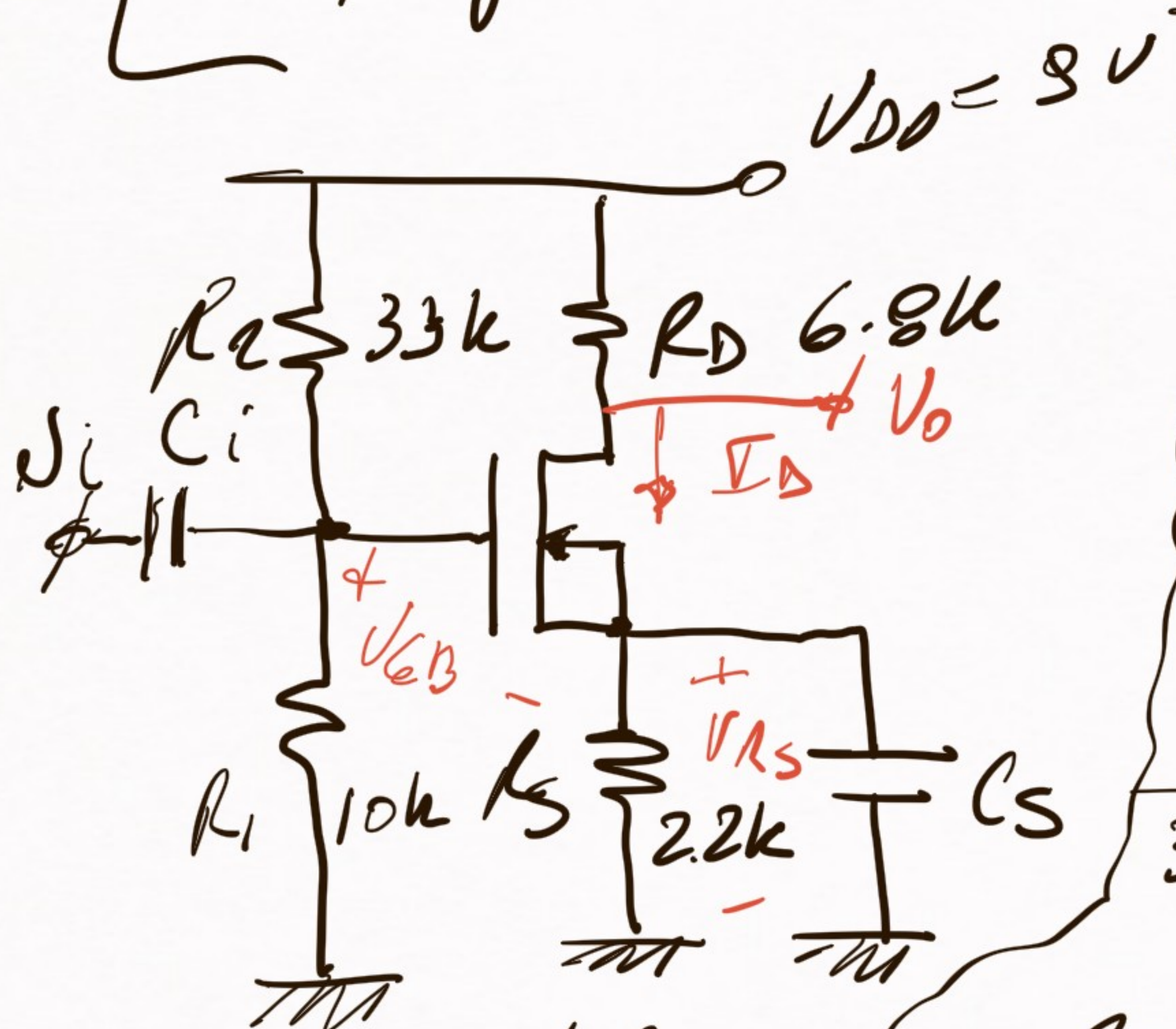


Ej. optimización modelo de
ref. señal

26/5/21



1) Analisis DC:
 $I_B = 0.23 \text{ mA}$, $V_{BE} = 1.58 \text{ V}$
 $V_{RS} = 0.51 \text{ V}$, $V_O = 7.43 \text{ V}$

2) Param. del modelo de
ref. señal.
 $g_m = 0.78 \text{ mA/V}$, $r_o = 87 \text{ k}\Omega$

3) Analisis AC:
 Aforc. medias (C_S, C_i : cortocirc)

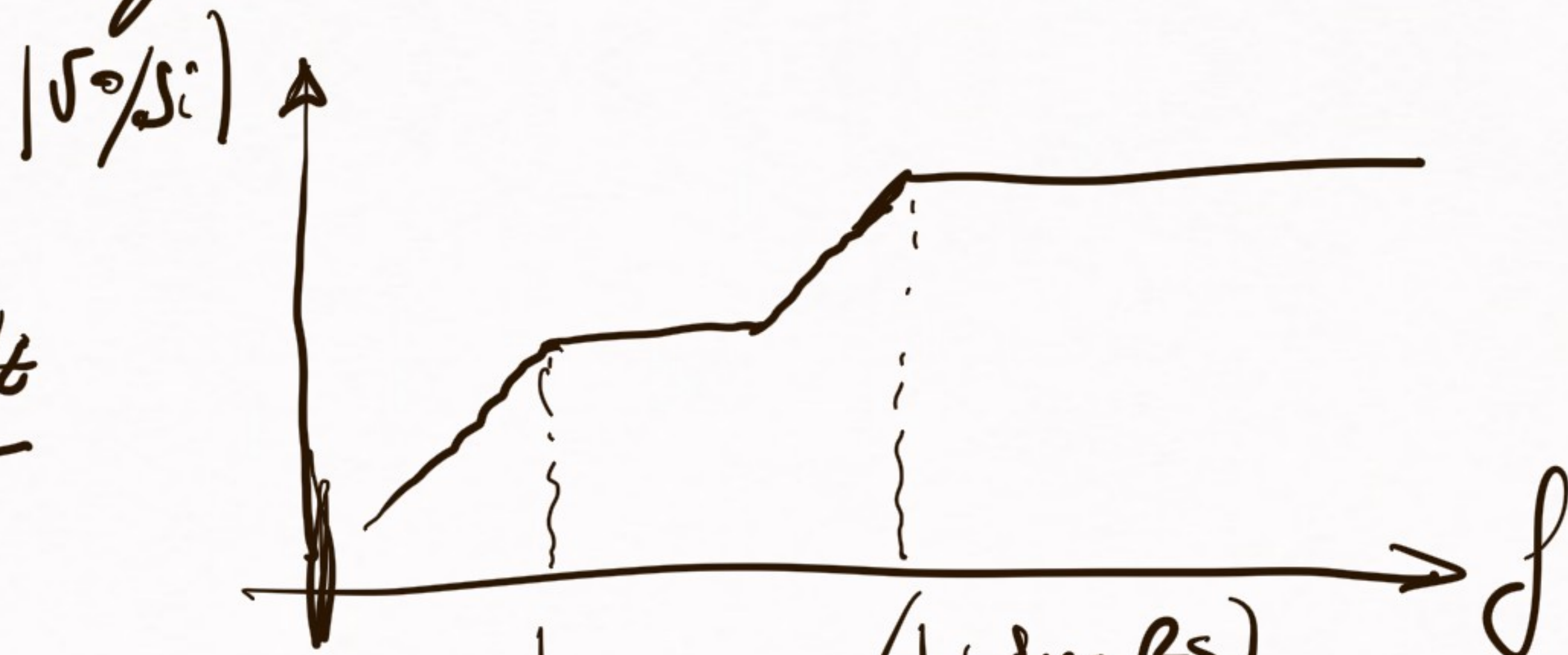
$$R_i = R_1 // R_2 = 7.7 \text{ k}\Omega$$

$$A = -g_m \cdot R_D = -5.3$$

$\mu_1: \beta = 2 \text{ mA/V}^2$,
 $f_c = 0.5$, $V_{H0} = 1 \text{ V}$
 $V_A = 20 \text{ V}$

4) Diseño C_i, C_s :
 Criterio: poner a menor frecuencia polo que tiene asociado el valor de R más grande (para minimizar valor de C)
 $\Rightarrow f_{-3dB inf}$ definida por C_s (en este ejemplo)

Ej: $f_{-3dB inf} = 100 \text{ Hz}$



$C_i = 2.2 \mu\text{F} \leftarrow C_i = 2 \mu\text{F}$

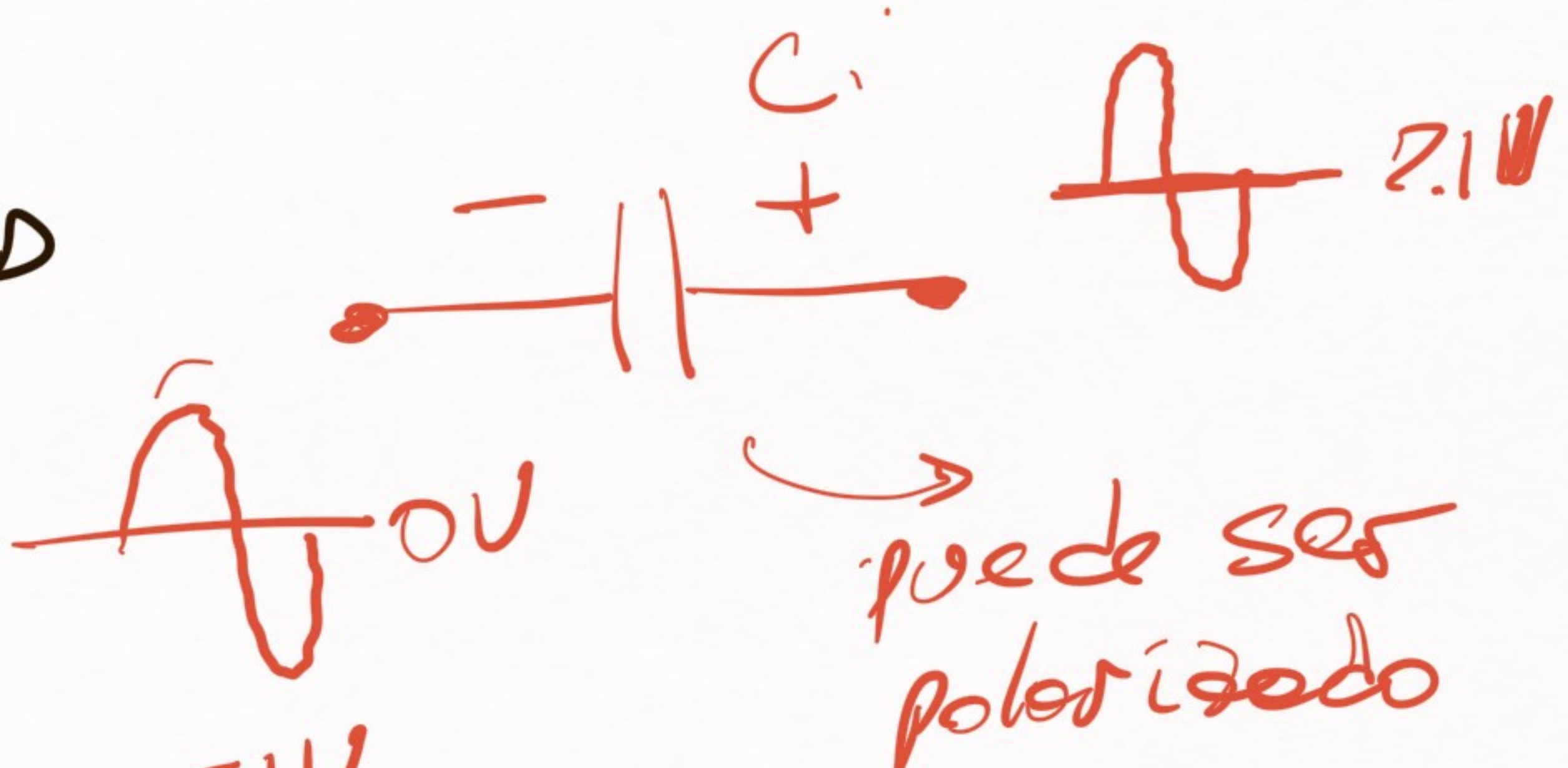
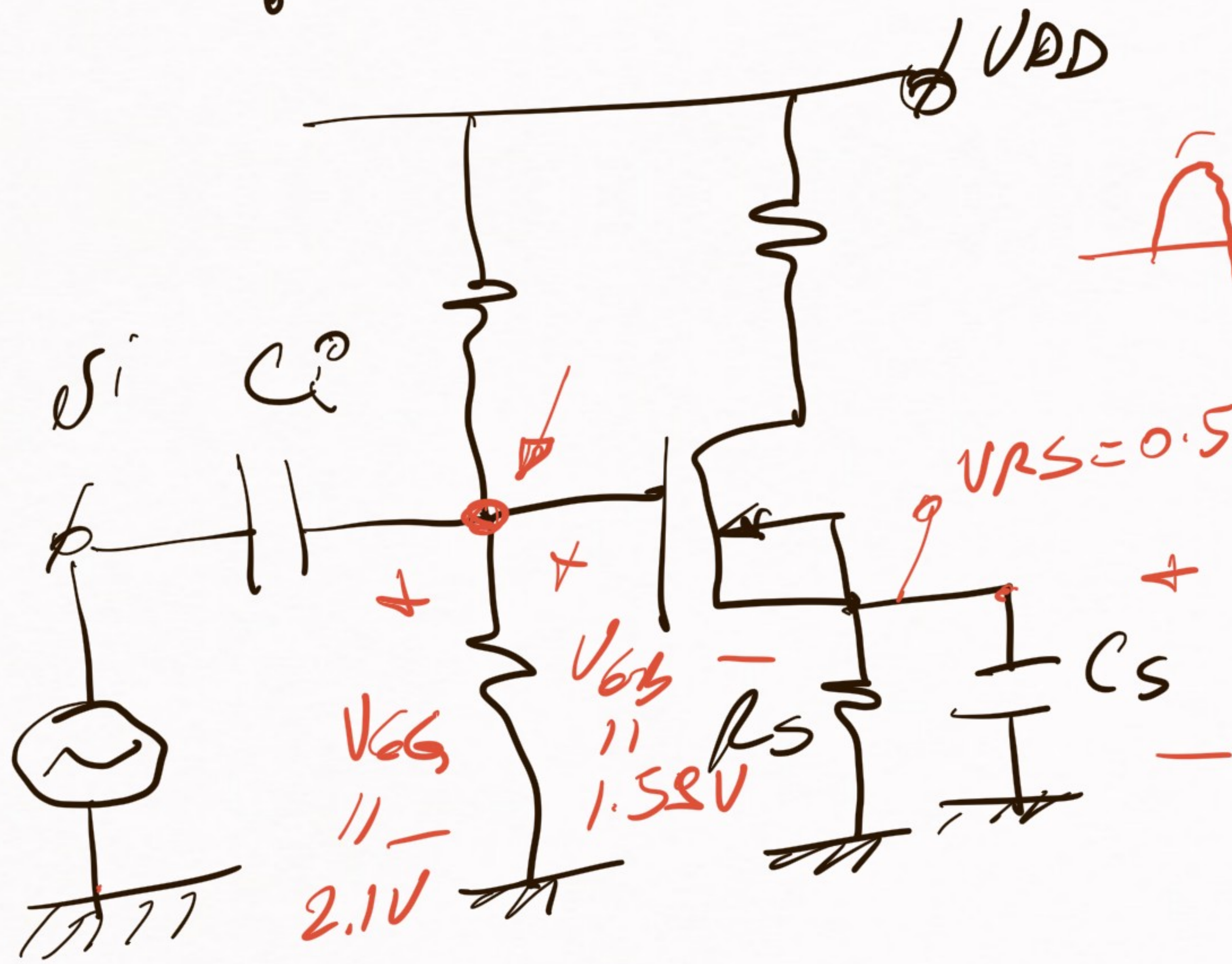
$\frac{1}{2\pi R_i C_i}$
 10 Hz

$\frac{(1 + j\omega R_s)}{2\pi R_s C_s}$
 $f_{-3dB inf} = 100 \text{ Hz}$

$2.2 \mu\text{F}$
 $C_s = 1.86 \mu\text{F}$

$f_{-3dB inf} = 100 \text{ Hz}$

¿Polaridad de los Caps?
 ¿los caps pueden ser polarizados en esta aplicación?



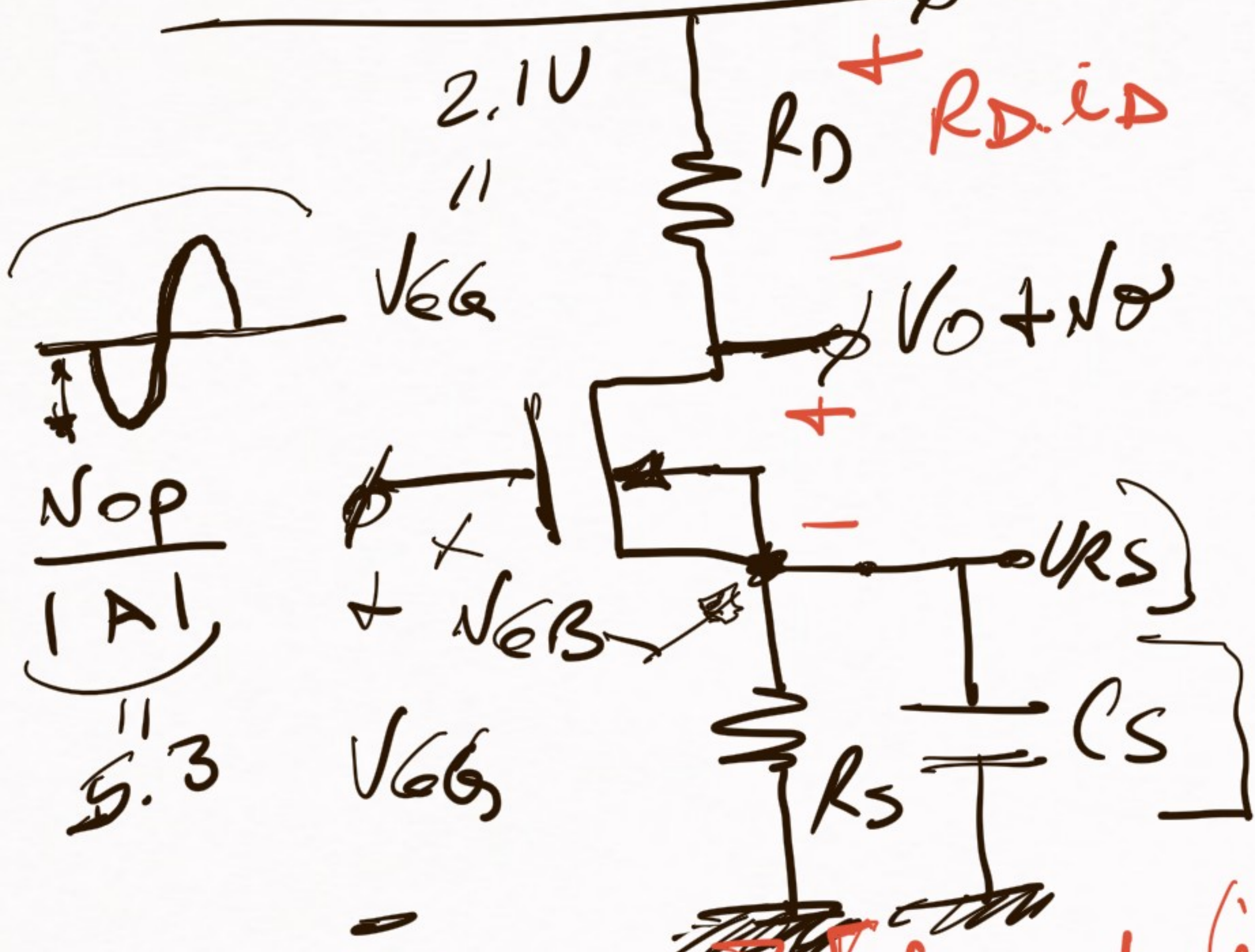
→ puede ser polarizado

puede ser polarizado.

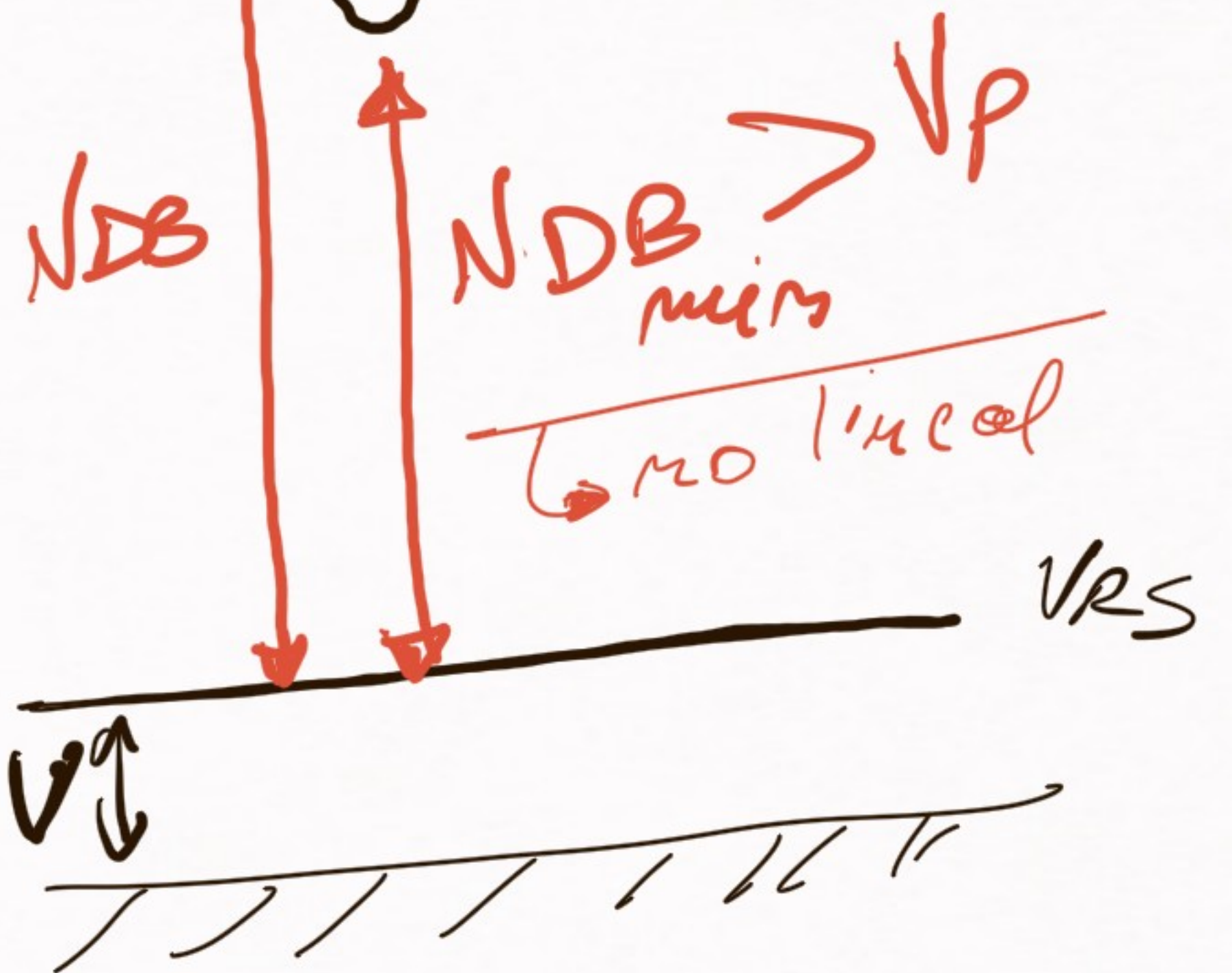
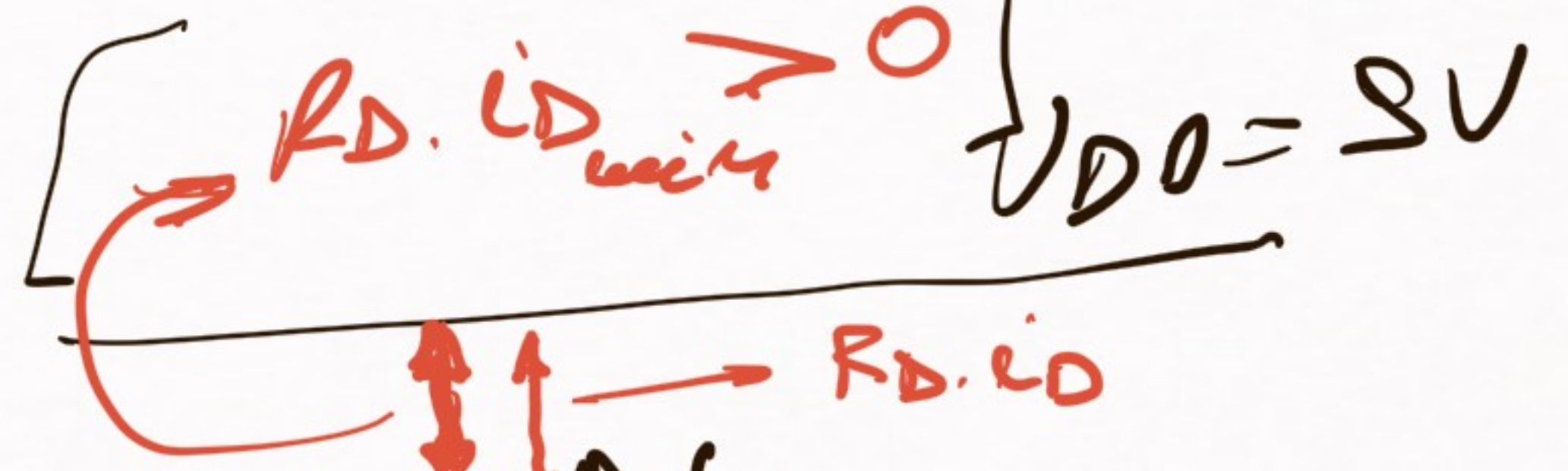
Excursión de salida:

¿Cuál es la máxima amplitud que puede dar a la salida sin solivane de saturación?

$V_{DD} = 5V$



V_O
 $7.43V$



$[N_{DB} > V_P], [N_{DB} < V_P, (I_D > 0)]$

Cond. de no zona lineal ($v_{o3} > V_P$)

V_{DD}

$$N_{DB_{min}} = V_o - v_{op} - V_{RS}$$

v_o

$$V_P = \frac{N_{GB} - V_{to}}{(1 + \beta)}$$

$N_{DB_{min}} > V_P$

V_{RS}

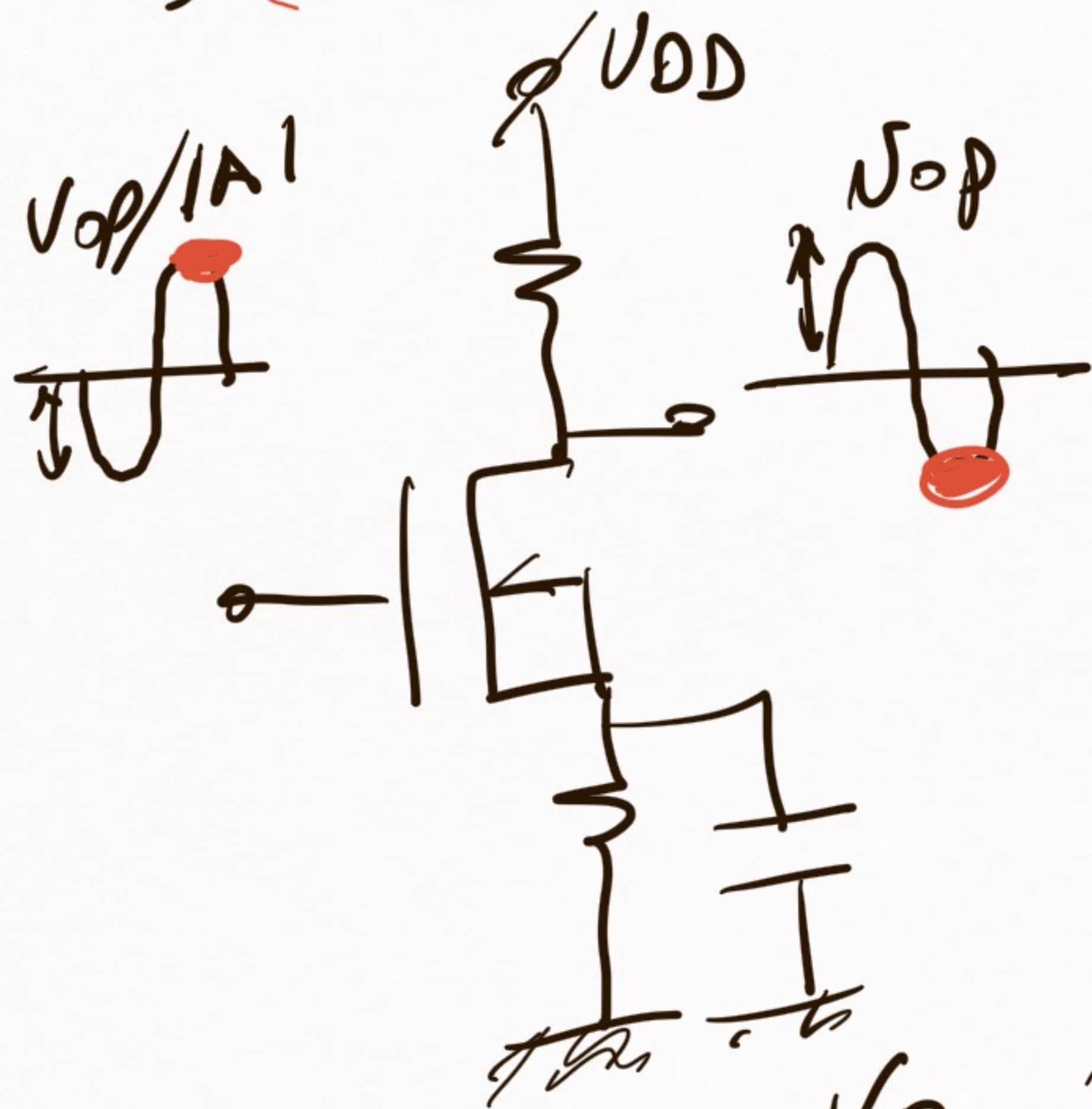
1) solución aproximada: Si porencia es fuerte \Rightarrow desprecia amplitud de señal en el gate (es la entrada): $N_{GB} \approx V_{GB}$

$$\Rightarrow N_{DB_{min}} = 7.43 - v_{op} - V_{RS} > \frac{V_{GB} - V_{to}}{(1 + \beta)} =$$

$$\Rightarrow [v_{op} < 6.53V]$$

$$= \frac{1.58 - 1}{1 + 0.5}$$

2) Solution exacte.



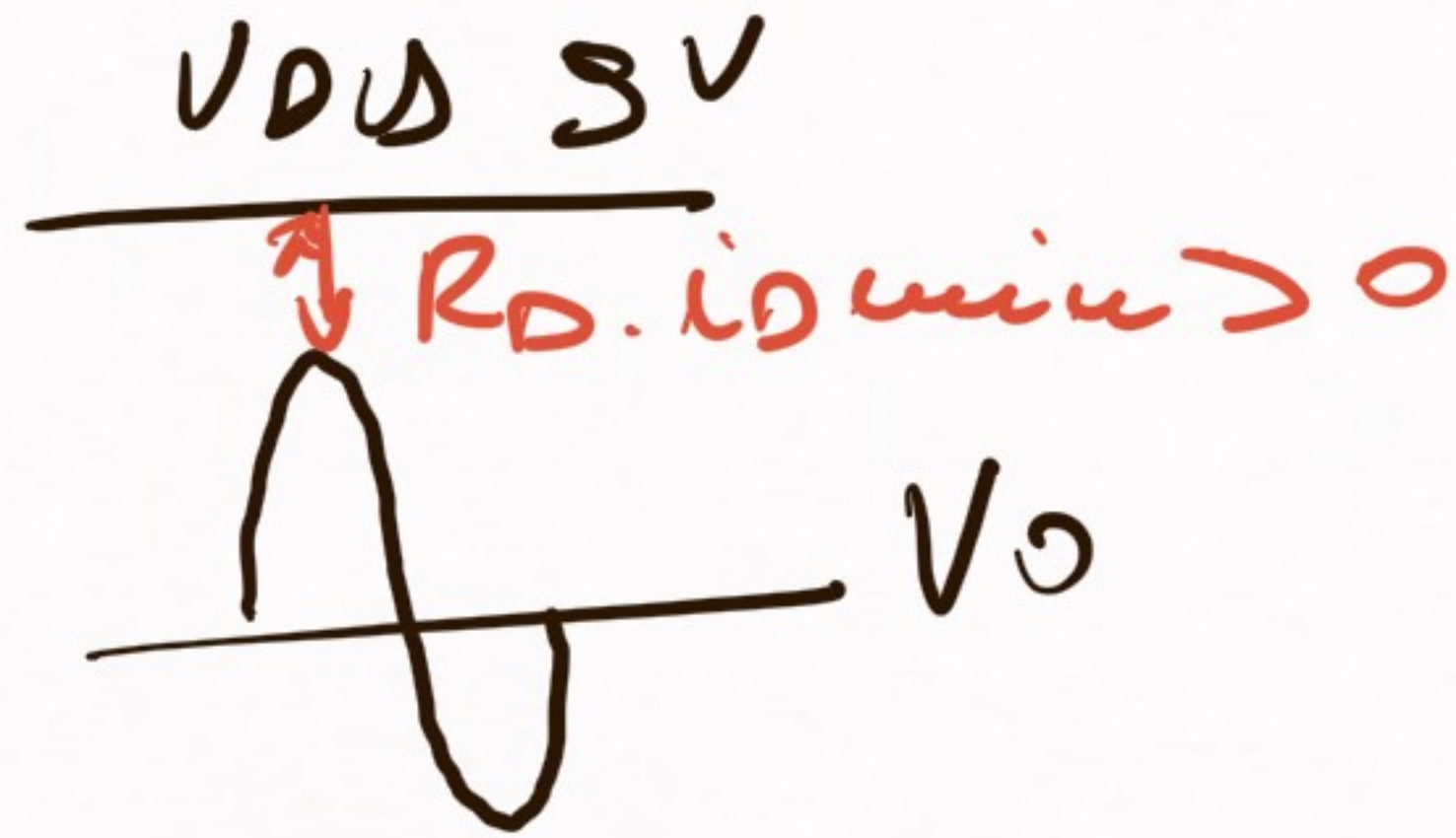
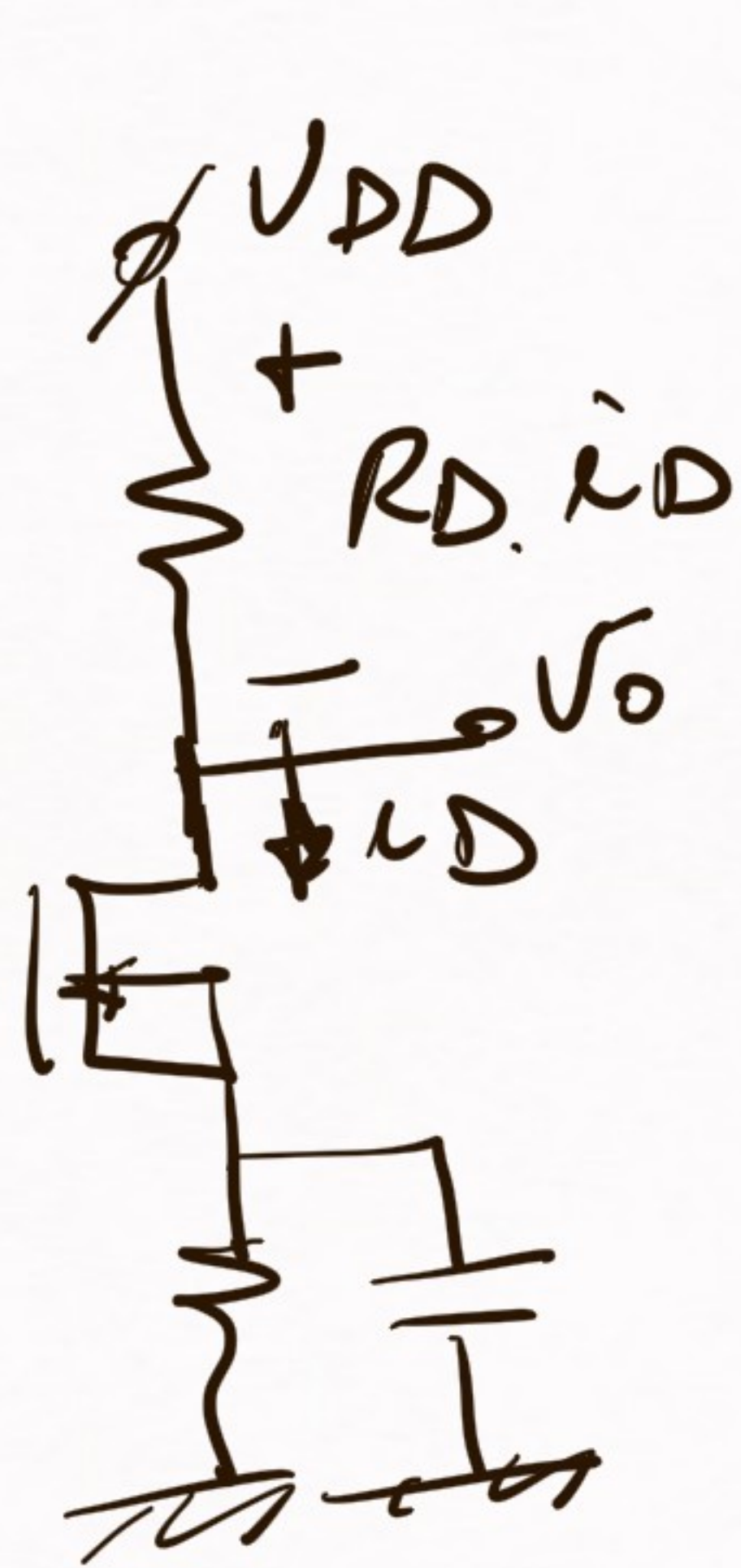
$$NDB_{\text{max}} = V_0 - v_{op} - V_{RS} >$$

$$V_p = \frac{V_{CE} - V_{to}}{(1+S)} =$$

$$= \frac{V_{CE} + v_{op}/|A| - V_{to}}{(1+S)}$$

$$\Rightarrow v_{op} < \frac{V_0 - V_{RS} - \frac{V_{CE} - V_{to}}{(1+S)}}{1 + \frac{1}{|A|(1+S)}} \Rightarrow [v_{op} < 5.8V]$$

No corte: $V_{SB} < V_P \iff i_D > 0$



$$V_{DD} - (V_o + V_{OP}) > 0$$

$$\iff V_{OP} < V_{DD} - V_o$$

$$= 9V - 7.43V$$

$$\implies V_{OP} < 1.57V$$

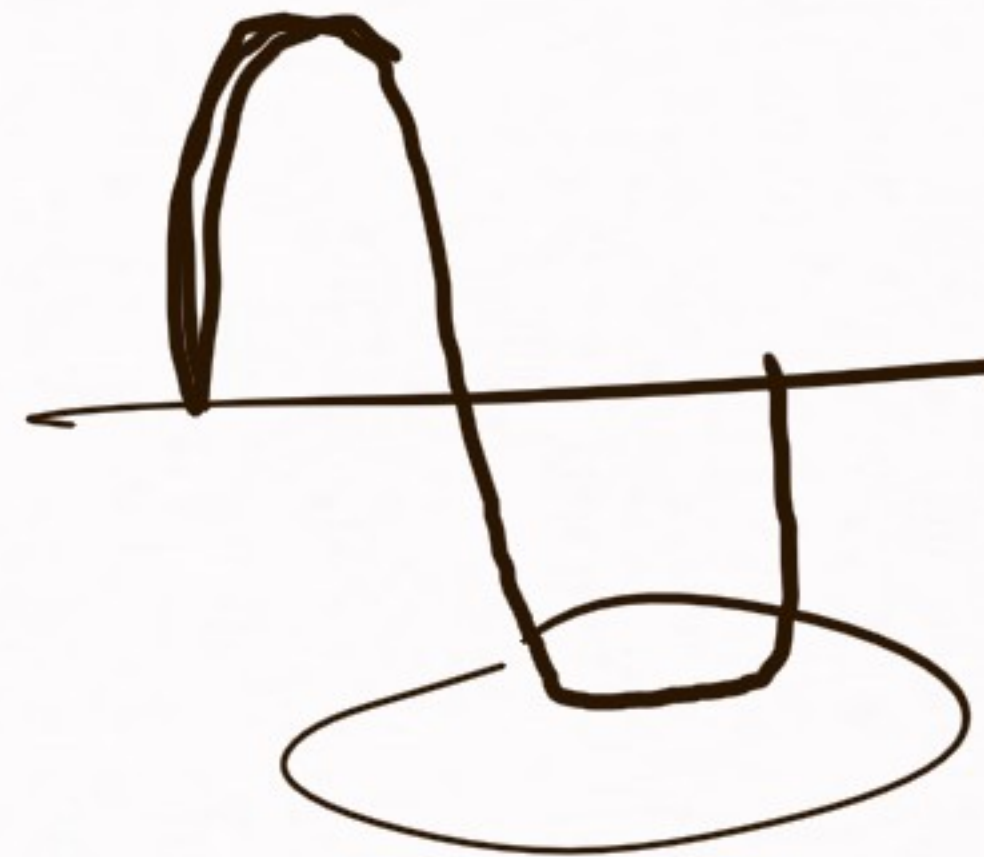
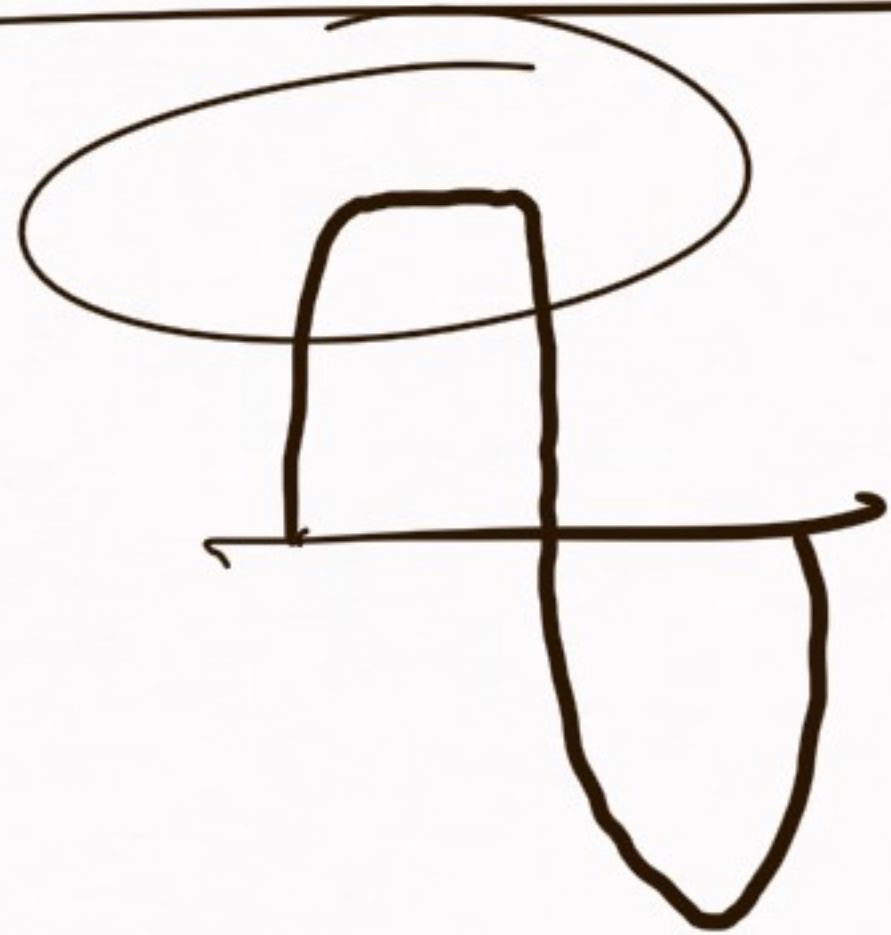
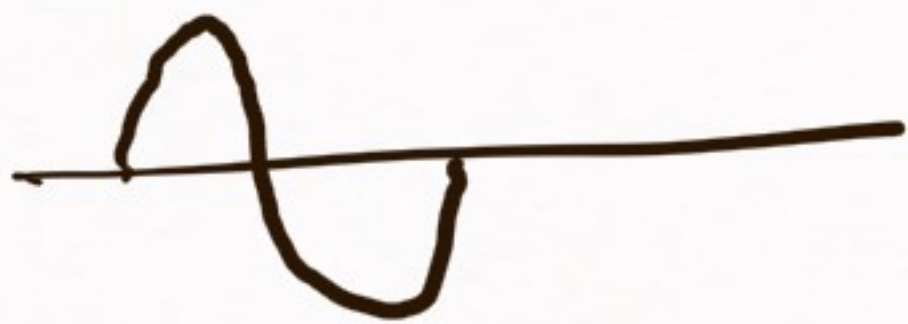
\implies no cond + restrictive as $V_{OP} < 1.57V$

Diseño + optimo servo:

Diseño para máxima excursión

⇒ N_{op} / transistor entra en corte

||
 N_{op} / transistor entra en zona
lineal



Valididad de la aproximación de pequeña señal (en el caso particular del $\nabla_r \pi_{OS}$)

Caso simplificado: $\sqrt{S_B} \equiv 0$

$i_D = \frac{\beta}{2(1+\beta)} (V_{GS} - V_{to})^2$: i_D total, exacta.

$\sqrt{S_B} = \sqrt{g_B} + \sqrt{g_b}$ → i_D (AC) aprox de pequeña señal

$i_{DSS} = g_m \cdot \sqrt{g_b}$, $g_m = \frac{\beta}{1+\beta} (V_{GS} - V_{to})$

$$i_D = \frac{\beta}{2(1+\delta)} (V_{GS} - V_{th})^2$$

$\hookrightarrow V_{GS} + V_{gsb}$

$$= \frac{\beta}{2(1+\delta)} \left((V_{GS} - V_{th}) + V_{gsb} \right)^2 =$$

$$= \underbrace{\frac{\beta}{2(1+\delta)} (V_{GS} - V_{th})^2}_{\text{I}_D} + \underbrace{\frac{2\beta}{2(1+\delta)} (V_{GS} - V_{th}) V_{gsb}}_{g_m = i_{DSS}} +$$

$$+ \underbrace{\frac{\beta}{2(1+\delta)} V_{gsb}^2}_{\text{error}}$$

\Rightarrow error despreciable:

$$\iff g_m \cdot V_{gsb} \gg \frac{\beta}{2(1+\delta)} V_{gsb}^2$$

$$V_{gsb} \ll \frac{2(1+\delta)}{\beta} g_m$$

$$\begin{aligned}
 V_{fb} &\ll \frac{2(1+\beta) \cdot f_{ue}}{\beta} \\
 f_{ue} &= \frac{\beta}{(1+\beta)} (V_{GS} - V_{to})
 \end{aligned}
 \left. \vphantom{\begin{aligned} V_{fb} &\ll \frac{2(1+\beta) \cdot f_{ue}}{\beta} \\ f_{ue} &= \frac{\beta}{(1+\beta)} (V_{GS} - V_{to}) \end{aligned}} \right\} V_{fb} \ll 2(V_{GS} - V_{to})$$

En nuestro ejemplo: $V_{GS} = 1.59 \text{ V}$

$$V_{to} = 1 \text{ V}$$

$$\Rightarrow V_{fb} \ll 2(1.59 - 1) = \underline{1.18 \text{ V}}$$

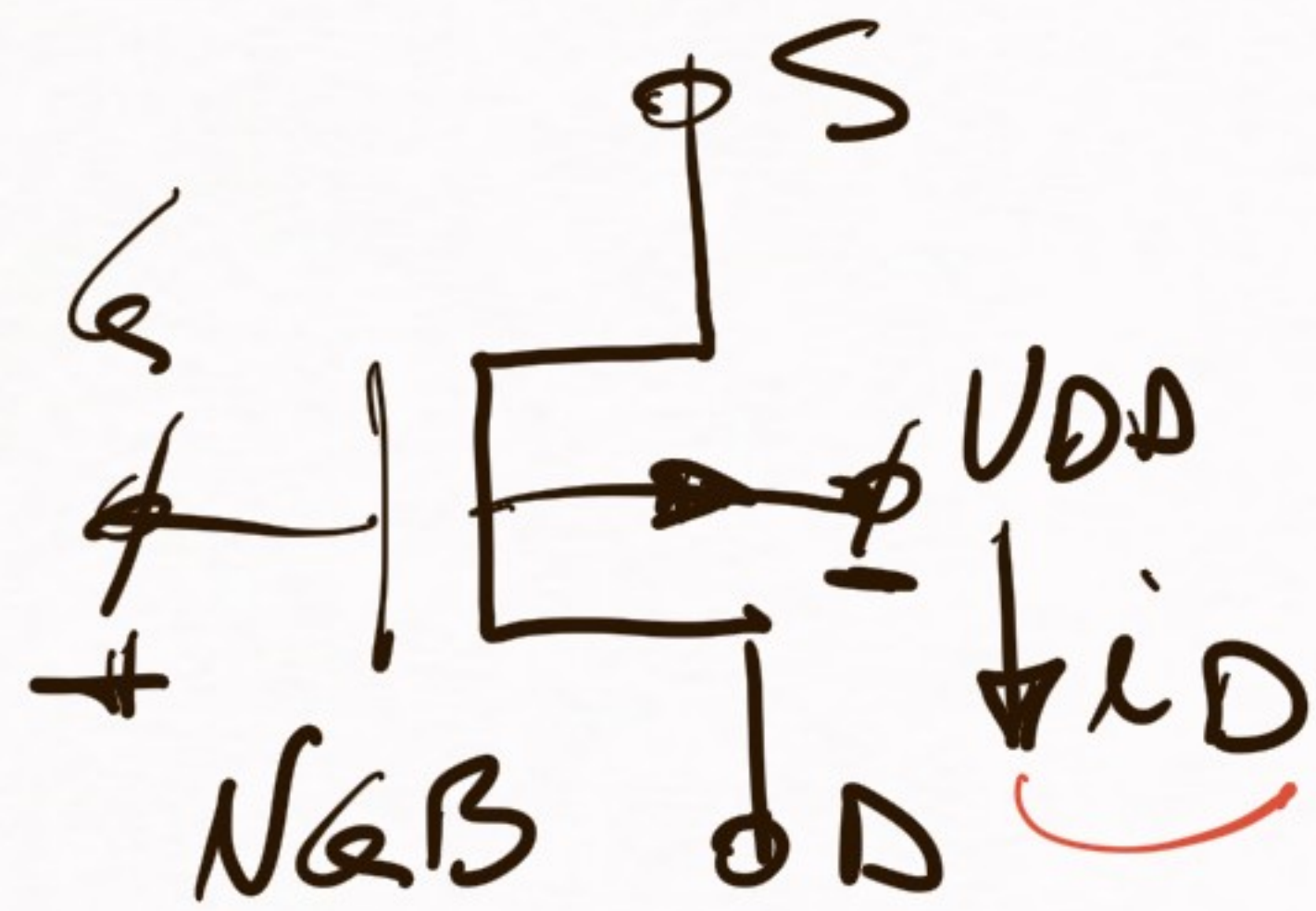
(ej. $V_{fb} < 0.118 \text{ V}$)

$$V_{op} \ll 2(1.59 - 2) |A| = 1.18 \text{ V} \cdot 5.3 = 6.25 \text{ V}$$

Por excursión: $V_{op} < 1.57 \text{ V}$ ($V_{fb} < \frac{1.57}{5.3} = 0.3 \text{ V}$)

Modelo de peq sin el transistor PMOS.

Es totalmente idéntico al de
un NMOS



De i totales

$Ej: N_{gb} > 0 \Rightarrow N_{GB}: -1.5 \rightarrow -1.4V \Rightarrow N_{GB}: +1.5 \rightarrow +1.4V \Rightarrow i_D \downarrow \Rightarrow i_D > 0$

Análisis AC

