

Schriftliche Prüfung im Fach

Elektronische Schaltungen

- Bitte beachten Sie die Hinweise auf der folgenden Seite.
- Beginnen Sie mit den Aufgaben, die Ihnen am leichtesten fallen.

Einzelresultate

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8
erreichbare Punkte	13	16	15	16	20	11	16	13
erzielte Punkte								

Gesamtbewertung

Punkte maximal:	Gesamtpunkte:	Bonuspunkte:	Note:
120			



1. Die Prüfungsdauer beträgt 2 Stunden.
2. Zur Bearbeitung der Klausur sind **keine Hilfsmittel** zugelassen, außer Schreibzeug, Zirkel, Lineal, ein **nicht-programmierbarer, komplexer** Taschenrechner und ein handschriftliches, beidseitig beschriebenes Blatt als Formelsammlung.
3. Die Lösungen müssen auf den ausgegebenen Blättern in den dafür vorgesehenen **Lösungskästen** niedergeschrieben werden. Geben Sie zu den Zahlenwerten auch immer die zugehörigen **Einheiten** an. Achten Sie auch auf die korrekte **Beschriftung** der **Diagramme**. Falls der Platz nicht ausreicht, muss auf dem Lösungsblatt ein Hinweis auf die Fortsetzung gegeben werden und von der Aufsicht ein gestempeltes Zusatzblatt angefordert werden. Bei zweifelhafter Zuordnung kann die Lösung nicht gewertet werden. Benutzen Sie **kein eigenes Papier**.
4. **Bei allen Aufgaben muss der Lösungsweg klar erkennbar und eindeutig dargestellt werden.** In einigen Aufgaben ist dies die wesentliche Prüfungsleistung. Lösungen ohne ausreichende Begründung werden nicht gewertet. Das Gleiche gilt für mehrdeutige Lösungen oder Formulierungen.
5. Verwenden Sie bei der Lösung der Aufgaben **weder rote oder grüne Farbe noch Bleistift** und kennzeichnen Sie Ihre Ergebnisse deutlich. Lösungen in roter Farbe oder Bleistift können nicht gewertet werden. Zeichnungen in Diagrammen dürfen mit Bleistift gemacht werden.
6. Tragen Sie vor Beginn der Klausur Nachname, Vorname und Matrikelnummer auf dem Deckblatt ein und **beschriften Sie jedes Lösungsblatt** mit Ihrer Matrikelnummer. **Alle** Blätter, auch die Zusatzblätter, müssen die Matrikelnummer des/der Kandidat:in tragen. Wer diese Regeln, die einer raschen Bearbeitung dienen, nicht einhält, kann nicht erwarten, dass er kurzfristig über das Ergebnis seiner Prüfung informiert wird. Die Lösungsblätter müssen **vollständig**, d.h. zusammen mit allen zusätzlich ausgeteilten Blättern, abgegeben werden. Heften Sie alle Blätter mit der beiliegenden Faltklammer zusammen.
7. Legen Sie Ihren Studentenausweis und ggfs. den Zulassungsschein bereit.
8. Der Umfang der gesamten Klausur beträgt 47 Seiten und besteht aus 8 Aufgaben. **Prüfen Sie** diese direkt nach Erhalt **auf Vollständigkeit**.
9. Die Ergebnisse der Klausur werden nach der Korrektur im Campus System veröffentlicht. Der Zeitpunkt der Veröffentlichung wird im Internet bekannt gegeben.

Aufgabe 1

(gesamt 13 Punkte)

Netzwerkanalyse

Im Folgenden sollen verschiedene passive Netzwerke untersucht werden. Die Widerstände haben folgende Werte: $R_1 = 500 \, \Omega$ und $R_2 = 800 \, \Omega$.

- a) Gegeben ist die Schaltung in Abb. 1. Es gilt $U_0 = 2,5 \, \text{V}$. Berechnen Sie die Spannungen U_1 und U_2 sowie die Ströme I_1 und I_2 .

(3 P.)

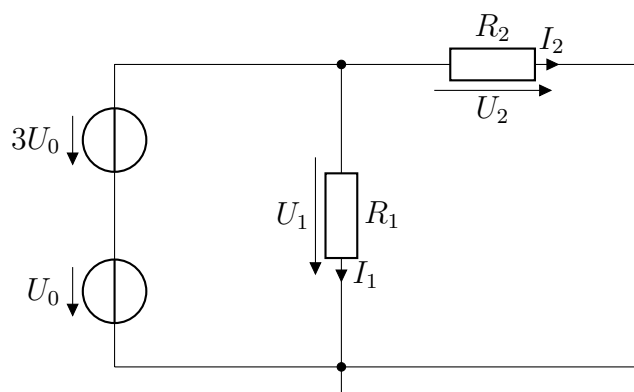


Abbildung 1

- b) Die Schaltung wird mit einem dritten Widerstand $R_3 = 450\ \Omega$ nach Abb. 2 erweitert. Berechnen Sie U_3 und I_3 .

(Werte aus vorherigen Aufgabenteilen: $U_0 = 2,5\text{ V}$, $R_1 = 500\ \Omega$, $R_2 = 800\ \Omega$)

(2 P.)

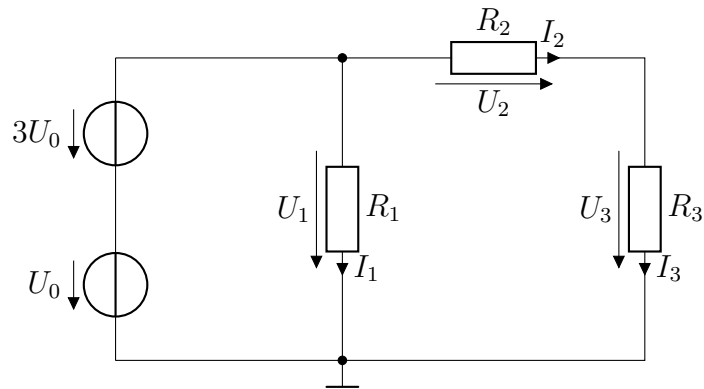


Abbildung 2

- c) Der Widerstand R_3 wird nun mit einer Induktivität $L = 850 \text{ pH}$ ausgetauscht und die Gleichspannungsquellen werden durch eine einzelne Wechselspannungsquelle ersetzt, siehe Abb. 3. Geben Sie die komplexe Übertragungsfunktion $H(\omega) = \frac{u_3}{u_e}$ der Schaltung sowie deren Betrag $|H(\omega)|$ als Funktion der Kreisfrequenz ω und der passiven Bauelemente an.

(2 P.)

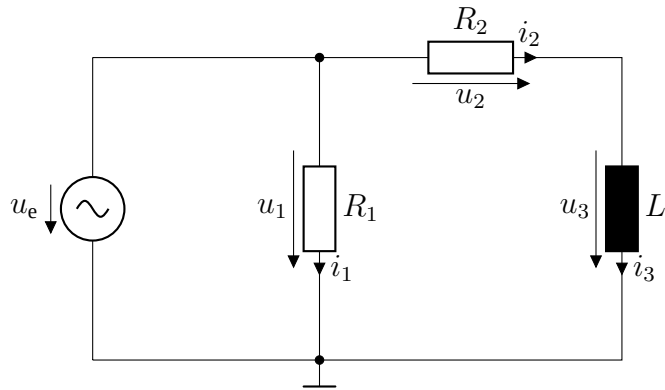


Abbildung 3

- d) Für die Wechselspannungsquelle in Abb. 3 gilt $u_e = 7,5 \text{ V} \cdot \sin(2\pi f \cdot t)$, wobei $f = 35 \text{ GHz}$. Berechnen Sie jeweils Betrag und Phase (in $^\circ$) der Wechselspannung u_3 .
(Werte aus vorherigen Aufgabenteilen: $R_1 = 500 \Omega$, $R_2 = 800 \Omega$, $L = 850 \text{ pH}$)

(2 P.)



- e) Berechnen Sie die 3 dB-Grenzfrequenz $f_{3\text{dB}}$ der Schaltung und skizzieren Sie den Frequenzverlauf von $|H(\omega)| = \frac{u_3}{u_e}$ im Bode-Diagramm. Markieren Sie $f_{3\text{dB}}$ und die Steigung in Ihrer Skizze. **Achten Sie auf korrekte Beschriftung der Achsen.**

(4 P.)



Matrikel-Nr.:

.....

Elektronische Schaltungen

ES WS'21/22

07.04.2022

Seite 8 von 47

Aufgabe 2

(gesamt 16 Punkte)

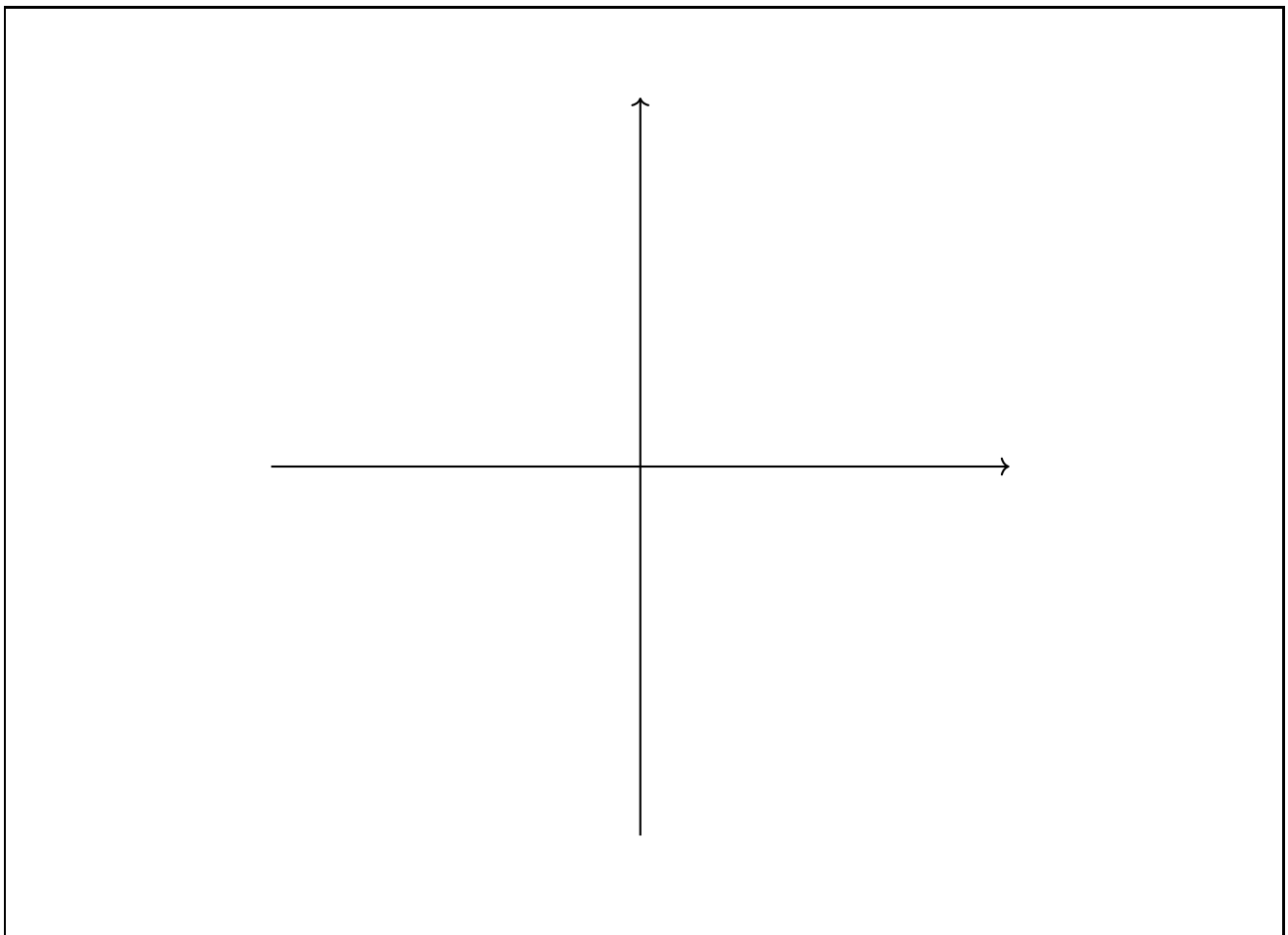
Diode

☐

Im Folgenden soll das Verhalten von unterschiedlichen Diodenschaltungen analysiert werden.

Teil 1:

- a) Skizzieren Sie die I/U Kennlinie einer idealen Diode mit $U_F = 0,9 \text{ V}$ und $U_{Br} = 70 \text{ V}$ im Durchlass- und Sperrbereich. **Achten Sie auf korrekte Beschriftung des Diagramms.**

(1 P.)☐

- b) Es sind die Schaltungen aus idealen Dioden aus Abb. 4 gegeben. Für die idealen Dioden gilt: D_1 : $U_{Br} = 70 \text{ V}$, $U_F = 0,9 \text{ V}$ und D_{Z2} : $U_{Br} = 4 \text{ V}$ und $U_F = 0,7 \text{ V}$. Skizzieren Sie die I/U Kennlinien der Schaltungen. **Achten Sie auf korrekte Beschriftung der Diagramme.**

(3 P.)

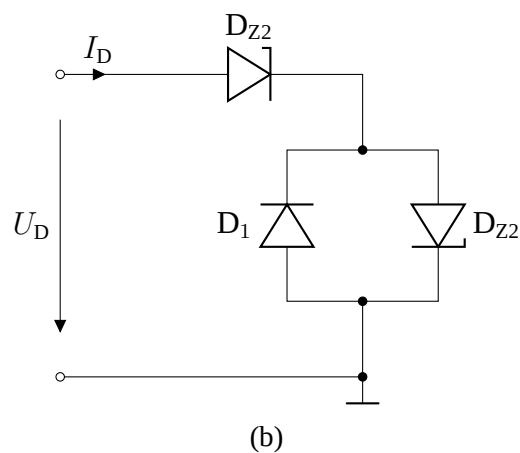
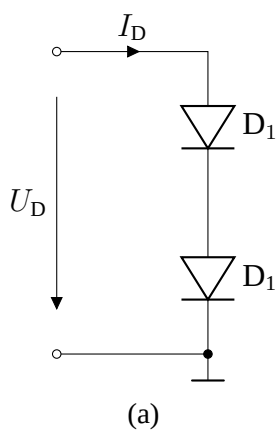
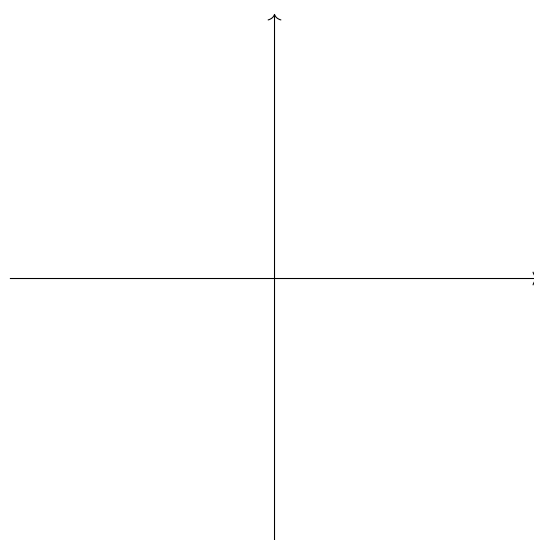
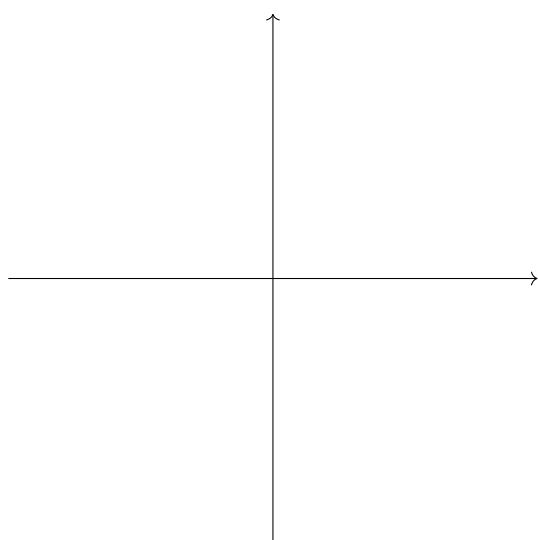


Abbildung 4



- c) Die Schaltung aus Abb. 4a, weiterhin bestehend aus idealen Dioden, wird mit einer Wechselspannungsquelle erweitert. Die Wechselspannung beträgt $u_e(t) = 1 \text{ mV} \cdot \sin(\omega_C t + 25^\circ)$ mit $\omega_C = 3 \times 10^9 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$, siehe Abb. 5. Berechnen Sie den zeitlichen Verlauf des Wechselstroms $i_e(t)$ für den Arbeitspunkt bei $U_0 = 1,7 \text{ V}$. Die Temperaturspannung beträgt $U_T = 26 \text{ mV}$ und für den Sperrstrom gilt $I_S = 0,1 \text{ fA}$.

Hinweise: Es kann angenommen werden, dass die Näherungen für das Kleinsignalverhalten gelten.

(4 P.)

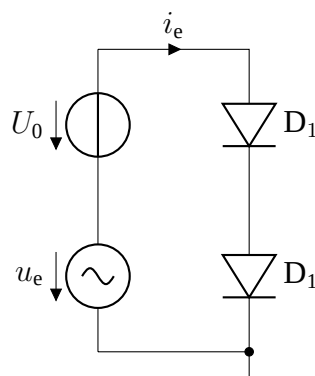


Abbildung 5

Teil 2:

- d) In Abb. 6 ist das Kleinsignal-Ersatzschaltbild einer realen Diode gegeben. Was wird jeweils von den drei Bauteilen im Ersatzschaltbild modelliert? Benennen Sie diese kurz, es ist keine Erklärung gefordert.

(3 P.)

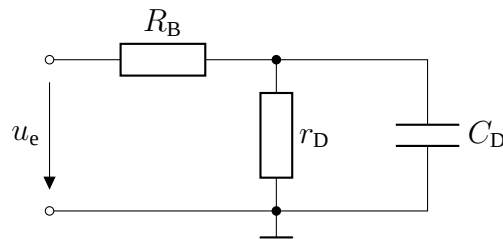


Abbildung 6

- e) Es ist die Schaltung aus Abb. 7 mit der realen Diode D_3 gegeben. In Abb. 8 ist die Abhängigkeit der Sperrschichtkapazität C_S über der Gleichspannung U_D der Diode gegeben. Die Grenzfrequenz der Schaltung liegt bei $f_{3dB} = 5,3 \text{ GHz}$. Für den Widerstand gilt $R_i = 10 \Omega$. Bestimmen Sie die Sperrschichtkapazität C_S und die Spannung U_D über der Diode im Arbeitspunkt.

(2 P.)



Hinweise: Die Diode wird in Sperrrichtung betrieben und es gilt $R_B = 0$.

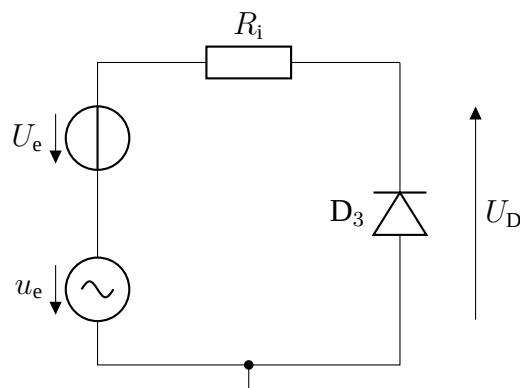


Abbildung 7

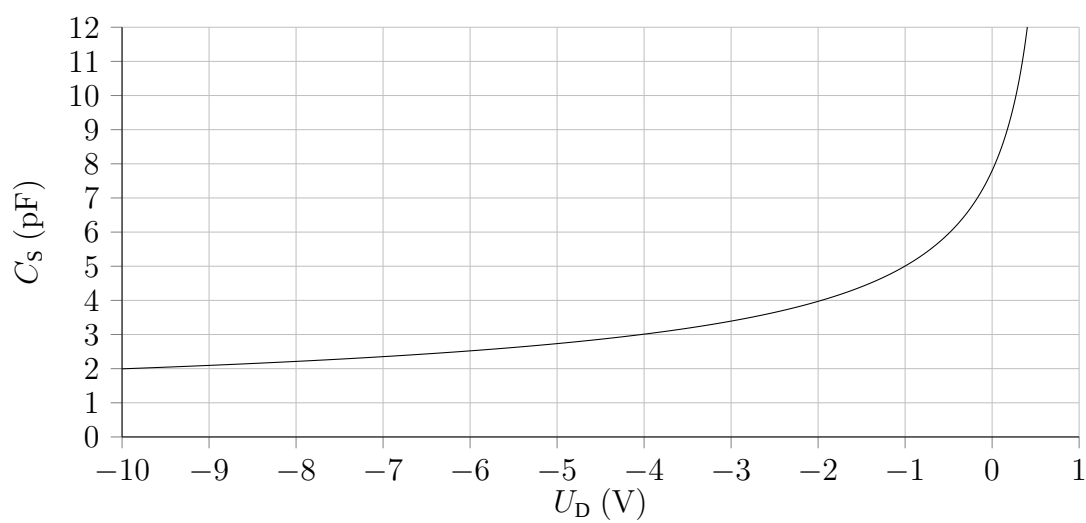


Abbildung 8

Teil 3:

- f) Gegeben ist die Schaltung aus Abb. 9. Für die Widerstände gilt $R_V = 10\ \Omega$ und $R_L = 200\ \Omega$. Die Zener-Diode besitzt eine Zener-Spannung von $U_Z = 4,1\ \text{V}$ und wird in einem Arbeitspunkt von $U_D = 4,1\ \text{V}$ und $I_D = 20\ \text{mA}$ betrieben. Über der Gleichspannung U_e ist eine Störspannung u_e überlagert. Die Temperaturspannung beträgt $U_T = 26\ \text{mV}$. Berechnen Sie den Glättungsfaktor $G = \frac{u_e}{u_a}$ der Schaltung.

Hinweise: Die Kleinsignalnäherungen können angewendet werden, es gilt $n_{Br} = 1$. Die Zener-Diode kann als ideal angenommen werden.

(3 P.)

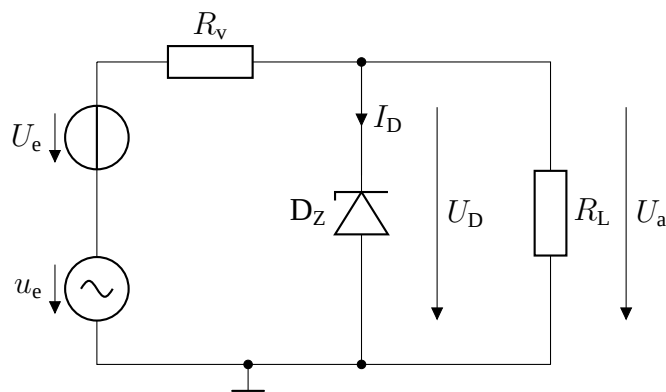


Abbildung 9

Aufgabe 3

(gesamt 15 Punkte)

Bipolar-Grundschtung



Die Schaltung in Abb. 10 ist gegeben. Die Stromverstärkung des Transistors beträgt $B = \beta = 100$. Im Arbeitspunkt soll der Kollektorstrom $I_C = 2 \text{ mA}$ betragen und die Kollektor-Emitter-Spannung $U_{CE} = 2 \text{ V}$. Außerdem beträgt die Versorgungsspannung $U_b = 4 \text{ V}$ und der Lastwiderstand $R_L = 100 \Omega$. Die Temperaturspannung beträgt $U_T = 26 \text{ mV}$.

Es kann angenommen werden, dass $I_C \gg I_B$ gilt. Für Wechselspannungen können die Kondensatoren als Kurzschluss betrachtet werden.

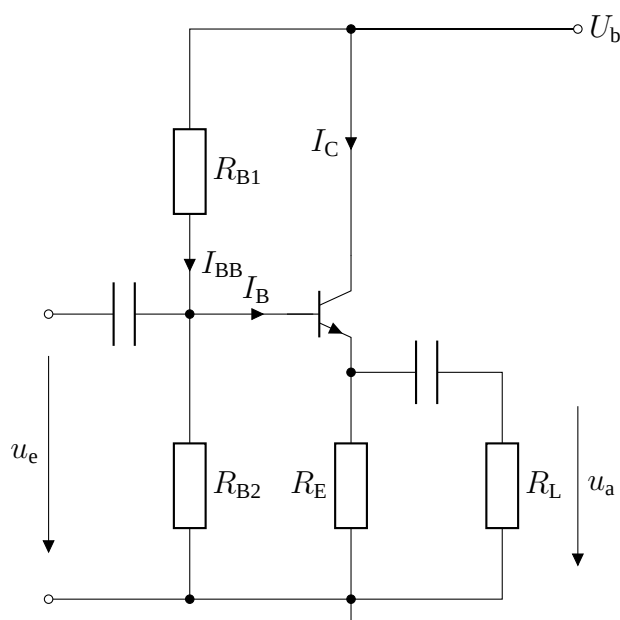


Abbildung 10

a) In welcher Grundschtung wird der Transistor betrieben?

(1 P.)



- b) Die Eingangskennlinie des Transistors ist in Abb. 11 gegeben. Bestimmen Sie die Widerstandswerte R_{B1} , R_{B2} und R_E , mit denen der Arbeitspunkt eingestellt werden kann. Die Faustregel $I_{BB} = 10I_B$ soll gelten.

(5 P.)

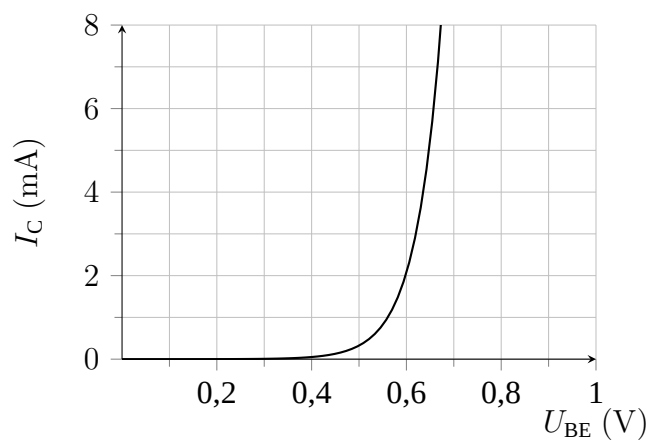


Abbildung 11

Matrikel-Nr.:

.....

Elektronische Schaltungen

Aufgabe 3

ES WS'21/22

07.04.2022

Seite 17 von 47

c) Zeichnen Sie das Kleinsignal-Ersatzschaltbild der gesamten Schaltung.

(4 P.)



- d)** Für alle nachfolgenden Aufgaben wird der Early-Effekt vernachlässigt. Wie ändert sich in diesem Fall das Kleinsignal-Ersatzschaltbild aus Aufgabenteil c? (Erklären Sie in wenigen Worten. Keine Zeichnung benötigt.)

(1 P.)

- e)** Berechnen Sie den Kleinsignal-Ausgangswiderstand r_a der gesamten Schaltung.

(2 P.)

f) Berechnen Sie die Kleinsignal-Spannungsverstärkung $A_0 = \frac{u_a}{u_e}$ der gesamten Schaltung.

(2 P.)



Matrikel-Nr.:

.....

Elektronische Schaltungen

ES WS'21/22

07.04.2022

Seite 20 von 47

Aufgabe 4

(gesamt 16 Punkte)

CMOS-Verstärker



Gegeben ist die Schaltung in Abb. 13 mit dem Widerstand $R_g = 100 \text{ k}\Omega$ und der Versorgungsspannung $U_b = 2 \text{ V}$. Die Gatelänge der Transistoren sei $l_n = l_p = 20 \text{ nm}$. Für die Schwellspannungen der beiden Transistoren gilt $|U_{th,n}| = |U_{th,p}| = 0,4 \text{ V}$. Die Early-Spannung beträgt $|U_{A,n}| = |U_{A,p}| = 50 \text{ V}$. Außerdem sind der Kapazitätsbelag $C'_{ox} = 6,25 \frac{\text{fF}}{\mu\text{m}^2}$ sowie die Mobilität $\mu_n = 1200 \frac{\text{cm}^2}{\text{Vs}}$ für den n-MOS bzw. $\mu_p = 400 \frac{\text{cm}^2}{\text{Vs}}$ für den p-MOS bekannt.

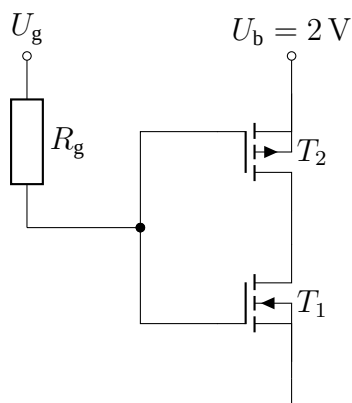


Abbildung 13

- a) Wie muss das Verhältnis der Gatebreiten w_p/w_n von p-MOS bzw. n-MOS gewählt werden, damit für die Steilheitsparameter $\beta_p = \beta_n$ gilt?

(1 P.)



- b) Wie muss die Spannung U_g gewählt werden, damit sich im Arbeitspunkt eine Gate-Source-Spannung von $U_{GS,n} = 1 \text{ V}$ (n-MOS) bzw. $U_{GS,p} = -1 \text{ V}$ (p-MOS) einstellt? Geben Sie außerdem die Drain-Source Spannung im Arbeitspunkt für den n-MOS ($U_{DS,n}$) und den p-MOS Transistor ($U_{DS,p}$) an und begründen Sie durch eine kurze Rechnung, in welchem Arbeitsbereich die Transistoren betrieben werden.

(3 P.)



- c) Berechnen Sie die Gatebreiten w_n und w_p der beiden Transistoren, sodass sich ein Drainstrom von 20 mA im Arbeitspunkt einstellt.

(2 P.)



Matrikel-Nr.:

.....

Elektronische Schaltungen

Aufgabe 4

ES WS'21/22

07.04.2022

Seite 23 von 47

d) Welche Verlustleistung ergibt sich für den CMOS-Verstärker im Arbeitspunkt?

(1 P.)



Der CMOS-Verstärker wird wie in Abbildung 14 dargestellt erweitert:

- Am Eingang des CMOS-Verstärkers wird eine Wechselspannung u_e angelegt.
- Außerdem wird der Ausgang mit dem Lastwiderstand $R_L = 530 \Omega$ belastet.
- Die Koppelkondensatoren können als idealer Kurzschluss für Wechsignale betrachtet werden.

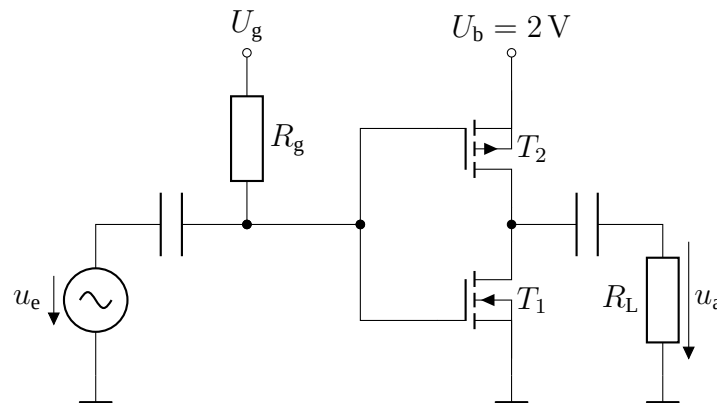


Abbildung 14

e) Zeichnen Sie das Kleinsignal-Ersatzschaltbild der Schaltung aus Abb. 14.

(4 P.)



- f) Berechnen Sie die Kleinsignal-Spannungsverstärkung $A_0 = \frac{u_a}{u_e}$ des CMOS-Verstärkers.

(3 P.)

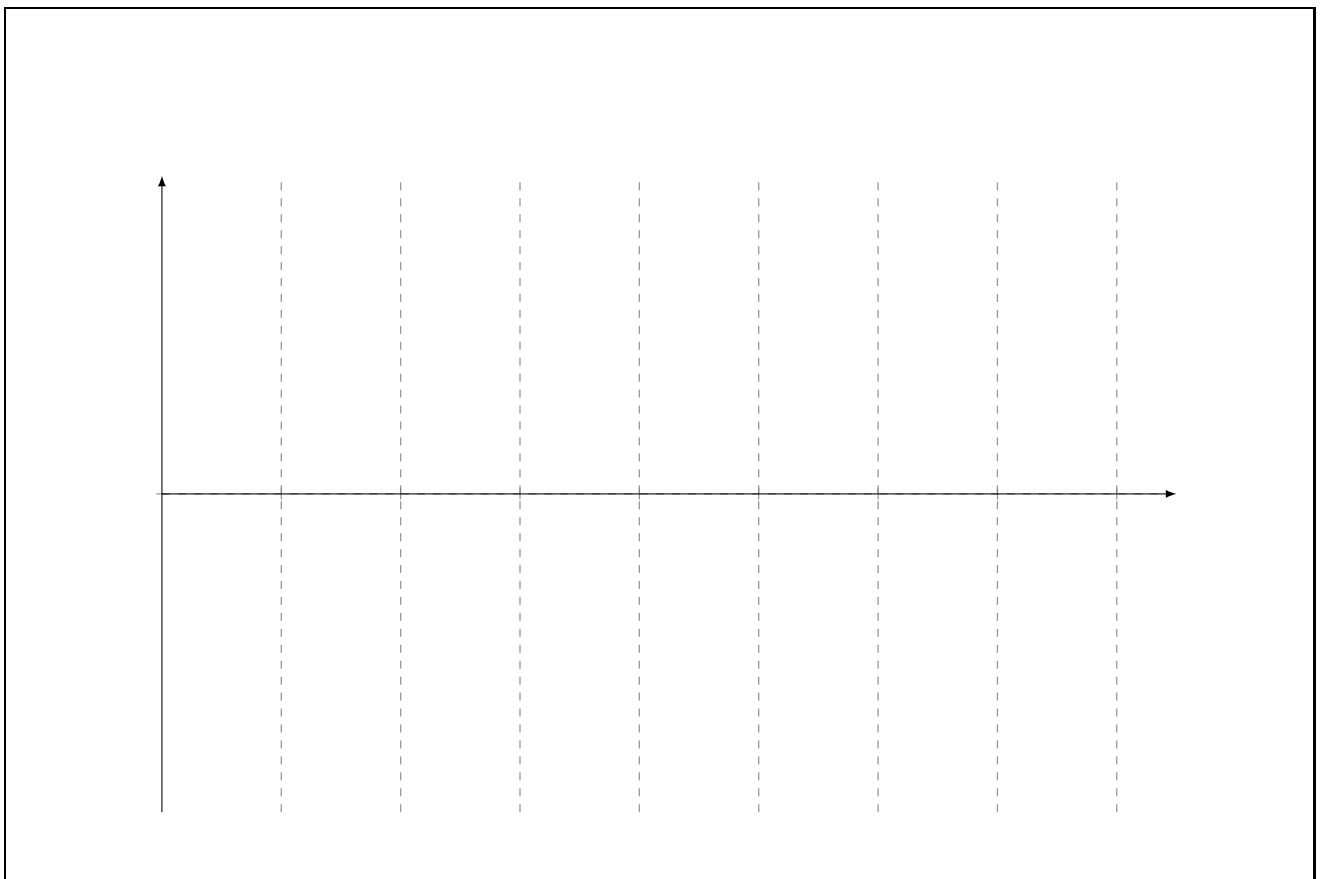


- g) Skizzieren Sie je vier Perioden der Ausgangsspannung $u_a(t)$ im Zeitbereich, wenn folgende Eingangs-Wechselspannung angelegt wird: $u_e(t) = 2 \text{ mV} \cdot \sin(2\pi \cdot 1 \text{ GHz} \cdot t)$.

(2 P.)



Achten Sie auf vollständige Beschriftung der Achsen.



Matrikel-Nr.:

.....

Elektronische Schaltungen

ES WS'21/22

07.04.2022

Seite 26 von 47

Aufgabe 5

Aufgabe 5

(gesamt 20 Punkte)

Mehrstufige Verstärkerschaltung

Es ist die Schaltung aus Abb. 15 gegeben. Der Transistor T_1 ist durch $\beta = 150 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2}$ und $U_{\text{th}} = 0,3 \text{ V}$ charakterisiert und soll im Arbeitspunkt von $U_{\text{GS}} = 0,8 \text{ V}$ und $I_{\text{D}} = 6,75 \text{ mA}$ betrieben werden. Die Widerstände haben die Werte $R_{\text{g}} = 2 \Omega$, $R_{\text{G},1} = 50 \Omega$, $R_{\text{D}} = 100 \Omega$ und $R_{\text{L}} = 400 \Omega$. Die parasitären Kapazitäten ergeben sich zu: $C_{\text{GS}} = 1 \text{ pF}$, $C_{\text{GD}} = 0,2 \text{ pF}$.

Hinweise: Die Kanallängenmodulation kann vernachlässigt werden und die Koppelkondensatoren können für Wechselspannungen als Kurzschluss betrachtet werden.

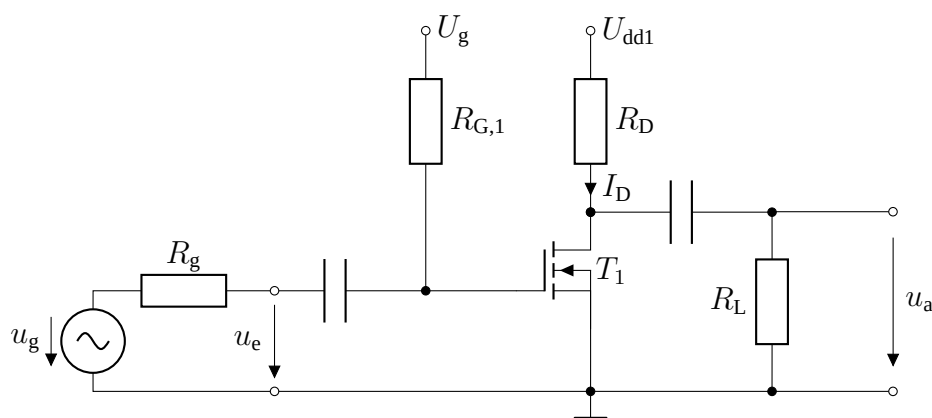


Abbildung 15

- a) Zeichnen Sie das vollständige Kleinsignal-Ersatzschaltbild der Schaltung aus Abb. 15.

Hinweis: Berücksichtigen Sie das dynamische Verhalten des Transistors.

(4 P.)

- b) Geben Sie die Niederfrequenz-Betriebsspannungsverstärkung $A_{B0} = \frac{u_a}{u_g}$ der Schaltung aus Abb. 15 an. Falls Sie Vereinfachungen vornehmen, geben Sie diese an und begründen Sie kurz.

(3 P.)



Matrikel-Nr.:

.....

Elektronische Schaltungen

Aufgabe 5

ES WS'21/22

07.04.2022

Seite 29 von 47

- c) Berechnen Sie die Eingangs- und Ausgangskapazität der Schaltung mit Hilfe des Miller-Theorems.

(3 P.)



- d) Berechnen Sie die 3 dB-Grenzfrequenz der Schaltung und zeichnen Sie den Betrag der Betriebsspannungsverstärkung A_B in ein Bode-Diagramm. Nehmen Sie an, dass die Dominante-Pol-Approximation gültig ist.

(4 P.)



- e) Berechnen Sie den Kleinsignal-Eingangswiderstand r_e der Schaltung aus Abb. 15.

(1 P.)



Die Schaltung wird nun mit einer Gate-Schaltung als 2. Stufe wie in Abb. 16 erweitert. Der Transistor T_2 ist baugleich zu Transistor T_1 . Die Widerstände R_g , $R_{G,1}$, R_D und R_L bleiben unverändert.

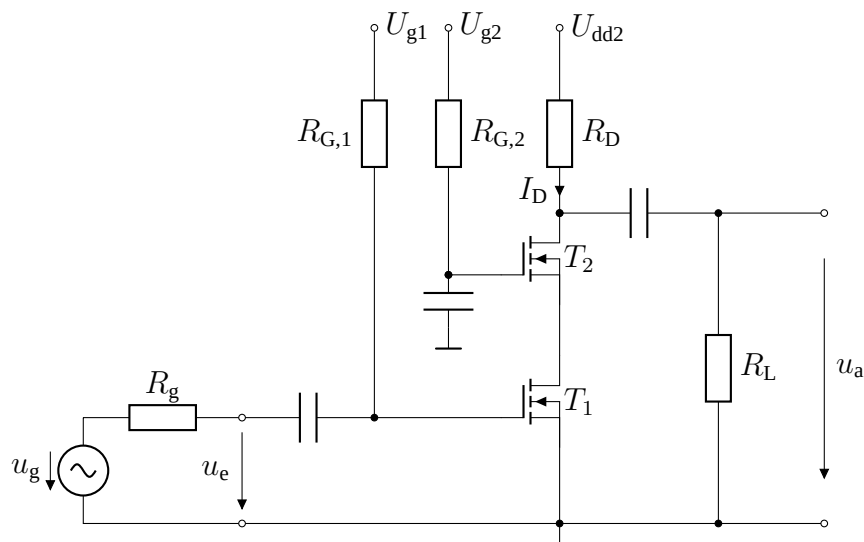


Abbildung 16

- f) Wie muss die Versorgungsspannung U_{dd2} im Vergleich zu U_{dd1} verändert werden, sodass T_1 im gleichen Arbeitspunkt wie in Abb. 15 betrieben wird. Geben Sie hierfür eine Formel an, es muss kein spezifischer Wert berechnet werden.

(1 P)



Matrikel-Nr.:

.....

Elektronische Schaltungen

Aufgabe 5

ES WS'21/22

07.04.2022

Seite 32 von 47

- g)** Berechnen Sie erneut die Eingangs- und Ausgangskapazität sowie die 3 dB-Grenzfrequenz.
Die Dominante-Pol-Approximation ist weiterhin gültig.

(4 P.)



Aufgabe 6

Aufgabe 6

(gesamt 11 Punkte)

Differenzverstärker

Gegeben ist der Differenzverstärker mit den beiden Transistoren T_1 und T_2 in Abbildung 17. Die beiden Transistoren T_1 und T_2 sind identisch aufgebaut und deren Arbeitspunkt soll bei $U_{BE} = 0,9 \text{ V}$, $I_C = 5 \text{ mA}$ und $U_{CE} = 1,4 \text{ V}$ liegen. Die Early-Spannung der beiden Transistoren beträgt $|U_{A,T12}| = 150 \text{ V}$. Die Versorgungsspannung beträgt $U_b = 4,5 \text{ V}$. Die Widerstände R_{C1} und R_{C2} besitzen den Wert $R_C = 500 \Omega$. Außerdem gilt $U_T = 26 \text{ mV}$ und $\beta \gg 1$.

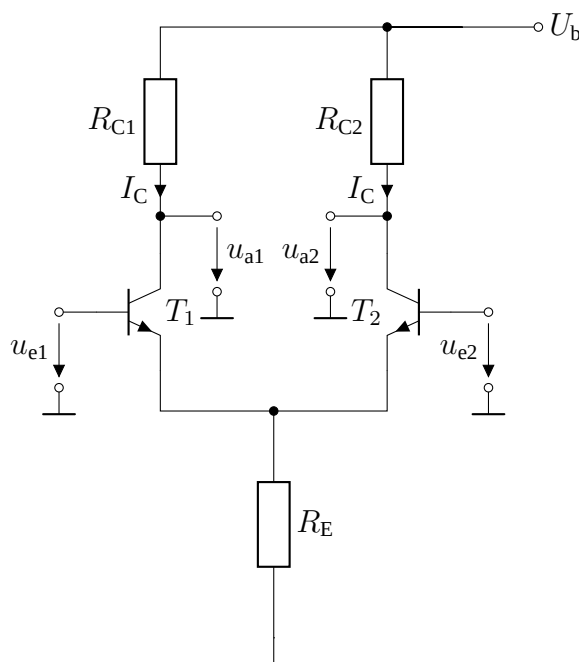


Abbildung 17

- a) Berechnen Sie den Widerstand R_E , sodass beide Transistoren im Arbeitspunkt betrieben werden.

(1 P.)



b) Berechnen Sie die Gleichtakt-Spannungsverstärkung $A_G = u_{a1,2}/u_G$ der Schaltung.

(1 P.)



c) Berechnen Sie die Gegentakt-Spannungsverstärkung $A_D = u_a/u_D = (u_{a2} - u_{a1})/(u_{e2} - u_{e1})$ der Schaltung.

(2 P.)



d) Berechnen Sie den Gleichtaktunterdrückungsfaktor CMRR.

(1 P.)



Aufgabe 6

Der Emitter-Widerstand R_E wird mit einer Stromquelle, bestehend aus T_3 und T_4 , wie in Abbildung 18 ersetzt. Der Arbeitspunkt von T_1 und T_2 (I_C , U_{CE}) soll weiterhin so wie in den vorherigen Aufgabenteilen beibehalten werden. Der Arbeitspunkt von T_3 soll bei $U_{CE,T3} = U_{CE,T12} = 1,4\text{ V}$ und $U_{BE,T3} = 0,9\text{ V}$ liegen. Es gilt: $|U_{A,T3}| = |U_{A,T12}| = 150\text{ V}$. Für die Emitterlängen gilt: $L_{T3} = 5\text{ }\mu\text{m}$, $L_{T4} = 1\text{ }\mu\text{m}$.

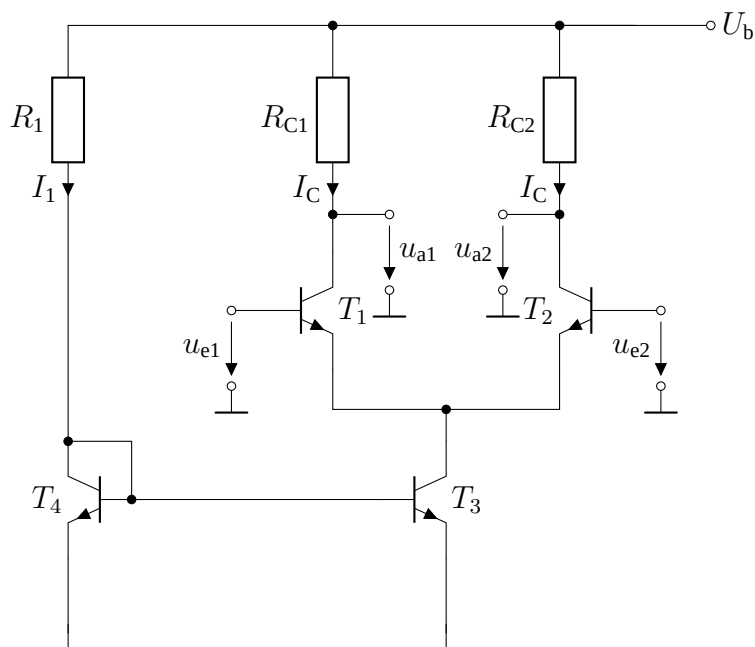


Abbildung 18

- e) Berechnen Sie R_1 sowie die modifizierten Werte für R_{C1} und R_{C2} , sodass die Transistoren T_{1-3} im Arbeitspunkt betrieben werden.

(3 P.)



Matrikel-Nr.:

.....

Elektronische Schaltungen

Aufgabe 6

ES WS'21/22

07.04.2022

Seite 36 von 47

f) Berechnen Sie den neuen Gleichtaktunterdrückungsfaktor CMRR.

(3 P.)



Aufgabe 7

(gesamt 16 Punkte)

Digitale Grundgatter

Gegeben ist die Schaltung in Abb. 19. Es gilt $\mu_n = 3\mu_p$. Die Gatelänge der Transistoren beträgt $l_n = l_p = 20\text{ nm}$. Die Gatebreite beträgt jeweils $w_n = 2\text{ }\mu\text{m}$ und $w_p = 6\text{ }\mu\text{m}$. Die Threshold-Spannung beider Transistoren ist betragsmäßig gleich und beträgt $|U_{th}| = 1\text{ V}$. Die Versorgungsspannung beträgt $U_b = 4\text{ V}$.

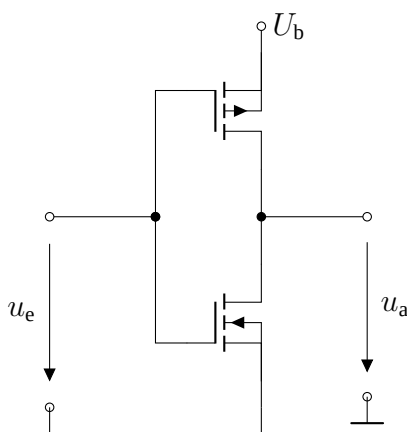


Abbildung 19

- a) Welche Spannungen U_H und U_L stellen sich jeweils am Ausgang für beide logischen Zustände ein?

(2 P.)



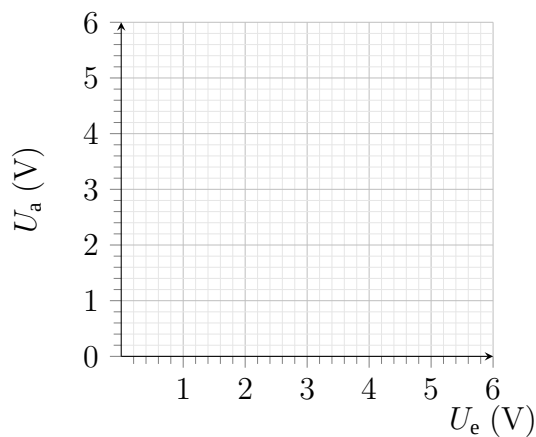
b) Bestimmen Sie die absoluten und relativen Störabstände der Schaltung.

(3 P.)



c) Skizzieren die Spannungsübertragungsfunktion (U_a gegen U_e) der Schaltung.

(2 P.)



Teil 2

Das dynamische Verhalten des Gatters in Abb. 20 soll untersucht werden.

Die Steilheitsparameter der Transistoren betragen $\beta_n = \beta_p = 2 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2}$. Die Threshold-Spannung ist $|U_{th}| = 2 \text{ V}$ und die Versorgungsspannung beträgt $U_b = 4 \text{ V}$. Die logischen Signale sind $U_H = U_b$ und $U_L = 0 \text{ V}$. Die kapazitive Last ist $C_L = 1 \text{ nF}$.

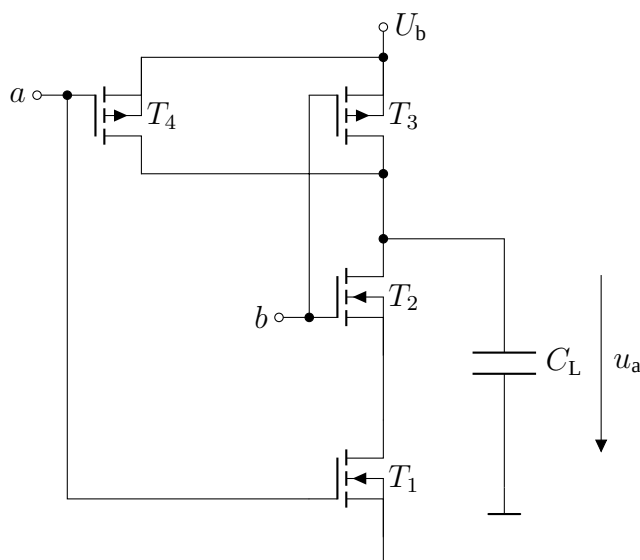


Abbildung 20

- d) Geben Sie die Wahrheitstabelle der Schaltung an. Füllen Sie außerdem für jeden Zustand aus, welche Transistoren leiten (*L*) und welche Transistoren sperren (*S*).

(3 P.)

a	b	u_a	T_1	T_2	T_3	T_4
0	0					
0	1					
1	0					
1	1					

- e) Beide Eingangssignale a und b werden gleichzeitig von LOW auf $HIGH$ umgeschaltet. Geben Sie formelmäßig den zeitlichen Verlauf der Ausgangsspannung $u_a(t)$ an und bestimmen Sie die Verzögerungszeit der Schaltung für diesen Fall.

(4 P.)



- f) Die Schaltung wird bei einer Clock-Frequenz von $f_{\text{Clk}} = 10 \text{ MHz}$ betrieben. Gehen Sie davon aus, dass die Lastkapazität bei jedem Zyklus vollständig aufgeladen und entladen wird. Bestimmen Sie jeweils die statische und dynamische Verlustleistung der Schaltung.

(2 P.)



Matrikel-Nr.:

.....

Elektronische Schaltungen

ES WS'21/22

07.04.2022

Seite 42 von 47

Aufgabe 8

Aufgabe 8

(gesamt 13 Punkte)

Kippschaltungen

Die Schaltung in Abb. 21 ist gegeben. Die Schalter werden von den Steuersignalen X und Y angesteuert. Der Basisstrom der Transistoren ist immer vernachlässigbar klein. Es kann außerdem angenommen werden, dass die Transistoren für $U_{BE} \geq 0,7\text{ V}$ ideal leiten und für $U_{BE} < 0,7\text{ V}$ hochohmig sperren.

Die Versorgungsspannung beträgt $U_b = 2\text{ V}$, die logische 1 soll $U_{\text{HIGH}} = 1\text{ V}$ entsprechen und die logische 0 $U_{\text{LOW}} = 0\text{ V}$.

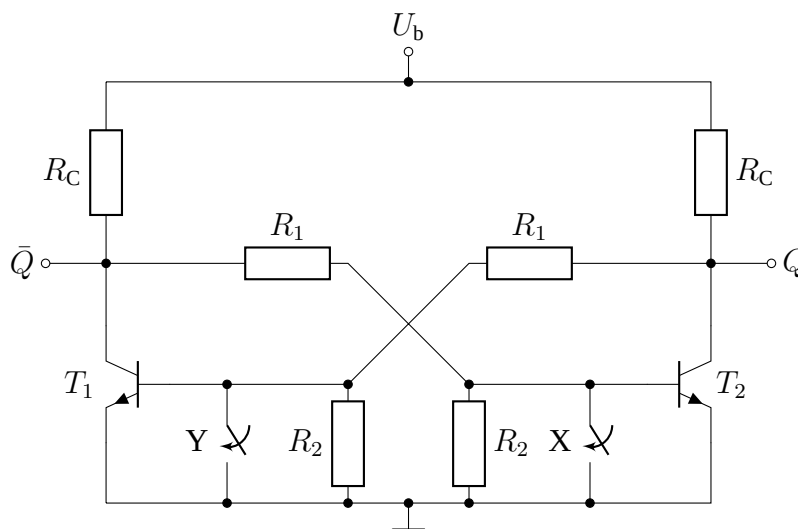


Abbildung 21

- a) Wenn ein Transistor sperrt, soll die Basis-Emitter-Spannung des anderen Transistors $U_{BE} = 0,7\text{ V}$ betragen. Außerdem soll der Strom durch einen leitenden Zweig $I_{C,\text{leit}} = 1\text{ mA}$ sein. Bestimmen Sie die benötigten Widerstände R_C , R_1 und R_2 .

(4 P.)

Matrikel-Nr.:

.....

Elektronische Schaltungen

Aufgabe 8

ES WS'21/22

07.04.2022

Seite 44 von 47

b) Wie werden X und Y jeweils üblicherweise genannt?

(1 P.)



c) Berechnen Sie die statische Verlustleistung der Schaltung. Gehen Sie davon aus, dass die Schalter X und Y nie gleichzeitig geschlossen sind.

(2 P.)



Teil 2:

Gegeben ist die Schaltung in Abb. 22.

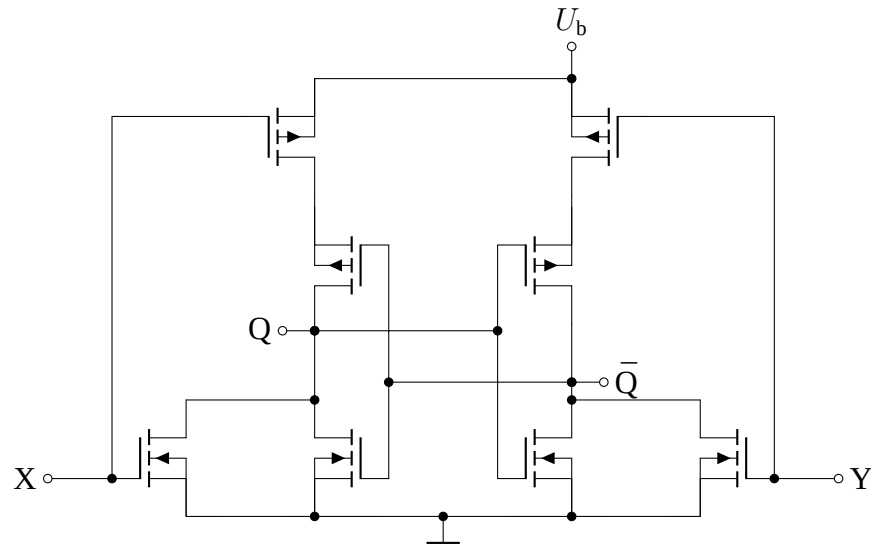


Abbildung 22

- d) Geben Sie die Wahrheitstabelle der Schaltung an. Falls vorhanden, markieren Sie alle verbotenen Zustände eindeutig.

(2 P.)

- e) Wie wird die Schaltung üblicherweise bezeichnet? Welchen Signalen entsprechen X und Y jeweils?

(2 P.)



- f) Könnte die Schaltung auch mit Bipolar-Transistoren realisiert werden? Welchen Nachteil würde das mit sich bringen?

(2 P.)

