

Hochschule Mannheim	GSE2 – SS2018	17.07.2018 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, reicht 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 Ausdrucke erlaubt. Bitte Namen 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	7	Gesamt
Punkte	12	11	16	19	12	11	13	94

**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[12]:

- a.) [2] Welche zwei Parameter definieren die Bandbreite einer rückgekoppelten Operationsverstärkerschaltung?
- b.) [2] Skizzieren Sie das Blockschaltbild für einen (Einquadranten-) Analogmultiplizierer? Aus welchen Grundelementen wird dieser typischerweise aufgebaut?
- c.) [2] Wozu dient die Frequenzgangkompensation in einem Operationsverstärker? Nennen Sie zwei typische Implementierungen?

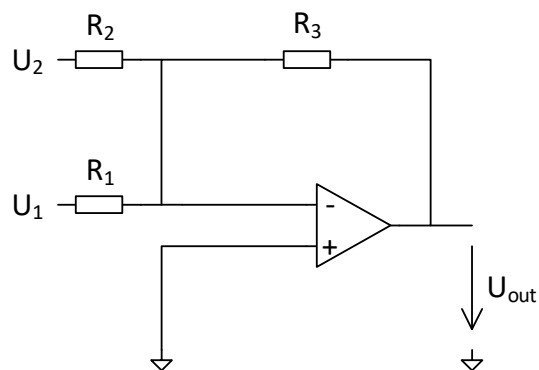
d.) [2] Welche charakteristischen Eigenschaften zeichnen einen Instrumentenverstärker aus?  
Wann wird er verwendet?

e.) [2] Im Handel sind verschiedene Arten von Operationsverstärkern verfügbar. Diese werden durch zwei Buchstaben beschrieben: XY-Operationsverstärker. Was wird durch die Buchstaben beschrieben und welche Optionen sind verfügbar?

f.) [2] Erklären Sie, warum bei einem vereinfachten Dreiecksgenerator nicht immer ein Dreieck am Ausgang entsteht? Von welchen Bauteilen ist dies abhängig (Skizze)?

**2. Aufgabe[11]:**

Gegeben sei folgende Schaltung:



- a.) [1] Um welche Grundschialtung handelt es sich?
- b.) [1] Der Einfluss der Eingangsruhestrome soll untersucht werden. Ergänzen Sie die Schaltung, sodass der Einfluss bestimmt werden kann.
- c.) [4] Bestimmen Sie die Ausgangsspannung  $U_{out}$  als Funktion der gegebenen Größen:  
 $U_{out}=f(U_1, U_2, \text{Ruheströme})$ . Vereinfachen Sie die Funktion nur soweit, dass der Zusammenhang klar erkennbar ist.

d.) [3] Überlegen Sie aufgrund Ihrer bisherigen Erfahrungen mit der Ruhestromkompensation, wie Sie den Einfluss des Eingangsruhestromes reduzieren könnten? Dimensionieren Sie eventuell neu hinzugefügte Bauteile. (Eine exakte Berechnung, bzw. ein Beweis ist nicht erforderlich. Eine einfache Begründung reicht aus).

e.) [2] Sie haben eine entsprechende Ruhestromkompensation durchgeführt. Welche nicht-idealen Einflussgrößen haben weiterhin Einfluss auf das Ausgangssignal. Wie können Sie diesen Einfluss reduzieren?

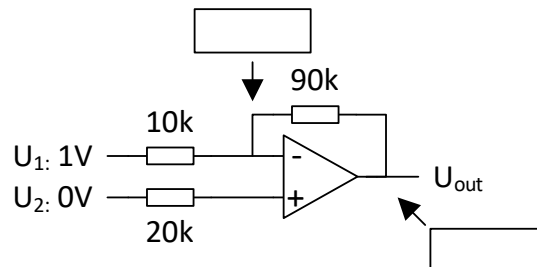
**3. Aufgabe[16]**

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

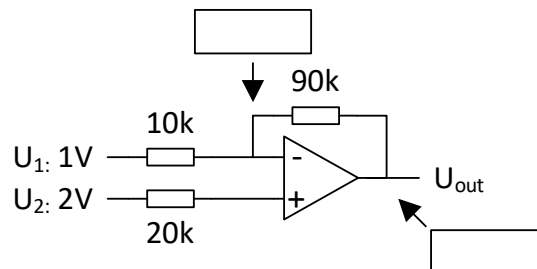
Falls Sie für eine Schaltung keine eindeutige Aussage treffen können, begründen Sie warum, dies nicht möglich ist. Betrachten Sie die Schaltung im eingeschwungenen Zustand.

Hinweis: Es muss klar erkennbar sein, wie Sie zu den Werten gelangt sind.

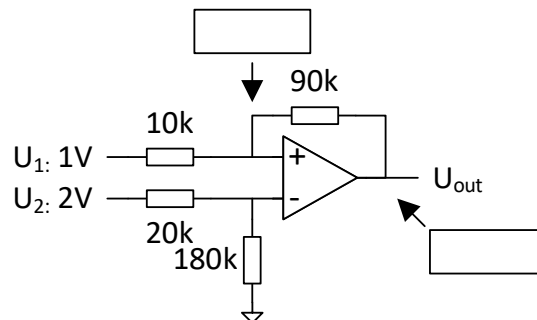
a.) [2] Schreiben Sie jeweils die Potentiale bzw. Ströme in die Kästchen.



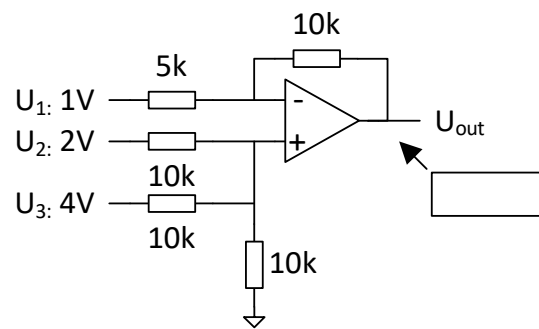
b.) [2] Schreiben Sie jeweils die Potentiale bzw. Ströme in die Kästchen.



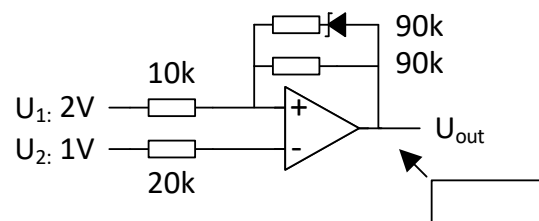
c.) [2] Schreiben Sie jeweils die Potentiale bzw. Ströme in die Kästchen.



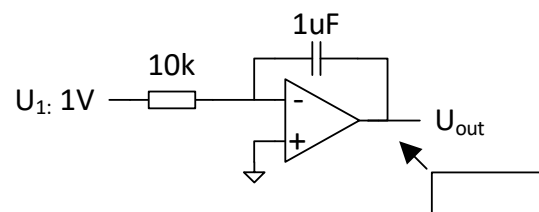
d.) [3] Schreiben Sie jeweils die Potentiale bzw. Ströme in die Kästchen.



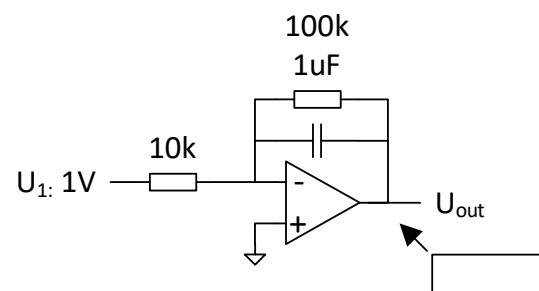
e.) [3] Schreiben Sie jeweils die Potentiale bzw. Ströme in die Kästchen.



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

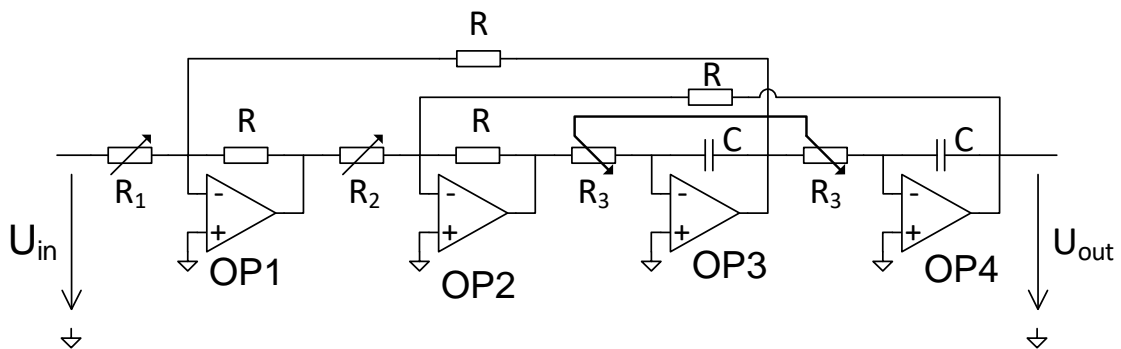


g.) [2] Schreiben Sie jeweils die Potentiale bzw. Ströme in die Kästchen.



## 4. Aufgabe[19]:

Gegeben sei folgende Filterschaltung:



- a.) [7] Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion der Schaltung  $G(s) = \frac{U_{out}(s)}{U_{in}(s)}$ .

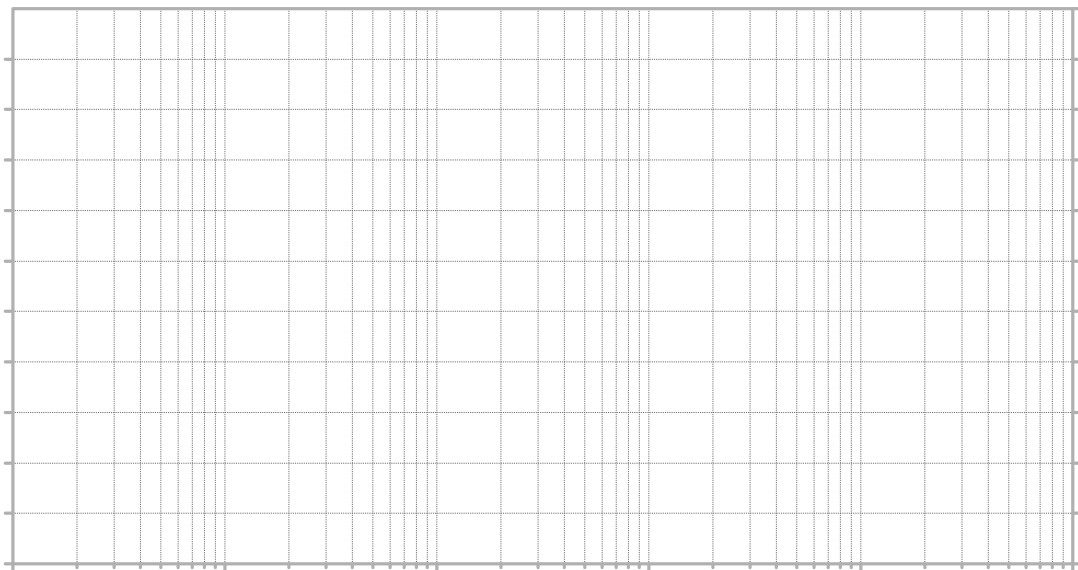
Hinweis: Bestimmen Sie zuerst für jeden Operationsverstärker die entsprechende Teilübertragungsfunktion.

- b.) [4] Bestimmen Sie durch Koeffizientenvergleich die Verstärkung  $A_0$ , die Eckkreisfrequenz  $\omega_0$  und die Dämpfung  $D$  des Systems in Abhängigkeit der Bauteilparameter.



- c.) [4] Bestimmen Sie die benötigten Bauteilwerte zur Realisierung eines Filters mit folgenden Eigenschaften:  $A_0=2$ ,  $\omega_0 = 628 \cdot 10^3 \frac{1}{s}$ ,  $D=0.707$ . Treffen Sie gegebenenfalls geeignete Annahmen.

- d.) [4] 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.

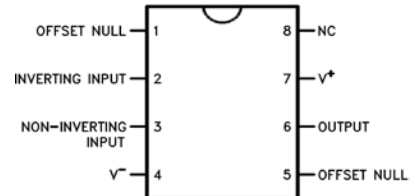


**5. Aufgabe[12]:**

Sie möchten im Labor einen Rechteck-Dreieck-Generator untersuchen. Ihr Bauteilvorrat ist auf die dargestellten Komponenten begrenzt.



Pinbelegung LM741



a.) [2] Skizzieren Sie die Schaltung (Schaltplan).

b.) [5] Verbinden Sie die dargestellten Bauteile so, dass die gewünschte Schaltung entsteht. Verbinden Sie die Geräte so, dass Sie das Rechteck- und das Dreieckssignal messen können. Streichen Sie all nicht benötigten Komponenten durch.

c.) [4] Dimensionieren Sie die Bauteile, sodass Sie eine Dreiecksspannung mit einer Amplitude (Spitze-Spitze) von 3.3 V erhalten.

d.) [1] Sie haben leider einen der beiden Operationsverstärker durch Unachtsamkeit zerstört und haben als Ersatzteil nur noch einen Komparator-IC zur Verfügung. Können Sie damit die Schaltung reparieren? Wie und warum?

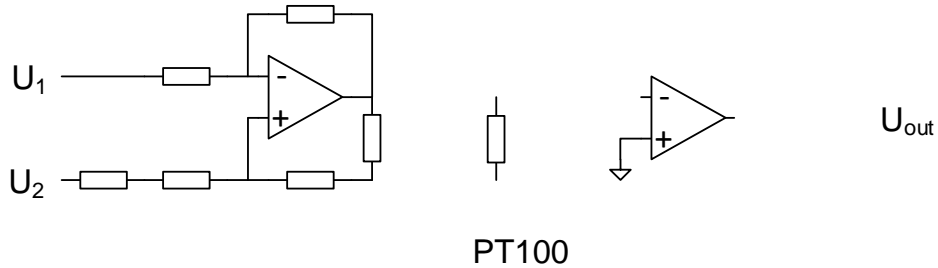
e.) [4B] Sie möchten einen portablen Generator bauen und haben dazu nur eine Spannungsversorgung von 15 V zur Verfügung. Ändern Sie die Schaltung entsprechend ab, dass Sie nur mit einer Versorgungsspannung arbeitet. Zeichnen Sie dazu einen neuen Schaltplan und begründen Sie Ihre Änderungen. (Es ist keine Auslegung der Bauteile erforderlich.).

**6. Aufgabe [11]:**

Aus gegebenem Anlass haben Sie zu einer Grillparty eingeladen. Um ein optimales Grillergebnis zu erzielen, möchten Sie die Temperatur Ihres Grills messen.

Sie möchten einen PT100-Messwiderstand ( $\alpha=0.00381/\text{K}$ ), eine Howland-Konstantstromquelle und einen Verstärker so verwenden, dass eine temperaturabhängige Spannung entsteht.

Die Schaltung soll mit einer 5 V-USB-Spannungsversorgung versorgt (Single supply:  $U_{A,\min}=\text{GND}$ ,  $U_{A,\max}=4.9\text{ V}$ ) werden.



- [1] Begründen Sie warum, Sie einen einfachen Verstärker verwenden können (und keinen Differenzverstärker benötigen).
- [4] Vervollständigen Sie den Aufbau und kennzeichnen Sie das Ausgangssignal.
- [3] Dimensionieren Sie die Howlandquelle für einen Ausgangsstrom  $I_0=1.5\text{ mA}$ . Um die Schaltung möglichst einfach zu halten, verwenden Sie als Eingangsspannungen ( $U_1$ ,  $U_2$ ) nur die Versorgungsspannungen (5 V oder GND).

- d.) [3] Dimensionieren Sie den Verstärker so, dass das Ausgangssignal für eine maximal messbare Temperatur von 350 °C und eine Aussteuergrenze von  $U_{A,max} = 4.9 \text{ V}$  gerade noch im Linearbereich arbeitet.
- e.) [3B] Zur Erzeugung eines entsprechenden Ausgangssignals hätte Sie anstelle des Verstärkers auch ein PT1000-Messwiderstand verwenden können. Diskutieren Sie (kurz), den Unterschied im Verhalten der beiden Optionen. Warum wird die PT1000-Lösung nicht funktionieren?

**7. Aufgabe[13]**

Zur automatischen Überwachung der Temperatur soll die Messschaltung, um eine Temperaturanzeige erweitert werden. Dazu soll eine einfache Komparatorschaltung das Ausgangssignal überwachen.

Für ein optimales Grillergebnis benötigen Sie eine Temperatur zwischen 230°C und 280°C.

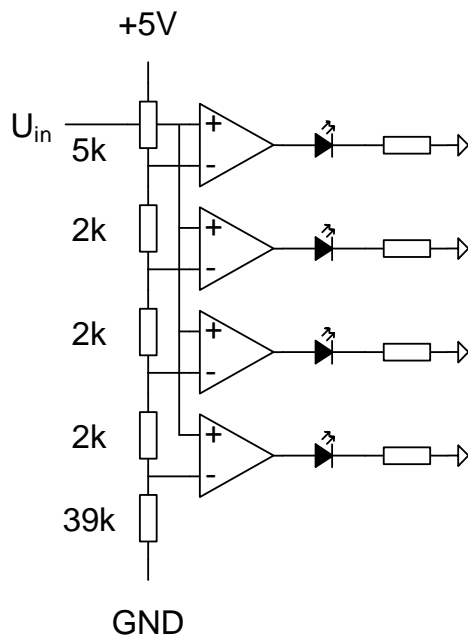
Anstelle der Temperaturmessschaltung aus Aufgabe 6, verwenden Sie einen fertigen Temperatursensor mit folgender Charakteristik:

T in °C	25	230	280	350
U <sub>out</sub> in mV	1529	2697	2982	3381

- a.) [6] Zeichnen Sie den Schaltplan und dimensionieren Sie die Schaltung für eine Einschaltswelle von 280°C und eine Ausschaltswelle von 230°C bezogen auf das Ausgangssignal des Temperatursensors.  
Zur Erinnerung: Sie verwenden eine USB-Spannungsversorgung ( $U_{A,min}=0V$ ,  $U_{A,max}=4.9V$ )

- b.) [3] Sie testen die Schaltung auf Ihrem brandneuen Grill. Leider ist Ihr Grillgut verbrannt und ungenießbar. Begründen Sie (z.B. anhand einer Übertragungskennlinie), warum eine einfache Komparatorschaltung für diese Anwendung ungeeignet ist. Welche Schaltung wäre hier besser geeignet?

- c.) [4] Sie haben etwas recherchiert und folgende Schaltung als Alternative gefunden. Beschreiben Sie stichpunktartig die Funktion der Schaltung. Zeigen Sie wann (bei welcher Spannung) welche LED aktiv ist. Warum ist diese Schaltung für Ihre Anwendung besser geeignet?



- d.) [4B] Sie haben noch eine zweite Variante der Schaltung gefunden. Worin liegt in Bezug auf das Verhalten der LEDs der Unterschied zur ersten Schaltung?

