

## Sesión S6 - 2016/2017

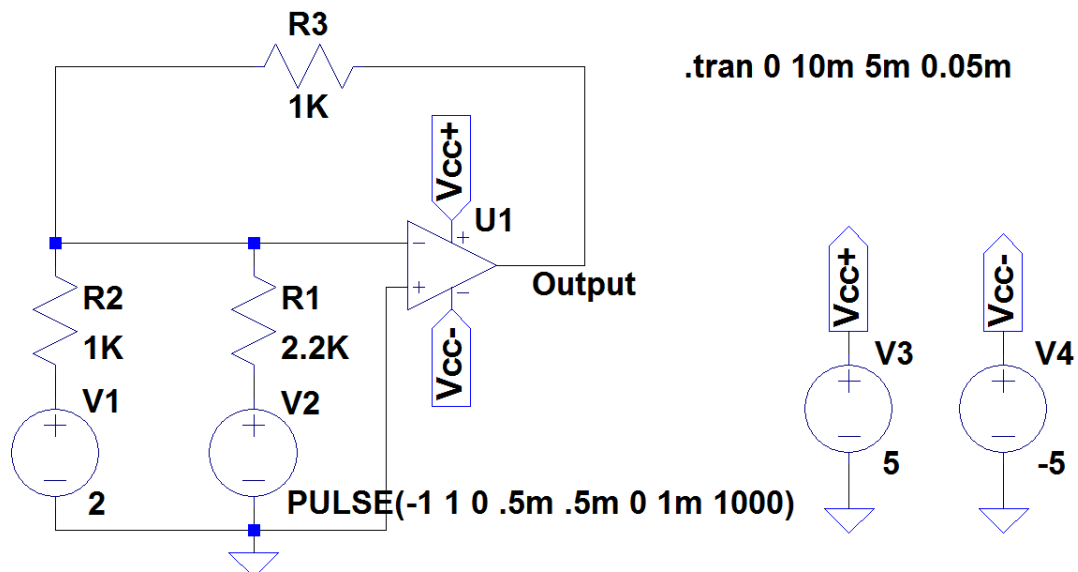
### 1. TRABAJO PREVIO: Simulación- LTspice IV y cálculos teóricos

Es **OBLIGATORIO** para la realización de la práctica, realizar con anterioridad estos estudios de simulación y cálculos teóricos. **ESTOS TRABAJOS TENDRÁN QUE PRESENTARSE IMPRESOS AL PROFESOR DEL GRUPO ANTES DE LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA. EN CASO CONTRARIO, LA CALIFICACIÓN DE LA SESIÓN SERÁ SUSPENSO.**

#### Mezclado de señales AC y DC usando amplificadores operacionales

Dibuja el esquema del siguiente circuito en LTspice. Usa una fuente DC de 2 V para V1, una onda triangular como fuente V2 y un modelo universal de amplificador operacional (Universal OpAmp). Este modelo puede encontrarse en la carpeta OpAmp 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, estaréis creando una onda triangular. LTspice produce una función que aumenta y disminuye linealmente entre dos valores dados ( $V_{\text{initial}}$  y  $V_{\text{on}}$ ). Fija una onda triangular a 1 KHz con una amplitud de 1V desde el menú usando:  $V_{\text{initial}}(\text{V})=-1\text{V}$ ,  $V_{\text{on}}(\text{V})=1\text{V}$ ,  $T_{\text{delay}}(\text{s})=0$ ,  $T_{\text{rise}}(\text{s})=0.5\text{m}$ ,  $T_{\text{fall}}(\text{s})=0.5\text{m}$ ,  $T_{\text{on}}(\text{s})=0$ ,  $T_{\text{period}}(\text{s})=1\text{m}$ ,  $N_{\text{cycles}}=1000$ .

Finalmente, añade las fuentes de tensión V3 y V4 y conéctalas a los terminales de alimentación del AO a través de etiquetas como muestra la figura.



Introduce una simulación en modo transitorio para obtener unos pocos ciclos (5-10) de la tensión de salida.

1. Determina los valores de tensión máximo y mínimo de la señal de salida. Calcula el valor promedio.
2. Dibuja en el mismo gráfico la tensión V2 y la tensión de salida (“Output”) y determina la diferencia de fase entre ambas señales.
3. Calcula teóricamente el valor de la tensión de salida usando el modelo lineal del OpAmp y compara con los valores obtenidos de la simulación.
4. Cuáles son los valores máximos y mínimos que V1 puede tomar sin saturar el AO? Usa LTspice para encontrar dichos valores.

**Nota:** Para la realización de esta práctica serán necesarias las bolsas de cables 1 y 2.

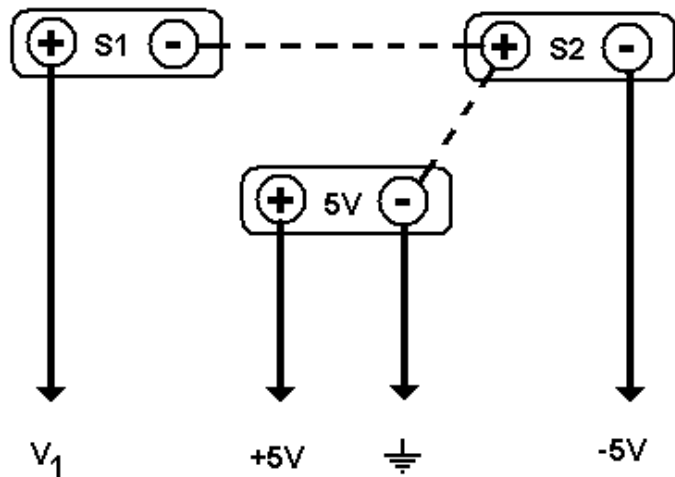
## 2. Experimental

Los objetivos de la sesión son:

- 1) Montar un circuito basado en AO para mezclar señales AC y DC. La señal AC será una onda triangular suministrada por el generador de funciones.
- 2) Construir un convertidor básico de 4 bit basado en AO.

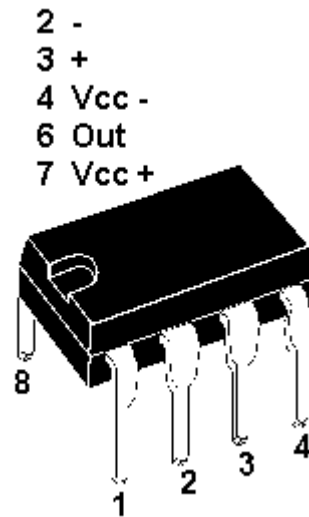
### Introducción al uso de Amplificadores Operacionales

Los Amplificadores Operacionales serán alimentados usando la Fuente de tensión DC PROMAX. Usaremos las tres salidas independientes de la fuente (S1, S2 and 5V), cortocircuitando el terminal negativo de S2 y el terminal negativo de la salida con tensión fija de 5 V usando cables como muestra la figura.

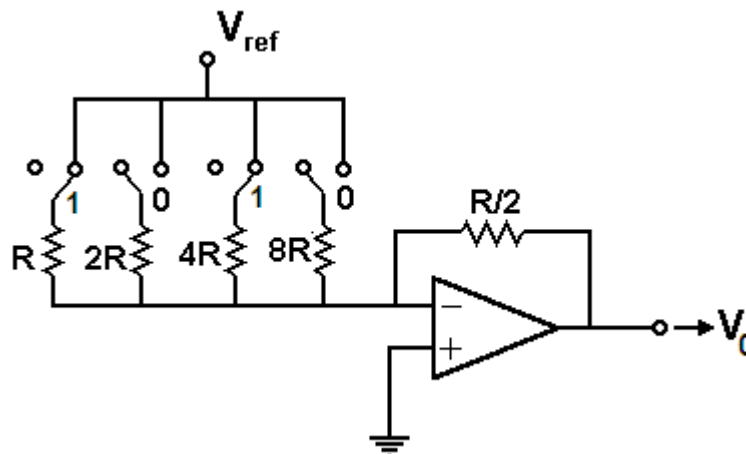


Se usará S1 para generar una señal de 2V de tensión DC ( $V_1$ ), mientras que las salidas +5V and -5V servirán para alimentar el AO simétricamente. Es importante comprobar que las fuentes S1 y S2 trabajan en modo independiente (la FUNCION **INDEP** en el panel frontal debería estar seleccionada).

La siguiente figura muestra el esquema de pines de un amplificador operacional 741. Los pines 1, 5 y 8 se dejarán en circuito abierto porque no se usarán en este laboratorio.



- 1) Monta el circuito simulado usando los valores mostrados. La onda triangular será generada usando el generador de funciones. Fija una frecuencia de 1 KHz, una amplitud de 1 V, un ciclo de trabajo del 50% y un “DC offset” nulo. Con el fin de confirmar esos valores, visualiza la señal de salida con tu osciloscopio antes de la conexión a tu placa de inserción.
  - a) Usando el osciloscopio, mide la señal de salida y la señal V2 usando los canales CH1 y CH2. Encuentra la diferencia de fase entre ambas señales y mide los valores máximo y mínimo de la señal de salida. Determina el valor promedio. Compara los valores experimentales con los valores proporcionados por la simulación y el cálculo teórico.
  - b) Usando el osciloscopio, mide la señal de voltaje en la entrada inversora del amplificador operacional y discute la validez del Principio de Cortocircuito Virtual ( $V_+ = V_-$ ).
  - c) Cambiando el valor de V1, determina los valores máximo y mínimo de V1 que podemos añadir a la señal AC sin que sature el AO. Ten en cuenta que, para determinar el valor mínimo, será necesario cambiar las conexiones hechas en la fuente PROMAX para poder obtener valores V1 negativos.
  - d) Mide las tensiones de saturación del AO y comenta los resultados comparando con los valores simulados.
- 2) Monta el siguiente circuito, que podría actuar 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.

Usa la resistencia de 1 K $\Omega$  como R y aproxima el valor de 2R, 4R, 8R y R/2 por las resistencias de 2.2 K $\Omega$ , 4.7 K $\Omega$ , 10 K $\Omega$  y 470  $\Omega$ , respectivamente. Fija 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 ( $V_0$ ).

- a) *Usando los conmutadores, anota los valores de tensión medidos en la salida del circuito para todos los códigos binarios entre 0000 y 1111 con un paso de 1 bit.*
- b) *Calcula el valor teórico esperado del conjunto de resistencias y tensión de referencia  $V_{ref}$  empleados, y compara con los resultados experimentales.*