

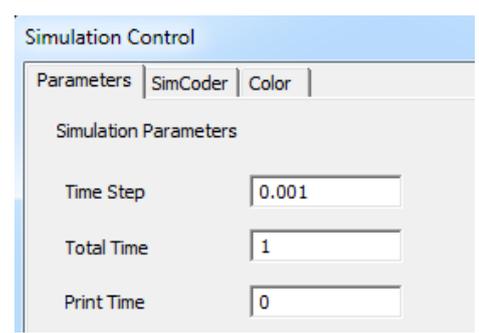
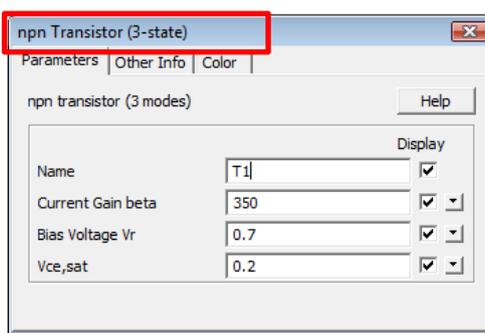
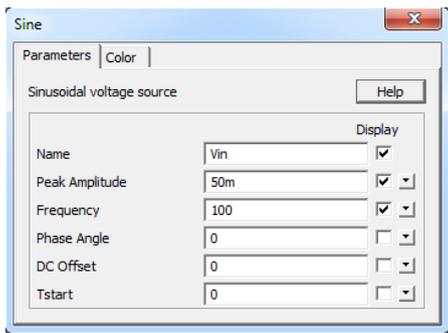
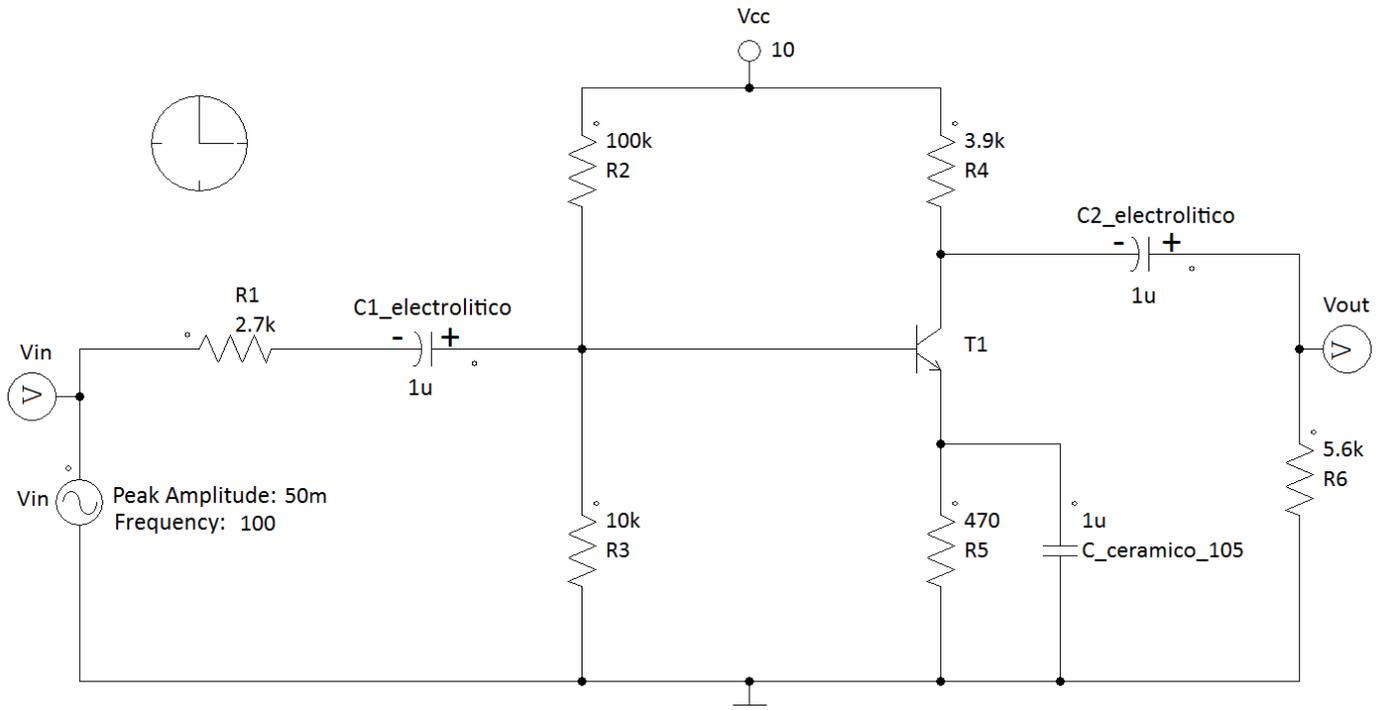


## Práctica 3: Amplificadores de pequeña señal

### EJERCICIO 1: Amplificador de pequeña señal de 1 etapa (PSIM)

Diseñar, en el PSIM, el circuito de la figura, con la siguiente configuración, :

- ✓ La fuente de tensión alterna con una tensión de pico de 50mV y una frecuencia de 100 Hz.
- ✓ El transistor tiene una  $V_{BE}$  de 0.7V, una  $V_{CE SAT}$  de 0.2 V y una ganancia ( $\beta$ ) de 350, como se indica en la imagen inferior izquierda.
- ✓ Configurar la simulación (*Simulation Control*) para representar un tiempo de 1 segundo (*Total Time*) con una resolución de 0.001 segundos (*Time Step*), como se indica en la figura inferior derecha.



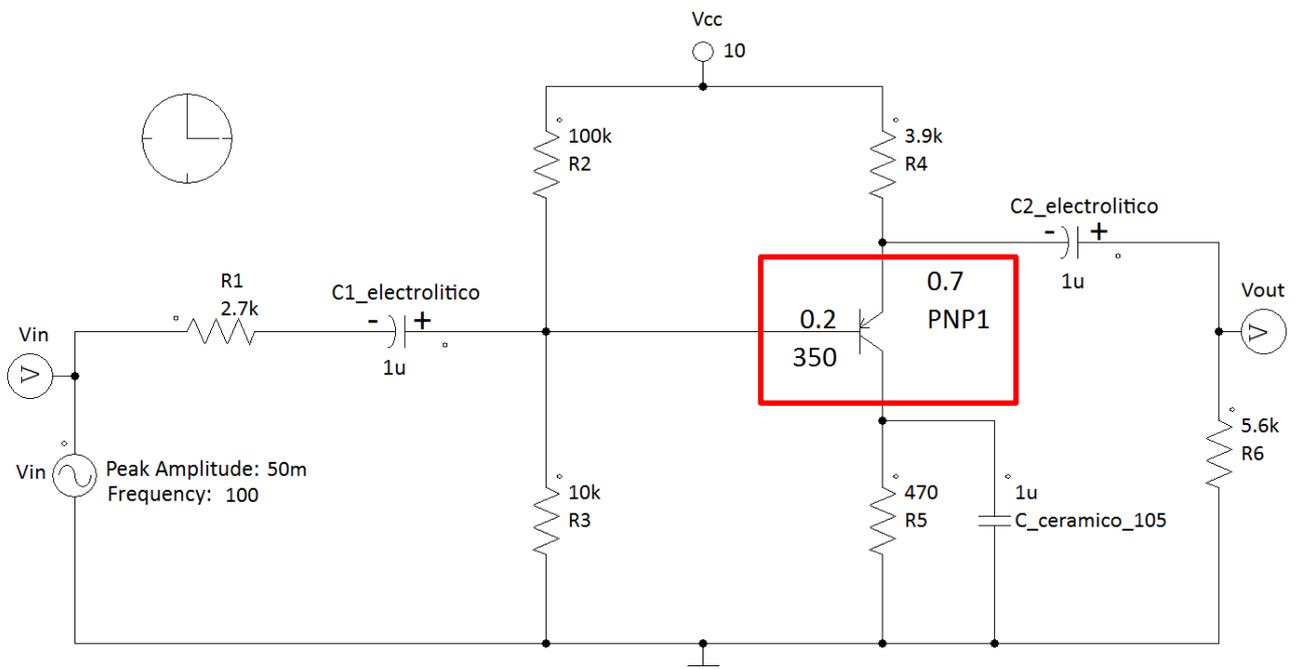
Ubicación de los elementos en PSIM:

- ✓ Condensador electrolítico: *Elements > Power > RLC branches > Capacitor (electrolytic)*
- ✓ Transistores NPN: *Elements > Power > Switches > **npn transistor (3-state)***
- ✓ Fuente de alimentación DC: *Elements > Sources > Voltage > Grounded DC (circle)*
- ✓ Sonda con un único terminal: *Elements > Other > Probes > Voltage probe*



Se pide:

- 1.1) Visualizar las señales de entrada ( $V_{in}$ ) y salida ( $V_{out}$ ), en un intervalo de tiempo en el que **la señal se encuentre estabilizada** (por ejemplo, a partir de 0.5 segundos), indicando las tensiones de pico de ambas señales.
- 1.2) Calcular, aproximadamente, el *desfase existente entre las señales de entrada y salida*. Razonar la respuesta.
- 1.3) ¿Para qué vale el **condensador del emisor**? Eliminarlo e indicar qué efecto se observa en la forma de onda de salida con respecto al caso anterior (en caso de observar alguno).
- 1.4) Eliminar el **condensador a la entrada** del circuito. Indicar qué efecto se observa en la forma de onda de salida. Restaurar el condensador de entrada y eliminar el **condensador a la salida**. Indicar qué efecto se observa en la forma de onda de salida con respecto al caso anterior.
- 1.5) Cambiar el valor de los dos condensadores electrolíticos de entrada y salida a 10uF. Analizar los resultados.
- 1.6) Calcular la ganancia de tensión de este circuito,  $A_V = V_{in}/V_{out}$ .
- 1.7) Medir el punto de trabajo del transistor,  $Q = (V_{CE}, I_C)$ , e indicar en qué estado se encuentra.
- 1.8) Cambiar el transistor NPN por un transistor PNP(3-state), configurándolo con la misma ganancia, tensión umbral y tensión de saturación que el NPN anterior, y conectándolo como se muestra en la figura. Visualizar las señales de entrada y salida y razonar qué es lo que se observa.

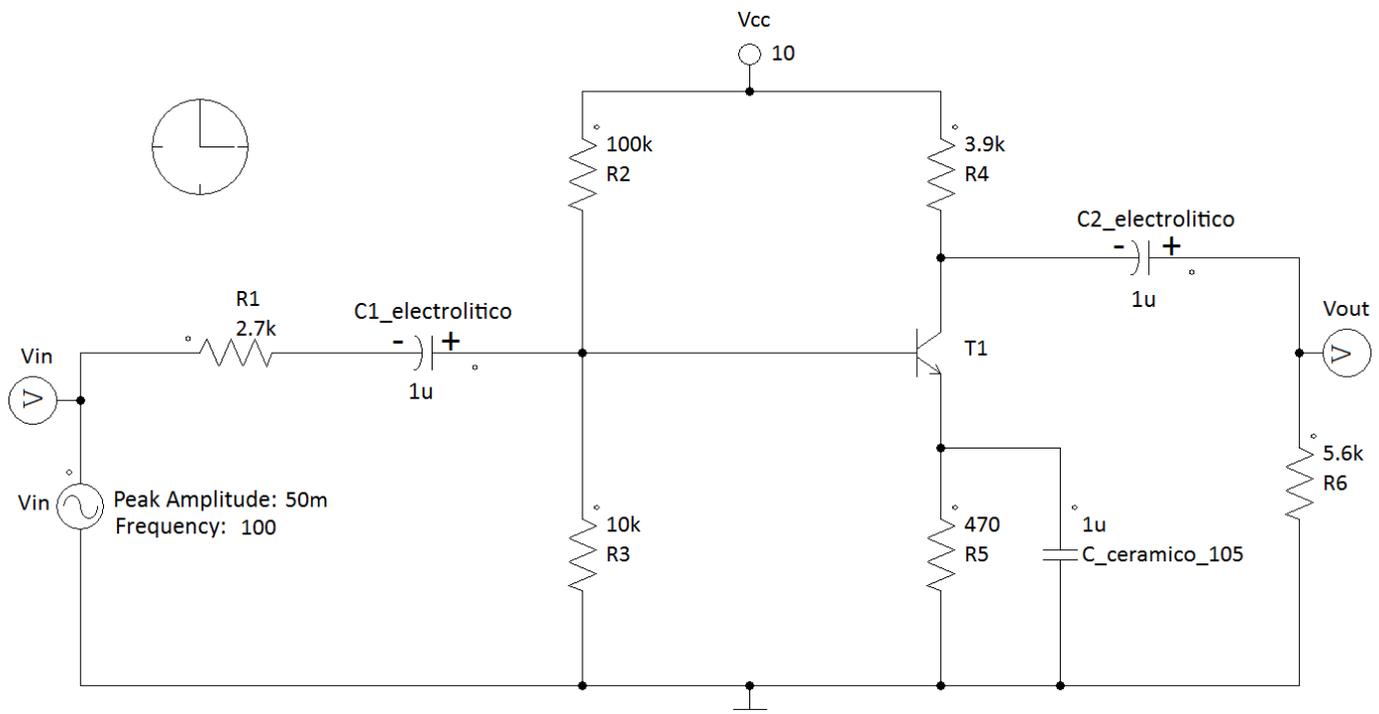




## EJERCICIO 2: Amplificador de una etapa (PROTOBOARD)

Montar el circuito de la figura inferior en la placa protoboard, teniendo en cuenta que **DEBEMOS USAR TANTO LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN (DC) COMO EL GENERADOR DE FUNCIONES (AC)**, de la siguiente forma:

- ✓ **V<sub>in</sub>** se insertará mediante el **GENERADOR DE FUNCIONES (AC)** con una señal senoidal, de frecuencia de 100 Hz y una amplitud de **-10 dBm** (para simular pequeña señal,  $-10\text{dBm} = 0.1\text{mW} = 100\mu\text{W}$ ), **conectada entre Vin y masa.**
- ✓ **V<sub>cc</sub>** se insertará mediante **LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN (DC)**, conectándola entre el punto señalado como **V<sub>cc</sub> (cocodrilo ROJO)**, y el punto señalado como **masa (cocodrilo NEGRO)**.
- ✓ Tendremos que conectar los dos canales del **OSCILOSCOPIO**: el Canal 1 a la entrada (V<sub>in</sub>), y el Canal 2 a la salida (V<sub>out</sub>). **La punta retráctil de cada sonda se conectará al punto que deseamos (V<sub>in</sub> y V<sub>out</sub>), y el cocodrilo de cada sonda se conectará a la MASA del circuito.**
- ✓ **ANTES DE ENCENDER NADA, AVISAR AL PROFESOR PARA QUE REVISE EL CIRCUITO. SE RUEGA TENER ESPECIAL CUIDADO CON LA COLOCACIÓN DE LOS CONDENSADORES ELECTROLÍTICOS.**



CONDENSADORES CERÁMICOS:	CONDENSADORES ELECTROLÍTICOS:	TRANSISTORES:
<p>104 10 + 4 ceros 100.000pF o 100nF o 0,1uF</p> <p>101: 100 pF 681: 680pF 102: 1nF 222: 2,2nF 103: 10nF 333: 33nF 473: 47nF 104: 100nF 334: 330nF</p>	<p>PATA LARGA (+) (-) PATA CORTA</p>	<p>BC 547 or BC 557</p> <p>1 = Collector 2 = Base, 3 = Emitter</p>



Se pide:

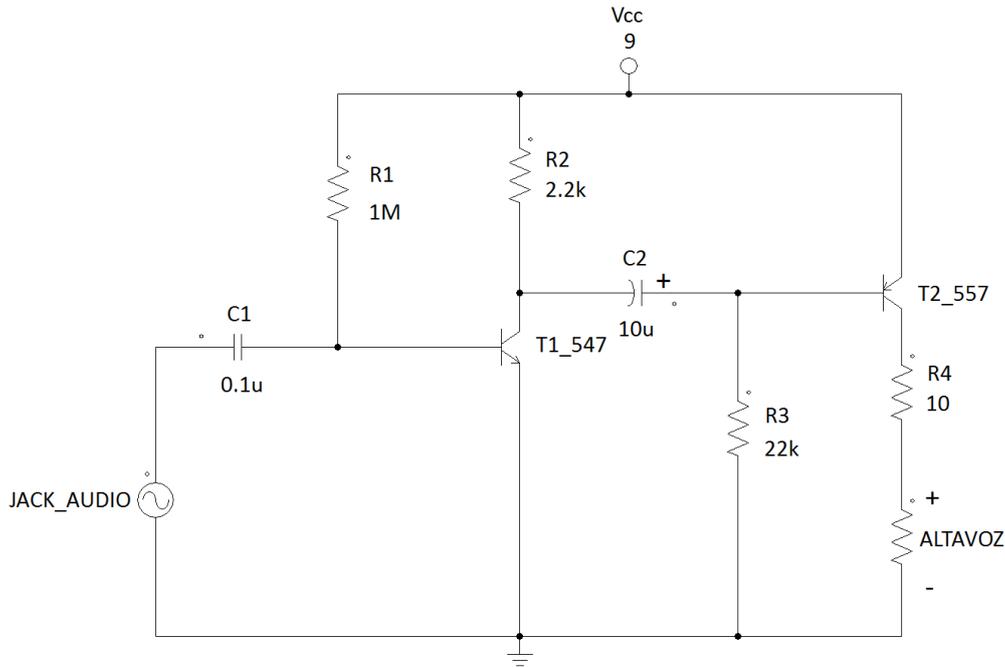
- 2.1) Visualizar las señales de entrada ( $V_{in}$ ) y salida ( $V_{out}$ ) en el osciloscopio, indicando las tensiones de pico de ambas señales.
- 2.2) Calcular, aproximadamente, el ***desfase existente entre las señales de entrada y salida***. Razonar la respuesta.
- 2.3) Calcular la ganancia de tensión del sistema ( $A_v = V_{in}/V_{out}$ ). Comprobar que se corresponde con la ganancia calculada con el PSIM.



### EJERCICIO 3: Amplificador de audio de dos etapas (PROTOBOARD)

Para este circuito, se dispone del siguiente material adicional, con el que se desea montar un pequeño amplificador de audio:

- ✓ Un conector de audio Jack Hembra
- ✓ Un cable de audio Jack Macho – Jack Macho
- ✓ Un altavoz de 8 Ohms
- ✓ Un transistor NPN (547A o 547B) y un transistor PNP (557C), que tendremos que manejar con cuidado a la hora de conectarlo en la protoboard.



CONDENSADORES CERÁMICOS:	CONDENSADORES ELECTROLÍTICOS:	TRANSISTORES:

Se pide:

- 1) Montar el amplificador, con cuidado de cómo se conecta cada uno de los dos transistores, y **TENIENDO CUIDADO DE COLOCAR EL CONDENSADOR ELECTROLÍTICO EN EL SENTIDO INDICADO.**
- 2) Conectar el Jack de audio a la entrada del sistema (en lugar de la fuente ENTRADA\_AUDIO)
- 3) Conectar el altavoz en el lugar de la resistencia "ALTAVOZ" (que equivale a una R de 8 ohms).  
**CON CUIDADO DE CONECTAR EL ALTAVOZ EN LA POLARIDAD ADECUADA**
- 4) Conectar el circuito a la alimentación del sistema, reproducir una canción y comprobar que el amplificador funciona correctamente.



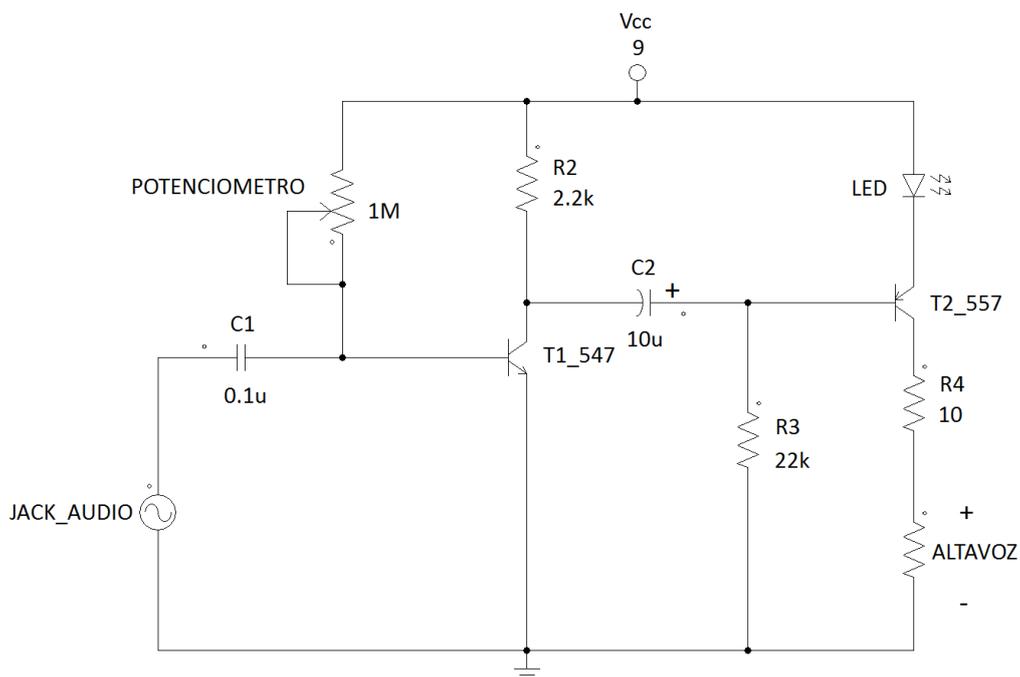
### EJERCICIO 4: Amplificador de audio de dos etapas CON control de volumen y LED indicador de encendido (PROTOBOARD)

Modificar el circuito anterior para incluir un control de volumen (a través de un potenciómetro), y un diodo LED para indicar el estado del transistor de la etapa de salida.

Para ello:

- 1) Sustituir la resistencia R1 de 1M por un potenciómetro de 1 M, conectando los terminales del potenciómetro (o reostato) de la forma adecuada.
- 2) Añadir un LED en el emisor del transistor PNP.

El circuito final quedaría como el que se muestra en la figura:



Reproducir música de nuevo y comprobar qué pasa al mover el dial del potenciómetro entre el valor máximo (1 MOhm) y el valor mínimo (0 MOhms), razonando en qué estado se encuentran los transistores en cada uno de los dos casos.

**Nota:**

En caso de querer simular este circuito con el PSIM, los potenciómetros (o reostatos/reóstatos) se encuentran en ELEMENTS>POWER>RLC BRANCHES>RHEOSTAT, en los que hay que conectar el terminal intermedio de la forma apropiada a uno de los terminales extremos (da igual a cuál).