

ELECTRONICA APLICADA I

Prof. Adj. Ing. Fernando Cagnolo

- **EL TRANSISTOR (2)**

Estas diapositivas están basadas en las clases dictadas por el Profesor Ing. Alberto Muhana.

Agradezco el trabajo realizado y facilitado por el Sr. Joaquín Ponce en la generación de los gráficos empleados en el desarrollo de estas diapositivas y al Sr. Mariano Garino por la facilitación del manuscrito tomado en clase.

Por ultimo agradezco la predisposición y colaboración de Ing, Federico Linares en el trabajo de recopilación y armado de estas diapositivas.

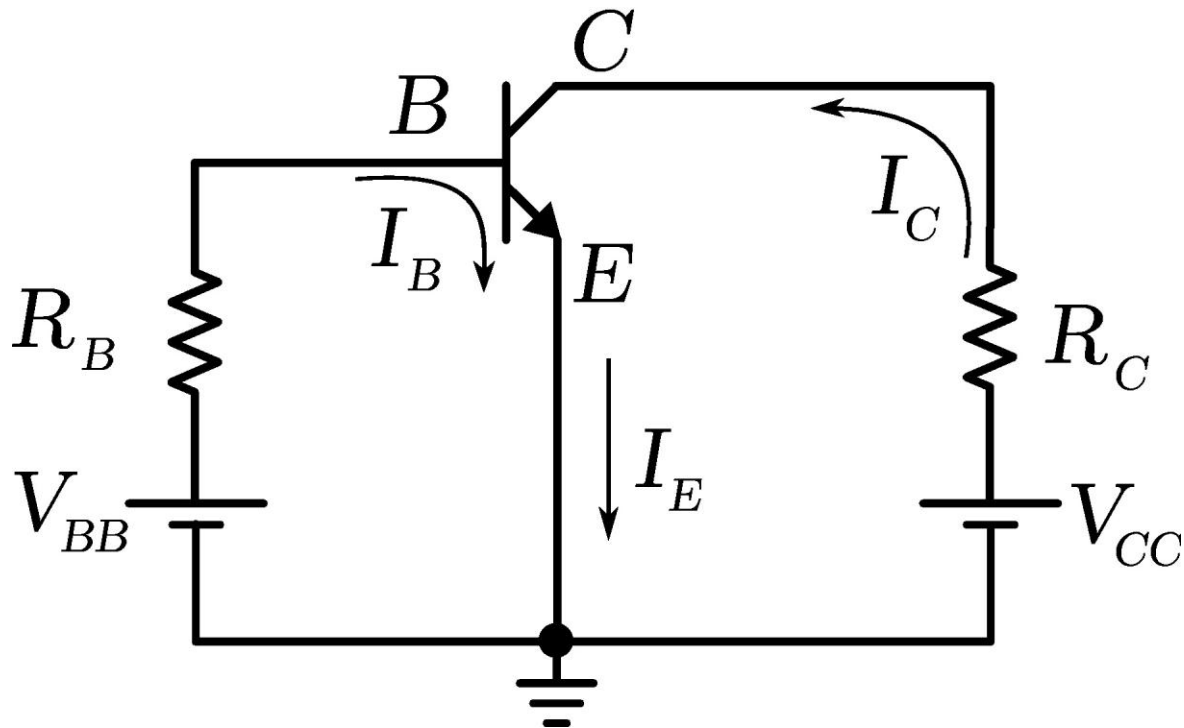
Polarización- El amplificador básico (para E-C)

- Definiciones

”Polarizar es energizar con CC la salida y la entrada”.

Para transistores en CC, **análisis** es hallar el punto Q teniendo todos los valores de los elementos como datos; **diseño**, es hallar todos los valores del circuito teniendo como dato el punto Q.

Polarización- El amplificador básico (para E-C) (Cont.)



Polarización- El amplificador básico (para E-C) (Cont.)

Analisis :

Ecuacion de entrada (por Kirchoff) :

$$V_{BB} = I_{BQ} R_B + V_{BEQ} \quad \text{Donde} \begin{cases} 0,7(Si) \\ 0,2(Ge) \end{cases}$$

$$I_{BQ} = \frac{V_{BB} - V_{BEQ}}{R_B} \quad (1)$$

$$\beta = \frac{I_{CQ}}{I_{BQ}} \Rightarrow I_{CQ} = \beta I_{BQ} \quad (2)$$

Ecuacion de salida :

$$V_{CC} = I_{CQ} R_C + V_{CEQ}$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} R_C = V_{CC} - \beta I_{BQ} R_C \quad (3)$$

Polarización- El amplificador básico (para E-C) (Cont.)

Diseño :

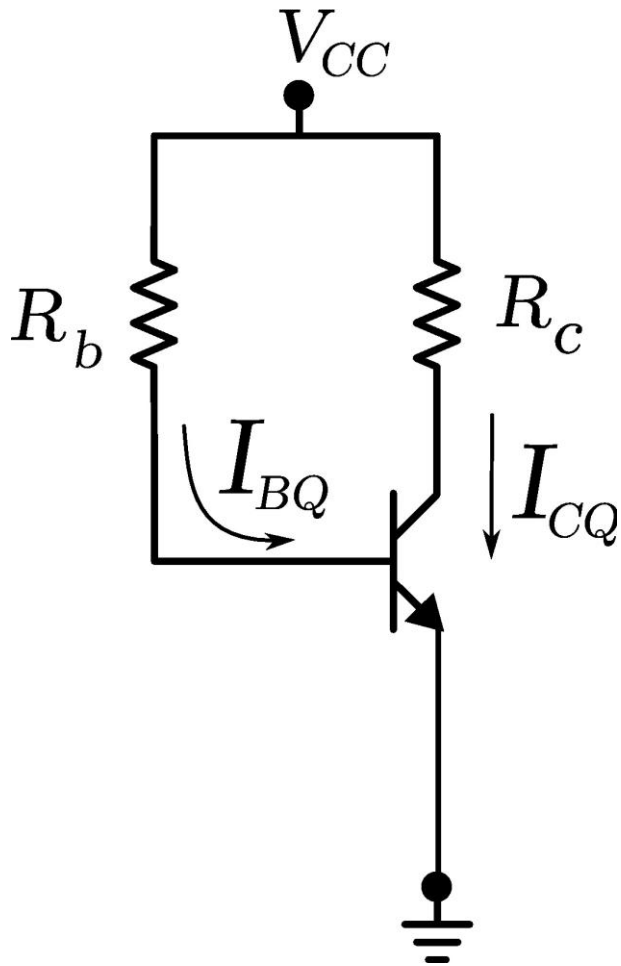
*dado el punto Q, hay que hallar los Resistores
de (1):*

$$R_B = \frac{V_{BB} - V_{BEQ}}{I_{BQ}}$$

de (3):

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_{CEQ}}{I_{CQ}}$$

Circuito con una fuente y dos resistencias



$$I_{BQ} = \frac{V_{CC} - V_{BEQ}}{R_b}$$

$$I_{CQ} = \beta I_{BQ}$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} R_c$$

$$R_c = \frac{V_{CC} - V_{CEQ}}{I_{CQ}}$$

$$R_b = \frac{V_{CC} - V_{BEQ}}{I_{BQ}}$$

Circuito con una fuente y tres resistencias

R_E estabiliza el punto Q ante variaciones de β

Analisis

Entrada :

$$V_{CC} = \frac{I_{CQ}}{\beta} R_b + V_{BE} + I_{CQ} R_E$$

$$I_{CQ} = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_E + \frac{R_b}{\beta}}$$

Si, $R_E \gg \frac{R_b}{\beta} \Rightarrow$ si varia β no influye mucho.

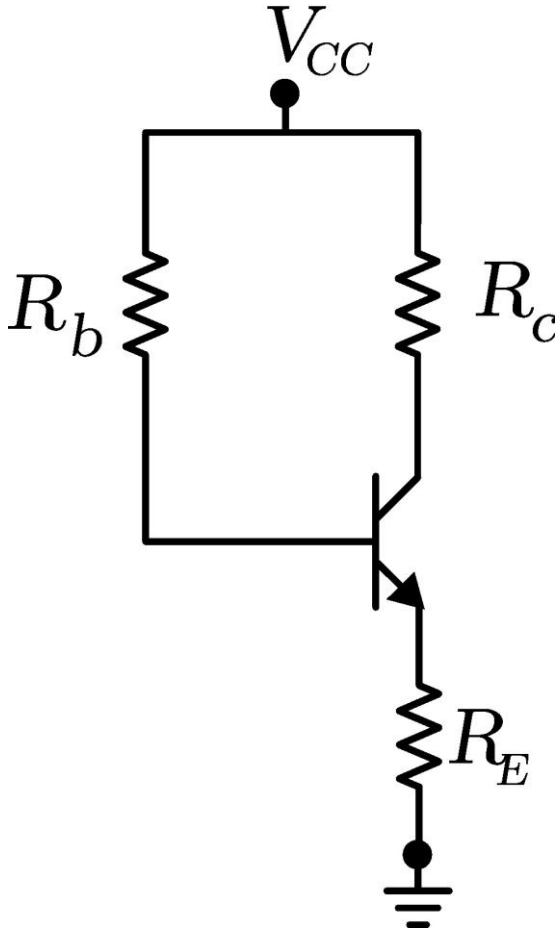
Si hacemos

$$R_E = 10 \frac{R_b}{\beta} \quad \text{Criterio de estabilidad}$$

$$R_b = \frac{\beta}{10} R_E$$

Salida :

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} (R_C + R_E)$$



Circuito con una fuente y tres resistencias

(Cont.)

Diseño

Entrada :

$$\begin{aligned} V_{CC} &= \frac{I_{CQ}}{\beta} R_b + V_{BEQ} + I_{CQ} R_E \\ &= \frac{I_{CQ}}{\beta} \frac{\cancel{\beta} R_E}{10} + V_{BEQ} + I_{CQ} R_E \\ &= 1,1(I_{CQ} R_E) + V_{BEQ} \Rightarrow R_E = \frac{V_{CC} - V_{BEQ}}{1,1I_{CQ}} \end{aligned}$$

Salida :

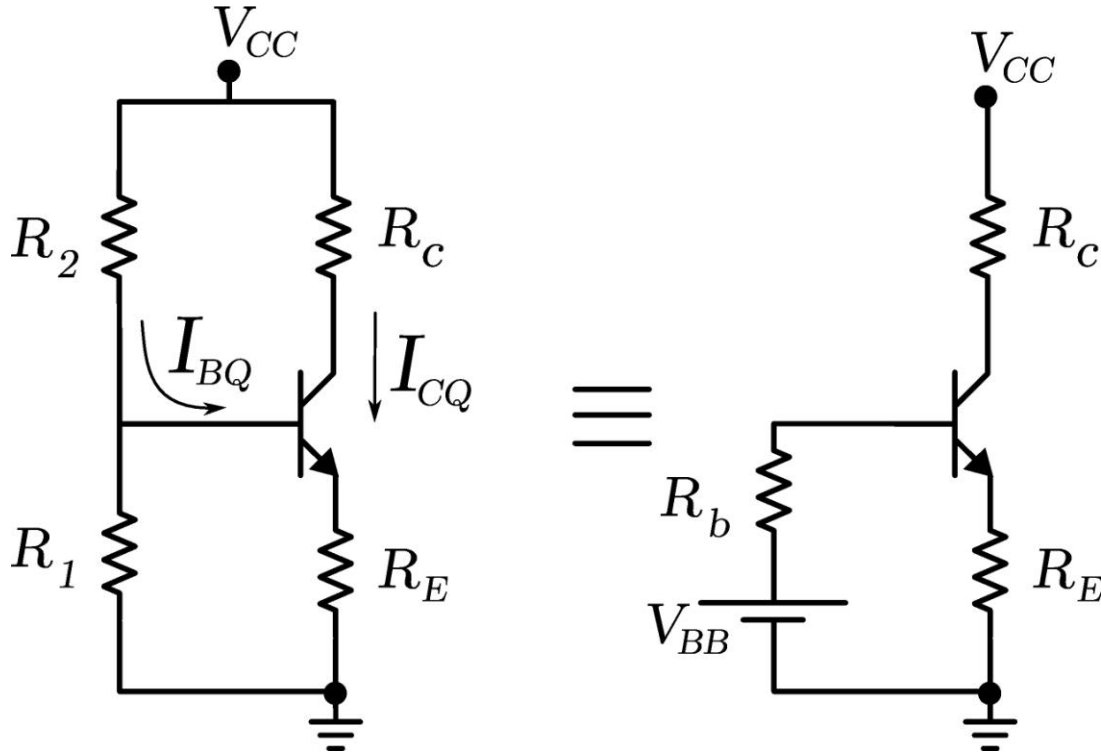
$$\begin{aligned} V_{CC} &= V_{CEQ} + I_{CQ}(R_C + R_E) \\ R_C &= \frac{V_{CC} - V_{CEQ}}{I_{CQ}} - R_E \end{aligned}$$

En el Diseño si no importa la estabilidad

se toma $100\Omega < R_E < 2K\Omega$

$$V_{CC} = \frac{I_{CQ}}{\beta} R_b + V_{BEQ} + I_{CQ} R_E \Rightarrow R_b = \beta \left[\frac{V_{CC} - V_{BEQ}}{I_{CQ}} - R_E \right]$$

Circuito fundamental



$$R_b = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (1)$$

$$V_{BB} = \frac{V_{CC}}{R_1 + R_2} R_1 \quad (2)$$

$$V_{BB} = \frac{I_{CQ}}{\beta} R_b + V_{BE} + I_{CQ} R_E$$

$$I_{CQ} = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{\frac{R_b}{\beta} + R_E}$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} (R_C + R_E)$$

Circuito fundamental (Cont.)

Diseño

Datos: Punto Q

Transistor ($i_{C(\max)}$; BV_{CE} ; β ; V_{BE})

$$i_{C(\max)} \geq 2I_{CQ} \quad V_{CC} < BV_{CE}$$

despejando (1) y (2)

$$\frac{R_1}{R_1 + R_2} = \frac{R_b}{R_2} = \frac{V_{BB}}{V_{CC}} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \Rightarrow \boxed{R_2 = \frac{V_{CC}}{V_{BB}} R_b}$$

de (2)

$$R_1 + R_2 = \frac{V_{CC}}{V_{BB}} R_1$$

$$R_1 \left[1 - \frac{V_{CC}}{V_{BB}} \right] = -\frac{V_{CC}}{V_{BB}} R_b$$

$$R_1 = \frac{\left(\frac{V_{CC}}{V_{BB}} R_b \right)}{\left(\frac{V_{CC}}{V_{BB}} - \frac{V_{BB}}{V_{BB}} \right)} \Rightarrow \boxed{R_1 = \frac{R_b}{1 - \frac{V_{BB}}{V_{CC}}}}$$

Condensadores de acoplamiento y desacoplamiento.

- Recta de Carga C.A y Máxima Excusión Simétrica.

C_1 acopla la etapa anterior con la etapa en cuestion en C.A.

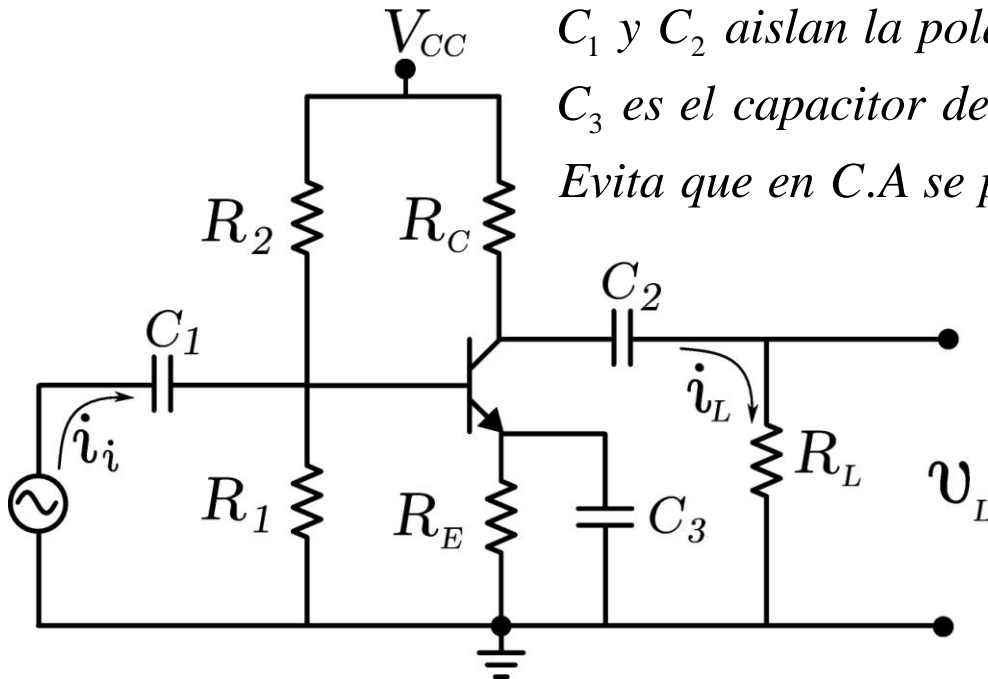
C_2 acopla la etapa presente con la siguiente, tambien en C.A.

C_1 y C_2 son como cables para la C.A.

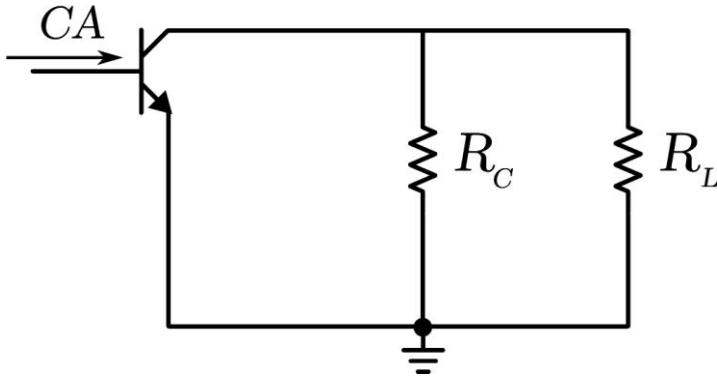
C_1 y C_2 aislan la polarizacion de etapas en C.C.

C_3 es el capacitor de desacoplamiento en C.A.

Evita que en C.A se pierda energia inutilmente en R_E



Recta de carga de C.A



R_{CC} : Resistencia del circuito de salida a la C.C.

$$R_{CC} = R_C + R_E$$

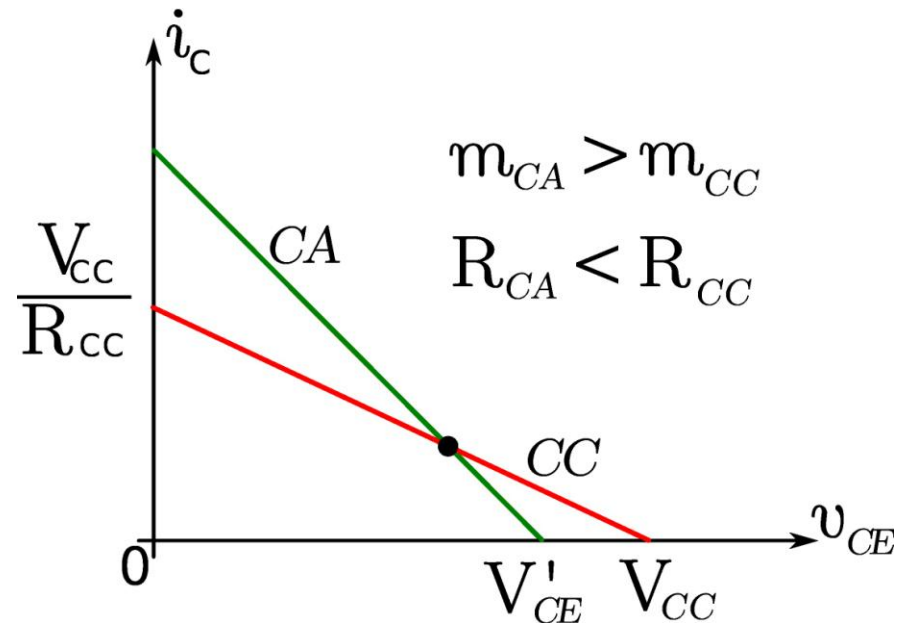
R_{CA} = Resistencia del circuito de salida a la C.A.

$$R_{CA} = R_C // R_L$$

$$i'_c = I_{CQ} + \frac{V_{CEQ}}{R_{CA}}$$

i_c

$$v'_{ce} = V_{CEQ} + \underbrace{I_{CQ} R_{CA}}_{v_{ce}}$$



Cuando el punto Q esta en el medio de la recta de C.A, el punto Q esta en maxima excursion simetrica.