

Klausur

Grundlagen der Elektrotechnik II

WS 04/05

2. März 2005

Name	Matrikelnummer	Studiengang

Aufgabe	Thema	Max. Punkte	Erreichte Punkte
1	ESB	3.5	
2	Transistor	8	
3	Rauschen	3	
4	OPV	8.5/11	
5	Digital	9	
Summe		32/34.5	

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 Ersatzschaltbilder (ESB)

1. Zeichnen Sie die Ersatzschaltbilder für die h -, y - und π -Parameter und tragen Sie alle Parameternamen, Ströme und Spannungen ein. [1.5]
2. Geben Sie die die Rückwirkung beschreibenden Parameter der drei Ersatzschaltbilder an und streichen Sie diese in den gezeichneten Ersatzschaltbildern durch. [0.5]
3. Geben Sie die Beziehungen zwischen den verbleibenden Parametern an, wenn die Rückwirkung vernachlässigt werden darf. [1.5]

2 Transistor-Schaltungen

Gegeben sei die Eintransistor-Schaltung in Abb.1 mit folgenden Angaben:

$R = 1k\Omega$, $\beta = 100$, $U_T = 25mV$, $U_b = 10V$, alle C sehr groß.

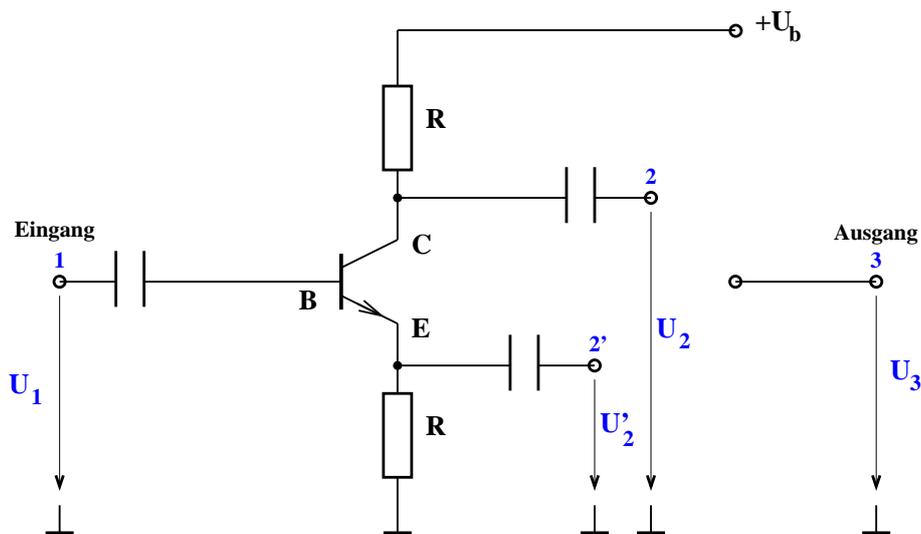


Abbildung 1: Transistor-Aufgabe

1. Kann die Schaltung so im linearen Bereich betrieben werden? [0.5] (Mit Begründung!)
2. Wenn nein, ergänzen Sie die obige Schaltung so, daß der Transistor arbeiten kann. (Beide möglichen Schaltungen, einmal gestrichelt und einmal durchgezogen) [1.0]
3. Die Schaltung weist zwei Ausgänge auf. Wie müssen die Klemmen 2 und 2' geschaltet werden, damit
 - (a) eine Emitter-Schaltung ohne Wechselstrom-Gegenkopplung (in grün oder gestrichelt) [0.5]
 - (b) eine Kollektor-Schaltung entsteht. (in blau oder durchgezogen) [0.5]
 (Keine neuen Bauelemente, nur Drahtverbindungen!)
4. Zeichnen Sie das π -Ersatzschaltbild des Transistors ohne Innenleitwert g_3 und Rückwirkung g_2 . [0.25]
5. Zeichnen Sie das Kleinsignal-Ersatzschaltbild für eine der aus Punkt 2 möglichen Schaltungen unter Verwendung des vereinfachten π -Ersatzschaltbildes für den Transistor aus Punkt 4. (Mit Beschriftung!) [0.75]
6. Welchen Wert weist die Steilheit S auf, wenn ein Basisstrom von $25\mu A$ gewählt wurde? [0.5]
7. Welche Gleichspannungen gegen Masse nehmen Kollektor und Emitter an? [0.5]
8. Berechnen Sie die beiden Kleinsignal-Verstärkungen der Schaltung, U_2'/U_1 und U_2/U_1 . (Hinweis: Stellen Sie die Knotengleichung des zentralen Knotens auf.) [2.0]

9. Welche Werte ergeben sich für $S \gg g_1, 1/R$. [0.5]
10. Welche Zwei-Transistor-Schaltung wäre auch geeignet, aus einer einzigen Spannung gegen Masse, ohne Symmetrietransfos, zwei fast gleiche Ausgangsspannungen mit unterschiedlichem Vorzeichen zu liefern (Mit Schaltbild). [1.0]

3 Rauschen

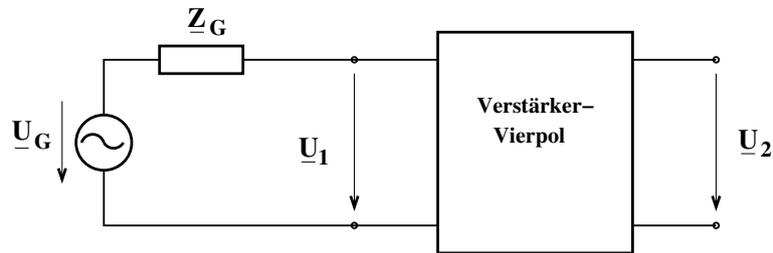


Abbildung 2: Rausch-Aufgabe

Gegeben sei ein rauschender Verstärkervierpol, gespeist von einer realen, rauschenden Signalquelle, in Abb.2.

1. Zeichnen Sie das Rausch-Ersatzschaltbild der Schaltung. [1.0]
2. Die Signalquelle liefert eine Signalspannung $\underline{U}_1 = 1mV$ und eine Rauschspannung $\underline{U}_{1R} = 10\mu V$. Am Ausgang der Schaltung wird eine Signalspannung $\underline{U}_2 = 0.1V$ und eine Rauschspannung $\underline{U}_{2R} = 2mV$ gemessen. Berechnen Sie die Rauschzahl F des Verstärkervierpols. [1.0]
3. Es sollen zwei Verstärker mit gleicher Verstärkung jedoch mit unterschiedlichen Rauschzahlen kaskadiert werden. Wie würden Sie die beiden Verstärker ordnen, um eine möglichst geringe Gesamtrauschzahl zu erhalten. (Mit Begründung) [1.0]

4 Operationsverstärker (OPV)

1. Welche Eigenschaften weist ein idealer OPV bezüglich der Differenz-, Gleichtaktverstärkung, Eingangs-, Ausgangswiderstand und Bandbreite auf? [0.75]
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. [0.75]

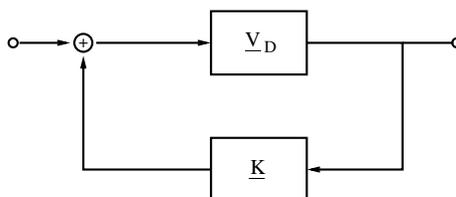


Abbildung 3: Signalflussdiagramm

3. Gegeben sei ein Dreieck-Rechteck-Generator nach Abb.4, bestehend aus einem nicht-invertierenden Integrator und einem invertierenden Schmitt-Trigger.

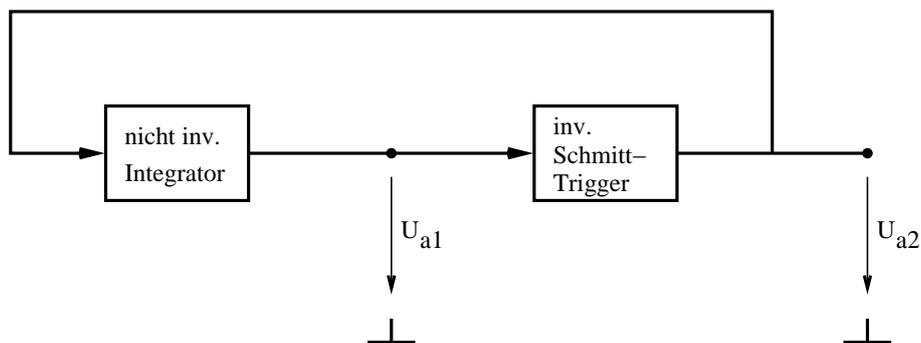


Abbildung 4: Dreieck-Rechteck-Generator

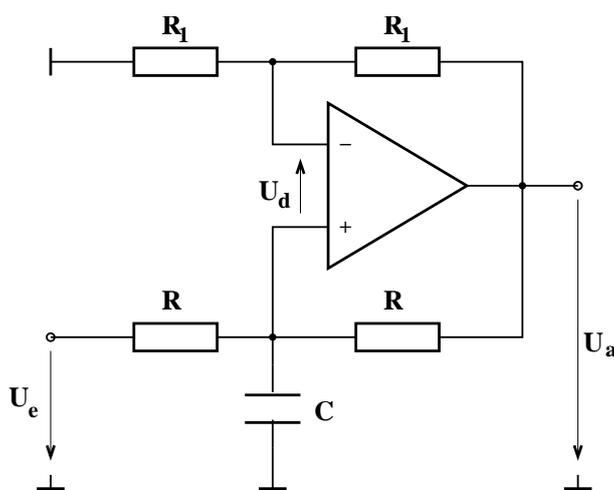


Abbildung 5: Nicht-invertierender Integrator

- (a) Wählen Sie alternativ einen der beiden folgenden Aufgabenblöcke. (Achtung: Die beiden Wege liefern nicht dieselbe Punktzahl.)
- i. Block 1:
 - A. Der nicht-invertierende Integrator ist in Abb.5 dargestellt. Der OPV habe zunächst eine endliche Differenzverstärkung, sei ansonsten aber ideal. Berechnen Sie die Übertragungsfunktion des Integrators $\underline{U}_a/\underline{U}_e$. (Hinweis: Berechnen Sie zunächst die Spannungen an den beiden Eingängen des OPVs gegen Masse (U^+ , U^-) und setzen Sie diese in die Formel für die Differenzverstärkung ein.) [2.0]
 - B. Berechnen Sie den Limes der Übertragungsfunktion für eine unendliche Differenzverstärkung. [0.5]
 - C. Ermitteln Sie unter Verwendung der im vorigen Schritt ermittelten Übertragungsfunktion das Ausgangssignal des Integrators als Zeitintegral des Eingangssignals. (Hinweis: Im Zeitbereich entspricht die Integration $\int u dt$ dem $\frac{1}{j\omega}$ des Frequenzbereichs.) [1.0]
 - ii. Block 2
 - A. Skizzieren Sie die Ausgangsspannung $U_{a1}(t)$ des nicht invertierenden Integrators mit einer gegebenen Zeitkonstante τ , symmetrisch um den Nulldurchgang von $U_{a1}(t)$, für ein konstantes Eingangssignal $U_{a2}(t) = const.$ [1.0]
- (b) Skizzieren Sie die Detailschaltung des invertierenden Schmitt-Triggers. [1.0]
- (c) Tragen Sie die Übertragungskennlinie des Schmitt-Triggers mit den Richtungspfeilen in das Diagramm in Abb.6 ein. Geben Sie das Amplitudenverhältnis zwischen Einschalt- und Ausgangsspannung des Schmitt-Triggers als Funktion seiner Widerstände an. [1.0]

- (d) Tragen Sie die Signale $U_{a1}(t)$ und $U_{a2}(t)$ in das Diagramm in Abb.6 ein. [1.0]
 (e) Berechnen Sie mit Hilfe der bisherigen Ergebnisse die Schwingfrequenz des Generators. [2.0]

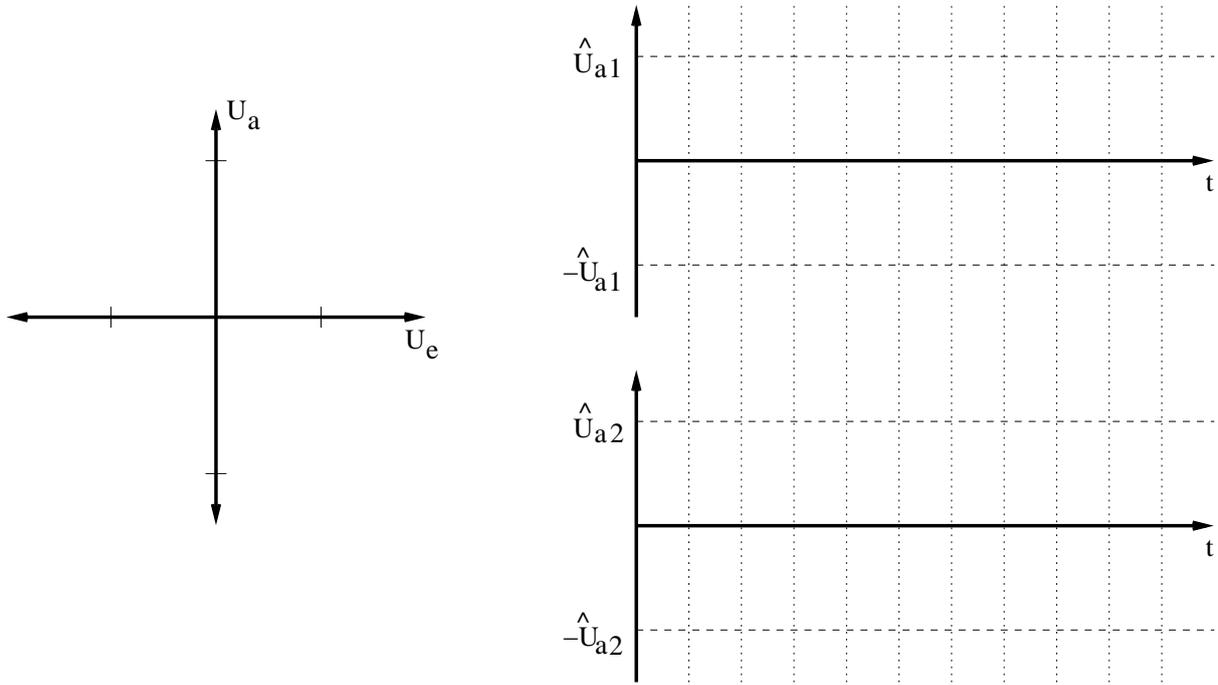


Abbildung 6: Diagramme

5 Digitaltechnik (1/5 Frequenzteiler)

Es soll ein synchroner 1/5 Frequenzteiler unter Verwendung von 3 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 Schaltung in Abb.7. 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 Tabelle und die Diagramme in Abb.7.
- An welchen Ausgängen kann ein durch 5 geteilter Takt entnommen werden? [0.5]
- 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. [1.5]
- Zeichnen Sie das gesamte Zustandsdiagramm. [1.0]
- Würden Sie diesen Frequenzteiler zu den Schaltnetzen oder zu den Schaltwerken zählen und ist die Schaltung synchron oder asynchron? (Mit Begründung!) [1.0]

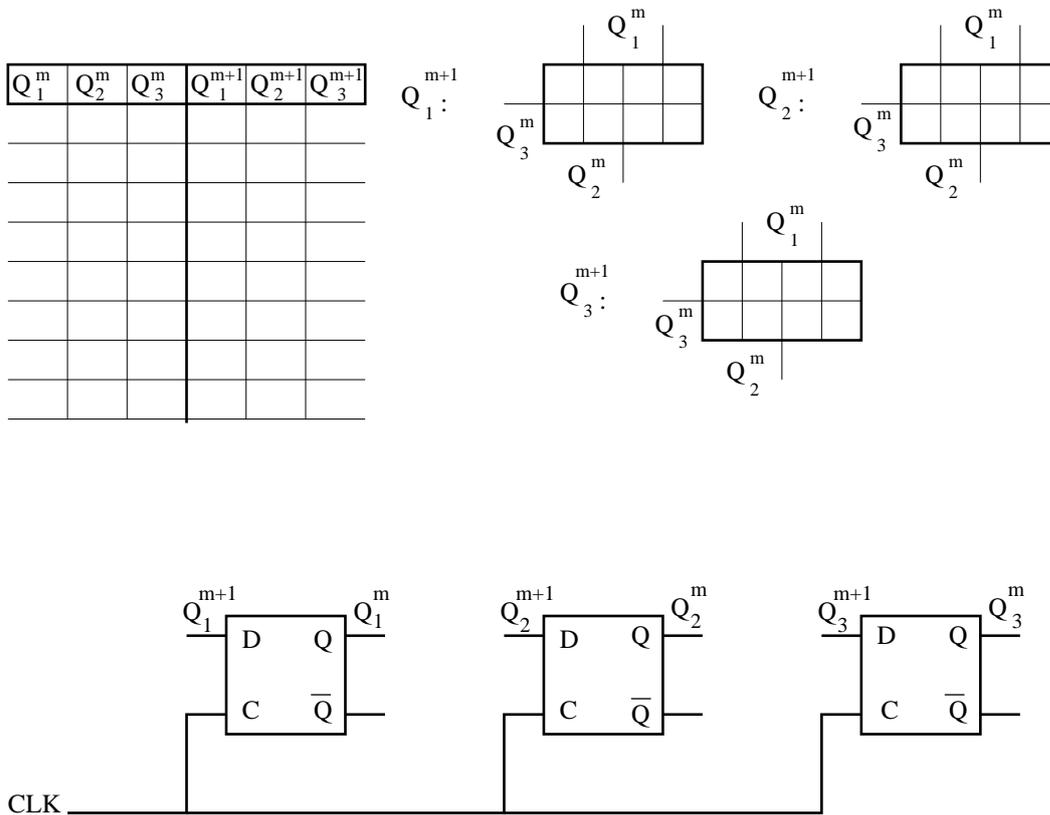


Abbildung 7: 1/5-Frequenzteiler