

EXAMEN RECUP 1 (TEMAS 1 al 4)

Mario López Sáez

12 de diciembre de 2024

1 CUESTIÓN (2.5 p)

ETAPA 1	ETAPA 2
$A_{G_CC} = 20 \text{ mA/V}$	$A_{R_NL} = 10 \text{ V/mA}$
$R_{i1} = 10 \text{ k}\Omega$	$R_{i2} = 10 \Omega$
$R_{o1} = 15 \text{ k}\Omega$	$R_{o2} = 300 \Omega$

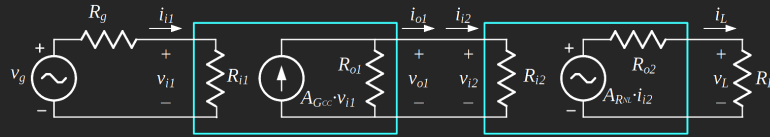


Figura 1.1

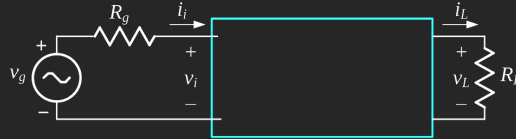


Figura 1.2

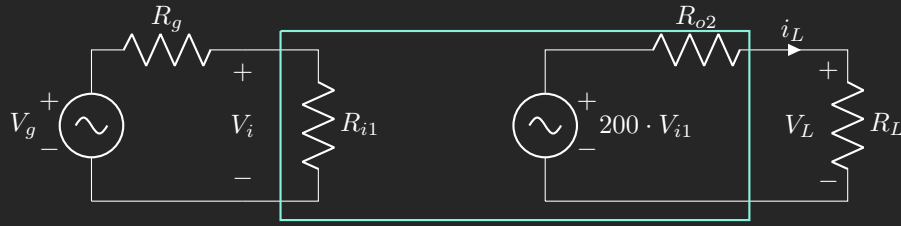
Disponemos de los modelos de dos etapas amplificadoras conectadas en cascada según se indica en la figura 1.1. Obtener el modelo equivalente del amplificador de TENSIÓN resultante de la combinación de ambas etapas:

- a) (0.5 p.) **Dibujar** el modelo de TENSIÓN resultante en la Figura 1.2
b) (1.5 p.) **Calcular** el valor de sus parámetros del amplificador de TENSIÓN resultante, a partir de los valores de las etapas que lo componen.

$$i_{i2} = A_{GCC} \cdot V_{i1} \cdot \frac{R_{o1}}{R_{o1} + R_{i2}}$$

$$\frac{R_{o1}}{R_{o1} + R_{i2}} = \frac{15\text{k}\Omega}{15\text{k}\Omega + 10\Omega} = 0.9993$$

$$i_{i2} \approx A_{GCC} \cdot V_{i1}$$



1.1 Solución formal

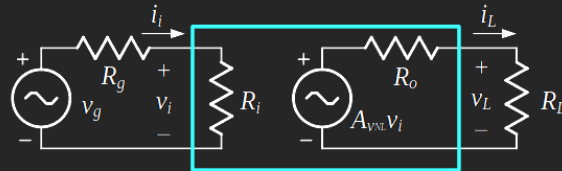
Impedancia de entrada

$$R_i = \frac{v_i}{i_i} = \frac{v_{i1}}{i_{i1}} = R_{i1} = 10 \text{ k}\Omega = R_{i1}$$

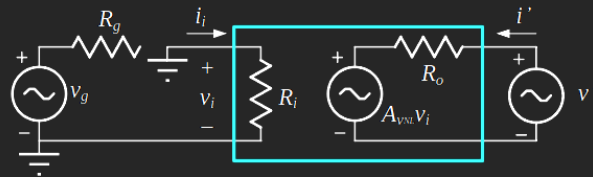
Ganancia de tensión sin carga

$$A_{vNL} = \frac{v_{oNL}}{v_i} = A_{RNL} \cdot A_{GCC} \cdot \frac{R_{o1}}{R_{o1} + R_{i2}} = 199.87 \simeq 200 \text{ V/V}$$

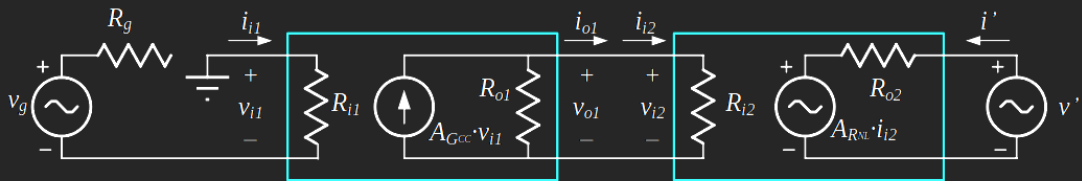
Impedancia de salida



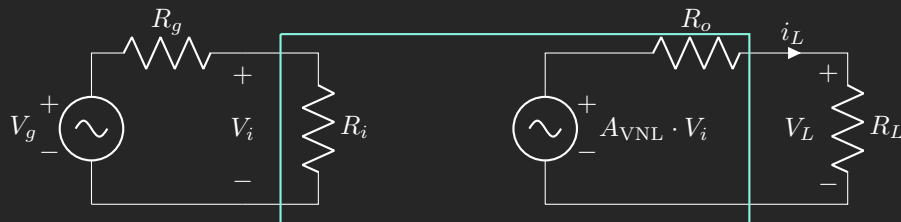
Pasamos a anular $v_i = 0$, desconectar R_L y conectar un generador imaginario a la salida para encontrar la impedancia vista desde los terminales de salida en el circuito equivalente y en el original.



$$v_i = v_{i1} = 0 \rightarrow A_{vNL} \cdot v_{i1} = 0 \rightarrow R_o = \frac{v'}{i'}$$



$$v_i = v_{i1} = 0 \rightarrow A_{GCC} \cdot v_{i1} = 0 \rightarrow i_{i2} = 0 \rightarrow A_{RNL} \cdot i_{i2} = 0 \rightarrow R_o = \frac{v'}{i'} = R_{o2} = 300 \Omega$$



c) (0.5 p.) Calcular el valor de tensión v_L que aparecerá en bornes de $R_L = 10 \text{ k}\Omega$, si a la entrada se conecta un generador $v_g = 100 \text{ mV}_p$, y $R_g = 100 \Omega$

$$V_L = 200 \cdot 100 \text{ mV}_p \cdot \frac{10 \text{ k}\Omega}{10 \text{ k}\Omega + 100 \Omega} \cdot \frac{10 \text{ k}\Omega}{10 \text{ k}\Omega + 300 \Omega} = 19.225 \text{ V}_p$$

2 CUESTIÓN (2.5 puntos)

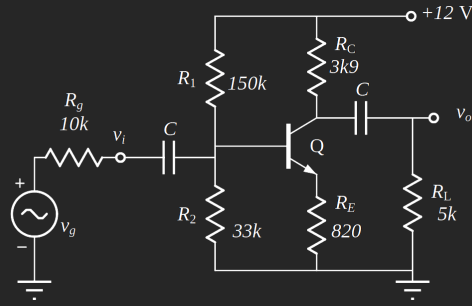
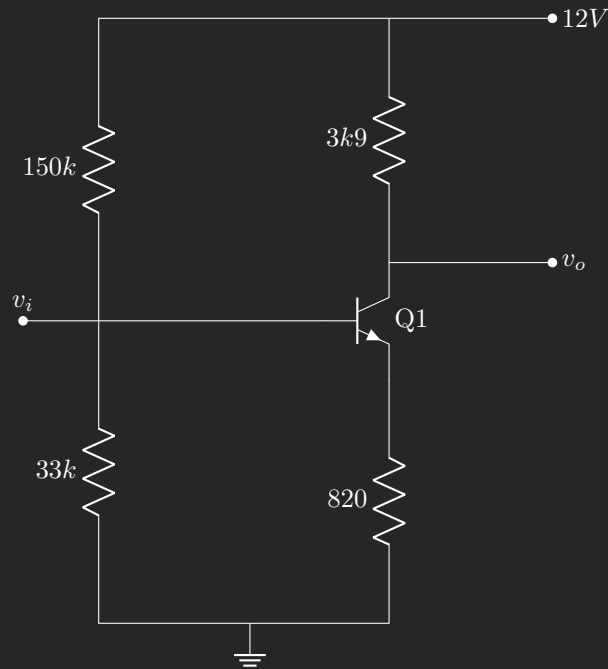


Figura 2.1

a) (0.5 p.) Obtener su punto de trabajo **Q**

$$V_{CC} = 12V; R_C = 3,9 \text{ k}\Omega; R_E = 0,82 \text{ k}\Omega; R_1 = 150 \text{ k}\Omega; R_2 = 33 \text{ k}\Omega; R_L = 5 \text{ k}\Omega; C \rightarrow \infty$$

$$Q \{h_{fe} \simeq \beta = 100; V_{BE} = 0,7V; h_{oe} = 0\}$$



$$V_B = 12 \cdot \frac{33k}{150k + 33k} = 2.16V$$

$$R_{BB} = \frac{150k \cdot 33k}{183k} = 27.05 \text{ k}\Omega$$

$$V_E = 2.16 - 0.7 = 1.46V$$

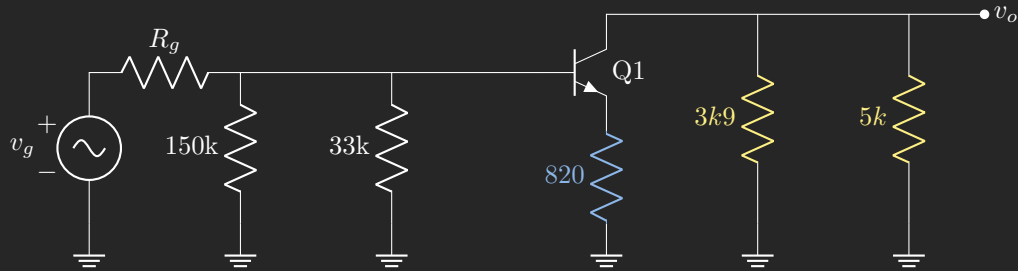
$$I_E = \frac{V_E}{820} = 1.79 \text{ mA} \approx I_C$$

$$v_o = 12 - I_C \cdot 3k9 = 5.04V$$

Los resultados dados por los profesores varían ligeramente, y no he podido encontrar la razón. A partir de aquí se usarán los valores $I_C = 1.33 \text{ mA}$ y $V_{CE} = 5.7 \text{ V}$

b) (1.25 p.) Obtener y dibujar la recta de carga dinámica

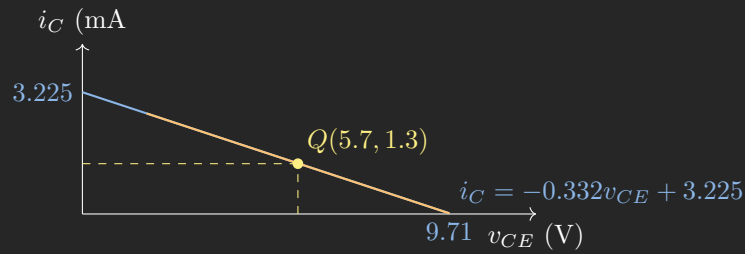
$$i_C - I_{CQ} = m_d \cdot (v_{CE} - V_{CEQ})$$



$$m_d = \frac{-1}{820 + 3k9 || 5k} = -0.332 \text{ mA/V}$$

$$i_C - 1.33 = -0.332 \cdot (v_{CE} - 5.7)$$

$$i_C = -0.332v_{CE} + 3.225$$



$$\Delta i_c \text{ simétrica máx} = \pm 1.33 \text{ mA}$$

c) (0.75 p.) A partir de la recta de carga dinámica, calcular la máxima excursión simétrica de la señal de salida (Δv_L máximo) del amplificador, en voltios de pico a pico.

$$i_C \text{ máx} = 2.6 \text{ mA}$$

$$v_o = v_L = v_{RC} \rightarrow v_L \text{ máx} = 2.6 \cdot 3.9 || 5 = 5.83 \text{ V}_{pp}$$

3 CUESTIÓN (2.5 p.)

DATOS: $V_{DD} = +5 \text{ V}$; $-V_{SS} = -5 \text{ V}$; $R_G = 22 \text{ k}\Omega$; $C \rightarrow \infty$
MOSFET: $K = 5 \text{ mA/V}^2$; $V_T = 4 \text{ V}$; $r_d \rightarrow \infty$

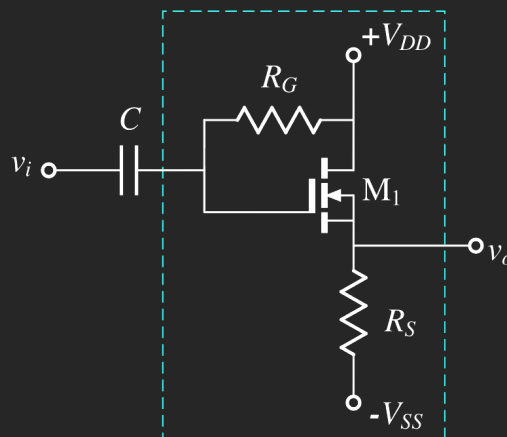


Figura 3.1

a) (0.5 p.) Calcular el valor de la resistencia R_S necesario para que en el punto de reposo ($v_i = 0$) la tensión en DC (continua) en la salida v_o , es decir en la fuente o surtidor de M1 corresponda con 0 V ($V_S = 0$). Obtener el modelo y el valor del parámetro g_m para el mosfet M1 en pequeña señal (AC).

$$I_G = 0; V_G = +V_{DD} = 5 \text{ V}$$

$$V_S = 0 \text{ V}$$

$$V_{GS} = 5 \text{ V}$$

Suponemos región activa $\rightarrow I_D \approx K(V_{GS} - V_T)^2 = 5 \text{ mA}$

Cálculo de g_m

$$g_m = \frac{\partial i_d}{\partial v_{gs}} = 2K(v_{GS} - V_T) \approx 2K(V_{GS_Q} - V_T) = 10 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$$

RS necesaria

$$V_o = I_D \cdot R_S - 5$$

$$0 = 5 \text{ mA} \cdot R_S - 5 \text{ V}$$

$$R_S = 1 \text{ k}\Omega$$

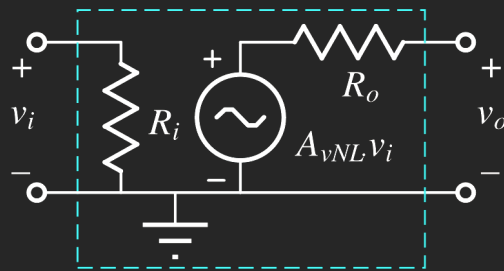
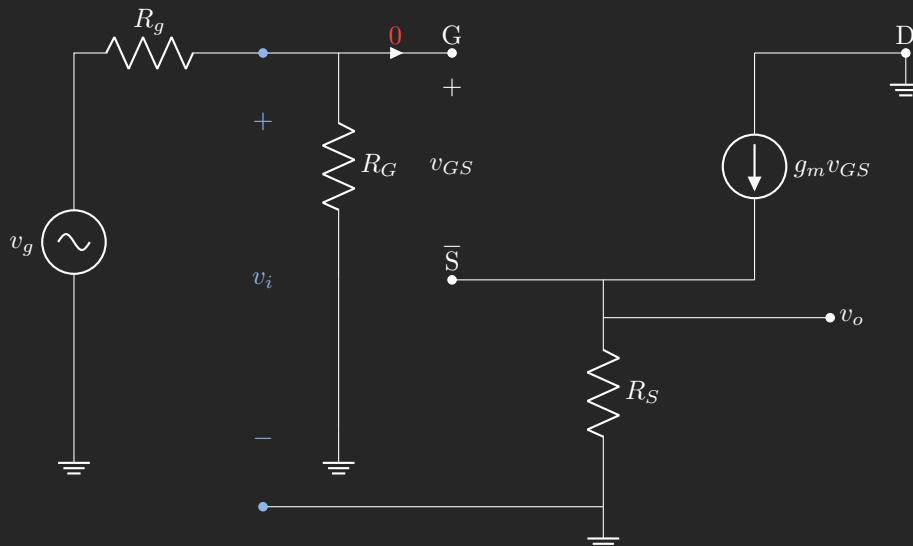
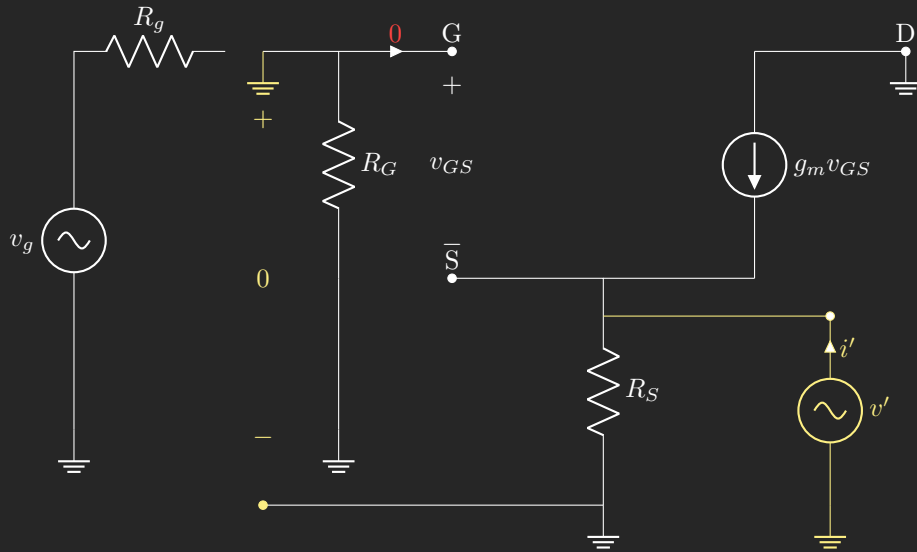


Figura 3.2

b) (1 p.) Dibuja el modelo en pequeña señal del circuito para frecuencias medias y obtener justificadamente el valor de los parámetros del modelo equivalente del amplificador de tensión correspondiente de acuerdo con esquema de la figura 3.2: la ganancia en vacío A_{vNL} y las resistencias de entrada R_i y salida R_o



IMPEDANCIA DE SALIDA



$$v_{GS} = -v'$$

$$\text{Punto S} \rightarrow i_{RS} = g_m v_{GS} + i'$$

$$i' = i_{RS} + g_m v'$$

$$\frac{v'}{R_o} = \frac{v'}{R_S} + g_m v'$$

$$\frac{1}{R_o} = \frac{1}{R_S} + g_m$$

$$R_o = 90.91\Omega$$

$$v_o = g_m v_{GS} \cdot R_S = 10 v_{GS}$$

$$v_i = v_{GS} + v_o = 11 v_{GS}$$

$$A_{vNL} = \frac{v_{oNL}}{v_i} = 0.91$$

