

Elektronik & Messdatenverarbeitung

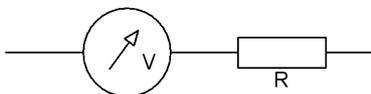
Klaus Betzler

Universität Osnabrück

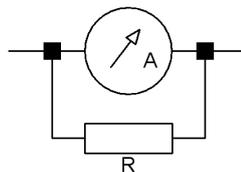
Sommersemester 2009

Klausurfragen aus Kapitel 1 – 9

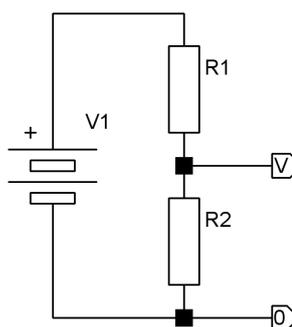
Aufgabe 1 Zur Erweiterung des Messbereichs von Voltmetern werden geeignete Widerstände in Reihe geschaltet. Geben Sie eine allgemeine Formel dafür an (ursprünglicher Messbereich V_0 , gewünschter V_1 , Innenwiderstand des Voltmeters R_0). Zahlenwerte: $V_0 = 150 \text{ mV}$, $V_1 = 3 \text{ V}$, $R_0 = 300 \Omega$.



Aufgabe 2 Zur Erweiterung des Messbereichs von Amperemetern werden geeignete Widerstände parallel geschaltet. Geben Sie eine allgemeine Formel dafür an (ursprünglicher Messbereich I_0 , gewünschter I_1 , Innenwiderstand des Amperemeters R_0). Zahlenwerte: $I_0 = 0.5 \text{ mA}$, $I_1 = 3 \text{ A}$, $R_0 = 500 \Omega$.

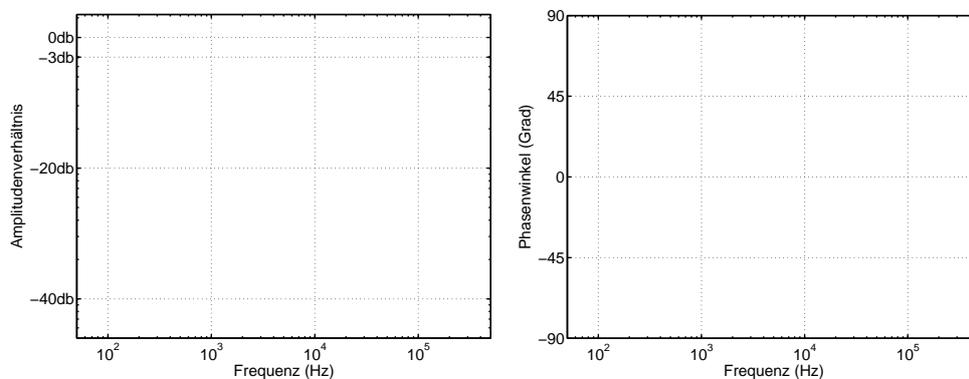


Aufgabe 3 Spannungsteilerschaltungen (Potentiometer~) verwendet man, um gezielt gewünschte Spannungen einzustellen. Wie muss nebenstehender Spannungsteiler dimensioniert werden, damit einerseits die eingestellte Spannung möglichst lastunabhängig ist (d. h. unabhängig vom entnommenen Strom), andererseits die Quelle möglichst wenig belastet wird? Werte: $V_1 = 12 \text{ V}$, $V = 7 \text{ V}$, minimaler Laststrom 0.001 A , maximaler 0.08 A , Variation von V , ΔV , geringer als 10% . Wie hoch ist der Wirkungsgrad der Schaltung? Welchen der beiden Widerstände könnte man durch eine Zenerdiode ersetzen? Was würde sich verbessern und warum?

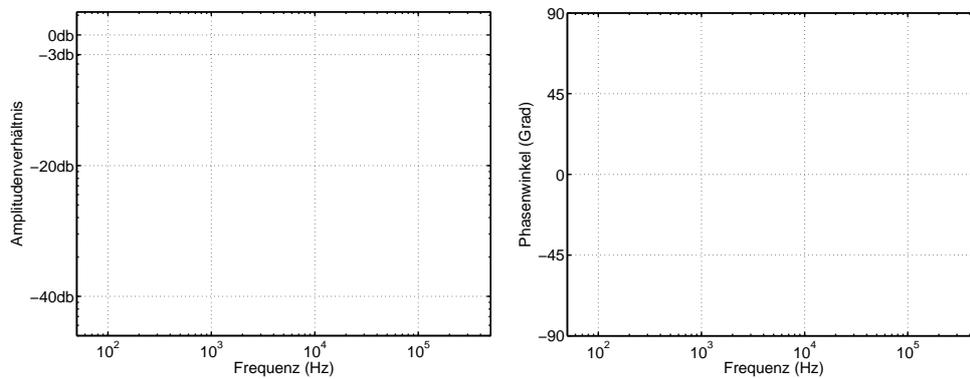


Aufgabe 4 Erläutern Sie das Messprinzip der Brückenschaltung am Beispiel eines Kraftmessers aus vier Dehnungsmessstreifen.

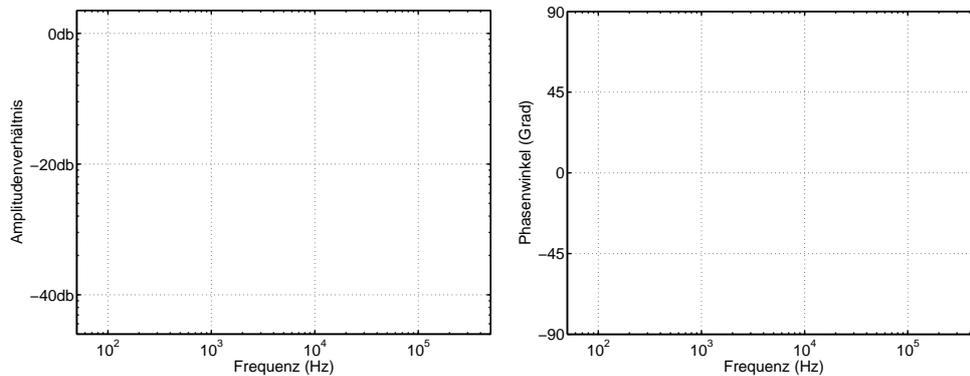
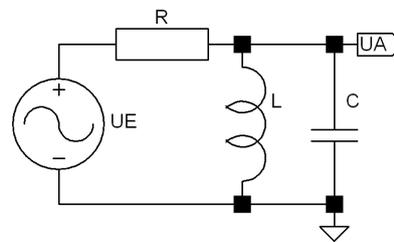
Aufgabe 5 Skizzieren Sie die Schaltung für einen Tiefpass aus Widerstand R und Kondensator C . Berechnen Sie allgemein den Frequenzgang der Amplitude und den Frequenzgang der Phase. Zeichnen Sie den Frequenzgang für Amplitude und Phase für $R = 3.3 \text{ k}\Omega$ und $C = 4.7 \text{ nF}$ in die nachstehenden Diagramme ein. Bei welcher Frequenz ist das Amplitudenverhältnis -3dB ? Wie groß ist der zugehörige Phasenwinkel? Bei welcher Frequenz ist die Ausgangsamplitude auf 10% der Eingangsamplitude abgefallen? Wie müsste die Schaltung für einen entsprechenden Tiefpass aus Widerstand und Induktivität aussehen? Wie groß wäre die Induktivität zu wählen (bei unverändertem Widerstand)?



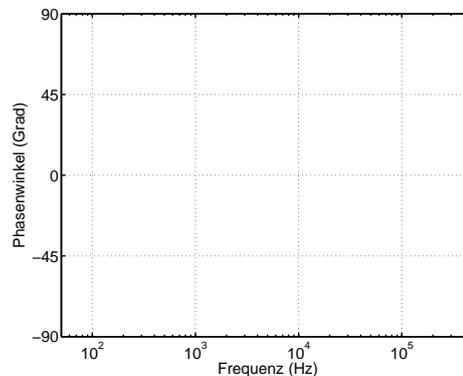
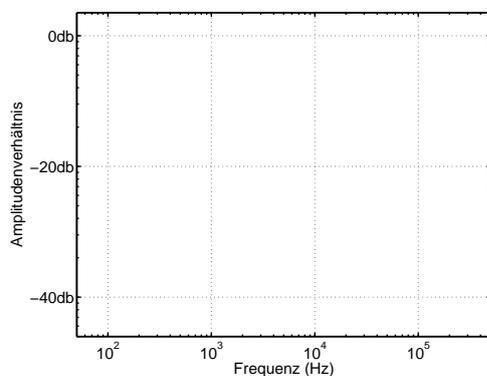
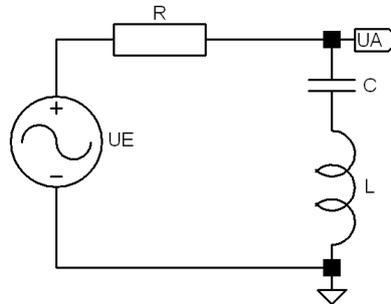
Aufgabe 6 Skizzieren Sie die Schaltung für einen Hochpass aus Widerstand R und Kondensator C . Berechnen Sie allgemein den Frequenzgang der Amplitude und den Frequenzgang der Phase. Zeichnen Sie den Frequenzgang für Amplitude und Phase für $R = 3.3 \text{ k}\Omega$ und $C = 4.7 \text{ nF}$ in die nachstehenden Diagramme ein. Bei welcher Frequenz ist das Amplitudenverhältnis -3dB ? Wie groß ist der zugehörige Phasenwinkel? Bei welcher Frequenz ist die Ausgangsamplitude auf 10% der Eingangsamplitude abgefallen? Wie müsste die Schaltung für einen entsprechenden Hochpass aus Widerstand und Induktivität aussehen? Wie groß wäre die Induktivität zu wählen (bei unverändertem Widerstand)?



Aufgabe 7 Berechnen sie die Übertragungsfunktion nebenstehender Schaltung (Frequenzgang der Amplitude und Frequenzgang der Phase). Wie groß müssen Sie L wählen, wenn das Maximum des Amplitudengangs bei $2 \cdot 10^3$ Hz liegen soll und $R = 15 \text{ k}\Omega$, $C = 47 \text{ nF}$ sind? Skizzieren Sie Amplituden- und Phasengang in den nachstehenden Diagrammen. Wie ändern sich die Kurven, wenn R auf $1.5 \text{ k}\Omega$ verkleinert wird (qualitative Skizze)?



Aufgabe 8 Berechnen sie die Übertragungsfunktion nebenstehender Schaltung (Frequenzgang der Amplitude und Frequenzgang der Phase). Wie groß müssen Sie L wählen, wenn das Minimum des Amplitudengangs bei $2 \cdot 10^3$ Hz liegen soll und $R = 15 \text{ k}\Omega$, $C = 47 \text{ nF}$ sind? Skizzieren Sie Amplituden- und Phasengang in den nachstehenden Diagrammen. Wie müssen Sie die Schaltung verändern, damit im Minimum nur um 20 dB abgeschwächt wird?



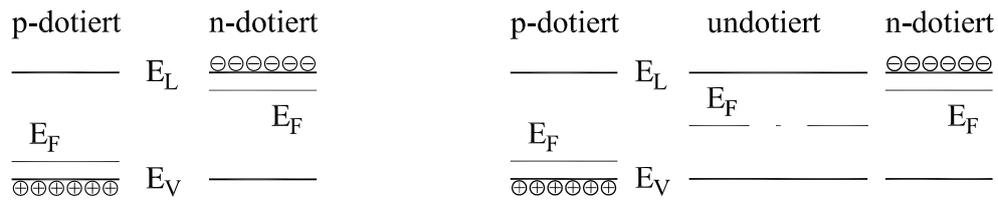
Aufgabe 9 Was versteht man in einem Netzwerk unter *Zweigen*, *Knoten* und *Maschen*?

Erläutern Sie die Grundzüge des Knotenpotenzialverfahrens zur Netzwerk-berechnung.

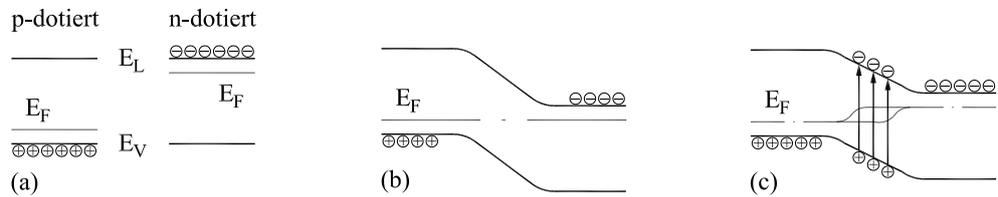
Aufgabe 10 Erläutern Sie mit Hilfe der Energiebänder für Elektronen im Ortsraum den Unterschied zwischen Isolatoren, Metallen und Halbleitern. Typische Dichten für bewegliche Ladungsträger?

Aufgabe 11 Nachstehend sind die Bandstrukturen (Energie von Elektronenzuständen über einer Ortskoordinate) für p- und n-dotierte sowie undotierte (i-) Halbleiterblöcke skizziert. E_V , E_L und E_F sind die Oberkante des Valenzbandes, die Unterkante des Leitungsbandes und die Fermi-Energie. Im Gedankenexperiment kann man diese Blöcke nun zu einem p-n-Übergang

(links) oder zu einem p-i-n-Übergang (rechts) zusammenfügen. Zeichnen Sie darunter schematisch den sich ergebenden Bandverlauf und die Raumladungen sowie die durch die Raumladungen bedingten Feld- und Potenzialverläufe ein (die Breite d_i der undotierten Schicht sei deutlich größer als die Breite $d_n + d_n$ der sich ergebenden Raumladungszonen). Was können Sie über die maximalen Felder aussagen?



Aufgabe 12 Schematisiert skizziert sind hier Bandstrukturdarstellungen im Ortsraum (Energie über einer typischen Ortskoordinate).



Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

- Abbildung (c) zeigt die Bandstruktur eines p-n-Übergangs, an den Sperrspannung angelegt wurde.
- Abbildung (c) zeigt die Bandstruktur eines p-n-Übergangs unter starker Beleuchtung.
- An den Anschlüssen des p-n-Übergangs in Abbildung (c) kann man eine Leerlaufspannung von einigen Zehntel Volt messen.
- Abbildung (c) zeigt die Bandstruktur einer Photodiode im Kurzschlussbetrieb.

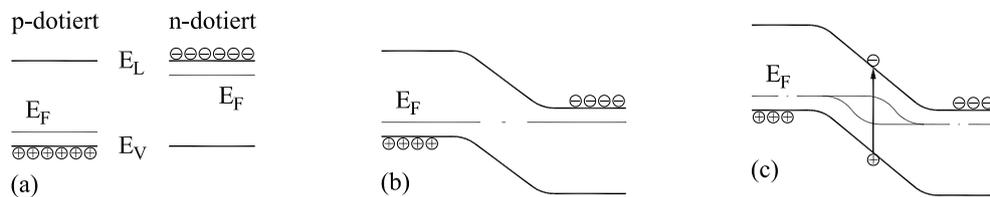
n-Leitfähigkeit erreicht man in Silizium durch Dotierung mit

- Arsen oder anderen Elementen der fünften Gruppe des Periodensystems,
- Germanium oder anderen Elementen der vierten Gruppe des Periodensystems,
- Aluminium oder anderen Elementen der dritten Gruppe des Periodensystems.

Aufgabe 13 Im nachstehenden Diagramm ist die Dunkel-Kennlinie einer Photodiode dargestellt. Zeichnen Sie eine Kennlinie für die mit Licht geeigneter Wellenlänge beleuchtete Photodiode ein. Kennzeichnen und beschreiben Sie typische Arbeitspunkte.



Aufgabe 14 Schematisiert skizziert sind hier Bandstrukturdarstellungen im Ortsraum (Energie über einer typischen Ortskoordinate).



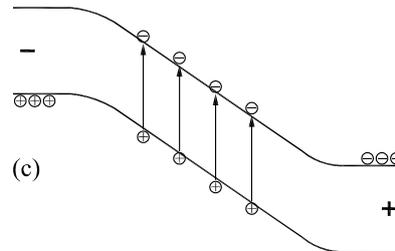
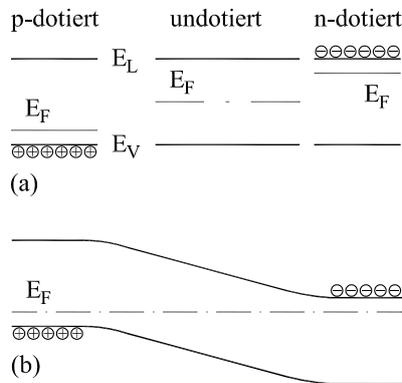
Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

- Die Abbildung (c) zeigt die Bandstruktur eines p-n-Übergangs, der in Durchlassrichtung betrieben wird.
- Die Abbildung (c) zeigt die Bandstruktur eines p-n-Übergangs, an den Sperrspannung angelegt wurde.
- Bei Beleuchtung des p-n-Übergangs in Abbildung (c) kann man einen zusätzlichen Strom in Sperrrichtung messen.
- Abbildung (c) zeigt die Bandstruktur einer Photodiode im Kurzschlussbetrieb.

Bei Halbleitern mit p-Dotierung liegt die Fermi-Energie

- in der Nähe des Leitungsbandes,
- in der Nähe des Valenzbandes,
- zwischen Valenz- und Leitungsband,
- bei $T=0$ K genau in der Mitte zwischen Valenz- und Leitungsband.

Aufgabe 15 Schematisiert skizziert sind hier Bandstrukturdarstellungen im Ortsraum (Energie über einer typischen Ortskoordinate).

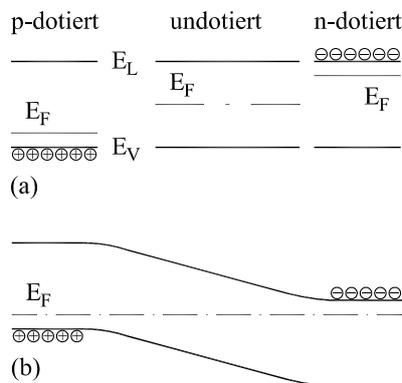


Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

- Die Abbildung (c) zeigt die Bandstruktur eines p-n-Übergangs, der in Durchlassrichtung betrieben wird.
- Die Abbildung (c) zeigt die Bandstruktur eines p-n-Übergangs, an den Sperrspannung angelegt wurde.
- Die Abbildung (c) zeigt die Bandstruktur eines p-i-n-Übergangs, der in Durchlassrichtung betrieben wird.
- Die Abbildung (c) zeigt die Bandstruktur eines p-i-n-Übergangs, an den Sperrspannung angelegt wurde.
- Die angeregten Ladungsträger in Abbildung (c) führen zu einem zusätzlichen Strom in Sperrrichtung.
- Die angeregten Ladungsträger in Abbildung (c) verringern den Strom in Sperrrichtung.
- Die angeregten Ladungsträger in Abbildung (c) führen zu einem zusätzlichen Strom in Durchlassrichtung.

Welches Halbleitermaterial, welche Geometrie (Schichtdicken) benutzt man üblicherweise, wenn man Gammaquanten mit einem derartigen Detektor nachweisen will? Begründung.

Aufgabe 16 Schematisiert skizziert sind hier Bandstrukturdarstellungen im Ortsraum (Energie über einer typischen Ortskoordinate).



Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

- Die Abbildung (b) zeigt die Bandstruktur eines p-i-n-Übergangs, der in Durchlassrichtung betrieben wird.
- Die Abbildung (b) zeigt die Bandstruktur eines p-i-n-Übergangs, an dem keine äußere Spannung anliegt.
- Die Abbildung (c) zeigt die Bandstruktur eines p-i-n-Übergangs, an den Sperrspannung angelegt wurde.
- In Abbildung (c) laufen beide Ladunsträgersorten nach rechts.
- In Abbildung (c) laufen beide Ladunsträgersorten nach links.
- In Abbildung (c) laufen die Ladunsträger im Valenzband nach links, die im Leitungsband nach rechts.
- In Abbildung (c) laufen die Ladunsträger im Valenzband nach rechts, die im Leitungsband nach links.

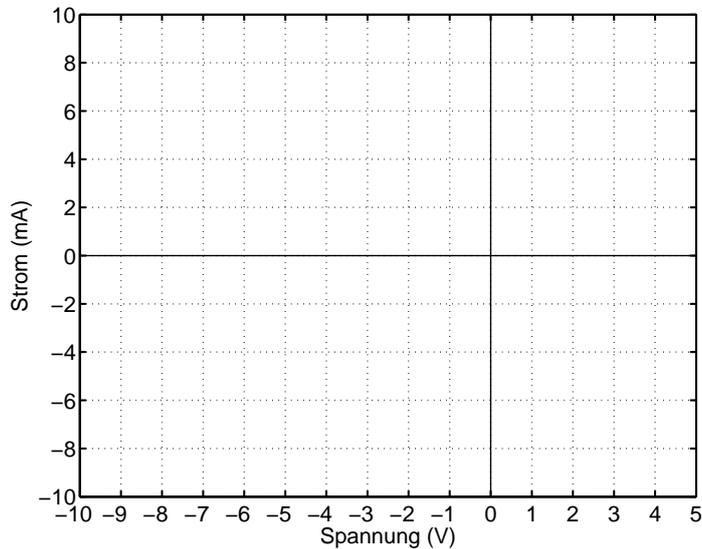
Kennzeichnen Sie die Größen der angelegten äußeren Spannungen U_a in den Abbildungen (b) und (c) jeweils durch geeignet eingezeichnete Pfeile und/oder numerische Angabe ($U_a = \dots$).

Welches Halbleitermaterial, welche Geometrie (Schichtdicken) benutzt man üblicherweise, wenn man Alpha-Teilchen mit einem derartigen Detektor nachweisen will? Begründung.

Aufgabe 17 Zeichnen Sie in das nachstehende Diagramm den typischen Kennlinienverlauf für folgende Diodentypen ein:

- (a) Universaldiode aus Silizium,
- (b) Weiße bzw. blaue Lumineszenzdiode,
- (c) Zenerdiode mit einer Zenerspannung von etwa 5 V.

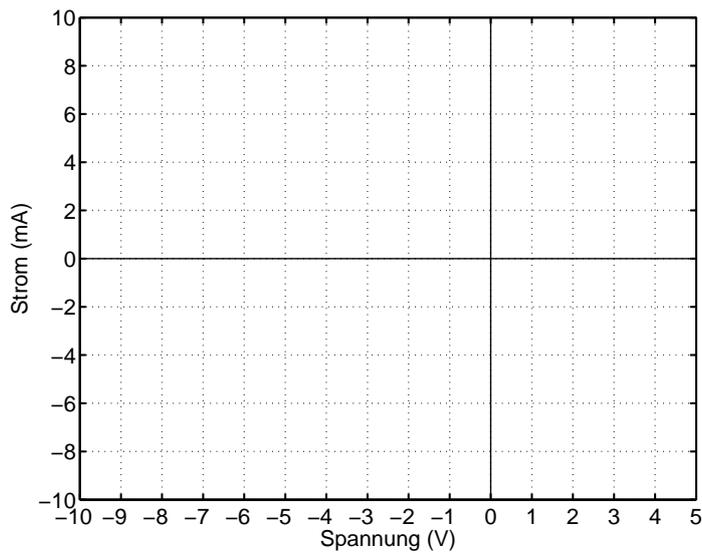
Was für eine Diode würden Sie heute verwenden, um einen guten Wirkungsgrad bei der Gleichrichtung kleiner Spannungen (z. B. 5 V) zu erzielen?



Aufgabe 18 Zeichnen Sie in das nachstehende Diagramm den typischen Kennlinienverlauf für folgende Diodentypen ein:

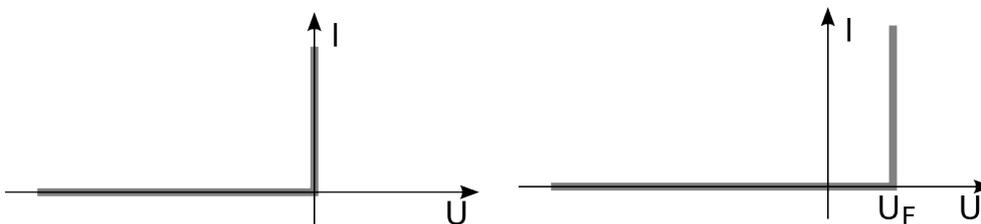
- (a) Schottkydiode aus Silizium,
- (b) rote Lumineszenzdiode,
- (c) grüne Lumineszenzdiode.

Erklären Sie kurz, wodurch die Farbe bei Lumineszenzdioden bestimmt ist.

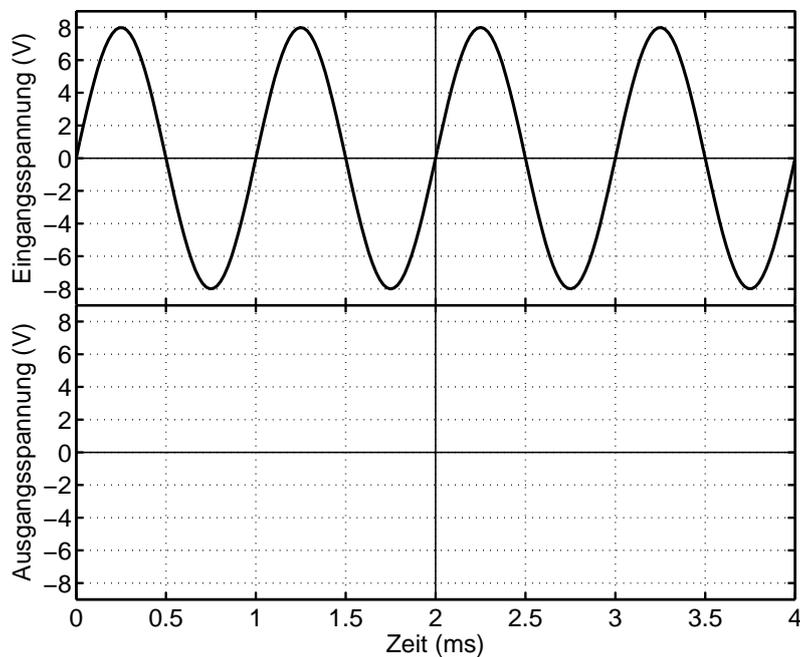


Aufgabe 19 Skizzieren Sie eine Einweggleichrichterschaltung.

Nachstehend zwei idealisierte Kennlinien, geben Sie jeweils ein passendes Diodenmodell dafür an.



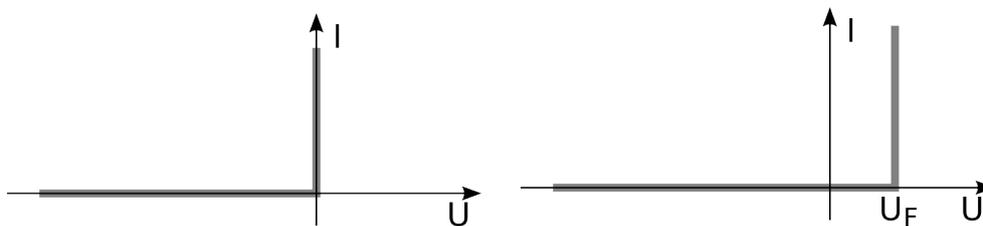
Zeichnen Sie in das nachstehende Diagramm die Ausgangsspannungen Ihrer Gleichrichterschaltung ein, links und rechts passend zu den obigen Kennlinien bzw. Diodenmodellen ($U_F = 1\text{ V}$).



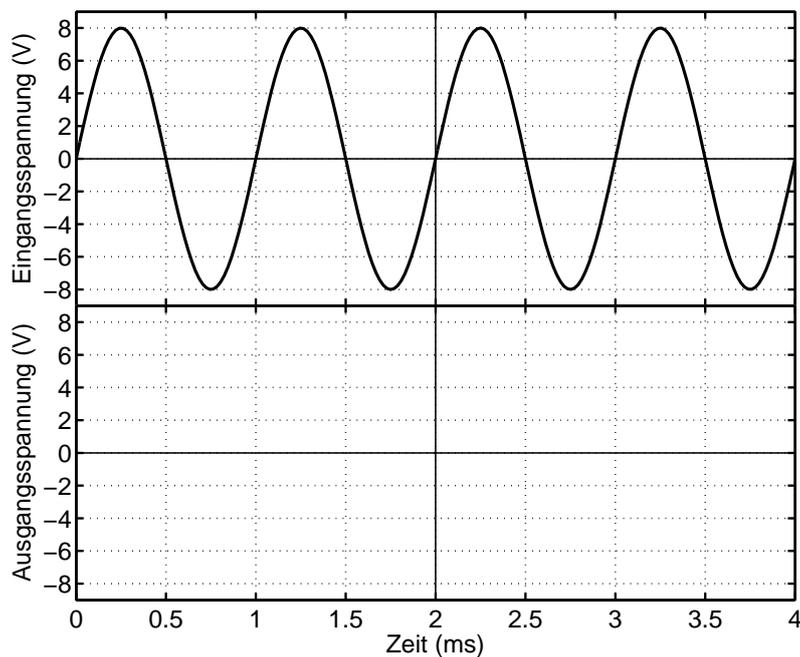
Berechnen Sie die jeweils den Effektiv- und Mittelwert der Ausgangsspannung.

Aufgabe 20 Skizzieren Sie eine Gleichrichter-Brückenschaltung.

Nachstehend zwei idealisierte Kennlinien, geben Sie jeweils ein passendes Diodenmodell dafür an.



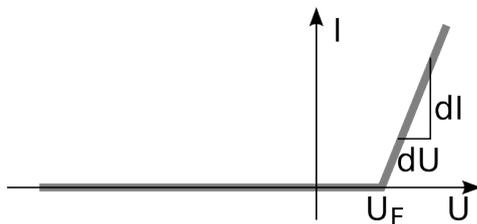
Zeichnen Sie in das nachstehende Diagramm die Ausgangsspannungen Ihrer Gleichrichterschaltung ein, links und rechts passend zu den obigen Kennlinien bzw. Diodenmodellen ($U_F = 1 \text{ V}$).



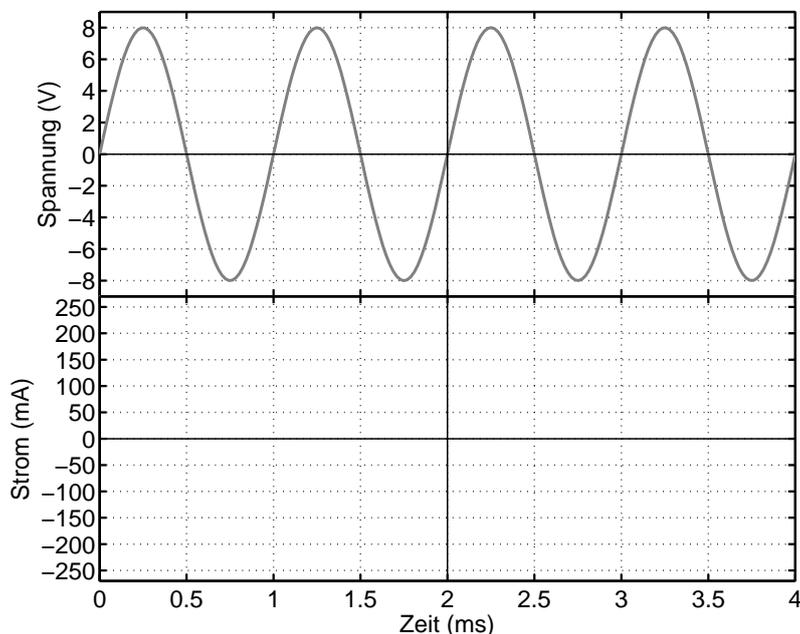
Berechnen Sie die jeweils den Effektiv- und Mittelwert der Ausgangsspannung.

Aufgabe 21 Skizzieren Sie eine Einweggleichrichterschaltung mit einem Lastwiderstand von 100Ω . Die Ausgangsspannung soll durch einen Kondensator weiter geglättet werden.

Nachstehend die idealisierte Diodenkennlinie, geben Sie ein passendes Diodenmodell dafür an.



Zeichnen Sie in das nachstehende Diagramm Ausgangsspannung (oben) und Diodenstrom (unten) ein, links für die Schaltung ohne, rechts (schematisch) für die Schaltung mit Glättungskondensator ($U_F = 1 \text{ V}$). Nehmen Sie an, dass näherungsweise $dU/dI = 0$ gilt.

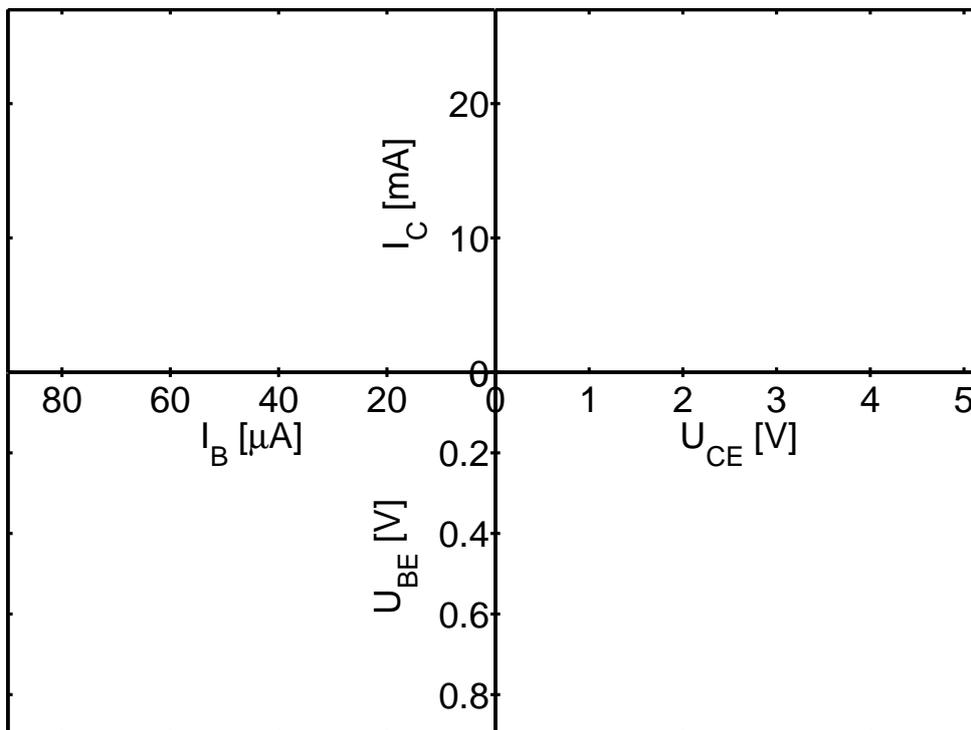


Was ändert sich, wenn dU/dI von Null verschieden wird, z. B. 20Ω .

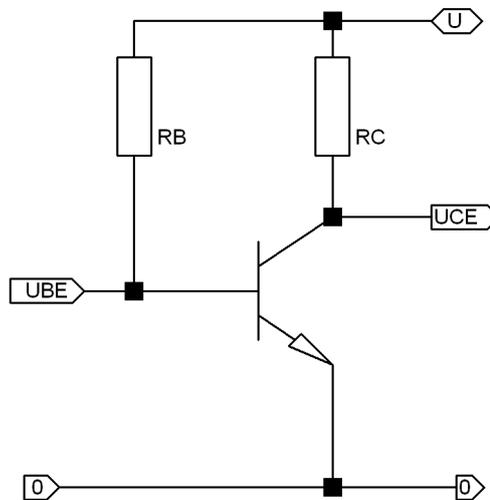
Aufgabe 22 Erläutern Sie die Funktionsweise eines Bipolartransistors. Diskutieren Sie die Ein- und Ausgangskennlinien in Emitterschaltung.

Aufgabe 23 Skizzieren Sie die Ein- und Ausgangskennlinien für einen NPN-Transistor in Emitterschaltung. Diskutieren Sie Arbeitspunkte für linearen Verstärkerbetrieb sowie für die Anwendung als Schalter.

Aufgabe 24 Zeichnen Sie in das nachstehende leere Diagramm in alle vier Quadranten typische Kennlinien für einen NPN-Bipolartransistor in Emitterschaltung ein. Gehen Sie dabei von einer Stromverstärkung ($h_{FE} = \beta = B$) von 250 aus. In welchem Quadranten werden sinnvollerweise mehrere Kennlinien gezeichnet? Zeichnen Sie dort drei typische ein. Wählen Sie einen Arbeitspunkt und zeichnen Sie den in allen Quadranten ein. Welche h-Parameter können Sie aus den Kennlinien in den vier Quadranten direkt entnehmen?

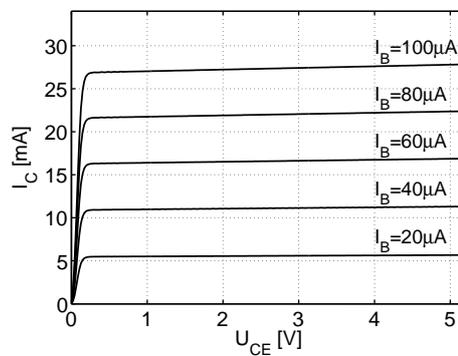
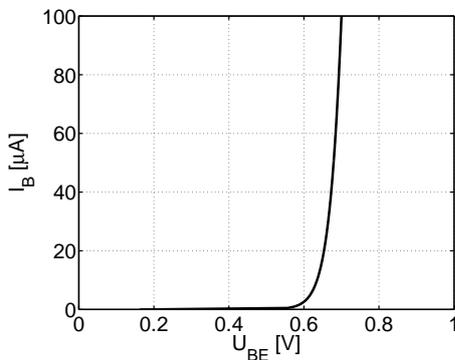
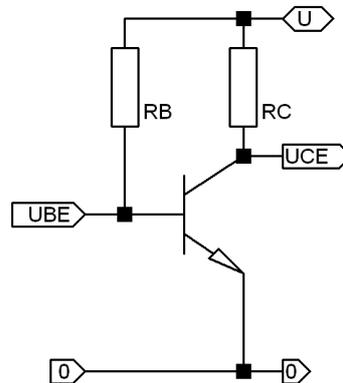


Aufgabe 25 Zeichnen Sie in die nebenstehende Emitter-schaltung die Transistorkapa-zitäten ein und diskutieren Sie deren Auswirkungen.



Aufgabe 26 Skizzieren Sie die drei Grundschaltungen für bipolare Transisto-ren: Emitterschaltung, Basisschaltung, Kollektorschaltung. Beschreiben Sie die charakteristischen Eigenschaften und Anwendungsbereiche.

Aufgabe 27 Für die nebenstehende Schaltung soll der Basiswiderstand dimen-sioniert werden. Als Betriebsspannung U wurde 5 V festgelegt, für den Kollektorwiderstand R_C 200 Ω . Der in der Schaltung verwendete Transi-stor ist durch die nachstehenden Kennli-nien charakterisiert.

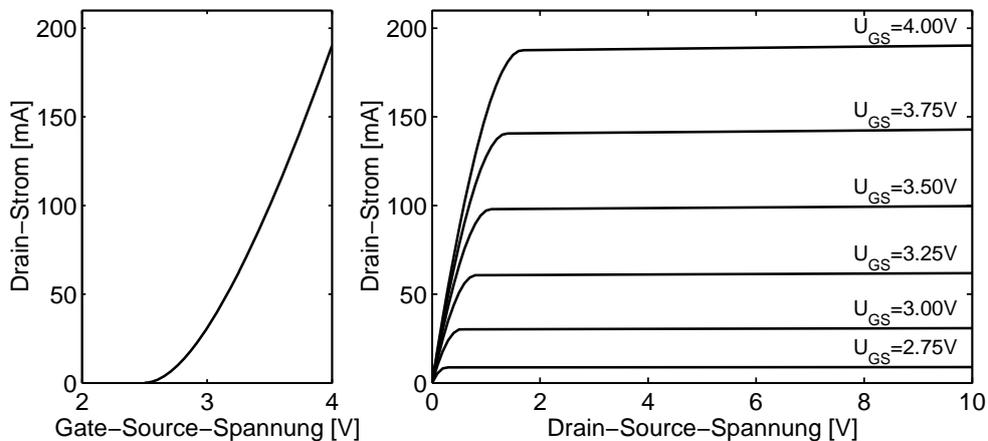
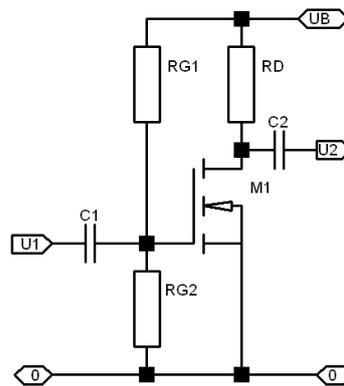


(a) Zeichnen Sie die Arbeitsgerade (Widerstandsgerade) im Kennlinienfeld

ein. Zeichnen Sie Arbeitspunkte ein für (i) einen einigermaßen großen symmetrischen Aussteuerungsbereich, (ii) einen kleinen Aussteuerungsbereich und geringen Leistungsverbrauch.

- (b) Wie groß müssten jeweils die Basiswiderstände R_B gewählt werden?
 (c) Beschreiben Sie Möglichkeiten zur Stabilisierung des Arbeitspunkts gegen Änderungen in der Stromverstärkung des Transistors.

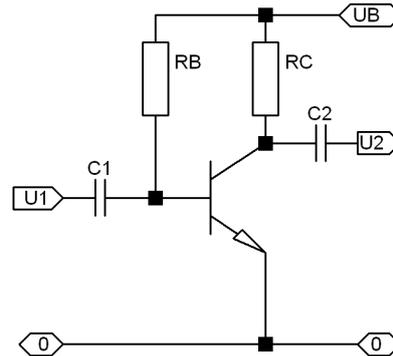
Aufgabe 28 Für die nebenstehende Schaltung sollen die Spannungsteilerwiderstände am Gate dimensioniert werden. Als Betriebsspannung U_B wurde 5 V, für den Drainwiderstand R_D 20 Ω festgelegt. Der Aussteuerbereich um den Arbeitspunkt soll etwa ± 0.5 V sein, die Verstärkung einigermaßen linear.



- (a) Zeichnen Sie die Arbeitsgerade (Widerstandsgerade) im Kennlinienfeld ein. Zeichnen Sie Arbeitspunkte ein für (i) einen einigermaßen großen symmetrischen Aussteuerungsbereich, (ii) einen geringen Leistungsverbrauch.
 (b) Was für einen Arbeitspunkt müssten Sie für möglichst hohe Verstärkung wählen?
 (c) Wie müsste jeweils der Spannungsteiler am Gate R_{G1}/R_{G2} gewählt werden?

- (d) Wie müsste C_1 dimensioniert werden, wenn die untere (3 dB-)Grenzfrequenz bei 100 Hz liegen soll? Zahlenwert: $R_{G2} = 100 \text{ k}\Omega$.
- (e) Wie müsste C_2 dimensioniert werden, wenn der Lastwiderstand die gleiche Größe wie R_D hat?

Aufgabe 29 Für die nebenstehende Schaltung sollen Kollektor- und Basiswiderstand dimensioniert werden. Als Betriebsspannung U_B wurde 15 V festgelegt, die typische Stromverstärkung des Transistors beträgt $h_{fE} = \beta = B = 400$.



- (a) Für einen Kollektorstrom von 3 mA ist R_C so zu bestimmen, dass ein möglichst großer symmetrischer Aussteuerbereich erreicht wird (näherungsweise können Sie annehmen, dass die minimale Kollektor-Emitter-Spannung 0 V beträgt).
- (b) Wie groß muss R_B gewählt werden unter der Annahme, dass die Basis-Emitter-Spannung 0.6 V beträgt?
- (c) Bestimmen Sie die Wechselspannungsverstärkung der Schaltung (die Kondensatoren seien groß genug gewählt, um die Verstärkung nicht zu beeinflussen). Für die Eingangskennlinie können Sie die vereinfachte Formel

$$I_B = I_S \cdot \exp \frac{U_{BE}}{U_T} \quad \text{mit} \quad U_T = \frac{k_B T}{e} = 26 \text{ mV}, \quad I_S = 2.5 \cdot 10^{-16} \text{ A}$$

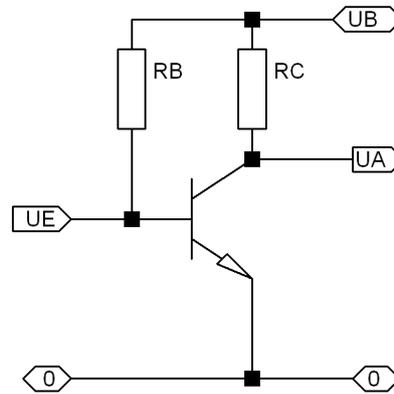
annehmen.

- (d) Laut Datenblatt kann die Stromverstärkung zwischen 250 und 600 streuen. Wie verändern sich Arbeitspunkt, maximale Amplitude der Ausgangsspannung und Verstärkung bei diesen Extremwerten.
- (e) Zusatzfrage: Wie groß muss die Koppelkapazität C_1 an der Basis gemacht werden, damit die untere 3 dB-Grenze des Frequenzgangs bei 25 Hz liegt?

Aufgabe 30 Für die nebenstehende Schaltung wurde als Betriebsspannung U_B 10 V festgelegt, die typische Stromverstärkung des Transistors beträgt $h_{fE} = \beta = B = 400$. Der Kollektorwiderstand R_C beträgt 470Ω . Diskutieren Sie die Fälle

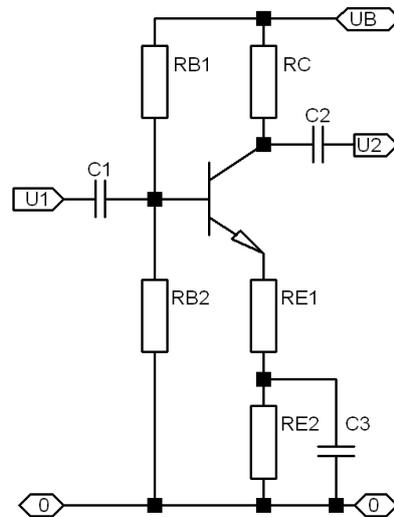
- (a) $R_B = 100 \text{ k}\Omega$,
- (b) $R_B = 390 \text{ k}\Omega$,
- (c) $R_B = 3.3 \text{ M}\Omega$.

Wie groß ist jeweils die Ausgangsspannung U_A , die sich einstellt? Für U_{BE} können Sie näherungsweise 0.6 V annehmen.



Aufgabe 31 Für die nebenstehende Schaltung sollen die Widerstände dimensioniert werden. Als Betriebsspannung U_B wurde 15 V festgelegt, die typische Stromverstärkung des Transistors beträgt $h_{fE} = \beta = B = 400$.

Alle Kondensatoren in der Schaltung sind so groß, dass sie für die Berechnung der Wechselspannungsverhältnisse als Kurzschlüsse angenommen werden können. Als Basis-Emitter-Spannung können Sie für alle Berechnungen 0.6 V annehmen.



- (a) Für einen Kollektorstrom von 3 mA sind R_C und die Summe aus den beiden Emitterwiderständen $R_{E1} + R_{E2}$ so zu bestimmen, dass die Teilspannungen über R_C , über der Kollektor-Emitter-Strecke des Transistors und über $R_{E1} + R_{E2}$ jeweils gleich groß sind.
- (b) Dimensionieren Sie R_{B1} und R_{B2} so, dass durch R_{B2} der zehnfache Basisstrom fließt.
- (c) Wie groß muss R_{E1} gewählt werden, damit die Wechselspannungsverstärkung 10 beträgt.

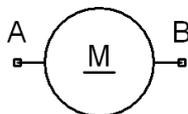
- (d) Laut Datenblatt kann die Stromverstärkung zwischen 250 und 600 streuen. Wie verändern sich Arbeitspunkt, maximale Amplitude der Ausgangsspannung und Verstärkung bei diesen Extremwerten.

Aufgabe 32 Skizzieren Sie die Schaltung eines Differenzverstärkers und erläutern Sie die Funktion. Typische Anwendungen?

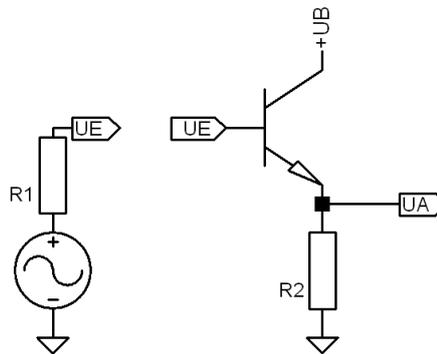
Aufgabe 33 Skizzieren Sie den Aufbau einer NAND-Schaltung in CMOS-Technologie und beschreiben Sie die Funktionsweise.

Aufgabe 34 Skizzieren Sie den Aufbau einer NOR-Schaltung in CMOS-Technik und beschreiben Sie die Funktionsweise.

Aufgabe 35 Ein Gleichstrommotor soll durch eine Vollbrücke aus MOS-Transistoren angesteuert werden. Skizzieren Sie die Schaltung der Brücke. Wenn die Spannung am Anschluss A positiv gegenüber der an B ist, dreht der Motor rechtsrum. Beschreiben Sie die Gatesignale oder die Schaltzustände der Transistoren für die folgenden Betriebsarten: Rechtslauf, Linkslauf, Notbremsung, Bremsung mit Energierückspeisung.



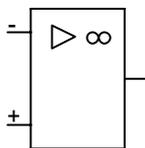
Aufgabe 36 Die typische Stromverstärkung des Transistors in nebenstehender Schaltung beträgt $h_{FE} = \beta = B = 160$. U_E ist etwa auf die Hälfte der Betriebsspannung eingestellt. Für U_{BE} können Sie näherungsweise den konstanten Wert 0.6 V annehmen.



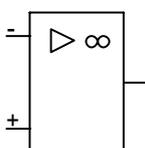
- Wie ändert sich U_A bei einer kleinen Änderung von U_E ?
- Wie groß ist demnach der (differentielle) Eingangswiderstand der Schaltung?
- Wie groß ist der (differentielle) Ausgangswiderstand?
- Wie wirken sich die Transistorkapazitäten aus?

Zahlenwerte: $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 220 \Omega$.

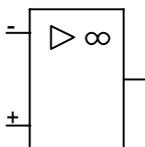
Aufgabe 37 Ergänzen Sie den nachstehenden Operationsverstärker zu einer Schaltung zur Strommessung. Dimensionieren Sie die Schaltung so, dass einem Eingangsstrom von $1 \mu\text{A}$ eine Ausgangsspannung von 100 mV (jeweils Beträge) entspricht. Das Signal einer Photodiode im *Kurzschlussbetrieb* soll damit verstärkt werden. Zeichnen Sie diese mit ein. Richtung des Diodenstroms bei Beleuchtung und Polarität der Ausgangsspannung? Vor- und Nachteile des *Kurzschlussbetriebs* gegenüber dem *Sperrbetrieb*?



Aufgabe 38 Ergänzen Sie den nachstehenden Operationsverstärker zu einer Schaltung zur Strommessung. Dimensionieren Sie die Schaltung so, dass einem Eingangsstrom von $1\ \mu\text{A}$ eine Ausgangsspannung von $100\ \text{mV}$ (jeweils Beträge) entspricht. Das Signal einer Photodiode im *Sperrbetrieb* soll damit verstärkt werden. Zeichnen Sie diese mit ein. Richtung des Diodenstroms bei Beleuchtung und Polarität der Ausgangsspannung? Vor- und Nachteile des *Sperrbetriebs* gegenüber dem *Kurzschlussbetrieb*?



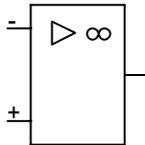
Aufgabe 39 Ergänzen Sie den nachstehenden Operationsverstärker zu einer Schaltung zur Spannungsmessung. Dimensionieren Sie die Schaltung für 1000fache Verstärkung.



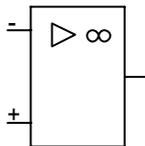
Aufgabe 40 Ergänzen Sie den nachstehenden Operationsverstärker zu einer Schaltung zur Addition von drei Spannungen (invertierender Addierer). Di-

mensionieren Sie die Schaltung so, dass für die Ausgangsspannung gilt

$$U_A = -\left(\frac{1}{4}U_{E1} + 4U_{E1} + 3U_{E1}\right)$$

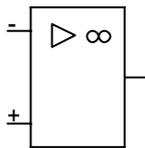


Aufgabe 41 Ergänzen Sie den nachstehenden Operationsverstärker zu einem Integrator. Wie entwickelt sich die Ausgangsspannung für ein zeitlich veränderliches Eingangssignal $U_E(t)$? Wie sieht die Übertragungsfunktion für eine sinusförmige Wechselspannung der Frequenz ω aus? In welchen Frequenzbereichen werden die Unterschiede zwischen idealem und realem Operationsverstärker deutlich?

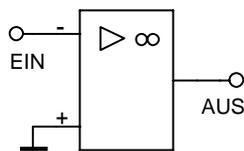


Aufgabe 42 Ergänzen Sie den nachstehenden Operationsverstärker zu einem Differenzierer. Wie entwickelt sich die Ausgangsspannung für ein zeit-

lich veränderliches Eingangssignal $U_E(t)$? Wie sieht die Übertragungsfunktion für eine sinusförmige Wechselspannung der Frequenz ω aus? In welchen Frequenzbereichen werden die Unterschiede zwischen idealem und realem Operationsverstärker deutlich?

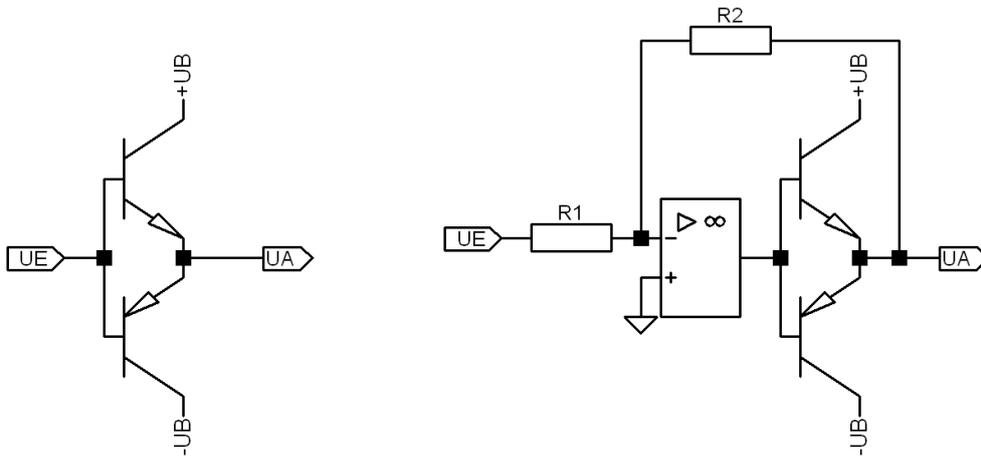


Aufgabe 43 Ergänzen Sie die nachstehende Operationsverstärkerschaltung zu einem ladungsempfindlichen Verstärker. Dimensionieren Sie die Schaltung für einen Halbleiter-Teilchendetektor (maximale Teilchenenergie 10 MeV, zur Erzeugung eines Elektron-Loch-Paares wird im Mittel eine Energie von 4 eV verbraucht, die Länge des Ladungsimpulses ist kleiner als 100 ns, die Ausgangsspannung für einen Impuls soll 10 mV nicht überschreiten). Hinweis: Die Elementarladung ist ungefähr $1.6 \cdot 10^{-19}$ C.

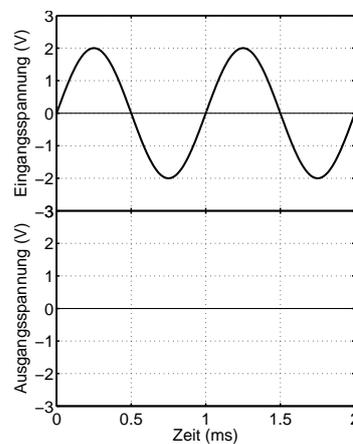
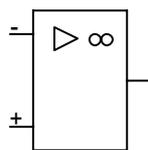


Aufgabe 44 Diskutieren Sie typische Eigenschaften der beiden nachstehend

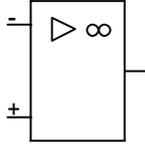
skizzierten Schaltungen (Verstärkung, Linearität, Schaltanwendungen, Bandbreite usw.).



Aufgabe 45 Ergänzen Sie den nachstehenden Operationsverstärker zu einem Halbwellen-Präzisionsgleichrichter. Beschreiben Sie die Funktion. Wie ist der Ausgangsspannungsverlauf für eine sinusförmige Eingangsspannung (Skizze)? Wie können Sie daraus einen Vollwellen-Gleichrichter entwickeln?



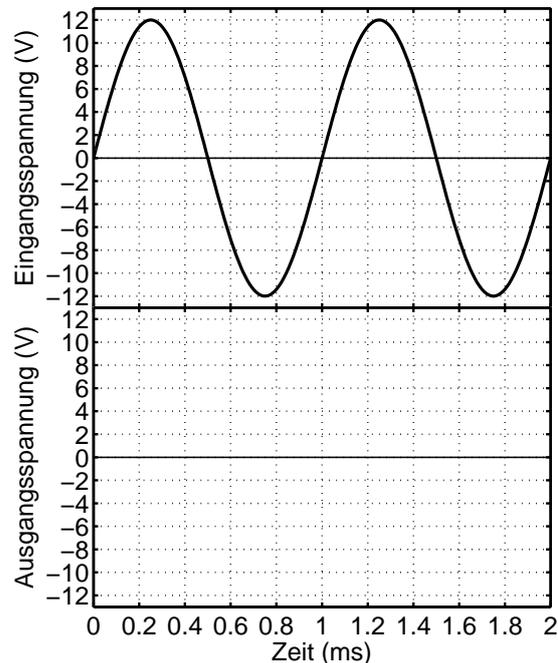
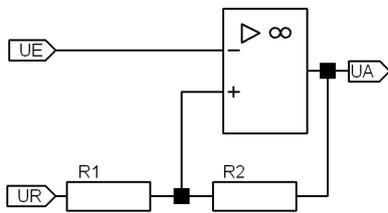
Aufgabe 46 Ergänzen Sie den nachstehenden Operationsverstärker zu einem Verstärker mit einem Tiefpassverhalten erster Ordnung. Welche Bedingung muss die Beschaltung erfüllen, damit die Gleichspannungsverstärkung 6 dB beträgt? Diskutieren Sie Vorteile gegenüber einem rein passiven Tiefpass.



Aufgabe 47 Diskutieren Sie die Funktionsweise der nachstehenden Schaltung, U_E : Eingangsspannung, U_R : Referenzspannung.

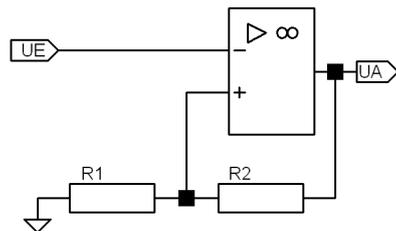
Zahlenwerte: $U_R = 3\text{ V}$, maximale und minimale Ausgangsspannung 12 V , $R_1 = 20\text{ k}\Omega$, $R_2 = 50\text{ k}\Omega$.

Skizzieren Sie die Ausgangsspannung für eine sinusförmige Eingangsspannung der Amplitude 12 V .

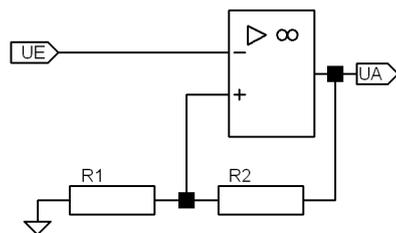


Aufgabe 48 Ergänzen Sie die nachstehende Schmitt-Trigger-Schaltung zu einem astabilen Multivibrator. Diskutieren Sie die Funktion. Dimensionieren

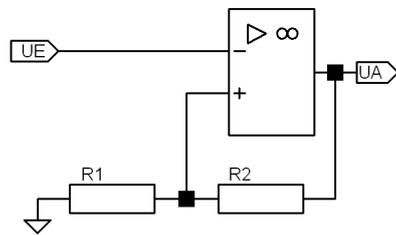
Sie die Schaltung für eine Frequenz von 6 kHz. Skizzieren Sie den Verlauf von U_E und U_A .



Aufgabe 49 Ergänzen Sie die nachstehende Schmitt-Trigger-Schaltung zu einer monostabilen Kippstufe (Univibrator). Diskutieren Sie die Funktion.



Aufgabe 50 Ergänzen Sie die nachstehende Schmitt-Trigger-Schaltung zu einer bistabilen Kippstufe (Flipflop). Diskutieren Sie die Funktion.



Aufgabe 51 Skizzieren Sie eine mögliche Schaltung für einen A/D-Wandler nach dem Wägeverfahren (Sukzessive Approximation). Beschreiben Sie das Prinzip.

Aufgabe 52 Ordnen Sie Eigenschaften zu:

(a) A/D-Wandler nach dem Parallelverfahren (Flash-Wandler) sind

- sehr schnell,
- mittelschnell,
- eher langsam,
- empfindlich gegen Störspannungen,
- unempfindlich gegen Störspannungen,
- technisch aufwendig,
- einfach mit hoher Bitzahl und hoher Genauigkeit realisierbar.

(b) Integrierende A/D-Wandler nach dem *Dual-Slope*-Verfahren sind

- sehr schnell,
- mittelschnell,
- eher langsam,
- empfindlich gegen Störspannungen,
- unempfindlich gegen Störspannungen,
- technisch aufwendig,
- einfach mit hoher Bitzahl und hoher Genauigkeit realisierbar.

Aufgabe 53 Beschreiben Sie zwei Verfahren zur Analog-Digital-Wandlung und diskutieren Sie deren Vor- und Nachteile.

Aufgabe 54 Erläutern Sie die Funktionsweise eines Parallel-Umsetzers zur Analog-Digital-Wandlung und diskutieren Sie dessen Vor- und Nachteile.

Aufgabe 55 Einen 4-Bit-D/A-Wandler mit R/2R-Netzwerk könnte man etwa wie nachstehend dargestellt realisieren. Die einzelnen Bits sind durch Schalter schematisiert. Wie groß ist die Ausgangsspannung, welcher Binärwert ist eingestellt.

