

Die folgenden **Rechenbeispiele** zu *Grundlagen der Elektronik* werden in der angegebenen Übungseinheit vom Vortragenden vorgerechnet und erläutert. Die ausgearbeiteten Beispiele werden nicht auf TISS veröffentlicht, Ihre Anwesenheit ist erforderlich!

Es wird dringend empfohlen, die Beispiele zuvor selbständig zu lösen, weil bei den Tests ähnliche Aufgaben gestellt werden!

Ausgearbeitete Beispiele können **am Beginn** der Übungseinheit in Papierform abgegeben werden, um Bonuspunkte für die Beispiele angerechnet zu bekommen.

Voraussetzungen für die Bewertung:

- Form: Eigenhändige Handschrift (als Original), klar und gut leserlich. Tipp: Behalten Sie sich eine Kopie oder gescannte Version, damit Sie Ihre Ergebnisse mit den in der Übung präsentierten Rechnungen vergleichen können.
- Wir behalten uns die Möglichkeit vor, die Handschrift mit der in den Tests zu vergleichen.
- Name und Matrikelnummer auf der ersten Seite, alle Blätter zusammengeheftet.
- Rechengang nachvollziehbar und richtig.
- Ergebnis richtig (alle Teilaufgaben zu einer Nummer; bis auf allfällige Rundungsfehler).
- Sonderregelung für Berufstätige auf Anfrage: **Spätestens am Vortag** per e-Mail (gescannte handschriftliche Ausarbeitung im Anhang) an einen der Tutoren

Bernhard Ruch: e1125726@student.tuwien.ac.at

Florian Gams: gamsi@fstph.at

Für ein korrekt ausgearbeitetes Beispiel erhalten Sie 0.5 Bonuspunkte, jedoch **max. 2 Bonuspunkte** pro Übungseinheit. Insgesamt können **maximal 8 Bonuspunkte** erworben werden.

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

Bei allen Beispielen:

Wenn eine Größe nicht angegeben ist, es dafür aber einen „typischen“ Wert gibt, nehmen Sie diesen typischen Wert an.

Bei den Transistoren kann der Leitwert parallel zur Stromsenke in der Kollektor-Emitter-Strecke vernachlässigt werden, wenn sich aus dem Beispiel nichts anderes ergibt.

Beispiel C1 (0.5 + 0.5 Pkt)

- (a) Einweg-Gleichrichter mit Ladekondensator:

Trafo-Sekundärspannung $U_{\text{eff,sek}} = 20 \text{ V}$, $f = 50 \text{ Hz}$, $C_L = 2200 \text{ }\mu\text{F}$.

- Zeichnen Sie den Schaltplan aus dem Gedächtnis (erst danach mit dem Skriptum vergleichen und bei Bedarf korrigieren!)

Berechnen Sie:

- Leerlaufspannung am Ausgang

Die folgenden Daten für einen Laststrom von 0.5 A:

- Brummspannung und Brummfrequenz am Ausgang,
- Minimum und Maximum der Ausgangsspannung während einer Periode der Sinusspannung,
- Maximalspannung an der Diode in Sperrrichtung (bei der Berechnung der Sperrspannung können die Kniespannungen der Dioden unberücksichtigt bleiben),
- Mittlere Verlustleistung in der Diode*

- (b) Zweiweg-Gleichrichter mit Ladekondensator in Mittelpunktschaltung
[Trafospannung $U_{\text{eff,sek}} = 2 \times 20 \text{ V}$; alle anderen Größen wie unter (a)].

- Zeichnen Sie den Schaltplan aus dem Gedächtnis
- Berechnen Sie die gleichen Größen wie unter (a).
(die mittlere Verlustleistung bitte für eine der Dioden berechnen)

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

- Zeichnen Sie den Schaltplan aus dem Gedächtnis
- Berechnen Sie die gleichen Größen wie unter (a).
(die mittlere Verlustleistung bitte für eine der Dioden berechnen)

Hinweis: für die Bestimmung der Sperrspannung betrachten Sie die Spannungen in der Schaltung zu einem Zeitpunkt, wenn die Eingangsspannung den Scheitelwert erreicht.

- (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 müssen! (für den Test und auch sonst...).

Für die Lösung ohne die Verlustleistung und Sperrspannungen der Dioden gibt's einen halben Punkt, für die vollständige Lösung einen Punkt.

Beispiel C2

Ein Verbraucher, der einen Strom zwischen 5 und 10 mA aufnimmt, soll mit einer stabilisierten Spannung von 6.2 V versorgt werden.

Der Verbraucher bleibt immer angeschlossen (der Laststrom ist also nie kleiner als 5 mA). Die Eingangsspannung kommt aus einem Gleichrichter; die Scheitelspannung (Maximalwert) ist $14 \text{ V} \pm 10\%$ (wegen Schwankungen der Netzspannung).

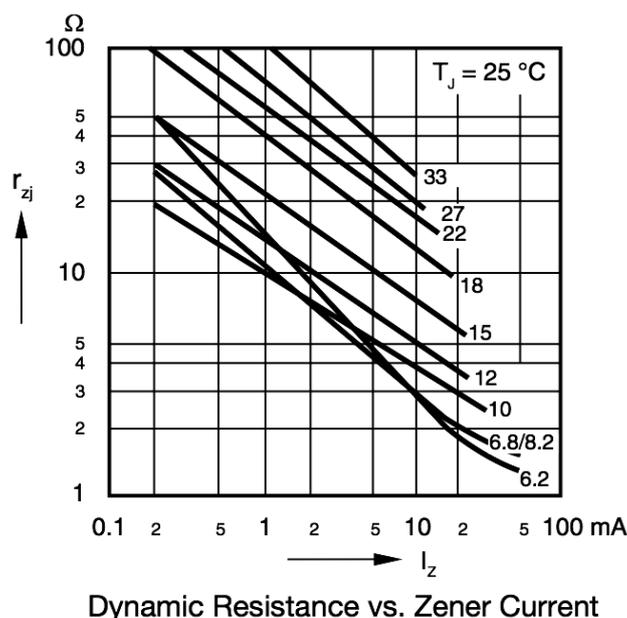
Die Brummspannung ist $U_{\text{Br,ss}} = 3 \text{ V}$.

Der Minimalwert des Stroms durch die Z-Diode soll 5 mA betragen.

Gesucht:

- Schaltbild der Stabilisierungsschaltung mit Z-Diode (aus dem Gedächtnis zeichnen, erst dann mit dem Skriptum vergleichen)!
- Dimensionierung des Vorwiderstandes (bitte einen passenden Widerstand der Reihe E12 auswählen; siehe Anhang im Skriptum)
- maximale Verlustleistung am Vorwiderstand und der Z-Diode,
- größte Änderung der Ausgangsspannung bei Schwankungen der Eingangsspannung und des Laststroms innerhalb der spezifizierten Grenzen (grobe Näherung, r_Z konstant annehmen),
- Spitze-Spitze Wert der Brummspannung am Ausgang im ungünstigsten Fall (Beiträge $< 10\%$ dürfen vernachlässigt werden).

Entnehmen Sie den differentiellen Widerstand r_Z der Z-Diode aus der Grafik (für die 6.2 V Z-Diode gilt die mit „6.2“ bezeichnete Kurve). Wählen Sie einen „sinnvollen“ Strom I_Z für diese Rechnung, lesen Sie r_Z aus der Grafik, und nehmen Sie für den weiteren Rechengang an, dass r_Z konstant ist.

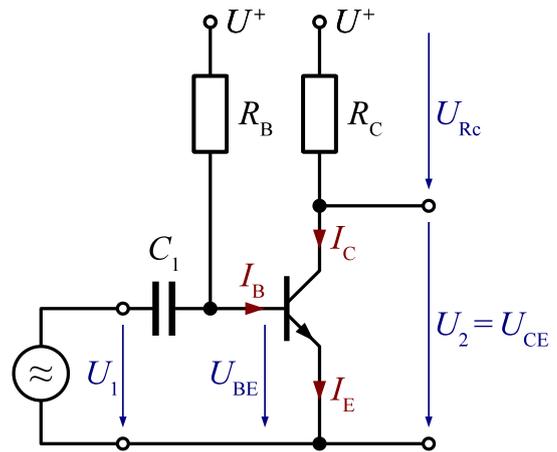


Beispiel C3

Gegeben sei ein npn-Si-Transistor mit Stromverstärkung $\beta = 200$ in Emitterschaltung ohne Arbeitspunktstabilisierung.

Die Basis ist über einen hochohmigen Widerstand R_B mit der positiven Versorgungsspannung verbunden, um den nötigen Basisstrom bereitzustellen (Bild).

Die Versorgungsspannung ist +12 V, der Kollektorwiderstand ist $R_C = 1 \text{ k}\Omega$.



- Berechnen Sie den notwendigen Basisstrom, um den Arbeitspunkt so einzustellen, dass die Spannung am Kollektor in der Mitte zwischen Masse und der positiven Versorgungsspannung liegt.
- Berechnen Sie den dafür benötigten Basiswiderstand R_B .
- Berechnen Sie die Spannungsverstärkung g_u der Schaltung für kleine Wechselspannungen am Eingang. Nehmen Sie dabei an, dass der differentielle Widerstand der Basis-Emitterstrecke $r_{BE} = 850 \Omega$ ist. Die Frequenz sei ausreichend hoch, sodass der Spannungsabfall am Koppelkondensator C_1 vernachlässigbar ist.
- Welches Übertragungsverhalten (Frequenzgang) bewirkt C_1 zusammen mit dem Rest der Schaltung (qualitativ, Bezeichnung der Grundschaltung)? Verwenden Sie auch hier wieder den differentiellen Widerstand der Basis-Emitter-Diode wie in (c). Berechnen Sie die Eckfrequenz (-3 dB) dieser Übertragungskennlinie für $C_1 = 10 \text{ nF}$.
- Nehmen Sie an, dass Sie den Transistor in der Schaltung austauschen, ohne die restliche Schaltung zu ändern. Der neue Transistor hat eine Stromverstärkung von $\beta = 380$. Wie groß nun ist die Spannung am Kollektor? Hat das Konsequenzen für den Aussteuerungsbereich?

Beispiel C4

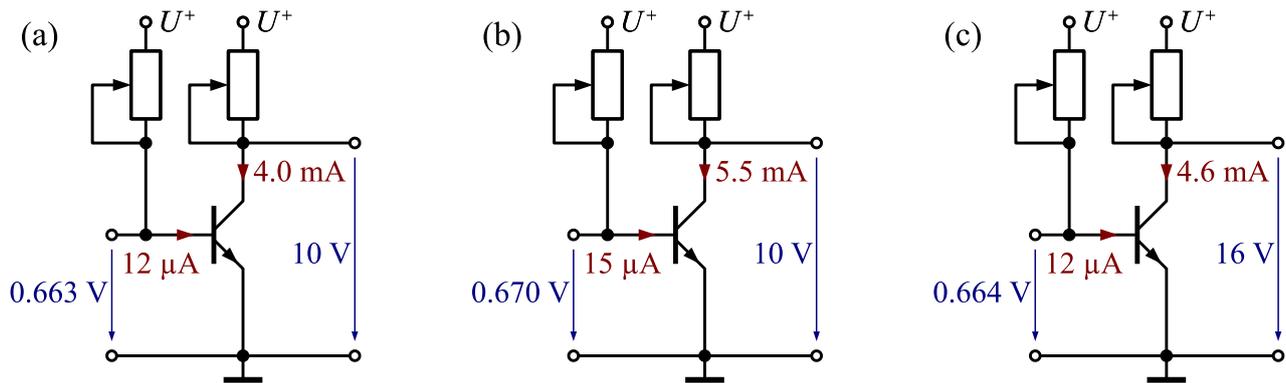
Gegeben sei ein npn-Si-Transistor mit Stromverstärkung $\beta > 50$ in Emitterschaltung zur Verstärkung kleiner Wechselspannungen. Die Stabilisierung des Arbeitspunkts erfolgt mittels Basisspannungsteiler und Emitterwiderstand.

Die Versorgungsspannung beträgt +24 V; am Arbeitspunkt des Transistors soll ein Kollektorstrom von $I_C = 10 \text{ mA}$ fließen. Die Kollektorspannung beim Arbeitspunkt sei 12 V (gegen Masse); am Emitterwiderstand soll 1 V abfallen.

Der Strom durch den Basisspannungsteiler („Querstrom“) soll mindestens das 10-fache des Basisstroms I_B betragen.

- Zeichnen Sie das Schaltbild aus dem Gedächtnis (erst dann mit dem Skriptum vergleichen).
- Berechnen Sie die Werte der benötigten Widerstände.
- Berechnen Sie die Spannungsverstärkung für Wechselspannungen (der Koppelkondensator am Eingang sei groß genug, sodass sein Einfluss vernachlässigbar wird).

Sie können $\beta \gg 1$ annehmen, also Terme der Ordnung $1/\beta$ gegen 1 vernachlässigen.

Beispiel C5

Sie messen an einem Bipolar-Transistor die Spannungen und Ströme laut Bild (dazu wurden die Potentiometer entsprechend eingestellt; das braucht Sie aber nicht weiter zu kümmern).

Berechnen Sie daraus die Vierpol-Parameter (h -Parameter für Emitterschaltung).

Hinweis: Betrachten Sie Bild (a) als Ausgangszustand. Bilder (b) und (c) zeigen jeweils eine kleine Änderung gegenüber (a), sodass die Änderungen der Spannungen und Ströme noch linear sind.

Beispiel C6

Dieses Beispiel können Sie auch ohne Taschenrechner lösen!

- (a) Betrachten Sie den Arbeitspunkt der Schaltung im Bild: Die Eingangsspannung sei $U_1 = 0 \text{ V}$, die Spannung an der Z-Diode sei konstant (Der Vorwiderstand R_1 der Z-Diode wurde bereits passend gewählt).

Berechnen Sie die Spannung U_2 , wenn $U_Z = 2.7 \text{ V}$, $R_E = 100 \Omega$, $R_C = 200 \Omega$, $U^+ = +9 \text{ V}$, $\beta \gg 1$.

- (b) Welchen Strom muss die Quelle für die Spannung U_1 zur Verfügung stellen?
- (c) Berechnen Sie die Spannungsverstärkung $g_U = dU_2/dU_1$ für kleine Eingangsspannungen. Der der differentielle Widerstand der Basis-Emitterstrecke r_{BE} sei klein genug, dass man ihn vernachlässigen kann. Bitte auch das Vorzeichen beachten!

