



Prüfung Grundlagen der Elektrotechnik 1

Studiengänge Mechatronik, Regenerative Energien und Energieeffizienz, Regenerative Energietechnik und Energieeffizienz

Prüfung				Prüfungsteilnehmer			
Semester:	SoSe 2017			Name:			
Prüfungstermin:	22.07.17			Vorname:			
Arbeitszeit:	120min			Matrikelnummer:			
Aufgabensteller:	Prof. Bruckmann, Prof. Chamonine, Prof. Horn, Prof. Unold						
Raum:		Platz Nr.		Studiengr.:	O a	O b	O w

Bemerkungen

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

Zugelassene Hilfsmittel:

- selbstgeschriebene Formelsammlung
- Fakultätstaschenrechner Casio FX-991

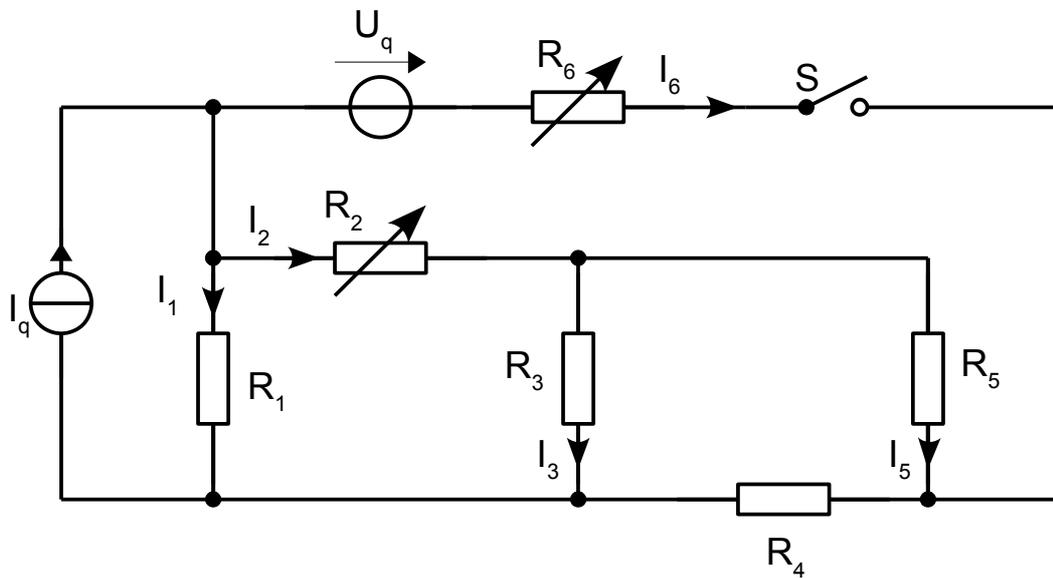
Allgemeine Hinweise:

- Bitte überprüfen Sie, ob Ihre Angabe vollständig ist und 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.

Aufgabe 1 (ca. 15 Punkte)

Gegeben sei folgende Schaltung mit den Bauelementewerten:

$R_1 = 300\Omega$, $R_3 = R_4 = R_5 = 200\Omega$, R_2 und R_6 seien variabel, sowie $U_q = 30V$, $I_q = 100mA$.



Der Schalter S sei zunächst offen.

- Berechnen Sie die Ströme I_1 , I_2 , I_3 und I_5 , wenn $R_2 = 50\Omega$ beträgt.
- Berechnen Sie den Wert für R_2 , für den in R_2 die maximale Leistung umgesetzt wird und berechnen Sie diese Leistung.
Hinweis: Bilden Sie mit der Zweipoltheorie eine geeignete lineare Quelle.
 Welche Leistung gibt die Stromquelle I_q in diesem Fall ab?

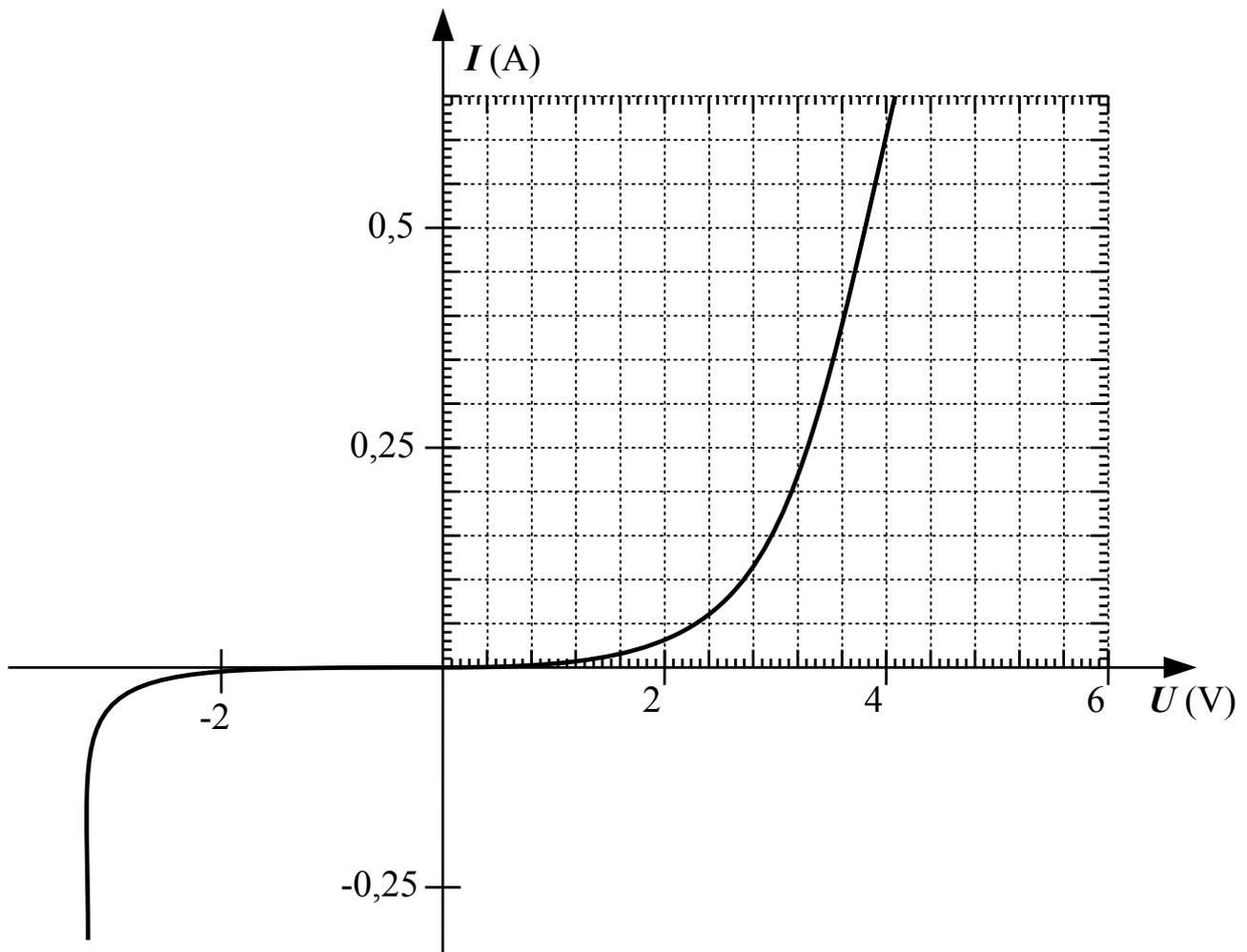
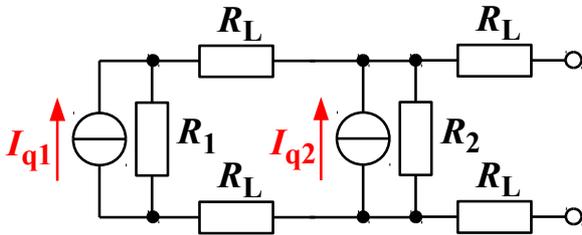
Nun sei der Schalter S geschlossen.

- Führen Sie eine geeignete Dreieck-Stern-Transformation durch und skizzieren Sie damit eine vereinfachte Schaltung mit nur zwei Maschen, in denen die Ströme I_2 und I_6 vorkommen und geben Sie die Bauelementewerte der vereinfachten Schaltung an.
- Bestimmen Sie einen endlichen Wert für R_6 , für den in R_2 bei geöffnetem und geschlossenem Schalter die gleiche Leistung umgesetzt wird.

Aufgabe 2 (ca. 13 Punkte)

Es sollen LEDs mit der gegebenen Kennlinie an einer realen Quelle laut Schaltbild betrieben werden. Die maximale zulässige Leistung einer LED beträgt 1,44W, die Bauelementwerte sind gegeben mit:

$$I_{q1} = 2\text{A}, I_{q2} = 4,2\text{A}, R_1 = 1\Omega, R_2 = 2\Omega, R_L = 0,5\Omega.$$



- a) Ermitteln Sie die Quellenkennlinie der realen Quelle und tragen Sie diese im Diagramm ein. Bestimmen Sie den Arbeitspunkt für den Betrieb einer einzelnen LED an der realen Quelle. **Hinweis:** Fassen Sie zunächst die Bauteile links von I_{q2} zu einer Ersatzquelle zusammen.

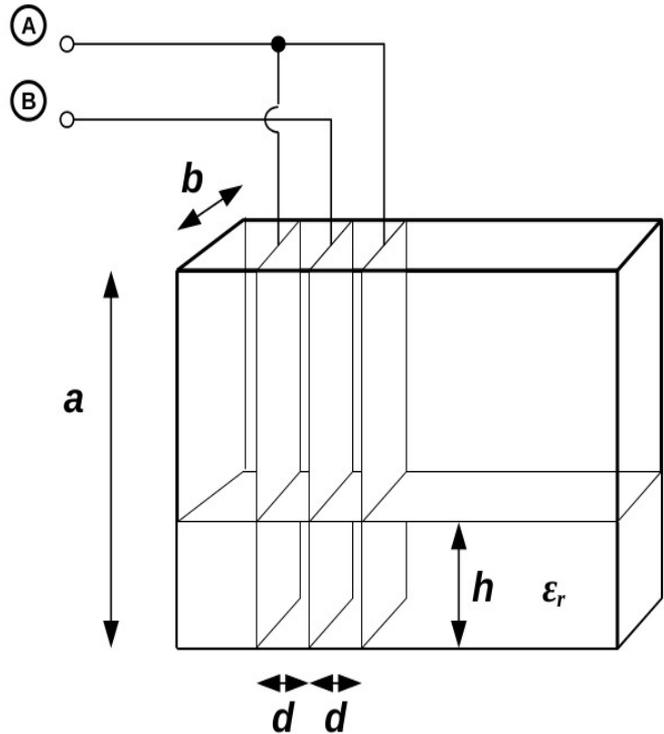
Rechnen Sie ab hier mit einer Ersatzquelle mit Leerlaufspannung $U_{qE} = 5,2\text{V}$ und Innenwiderstand $R_{iE} = 2\Omega$. In Serie zur LED wird nun ein zusätzlicher Ohm'scher Widerstand von 2Ω geschaltet.

- b) Welcher Arbeitspunkt stellt sich nun ein? Welche Leistung wird jeweils in Widerstand und LED umgesetzt?
- c) Bestimmen Sie den absoluten sowie den differentiellen Widerstand der LED im Arbeitspunkt. Ermitteln Sie mit diesen Werten, um wie viel Prozent sich die Leistung der LED ändert, wenn die Leerlaufspannung der Ersatzquelle auf 5V sinkt.
- d) Nun sollen zwei LEDs gleichzeitig betrieben werden. Sind die LEDs an dieser Quelle in Serie oder parallel zu schalten? Wie viele LEDs können maximal gleichzeitig mit einer Leistung von je $1,44\text{W}$ an der Quelle betrieben werden (bei geeignetem Vorwiderstand)? Begründen Sie jeweils!

Aufgabe 3 (ca. 12 Punkte)

Gegeben ist die folgende Anordnung zur Füllstandsmessung. In dem dargestellten Flüssigkeitsbehälter befindet sich die dargestellte planparallele Plattenanordnung. Die Flüssigkeit mit der Dielektrizitätszahl $\epsilon_r = 2,0$ habe die Füllhöhe h .

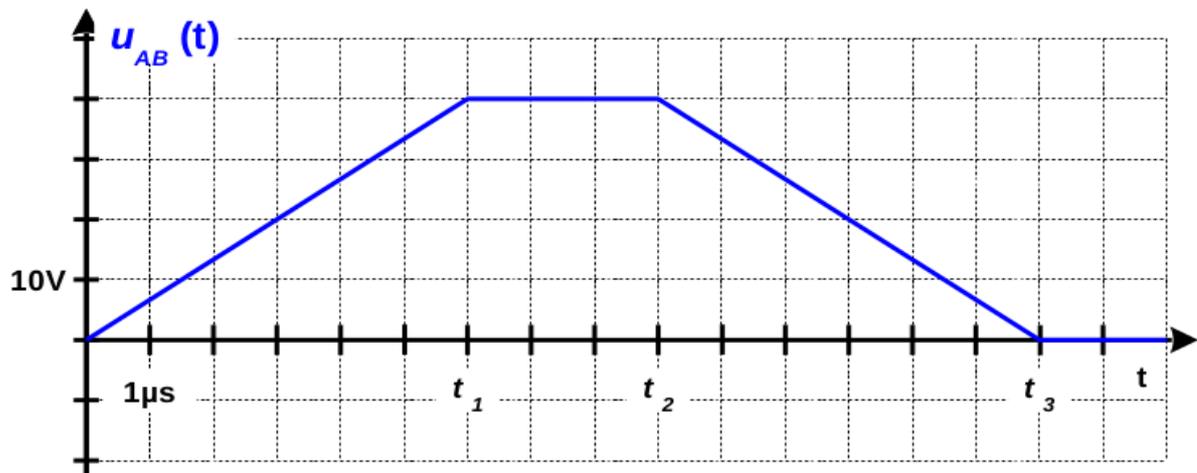
Es gelte: $a = 10\text{cm}$, $b = 5\text{cm}$, $d = 10\text{mm}$



- a) Geben Sie die Formeln für die Kapazität im Luftbereich, sowie im gefüllten Bereich in Abhängigkeit der Füllhöhe h an. Zeichnen Sie damit ein elektrisches Ersatzschaltbild mit konzentrierten Elementen und berechnen Sie dann die Gesamtkapazität für die Füllhöhen $h_1 = 2,5\text{cm}$, $h_2 = 7,5\text{cm}$.

Rechnen Sie ab hier mit einem Wert von $13,3\text{pF}$ für die Gesamtkapazität.

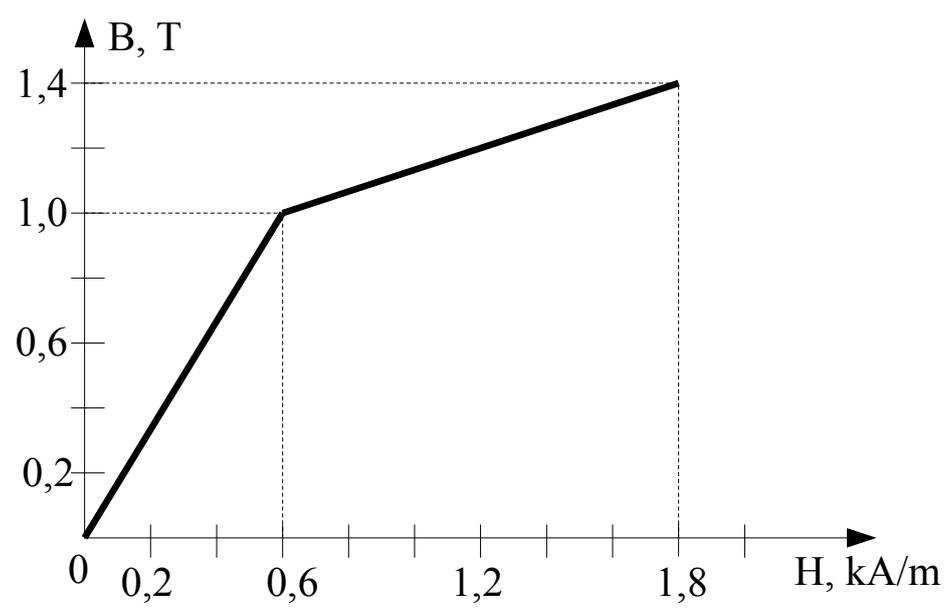
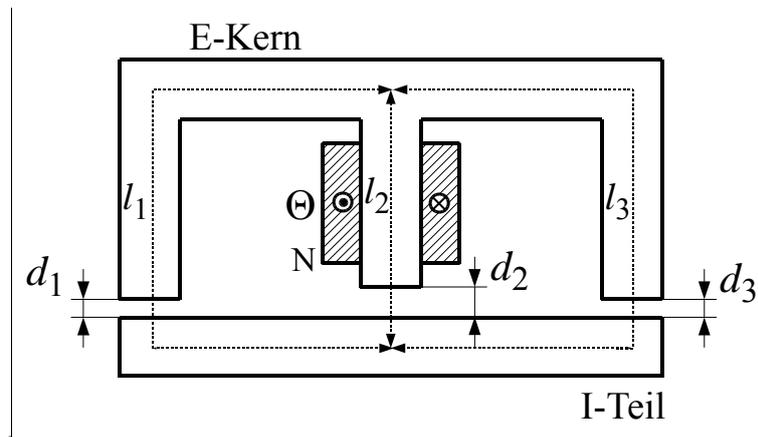
- b) An die Anordnung wird eine zeitveränderliche Spannung $U_{AB}(t)$ gemäß Zeichnung angelegt. Ergänzen Sie das Bild um den zugehörigen Stromverlauf $I_{AB}(t)$ inklusive relevanter Zahlenwerte.



- c) Auf welchen Wert muss der Abstand d verändert werden, damit sich bei $h = 0,5 a$ und Anlegen der Spannung $U_{AB}(t)$ ein maximaler Strom von $I_{AB} = 1\text{mA}$ einstellt? Welche maximale elektrische Feldstärke tritt dann auf?
- d) Welche maximale Leistung wird in diesem Fall der Anordnung zugeführt, wie groß ist die maximale in der Plattenanordnung gespeicherte Energie?
- e) In welchem der beiden Teilbereiche der Plattenanordnung herrscht die größte Energiedichte? Begründen Sie.

Aufgabe 4 (ca. 12 Punkte)

Der E-I Kern aus einem ferromagnetischen Werkstoff hat überall die gleiche Querschnittsfläche $A_{Fe} = A_L = 10\text{cm}^2$. Die vereinfachte Kennlinie dieses Werkstoffs besteht aus zwei stückweise linearen Abschnitten und ist im Diagramm gegeben. Die Luftspalllängen in den Außenschenkeln sind $d_1 = d_3 = 1,5\text{mm}$, die Eisenweglängen $l_1 = l_3 = 25\text{cm}$ und $l_2 = 10\text{cm}$. Die magnetische Streuung ist zu vernachlässigen. Mit der elektrischen Durchflutung $\Theta = 3500\text{A}$ soll im Mittelschenkel eine magnetische Flussdichte $B_2 = 1,2\text{T}$ eingestellt werden. Die Spule hat $N = 300$ Windungen.



- Geben Sie das vollständige magnetische Ersatzschaltbild des Magnetkreises mit allen magnetischen Widerständen, Flüssen und Spannungen an.
- Wie groß ist die Luftspalllänge d_2 im Mittelschenkel zu wählen? ($d_2 \ll l_2$)
- Wie groß ist die Induktivität des magnetischen Kreises im Arbeitspunkt?
- Welche Gesamtkraft wirkt zwischen dem E-Teil und dem I-Teil?
- Vergrößert oder verkleinert sich die magnetische Flussdichte B_2 , wenn der Luftspalt $d_1 = 0\text{mm}$ wird und alle anderen Parameter des magnetischen Kreises unverändert bleiben? Begründen Sie.