

# Primera sessió

QÜESTIÓ L2.1: La aproximació és força vàlida.

$V_{in}^+$	$V_{in}^-$	$V_{out}$
5.99 V	5.99 V	5.99 V

Taula 1: Tensió continua als nodes de l'amplificador

QÜESTIÓ L2.2: L'amplitud és de 10 mV a la entrada i 175 mV a la sortida. Això dona un guany de 17.5. L'etapa produeix un desfasament de 15.2 μs, o sigui 141°. Veure figura 1.

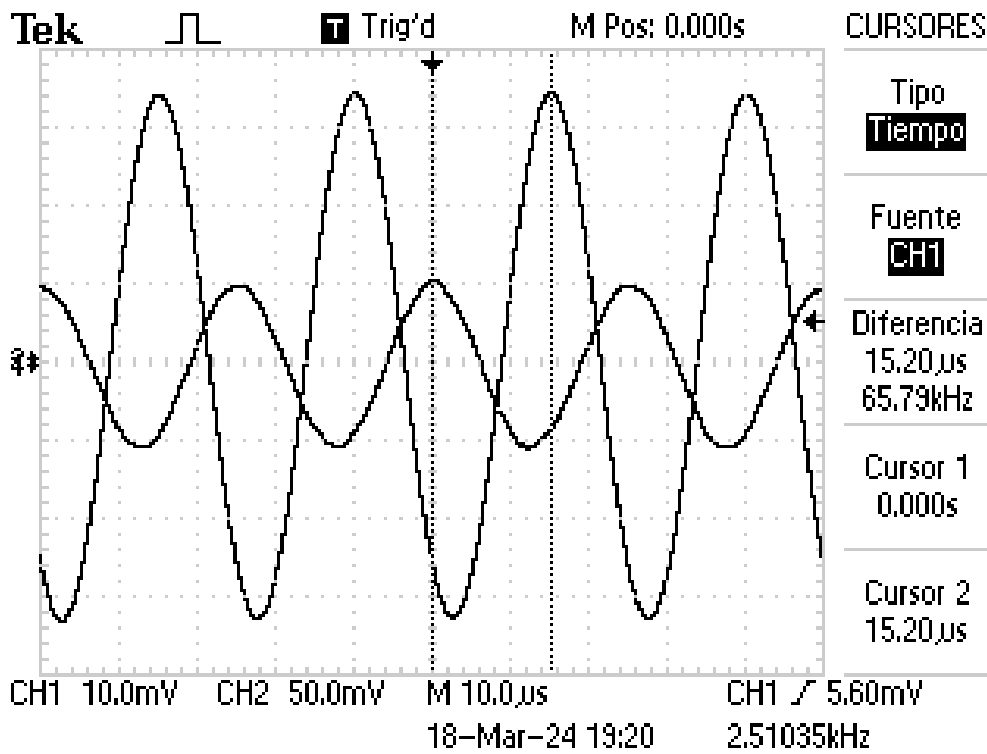


Figura 1: Captura de l'oscil·loscopi

QÜESTIÓ L2.3: Veure la taula 2 i la figura 2.

Taula 2: Guanys per freqüència

Freqüència	0.1 kHz	1 kHz	10 kHz	25 kHz	40 kHz	75 kHz	100 kHz	500 kHz	1 MHz
$V_i$	10 mV	10 mV	10 mV	10 mV	10 mV	10 mV	10 mV	10 mV	10 mV
$V_o$	54 mV	200 mV	200 mV	196 mV	180 mV	124 mV	102 mV	25 mV	13 mV
Guany	5.4	20	20	19.6	18	12.4	10.2	2.5	1.3
Guany <sub>dB</sub>	33.72 dB	59.91 dB	59.91 dB	59.51 dB	57.8 dB	50.35 dB	46.44 dB	18.32 dB	5.24 dB

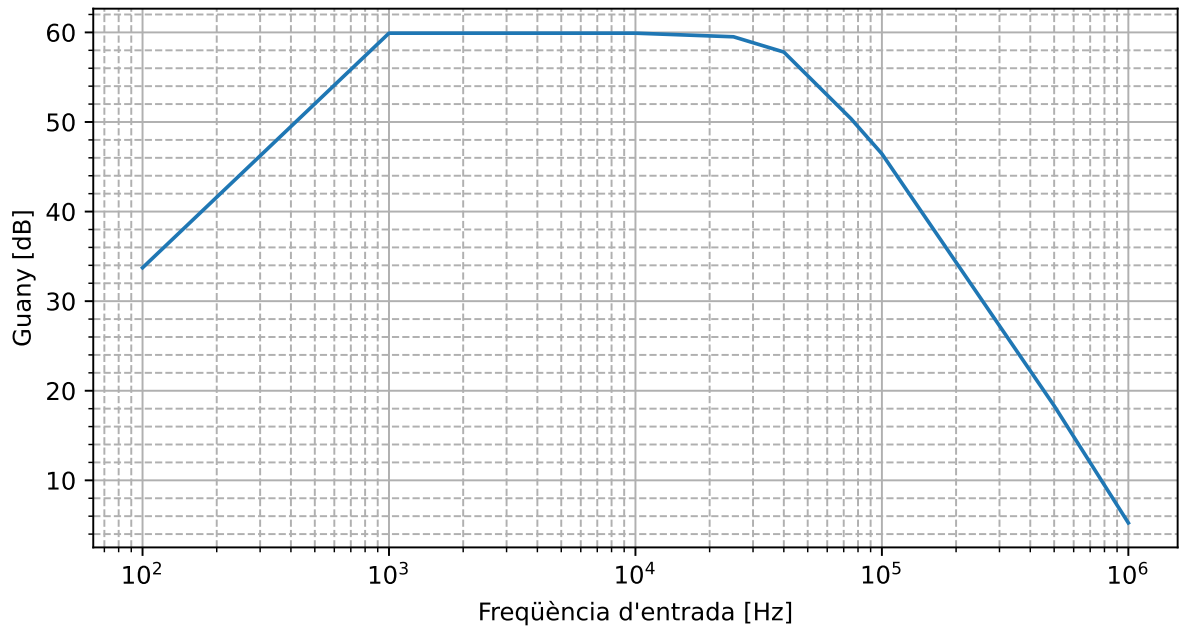


Figura 2: Diagrama de Bode mesurat

## Segona sessió

QÜESTIÓ L3.1: Els nodes  $V_{o1}$  i  $V_{o2}$  valen 6 V.

QÜESTIÓ L3.2: El guany a la primera etapa val 20, a la segona 16.9. El guany complet val 338. No és el valor desitjat, el muntatge en la protoboard és insuficient.

QÜESTIÓ L3.3: Veure la taula 3 i la figura 3. Un altre cop, el muntatge és sorollós.

Taula 3: Guanys per freqüència

Freqüència	0.1 kHz	1 kHz	10 kHz	25 kHz	40 kHz	75 kHz	100 kHz	500 kHz	1 MHz
$V_i$	10.0 mV	10.0 mV	10.0 mV	10.0 mV	10.0 mV	10.0 mV	10.0 mV	10.0 mV	10.0 mV
$V_o$	0.25 V	3.72 V	4.32 V	3.34 V	1.82 V	1.21 V	0.05 V	0.01 V	0.0 V
Guany	12.8	186.0	216.0	167.0	91.0	60.5	2.75	0.54	0.2
Guany <sub>dB</sub>	32.42 dB	59.18 dB	60.68 dB	58.11 dB	52.04 dB	47.95 dB	17.04 dB	0.95 dB	-9.16 dB

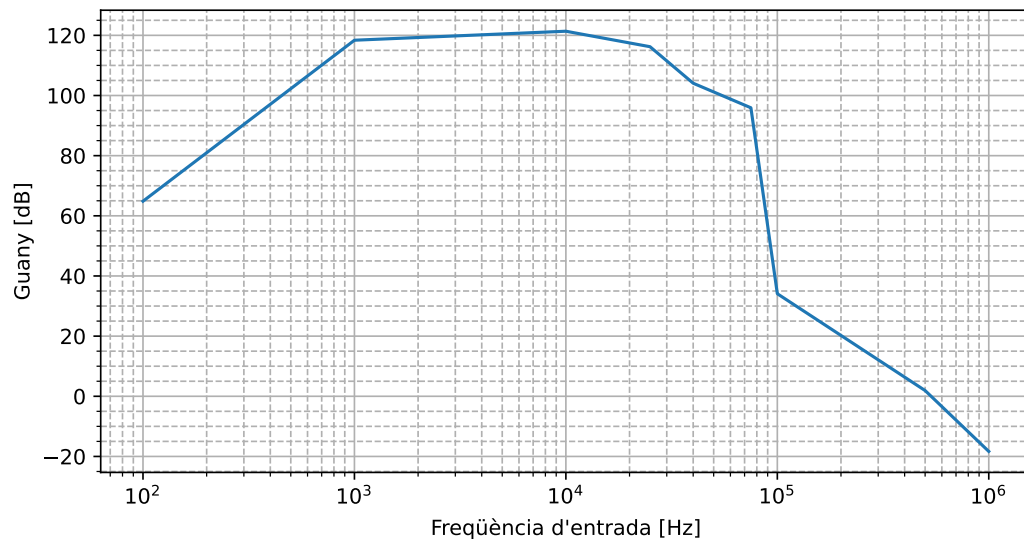


Figura 3: Diagrama de Bode mesurat

QÜESTIÓ L3.4: La amplitud màxima d'entrada sense distorsió a la sortida és 16.6 mV. Veure la figura 4.

QÜESTIÓ L3.5: En una variació  $\Delta t = 660$  ns hi ha una variació  $\Delta V = 11.1$  V. El SR val  $16.8$  V  $\mu\text{s}^{-1}$ . Veure la figura 5.

QÜESTIÓ L3.6: Veure la figura 6.

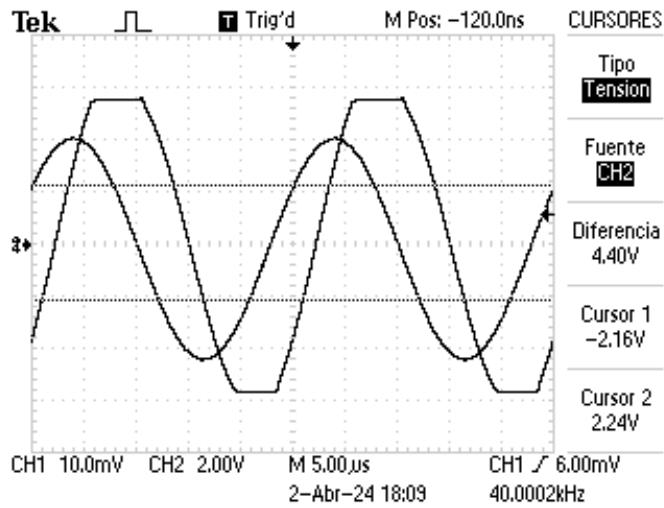


Figura 4: Sortida deformada

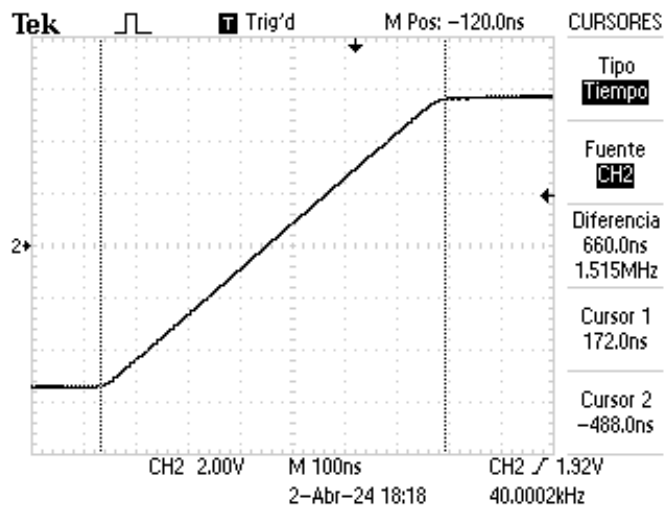


Figura 5: Mesura del SR

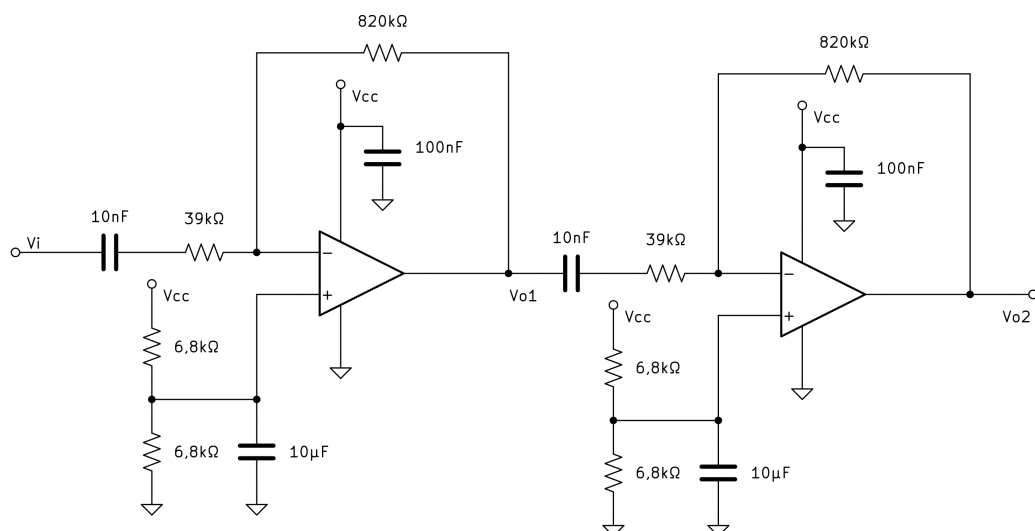


Figura 6: Muntatge complet de les dues etapes

## Tercera sessió

QÜESTIÓ L4.1: El guany de la primera etapa son els 20 deistjats.

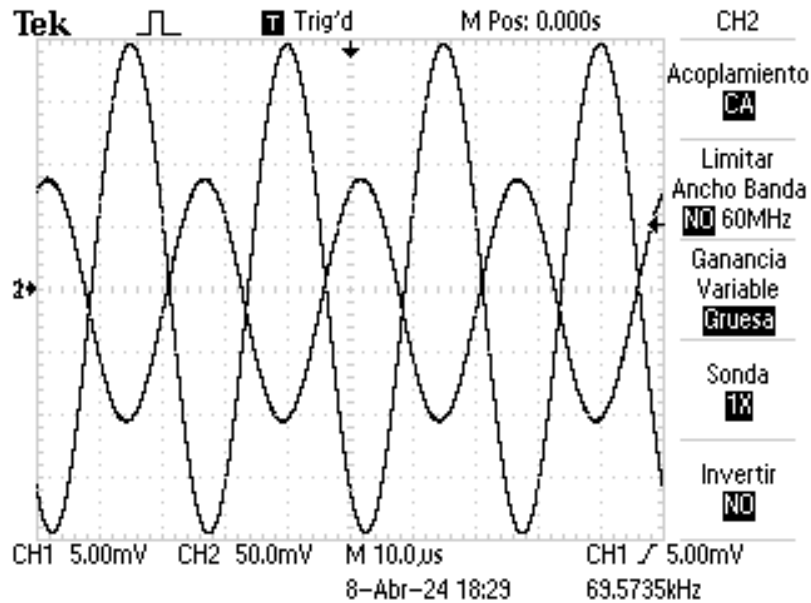


Figura 7: Sortida a primera etapa

QÜESTIÓ L4.2: El guany del muntatge complet val 412 i és molt menys sorollós que el muntatge fet en la protoboard.

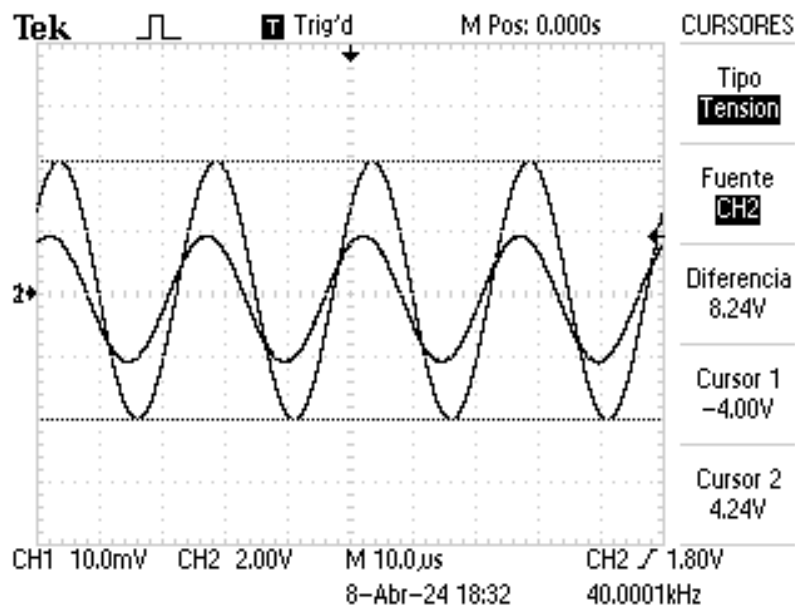
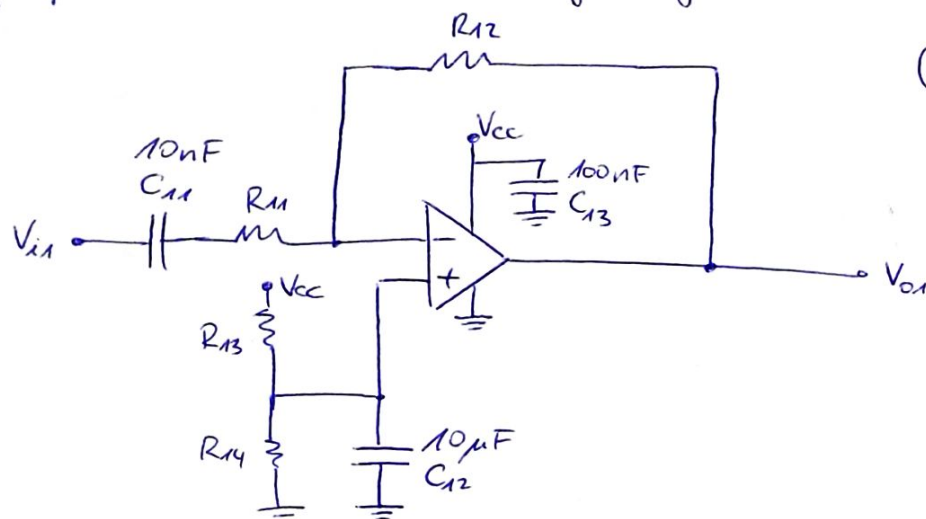


Figura 8: Sortida del muntatge complet

# PRACTICA 4. FISE

## Estudi Previ

Amplificador de tensió amb guany de 400.



(etapa amplificadora inversora acoblada en alternu).

$$V_{cc} = 12V$$

EP1: Valor del mòdul de la impedància a 40kHz corresponent a cada un dels condensadors?

$$\text{Condensador} = \frac{1}{C_s} \rightarrow \frac{1}{C_{j\omega}}$$

$$\text{impedància del condensador} = Z_c(\omega) = \frac{1}{C_{j\omega}} \rightarrow |Z_c(\omega)| = \left| \frac{1}{C_{j\omega}} \right|$$

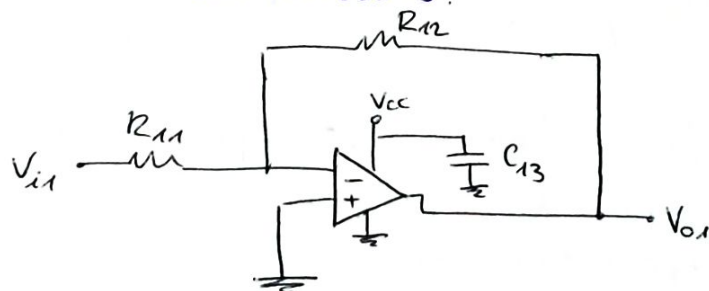
$$\omega = 2\pi f$$

$$|Z_{C_{11}}(\omega)| = \frac{1}{10 \cdot 10^{-9} \cdot 2\pi \cdot 40 \cdot 10^3} = \boxed{397,89 \Omega}$$

$$|Z_{C_{12}}(\omega)| = \frac{1}{10 \cdot 10^{-6} \cdot 2\pi \cdot 40 \cdot 10^3} = \boxed{0,398 \Omega}$$

$$|Z_{C_{13}}(\omega)| = \frac{1}{100 \cdot 10^{-9} \cdot 2\pi \cdot 40 \cdot 10^3} = \boxed{39,79 \Omega}$$

EP2: Circuit de l'etapa amplificadora a 40kHz quan  $C_{11}$  i  $C_{12}$  es consideren curtcircuits.



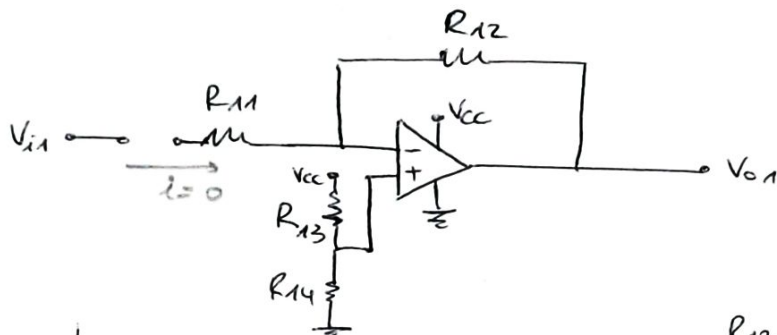
EP3: Expressió del guany a 40kHz d'aquesta etapa amplificadora?

$$V_{o1} = -\frac{R_{12}}{R_{11}} V_{i1} \rightarrow \text{guany: } \boxed{G = -\frac{R_{12}}{R_{11}}}$$

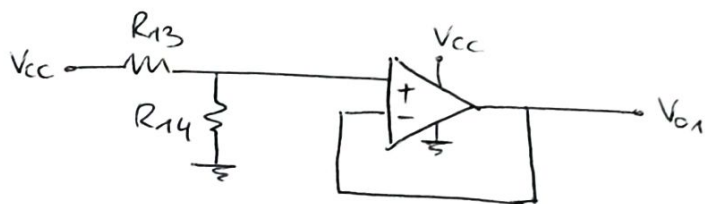
EP4: Si volguéssim fer l'amplificador amb una sola etapa, quina freqüència unitat  $f_T$  hauria de tenir l'AO? (guany 400).

$$f = G \cdot BW \rightarrow f_T = 400 \cdot 40 \cdot 10^3 = 16 \cdot 10^6 \text{ Hz} = \boxed{16 \text{ MHz}}$$

EP5: Si ens fixem només en la tensió contínua, dibuixar circuit (condensadors = circuit obert). Quina és l'expressió de la tensió de sortida  $V_{O1}$  considerant l'AO ideal?



↓  
Sepuldar de tensió:



$$\frac{V_{CC} - V_{O1}}{R_{13}} = \frac{V_{O1}}{R_{14}} \Leftrightarrow V_{CC} R_{14} - V_{O1} R_{14} = V_{O1} R_{13}$$

$$\Leftrightarrow V_{O1} (R_{13} + R_{14}) = V_{CC} R_{14} \Leftrightarrow \boxed{V_{O1} = V_{CC} \cdot \frac{R_{14}}{R_{13} + R_{14}}}$$

EP6: Calcular valors de  $R_{13}$  i  $R_{14}$  per maximitzar el marge dinàmic de sortida del circuit si la tensió d'alimentació és de 12 V. (corrent que circula per les resistències no massa gran, com a molt 1 mA).

$$I = \frac{V_{CC}}{R_{13} + R_{14}} \Leftrightarrow R_{13} + R_{14} = \frac{V_{CC}}{I} = \frac{12 \text{ V}}{1 \text{ mA}} = 12 \text{ k}\Omega$$

$$\text{Si } R_{13} = R_{14} \rightarrow R_{13} = R_{14} = \frac{12}{2} \text{ k}\Omega = 6 \text{ k}\Omega$$

EP7: Quin valor de slew-rate de l'AO es necessita per poder tenir la màxima amplitud de sortida a 40 kHz? ( $V_{CC} = 12 \text{ V}$ )

$$SR \geq \left. \frac{dV_O}{dt} \right|_{\max} \rightarrow V_O(t) = V_{Om} \cdot \sin \omega t$$

$$V_{Om} = V_{CC} \cdot \frac{R_{14}}{R_{13} + R_{14}} = 12 \text{ V} \cdot \frac{6 \text{ k}\Omega}{12 \text{ k}\Omega} = 6 \text{ V}$$

$$\frac{dV_O}{dt} = V_{Om} \cdot \omega \cdot \cos \omega t$$



$$\left. \frac{dV_o}{dt} \right|_{\max} = V_{om} \cdot \omega = (6V)(2\pi \cdot 40 \cdot 10^3 \text{ Hz}) = 1,51 \cdot 10^6$$

$$\Rightarrow \boxed{SR \geq 1,51 \cdot 10^6}$$

AD  $\rightarrow$  TLC082

EP8: número d'Aos que conté el xip? 2  
 tipus d'alimentació que admet? entre 4,5 V i 16 V  
 freqüència de guany unitat  $f_T$ ?  $f_T = 10 \text{ MHz}$   
 slew-rate SR de l'Ao?  $SR+ = 16 \text{ V}/\mu\text{s}$   
 $SR- = 19 \text{ V}/\mu\text{s}$

EP9: A partir de la  $f_T$  del TLC082, la freqüència del senyal que s'ha d'amplificar (40 kHz) i el guany especificat per a l'amplificador (400), justificar quantes etapes són necessàries.

$$G \cdot BW = f_T \rightarrow G = \frac{f_T}{BW} = \frac{10 \text{ MHz}}{40 \text{ kHz}} = 250 < 400$$

Necessitem dues etapes per arribar al guany especificat

EP10: Dissenyar l'amplificador utilitzant el TLC082 amb les etapes necessàries per aconseguir  $G=400$  a 40 kHz.

Valors de  $R_{11}$  i  $R_{12}$  per a cadascuna de les etapes?

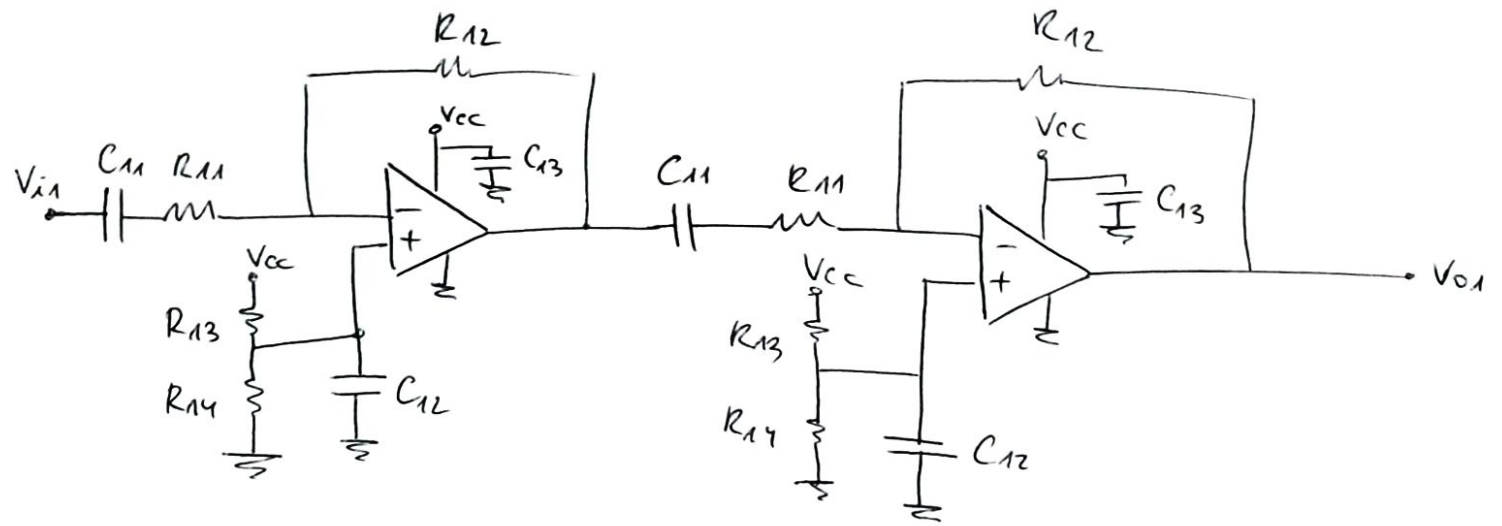
$$Z_{cm} = \frac{R_{11}}{100} \Leftrightarrow R_{11} = Z_{cm} \cdot 100 = 397,89 \cdot 100 = \underline{\underline{39,79 \text{ k}\Omega}}$$

$$G = \frac{R_{12}}{R_{11}} \rightarrow 20 = \frac{R_{12}}{39,79 \text{ k}\Omega} \Leftrightarrow \boxed{R_{12} = 795,8 \text{ k}\Omega}$$

$$G = 400 = 20 \cdot 20$$

EP11: esquema elèctric.





$$\begin{aligned}
 C_{11} &= 10 \text{ nF} \\
 C_{12} &= 10 \mu\text{F} \\
 C_{13} &= 100 \text{ nF} \\
 R_{11} &= 39 \text{ k}\Omega \\
 R_{12} &= 820 \text{ k}\Omega \\
 R_{13} &= 6,8 \text{ k}\Omega \\
 R_{14} &= 6,8 \text{ k}\Omega
 \end{aligned}$$

