

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!

Beispiel D1

(Sie brauchen hier allfällige Parallelschaltungen nicht auszurechnen; Terme wie „ $R_1 \parallel R_2$ “ sind ok)

Betrachten Sie einen npn-Transistor als Verstärker in Kollektorschaltung. Zeichnen Sie das Schaltbild aus dem Gedächtnis (erst dann im Skriptum nachschauen!).

- (a) Entwerfen Sie ein passendes Schaltbild für diesen Verstärker, wenn die Eingangsspannung eine Wechsellspannung (ohne Gleichspannungsanteil gegenüber Masse) ist, aber Sie nur eine positive Versorgungsspannung (positiv gegen Masse) zur Verfügung haben!
Die Schaltung muss nur Wechsellspannungen verstärken.
Hinweis: Sie kennen die Lösung dieses Problems von der Behandlung der Emitterschaltung mit Arbeitspunktstabilisierung.
- (b) Wie groß ist der (differentielle) Innenwiderstand an der Basis des Transistors?
- (c) Was folgt daraus für den Frequenzgang? Bitte die Eckfrequenz berechnen!

Beispiel D2

Sie wollen eine LED-Lampe bauen und mit einer Logikschaltung ein- und ausschalten. Der Logikbaustein arbeitet mit einer Versorgungsspannung von +5.0 V; im „Ein“-Zustand liefert er unbelastet +5.0 V, allerdings nur sehr kleine Ströme (mA). Im „Aus“-Zustand ist die Ausgangsspannung ohne Last kleiner als 0.1 V.

Um hell zu leuchten, benötigt die LED einen Strom 1.3 A bei einer Durchflussspannung von 3.7 V. Sie haben dafür eine Versorgungsspannung von +5.0 V zur Verfügung; diese kann genug Strom für die LED bereitstellen. Da der Logikbaustein nicht genug Strom für die LED liefern kann, verwenden Sie einen n-Kanal MOSFET als Schalter.

- (a) Zeichnen Sie eine geeignete Schaltung. Vorsicht: Die LED darf nicht mit 5 Volt betrieben werden, weil sonst wegen der steilen Diodenkennlinie der Strom durch die LED viel zu groß wäre!
- (b) Wählen Sie aus der Tabelle einen geeigneten Feldeffekt-Transistor aus. Sie müssen dann nur noch einen Bauteilwert in der Schaltung berechnen.
- (c) Wie groß ist die Verlustleistung im MOSFET (wenn eingeschaltet)?

| Bezeichnung | $I_{D(max)}$ (A) | $U_{DS(max)}$ (V) | U_{th} (V) | $R_{DS(on)}$ (Ω) | bei U_{GS} (V) |
|-------------|------------------|-------------------|--------------|---------------------------|------------------|
| STD1NK60 | 1.0 | 100 | 3 | 0.5 | 5.0 |
| STD2NK60Z | 1.4 | 600 | 4 | 8 | 10 |
| BSP327 | 1.7 | 100 | 1.4 | 0.24 | 5.0 |

Beispiel D3

- (a) Wenn ein Transistor in Kollektorschaltung einen (gegebenen) Lastwiderstand R_L anspeist, und die Versorgungsspannung U^+ gegeben ist, wie hoch ist die maximale Verlustleistung im Transistor? Bei welcher Spannung U_{CE} tritt diese auf?
(Sie können den Basisstrom bei der Berechnung der Verlustleistung vernachlässigen, $\beta \gg 1$)
- (b) Der Transistor BD241B hat eine höchstzulässige Sperrschichttemperatur von 150 °C und einen Wärmewiderstand zwischen Sperrschicht und Gehäuseboden von $R_{\theta jc} = 3.1\text{ K/W}$. Wenn dieser Transistor durch eine Glimmerscheibe isoliert auf den Kühlkörper aufgesetzt wird, ergibt sich ein Wärmewiderstand zwischen Gehäuseboden und Kühlkörper von $R_{\theta ch} = 1.4\text{ K/W}$. Welcher maximale Dauerstrom darf durch diesen Transistor bei einer Umgebungstemperatur von 45 °C und einer Kollektor-Emitterspannung von $U_{CE} = 35\text{ V}$ fließen, wenn der Wärmewiderstand des Kühlkörpers $R_{\theta ha} = 1.5\text{ K/W}$ beträgt?
- (c) Welche Werte des Lastwiderstands R_L sind bei dem Transistor aus (b) mit $U^+ = 50\text{ V}$ zulässig, damit der Transistor nicht überlastet werden kann?

Beispiel D4

Ein Operationsverstärker soll als nichtinvertierender Verstärker mit Verstärkung $g = 15$ eingesetzt werden.

- (a) Zeichnen Sie das Schaltbild aus dem Gedächtnis.
- (b) Bestimmen Sie die Bauteilwerte, wenn der kleinere Widerstand $1\text{ k}\Omega$ ist.
- (c) Wie groß ist der Eingangswiderstand (unter Annahme eines idealen Operationsverstärkers)?
- (d) Sie verwenden einen Operationsverstärker mit einer Eingangsoffsetspannung von $200\text{ }\mu\text{V}$. Wie groß ist der Einfluss auf die Ausgangsspannung?

Beispiel D5

Entwerfen Sie die Schaltung eines Verstärkers für zwei Eingangsspannungen U_{1a} und U_{1b} , wobei die Ausgangsspannung durch $U_2 = 10 U_{1a} - 2 U_{1b}$ gegeben sein soll.

- (a) Zeichnen Sie zuerst die Schaltung eines „klassischen“ Summierers aus dem Gedächtnis (erst danach im Skriptum nachschauen). Beachten Sie dann, dass für eine der beiden Spannungen eine positive Verstärkung benötigt wird! (Wenn Sie einen invertierenden Summierer verwenden, müssen Sie daher dieses Signal wohl vorher invertieren.)
- (b) Berechnen Sie geeignete Bauteilwerte. Der Eingangswiderstand für die Signale U_{1a} und U_{1b} soll jeweils $10\text{ k}\Omega$ sein.

Beispiel D6

(a) Mit einem Operationsverstärker wird ein Integrierer aufgebaut.

- Zeichnen Sie das Schaltbild aus dem Gedächtnis

- Nehmen Sie eine Eingangsspannung $U_0 \cos \omega t$ an, und berechnen Sie die Ausgangsspannung $u_2(t)$, ohne die komplexe Schreibweise zu verwenden. (Selber rechnen, nicht die Rechnung abschreiben!)

- Erklären Sie die Phase des Ausgangssignals

- Bei welcher Kreisfrequenz ω einer sinusförmigen Spannung sind die Amplituden am Ein- und Ausgang gleich?

(b) Betrachten Sie einen Differenzierer mit einem Operationsverstärker.

- Zeichnen Sie das Schaltbild aus dem Gedächtnis

- Nehmen Sie an, dass ein zusätzlich zum Kondensator ein Widerstand R_1 zwischen der Quelle der Eingangsspannung und dem Eingang des Differenzierers gelegt wird. Berechnen Sie die komplexe Übertragungsfunktion $g(\omega)$.

- Abgesehen von einem konstanten Vorfaktor kennen Sie diese Übertragungsfunktion schon! Welche einfache Grundschaltung hat (bis auf den Vorfaktor) diese Übertragungsfunktion?

Beispiel D7

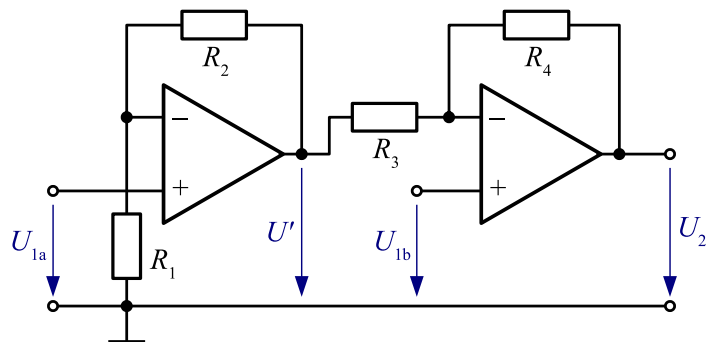
Berechnen die Ausgangsspannung U_2 der Schaltung im Bild rechts als Funktion der beiden Eingangsspannungen U_{1a} , U_{1b} zuerst allgemein und nehmen Sie dann an, dass $R_4 = R_1$ und $R_3 = R_2$.

Hinweise:

- Verwenden Sie Helmholtz'sche

Überlagerungsverfahren: Legen Sie die Spannungen U_{1a} und U_{1b} nacheinander an, wobei die jeweils andere Spannung gleich 0 ist. Bestimmen Sie für jeden Fall zuerst die Spannung U' .

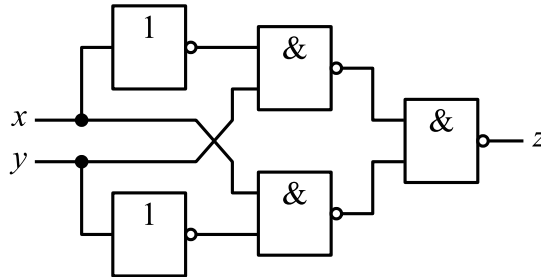
- Wenn jeweils eine der Eingangsspannungen gleich 0 ist, sollten Sie die Schaltungen als (etwas unkonventionell gezeichnete) Grundschaltungen kennen, deren Verstärkung bekannt bzw. leicht zu berechnen ist.



Beispiel D8

- (a) Bestimmen Sie die Wahrheitstabelle für den Ausgang z der Schaltung im Bild
Hinweis: am besten Tabelle mit „Zwischenresultaten“ aufschreiben!

Wie heißt ein Gatter mit dieser Funktion?



- (b) *(vielleicht abschreckend viel Text, ist aber ganz leicht)*

Ein *liquid crystal display* (LCD) bleibt durchsichtig, wenn zwischen den Elektroden (vordere durchsichtige Elektrode und *backplane* hinten) keine Spannung angelegt wird. Damit es undurchsichtig (schwarz) wird, muss an die vordere Elektrode eines Segments (Segment = Flächenbereich der Anzeige) eine Wechselfspannung gegenüber dem *backplane*-Potential gelegt werden (ginge auch mit Gleichspannung, dann wird es aber schnell kaputt).

Sie haben eine Rechteckspannung (Logikpegel, zwischen 0 und 5 V) zur Verfügung; diese wird an die rückseitige Elektrode (*backplane*) des LCD angelegt. Mit einem anderen Logiksignal wollen sie steuern, ob ein LCD-Segment hell (5 V, logisch 1) oder dunkel (0 V, logisch 0) sein soll (siehe Bild). Welches Gatter müssen Sie verwenden, um die vordere Elektrode des Segments anzusteuern?

Hinweis: Das Gatter soll also bei ‚logisch 1‘ die gleiche Spannung erzeugen, wie an der *backplane* anliegt, bei ‚logisch 0‘ eine entgegengesetzte Spannung, siehe Bild.

