



Prüfung Grundlagen der Elektrotechnik 1

Studiengänge Mechatronik / Regenerative Energien und Energieeffizienz / Regenerative Energietechnik und Energieeffizienz

Prüfung		Prüfungsteilnehmer			
Semester:	SoSe 2018	Name:			
Prüfungstermin:	09.07.2018	Vorname:			
Arbeitszeit:	120min	Matrikelnummer:			
Aufgabensteller:	Prof. Bruckmann, Prof. Chamonine, Prof. Horn, Prof. Unold	Studiengang:	O ME	O REE	
Raum:	Platz Nr.	Studiengruppe:	O a	O b	O w

Bemerkungen	Viel Erfolg!
--------------------	--------------

Bewertung	Gesamtpunkte:		Note:	
Erstprüfer:		Datum:	Unterschrift:	
Zweitprüfer:		Datum:	Unterschrift:	

Zugelassene Hilfsmittel:

- selbstgeschriebene Formelsammlung
- Fakultätstaschenrechner Casio FX-991

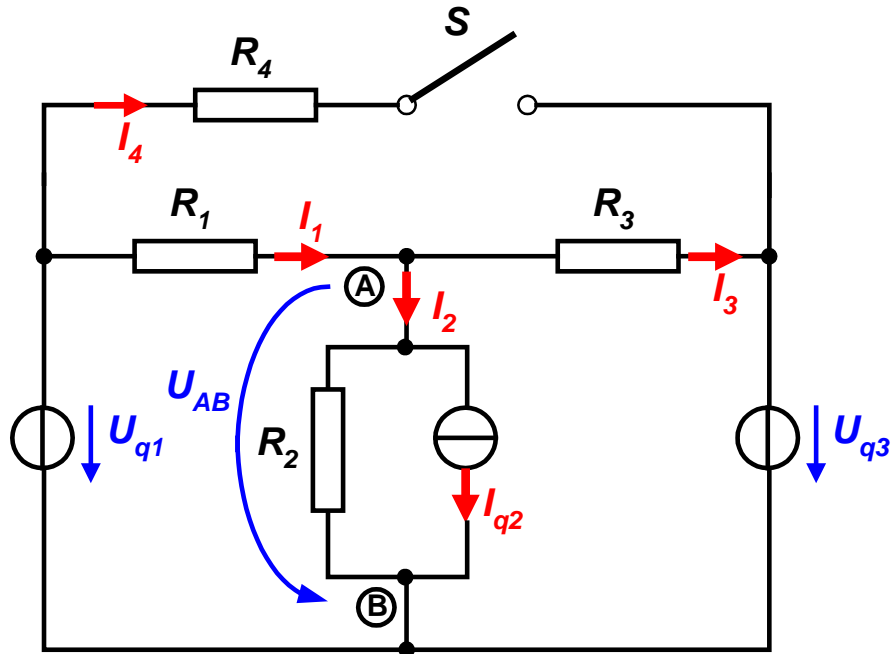
Allgemeine Hinweise:

- Bitte überprüfen Sie, ob Ihre Angabe alle Blätter und Aufgaben umfasst.
- Die Angabenblätter dürfen nicht getrennt werden und sind als Bestandteil der Prüfung mit abzugeben.
- Rechenwege sind vollständig und nachvollziehbar zu dokumentieren.
- Kennzeichnen Sie eindeutig, zu welcher Teilaufgabe eine Lösung gehört.
- Falls Rechnungen auf einer anderen Seite fortgesetzt werden, ist dies deutlich zu kennzeichnen.
- Benutzen Sie keinen Rot-, Orange- oder Bleistift.
- Alle Punkteangaben sind Richtwerte.

Aufgabe 1 (ca. 14 Punkte)

Gegeben ist das folgende Netzwerk mit den Bauelementwerten:

$U_{q1} = 80\text{V}$, $I_{q2} = 100\text{mA}$, $U_{q3} = 40\text{V}$, $R_1 = 100\Omega$, $R_2 = 200\Omega$, $R_3 = 400\Omega$, $R_4 = 800\Omega$.



Hinweis: Zuerst ist der Schalter S offen.

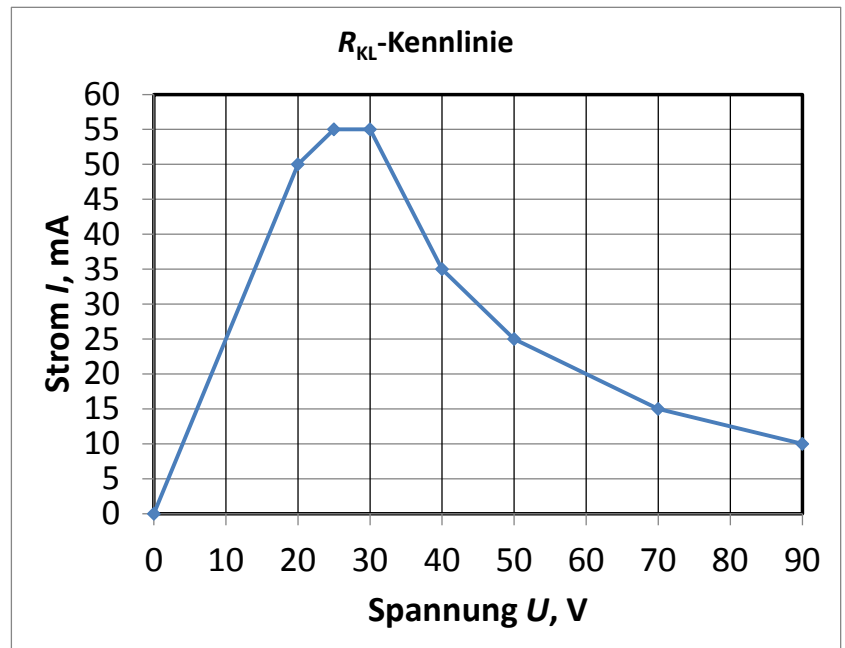
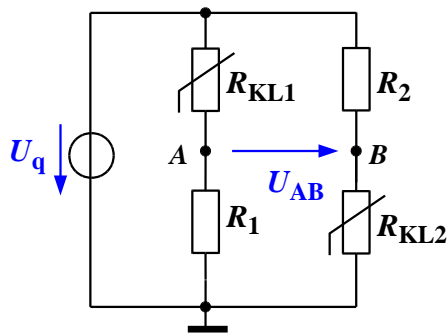
- Wandeln Sie die lineare Stromquelle, bestehend aus I_{q2} und R_2 , in eine lineare Spannungsquelle um.
Berechnen Sie die Ströme I_1 , I_3 und I_2 mit dem Maschenstromverfahren. Ermitteln Sie das dazu gehörige Gleichungssystem in Matrix-Vektor-Notation und geben Sie dann die Werte für I_1 , I_3 und I_2 an.
- Welche Leistungen werden in den idealen Quellen des ursprünglichen Netzwerks jeweils umgesetzt? Welche Quellen wirken als Erzeuger, welche als Verbraucher? Begründen Sie.
- Welchen Wert muss die Spannung der umgewandelten Quelle annehmen, damit I_2 zu 0A wird?

Nun ist der Schalter S geschlossen.

- Ermitteln Sie den Strom in R_4 . Welche Leistungen werden in den Quellen des ursprünglichen Netzwerks nun umgesetzt?

Aufgabe 2 (ca. 10 Punkte)

Zwei gleich große Widerstände $R_1 = R_2$ sind mit zwei gleichen Kaltleiterwiderständen R_{KL1} und R_{KL2} zu einer Brücke geschaltet. Die nichtlineare Kennlinie eines Kaltleiterwiderstandes ist im Diagramm angegeben. Sie besteht aus stückweise linearen Abschnitten.



Hinweise: Beachten Sie, dass zwischen A und B kein Strom fließen kann. Die beiden Parallelzweige können deshalb getrennt behandelt werden. Aufgabenteile b) und c) sind unabhängig von a) lösbar.

- a) Die Brücke soll für $U_q = 40\text{V}$ abgeglichen sein (d.h. $U_{AB} = 0\text{V}$). Wie groß müssen dazu die Widerstände R_1 und R_2 sein?

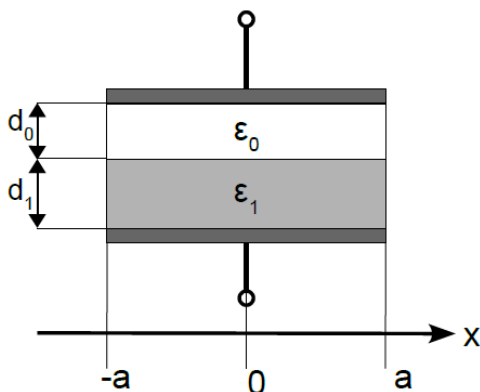
Nun sind gegeben: $R_1 = R_2 = 500\Omega$.

- b) Wie groß wird U_{AB} , wenn die Quellenspannung auf $U_q = 70\text{V}$ erhöht wird? Wie groß sind die Kaltleiterwiderstände R_{KL1} und R_{KL2} in diesem Fall? Wie groß sind die entsprechenden differentiellen Widerstände r_{KL1} und r_{KL2} ?
- c) Für welche Leistung müssen die Kaltleiterwiderstände im Fall b) ausgelegt werden? Welche Leistung muss die Quelle liefern?

Aufgabe 3 (ca. 11 Punkte)

Gegeben ist die unten skizzierte Anordnung. Es existiert ein Luftspalt d_0 zwischen dem Dielektrikum und der oberen Platte gemäß der Abbildung.

Die Teilkapazität des Bereiches mit dem Dielektrikum ϵ_1 werde mit C_1 bezeichnet, die Teilkapazität des luftgefüllten Bereiches werde mit C_0 bezeichnet. Die Platten sind quadratisch mit den Abmessungen $2a \cdot 2a$.

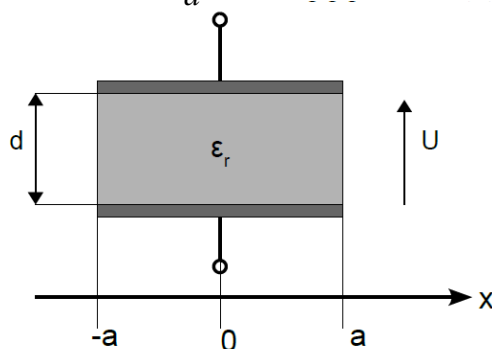


Hinweis: Die Teilaufgaben c) und d) können von a), b) unabhängig gelöst werden.

- Geben Sie ein Ersatzschaltbild mit konzentrierten Elementen an, berechnen Sie die Gesamtkapazität der Anordnung als Funktion von ϵ_0 , ϵ_1 , a , d_0 , d_1 und vereinfachen Sie den erhaltenen Ausdruck soweit möglich (ohne Doppelbrüche).
- Geben Sie einen Ausdruck für die Luftspaltlänge d_0 in Abhängigkeit von ϵ_0 , ϵ_1 , a , d_1 an, so dass die elektrische Energie im Medium mit ϵ_1 doppelt so groß ist, wie die elektrische Energie im Luftspalt.

Gegeben ist nun ein Plattenkondensator mit einem inhomogenen Dielektrikum, an dem eine Spannung $U > 0$ anliegt. Die relative Permittivität ϵ_r ist nun für $-a < x < a$ ortsabhängig gemäß:

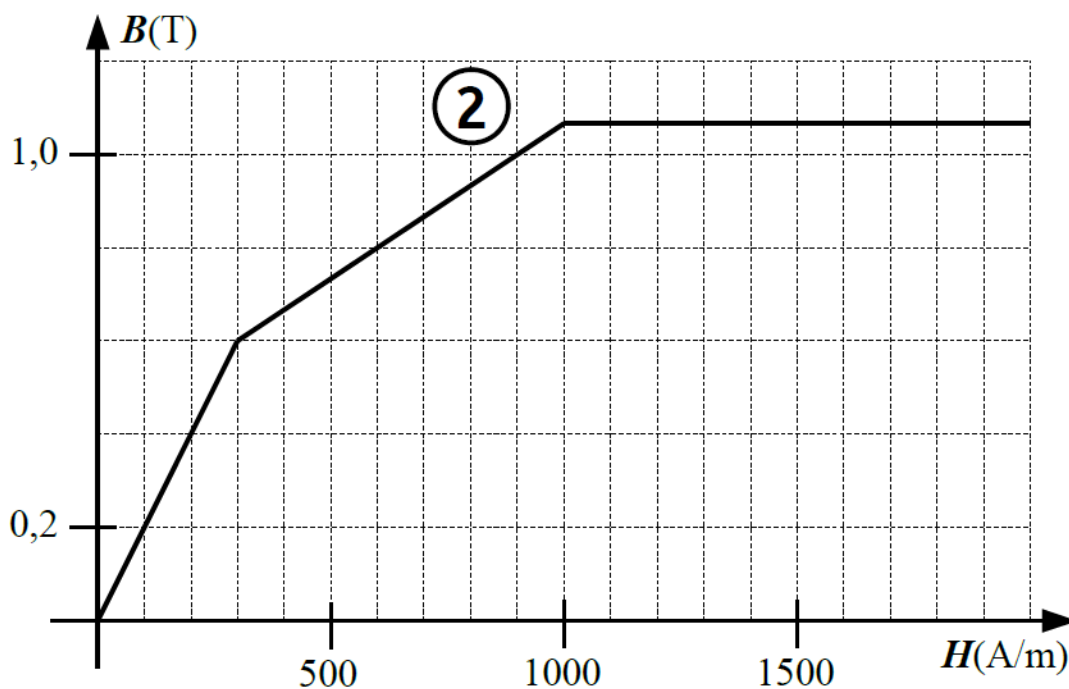
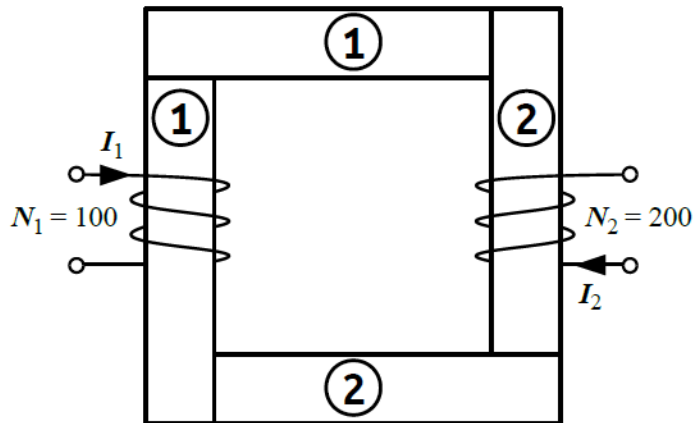
$$\epsilon_r(x) = \frac{x^3}{a^3} + 3$$



- Berechnen Sie die elektrische Feldstärke $E(x)$ und die elektrische Flussdichte $D(x)$ im Dielektrikum und skizzieren Sie die Oberflächenladungsdichte $\sigma(x)$ auf der oberen Platte für $-a < x < a$ mit Angabe der Minimal- und Maximalwerte.
- Berechnen Sie die Kapazität C des Kondensators.

Aufgabe 4 (ca. 13 Punkte)

Gegeben ist ein Eisenkreis bestehend aus vier geraden Teilen laut Zeichnung. Die Teile sind jeweils 10cm lang und haben einen quadratischen Querschnitt von 400mm². Material ① besitzt eine konstante relative Permeabilität von 530, für Material ② ist die B-H-Kennlinie gegeben. Magnetische Streufelder und Luftspalte können vernachlässigt werden.



- a) Geben Sie ein vollständiges elektrisches Ersatzschaltbild der Anordnung an und zeichnen Sie die mittlere Feldlinie in die Anordnung ein.

- b) Beurteilen Sie jede der folgenden Aussagen mit "wahr" oder "falsch". Jede der möglichen Antworten kann unabhängig von den anderen Aussagen wahr oder falsch sein!

Bewertung: Für jedes richtige Kreuz gibt es 0,5 Punkte, für jede falsche Antwort 0,5 Punkte Abzug! Nicht beantwortete Fragen werden nicht gewertet, die minimale Punktzahl ist 0 Punkte.

wahr falsch

- An allen Teilen fällt in jedem Arbeitspunkt dieselbe magnetische Spannung ab.
 Für positives I_1 muss I_2 negativ gewählt werden, damit sich die Flüsse der zwei Wicklungen addieren.
 Wenn die Reihenfolge der Eisenteile geändert wird, ändert sich nichts am Gesamtfluss.
 I_1 betrage 0A, I_2 ist ungleich 0. Unabhängig vom Vorzeichen von I_2 ziehen sich alle Teile in dieser Anordnung gegenseitig magnetisch an.
- c) Bestimmen Sie den magnetischen Fluss in der Anordnung, wenn $I_1 = 6\text{A}$ und $I_2 = 1,2\text{A}$ beträgt. Wie groß sind die magnetischen Spannungsabfälle an allen vier Teilen? Bestimmen Sie die relative Permeabilität von Material ② im Arbeitspunkt.
- d) Bestimmen Sie Betrag und Vorzeichen der Stromstärke in Spule 2, damit die Flussdichte in der Anordnung insgesamt $1,0\text{T}$ beträgt.
- e) I_1 betrage nun 0A, I_2 ist ungleich 0. Verändert sich der magnetische Fluss in Spule 1, wenn ein fünftes Eisenstück aus Material ② lt. Skizze in der Mitte der Anordnung eingefügt wird (Luftspalte sind zu vernachlässigen)? Wenn ja: wie? Begründen Sie!

