

Deckblatt zu einer Klausur am Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik

Modulprüfung																																	
Modulname	Grundgebiete der Elektrotechnik I																																
Datum	11.09.2019																																
Prüfpersonen																																	
1. Prüfperson	Prof. Dr. Martina Gerken																																
ggf. 2. Prüfperson																																	
Kandidat/in																																	
Matrikelnummer																																	
Name, Vorname																																	
Vorleistung <u>vor</u> WS 18/19 berücksichtigt? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein																																	
Erklärung der/des Kandidatin/Kandidaten vor Beginn der Prüfung																																	
<p>Hiermit bestätige ich, dass ich zur Prüfung angemeldet und zugelassen bin und dass ich prüfungsfähig bin.</p> <p>Ich nehme zur Kenntnis, dass der Termin für die Klausureinsicht vom Prüfungsamt ET&IT bekannt gegeben wird, sobald mein vorläufiges Prüfungsergebnis im QIS-Portal veröffentlicht wurde. Nach dem Einsichtnahmetermin kann ich meine endgültige Note im QIS-Portal abfragen. Bis zum Ende der Widerspruchsfrist des zweiten Prüfungszeitraums der CAU kann ich beim Prüfungsausschuss Widerspruch gegen dieses Prüfungsverfahren einlegen. Danach wird meine Note rechtskräftig.</p> <p style="text-align: right;">Unterschrift: _____</p>																																	
Korrektur																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <tr> <th style="width: 15%;">Aufgabe</th> <th style="width: 10%;">1</th> <th style="width: 10%;">2</th> <th style="width: 10%;">3</th> <th style="width: 10%;">4</th> <th style="width: 10%;">5</th> <th style="width: 10%;">6</th> <th style="width: 10%;">Σ</th> </tr> <tr> <td>Punkte</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">22</td> <td style="text-align: center;">18</td> <td style="text-align: center;">14</td> <td style="text-align: center;">16</td> <td style="text-align: center;">100</td> </tr> <tr> <td>erreicht</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 30%;">Übungen (Gewicht 25%)</th> <th style="width: 30%;">Klausur (Gewicht 75%)</th> <th style="width: 20%;">Gesamt %</th> <th style="width: 20%;">Modulnote</th> </tr> <tr> <td style="height: 30px;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Aufgabe	1	2	3	4	5	6	Σ	Punkte	10	20	22	18	14	16	100	erreicht								Übungen (Gewicht 25%)	Klausur (Gewicht 75%)	Gesamt %	Modulnote				
Aufgabe	1	2	3	4	5	6	Σ																										
Punkte	10	20	22	18	14	16	100																										
erreicht																																	
Übungen (Gewicht 25%)	Klausur (Gewicht 75%)	Gesamt %	Modulnote																														
Einsicht / Rückgabe																																	
<p>Hiermit bestätige ich, dass ich die Korrektur der Klausur eingesehen habe und mit der auf diesem Deckblatt vermerkten Note einverstanden bin. Die Klausurunterlagen verbleiben bei mir. Ein späterer Einspruch gegen die Korrektur und Benotung ist nicht mehr möglich.</p> <p>Kiel, den _____ Unterschrift: _____</p>																																	

Name:	Vorname:
-------	----------

Aufgabe 1: Konzepte (10 Punkte)

Erläutern Sie die folgenden Begriffe der Elektrotechnik in ganzen Sätzen. In der Erläuterung dürfen keine Formeln oder Formelzeichen auftauchen!

(a) Stromdichte

(b) Elektrostatisches Feld

(c) Flächenladung

(d) Leerlaufspannung

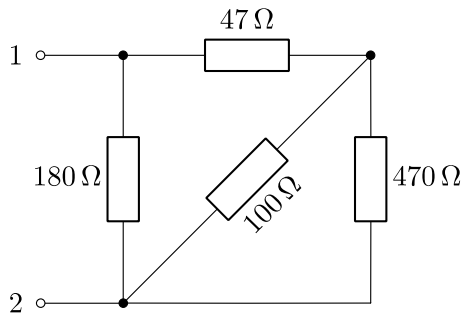
(e) Durchflutung

Name:

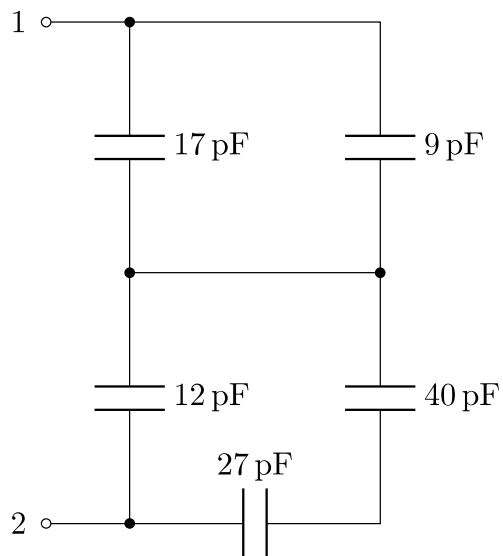
Vorname:

Aufgabe 2: Ersatzzweipole (20 Punkte)

- (a) Berechnen Sie den Ersatzwiderstand für die folgende Schaltung bezüglich der Klemmen 1 und 2.



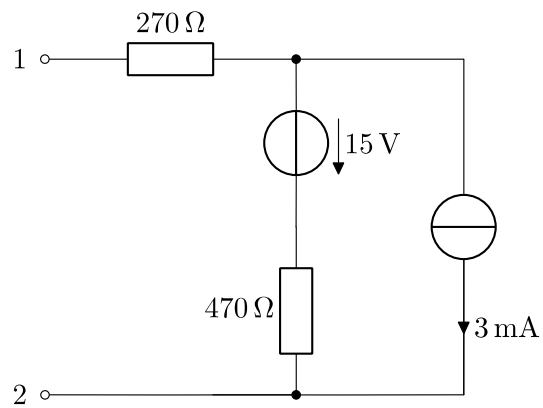
- (b) Berechnen Sie die Ersatzkapazität für die folgende Schaltung bezüglich der Klemmen 1 und 2.



Name:

Vorname:

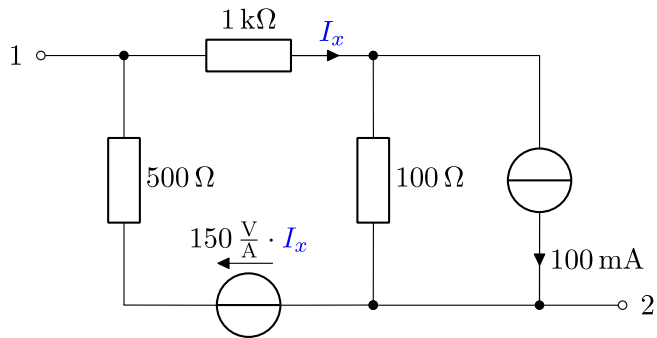
- (c) Berechnen und zeichnen Sie die Ersatzspannungsquelle für die folgende Schaltung bezüglich der Klemmen 1 und 2.



Name:

Vorname:

- (d) Berechnen und zeichnen Sie die Ersatzspannungsquelle für die folgende Schaltung bezüglich der Klemmen 1 und 2.

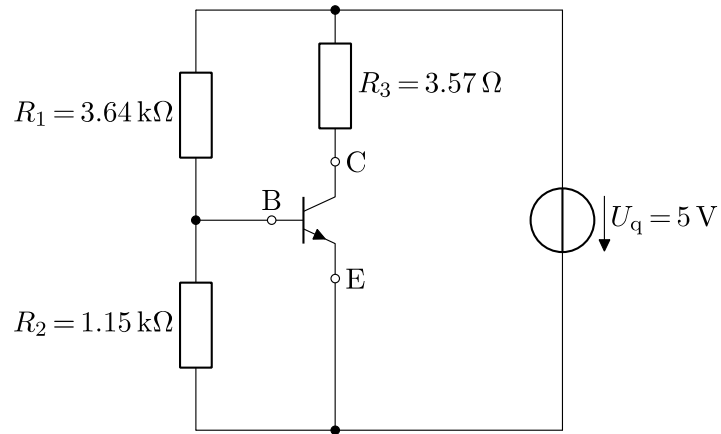


Name:

Vorname:

Aufgabe 3: Transistor (22 Punkte)

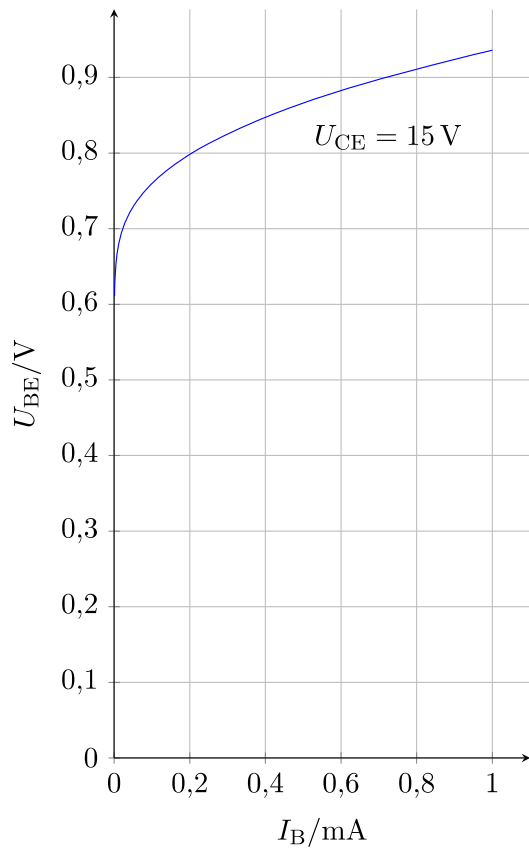
- (a) Bestimmen Sie graphisch den eingangs- und ausgangsseitigen Arbeitspunkt des Transistors BC547C in der folgenden Schaltung. Die Kennlinienfelder des Transistors finden Sie auf der nächsten Seite.



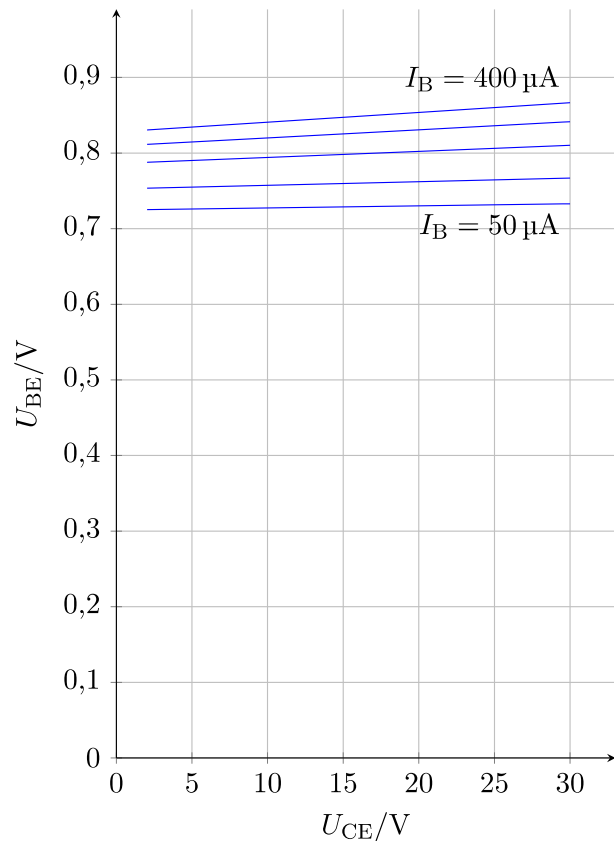
Name:

Vorname:

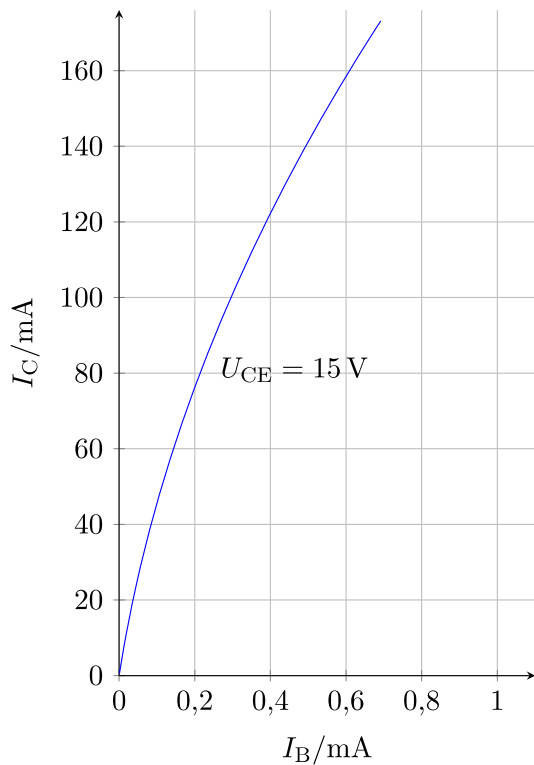
Eingangskennlinie



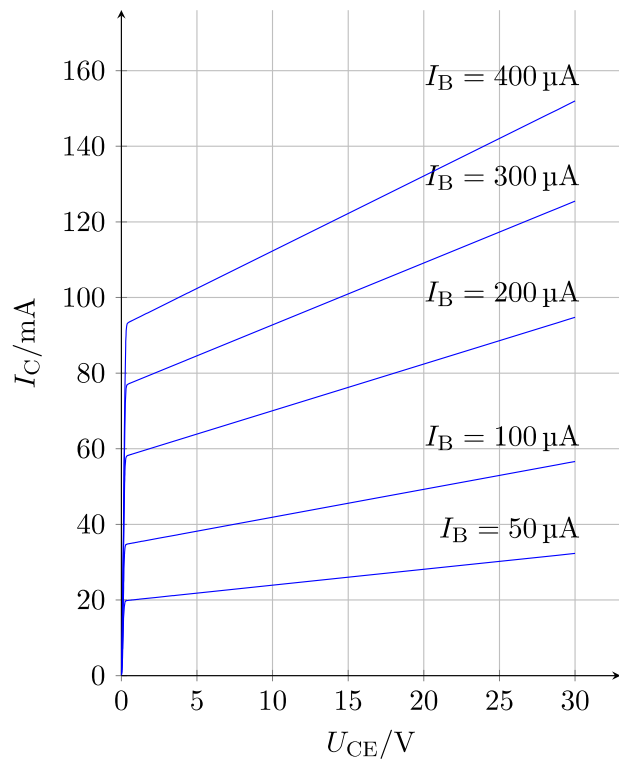
Rückwirkungskennlinienfeld



Stromverstärkungskennlinie



Ausgangskennlinienfeld



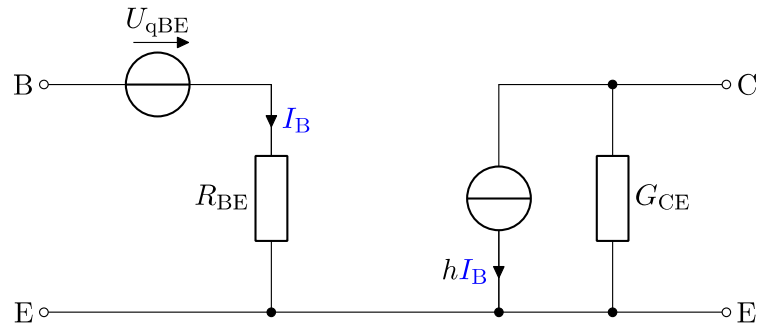
Quelle: http://www.nxp.com/products/bipolar_transistors/general_purpose_bipolar_transistors/general_purpose_transistors/single_transistors_npn/BC847C.html

Name:

Vorname:

- (b) Das Verhalten des Transistors soll im aktiven Bereich durch die unten abgebildete lineare Ersatzschaltung angenähert werden. Bestimmen Sie die Parameter U_{qBE} , R_{BE} , h und G_{CE} der Ersatzschaltung für den in Aufgabenteil (a) bestimmten Arbeitspunkt.

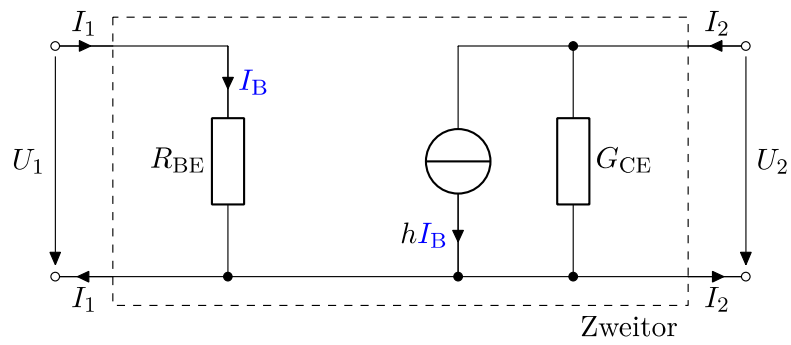
Falls Sie in Aufgabenteil (a) keinen Arbeitspunkt ermitteln konnten, nehmen Sie folgenden Arbeitspunkt an: $U_{BE} = 0.85 \text{ V}$, $I_B = 400 \text{ } \mu\text{A}$, $U_{CE} = 10 \text{ V}$, $I_C = 113 \text{ mA}$.



Name:

Vorname:

- (c) Ohne die Spannungsquelle U_{qBE} kann die lineare Ersatzschaltung aus Aufgabenteil (b) als lineares passives Zweitor betrachtet werden. Berechnen Sie die Zweitormatrizen A und Y des unten abgebildeten Zweitors. Die Umrechnungstabelle finden Sie auf der nächsten Seite.



Name:

Vorname:

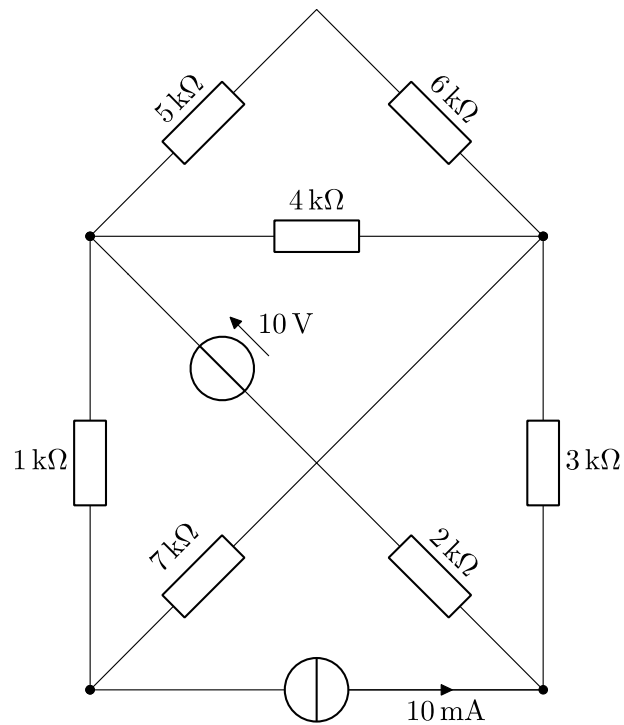
	Z		Y		A		H		K	
Z	Z_{11}	Z_{12}	$\frac{Y_{22}}{\det \mathbf{Y}}$	$-\frac{Y_{12}}{\det \mathbf{Y}}$	$\frac{A_{11}}{A_{21}}$	$\frac{\det \mathbf{A}}{A_{21}}$	$\frac{\det \mathbf{H}}{H_{22}}$	$\frac{H_{12}}{H_{22}}$	$\frac{1}{K_{11}}$	$-\frac{K_{12}}{K_{11}}$
	Z_{21}	Z_{22}	$-\frac{Y_{21}}{\det \mathbf{Y}}$	$\frac{Y_{11}}{\det \mathbf{Y}}$	$\frac{1}{A_{21}}$	$\frac{A_{22}}{A_{21}}$	$-\frac{H_{21}}{H_{22}}$	$\frac{1}{H_{22}}$	$\frac{K_{21}}{K_{11}}$	$\frac{\det \mathbf{K}}{K_{11}}$
Y	$\frac{Z_{22}}{\det \mathbf{Z}}$	$-\frac{Z_{12}}{\det \mathbf{Z}}$	Y_{11}	Y_{12}	$\frac{A_{22}}{A_{12}}$	$-\frac{\det \mathbf{A}}{A_{12}}$	$\frac{1}{H_{11}}$	$-\frac{H_{12}}{H_{11}}$	$\frac{\det \mathbf{K}}{K_{22}}$	$\frac{K_{12}}{K_{22}}$
	$-\frac{Z_{21}}{\det \mathbf{Z}}$	$\frac{Z_{11}}{\det \mathbf{Z}}$	Y_{21}	Y_{22}	$-\frac{1}{A_{12}}$	$\frac{A_{11}}{A_{12}}$	$\frac{H_{21}}{H_{11}}$	$\frac{\det \mathbf{H}}{H_{11}}$	$-\frac{K_{21}}{K_{22}}$	$\frac{1}{K_{22}}$
A	$\frac{Z_{11}}{Z_{21}}$	$\frac{\det \mathbf{Z}}{Z_{21}}$	$-\frac{Y_{22}}{Y_{21}}$	$-\frac{1}{Y_{21}}$	A_{11}	A_{12}	$-\frac{\det \mathbf{H}}{H_{21}}$	$-\frac{H_{11}}{H_{21}}$	$\frac{1}{K_{21}}$	$\frac{K_{22}}{K_{21}}$
	$\frac{1}{Z_{21}}$	$\frac{Z_{22}}{Z_{21}}$	$-\frac{\det \mathbf{Y}}{Y_{21}}$	$-\frac{Y_{11}}{Y_{21}}$	A_{21}	A_{22}	$-\frac{H_{22}}{H_{21}}$	$-\frac{1}{H_{21}}$	$\frac{K_{11}}{K_{21}}$	$\frac{\det \mathbf{K}}{K_{21}}$
H	$\frac{\det \mathbf{Z}}{Z_{22}}$	$\frac{Z_{12}}{Z_{22}}$	$\frac{1}{Y_{11}}$	$-\frac{Y_{12}}{Y_{11}}$	$\frac{A_{12}}{A_{22}}$	$\frac{\det \mathbf{A}}{A_{22}}$	H_{11}	H_{12}	$\frac{K_{22}}{\det \mathbf{K}}$	$-\frac{K_{12}}{\det \mathbf{K}}$
	$-\frac{Z_{21}}{Z_{22}}$	$\frac{1}{Z_{22}}$	$\frac{Y_{21}}{Y_{11}}$	$\frac{\det \mathbf{Y}}{Y_{11}}$	$-\frac{1}{A_{22}}$	$\frac{A_{21}}{A_{22}}$	H_{21}	H_{22}	$-\frac{K_{21}}{\det \mathbf{K}}$	$\frac{K_{11}}{\det \mathbf{K}}$
K	$\frac{1}{Z_{11}}$	$-\frac{Z_{12}}{Z_{11}}$	$\frac{\det \mathbf{Y}}{Y_{22}}$	$\frac{Y_{12}}{Y_{22}}$	$\frac{A_{21}}{A_{11}}$	$-\frac{\det \mathbf{A}}{A_{11}}$	$\frac{H_{22}}{\det \mathbf{H}}$	$-\frac{H_{12}}{\det \mathbf{H}}$	K_{11}	K_{12}
	$\frac{Z_{21}}{Z_{11}}$	$\frac{\det \mathbf{Z}}{Z_{11}}$	$-\frac{Y_{21}}{Y_{22}}$	$\frac{1}{Y_{22}}$	$\frac{1}{A_{11}}$	$\frac{A_{12}}{A_{11}}$	$-\frac{H_{21}}{\det \mathbf{H}}$	$\frac{H_{11}}{\det \mathbf{H}}$	K_{21}	K_{22}

Name:

Vorname:

Aufgabe 4: Netzwerkanalyse (18 Punkte)

Gegeben sei die folgende Schaltung, die in den folgenden Aufgabenteilen systematisch analysiert werden soll. Verwenden Sie in der ganzen Aufgabe eine sinnvolle und einheitliche Notation! Die von Ihnen aufgestellten Gleichungen müssen am Ende in sich konsistent und dazu geeignet sein, das Netzwerk eindeutig zu lösen.



- (a) Nummerieren und beschriften Sie Knoten und Zweige. Kennzeichnen und beschriften Sie die Zweigströme und Zweigspannungen in der Schaltung. Stellen Sie die linear unabhängigen Zweiggleichungen auf.

Name:	Vorname:
-------	----------

(b) Stellen Sie ein System linear unabhängiger Knotengleichungen auf.

(c) Zeichnen Sie den Graphen der Schaltung inklusive Ihrer Zweignummerierung und der Pfeile für den Bezugssinn. Markieren Sie einen vollständigen Baum in dem Graphen. Zeichnen Sie die sich für Ihren Baum ergebenden linear unabhängigen Maschen in den Graphen ein und stellen Sie die dazugehörigen linear unabhängigen Maschengleichungen auf.

(d) Geben Sie jeweils die Anzahl für Ihr resultierendes Gleichungssystem an.

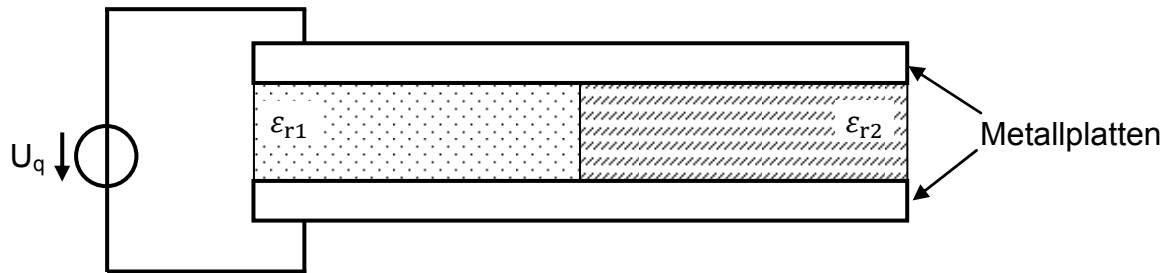
- Anzahl an unbekanntem Zweigströmen und Zweigspannungen:
- Anzahl an linear unabhängigen Zweigggleichungen aus (a):
- Anzahl an linear unabhängigen Knotengleichungen aus (b):
- Anzahl an linear unabhängigen Maschengleichungen aus (c):

Name:

Vorname:

Aufgabe 5: Kondensatoren (14 Punkte)

- (a) Gegeben sei folgender an eine Spannungsquelle angeschlossener Plattenkondensator. Der Plattenkondensator sei jeweils zur Hälfte gefüllt mit einem Dielektrikum mit $\epsilon_{r1} = 2$ und einem Dielektrikum mit $\epsilon_{r2} = 6$. Zeichnen Sie qualitativ Flächenladungen, E -Feldlinien und D -Feldlinien im Inneren des Plattenkondensators in die Skizze ein. Randeffekte können vernachlässigt werden.



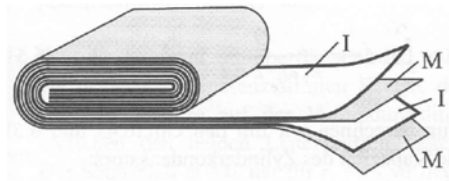
- (b) Berechnen Sie die Kapazität des in (a) abgebildeten Kondensators für eine Plattenfläche von 1 mm^2 und einen Plattenabstand von $30 \text{ }\mu\text{m}$. Randeffekte können vernachlässigt werden.

Name:

Vorname:

- (c) Ist die Kapazität des Kondensators bei Berücksichtigung der Randeffekte größer oder kleiner? Begründen Sie!

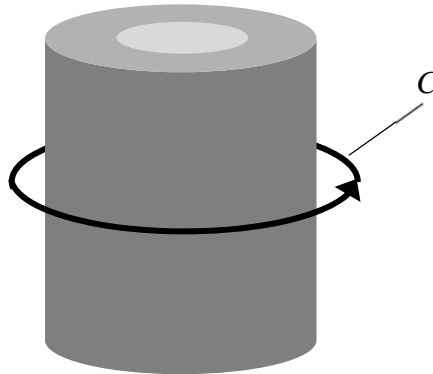
- (d) Gegeben sei nun ein Wickelkondensator bestehend aus zwei Metallfolien M von je 2 m Länge und 5 mm Breite und zwei Isolierstofffolien I derselben Größe, die wie schematisch abgebildet aufgewickelt sind. Die Isolierstofffolien sind $30\ \mu\text{m}$ dicke, paraffinierte Papierstreifen mit der Permittivitätszahl 2.2. Berechnen Sie die Kapazität dieses Wickelkondensators bei Vernachlässigung von Randeffekten.



Name:	Vorname:
-------	----------

Aufgabe 6: Magnetfeld (16 Punkte)

Gegeben sei der unten gezeigte leitfähige Zylinder mit einer Höhe von 5 cm und einem Durchmesser von 3,5 cm, der aus zwei leitfähigen Materialien geschichtet ist. Das innere zylinderförmige Volumen hat einen Radius von 0,8 cm und eine Leitfähigkeit von $0,3 \frac{\text{m}}{\Omega \text{ mm}^2}$. Der äußere Zylinderbereich hat eine Leitfähigkeit von $0,9 \frac{\text{m}}{\Omega \text{ mm}^2}$. Die untere Zylinderfläche ist mit einer hochleitfähigen Elektrode flächig beschichtet und geerdet. Die obere Zylinderfläche sei ebenfalls mit einer flächigen hochleitfähigen Elektrode versehen und habe ein Potential von 5 V gegenüber der unteren Elektrode.



- (a) Führen Sie ein Koordinatensystem ein und bestimmen Sie den magnetischen Feldstärkevektor \vec{H} innerhalb und außerhalb des zylinderförmigen Leiters in der Ebene der Kurve C .

Name:	Vorname:
-------	----------

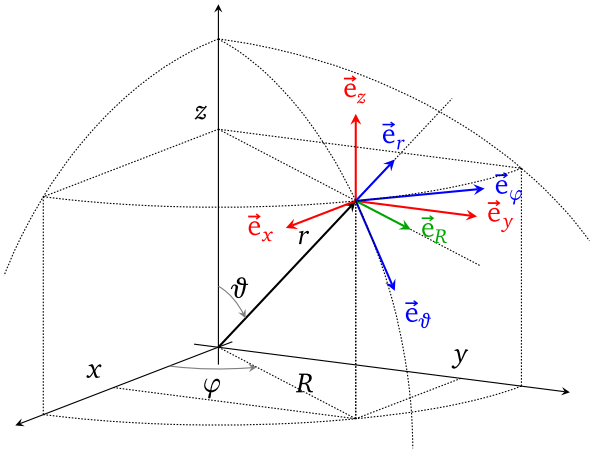
(b) Zeichnen Sie den Betrag des magnetischen Feldstärkevektors als Funktion des Abstands zur Mittelachse des leitfähigen Zylinders.

(c) Welche der folgenden Aussagen ist/sind korrekt?

- Der magnetische Feldstärkevektor auf der Kurve C ...
- | | | | | |
|---|---------|--------------------------|--------------------------|--------|
| entspricht im Richtungssinn der Kurve C | richtig | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | falsch |
| steht senkrecht auf der Kurve C | richtig | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | falsch |
| ist weder entlang der Kurve noch senkrecht dazu | richtig | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | falsch |
| hat einen ortsabhängigen Betrag | richtig | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | falsch |

Bewertung: Alle Antworten korrekt: 4 Punkte. Drei Antworten korrekt: 2 Punkte. Sonst: 0 Punkte. (Kprim)

Definition der Koordinatensysteme



Umrechnungen

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \Phi_{Zy}(R, \varphi, z) = \begin{pmatrix} R \cos \varphi \\ R \sin \varphi \\ z \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \Phi_{Ku}(r, \vartheta, \varphi) = \begin{pmatrix} r \sin \vartheta \cos \varphi \\ r \sin \vartheta \sin \varphi \\ r \cos \vartheta \end{pmatrix}$$

$$R = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\vartheta = \arccos(z/r)$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \quad \varphi = \begin{cases} + \arccos(x/R) & y \geq 0 \\ - \arccos(x/R) & y < 0 \end{cases}$$

Kartesische Koordinaten

Zylinderkoordinaten

Kugelkoordinaten

Einheitsvektoren

$$\vec{e}_x = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\vec{e}_R = \begin{pmatrix} \cos \varphi \\ \sin \varphi \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x/R \\ y/R \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\vec{e}_r = \begin{pmatrix} \sin \vartheta \cos \varphi \\ \sin \vartheta \sin \varphi \\ \cos \vartheta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x/r \\ y/r \\ z/r \end{pmatrix}$$

$$\vec{e}_y = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\vec{e}_\varphi = \begin{pmatrix} -\sin \varphi \\ +\cos \varphi \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -y/R \\ +x/R \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\vec{e}_\vartheta = \begin{pmatrix} \cos \vartheta \cos \varphi \\ \cos \vartheta \sin \varphi \\ -\sin \vartheta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} z/r \cdot x/R \\ z/r \cdot y/R \\ -R/r \end{pmatrix}$$

$$\vec{e}_z = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\vec{e}_z = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\vec{e}_\varphi = \begin{pmatrix} -\sin \varphi \\ +\cos \varphi \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -y/R \\ +x/R \\ 0 \end{pmatrix}$$

Kurven-, Flächen- und Volumenelemente

$$\begin{aligned} d\vec{s}_x &= \vec{e}_x dx \\ d\vec{s}_y &= \vec{e}_y dy \\ d\vec{s}_z &= \vec{e}_z dz \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d\vec{s}_R &= \vec{e}_R dR \\ d\vec{s}_\varphi &= \vec{e}_\varphi R d\varphi \\ d\vec{s}_z &= \vec{e}_z dz \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d\vec{s}_r &= \vec{e}_r dr \\ d\vec{s}_\vartheta &= \vec{e}_\vartheta r d\vartheta \\ d\vec{s}_\varphi &= \vec{e}_\varphi r \sin \vartheta d\varphi \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d\vec{A}_x &= \vec{e}_x dy dz \\ d\vec{A}_y &= \vec{e}_y dz dx \\ d\vec{A}_z &= \vec{e}_z dx dy \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d\vec{A}_R &= \vec{e}_R R d\varphi dz \\ d\vec{A}_\varphi &= \vec{e}_\varphi dz dR \\ d\vec{A}_z &= \vec{e}_z R d\varphi dR \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d\vec{A}_r &= \vec{e}_r r^2 \sin \vartheta d\vartheta d\varphi \\ d\vec{A}_\vartheta &= \vec{e}_\vartheta r \sin \vartheta d\varphi dr \\ d\vec{A}_\varphi &= \vec{e}_\varphi r dr d\vartheta \end{aligned}$$

$$dV = dx dy dz$$

$$dV = R dR d\varphi dz$$

$$dV = r^2 \sin \vartheta dr d\vartheta d\varphi$$

Gradient

$$\text{grad } \phi(x, y, z) = \vec{e}_x \frac{\partial \phi}{\partial x} + \vec{e}_y \frac{\partial \phi}{\partial y} + \vec{e}_z \frac{\partial \phi}{\partial z}$$

$$\text{grad } \phi(R, \varphi, z) = \vec{e}_R \frac{\partial \phi}{\partial R} + \vec{e}_\varphi \frac{1}{R} \frac{\partial \phi}{\partial \varphi} + \vec{e}_z \frac{\partial \phi}{\partial z}$$

$$\text{grad } \phi(r, \vartheta, \varphi) = \vec{e}_r \frac{\partial \phi}{\partial r} + \vec{e}_\vartheta \frac{1}{r} \frac{\partial \phi}{\partial \vartheta} + \vec{e}_\varphi \frac{1}{r \sin \vartheta} \frac{\partial \phi}{\partial \varphi}$$