

PRÁCTICA 1. AMPLIFICADORES MONOETAPA CON BJT

1. Objetivo

El objetivo de la práctica es comprobar experimentalmente la amplificación de dos monoetapas con un transistor BJT (emisor común y colector común) y caracterizar ciertos parámetros de estos transistores.

2. Material necesario

Para el desarrollo de la práctica se usarán las placas de circuito impreso entregadas al efecto, así como un destornillador pequeño para cambiar los valores de los potenciómetros. Aparte, será necesario el material normal de laboratorio (fuentes de alimentación, voltímetro y osciloscopio).

3. Conocimientos previos

Para el desarrollo de la práctica, se suponen en el alumno conocimientos básicos del montaje en emisor y colector común, y de los modelos de pequeña señal de los mismos.

A modo de recordatorio, las ecuaciones del circuito en *emisor común* son:

Si no existe resistencia conectada entre el emisor y tierra, las siguientes características de pequeña señal son aplicables:

$$\begin{aligned} R_i &= r_\pi \\ A_v &= h_{fe} (R_c \parallel r_o) / (R_s + r_\pi) \\ R_o &= R_c \parallel r_o \\ \omega_{H=} &= 1 / [(R_s \parallel r_\pi) C_\mu g_m R_c] \end{aligned}$$

Estando relacionadas las variables de pequeña señal con el nivel de polarización¹ a través de:

$$\begin{aligned} g_m \cdot r_\pi &= h_{fe} \\ g_m &= I_{C^Q} / V_t \\ r_o &= V_{AF} / I_{C^Q} \end{aligned}$$

siendo R_s la resistencia de la fuente, aproximadamente igual a 50W.

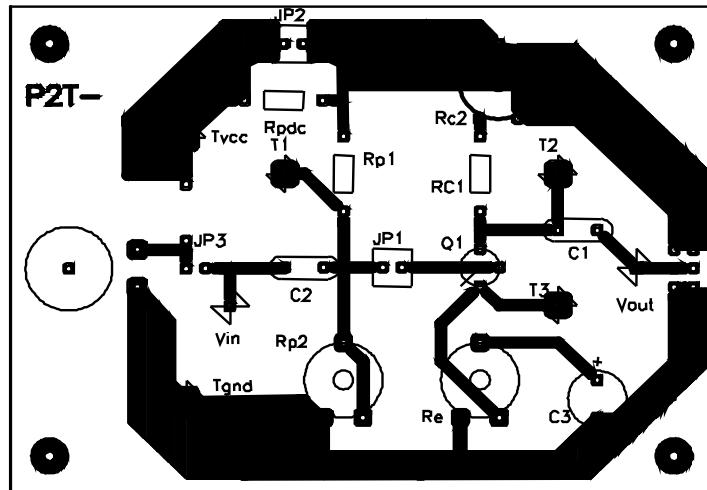
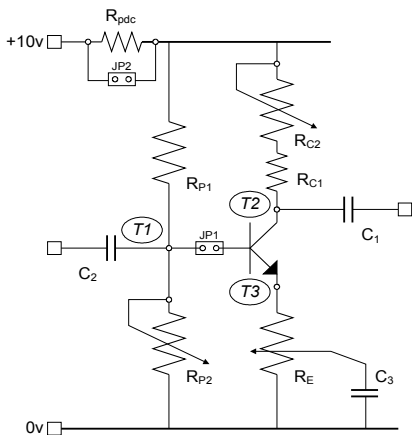
4. Realización de la práctica

La práctica se divide en dos partes bien diferenciadas. La primera de ellas estudia la polarización del transistor en emisor común, y su amplificación, para lo que usaremos la placa 1. En la segunda parte haremos lo mismo con la placa 2, estudiando el circuito en colector común.

¹ Con la intensidad de colector en polarización: I_{C^Q} en particular

4.1. Circuito en Emisor Común.

Se usará la placa 1, cuyo esquema y PCB se muestran a continuación. Conviene notar que los potenciómetros RP2 y RC2 sirven para variar los valores de las resistencias situadas entre la base y tierra y entre el colector y alimentación, respectivamente. El potenciómetro RE, sin embargo, no varía el valor de la resistencia de emisor, que será siempre 2k2, sino el punto en el que se conecta el condensador C3, desde totalmente cortocircuitado hasta en paralelo con RE.



Transistor npn	2n2222a	
Rpdc	100 Ω	5%, 1/4w
Rp1	47k Ω	5%, 1/4w
Rp2	100k Ω	Mono-vuelta, 0.15w
Rc1	47 Ω	5%, 1/4w
Rc2	10k Ω	Mono-vuelta, 0.15w
Re	2.2k Ω	Mono-vuelta, 0.15w
C1, C2	220nF	Cerámico
C3	10uF	Electrolítico

4.1.1 Polarización en activa

En este apartado se va a situar el transistor en activa usando RP2. Se procederá de la siguiente manera:

- Los puentes JP1/JP2 cerrados.
- Ajustar RC2 aproximadamente a 5K
- Conectar alimentación (10V) y tierra
- Modificando el valor del potenciómetro RP2, obtener el valor de VT2 que se indica y anotar las mediciones solicitadas, calculando el valor de ICQ en función de las tensiones calculadas en cada caso.

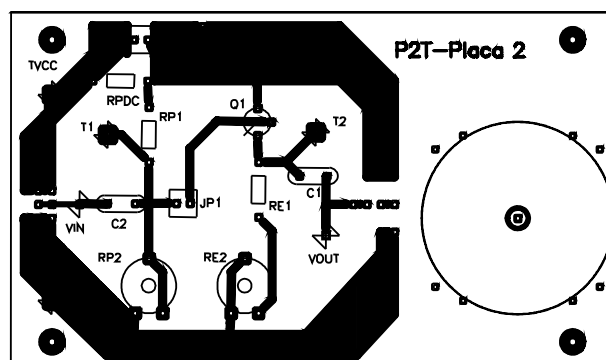
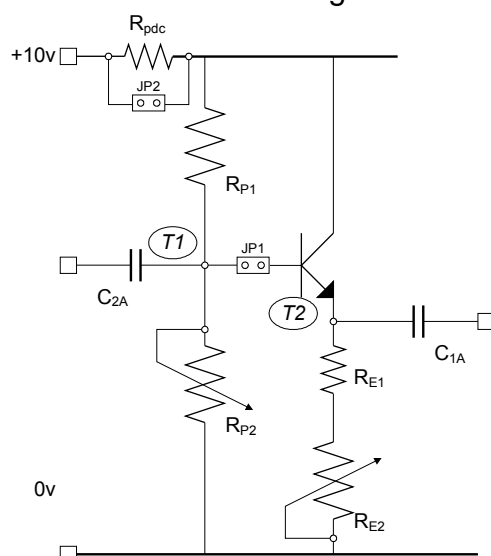
4.1.2 Amplificación en emisor común de una señal

En el apartado anterior se han visto diferentes puntos de polarización del circuito. Ahora vamos a quedarnos en uno concreto y a amplificar una señal senoidal proveniente del generador de señal. La entrada del circuito se aplicará entre la base del BJT y tierra, y la salida se medirá entre el colector y tierra. Tanto a la entrada como a la salida se han colocado condensadores de desacoplo (C1 y C2) para evitar que la componente de continua de la señal afecte a la polarización.

- Ajustar $R_{P2}=25K$, y mover R_{C2} hasta que $V_{T2}=7V$.
- Colocar R_E de forma que C3 esté en paralelo con la resistencia. Así se está eliminando la resistencia en pequeña señal, ya que los condensadores en pequeña señal se comportan como cortocircuitos.
- Generar una onda senoidal de 10kHz con las amplitudes pico a pico indicadas en la hoja de resultados e introducirla en la entrada del circuito.
- Comprobar la forma de onda de salida cuando la entrada es de 100mV. ¿Es senoidal? ¿Por qué?
- Medir las amplitudes pico a pico de la salida para distintas frecuencias. Calcular la ganancia de tensión y dibujar el diagrama Bode.
- Variar la frecuencia de la entrada hasta que la ganancia experimente una caída de 3dB (el cuadrado de la tensión de salida sea la mitad), calculando de esta forma la frecuencia superior de corte.
- Calcular la tensión Early que caracteriza este transistor midiendo a partir de dos valores de polarización la pendiente de la curva (en activa) de la característica estática del transistor.

4.2. Circuito en Colector Común

Para la segunda parte de la práctica, se usará la placa 2, que implementa el circuito en colector común. En la figura se muestra el esquema y el fotolito de la misma:



Transistor npn	2n2222a	
R _{pd}	100 Ω	5%, 1/4w
R _{p1}	47k Ω	5%, 1/4w
R _{p2}	100k Ω	Mono-vuelta, 0.15w
R _{e1}	470 Ω	5%, 1/4w
R _{e2}	2.2k Ω	Mono-vuelta, 0.15w
C1, C2	1uF	cerámico

4.2.1. Amplificación del colector común

El colector común presenta ganancia unitaria, por lo que en esta configuración estamos interesados en comprobar el correcto rango dinámico y linealidad de este montaje.

Para ello procederemos con los siguientes pasos:

- Fijar el puente JP1 cerrado
- Posicionar R_{p2}=50k
- Conectar la alimentación y tierra al circuito
- Modificar R_{e2} hasta obtener una tensión estática en V_{T2} de valor 2v
- Generar una senoide de frecuencia 10kHz con la amplitud pico a pico indicada y aplicarla al circuito.
- Aumentar la frecuencia hasta que la salida caiga 3dB. Anotar la frecuencia superior de corte.

5. Memoria de resultados

i) EMISOR COMÚN

▪ **Polarización en activa:**

Calcular la corriente I_C en diversos puntos de polarización:

V_{T2}	V_{T1}	V_{T3}	I_C
4V			
5V			
6V			
7V			

▪ **Amplificación del emisor común:** JP1/JP2 cerrado, C_3 conectada al emisor ($R_E=0$ en pequeña señal)

Senoide frecuencia 10kHz

V_S^{PP}	V_{T1}^{PP}	V_{T2}^{PP}	V_{T3}^{PP}	A_V
20mV				
40mV				
100mV				

▪ **Diagrama de Bode:** Con 20 mV de V_S^{PP} a 10KHz anotar el valor pico a pico de la entrada. Rellenar los valores de la siguiente tabla.

f (Hz)	50	500	10k	100k	500k	1M	2M
V_S^{PP}							
A_V							

Indicar la frecuencia a la que se produce la caída de 3dB superior.

f_H	
-------	--

▪ **Tensión Early:** Calcular la tensión Early mediante los valores de I_C^Q a partir de los siguientes valores:

V_{CE}	R_C	V_C
1V		
5V		

ii) COLECTOR COMÚN

- **Amplificación del colector común:** $R_{P2}=50k$, modificar R_{E2} para obtener $V_{T2}=2v$

V_S^{PP}	V_{T1}^{PP}	V_{T2}^{PP}	V_{T3}^{PP}
1V			
3V			

Indicar la ganancia experimental obtenida. ¿Es la misma que la esperada teóricamente?

Av	
----	--

Indicar la frecuencia a la que se produce la caída de 3dB superior.

f_H	
-------	--

6. Cuestiones previas

Entregar antes del comienzo de la práctica

NOMBRE: _____

1. ¿Cómo se obtendría la I_C^Q si polarizamos a una V_C conocida?

2. Calcular la expresión matemática de la tensión Early (V_{AF}) conocidos dos puntos de polarización (V_{CE1}^Q, I_{C1}^Q), (V_{CE2}^Q, I_{C2}^Q).

3. A partir de los valores de la siguiente tabla:
 - a. Obtener la frecuencia ω_H para el montaje en emisor común.

 - b. Teniendo en cuenta los valores típicos (orden de magnitud) de los parámetros de pequeña señal, ¿cuál sería la ganancia esperada del montaje en emisor común sin resistencia de emisor en pequeña señal?

C_π	C_μ	R_s	I_C^Q	R_c
50pF	22pF	50Ω	1.45mA	2kΩ

ω_H	A_v

4. Si se quisiera conectar un altavoz a la salida de un circuito amplificador, ¿lo conectarías a la etapa en emisor común o a la etapa en colector común? ¿Por qué?