

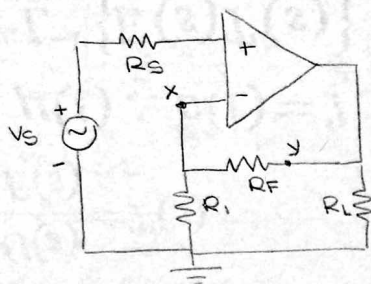
REALIMENTACIÓN

ANÁLISIS DE REALIMENTACIÓN:

1. Identificar la red de realimentación
2. Identificar el tipo de realimentación a la entrada y a la salida.
3. Tener en cuenta los efectos de la red de realimentación sobre la ganancia a lazo abierto, modificando el ampli de la siguiente manera:

a. Cortocircuitar los terminales de realim colgados en //, de modo que no haya conexión a tierra)
señal de tensión que en la red de realim.

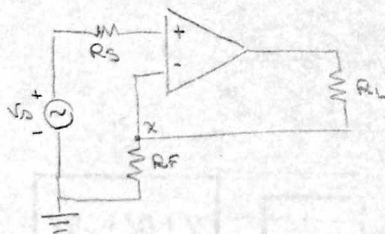
Por ej:



En este caso, se conectaría y a gnd. (Pongo el nodo a masa)

b. Abrir la realimentación serie de modo que no haya señal de corriente que vaya hacia la red de realimentación.

Por ej:



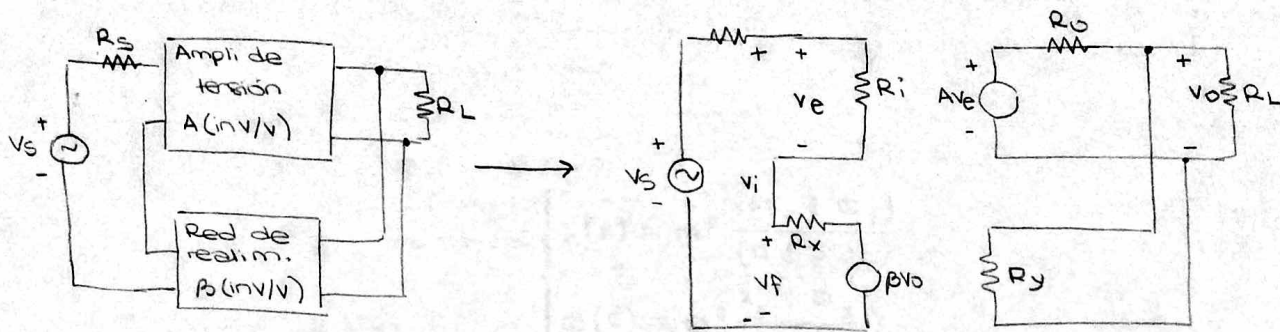
Desconectar x del opamp de modo que no haya flujo de corriente hacia el circuito realimentado y Ri quede en serie con Rf

4. Representar el ampli modificado usando una topología equivalente.

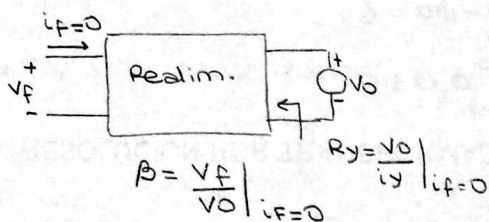
calcular R_i , R_o , A .

5. Hallar el factor de realimentación β .

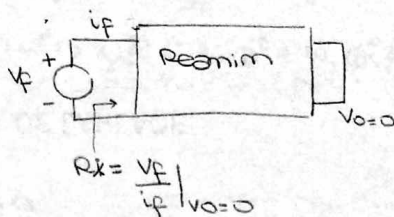
MENTACIÓN SERIE PARALELO → en general va para amplis de tensión



¿Cómo obtengo los parámetros del realimentador?

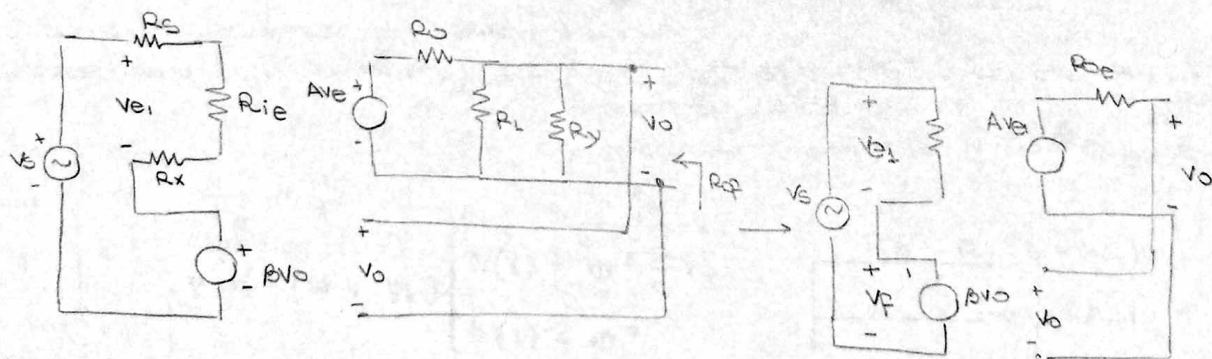


(miro desde la entrada, para desconectar el realimentador del ampli; tengo que abrir la malla $\Rightarrow i_f=0$)

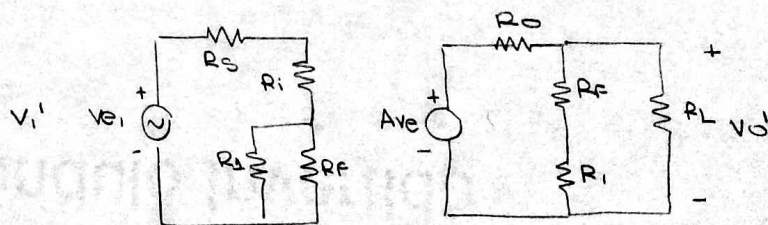
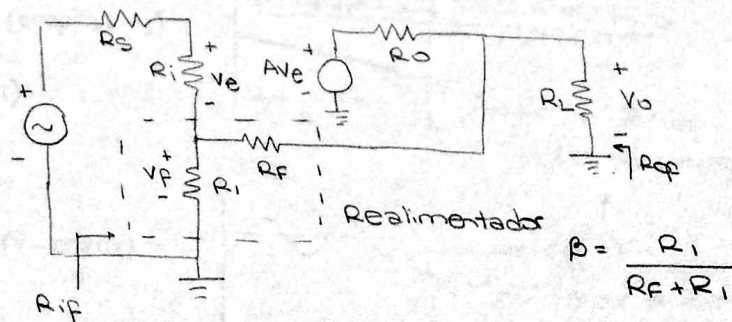
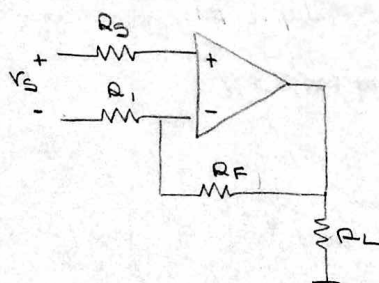


Se cumple la condición de:
conexión // → poner a 1
conexión serie → al 0 el bzo

Lo que se hace ahora es llevar el circuito a un modelo de ampli + realim ideal (sin R_x ni R_y), quedando:



Ejemplo



pasa si no tengo el dato de A_{ol} ?

$$A_{ol} = \frac{V_{o'}}{V_{i'}} = \frac{R_L // (R_F + R_i)}{R_L // (R_F + R_i) + R_o} \cdot A_{ve} \quad \text{depende de } A! \quad \text{(la tengo que conocer?)}$$

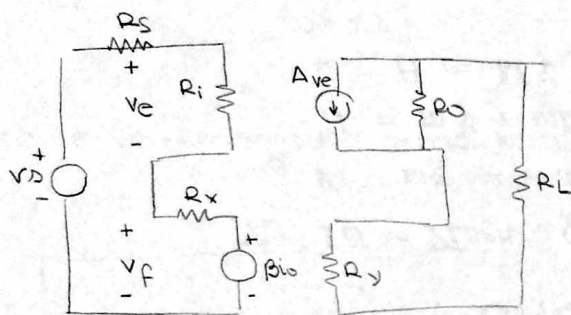
$$\frac{R_i + R_s // R_F}{R_s + (R_s // R_F) + R_i} \cdot A_{ve}$$

$$A_f = \frac{V_o}{V_s} = \frac{A}{1 + A\beta}$$

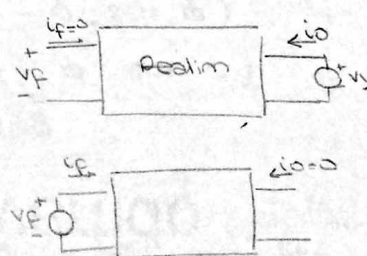
$$R_{if} = R_i (1 + \beta A)$$

$$R_{of} = \frac{R_o}{1 + A\beta} \rightarrow R_o // R_L // (R_F + R_i)$$

REALIMENTACIÓN SERIE-SERIE → Normalmente se emplea en un amplificador de transconductancia. (A/V)



Parámetros del realim?



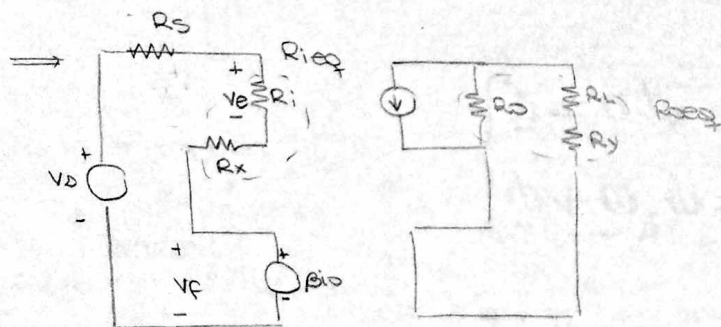
$$\beta = \frac{V_f}{i_o} \Big|_{i_f=0}$$

$$R_y = \frac{V_f}{i_o} \Big|_{i_f=0}$$

$$R_x = \frac{V_f}{i_f} \Big|_{i_o=0}$$

Nuevamente pasamos el realimentador al modelo ideal (sin R_x ni R_y), de modo que se pueda calcular A_{ol} , R_{if} y R_{of} .

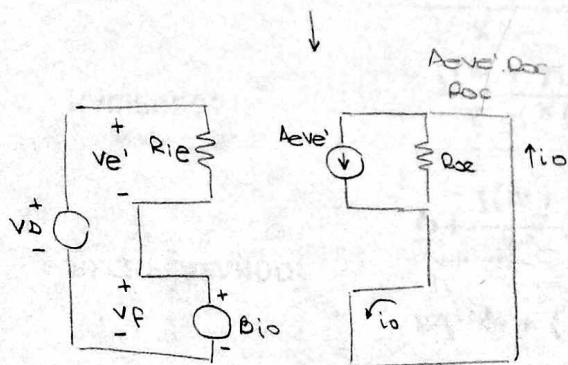
↓ Modelo serie-serie ideal:



$$R_{if} = R_i (1 + A\beta)$$

$$R_{of} = R_o (1 + A\beta)$$

CÁLCULO DE PARÁMETROS



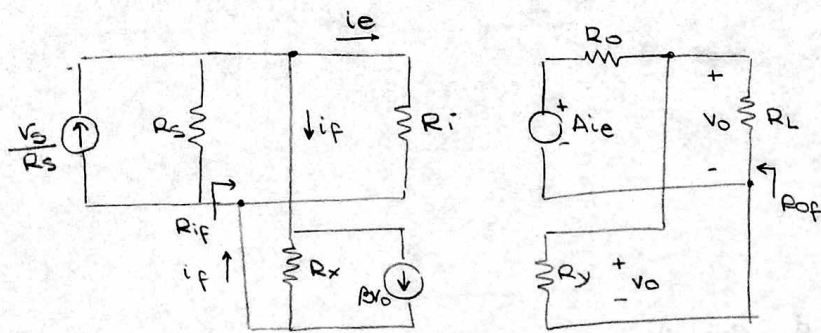
$$i_o = \frac{A_v e' R_o}{R_o + R_L + R_y}$$

$$V_e = \frac{R_i}{R_s + R_x + R_i} \cdot \frac{V_{s'} - \beta i_o}{V_s - \beta i_o}$$

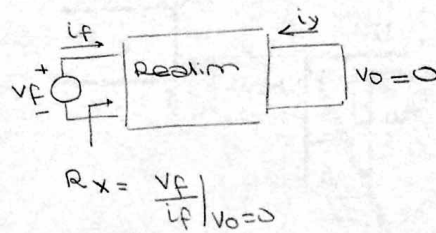
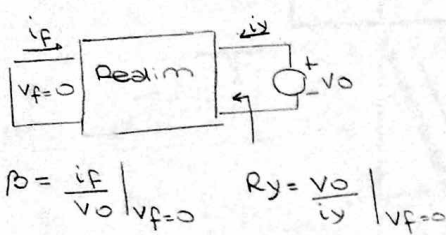
$$\Rightarrow A_v = \frac{i_o}{V_e} = A \frac{R_o}{R_o + R_L + R_y} \frac{R_s + R_x + R_i}{R_i}$$

$$R_i' = R_i + R_s + R_x \quad R_o' = R_o + R_L + R_y$$

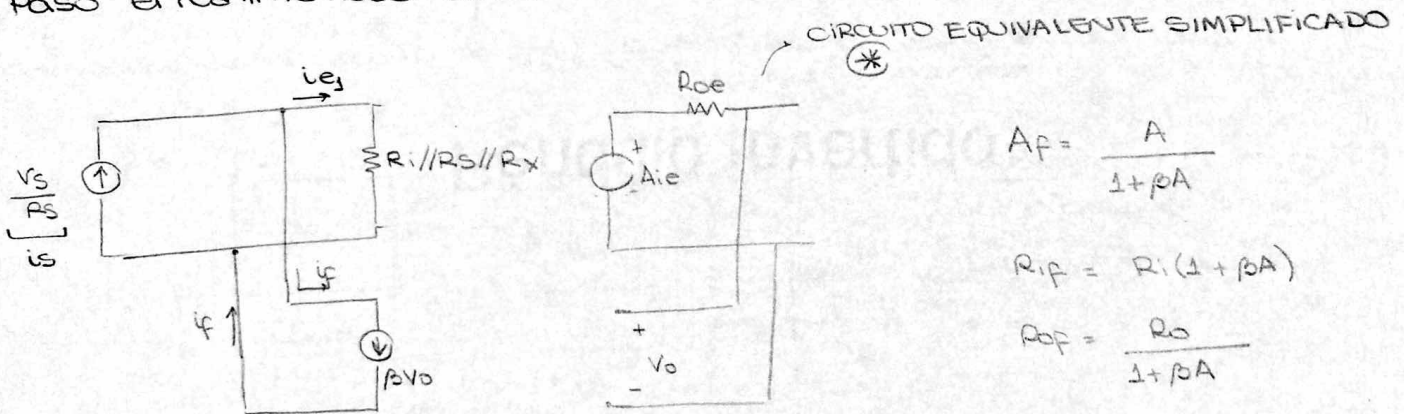
ENTACIÓN PARALELO-PARALELO → Amplitud transresistencia



Parámetros del realimentador



Paso el realimentador al modelo ideal:



Queda entonces:

$$R_e = R_i // R_s // R_x$$

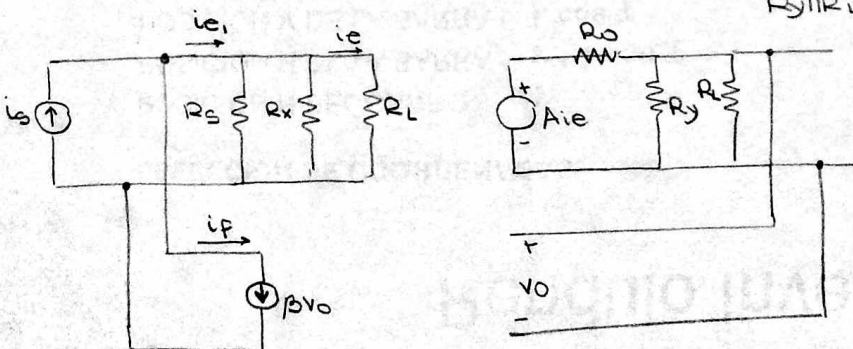
$$R_{ee} = R_y // R_L // R_o$$

$$A_e? \rightarrow A_e = \frac{v_o}{i_{e1}} \rightarrow \frac{R_y // R_L}{R_y // R_L + R_o} \cdot A_v$$

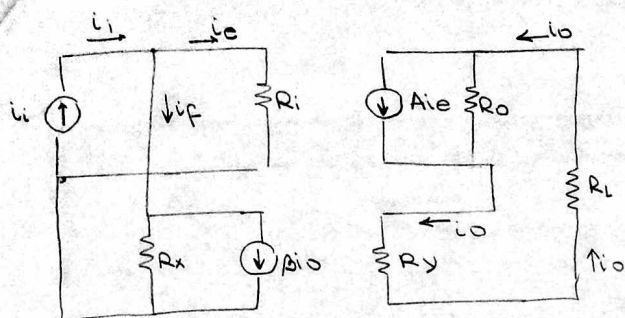
$$i_e = \frac{R_s // R_x}{R_s // R_x + R_i} \cdot i_{e1}$$

(*) es más útil ver así:

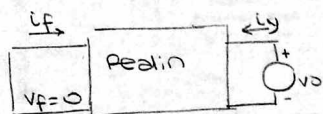
$$\Rightarrow A_e = \frac{R_y // R_L}{R_y // R_L + R_o} \cdot \frac{R_s // R_x}{R_s // R_x + R_i} \cdot A_v$$



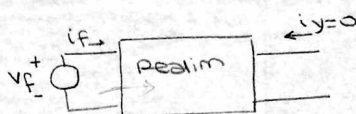
CONEXIÓN PARALELO-SERIE



Calculo de parámetros del realimentador

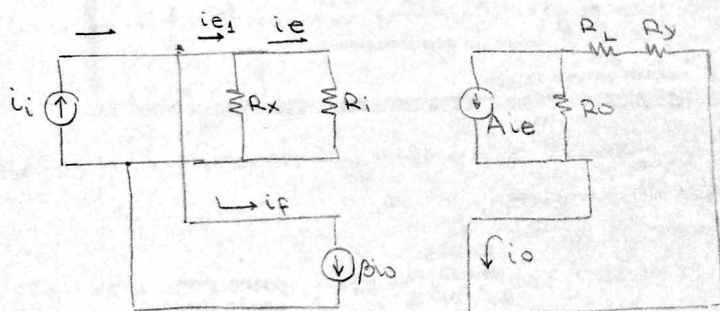


$$\beta = \frac{i_f}{i_o} \Big|_{v_f=0} \quad R_y = \frac{v_o}{i_y} \Big|_{v_f=0}$$



$$R_x = \frac{v_f}{i_f} \Big|_{i_y=0}$$

Reorganizando el circuito de modo que quede un realimentador ideal:



$$R_{ie} = \frac{R_i}{1+A\beta}$$

$$R_{oe} = R_o(1+A\beta)$$

Calculo la ganancia equivalente a circuito abierto:

$$A_e = \frac{i_o}{i_{e1}}$$

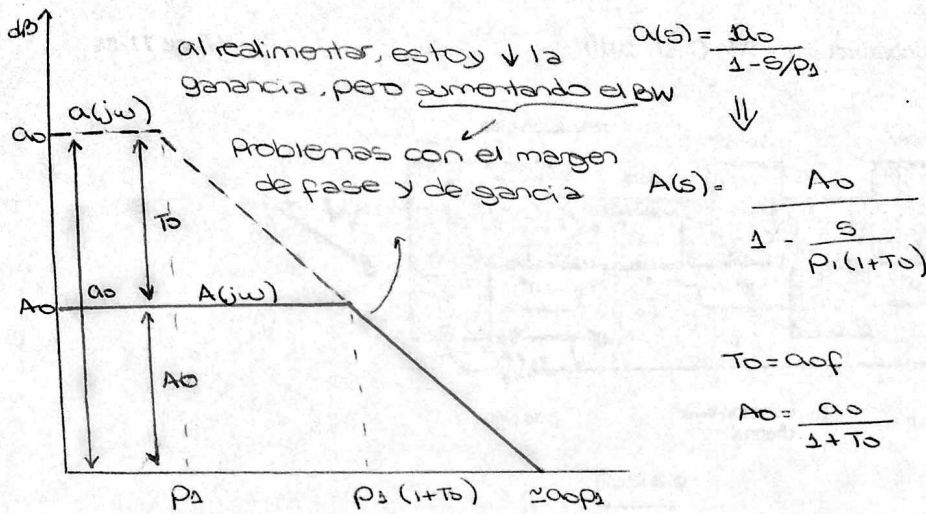
$$i_o = \frac{R_o}{R_o + R_L + R_y} A_{ie}$$

$$i_e = \frac{R_x}{R_i + R_x} i_{e1}$$

$$\Rightarrow A_e = \frac{R_o}{R_o + R_L + R_y} \cdot \frac{R_x}{R_i + R_x} \cdot A$$

ANÁLISIS Y COMPENSACIÓN

Comportamiento de un sistema realimentado con 1 polo



MARGEN DE FASE → ϕ que le falta a la fase para llegar a -180° cuando se alcanza la frecuencia de cruce de la ganancia.

MARGEN DE GANANCIA → ganancia de lazo (mayor a 0 dB) cuando se alcanza la frecuencia de cruce de la fase.

Si $a_{of} = -1 \Rightarrow$ oscilación → sistema INESTABLE

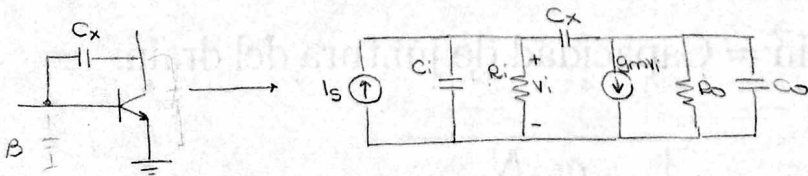
COMPENSACIÓN

Por polo dominante → se crea o mueve un polo a baja frecuencia, de manera de llevar nuevamente la frecuencia de cruce a p_1

Técnica de Miller → permite usar capacitores pequeños

Se coloca un capacitor pequeño C_x entre la entrada y la salida del VAS.

TRANSISTOR EQUIVALENTE:



En ausencia de C_x los polos serían

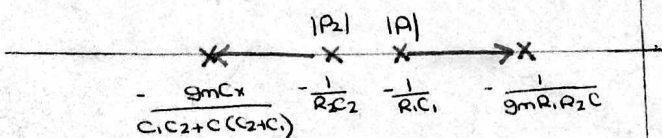
$$f_{p1} = \frac{1}{2\pi C_i R_i} \quad f_{p2} = \frac{1}{2\pi C_o R_o} \quad \xrightarrow{\text{con } C_x}$$

$$f_{p1} = \frac{1}{2\pi g_m R_o R_i C_x}$$

$$f_{p2} = \frac{g_m C_x}{C_i \omega + C_x (C_i + C_o)}$$

C_x se refleja a la entrada como $g_m R_o C_x$ y domina en el // con C_i

Esto sale de plantear la transferencia



ACCIÓN POR ADELANTO DE FASE

HOJA N° 1

Se agrega un π cero en el realimentador de manera de compensar el polo del amplificador.

maximum rate of voltage change that an amplifier can achieve

$$SR = \frac{I_{max}}{C_{Miller}} \Rightarrow f_{max} = \frac{SR}{2\pi \cdot V_p}$$

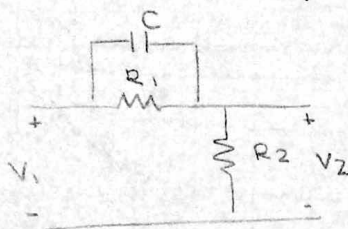
$$SR = \frac{dV}{dt}$$

$$C = \frac{Q}{V} \quad \frac{Q}{V} \cdot \frac{dV}{dt} = \frac{dQ}{dt} = \frac{I}{C}$$

\Rightarrow Si se reduce $C_{Miller} \Rightarrow$ el capacitor se carga más rápido ante un escalón de tensión y se minimiza el slew rate.

↳ Cómo hago para hacer esto y no joder la compensación

\rightarrow se agrega un capacitor chico en la red de realimentación (adelanto de fase)



¿Cómo mido el SR?

Pongo una cuadrada a la entrada y mido sobre R_L que tengo.

Si el par diferencial tiene una carga activa \Rightarrow casi toda la corriente de la fuente del par es entregada a C_{dom} . Entonces, si aumento I_f , \uparrow el SR?

No \rightarrow el SR para un flanco \oplus está limitado por la corriente que pueda entregar la fuente del VAS.

En cambio para SR \ominus , ~~se puede~~ el transistor del VAS se puede prender y chupar la corriente de C_{dom} , sin involucrar a la carga del colector del VAS.

