

Método simplificado de análisis de amplificadores realimentados

- 1. Identificación de la topología. Determinación de las magnitudes (V ó I) a utilizar en la entrada y la salida del amplificador. Elección del tipo de generador adecuado (Vs ó Is)**
- 2. Obtención del circuito para pequeña señal del amplificador sin realimentación pero con los efectos de carga de la red de realimentación (β). Determinación del valor $\beta = X_f / X_o$**
- 3. Obtención del valor de la ganancia del amplificador realimentado empleando:**
 - a) $A_f = 1 / \beta$ si la realimentación negativa es intensa (aproximación).**
 - b) $A_f = A / (1 + A \cdot \beta)$ si la realimentación negativa no es intensa.**
- 4. Obtención de las impedancias de entrada y salida del amplificador realimentado.**

Identificación de la topología de un amplif. realimentado

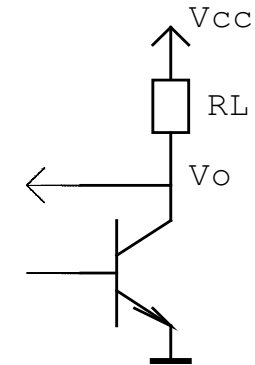
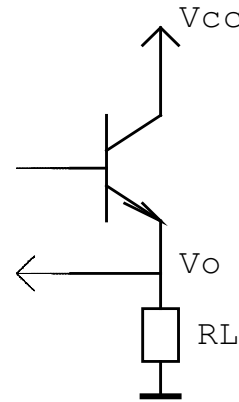
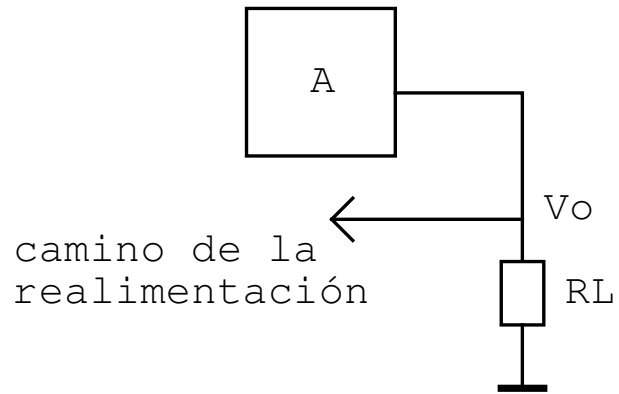
1. Identificar la conexión de salida (muestreo)

Localizar la carga R_L : Definir I_O y V_O .

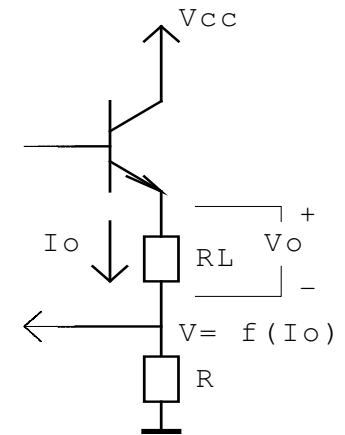
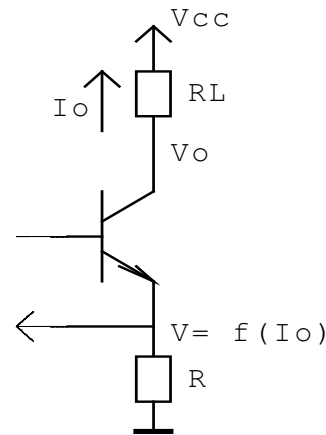
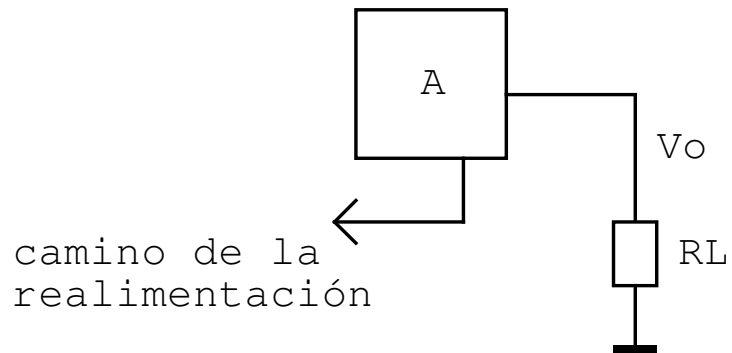
Ensayar el circuito con un valor de R_L cero (cortocircuito) para anular V_O sin anular I_O . Observar si la realimentación desaparece (indica muestreo de tensión) o no desaparece (indica muestreo de corriente).

Alternativamente, ensayar el circuito con un valor de R_L infinito (circuito abierto) para anular I_O sin anular V_O . Observar si la realimentación desaparece (indica muestreo de corriente) o no desaparece (indica muestreo de tensión).

Estructura típica y ejemplos de muestreo de tensión:



Estructura típica y ejemplos de muestreo de corriente:



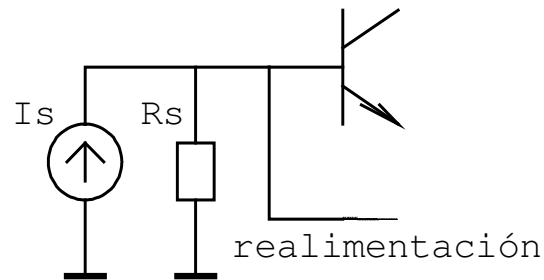
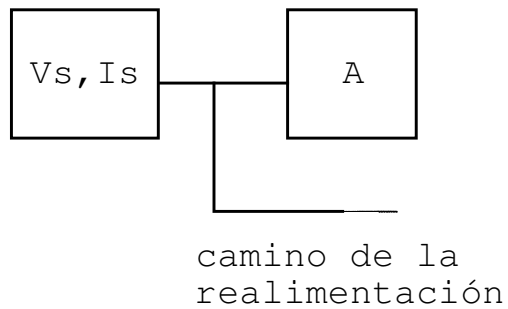
2. Identificar la conexión de entrada (resta)

Determinar si se realiza una resta de corrientes (conexión paralelo) o una resta de tensiones (conexión serie).

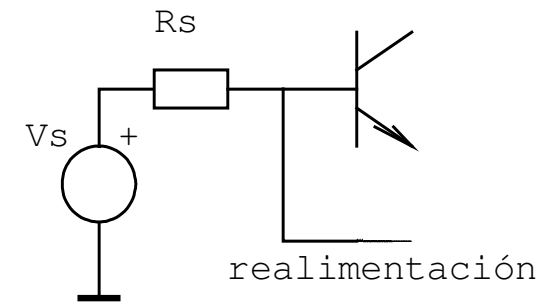
Localizar el generador V_S ó I_S , su resistencia asociada R_S y el nodo en que se conecta a la entrada del amplificador.

RESTA DE CORRIENTES:

Si la red de realimentación extrae corriente de ese nodo, entonces se restan corrientes. En esta topología, si R_S se hace cero (generador ideal de tensión) desaparece la realimentación.



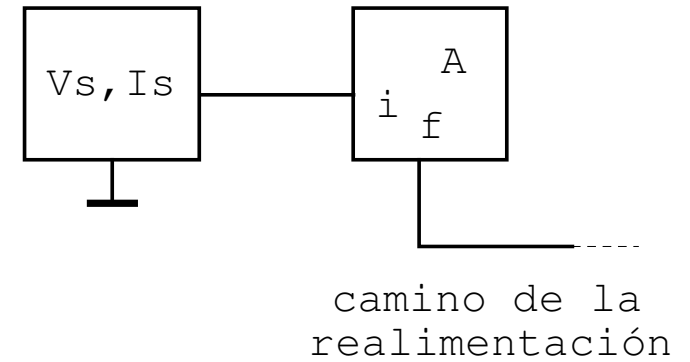
Generador adecuado: I_S



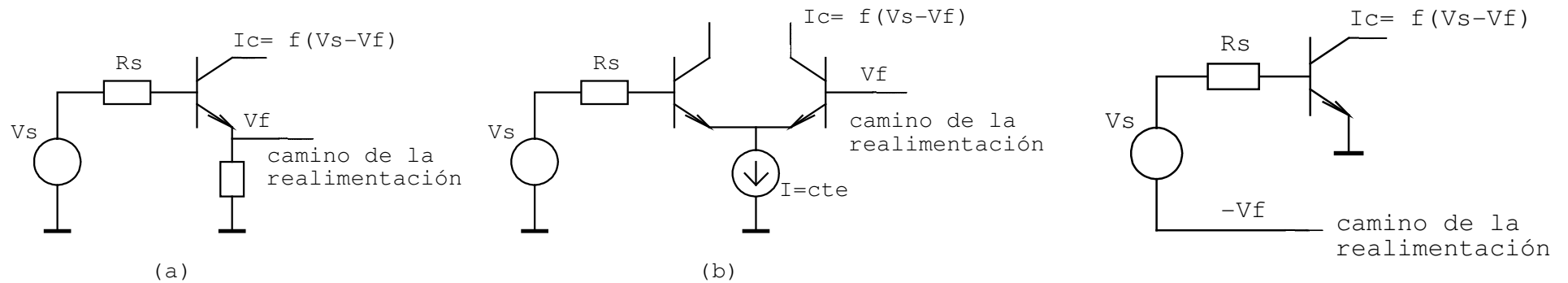
Generador inadecuado, pero es resta de I !!!!

RESTA DE TENSIONES:

Si existe un elemento capaz de restar tensiones y este elemento recibe por una parte la tensión del generador y por otra está conectado a la red de realimentación, entonces se restan tensiones. En esta topología, si R_s se hace infinita (generador ideal de corriente) desaparece la realimentación.



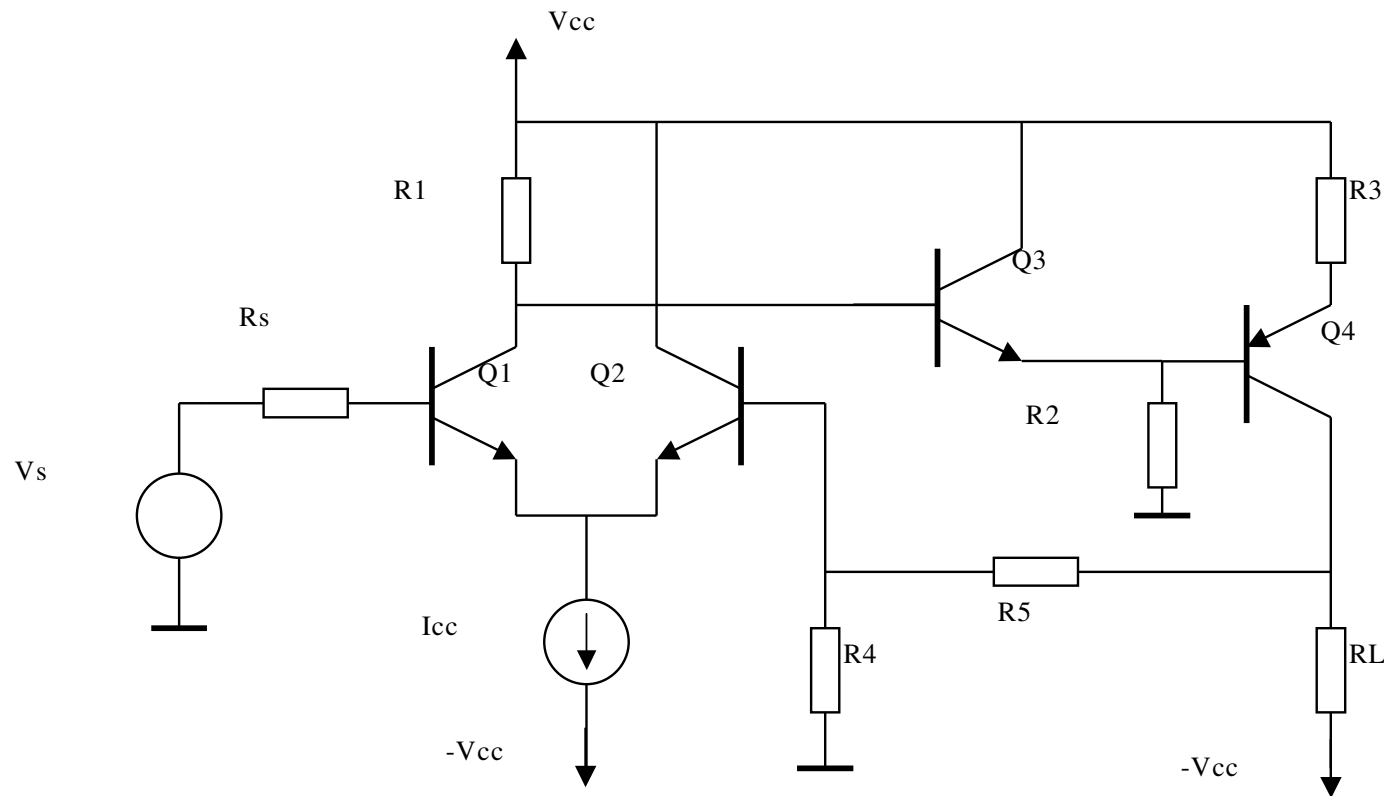
La red de realimentación no está conectada a la entrada (i, donde se conecta el generador) sino que está conectada a un punto diferente del amplificador (f). Entre los puntos i y f hay un elemento capaz de restar las tensiones presentes en ellos. Este elemento suele ser un transistor o un par diferencial.



Ejemplo en el que el generador no está conectado a masa

3. Ejemplos para identificar la topología.

(también para verificar si la realimentación es negativa)



¿Cómo determinar si el tipo de realimentación es positiva o negativa?

1. Marcar el punto en donde se realiza el muestreo (“punto de partida”) con un signo ‘+’ (en realidad se puede utilizar cualquier punto del bucle).

2. Seguir el camino de la señal a lo largo del bucle hasta llegar de nuevo al punto de partida. Cada vez que se atraviesa un transistor mantener el signo o cambiarlo según los terminales del transistor por los que la señal entra y sale:

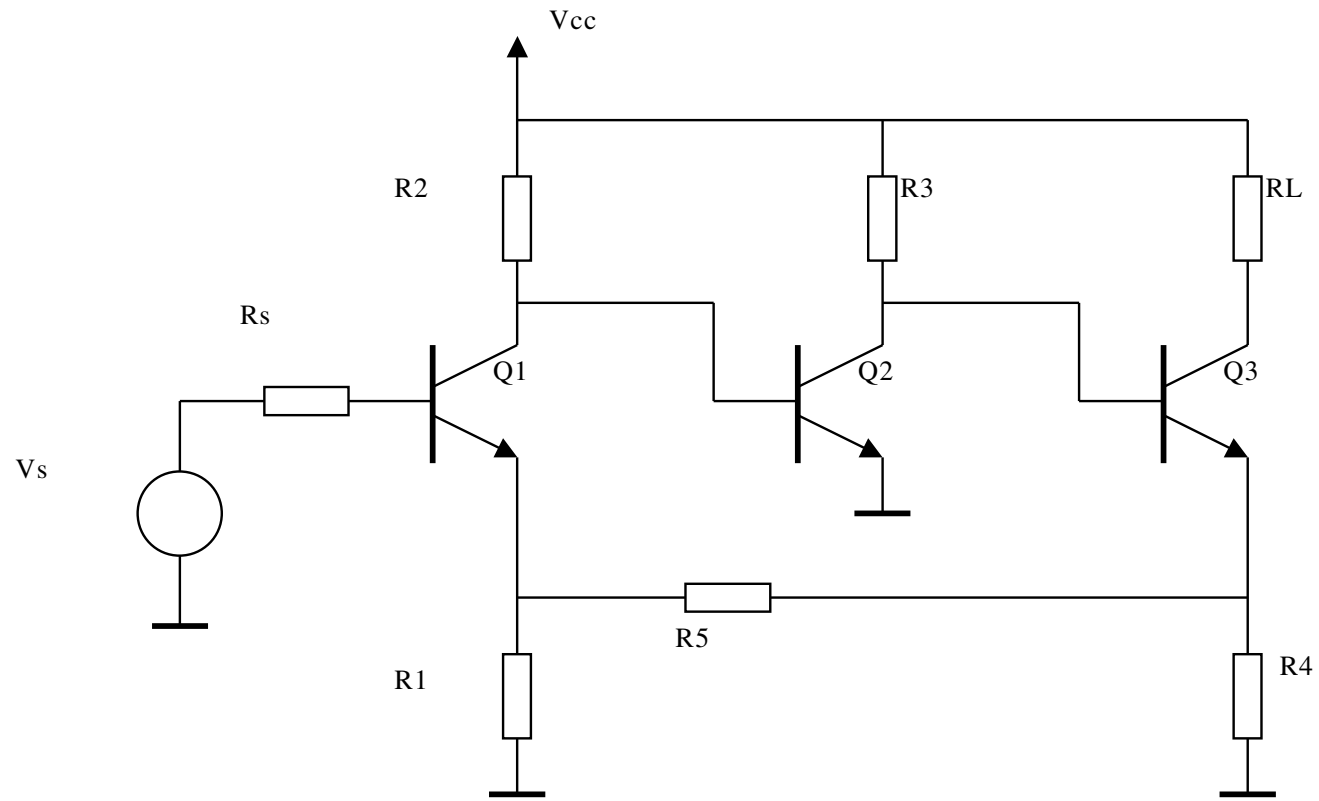
De base a emisor: No cambia el signo (seguidor de emisor)

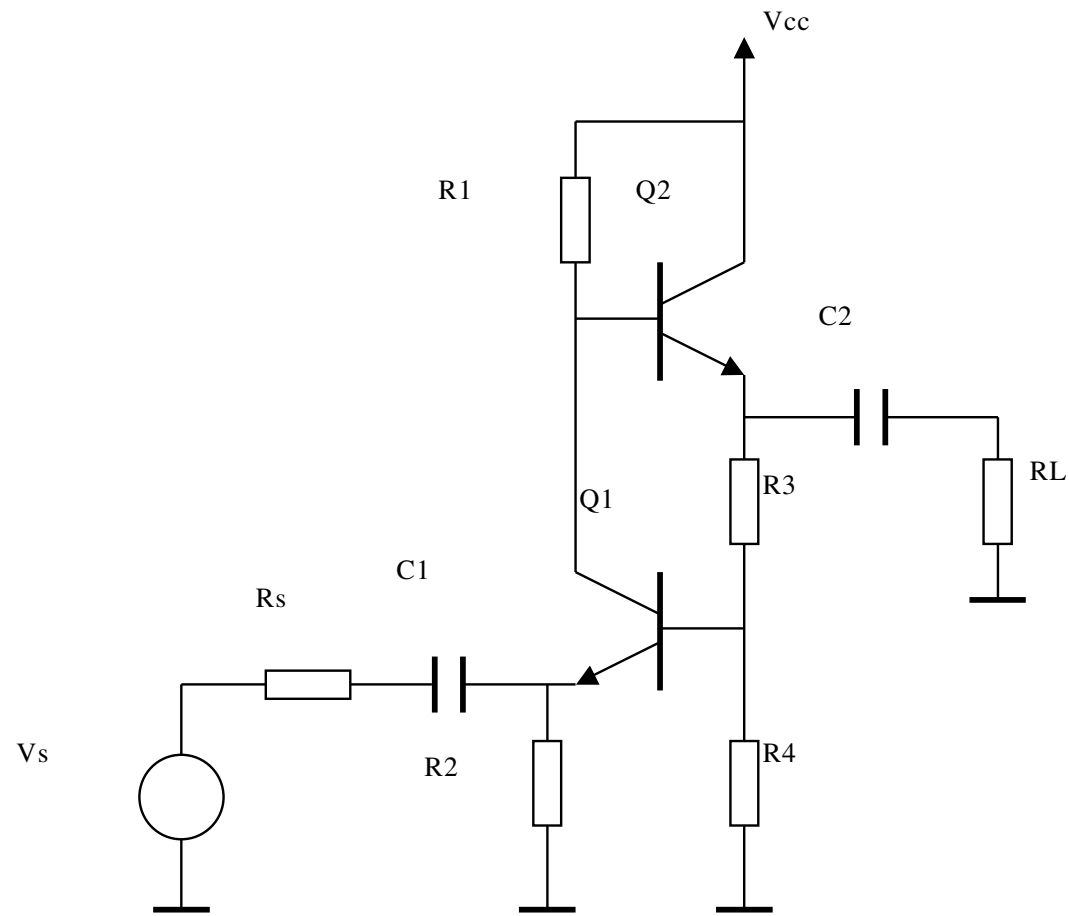
De base a colector: Cambia el signo (emisor común)

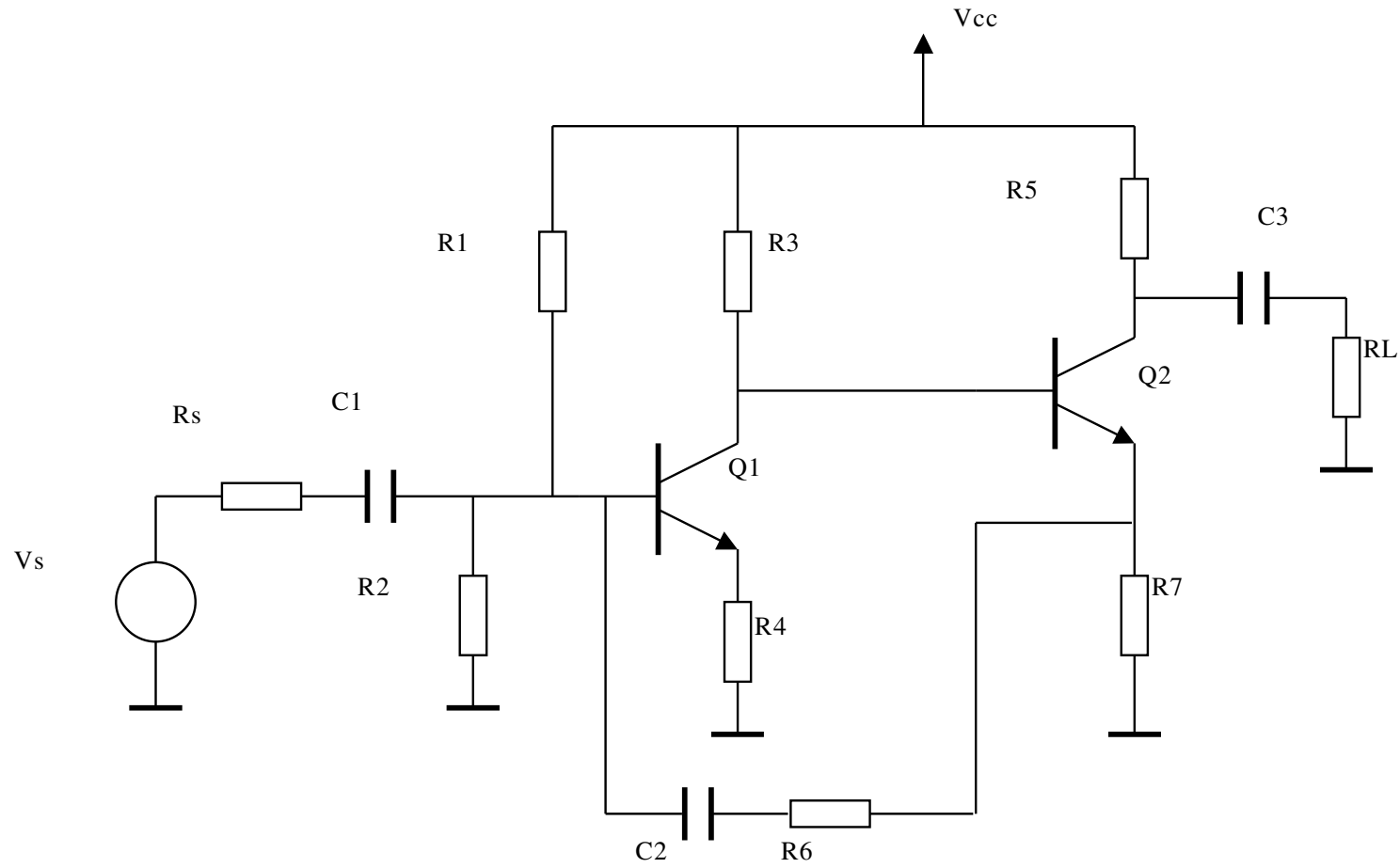
De emisor a colector: No cambia el signo (base común)

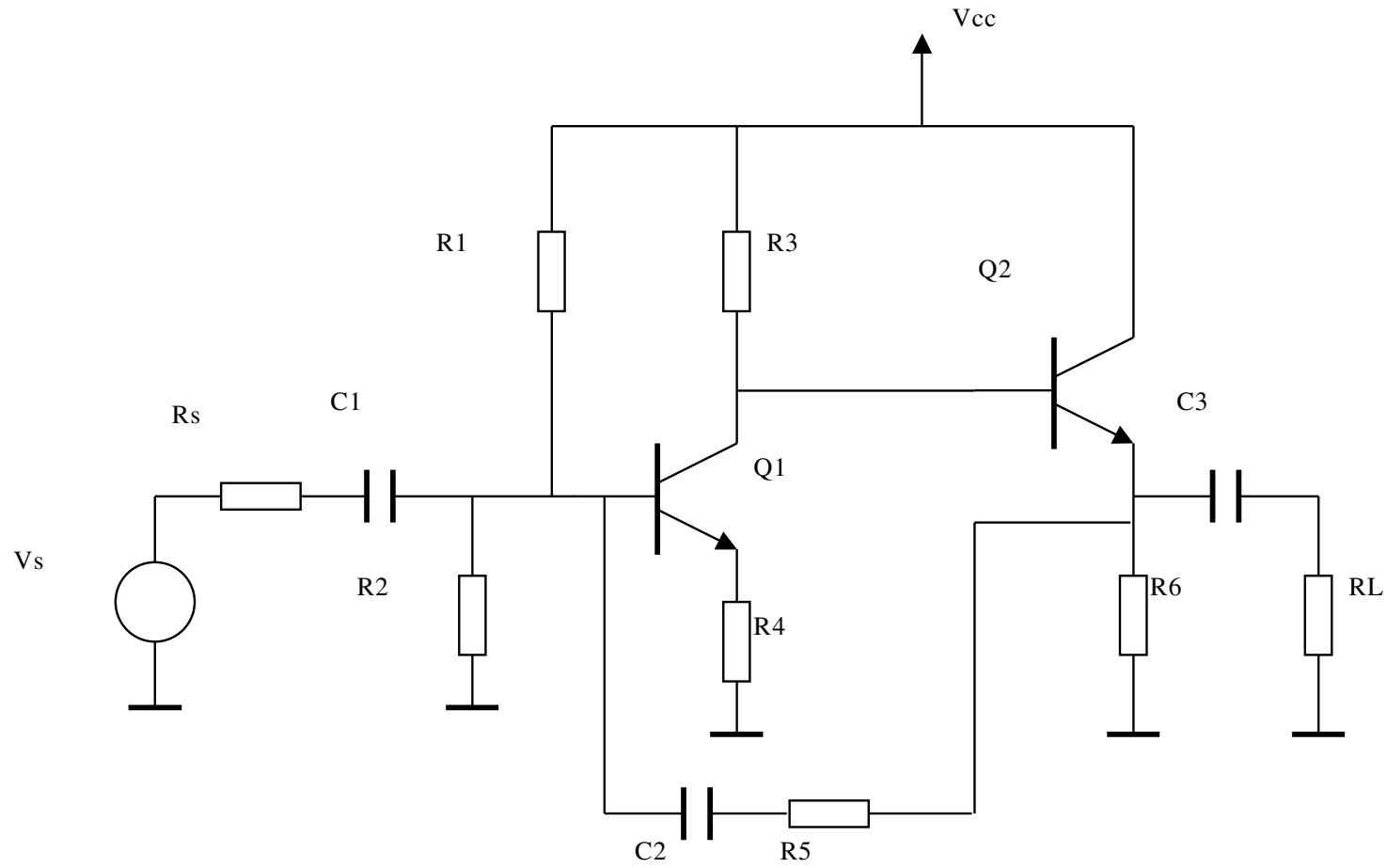
(NOTA: No se puede pasar dos veces por el mismo transistor)

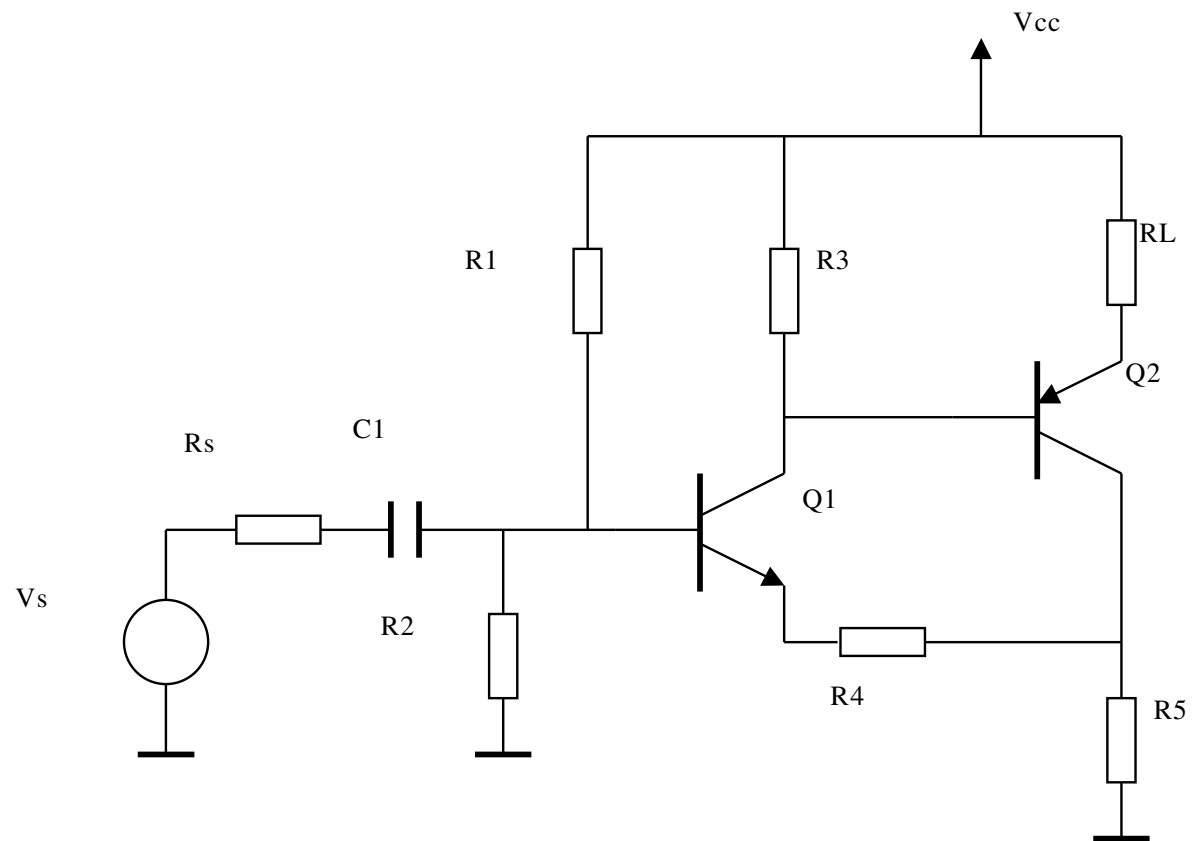
3. Si se llega al punto de partida con el signo ‘-’, es realimentación negativa. Si se llega al punto de partida con el signo ‘+’, la realimentación es positiva.

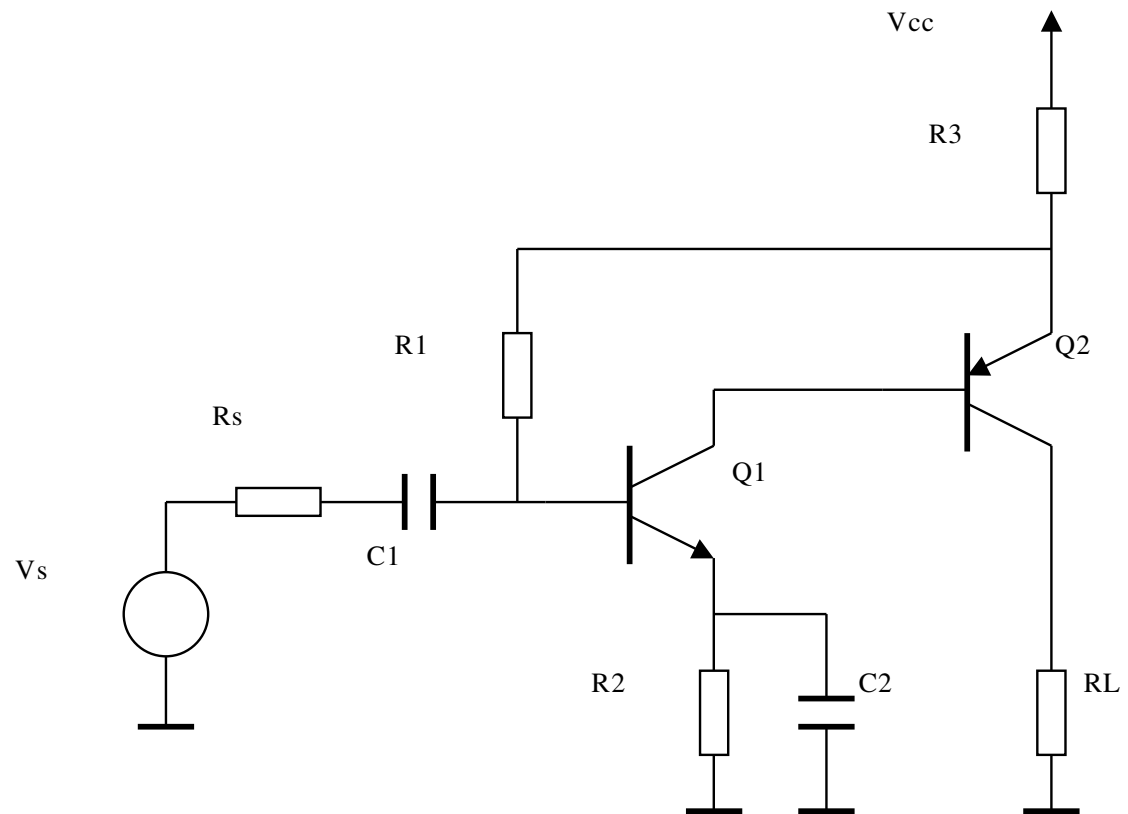


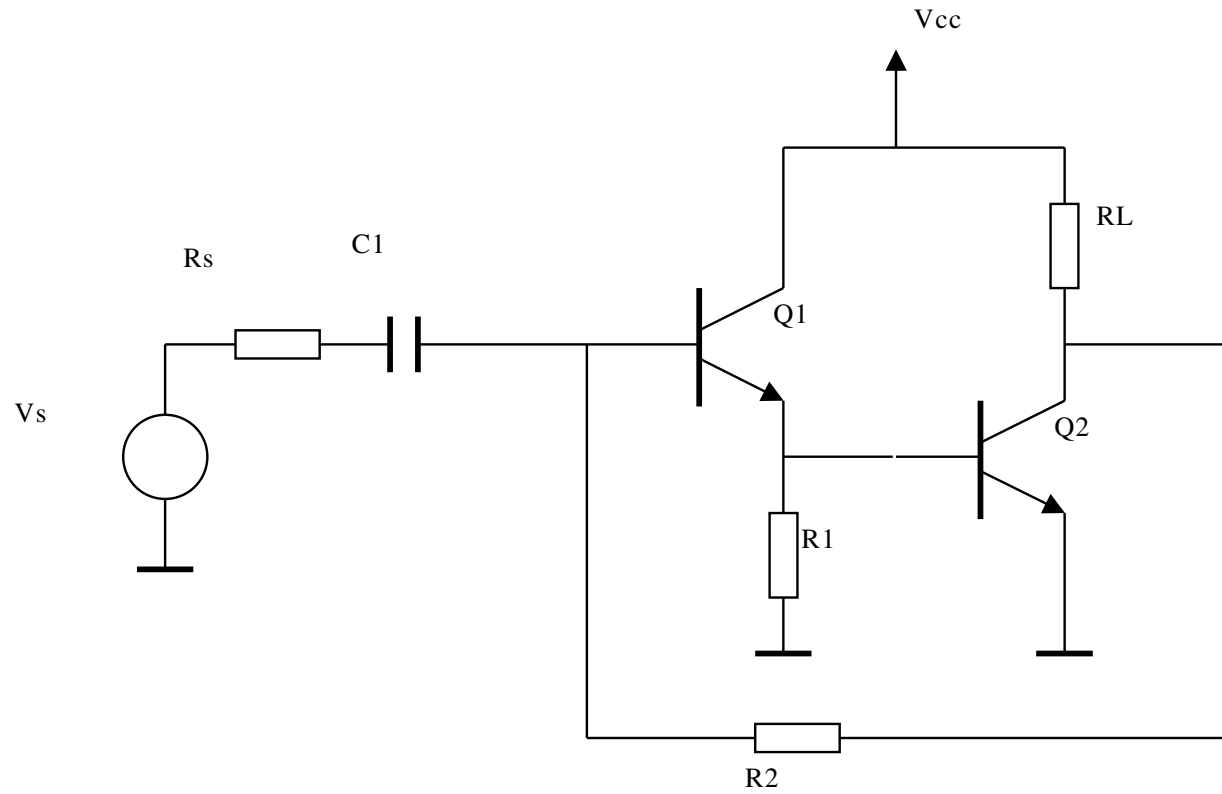












Obtención del circuito para pequeña señal del amplificador sin realimentación pero con los efectos de carga de la red de realimentación

1. Dibujar el circuito del amplificador utilizando el modelo de pequeña señal (sin el elemento que realimenta):

Modelo híbrido simplificado para representar los transistores

Generadores de tensión continua = cortocircuito

Generadores de corriente continua = circuito abierto

2. Para completar el circuito de entrada:

Si en la salida se muestrea tensión, hacer $V_o = 0$

Si en la salida se muestrea corriente, hacer $I_o = 0$

3. Para completar el circuito de salida:

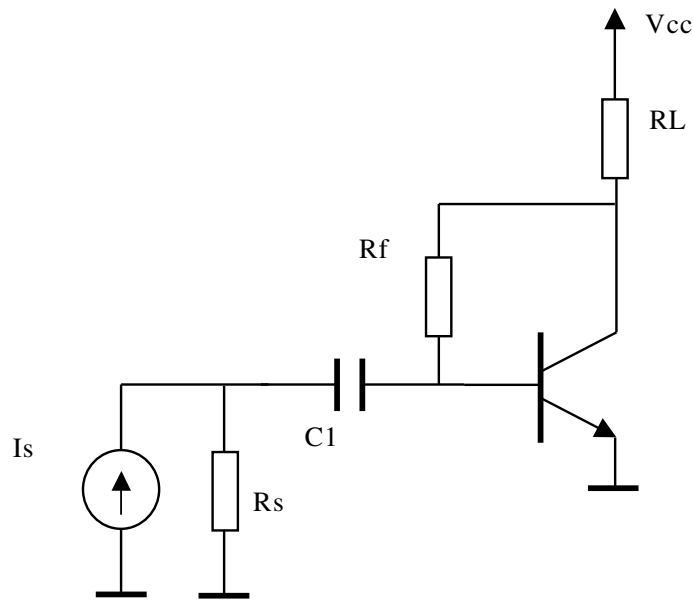
Si en la entrada se restan corrientes, anular la tensión en el nodo en que se realiza la resta.

Si en la entrada se restan tensiones, anular la corriente del elemento que realiza la resta.

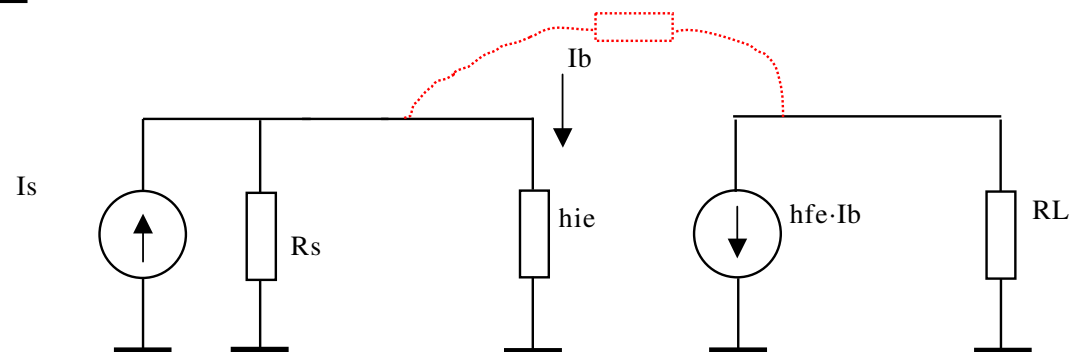
En el circuito de salida determinar la situación del parámetro que se resta (V_f o I_f según el caso). Utilizando este circuito (salida), determinar $\beta = X_f / X_o$

Ejemplos de obtención del circuito sin realimentación

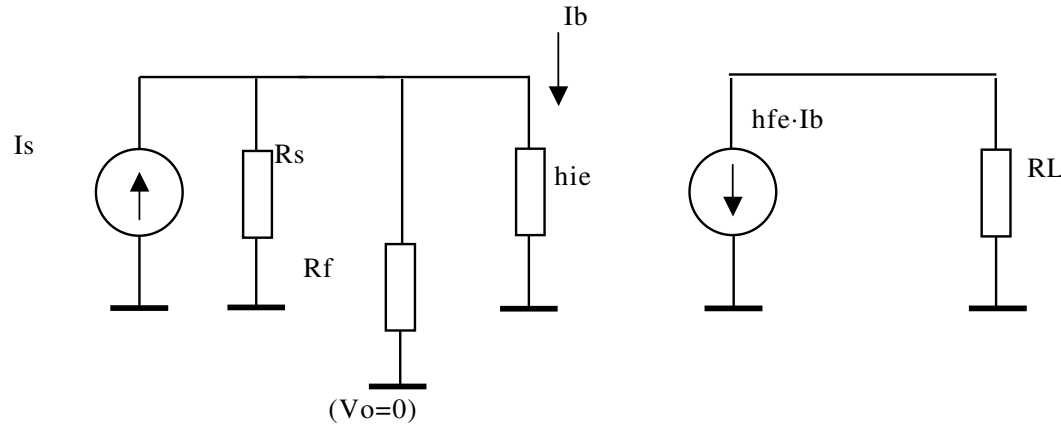
Topología: Realimentación de tensión en paralelo.



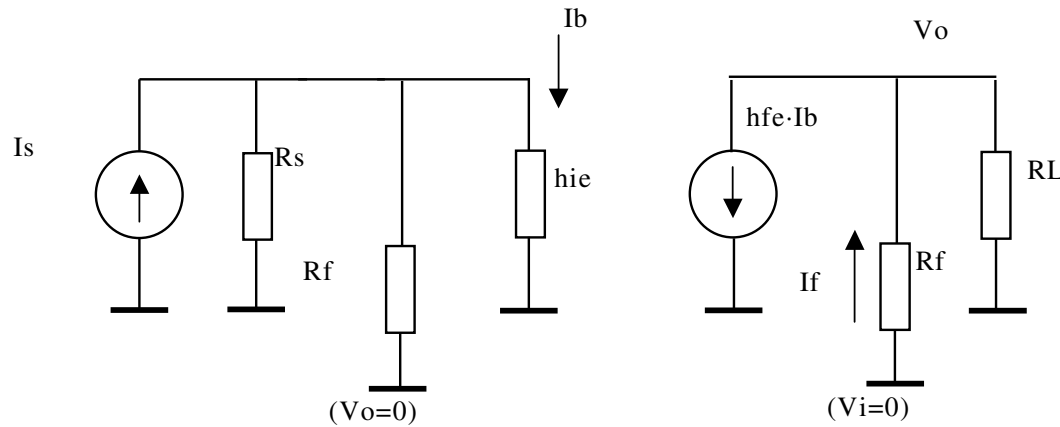
Circuito de pequeña señal (**paso 1**: falta Rf)



Circuito de pequeña señal (**paso 2: completar circuito de entrada**)



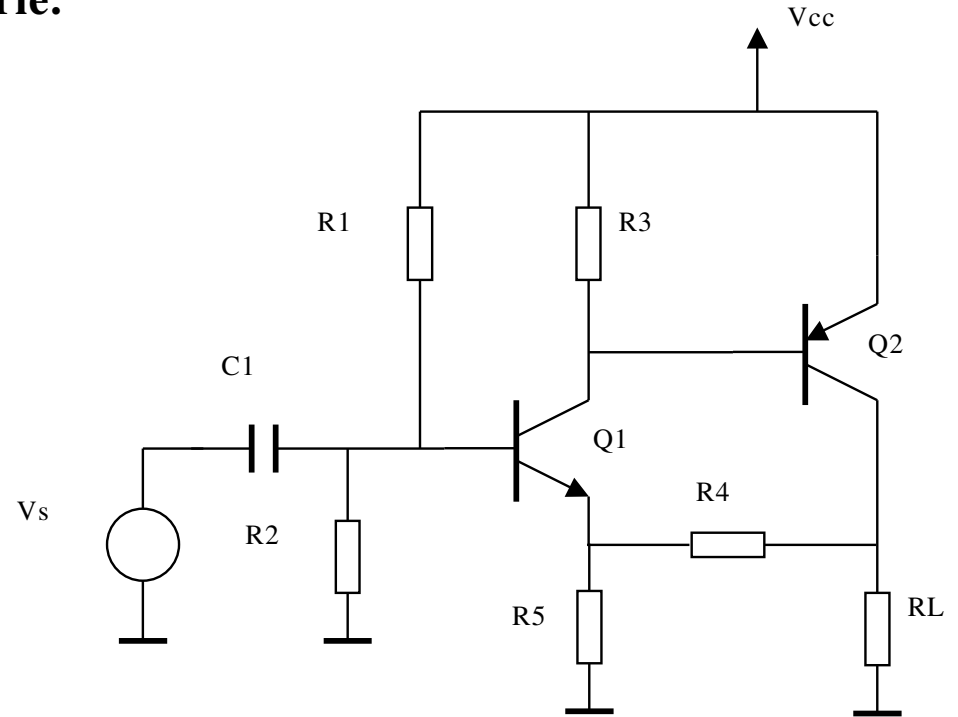
Circuito de pequeña señal (**paso 3: completar circuito de salida**)



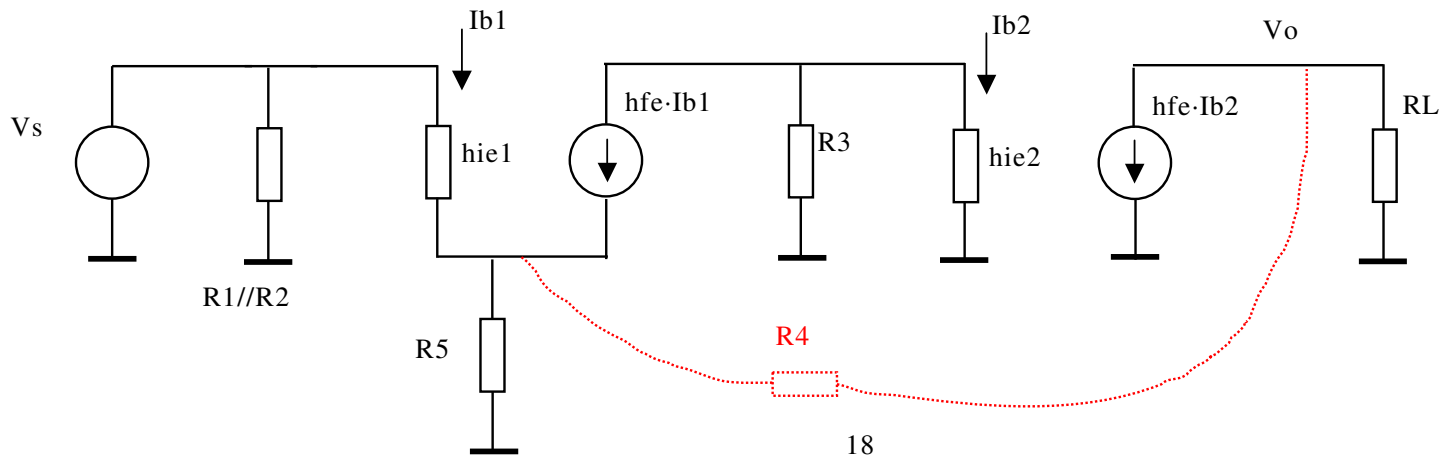
$$\beta = I_f / V_o = -1/R_F$$

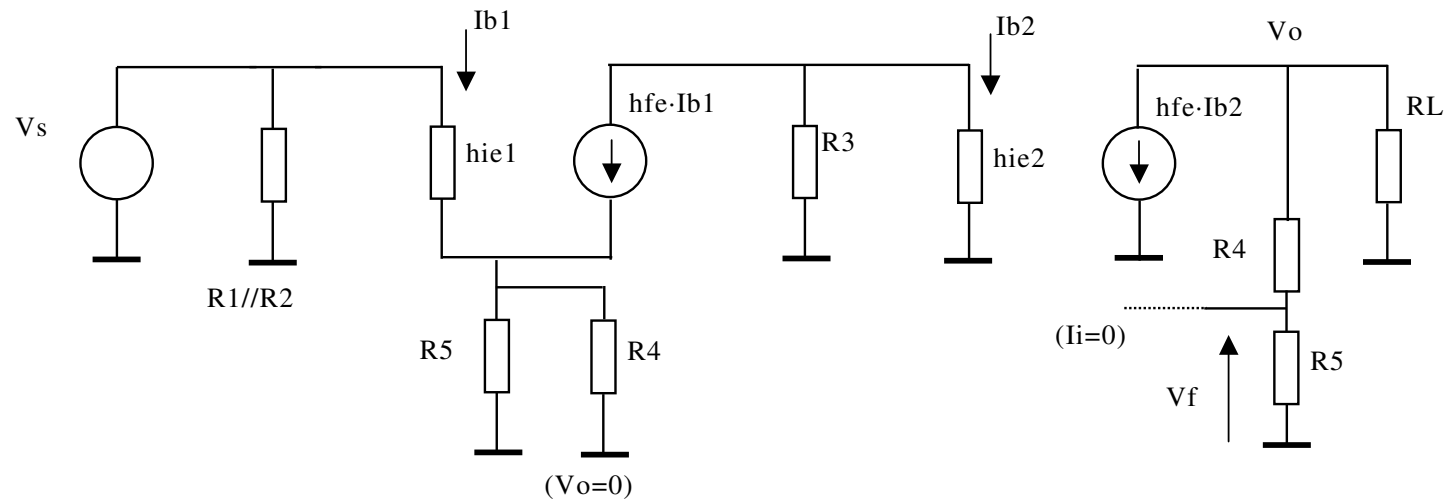
Si la realimentación es intensa, $R_M \approx 1/\beta = -R_F$

Topología: Realimentación de tensión en serie.



Circuito de pequeña señal (**paso 1: falta R4**)



Circuito de pequeña señal (**pasos 2 y 3**: completar circuitos de entrada y salida)

$$\beta = V_f / V_o = R5 / (R4 + R5)$$

Si la realimentación es intensa $A_V \approx 1/\beta = 1 + R4/R5$

Amplificadores realimentados con un solo transistor

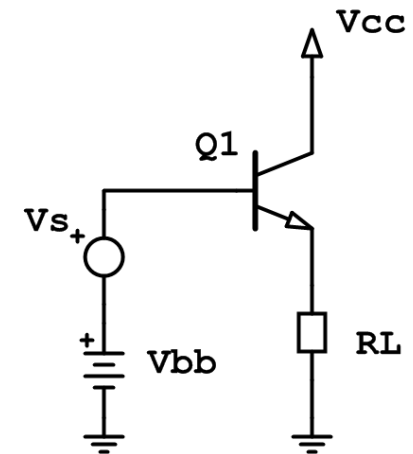
Introducción

El análisis de estos amplificadores puede resultar confuso, ya que para eliminar la realimentación, hay que “romper” el modelo de pequeña señal del transistor. Los ejemplos típicos son los seguidores de emisor (o de fuente) y los amplificadores con resistencia de emisor (o de fuente) no desacoplada.

Seguidor de emisor

El seguidor de emisor puede ser considerado como un amplificador realimentado. R_L es la carga.

En primer lugar tenemos que obtener el circuito de pequeña señal.



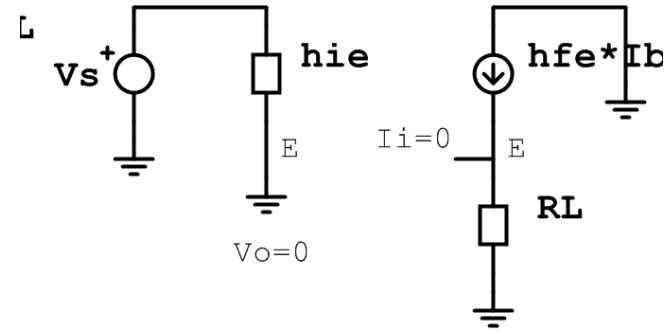
La realimentación es de tensión en serie, y el valor de beta es:

$$\beta = \frac{V_f}{V_o} = 1$$

El emisor se “parte en dos”:

El “emisor de entrada” va a masa porque para eliminar la realimentación es preciso anular V_o (tensión en R_L).

El “emisor de salida” se desconecta del emisor de entrada porque $I_i = 0$, ya que se restan tensiones en la entrada.



La ganancia que se estabiliza es la de tensión.

$$A_V = \frac{V_o}{V_s} = \frac{hfe \cdot R_L}{hie}$$

La ganancia con realimentación es:

$$A_{Vf} = \frac{A_V}{1 + A_V \cdot \beta} = \frac{hfe \cdot R_L}{hie + hfe \cdot R_L}$$

que difiere ligeramente del obtenido empleando un análisis directo, porque hemos despreciado la transferencia directa de beta.

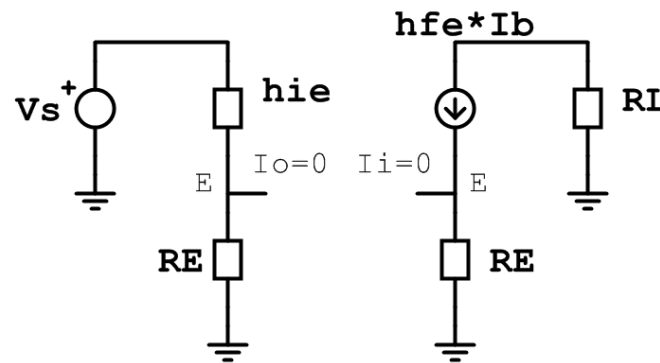
$$A_{Vdirecto} = \frac{(hfe + 1) \cdot R_L}{hie + (hfe + 1) \cdot R_L}$$

Emisor común con RE no desacoplada

La topología de la realimentación es la de corriente en serie, ya que la carga RL está ahora en el colector.

El circuito en pequeña señal es:

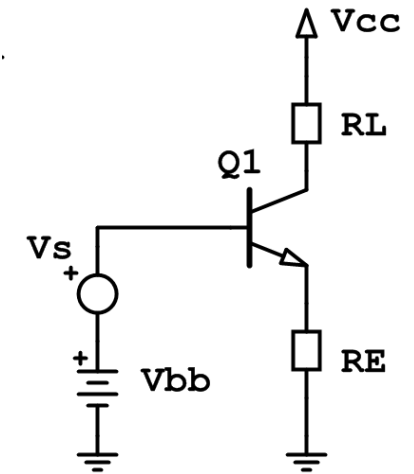
$$\beta = \frac{V_f}{I_o} = \frac{hfe \cdot I_b \cdot R_E}{-hfe \cdot I_b} = -R_E$$



$$G_M = \frac{I_o}{V_s} = \frac{-hfe \cdot I_b}{I_b \cdot (hie + R_E)} = \frac{-hfe}{hie + R_E}$$

$$G_{Mf} = \frac{G_M}{1 + G_M \cdot \beta} = \frac{-hfe}{hie + (hfe + 1) \cdot R_E}$$

$$A_{Vf} = G_M \cdot R_L = \frac{-hfe \cdot R_L}{hie + (hfe + 1) \cdot R_E}$$



Seguidor de fuente

La topología de la realimentación es la de tensión en serie.

$$\beta = \frac{V_f}{V_o} = 1$$

$$A_v = \frac{V_o}{V_s} = \frac{g_m \cdot V_s \cdot R_L}{V_s} = g_m \cdot R_L$$

$$A_{vf} = \frac{A_v}{1 + A_v \cdot \beta} = \frac{g_m \cdot R_L}{1 + g_m \cdot R_L}$$

