



UNIVERSIDAD DE ALCALÁ, E. P. S.
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA
Prueba de Evaluación Intermedia



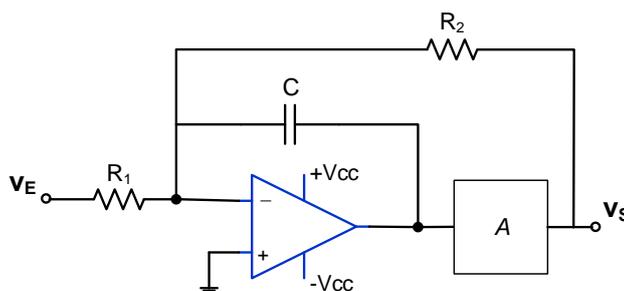
Asignatura:	ELECTRÓNICA ANALÓGICA	Fecha:	12 noviembre 2014
Apellidos:		Nombre:	
Grado:	GIEAI	Grupo:	

Duración: 50 minutos

¡Atención!: No se admitirán respuestas no justificadas adecuadamente

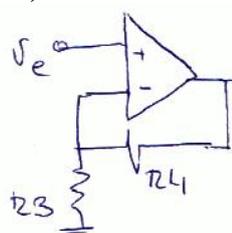
Problema 1.- Se dispone del circuito mostrado en la figura adjunta formado por un amplificador operacional que puede considerarse ideal para todos los efectos y un amplificador de tensión caracterizado por una ganancia A .

(35 puntos)



- Diseñe el bloque de amplificación de la última etapa del circuito para que tenga una ganancia $A=+4$ (V/V). Para ello puede usar un único amplificador operacional y todos los elementos pasivos que considere oportuno. **(10 puntos)**
- Determine la correspondiente función de transferencia del sistema: $G_V = V_S/V_E$. **(15 puntos)**
- Represente el módulo de la G_V en un diagrama de Bode (en función de R_1 , R_2 y C). **(10 puntos)**

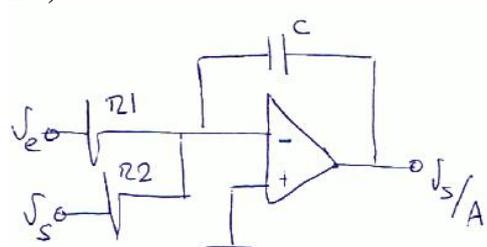
1.a)-



$$v_S = \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) v_E \Rightarrow A = 1 + \frac{R_4}{R_3} = 4 \Rightarrow \frac{R_4}{R_3} = 3$$

Suponiendo $R_3 = 2\text{ k}\Omega$ (suficiente para no tener corrientes muy altas en el AO) entonces $R_4 = 6\text{ k}\Omega$

1.b)-



$$\frac{v_S}{A} = -\frac{1}{sC} \left(\frac{v_E}{R_1} + \frac{v_S}{R_2} \right) \Rightarrow v_S = -\frac{A}{sC} \frac{v_E}{R_1} - \frac{A}{sC} \frac{v_S}{R_2}$$

$$v_S \left(1 + \frac{A}{sC R_2} \right) = -\frac{A}{sC R_1} v_E$$

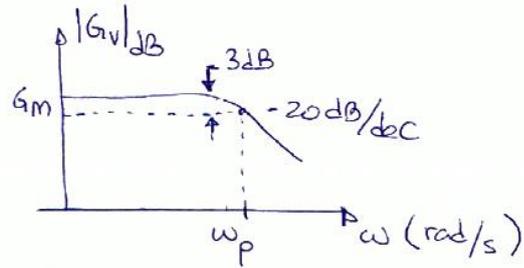
$$G_V = \frac{v_S}{v_E} = -\frac{A R_2}{R_1} \frac{1}{A + R_2 \cdot s \cdot C} = -\frac{R_2}{R_1} \frac{1}{1 + \frac{R_2 \cdot C \cdot s}{A}}$$

$$\text{Si } \omega_p = \frac{A}{R_2 \cdot C} \Rightarrow G_v = -\frac{R_2}{R_1} \frac{1}{1 + s/\omega_p}$$

1.c)-

$$G_v = -\frac{R_2}{R_1} \frac{1}{1 + s/\omega_p}$$

$$G_m = 20 \log \frac{R_2}{R_1}$$



Problema 2.- Se dispone de un amplificador con una ganancia de 40dB. Su respuesta en frecuencia se caracteriza por tener dos ceros y cuatro polos: un cero en $f_1=0$ y otro en $f_2=10$ Hz; un polo en $f_3=1$ Hz, otro en $f_4=100$ Hz y uno doble en $f_5=10$ kHz. A partir de estos datos responder a las siguientes preguntas. **(35 puntos)**

- ¿Cuál será el módulo de ganancia en unidades naturales en las frecuencias de corte del amplificador? **(10 puntos)**
- Obtenga la frecuencia de corte inferior. **(10 puntos)**
- Obtenga la frecuencia de corte superior. **(15 puntos)**

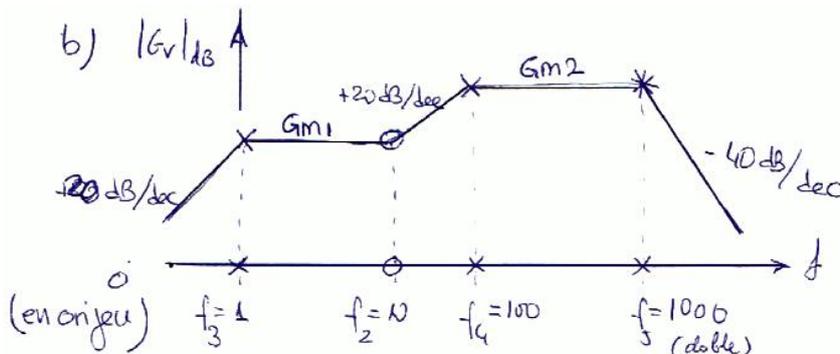
2.a)-

$$|G_v(\omega_c)| = \frac{G_m}{\sqrt{2}} \quad \text{Si } G_{m_{dB}} = 40 \text{ dB} \Rightarrow G_m = 100 \left(\frac{V}{V}\right) \Rightarrow |G_v(\omega_c)| = \frac{100}{\sqrt{2}} = 70,7$$

O también:

$$|G_v(\omega_c)|_{dB} = G_{m_{dB}} - 3 \text{ dB} = 37 \text{ dB} \Rightarrow |G_v(\omega_c)| = 10^{\frac{37}{20}} = 10^{1.85} = 70,8$$

2.b)-Nota: aunque dibujar el diagrama de Bode no fuese obligatorio, siempre es conveniente hacer un borrador de la respuesta en frecuencia para saber mejor cuál es la zona de frecuencias medias y qué polos son los que van a determinar las frecuencias de corte:



$$G_{m2} = 40 \text{ dB} \Rightarrow f_{c_{inf}} = f_4 = 10 \text{ kHz} \rightarrow \omega_c = 2\pi f_4$$

Al ser un polo dominante se puede aproximar la frecuencia de corte con la posición del polo.

2.c)-

Al tener un polo doble en f_p no se puede aproximar el valor de la frecuencia de corte superior con la frecuencia del polo. Se aplica la definición:

Ganancia en la banda de interés:

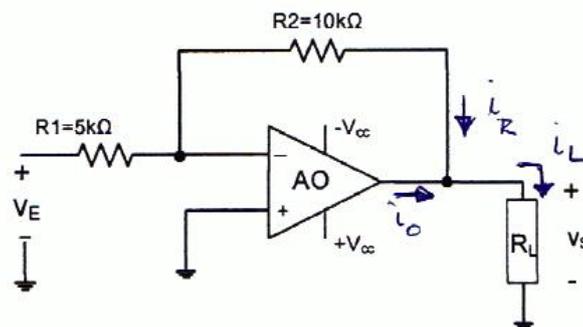
$$G_V = G_{m2} \frac{1}{\left(1 + \frac{s}{\omega_p}\right)^2} \quad \left. \vphantom{G_V} \right\} |G_V| = \frac{G_{m2}}{\left(\sqrt{1 + \frac{\omega^2}{\omega_p^2}}\right)^2}$$

$$|G_V(\omega)| = \frac{G_{m2}}{\sqrt{2}}$$

$$\Leftrightarrow \frac{G_{m2}}{1 + \frac{\omega_{CH}^2}{\omega_p^2}} = \frac{G_{m2}}{\sqrt{2}} \Rightarrow \omega_{CH} = \omega_p \sqrt{\sqrt{2} - 1} \approx 0.6 \omega_p$$

$$\omega_{CH} = 40438 \text{ rad/s} \rightarrow f_{CH} = 6.4 \text{ kHz}$$

Problema 3.- Considere el circuito amplificador mostrado en la figura formado a partir de un AO rail to rail que puede considerarse ideal en una primera aproximación. La alimentación del sistema es de $\pm 12V$ (30 puntos)



- Si la corriente máxima en cortocircuito está limitada a 10mA, calcule cuál será el mínimo valor admisible para la carga del sistema (R_L). (15 puntos)
- Defina las tensiones en todos los nodos para una tensión de entrada de 10V y una R_L infinita. (15 puntos)

3.a)-

$$i_L = \frac{v_S}{R_L}$$

$$i_R = \frac{v^- - v_S}{R_2}$$

$$v_S^{\max} = v_{CC} = 12V$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{AO ideal} \\ R^- \end{array} \right\} v^+ = v^- = \phi \Rightarrow \frac{v_{CC}}{R_L} = i_0^{\max} - \frac{v_{CC}}{R_2}$$

$$i_L = i_R + i_o$$

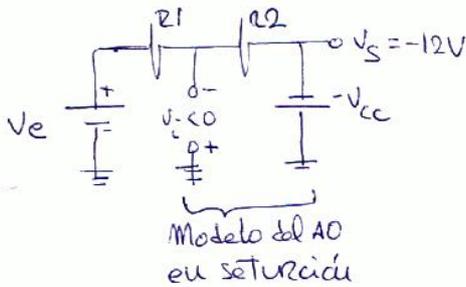
$$i_o^{max} = 10 \text{ mA}$$

$$R_C^{min} = \frac{V_{CC}}{i_o^{max} - \frac{V_{CC}}{R_2}} = \frac{12}{10^{-2} - \frac{12}{10k}}$$

$$\hookrightarrow R_2 \geq 1,36 \text{ k}\Omega$$

3.b)-

AO ideal $\left\{ \begin{array}{l} i^+ = i^- = \phi \\ v^+ = v^- \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} v_s = -\frac{R_2}{R_1} v_e = -20V < -V_{CC} = -12V \text{ SATURADA!!} \\ \text{Circuito } v^+ = \phi \end{array} \right. \hookrightarrow \text{No trabaja en la zona lineal.}$



$$v^- = v_e \frac{R_2}{R_1 + R_2} + v_s \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 10 \frac{10}{15} - 12 \frac{5}{15} = 2,7V$$

$$v^+ = \phi$$

$$v_s = -V_{CC} = -12$$