

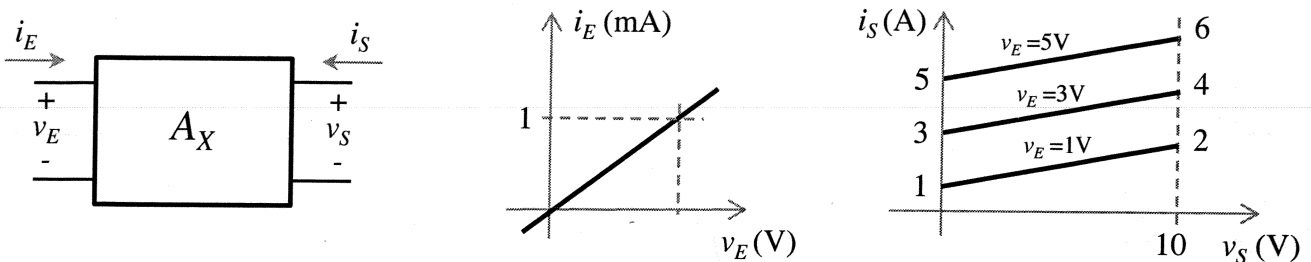


<b>ASIGNATURA:</b>	<b>600008 - ELECTRÓNICA ANALÓGICA</b>	<b>FECHA:</b>	<b>13-enero-2015</b>
<b>APELLIDOS:</b>	<b>- SOLUCIÓN -</b>	<b>Nombre:</b>	
<b>PRUEBA:</b>	<b>Prueba de Recuperación</b>	<b>Número:</b>	

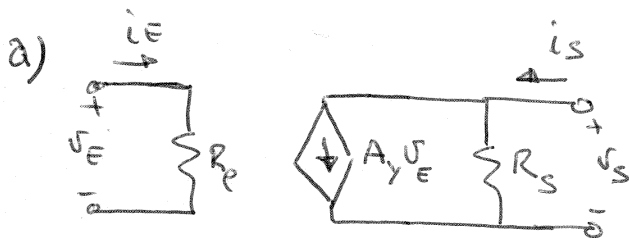
Duración: 90 mins.

**¡Atención!: No se admitirán respuestas no justificadas adecuadamente**

**Problema 1.-(30 puntos)**-Un cierto amplificador,  $A_X$ , viene caracterizado por las siguientes curvas de entrada y salida:



- 15 a) Obtenga el modelo del amplificador, de acuerdo a las características dadas en las gráficas.
- 15 b) Este amplificador se conecta a un generador de tensión con  $R_g=20k\Omega$  y a una carga  $R_L=20\Omega$ . Obtenga las ganancias de tensión [definida respecto al generador:  $G_V = (v_L/v_g)$ ] y de corriente resultantes.

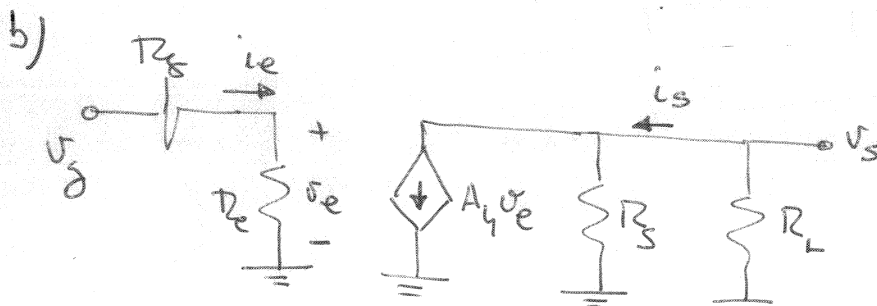


Modelo de transadmitancia:

$$A_y = \frac{i_s}{v_E} = \frac{1(A)}{1V} = 1 \Omega^{-1}$$

$$R_e = \frac{\Delta v_E}{\Delta i_E} = \frac{5-0}{1-0} = 5 k\Omega$$

$$R_s = \frac{\Delta v_S}{\Delta i_S} = \frac{10-0}{2-1} = 10 \Omega$$



Efecto de carga sobre los ganancias del sistema.

$$\frac{i_s}{i_e} = \begin{cases} i_s = A_y v_e \frac{R_s}{R_s + R_L} \\ v_e = i_e \cdot R_e \end{cases} \Rightarrow i_s = A_y \frac{R_s \cdot R_e}{R_s + R_L} i_e$$

$$G_I = \frac{i_s}{i_e} = A_y \frac{R_s \cdot R_e}{R_s + R_L} = 1 \cdot \frac{10 \cdot 5k}{30} \approx 1,7k \left( \frac{A}{A} \right)$$

$$G_V = \frac{v_s}{v_g} \begin{cases} v_s = -A_y v_e (R_s \parallel R_L) \\ v_e = v_g \frac{R_e}{R_g + R_e} \end{cases} \Rightarrow v_s = -A_y \frac{R_e}{R_g + R_e} \frac{R_s \cdot R_L}{R_s + R_L} v_g$$

$$G_V = \frac{v_s}{v_g} = -A_y \frac{R_e}{R_e + R_g} \frac{R_s \cdot R_L}{R_s + R_L} = -1 \cdot \frac{5k}{25k} \frac{10 \cdot 20}{30} = -\frac{20}{3 \cdot 5}$$

$$G_V \approx -1,4 \left( \frac{V}{V} \right)$$

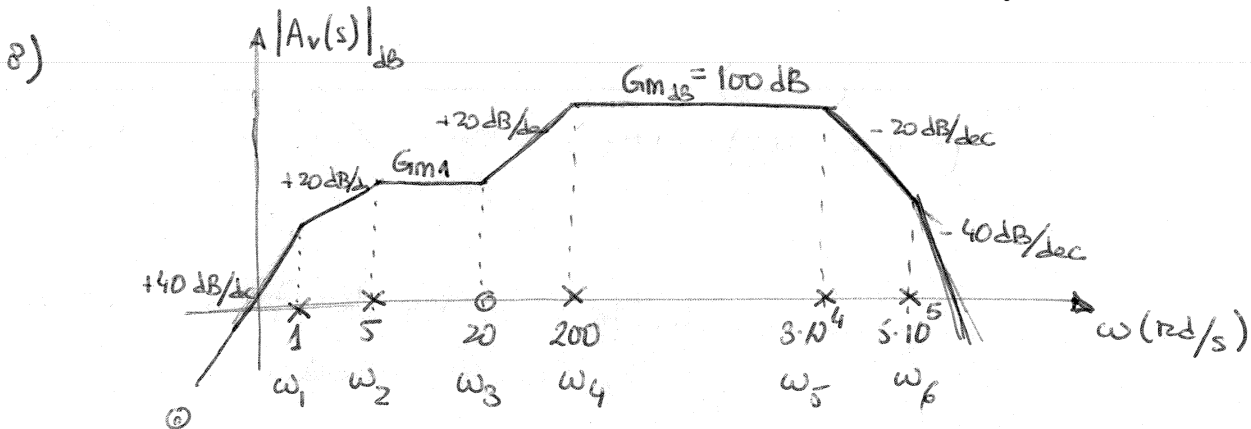
**Problema 2.-(30 puntos)**-La ganancia de tensión de cierto amplificador responde a la siguiente expresión:

$$A_v(s) = K \cdot \frac{s^2 \cdot (s+20)}{(s+1) \cdot (s+5) \cdot (s+200) \cdot (s+3 \cdot 10^4) \cdot (s+5 \cdot 10^5)}$$

- 1) a) Represente el diagrama de Bode de dicha ganancia, indicando los valores más significativos de la misma (valores de ceros, polos, pendientes y ganancias en todas las transiciones), y obtenga el valor de  $K$  necesario para que la ganancia de potencia en frecuencias medias sea igual a 100dB.
- b) Determine el valor de las frecuencias de corte del amplificador (en Hz).

Para manejar mejor la función de transferencia global  $A_v(s)$ , se suele trabajar con expresiones apropiadas para la banda de trabajo de interés. Obtenga:

- c) La expresión  $A_{vH}(s)$  adecuada para identificar la ganancia para la banda de alta frecuencia.
- d) La expresión  $A_{vL}(s)$  adecuada para identificar la ganancia en la banda de baja frecuencia.



- Ceros: doble en origen, 20 rad/s
- Polos: 1; 5; 200;  $3 \cdot 10^4$  y  $5 \cdot 10^5$  rad/s

$$G_{m1dB} = G_{m} - 20 \text{ dB} = 80 \text{ dB}$$

$$A_v(s) = \frac{K}{\underbrace{\omega_5 \cdot \omega_6}_{G_m}} \frac{s^2 (s + \omega_3)}{(s + \omega_1)(s + \omega_2)(s + \omega_4) \left(1 + \frac{s}{\omega_5}\right) \left(1 + \frac{s}{\omega_6}\right)}$$

$$G_{m1dB} = 100 \text{ dB} = 20 \lg G_m \Rightarrow G_m = 10^5 = \frac{K}{\omega_5 \cdot \omega_6}$$

$$\Rightarrow K = 10^5 \times 3 \cdot 10^4 \times 5 \cdot 10^5 = 15 \cdot 10^{14} (\text{rad/s})^{-2}$$

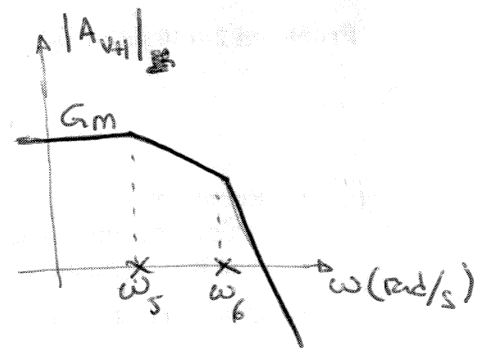
b) Al ser polos dominantes:

$$\omega_{cl} = 200 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \rightarrow f_{cl} = 32 \text{ kHz}$$

$$\omega_{ch} = 3 \cdot 10^4 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \rightarrow f_{ch} = 4,78 \text{ kHz}$$

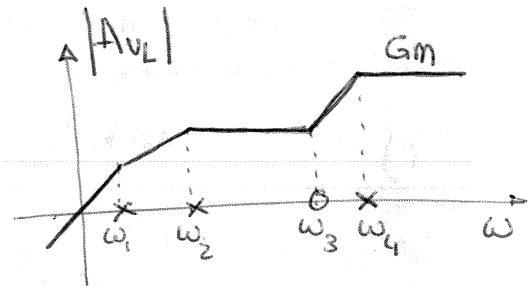
c) Banda a altas frecuencias.

$$A_{vH}(s) \approx G_m \frac{1}{\left(1 + \frac{s}{\omega_5}\right) \left(1 + \frac{s}{\omega_6}\right)}$$



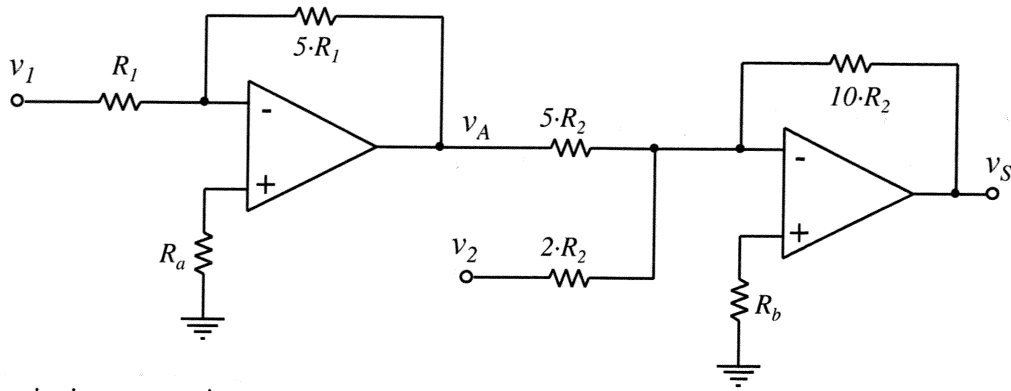
d) Banda a bajas frecuencias.

$$A_{vL}(s) \approx G_m \frac{s^2 (s + \omega_3)}{(s + \omega_1)(s + \omega_2)(s + \omega_4)}$$



Recuerde que por ser la constante sea  $G_m$  los polos y ceros deben estar representados como se ha detallado.

**Problema 3.-(40 puntos)**-Considere inicialmente los AO's del circuito de la figura siguiente como ideales:



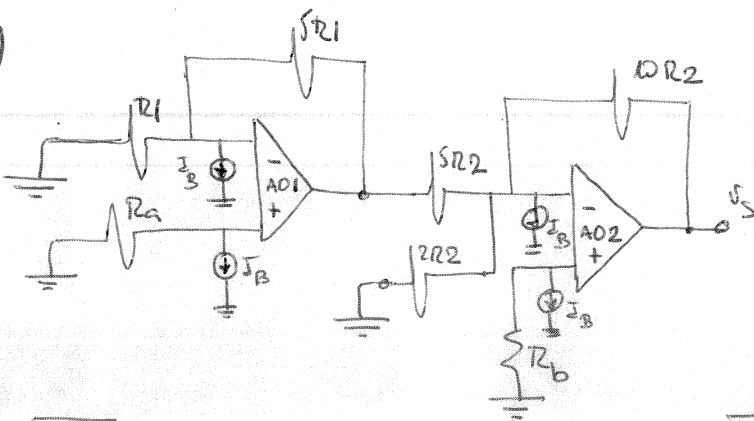
Responda a las siguientes cuestiones:

- 10 a) Determine la función de transferencia global:  $V_S = f(V_1, V_2)$
- 15 b) Si los operacionales tuviesen una corriente de polarización  $I_B = 1\mu A$ , determine el valor que debieran tener los resistores  $R_a$  y  $R_b$  para minimizar su efecto en la tensión de salida  $V_S$ .
- 15 c) En las hojas de datos encontramos que los AO usados tienen una tensión de offset de valor  $V_{IO} = 15mV$ . Determine cuál es el máximo valor esperado para la tensión de salida de error,  $V_{SE}$ , debida a este efecto.

3)

$$\begin{aligned} V_A &= -\frac{5R_1}{R_1} V_1 = -5V_1 \\ V_S &= -10R_2 \left( \frac{V_A}{5R_2} + \frac{V_2}{2R_2} \right) \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} V_A \\ V_S \end{aligned}} \right\} \boxed{V_S = 10V_1 - 5V_2}$$

b)



I

AO1

AO2

$$R^+ = R_a$$

$$R^+ = R_b$$

$$R^- = R_1 \parallel 5R_1$$

$$R^- = 2R_2 \parallel 5R_2 \parallel 10R_2 = \frac{5}{4} R_2$$

$$R^+ = R^- \Rightarrow R_a = R_1 \parallel 5R_1$$

$$R^+ = R^- \Rightarrow \boxed{R_b = \frac{5}{4} R_2}$$

$$\boxed{R_a = \frac{5}{6} R_1}$$

$$c) \quad V_{JO} = 15 \text{ mV}$$

$$V_{AJO} = \left(1 + \frac{5R_1}{R_1}\right) V_{JO1} = 6 V_{JO1}$$

$$V_{S1JO} = -\frac{10R_2}{5R_2} V_{AJO2} = -2 V_{AJO2}$$

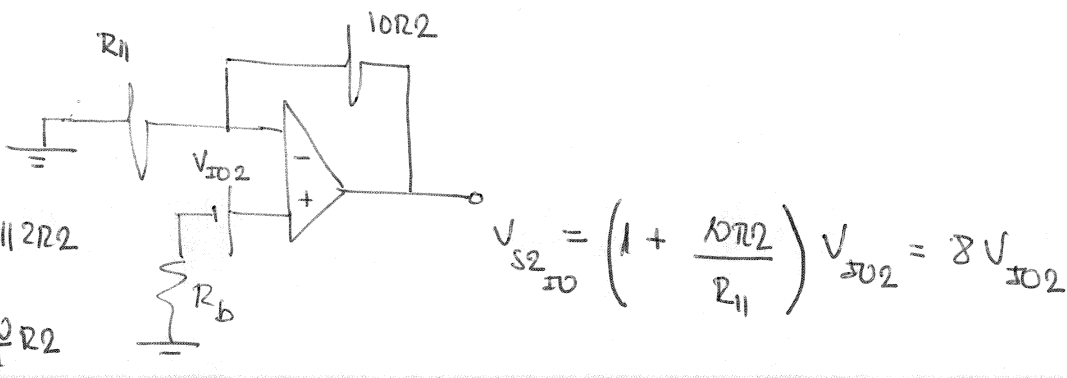
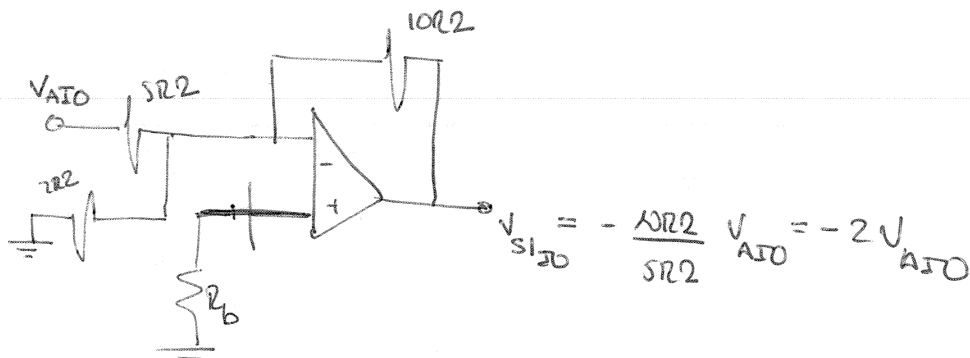
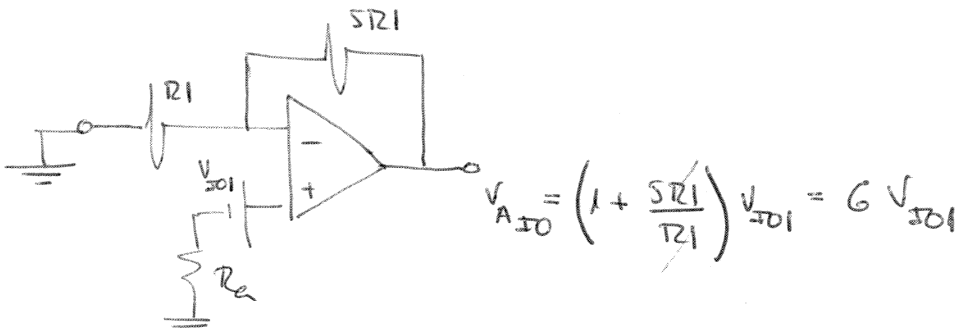
$$V_{S2JO} = \left(1 + \frac{10R_2}{7}\right) V_{JO2} = 8 V_{JO2}$$

$$V_{SJO} = -2 V_{AJO} + 8 V_{JO2} = -12 V_{JO1} + 8 V_{JO2}$$

$$V_{SJO} = +4 V_{JO} = +60 \text{ mV}$$

$$V_{SJO} = 20 V_{JO} = +300 \text{ mV}$$

c)  $V_{JO} = 15 \text{ mV}$  se calcula por superposición.



$\hookrightarrow V_{SJO} = V_{S1JO} + V_{S2JO} = -12 V_{JO1} + 8 V_{JO2}$

Por caso  $\left\{ \begin{array}{l} V_{JO1} = -15 \text{ mV} \\ V_{JO2} = 15 \text{ mV} \end{array} \right.$

$\Rightarrow V_{SJO_{max}} = \pm 20 V_{JO} = \pm 300 \text{ mV}$