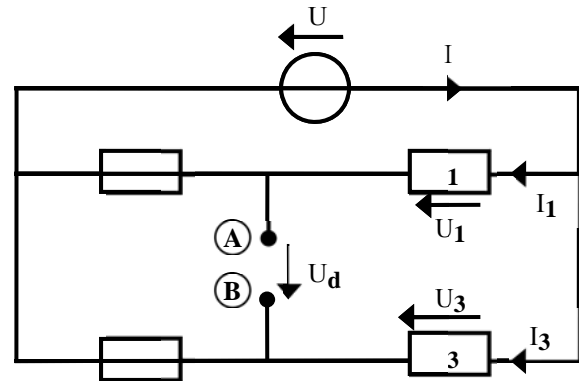


Hochschule München FK 03	Diplomvorprüfung SS 2011 Fach: Grundlagen der Elektrotechnik, Dauer: 90 Minuten	G. Buch, T. Küpper, R. Müller, F. Palme, W. Rehm
Zugelassene Hilfsmittel: Taschenrechner, zwei Blatt DIN A4 eigene Aufzeichnungen	Matr.-Nr.:	Name, Vorname:
	Hörsaal:	Unterschrift:

A	1	2	3	4	Σ	N
P						

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 Ω)

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

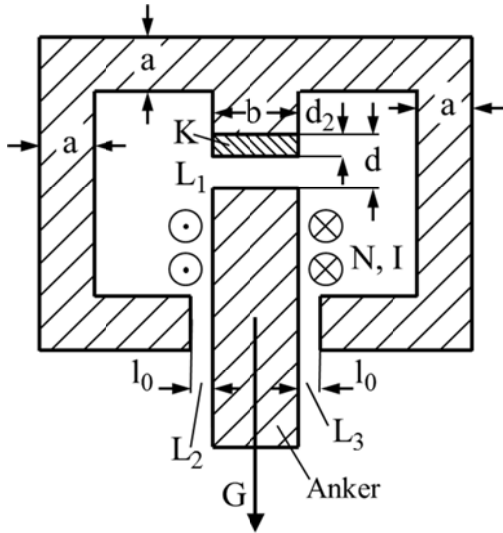
1.5. Bei welcher Temperatur T wird die Diagonalspannung $U_d = 0\text{ V}$?

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 Φ_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)

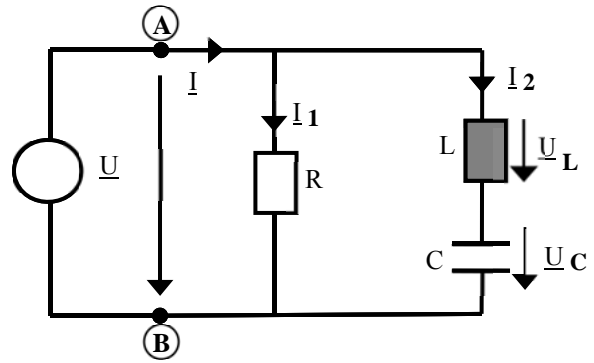
Gegeben ist die nebenstehende Schaltung, die mit einer sinusförmigen Wechselspannung betrieben wird.

Folgende Größen seien bekannt:

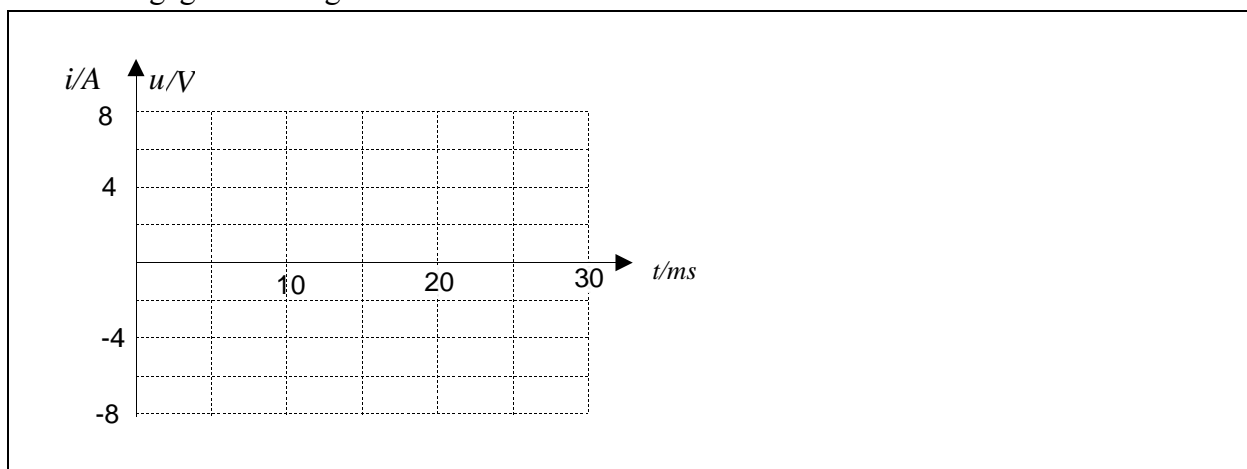
$$\underline{U} = 5\text{V} \cdot e^{-j0^\circ} \quad (\text{komplexer Effektivwert})$$

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

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



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).

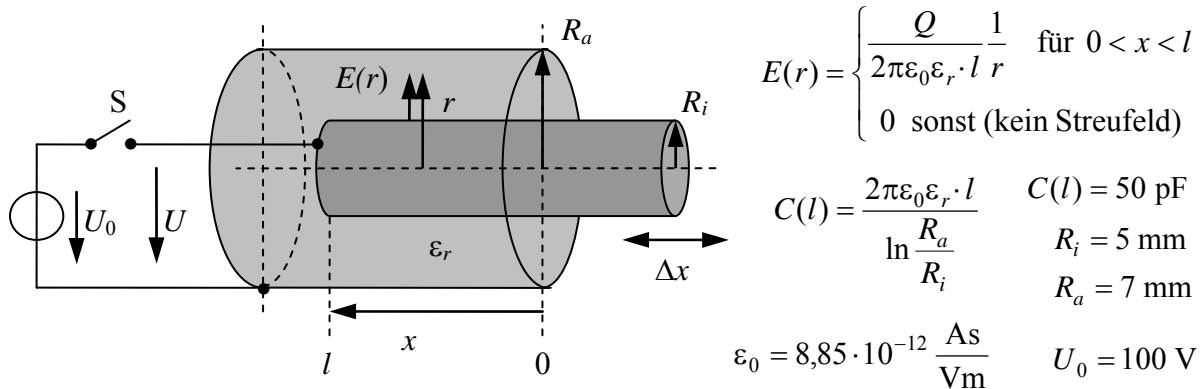


Abb. 1: Kapazitiver Wegsensor

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!!! ---