

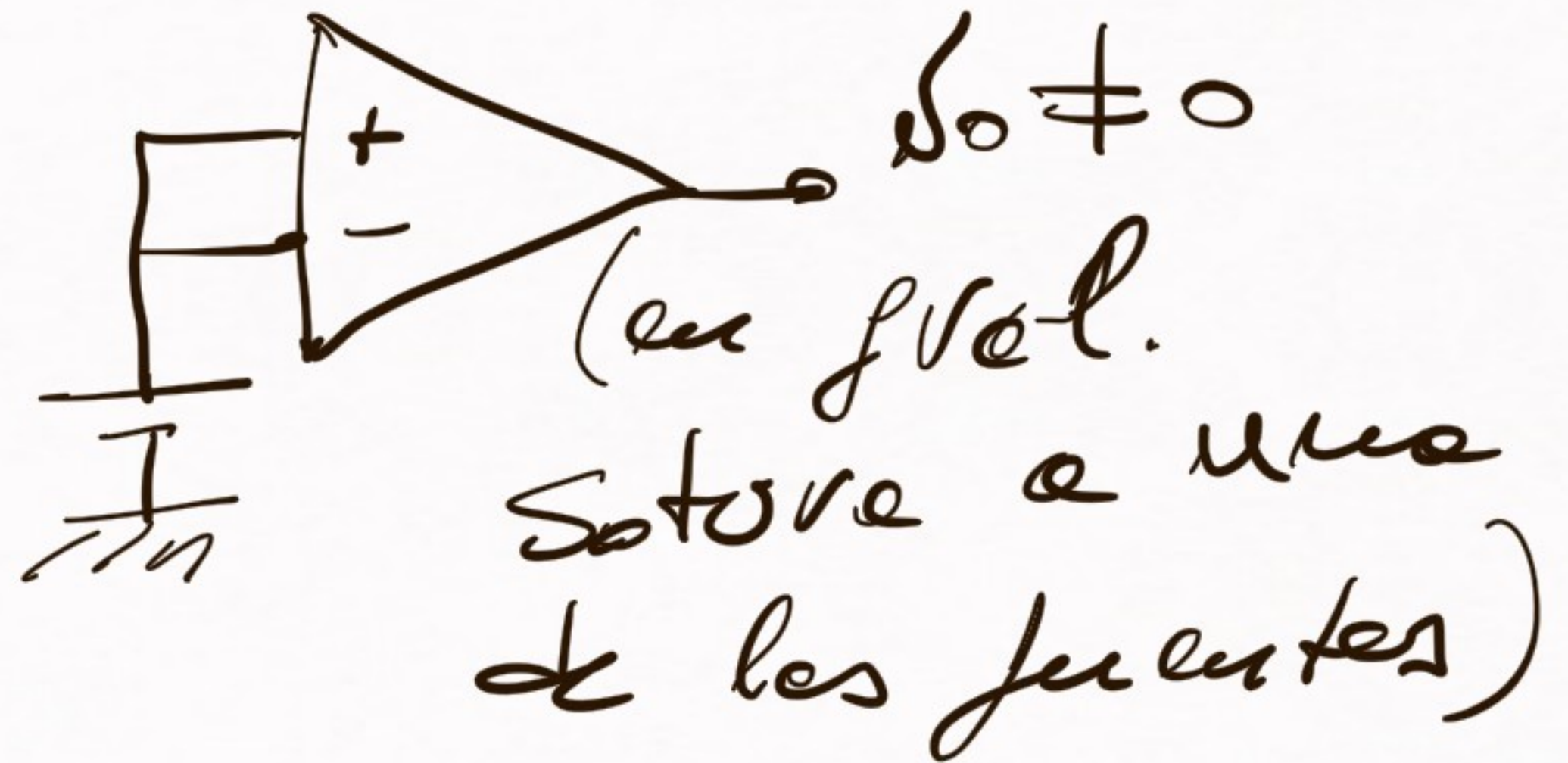
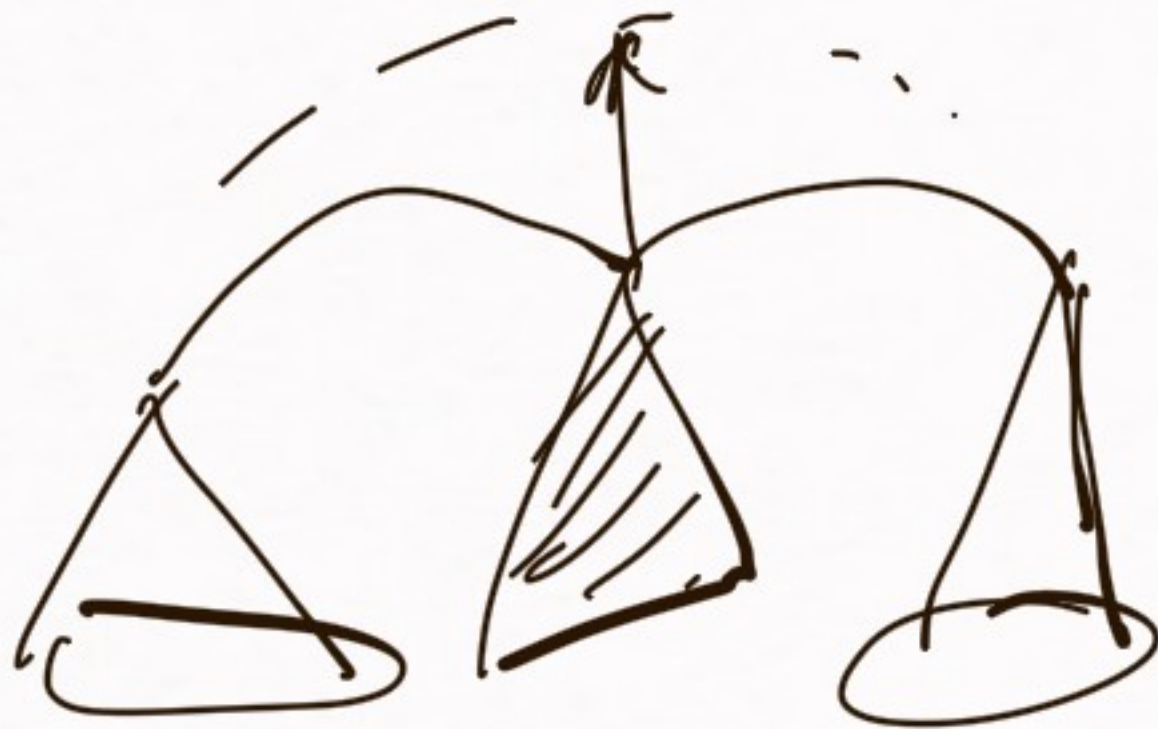
15/3/21

Imperfeciones DC

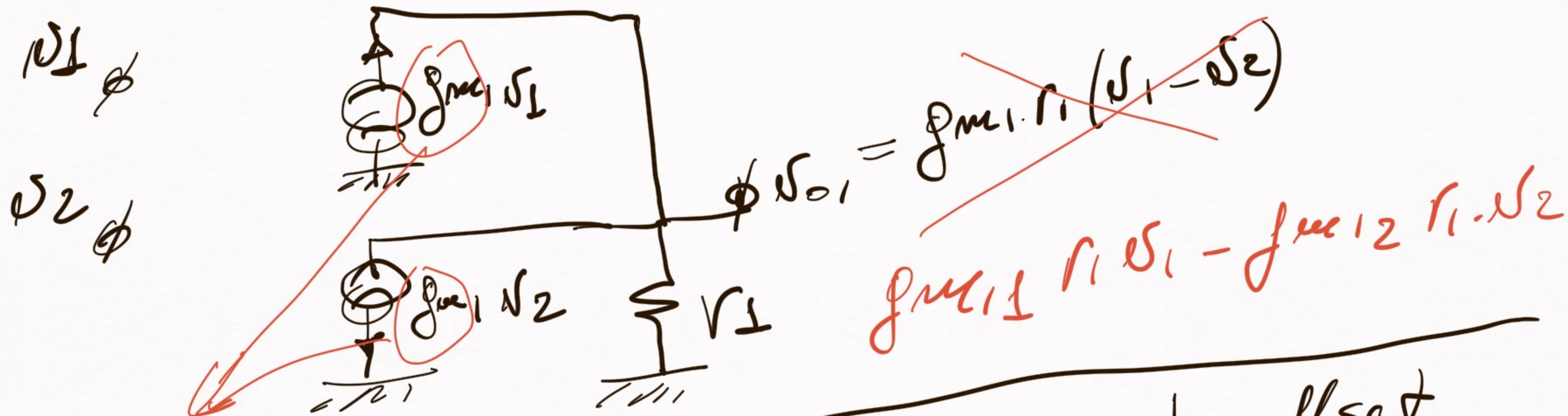
- tensión de offset
- corrientes de polarización

Tensión de offset:

Analogie:



Idea experimental del origen:

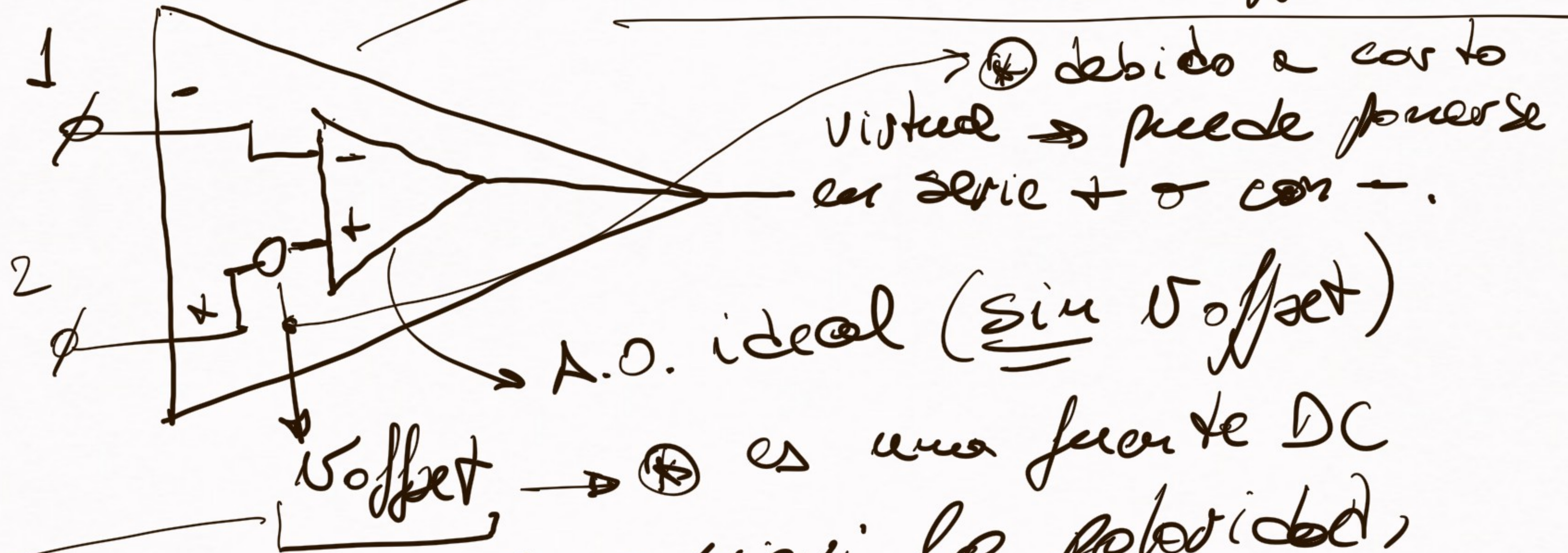


Levemente \neq s
en realidad.

Def: Tensión de offset
(o tensión de effect de entrada)

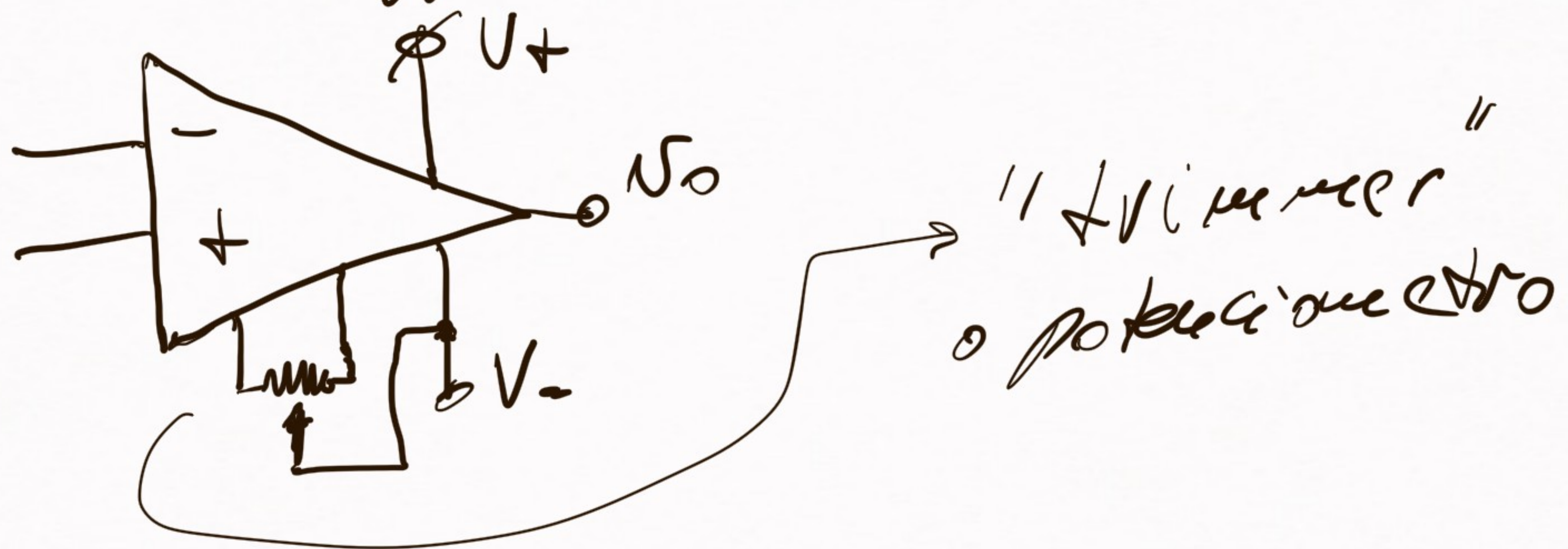
Tensión que hay que poner entre entrada +
y entrada - para que $v_0 = 0$

Modelos Para analizar el impacto de un circuito, lo modelamos así:
 A.O. real, con V_{offset} .

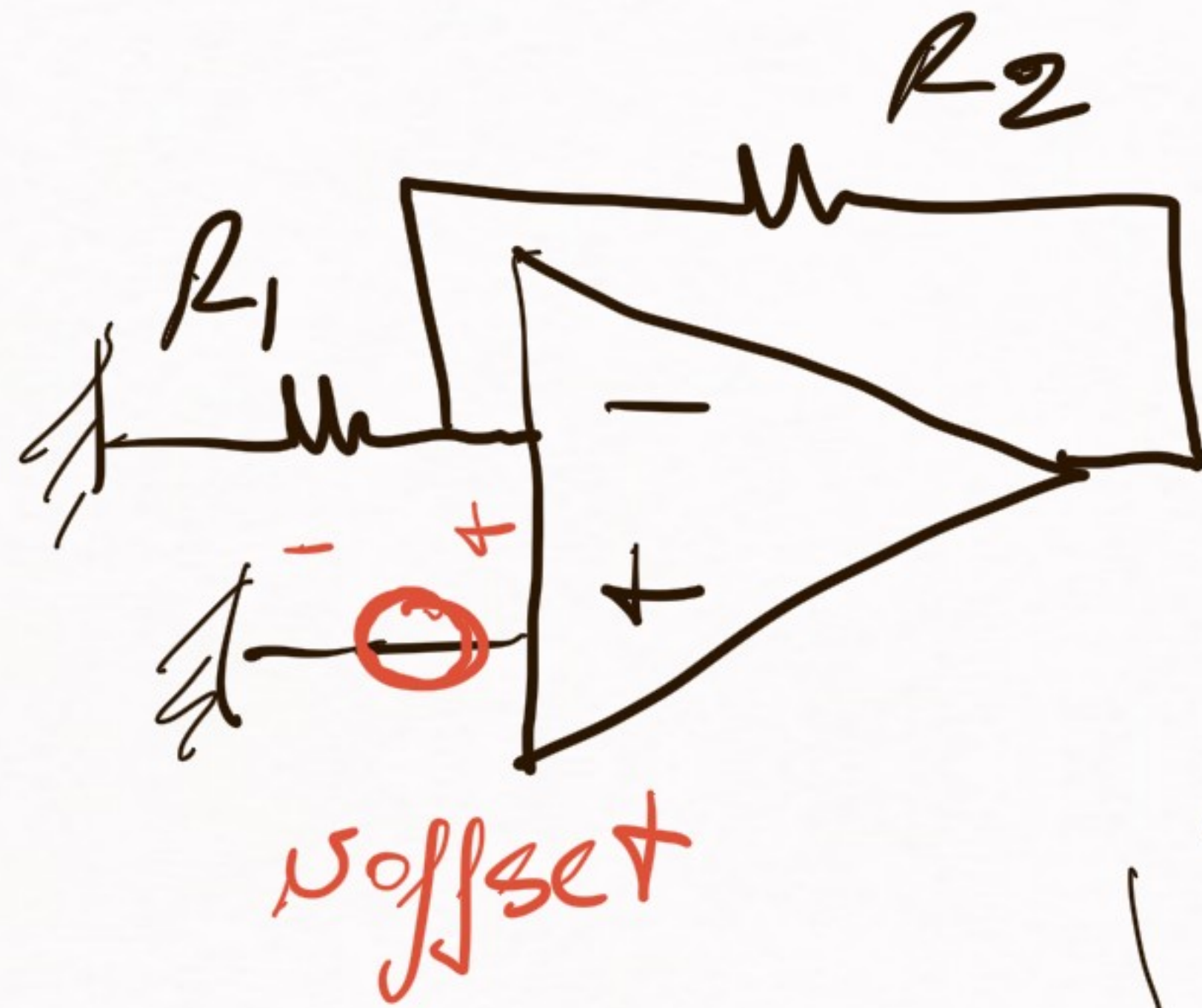


A.O. ideal (sin V_{offset})
 V_{offset} → (*) es una fuente DC
 (*) No se conoce a priori la polaridad, es aleatoria, de ahí de como sea el error ⇒ en real. tratemos de considerar el peor caso de polaridad.

- ⊗ Rangos usuales de valores: $1 \mu\text{V} - 10 \mu\text{V}$.
- ⊗ \exists A.O. especiales, que todos cada uno que llega a $10 \mu\text{V}$ offset: $50 \mu\text{V} \rightarrow 100 \mu\text{V}$
- ⊗ Depende de la temperatura
- ⊗ Muchos A.O. tienen 2 centros para ajuste de offset.



Ej. análisis:



Caso amplificador inversor
y no inversor.

Superposición: $v_i = 0$,
 $v_{offset} \neq 0$

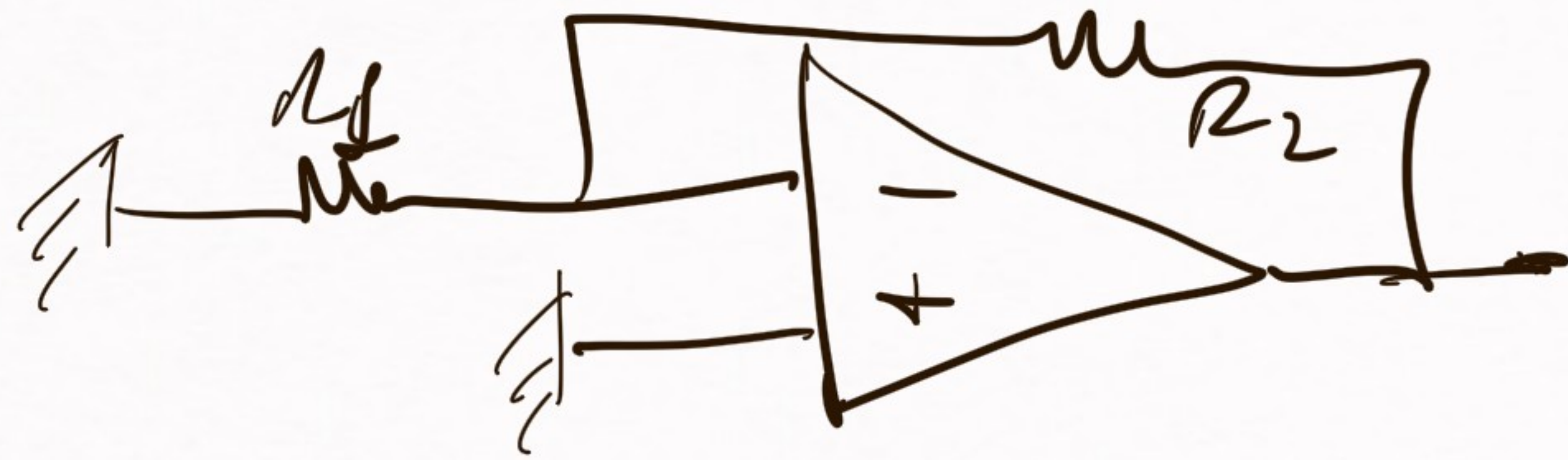
$$v_o = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \cdot v_{offset}$$

Ej. $1 + \frac{R_2}{R_1} = 100$

$v_{offset\ max} = 10\ \mu V$

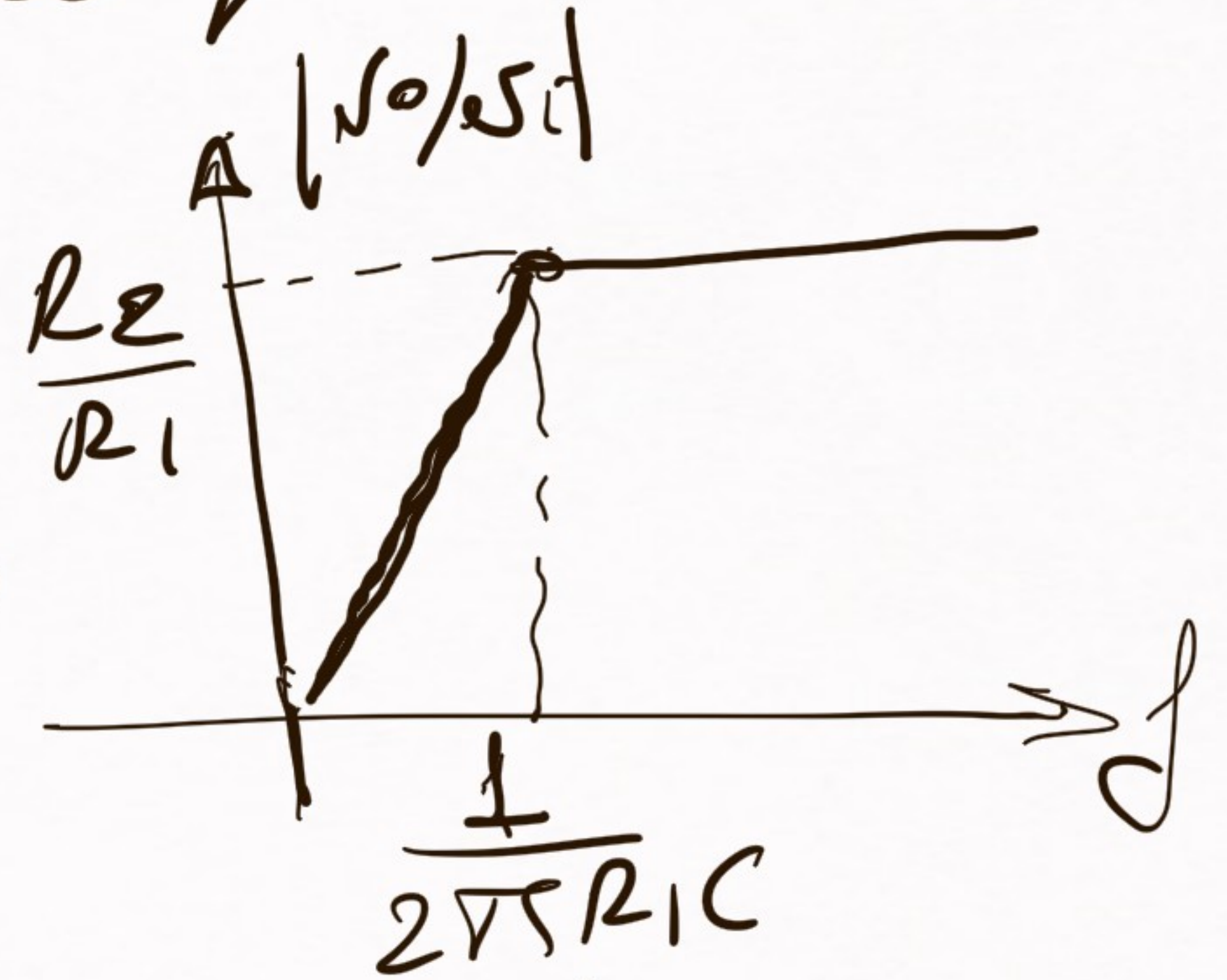
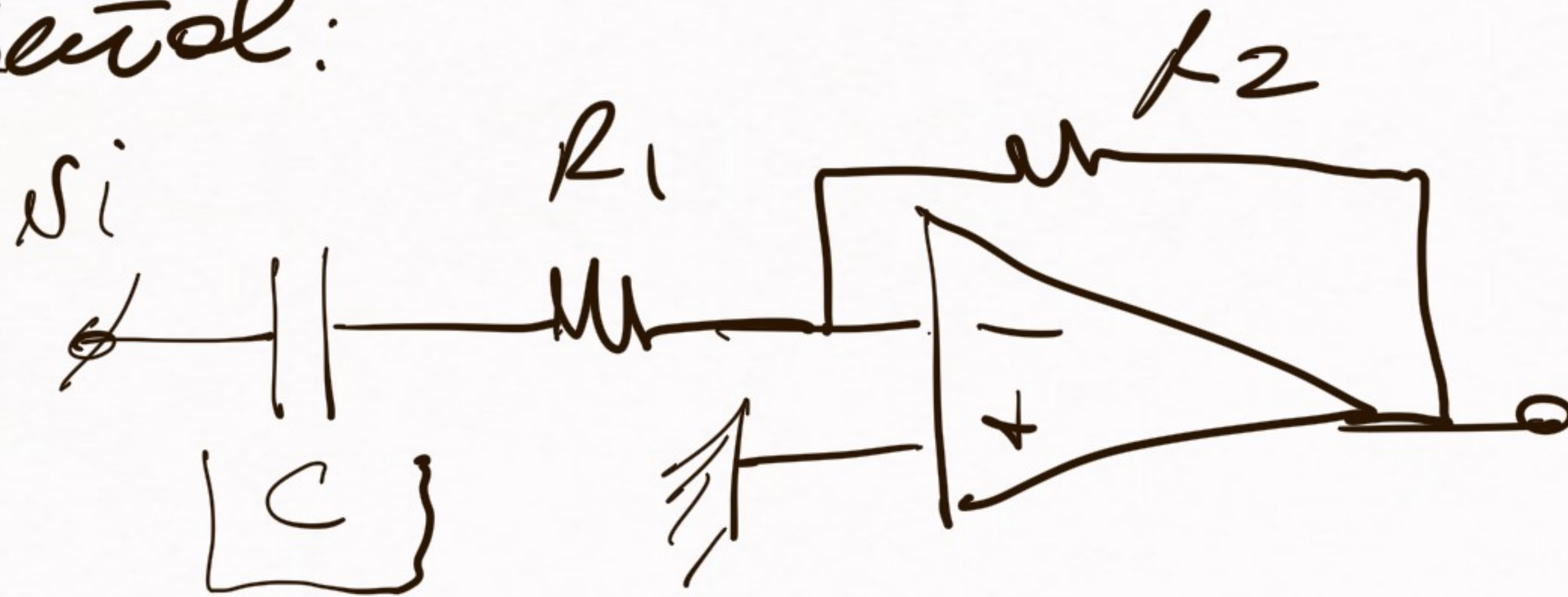
$\rightarrow v_{o\ DC} = 1\ V$

- \Rightarrow
- ⊗ Se corre nivel de la salida
 - ⊗ Si interesa DC: se confunde con la señal.



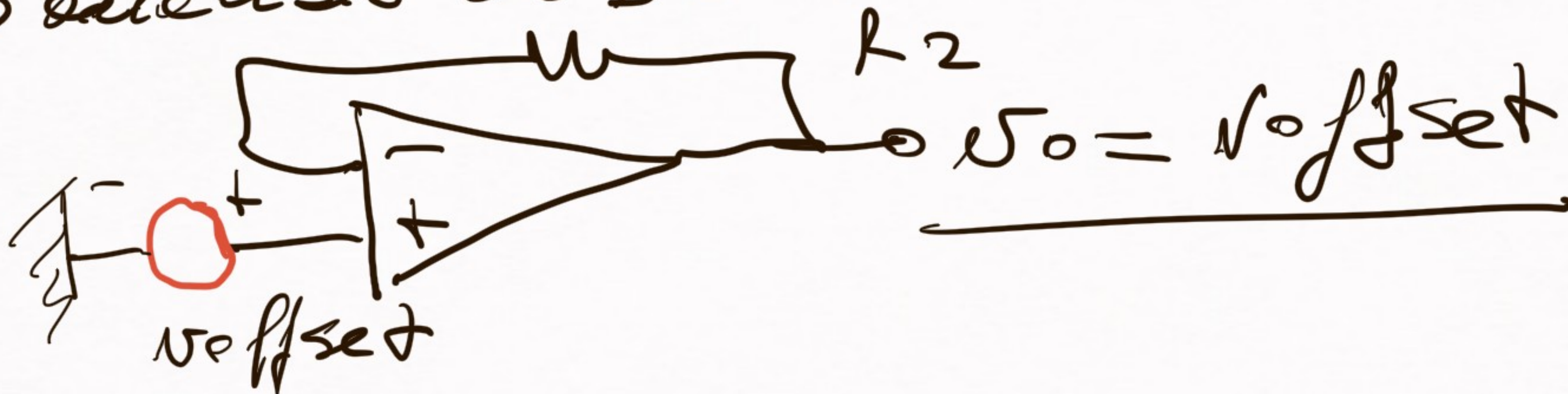
$$v_o = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) v_{offset}$$

Si no me interesa la comp. DC de la señal:



Efecto de v_{offset} :

→ análisis en DC ⇒ C: circ. abierto.



$$v_o = v_{offset}$$

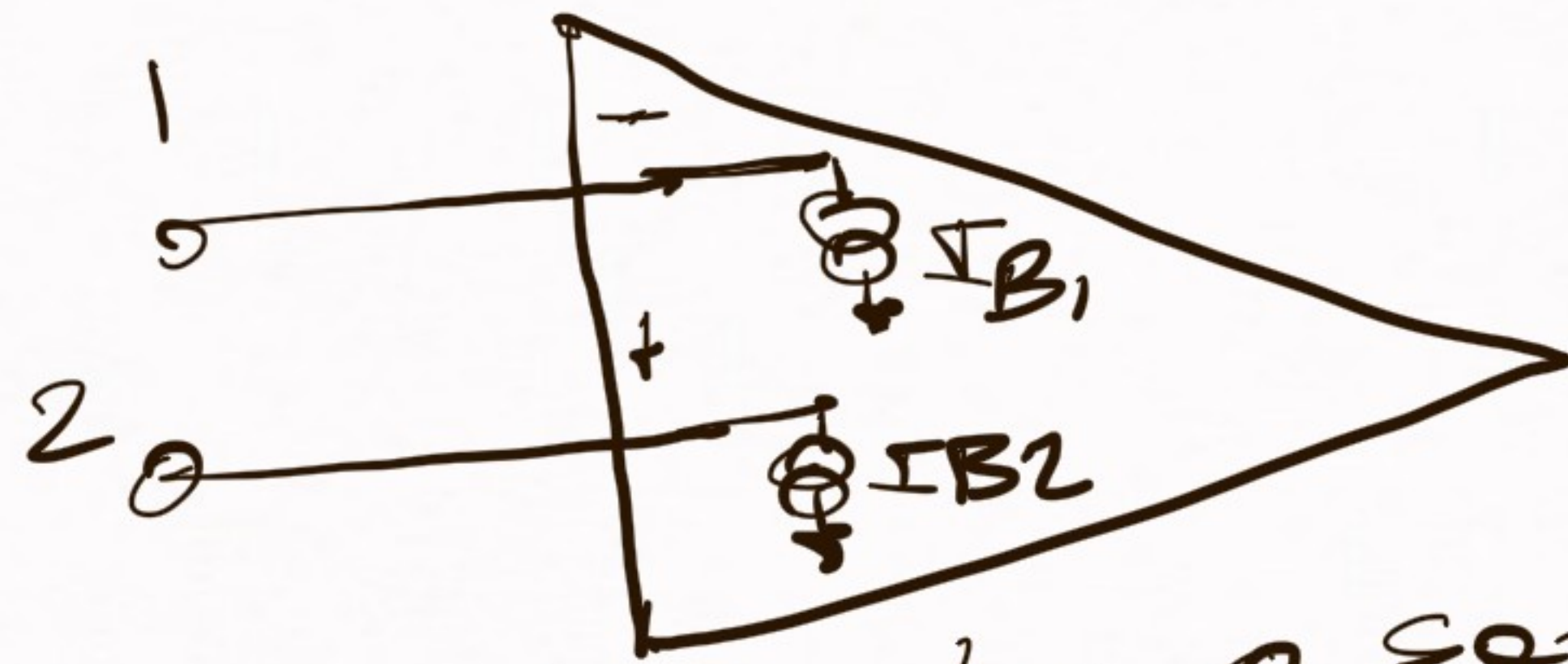
Corrientes de polarización.

Dependiendo de la tecnología, para que un A.O. opere correctamente sus terminales de entrada toman una corriente DC, que se denominan corrientes de polarización

"bias currents"

⊗ ≠ de I_{B1} $I_{B2} \neq 0$

Modelo:



pueden ser entradas o salientes

El fabricante especifica:

+ corriente de polarización: $I_B = \frac{I_{B1} + I_{B2}}{2}$
(bias current)

+ corriente de offset: $I_{offset} = |I_{B1} - I_{B2}|$

en general: $I_{offset} \ll I_B$

$$\Rightarrow I_{B1} = I_B + \frac{I_{offset}}{2}$$

$$I_{B2} = I_B - \frac{I_{offset}}{2}$$

A.O. en tecnología bipolar
BJT (Bipolar)

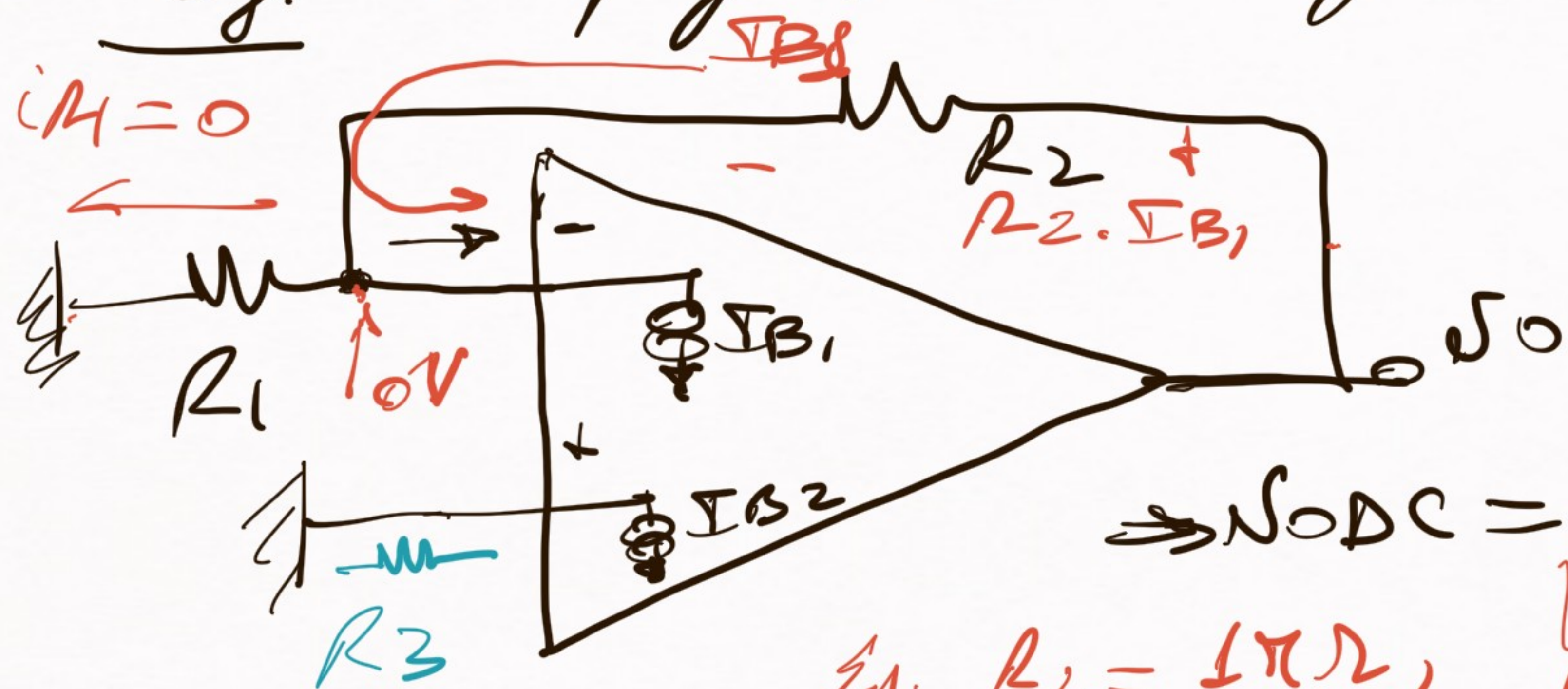
$$\Rightarrow I_B \sim 100 \mu A$$

$$I_{offset} \sim 10 \mu A$$

A.O. tecnología MOS

$$\Rightarrow I_B \sim pA$$

Ej: amplif inversor \neq no inductor.
 Superposición \Rightarrow $V_i = 0$



\Rightarrow No DC =

$R_2 \cdot I_{B1}$
 $\Rightarrow V_o = 0.1V$

Ej: $R_2 = 1k\Omega$,
 $I_{B1} = 100\mu A$

Com R3:

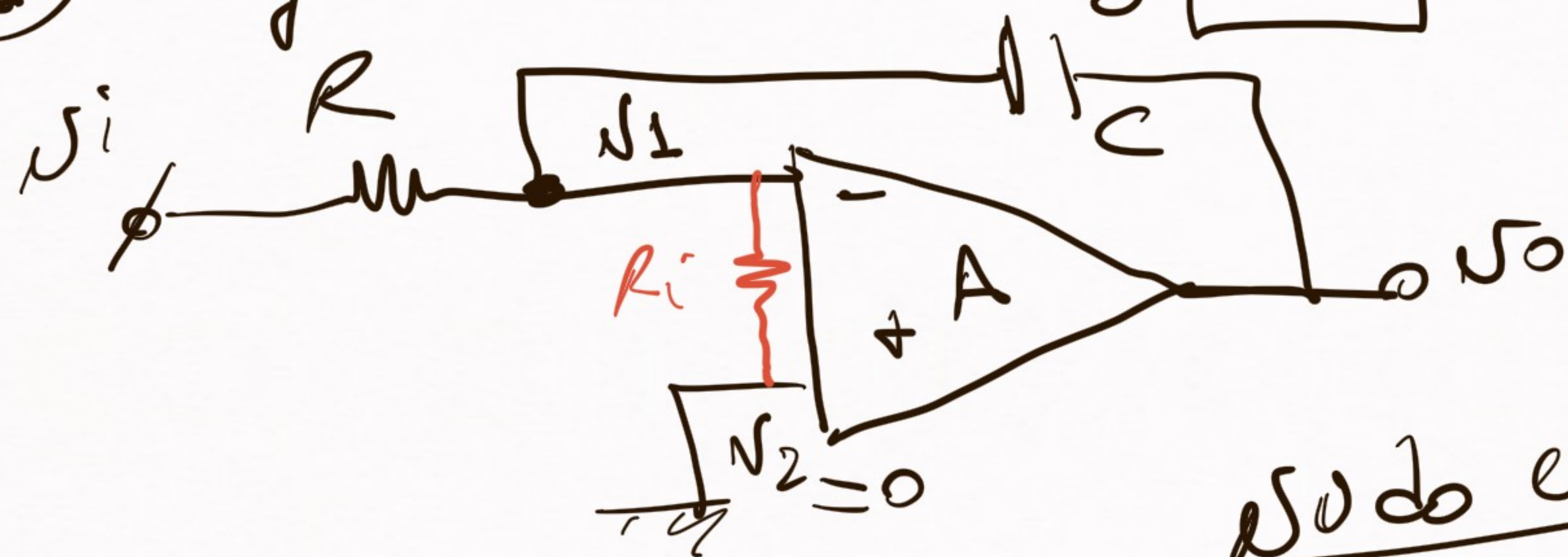
$$V_o = -I_{B2} \left(R_3 + \frac{R_2 R_3}{R_1} \right) + \underbrace{R_2 I_{B1}}_{(*)2}$$

Si $R_3 / (*)1 = (*)2 \Rightarrow V_o = R_2 (I_{B1} - I_{B2}) =$
 $= R_2 \cdot I_{offset}$

$\leftarrow R_3 = R_2 / R_1$

Integrador con A.O. real.

① Influencia de A y R_i



$$v_o = A(v_2 - v_1)$$

Nodo en v_1 :

$$\frac{v_1 - v_i}{R} + \frac{v_1}{R_i} + (v_1 - v_o) \cdot sC = 0$$

$$\Rightarrow \frac{v_o}{v_i} = \frac{-1}{A \left(1 + \frac{R}{R_i} \right) + RCs \left(\frac{1}{A} + 1 \right)}$$

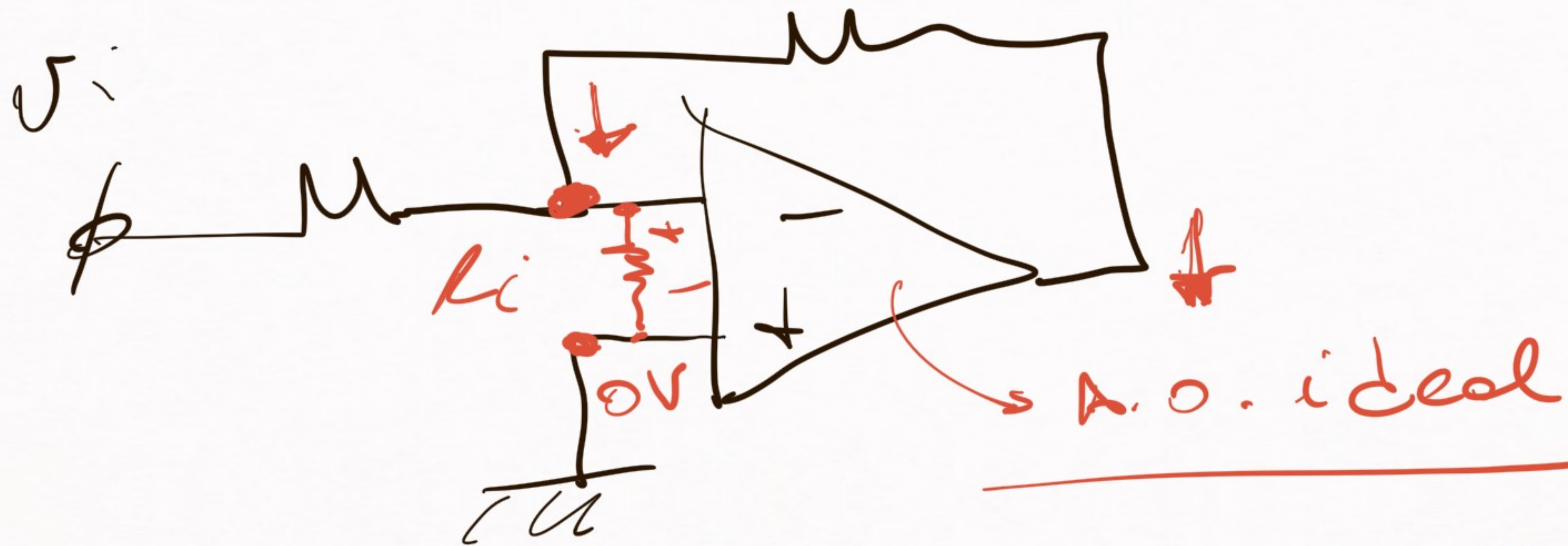
$R \ll R_i$

$$\left[A = \frac{A_0}{1 + \frac{sA_0}{\omega_T}} \right]$$

$$\frac{V_o}{V_i} = f(A, RCs)$$

$$A = \frac{A_0}{1 + \frac{A_0 s}{\omega_T}}$$

→ resp. en frec.
integrador.



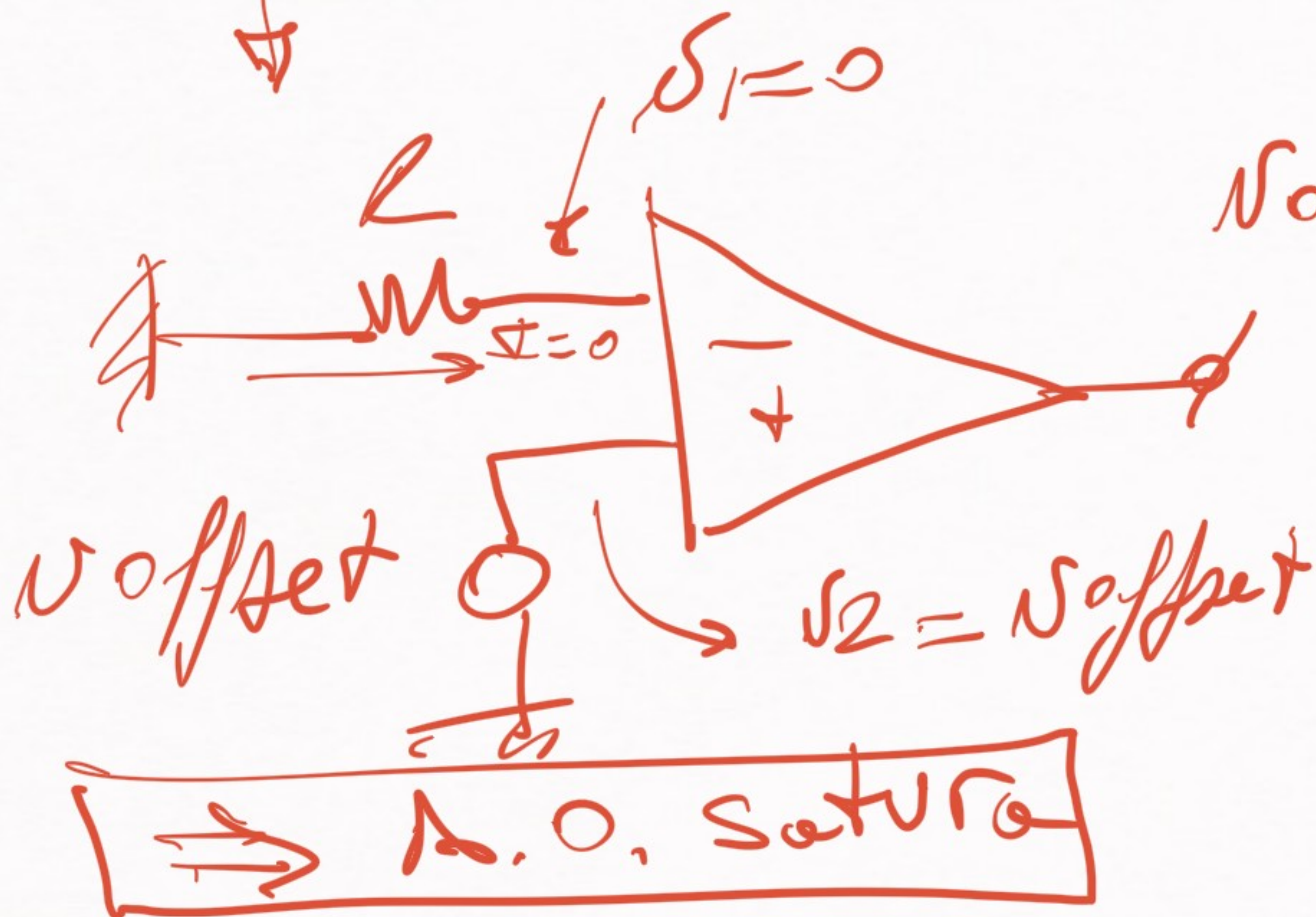
$$\underline{v_i \rightarrow 0} \rightarrow \underbrace{v_o = -A \cdot v_i}_{(v_o = A(v_2 - v_1))} \Rightarrow \underline{v_o}$$

$$v_i \rightarrow \begin{matrix} v_+ \\ || \\ 0 \end{matrix}$$

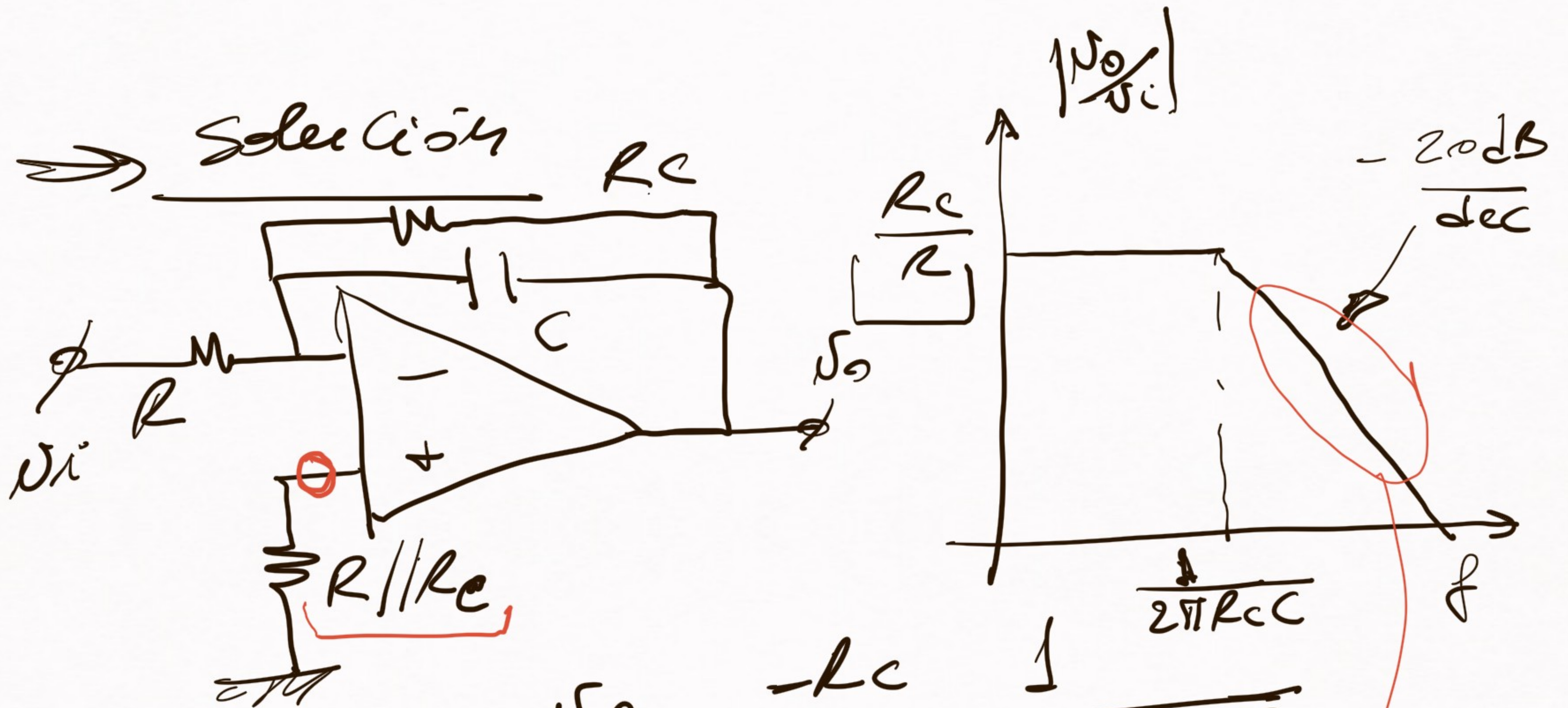
2) Influencia de v_{offset} e I_{bias}



\rightarrow DC \Rightarrow C. circ. objetivo



$$\begin{aligned}
 v_o &= A \cdot (v_2 - v_1) = \\
 &= A \cdot v_{offset} = \\
 &= A_0 v_{offset} \\
 &\quad \left. \begin{array}{l} \downarrow \quad \downarrow \\ 10000 \quad 1 \mu V \\ \hline 100V \end{array} \right\}
 \end{aligned}$$



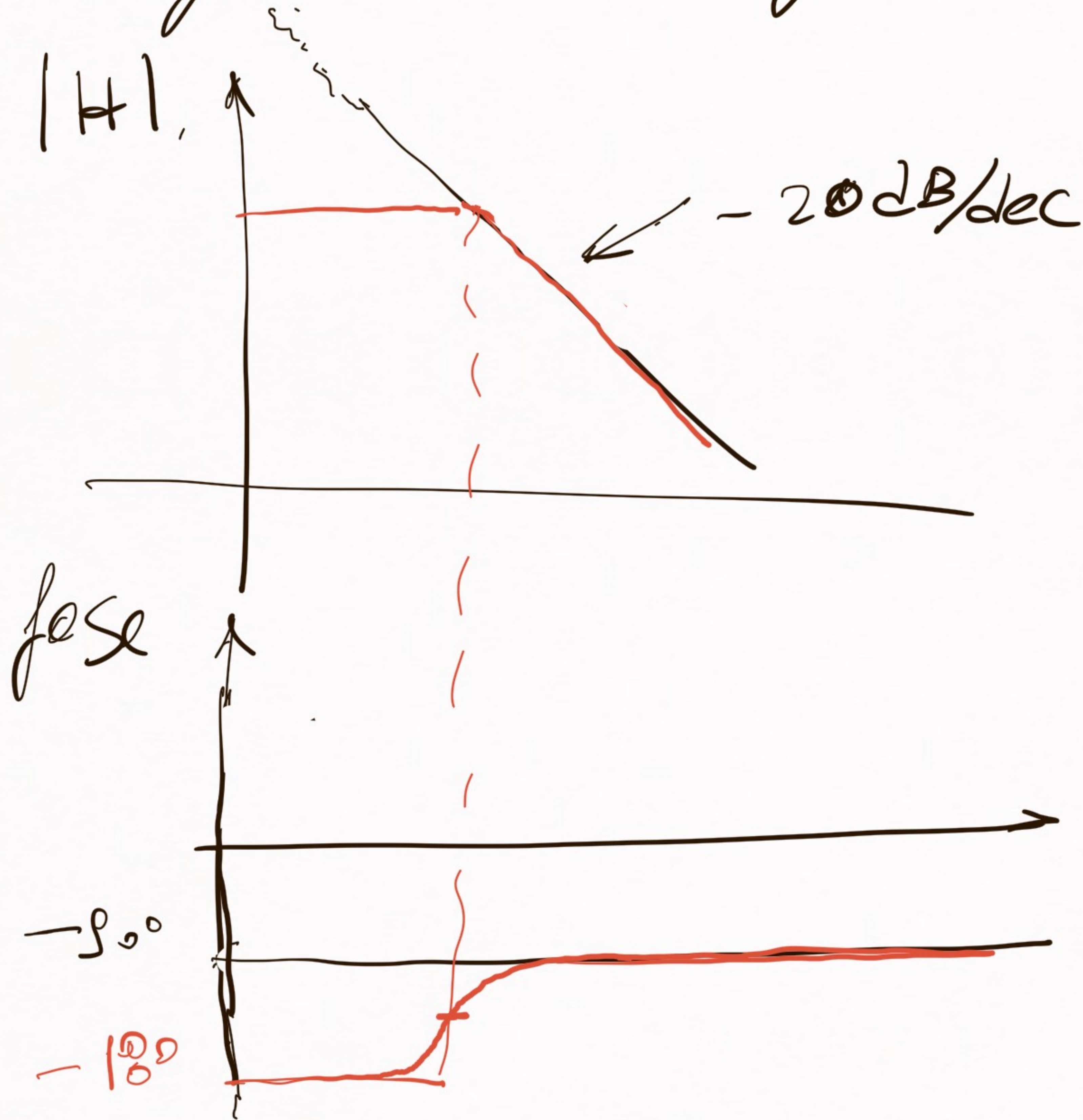
A.O. ideal: $\Rightarrow \frac{v_o}{v_i} = \frac{-R_c}{R} \frac{1}{1 + s R_c C}$

Ciòc. funziona
come integrador.

$\omega \gg \frac{1}{2\pi R_c C}$

$\Rightarrow \frac{v_o}{v_i} \approx \frac{-R_c/R}{s R_c C} = \frac{-1}{s R_c C}$

Expremanio ultefre dor ($H(s) = \frac{K}{s}$)



$$= -\frac{1}{j\omega} = \frac{+j}{\omega}$$

$$V_{oDC} = R_C \cdot I_{offset} + \underbrace{\left(1 + \frac{R_C}{R}\right)}_{\text{EBIAS}} \cdot V_{offset}$$

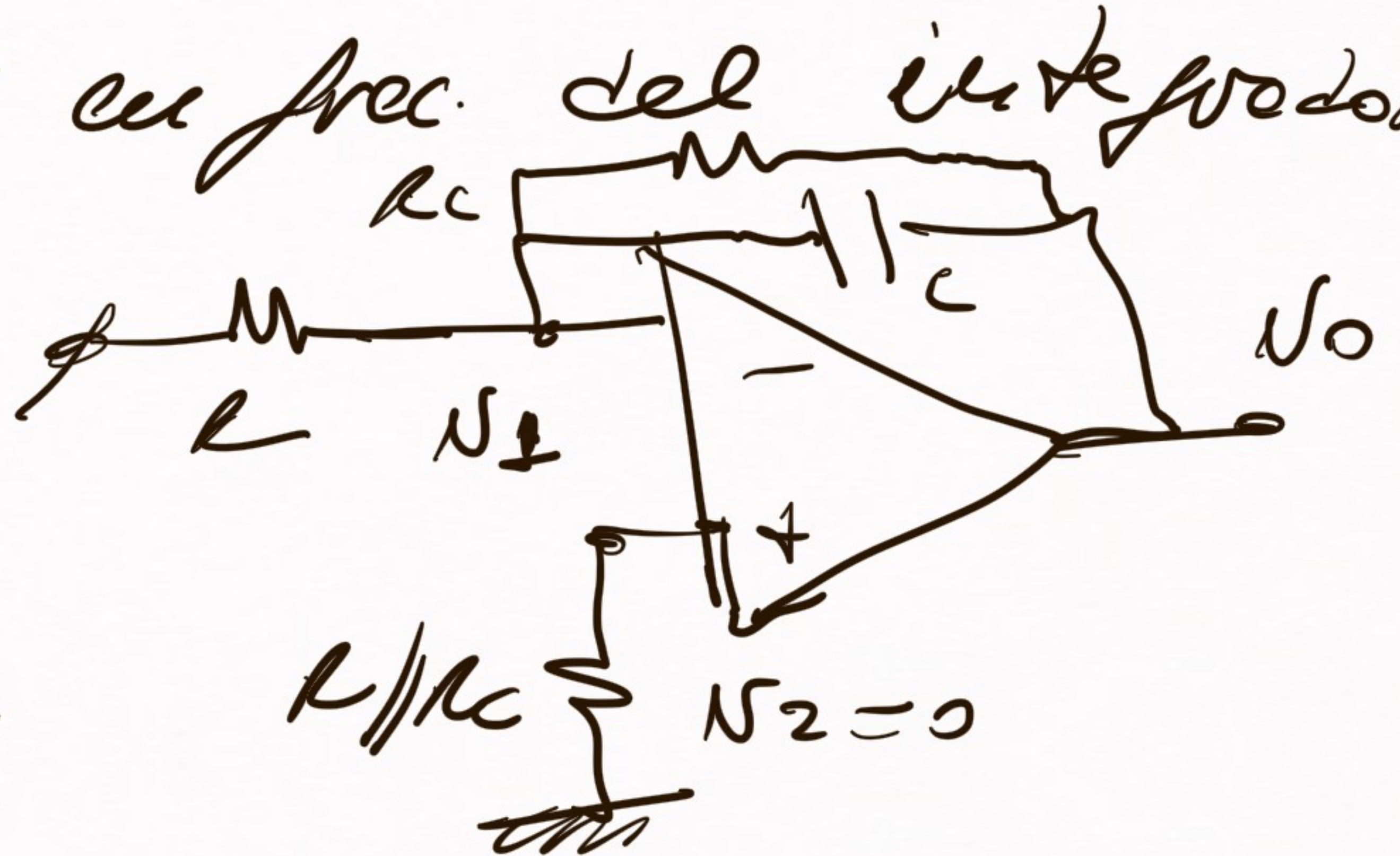
debido a
 V_{offset} e EBIAS

$R_C \uparrow$ (para parecerme al integrador)
 $\frac{R_C}{R}$ pero limitado por amplificación de
offset.

⇒ Analisis de resp en frec. del integrador

con RC

v_i



$$v_o = A(v_2 - v_1)$$

$$A = \frac{A_0}{1 + \frac{s A_0}{\omega_T}}$$

$$A_0 \gg 1 + \frac{RC}{R}$$

$$\Rightarrow \frac{U_o}{U_i} = \frac{K}{s^2 + as + b}$$

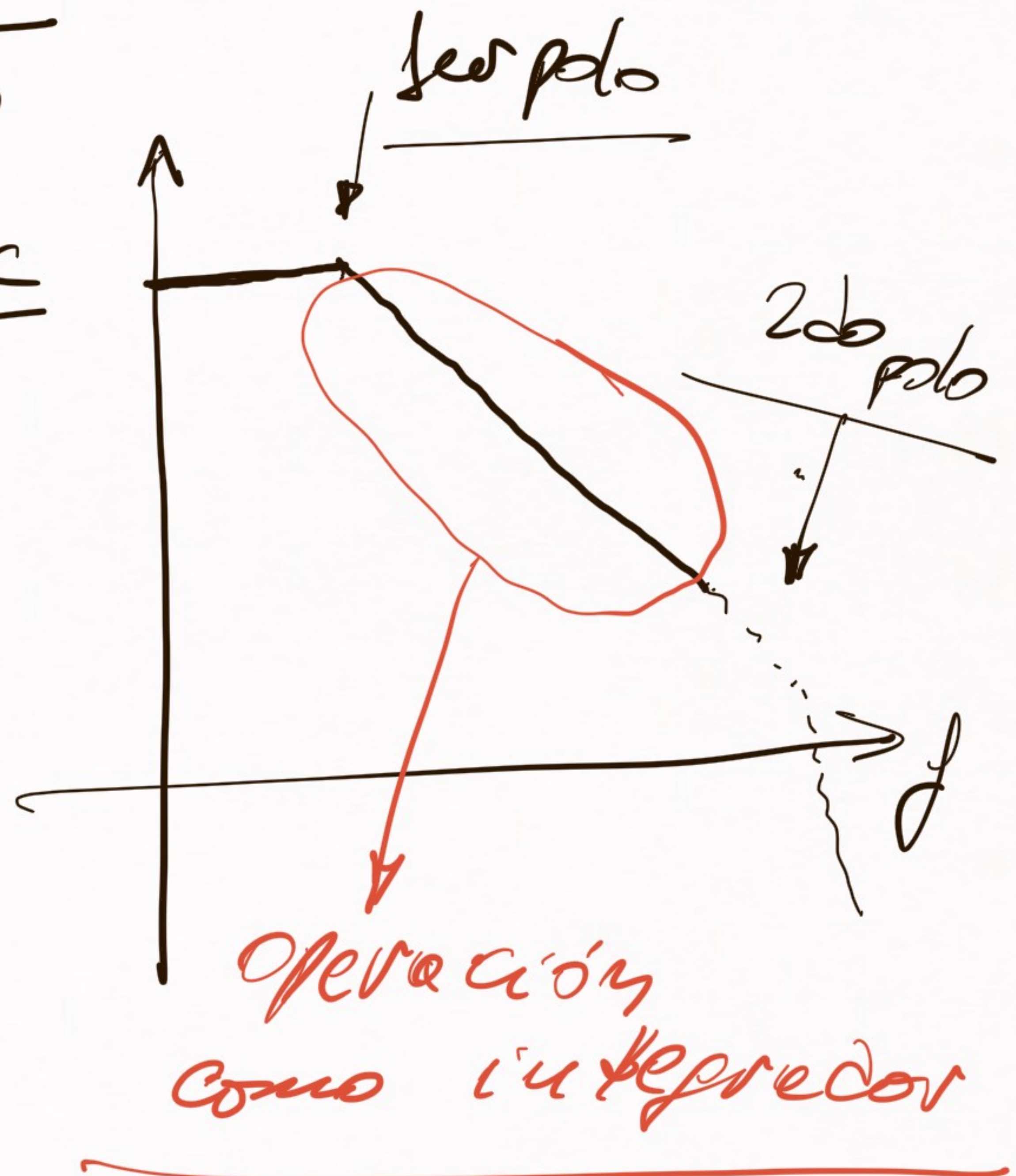
$$s^2 + as + b = (s + \alpha)(s + \beta) \quad \left. \vphantom{s^2 + as + b} \right\} \frac{Kc}{R}$$

$$\Rightarrow b = \alpha \cdot \beta$$

$$a = \alpha + \beta$$

Si $\alpha \gg \beta$

$$\Rightarrow \boxed{\alpha \approx a}$$
$$\boxed{\beta = \frac{b}{\alpha} = \frac{b}{a}}$$



No idealidades de forma señal

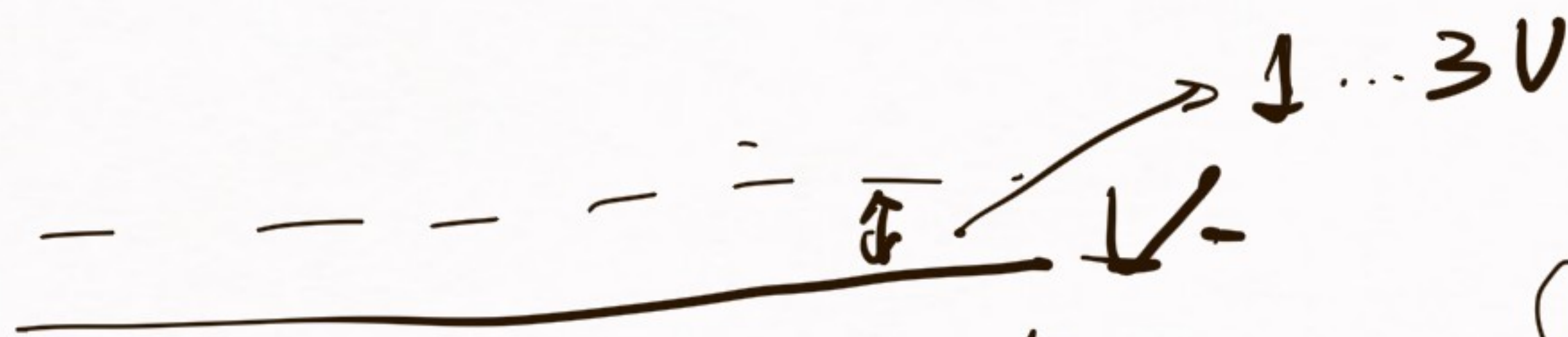
Ocurren cuando se tienen formas de amplitud de señal a la salida del A.O.: saturación y el "slew-rate"

1) Saturación

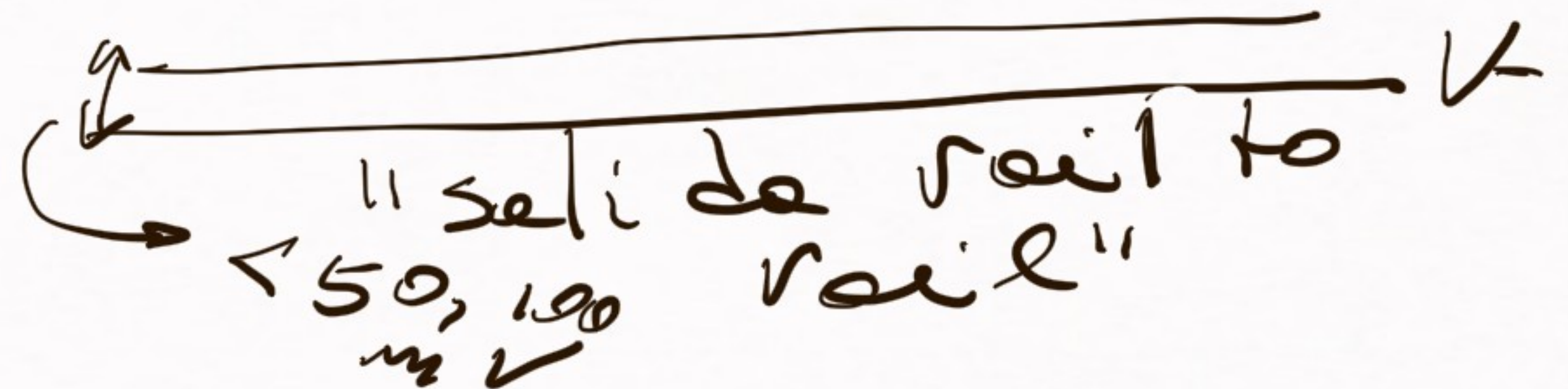
Para que el A.O. cumpla sus especific. el salida debe estar dentro de un cierto

range de tensión:

$< 50 \dots 100 \text{ mV}$



"tradicional"

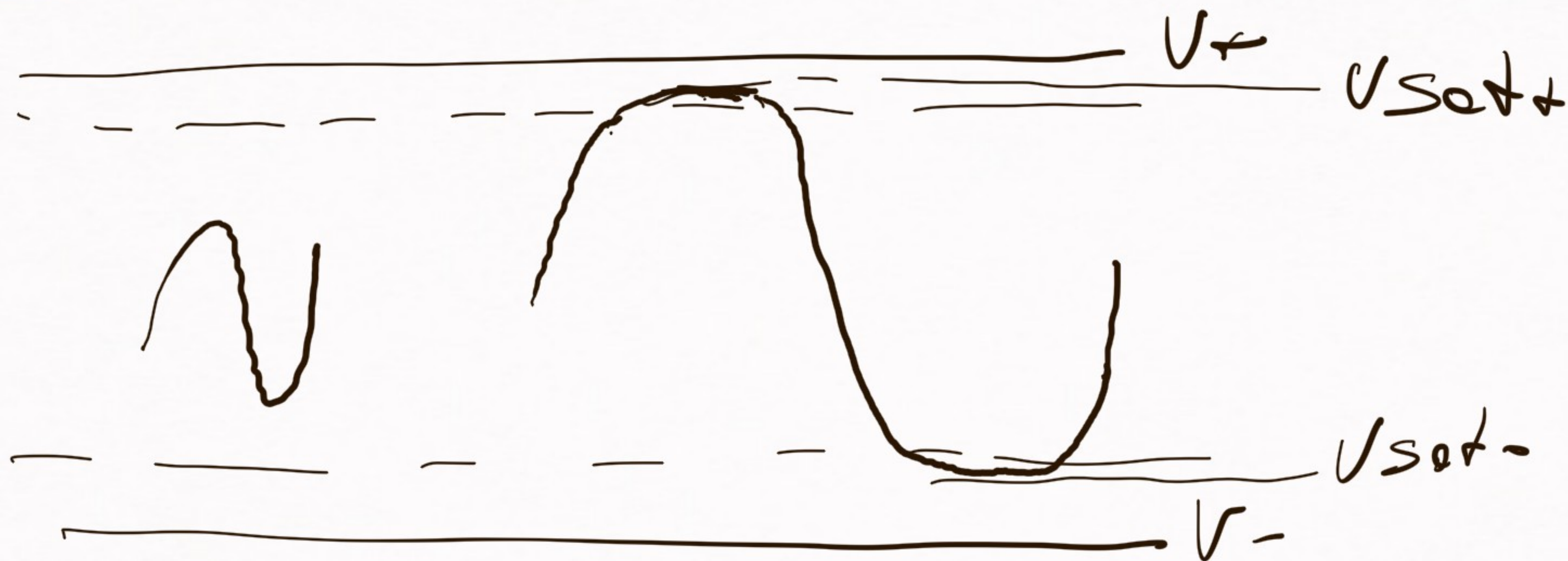


Trancho donde se cumplen especificaciones:

* Excursión de salida

⊗ "Output swing" (OSW)

⊗ rango lineal. de salida



Importante:

Cuando salida está saturado
→ NO HAY CORTE VIRTUAL A LA
ENTRADA.

Hoy circuitos pensados para que el A.O.
trabaje en saturación:
ej: Comparador, Schmitt trigger.

2) Slew rate:

La salida de un A.O. real tiene una velocidad de variación máxima posible. Si la salida (de acuerdo al circ y su entrada) de hecho varía más rápido, variará a esta velocidad máxima.

Este máximo se conoce como slew rate (SR)

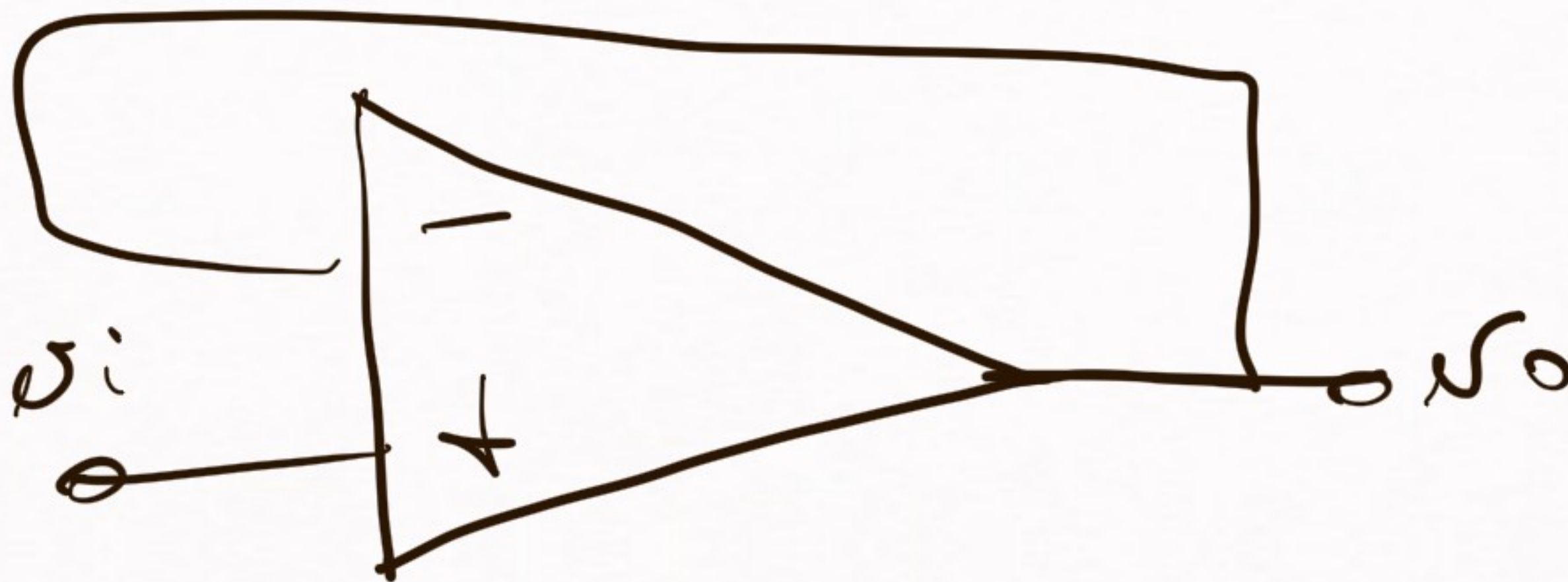
máx posible de $\frac{dV_o}{dt} : \frac{V}{\mu s}$

Ej. TL27II, @ $V_{DD} = 10V \rightarrow SR = 5.3 V/\mu s$

L.O. de alta velocidad

SR: varios
miles de $V/\mu S$

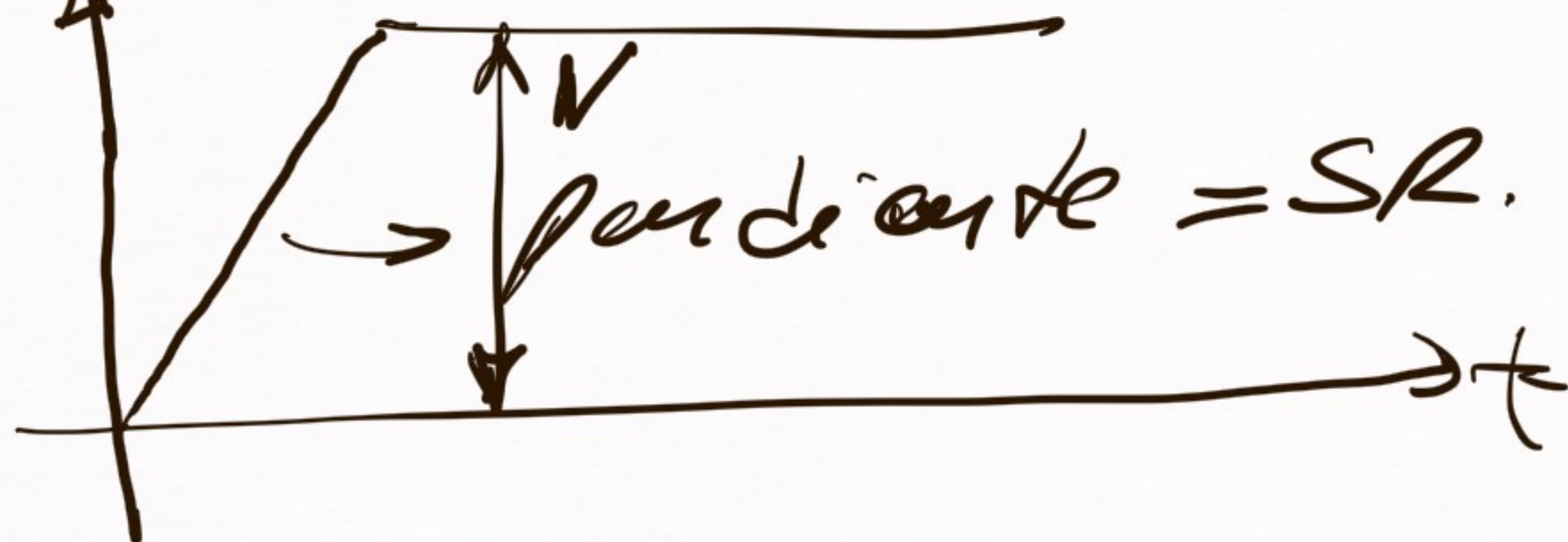
Es:



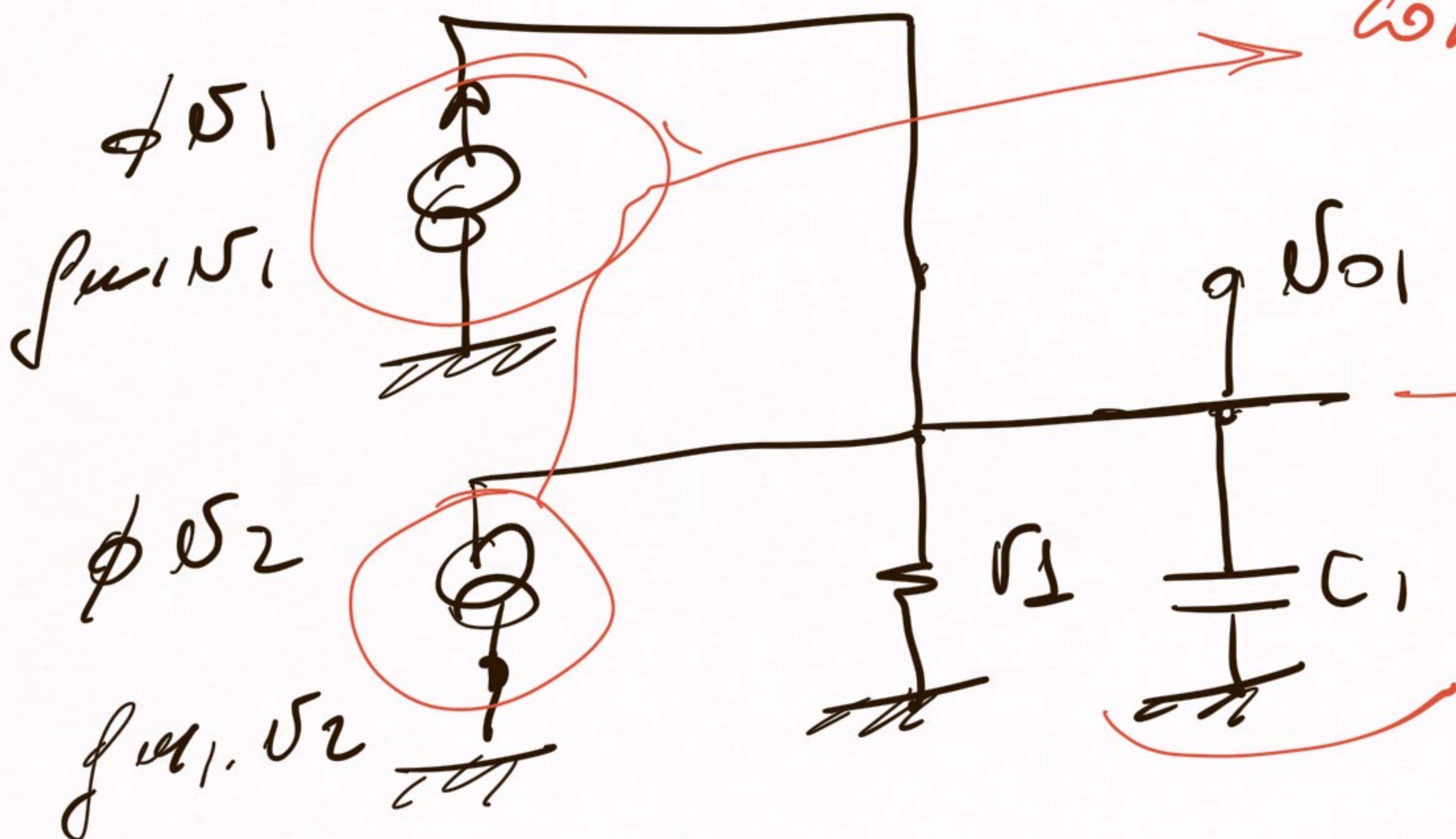
v_i



v_o



idea origin:

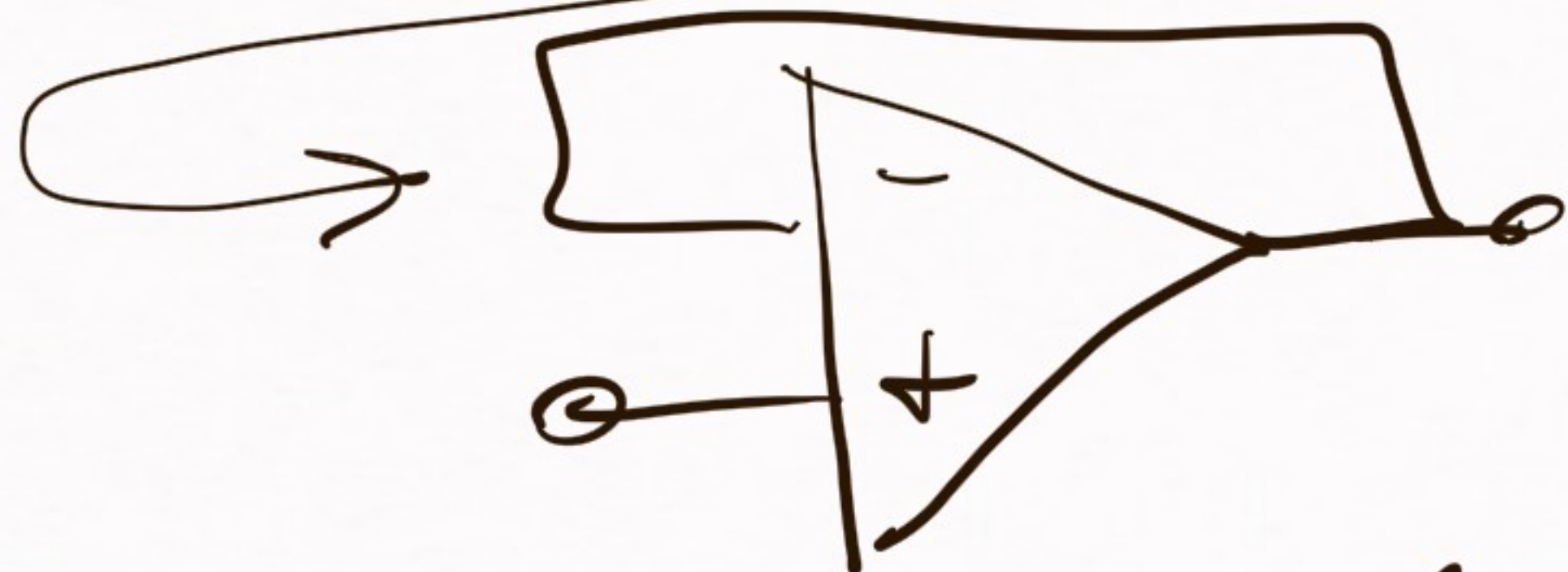


corriente maxima
en el tado

$$S_R \approx \frac{I_{max}}{C_1}$$

slew-rate vs. ancho finito

$SR \neq$ Ancho finito
fenómeno lineal.
fenómeno no lineal

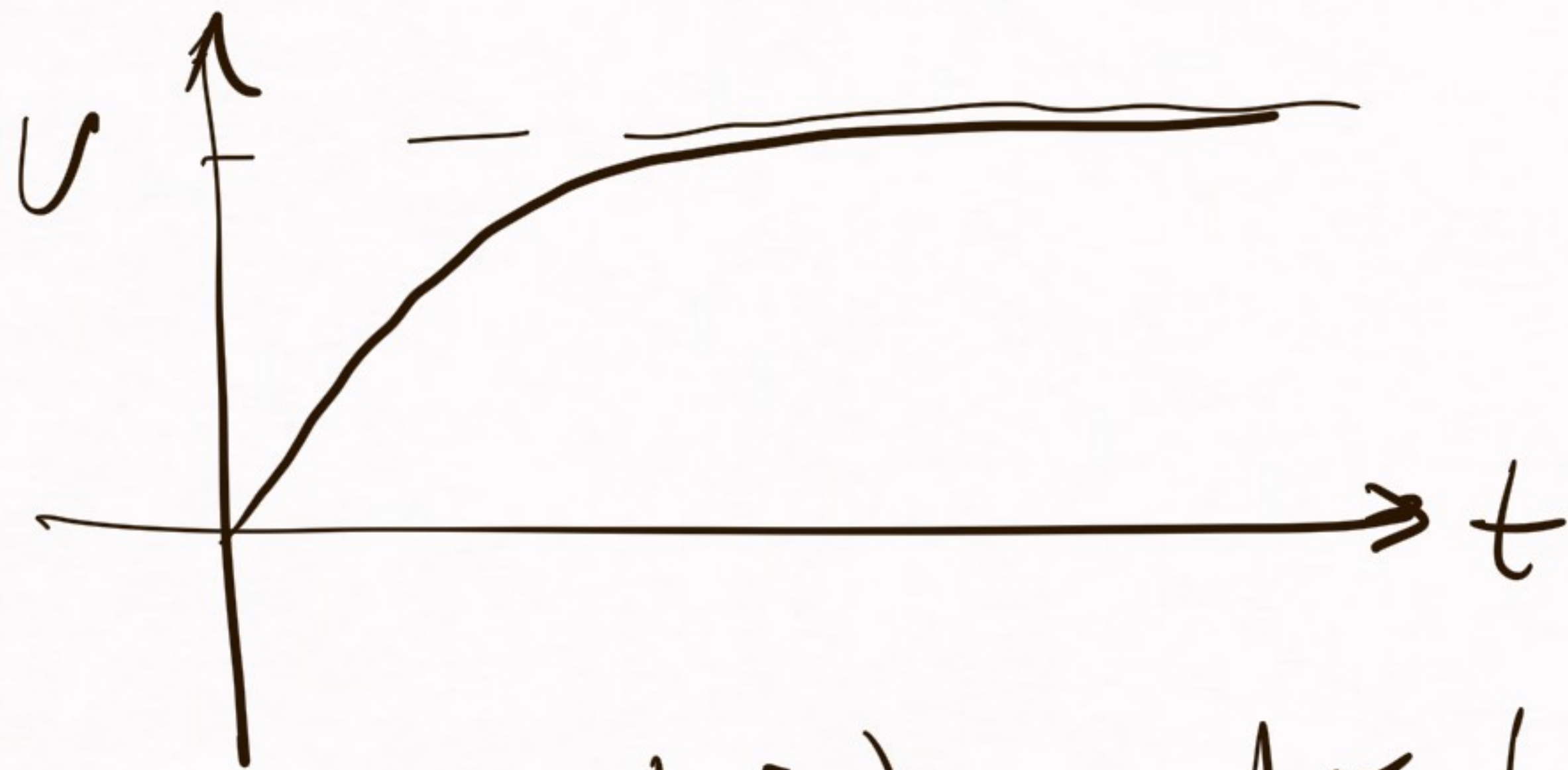


$$\frac{N_o}{N_i} = \frac{1}{1 + \frac{s}{\omega_T}}$$

→ resp. al escalón: $(N_o(t) = V(1 - e^{-\omega_T t}))$



cte. de tiempo $\tau = \frac{1}{\omega_T}$



$$u_0(t) = V(1 - e^{-\omega T t})$$

pendiente $\left(\frac{du_0}{dt} \right) = \frac{du_0}{dt} \Big|_{t=0} = V \cdot \omega T$

\Rightarrow si $V \cdot \omega T \leq SR \Rightarrow$ SR no influye.

Si $V \cdot \omega T > SR \Rightarrow$ la resp. al

escalón cambia

