

Die nachstehenden **Rechenbeispiele** zu *Grundlagen der Elektronik* werden in der Übungseinheit zum angegebenen Datum vom Vortragenden vorgerechnet und erläutert.

Es wird empfohlen, die Beispiele zuvor selbständig zu lösen. Ausgearbeitete Beispiele können abgegeben werden:

- **am Beginn** der Übungseinheit in Papierform
- oder **spätestens am Vortag** per e-Mail (gescannte handschriftliche Ausarbeitung im Anhang, vorzugsweise PDF-Format; eventuell JPEG oder PNG) an einen der Tutoren
Martin Fürst: e0726121@student.tuwien.ac.at
Fabian Schaden: e1325803@student.tuwien.ac.at

Für ein korrekt ausgearbeitetes Beispiel erhält man 0,5 Bonuspunkte, jedoch **max. 2 Bonuspunkte** pro Übungseinheit. Insgesamt können **maximal 8 Bonuspunkte** erworben werden. Die Bonuspunkte werden zu den Test-Punkten addiert und somit bei der Beurteilung am Semesterende berücksichtigt. Auch falls der Ersatztest (Herbsttermin) in Anspruch genommen wird, werden die im laufenden Semester erworbenen Bonuspunkte für die Notenermittlung einbezogen.

Voraussetzungen für die Bewertung abgegebener Beispiele:

- eigenhändige Handschrift (wenn Papierform, als Original), klar und gut leserlich. *Wir behalten uns die Möglichkeit vor, die Handschrift mit jener in den Tests zu vergleichen.*
- Rechengang nachvollziehbar und richtig
- Ergebnis richtig (bis auf allfällige Rundungsfehler)

Verspätet abgegebene Beispiele oder solche, die den angegebenen Kriterien nicht entsprechen, können nicht berücksichtigt werden!

Es wird empfohlen, möglichst viele der Rechenbeispiele vor Übungsbeginn selbständig zu lösen, da bei den Tests ähnliche Aufgaben gestellt werden!

Beispiel C1:

Berechnen Sie den Widerstand einer Glühlampe mit einem Wolframdraht von 0,024 mm Durchmesser und 30 cm Länge bei Raumtemperatur (20 °C) und im glühenden Zustand bei 2300 °C.

$$\begin{aligned} \text{spezifischer Widerstand:} & \quad \rho = 0,055 \, \Omega\text{mm}^2/\text{m} \quad (20 \, ^\circ\text{C}) \\ \text{linearer Temperaturkoeffizient:} & \quad \alpha = 0,0041 \, \text{K}^{-1} \\ \text{quadratischer Temperaturkoeffizient:} & \quad \beta = 10^{-6} \, \text{K}^{-2} \end{aligned}$$

Hinweis:

Für metallische Leiter gilt folgende Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstands:

$$R^{(\vartheta)} = R^{(\vartheta_0)} \left[1 + \alpha \cdot \Delta\vartheta + \beta (\Delta\vartheta)^2 \right], \quad \vartheta_0 \dots \text{Bezugstemperatur (Raumtemp.)}$$

Beispiel C2 (0,5 + 0,5 Pkt)

(a) Einweg-Gleichrichter mit Ladekondensator:

Trafo-Sekundärspannung $U_{\text{eff,sek}} = 8 \, \text{V}$, $f = 50 \, \text{Hz}$, $C_L = 1000 \, \mu\text{F}$.

Berechnen Sie:

- Leerlaufspannung am Ausgang,
- sowie die folgenden Daten für einen Laststrom von 200 mA:
- Brummspannung und Brummfrequenz am Ausgang,
- Minimum und Maximum der Ausgangsspannung während einer Periode der Sinusspannung,
- Maximalspannung an der Diode in Sperrrichtung,
- Mittlere Verlustleistung in der Diode*.

(b) Zweiweg-Gleichrichter mit Ladekondensator in Mittelpunktschaltung

[Trafospannung $U_{\text{eff,sek}} = 2 \times 8 \, \text{V}$; alle anderen Größen wie unter (a)].

- Berechnen Sie die gleichen Größen wie unter (a).
- (Die mittlere Verlustleistung für eine einzelne Diode berechnen!)

(c) Zweiweg-Gleichrichter in Graetz-Schaltung mit Ladekondensator; alle Größen wie unter (a):

- Berechnen Sie die gleichen Größen wie unter (a).
- (Die mittlere Verlustleistung für eine einzelne Diode berechnen!)
- Hinweis: für die Bestimmung der Sperrspannung betrachten Sie die Spannungen in der Schaltung zu einem Zeitpunkt, wenn die Eingangsspannung den Scheitelwert erreicht.*
- Wie groß muss die Transformatorspannung sein, damit die gleiche Ausgangsspannung wie unter (b) erreicht wird?

(d) Wird die Ausgangsspannung mit Last in der Praxis größer oder kleiner sein als berechnet? Warum?

* Die Frage nach der mittleren Verlustleistung geht über den in der Vorlesung präsentierten Stoff hinaus, sollte sich aber durch etwas Nachdenken beantworten lassen.

Auch wenn es ein langes Beispiel ist, bitte unbedingt durcharbeiten; hier steckt so ziemlich alles drin, was Sie über die grundlegenden Gleichrichterschaltungen wissen sollten!

Für die Lösung ohne Verlustleistung und Sperrspannungen der Dioden wird ein halber Punkt vergeben, für die vollständige Lösung ein Punkt.

Beispiel C3:

Ein Verbraucher, der einen Strom von 0 bis 100 mA aufnimmt, soll mit einer stabilisierten Gleichspannung von 15 V versorgt werden. Es steht eine Eingangsspannung von $30 \, \text{V} \pm 10\%$ zur Verfügung.

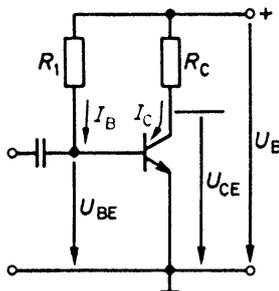
Ges.: Stabilisierungsschaltung mit Z-Diode, Dimensionierung des Vorwiderstandes, max. Verlustleistung an Z-Diode und Vorwiderstand, max. Änderung der Ausgangsspannung bei Lastschwankungen bzw. Eingangsspannungsschwankungen innerhalb der angegebenen Grenzen. (Nehmen Sie einen dynamischen Innenwiderstand der Z-Diode von $4 \, \Omega$ an).

Beispiel C4:

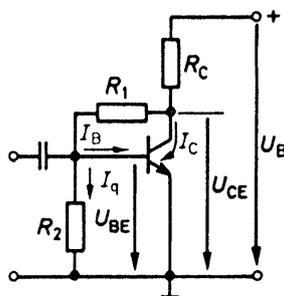
Der Transistor BD 433 hat eine höchste zulässige Sperrschichttemperatur von $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ und einen Wärmewiderstand zwischen Sperrschicht und Gehäuseboden von $R_{\text{TSG}} = 3,5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{W}$. Wenn dieser Transistor durch eine Glimmerscheibe isoliert aufgesetzt wird, ergibt sich ein Wärmewiderstand zwischen Gehäuseboden und Kühlkörper von $R_{\text{TGK}} = 1,5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{W}$. Welcher maximale Dauerstrom darf durch diesen Transistor bei einer Umgebungstemperatur von $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ und einer Kollektor-Emitterspannung von $U_{\text{CE}} = 15\text{ V}$ fließen, wenn der Wärmewiderstand des Kühlkörpers $R_{\text{TKU}} = 2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{W}$ beträgt?

Beispiel C5:

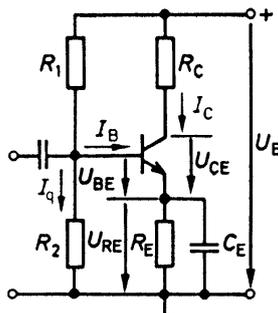
Die Basisvorspannung für einen Transistor BC 107 ($B = 170$) von $U_{\text{BE}} = 0,62\text{ V}$ soll durch einen Vorwiderstand R_1 erzeugt werden. Die Betriebsspannung beträgt $U_{\text{B}} = 10\text{ V}$. Der Arbeitspunkt soll bei $U_{\text{CE}} = 5\text{ V}$, $I_{\text{C}} = 2\text{ mA}$ liegen. Berechnen Sie den Kollektorwiderstand R_{C} und den Vorwiderstand R_1 .

Beispiel C6:

Für einen Transistor BC 107 ($B = 170$) soll die Basisvorspannung durch einen Vorwiderstand R_1 vom Kollektor zur Basis (Gleichspannungsgegenkopplung) erzeugt werden. Die Betriebsspannung beträgt $U_{\text{B}} = 10\text{ V}$. Der Arbeitspunkt soll bei $U_{\text{CE}} = 5\text{ V}$, $I_{\text{C}} = 2\text{ mA}$, $U_{\text{BE}} = 0,62\text{ V}$ liegen. Berechnen Sie die Widerstände R_{C} , R_1 , R_2 , für $I_{\text{q}} = 10 \cdot I_{\text{B}}$.

Beispiel C7:

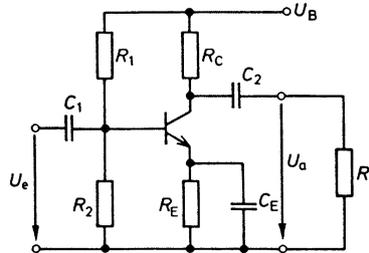
Der Arbeitspunkt ($U_{\text{CE}} = 5\text{ V}$, $I_{\text{C}} = 2\text{ mA}$, $U_{\text{BE}} = 0,62\text{ V}$) eines Transistors BC 107 ($B = 170$) soll mittels Basis-Spannungsteiler und Gleichstromgegenkopplung eingestellt werden. Die Betriebsspannung beträgt $U_{\text{B}} = 10\text{ V}$. Berechnen Sie die Widerstände R_{C} , R_{E} ($U_{\text{RE}} \approx 1\text{ V}$) sowie R_1 , R_2 , für $I_{\text{q}} = 10 \cdot I_{\text{B}}$.



Beispiel C8:

Geg: Schaltung mit Arbeitspunkteinstellung wie in Beispiel C7: Transistor BC 107 ($B = 170$, $r_{BE} = 2,7 \text{ k}\Omega$), Lastwiderstand $R_L = 1 \text{ k}\Omega$.

- Ges: 1) C_E , C_1 , C_2 , für eine untere Grenzfrequenz von $f_{gu} = 30 \text{ Hz}$
 2) Wechselstrom-Eingangswiderstand r_{in} und -Ausgangswiderstand r_{out} der Schaltung
 3) Strom-, Spannungs- und Leistungsverstärkung, wenn a) R_L vorhanden, b) R_L nicht vorhanden ist.

Beispiel C9:

Geg: Schaltung wie in Beispiel C8, jedoch ohne C_E .

- Ges: 1) Wechselstrom-Eingangswiderstand r_{in} und -Ausgangswiderstand r_{out} der Schaltung
 2) Strom-, Spannungs- und Leistungsverstärkung, wenn a) R_L vorhanden, b) R_L nicht vorhanden ist.