

# Übungsaufgaben zur Vorlesung „Bauelemente der Elektrotechnik“

## Aufgabe 1.1

Ein Gerät besteht aus 150 Widerständen mit der Ausfallrate  $\lambda = 1,0 \cdot 10^{-8} \text{ h}^{-1}$ , 25 MP-Kondensatoren mit  $\lambda = 2,0 \cdot 10^{-8} \text{ h}^{-1}$ , 4 Elektrolytkondensatoren mit  $\lambda = 25 \cdot 10^{-8} \text{ h}^{-1}$ , 50 Si-Dioden mit  $\lambda = 1,0 \cdot 10^{-8} \text{ h}^{-1}$ , 10 Si-Transistoren mit  $\lambda = 5,0 \cdot 10^{-8} \text{ h}^{-1}$ , 10 IC's mit  $\lambda = 10 \cdot 10^{-8} \text{ h}^{-1}$ , 2 Relais mit  $\lambda = 50 \cdot 10^{-8} \text{ h}^{-1}$ , 50 Steckkontakte mit  $\lambda = 10 \cdot 10^{-8} \text{ h}^{-1}$  und 800 Lötverbindungen mit  $\lambda = 0,5 \cdot 10^{-8} \text{ h}^{-1}$ .

(Frühausfälle bleiben unberücksichtigt)

- Bestimmen Sie den mittleren Ausfallabstand (MTBF) des Gerätes.
- Welche Garantiezeit darf der Hersteller angeben, wenn er mit dem Ausfall von 5 % aller Geräte in der Garantiezeit kalkuliert.

## Aufgabe 2.1

Zwei Widerstände mit internationalem Farbcode für Vierfachberingung sind parallelgeschaltet.

- Widerstand: grün, blau, orange, gold
- Widerstand: gelb, violett, orange, gold

- Geben Sie für beide Widerstände die Nennwerte und die Auslieferungstoleranzen an.
- Berechnen Sie den kleinsten und den größten Widerstandswert der Parallelschaltung.

## Aufgabe 2.2

Ein Kohleschichtwiderstand aus der IEC-Normreihe E 12 mit einem  $\text{TK} = -240 \text{ ppm/K}$  und ein Metallschichtwiderstand aus der IEC-Normreihe E 48 mit einem  $\text{TK} = 50 \text{ ppm/K}$  haben in Reihenschaltung ein  $\text{TK}_{\text{ges}} \approx 0$  und einen Gesamtwiderstand  $R_{\text{ges}} \approx 100 \text{ k}\Omega$ .

- Geben Sie für beide Widerstände die Nennwerte an.
- Berechnen Sie für den Gesamtwiderstand  $R_{\text{ges}}$  den Temperaturkoeffizienten  $\text{TK}_{\text{ges}}$ .

## Aufgabe 2.3

- Wie ist die Abkühlzeit eines Heißleiterwiderstandes festgelegt?
- Was versteht man bei einem Kaltleiterwiderstand unter Eigenerwärmung und unter Fremderwärmung? Nennen Sie je ein Anwendungsbeispiel.
- Wie ändert sich der Widerstand eines VDR-Widerstandes mit ansteigender Spannung?

## Aufgabe 3.1

Ein 63-V-MKS-Kondensator mit der Nennkapazität  $C = 100 \text{ nF}$  bei  $20^\circ\text{C}$  hat eine Toleranz von  $\pm 5 \%$ .

- Geben Sie den kleinsten Wert  $C_{\text{min}}$  und den größten Wert  $C_{\text{max}}$  des Kondensators für den Temperaturbereich  $-20^\circ\text{C} \leq \vartheta \leq 80^\circ\text{C}$  an.
- Berechnen Sie den Mittelwert der Verlustleistung  $P$  bei Nennkapazität  $C$  und  $\vartheta = 20^\circ\text{C}$ , wenn die Spannung  $u(t) = 50 \text{ V} \cdot \cos(2\pi \cdot 1000 \text{ s}^{-1} \cdot t)$  am Kondensator anliegt.
- Nach welcher Zeit wird der Kondensator bei  $40^\circ\text{C}$  durch Selbstentladung auf 10 % der Anfangsspannung entladen?

### Aufgabe 3.2

- Erklären Sie den Aufbau von Folienkondensatoren!
- Erklären Sie die Selbstheilung bei MP- bzw. MK-Kondensatoren.
- Warum verwendet man bei Elektrolyt-Kondensatoren raue Oberflächen?
- Ein Kondensator mit  $C = 520 \mu\text{F}$  auf eine Gleichspannung von  $550 \text{ V}$  aufgeladen. Wie groß ist die gespeicherte elektrische Energie?

### Aufgabe 4.1

Eine Zylinderspule hat den mittleren Durchmesser  $D = 50 \text{ mm}$ , die Wickeldicke  $w = 25 \text{ mm}$  und die Spulenlänge  $l = 100 \text{ mm}$ . Die Stromdichte beträgt  $J = 3,0 \text{ A/mm}^2$  und der Kupferfüllfaktor  $k_{\text{Cu}} = 0,7$ . Die Spule soll für einen Nennstrom  $I_N = 1 \text{ A}$  hergestellt werden.

- Berechnen Sie den Drahtdurchmesser  $d_D$  und die Drahtlänge  $l_D$  (kreisförmiger Drahtquerschnitt).
- Wie groß ist die Induktivität  $L$  der Spule?
- Eine baugleiche Spule wird in Längsrichtung im Abstand von  $20 \text{ mm}$  aufgestellt und in Reihe geschaltet. Berechnen Sie die Induktivität  $L_e$  der Reihenschaltung und den Kopplungsfaktor  $k$ ?

### Aufgabe 4.2

- Nennen Sie die Vor- und Nachteile von Dynamoblechen und Ferriten. Geben Sie je ein Anwendungsbeispiel an.
- Wem entspricht der  $A_L$ -Wert bei Spulenkernen?
- Das Magnetfeld einer Spule gilt nach 5 Zeitkonstanten als vollständig aufgebaut. Wie genau ist diese Aussage (kurze Berechnung)?

### Aufgabe 5.1

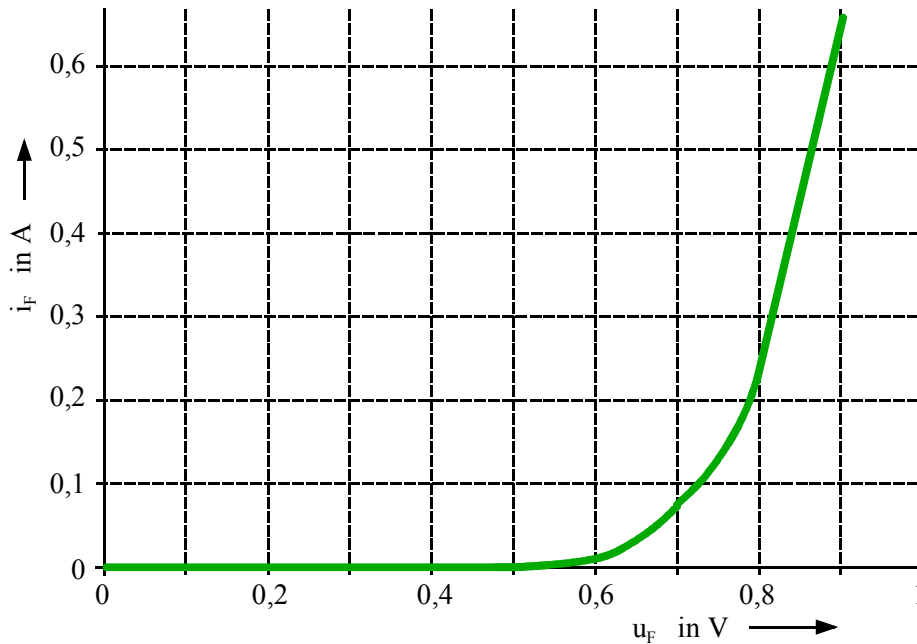
- Welche Bänder sind nach dem Bändermodell für den Leitungsvorgang von Bedeutung?
- Wie unterscheiden sich Leiter, Halbleiter und Isolatoren entsprechend dem Bändermodell?
- Berechnen Sie die Eigenleitfähigkeit  $\sigma_e$  von Silizium bei  $20^\circ\text{C}$ , die Leitfähigkeit  $\sigma$  von N-leitendem Silizium ( $n_n = 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ ) und P-leitendem Silizium ( $n_p = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ ), wenn  $n_i = 2 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ ,  $b_n = 1800 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ,  $b_p = 500 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  und die Elementarladung  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ As}$  betragen.

### Aufgabe 6.1

Eine Gleichspannungsquelle  $U = 5 \text{ V}$  speist die Reihenschaltung aus einer Si-Diode 1N 4001 und einem Widerstand  $R = 10 \Omega$ . Die Vorwärtskennlinie der Si-Diode 1N 4001 ist gegeben:

- Ermitteln Sie den Diodenstrom  $i_F$  grafisch.
- Die Gleichspannungsquelle wird durch eine rechteckförmige Wechselspannungsquelle  
 $u(t) = 5 \text{ V}$  für  $0 \leq t \leq T_E$   
 $u(t) = 0 \text{ V}$  für  $T_E \leq t \leq T$  ersetzt. ( $T_E = T/2$ )

Berechnen Sie die Verlustleistung  $P_V$  der Si-Diode. Überprüfen Sie das Ergebnis für  $P_V$ , wenn die Näherung für die Diodenspannung  $u_F = U_{(T0)} + r_f \cdot i_F$  verwendet wird.



Vorwärtskennlinie der Diode 1N 4001

### Aufgabe 6.2

- Durch welche Dotierungsmaßnahmen werden Leistungsdioden für hohe Sperrspannungen hergestellt? Beschreiben Sie die physikalischen Auswirkungen der Dotierungsmaßnahmen!
- Warum ist bei Dioden der Sperrstrom stark temperaturabhängig?
- Welche Zenerdioden haben einen Temperaturkoeffizienten  $\alpha_Z \approx 0$ ? Nennen Sie die physikalischen Ursachen!
- Wie wird die Kapazität der Kapazitätsdiode verändert? Nennen Sie ein Anwendungsbeispiel.

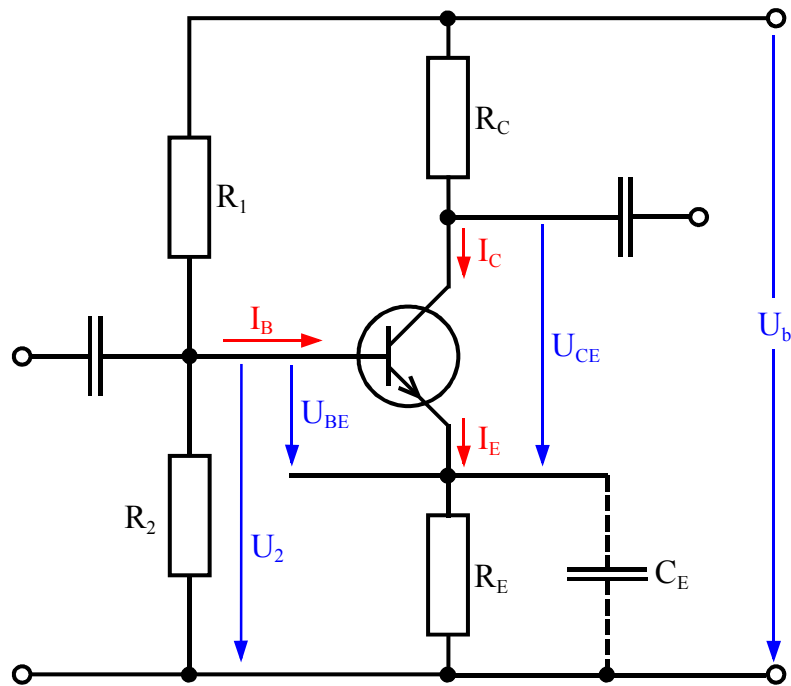
### Aufgabe 7.1

- Erklären Sie die Verstärkereigenschaften des bipolaren Transistors!
- Erklären Sie die prinzipielle Herstellung von Diffusionstransistoren und von Epitaxialtransistoren!
- Wie werden die h-Parameter  $h_{11e}$ ,  $h_{12e}$ ,  $h_{21e}$  und  $h_{22e}$  bei bipolaren Transistoren bestimmt? Nennen Sie die Bedeutung der h-Parameter!

### Aufgabe 7.2

Für eine Verstärkerschaltung wird ein BC 107 Transistor in Emitterschaltung eingesetzt. Die Basisvorspannungseinstellung erfolgt mit dem Spannungsteiler  $R_1$  und  $R_2$ . Der Emittewiderstand  $R_E$  dient zur Stabilisierung des Arbeitspunktes.

- Dimensionieren Sie die Schaltung für den Arbeitspunkt mit  $U_b = 9 \text{ V}$ ,  $U_{CE} = 2,5 \text{ V}$  und  $I_B = 2 \mu\text{A}$  (Widerstände aus der Reihe E 24)!
- Wie groß ist der differentielle Stromverstärkungsfaktor  $\beta$  des Transistors im Arbeitspunkt?



Verstärkerschaltung mit dem Transistor BC 107 in Emitterschaltung

### Aufgabe 8.1

- Warum werden Feldeffekttransistoren als unipolare Transistoren bezeichnet?
- Erklären Sie das Herstellungsverfahren von N-Kanal-Sperrschicht-FET!
- Warum muss die Spannung  $U_{GS}$  beim N-Kanal-Sperrschicht-FET immer negativ sein?
- Erklären Sie das Herstellungsverfahren von MOS-Feldeffekttransistoren!
- Wie verhalten sich Anreicherungs-MOS-FET in Schaltungen?

### Aufgabe 9.1

- Erklären Sie den Aufbau und die Wirkungsweise von Fotowiderständen!
- Wozu werden Fotoelemente verwendet?
- Wie werden Fotodioden in Schaltungen betrachtet?
- Erklären Sie die Wirkungsweise von Fototransistoren!
- Wodurch wird die Lichtfarbe bei einer LED bestimmt?

### Aufgabe 10.1

- Erklären Sie in Stichworten das Wirkprinzip des Hallgenerators!
- Warum hat die Richtung des Magnetfeldes keinen Einfluss auf den Widerstand der Feldplatte?
- Welchen Einfluss hat die elektrische Feldstärke auf Flüssigkristalle?