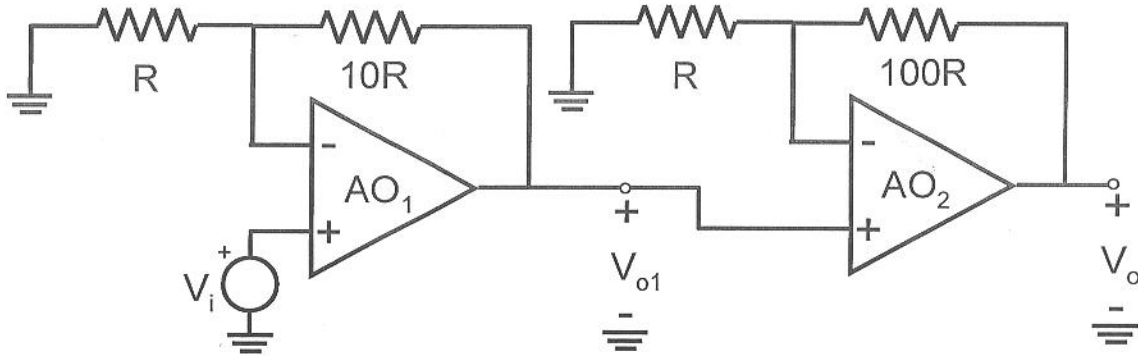


CISE III

ETSETB- Dept. Enginyeria Electrònica
CURS 2008 – 2009 PRIMAVERA

1ER CONTROL
2009 – 03 - 31

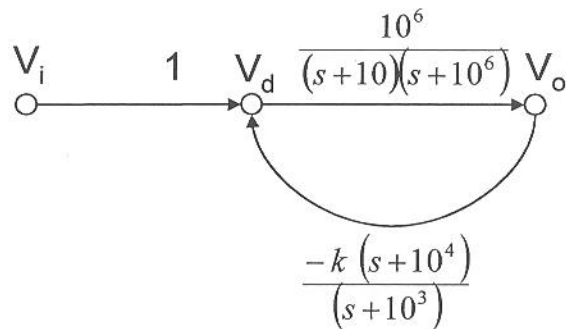
PROBLEMA 1. (40%) Donat el circuit de la figura següent, on els dos AO tenen les mateixes característiques, es demana:



DADES DELS AO: $V_{SAT} = 14 \text{ V}$, $BW = 1 \text{ MHz}$, $CMRR = 100 \text{ dB}$, $V_{os} = 2 \text{ mV}$

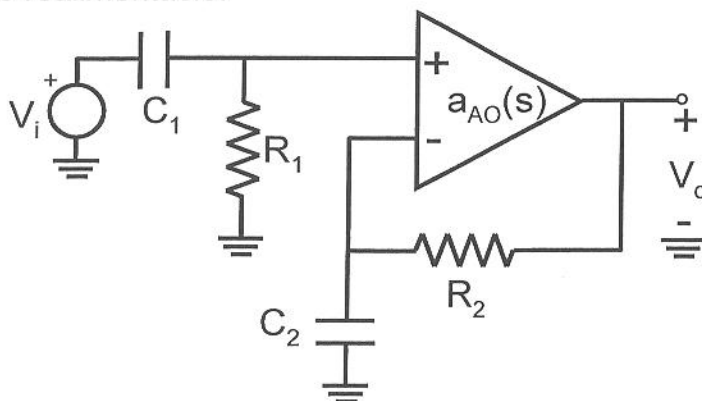
- El SR mínim de l'AO per a que no hi hagi distorsió quan el senyal d'entrada és una ona sinusoidal de 10 mV d'amplitud i 100 kHz de freqüència.
- L'error a la tensió de sortida degut a la tensió d'offset dels AO.
- L'efecte del CMRR dels AO en la tensió de sortida.

PROBLEMA 2. (40%) Es desitja estudiar l'estabilitat d'un sistema realimentat del que coneixem el diagrama de flux representat a continuació ($k > 0$).



- Calculeu el guany de llaç, $T(s)$, i indiqueu el tipus de realimentació.
- Dibuixa el Lloc Geomètric de les Arrels.
- Dibuixa els diagrames de Bode d'amplitud i fase de $T(j\omega)$.
- Calcula el valor de k per a que el Marge de Fase sigui igual a 45° .

PROBLEMA 3. (20%) Calcula el diagrama de flux del circuit de la figura següent i digues el tipus de realimentació.



$$a_{AO}(s) = \frac{a_o \omega_1 \omega_2}{(s + \omega_1)(s + \omega_2)}$$

$$a_o > 0$$

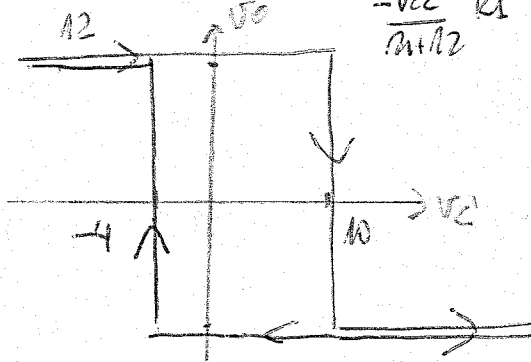
PROBLEMA 1

a) $v_o = V_{CC} = 12V$ $v_p > v_n$

$$\frac{V_{CC}}{R_1 + R_2} R_1 + \frac{V_E}{R_1 + R_2} R_2 > v_{E1} \rightarrow \frac{12}{1,7} \cdot 1 + \frac{7,3}{1,7} \cdot 0,7 = 10,06V > v_{E1}$$

$v_o = -V_{CC} = -12V$ $v_p < v_n$

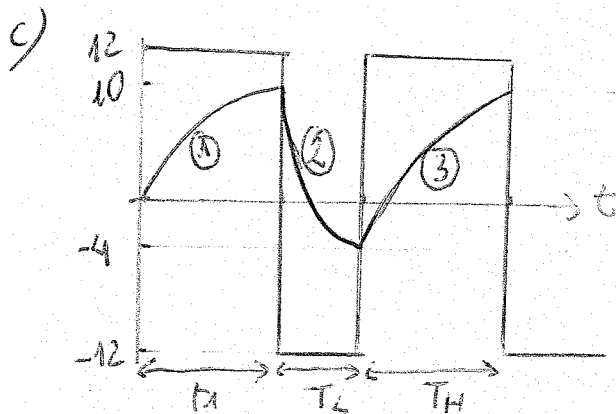
$$\frac{-V_{CC}}{R_1 + R_2} R_1 + \frac{V_E}{R_1 + R_2} R_2 < v_{E1} \rightarrow \frac{-12}{1,7} \cdot 1 + \frac{7,3}{1,7} \cdot 0,7 = -4,06V < v_{E1}$$



b) $v_o = V_{CC} \rightarrow \frac{V_{CC} - v_{E1}}{R} = C \frac{dv_{E1}}{dt} \rightarrow \frac{dv_{E1}}{dt} + \frac{v_{E1}}{RC} = \frac{V_{CC}}{RC}$

$$v_{E1} = V_{CC} + [v_{E1}(0) - V_{CC}] e^{-t/RC}$$

$v_o = -V_{CC} \rightarrow \frac{dv_{E1}}{dt} + \frac{v_{E1}}{RC} = \frac{-V_{CC}}{RC} \rightarrow v_{E1} = -V_{CC} + [v_{E1}(0) + V_{CC}] e^{-t/RC}$



① $10 = 12 + [0 - 12] e^{-\frac{T1}{4ms}}$ $RC = 4ms$

$$T1 = RC \ln 6 = 1,8ms$$

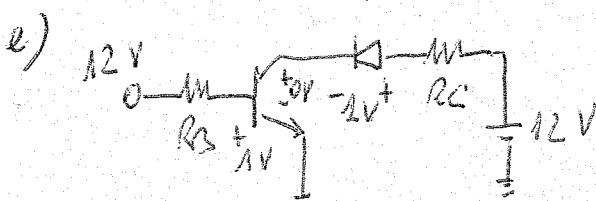
② $-4 = -12 + [10 + 12] e^{-\frac{T2}{RC}}$

$$T2 = RC \ln\left(\frac{22}{8}\right) = 1ms$$

③ $10 = 12 + [-4 - 12] e^{-\frac{TH}{RC}}$

$$TH = RC \ln 8 = 2ms$$

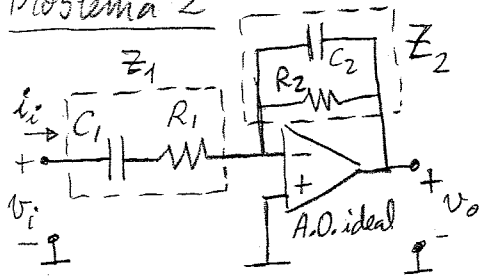
d) $T = T2 + TH = 3ms \rightarrow f_r = \frac{1}{T} = 333Hz$



$$I_C < I_B + I_S$$

$$\frac{12-1}{RC} < I_B + \frac{12-1}{R3} \rightarrow \frac{R3}{RC} < 50$$

Problema 2



$$a) \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = -\frac{Z_2(s)}{Z_1(s)} = -\frac{\frac{1}{\frac{1}{R_2} + C_2 s}}{R_1 + \frac{1}{C_1 s}} = -\frac{s}{R_1 C_2 \left(s + \frac{1}{R_1 C_1}\right) \left(s + \frac{1}{R_2 C_2}\right)}$$

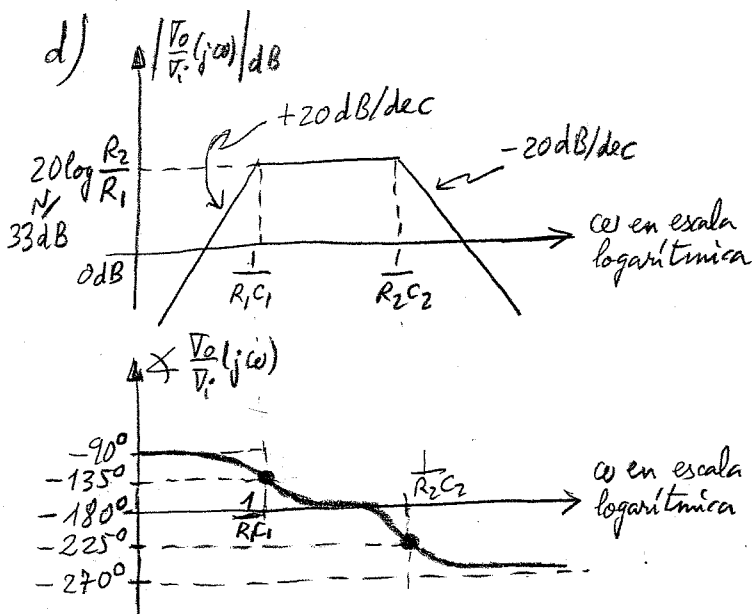
$$Z_i(s) = \frac{V_i(s)}{I_i(s)} = Z_1(s) = R_1 + \frac{1}{C_1 s} = \frac{R_1 \left(s + \frac{1}{R_1 C_1}\right)}{s}$$

b) A frecuencias intermedias $\left(\frac{1}{R_1 C_1} \ll \omega \ll \frac{1}{R_2 C_2}\right)$

$$\left. \begin{aligned} \frac{V_o(j\omega)}{V_i(j\omega)} &\approx -\frac{j\omega}{R_1 C_2 \cdot j\omega \cdot \frac{1}{R_2 C_2}} \approx -\frac{R_2}{R_1} \approx -50 \\ Z_i(j\omega) &\approx \frac{R_1 \cdot j\omega}{j\omega} \approx R_1 \approx 50 \text{ k}\Omega \end{aligned} \right\} \begin{aligned} R_1 &= 50 \text{ k}\Omega \\ R_2 &= 2,5 \text{ M}\Omega \end{aligned}$$

$$c) \frac{1}{R_1 C_1} = 120 \text{ rad/s} \Rightarrow C_1 = \frac{1}{R_1 \cdot 120 \text{ rad/s}} = 166,6 \text{ nF}$$

$$\frac{1}{R_2 C_2} = 120 \cdot 10^3 \text{ rad/s} \Rightarrow C_2 = \frac{1}{R_2 \cdot 120 \cdot 10^3 \text{ rad/s}} = 3,3 \text{ pF}$$



e) No distorsión $\Rightarrow A_{v_i} \cdot \omega_i \leq SR$

$$A_{v_o} = G_{etapa} \cdot A_{v_i}$$

$$\text{Por tanto: } A_{v_i} \leq \frac{SR}{\omega_i \cdot G_{etapa}}$$

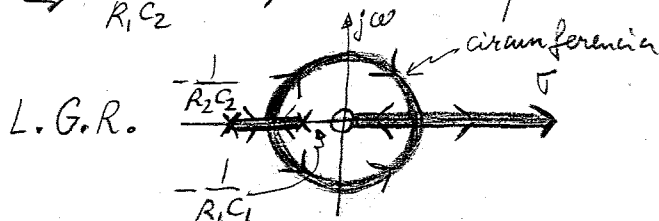
$$\text{Con } G_{etapa} = 38,41$$

$$\text{Se obtiene: } A_{v_i} \leq \frac{0,5 \cdot 10^6 \text{ v/seg}}{10^5 \text{ rad/seg} \cdot 38,41} \approx 0,13 \text{ volts}$$

f)

$$T(s) = -k_2 \frac{Z_2(s)}{Z_1(s)} = -\frac{k_2}{R_1 C_2} \frac{s}{\left(s + \frac{1}{R_1 C_1}\right) \left(s + \frac{1}{R_2 C_2}\right)}$$

g) $k_2 \in \mathbb{R}^+ \Rightarrow -\frac{k_2}{R_1 C_2} < 0 \Rightarrow$ Realimentación positiva



h) $1 + T(s) = 0$

$$s^2 + \left(\frac{1}{R_1 C_1} + \frac{1}{R_2 C_2}\right)s + \frac{1}{R_1 C_1 R_2 C_2} - \frac{k_2}{R_1 C_2} = 0$$

Condición de oscilación la que anula el coeficiente de s :

$$k_2 = \frac{C_2}{C_1} + \frac{R_1}{R_2} \approx 0,02$$

Frecuencia de oscilación de:

$$s^2 + \frac{1}{R_1 C_1 R_2 C_2} = 0$$

$$s_{1,2} = \pm j \sqrt{\frac{1}{R_1 C_1 R_2 C_2}} \Rightarrow \omega_{osc} = \sqrt{\frac{1}{R_1 C_1 R_2 C_2}}$$

$$\omega_{osc} \approx 3795 \text{ rad/s}$$

PROBLEMA 3

$$a) V_{OUT} = |V_Z| \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) = 10V$$

$$b) \frac{V_{IN,MIN} - |V_Z|}{|I_{Z,min}|} = R_Z = 7\text{ K}\Omega \quad I_{Z,max} = \frac{V_{IN,MAX} - |V_Z|}{R_Z} = 2.14\text{ mA}$$

$$c) V_{O,error} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \left(\pm V_{OS} + \frac{V_{CM}}{CMRR}\right) = 2 \cdot \left(\pm 25\text{ mV} + \frac{|V_Z|}{10^3}\right)$$

$$V_{O,error,max} = 60\text{ mV}$$

$$d) \frac{V_{OUT}}{R_L} = I_{AO}(\beta_2 + 1)(\beta_1 + 1) - \frac{V_{OUT}}{R_1 + R_2} \Rightarrow I_{AO} = 1.2\text{ mA}$$

$$e) \eta = \frac{V_{OUT} \cdot I_{OUT}}{V_{IN} \cdot I_{IN}} \approx \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \begin{cases} \frac{10}{12} & \Rightarrow 83\% \\ \frac{10}{20} & \Rightarrow 50\% \end{cases}$$

$$P = (V_{IN} - V_{OUT}) \cdot \frac{V_{OUT}}{R_L} = 5\text{ W}$$