

# Klausur

## Grundlagen der Elektrotechnik II

WS 06/07

23. Februar 2007

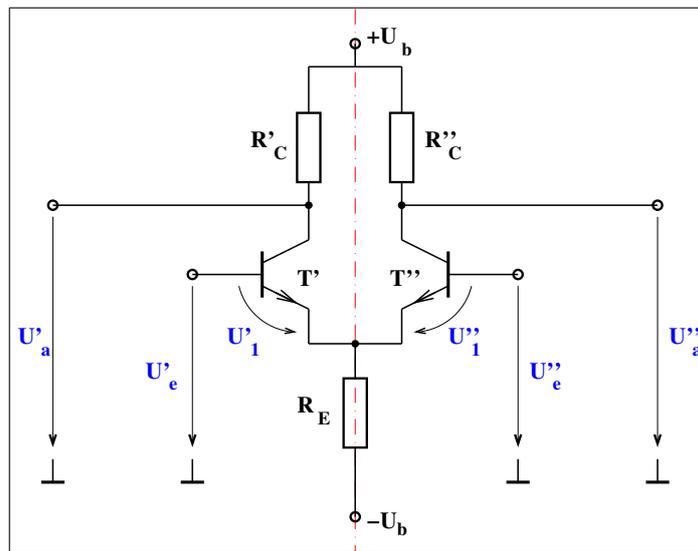
Name	Matrikelnummer	Studiengang

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

### Hinweise:

- Es sind keinerlei Unterlagen oder sonstige Hilfsmittel zugelassen.
- Alle Lösungsblätter müssen fortlaufend numeriert 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.

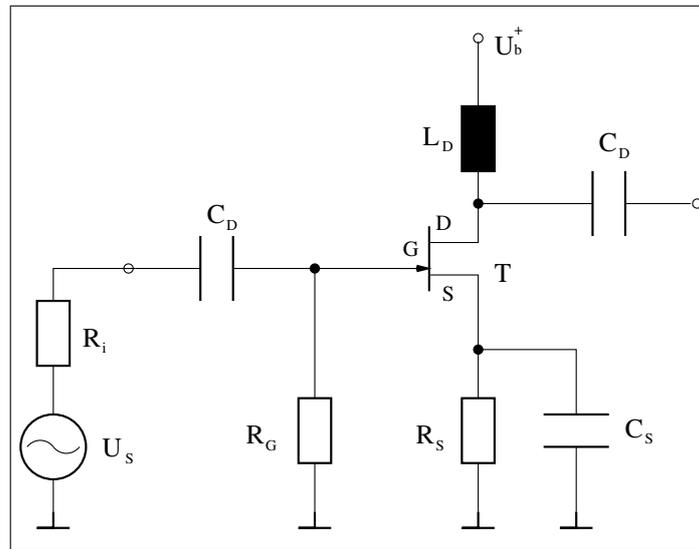
# 1 Transistorschaltung:



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

1. Wie heißt diese Schaltung und worin liegt ihr Vorteil?  
Wo liegt ihr bevorzugtes Einsatzgebiet?  
Wodurch wird in der Praxis der Emitterwiderstand  $R_E$  meist ersetzt? [1.0P]
2. Zeichnen Sie das vereinfachte  $\pi$ -Ersatzschaltbild für  $T'$  und  $T''$  (Ohne Rückwirkung!) mit der Bezeichnung der Elemente. [0.5P]
3. Wie sieht das Kleinsignal-Ersatzschaltbild der Gesamtschaltung aus? [1.0P]
4. Welche Beziehung herrscht zwischen den Signalspannungen  $u'_e$  und  $u''_e$ 
  - (a) bei reiner Gleichtaktansteuerung
  - (b) bei reiner Differenzansteuerung? [1.0P]
5. Welcher Signalspannungsabfall entsteht im Fall (4b) an  $R_E$ ? [0.5P]
6. Ermitteln Sie für den Fall (4b) die Leerlauf-Signalspannungen  $u'_a$  und  $u''_a$ .  
Welche Verstärkung ergibt sich? [0.5P]
7. Ermitteln Sie den Signalspannungsabfall an  $R_E$  für den Fall (4a) (Hierbei kann die Schaltung zur Verkürzung der Rechnung halbiert werden.) [1.5P]
8. Wie groß ist die für  $T'$  verbleibende Steuerspannung  $u'_1$ ? [0.5P]
9. Welche Verstärkung  $u'_a/u'_e$  ergibt sich unter Vernachlässigung des Ausgangsleitwertes  $g'_3$  von  $T'$ ? [0.5P]
10. Welche Gleichtaktunterdrückung ergibt sich beim Vergleich der Ergebnisse von Punkt (6) (auch hier  $g'_3 = 0$  setzen) und Punkt (9)? [1.0P]
11. Welchen Zahlenwert nimmt die Gleichtaktunterdrückung an für  $R_E = 250\Omega$  bei einem Kollektorstrom von  $1mA$  je Transistor? [0.5P]  
Wie groß muss dafür  $-U_b$  sein, wenn  $T'$  und  $T''$  Silizium-Transistoren sind? [0.5P]

## 2 Rauschen:

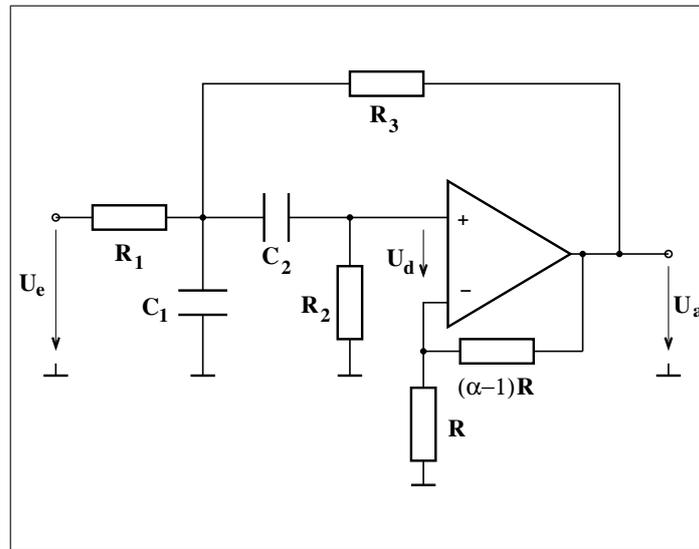


Gegeben ist die obenstehende Schaltung mit einem MOS-FET

$$R_i = 50\Omega, R_G = 1M\Omega, kT = 4 \times 10^{-21}[W s], B = 10kHz, U_R^2 = 4kTB R, I_R^2 = 4kTB/R$$

1. Welche Grundschaltung liegt vor? Ist der FET vom selbstleitenden oder selbstsperrenden Typ? [0.5P]
2. Welche Bauelemente rauschen, welche nicht? Geben Sie die Rauschursachen der rauschenden Bauelemente an. [1.5P]
3. Gibt es ein Bauelement, dessen Rauschen sich nicht am Ausgang der Schaltung auswirkt? [0.5P]
4. Zeichnen Sie ein  $\pi$ -Kleinsignal-Ersatzschaltbild mitsamt dem Rauschersatz-Vierpol des FET ( $U_{RS}$  und  $I_{RP}$ ). Dabei sollen die Eingangsimpedanz  $g_1$  und die Rückwirkung  $g_2$  vernachlässigt werden. [0.5P]
5. Bestimmen Sie, getrennt, die Rauschspannungsquadrate von  $R_i$ ,  $R_G$ ,  $U_{RS} = 200nV$  und  $I_{RP} = 2pA$  und vergleichen Sie diese. [1.0P]

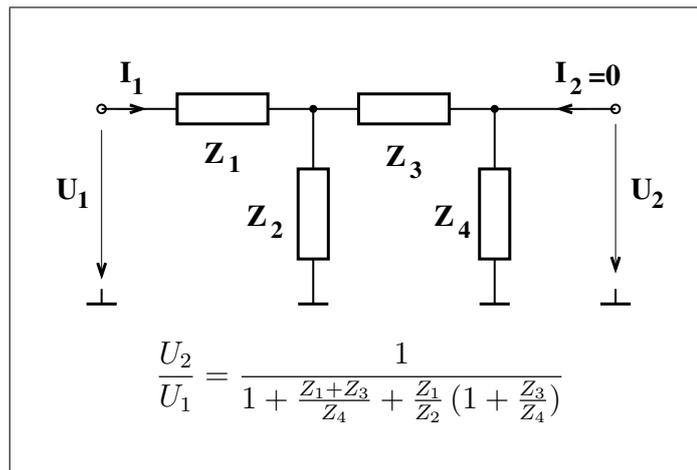
### 3 Operationsverstärker:



Gegeben sei die obige aktive Filter-Schaltung mit einem idealen Operationsverstärker.

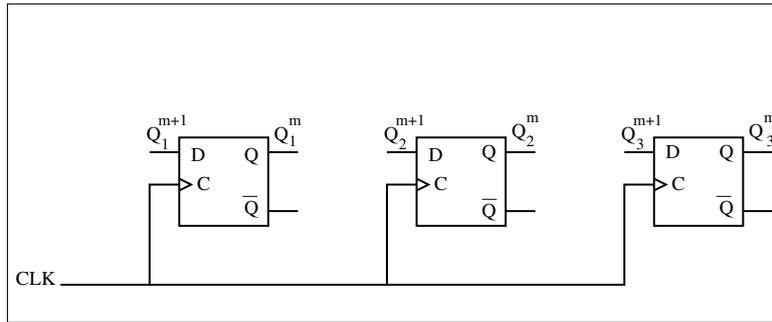
1. Welche Eigenschaften weist ein idealer Operationsverstärker bezüglich seines Eingangs- und Ausgangswiderstandes, seiner Differenz- und Gleichtaktverstärkung auf? [1.0P]
2. Zeichnen Sie das regelungstechnische Blockschaltendiagramm, bestehend aus dem Verstärkerblock ( $V$ ), dem Vorwärts- ( $k_e$ ) und dem Rückkopplungsblock ( $k_r$ ). [0.5P]
3. Berechnen Sie anhand des gezeichneten Blockschaltendiagramms die Gesamtübertragungsfunktion der Schaltung  $V'$  als Funktion von  $V$ ,  $k_e$  und  $k_r$ . [1.0P]
4. Ermitteln Sie für die gegebene Schaltung die Detail-Schaltungen der drei Blöcke und berechnen Sie deren Übertragungsfunktionen. Dabei können die folgenden Vereinfachungen gemacht werden:  
 $R_1 = R_3 = R$ ,  $R_2 = 2R$ ,  $C_1 = C_2 = C$  und  $RC = \tau$ . [4.0P]

**Hinweis:** Benutzen Sie zur Berechnung von  $k_e$  und  $k_r$  das nachfolgende Netzwerk mit der entsprechenden Übertragungsfunktion:



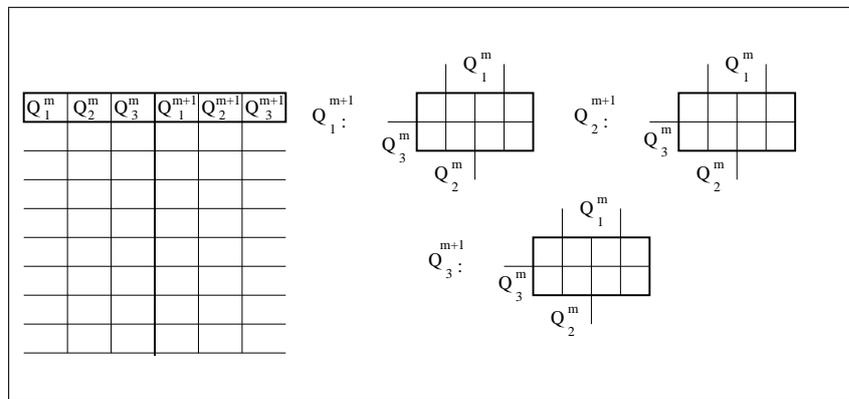
5. Berechnen Sie unter Verwendung der Ergebnisse aus (3) und (4) die Gesamtübertragungsfunktion der gegebenen Schaltung. [0.5P]  
 Wie muss  $\alpha$  gewählt werden um die Übertragungsfunktion eines idealen Bandpasses erster Ordnung zu bekommen? [1.0P]

## 4 Digitaltechnik (1/5 Taktfrequenzteiler)

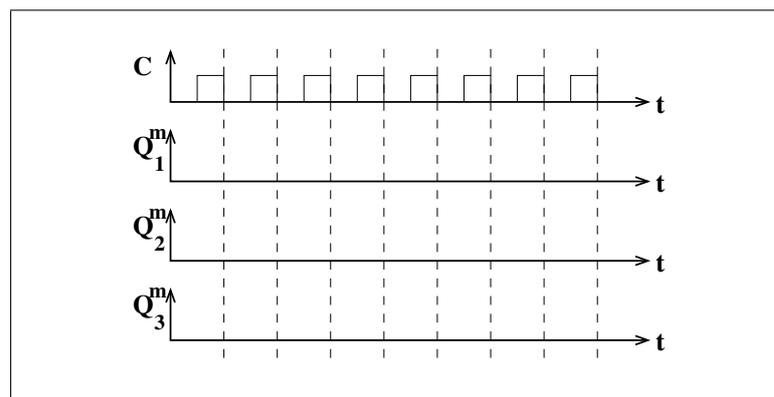


Es soll ein synchroner 1/5 Taktfrequenzteiler unter Verwendung von 3 flankengesteuerten D-Flipflops entworfen werden. Dabei soll ein Zyklus mit den folgenden Zuständen durchlaufen werden: 0 0 0, 0 0 1, 0 1 0, 1 0 0, 1 1 0.

- 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 [0.5] → Aufstellung der KV-Diagramme [1.5] → Ermittlung der logischen Verknüpfungen (Verwenden Sie je nach Günstigkeit die Minterm- oder die Maxterm-Methode) [3.0]. Verwenden Sie die vorgezeichnete Tabelle und die vorgezeichneten Diagramme.



- 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]



- 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. [1.0P]
- Zeichnen Sie das gesamte Zustandsdiagramm. [1.0P]
- Zählen Sie diesen Frequenzteiler zu den Schaltnetzen oder zu den Schaltwerken, ist die Schaltung synchron oder asynchron? (Mit Begründung!) [1.0P]