
Etapas de Salida y Amplificadores de Potencia (1a. parte)

Algunas de las figuras de esta presentación fueron tomadas de la página de internet de los autores del texto:

A.S. Sedra and K.C. Smith, *Microelectronic Circuits*. New York, NY: Oxford University Press, 1998.

Etapas de Salida y Amplificadores de Potencia

- Introducción
- Clasificación de las etapas de salida
- Etapas de salida clase A
- Etapas de salida clase B
- Etapas de salida clase AB
- Transistores de potencia
- Amplificadores de potencia en C.I.
- Etapas de salida clase C

Introducción

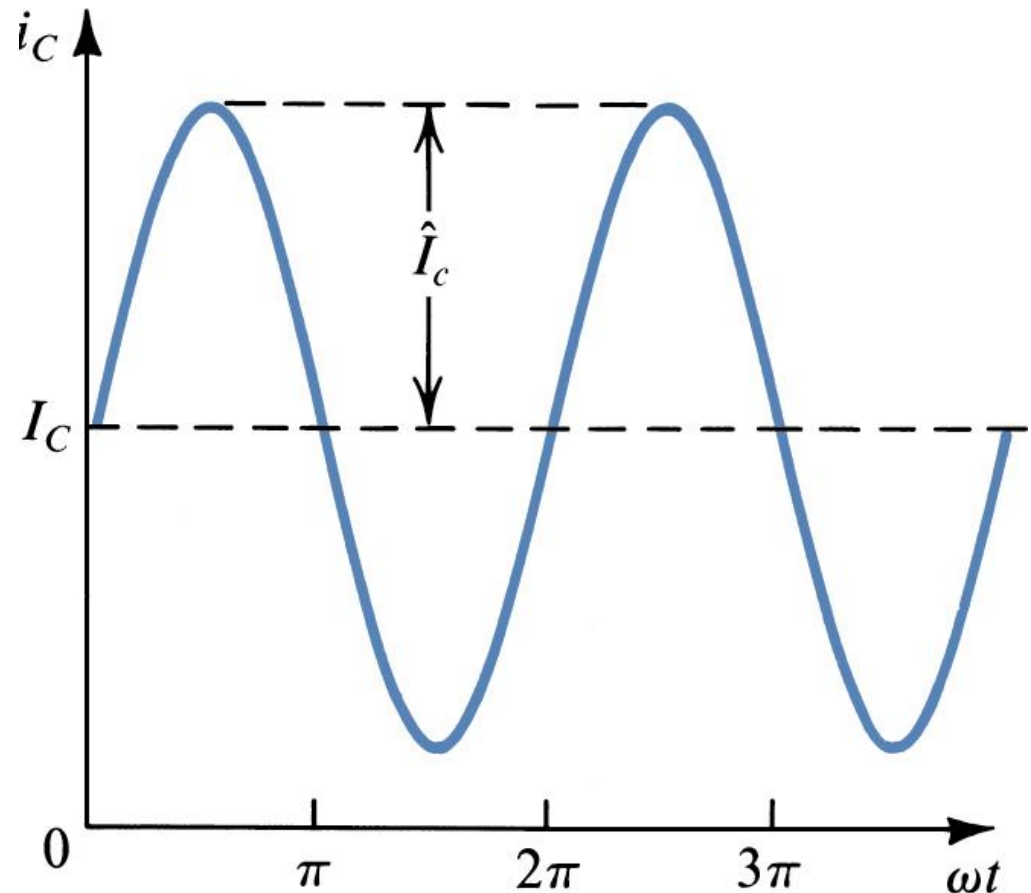
- Factores críticos en una etapa de salida:
 - Potencia de salida
 - Resistencia de salida
 - Amplitud de la señal de salida
 - Distorsión armónica total (THD)
 - Eficiencia ($\eta = P_L/P_S$)
 - Tamaño y costo de los transistores
 - Duración de las baterías
 - Uso de disipadores de calor
 - Tamaño y peso del dispositivo

Clasificación de las Etapas de Salida

Amplificación Clase A

θ : ángulo de
conducción del
transistor de salida

$$\theta = 360^\circ$$

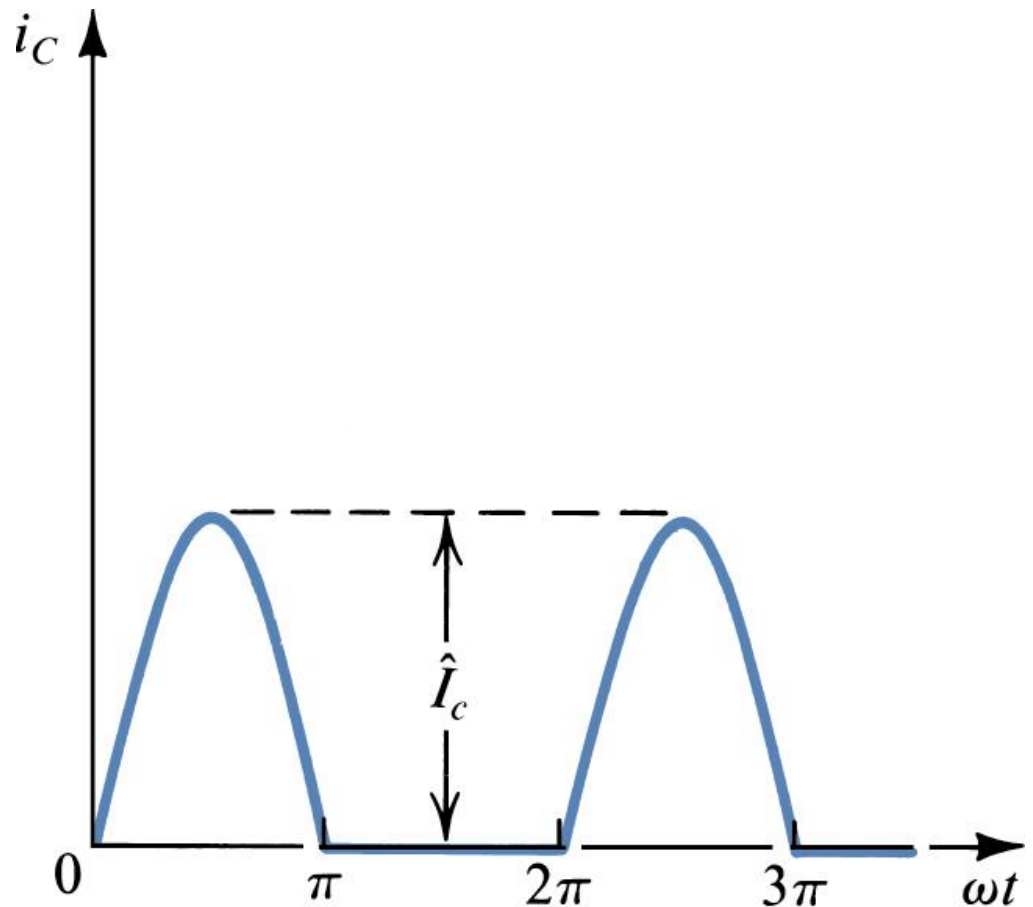


Clasificación de las Etapas de Salida (cont.)

Amplificación Clase B

θ : ángulo de
conducción del
transistor de salida

$$\theta = 180^\circ$$

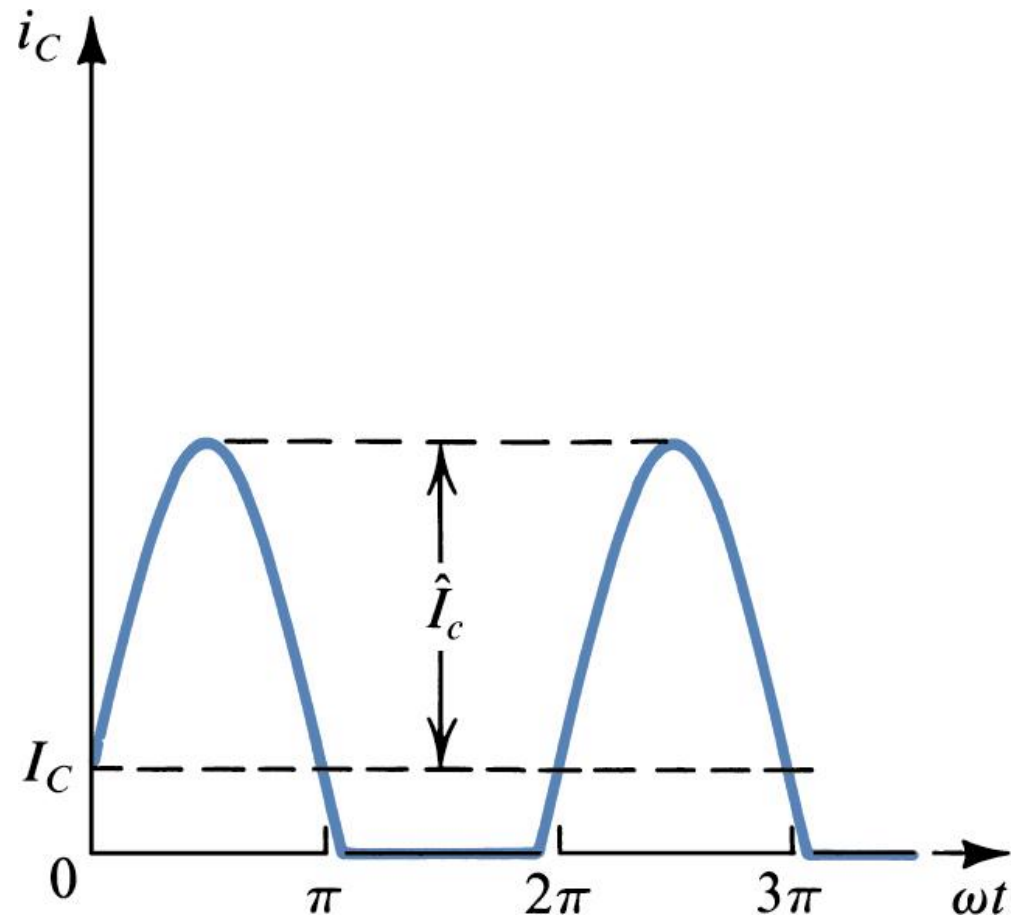


Clasificación de las Etapas de Salida (cont.)

Amplificación Clase AB

θ : ángulo de
conducción del
transistor de salida

$$180^\circ < \theta << 360^\circ$$

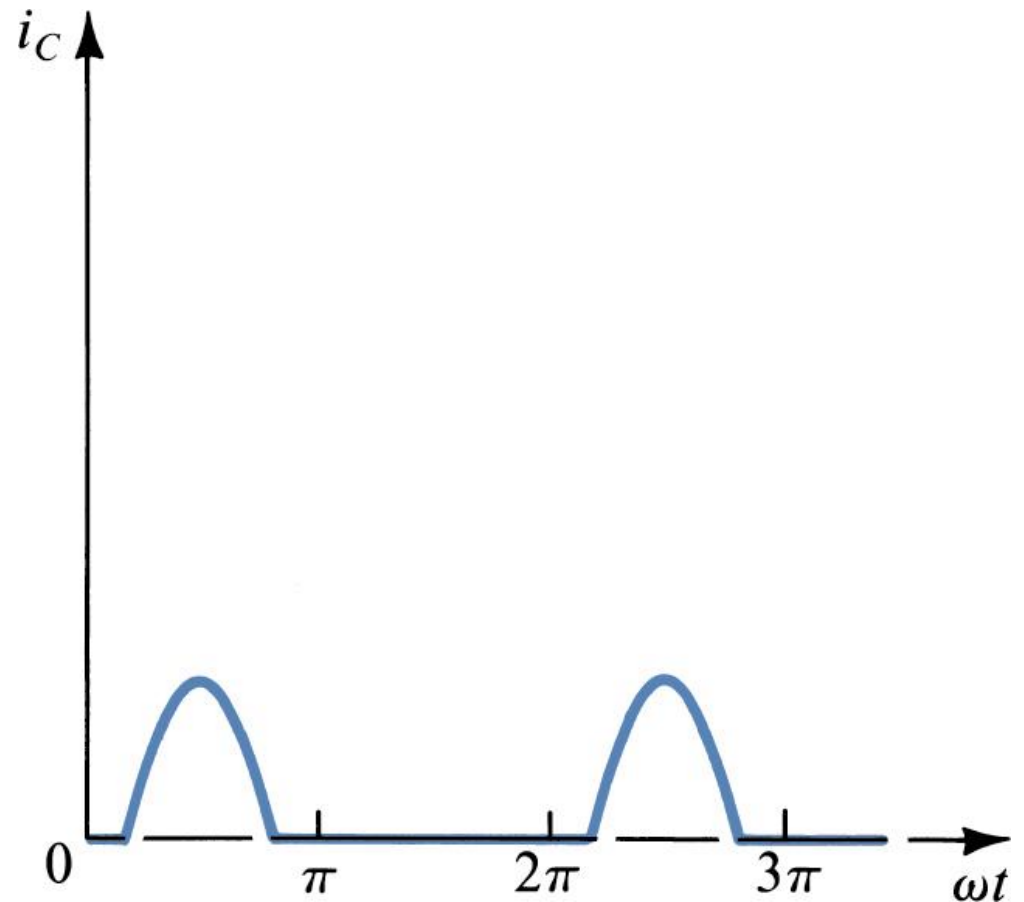


Clasificación de las Etapas de Salida (cont.)

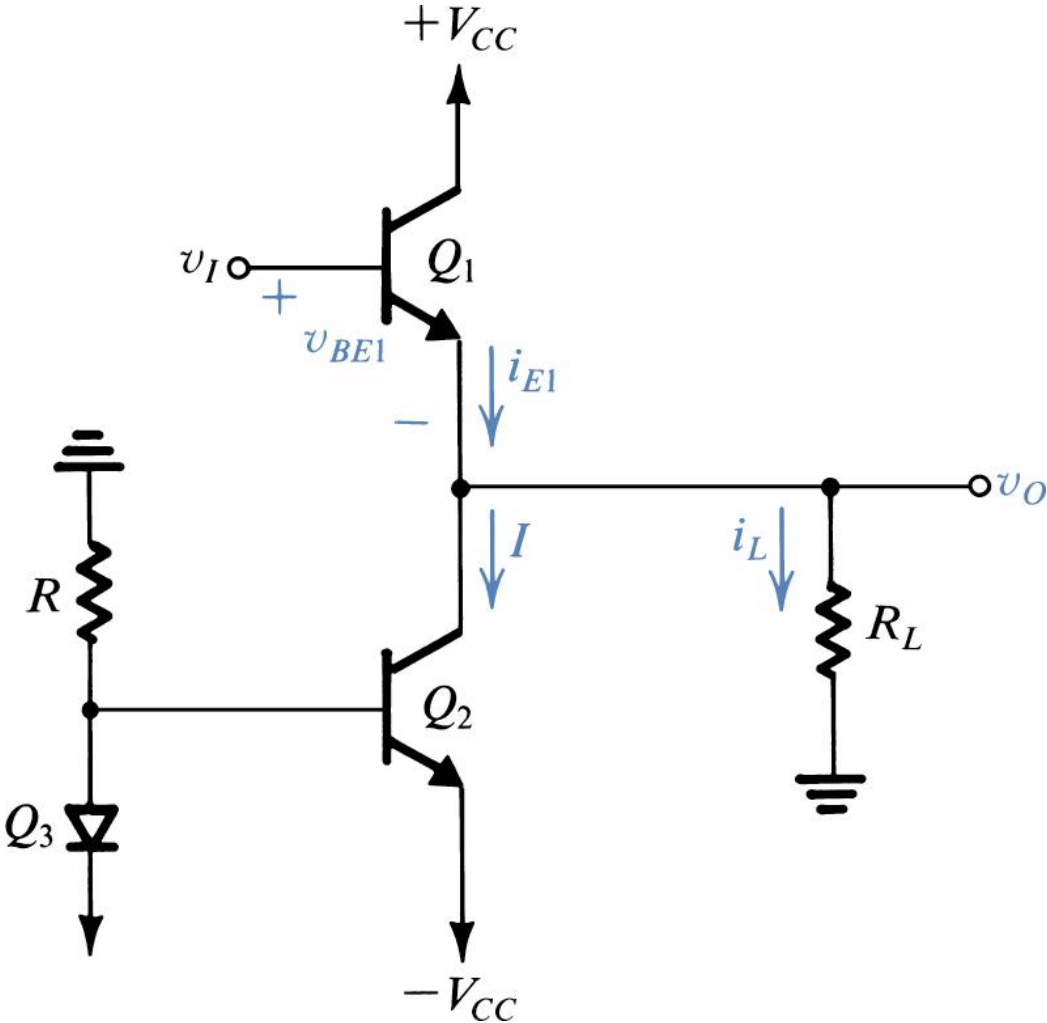
Amplificación Clase C

θ : ángulo de
conducción del
transistor de salida

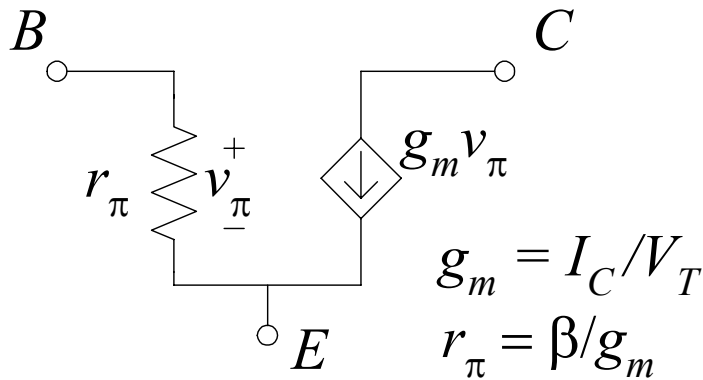
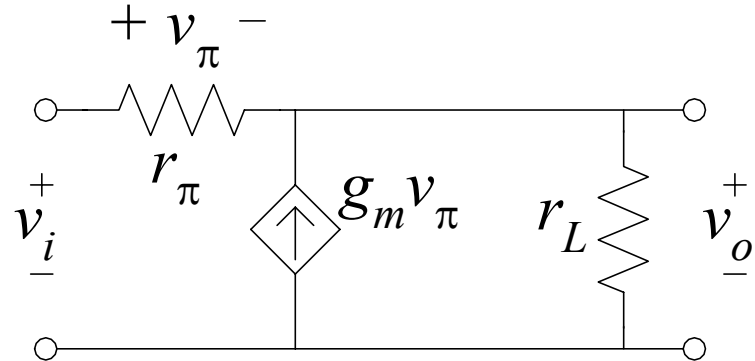
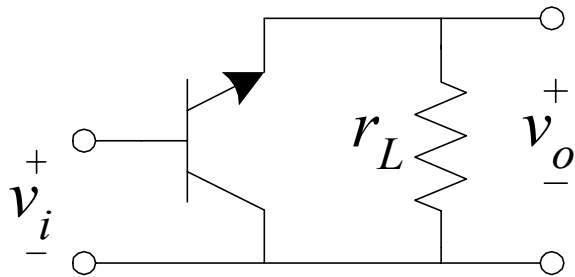
$$\theta \ll 180^\circ$$



Etapas de Salida Clase A



Seguidor de Emisor en Señal Pequeña (repaso)



$$v_o = \left(\frac{v_\pi}{r_\pi} + g_m v_\pi \right) r_L \quad v_i = v_\pi + v_o$$

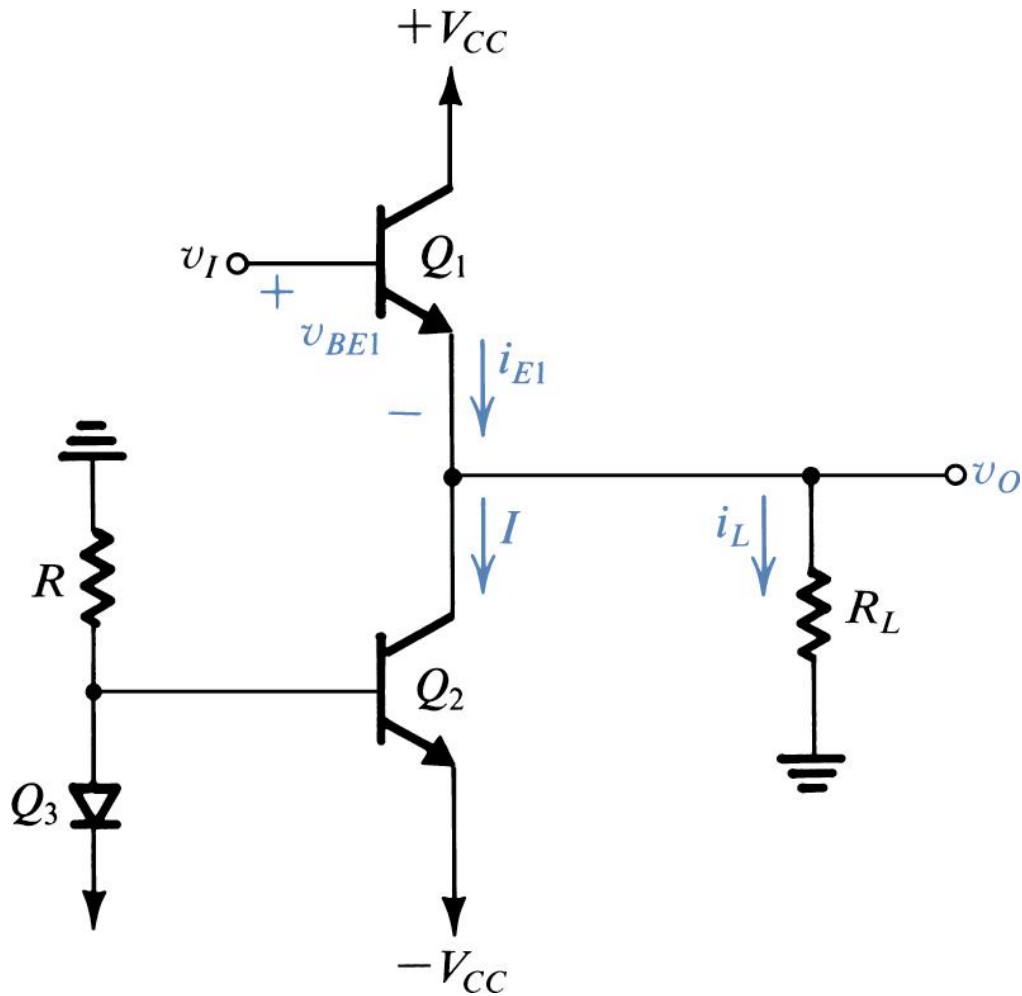
$$v_o = (g_m r_L + r_L / r_\pi)(v_i - v_o)$$

$$A_V = \frac{v_o}{v_i} = \frac{g_m r_L + r_L / r_\pi}{1 + g_m r_L + r_L / r_\pi} \approx \frac{g_m r_L}{1 + g_m r_L} \approx 1$$

$$Z_{in} = r_\pi + \frac{v_o}{v_\pi / r_\pi} = r_\pi \left(1 + \frac{A_V}{1 - A_V} \right) \approx r_\pi (1 + g_m r_L) = r_\pi + \beta r_L$$

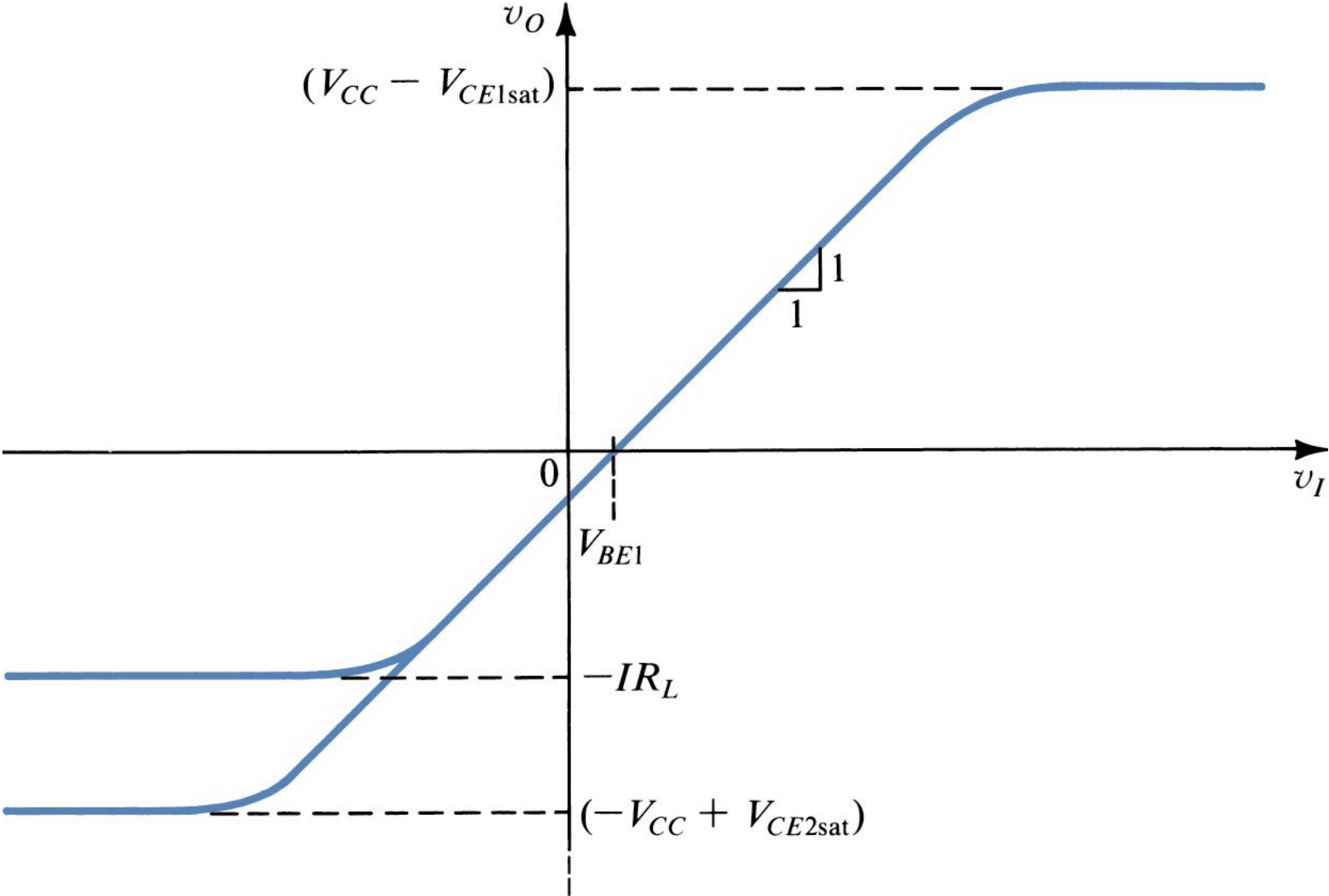
Etapas de Salida Clase A (cont.)

$$v_O = v_I - v_{BE1}$$

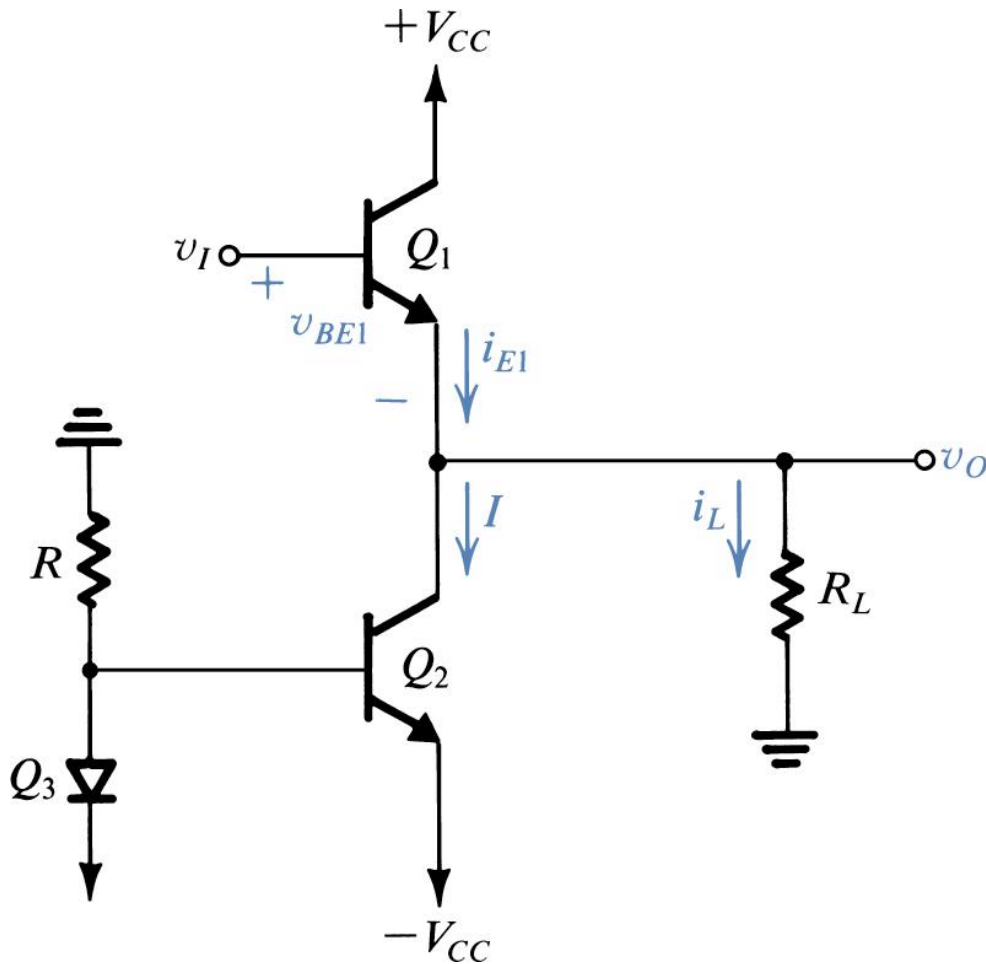


Como
 $v_{BE1} \approx \text{cte} \dots$

Etapas de Salida Clase A (cont.)



Máxima Eficiencia del Clase A



$$\text{Si } I > \frac{|-V_{CC} + V_{CE2\text{sat}}|}{R_L}$$

e ignorando los voltajes $V_{CE\text{sat}}$

$$v_O = V_{CC} \text{sen}(\omega t)$$

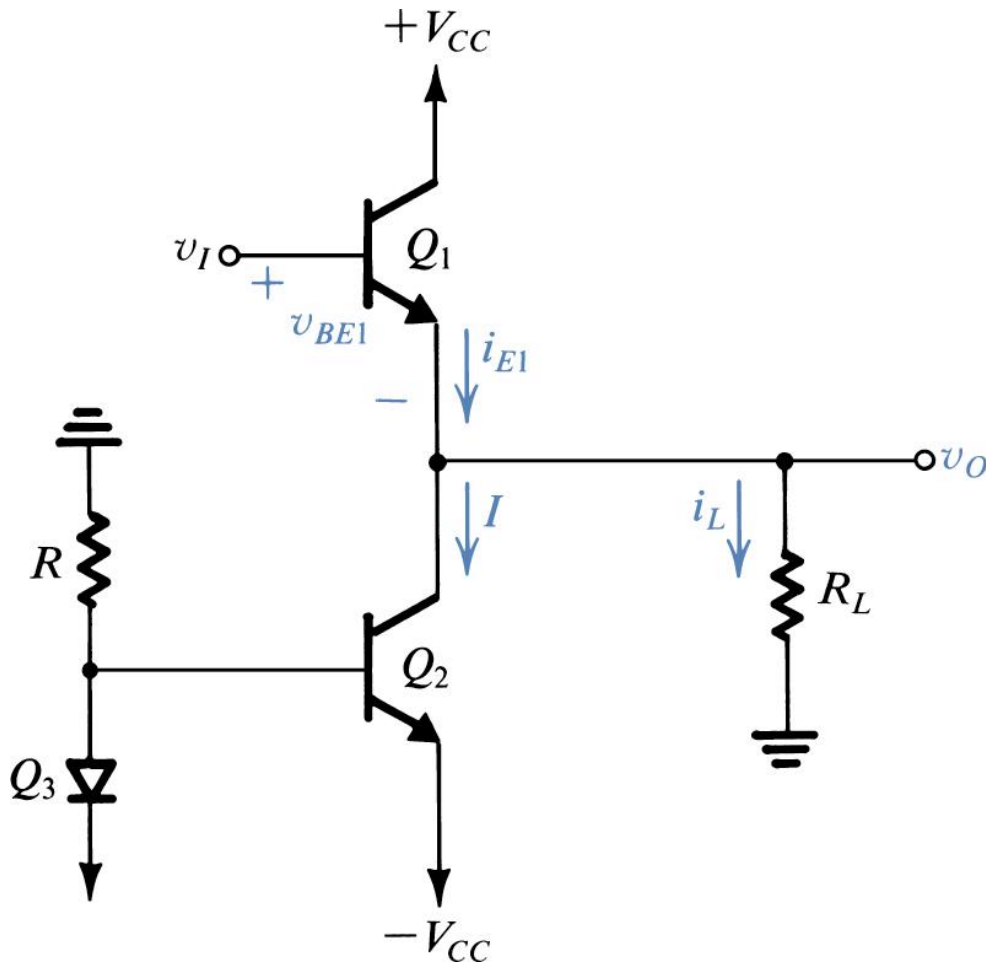
$$i_L = (V_{CC}/R_L) \text{sen}(\omega t)$$

$$P_L = \frac{1}{T} \int_0^T v_O i_L dt = \frac{1}{2} \frac{V_{CC}^2}{R_L}$$

$$P_S = P_S^- + P_S^+ = 2V_{CC} I$$

$$\eta_{\text{max}} = \frac{P_L}{P_{S\text{min}}} = \frac{0.5V_{CC}^2 / R_L}{2V_{CC}^2 / R_L} = 25\%$$

Potencia en los Transistores del Clase A



$$\text{Si } I > \frac{|-V_{CC} + V_{CE2\text{sat}}|}{R_L}$$

e ignorando los voltajes $V_{CE\text{sat}}$

$$v_O = V_{CC} \text{sen}(\omega t)$$

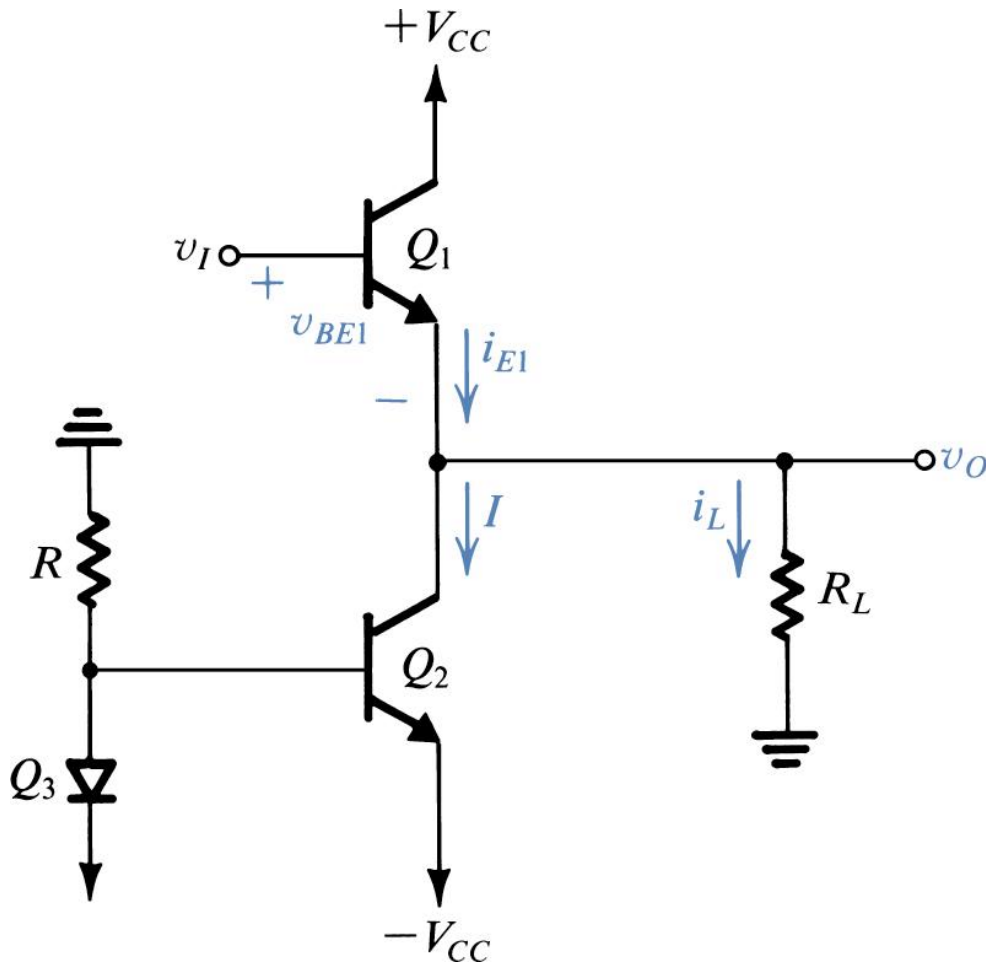
$$i_L = (V_{CC}/R_L) \text{sen}(\omega t)$$

$$P_{Q2} = \frac{1}{T} \int_0^T v_{CE2} i_{C2} dt$$

$$P_{Q2} = \frac{1}{T} \int_0^T (V_{CC} \text{sen}(\omega t) + V_{CC}) I dt$$

$$P_{Q2} = V_{CC} I$$

Potencia en los Transistores del Clase A (cont.)



$$\text{Si } I > \frac{|-V_{CC} + V_{CE2\text{sat}}|}{R_L}$$

e ignorando los voltajes $V_{CE\text{sat}}$

$$v_O = V_{CC} \text{sen}(\omega t)$$

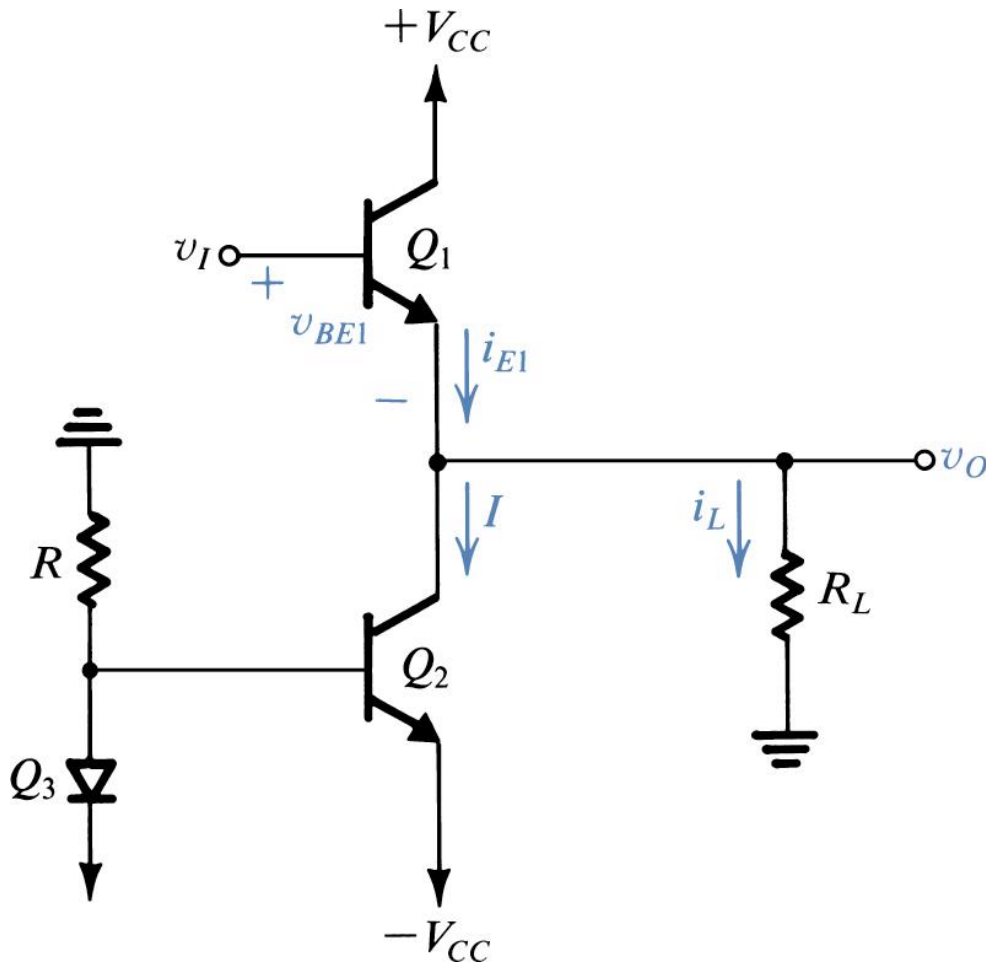
$$i_L = (V_{CC}/R_L) \text{sen}(\omega t)$$

$$P_{Q1} = \frac{1}{T} \int_0^T v_{CE1} i_{C1} dt$$

$$P_{Q1} = \frac{1}{T} \int_0^T (V_{CC} - v_O)(I + i_L) dt$$

$$P_{Q1} = V_{CC} I - \frac{1}{2} \frac{V_{CC}^2}{R_L}$$

Potencia en los Transistores del Clase A (cont.)



Resumen

$$P_S = 2V_{CC}I \quad \eta_{\max} = 25\%$$

$$P_{Q2} = V_{CC}I \quad P_{Q1} = V_{CC}I - \frac{1}{2} \frac{V_{CC}^2}{R_L}$$

Conclusiones

La potencia en la fuente de poder y en Q_2 son constantes

La potencia en Q_1 aumenta cuando $R_L \rightarrow \infty$ y cuando $v_I = 0$

Q_1 se quema cuando $R_L = 0$

Ejercicios de Tarea

Resolver problemas 9.1, 9.4, 9.6 y 9.7 del libro de texto