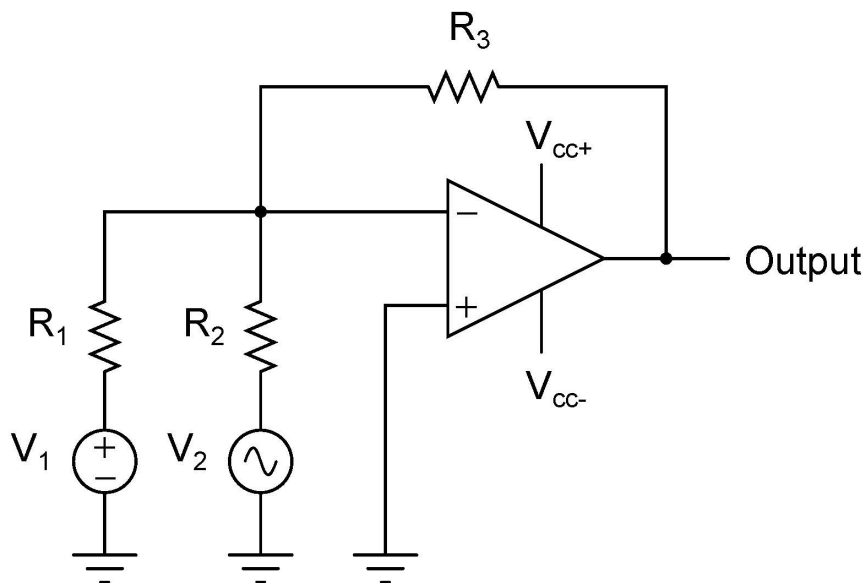


Sesión 6: Sumador de señales y conversor digital-analógico

TRABAJO PREVIO (Simulación LTSpice y cálculos teóricos)

ES IMPRESCINDIBLE ENTREGAR AL PROFESOR EL TRABAJO PREVIO IMPRESO AL INICIO DE LA SESIÓN CORRESPONDIENTE. EN CASO CONTRARIO, NO SE PODRÁ COMENZAR LA PRÁCTICA DE LABORATORIO HASTA HABERLO HECHO Y LA CALIFICACIÓN MÁXIMA DE LA SESIÓN SERÁ 5 PUNTOS.

a. Dibuje el circuito 1 con los valores de componentes mostrados en la figura. Use una fuente DC de 2 V para V1, una onda triangular como fuente V2 y un modelo universal de amplificador operacional (Universal OpAmp2) Este modelo puede encontrarse en la carpeta Opamps dentro de la lista de componentes disponibles. La función triangular debe ser configurada a través del menú “Voltage Source”, seleccionando “Advanced” y “PULSE”. Usando un tiempo de subida (“rise time”) y tiempo de caída (“fall time”) iguales a $\frac{1}{2}$ del periodo de la función, estará creando una onda triangular. LTspice produce una función que aumenta y disminuye linealmente entre dos valores dados (V_{initial} y V_{on}). Alimente los amplificadores operacionales con dos fuentes de tensión de +5V y -5V. Fije una onda triangular a 1 KHz con una amplitud de 1V desde el menú usando $V_{\text{initial}}(\text{V})=-1\text{V}$, $V_{\text{on}}(\text{V})=1\text{V}$, $T_{\text{delay}}(\text{s})=0$, $T_{\text{rise}}(\text{s})=0.5\text{m}$, $T_{\text{fall}}(\text{s})=0.5\text{m}$, $T_{\text{on}}(\text{s})=0$, $T_{\text{period}}(\text{s})=1\text{m}$, $N_{\text{cycles}}=1000$. Por último, añada los siguientes valores de las resistencias: $R_1 = 4.7\text{ k}\Omega$; $R_2 = 1\text{ k}\Omega$ y $R_3 = 1\text{ k}\Omega$.



Circuito 1

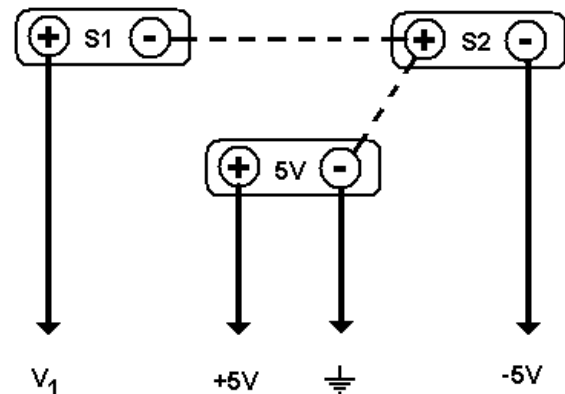
- b. Introduzca una simulación en modo transitorio para obtener unos pocos ciclos (5-10) de la señal de salida (Output)
- c. Determine los valores de tensión mínimo, máximo y promedio de la señal de salida.
- d. Dibuje en el mismo gráfico la tensión V2 y la tensión de salida (“Output”) y determine la diferencia de fase entre ambas señales.

- e.** Calcule teóricamente el valor de la tensión de salida usando el modelo lineal del OpAmp y compárelo con los valores obtenidos de la simulación.
- f.** ¿Cuáles son los valores máximos y mínimos que V_1 puede tomar sin saturar el AO? Use LTspice para encontrar dichos valores.

PARA LA REALIZACIÓN DE ESTA PRÁCTICA SERÁN NECESARIAS LAS BOLSAS DE CABLES 1 Y 2.

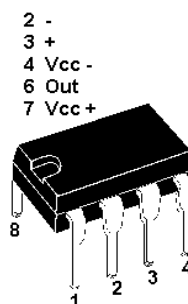
MONTAJE EXPERIMENTAL

Los Amplificadores Operacionales necesitan ser alimentados para que funcionen como tales. Para ello usaremos las tres salidas independientes de la fuente DC PROMAX (S1, S2 y 5V), conectando 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 como muestra la figura. Al hacerlo los tres terminales se encuentran al mismo voltaje.



Use S1 para generar una señal de 2V y S2 para generar una señal de 5V. De este modo la salida + de S1 proporciona 2V, la salida – de S2 proporciona -5V, la salida + de la fuente fija proporciona +5V y la salida – de la fuente fija proporciona la tierra del circuito (\downarrow). Es importante comprobar que las fuentes S1 y S2 trabajan en modo independiente (la FUNCION **INDEP** en el panel frontal debe estar seleccionada) El esquema se puede ver en la figura.

La figura muestra el esquema de pines de un amplificador operacional 741. Los pines 1, 5 y 8 se dejarán en circuito abierto (sin conectar) porque no se usarán.



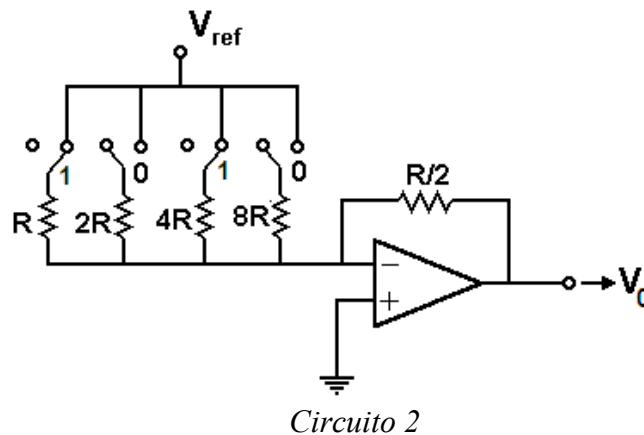
Construya en el panel el circuito 1 ($R_1 = 4.7 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$). La onda triangular será generada usando el generador de funciones. Fije una frecuencia de 1 kHz, una amplitud de 1 V, un ciclo de trabajo del 50% y un “DC offset” nulo. Confirme estos valores con ayuda del osciloscopio antes de la conexión a la entrenadora.

Mida la señal de salida y la señal V2 usando los canales CH1 y CH2 del osciloscopio. Mida los valores de tensión mínimo, máximo y promedio de la señal de salida y la diferencia de fase con la señal V2. Compare los valores experimentales con los valores proporcionados por la simulación y el cálculo teórico. Mida la señal de voltaje en la entrada inversora del

amplificador operacional con el osciloscopio y discuta la validez del Principio de Cortocircuito Virtual ($V_+ = V_-$)

Determine experimentalmente los valores máximo y mínimo de V_1 que podemos añadir a la señal V_2 sin que sature el AO. Tenga en cuenta que, para determinar el valor mínimo, será necesario cambiar las conexiones hechas en la fuente PROMAX para poder obtener valores V_1 negativos. Mida las tensiones de saturación del AO en cada caso y comente los resultados comparándolos con los valores simulados.

A continuación, construya en el panel de la entrenadora el circuito 2. Este circuito es una versión del sumador que acabamos de estudiar al que hemos añadido dos entradas. El circuito puede funcionar como un Convertidor Digital-Analógico de 4 bits.



La figura muestra las conexiones necesarias para producir el código binario ABCD=1010. La cifra más significativa está representada por el conmutador conectado a la resistencia R , mientras que la menos significativa está representada por el conmutador conectado a la resistencia $8R$. Si el bit es '0', dejaremos el circuito abierto sin conectar a tierra. Por el contrario, si el bit es '1', conectaremos la resistencia a la tensión V_{ref} para añadir una corriente adicional a lazo de realimentación negativa.

Use la resistencia de $1\text{ K}\Omega$ como R y aproxime el valor de $2R$, $4R$, $8R$ y $R/2$ por las resistencias de $2.2\text{ k}\Omega$, $4.7\text{ k}\Omega$, $10\text{ k}\Omega$ y $470\text{ }\Omega$, respectivamente. Fije un valor de -1 V para la tensión V_{ref} usando la salida de la fuente de tensión S1. Se escoge un valor negativo para obtener valores positivos a la salida del circuito (V_0)

Reproduzca los códigos binarios entre 0000 y 1111 con un paso de 1 bit usando los conmutadores y anote los valores de tensión medidos en la salida del circuito. Compare con los valores que proporciona un análisis teórico del circuito.

LA AUSENCIA DE UNIDADES SE PENALIZARÁ. LAS GRÁFICAS DEBEN TENER LOS EJES MARCADOS CON LAS MAGNITUDES REPRESENTADAS Y SUS UNIDADES CORRESPONDIENTES. LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEBEN SER JUSTIFICADOS CONVENIENTEMENTE. EN CASO CONTRARIO NO SE TENDRÁN EN CUENTA.