

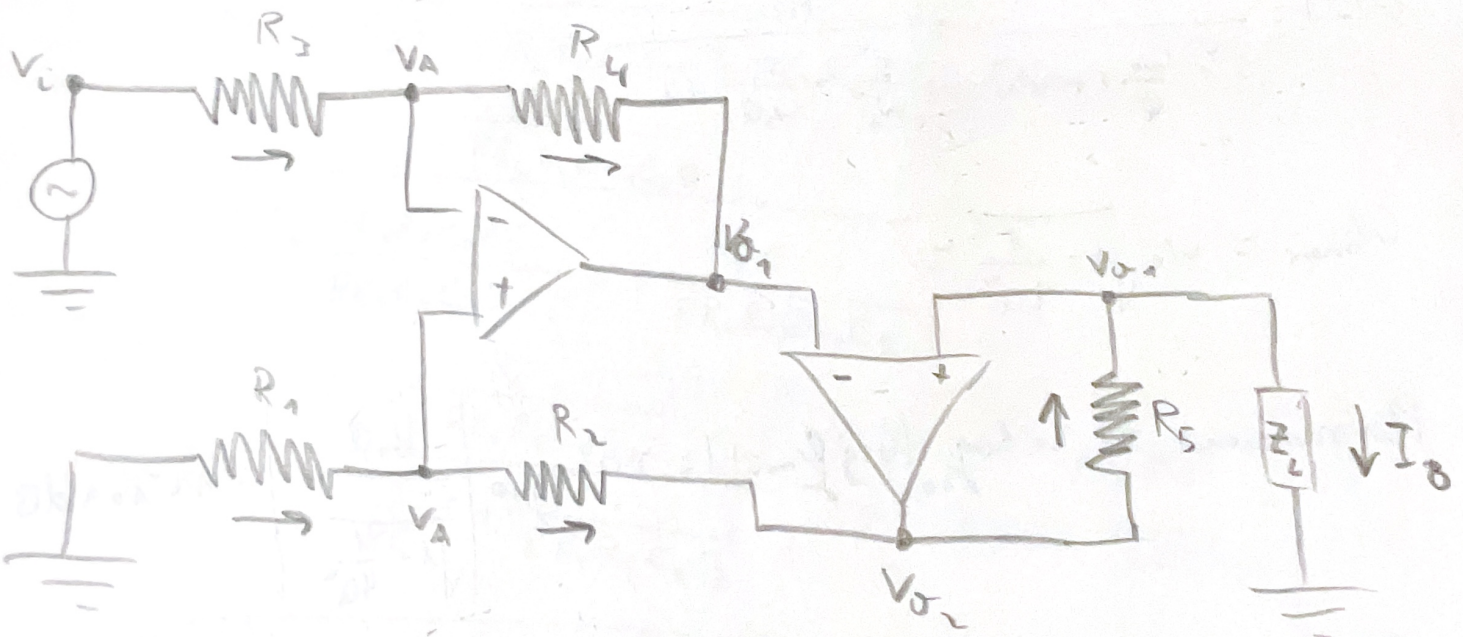
④ DICIEMBRE 2016

JUNIO 2024

①

Amplificador a transductancia que realiza función de conversión  $V/I$ .  
Obtener expresión corriente en la carga  $\rightarrow$  establece condición de resistencia de salida  $\infty$ . Bajo esa situación de  $R_o \rightarrow \infty$  obtener expresión de función transferencia del A.O a transductancia resultante.

Assumi A.O. I.S



$$(1) \frac{V_i - V_A}{R_3} = \frac{V_A - V_{01}}{R_4} ; V_{01} = \left[ V_A \left( \frac{R_3 + R_4}{R_3 R_4} \right) - \frac{V_i}{R_3} \right] R_4 = V_A \frac{R_3 + R_4}{R_3} - V_i \frac{R_4}{R_3}$$

$$(2) -\frac{V_A}{R_1} = \frac{V_A - V_{02}}{R_2} ; V_A = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} V_{02} ; V_{02} = V_A \frac{R_1 + R_2}{R_1}$$

$$(3) \frac{V_{o2} - V_{o1}}{R_5} = \frac{V_{o1}}{Z_L} = \frac{V_{o1}}{R_0} = I_o$$

$$\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_5} V_A - V_A \frac{R_3 + R_4}{R_3 R_5} + V_i \frac{R_4}{R_3 R_5} = I_o ;$$

$$I_o = \frac{V_A}{R_5} \left( \frac{R_1 + R_2}{R_1} - \frac{R_3 + R_4}{R_3} \right) + V_i \frac{R_4}{R_3 R_5}$$


---

$$V_{o1} = \frac{V_{o2} R_1}{R_1 + R_2} \cdot \frac{R_3 + R_4}{R_3} - V_i \frac{R_4}{R_3}$$

$$\frac{V_{o2}}{R_5} - \frac{V_{o2}}{R_5} \cdot \frac{R_1}{R_3} \cdot \frac{R_3 + R_4}{R_1 + R_2} + V_i \frac{R_4}{R_3 R_5} = I_o ;$$

$$I_o = \frac{V_{o2}}{R_5} \left( 1 - \frac{R_1}{R_3} \cdot \frac{R_3 + R_4}{R_1 + R_2} \right) + V_i \frac{R_4}{R_3 R_5} ;$$

$$\frac{V_{o2}}{R_0} \frac{R_1}{R_3} \frac{R_3 + R_4}{R_1 + R_2} - V_i \frac{R_4}{R_0 R_3} = \frac{V_{o2}}{R_5} \left( 1 - \frac{R_1}{R_3} \cdot \frac{R_3 + R_4}{R_1 + R_2} \right) - V_i \frac{R_4}{R_3 R_5} ;$$

$$R_0 = \frac{R_5 R_3 (R_1 + R_2)}{R_3 (R_1 + R_2) - R_1 (R_3 + R_4)} = \infty \Rightarrow R_3 (R_1 + R_2) = R_1 (R_3 + R_4) ;$$

$$\cancel{R_1 R_3} + R_2 R_3 = \cancel{R_1 R_3} + R_1 R_4 ; \quad \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$


---

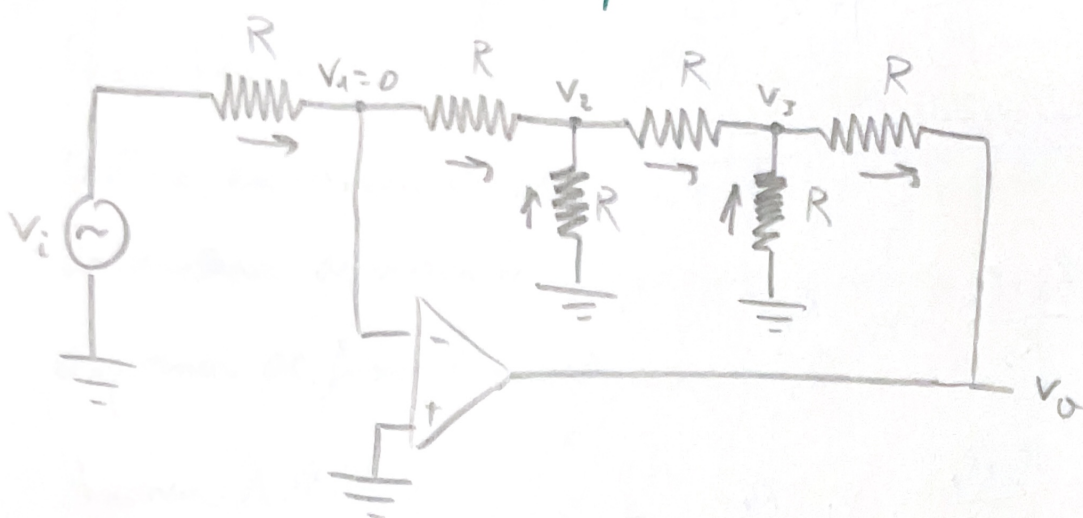
⇒ Función transferencia (sustituimos  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$  en  $I_o$ ):

$$I_o = \frac{V_{o2}}{R_5} (1-1) + V_i \frac{R_4}{R_3 R_5} = V_i \frac{R_4}{R_3 R_5}$$


---

2

En el circuito  $R = 100 \text{ k}\Omega$  y el amplificador posee una corriente de polarización  $I_B = 10 \text{ nA}$ . ¿Cuál será el valor del término de error generado en la salida? ¿Qué resistencia deberíamos poner en serie con la entrada no inversora para minimizar ese error? Asumir  $I_N = I_P = I_B$



Para obtener el término de error conectamos la 1ª resistencia a tierra  $v_i = 0$

$$\frac{0 - v_2}{R} + I_B = 0; \quad v_2 = I_B R = 1 \text{ mV}$$

$$\frac{v_2 - v_3}{R} = \frac{0 - v_2}{R} + \frac{0 - v_2}{R} = -\frac{2v_2}{R}; \quad v_3 = 2v_2 = 2 \text{ mV}$$

$$\frac{v_2 - v_3}{R} + \frac{0 - v_3}{R} = \frac{v_3 - v_o}{R}; \quad v_2 + v_o = 3v_3; \quad v_o = 9v_2 - v_2 = 8v_2 = 8 \text{ mV};$$

$$\underline{\underline{v_o = 8v_2 = 8I_B R = 8 \text{ mV}}}$$

→ Para minimizar el error añadimos una  $R_p$  a la patilla (+) del amplificador, entonces ahora  $v_i = -I_B R_p$  y repetimos los nodos:

$$\frac{0 - V_1}{R} = \frac{V_1 - V_2}{R} + I_D; \quad \frac{V_2}{R} = \frac{2V_1}{R} + I_B; \quad V_2 = 2V_1 + I_B R = -2I_B R_p + I_B R;$$

$$V_2 = I_B (R - 2R_p)$$

$$\frac{V_2 - V_3}{R} = \frac{V_1 - V_2}{R} + \frac{0 - V_2}{R}; \quad 3V_2 = V_1 + V_3; \quad V_3 = 3V_2 - V_1$$

$$\frac{V_2 - V_3}{R} + \frac{0 - V_3}{R} = \frac{V_3 - V_4}{R}; \quad V_4 = 3V_3 - V_2 = 9V_2 - 3V_1 - V_2;$$

$$V_4 = 8V_2 - 3V_1 = 8I_B (R - 2R_p) + 3I_B R_p = I_B (8R - 13R_p) = V_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{para minimizar el error: } 8R - 13R_p = 0; \quad R_p = \frac{8}{13} R = 61.538 \text{ k}\Omega$$

③

Conexión cascada A.O no inversora con  $A_{o \text{ no inv}} = 3 \text{ V/V}$  con un A.O inversor con ganancia  $A_{o \text{ inv}} = -2 \text{ V/V}$ . Ambos usan  $f_T = 5 \text{ MHz}$ .  
¿BW amplificada compuesta?

$$\text{Cada etapa amplifica: } f_c \approx \frac{f_T}{NG}$$

$$\underline{\text{ETAPA 1 (NO INVERSORA): } A_{CL1} = 3}$$

$$\text{En no inversora: noise gain = ganancia en continua} \Rightarrow NG_1 = 3$$

$$f_{c1} = \frac{5 \text{ MHz}}{3} = 1.667 \text{ MHz}$$

ETAPA 2 (INVERSORA) :  $A_{CL2} = -2$

En inversora :  $A_{CL} = -\frac{R_o}{R_i} = -2$  ;  $\frac{R_o}{R_i} = 2$

$NG_2 = 1 + \frac{R_o}{R_i} = 3 \Rightarrow f_{c2} = \frac{5 \text{ MHz}}{3} = 1.667 \text{ MHz}$

AMPLIFICADOR COMPUESTO:

La cascada de dos respuestas de 1<sup>o</sup> orden iguales da:

$$|H(f)| = \frac{1}{\sqrt{\left(1 + \left(\frac{f}{f_c}\right)^2\right)^2}}$$

El -3dB total se cumple cuando  $|H(f)| = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow$

$$\Rightarrow 2 = \left(1 + \left(\frac{f}{f_c}\right)^2\right)^2 ; 1 + \left(\frac{f}{f_c}\right)^2 = \sqrt{2} ; \left(\frac{f}{f_c}\right)^2 = \sqrt{2} - 1 ;$$

$$\frac{f}{f_c} = \sqrt{\sqrt{2} - 1} ; f = f_c \sqrt{\sqrt{2} - 1} = \underline{\underline{1.073 \text{ MHz}}}$$

④ ENERO 2016

⑤ ENERO 2024 (pero  $v_i = 0.5 \text{ V} \Rightarrow v_p = 0.64 \Rightarrow b_1, b_2, b_3, b_4 = 0000$ )