

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID



CIRCUITOS ELECTRÓNICOS
(2018 - 2019)

PRÁCTICA 6

Alba Ramos
Andrea Salcedo
Grupo: 1212

Madrid, 19/11/2018

TABLA DE CONTENIDOS

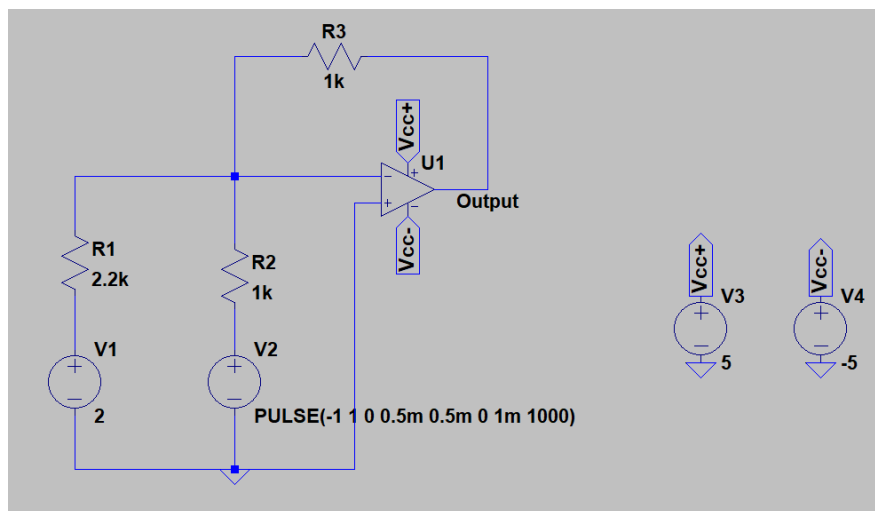
Introducción	3
Simulación	3
Datos y resultados experimentales	6
Conclusiones	10

Introducción

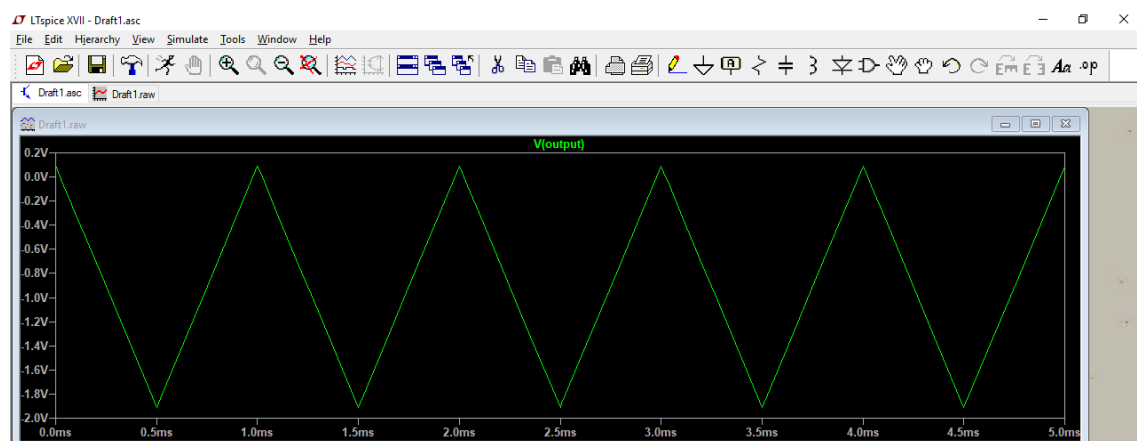
En esta práctica hemos estudiado un amplificador operacional. Hemos medido diferentes valores del mismo y hemos estudiado sus propiedades de cortocircuito virtual. También lo hemos utilizado para realizar un convertor digital-analógico de 4 bits con 4 resistencias, con las que producíamos diferentes códigos binarios para ver qué salida tenía el amplificador.

Simulación

a)



b)

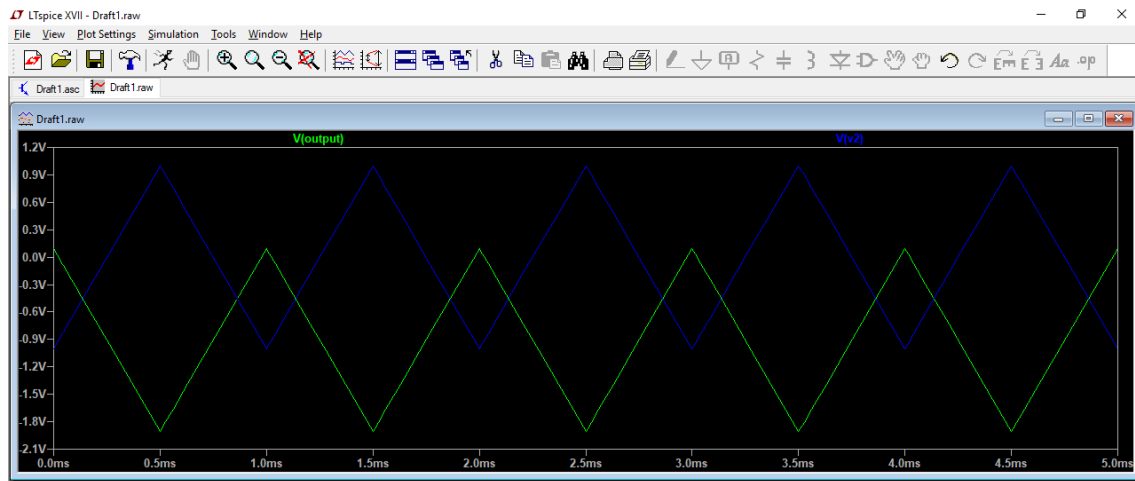


c) tensión máxima: 90'75mV

tensión mínima: -1,91v

tensión promedio: -0,91v

d)



La diferencia de fase entre ambas ondas es de 0,5ms.

e)

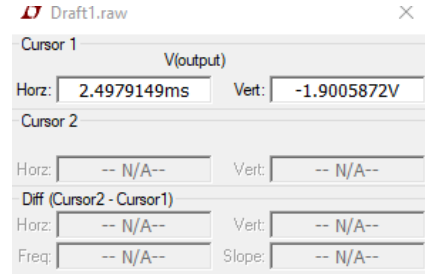
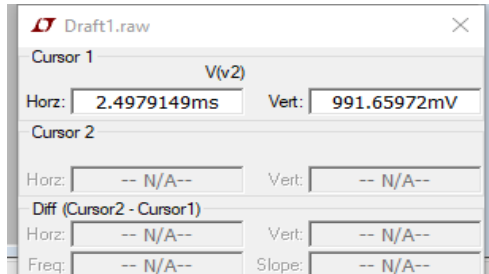
En un A.O ideal, $I^+ = I^- = 0$
 $I^+ = 0 \Rightarrow V^+ = 0$
 Nodo V^- : $I_A + I_B = I_1$
 (a) $\frac{V_1 - V^-}{R_1} + \frac{V_2 - V^-}{R_2} = \frac{V^- - V_0}{R_3}$
 Como tenemos realimentación negativa, podemos trabajar en la región lineal, donde $V^+ = V^- = 0$ (b)
 aplicando (b) $\Rightarrow \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} = \frac{-V_0}{R_3}$

$$V_0 = -R_3 \left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} \right)$$

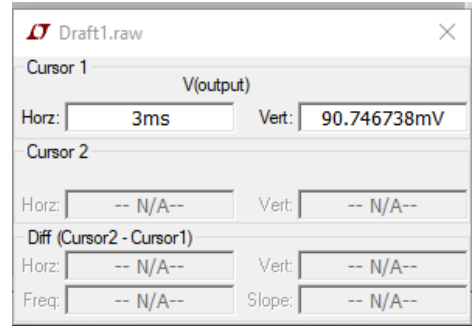
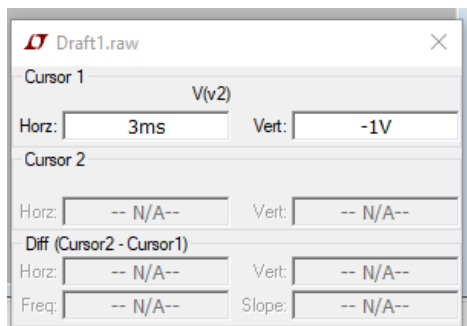
 • Sustituyendo el valor máximo de V_2 (1V): $V_0 = -1000 \left(\frac{2}{2200} + \frac{1}{1000} \right) \Rightarrow V_0 = -1'91V$
 • Sustituyendo el valor mínimo de V_2 (-1V): $V_0 = -1000 \left(\frac{2}{2200} - \frac{1}{1000} \right) \Rightarrow V_0 = 0'09 = 90mV$

Como podemos comprobar, si tomamos los valores máximo y mínimo de V2 en la simulación, obtenemos los mismos valores para Vout que los obtenidos teóricamente para el caso de la región lineal.

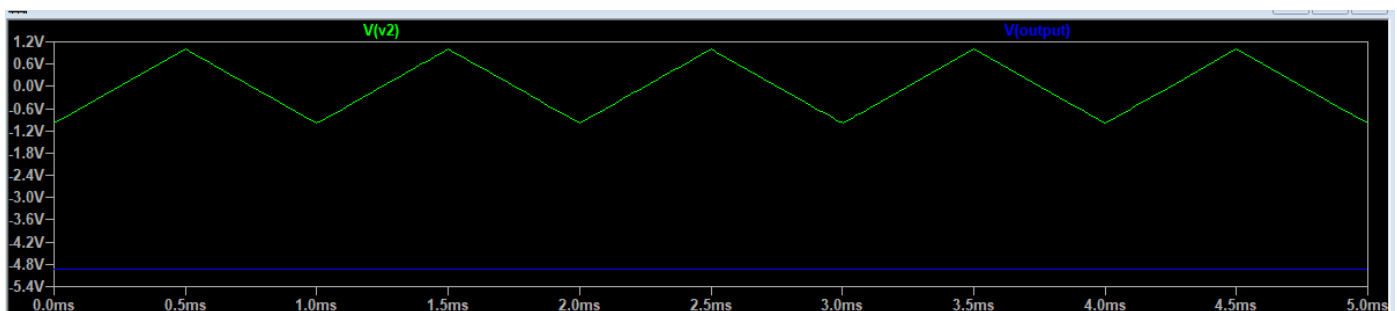
Para $V_2 = 1\text{v}$, Vout vale $-1,9\text{v}$



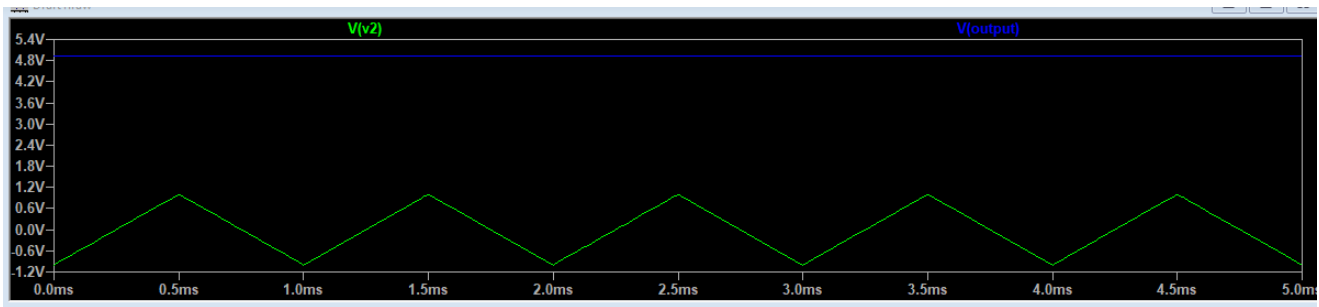
Para $V_2 = -1\text{v}$, Vout vale 90mv



f)



Para valores de V_1 a partir de $13,2\text{v}$, la curva es ya plana, pero empieza a aplanarse cuando estamos en $8,8\text{v}$, entonces entramos en la región de saturación negativa, donde Vout vale -5v . Pero no sabíamos si la región de saturación se refiere a cuando ya está la línea plana o cuando empieza a aplanarse, por eso hemos visto ambos casos, y para la región de saturación negativa igual. La línea azul representa Vout.



Para valores de V_1 a partir de $-13,2$, la curva es plana, pero empieza a aplanarse desde los $-8,8$ v y entramos en la región de saturación positiva, donde V_{out} vale 5v. La línea azul representa V_{out} .

Datos y resultados experimentales

Como bien nos indicaba la práctica, para poder montar el circuito 1 en la placa entrenadora, hemos tenido que hacer uso de la fuente de alimentación, esta vez, conectándola de forma distinta, ya que lo que vamos a montar es un amplificador operacional. Para ello, hemos seguido los pasos que nos indicaban y conectado el terminal negativo de S1 con el terminal positivo de S2 y éste con el terminal negativo de la salida con tensión fija de 5 V. Con S1 hemos generado una señal de 2V, mientras que con S2 hemos generado una señal de 5V.

A continuación, con el generador de funciones hemos introducido una frecuencia de 1KHz, una amplitud de 1V, un duty del 50% y un DC offset nulo. Los hemos verificado con el osciloscopio para poder montar finalmente el circuito 1.

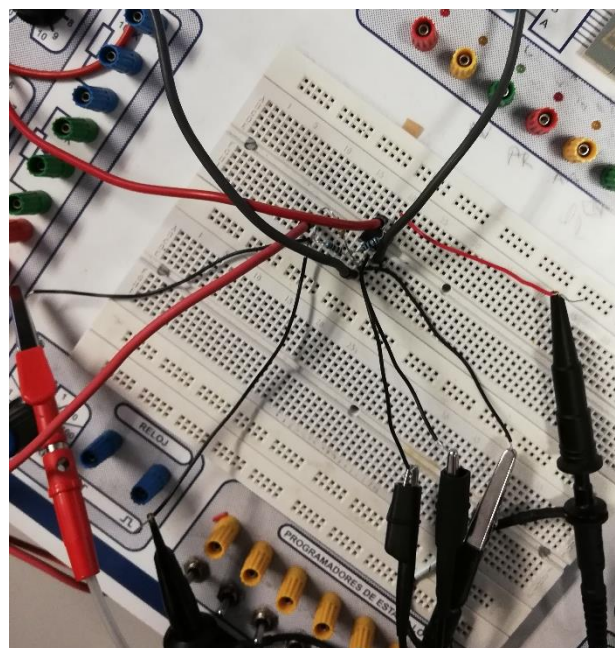


Figura 1: Circuito conectado con todas las componentes

Una vez conectados todos los cables al generador de funciones, al osciloscopio y a la fuente de alimentación, pasamos a medir la señal de salida V2 usando el canal 2 del osciloscopio.

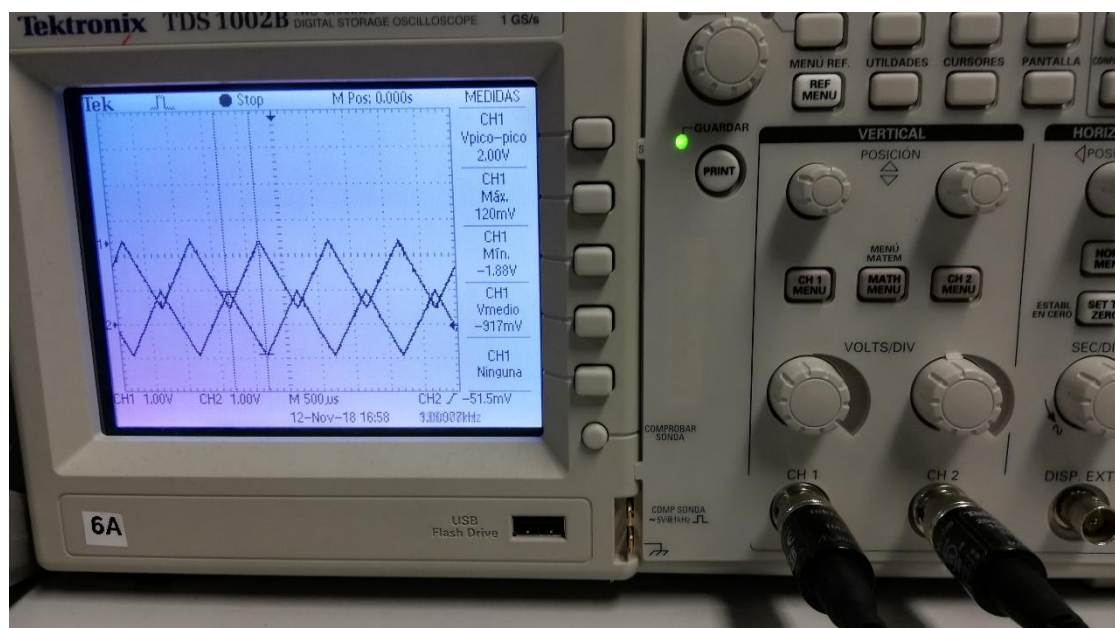


Figura 2: Mediciones de la señal V2 en el osciloscopio

Obtuvimos los valores para la tensión mínima, -1.96V, para la tensión máxima, 120mV, para la tensión promedio, -917mV, todos ellos de la señal de salida, y su desfase de 500µs.

Al comparar los resultados obtenidos experimentalmente con los obtenidos en el previo por la simulación y el cálculo teórico, vimos que en ambos coincidían, no con los mismos valores exactos, como el desfase, pero si bastante aproximados.

Hemos comprobado el principio de cortocircuito virtual, por el que $V_+ = V_-$. Esto sucede porque tenemos realimentación negativa y podemos trabajar en la región lineal. V_+ vale 0, por lo tanto, el valor que midamos en la entrada V_- del amplificador tiene que ser aproximadamente 0. Conectamos el osciloscopio al pin 2 del amplificador y, midiendo el V promedio, obtenemos que es 3'26mV, es decir, 0'003v, que es el valor que esperábamos.

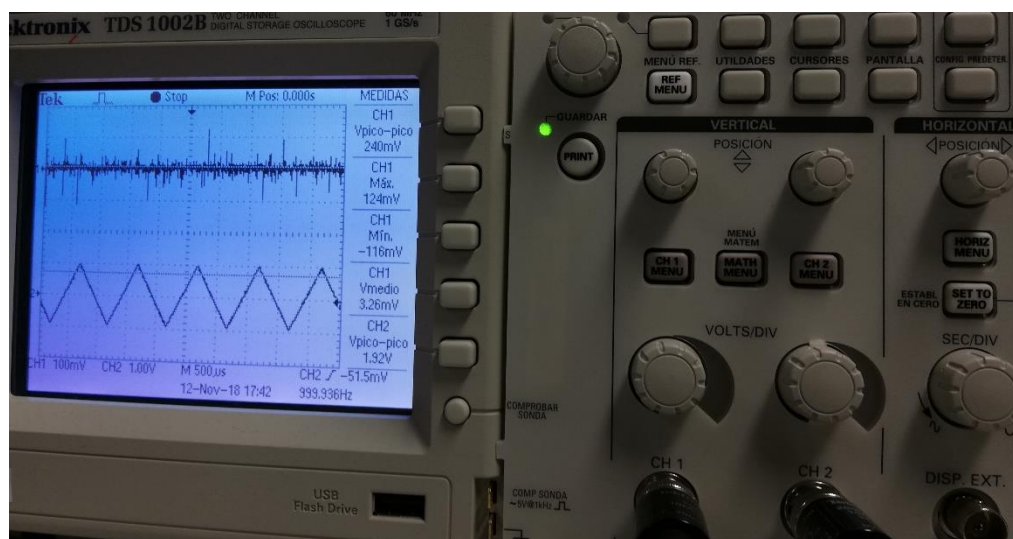


Figura 3: Mediciones de la señal Vpromedio en el osciloscopio

A continuación, hemos comprobado para qué valores de V_1 entrábamos en la región de saturación. Para el valor positivo, hemos medido con el osciloscopio el V de salida del amplificador, y hemos ido aumentando el valor de la fuente V_1 hasta que la curva de salida se empezaba a aplanar y hasta que estaba plana del todo (hemos hecho esto porque no sabíamos si la región de saturación era cuando la curva estaba ya plana o cuando empezaba a aplanarse). En el primer caso, se ha obtenido que el valor máximo de V_1 es $4'3\text{v}$, y en el segundo, $8'2\text{v}$.

Para el valor negativo, hemos tenido que cambiar el puente de la fuente de alimentación, para obtener voltajes de V_1 negativos. De esta forma, obtenemos que la curva empieza a curvarse a partir de $V_1 = -6'8\text{v}$, y es plana del todo en $V_1 = -10'7\text{v}$. Estos son los valores máximos de V_1 antes de entrar a la región de saturación.

Las diferencias con los valores simulados se deben a que el amplificador que estamos utilizando en la simulación es ideal, mientras que el de las prácticas es real, por tanto, no podemos decir que $I^+ = I^- = 0$ y existen ciertas variaciones.

Posteriormente, montamos el circuito 2 en la entrenadora. Este circuito es una versión del sumador que funciona como un Convertidor Digital-Analógico de 4 bits.

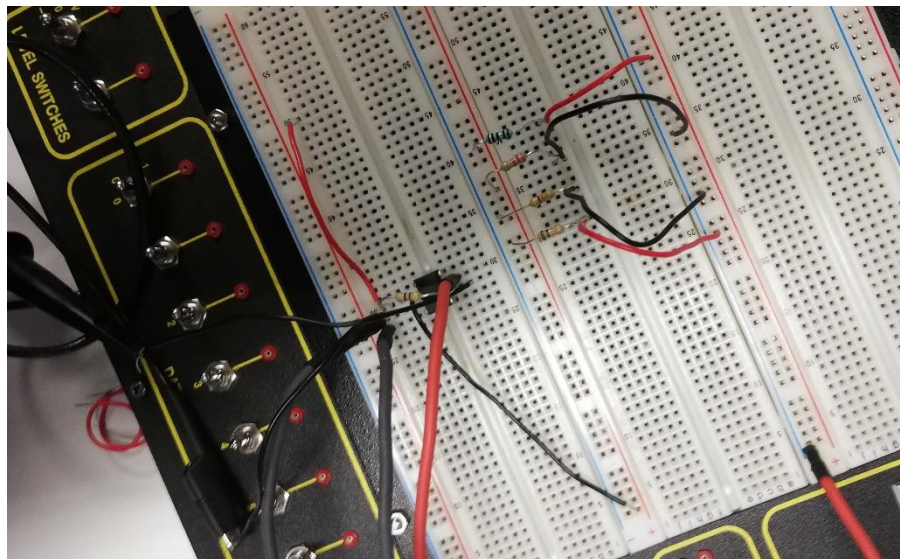


Figura 4: circuito 2 con todos los componentes

A continuación, calculamos los valores de tensión para los valores de los bits de 0000 a 1111. Fijamos un valor de -1V para V_{ref} , para así obtener valores positivos a la salida del circuito. Colocamos las resistencias aproximadas para R es igual a $1\text{k}\Omega$, por lo que usaremos las resistencias de $2.2\text{ k}\Omega$, $4.7\text{ k}\Omega$, $10\text{ k}\Omega$ y $470\text{ }\Omega$, respectivamente.

Para medir los diferentes valores de tensión vamos a ir modificando el circuito, es decir, cuando el bit sea 0, conectaremos las resistencias a tierra, dejando el circuito abierto. Por el contrario, si el bit es 1, conectaremos la resistencia a la tensión V_{ref} , que en este caso hemos dado el valor de -1V .

Haremos uso de la fuente de alimentación para fijar el valor de V_{ref} a negativo, además del osciloscopio con el que comprobaremos las diferentes medidas de tensión usando el canal 1.

CÓDIGO	Vout
0000	1,91mV
0001	51,9mV
0010	106mV
0011	154mV
0100	228mV
0101	277mV
0110	331mV
0111	380mV
1000	490mV
1001	541mV
1010	593mV
1011	647mV
1100	718mV
1101	779mV
1110	830mV
1111	880mV

Ahora pasamos a analizar el circuito teóricamente y así verificar que los resultados coinciden con los resultados experimentales. Para ello, comprobamos para los casos en los que el código binario sea 0000 y 1111, respectivamente. Si los valores coinciden para estos dos casos, implica que para el resto de los códigos debemos aplicar el mismo método.

Para el caso 0000:

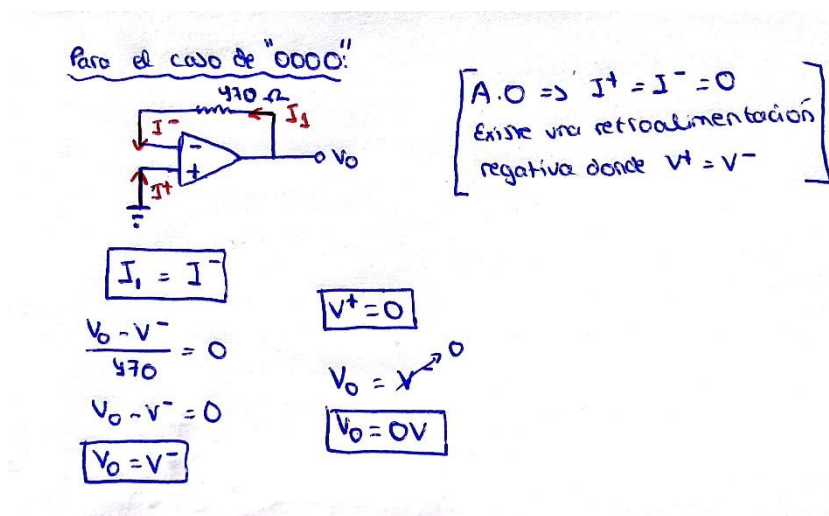


Figura 5: cálculos teóricos para el código 0000

En este caso la tensión de salida es 0V, en cambio, en los cálculos experimentales la tensión de salida nos da 1,91mV, o lo que es lo mismo 0,00191V, que aproximadamente es 0V. La exactitud no es la misma debido a la resistencia interna que poseen los diferentes instrumentos del laboratorio.

Para el caso 1111

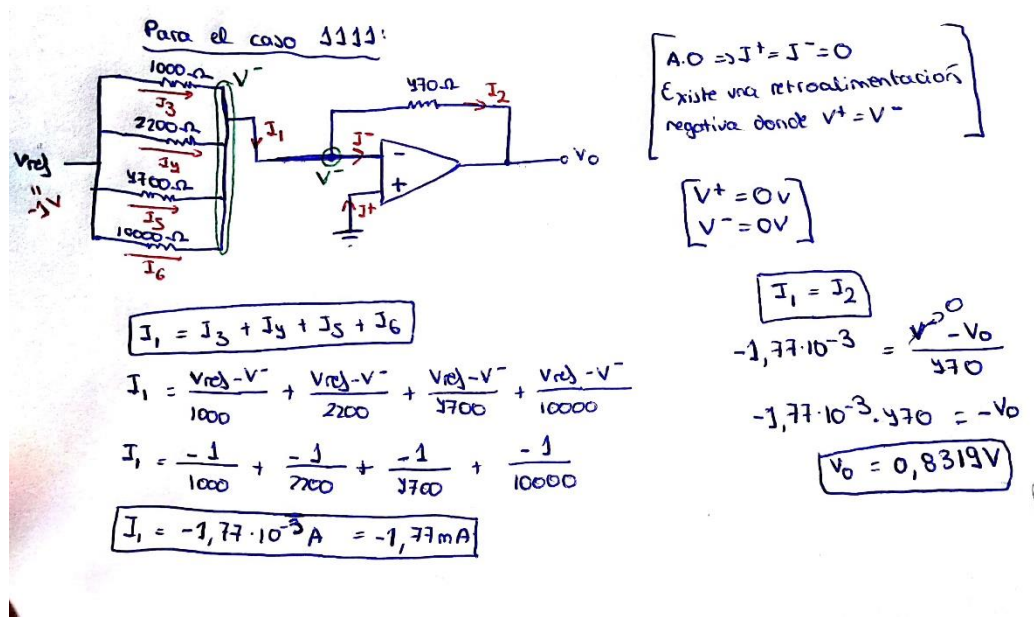


Figura 6: cálculos teóricos del código 1111

Para este caso, la tensión de salida es 0,8319V, la cual coincide con la calculada experimentalmente, cuyo valor era de 880mV, o lo que es lo mismo 0,88V. las razones por las que los valores no son exactos son debidos a las resistencias internas que poseen los diferentes instrumentos de los laboratorios.

Conclusiones

En esta práctica hemos tenido que montar un circuito más complejo usando amplificadores operacionales junto a resistencias para aprender a medir diferentes puntos de tensión entre nodos, con ayuda del generador de ondas, el osciloscopio y la fuente de alimentación. Además, las hemos comparado con los valores teóricos y simulados para comprobar que los resultados eran correctos. Hemos tenido que hacer un mayor uso de la fuente de alimentación, ya que los amplificadores pueden tomar valores de tensión negativos, además de hacer un mayor uso del osciloscopio.

Gracias a esta práctica hemos conseguido dominar la construcción de circuitos con diferentes elementos, y a usar mejor los instrumentos del laboratorio.