

Klausur im Modul Grundgebiete der Elektrotechnik I

am 14.09.2011, 9:00 – 10:30 Uhr

Name:	Vorname:	Matr.Nr.:
-------	----------	-----------

E-Mail-Adresse:

Studiengang:

Prüfungsdauer: 90 Minuten

- Zur Prüfung sind folgende Hilfsmittel zugelassen: Schreibgerät, Geodreieck/Lineal, nicht programmierbarer Taschenrechner sowie ein DIN A4-Blatt Formelsammlung (beidseitig selbst **handschriftlich** beschrieben, nicht kopiert). Die Verwendung von eigenem Papier ist nicht gestattet.
- Tragen Sie Name und Vorname auf dem Deckblatt und auch auf **jedem** Aufgabenblatt ein.
- Prüfen Sie die Anzahl der Aufgabenblätter (6 Aufgaben / 17 Seiten) auf Vollständigkeit.
- Die Aufgabenblätter sollen zusammengeheftet bleiben. Die Lösungswege und Lösungen zu den Aufgaben sind in die dafür vorgesehenen Zwischenräume einzutragen. Falls Sie mehr Platz benötigen, verwenden Sie die linken leeren Seiten.
- Bei Abgabe: Bleiben Sie bitte an Ihrem Platz. Die bearbeiteten Aufgabenblätter werden bei Ihnen abgeholt.
- Bitte nichts in die folgenden Tabellen eintragen! Diese werden von uns ausgefüllt.

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	Σ
Punkte	12	22	16	18	18	14	100
erreicht							

Übungen (Gewicht 25%)	Klausur (Gewicht 75%)	Gesamt %	Modulnote

Auszufüllen bei der Klausureinsicht:

Klausur eingesehen _____ Datum _____ Unterschrift _____

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

Aufgabe 1: Konzepte und Qucs (12 Punkte)

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

(a) Elektrisches Potenzial

(b) Lineare Quelle

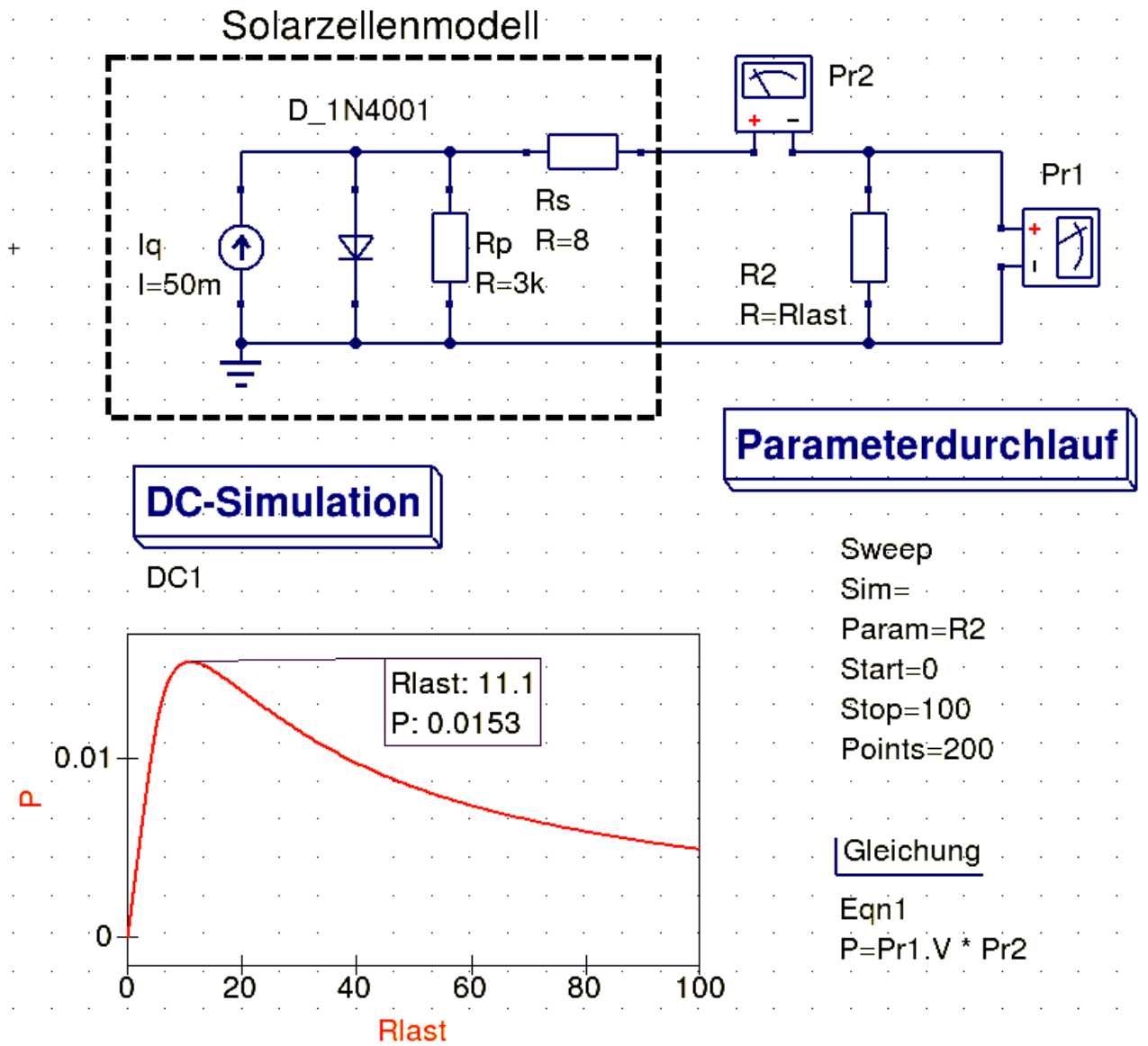
(c) Elektrostatisches Feld

Name:

Vorname:

- (d) Leistungsanpassung an einer Solarzelle: Folgende Simulation dient der Ermittlung desjenigen Lastwiderstandes an einem Solarzellenmodell, für den Leistungsanpassung vorliegt. Hierfür wird der Widerstandswert des Lastwiderstandes mit Hilfe eines Parameterdurchlaufs variiert und die Leistung an diesem bestimmt und ausgewertet.

Leider läuft die Simulation nicht fehlerfrei. Finden Sie die 4 enthaltenen Fehler und korrigieren / ergänzen Sie den QUCS-Schaltplan: (Tipp: Die Schaltung des Solarzellenmodells enthält keine Fehler)

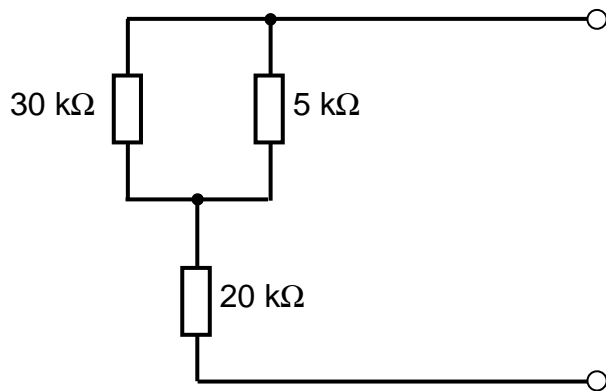


Name:

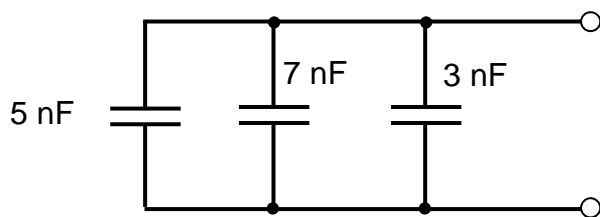
Vorname:

Aufgabe 2: Ersatzzweipole (22 Punkte)

(a) Berechnen Sie den Ersatzwiderstand für folgende Schaltung.



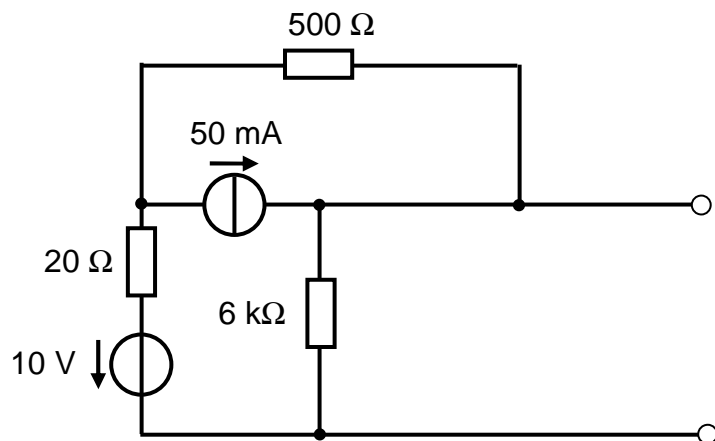
(b) Berechnen Sie die Ersatzkapazität für folgende Schaltung.



Name:

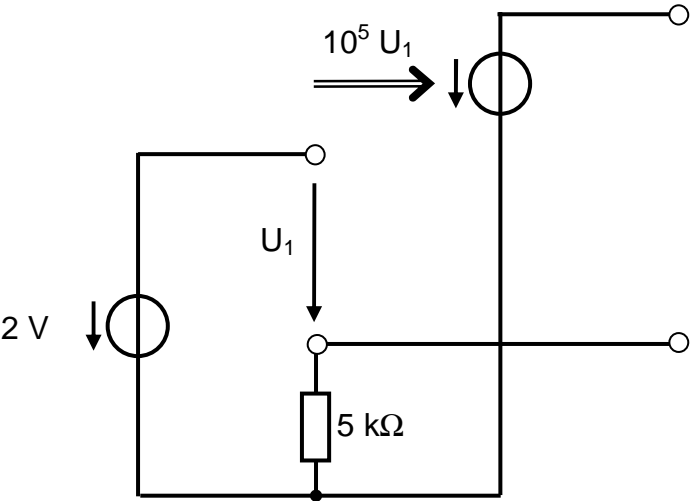
Vorname:

(c) Berechnen und zeichnen Sie die Ersatzspannungsquelle und die Ersatzstromquelle für folgende Schaltung.



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

(d) Berechnen und zeichnen Sie die Ersatzspannungquelle und die Ersatzstromquelle bezüglich der beiden Klemmen auf der rechten Seite für folgende Schaltung.

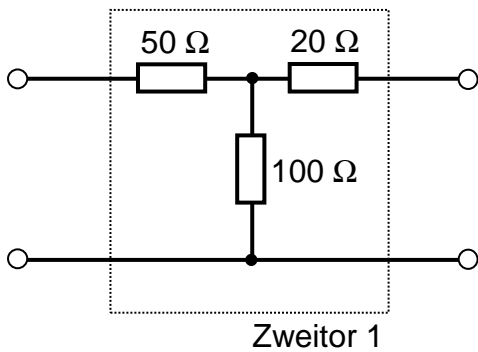


Name:

Vorname:

Aufgabe 3: Zweitor (16 Punkte)

Gegeben sei das folgende Zweitor 1.



(a) Berechnen Sie die Widerstandsmatrix \mathbf{Z} und die Kettenmatrix \mathbf{A} für das Zweitor 1. Eine Tabelle zur Umwandlung von Zweitorparametern ist auf der nächsten Seite gegeben.

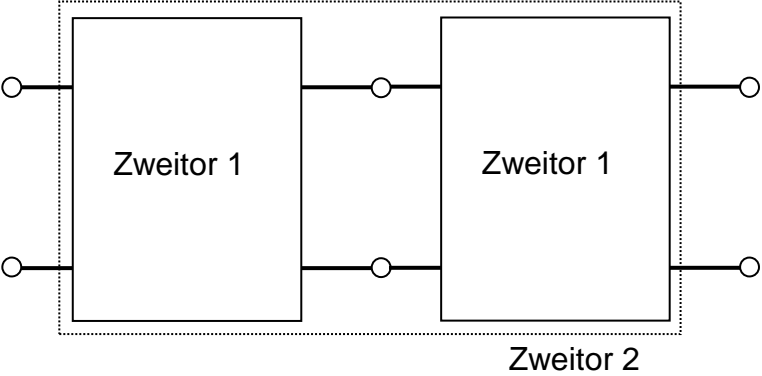
Name:	Vorname:
-------	----------

Tabelle 4.1 Umwandlung der Zweitorparameter

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

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

(b) Berechnen Sie die Kettenmatrix A_{ges} für das Zweitor 2, das aus der Kettenschaltung von zwei Zweitor 1 besteht.

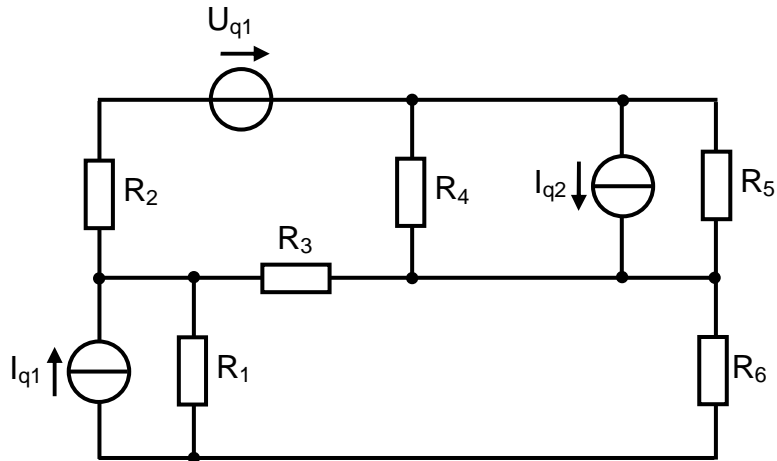


Name:

Vorname:

Aufgabe 4: Netzwerkanalyse (18 Punkte)

Gegeben sei die folgende Schaltung. Es sollen die linear unabhängigen Zweig-, Knoten- und Maschengleichungen aufgestellt werden, die zur Bestimmung sämtlicher Zweigströme und Zweigspannungen notwendig sind.



(a) Beschriften Sie die Zweigströme und Zweigspannungen in der Schaltung. Stellen Sie die linear unabhängigen Zweiggleichungen auf.

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

(b) Markieren Sie die Knoten in der Schaltung und stellen Sie die linear unabhängigen Knotengleichungen auf.

(c) Zeichnen Sie den Graph der Schaltung inklusive der Pfeile für den Bezugssinn. Markieren Sie einen vollständigen Baum in dem Graph. Stellen Sie die linear unabhängigen Maschengleichungen auf und zeichnen Sie die dazugehörigen Maschenumläufe in den Graph ein.

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

Anzahl an unbekanntem Zweigströmen und Zweigspannungen:

Anzahl an linear unabhängigen Zweiggleichungen aus (a):

Anzahl an linear unabhängigen Knotengleichungen aus (b):

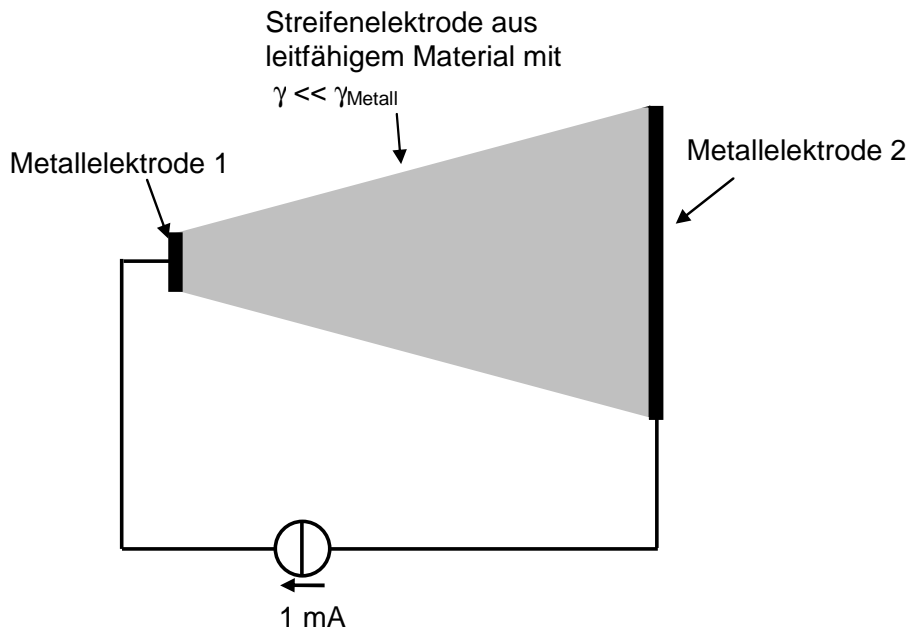
Anzahl an linear unabhängigen Maschengleichungen aus (c):

Name:

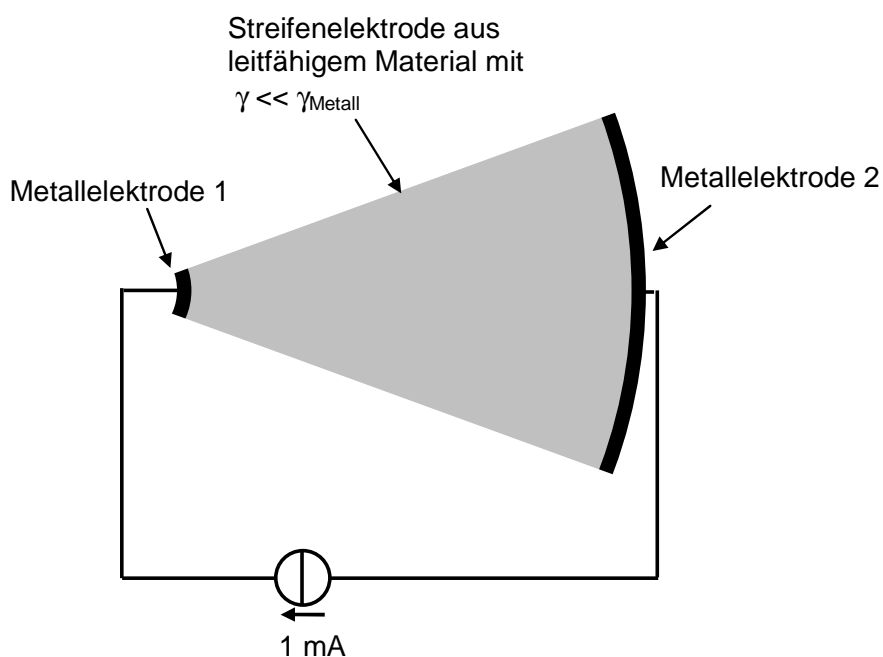
Vorname:

Aufgabe 5: Elektrisches Strömungsfeld (18 Punkte)

(a) Gegeben sei eine Streifenelektrode aus einem leitfähigen Material auf einem isolierenden Substrat. Die Höhe der Streifenelektrode betrage überall $1\ \mu\text{m}$. Wie in der Skizze gezeigt sei die Streifenelektrode über zwei Metallelektroden an eine Stromquelle angeschlossen. Die Leitfähigkeit der Streifenelektrode sei wesentlich geringer als diejenige der Metallelektroden. Zeichnen Sie qualitativ fünf Stromdichtefeldlinien und fünf Äquipotenziallinien im leitfähigen Material in die Skizze ein.



(b) Nun werde eine andere Streifenelektrodengeometrie aus demselben leitfähigen Material auf einem isolierenden Substrat betrachtet. Die Höhe der Streifenelektrode betrage überall $1\ \mu\text{m}$. Zeichnen Sie qualitativ fünf Stromdichtefeldlinien und fünf Äquipotenziallinien im leitfähigen Material in die Skizze ein.



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

(c) Für die Streifenelektrode in (b) soll nun die elektrische Feldstärke als eine Funktion der Position in der Streifenelektrode berechnet werden. Wählen Sie dazu ein geeignetes Koordinatensystem und zeichnen Sie dieses in die Skizze in (b) mit ein. Das leitfähige Material habe in der Bildebene die Form eines Kreisringsegments von 40° . Die linke Elektrode sei $10\ \mu\text{m}$ vom Kreismittelpunkt entfernt und die rechte Elektrode sei $80\ \mu\text{m}$ vom Kreismittelpunkt entfernt. Die Leitfähigkeit der Streifenelektrode betrage $20\ \text{S/m}$ und sei damit wesentlich geringer als diejenige der Metallelektroden.

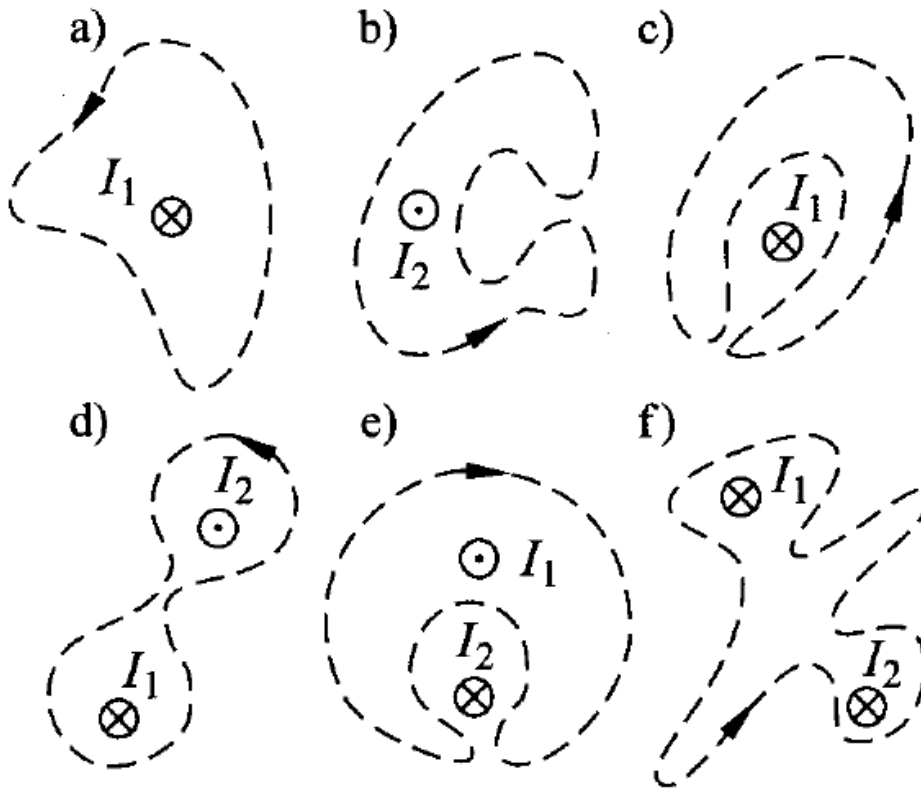
Name:	Vorname:
-------	----------

(d) Berechnen Sie die über der Streifenelektrode abfallende Spannung sowie den Widerstand der Streifenelektrode für die Geometrie in (b).

(e) Wie groß ist die Stromstärke durch die Streifenelektrode in (b) bei Angelegen einer Spannung von 1 V zwischen den Metallelektroden?

Aufgabe 6: Magnetische Umlaufspannung (14 Punkte)

a) Der Ausdruck $\oint \vec{H} \cdot d\vec{s}$ wird als magnetische Umlaufspannung bezeichnet. Tragen Sie die Werte der magnetische Umlaufspannung für die gezeigten Integrationswege in die Tabelle unten ein. Es gelte $I_1 = 5 \text{ A}$ und $I_2 = 3 \text{ A}$.



	Magnetische Umlaufspannung $\oint \vec{H} \cdot d\vec{s}$
a)	
b)	
c)	
d)	
e)	
f)	

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

b) Ein langer, gerader, zylindrischer Leiter mit einer Querschnittsfläche von $2,5 \text{ mm}^2$ in Luft werde von einem Gleichstrom $I = 30 \text{ A}$ durchflossen. Berechnen und zeichnen Sie die magnetische Feldstärke als eine Funktion des Abstandes von der Leiterachse im Leiterinneren sowie im Außenraum.

Der Zusammenhang zwischen kartesischen, Kreiszyylinder- und Kugelkoordinaten

Kartesische Koordinaten	Zylinderkoordinaten	Kugelkoordinaten	
x	$R \cos \varphi$	$r \sin \vartheta \cos \varphi$	
y	$R \sin \varphi$	$r \sin \vartheta \sin \varphi$	
z	z	$r \cos \vartheta$	
$\sqrt{x^2 + y^2}$	R	$r \sin \vartheta$	
$\arctan \frac{y}{x}$	φ	φ	
z	z	$r \cos \vartheta$	
$\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$	$\sqrt{R^2 + z^2}$	r	
$\arctan \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{z}$	$\arctan \frac{R}{z}$	ϑ	
$\arctan \frac{y}{x}$	φ	φ	

Linien-, Flächen- und Volumenelemente in den verschiedenen Koordinatensystemen

	Kartesische Koordinaten	Zylinderkoordinaten	Kugelkoordinaten
$d\vec{s}$	$\vec{e}_x dx + \vec{e}_y dy + \vec{e}_z dz$	$\vec{e}_R dR + \vec{e}_\varphi R d\varphi + \vec{e}_z dz$	$\vec{e}_r dr + \vec{e}_\vartheta r d\vartheta + \vec{e}_\varphi r \sin \vartheta d\varphi$
$d\vec{f}$	$\vec{e}_x df_x + \vec{e}_y df_y + \vec{e}_z df_z$ $df_x = dy dz$ $df_y = dx dz$ $df_z = dx dy$	$\vec{e}_R df_R + \vec{e}_\varphi df_\varphi + \vec{e}_z df_z$ $df_R = R d\varphi dz$ $df_\varphi = dR dz$ $df_z = R dR d\varphi$	$\vec{e}_r df_r + \vec{e}_\vartheta df_\vartheta + \vec{e}_\varphi df_\varphi$ $df_r = r^2 \sin \vartheta d\vartheta d\varphi$ $df_\vartheta = r \sin \vartheta dr d\varphi$ $df_\varphi = r dr d\vartheta$
dv	$dx dy dz$	$R dR d\varphi dz$	$r^2 \sin \vartheta dr d\vartheta d\varphi$
$\text{grad } \Phi$	$\vec{e}_x \frac{\partial \Phi}{\partial x} + \vec{e}_y \frac{\partial \Phi}{\partial y} + \vec{e}_z \frac{\partial \Phi}{\partial z}$	$\vec{e}_R \frac{\partial \Phi}{\partial R} + \vec{e}_\varphi \frac{1}{R} \frac{\partial \Phi}{\partial \varphi} + \vec{e}_z \frac{\partial \Phi}{\partial z}$	$\vec{e}_r \frac{\partial \Phi}{\partial r} + \vec{e}_\vartheta \frac{1}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial \vartheta} + \vec{e}_\varphi \frac{1}{r \sin \vartheta} \frac{\partial \Phi}{\partial \varphi}$