

AMPLIFICADOR SOURCE COMUN N-MOSFET

Hallar los parámetros del amplificador presente en la figura. Este se encuentra implementado utilizando un transistor MOSFET canal N .

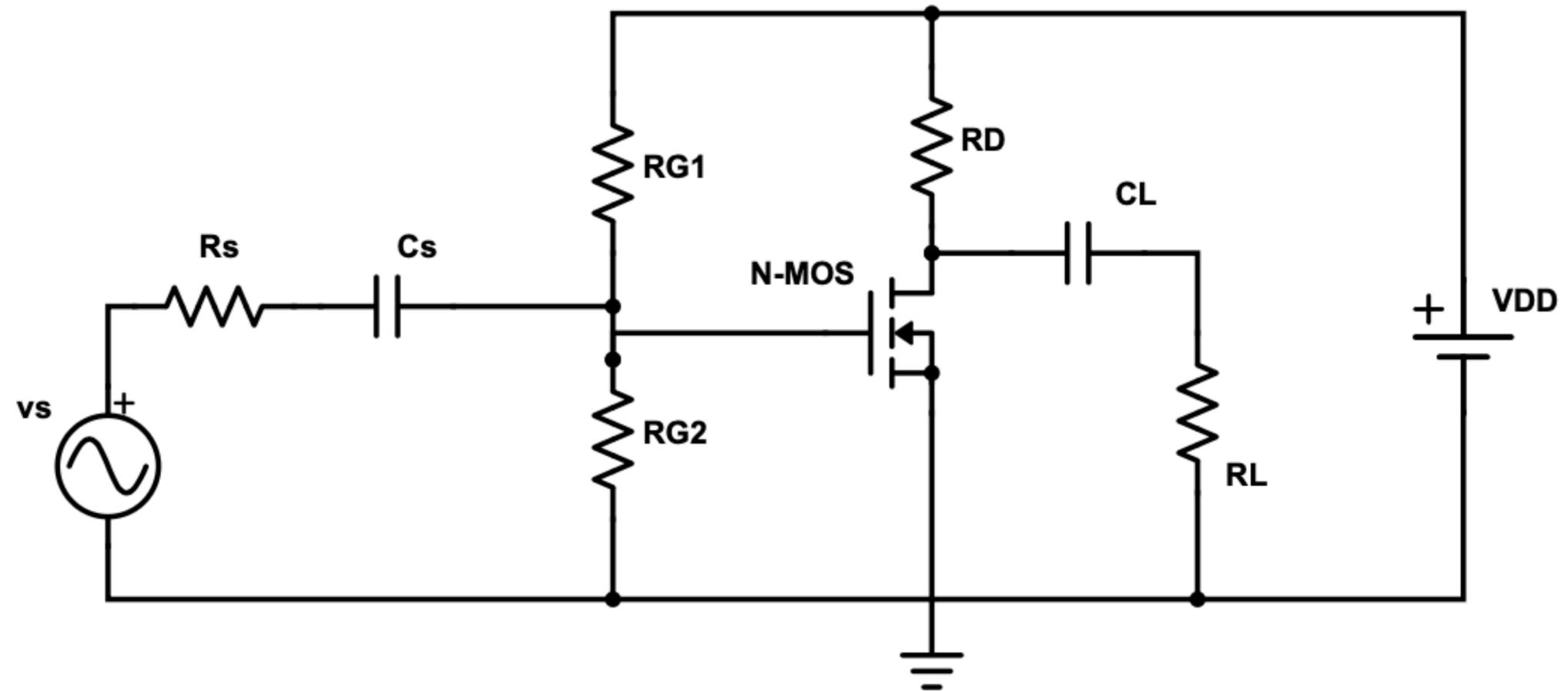
Datos:

$$\frac{\mu_n C'_{ox} W}{2L} = 1.2 \text{mA/V}^2$$

$$V_T = 2\text{V} \quad \lambda = 0.01\text{V}^{-1}$$

$$V_{DD} = 5\text{V} \quad R_D = 1\text{k}\Omega$$

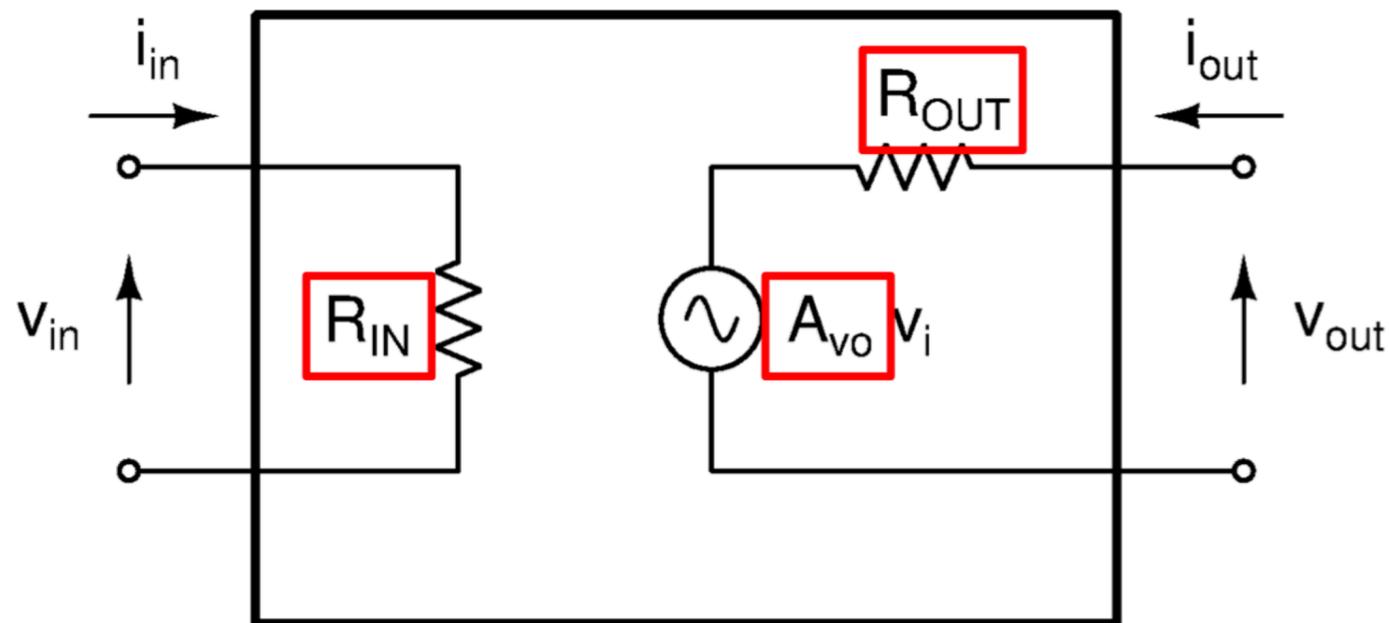
$$R_{G1} = 200\text{k}\Omega \quad R_{G2} = 300\text{k}\Omega$$



¿Cuál es la señal a la salida del amplificador si se conecta a la entrada un fuente senoidal con valor pico $v_s = 20 \text{ mV}$ con resistencia serie $R_s = 50 \Omega$; y a la salida una resistencia de carga $R_L = 2 \text{ k}\Omega$?

PARÁMETROS DEL AMPLIFICADOR

Indistintamente de la forma de implementar el amplificador, los parámetros siguen siendo los mismos: A_{VO} , R_{IN} y R_{OUT} .



$$A_{vo} = \left. \frac{v_{out}}{v_{in}} \right|_{R_L \rightarrow \infty}$$

$$R_{IN} = \frac{v_{in}}{i_{in}}$$

$$R_{OUT} = \left. \frac{v_{out}}{i_{out}} \right|_{v_{in}=0}$$

PASOS A SEGUIR PARA RESOLVER

1. Resolver el circuito de polarización

2. Hallar el modelo de pequeña señal del transistor

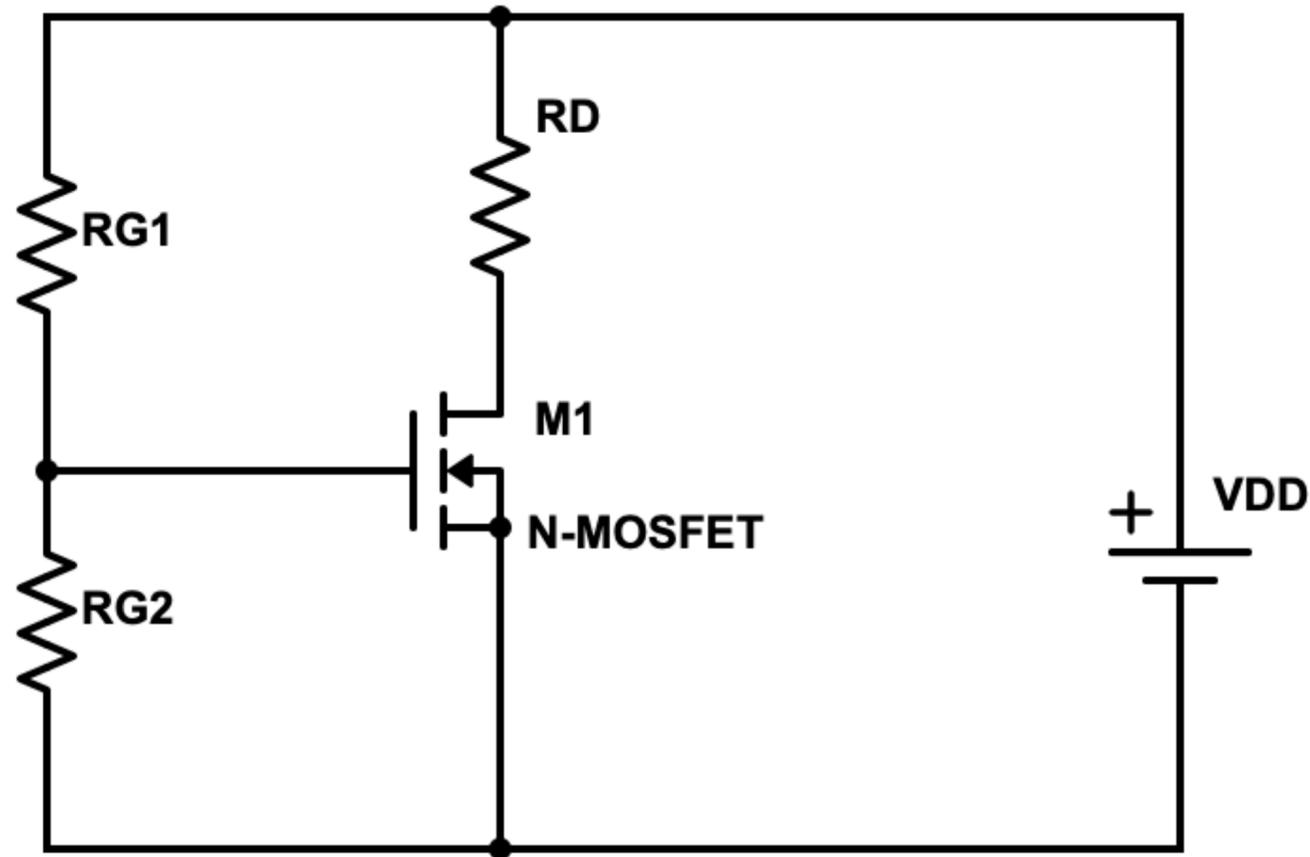
3. Resolver el circuito de pequeña señal

4. Obtener los parámetros del amplificador

5. Obtener la tensión de salida v_{out}

6. Verificar distorsión

POLARIZACION



Suponemos régimen de SATURACIÓN

$$I_G = 0$$

$$V_{GS} = V_{DD} \frac{R_{G2}}{R_{G1} + R_{G2}} = 3V$$

$$I_D = \frac{\mu_n C'_{ox} W}{2L} (V_{GS} - V_T)^2 = 1.2mA$$

$$V_{DS} = V_{DD} - I_D R_D = 3.8V$$

Verificamos régimen de SATURACIÓN y el EMLC

$$V_{GS} > V_T$$

$$3V > 2V$$



$$V_{DS} > V_{DS_{sat}} = V_{GS} - V_T$$

$$3.8V > 3V - 2V = 1V$$

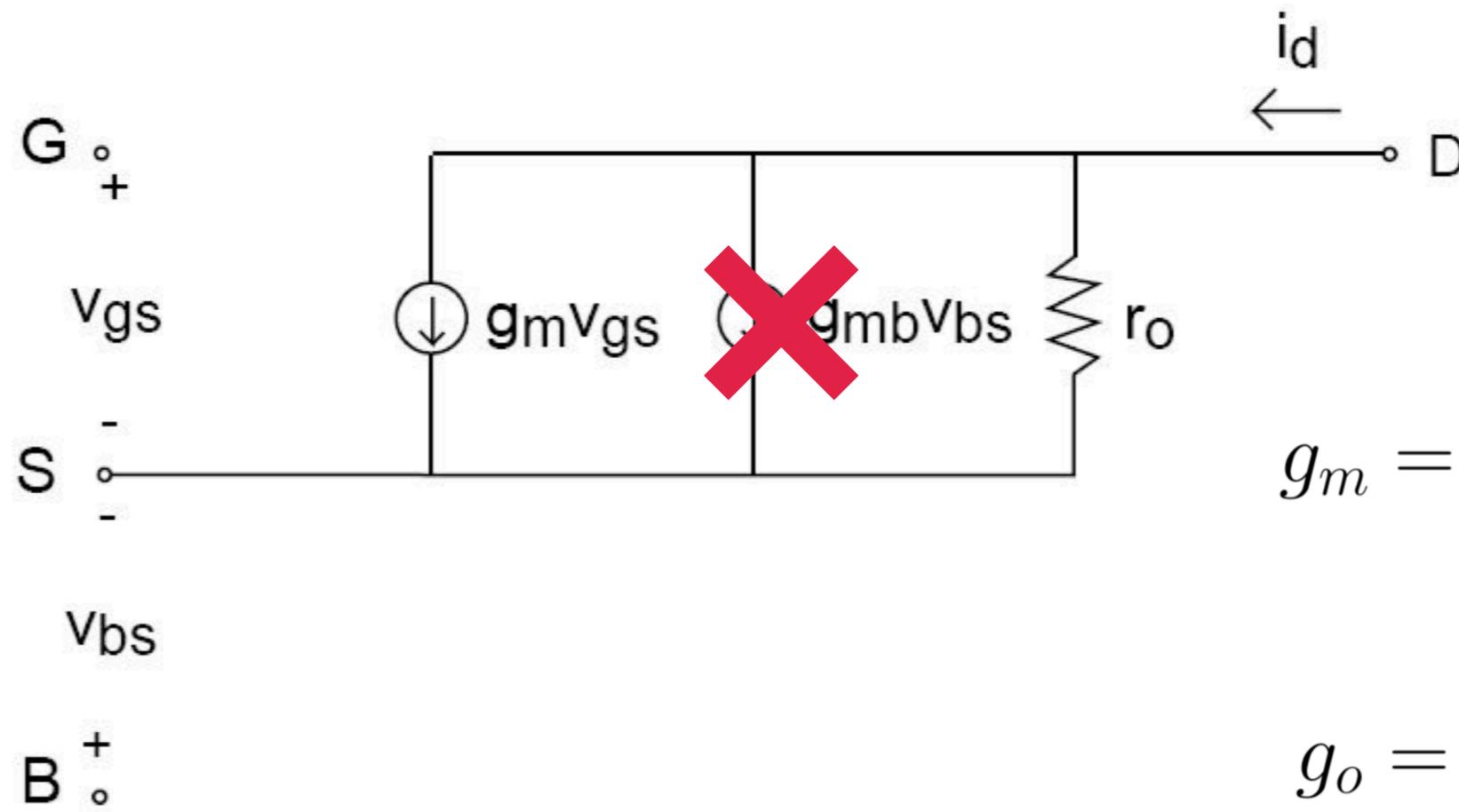


$$1 + \lambda(V_{DS} - V_{DS_{sat}}) = 1.028$$



MODELO DE PEQUEÑA SEÑAL FRECUENCIAS BAJAS

El modelo de pequeña señal se compone a partir de los siguientes parámetros:
 g_m , r_o y g_{mb} .

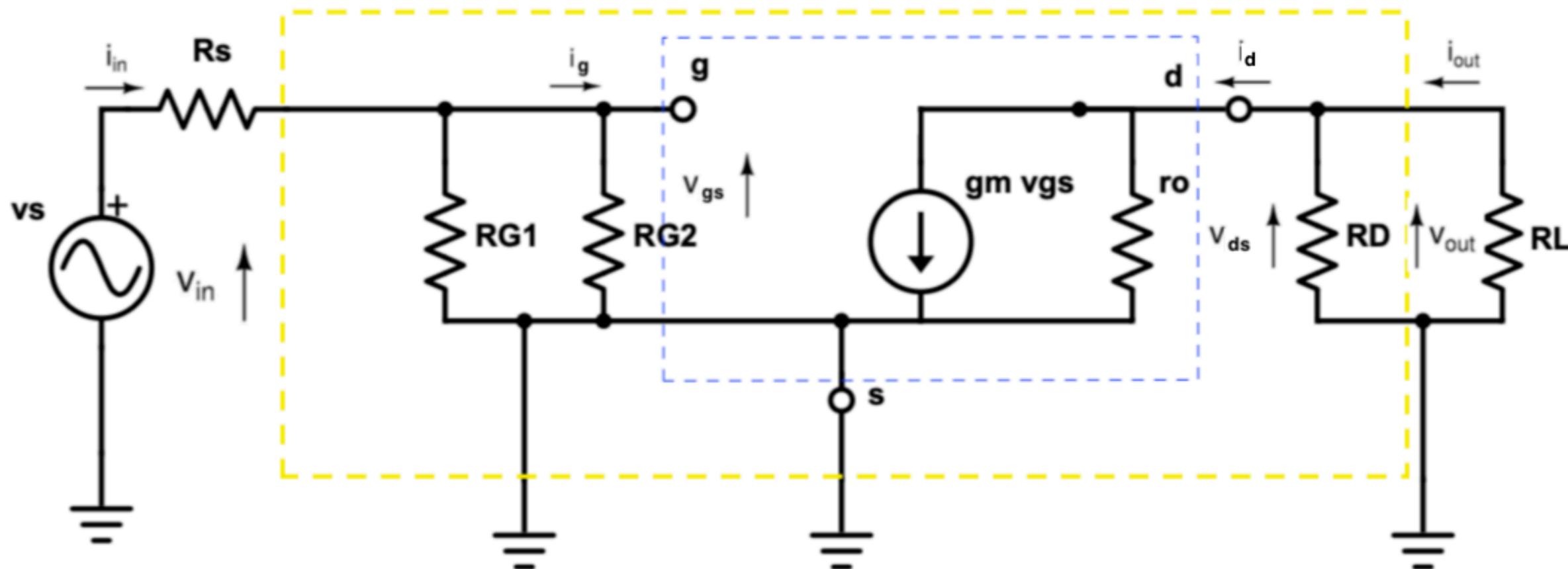


$$g_m = \left. \frac{\partial I_D}{\partial V_{GS}} \right|_Q = \sqrt{2 \frac{W}{L} \mu_n C'_{ox} I_D} = 2.4 \text{ mA/V}$$

$$g_o = \left. \frac{\partial I_D}{\partial V_{DS}} \right|_Q \quad r_o = \frac{1}{g_o} \approx \frac{1}{\lambda I_D} = 83.33 \text{ k}\Omega$$

CIRCUITO DE PEQUEÑA SEÑAL

- Reemplazar los capacitores externos (C_s y C_L) por cortocircuitos
- Pasivar las fuentes de continua independientes
- Reemplazar al transistor por nuestro modelo circuital de pequeña señal



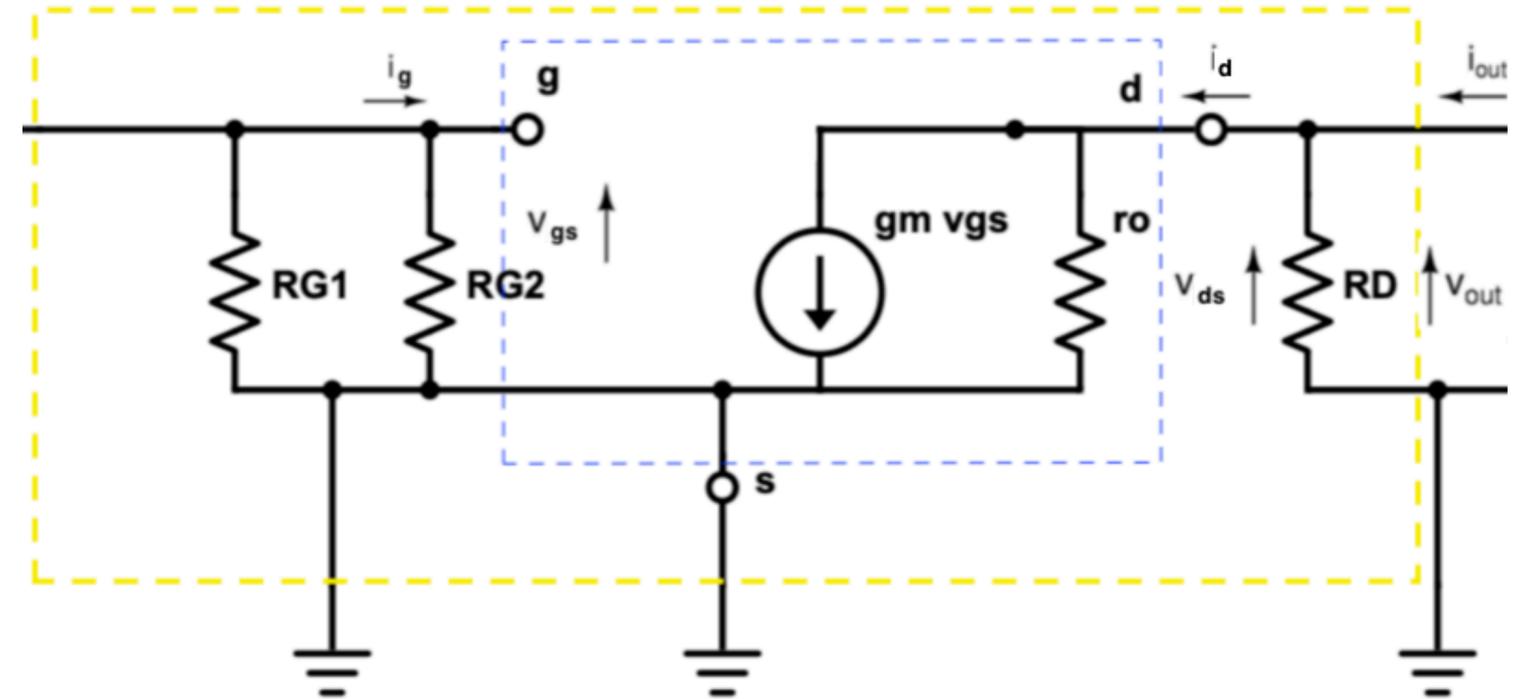
Av0

La tensión v_{in} es la tensión entre tierra y el terminal de gate, por lo que $v_{in} = v_{gs}$.

La tensión v_{out} es la tensión entre drain y tierra que es lo mismo que v_{ds}

$$A_{vo} = \left. \frac{v_{out}}{v_{in}} \right|_{R_L \rightarrow \infty} = \frac{v_{ds}}{v_{gs}} \quad v_{ds} = -g_m v_{gs} (r_o || R_D)$$

$$A_{vo} = \frac{-g_m v_{gs} (r_o || R_D)}{v_{gs}} = -g_m (r_o || R_D) = -2.38$$



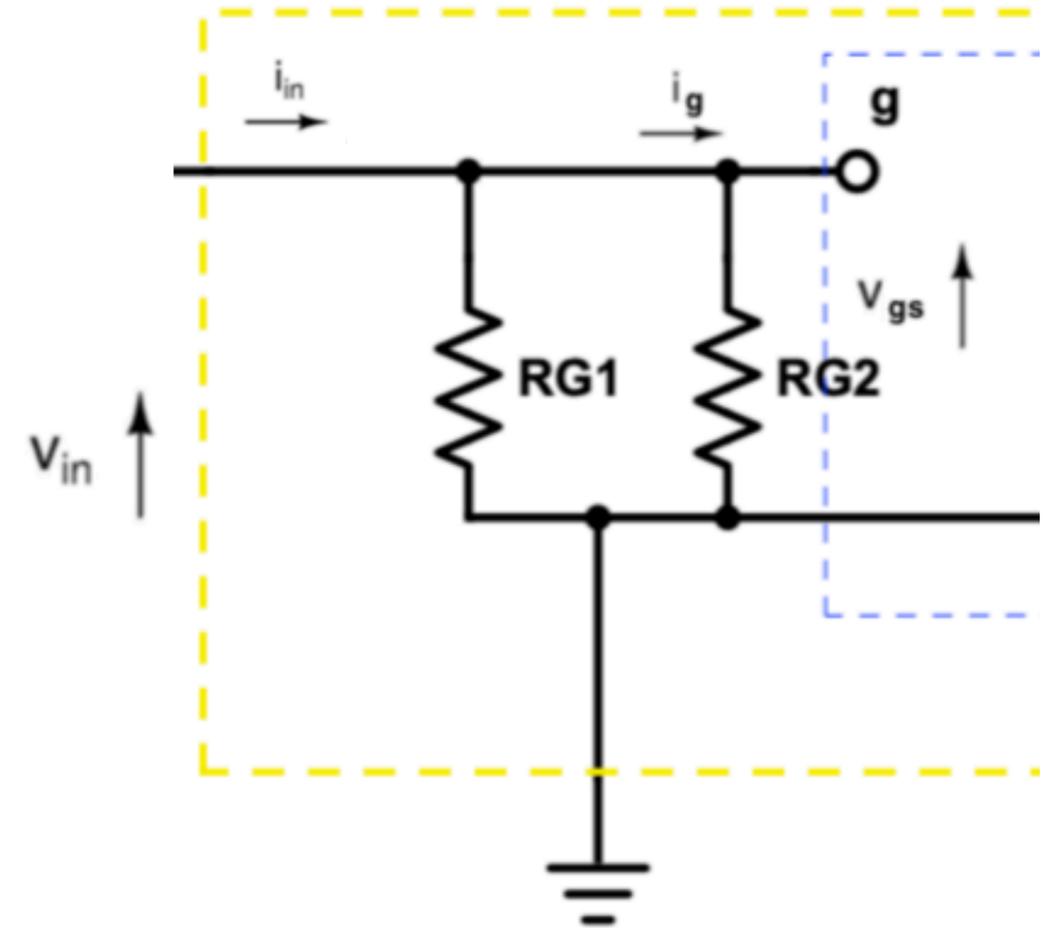
El signo "menos" surge al definir v_{out} de tierra hacia el terminal de source, mientras la corriente que impone la fuente controlada sobre las resistencias r_o y R_D se recorre en el mismo sentido.

R_{IN}

Al imponer una tensión v_{in} en la entrada toda corriente circula por el paralelo de R_{G1} y R_{G2} .

$$R_{IN} = \frac{v_{in}}{i_{in}} = \frac{i_{in}(R_{G1} || R_{G2})}{i_{in}}$$

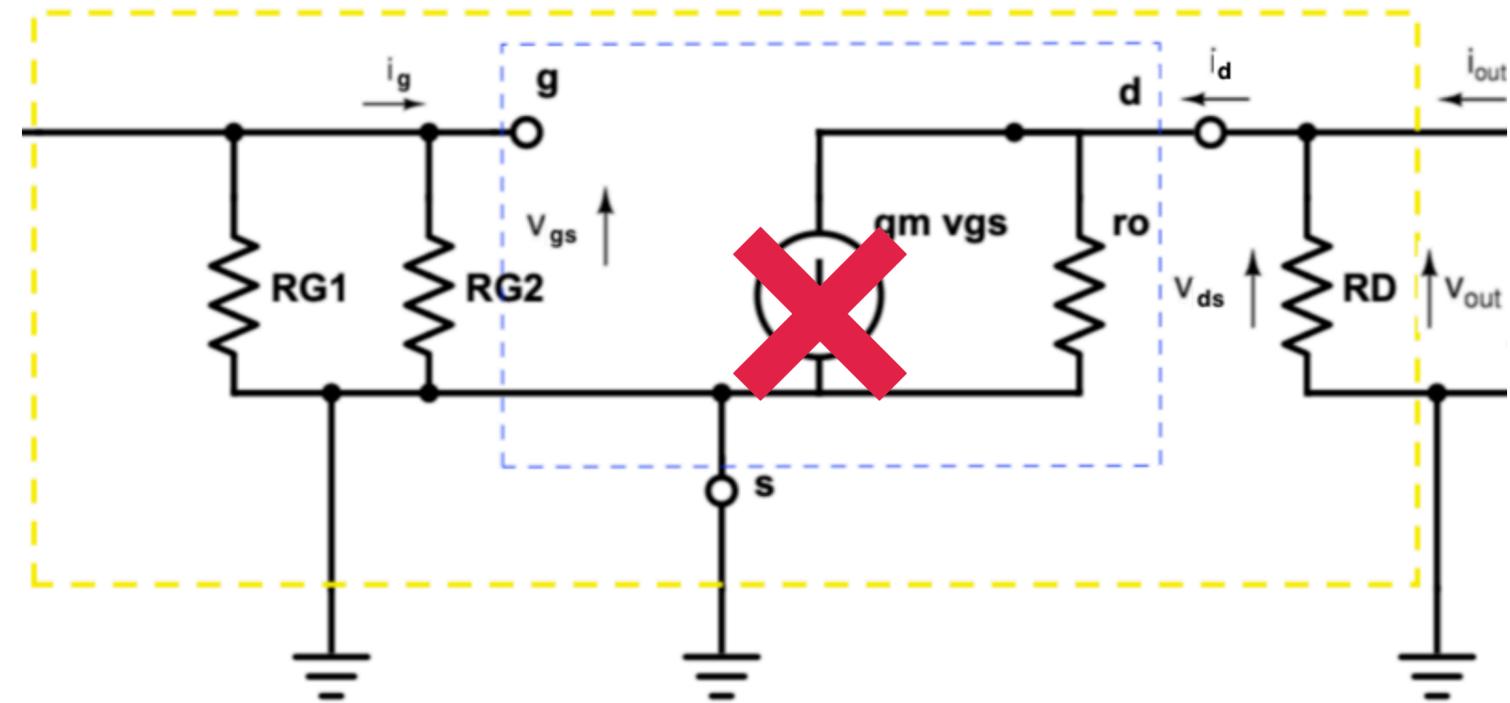
$$R_{IN} = R_{G1} || R_{G2} = 120k\Omega$$



ROUT

La fuente controlada de corriente queda apagada ($v_{gs} = 0$)

Si imponemos una tensión v_{out} a la salida de nuestro amplificador, toda la corriente circulara únicamente por el paralelo entre R_D y r_o



$$R_{OUT} = \left. \frac{v_{out}}{i_{out}} \right|_{v_{in}=0} = \frac{i_{out}(R_D || r_o)}{i_{out}} = R_D || r_o \simeq R_D = 1k\Omega$$

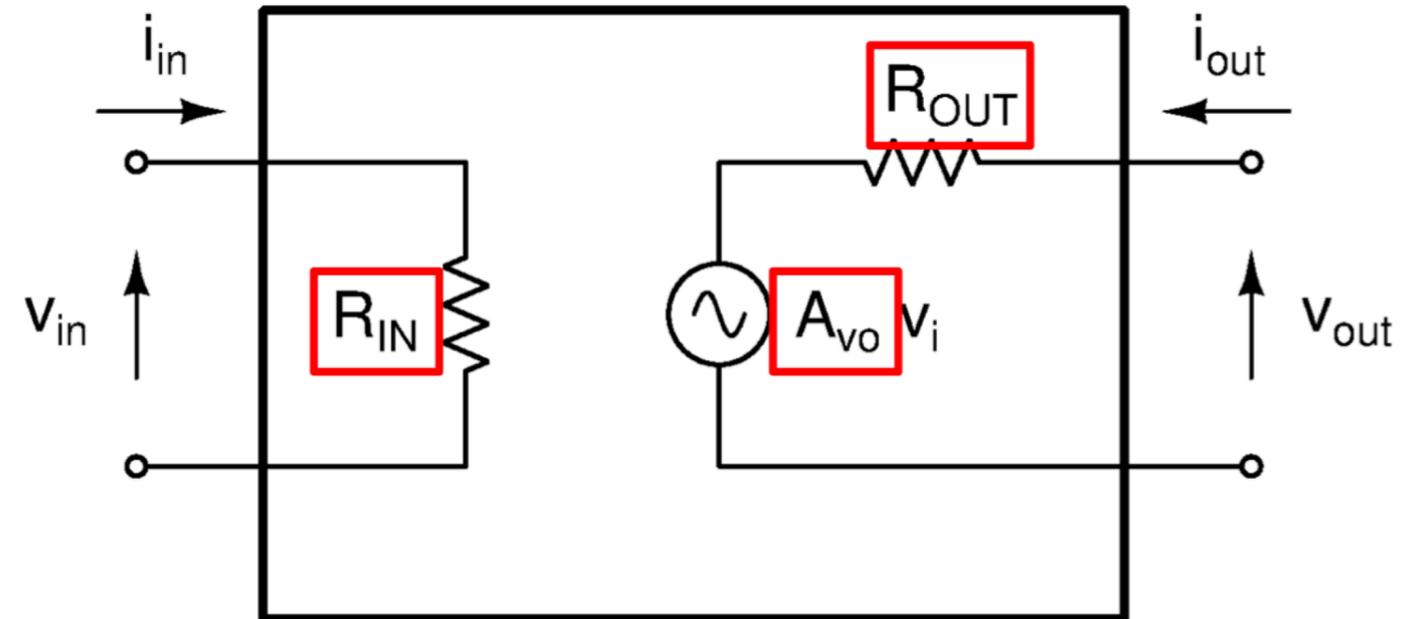
RESUMEN

Pudimos obtener el modelo del amplificador de nuestro circuito en topología source común

$$A_{vo} = -2.38$$

$$R_{IN} = 120k\Omega$$

$$R_{OUT} = 1k\Omega$$



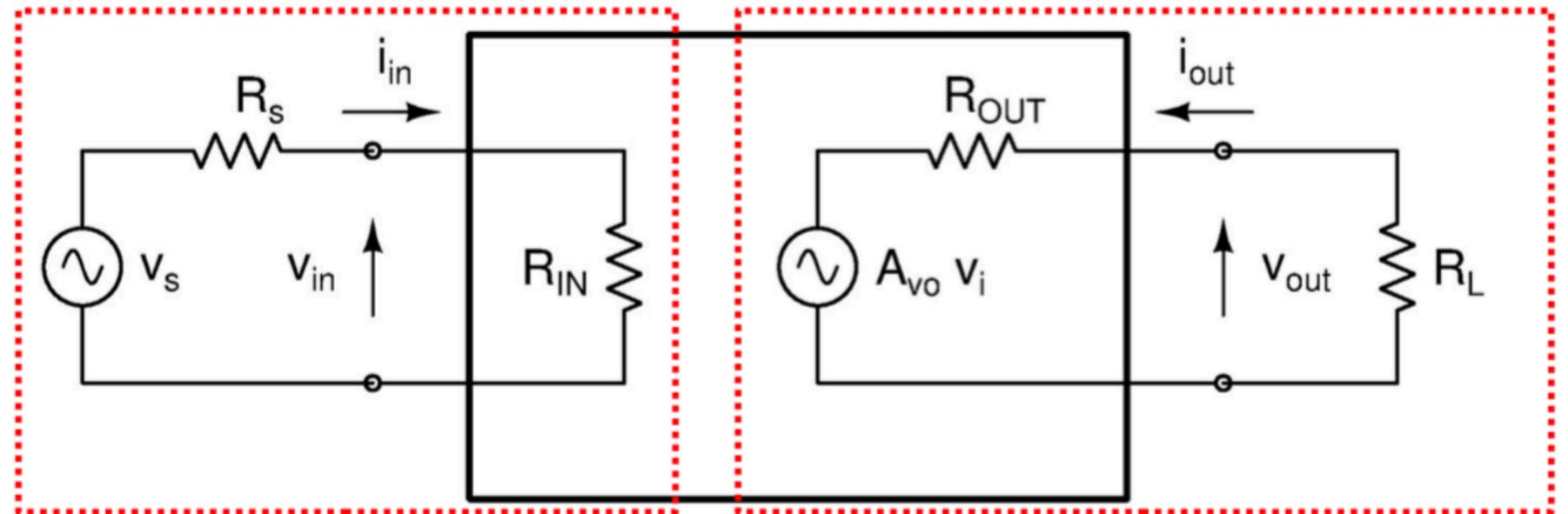
¿TENSIÓN PICO A LA SALIDA?

Debemos resolver el circuito del amplificador con la fuente de señal y la carga conectada

$$v_{in} = v_s \frac{R_{IN}}{R_{IN} + R_s} \simeq v_s = 20mV$$

$$A_{vo}v_{in} = -2.38 \cdot 20mV \simeq 48mV$$

$$v_{out} = A_{vo}v_{in} \frac{R_L}{R_{OUT} + R_L} \simeq 32mV$$



DISTORSIONES

Verificar que no ocurra ninguna situación de distorsión, ya sea por alinealidad como por corte o triodo.

ALINEALIDAD

$$\hat{v}_{gs} < 0.2(V_{GS} - V_T)$$

$$\hat{v}_{in} < 200mV$$

$$20mV < 200mV$$



TRIODO

$$|\hat{v}_{out}| < |V_{DSQ} - V_{DS_{sat}}|$$

$$32mV < 2.8V$$



CORTE

$$|\hat{v}_{out}| < |V_{DD} - V_{DSQ}|$$

$$32mV < 1.2V$$

