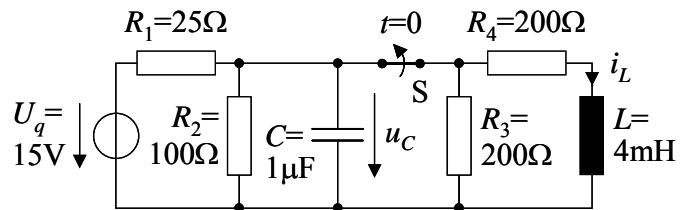


<b>Hochschule München Fakultät 03</b>	<b>Diplomvorprüfung WS 2009/10 Grundlagen der Elektrotechnik Dauer: 90 Minuten</b>	<b>Aufgabensteller: Buch, Küpper, Müller</b>
<b>Zugelassene Hilfsmittel:</b> Taschenrechner, zwei Blatt DIN A4 eigene Aufzeichnungen	<b>Name:</b> _____ <b>Vorname:</b> _____	<b>Matr.-Nr.:</b> _____
	<b>Unterschrift:</b> _____ <b>Hörsaal:</b> _____	<b>Platz-Nr.:</b> _____

<b>A</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Σ</b>	<b>N</b>
<b>P</b>						

**Aufgabe 1** (ca. 16 Punkte)

Gegeben sei das nebenstehend skizzierte Netzwerk. Der Schalter S war seit sehr langer Zeit geschlossen und wird zum Zeitpunkt  $t = 0$  geöffnet. Zu ermitteln sind die zeitlichen Verläufe der Spannung  $u_C(t)$  und des Stroms  $i_L(t)$  für  $t \geq 0$ . Beantworten Sie dazu nacheinander die folgenden Teilfragen.

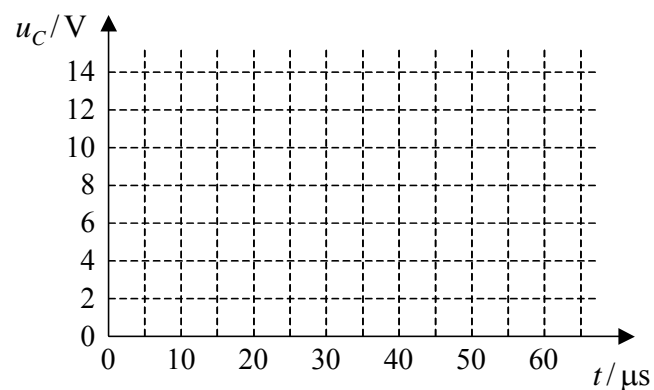


1.1 Welchen Wert  $u_C(0^-)$  nimmt  $u_C$  unmittelbar vor dem Umschalten an? (Ersatzwert:  $u_C(0^-)=8V$ )

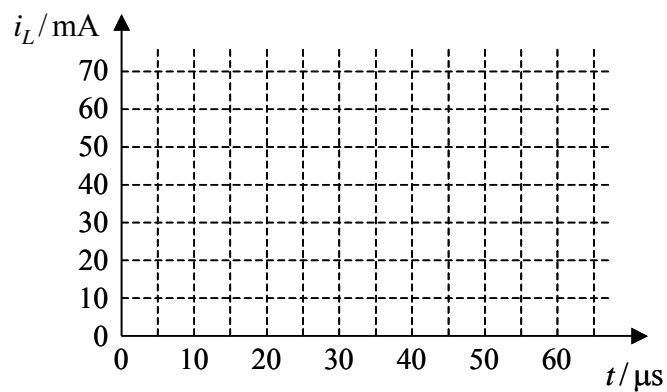
1.2 Welchen Wert  $i_L(0^-)$  nimmt  $i_L$  unmittelbar vor dem Umschalten an? (Ersatzwert:  $i_L(0^-)=60mA$ )

1.3 Zunächst wird der Verlauf der Spannung  $u_C(t)$  betrachtet. Welchen Wert  $u_C(0^+)$  nimmt  $u_C$  unmittelbar nach dem Umschalten an? Welcher Wert  $u_C(\infty)$  stellt sich nach sehr langer Zeit ein? Wie groß ist die Zeitkonstante  $\tau_C$  für den zugehörigen Ausgleichsvorgang? Zeichnen Sie den Verlauf  $u_C(t)$  für  $t \geq 0$  in das dafür vorgesehene Diagramm ein.

*(Platz zur Bearbeitung des Aufgabenteils 1.3 und das entsprechende Diagramm befindet sich auf der nächsten Seite)*



- 1.4 Nun wird der Verlauf des Stroms  $i_L(t)$  betrachtet. Welchen Wert  $i_L(0^+)$  nimmt  $i_L$  unmittelbar nach dem Umschalten an? Welchen Wert  $i_L(\infty)$  nimmt der Strom nach sehr langer Zeit an? Wie groß ist die Zeitkonstante  $\tau_L$  für den zugehörigen Ausgleichsvorgang? Zeichnen Sie den Verlauf  $i_L(t)$  für  $t \geq 0$  in das dafür vorgesehene Diagramm ein.



**Aufgabe 2:** (ca. 16 Punkte)

2.1. Zur Berechnung magnetischer Kreise zeichnet man analoge elektrische Ersatzschaltbilder und wendet die aus der Berechnung von Gleichstromkreisen bekannten Regeln und Gesetze an. Welche der folgenden magnetischen Größen entsprechen dabei den angegebenen elektrischen Größen im Gleichstromkreis?

Der elektrischen Stromstärke entspricht...

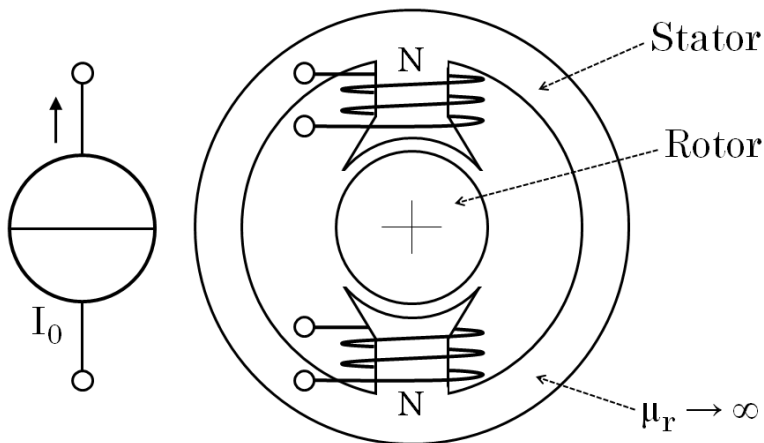
- die magnetische Feldstärke     der magn. Fluss     die elektrische Durchflutung

Der elektrischen Spannung entspricht...

- die magnetische Feldstärke     der magn. Fluss     die elektrische Durchflutung

2.2. Wie lautet das ohmsche Gesetz des magnetischen Kreises?

2.3. Die Abbildung zeigt den magnetischen Kreis einer elektrischen Maschine. Auf beiden Schenkeln des Stators befinden sich Spulen mit jeweils  $N$  Windungen.



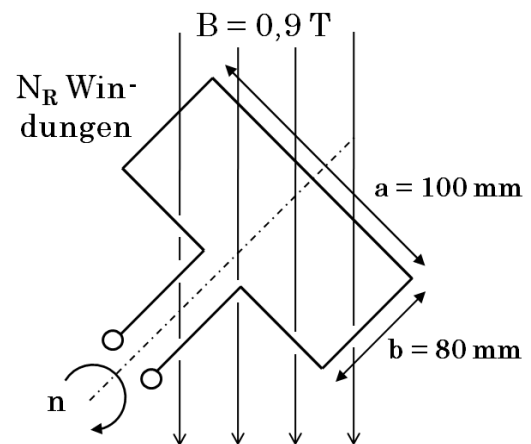
- Die beiden Spulen sollen in Reihe geschaltet mit der Stromquelle  $I_0$  verbunden werden. Zeichnen Sie die elektrischen Verbindungen zwischen Spulen und Stromquelle in die obige Abbildung.
- Skizzieren Sie den Verlauf und die Richtung einiger magnetischer Feldlinien.

2.4. Zeichnen Sie das analoge elektrische Ersatzschaltbild des magnetischen Kreises. Die magnetischen Widerstände der Eisenteile (Rotor und Stator) können dabei vernachlässigt werden ( $\mu_r \rightarrow \infty$ ).

2.5. Die Luftspalte zwischen Stator und Rotor haben den Querschnitt  $A = 8000 \text{ mm}^2$  und die Dicke  $d = 1 \text{ mm}$ . Berechnen Sie die Anzahl  $N$  der Windungen, die jede der beiden Spulen besitzen muss, damit sich bei einer Stromstärke von  $I_0 = 10 \text{ A}$  in den Luftspalten die Flussdichte  $B = 0,9 \text{ T}$  einstellt. (Hinweis: Gehen Sie davon aus, dass der Betrag der magnetischen Flussdichte  $B$  überall im Luftspalt gleich groß ist.)

2.6. Auf dem Rotor der Maschine befindet sich ebenfalls eine Spule. Diese Spule besitzt  $N_R = 100$  Windungen. Die Drehzahl des Rotors beträgt  $n = 1500 \text{ min}^{-1}$ .

Für die folgenden Berechnungen kann der Rotor näherungsweise als rechteckige Spule mit  $N_R$  Windungen und den Abmessungen  $a = 100 \text{ mm}$  und  $b = 80 \text{ mm}$  betrachtet werden, die in einem homogenen Magnetfeld der Flussdichte  $B = 0,9 \text{ T}$  rotiert.

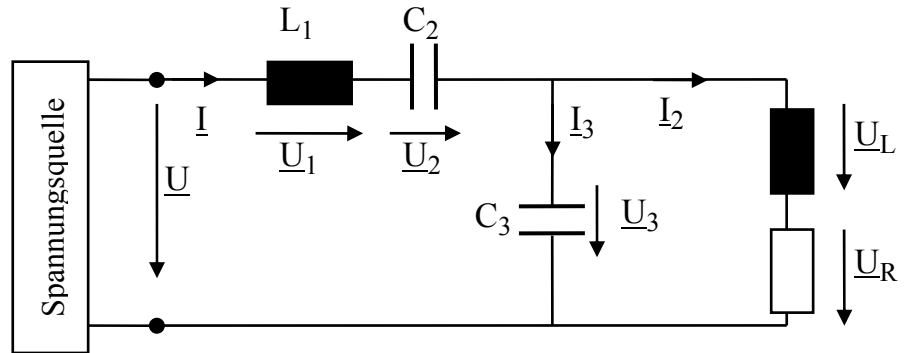


Berechnen Sie den zeitlichen Verlauf des magnetischen Flusses  $\Phi(t)$ , der durch den Querschnitt der Rotorspule tritt. Zum Zeitpunkt  $t = 0 \text{ s}$  ist  $\Phi(t = 0 \text{ s}) = \Phi_{\max}$

2.7. Berechnen Sie den zeitlichen Verlauf der induzierten Spannung  $u(t)$ , die im Leerlauf zwischen den beiden Anschlüssen der Rotorspule gemessen werden kann. Wie groß ist die Amplitude  $U_{\max}$  der induzierten Spannung?

**Aufgabe 3** (ca. 16 Punkte)

Ein induktiver Aktor läßt sich darstellen als Serienschaltung eines ohmschen Widerstandes R und einer Induktivität L. Er soll bei einer Frequenz von 1.59 kHz betrieben werden. Um den Aktor an den Innenwiderstand der Spannungsquelle anzupassen und den Gleichspannungsanteil der Spannungsquelle abzuhalten wird eine Schaltung eingesetzt aus der Kapazität  $C_2$  und der Induktivität  $L_1$  im Längszweig sowie der Kapazität  $C_3$  im Quersweig.



Folgende Daten der Schaltung sind gegeben:

$$\underline{U} = 4.0 \text{ V} \quad \underline{I} = 4.0 \text{ mA}$$

$$\omega \cdot L_1 = 2,5 \text{ k}\Omega$$

$$\frac{1}{\omega \cdot C_2} = 0,5 \text{ k}\Omega$$

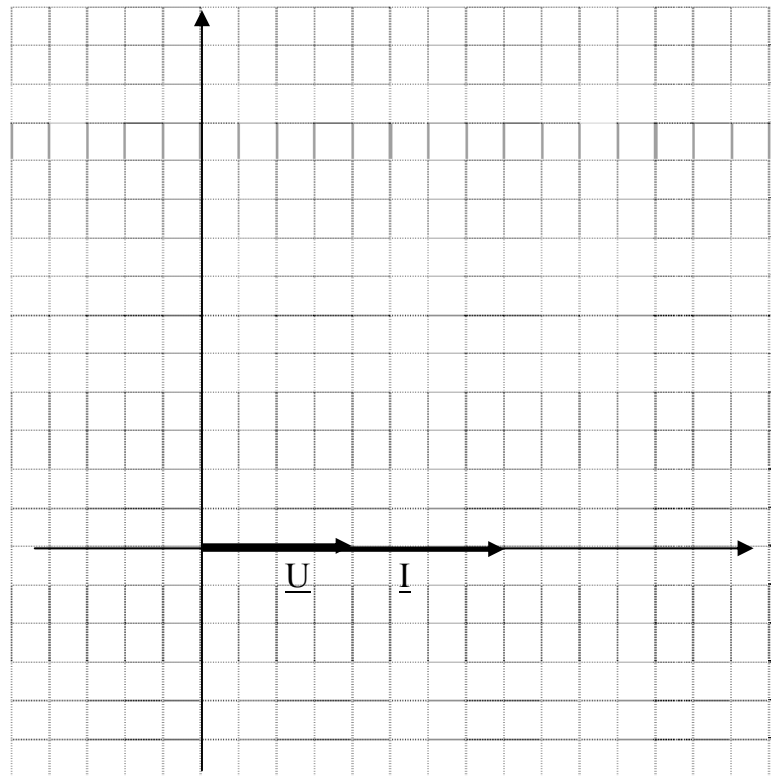
$$\frac{1}{\omega \cdot C_3} = 2,0 \text{ k}\Omega$$

Im nebenstehenden Zeigerdiagramm sind die Eingangsspannung  $\underline{U}$  und der Eingangsstrom  $\underline{I}$  bereits eingetragen.

(d.h. folgender Maßstab wurde verwendet:

$$1 \text{ mA} \cong 2 \text{ Kästchen}$$

$$1 \text{ V} \cong 1 \text{ Kästchen}$$



3.1 Welche Wirkleistung P, Blindleistung Q und Scheinleistung S nimmt die Schaltung auf?

3.2 Wie groß ist die Eingangsimpedanz  $\underline{Z}_E$  der Schaltung?

- 3.3 **Berechnen** Sie die Spannungen  $\underline{U}_1$ ,  $\underline{U}_2$  und  $\underline{U}_3$  sowie die Ströme  $\underline{I}_3$  und  $\underline{I}_2$ . Tragen Sie die Ergebnisse als Zeiger in das obige Zeigerdiagramm ein. (Ersatzwert:  $\underline{I}_2 = 2.0 \text{ mA}$ )

- 3.4 Welche Wirkleistung  $P$  nimmt er Widerstand  $R$  auf?

- 3.5 Berechnen Sie den Widerstandswert  $R$  des Aktors

- 3.6 Ermitteln Sie den induktiven Widerstand  $\omega \cdot L$  sowie die Induktivität  $L$ .

**Aufgabe 4** (ca. 15 Punkte)

Ein Lämpchen (Nennspannung  $U_{\text{nenn}} = 6 \text{ V}$  bei einer Nennleistung von  $P_{\text{nenn}} = 5 \text{ W}$ ) soll an den Klemmen A und B einer Batterie angeschlossen werden. Die Batterie kann durch das in Abbildung 1 gezeigte Spannungsquellen-Ersatzschaltbild dargestellt werden. Leider ist die Batterie nicht mehr voll aufgeladen, der Innenwiderstand der Batterie ist aus diesem Grund relativ hoch ( $R_v = 6 \Omega$ ).

Hinweis: Der Widerstand  $R_L$  des Lämpchens kann in allen folgenden Unterpunkten als konstant angenommen werden.

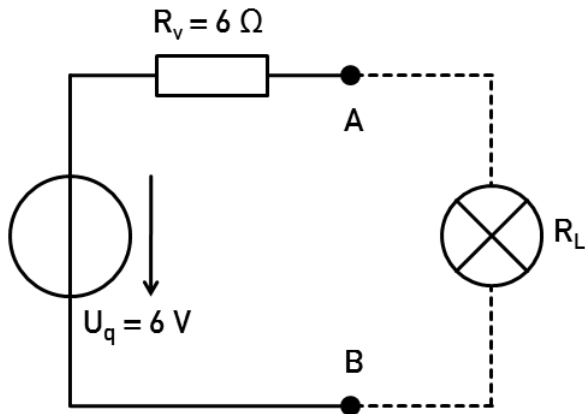


Abbildung 1

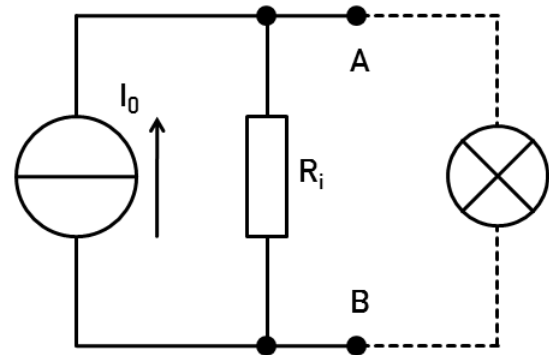


Abbildung 2

- 4.1 Wie groß ist der Widerstand  $R_L$  des Lämpchens, wenn es mit Nennleistung betrieben wird? (Ersatzwert:  $R_L = 5 \Omega$ )

- 4.2 Welche Leistung nimmt das Lämpchen auf, wenn es an die Batterie angeschlossen wird?

- 4.3 Beim Anschluss des Lämpchens werden versehentlich die Klemmen A und B direkt miteinander verbunden (Kurzschluss). Welcher Kurzschlussstrom fließt in diesem Fall? Mit welcher Leistung  $P_{\text{Batt}}$  erwärmt sich die Batterie?

- 4.4 Nun soll die Batterie durch das in Abbildung 2 gezeigte Stromquellen-Ersatzschaltbild dargestellt werden. Welche Werte müssen die Stromquelle  $I_0$  und der Widerstand  $R_i$  besitzen, damit sich an den Klemmen A und B dasselbe Verhalten wie in Abb. 1 ergibt? (Ersatzwerte:  $I_0 = 2 \text{ A}$ ,  $R_i = 3 \Omega$ )

- 4.5 Um eine größere Helligkeit des Lämpchens zu erzielen, wird eine zweite Batterie mit denselben Daten ( $U_q = 6 \text{ V}$ ,  $R_v = 6 \Omega$ ) hinzugenommen. Die beiden Batterien werden in Reihe geschaltet und mit dem Lämpchen verbunden. Zeichnen Sie das Schaltbild der gesamten Anordnung. Welche Leistung nimmt das Lämpchen auf?

- 4.6 Jetzt werden beide Batterien parallel geschaltet und mit dem Lämpchen verbunden. Zeichnen Sie das Schaltbild der gesamten Anordnung. Welche Leistung nimmt das Lämpchen auf?

- 4.7 Wie würde sich die Leistungsaufnahme des Lämpchens in Unterpunkt 5 verändern, wenn die Gleichspannungsquellen  $U_q = 6 \text{ V}$  durch Wechselspannungsquellen mit Effektivwerten  $U_{\text{eff}} = 6 \text{ V}$  ersetzt würden (kurze Begründung)?

Leistungsaufnahme steigt     Leistungsaufnahme bleibt gleich     Leistungsaufnahme sinkt

----- **Viel Erfolg!** -----