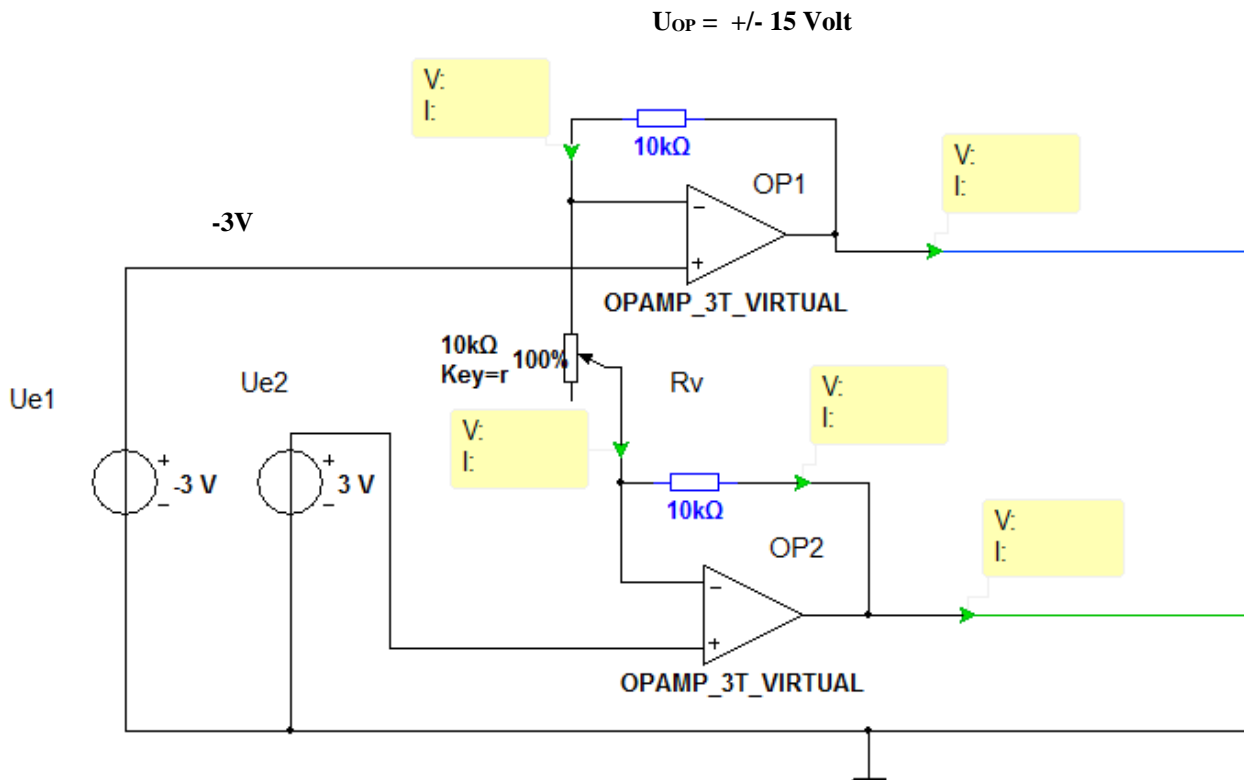


Folgende Schaltung sollen Sie in ihrer Funktion verstehen:



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

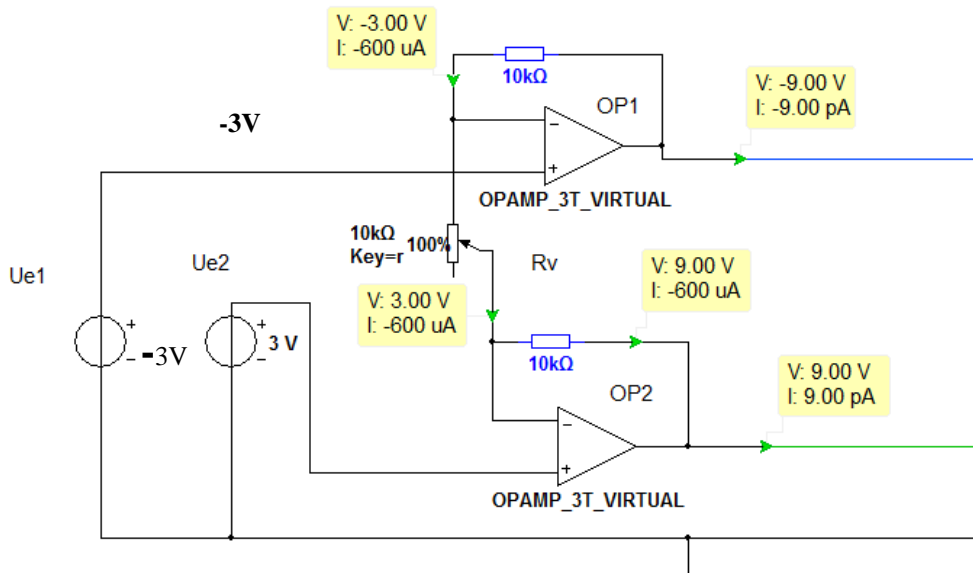
Nehmen Sie zum Einschaltzeitpunkt die Spannung an den Ausgängen der OPs 0 Volt an. Somit können Sie in Erfahrung bringen, in welche Richtung sich die Spannung am Ausgang verändert. Dies geschieht solange bis diese Spannungsänderung die Eingangsspannungsdifferenz an den OPs auf 0 Volt reduziert. Das heißt, 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 - 3 Volt und unten an + 3 Volt. R_v 10 kOhm. Somit ergibt sich eine Reihenschaltung von $3 \times 10 \text{ kOhm}$ Widerstände. An jedem muss nun 6V abfallen. Das geht nur wenn sich U_a OP1 auf -9V und U_a OP2 auf +9V einstellen. -> Die 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 $R_v = 6\text{V}$, (Differenz U_{e1} und $U_{e2} = 6\text{V}$) ergibt $I = 600\ \mu\text{A}$. Dieser Strom muss auch durch die beiden $10\text{k}\Omega$ Widerstände fließen, das ergibt dort auch einen Spannungsabfall von 6V . Das geht nur wenn sich die OPs auf die Ausgangsspannung von OP1 -9V und OP2 $+9\text{V}$ 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.

U _{e1} V	U _{e2} V	R _v Ohm	U _{Rv} V	I _{Rv} mA	U _a OP1 V	U _a 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:

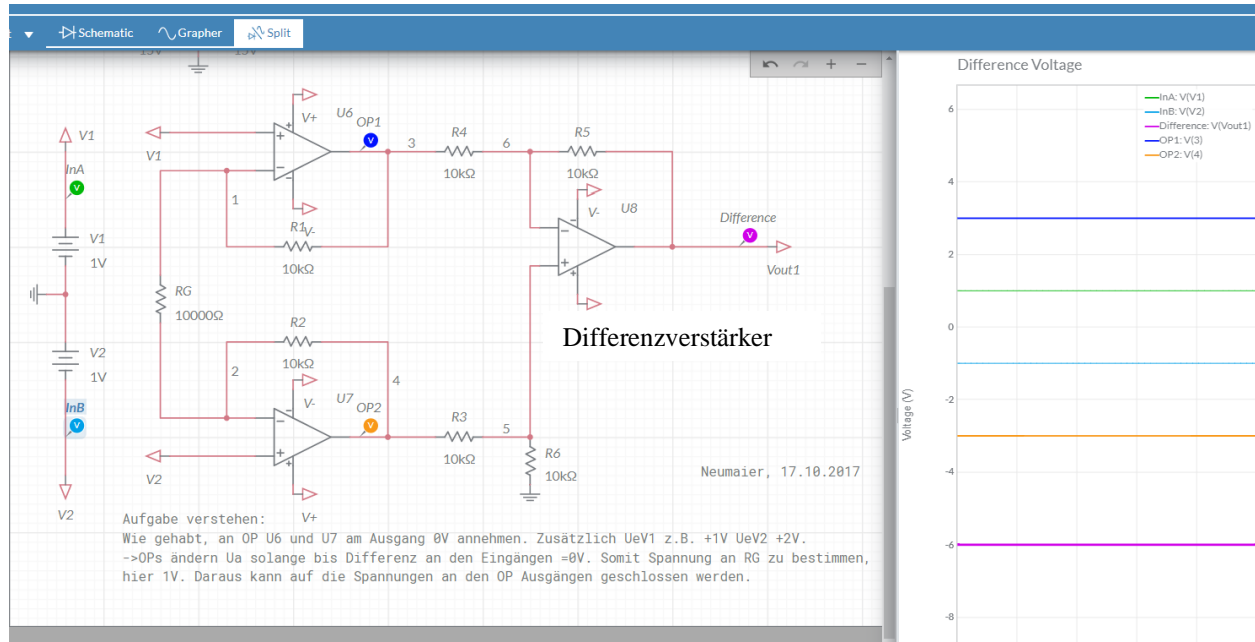
Der entscheidende Vorteil des Messverstärkers zum Differenzverstärker: Die Eingänge gehen direkt auf einen OP ohne eine Widerstandsschaltung wie beim Differenzverstärker. Damit sind die **Eingänge des Messverstärkers sehr hochohmig**.

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 $R_G = 2\text{V}$ olt, (Differenz $U_{e1} = +1\text{V}$ und $U_{e2} = -1\text{V}$ Diff.: 2V) ergibt $I = 200\ \mu\text{A}$. Dieser Strom muss auch durch die beiden $10\text{k}\Omega$ Widerstände fließen, das ergibt dort auch einen Spannungsabfall von 2V olt. Das geht nur wenn sich die OPs auf die Ausgangsspannung von OP1 $+3\text{V}$ 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.

U_{v1} V	U_{v2} V	R_G Ω	U_{RG} V	I_{RG} mA	U_a OP1 V	U_a 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:

.....

.....

.....

.....

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:

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