

Grundlagen der Elektrotechnik SHE15

Musterlösung

Duale Hochschule Baden Württemberg in Karlsruhe

Dozent: Gerald Oberschmidt

Klausur

Termin: 25.7.2016 9:00 Uhr

Bearbeitungszeit 60 min

Hilfsmittel:

- 2 Blatt DIN A4
- Taschenrechner (nicht programmierbar)
- Stift, (leeres) Papier, Geodreieck/ Lineal, Zirkel

Ihre Immatrikulationsnummer:

Nr.	Punkte	Ihr Ergebnis
1	20	
2	20	
3	20	
Ges.	60	
%	100	

1 Aufgaben zu elektrischen und magnetischen Feldern

- (a) Wenn auf eine Ladung mit $Q = 200 \text{ mA s}$ eine Kraft von $F = 10 \mu\text{N}$ wirkt, wie groß ist das Feld?

Lösung: Das sind mit

$$E = \frac{F}{q} = 50 \times 10^{-6} \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

- (b) Zwei geladene Platten haben einen Abstand von $d = 10 \text{ mm}$ und einen Potenzialunterschied von $U = 100 \text{ V}$. Wie groß ist das Feld zwischen beiden und wie groß der Energieunterschied einer Ladung $Q = 100 \mu\text{A s}$ auf der Platte mit höherem Potenzial zu der mit niedrigerem Potenzial?

Lösung: Erstmal wird die elektrische Feldstärke ausgerechnet, die ist

$$E = \frac{U}{d} = 10,000 \frac{\text{kV}}{\text{m}}$$

und der Energieunterschied ist

$$\Delta W = qU = 10 \times 10^{-3} \text{ J}$$

- (c) Über einem Draht mit der Länge $l = 100 \text{ m}$ fällt eine Spannung von $U = 1 \text{ V}$ ab. Die spezifische Leitfähigkeit ist $\kappa = 56,818 \text{ M}\Omega\text{m}$ und die Querschnittsfläche $A = 100 \times 10^{-6} \text{ m}^2$. Wie groß sind elektrische Feldstärke (homogenes Feld angenommen, Stromdichte und Stromstärke)?

Lösung: Wenn das Feld homogen ist, dann ist die Feldstärke

$$E = \frac{U}{d} = 10 \frac{\text{mV}}{\text{m}}$$

und somit

$$J = \kappa E = 568,18 \frac{\text{kA}}{\text{m}^2}$$

$$I = AJ = 56,818 \text{ A}$$

- (d) Wie groß sind die magnetische Feldstärke und die Flussdichte um einen Leiter mit einem Strom der Stärke $I = 1,0000 \text{ kA}$ im Abstand von $l = 1 \text{ m}$?

Lösung: Es folgt hier

$$H = \frac{I}{2\pi l} = 159,15 \frac{\text{A}}{\text{m}}$$

$$B = \mu_0 H = 200,00 \frac{\mu\text{Vs}}{\text{m}^2}.$$

2 Aufgaben zur Antennentechnik

- (a) Eine Leistung von $P = 2 \text{ W}$ wird durch ein Kette von Elementen (Verstärker oder Dämpfungsglied) mit $v_1 = 10 \times 10^{-3}$ $v_2 = 200$ $v_3 = 333,33 \times 10^{-3}$ verändert. Wie groß ist die Leistung in Dezibel am Ausgang?

Lösung: Zunächst wandelt man alles in dB um

$$P_{dB} = 10 \log(P) = 33,010 \text{ dBm}$$

$$v_{1,dB} = 10 \log(v_1) = -20 \text{ dB}$$

$$v_{2,dB} = 10 \log(v_2) = 23,010 \text{ dB}$$

$$v_{3,dB} = 10 \log(v_3) = -4,7712 \text{ dB}$$

Die gesamte Ausgangsleistung ist dann in dB

$$P_{aus,dB} = P_{dB} + v_{1,dB} + v_{2,dB} + v_{3,dB} = 31,249 \text{ dBm}$$

- (b) Es ist eine Funkstrecke aufgebaut, Am Fußpunkt der Sendeantenne ist eine Leistung von $P = 33 \text{ dBm}$ eingespeist. Die Sendeantenne hat einen Gewinn von $G_1 = 11 \text{ dB}$. Die Betriebsfrequenz beträgt $f = 900,00 \text{ MHz}$, und Empfangen wird das Signal in $l = 100 \text{ m}$ Entfernung mit einer Antenne mit Gewinn $G_2 = 2 \text{ dB}$. Bestimmen Sie die EIRP (Vergleichsleistung, die ein Kugelstrahler bräuchte) und die Empfangsleistung am Fußpunkt der Empfangsantenne.

Lösung: Die EIRP ist

$$EIRP = P_1 + G_1 = 44 \text{ dBm}$$

Die Funkfelddämpfung beträgt

$$L = \left(\frac{\lambda}{4\pi l} \right)^2 = \left(\frac{c_0}{4\pi f l} \right)^2 = 70,265 \times 10^{-9}$$

$$L_{dB} = 10 * \log(L) = -71,533 \text{ dB}$$

und damit ist die Empfangsleistung

$$P_E = EIRP + L + G_2 = -25,533 \text{ dBm}$$

3 Aufgaben zur Messtechnik

- (a) Nennen Sie typische Größenordnung der Innen(Mes)widerstände von Voltmeter bzw. Amperemeter

Lösung: Das Voltmeter hat einen großen Innenwiderstand, typisch einige $10\text{ M}\Omega$, im ungünstigen Fall ggf. auch Kiloohm, Spezialmessgeräte können Tera oder Peta Ohm Innenwiderstände aufweisen.

Amperemeter haben einen geringen Innenwiderstand im Ohm oder Milliohm-Bereich. Zur Messung großer Ströme könne es auch Mikroohm werden.

- (b) Was müssen Sie tun, um mit einem Voltmeter einen Strom zu messen, bzw. umgekehrt?

Lösung: Will man mit einem Voltmeter einen Strom messen, dann bringt man einen bekannten (kleinen) Widerstand in den Zweig, in dem man sich für die Stromstärke interessiert, und misst den Spannungsabfall über diesem.

Will man mit einem Amperemeter eine Spannung messen, schaltet man das Amperemeter in Serie mit einem bekannten großen Widerstand parallel zu dem Zweig, über dem der Spannungsabfall interessiert.

In beiden Fällen liefert das Ohm'sche Gesetz den jeweils gesuchten Wert.

- (c) Wie kann man den Messbereich einen Voltmeters, eines Amperemeters erweitern?

Lösung: Skript 3.14-3.16