

Willkommen zur Prüfung:

Analog- und Digitalelektronik

Name:	Vorname:	Matrikelnummer:
-------	----------	-----------------

Allgemeine Hinweise:

Diese Klausur umfasst 6 Seiten.

Sie haben 90 Minuten Zeit, um die folgenden Aufgaben zu bearbeiten. Hilfsmittel:

- Einfacher Taschenrechner ohne symbolische Mathematik und Datenübertragung.
- Stift, Tinte, vorzugsweise blau (rot ist verboten); Bleistift nur für Zeichnungen

Bitte beachten Sie:

- Leeres Papier sowie Schmierpapier wird ausgeteilt.
- **Beginnen Sie j e d e Aufgabe auf einem n e u e n Blatt!**
- Versehen Sie j e d e s Blatt mit **Namen** und **Matrikelnummer**.
- Sämtliche während der Klausur erstellten Unterlagen sowie die Aufgabenblätter sind komplett abzugeben.
- Doppellösungen werden nicht bewertet, streichen Sie falsche Lösungen durch.
- **Der Rechenweg muss bei jeder Lösung erkennbar sein.**
- Lösungen ohne erkennbaren Lösungsweg oder kurze Begründung werden nicht gewertet.
- Jeder **Betrugsversuch** sowie das Anfertigen von Abschriften der Aufgabenblätter führt zum **sofortigen Ausschluss** von der Klausur sowie zur Bewertung „**Nicht ausreichend**“.

Ich habe die obigen Bedingungen verstanden, stimme diesen zu und bestätige, dass ich diese Klausur selbständig und ohne weitere Hilfsmittel gelöst habe.

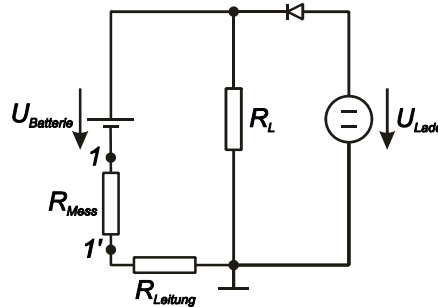
(Unterschrift der/des Studierenden)

Aufgabe 1	Aufgabe 2	Aufgabe 3	Aufgabe 4	Σ	Note
/10	/10	/9	/11	/40	

Nun keine Panik und viel Erfolg !

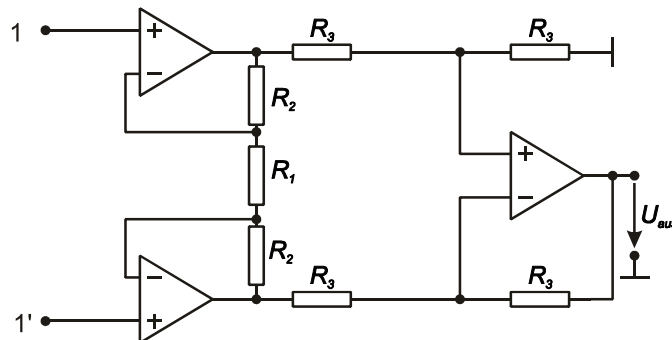
1. Aufgabe Ladezustandmessung an einer Autobatterie

In einem Wohnmobil soll der Ladezustand des Bordakkus überwacht werden. Die Messdaten sollen mithilfe eines Mikrocontrollers ausgewertet und angezeigt werden. Um das Messsignal mit dem Mikrocontroller auszuwerten, muss es vorverarbeitet werden.



Die Schaltung zeigt das Prinzip für die Messung. Der verwendete Messwiderstand hat einen Wert von $1\text{ m}\Omega$. Der Akku, der über R_L entladen wird; wird zusätzlich über ein Ladegerät versorgt. Um die Ladung des Akkus ermitteln zu können, soll ein bipolarer Strom von $\pm 100\text{ A}$ gemessen werden können. Der Mikrocontroller verfügt über einen eingebauten A/D-Umsetzer mit einem Eingangsspannungsbereich von $-5\text{ V} - +5\text{ V}$ und einer Abtastrate von 100 Hz .

- 1.1 Der dargestellte Instrumentenverstärker soll den Spannungsabfall an R_{Mess} (Klemmen 1, 1') auf den Eingangsspannungsbereich des ADU abbilden ($-100\text{ A} \rightarrow -5\text{ V}$; $+100\text{ A} \rightarrow 5\text{ V}$). Dimensionieren Sie diesen Verstärker indem Sie zuerst die Übertragungsfunktion ermitteln. Welche Vorteile hat diese Schaltung gegenüber einem einfachen Subtrahierer? (8 Punkte)



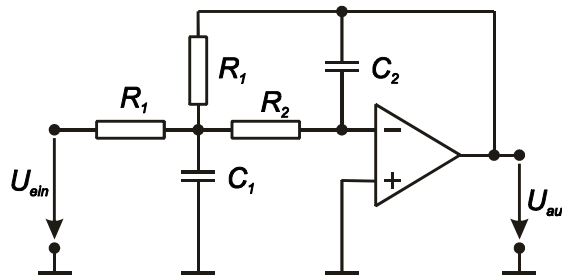
Instrumentenverstärker

Die Operationsverstärker werden mit $\pm 15\text{ V}$ versorgt. Im Datenblatt der Operationsverstärker findet man in diesem Betriebszustand als Wert für die maximale Eingangsspannung: $U_{\text{in_max}} = 13,5\text{ V}$.

- 1.2. Wie groß darf der Leitungswiderstand R_{Leitung} maximal werden, damit der Instrumentenverstärker noch sicher arbeitet? (2 Punkte)

2. Aufgabe Antialiasfilter

Um Störungen durch schaltende Verbraucher zu unterdrücken und das Aliasing beim A/D-Umsetzen zu verhindern, soll dem Instrumentenverstärker aus Aufgabe 1 ein Tiefpassfilter 2. Ordnung mit einer Grenzfrequenz von 50 Hz nachgeschaltet werden. Dazu wird folgende Schaltung verwendet:



$$C_1 = 100 \text{ nF}; C_2 = 15 \text{ nF}$$

$$\text{mit: } H(s) = -\frac{1}{R_1 R_2 C_1 C_2 s^2 + C_2 (R_1 + 2R_2) s + 1}$$

- 2.1 Dimensionieren Sie die Schaltung als Butterworth-Tiefpass 2. Ordnung. Verwenden Sie für den Entwurf folgende normierte Übertragungsfunktion des Butterworth-Tiefpasses 2. Ordnung:

$$H(S) = \frac{1}{S^2 + \sqrt{2} S + 1}$$

(5 Punkte)

- 2.2 Das hier entworfene Filter invertiert das Messsignal. Durch welche einfache schaltungstechnische Maßnahme ist dieses Fehlverhalten des Gesamtsystems aus Instrumentenverstärker, Tiefpass und A/D-Umsetzer wieder korrigierbar?

(1 Punkt)

- 2.3 Warum wird hier ein Butterworth-Filter verwendet? Woraufhin wurde dieses Filter optimiert? Nennen Sie auch die Eigenschaften des Bessel, Tschebyscheff und Cauer-Filters.

(4 Punkte)

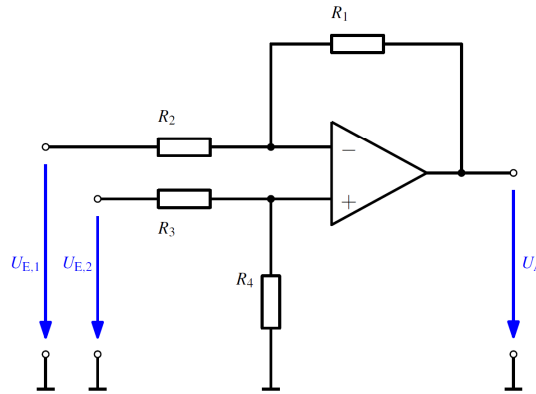
Aufgabe 4 Verständnisfragen

4.1 **Eigenschaften eines idealen Operationsverstärkers** (2 Punkte)

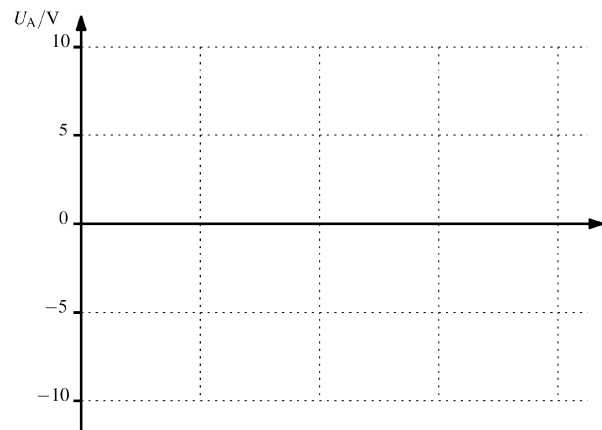
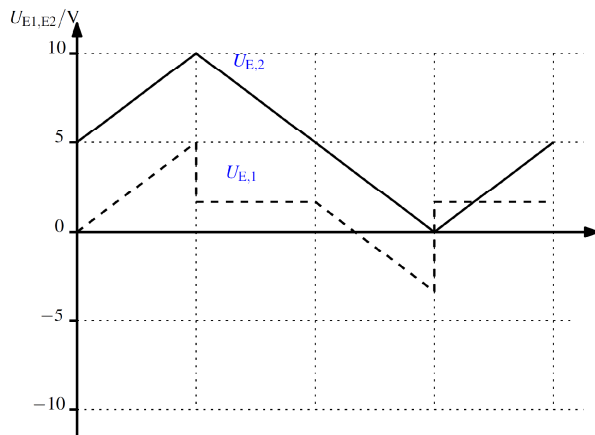
Nennen Sie mindestens vier wesentliche Unterschiede zwischen einem realen und einem idealen Operationsverstärker!

4.2 **Spannungsverlauf** (2 Punkte)

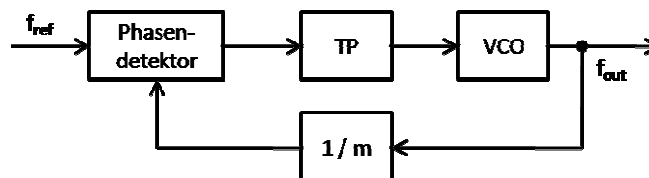
Um welchen Grundtyp handelt es sich bei der gegebenen Schaltung? Skizzieren Sie den Verlauf der Ausgangsspannung!



Es gilt $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 37,91 \Omega$



4.3 **PLL** (2 Punkte)



Wie wird die gegebene **PLL-Anwendung** bezeichnet und welche Funktion hat sie? Geben Sie dazu den Zusammenhang zwischen der Frequenz des Referenzsignals und der des Ausgangs an!