

Hochschule Mannheim	GSE2 – WS17/18	31.01.2018 Prüfer: Prof. Dr. Effler /EFS
	Klausur	
Name:		
Studiengang:	Matrikelnummer:	Erzielte Punktzahl / Note:
Zeit: 120 min	Hilfsmittel: Taschenrechner, Formelsammlung (siehe Hinweise)	

Hinweise:

- Kontrollieren Sie, dass Sie die Aufgabenblätter vollständig erhalten haben.
- Tragen Sie Namen und Matrikelnummer auf diesem Deckblatt und Ihren Lösungsblättern ein.
- Schreiben Sie Ihre Lösungen mit dokumentenechter Tinte direkt auf die Aufgabenblätter. Nebenrechnungen möglichst auf der Rückseite des vorherigen Blatts. Wenn Sie zusätzliche Blätter anfügen, Namen und Matrikelnummer nicht vergessen.
- Bei Teilaufgaben, die ein Rechenergebnis verlangen, genügt die Angabe des Rechenergebnisses nicht aus. Es muss klar erkennbar sein, aus welchen Überlegungen und/oder Rechenschritten das Ergebnis resultiert.
- Die Aufgaben können in Deutsch oder Englisch beantwortet werden.
- Formelsammlung:
Handschriftliche Formelsammlung, 1 DIN A4 Blatt Vorder- und Rückseite oder 2 DIN A4 Blätter einseitig. Keine Kopien oder Ausdrücke erlaubt. Bitte Name und Matrikelnummer auf die Formelsammlung schreiben.
- Bonusfragen müssen nicht beantwortet werden, können aber Bonuspunkte bringen.
- Die erreichbare Punktzahl pro Antwort ist in eckigen Klammern angeben. Bonuspunkte sind durch ein B gekennzeichnet.

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	Bonus: 7	Gesamt
Punkte	14	12	13	19	13	16	13B	87

E-Reihe

E12	E24	1.00	1.20	1.50	1.80	2.20	2.70	3.30	3.90	4.70	5.60	6.80	8.20
		1.10	1.30	1.60	2.00	2.40	2.87	3.60	4.30	5.11	6.20	7.50	9.10

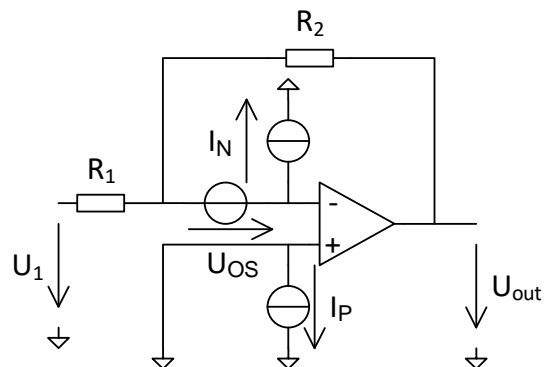
1. Aufgabe[14]:

- a.) [1] Was bzw. welches Bauteil definiert die Eingangsimpedanz einer Integratorschaltung?
- b.) [2] Warum setzt man in der Praxis eine reine Integratorschaltung nur selten ein? Unter welchen Bedingungen/in welchen Schaltungen wird sie dennoch verwendet? Warum ist die Verwendung dort möglich?
- c.) [2] Nennen Sie drei in der Vorlesung diskutierte Filtercharakteristiken.
- d.) [2] Erläutern Sie den Unterschied zwischen der Eigenfrequenz f_0 und der Grenzfrequenz f_c eines Tiefpasses 2.Ordnung.
- e.) [1] Ein state-variable-Filter wird häufig auch als Universal-Filter bezeichnet. Erklären Sie warum?

- f.) [2] Sie möchten einen invertierenden Verstärker bauen. In Ihrer Bastelkiste finden Sie aber nur ein LM339 Komparator-IC. Was machen Sie? Warum?
- g.) [2] Warum werden die Eigenschaften der meisten Operationsverstärkerschaltungen nicht durch die Eigenschaften des Operationsverstärkers, sondern im Wesentlichen durch die externen Komponenten bestimmt?
- h.) [2] Sie haben im Labor eine ideale Differenzierer-Schaltung aufgebaut. Zum Testen der Schaltung verwenden Sie ein Dreieckssignal. Leider hat das Ausgangssignal keinen rechteckförmigen Verlauf, sondern seltsame „Zacken“ an den Flanken. Sie haben festgestellt, dass Sie die „Zacken“ mittels eines Widerstandes in Reihe zum Kondensator entfernen können. Erklären Sie wodurch die „Zacken“ entstehen und warum sie mit dem Widerstand entfernt werden können. Eventuell hilft eine Zeichnung weiter.

2. Aufgabe[12]:

Gegeben sei folgende Schaltung:



Um den Einfluss der Offset-/Ruhegrößen zu analysieren, wurde der reale Operationsverstärker durch ein Modell ersetzt.

- a.) [1] Zeichnen Sie die „physikalischen“ Umriss des realen Operationsverstärkers in die Zeichnung ein. Kennzeichnen Sie die realen Eingänge.
- b.) [4] Bestimmen Sie die Ausgangsspannung U_{out} als Funktion der gegebenen Größen:
 $U_{\text{out}} = f(U_1, U_{\text{OS}}, I_N, I_P)$

- c.) [5] Dimensionieren Sie die Schaltung für eine Verstärkung von 100. Dabei soll der Einfluss der Nichtidealitäten kleiner als 0.5% der maximalen Ausgangsspannung sein, die für ein Eingangssignal im Bereich $\pm 100\text{mV}$ auftritt. Die Eingangsimpedanz soll maximiert werden. Hinweis: Überlegen Sie für welche Kombination der Offsetgrößen der Einfluss auf das Ausgangssignal maximal wird.

Kenndaten des Operationsverstärkers:

Eingangsoffsetspannung: $U_{OS} = 100\mu\text{V}$

Eingangsruhestrom: $I_B = 100\text{nA}$

Eingangsoffsetstrom: $I_{OS} = 10\text{nA}$

Aussteuergrenzen: $\pm 15\text{V}$

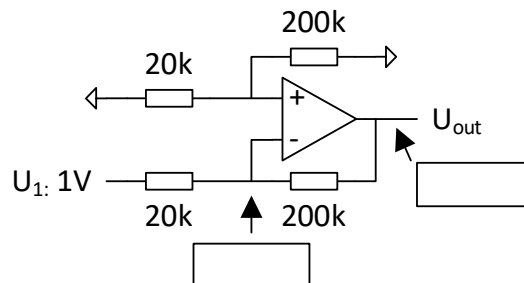
- d.) [2] Erläutern Sie, wie Sie die Eingangsimpedanz weiter erhöhen können?

3. Aufgabe[13]

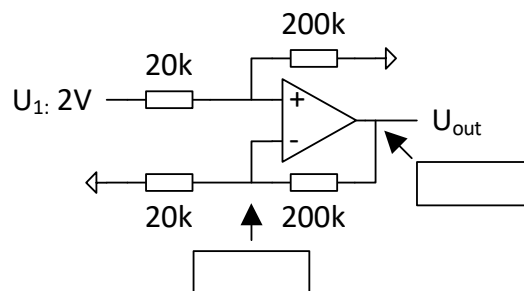
Die Aussteuergrenzen sollen mit $\pm 15\text{V}$ angenommen werden.

Falls Sie für eine Schaltung keine eindeutige Aussage treffen können, begründen Sie warum, dies nicht möglich ist.

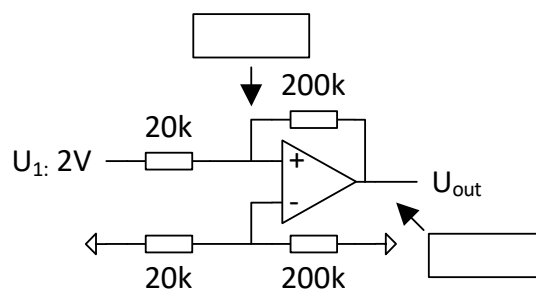
a.) [2] Schreiben Sie jeweils die Potentiale bzw. Ströme in die Kästchen.



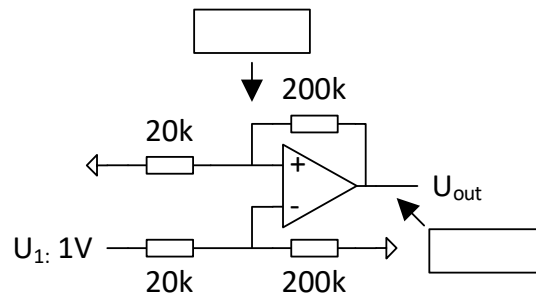
b.) [2] Schreiben Sie jeweils die Potentiale bzw. Ströme in die Kästchen.



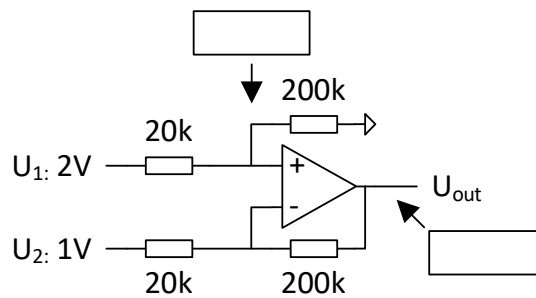
c.) [2] Schreiben Sie jeweils die Potentiale bzw. Ströme in die Kästchen.



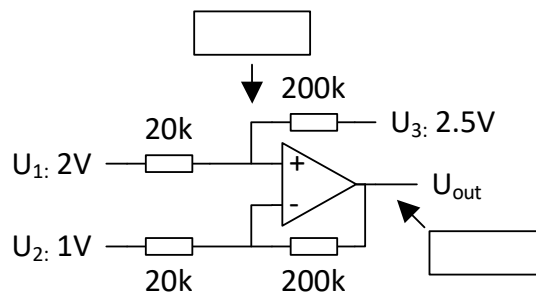
d.) [2] Schreiben Sie jeweils die Potentiale bzw. Ströme in die Kästchen.



e.) [2] Schreiben Sie jeweils die Potentiale bzw. Ströme in die Kästchen.

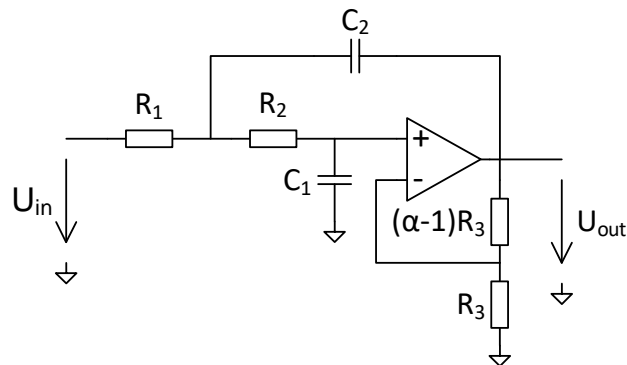


f.) [3] Schreiben Sie jeweils die Potentiale bzw. Ströme in die Kästchen.



4. Aufgabe[19]:

Gegeben sei folgende Schaltung:



Die zugehörige Laplace-Übertragungsfunktion: $G(s) = \frac{U_{out}(s)}{U_{in}(s)} = \frac{\alpha}{R_1 R_2 C_1 C_2 s^2 + ((R_1 + R_2) C_1 + (1 - \alpha) R_1 C_2) s + 1}$

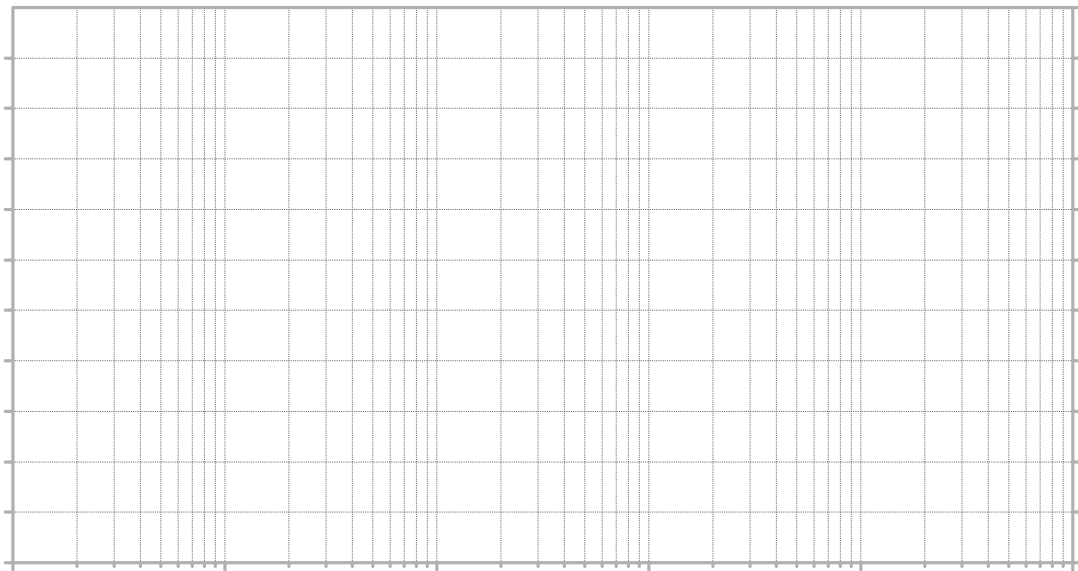
- a.) [1] Um welche Filterschaltung handelt es sich?

- b.) [2] Vereinfachen Sie die Übertragungsfunktion unter der Annahme, dass die Kondensatoren identisch sind ($C_1 = C_2 = C$) und die interne Verstärkung $\alpha = 2$ ist.

- c.) [4] Bestimmen Sie durch Koeffizientenvergleich die Verstärkung A_0 , die Eigenfrequenz f_0 und die Güte Q des Systems.

- d.) [5] Bestimmen Sie die benötigten Bauteilwerte zur Realisierung eines Filters mit folgenden Eigenschaften: $f_0=50\text{kHz}$, $Q=0.701$.

- e.) [3] Skizzieren Sie Amplituden- und Phasengang in ein gemeinsames Diagramm. Berechnen Sie zur Verbesserung der Zeichengenauigkeit den Betrag des Amplitudengangs für die Eigenfrequenz f_0 . Kennzeichnen Sie Eigen- und Grenzfrequenz.



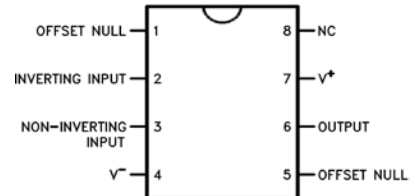
- f.) [4] Sie möchten nun im Labor die Eigen- und Grenzfrequenz der Schaltung messen. Beschreiben Sie Ihren Messaufbau und Ihr Vorgehen.

5. Aufgabe[13]:

Sie möchten im Labor einen nicht-invertierenden Schmitt-Trigger untersuchen. Ihr Bauteilvorrat ist auf die dargestellten Komponenten begrenzt.



Pinbelegung LM741

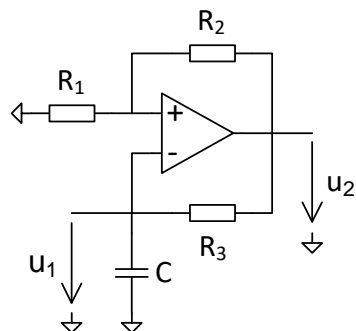


- a.) [4] Skizzieren Sie die Schaltung (Schaltplan) und dimensionieren Sie die Bauteile für eine Referenzspannung von 3.3V und eine Hysterese von 100mV.
Hinweis: Nehmen Sie als Aussteuergrößen **+15V/-14V** an.

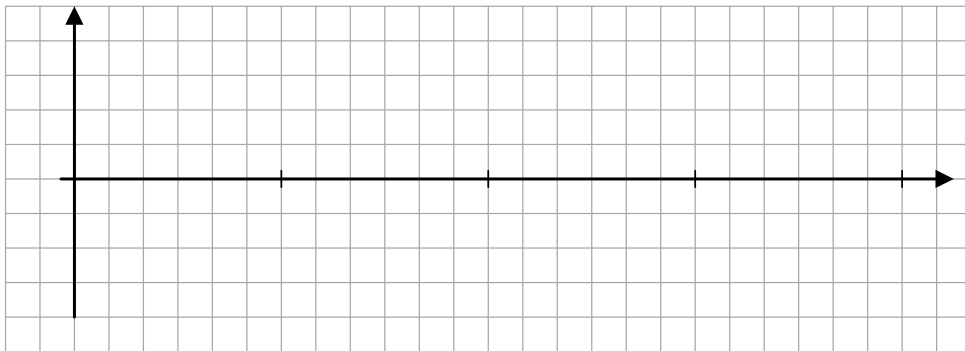
- b.) [5] Verbinden Sie die dargestellten Bauteile so, dass die gewünschte Schaltung entsteht. Verbinden Sie die Geräte so, dass Sie die Übertragungskennlinie messen können.
- c.) [4] Erläutern Sie Ihr Vorgehen zum Messen der Übertragungskennlinie und der Schaltschwellen. Skizzieren Sie das erwartete Ergebnis.

6. Aufgabe[16]:

Gegeben sei folgende Schaltung:

Die Aussteuerungen sollen mit $\pm 15\text{V}$ angenommen werden.

- a.) [1] Welche Ihnen bekannte Anwendungsschaltung ist hier dargestellt?
- b.) [2] Skizzieren Sie qualitativ die Potentiale u_1 und u_2 in ein gemeinsames Diagramm unter der Annahme, dass die Schaltschwellen 25% der Aussteuerungen betragen.



- c.) [2] Berechnen Sie formelmäßig die Schaltschwellen des Komparators.
- d.) [4] Zeigen Sie, dass die Periodendauer des Ausgangssignals durch die folgende Formel dargestellt werden kann: $T = -2R_3C \ln\left(\frac{1-k}{1+k}\right)$ mit $k = \frac{R_1}{R_1+R_2}$.

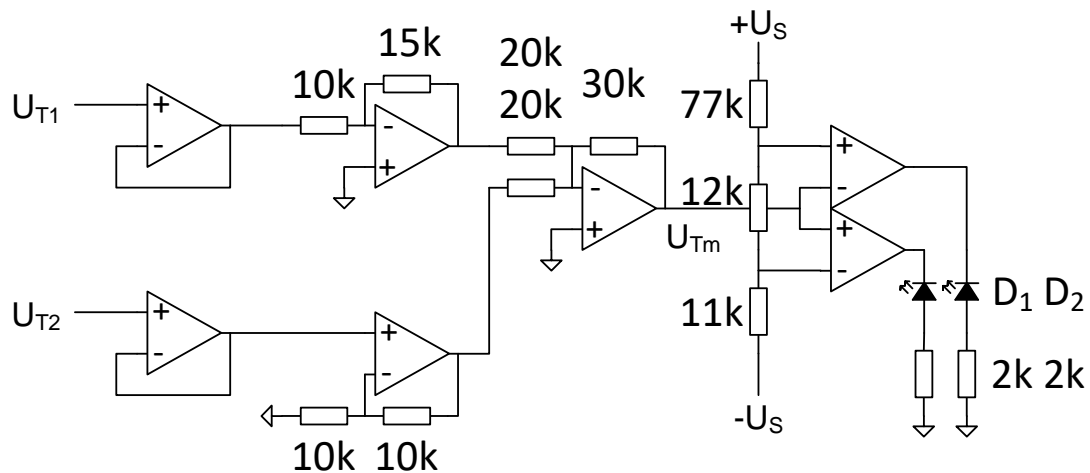
- e.) [3] Dimensionieren Sie die Schaltung so, dass das Signal u_1 eine Periodendauer von 1 ms erhält und die Schaltschwellen 25% der Ausgangsspannung betragen.
- f.) [2] Sie benötigen ein Ausgangssignal doppelter Amplitude. Welches Bauteil tauschen Sie, wenn Sie nur eine Komponente ändern könnten? Ändert sich dadurch die Form oder die Periodendauer des Ausgangssignals?
- g.) [2] Sie benötigen ein sägezahnförmiges Ausgangssignal. Verändern Sie die Schaltung entsprechend.

7. Bonusaufgabe[13B]:

Zur Überwachung einer Raumtemperatur sollen Messungen an zwei verschiedenen Messstellen erfasst werden. Leider waren nur zwei unterschiedliche Temperatursensoren verfügbar.

Temperatur	0°C	85°C		
Ausgangsspannung Sensor1	0 V	3.3 V		
Ausgangsspannung Sensor2	2.5 V	0 V		

Zur Verarbeitung der Messsignale wurde folgende Schaltung entworfen:



Die Versorgungsspannung U_S und die Aussteuergrößen sollen mit $\pm 5V$ angenommen werden.

- a.) [2B] Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion der Schaltung bis zum Punkt U_{Tm} :

$$U_{Tm} = f(U_{T1}, U_{T2})$$

- b.) [2B] Bestimmen Sie die Ausgangsspannung U_{Tm} als Funktion der Temperatur.

Annahme: Beide Sensoren messen die gleiche Temperatur.

- c.) [3B] Bestimmen Sie die Temperaturbereiche, in denen die LEDs D_1 , D_2 leuchten.
Annahme: Beide Sensoren messen die gleiche Temperatur.

- d.) [1B] Bestimmen Sie den Temperaturbereich, in dem die Schaltung linear arbeitet.
Annahme: Beide Sensoren messen die gleiche Temperatur.

- e.) [3B] Die Schaltung verwendet relativ viele Operationsverstärker. Reduzieren Sie die Anzahl der verwendeten Bauteile durch geschickte Modifikation der Schaltung.