

COMO MODIFICAR "D" EN LAS DISTINTAS TOPOLOGÍAS.

Un sistema realimentado está compuesto por un cuadripolo activo o amplificador de transferencia directa (transfiere la información desde la entrada hacia la salida) y un cuadripolo pasivo β de transferencia inversa (transfiere la información desde la salida hacia la entrada).

La función del cuadripolo β es atenuar la señal tomada de muestra a la salida y llevarla a los niveles de la señal de entrada para poder ser mezclada con la señal de excitación.

Para que un circuito tenga estabilizada su ganancia, de manera tal que sea constante y solo dependa del cuadripolo pasivo β , el circuito debe estar altamente realimentado, esto significa que deberá cumplirse que $D = 1 + \beta.A > 12$ para circuitos discretos.

En los diseños adoptamos $D = 15$.

$$D = 1 + \beta.A > 12 \quad \rightarrow \quad D = f(\beta; A)$$

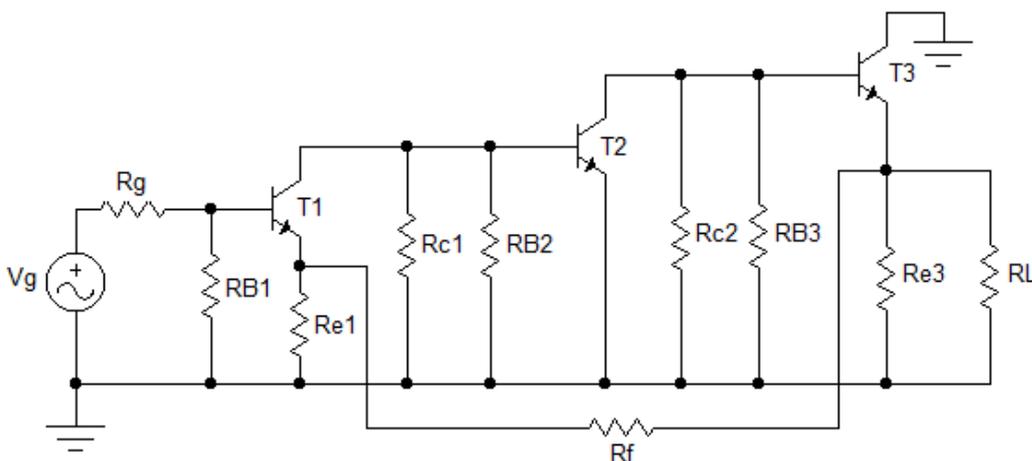
Vemos que D es función de A y β , donde A es la ganancia del amplificador ficticio.

Para modificar "D", lo mas conveniente es modificar la transferencia del cuadripolo β , afectando lo mínimo posible a la transferencia A del amplificador ficticio, pues el mismo esta cargado en la ME y MS por el cuadripolo β .

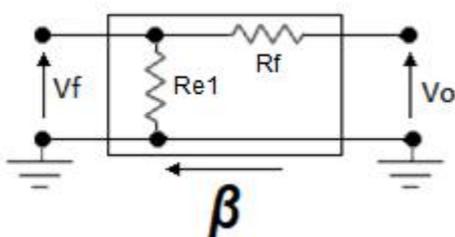
Es necesario entonces saber que resistores del cuadripolo β es conveniente modificar, para obtener un valor distinto de "D", afectando lo mínimo posible la transferencia A del amplificador ficticio.

1) TOPOLOGÍA (V-V) o (V-serie)

Amplificador básico = $A_v = \text{Amplif. de tensión} = V_o/V_i$ ($R_i \rightarrow \infty$ y $R_o \rightarrow 0$)



Cuadripolo β :



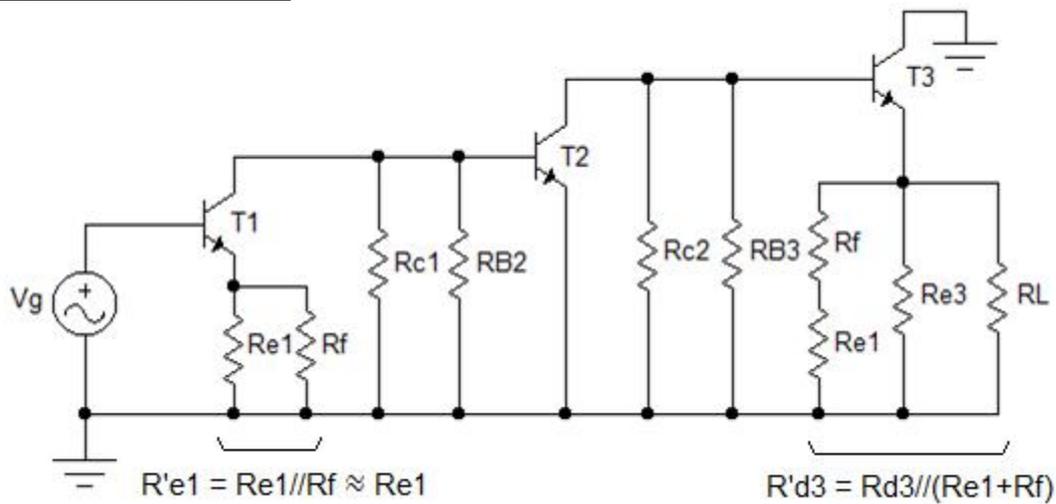
$$\beta = \frac{v_f}{v_o} = \frac{R_{e1}}{R_{e1} + R_f} \quad \beta = \text{divisor de tensión}$$

Como $V_o \gg V_f \rightarrow R_f \gg R_{e1}$

El cuadripolo β es un divisor de tensión. Es conveniente que $Re1$ no sea muy alta, ya que disminuye la ganancia Av de la primer etapa, debido a la realimentación local producida por $Re1$.

Valores normales de $Re1$ son decenas de ohms, siendo un valor típico = 100 Ω .

Amplificador ficticio:



En la ME del amplificador ficticio si $R_f \geq 10Re1$ y se modifica el valor de R_f para obtener un distinto valor de "D", no se modificará prácticamente la ganancia $Av1$ de la primer etapa, ya que $R'e1 = Re1 // R_f \approx Re1$, no afectando R_f a dicho paralelo.

En la MS del amplificador ficticio $Rd'3 = Rd3 // (Re1 + R_f)$. Por lo tanto, la resistencia serie $(Re1 + R_f)$ afectará en mayor o menor medida a $Av3$, dependiendo del valor de la $Rd3$ de la última etapa.

Por lo tanto, adoptamos el valor de $Re1$ y conocida la ganancia Avs del amplificador ficticio y el valor de "D", obtenemos el valor de R_f de la siguiente manera:

$$D = 1 + \beta \cdot Avs > 12 \quad \rightarrow \quad \text{Adoptamos } D = 15$$

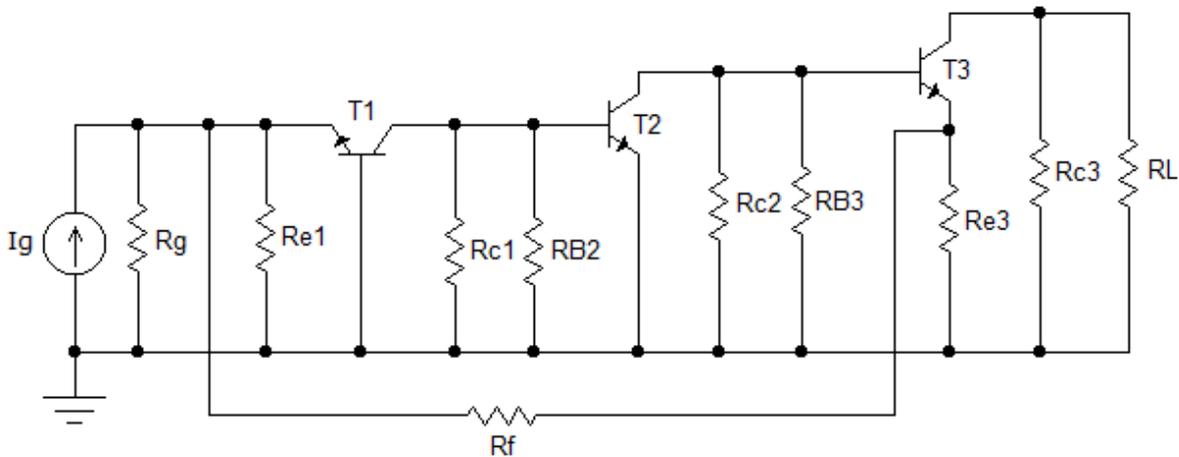
$$\beta = \frac{D-1}{Avs} \quad \rightarrow \quad \beta = \frac{D-1}{Avs} = \frac{Re1}{Re1+Rf} \quad \rightarrow \quad Rf = \frac{Avs \cdot Re1}{D-1} - Re1$$

Luego si el circuito está altamente realimentado, esto implica $D > 12$, se cumple que:

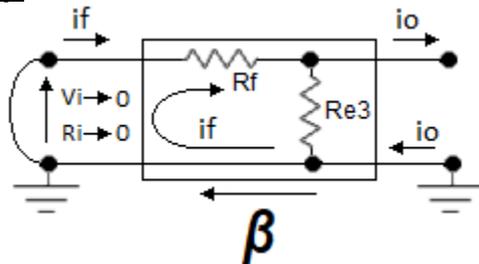
$$Avsf = \frac{Avs}{1+\beta \cdot Avs} = \frac{Avs}{D} \quad \rightarrow \quad \text{Si } \beta \cdot Avs \gg 1 \quad \rightarrow \quad Avsf = \frac{Avs}{\beta \cdot Avs} \approx \frac{1}{\beta}$$

2) TOPOLOGÍA (I-I) o (I-paralelo)

Amplificador básico = $A_i = \text{Amplif. de corriente} = -i_o/i_i$ ($R_i \rightarrow 0$ y $R_o \rightarrow \infty$)



Cuadripolo β :



$$\beta = -\frac{i_f}{i_o} = -\frac{R_{e3}}{R_{e3} + R_f}$$

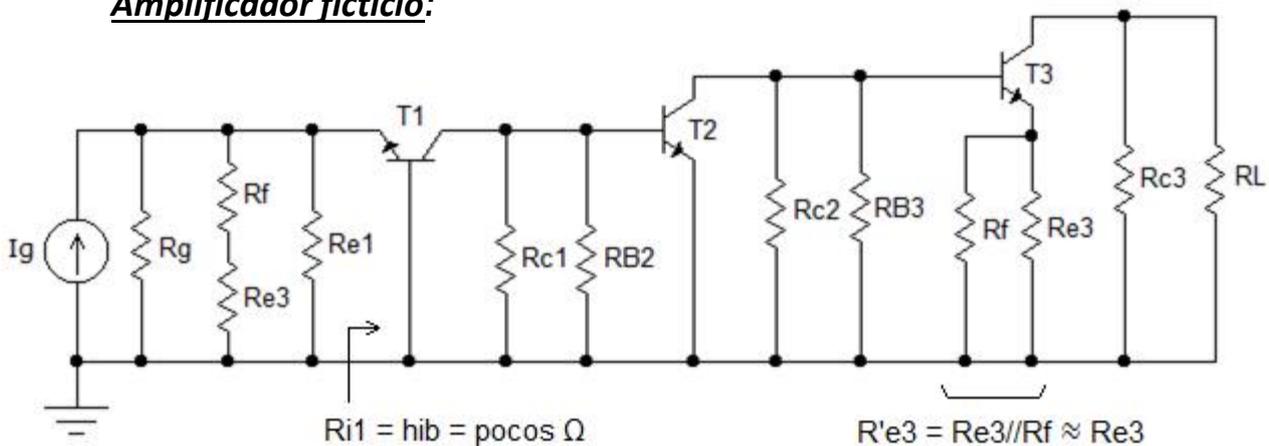
$\beta = \text{divisor de corriente}$

$$i_f = i_o \frac{R_{e3}}{R_{e3} + R_f} \quad \text{Como } i_f \ll i_o \rightarrow R_f \gg R_{e3}$$

El cuadripolo β es un divisor de corriente. Es conveniente que R_{e3} no sea muy alta, ya que disminuye mucho la corriente de base que ingresa a la última etapa, por el aumento de R_i debido a la realimentación local producida por R_{e3} .

Valores normales de R_{e3} son decenas de ohms, siendo un valor típico = 100Ω.

Amplificador ficticio:



En la MS del amplificador ficticio si $R_f \geq 10R_{e3}$ y se modifica el valor de R_f para obtener un distinto valor de "D", no se modificará prácticamente la ganancia A_{v3} de la última etapa, ya que $R'_{e3} = R_{e3} // R_f \approx R_{e3}$, no afectando R_f a dicho paralelo.

En la ME del amplificador ficticio vemos que la resistencia serie ($R_f + R_{e3}$) no afectará a la misma, ya que la resistencia equivalente de dicha ME queda limitada por h_{ib1} de pocos ohms.

Por lo tanto, adoptamos el valor de R_{e3} y conocida la ganancia A_{is} del amplificador ficticio y el valor de "D", obtenemos el valor de R_f de la siguiente manera:

$$D = 1 + \beta \cdot A_{is} > 12 \rightarrow \text{Adoptamos } D = 15$$

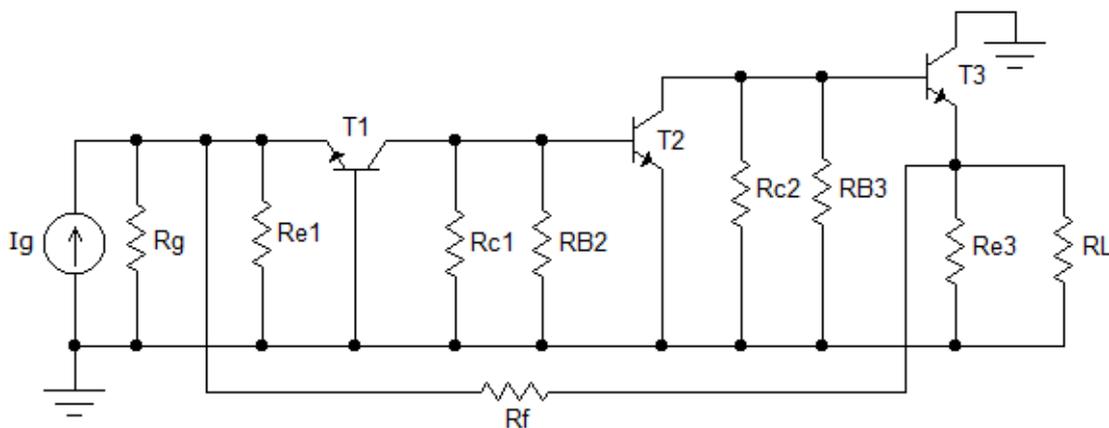
$$\beta = \frac{D-1}{A_{is}} \rightarrow \beta = \frac{D-1}{A_{is}} = \frac{R_{e3}}{R_{e3} + R_f} \rightarrow R_f = \frac{A_{is} \cdot R_{e3}}{D-1} - R_{e3}$$

Luego si el circuito está altamente realimentado, esto implica $D > 12$, se cumple que:

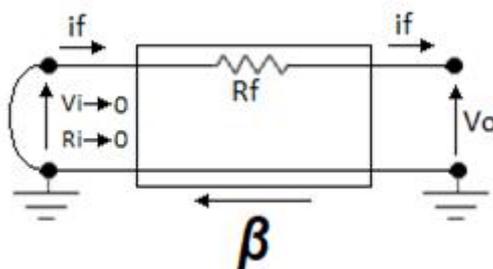
$$A_{isf} = \frac{A_{is}}{1 + \beta \cdot A_{is}} = \frac{A_{is}}{D} \rightarrow \text{Si } \beta \cdot A_{is} \gg 1 \rightarrow A_{isf} = \frac{A_{is}}{\beta \cdot A_{is}} \approx \frac{1}{\beta}$$

3) TOPOLOGÍA (V-I) o (V-paralelo)

Amplificador básico = R_m = Amplif. de transresistencia = $-V_o / I_i$ ($R_i \rightarrow 0$ y $R_o \rightarrow 0$)



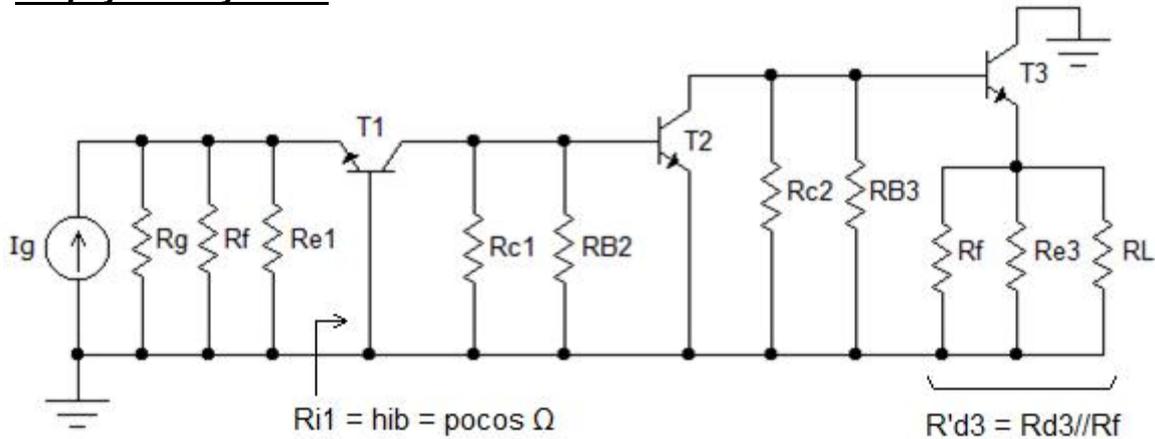
Cuadripolo β :



$$\beta = -\frac{i_f}{v_o} = -\frac{\frac{v_o}{R_f}}{v_o} = -\frac{1}{R_f}$$

En este caso el cuadripolo β es el resistor R_f , el cual tendrá valores del orden de algunos $K\Omega$.

Amplificador ficticio:



En la MS del amplificador ficticio si $R_f \geq 10R_{d3}$ y se modifica el valor de R_f para obtener un distinto valor de "D", no se modificará prácticamente la ganancia A_{v3} de la última etapa, ya que $R_{d'3} = R_{d3} // R_f \approx R_{d3}$, no afectando R_f a dicho paralelo.

En la ME del amplificador ficticio vemos que R_f no afectará a la misma, ya que la resistencia equivalente de dicha ME queda limitada por hib_1 de pocos ohms.

Por lo tanto, adoptamos el valor de R_f y conocida la ganancia R_{ms} del amplificador ficticio y el valor de "D", obtenemos el valor de R_f de la siguiente manera:

$$D = 1 + \beta \cdot R_{ms} > 12 \quad \rightarrow \quad \text{Adoptamos } D = 15$$

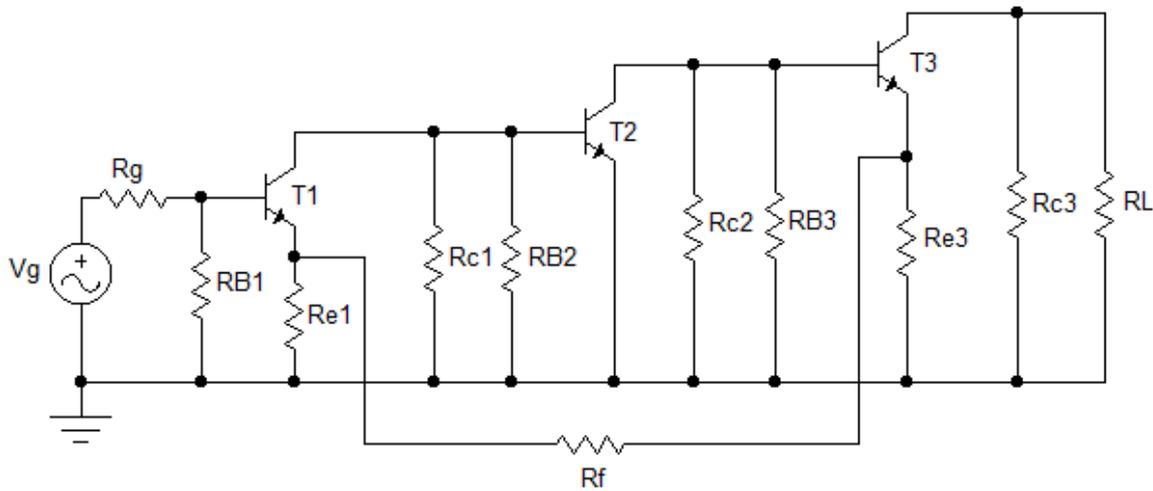
$$\beta = \frac{D-1}{R_{ms}} \quad \rightarrow \quad \beta = \frac{D-1}{R_{ms}} = \frac{1}{R_f} \quad \rightarrow \quad R_f = \frac{R_{ms}}{D-1}$$

Luego si el circuito está altamente realimentado, esto implica $D > 12$, se cumple que:

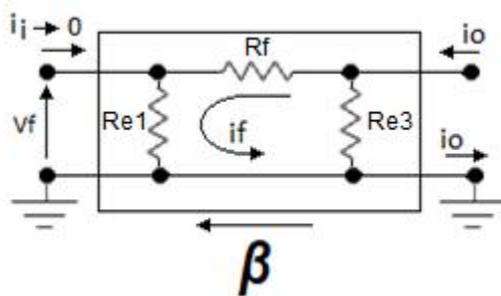
$$R_{msf} = \frac{R_{ms}}{1 + \beta \cdot R_{ms}} = \frac{R_{ms}}{D} \quad \rightarrow \quad \text{Si } \beta \cdot R_{ms} \gg 1 \quad \rightarrow \quad R_{msf} = \frac{R_{ms}}{\beta \cdot R_{ms}} \approx \frac{1}{\beta}$$

4) TOPOLOGÍA (I-V) o (I-serie)

Amplificador básico = G_m = Amplif. de transconductancia = i_o/v_i ($R_i \rightarrow \infty$ y $R_o \rightarrow \infty$)



Cuadripolo β :



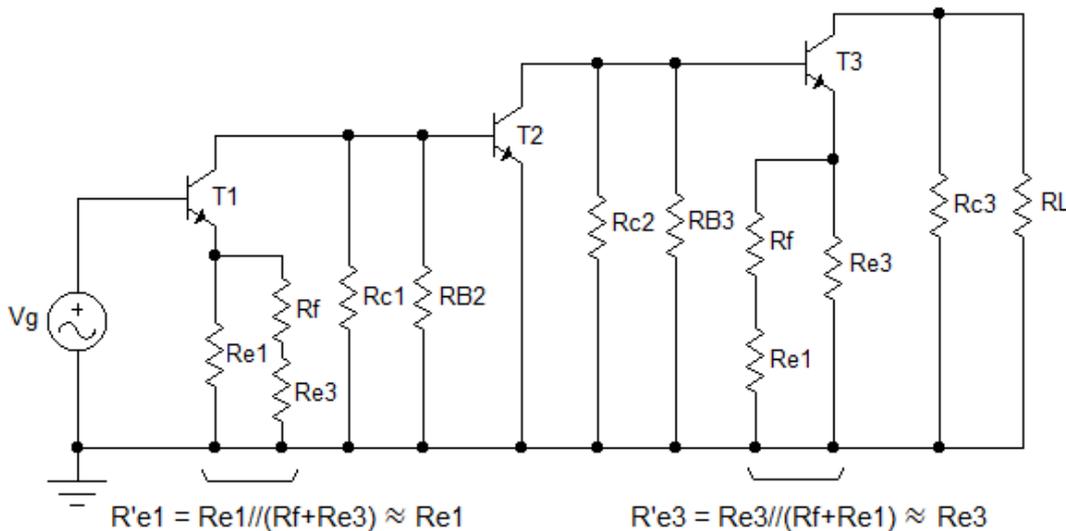
$$\beta = \frac{v_f}{i_o} = \frac{i_o \frac{Re1 \cdot Re3}{Re1 + Rf + Re3}}{i_o} = \frac{Re1 \cdot Re3}{Re1 + Rf + Re3}$$

$Re1 \approx Re3 < Rf$

El cuadripolo β está compuesto por 3 resistores. $Re1$ y $Re3$ producen una realimentación local en la primer y última etapa, la cual disminuye la ganancia A_v de las mismas, por lo tanto es conveniente que dichos resistores no sean de valor elevado.

Valores normales de $Re1$ y $Re3$ son decenas de ohms, siendo un valor típico = 100Ω . Luego el valor de Rf será mayor que el valor de $Re1$ y $Re3$ adoptado.

Amplificador ficticio:



En la MS del amplificador ficticio si $(R_f + R_{e1}) \geq 10R_{e3}$ y se modifica el valor de R_f para obtener un distinto valor de "D", no se modificará prácticamente la ganancia A_{v3} de la última etapa, ya que $R'_{e3} = R_{e3} // (R_f + R_{e1}) \approx R_{e3}$, no afectando R_f a dicho paralelo.

En la ME del amplificador ficticio si $(R_f + R_{e3}) \geq 10R_{e1}$ y se modifica el valor de R_f para obtener un distinto valor de "D", no se modificará prácticamente la ganancia A_{v1} de la primer etapa, ya que $R'_{e1} = R_{e1} // (R_f + R_{e3}) \approx R_{e1}$, no afectando R_f a dicho paralelo.

Por lo tanto, adoptamos el valor de R_{e1} y R_{e3} y conocida la ganancia G_{ms} del amplificador ficticio y el valor de "D", obtenemos el valor de R_f de la siguiente manera:

$$D = 1 + \beta \cdot G_{ms} > 12 \quad \rightarrow \quad \text{Adoptamos } D = 15$$

$$\beta = \frac{D-1}{G_{ms}} \rightarrow \beta = \frac{D-1}{G_{ms}} = \frac{R_{e1} \cdot R_{e3}}{R_{e1} + R_f + R_{e3}} \rightarrow R_f = \frac{G_{ms} \cdot R_{e1} \cdot R_{e3}}{D-1} - R_{e1} \cdot R_{e3}$$

Luego si el circuito está altamente realimentado, esto implica $D > 12$, se cumple que:

$$G_{msf} = \frac{G_{ms}}{1 + \beta \cdot G_{ms}} = \frac{G_{ms}}{D} \rightarrow \text{Si } \beta \cdot G_{ms} \gg 1 \rightarrow G_{msf} = \frac{G_{ms}}{\beta \cdot G_{ms}} \approx \frac{1}{\beta}$$