfeld eines Liniensstromes

- Berechnen Sie die magnetische Feldstärke des Stromes I_0 an der Position des oberen und unteren Leiters der Leiterschleife.
- Berechnen Sie jeweils die Kraft auf das obere und untere Teilstück der Leiterschleife.

Die Schleife ist am oberen Leiter zunächst drehbar gelagert.

- Wie wird sich die Leiterschleife ausrichten? Fertigen Sie eine Skizze an.

Wenn eine stabile Position erreicht ist, wird die Lagerung des oberen Leiters gelöst.

- Berechnen Sie nun die Gesamtkraft auf die Schleife. In welche Richtung wird sie sich bewegen?

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