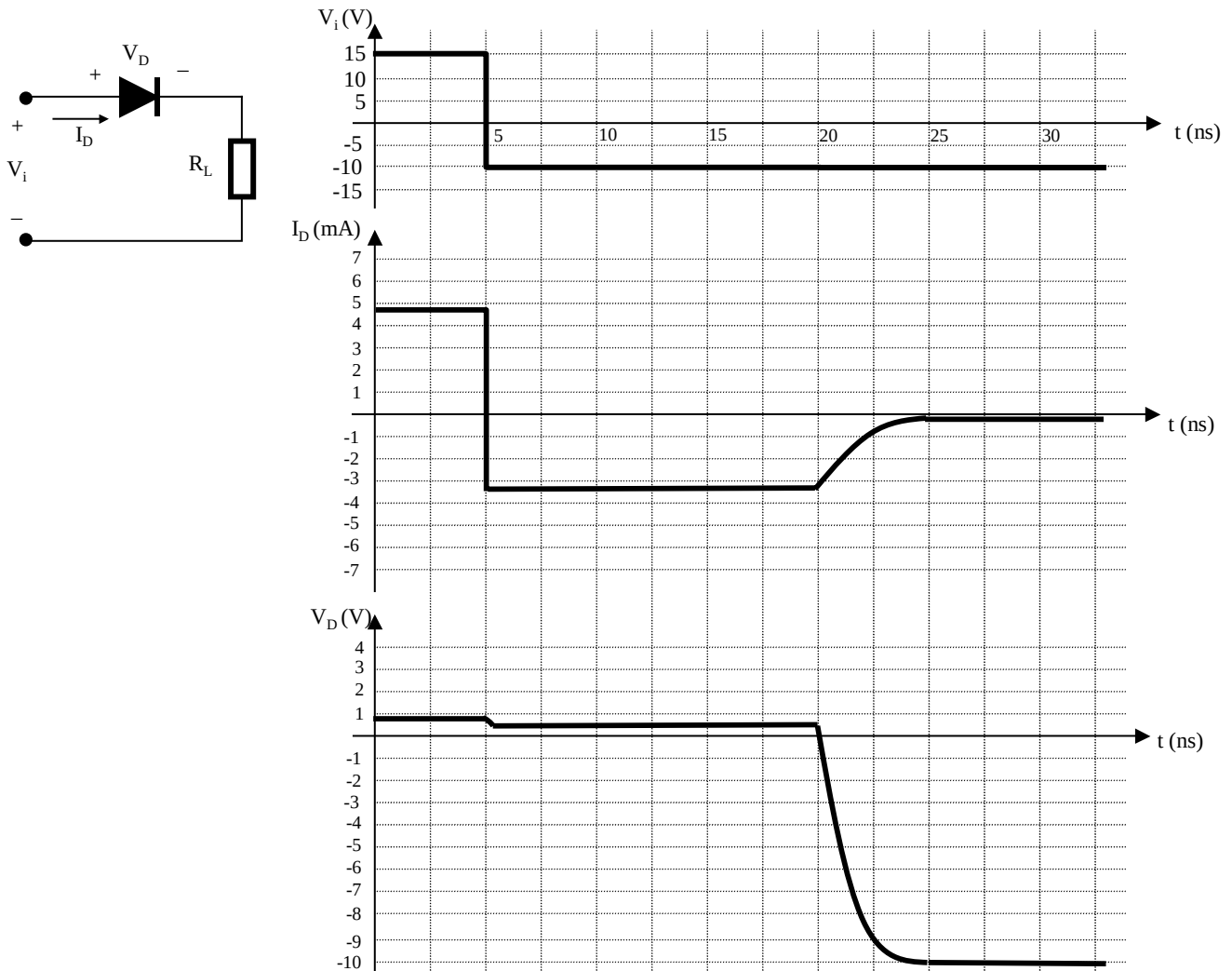


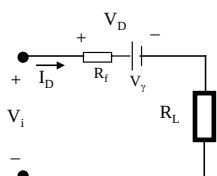


(1 punto) 1) Conmutación del diodo. Dibujar la evolución en el tiempo de la corriente y la tensión en el diodo del circuito si el tiempo de recuperación en inversa (t_{rr}) es de 20 ns y el tiempo de almacenamiento (t_s) es de 15 ns.

DATOS: $R_L = 3 \text{ k}\Omega$, Diodo ($V_\gamma = 0,7 \text{ V}$, $R_f = 20 \Omega$, $R_r = \infty$, $I_0 \approx 0$)



* $t < 5 \text{ ns}$



$$I_D = \frac{V_i - V_\gamma}{R_L + R_f} = \frac{15 \text{ V} - 0,7 \text{ V}}{3000 \Omega + 20 \Omega} = 4,73 \text{ mA}$$

$$V_D = I_D \cdot R_f + V_\gamma = 0,79 \text{ V}$$

* $5 \text{ ns} < t < 20 \text{ ns} \Rightarrow$ Tiempo de almacenamiento t_s . El diodo sigue conduciendo pero en inversa $\Rightarrow$

$$I_D = \frac{V_i - V_\gamma}{R_L + R_f} = \frac{-10 \text{ V} - 0,7 \text{ V}}{3000 \Omega + 20 \Omega} = -3,54 \text{ mA}$$

$$V_D = I_D \cdot R_f + V_\gamma = 0,62 \text{ V}$$

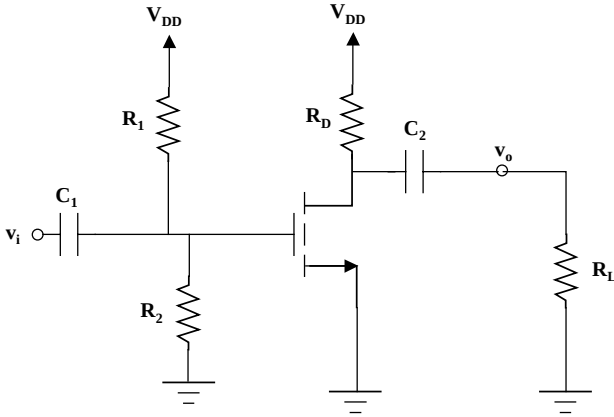
* $20 \text{ ns} < t < 25 \text{ ns} \Rightarrow$ Tiempo de transición ($t_t = t_{rr} - t_s$)

$$I_D \rightarrow I_0 \approx 0$$

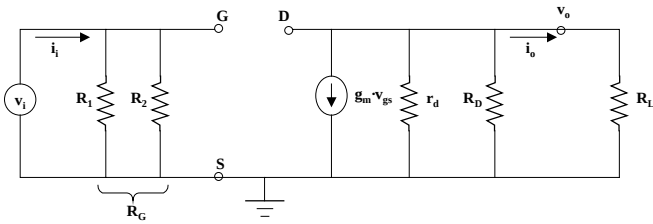
$$V_D \rightarrow V_i = -10 \text{ V}$$

(1 punto) 2) En el circuito de la figura se muestra un amplificador en fuente común utilizando un transistor MOS de acumulación de canal N. Dibujar el circuito equivalente de pequeña señal y calcular la ganancia de tensión, ganancia de corriente, impedancia de entrada e impedancia de salida (realizar los cálculos a frecuencias medias).

DATOS: $R_1 = 500 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 500 \text{ k}\Omega$, $R_D = 2 \text{ k}\Omega$, $R_L = 1 \text{ k}\Omega$, $g_m = 3 \text{ mA/V}$, $r_d = 20 \text{ k}\Omega$



Circuito equivalente de pequeña señal



$$R_G = R_1 // R_2 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = 250 \text{ k}\Omega$$

$$A_V = \frac{v_o}{v_i} = \frac{-g_m \cdot v_{gs} [(r_d // R_D) // R_L]}{v_{gs}} = -g_m [(r_d // R_D) // R_L]$$

$$r_d // R_D = \frac{r_d \cdot R_D}{r_d + R_D} = 1818,1818 \Omega \quad [(r_d // R_D) // R_L] = \frac{(r_d // R_D) \cdot R_L}{(r_d // R_D) + R_L} = 645,16 \Omega$$

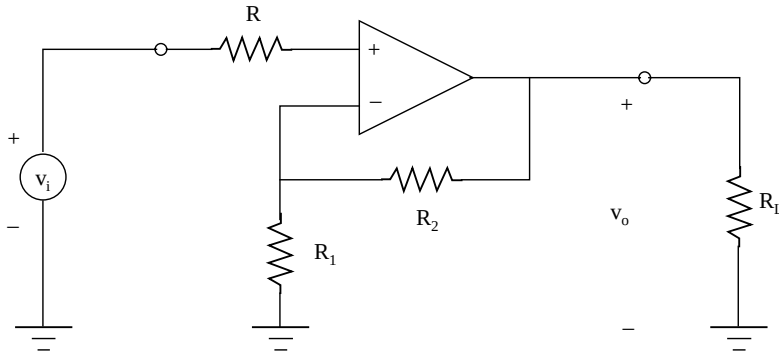
$$A_V = \frac{v_o}{v_i} = -g_m [(r_d // R_D) // R_L] = -3 \frac{\text{mA}}{\text{V}} \cdot 0,64516 \text{ k}\Omega = -1,9354$$

$$A_I = \frac{i_o}{i_i} = \frac{v_o / R_L}{v_i / R_G} = \frac{v_o}{v_i} \cdot \frac{R_G}{R_L} = A_V \frac{R_G}{R_L} = -1,9354 \cdot \frac{250 \text{ k}\Omega}{1 \text{ k}\Omega} = -483,85$$

$$Z_i = \frac{v_i}{i_i} = R_G = 250 \text{ k}\Omega$$

$$Z_o = r_d // R_D = 1818,1818 \Omega$$

(1 punto) 3) Considerar el amplificador que se muestra en la figura.



a) Suponer que el amplificador es ideal y hallar la expresión de la ganancia de tensión.

$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

b) ¿Qué pasa con el valor de la ganancia de tensión si se duplica el valor de la resistencia R?

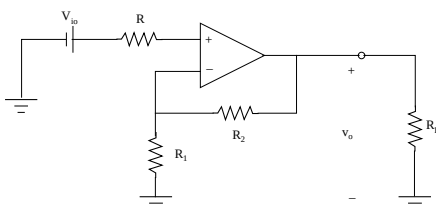
No varía, ya que la ganancia de tensión no depende de R.

c) ¿Cuál es la función de la resistencia R y cual debería ser su valor?

Compensar el error debido a la corriente de polarización I_B .

Su valor debe de ser $R = R_1 // R_2$

c) Suponer que $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$ y que la magnitud máxima de la tensión de asimetría en la entrada V_{io} es de 3 mV según las especificaciones del amplificador operacional. Hallar el margen de tensión de salida resultante debido a dicha tensión de asimetría en la entrada.



$$V_o = A_v \cdot V_{io} \quad A_v = 1 + \frac{R_2}{R_1} = 1 + \frac{100K}{10K} = 11$$

$$-3mV \leq V_{io} \leq 3mV \Rightarrow -33mV \leq V_o \leq 33mV$$

(1 punto) **4) Responde brevemente a las siguientes preguntas:**

a) Cita 3 técnicas de aceleración de la conmutación en circuitos con diodos.

1. Utilizar diodos de conmutación rápidos que se consiguen introduciendo impurezas (Au, Pt) que actúan como centros de recombinación $\Rightarrow \tau_p$ disminuye y esto hace que t_s disminuya.
2. Condensador de aceleración
3. Diodo Schottky

b) ¿Qué es un buffer de tensión?

Es un amplificador de ganancia de tensión próxima a la unidad, con una impedancia de entrada elevada y una impedancia de salida pequeña. Su misión consiste en adaptar una señal a una determinada carga.

c) ¿Qué es la frecuencia de transición (f_T)?

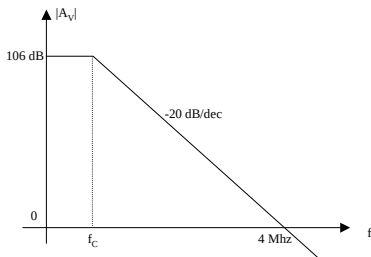
Es la frecuencia a la que un amplificador presenta una ganancia de corriente igual a la unidad.

d) Define la Razón de Rechazo en Modo Común (CMRR)

$$CMRR = 20 \cdot \log \frac{|A_d|}{|A_c|} \quad [dB]$$

Es la relación entre la ganancia en modo diferencial y la ganancia en modo común de un amplificador diferencial.

e) Dibujar el diagrama de Bode simplificado y calcular el ancho de banda de un amplificador operacional que tiene un producto ganancia-ancho de banda (GBWP) de 4 MHz y una ganancia diferencial en lazo abierto de 200 V/mV.



$$A_v(f=0) = 20 \cdot \log 200000 \approx 106dB$$

$$\frac{106dB}{-20 \frac{dB}{dec}} = -5,3dec \Rightarrow f_c \text{ está } 5,3 \text{ décadas por debajo de } 4 \text{ MHz} \Rightarrow f_c = \frac{4MHz}{10^{5,3}} \approx 20Hz$$