
	I.E.S. POLITÉCNICO JESÚS MARÍN	Fecha: CURSO 202_-202_	
	Práctica Nº14 (CEA) – El amplificador operacional  (1º GS Mantenimiento electrónico)		
	Alumno/a: Dragos Cornel Iván		Fecha: 19/05/2022

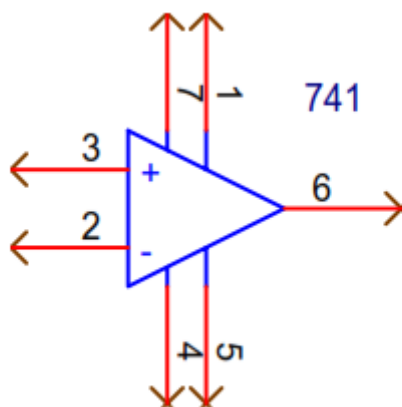
### OBJETIVOS

- Conocer el comportamiento de los amplificadores operacionales
- Perfeccionarse en el manejo y conexión de los aparatos de medida.
- Saber realizar los cálculos teóricos del funcionamiento del circuito.

### Fundamentos teóricos básicos

El A.O. dispone de dos entradas, una inversora (-) que origina una salida en oposición de fase a la que se aplica por ella y otra no inversora (+) que origina una señal de salida en fase. El interior de un A.O. consta básicamente por un amplificador diferencial que amplifica la diferencia entre las señales de entrada, una serie de etapas de amplificadores adicionales y una etapa de salida en contrafase. Se alimenta con dos tensiones iguales pero de polaridad opuesta y teóricamente se supone que en bucle abierto (sin realimentación) amplifica infinitas veces la diferencia entre las tensiones aplicadas por sus entradas.

Si la tensión aplicada en la entrada no inversora es mayor, como el circuito amplifica  $\infty$  veces, la tensión de salida será la máxima ( $V^+$ ). En caso contrario será  $V^-$ . El circuito integrado que vamos a emplear y que contiene un A.O., será el clásico 741 fabricado por múltiples fabricantes y de coste muy reducido.

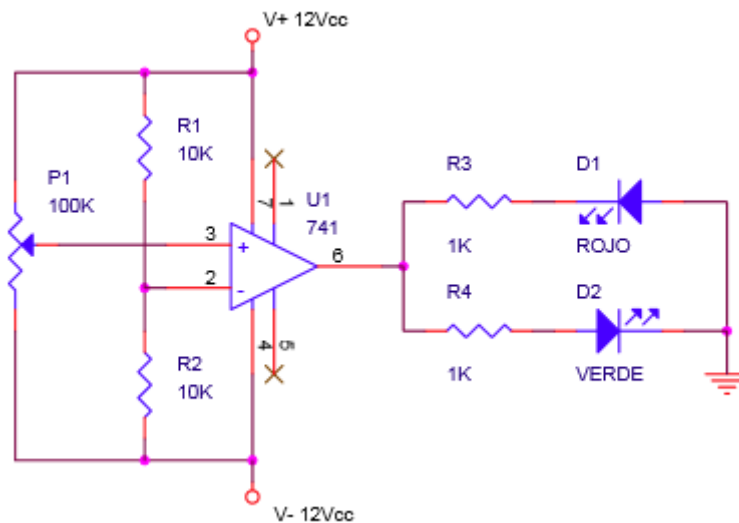


Las patillas 3 y 2 son las entradas no inversora e inversora respectivamente. La patilla 6 es la de salida. Las patillas 7 y 4 son las de alimentación,  $V^+$  y  $V^-$  respectivamente. Finalmente, las patillas 1 y 5 son las entradas de ajuste de offset. Entre las características eléctricas más relevantes destacan una impedancia de entrada de 2M, impedancia de salida de 75 $\Omega$ , ganancia de tensión 100.000, tensión de offset  $\pm 2\text{mV}$  y alimentación de  $\pm 18\text{V}$ .

Cuando un A.O. funciona como amplificador de tensión, la salida deberá ser de 0V si ambas entradas son iguales o están conectadas a masa. Debido a la imposibilidad de construir transistores idénticos en la etapa diferencial la salida puede tener un voltaje muy reducido. Para eliminarlo se coloca un potenciómetro entre las patas 1 y 5 (offset) y se polariza al cursor del mismo mediante  $V^-$ , de forma que se pueda ajustar la tensión de salida a 0V.

### 1ª Parte. Comparador.

El esquema de la figura muestra un circuito comparador con el A.O. 741 sin realimentación que gobierna a su salida dos cargas tipo led en paralelo y en oposición, de tal forma que siempre estará encendido uno de los dos.

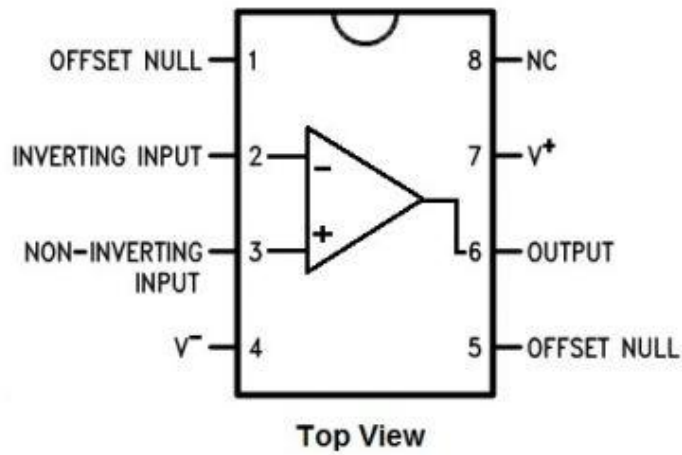


El circuito se alimenta con  $\pm 12V_{cc}$ . El divisor de tensión formado por R1 y R2 proporcionan en la entrada VE- una tensión de  $12 V_{cc}$  medida respecto a V- y de 0V medida respecto a GND. La posición del cursor del potenciómetro P1 modifica el valor de la tensión en la entrada VE+ entre 0V y 24V medidos respecto a V- o entre +12 y -12 si se mide respecto a GND.

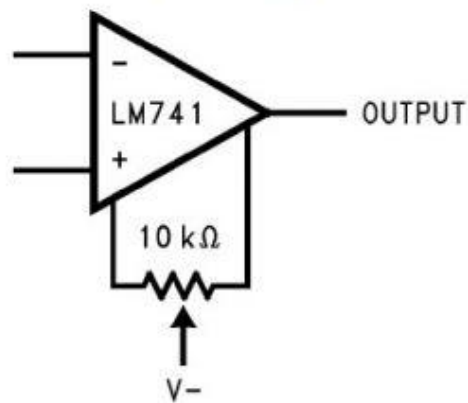
Si  $VE+ > VE-$ , como el 741 amplifica teóricamente infinitas veces (en la práctica unas 100.000), la salida será la máxima, posible, o sea, unos +12V. En esta situación se ilumina el led verde (su ánodo se hace positivo). Si  $VE+ < VE-$ , la tensión de salida será de unos -12V. Se ilumina el led rojo pues su cátodo se hace negativo respecto al ánodo.

Sabemos que la entrada VE- está con una tensión fija de referencia de 0V respecto a GND. El desarrollo consiste en aplicar, mediante el potenciómetro P1, diferentes tensiones en la entrada VE+ al tiempo que se mide la tensión de salida así como se indica el estado ON/OFF de los leds verde y rojo. Completar la siguiente tabla en la que todas las tensiones se miden respecto a GND.

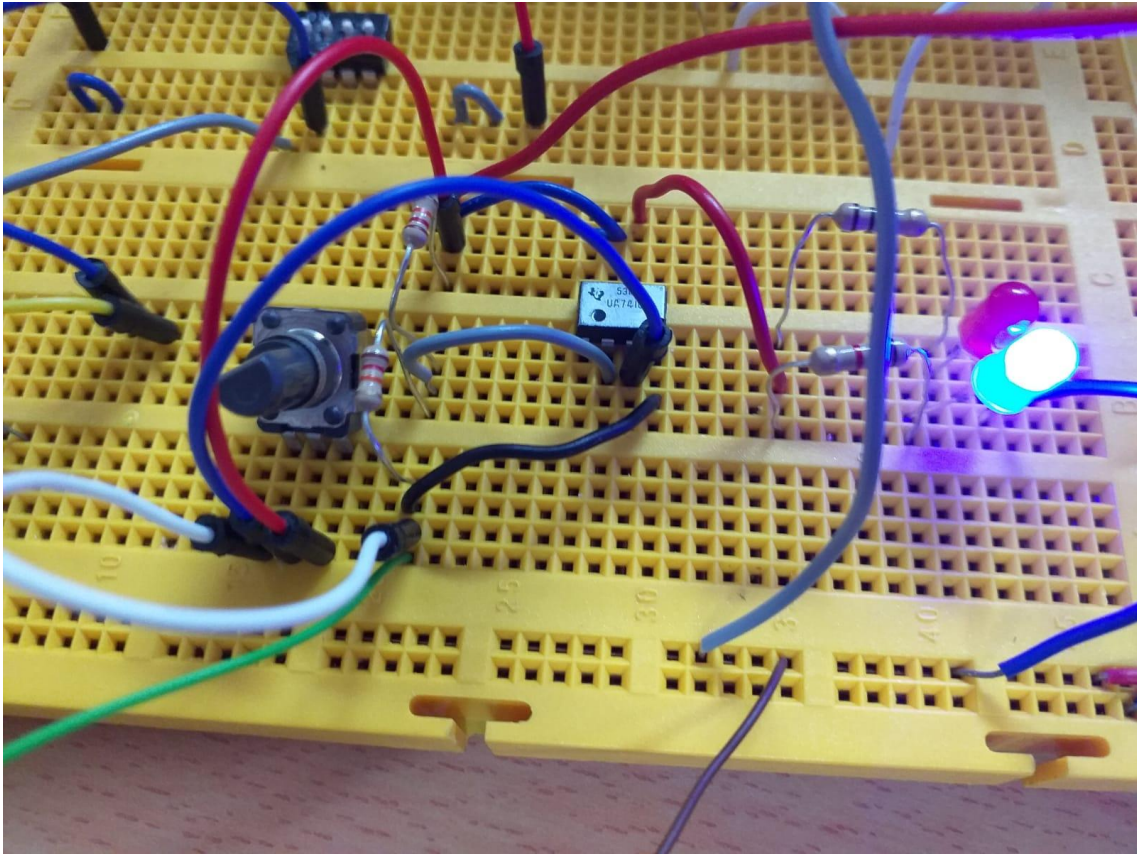
## Dual-In-Line or S.O. Package



## Offset Nulling Circuit

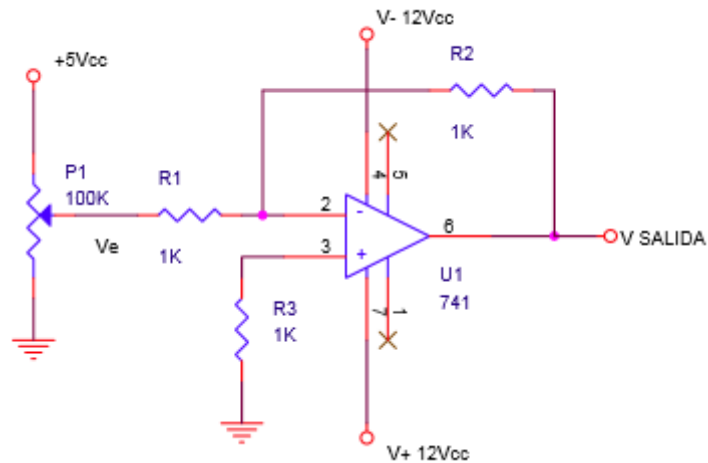


VE+	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5
Vsal	10. 64	10. 64	10. 64	10. 64	10. 64	10. 4	- 9.3 6	- 9.3 6	- 9.3 6	- 9.3 6	- 9.3 6
ROJO	10. 62	10. 62	10. 63	10. 62	10. 63	- 2.8 26	- 2.8 26	- 2.8 26	- 2.8 26	- 2.8 26	- 2.8 27
VERDE	1.9 53	1.9 53	1.9 54	1.9 54	1.9 56	- 9.2 4	- 9.3 5	- 9.3 5	- 9.3 5	- 9.3 5	- 9.3 5



Analizando los valores de la tabla se comprueba que mientras  $V_{E+} > V_{E-}$  la salida presenta una tensión positiva respecto a GND, en caso contrario aparece una tensión negativa. Cuando  $V_{E+}$  se aproxima a 0V es cuando se produce el cambio en el encendido de los leds. Resulta muy complejo que los dos leds se mantengan apagados. Como el circuito es un A.O. sin realimentación la amplificación es prácticamente infinita. La más mínima diferencia entre las tensiones  $V_{E+}$  y  $V_{E-}$  origina que la tensión de salida sea de  $\pm 12V$ .

## **Parte 2.-Amplificador inversor.**

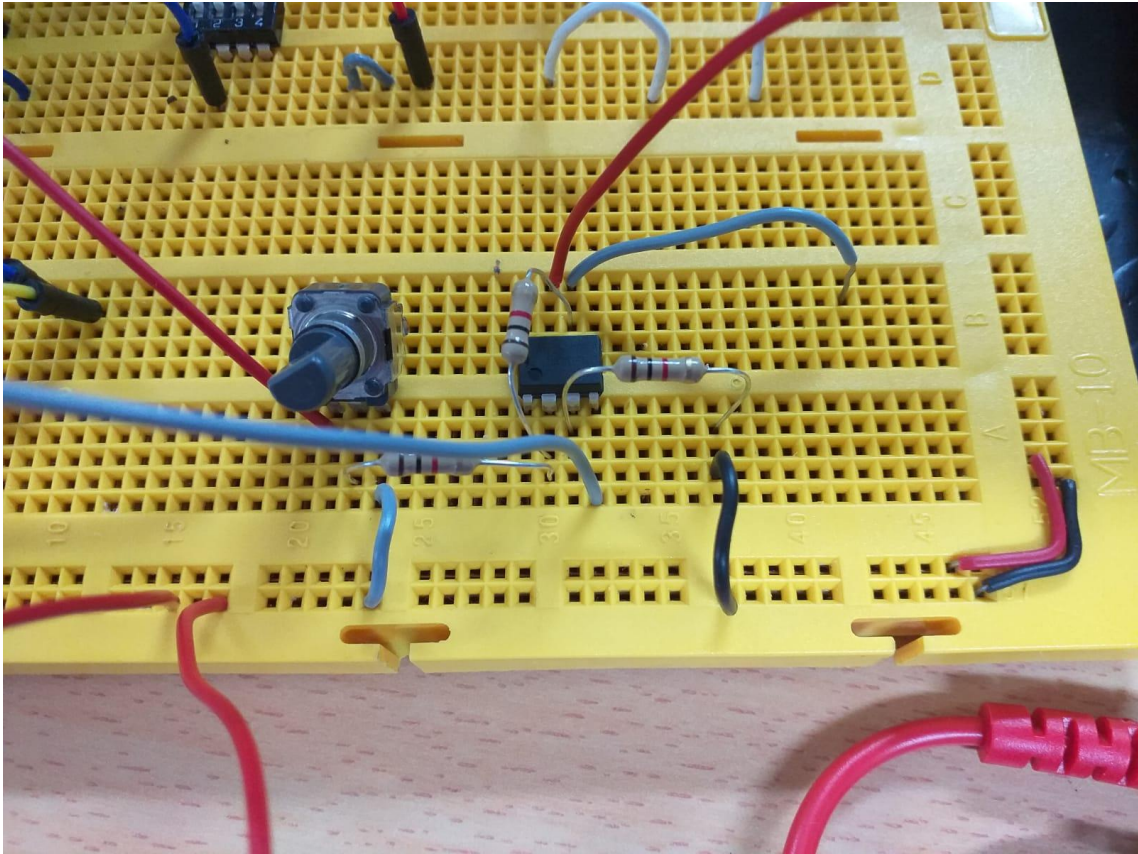


	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1K	999 mV	963 mV	923 mV	877 mV	842 mV	805 mV	763 mV	718 mV	667 mV	611 mV

El circuito se alimenta desde +12Vcc por la pata 7 y -V por la pata 4. Esta tensión debe ajustarse previamente a -12Vcc. El potenciómetro P1 permite introducir por la entrada inversora una tensión  $V_e$  de entrada ajustable entre 0 y 5V con respecto a GND.

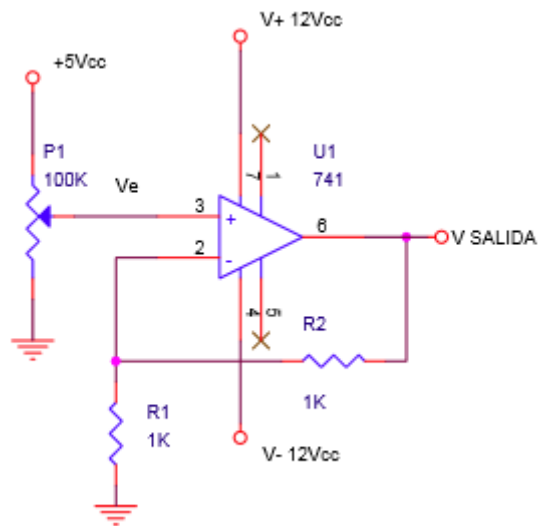
Montar el circuito de la figura y completar la siguiente tabla en la que se analiza cómo variando R2 se obtienen distintas amplificaciones en la tensión de salida  $V_s$  en función de los distintos valores de la tensión de entrada  $V_e$ .



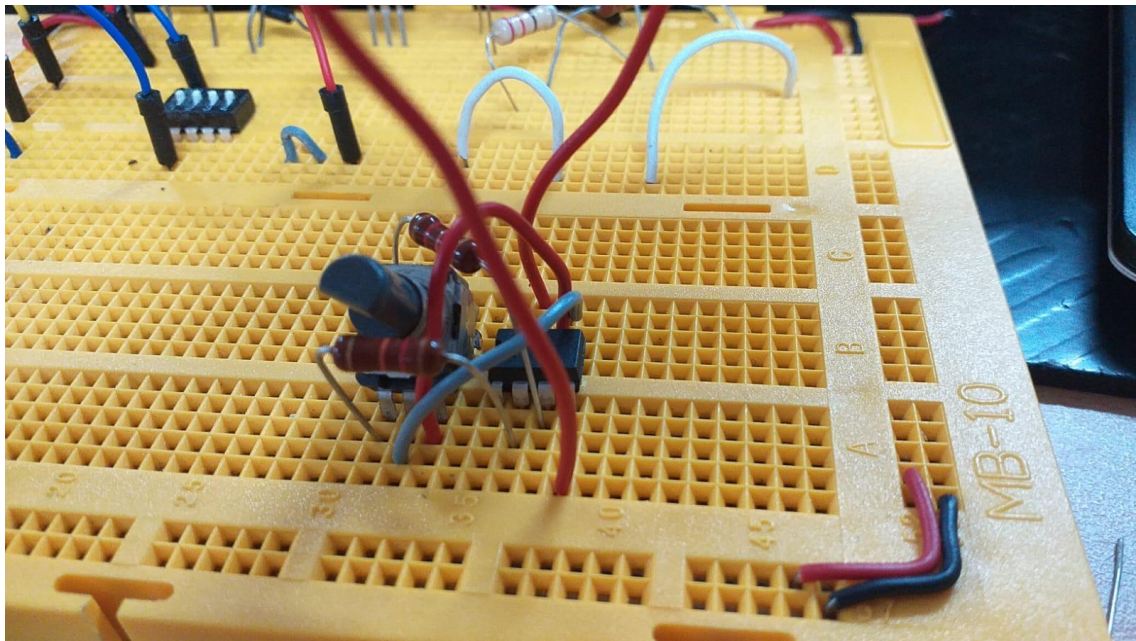


### Parte 3.-Amplificador no inversor.

Montar el circuito de la figura y completar la siguiente tabla en la que se analiza cómo variando R2 se obtienen distintas amplificaciones en la tensión de salida  $V_s$  en función de los distintos valores de la tensión de entrada  $V_e$ .

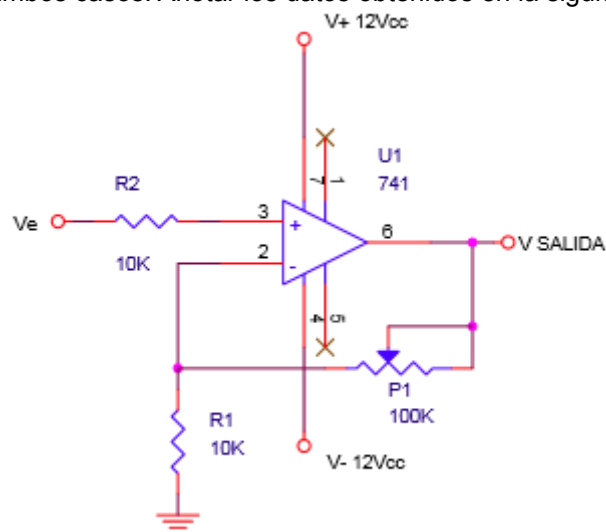


Ve	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
1K	202	402	602	802	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
					2	2	2	2	2	2
2.2K	323	643m	963	1.28	1.60	1.92	2.24	2.56	2.88	3.20
		v		3	3	3	3	3	3	3
3.3K	434	864	1.29	1.72	2.15	2.58	3.01	3.44	3.78	4.30
			4	4	4	4	4	4	4	4
10K	1.11	2.211	3.31	4.41	5.51	6.61	7.71	8.81	9.91	11.0
	2		1	1	1	1	1			1

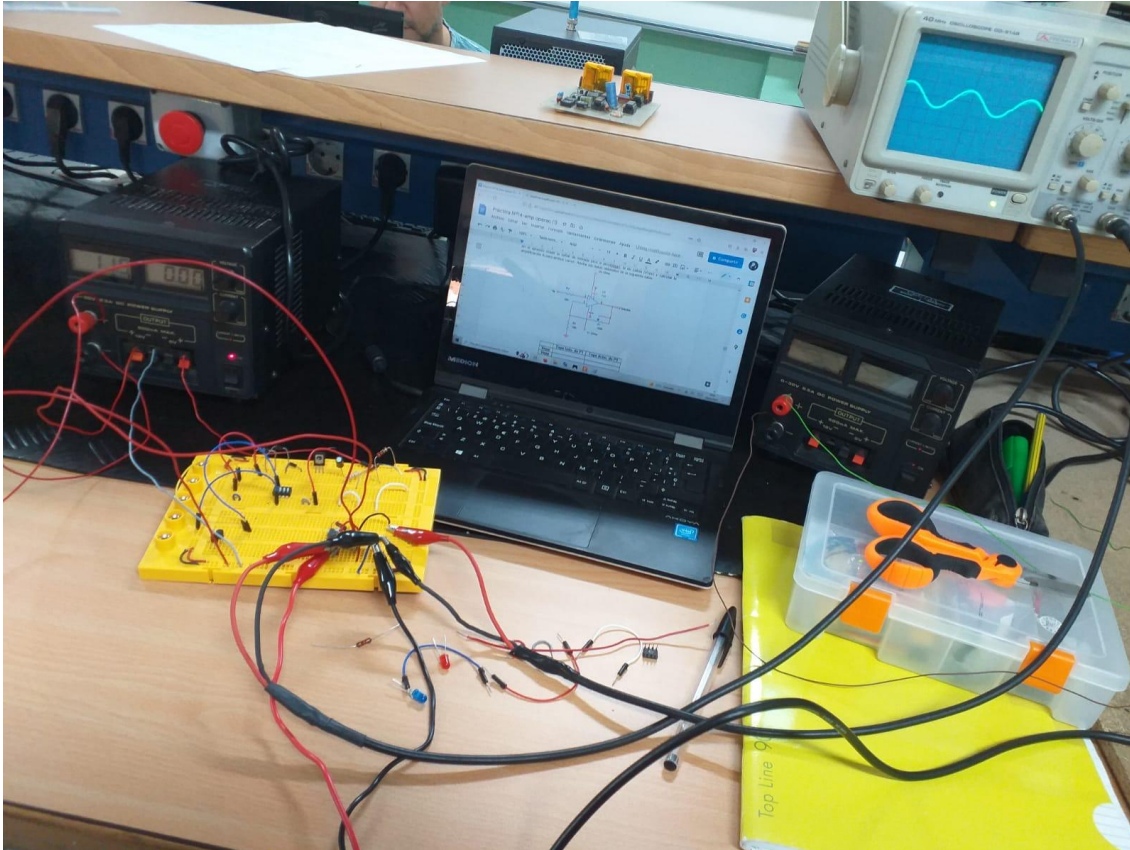


#### Parte 4.-Amplificador no inversor de ganancia variable

Montar el circuito de la figura y aplicar por la entrada  $V_e$  una señal alterna de unos 2 KHz procedente del generador de funciones del entrenador. Con el potenciómetro P1 en un extremo y en el opuesto medir la señal de entrada pico a pico ( $V_{epp}$ ), la de salida ( $V_{spp}$ ) y calcular la amplificación A para ambos casos. Anotar los datos obtenidos en la siguiente tabla.



	Tope izdo. de P1	Tope dcho. de P1
<b>Vepp</b>	35	35
<b>Vspp</b>	21.6	17.6
<b>A</b>	1.62	1.98



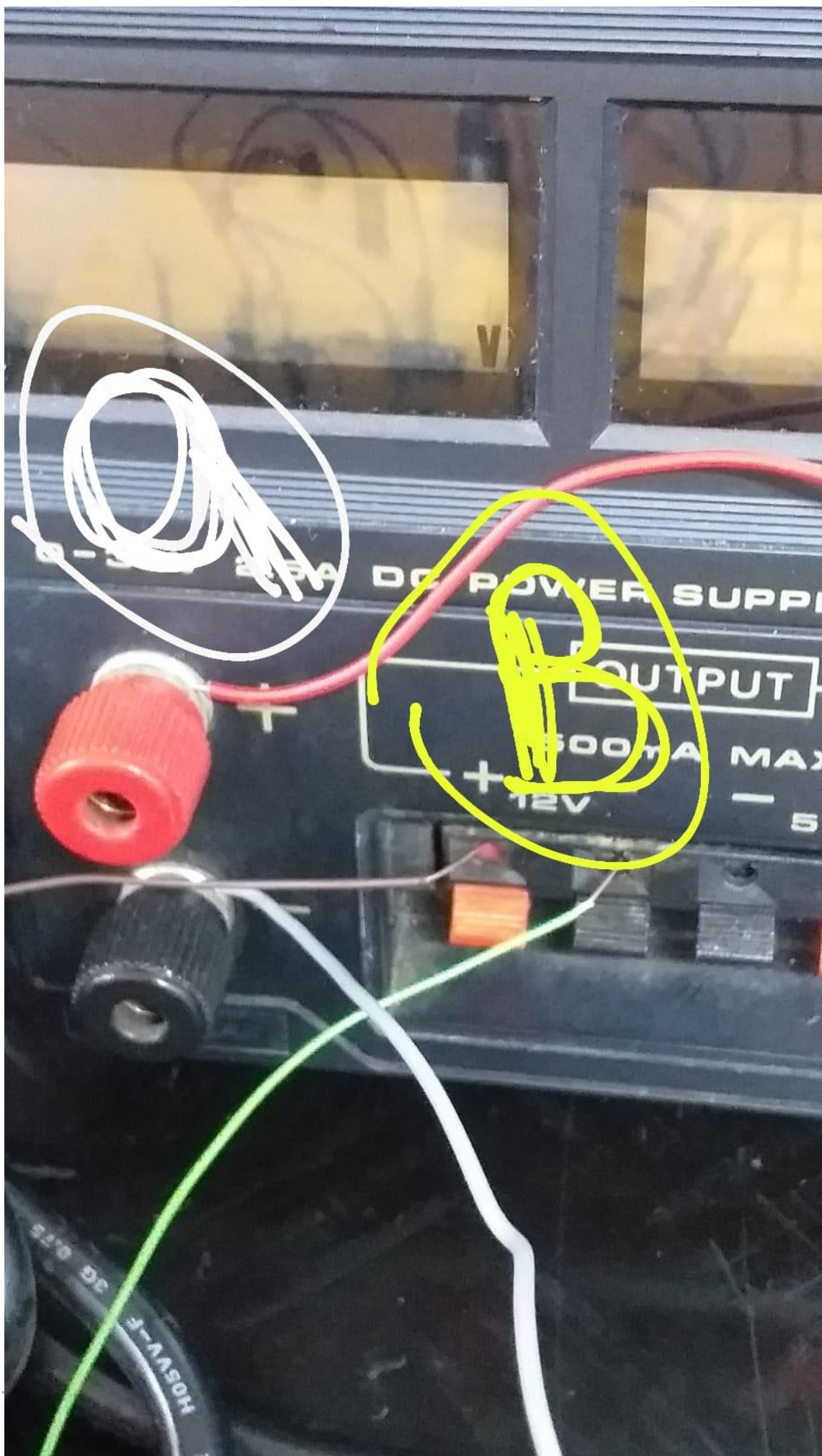
Materiales utilizados. 1 potenciómetro 10k, 3 resistencias 3k, 3 resistencias 10k, osciloscopio, multímetro, generador de ondas, 1 amplificador operacional 741, 2 leds.

Observaciones, dificultades encontradas y posibles mejoras.

Montando el primer circuito he encontrado la siguiente dificultad. Me ha costado recrear los -12V y la masa mediante un mismo generador de CC.

Resulta que se hace de la siguiente manera:





Distingamos primero en la misma fuente de alimentación la parte A) y la parte B).

Entonces, el positivo de la parte A va alimentando los +12V del circuito, en línea con las dos resistencias de 10K.

De la misma parte A) se conecta el negativo a la masa negativa de la protoboard.

En segundo lugar, de la parte B) se conecta el positivo a la masa de la protoboard anteriormente mencionada, de manera que se crea la masa.

Para completar con el -12V en nuestro circuito, conectaremos el negativo de la parte B) en la alimentación -12V del amplificador, en la misma línea con las 2 resistencias de 10K y la alimentación +12V.