

Klausur

Schaltungstechnik

SS 2008

25. Juli 2008

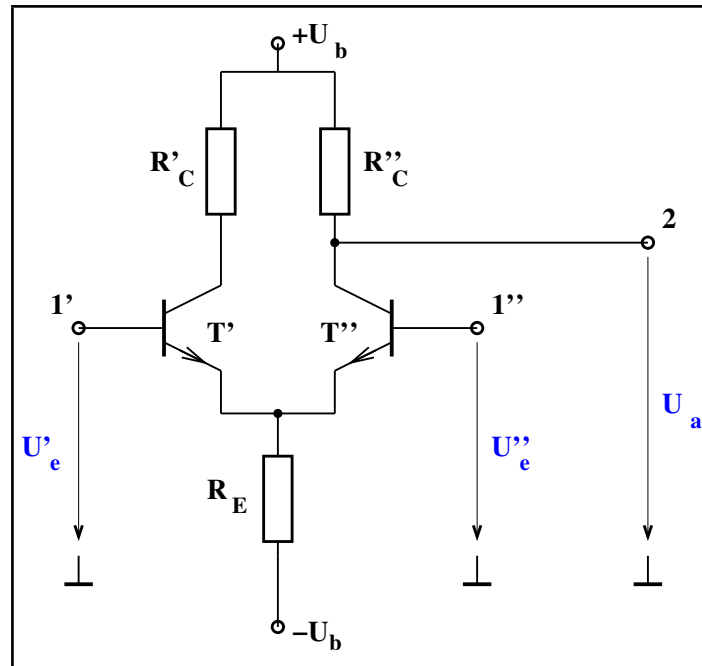
Name	Matrikelnummer	Studiengang

Aufgabe	Thema	Max. Punkte	Erreichte Punkte
1	Transistor	6.0	
2	Rauschen	5.5	
3	OPV	6.5	
4	Leitung	6.0	
5	Digital	6.0	
Summe		30.0	

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. Aufgabe: Transistorschaltung



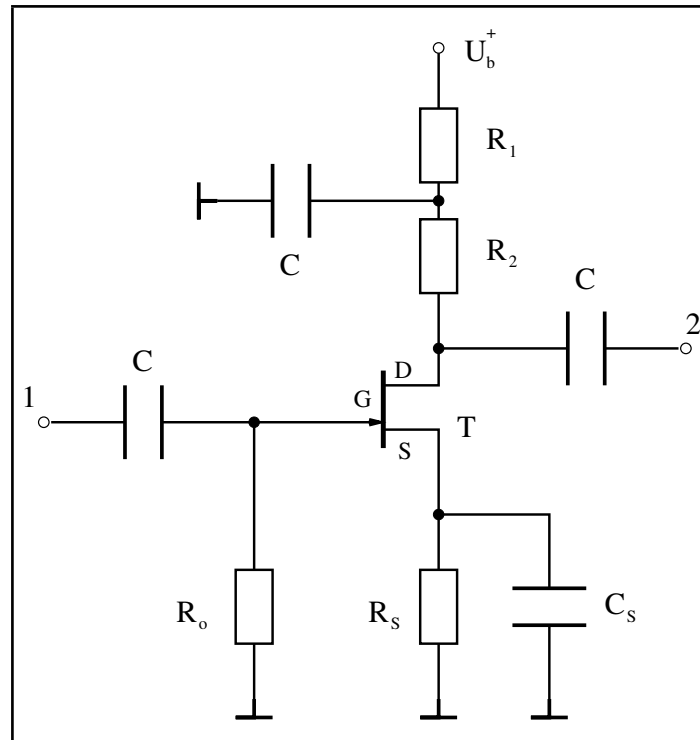
Gegeben ist die obenstehende Schaltung mit den zwei gleichen Transistoren T' und T'' .

- Um welche Schaltung handelt es sich? Wo wird sie häufig verwendet? [0.5P]
- Welche Beziehung gilt zwischen den Ansteuerspannungen U'_e und U''_e bei
 - reiner Gleichtaktansteuerung. [0.25P]
 - reiner Differenzansteuerung. [0.25P]
- Welche Verstärkung erhält man in den beiden Fällen 2a und 2b? Wählen Sie zwischen hoch, mittel, niedrig und begründen Sie kurz Ihre Wahl. [1.5P]
- Wie ließe sich, mit Hilfe von Transistoren, der durch R_E „verheizte“ Gleichspannungsanteil stark reduzieren? [0.5P]

Die Schaltung wird nun ausschließlich am Eingang $1'$ von einer Signalquelle angesteuert. Der Anschluss $1''$ wird dagegen auf Masse gelegt, der Widerstand R'_C durch einen Kurzschluss ersetzt.

- Zeichnen Sie das π -Ersatzschaltbild eines Einzeltransistors und benennen Sie alle Elemente. [0.5P]
- Zeichnen Sie das Kleinsignal-Ersatzschaltbild der Schaltung unter Verwendung des Resultates aus 5. Dabei darf das Rückwirkungselement vernachlässigt werden. [1.0P]
- In welcher Grundschaltung arbeiten T' und T'' ? [0.5P]
- Welche zweistufige Verstärkerschaltung ähnelt der jetzigen, auch wenn bei ihr komplementäre Transistoren verwendet werden? Zeichnen Sie diese Schaltung. [1.0P]

2. Aufgabe: Elektronisches Rauschen

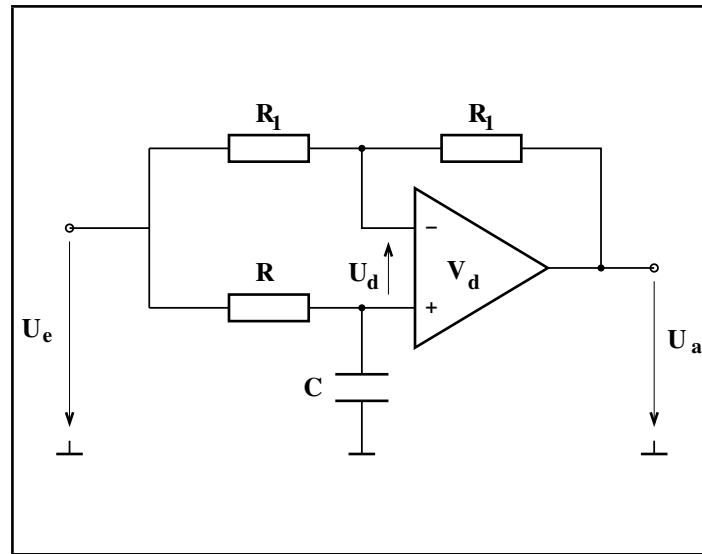


Ein rauscharmer, selbstleitender Feldeffekttransistor wird in obiger Schaltung eingesetzt. Alle Kondensatoren seien hinreichend groß dimensioniert.

$$R_o = 10M\Omega, kT = 4 \times 10^{-21} [Ws], B = 1Hz, U_R^2 = 4kTB R, I_R^2 = 4kTB/R, R_{opt} = U_{RS}/I_{RP}$$

1. Welche Bauteile rauschen und welche Rauscharten zeigen sie? [1.0P]
2. Welche der Bauteile tragen tatsächlich zum Rauschen am Ausgang der Schaltung bei? [0.5P]
3. Zeichnen Sie den Rauschvierpol für den Transistor mit seinen beiden Ersatzrauschquellen. [0.5P]
4. Erweitern Sie diesen Rauschvierpol durch das Rauschersatzschaltbild des Widerstandes R_o . Da letzteres sowohl mit einer Rauschspannungsquelle (I) als auch mit einer Rauschstromquelle (II) dargestellt werden kann, sind zwei Lösungen darzustellen. Geben Sie für beide den Zahlenwert an. [1.0P]
5. Vergleichen Sie, bei eingangsseitigem Leerlauf, die Rauschbeiträge der beiden Rauschquellen des Transistors und der einen der Widerstandes R_o , ausgehend von einer der beiden Lösungen aus 4 ($U_{RS} = 2nV/\sqrt{Hz}$, $I_{RP} = 30fA/\sqrt{Hz}$, $B = 1Hz$). [0.5P]
6. Was versteht man unter dem Begriff Rauschanpassung? [0.5P]
7. Welcher Wert ergäbe sich für R_{opt} , wenn R_o rauschfrei wäre? [0.5P]
8. Ermitteln Sie den tatsächlichen Wert von R_{opt} . [1.0P]
Hinweis: Da die ideale Rauschstromquelle I_{RP} keinen Spannungsabfall an der Rauschspannungsquelle verursacht, können die Rauschstromquellen der Lösung II aus 4 sowohl am Eingang als auch am Ausgang angeordnet werden.

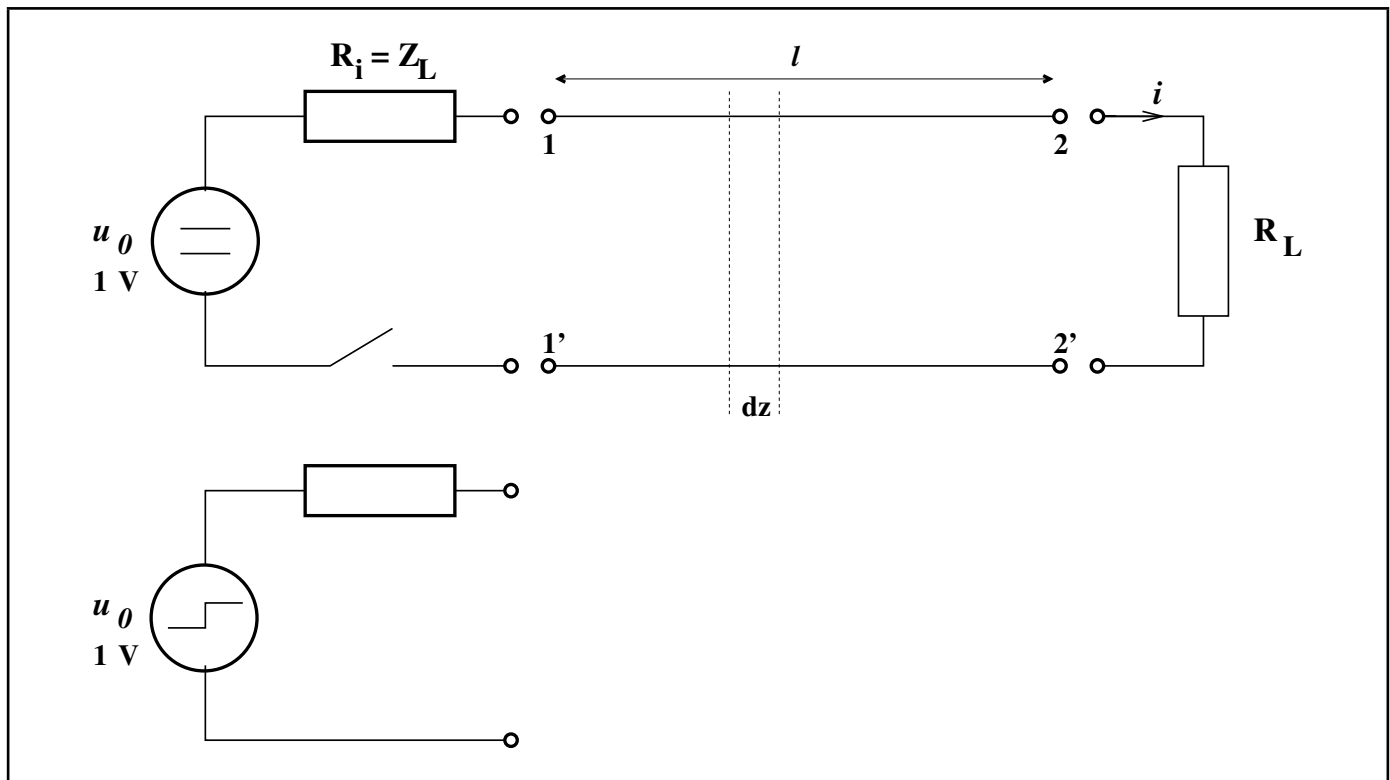
3. Aufgabe: Operationsverstärker



Als Allpässe bezeichnet man Filterschaltungen, die einen konstanten Amplitudengang, jedoch einen frequenzabhängigen Phasengang aufweisen. Die obige Schaltung stellt einen Allpass 1. Ordnung dar. Der Operationsverstärker habe zunächst eine endliche Differenzverstärkung V_d , bezüglich seiner restlichen Eigenschaften sei er jedoch „ideal“.

1. Welche Eigenschaften weist ein idealer Operationsverstärker bezüglich seines Eingangs- und Ausgangswiderstandes, seiner Differenz- und Gleichtaktverstärkung auf? [1.0P]
2. Zeichnen Sie das regelungstechnische Blockschaltbild, bestehend aus dem Verstärkerblock (V), dem Vorwärts- (k_e) und dem Rückkopplungsblock (k_r). [0.5P]
3. Berechnen Sie anhand des gezeichneten Blockschaltbildes die Gesamtübertragungsfunktion der Schaltung V' als Funktion von V , k_e und k_r . [0.5P]
4. Ermitteln Sie für die gegebene Schaltung die Detail-Schaltungen der drei Blöcke und berechnen Sie deren Übertragungsfunktionen. [3.5P]
5. Berechnen Sie unter Verwendung der Ergebnisse aus (3) und (4) die Gesamtübertragungsfunktion der gegebenen Schaltung. [0.5P]
6. Wie lautet die Gesamtübertragungsfunktion wenn der Operationsverstärker nun auch bezüglich seiner Differenzverstärkung als ideal angenommen wird? [0.5P]

4. Aufgabe: Signalübertragung mittels Leitungen

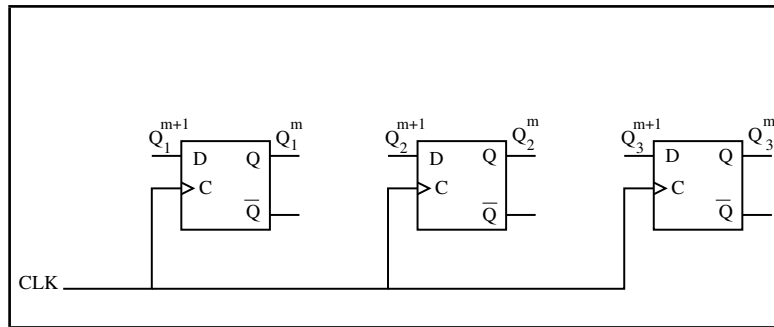


Gegeben sei die obige Leitung der Länge $l = 1\text{m}$, welche mittels eines Schalters an einen Gleichspannungsgenerator (mit Innenwiderstand R_i) angeschlossen und durch den Lastwiderstand R_L abgeschlossen ist. Die Gleichspannung wird zum Zeitpunkt $t = 0$ durch Schließen des Schalters auf die Leitung gegeben. Gedanklich kann dieser Vorgang durch die Beaufschlagung der Leitung mit einer Stufenspannung (zum Zeitpunkt $t = 0$) veranschaulicht werden.

1. Die Leitung sei von Luft umgeben. Mit welcher Geschwindigkeit (c) und in welcher Zeit (t_f) erreicht der Einschaltimpuls das Ende der Leitung? [0.5P]
2. Berechnen Sie den Induktivitätsbelag L' und den Leitungswellenwiderstand Z_L wenn der Kapazitätsbelag der Leitung mit $C' = 66.66\text{pF/m}$ gegeben ist. [1.0P]
3. Zeichnen Sie die ortsabhängigen Strom- und Spannungsverläufe zu den Zeitpunkten $t = t_f/2$ und $t = 3t_f/2$ für den Fall $R_i = R_L = Z_L$. Wie nennt man diesen Fall? [0.75P]
4. R_L wird nun auf $2Z_L$ erhöht. Berechnen Sie den Reflexionsfaktor am Ende der Leitung. [0.5P]
5. Zeichnen Sie erneut die ortsabhängigen Strom- und Spannungsverläufe zu den Zeitpunkten $t = t_f/2$ und $t = 3t_f/2$ unter der Berücksichtigung des Resultates aus 4. [1.0P]
6. Welche Ursachen könnte eine Dämpfung auf der Leitung haben? Zeichnen Sie das symmetrische Ersatzschaltbild für eine sehr kurzes Stück der Leitung. Bleibt der Leitungswellenwiderstand dabei rein reell? [1.25P]
7. Zeichnen Sie für den Fall 3 die ortsabhängigen Strom- und Spannungsverläufe zu dem Zeitpunkt $t = t_f/2$ wenn zusätzlich ein Dämpfungsfaktor $\alpha = 2 [1/\text{m}]$ angenommen wird. Auf welche Werte fallen Strom und Spannung in der Mitte der Leitung ab? [1.0P]

Hinweis: Die Verläufe für Strom und Spannung können im gleichen Diagramm dargestellt werden.

5. Aufgabe: Digitaltechnik



Es soll ein synchroner 1/5 Taktfrequenzteiler unter Verwendung von 3 flankengesteuerten D-Flipflops entworfen werden. Dabei soll ein Zyklus mit den folgenden Zuständen durchlaufen werden: 0 0 0, 0 0 1, 0 1 0, 1 0 0, 1 1 0.

- Ermitteln Sie die logischen Verknüpfungen zwischen den Ein- und Ausgängen der D-Flipflops und komplettieren Sie die obenstehende Schaltung. Dabei soll wie folgt vorgegangen werden: Aufstellung der Zustandsfolgetabelle [0.5P] → Aufstellung der KV-Diagramme [1.5P] → Ermittlung der logischen Verknüpfungen (Verwenden Sie je nach Günstigkeit die Minterm- oder die Maxterm-Methode) [1.5P]. Verwenden Sie die vorgezeichnete Tabelle und die vorgezeichneten Diagramme.

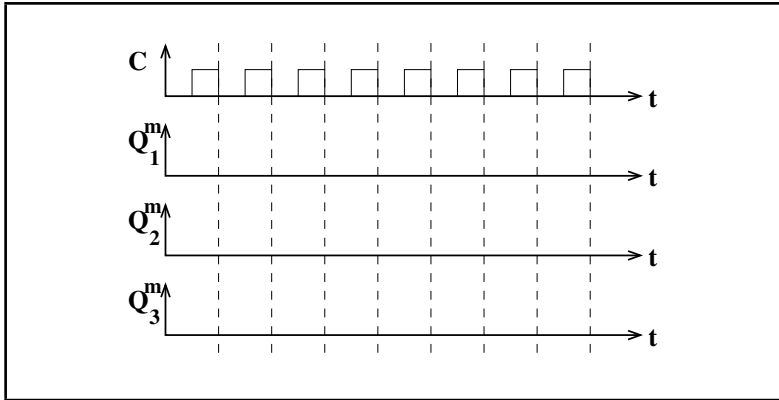
Q_1^m	Q_2^m	Q_3^m	Q_1^{m+1}	Q_2^{m+1}	Q_3^{m+1}

Q_1^{m+1} :

Q_2^{m+1} :

Q_3^{m+1} :

- Die verwendeten D-Flipflops seien durch die abfallende Taktflanke gesteuert. Skizzieren Sie das Zeitdiagramm der drei Ausgangssignale (Q_1^m , Q_2^m , Q_3^m) im Verhältnis zum Taktsignal (C). An welchen Ausgängen kann ein durch 5 geteilter Takt entnommen werden? [1.0P]



3. Überprüfen Sie Ihren Entwurf auf seine Zuverlässigkeit. Dabei muß gewährleistet sein, daß auch ein fehlerhaftes Auftauchen (z.B. beim Einschalten) einer der drei möglichen, nicht verwendeten Zustände (1 1 1, 1 0 1, 0 1 1) immer in den gewünschten Zyklus führt. [0.5P]
4. Zeichnen Sie das gesamte Zustandsdiagramm. [0.5P]
5. Ist diese Schaltung synchron oder asynchron? (Mit Begründung!) [0.5P]