



UNSE

Universidad Nacional
de Santiago del Estero

 Facultad de Ciencias
Exactas y Tecnologías

Santiago del Estero, 29 de mayo del 2025

Ingeniería eléctrica

TP N° 4: Punto de operación o punto Q (quiescente)

Electronica II



DOCENTES:

- Ing. Mario Gomez
- Ing. Lucas Moscatelli

ALUMNO

- Chevauchey Clément

ÍNDICE

Objetivos	3
Introducción	3
Datos y cálculos	4
Datos y cálculos	6
Referencias	7

Objetivos

- Encontrar el punto Q al que operar el transistor

Introducción

En los circuitos amplificadores con transistores bipolares (**BJT**), el análisis del **punto de operación o punto Q (quiescente)** es fundamental para garantizar un funcionamiento estable y lineal del dispositivo. Este punto representa las condiciones de corriente y voltaje del transistor en ausencia de señal de entrada, y se determina mediante la polarización del circuito.

El transistor NPN puede operar en tres regiones distintas, según los valores de V_{BE} y V_{CE} :

Zona activa

Ocurre cuando $V_{BE} > 0,65 - 0,7V$ y $V_{CE} > V_{CE}(\text{sat})$.

En esta región, el transistor funciona como **amplificador lineal**, permitiendo que pequeñas variaciones de la señal de entrada se reflejan proporcionalmente en la salida. Es la región de operación deseada para la mayoría de aplicaciones analógicas.

Zona de saturación:

Sucede cuando tanto la unión base-emisor como la unión base-colector están polarizadas directamente.

Esto implica que V_{CE} **es muy bajo** ($< 0.2 V$). El transistor está **completamente encendido** y se comporta como un interruptor cerrado.

Zona de corte:

Se presenta cuando $V_{BE} < 0,65 - 0,7V$, lo que hace que no haya corriente de colector significativa. El transistor está **apagado** (interrumpe el paso de corriente), y $I_C \approx 0$. Es el estado opuesto a la saturación.

Para asegurar el funcionamiento en la zona activa, se define el punto Q de forma que el transistor se mantenga dentro de límites seguros de voltaje y corriente, incluso frente a señales variables. Una polarización adecuada coloca al punto Q aproximadamente en el **centro** de la **zona activa**, permitiendo una excursión simétrica de la señal amplificada **sin recorte**.

Datos y cálculos

Caso A: Region activa

- $R_B = 33 \Omega$
- $R_C = 1 K\Omega$
- $V_{CC} = 12 V$
- $V_{BB} = 4 V$
- $\beta = 75$

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B} = \frac{4 - 0,7}{33K} = 0,1 mA$$

$$I_C = \beta \cdot I_B = 75 \cdot 0,1 = 7,5 mA$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot R_C = 12 - 7,5 = 4,5 V$$

Caso B: Région activa

- $R_1 = 300 K\Omega$
- $R_2 = 200 K\Omega$
- $R_C = 22 K\Omega$
- $V_{CC} = 18 V$
- $V_{BB} = 4 V$
- $\beta = 12$

$$V_B = V_{CC} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 7,2 V$$

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_1 // R_2} = \frac{6,5}{120K} = 54,2 \mu A$$

$$I_C = \beta \cdot I_B = 12 \cdot 54,2 \mu A = 0,65 mA$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot R_C = 18 - 0,65 mA \cdot 22K = 3,7 V$$

Caso C: Région de saturation

- $R_1 = 400 K\Omega$
- $R_2 = 200 K\Omega$
- $R_C = 1 K\Omega$
- $R_E = 100 \Omega$
- $V_{CC} = 25 V$
- $\beta = 100$
- $V_{BE} = 0,7 V$

$$V_{BB} = V_{CC} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 8,33 V$$

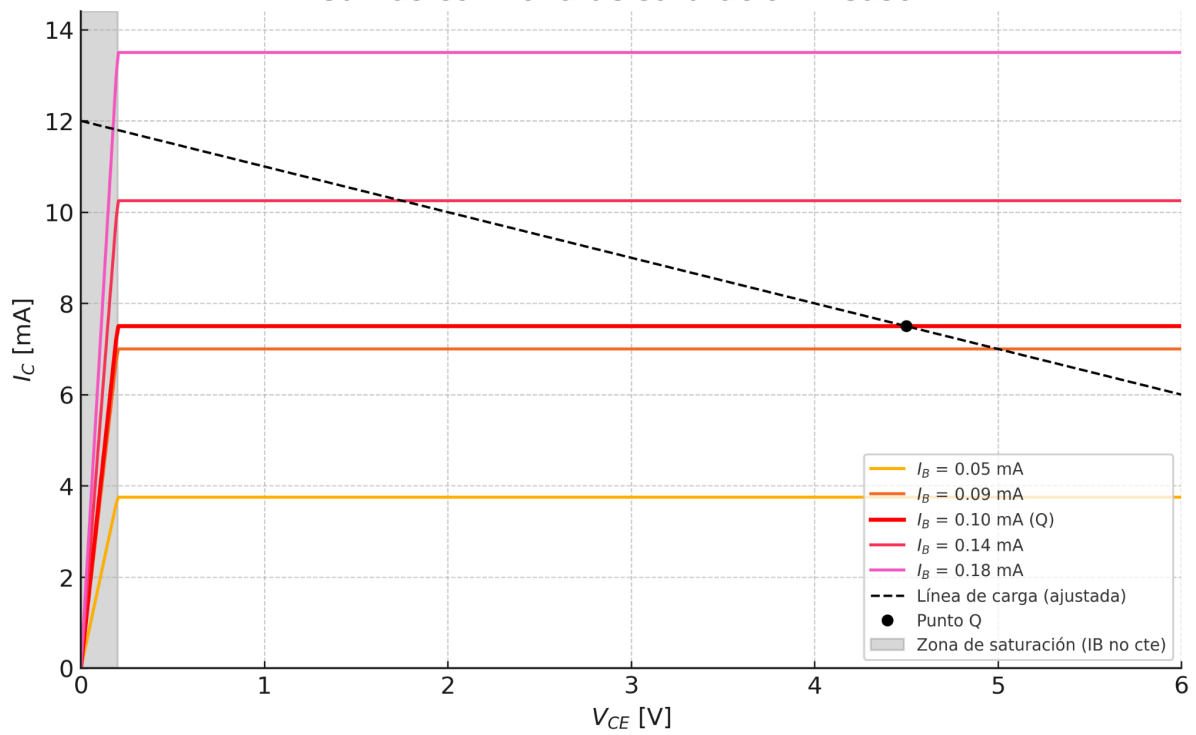
$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_{B(eq)} + \beta \cdot R_E} = \frac{8,33 - 0,7}{133333 + 10100} = 53 \mu A$$

$$I_C = \beta \cdot I_B = 5,322 mA$$

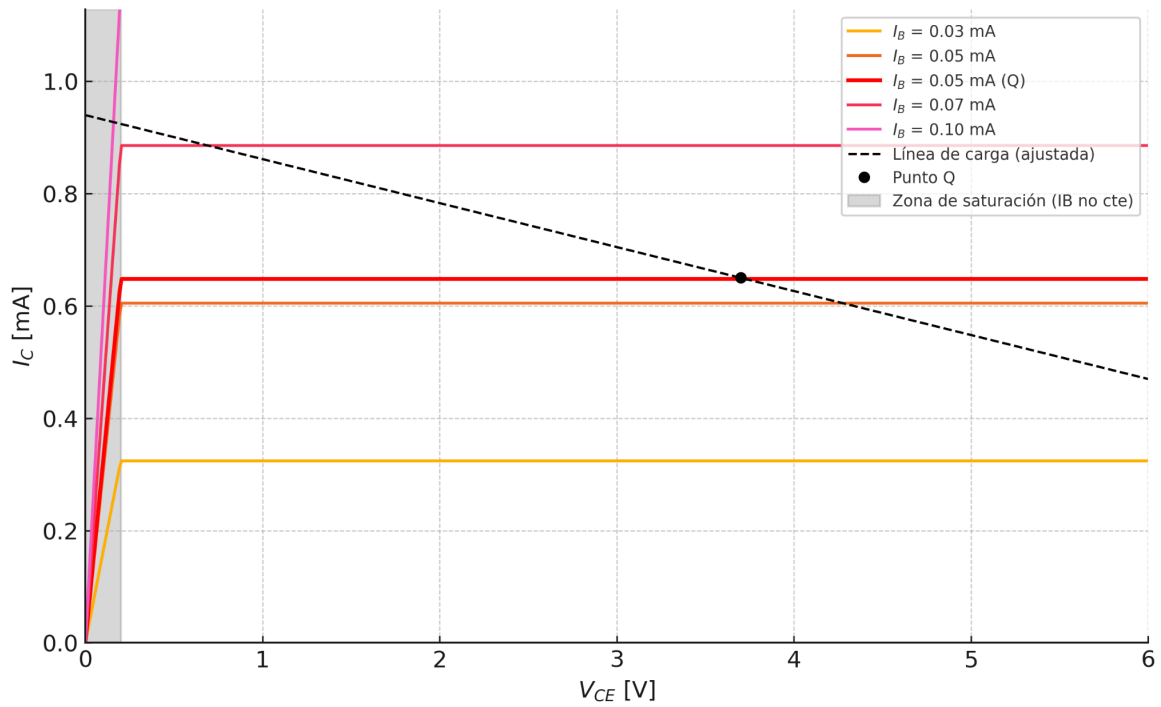
$$I_E = I_B + I_C = 5,375 mA$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot R_C - I_E \cdot R_E = 19,141 V$$

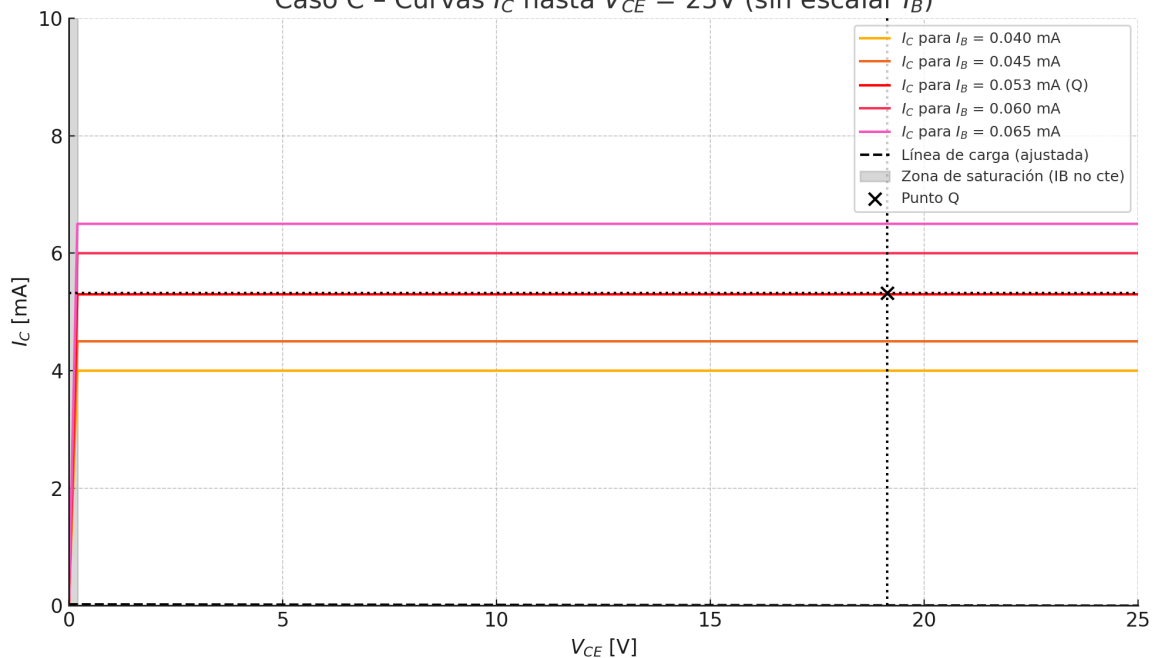
Curvas con zona de saturación - Caso A



Curvas con zona de saturación - Caso B



Caso C - Curvas I_C hasta $V_{CE} = 25$ V (sin escalar I_B)



Conclusion

En este trabajo se analizaron tres configuraciones distintas de polarización de transistores BJT en modo amplificador, denominadas Caso A, B y C. Para cada uno, se determinaron sus respectivos **puntos de operación (Q)** a partir de los valores de resistencias y tensiones proporcionados. Posteriormente, se trazaron las **líneas de carga** y las **curvas características del transistor**, incorporando la región de **saturación** así como el comportamiento de la corriente de base I_B .

Caso A

En esta configuración, el punto Q calculado se ubicó adecuadamente en la **zona activa**, y la línea de carga mostró una pendiente típica para un circuito con $R_C + R_E$ moderado.

Caso B

Se utilizó una polarización por divisor de tensión sin resistencia de emisor. Aunque mejora la estabilidad respecto a la polarización fija, sigue siendo sensible a variaciones de β , y el punto Q se ubicó dentro de la región activa, como lo muestran los cálculos y las gráficas.

Caso C

En este caso se introdujo un **divisor resistivo (R1 y R2)** para fijar la tensión base, lo que permite mayor independencia frente a variaciones de β . Sin embargo, con los valores dados por el enunciado ($R_1 = 400\text{ k}\Omega$, $R_2 = 200\text{ k}\Omega$), la corriente de base resultó ser **muy baja**, lo que provocó un I_C también pequeño. Como consecuencia, la resistencia equivalente del circuito fue muy alta, y la **línea de carga resultó prácticamente vertical**.

Este fenómeno fue corregido gráficamente para que el punto Q coincidiera con la curva de I_C correspondiente.

Reflexión final

La comparación entre las tres configuraciones permite evidenciar las ventajas técnicas de utilizar resistencias de emisor y divisores de tensión frente a la polarización fija. Cada topología ofrece un compromiso entre simplicidad y precisión en el punto de operación. La correcta determinación y representación del punto Q, junto con las curvas de I_C e I_B , es fundamental para garantizar un funcionamiento lineal eficiente del amplificador en la región activa del transistor. Las gráficas generadas complementaron el análisis teórico y permitieron una visualización clara de las zonas de operación y sus limitaciones.

Referencias

Boylestad, R. L., & Nashelsky, L. (2012). *Electronic Devices and Circuit Theory* (11.^a ed.). Prentice Hall.

Millman, J., & Halkias, C. C. (1972). *Electronic Devices and Circuits*. McGraw-Hill.

Chevauchey, C. (2025). *Gráficas de curvas características y líneas de carga – TP N° 4: Punto Q*. Generadas con Matplotlib.