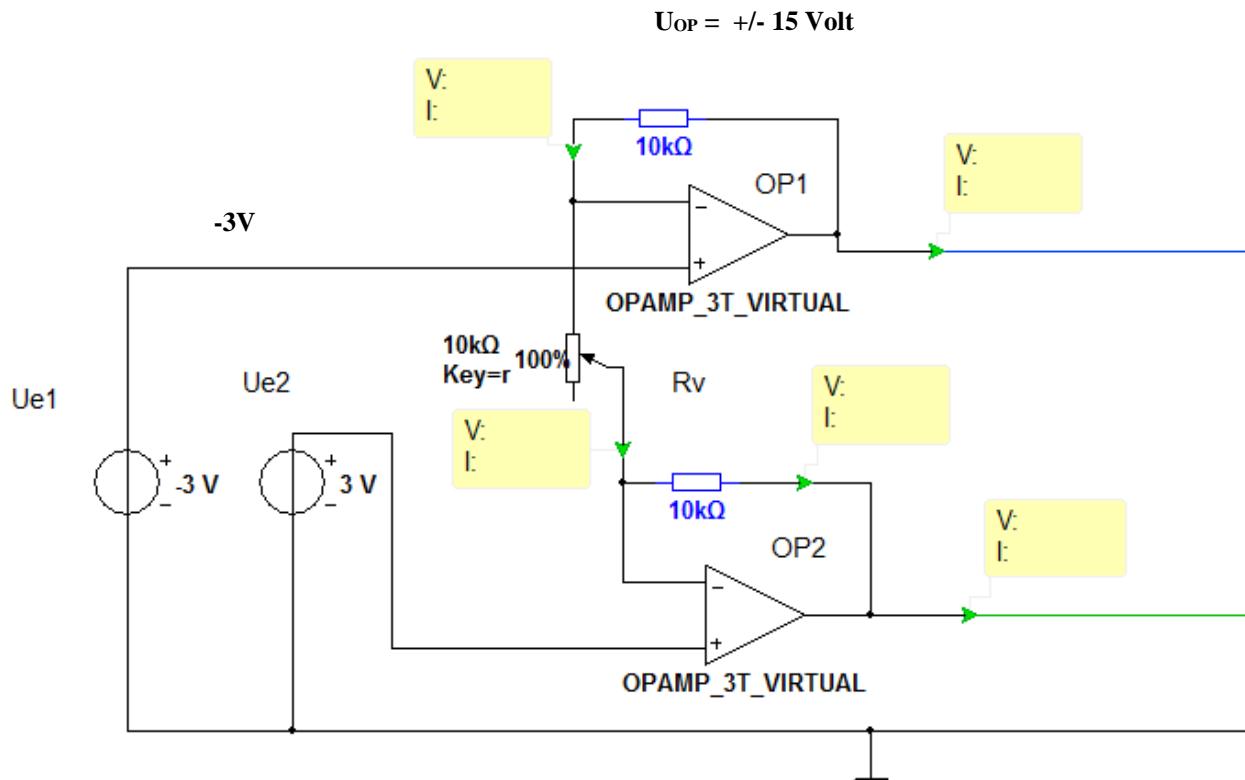


Folgende Schaltung sollen Sie in ihrer Funktion verstehen:



Für den Einstieg in die Lösung gehen Sie wie gewohnt von folgendem Denkmodell aus:

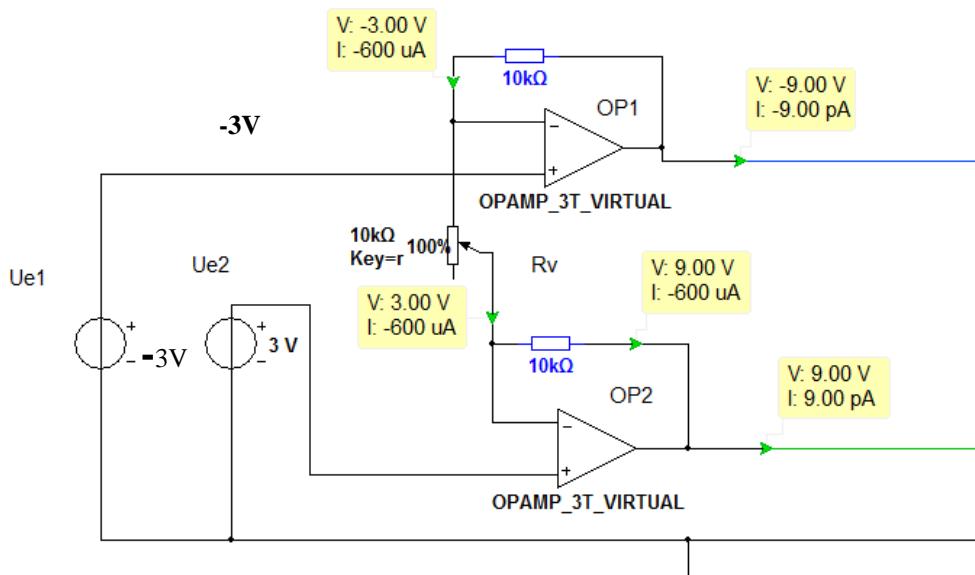
Nehmen Sie zum Einschaltpunkt die Spannung an den Ausgängen der OPs 0Volt an. Somit können sie in Erfahrung bringen, in welche Richtung sich die Spannung am Ausgang verändert. Dies geschieht solange bis diese Spannungsänderung die Eingangsspannungsdifferenz an den OPs auf 0 Volt reduziert. Das heißt, die Spannungen am + und - Eingang müssen gleich sein.

OP1: Die Spannung U_a muss sich so ändern, dass am -Eingang auch -3V ansteht.

OP2: Die Spannung U_a muss sich so ändern, dass am -Eingang auch +3V ansteht.

In unserem Fall (siehe Bild) liegt nun an R_V : oben -3Volt und unten an +3Volt. R_V 10 kOhm. Somit ergibt sich eine Reihenschaltung von 3x 10 kOhm Widerstände. An jedem muss nun 6V abfallen. Das geht nur wenn sich U_a OP1 auf -9V und U_a OP2 auf +9V einstellen. -> Da OPs verändern U_a so, dass die Diff-spg. am Eingang 0V wird

Lösung:



G. Neumaier <i>STD i.R.</i> <i>Dipl.-Gewerbelehrer</i>	Operationsverstärker	Klasse: Datum:
	Anwendung OP: Messverstärker	Name:

Hilfestellung: Spannung an R_V = 6 Volt, (Differenz U_{E1} und U_{E2}=6V) ergibt I = 600 µA. Dieser Strom muss auch durch die beiden 10kOhm Widerstände fließen, das ergibt dort auch einen Spannungsabfall von 6 Volt. Das geht nur wenn sich die OPs auf die Ausgangsspannung von OP1 -9V und OP2 +9V einstellen.

Alles klar??

Na dann können sie folgende Tabelle ausfüllen:

Es gilt wie immer: Verständnis für die Funktion des OPS und das ohmsche Gesetz lassen eine Lösung zu.

Ue1 V	Ue2 V	Rv Ohm	URv V	IRv mA	Ua OP1 V	Ua OP2 V
-3	+3	10k	6	0,6	-9	+9
-3	+3	20k				
-1	+1	10k				
-1	+1	10k				
-1	+1	5k				
+2	+3	10k				
+1	+1	10k				
+1	+1	5k				
-2	+1	10k				
+1	+2	10k				
+1	+2	5k				
+1	+2	1k				

Platz für Lösungsnotizen:

Diese Schaltung wird um einen Differenzverstärker erweitert. Dann spricht man von einem **Messverstärker** oder **Instrumentenverstärker**:

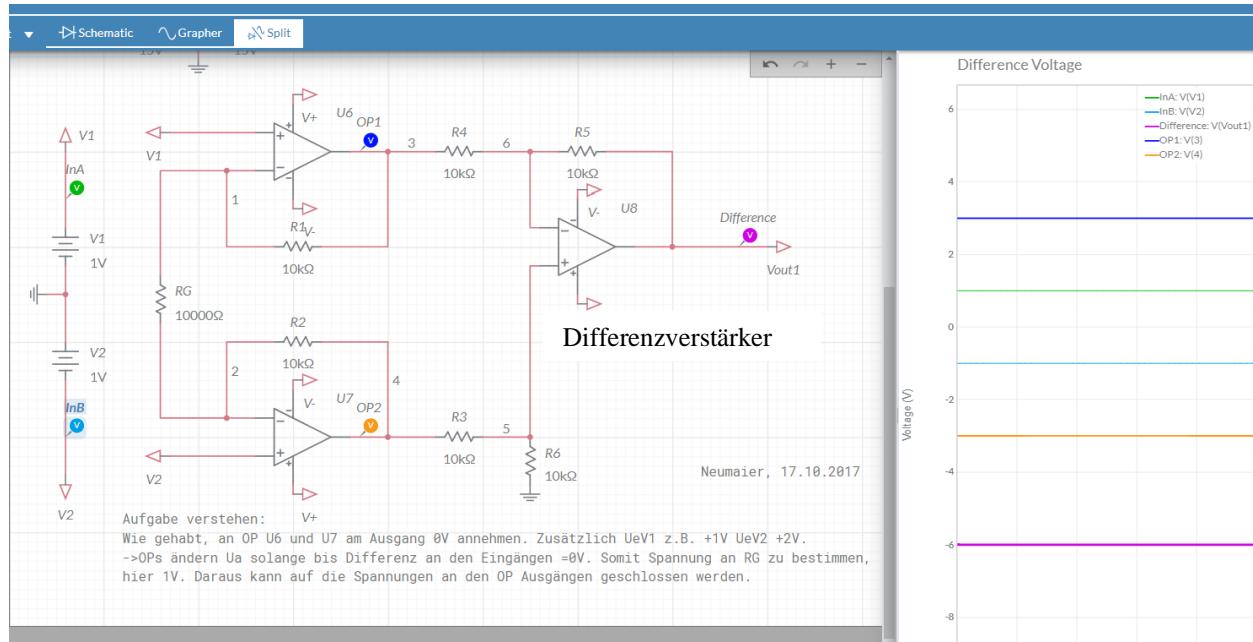
Der entscheidende Vorteil des Messverstärkers zum Differenzverstärker: Die Eingänge gehen direkt auf einen OP ohne eine Widerstandsschaltung wie beim Differenzverstärker. Damit sind die **Eingänge des Messverstärkers sehr hochohmig**.

Messverstärker

Simulation mit MultisimLife:

Quelle meine Seite Gewerblich-Technische Schule Offenburg bei MultisimLife

https://www.multisim.com/content/awKzCSq4bgrJmD8U8Ry6vS/instrumentation-amplifier_1/



Hilfestellung: Spannung an RG = 2Volt, (Differenz $U_{e1}=+1V$ und $U_{e2}=-1V$ Diff.: 2V) ergibt $I= 200 \mu A$. Dieser Strom muss auch durch die beiden 10kOhm Widerstände fließen, das ergibt dort auch einen Spannungsabfall von 2Volt. Das geht nur wenn sich die OPs auf die Ausgangsspannung von OP1 +3V und OP2 -3V einstellen.

Alles klar??

Na dann können sie folgende Tabelle ausfüllen:

Es gilt wie immer: Verständnis für die Funktion des OPS und das ohmsche Gesetz lassen eine Lösung zu.

Uv1 V	Uv2 V	RG Ω	URG V	IRG mA	Ua OP1 V	Ua OP2 V	Vout1 Difference V
+1	-1	10k	2	0,2	+3	-3	-6
+1	-1	20k					
-1	+1	10k					
-1	+1	5k					
+2	+3	10k					
+1	+1	10k					
+1	+1	5k					
-2	+1	10k					
+1	+2	10k					
+1	+2	5k					
+1	+2	1k					

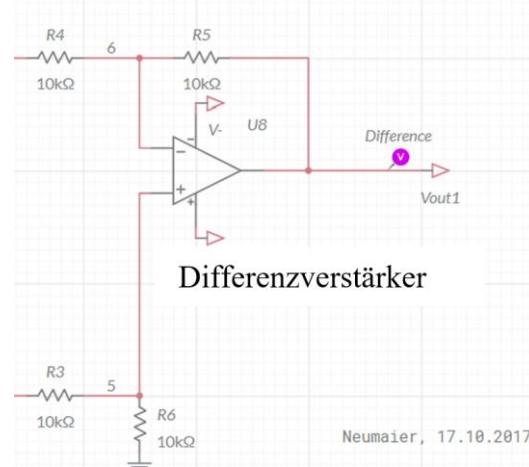
Platz für Lösungsnotizen:

G. Neumaier <i>STD i.R.</i> <i>Dipl.-Gewerbelehrer</i>	Operationsverstärker	Klasse: Datum:
	Anwendung OP: Messverstärker	Name:

Aufgaben:

Werten sie die Ergebnisse der erstellten Tabelle aus:

- Können sie eine Aussage treffen wie die Differenzspannung am Eingang des Messverstärkers verstärkt wird?
 - Ist diese Spannungsverstärkung linear, sprich: Ist der Verstärkungsfaktor bei verschiedenen Spannungsdifferenzen gleich?
 - Hat das Spannungsniveau der Eingangsspannungen eine Auswirkung auf den Verstärkungsfaktor? Sprich, ist die Verstärkung gleich bei $U_{v1}=+1V$ $U_{v2}=+2V$ und bei $U_{v1}=+2V$ $U_{v2}=+3V$
 - Erstellen sie eine allgemeingültige Formel für die Verstärkung der Differenzspannung am Eingang. Die sechs $10\text{ k}\Omega$ Widerstände fassen sie zusammen mit der Bezeichnung R6.
 - Erstellen sie eine allgemeingültige Formel für Vout des Messverstärkers.
 - Nennen sie Vorteile und Nachteile des Messverstärkers im Vergleich zum Differenzverstärker.



Platz für Lösungsnotizen:

G. Neumaier STD i.R. Dipl.-Gewerbelehrer	Operationsverstärker	Klasse: Datum:
	Anwendung OP: Messverstärker	Name:

Lösung: Messverstärker

Uv1 V	Uv2 V	RG Ω	URG V	IRG mA	Ua OP1 V	Ua OP2 V	Vout1 Difference V
+1	-1	10k	2	0,2	+3	-3	-6
+1	-1	20k	2	0,1	+2	-2	-4
-1	+1	10k	2	0,2	-3	+3	+6
-1	+1	5k	2	0,4	-5	+5	+10
+2	+3	10k	1	0,1	+3	+4	+4
+1	+1	10k	0	0	+1	+1	0
+1	+1	5k	0	0	+1	+1	0
-2	+1	10k	3	0,3	-5	+4	+9
+1	+2	10k	1	0,1	0	+3	+3
+1	+2	5k	1	0,1	-1	+4	+5
+1	+2	1k	1	1	-9	+12	+21 max.15

Beim Messverstärker sind die Eingänge direkt auf einen OP geführt und damit sehr hochohmig. Der Messpunkt wird somit nicht belastet. -> Gut bei Sensoren

Hohe Gleichtaktunterdrückung -> Es wird nur die Spannungsdifferenz am Eingang verstärkt
Geringe Offsetfehler, wenn die OPs gut abgeglichen sind.

Der Messverstärker arbeitet linear und ist somit nur abhängig von der Spannungsdifferenz am Eingang und nicht vom Spannungsniveau der Eingangsspannungen. Das gilt aber nur, wenn die sechs Widerstände alle gleich sind. Nur dann ist der Verstärker linear. Dann kann die Verstärkung alleine über RG eingestellt werden.

Die Formel für die Spannungsverstärkung Vu:

$$V = 1 + 2R_6/R_G$$

Ausgangsspannung:

$$V_{\text{out}} = \left(1 + \frac{2R_1}{R_G} \right) \cdot (V_2 - V_1)$$