



Elektrische Messtechnik, Labor

Messverstärker

Studienassistentin/Studienassistent	Gruppe	Datum	Note

Nachname, Vorname	Matrikelnummer	Email

Beachten Sie bitte: In gezeichneten Diagrammen sind die Kurvenverläufe und Achsen zu beschriften. Bei Formeln und Schaltungsskizzen müssen alle vorkommenden Größen benannt und beschrieben werden.

1 Messung und Abgleich der Offsetspannung am Operationsverstärker A_3

1.1 Aufgabenstellung

Verwenden Sie hierzu einen nichtinvertierenden Verstärker mit einer Verstärkung V von 40 dB. Mit Hilfe des Tasters am Übungsgerät kann das Abgleichpotentiometer vom OP getrennt und somit die wahre Offsetspannung U_{off} des OP bestimmt werden. Achten Sie darauf, dass im weiteren Verlauf der Übung der Abgleich nicht mehr verstellt wird. Vergleichen Sie den gemessenen Wert mit dem Wert aus dem Datenblatt. Was passiert, wenn zwischen dem nichtinvertierenden Eingang des OP und Masse ein Widerstand R_3 mit 100 k Ω geschaltet wird?

1.2 Schaltung

Abbildung 1: Ermittlung und Abgleich der Offsetspannung

Abbildung 2: Schaltung zur Bestimmung des Eingangsruhestroms

1.3 Messwerte und Tabellen

Eingestellt		Gemessen	Berechnet	
R_1	R_2	U_a	V	U_{off}
k Ω	k Ω	mV	1	μ V

Tabelle 1: Ermittlung und Abgleich der Offsetspannung

Eingestellt				Gemessen	Berechnet
R_1	R_2	R_3	C	U_a	I_{B+}
k Ω	k Ω	k Ω	μ F	mV	nA

Tabelle 2: Ermittlung des Eingangsruhestromes

1.4 Formeln und Berechnungsbeispiele

Berechnung der Werte für R_1 , R_2 .

Berechnung der Offsetspannung U_{off}

Berechnung des Eingangsruhestromes

1.5 Geräteverzeichnis

Gerät	Type	Eigenschaft/Beschreibung

1.6 Anmerkungen und Diskussion

2 Ermittlung der Eingangsruheströme

2.1 Aufgabenstellung

Es sollten die beiden Eingangsruheströme I_{B+} und I_{B-} messtechnisch erfasst werden. Die Messung basiert auf der Integration des Biasstroms im Kondensator $C = 1 \mu\text{F}$ und der Messung der Ausgangsspannung des OP nach Ablauf einer frei wählbaren Messzeit T . Entfernen Sie zum Start der Messung den Kurzschlussbügel über dem Kondensator. Vergleichen Sie die gemessenen Werte mit den Werten für Bias- und Offsetstrom aus dem Datenblatt. Ermitteln Sie außerdem die Stromrichtung des Biasstroms anhand der Messergebnisse.

2.2 Schaltung

Abbildung 3: Schaltungen zur Messung der Eingangsruheströme I_{B+} (links) und I_{B-} (rechts)

2.3 Messwerte und Tabellen

Eingestellt		Gemessen	Berechnet
C	Δt	ΔU	I_{B+}
μF	s	V	nA

Tabelle 3: Ermittlung des Eingangsruhestromes I_{B+}

Eingestellt		Gemessen	Berechnet
C	Δt	ΔU	I_{B-}
μF	s	V	nA

Tabelle 4: Ermittlung des Eingangruhestromes I_{B-}

2.4 Formeln und Berechnungen

Berechnung von I_{B+}

Wenden Sie dazu die Knoten und Maschenregel an

Berechnung von I_{B-}

Wenden Sie dazu die Knoten und Maschenregel an

2.5 Geräteverzeichnis

Gerät	Type	Eigenschaft/Beschreibung

2.6 Anmerkungen und Diskussion

3 Ermittlung der Slew-Rate

3.1 Aufgabenstellung

Messung der Slew-Rate mit Operationsverstärker A_3 als nichtinvertierender Verstärker mit der Verstärkung 2. Wählen Sie hierzu sinnvolle Werte für die Eingangssignalform und deren Frequenz bei einer Amplitude von $U_e \geq 4 V_{SS}$. Messen Sie sowohl die positive als auch die negative Slew-Rate. Skizzieren Sie die Oszilloskop-Darstellung der Slew-Rate. Vergleichen Sie die gemessenen Werte mit dem Wert aus dem Datenblatt.

3.2 Schaltung

Abbildung 4: Schaltung zur Slew-Rate Messung

3.3 Messwerte und Tabellen

Messung	Eingestellt		Gemessen				Berechnet			Datenblatt
	f	U_{eSS}	ΔU	Auflösung	Δt	Auflösung	ΔU	Δt	SR	SR
	kHZ	V	Div	V/Div	Div	$\mu s/Div$	V	μs	V/ μs	V/ μs
positive SR										
negative SR										

Tabelle 5: Ermittlung der steigenden und fallenden Slew-Rate

3.4 Formeln und Berechnungsbeispiele

Bestimmung der Widerstandswerte

Berechnung der Slew-Rate

3.5 Diagramme

Skizzieren Sie das Oszilloskopbild des Slew Rate begrenzten Signals für mindestens einer Periodendauer. Beschriften Sie die Achsen und geben Sie den Maßstab an.

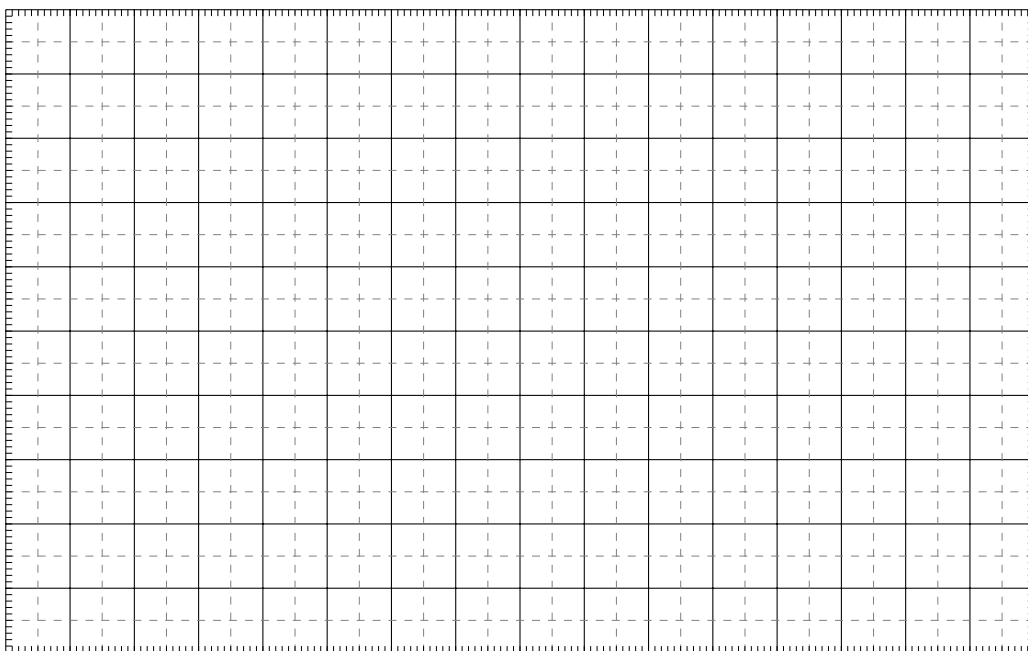


Abbildung 5: Slew Rate begrenztes Signal

3.6 Geräteverzeichnis

Tabelle 6: Verwendete Geräte und deren Eigenschaften.

Gerät	Type	Eigenschaft/Beschreibung

3.7 Anmerkungen und Diskussion

4 Aufnahme des Frequenzganges eines invertierenden Verstärkers

4.1 Aufgabenstellung

Aufbau eines invertierenden Spannungsverstärkers A_3 mit der Spannungsverstärkung 40 dB und Aufnahme des Frequenzganges (Bodediagramm). Berechnen Sie hierzu die voraussichtliche Grenzfrequenz f_g des Verstärkers. Messen Sie dann Betrag und Phase der Verstärkung bei $(0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 1, 2, 3, 5, 10) \cdot f_g$, außerhalb dieses Bereichs reichen 1 bis 2 Messpunkte pro Dekade. Die Frequenzen sind jeweils mit dem Oszilloskop zu bestimmen (die Angaben am Funktionsgenerator sind nur Richtwerte!). Versuchen Sie außerdem, die Transitfrequenz messtechnisch zu bestimmen. Vergleichen Sie den gemessenen Wert mit dem Wert aus dem Datenblatt.

4.2 Schaltung

Abbildung 6: Invertierender Spannungsverstärker

4.3 Messwerte und Tabellen

eingestellt	
R_1	R_2
$k\Omega$	$k\Omega$

Tabelle 7: Eingestellte Werte

Nr.	Eingestellt	Gemessen									Berechnet			
	U_{eSS}	T			U_{aSS}			Δt			f	A	A	φ
	mV	$\mu s/Div$	Div	μs	V/Div	Div	V	$\mu s/Div$	Div	μs	kHz	1	db	$^\circ$

Tabelle 8: Aufnahme des Frequenzganges

4.4 Formeln und Berechnungsbeispiele

Berechnung der Widerstandswerte, Berechnung von f, A und φ und Berechnung der Grenzfrequenz

4.5 Diagramme

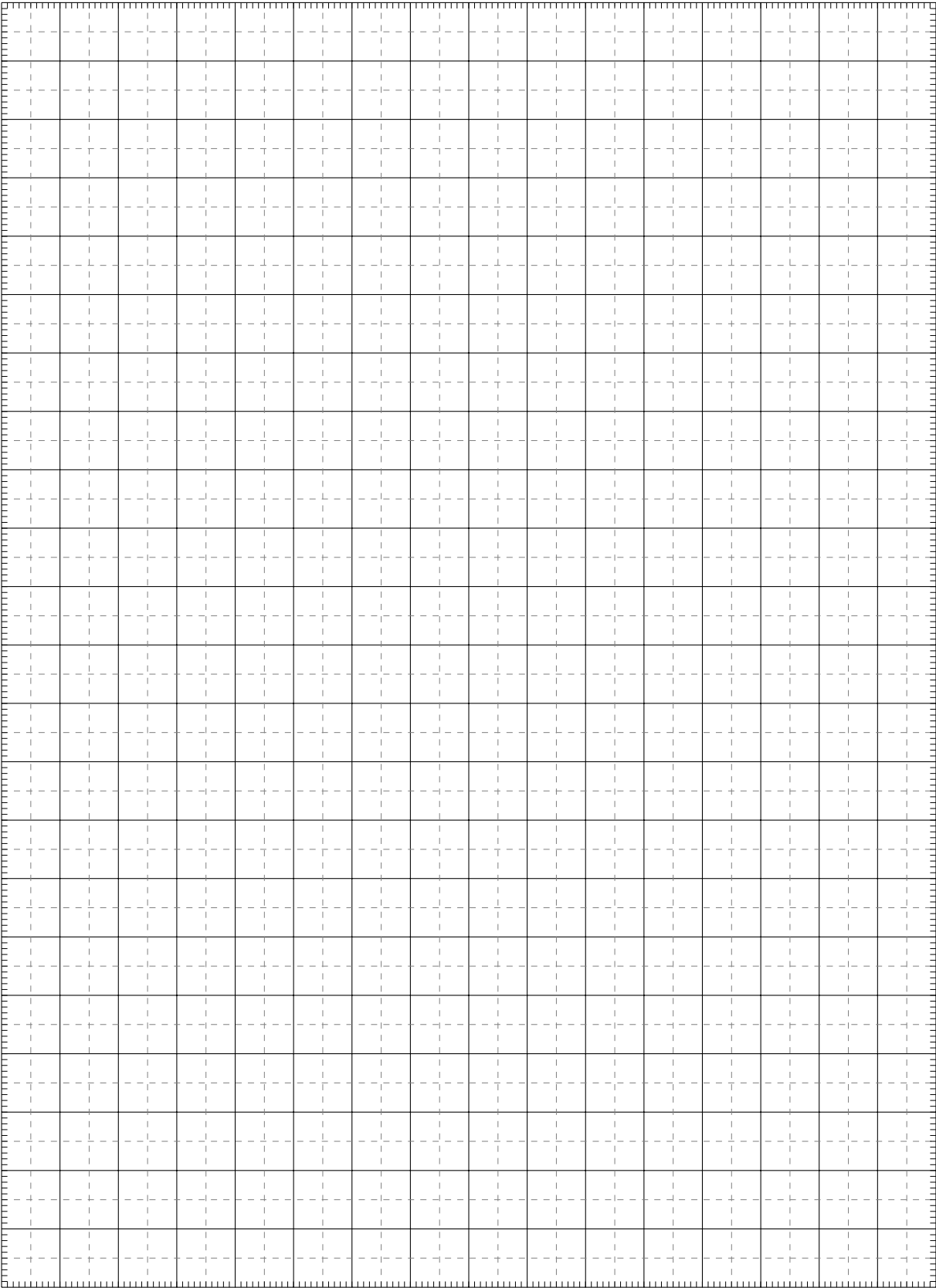


Abbildung 7: Bodediagramm

4.6 Anmerkungen und Diskussion

5 Aufbau eines Integrators

5.1 Aufgabenstellung

Aufbau eines Integrators und Demonstration der Funktionsweise durch Anlegen von Rechteck-, Sinus- und Dreiecksspannungen. Verwenden Sie als Bauteilwerte $R = 1 \text{ k}\Omega$ und $C = 1 \text{ }\mu\text{F}$. Die Frequenz der Eingangsspannung soll ca. 100 Hz, die Amplitude $U_{eSS} \approx 4 \text{ V}$ betragen. Skizzieren und beschreiben Sie die jeweiligen Ausgangskurvenformen im Protokoll. Ermitteln Sie außerdem bei sinusförmiger Eingangsgröße die Frequenz, bei welcher der Betrag der Verstärkung eins ist. Welcher Zusammenhang besteht zwischen dieser Frequenz und den Bauteilwerten für R und C?

5.2 Schaltung

Abbildung 8: Integrator

5.3 Messwerte und Tabellen

Folgende Werte wurden für die Messung eingestellt und konstant gehalten:

eingestellt				
f	U_{eSS}	R_1	R_2	C
Hz	V	$k\Omega$	$k\Omega$	μF

Tabelle 9: Eingestellte Werte zur Aufnahme der Oszilloskopbilder

Weiters wurde die Transitfrequenz (Verstärkung 1) bestimmt.

gemessen		berechnet
T	Auflösung	f_t
Div	$\frac{ms}{Div}$	Hz

Tabelle 10: Ermittelte Transitfrequenz

5.4 Formeln und Berechnungsbeispiele

Berechnung der Grenzfrequenz (mit und ohne R_2). Es sollen mehrere Werte für R_2 probiert werden.

Berechnung der Transitfrequenz

5.5 Diagramme

Skizzieren sie das Verhalten des Integrators (Ein- und Ausgang) bei folgenden Eingangsgrößen: Sinus, Rechteck und Dreieck.

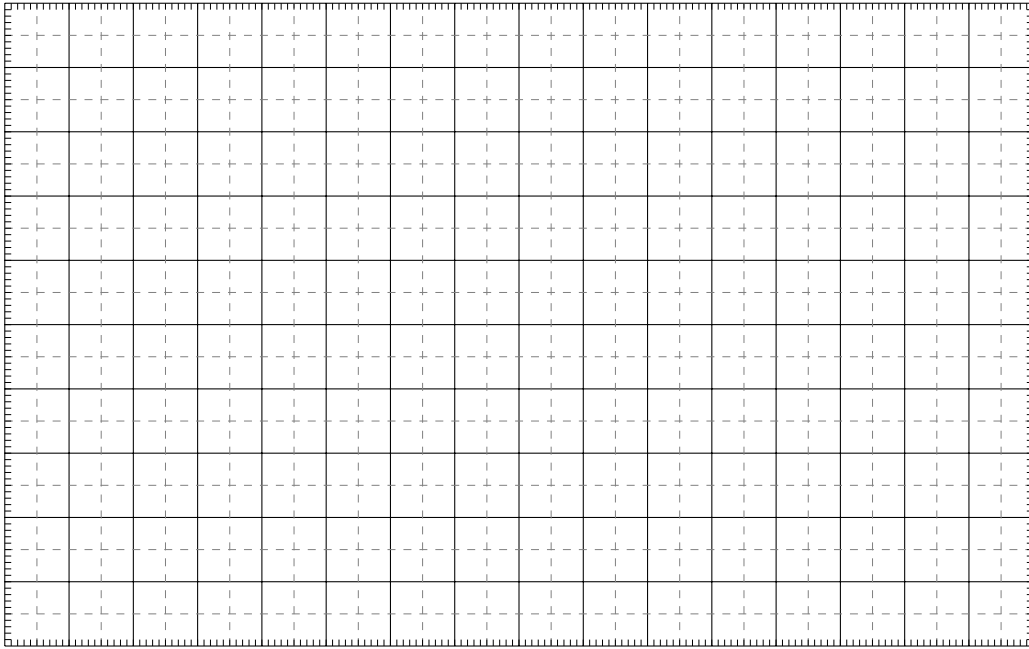


Abbildung 9: Sinus Signal

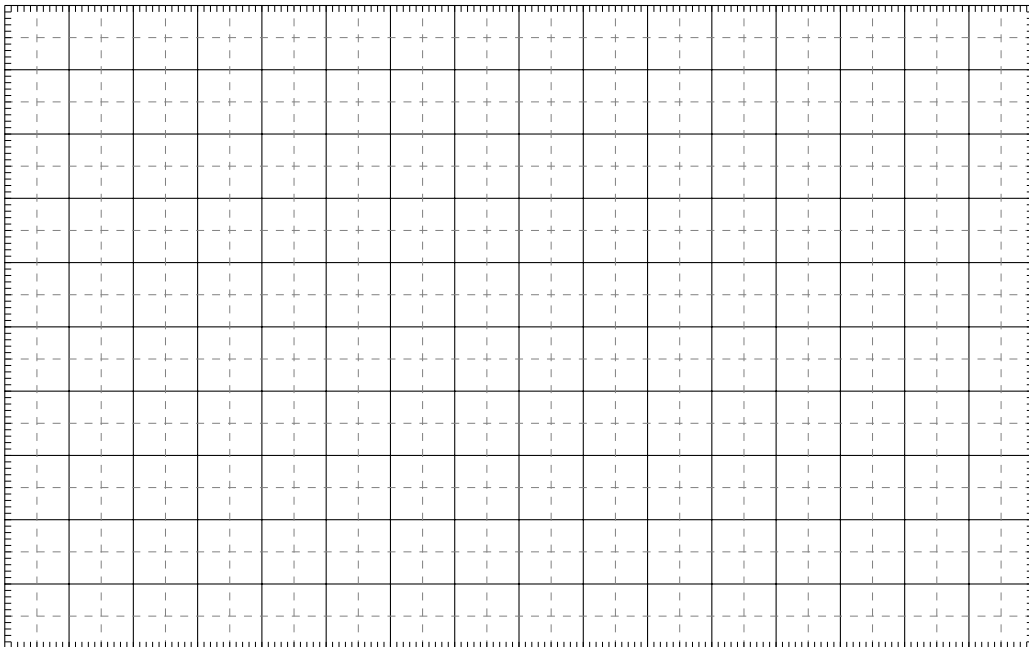


Abbildung 10: Rechteck Signal

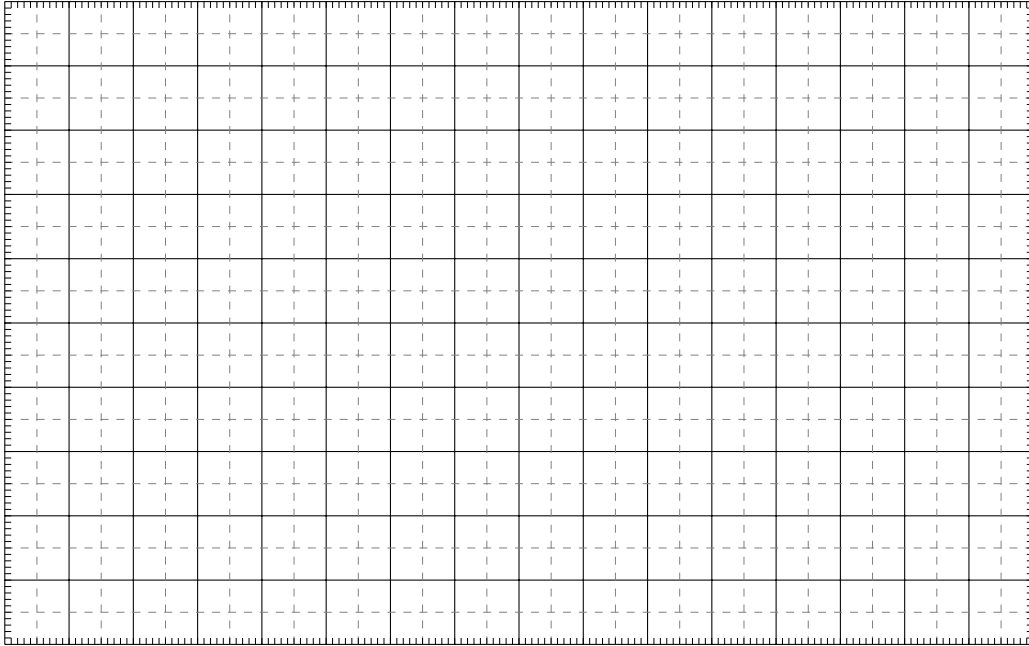


Abbildung 11: Dreieck Signal

5.6 Geräteverzeichnis

Tabelle 11: Verwendete Geräte und deren Eigenschaften.

Gerät	Type	Eigenschaft/Beschreibung

5.7 Anmerkungen und Diskussion

6 Temperaturmessung mit Pt100

6.1 Aufgabenstellung

Es sollte mithilfe eines Pt100-Widerstandes die Temperatur im Labor gemessen werden. Für den Abgleich soll ein Pt-100 Simulator verwendet werden. Die Kennlinie ist so abzustimmen, dass 0°C einer Ausgangsspannung von 0 V entspricht und eine Temperatur von 100°C einer Ausgangsspannung von 10 V.

6.2 Schaltung

Abbildung 12: Temperaturmessung

6.3 Messwerte und Tabellen

eingestellt		
R_1	R_2	U_H
Ω	Ω	V

Tabelle 12: Eingestellte Werte

gemessen	berechnet
U_a	T
V	K

Tabelle 13: Aufgenommene Temperatur

6.4 Formeln und Berechnungsbeispiele

Berechnen Sie U_H , R_2 und R_1

Berechnung der Temperatur

6.5 Geräteverzeichnis

Gerät	Type	Eigenschaft/Beschreibung

6.6 Anmerkungen und Diskussion

Literaturverzeichnis

G. Brasseur, *Skriptum zu Elektrische Messtechnik, Labor*, Sommersemester 2014
Institut für Elektrische Messtechnik und Meßsignalverarbeitung, Technische Universität Graz

G. Brasseur, *Skriptum zu Elektrische Messtechnik, Vorlesung* Institut für
Elektrische Messtechnik und Meßsignalverarbeitung, Technische Universität Graz,
Wintersemester 2013.