

Hochschule München FK 03	Diplomvorprüfung SS 2010 Fach: Grundlagen der Elektrotechnik Dauer: 90 Minuten	G. Buch, T. Küpper, R. Müller, G. Wermuth
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. 14 Punkte)

Auf einem irischen Hausboot erfolgt die Stromversorgung der Verbraucher durch ein symmetrisches Drehstromnetz mit Vierleitersystem (drei Phasen und Neutraleiter), mit der Phasenspannung $U_y = 230\text{ V}$ und der Frequenz $f = 50\text{ Hz}$.

Folgende Verbraucher werden an das Netz angeschlossen:

- ♣ Beleuchtung des Bootes: 3 Leuchtstoffröhren (dargestellt jeweils durch den Widerstand R_L mit induktiver Vordrossel L_L), sternförmig mit einer Scheinleistung je Strang $S_{1,\text{Str}} = 200\text{ VA}$.
- ♣ der Kühlschrank (induktiver 3-phasiger Elektromotor, sternförmig) mit $S_2 = 500\text{ VA}$ und $\cos \varphi_2 = 0,8$.
- Δ Herdplatte in Dreieckschaltung (rein ohmscher Verbraucher mit $P_3 = 1\text{ kW}$).
- ♣ 3 Bordsteckdosen (jeweils zwischen einem Außenleiter und Neutraleiter angeschlossen).

- 1.1 Die reine Lichtleistung der Röhre beträgt 10 W . Sie hat eine Lichtausbeute von 10% . Der Rest ist Wärmeverlust. Berechnen Sie die Wirk- und die Blindleistung einer Leuchtstoffröhre. (Ersatzwerte: $P_{1,\text{Str}} = 80\text{ W}$, $Q_{1,\text{Str}} = 180\text{ var}$).

--

- 1.2 Berechnen Sie den Wert der Vordrossel L_L und den Widerstand R_L einer Leuchtstoffröhre.

--

- 1.3 Berechnen Sie die Wirk- und die Blindleistung des Kühlschranks.
(Ersatzwerte: $P_2 = 500 \text{ W}$, $Q_2 = 400 \text{ var}$.)

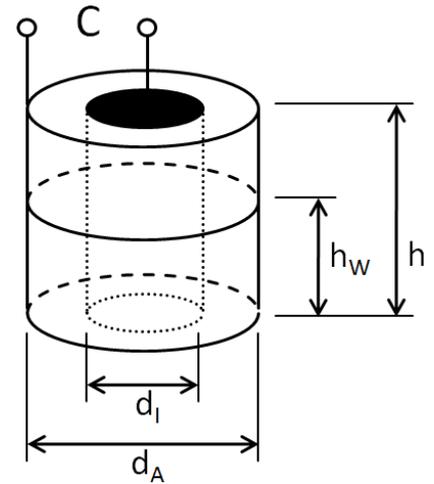
- 1.4 Geben Sie nun die Wirk-, Blind- und Scheinleistung des Bootes an, wenn die Steckdosen nicht belastet, alle anderen Verbraucher aber in Betrieb sind.
(Ersatzwerte: $P = 2000 \text{ W}$, $Q = 1000 \text{ var}$)

- 1.5 Wie groß ist der Phasenstrom I_{Phase} , der bei der unter 1.4 beschriebenen Belastungssituation in einer Phasenzuleitung fließt?

- 1.6 Welches (ideale) Bauelement müsste an je einer Steckdose geschaltet werden, damit der Phasenstrom in den Zuleitungen minimal wird, wenn alle anderen Verbraucher in Betrieb sind? Wie groß müsste dieses Bauelement sein?

Aufgabe 2 (ca. 12 Punkte)

Mit einem kapazitiven Füllstandssensor soll der Wasserstand in einem Behälter erfasst werden. Der Sensor besteht aus einem Zylinderkondensator, der an seinen beiden Enden geöffnet ist, damit das Wasser ein- und austreten kann. Der Durchmesser des leitfähigen Innenzylinders ist $d_I = 1$ cm, der des leitfähigen Außenzylinders $d_A = 1,2$ cm. Der Füllstand des Wassers ist h_W , die Höhe des Kondensators $h = 50$ cm. Die relative Dielektrizitätskonstante von Wasser beträgt 80.



- 2.1 Wie groß ist die Kapazität C_0 des **leeren** Zylinderkondensators? Für die Kapazität eines Zylinderkondensators der Höhe h gilt:

$$C = \frac{2\pi \cdot \epsilon \cdot h}{\ln(d_A/d_I)}, \quad \epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$$

Blank area for the solution to question 2.1.

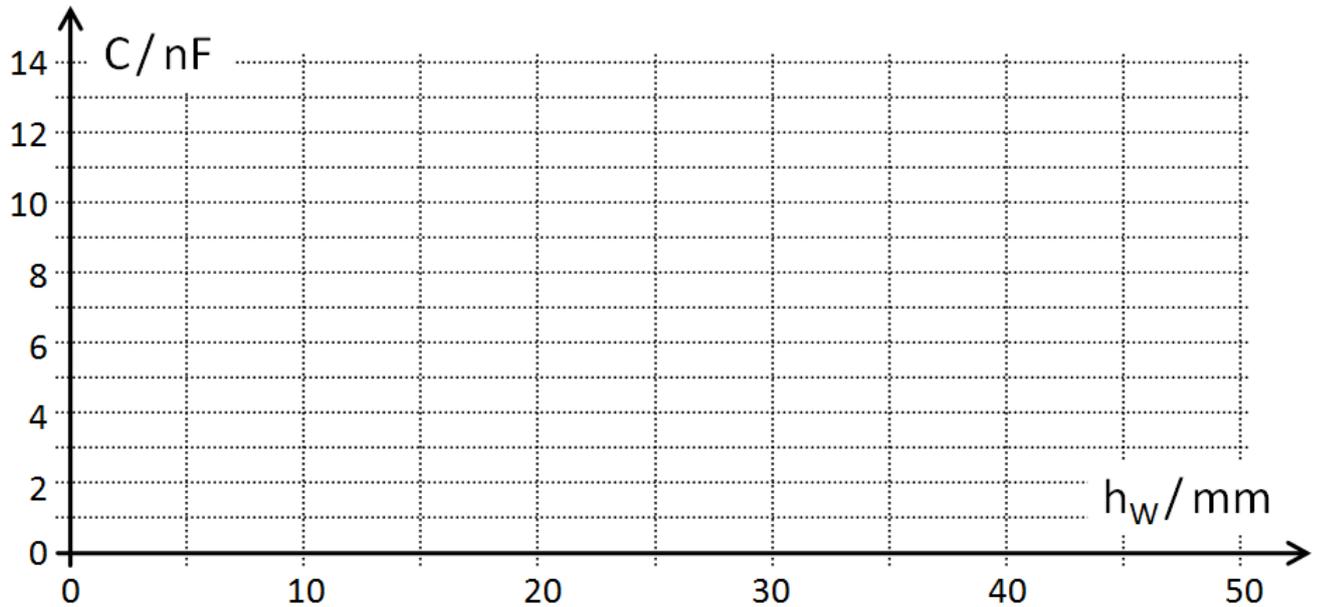
- 2.2 Wenn der Sensor bis zum Füllstand h_W gefüllt ist, besteht er aus zwei parallel geschalteten Kondensatoren: einem mit Wasser gefüllten Kondensator C_W der Höhe h_W und einem mit Luft gefüllten Kondensator C_L der Höhe $h - h_W$. Wie lauten die Formeln zur Berechnung von C_W und C_L in Abhängigkeit vom Füllstand h_W ?

Blank area for the solution to question 2.2.

- 2.3 Ermitteln Sie nun eine allgemeine Formel $C = f(h_W)$ zur Berechnung der Gesamtkapazität in Abhängigkeit vom Füllstand h_W . Berechnen Sie damit die Kapazität C_{25} für einen Füllstand $h_W = 25$ cm. (Ersatzwert: $C_{25} = 2,5$ nF)

Blank area for the solution to question 2.3.

- 2.4 Zeichnen Sie den Verlauf der Kapazität C in Abhängigkeit vom Füllstand h_w in das Diagramm.



- 2.5 An den Zylinderkondensator wird eine **konstante Spannung** angelegt. Der Füllstand des Kondensators wird erhöht. Wie ändert sich die elektrische Feldstärke qualitativ im ölgefüllten und im luftgefüllte Teil des Kondensators? (Begründung!)

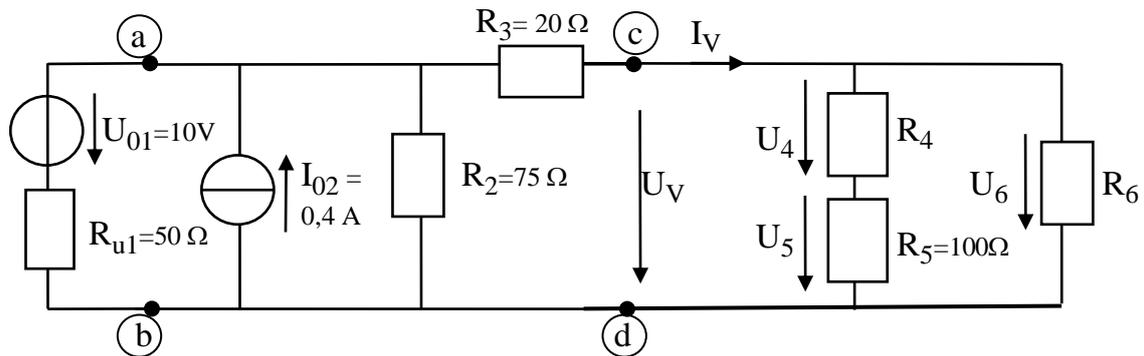
- 2.6 Der Sensor ist zur Hälfte mit Wasser gefüllt ($h_w = 25$ cm). Wie groß ist der Effektivwert I_{eff} des durch den Zylinderkondensator fließenden Wechselstroms, falls an den Kondensator eine sinusförmige Wechselspannung $U_{\text{eff}} = 5$ V mit einer Frequenz von $f = 5$ kHz angelegt wird?

- 2.7 Wie sieht die Phasenverschiebung zwischen Wechselstrom und -spannung am Kondensator aus?

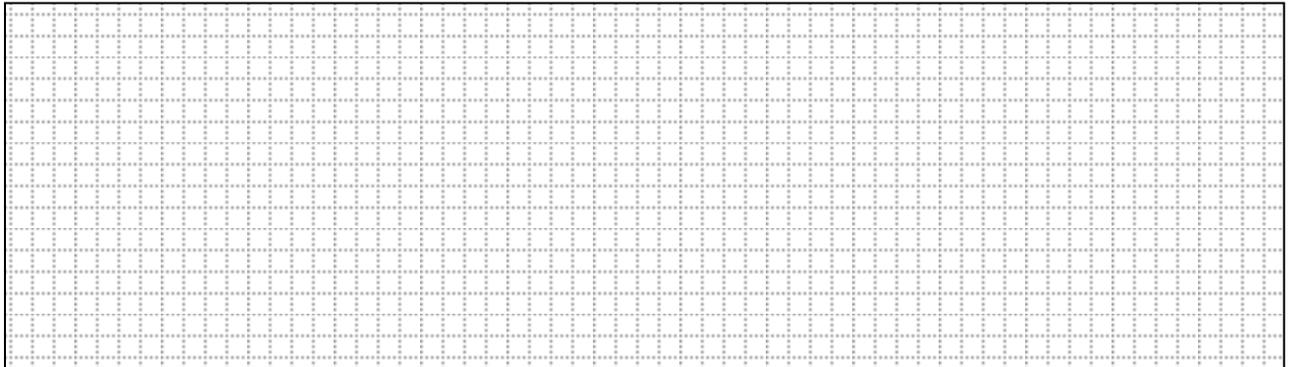
Spannung eilt Strom voraus Strom eilt Spannung voraus keine Phasenverschiebung

Aufgabe 3 (ca.15 Punkte)

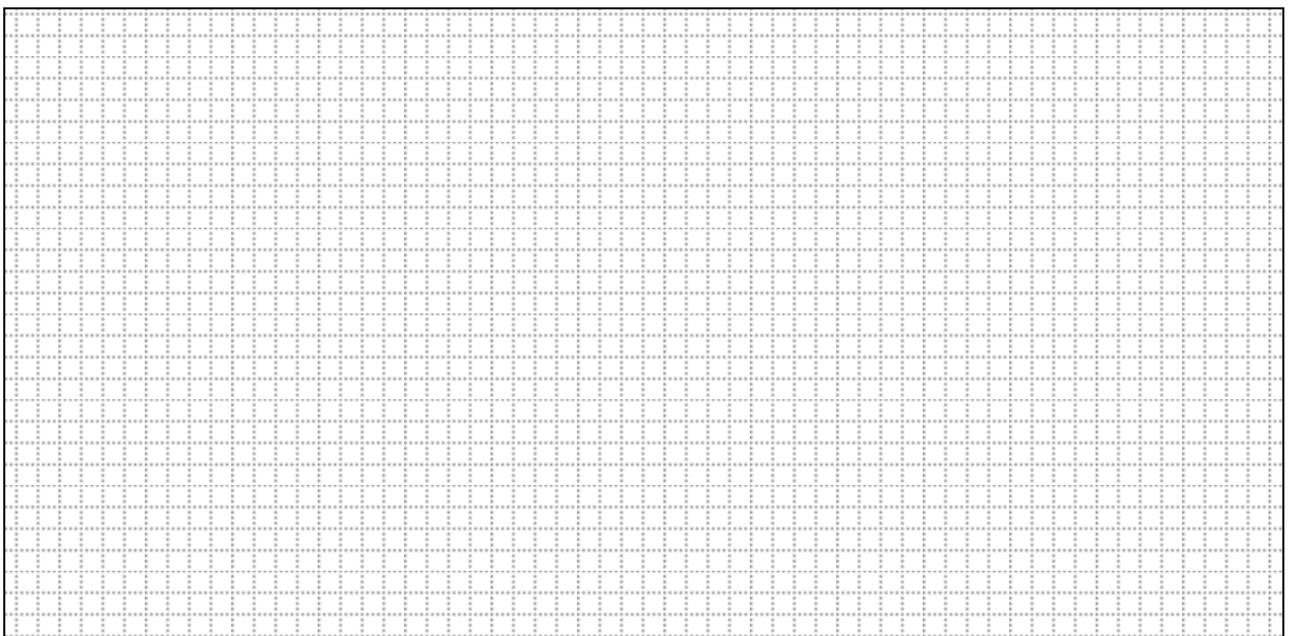
Geben ist die untenstehende Schaltung, die aus aktiven und passiven linearen Zweipolen besteht:



- 3.1 Die reale Spannungsquelle (U_{01} , R_{u1}) links des Klemmenpaares a-b soll zunächst in eine reale Stromquelle umgeformt werden. Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild der realen Stromquelle und geben Sie deren Quellenstrom I_{01} und deren Innenwiderstand R_{i1} an. (Ersatzwerte: $I_{01} = 0,1\text{A}$, $R_{i1} = 150\Omega$).



- 3.2 Der gesamte Schaltungsteil links des Klemmenpaares c-d soll nun durch eine lineare Ersatzspannungsquelle ersetzt werden. Wie groß sind die Ersatzquellenspannung U_{qe} und der Ersatzinnenwiderstand R_{ie} ? (Ersatzwerte: $U_{qe} = 24\text{V}$, $R_{ie} = 60\Omega$)



Nun werden die drei Lastwiderstände R_4 , R_5 und R_6 gemäß obiger Schaltung angeschlossen. Für die folgenden Aufgabenteile gilt: die Widerstände R_4 und R_6 sind jeweils so gewählt, dass die maximale Verlustleistung P_{Vmax} rechts der Klemmen c-d umgesetzt wird. (Der Widerstand R_5 beträgt für **alle folgende Aufgabenteile** $R_5 = 100 \Omega$)

3.3 Wie groß sind in diesem Fall die Spannung U_V , der Strom I_V und die maximale Leistung P_{Vmax} ?

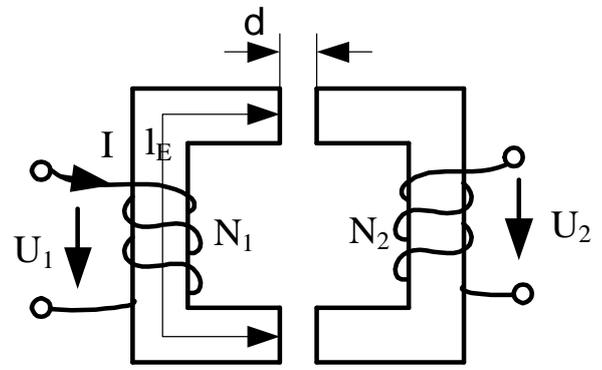
3.4 Wie sind die Widerstände R_4 und R_6 zu wählen, damit am Widerstand $R_5 = 100 \Omega$ eine Spannung von $U_5 = 3 \text{ V}$ abfällt.

3.5 Wie sind die Widerstände R_4 und R_6 zu wählen, damit die umgesetzte Leistung in R_5 maximal wird? (Es gilt weiterhin, dass die maximale Leistung P_{Vmax} rechts der Klemmen c-d umgesetzt wird.) Wie groß ist in diesem Fall die Leistung P_{Vmax5} , die in R_5 umgesetzt wird?

4. Aufgabe (ca. 14 Punkte)

Der Eisenkern einer Drosselspule besteht aus zwei gleichen Hälften mit den konstanten Parametern:

- Mittlere Feldlinienlänge im Eisen l_E ,
- Eisenquerschnitt A ,
- Relative Permeabilität μ_r des Eisens,
- Windungszahlen N_1 und N_2 .



$$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$$

Der Abstand d der beiden Kernhälften sei variabel.

Die Spule mit der Windungszahl N_2 ist erst für Aufgabenteil 4.7 relevant.

4.1 Berechnen Sie allgemein den magnetischen Gesamtwiderstand $R_{m,ges}$ in Abhängigkeit von d und den konstanten Parametern.

4.2 Berechnen Sie allgemein die Induktivität L_1 der Wicklung 1 in Abhängigkeit von d und den konstanten Parametern.

Es gelten nun folgende Werte: $l_E = 12 \text{ cm}$, $A = 2 \text{ cm}^2$, $\mu_r = 200$, $N_1 = 1000$.

4.3 Wie groß muss der Abstand d sein, damit bei einer Stromstärke $I = 2 \text{ A}$ in den Luftspalten ein Fluss $\Phi = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ Vs}$ entsteht?

4.4 Berechnen Sie den Zahlenwert der Induktivität L_1 . (Ersatzwert: $L_1 = 100 \text{ mH}$)

4.5 Welche Spannung U_1 muss man an die Klemmen der Wicklung 1 anlegen, damit der Strom I in 10 ms von Null auf 2A **linear** ansteigt.

4.6 Wie muss der Verlauf der Spannung unter der Annahme einer idealen Induktivität sein, damit der Fluss nach diesem Anstieg konstant bleibt? Warum funktioniert dies nicht in der Praxis?

4.7 Welche Spannung U_2 wird in der Wicklung 2 induziert, wenn der Fluss Φ in 8 ms von $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ Vs}$ auf Null **linear** absinkt? Für die Windungszahl N_2 gilt: $N_2 = 500$.
(Dieser Aufgabenteil kann unabhängig von den vorherigen Berechnungen gelöst werden)

--- Viel Erfolg!!! ---