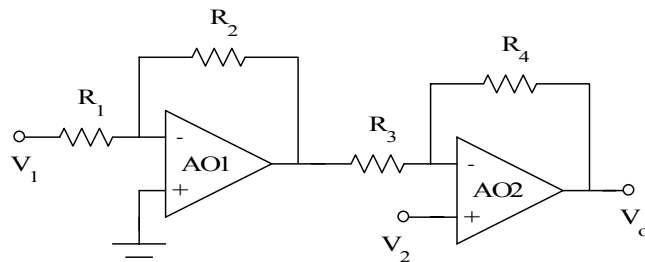


CISE III

PRIMER CONTROL (GRUP 30) QUADRIMESTRE PRIMAVERA 2007-2008 (8/4/08)

Problema 1 (50%)

Donat el circuit de la figura següent:



$$\begin{aligned}R_1 &= 9 \text{ k}\Omega \\ R_2 &= 10 \text{ k}\Omega \\ R_3 &= 1 \text{ k}\Omega \\ R_4 &= 9 \text{ k}\Omega\end{aligned}$$

Es demana:

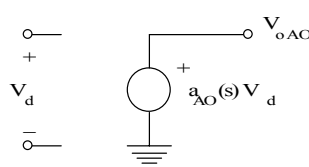
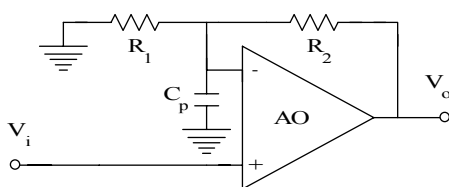
- Trobar la relació entre la tensió de sortida V_o i les tensions d'entrada V_1 i V_2 suposant els dos amplificadors operacionals (AO) ideals.
- Si la tensió d'offset (V_{os}) dels dos AO és de 1 mV, quin és l'error a la sortida (pitjor cas possible) degut a la tensió d'offset? Considereu la resta de característiques dels AO com a ideals.
- Quina és la tensió de sortida deguda a l'efecte del $CMRR_{AO}$ dels AO quan a les dues entrades V_1 i V_2 hi tenim una tensió de 0,5 V? El $CMRR_{AO}$ dels dos AO és de 80 dB i la resta de característiques dels AO es poden considerar ideals.
- Si el slew-rate (SR) dels AO és de 0,5 V/ μ s, quina és la màxima freqüència dels senyals d'entrada per tal d'evitar la distorsió de la sortida per l'efecte del SR? Les dues tensions d'entrada tenen una amplitud de 0,5 V i la mateixa freqüència.

Problema 2 (50%)

Tenim un amplificador no inversor en el qual ens apareix una capacitat paràsita C_p a l'entrada inversora tal com es mostra en la figura següent:

Es demana:

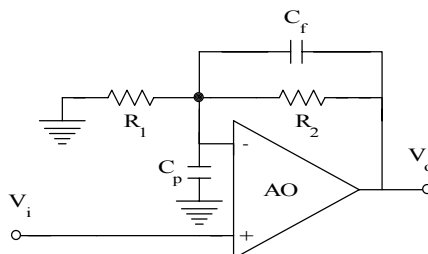
- Donar l'expressió del guany de llaç $T(s)$. De quin tipus de realimentació es tracta? Perquè?
- Dibuixar el diagrama de Bode assintòtic de la resposta freqüencial del guany de llaç $T(jf)$. És estable l'amplificador? Perquè?



$$a_{AO}(s) = \frac{10^7 (2\pi 10^2) (2\pi 10^6)}{(s + 2\pi 10^2)(s + 2\pi 10^6)}$$

$$\begin{aligned}R_1 &= 1 \text{ k}\Omega \\ R_2 &= 9 \text{ k}\Omega \\ C_p &= 17,68 \text{ pF}\end{aligned}$$

Per estabilitzar el amplificador anterior es connecta un condensador C_f en paral·lel amb la resistència R_2 tal com es mostra en la figura següent:



Es demana:

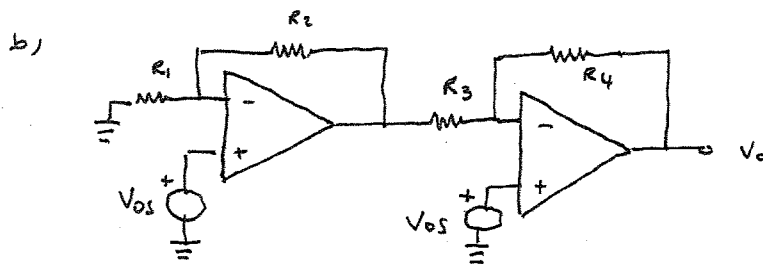
- Donar l'expressió del nou guany de llaç $T'(s)$. Quin és el valor de C_f per cancel·lar el segon pol de la resposta freqüencial d l'AO?
- Dibuixar el diagrama de Bode assintòtic de la resposta freqüencial del guany de llaç $T'(jf)$. Quines conclusions es poden treure en quant a l'estabilitat del circuit?

PRIMER CONTROL CISE III (Grup30)

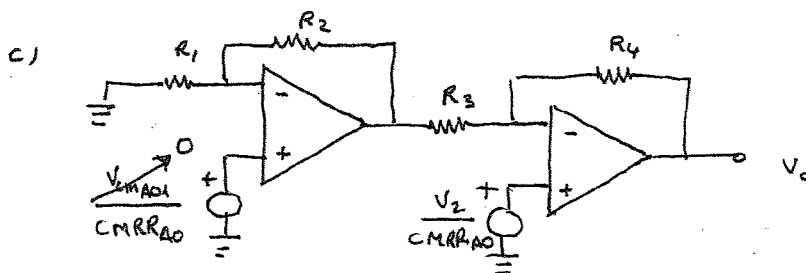
QUADRIMESTRE PRIMAVERA 08 (8/4/08)

Problema 1:

a) $V_o = \frac{R_2}{R_1} \frac{R_4}{R_3} V_1 + \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) V_2 = \underline{10 (V_1 + V_2)}$



$$V_o|_{V_{os}} = \left| \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \left(-\frac{R_4}{R_3}\right) V_{os} \right| + \left| \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) V_{os} \right| = \underline{29 \text{ mV}}$$



$$V_o|_{CMRRAO} = \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) \frac{V_2}{CMRRAO} = \underline{0.5 \text{ mV}}$$

d) $V_1 = V_2 = 0.5 \text{ V} \Rightarrow V_{oA01} = 0.55 \text{ V}$
 $V_o = 10 \text{ V}$

A01

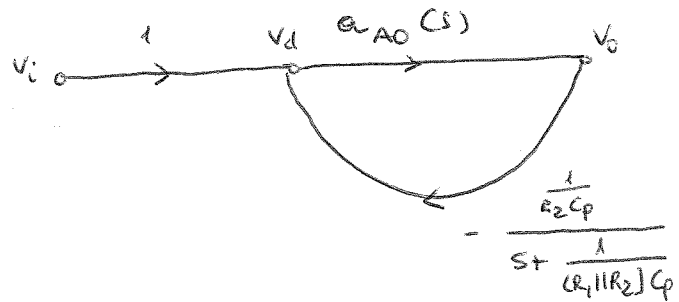
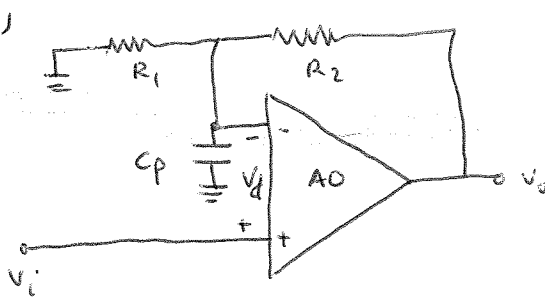
$$f_{max} \cdot V_{oA01} \leq \frac{SR}{2\pi} \Rightarrow f_{max} = 143.3 \text{ KHz}$$

A02

$$f_{max} \cdot V_o \leq \frac{SR}{2\pi} \Rightarrow f_{max} = \underline{7.95 \text{ KHz}}$$

Problema 2

a)



$$\begin{aligned} \left. \frac{V_d}{V_0} \right|_{V_i=0} &= - \frac{R_1 \parallel \frac{1}{C_p s}}{(R_1 \parallel \frac{1}{C_p s}) + R_2} = - \frac{\frac{R_1 \frac{1}{C_p s}}{R_1 + \frac{1}{C_p s}}}{\frac{R_1 \frac{1}{C_p s}}{R_1 + \frac{1}{C_p s}} + R_2} = - \frac{\frac{R_1}{R_1 C_p s + 1}}{\frac{R_1}{R_1 C_p s + 1} + R_2} = \\ &= - \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_1 R_2 C_p s} = - \frac{\frac{R_1}{R_1 + R_2}}{1 + (R_1 \parallel R_2) C_p s} = - \frac{\frac{1}{R_2 C_p}}{s + \frac{1}{(R_1 \parallel R_2) C_p}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a(s) = Q_{AO}(s) &= \frac{10^7 (2\pi 10^2) (2\pi 10^6)}{(s + 2\pi 10^2) (s + 2\pi 10^6)} \\ -f(s) &= - \frac{\frac{1}{R_2 C_p}}{s + \frac{1}{(R_1 \parallel R_2) C_p}} = - \frac{2\pi 10^6}{s + 2\pi 10^7} \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} T(s) = a(s) \cdot f(s)$$

$$T(s) = \frac{10^7 (2\pi 10^2)^2 (2\pi 10^6) (2\pi 10^6)}{(s + 2\pi 10^2) (s + 2\pi 10^6) (s + 2\pi 10^7)}$$

$K > 0 \Rightarrow$ REALIMENTACIÓ NEGATIVA

b)

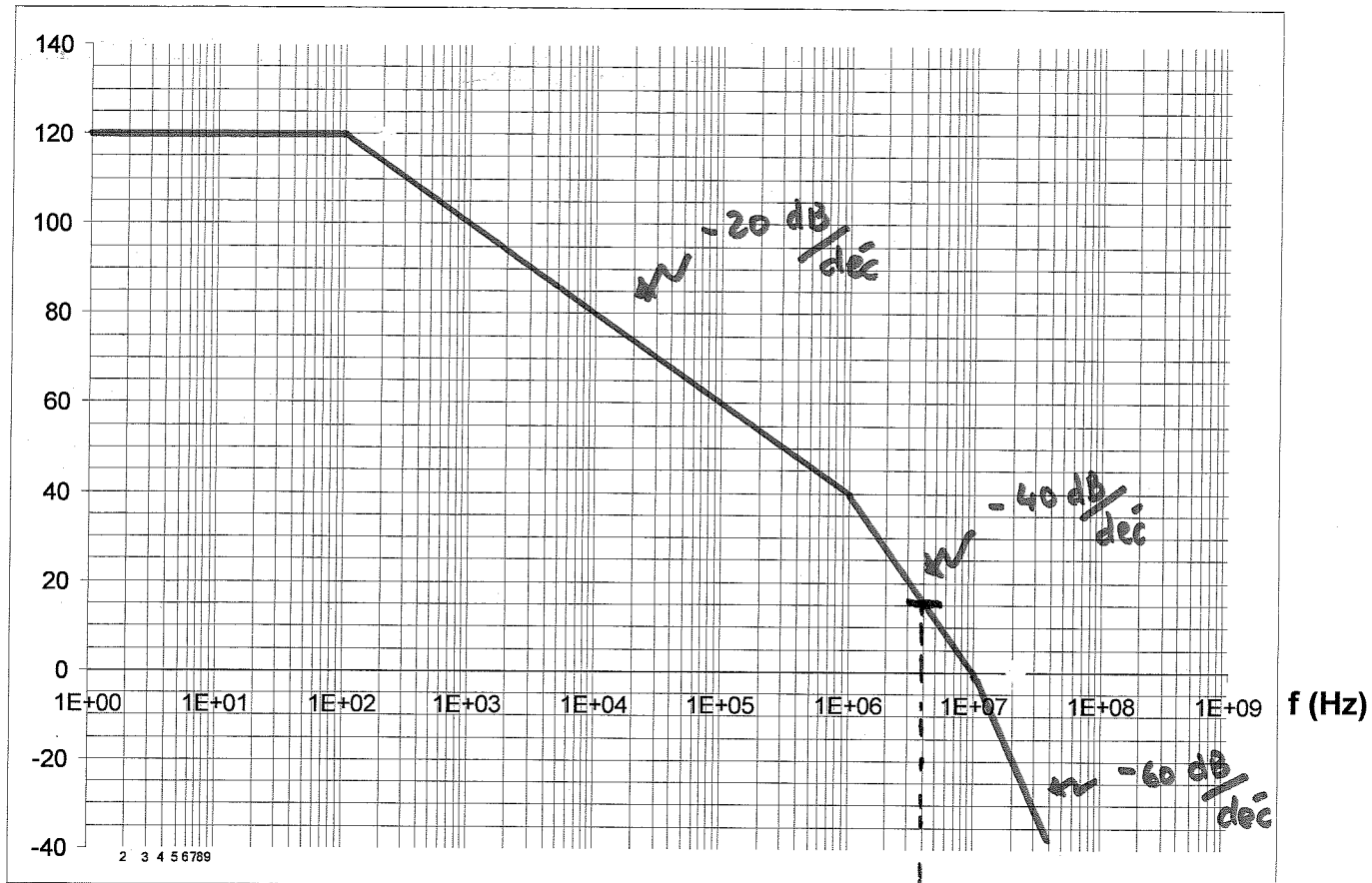
$$T(s) = \frac{10^6}{\left(1 + \frac{s}{2\pi 10^2}\right) \left(1 + \frac{s}{2\pi 10^6}\right) \left(1 + \frac{s}{2\pi 10^7}\right)}$$

$$s = j 2\pi f \Rightarrow T(jf) = \frac{10^6}{\left(1 + j \frac{f}{2\pi 10^2}\right) \left(1 + j \frac{f}{2\pi 10^6}\right) \left(1 + j \frac{f}{2\pi 10^7}\right)}$$

DIAGRAMA BODE $\Rightarrow \exists f_x / \left. \begin{array}{l} \angle T(jf_x) = -\pi \\ |T(jf_x)| > 0 \text{ dB} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{INESTABLE}$

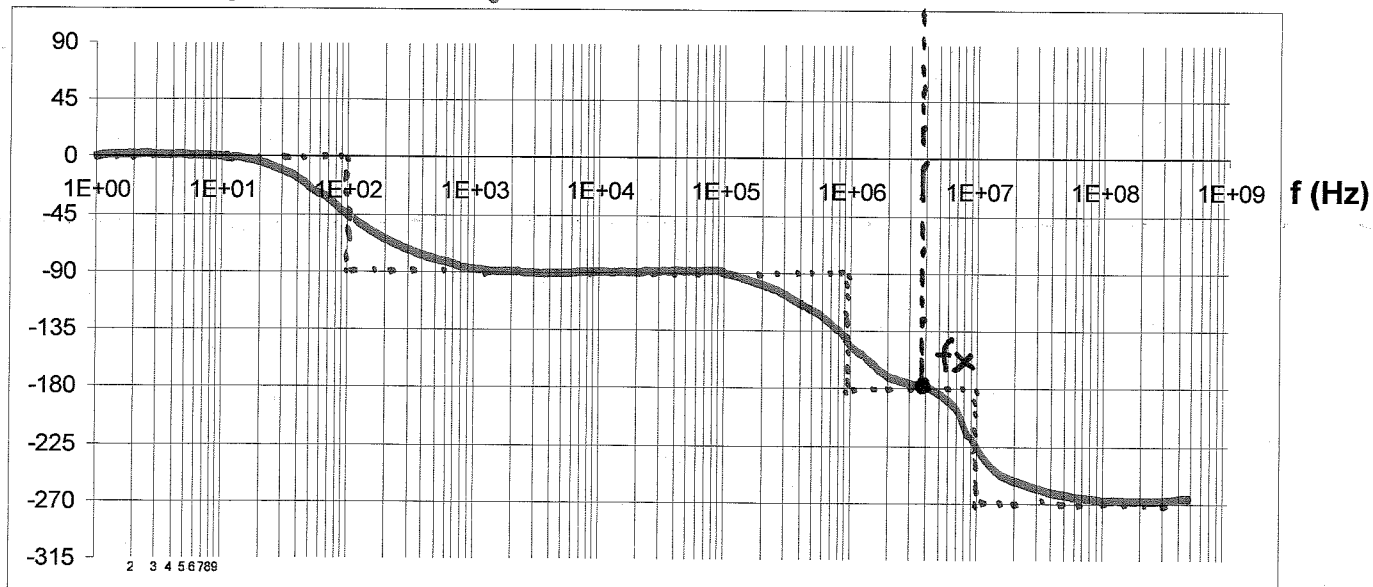
Mòdul en dB

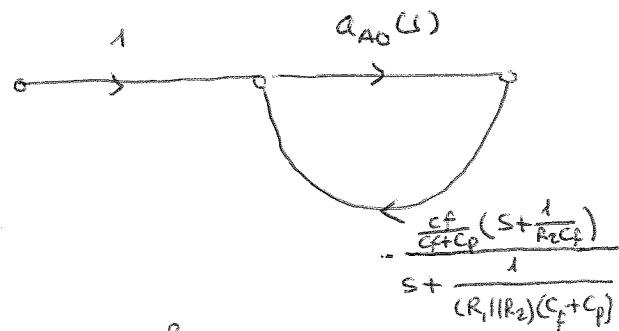
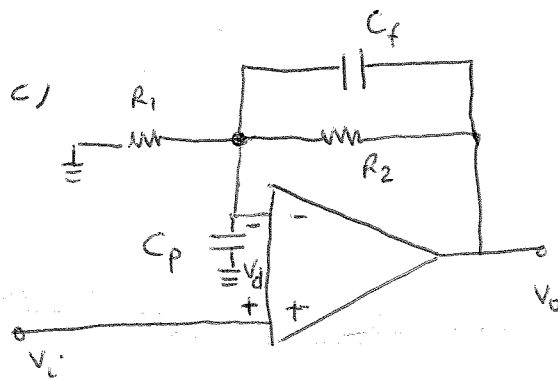
$|T(jf)|$



Fase en graus

$\angle T(jf)$





$$\begin{aligned} \left. \frac{V_d}{V_o} \right|_{V_i=0} &= - \frac{R_1 \parallel \frac{1}{C_p s}}{\left(R_1 \parallel \frac{1}{C_p s} \right) + \left(R_2 \parallel \frac{1}{C_f s} \right)} = - \frac{\frac{R_1}{R_1 C_p s + 1}}{\frac{R_1}{R_1 C_p s + 1} + \frac{R_2}{R_2 C_f s + 1}} = \\ &= - \frac{R_1 (R_2 C_f s + 1)}{R_1 R_2 C_p s + R_1 R_2 C_f s + R_1 + R_2} = - \frac{\frac{R_1}{R_1 + R_2} (1 + R_2 C_f s)}{1 + (R_1 \parallel R_2)(C_f + C_p) s} = \\ &= - \frac{\frac{C_f}{C_f + C_p} \left(s + \frac{1}{R_2 C_f} \right)}{s + \frac{1}{(R_1 \parallel R_2)(C_f + C_p)}} \end{aligned}$$

$$T'(s) = a(s) \cdot f'(s) = \frac{10^7 (2\pi 10^2) (2\pi 10^6) \frac{C_f}{C_f + C_p} \left(s + \frac{1}{R_2 C_f} \right)}{(s + 2\pi 10^2) (s + 2\pi 10^6) \left(s + \frac{1}{(R_1 \parallel R_2)(C_f + C_p)} \right)}$$

CANCEL·LACIÓ POL : $\frac{1}{R_2 C_f} = 2\pi 10^6 \Rightarrow C_f = \frac{1}{R_2 2\pi 10^6} = 17'68 \text{ pF}$

d)

$$T'(s) = \frac{10^6}{\left(1 + \frac{s}{2\pi 10^2} \right) \left(1 + \frac{s}{2\pi \cdot 5 \cdot 10^6} \right)}$$

$$s = j2\pi f \Rightarrow T'(jf) = \frac{10^6}{\left(1 + j \frac{f}{10^2} \right) \left(1 + j \frac{f}{5 \cdot 10^6} \right)}$$

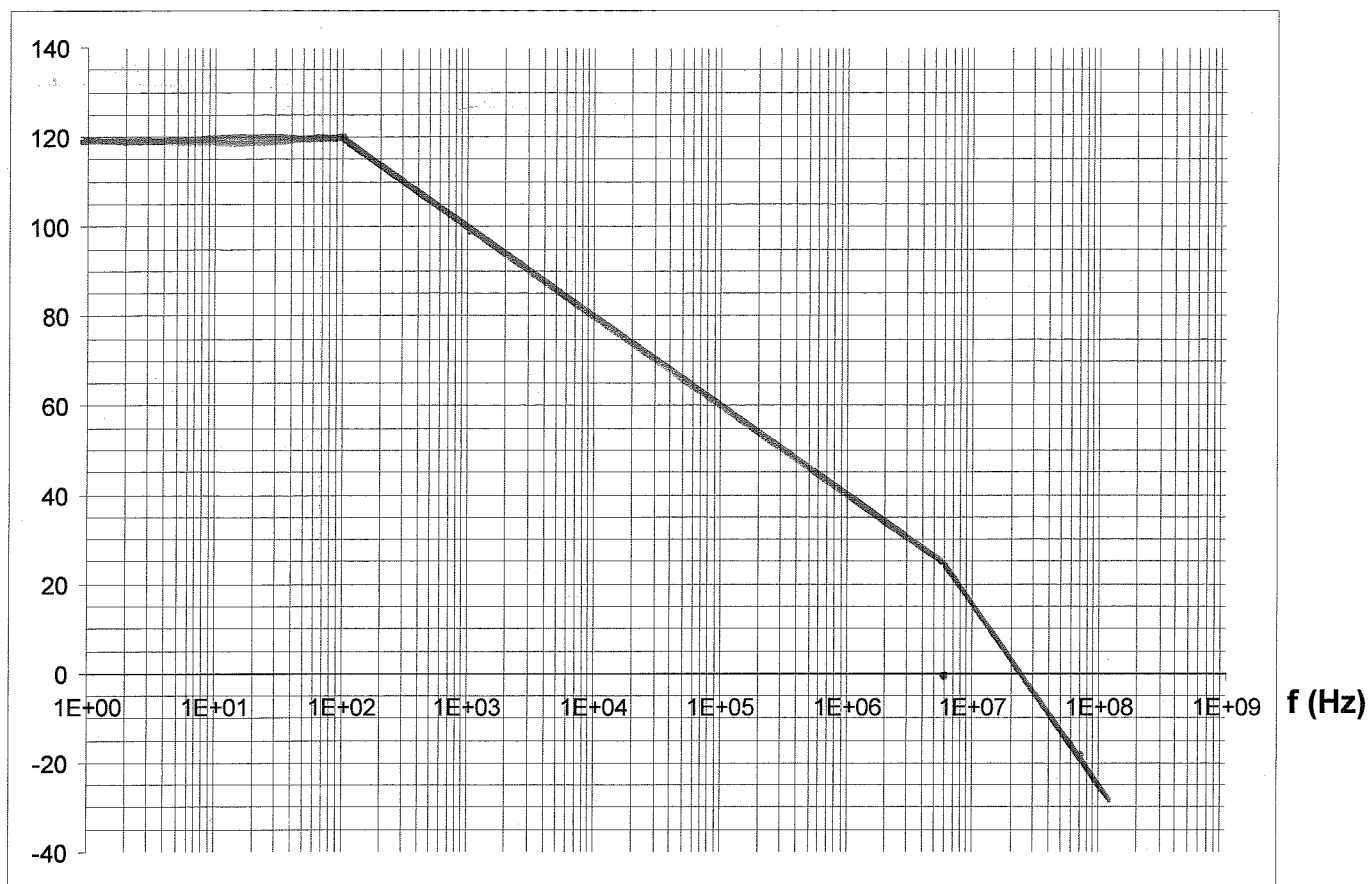
DIAGRAMA DE BODE $\Rightarrow \nexists f_x / \nexists T'(jf_x) = (1+2\alpha)\pi$

\Downarrow

ESTABLE

Mòdul en dB

$$|T'(j\omega)|$$



Fase en graus

$$\angle T'(j\omega)$$

