

Bearbeitungszeit: 120 Minuten
7 Aufgaben

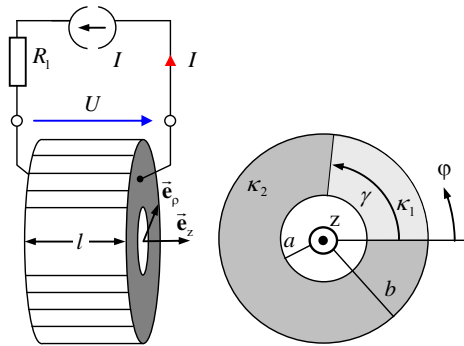
(100 Punkte)

Bei allen Aufgaben werden, wenn nicht anders angegeben, idealisierte Verhältnisse vorausgesetzt. Das heißt, Randeffekte und Streufelder können vernachlässigt werden, Materialabhängigkeiten können linear angenommen werden.

Angabenblatt bitte mit Namen und Matrikelnummer versehen abgeben.

Aufgabe 1:

(14 Punkte)



Gegeben sei ein dickwandiger Hohlzylinder mit der Länge l , der konzentrisch in einem Zylinderkoordinatensystem angebracht ist. Er besteht wie im Bild gezeigt im Bereich 1 ($a < \rho \leq b$, $0 < \varphi \leq \gamma$) aus einem Material mit Leitfähigkeit κ_1 und im Bereich 2 ($a < \rho \leq b$, $\gamma < \varphi \leq 2\pi$) aus einem Material der Leitfähigkeit κ_2 . Die Stirnflächen sind komplett mit ideal leitfähigen Elektroden versehen. Der Hohlzylinder ist in Reihe zu einem Widerstand R_1 geschaltet und wird

von einer Stromquelle I versorgt. Aus Symmetriegründen besitzt das elektrische Feld im Inneren nur eine z -gerichtete Komponente $\vec{E} = \vec{e}_z E_0$.

- Nehmen Sie zunächst E_0 als bekannt an und geben Sie die Stromdichten im Bereich 1 und im Bereich 2 an. (2 Punkte)
- Berechnen Sie die im Bereich 1 und im Bereich 2 fließenden Gesamtströme I_1 und I_2 in Abhängigkeit der Größen E_0 , κ_1 , κ_2 , a , b und γ . Geben Sie den Summenstrom $I = I_1 + I_2$ an. (4 Punkte)
- Ermitteln Sie nun die elektrische Feldstärke in Abhängigkeit von I sowie den geometrischen Daten. (1 Punkt)
- Bestimmen Sie die Spannung U , die am Hohlzylinder abfällt. (2 Punkte)
- Welche Leistung wird im Hohlzylinder in Wärme umgesetzt? (2 Punkte)
- Welche Leistung gibt die Stromquelle ab, wenn der Hohlraum in Inneren mit einem Material der Leitfähigkeit $\kappa_3 \rightarrow \infty$ gefüllt wird? (3 Punkte)

Aufgabe 2:

(16 Punkte)

Gegeben sei die im Bild 2 dargestellte Transistorschaltung.

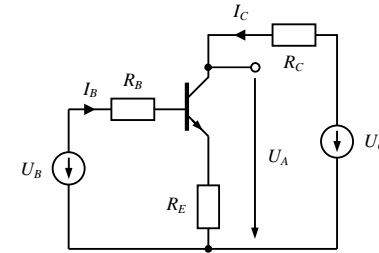


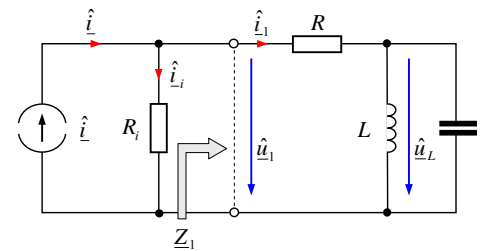
Bild 2: Transistorschaltung

- Um welche Art Transistor handelt es sich dem Schaltbild nach? (2 Punkte)
- Ersetzen Sie den Transistor durch ein geeignetes Ersatzschaltbild. Der Transistor sei eingangsseitig durch U_S und R_D , ausgangsseitig durch B und U_{CR} charakterisiert. Hierbei ist R_D klein gegenüber R_B und darf vernachlässigt werden. (4 Punkte)
- Berechnen Sie die Größen I_C , I_B und U_A in Abhängigkeit der Kennwerte des Transistors sowie der gegebenen Größen aus Bild 2, falls der Transistor im aktiven Bereich ist. (5 Punkte)
- Oberhalb welcher Spannung U_B befindet sich der Transistor in Sättigung? (4 Punkte)
- Welchen Vorteil bietet die Verwendung von R_E ? (1 Punkt)

Aufgabe 3:

(14 Punkte)

Gegeben sei das nebenstehende elektrische Netzwerk. Es besteht aus einer Spule L , einem Kondensator C und einem Widerstand R . Das Netzwerk wird mit einer realen Wechselstromquelle der komplexen Amplitude \hat{i} und der Kreisfrequenz ω betrieben. Der Innenwiderstand der Stromquelle ist in R_i berücksichtigt.



- Bestimmen Sie die Impedanz Z_1 mit Hilfe der komplexen Wechselstromrechnung. (2 Punkte)
- Berechnen Sie den Strom \hat{i}_1 in Abhängigkeit vom Quellenstrom \hat{i} und den gegebenen Netzwerkelementen. (4 Punkte)
- Für welche Frequenz ω_0 wird der Betrag des Stromes \hat{i}_1 minimal? Welchen Wert nehmen dann \hat{i}_1 und \hat{u}_1 an? (4 Punkte)
- Geben Sie ein qualitatives Zeigerdiagramm der Spannungen und Ströme der Netzwerkelemente R , R_i , L , und C für $\omega \neq \omega_0$ an (beginnen Sie mit \hat{u}_1). (4 Punkte)

Name:	Matrikelnummer:
-------	-----------------

Aufgabe 4:

(14 Punkte)

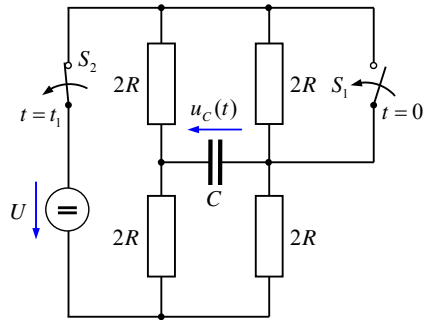


Bild 4: Netzwerk mit zwei Schaltern

Der Schalter S_1 des im Bild 4 dargestellten Netzwerks ist seit sehr langer Zeit geöffnet, der Schalter S_2 seit sehr langer Zeit geschlossen.

Die Spannungsquelle U erzeugt eine ideale Gleichspannung.

Zum Zeitpunkt $t=0$ wird der Schalter S_1 geschlossen, S_2 bleibt zunächst noch geschlossen.

- Zeichnen Sie das Ersatznetzwerk zur Berechnung des Anfangswertes und geben Sie diesen an. (2 Punkte)
- Zeichnen Sie das Ersatznetzwerk zur Berechnung des Endwertes und geben Sie diesen an. (2 Punkte)
- Zeichnen Sie das Ersatznetzwerk zur Bestimmung der Zeitkonstanten und geben Sie diese an. (2 Punkte)
- Ermitteln Sie den zeitlichen Verlauf von $u_c(t)$ für $0 \leq t \leq t_1$. (1 Punkt)

Zum Zeitpunkt $t = t_1$, an dem die Spannung $u_c(t_1) = \frac{U}{4}$ erreicht wird, wird nun Schalter S_2 geöffnet, Schalter S_1 bleibt geschlossen.

- Berechnen Sie den Zeitpunkt $t = t_1$. (2 Punkte)
- Zeichnen Sie das Ersatznetzwerk zur Berechnung des Endwertes und geben Sie diesen an. (2 Punkte)
- Zeichnen Sie das Ersatznetzwerk zur Bestimmung der Zeitkonstanten und geben Sie diese an. (2 Punkte)
- Ermitteln Sie den zeitlichen Verlauf von $u_c(t)$ für $t_1 \leq t \leq +\infty$. (1 Punkt)

Aufgabe 5:

(15 Punkte)

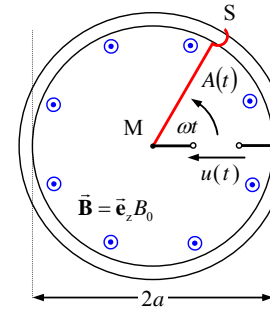


Bild 5a: Induktion an einem Ring

- Berechnen Sie die Fläche $A(t)$, die von dem Schleifkontakt im Zeitraum $0 \leq t \leq T$ überstrichen wird und geben Sie die zwischen S und M induzierte Spannung mit Hilfe des Induktionsgesetzes an. (6 Punkte)

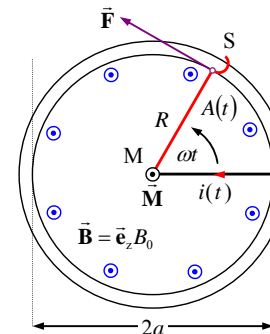


Bild 5b: Induktion an einem Ring

- Berechnen Sie den Strom $i(t)$. (3 Punkte)
- Welche Leistung $P(t)$ ist nötig um den Zeiger zu drehen? (2 Punkte)
- Mit welchem Drehmoment $\vec{M} = \vec{e}_z M(t)$ muss gedreht werden? (2 Punkte)
- Welche Kraft $\vec{F} = \vec{e}_\phi F(t)$ muss dazu an der Spitze des Zeigers aufgewandt werden? (2 Punkte)

Der im Bild 5a dargestellte Schleifkontakt aus Metall rotiert mit der konstanten Winkelgeschwindigkeit $\omega = 2\pi/T$ um den Mittelpunkt M. Seine Spitze S gleitet innen auf einem Metallring mit dem Radius a .

Ein homogenes Magnetfeld mit der homogenen Flussdichte $\vec{B} = \vec{e}_z B_0$ durchflutet den gesamten Metallring senkrecht zur Ringebene.

Zwischen dem Schleifkontakt und dem Metallring stellt sich infolge der Bewegung die Spannung $u(t)$ ein.

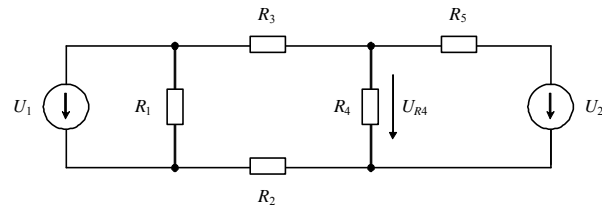
Der Zeiger besitzt den ohmschen Widerstand R . Der Mittelpunkt M wird nun, wie im Bild 5b eingezeichnet, leitfähig mit dem Metallring verbunden.

Über den Zeiger fließt nun infolge der Bewegung der Strom $i(t)$, dessen Beitrag zum B-Feld vernachlässigt werden soll.

Name:	Matrikelnummer:
-------	-----------------

Aufgabe 6:

(15 Punkte)



Gegeben ist das Netzwerk im Bild 6, welches durch zwei ideale Gleichspannungsquellen U_1 und U_2 , erregt wird.

Bild 6: Widerstandsnetzwerk mit zwei Quellen.

- Wie viele Knoten besitzt das Netzwerk insgesamt? Wählen Sie einen Bezugsknoten und nummerieren Sie die Knoten. (1 Punkt)
- Können Knoten, und wenn ja welche, über Hüllen zusammengefasst werden? (1 Punkt)
- Wie viele unabhängige Knotenpotentiale besitzt das Netzwerk? (1 Punkt)
- Stellen Sie mit Hilfe des Knotenpotentialverfahrens ein Gleichungssystem zur Lösung des Netzwerkes auf, mit den unabhängigen Knotenpotentialen als Unbekannte. (4 Punkte)
- Nun gelte $R_3 = R_2 = 2R$ und $R_5 = R_4 = R$. Lösen Sie das Gleichungssystem. Geben Sie die unabhängigen Knotenpotentiale in Abhängigkeit der Spannungsquellen und der Widerstände an. (4 Punkte)
- Berechnen Sie die Spannung U_{R4} in Abhängigkeit der Spannungsquellen und der Widerstände. (2 Punkte)
- Welche Beziehung muss zwischen U_1 und U_2 gelten, so dass kein Strom durch R_2 fließt? (1 Punkt)
- Berechnen Sie den Strom durch R_1 . (1 Punkt)

Hinweis: Teilaufgabe h) kann unabhängig von den übrigen Teilaufgaben gelöst werden.

Aufgabe 7:

(12 Punkte)

Die Ankerwicklung eines fremderregten Gleichstrommotors liegt an der konstanten Spannung $U_A = 400\text{V}$, der Strom in der Feldwicklung wird so gewählt, dass sich im Leerlauf die Drehzahl $n_0 = 1000\text{min}^{-1}$ ergibt.

Im Nennbetrieb wird der Motor mit dem Drehmoment $M_N = 100\text{Nm}$ belastet. Dabei stellt sich die Nenndrehzahl $n_N = 900\text{min}^{-1}$ ein.

Im Folgenden sollen Reibungsverluste unberücksichtigt bleiben und es darf vorausgesetzt werden, dass der Erregerfluss proportional zum Erregerstrom ist.

- Wie groß ist die von der Ankerwicklung aufgenommene elektrische Leistung P_{el} und die an der Ankerwelle abgegebene mechanische Leistung P_{mech} im Nennbetrieb? (6 Punkte)
- Welchen Wert hat der ohmsche Widerstand R_A der Ankerwicklung? (2 Punkte)
- Ermitteln Sie die Drehzahl n als Funktion des Drehmoments M und stellen Sie das Ergebnis grafisch dar. (4 Punkte)

Name:	Matrikelnummer:
-------	-----------------