

Aufgaben

1. Es soll ein Drahtwiderstand mit $2,2 \Omega$ hergestellt werden. Dazu steht ein zylinderförmiger Keramikkörper mit dem Durchmesser $0,5 \text{ cm}$, um den ein Kupferdraht mit einer Querschnittsfläche von $0,05 \text{ mm}^2$ gewickelt werden soll, zur Verfügung.

Berechnen Sie

- die Länge des Kupferdrahtes um die $2,2 \Omega$ zu erreichen.
- die Anzahl der Windungen (einlagig) um den Keramikkörper.
- die Mindestlänge des Keramikkörpers.

a)

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A}; l = \frac{R \cdot A}{\rho}; l = \frac{2,2 \Omega \cdot 0,05 \text{ mm}^2}{0,0178 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}}; l = 6,18 \text{ m}$$

b)

Umfang des Keramikkörpers einschließlich Wicklungsdraht:

$$U = 2 \cdot (r_{\text{Keramik}} + r_{\text{Draht}}) \cdot \pi;$$

Drahtradius:

$$A = r_{\text{Draht}}^2 \cdot \pi; r_{\text{Draht}} = \sqrt{\frac{A}{\pi}}; r_{\text{Draht}} = \sqrt{\frac{0,05 \text{ mm}^2}{\pi}}; r_{\text{Draht}} = 0,13 \text{ mm}$$

$$U = 2 \cdot (2,5 \text{ mm} + 0,13 \text{ mm}) \cdot \pi; U = 16,52 \text{ mm}$$

Windungszahl:

$$z = \frac{l}{U}; z = \frac{6,18 \text{ m}}{16,52 \cdot 10^{-3} \text{ m}}; z = 374 \text{ Windungen}$$

c)

$$l_{\text{Keramik}} = D_{\text{Draht}} \cdot z; l_{\text{Keramik}} = 0,26 \text{ mm} \cdot 374; l_{\text{Keramik}} = 97,24 \text{ mm}$$

2. Ein Keramik-Scheibenkondensator mit einem Plattendurchmesser von 25 mm hat eine Kapazität von $8,2 \text{ nF}$. Das Keramikdielektrikum hat die Permittivitätszahl $\epsilon_r = 308$.

- Berechnen Sie den Abstand der beiden Scheiben.
- Nun wird der Plattendurchmesser auf 50 mm verdoppelt. Wie groß ist die neue Kapazität.

a)

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}; d = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{C};$$

$$A = \frac{D^2 \cdot \pi}{4}; A = \frac{(25 \cdot 10^{-3} m)^2 \cdot \pi}{4}; A = 0,49 \cdot 10^{-3} m^2$$

$$d = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm} \cdot 308 \cdot \frac{0,49 \cdot 10^{-3} m^2}{8,2 \cdot 10^{-9} F}; d = 0,16 mm$$

b)

$$C = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot \frac{A}{d};$$

$$A = \frac{D^2 \cdot \pi}{4}; A = \frac{(50 \cdot 10^{-3} m)^2 \cdot \pi}{4}; A = 1,96 \cdot 10^{-3} m^2$$

$$C = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm} \cdot 308 \cdot \frac{1,96 \cdot 10^{-3} m^2}{0,16 \cdot 10^{-3} m}; C = 33,4 \cdot 10^{-9} F$$

3. Gegeben ist eine Reihenschaltung eines Widerstandes $R = 33 k\Omega$ mit einem Kondensator $C = 47 \mu F$ an $100 V$. Berechnen Sie

- die Zeitkonstante τ
- nach welcher Zeit der Kondensator geladen ist.
- unter Zuhilfenahme eines Tabellenbuches die Kondensatorspannung nach der Zeit 2τ .

a)

$$\tau = R \cdot C; \tau = 33 k\Omega \cdot 47 \mu F; \tau = 1,55 s$$

b)

$$Ladezeit = 5 \cdot \tau; Ladezeit = 5 \cdot 1,55 s; Ladezeit = 7,75 s$$

c)

Aus Tabellenbuch:

$$u_C(t) = U_0 \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

$$u_C(t) = 100 V \cdot (1 - e^{-\frac{3,1 s}{1,55 s}}); u_C(t) = 86,47 V$$

4. Berechnen Sie die Induktivität einer Zylinderspule mit dem Durchmesser $0,8 cm$, der Länge $2 cm$ und der Windungszahl 2000 . Die Permeabilitätszahl μ_r beträgt 620 .

$$L = N^2 \cdot \frac{\mu_0 \mu_r A}{l}$$

$$A = \frac{D^2 \cdot \pi}{4}; A = \frac{(0,8 \cdot 10^{-2} m)^2 \cdot \pi}{4}; A = 0,05 \cdot 10^{-3} m^2$$

$$L = 2000^2 \cdot \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{Vs}{Am} \cdot 620 \cdot 0,05 \cdot 10^{-3} m^2}{0,02m}; L = 7,79 \frac{Vs}{A}$$

5. Beschreiben Sie den Unterschied zwischen einem n- und p-leitendem Halbleitermaterial.

n-leitende Halbleitermaterialien sind mit Fremdstoffen höherer Wertigkeit dotiert. p-leitende Halbleitermaterialien dagegen mit Fremdstoffen geringerer Wertigkeit.

6. Warum bildet sich an der Grenzschicht eines n-Leiters mit einem p-Leiter eine Sperrschicht aus?

An der Grenze der beiden Gebiete kommt es aufgrund der unterschiedlichen Ladungen zur Ladungsträgerwanderung. Dabei dringen Elektronen in das p-Gebiet und Defektelektronen (Löcher) in das n-Gebiet ein und es kommt dort zur Rekombination von Ladungsträgern, Elektronen besetzen die Löcher.

In der Grenzschicht sind dann praktisch keine frei beweglichen Ladungsträger mehr vorhanden. Durch das Abwandern der Ladungen ist das Ladungsgleichgewicht zwischen den beiden dotierten Gebieten gestört. Im n-Gebiet überwiegen jetzt die positiven Ladungen, im p-Gebiet die negativen Ladungen. Dadurch bildet sich am pn-Übergang eine elektrische Spannung aus. Die Spannung wiederum erzeugt ein elektrisches Feld, das einem weiteren Wandern von Ladungsträgern entgegenwirkt. Der pn-Übergang entspricht somit einer stabilen Sperrschicht.

7. Recherchieren Sie, warum bei einer Halbleiterdiode auch in Sperrrichtung ein kleiner Strom fließt.

Beim Anlegen einer Spannung in Sperrrichtung wird die Raumladungszone verbreitert und die Elektronen und Löcher zu den jeweiligen Anschlüssen abgezogen. Die Diode sollte nicht mehr leiten. In der Praxis kann man aber weiterhin einen geringen Stromfluss, den sogenannten Leck- oder Sperrstrom messen.

Dieser Leckstrom hat seine Ursache in der Diffusion von Ladungsträgern durch die Raumladungszone in den entgegengesetzt dotierten Bereich. Hier werden die Ladungsträger dann aufgrund der angelegten Spannung abgeführt. Die p-Zone ist dabei der Elektronenspender und die n-Zone Löcherlieferant. Diese Minoritätsladungsträger können die Sperrschicht ungehindert passieren und sind die Ursache des Sperrstroms.

8. Beschreiben Sie den Aufbau und die Funktionsweise eines bipolaren Transistors.

Bipolare Transistoren sind Halbleiterbauelemente mit drei abwechselnd dotierten Schichten und damit zwei aneinander grenzenden pn-Übergängen.

Wird die Steuer-Spannung U_{BE} angelegt, so wird die „Basis-Emitter-Diode“ in Durchlassrichtung gepolt. Vom Emitter aus dringen Elektronen in die nur sehr schwach dotierte sehr dünne (wenige μm dicke) Basisschicht ein. Die Basis wird so mit Elektronen überschwemmt. Die Zahl der vorhandenen Defektelektronen (Löcher) reicht nicht aus, um mit den in die Basis eingedrungenen Elektronen zu rekombinieren. Es fließt ein schwacher Basisstrom. Da im Basisgebiet keine Kräfte auf die Elektronen wirken, bewegt

sich der Großteil der Ladungsträger geradlinig und gleichförmig durch die Basis hindurch bis in die Basis-Kollektor-Grenzschicht. Hier werden sie unter dem Einfluss des starken elektrischen Feldes, das sich aufgrund der großen Spannung zwischen Basis und Kollektor ausbildet, beschleunigt und gelangen somit in das Kollektorgebiet. Von hier fließen die Elektronen weiter zum positiven Pol der Spannungsquelle U_{CE} .

9. Welche Polung müssen die Anschlüsse eines npn-Bipolartransistor besitzen damit er leitend wird?

Basis und Kollektor positiv, Emitter negativ.

10. Die Typenbezeichnung zweier Transistoren lautet BD 135 und BSY 18. Recherchieren Sie die Bedeutung dieser Angaben.

BD 135: NPN-Silizium Transistor

BSY 18: NPN-Silizium Transistor

11. Beschreibe den Unterschied zwischen JFET und IGFET.

Beim JFET handelt es sich um einen Sperrschicht-Feldeffekttransistor. Ein n-Kanal-Sperrschicht-FET besteht aus einem n-dotierten Bereich (Kanal), welcher von einer p-Zone (Sperrschicht) umschlossen wird. An der n-Schicht sind die Anschlüsse Drain und Source angebracht.

Beim IGFET handelt es sich um einen Isolierschicht-Feldeffekttransistor. In ein p-dotiertes Substrat werden zwei Wannen n-dotiert und mit metallischen Elektroden (Drain und Source) kontaktiert. Die Gate-Elektrode ist die Steuerelektrode des Transistors und wird durch eine dünne Oxidschicht vom Halbleitersubstrat isoliert.

12. Recherchieren und erklären Sie die Begriffe DRAM, SRAM, ROM, PROM, EPROM, EEPROM, EAROM und EEROM.

- DRAM: Dynamic Random Access Memory, Speicherbaustein mit wahlfreiem Zugriff
- SRAM: Static random-access memory, statisches RAM
- ROM: Read only memory, Nur-Lese-Speicher
- PROM: Programmable Read Only Memory (PROM), programmierbarer Nur-Lese-Speicher
- EPROM: erasable programmable read-only memory, Löscharer programmierbarer Nur-Lese-Speicher
- EEPROM: electrically erasable programmable read-only memory, elektrisch löscharer programmierbarer Nur-Lese-Speicher
- EAROM: Electrically Alterable Read Only Memory; Nur-Lese-Speicher, der elektrisch veränderbar ist
- EEROM: Electrically Erasable Read-Only Memory, elektrisch löscharer Nur-Lese-Speicher

13. Nenne Sie drei wesentliche Eigenschaften von Operationsverstärkern.

OP's haben einen großen Spannungsverstärkungsfaktor, einen hohen Eingangswiderstand und einen kleinen Ausgangswiderstand.

14. Beschreiben Sie den Aufbau von Solarzellen und die Entstehung der Solarspannung.

Solarzellen sind sie ähnlich wie eine Diode aufgebaut. Fällt Licht auf den pn-Übergang einer Solarzelle, so werden in der Sperrschicht (Raumladungszone) durch den „Aufschlag“ der Photonen des Lichts Elektronen und Löcher erzeugt. Durch das elektrische Feld des pn-Übergangs werden die Elektronen zum negativen und die Löcher zum positiven Teil gezogen und damit getrennt. Diese Ladungsverschiebung führt zu der am Ausgang messbaren Spannung.