

ESTUDIO Y CARACTERIZACIÓN DE UN TRANSISTOR BJT.

Matias Alvarado, Santiago Benavides, Gaspar Pirozzi

alvaradomatiasariel@gmail.com, santibenavides3241@gmail.com, gasparpirozzi@gmail.com

Laboratorio 3 1^{er} C 2025 - Martes 14 a 20 hs

Departamento de Física, FCEyN, UBA

Resumen

Durante esta clase analizaremos cómo funciona un transistor en un circuito simple, hallaremos el parámetro (β) de proporción entre las corrientes que circulan por el circuito (I_b e I_c).

1. Primera experiencia.

El circuito utilizado para la experiencia está conformado por dos resistencias, una variable en la rama de la base (R_b) y una fija en la rama del colector (R_c), un transistor y una batería la cual posee dos canales, uno va estar conectado a la rama del colector (V_{cc}), mientras que otro estará conectado a la rama de la base (V_{bb}), y ambos canales también están conectados a tierra. Por último, la rama del emisor del transistor va estar conectada a tierra también cerrando el circuito. En paralelo a cada una de las resistencias mencionadas habrá un voltímetro.

La primera experiencia realizada fue levantar tres curvas de I_c en función de V_{ce} . para esto se

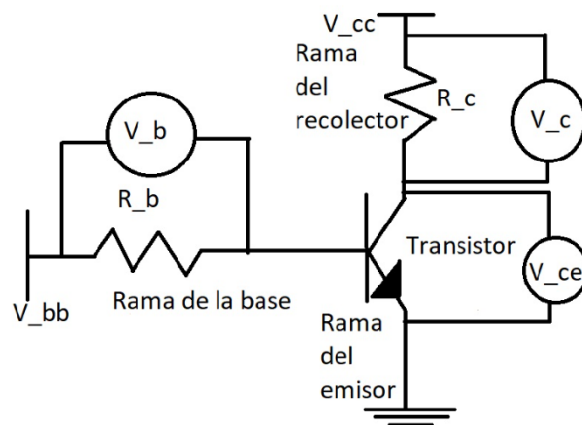


Figura 1

fijaron tres distintas I_b (una para cada curva). Para fijar I_b se le envió un V_{bb} constante, y para obtener tres distintos I_b se varió R_b .

Para obtener los datos se fue variando el voltaje V_{cc} desde la fuente, de esta se obtenían distintos voltajes medidos V_c , los cuales al ser divididos por $R_c = (100 \pm 0.9) \Omega$ daban la corriente que pasa por la rama del colector (I_c). Por otro lado, para obtener V_{ce} se utilizó el voltímetro mostrado

en la figura del circuito. Para la primera tanda de mediciones se establece un $V_b=(4.230\pm0.082)$ V y una $R_b=(100000\pm810)$ Ω , por lo que $I_b=(42.9\pm4.3)$ μ A. A partir de los datos obtenidos se esbozó el siguiente gráfico:

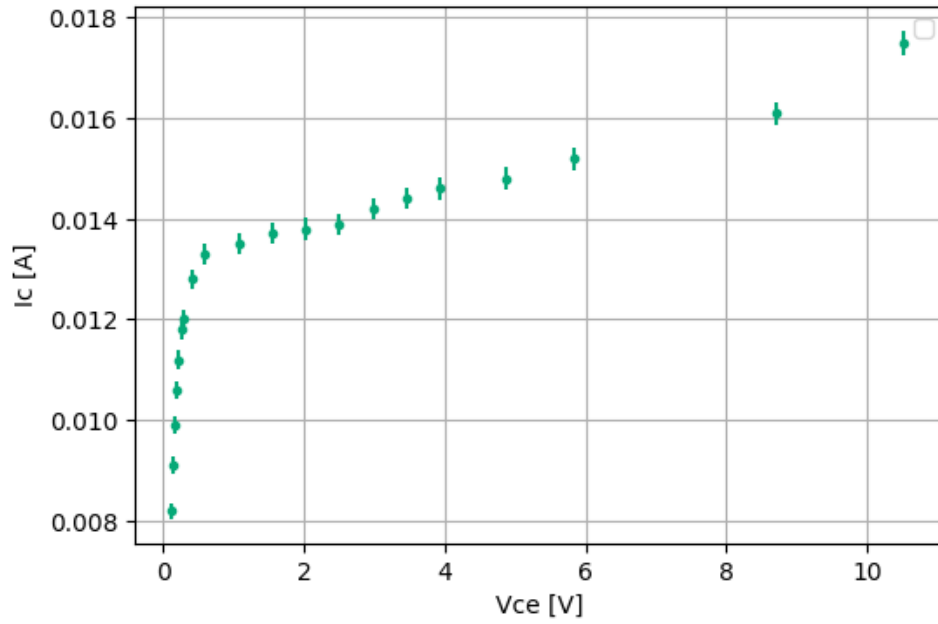


Figura 2

Promediando el valor de I_c en la zona activa se obtuvo una $I_c=(14.82\pm2.16)$ mA, y utilizando la ecuación $I_c = I_b\beta$ se obtuvo un $\beta=(345.450\pm4.074)$. Para la segunda tanda de mediciones se establece un $V_b=(4.290\pm0.031)$ V y una $R_b=(400000\pm3210)$ Ω , por lo que $I_b=(10.72\pm1.29)$ μ A. A partir de los datos obtenidos se esbozó el siguiente gráfico:

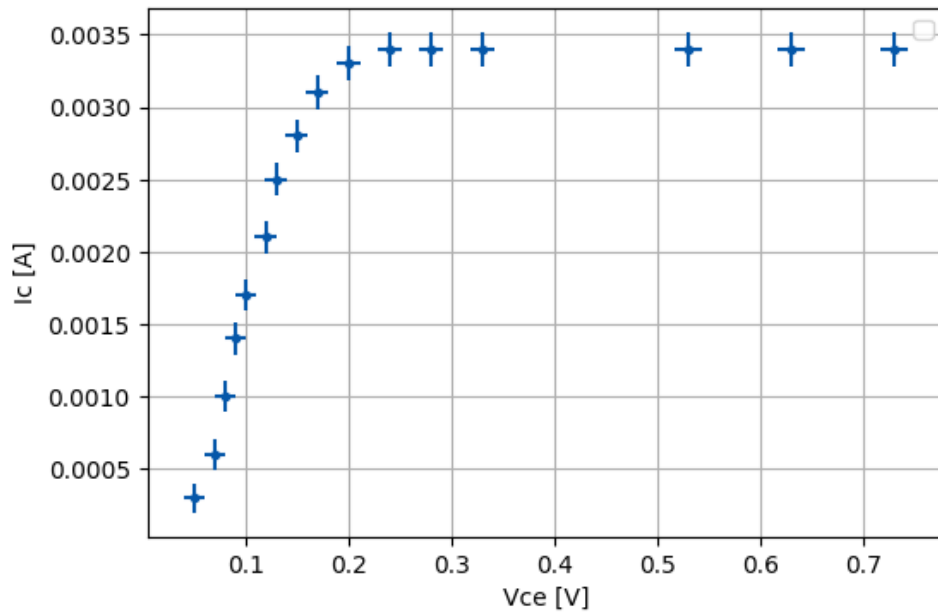


Figura 3

De la misma manera que antes, se obtuvo $I_c=(3.40\pm0.61)$ mA, y utilizando $I_c = I_b\beta$ se ob-

tuvo $\beta=(317.164\pm3.499)$. Para la tercera tanda de mediciones se establece un $V_b=(4.260\pm0.031)$ V y una $R_b=(70000\pm570)$ Ω , por lo que $I_b=(60.86\pm8.14)$ μ A. A partir de los datos obtenidos se esbozó el siguiente gráfico:

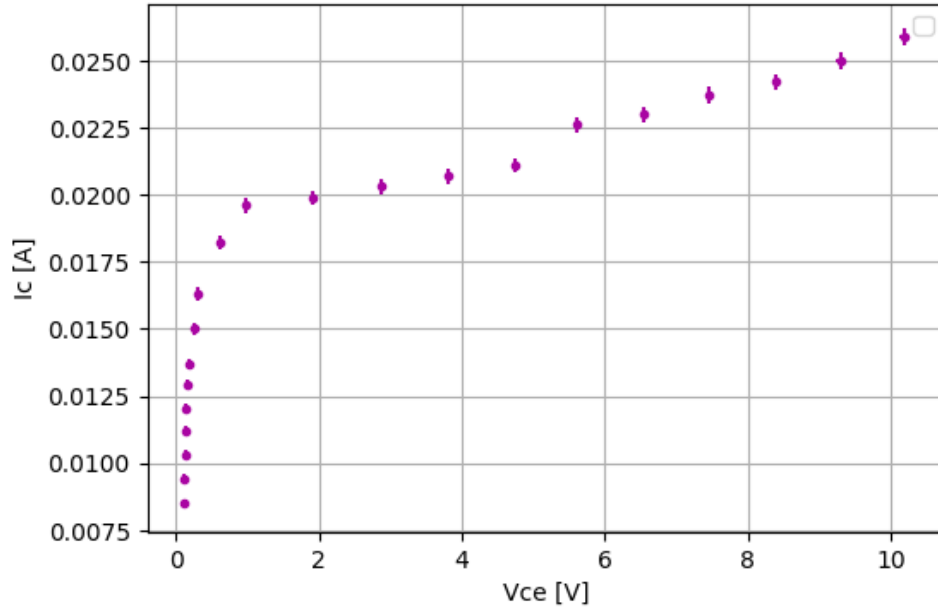


Figura 4

Por último, se obtuvo $I_c=(22.64\pm4.25)$ mA como se dijo anteriormente y a partir de la relación entre I_c e I_b se obtuvo $\beta=(372\pm4.45)$.

Según la hoja de datos del transistor β debería valer alrededor de 450. En los tres casos obtuvimos un β menor a 400, más concretamente valores entre 310 y 380. Esto puede deberse a distintos factores. El primero es que la hoja de datos del transistor nos estima un valor de β para una $I_c=2$ mA, y en la experiencia realizada, si bien se obtuvieron I_c del orden de los mA nunca se utilizó 2 mA concretamente, todas las I_c medidas fueron mayores a 10 mA de hecho. Otro factor que pudo haber afectado al β obtenido fue la temperatura a la que estaba el transistor, ya que al estar siendo utilizado sin descanso durante cada tanda de medición pudo haberse calentado.

Finalmente se modificó un poco el circuito armado con el fin de poder medir la curva de I_b en función de V_{be} . Lo que se hizo fue sacar el multímetro que medía V_{ce} y ponerlo de tal manera que ahora mida V_{be} . Para esto se lo conectó a la rama de la base después de R_b y a la rama del emisor. Además, ahora V_{cc} se mantuvo constante y se comenzó a variar V_{bb} .

Por falta de tiempo solo se pudo medir una curva de I_b en función de V_{be} . Para realizar las mediciones se fue variando los voltajes enviados en la rama de la base (V_{bb}). Para obtener los datos de I_b se dividían los voltajes V_b por la resistencia R_b , y los datos de V_{be} fueron medidos por el mismo multímetro.

Con los datos medidos se realizó el siguiente ajuste no lineal:

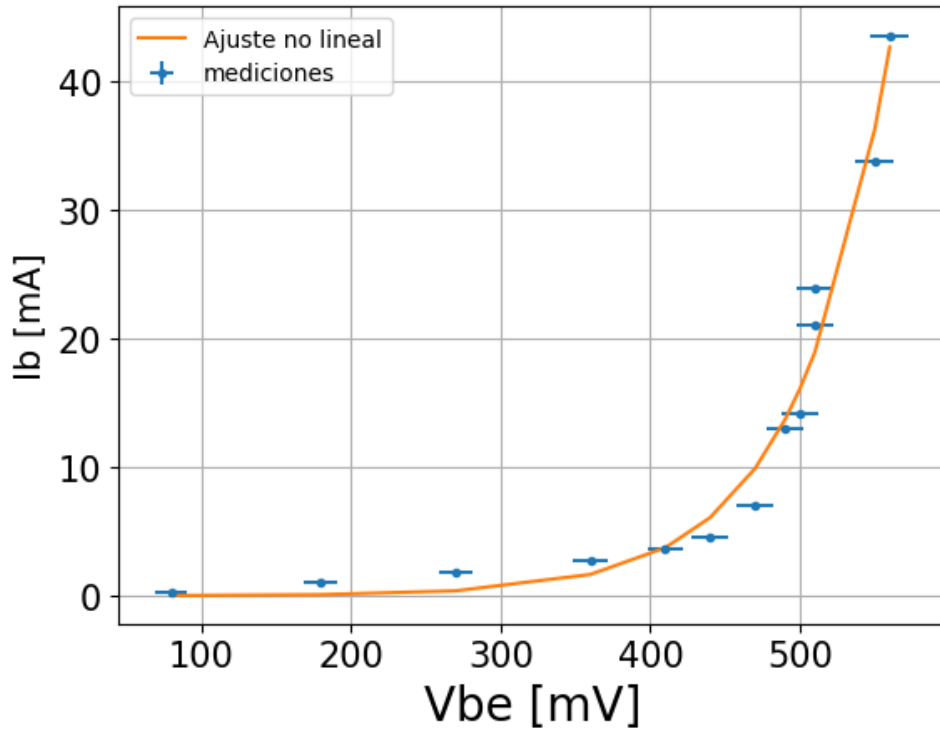


Figura 5

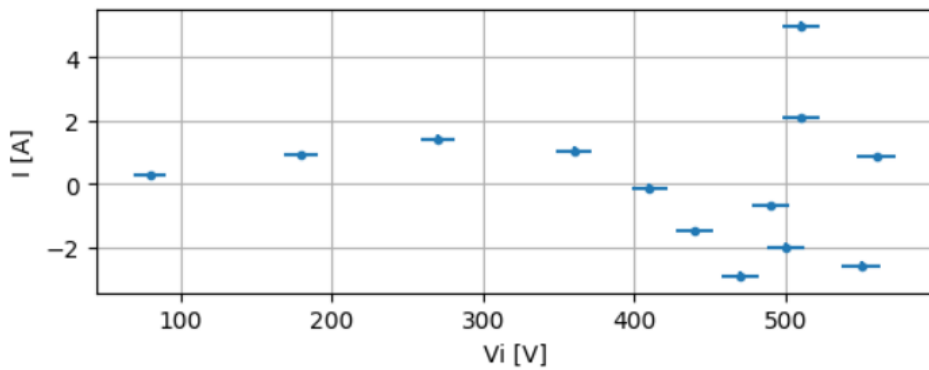


Figura 6

Como se puede observar como el ajuste toca varios datos a partir de los 400 mV. El ajuste reportó un valor de $I_0 = (4.78 \pm 0.31) \mu A$ e $V_t = (30.78 \pm 2.25) mV$. Para corroborar la fiabilidad del ajuste se realizó un gráfico de los residuos el cual no parece tener estructura al a partir de los 400 mV y a pesar de parecer poseer anteriormente por falta de datos se va a elegir confiar en el ajuste el cual reporta valores similares a aquellos predichos por la teoría.

2. Experiencia 2: amplificador emisor común

Para esta segunda parte se buscó mostrar la capacidad del transistor de ser un componente esencial para amplificar señales. El amplificador simulado en LTspice fue un amplificador común emisor, el cual amplifica una señal entrante en la base del transistor y la amplifica en la rama del colector, se llama amplificador emisor porque el este último se encuentra conectado tanto a la base como al colector en este tipo de configuración hace de suelo para las señal V_b y V_c . El circuito se puede observar en la siguiente figura:

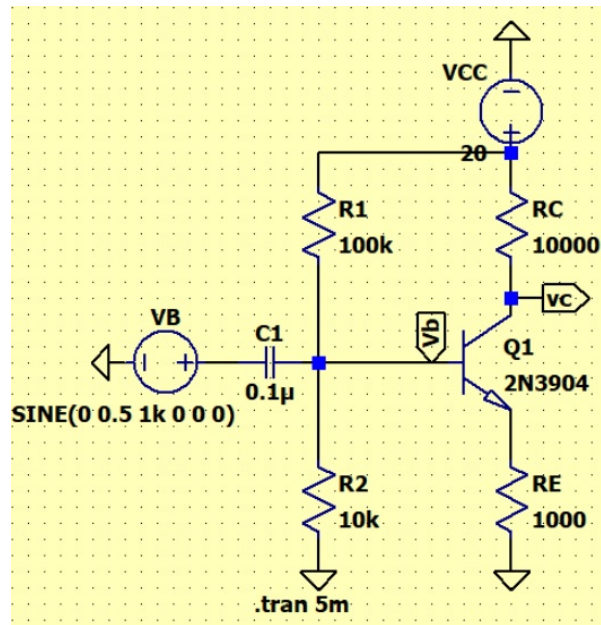


Figura 7

Se introdujo una señal alterna de 0.5 V con una frecuencia de 1 kHz (lejos de la frecuencia de corte del filtro) en la base, la misma se centró alrededor de los 1.8 V gracias al divisor resistivo luego del capacitor de $0.1 \mu\text{F}$. La ganancia del amplificador se encuentra en $A=-10$ debido a que $A = -\frac{R_C}{R_E}$ por lo tanto la onda en Vc oscila entre 14 V y 4 V (10 Vpp) centrada en 9 V. Esto se puede observar en la siguiente figura:

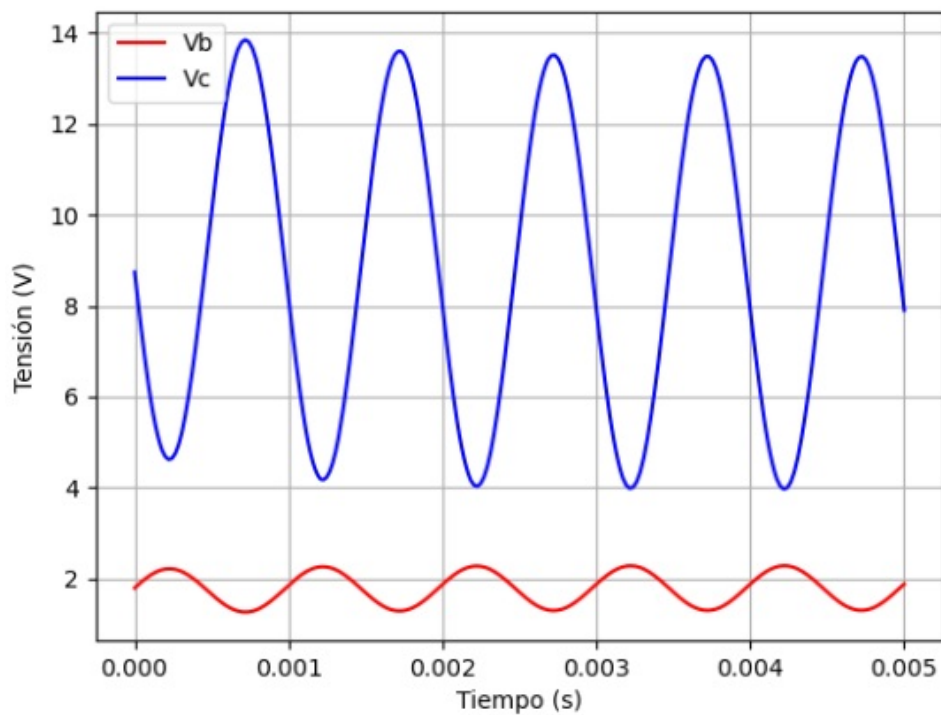


Figura 8

Se puede observar en rojo la onda enviada a la base del transistor y en azul la misma onda amplificada y dada vuelta medida en el colector. Como dicho anteriormente la misma fue amplificada 10 veces y se encuentra oscilando alrededor de 9 V.