

Klausur

Grundlagen der Elektrotechnik II

WS 03/04

27. Februar 2004

Name	Matrikelnummer	Studiengang

Aufgabe	Thema	Max. Punkte	Erreichte Punkte
1	Transistor	8.5	
2	Rauschen	4.5	
3	OPV	9	
4	Digital	8	
Summe		30	

Hinweise:

- Es sind keinerlei Unterlagen oder sonstige Hilfsmittel zugelassen.
- Alle Lösungsblätter müssen fortlaufend nummeriert und jeweils mit Name und Matrikelnummer versehen werden.
- In die Bewertung fließt sowohl das Endergebnis als auch sämtliche Zwischen- und Nebenrechnungen.
- Bei der Angabe mehrerer Lösungen für eine Aufgabe wird diese mit Null bewertet.
- Die erreichbaren Punkte für die einzelnen Teilaufgaben sind in rechteckigen Klammern am Ende der jeweiligen Teilaufgabe angegeben.

1 Transistor-Schaltungen

Gegeben sei die Schaltung in Abb.1 (a).

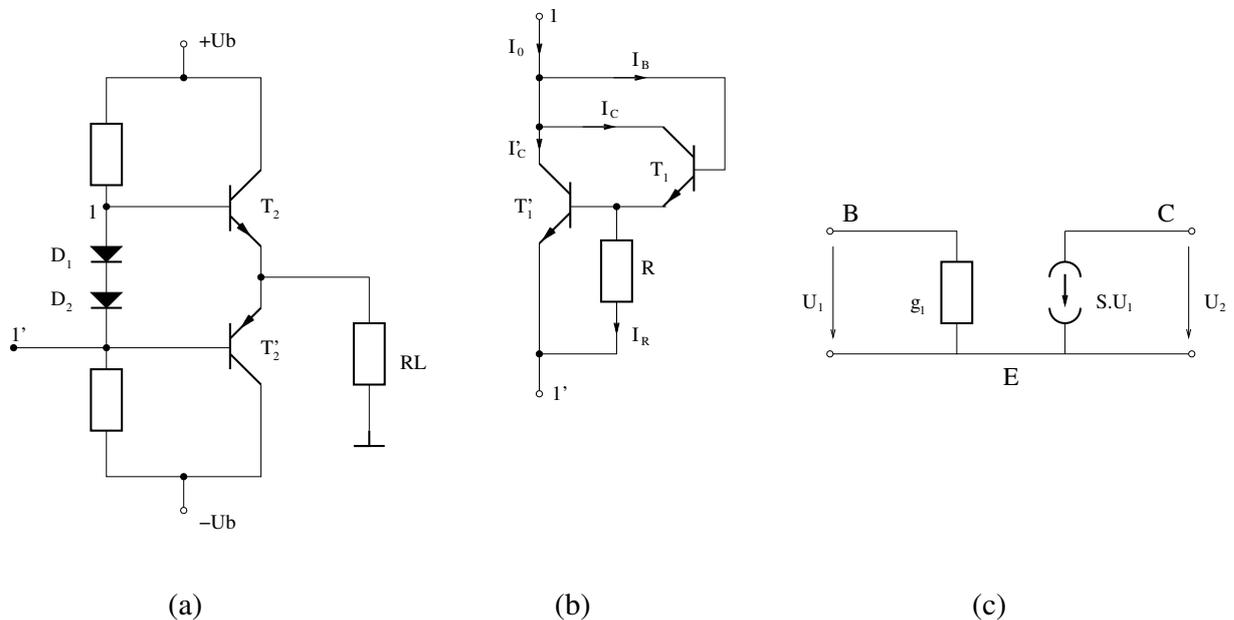


Abbildung 1: Transistor-Aufgabe

1. Allgemeine Fragen:

- (a) Welchen Namen trägt diese Schaltung und welche Aufgabe hat sie? [0.5]
- (b) welche Aufgabe haben die beiden Dioden? [0.5]

2. In modernen Operationsverstärkern werden die beiden Dioden D_1 und D_2 oft durch die Schaltung in Abb.1 (b) ersetzt. Beide Transistoren T_1 und T_1' haben dieselbe Stromverstärkung $\beta=40$.

- (a) Welche Spannung liegt im Betrieb, bei ausgesteuerten Transistoren, zwischen den Anschlüssen 1 und 1' an ? [0.5]
- (b) Welcher Strom I_R fließt durch $R = 7k\Omega$? [0.5]
- (c) Wie groß sind die Ströme I_C , I_C' und I_B wenn durch die Schaltung ein Gesamtstrom von $I_0 = 160.1mA$ fließt? [1.5]
- (d) Zeichnen Sie das Kleinsignal-Ersatzschaltbild der Schaltung in Abb.1 (b) unter Verwendung des in Abb.1 (c) vorgegebenen vereinfachten π -Ersatzschaltbildes. [0.5]
- (e) Können die beiden Steilheiten S und S' unter den Bedingungen von 2c gleich sein? Begründen Sie Ihre Antwort. [0.5]

Hinweis: Die nachfolgenden Betrachtungen gelten für Kleinsignale !

- (f) Bestimmen Sie zunächst den Emitterstrom I_E von T_1 einmal als Funktion von \underline{U}_1 und einmal als Funktion von \underline{U}'_1 . [1.0]

- (g) Bestimmen Sie den Eingangswiderstand $Z_e = U/I$, den die Schaltung für Kleinsignale zwischen 1 und 1' aufweist. [1.0]
Hinweis: Knotengleichung am Punkt 1 ansetzen.
- (h) Vereinfachen Sie das aus 2g erhaltene Ergebnis unter folgenden Voraussetzungen: $S \gg g_1$, $S' \gg g'_1$, $g'_1 \approx S$ und $g'_1 \gg 1/R$. Geben Sie den Zahlenwert des Eingangswiderstandes für den unter 2c ermittelten Wert von I'_C an ($U_T = 25mV$). [1.0]

2 Rauschen

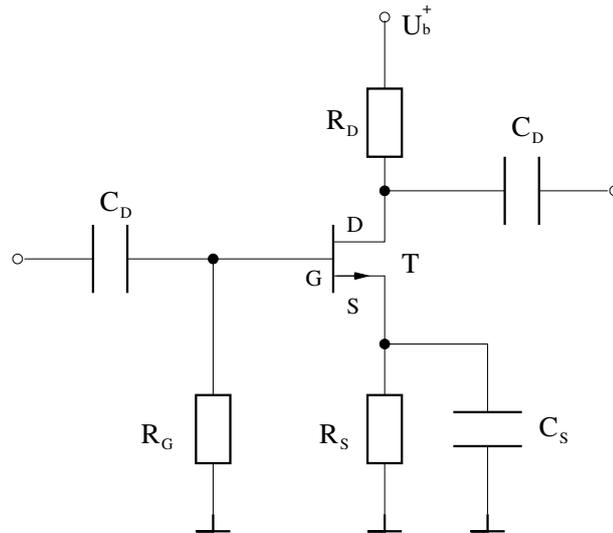


Abbildung 2: Rausch-Aufgabe

Es soll die Verstärkerschaltung für ein Kondensator-Mikrofon in Abb.2 untersucht werden.

1. Um welche Grundschaltung handelt es sich? Ist der FET vom selbstleitenden oder selbstsperrenden Typ? [0.5]
2. Welche Arten von Rauschen gibt es und in welchen Bauelementen der Schaltung treten sie auf? [1.5]
3. Wirkt sich das Rauschen von R_S auf die Ausgangsspannung aus? Begründen Sie Ihre Antwort. [0.5]
4. Das Rauschen des Transistors soll durch eine Rauschspannungsquelle U_R und eine Rauschstromquelle I_R vor dem als rauschfrei gedachten Transistor beschrieben werden. Zeichnen Sie den Rauschvierpol. [1.0]
5. Vergleichen Sie die Rauschbeiträge, pro 1Hz Bandbreite, des Transistors mit dem des Widerstandes R_G . [1.0]

Angaben:

- C_S (große Kapazität)
- $kT = 4 \times 10^{-21} \text{ W}_S$

- $U_{RT} = \sqrt{4kT \Delta f R}$
- $R_G = 10M\Omega$
- $U_R = 40nV/\sqrt{Hz}$
- $I_R = 4fA/\sqrt{Hz}$

3 Operationsverstärker (OPV)

1. Welche Eigenschaften weist ein idealer OPV bezüglich der Verstärkung, Eingangs-, Ausgangswiderstand und Bandbreite auf? [1.0]
2. Gegeben sei ein rückgekoppelter OPV mit dem Signalflussdiagramm nach Abb.3
 - (a) Geben Sie die Ausdrücke für die Schleifenverstärkung und für die Gesamtverstärkung unter Verwendung des Signalflussdiagramms an. [1.0]
 - (b) Der rückgekoppelte OPV soll als Oszillator dimensioniert werden. Geben Sie die Amplituden- und die Phasenbedingung für den Schwingfall an. [1.0]

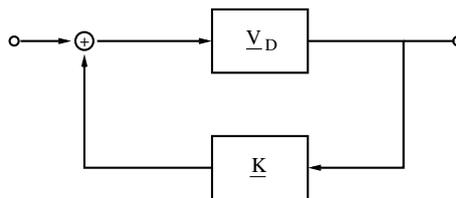


Abbildung 3: Signalflussdiagramm

3. Gegeben sei ein Dreieck-Rechteck-Generator nach Abb.4

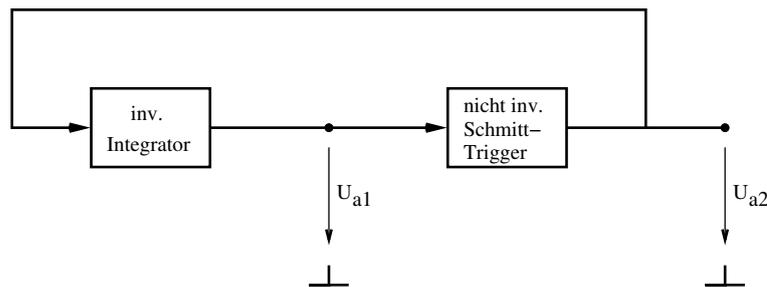


Abbildung 4: Dreieck-Rechteck-Generator

- (a) Skizzieren Sie die Detailschaltungen des invertierenden Integrators und des nicht invertierenden Schmitt-Triggers. [1.0]
- (b) Tragen Sie die Übertragungskennlinie des Schmitt-Triggers mit den Richtungspfeilen in das Diagramm in Abb.5 ein. Geben Sie das Amplitudenverhältnis zwischen Einschalt- und Ausgangsspannung des Schmitt-Triggers an. [1.0]
- (c) Geben Sie das Ausgangssignal des Integrators als Zeitintegral des Eingangssignals an (Idealer OPV $\rightarrow U_d=0$). [1.0]

- (d) Tragen Sie die Signale $U_{a1}(t)$ und $U_{a2}(t)$ in das Diagramm in Abb.5 ein. [1.0]
- (e) Berechnen Sie mit Hilfe der Ergebnisse aus 3b, 3c und 3d die Schwingfrequenz des Generators. [1.0]
- (f) Wäre es möglich den Generator aus Abb.4 mit einem invertierenden Schmitt-Trigger zu betreiben? Begründen Sie Ihre Antwort. [1.0]

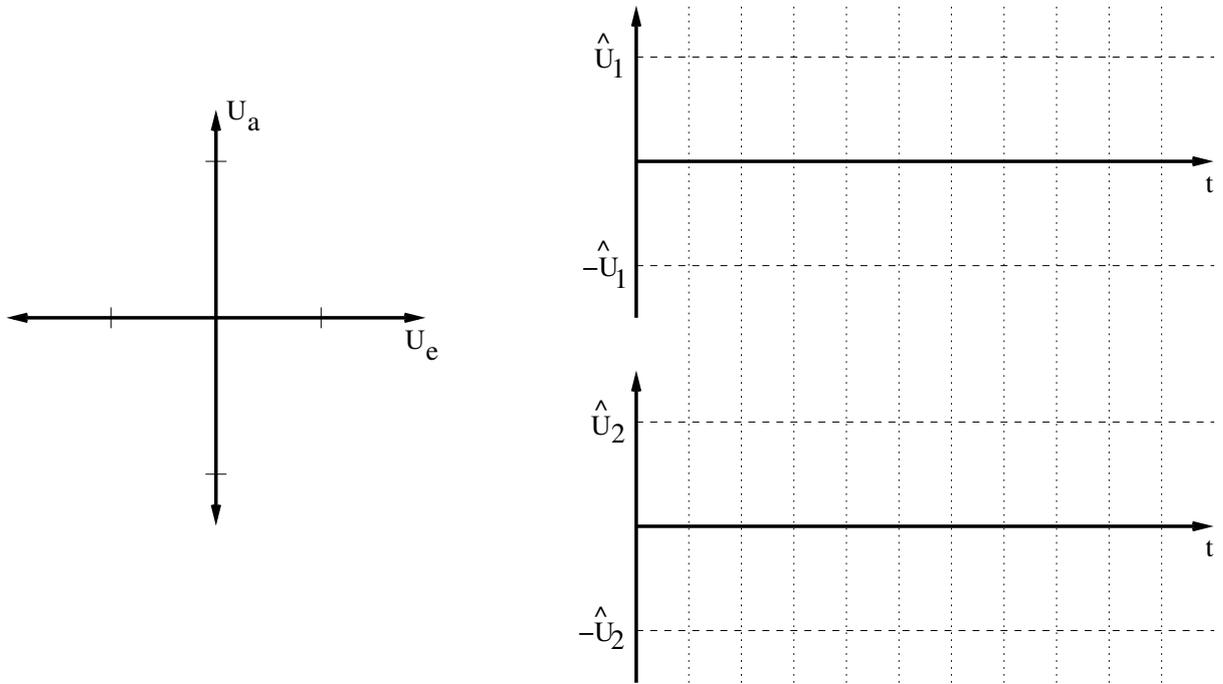


Abbildung 5: Diagramme

4 Digitaltechnik

1. Allgemeine Fragen:

- Welcher Unterschied besteht zwischen einem Schaltnetz und einem Schaltwerk? [1.0]
- Zu welcher Kategorie gehören Moore- und Mealy-Automaten? Erläutern Sie den Unterschied zwischen den beiden Automaten. [1.0]

2. Zwei-aus-Drei-Schaltung:

In einem brandgefährdeten Chemielabor soll eine Brandmeldeanlage installiert werden. Um mögliche Fehlalarme auszuschließen, werden pro Raum 3 Brandmelder mit einer alarmanzulösenden Logik-Schaltung verbunden. Dabei sollen für eine Alarmauslösung mindestens zwei der drei Brandmelder Gefahr anzeigen. In Abb.6 ist eine schematische Darstellung der Anordnung zu sehen.

Konvention: Die Gefahranzeige der Brandmelder und die Alarmauslösung der Logik-Schaltung entsprechen dem logischen Zustand 1.

- Geben Sie die Wahrheitstabelle der Logik-Schaltung an (Verwenden Sie die Tabelle in Abb.6). [1.0]
- Die Logik-Schaltung soll mit der Minterm-Methode des Minimierungsverfahrens nach Karnaugh und Veitch mit beliebigen Gattern synthetisiert werden. Verwenden Sie dafür das KV-Diagramm in Abb.6. Zeichnen Sie die ermittelte Detailschaltung. [1.0]
- Die Logik-Schaltung soll nun ausschließlich mit NAND-Gattern realisiert werden. Zeichnen Sie die ermittelte Detailschaltung. [1.0]

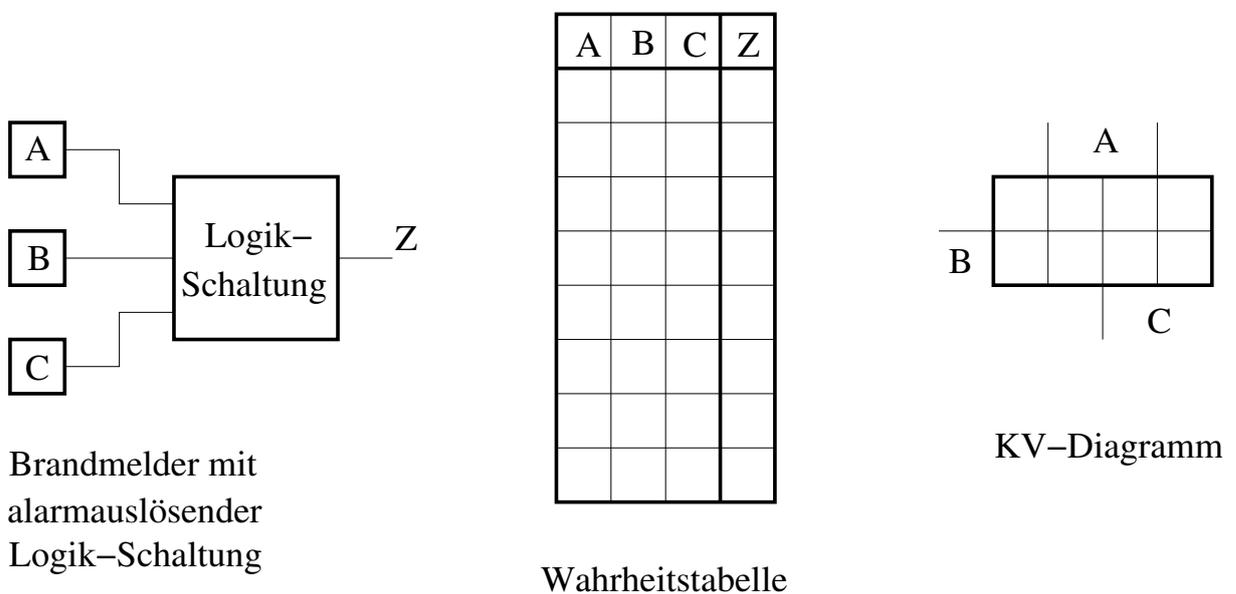


Abbildung 6: Zwei-aus-Drei-Schaltung

3. 1/3 Frequenzteiler:

Es soll ein synchroner 1/3 Frequenzteiler mit der Verwendung zweier D-Flipflops entworfen werden.

- (a) Ermitteln Sie die logischen Verknüpfungen zwischen den Ein- und Ausgängen der D-Flipflops und komplettieren Sie die Schaltung in Abb.7. Dabei soll wie folgt vorgegangen werden: Aufstellung der Zustandsfolgetabelle \rightarrow Aufstellung der KV-Diagramme \rightarrow Ermittlung der logischen Verknüpfungen. Verwenden Sie die Tabelle und die Diagramme in Abb.7. [3.0, je ein Punkt pro Lösungsschritt.]

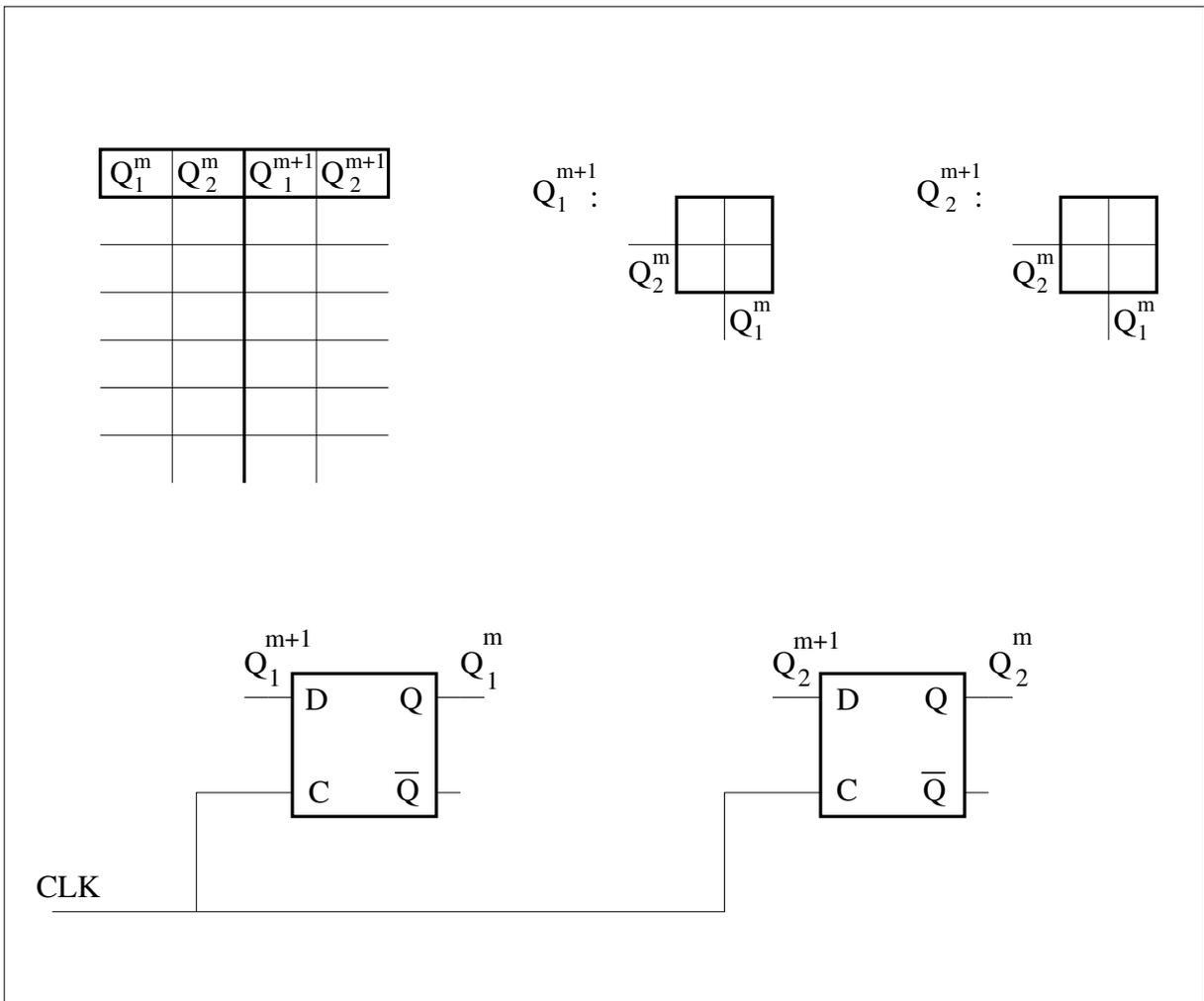


Abbildung 7: 1/3-Frequenzteiler