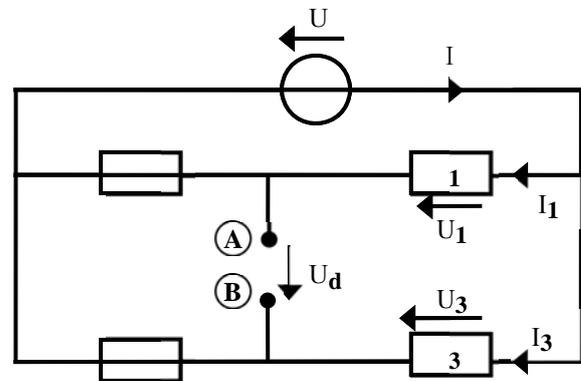


<b>Hochschule München FK 03</b>	<b>Diplomvorprüfung SS 2011</b> Fach: Grundlagen der Elektrotechnik, Dauer: 90 Minuten	G. Buch, T. Küpper, R. Müller, F. Palme, W. Rehm
<b>Zugelassene Hilfsmittel:</b> Taschenrechner, zwei Blatt DIN A4 eigene Aufzeichnungen	<b>Matr.-Nr.:</b>	<b>Name, Vorname:</b>
	<b>Hörsaal:</b>	<b>Unterschrift:</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 ist die nebenstehende Schaltung (Temperaturmessbrücke):

1.1. Berechnen Sie die Ströme  $I_1$  und  $I_3$  als Funktion der Spannung  $U$  und der Widerständen  $R_1, R_2, R_3, R_4$ .

1.2. Berechnen Sie die Spannungen  $U_1$  und  $U_3$  als Funktion der Spannung  $U$  und der Widerständen  $R_1, R_2, R_3$  und  $R_4$ .

1.3. Berechnen Sie die Diagonalspannung  $U_d$  mithilfe einer geeigneten Maschengleichung als Funktion von  $U$  und den vier Widerständen  $R_1, R_2, R_3$  und  $R_4$ .

Nun sind konkrete Werte gegeben:

$$U = 5\text{V}$$

$$R_2 = R_3 = 100\Omega$$

$R_1$  und  $R_4$  sind temperaturabhängige Widerstände, sog. Kaltleiter (PTC) mit folgender Kennlinie:  $R(T) = 100 \cdot (1 + T \cdot 3 \cdot 10^{-3}/^\circ\text{C}) \Omega$  (Achtung:  $T$  in  $^\circ\text{C}$  eingesetzt ergibt  $R$  in  $\Omega$ )

1.4. Berechnen Sie  $U_d$  als Zahlenwert, wenn  $T = 100^\circ\text{C}$  beträgt. (Ersatzwert:  $U_d = -0,6\text{ V}$ )

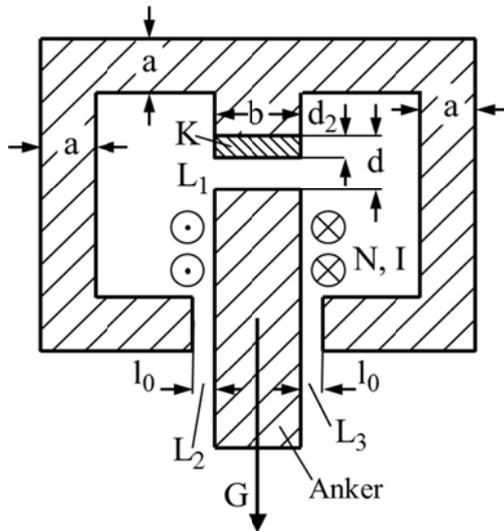
1.5. Bei welcher Temperatur  $T$  wird die Diagonalspannung  $U_d = 0\text{ V}$ ?

1.6. Nun soll die Schaltung bzgl des Klemmenpaares A-B durch eine lineare Ersatzspannungsquelle ersetzt werden. Berechnen Sie die Ersatzquellenspannung  $U_{qe}$  und den Ersatzinnenwiderstand  $R_{ie}$ , wenn  $T = 100^\circ\text{C}$  beträgt.

**Aufgabe 2 (ca. 15 Punkte)**

Die Abbildung zeigt das Prinzip eines Magnetventils mit drei Luftspalten  $L_1$ ,  $L_2$  und  $L_3$ , von denen  $L_1$  eine veränderliche Länge  $d$  hat. Zum Luftspalt  $L_1$  zählt eine Kunststoffscheibe  $K$  ( $\mu_r = 1$ ) der Dicke  $d_2$ . Im geöffneten Zustand ist  $d = d_1$ . Bei geschlossenem Ventil ist der Luftspalt  $d = d_2$ . Der Magnetkreis habe überall eine rechteckige Querschnittsfläche, die Dicke (senkrecht zur Zeichenebene) von Magnetkreis und Anker ist überall gleich  $c$ .

Der Anker wird in vertikaler Richtung in einer Spule von  $n$  Windungen geführt, die vom Strom  $I$  durchflossen wird. Auf den Anker wirkt die Gewichtskraft  $G$ .



Zahlenwerte:

$$N = 50$$

$$d_1 = 0,55 \text{ cm}$$

$$d_2 = 0,05 \text{ cm}$$

$$l_0 = 0,6 \text{ cm}$$

$$a = 10 \text{ cm}$$

$$b = 15 \text{ cm}$$

$$c = 10 \text{ cm}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-9} \text{ VsA}^{-1} \text{ cm}^{-1}$$

Streuungen und der magnetische Widerstand im Eisen sind zu vernachlässigen!

2.1. Zeichnen Sie das analoge elektrische Ersatzschaltbild des Magnetventils.

2.2. Berechnen Sie den magnetischen Gesamtwiderstand des Magnetventils in geöffnetem ( $R_{mo}$ ) und in geschlossenem Zustand ( $R_{mg}$ ). (Ersatzwerte:  $R_{mo} = 660.000 \text{ H}^{-1}$ ,  $R_{mg} = 330.000 \text{ H}^{-1}$ )

- 2.3. Welcher Fluss  $\Phi_1$  herrscht im Luftspalt  $L_1$ , wenn der Strom  $I = 2 \text{ A}$  in der Spule fließt und das Magnetventil geöffnet ist? (Ersatzwert:  $\Phi_1 = 1,515 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$ )

- 2.4. Welche Flussdichte  $B_1$  herrscht im Luftspalt  $L_1$ , wenn der Strom  $I = 2 \text{ A}$  in der Spule fließt und das Magnetventil geöffnet ist? (Ersatzwert:  $B_1 = 0,01 \text{ T}$ )

- 2.5. Im geöffneten Zustand ist der Strom  $I = 2 \text{ A}$  notwendig, um das Gewicht  $G$  des Ankers zu kompensieren. Wie groß ist die Gewichtskraft  $G$  des Ankers? (Ersatzwert:  $G = 1,5 \text{ N}$ )

- 2.6. Wie groß muss der Strom  $I$  mindestens sein, um das Ventil geschlossen zu halten?

- 2.7. Der Strom  $I$  wird umgepolt. Wie verändert sich Betrag und Vorzeichen der Anziehungskraft auf den Anker (kurze Begründung; keine Berechnung erforderlich)?

**Aufgabe 3 (ca. 19 Punkte)**

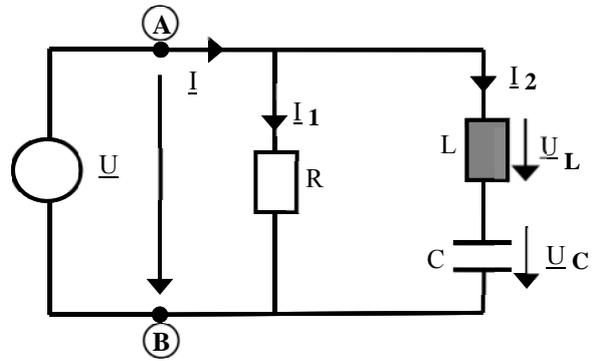
Gegeben ist die nebenstehende Schaltung, die mit einer sinusförmigen Wechselspannung betrieben wird.

Folgende Größen seien bekannt:

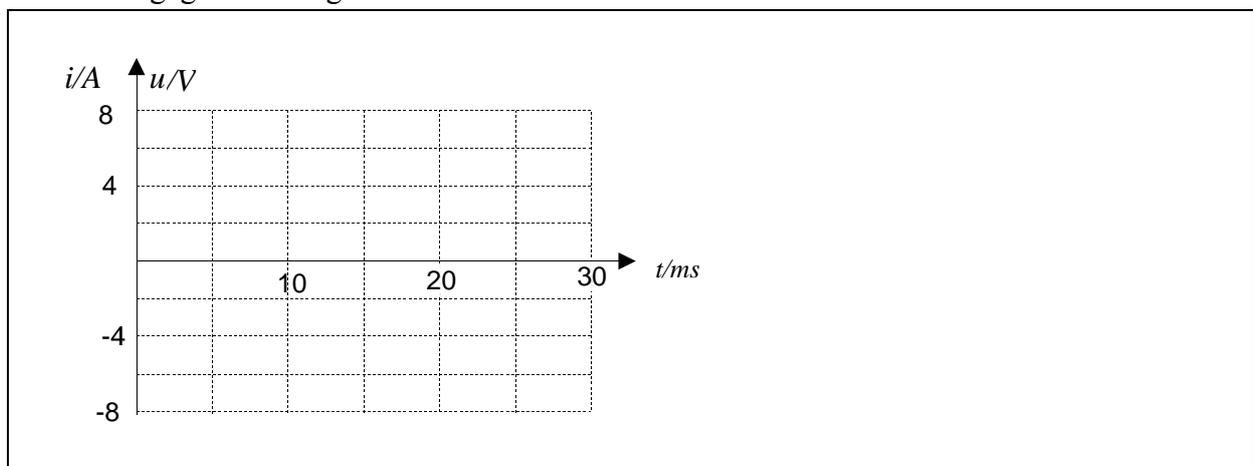
$$\underline{U} = 5\text{V} \cdot e^{-j0^\circ} \quad (\text{komplexer Effektivwert})$$

$$\underline{I} = (2 - j2)\text{A} \quad (\text{komplexer Effektivwert})$$

$$f = 50\text{ Hz} \quad (\text{Frequenz der sinusförmigen Spannungen und Ströme})$$



- 3.1 Zeichnen Sie wert- und zeitrichtig den Strom  $\underline{I}$  und die Spannung  $\underline{U}$  im Zeitbereich in das gegebene Diagramm ein.



- 3.2 Berechnen Sie die **komplexe** Scheinleistung  $\underline{S}$ , die Wirkleistung  $P$  und die Blindleistung  $Q$ , die an den Klemmen A-B insgesamt aufgenommen wird.

(Ersatzwert:  $P = 8\text{ W}$ ,  $Q = 8\text{ var}$ )

- 3.3 Berechnen Sie die **komplexen** Ströme  $\underline{I}_1$  und  $\underline{I}_2$ .

(Ersatzwert:  $|\underline{I}_2| = 2,5\text{ A}$ )

3.4 Wie groß ist der ohmsche Widerstand  $R$ ?

3.5 Berechnen Sie die Induktivität  $L$  und die Kapazität  $C$ , wenn bekannt ist, dass der Betrag der Spannung  $|\underline{U}_C| = 2 \text{ V}$  beträgt. (Ersatzwert:  $C = 4,77 \text{ mF}$ ,  $L = 7,43 \text{ mH}$ )

Nun kann die Frequenz  $f$  der Eingangsspannung  $\underline{U}$  beliebig im Bereich  $0 \leq f \leq 100 \text{ Hz}$  eingestellt werden.

3.6 Bei welcher Frequenz  $f_1$  wird der Betrag der Scheinleistung  $\underline{S}$ , die an den Klemme A-B aufgenommen wird, minimal? Wie groß ist in diesem Fall der Betrag der dann aufgenommenen komplexen Scheinleistung  $\underline{S}_{\min}$ ?

3.7 Bei welcher Frequenz  $f_2$  wird der Betrag der Scheinleistung  $\underline{S}$ , die an den Klemme A-B aufgenommen wird, maximal? Wie groß kann in diesem Fall der Betrag der dann aufgenommenen komplexen Scheinleistung  $\underline{S}_{\max}$  theoretisch werden?

**Aufgabe 4 (ca. 17 Punkte)**

Bei einem *kapazitiven Wegsensor* wird die wegabhängige Kapazität  $C(x)$  eines Zylinderkondensators mit verschiebbarer Mittelelektrode im Bereich  $x = 0$  bis  $x = l$  gemessen (Abb. 1).

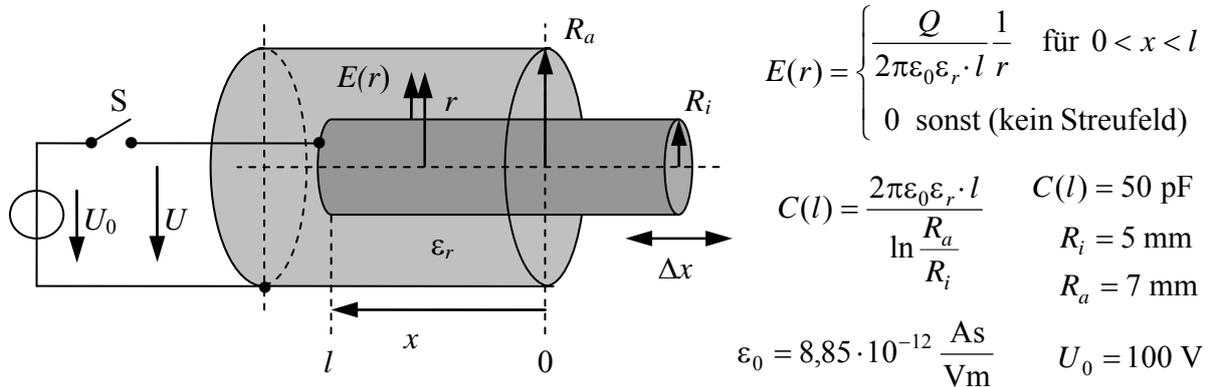


Abb. 1: Kapazitiver Wegsensor

Die Anordnung kann für alle Aufgabenteile als idealer Zylinderkondensator  $C$  der Länge  $x$  betrachtet werden mit der angegebenen elektrischen Feldstärke  $E(r)$ , der maximalen Kapazität  $C(l)$  und den Abmessungen  $R_i = 5 \text{ mm}$  und  $R_a = 7 \text{ mm}$ .

Für  $x = l$  beträgt die Kapazität im Dielektrikum Luft ( $\epsilon_r = 1$ ):  $C(l) = C_0 = 50 \text{ pF}$

4.1 Geben Sie  $C(x)$  allgemein an und berechnen Sie die für  $C_0$  erforderliche Länge  $l$ .  
(Ersatzwert:  $l = 24 \text{ cm}$ )

Teil 1: Der Kondensator wird an der Position  $x = l$  an eine Spannungsquelle mit  $U_0 = 100 \text{ V}$  angeschlossen (Schalter S geschlossen) und vollständig aufgeladen.

4.2 Berechnen Sie die im Kondensator gespeicherte Ladung  $Q_0$  und Energie  $W_0$ .  
(Ersatzwert:  $Q_0 = 4 \text{ nC}$ )

4.3 Wo tritt im Kondensator die größte Feldstärke  $E_{\max}$  auf? Geben Sie  $E_{\max}$  an.

4.4 Berechnen Sie die Spannung  $U(r)$  zwischen der Mittelelektrode und einer Stelle  $r$  im Kondensator allgemein durch Integration von  $E(r)$  und quantitativ für  $r_0 = 6$  mm, d.h. in der Mitte zwischen Mittel- und Mantelelektrode.

Teil 2: Der aufgeladene Kondensator wird von der Spannungsquelle getrennt (Schalter S offen) und *danach* die Mittelelektrode von Position  $x = l$  nach  $x = l/4$  bewegt.

4.5 Skizzieren Sie die Verläufe der Kapazität  $C(x)$  und Spannung  $U(x)$  im Bereich  $l/4 < x < l$  (jeweils Anfangs- und Endpunkt quantitativ angeben sowie Charakteristik des Verlaufs).

4.6 Wie groß wird die Kondensatorspannung  $U$  an der Ausgangsposition  $x = l$  wenn der bei  $U_0 = 100$  V von der Spannungsquelle getrennte Wegsensor in Öl ( $\epsilon_r = 4$ , nichtleitend) anstatt Luft eingesetzt wird?

--- Viel Erfolg!!! ---