

**Universitat Autònoma
de Barcelona**

Electrònica analògica

Activitat 2

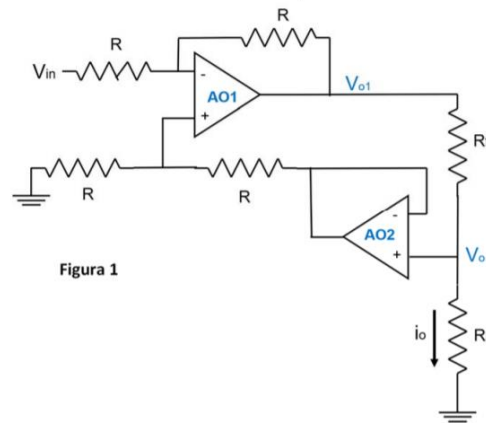
Andrés Fraile Parra 1492740

Jorge Junior Ccarhuas Aroni 1495329

Xavier Calderó Gràcia 1493818

corrents al circuit? | separa l'enunciat de l'activitat,
nodes? guina nota li correspon??

Considerar el circuit lineal de la figura 1



(a) Si els AOs són ideals, demostrar que el circuit es comporta com un convertidor tensió-corrent.

S'observa que en els dos AOs hi ha realimentació negativa per la qual cosa es pot aplicar curtcircuit virtual de tal manera que $V = V^*$. També al ser ideals no entra ni surt cap corrent dels AOs.

Analitzant el **primer AO** s'obté la següent expressió:

$$\frac{V_{IN} - V^-}{R} = \frac{V^- - V_{O1}}{R} \rightarrow V_{O1} = 2V^- - V_{IN}$$

Amb la expressió de V_{O1} podem veure que V_O es pot extreure si apliquem divisor de tensió:

$$V_O = \frac{V_{O1} * R_L}{(R_L + R_f)}$$

Recordem que es va aplicar curtcircuit virtual de tal manera que en el **segon amplificador**: $V_O = V_{AO2}^+ = V_{AO2}^- = V_{O2}$

La tensió V^* del **primer AO** ve definida per la següent expressió:

$$V^+ = \frac{V_{O2} * R}{(R + R)} = \frac{V_{O2}}{2} = \frac{V_O}{2} = \frac{V_{O1} * R_L}{2(R_L + R_f)}$$

Analitzant la primera equació juntament amb aquesta darrera obtenim el següent:

$$V_{O1} = 2 * \frac{V_{O1} * R_L}{2(R_L + R_f)} - V_{IN} \rightarrow \text{simplificant} \rightarrow V_{O1} = \frac{-V_{IN} * (R_L + R_f)}{R_f}$$

Com que V_O és la tensió resultant d'aplicar divisor de tensió, apliquem la segona equació que s'ha definit previamente:

$$V_O = \frac{V_{O1} * R_L}{(R_L + R_f)} \rightarrow \text{substituint} \rightarrow V_O = \frac{\frac{-V_{IN} * (R_L + R_f)}{R_f} * R_L}{(R_L + R_f)} \rightarrow V_O = \frac{-V_{IN} * R_L}{(R_f)}$$

S'aplica lley d'Ohm per calcular el corrent I_o :

$$I_o = \frac{-V_{IN} * R_L}{(R_f)} / R_L \rightarrow I_o = \frac{-V_{IN}}{(R_f)}$$

El corrent dependrà únicament de la tensió d'entrada i de la resistència R_f .

(b) Determinar el valor de la tensió v_o , si l'AO2 té un guany en anell obert finit.

Si l'AO2 té un guany en anell obert finit, no podem aplicar curtcircuit virtual per la qual cosa $V^+ \neq V^-$, i $V_{o2} = A(V^+ - V^-)$. Si s'analitza el segon AO podem observar que $V^+ = V_o$ i que $V_{o2} = V^-$ amb aquestes expressions extreiem la següent equació:

$$V_{o2} = A(V_o - V_{o2}) \rightarrow V_{o2} = AV_o / (1 + A)$$

Si es fixem, el guany A normalment es molt gran per la qual cosa la operació $A/(A+1)$ és aproximadament 1. Per lo que es pot obviar aquesta operació. De forma que es pot aprofitar el càlculs fets en el exercici anterior i $V_o = I_o * R_L = (-V_{IN} * R_L) / R_f$

El circuit es modifica tal como es mostra a la figura 2. Per aquesta nova configuració:

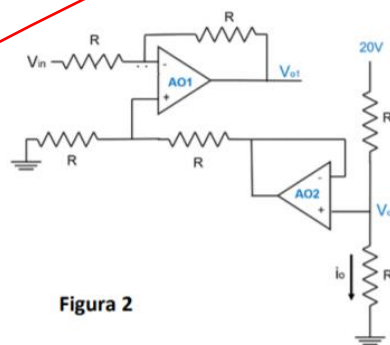


Figura 2

(c) Si els AOs són ideals, calcular el valor de V_{o1} . Si l'AO1 té una freqüència de guany unitat $f_u = 1\text{MHz}$, determinar l'ample de banda del circuit.

Se puede identificar que el AO2 está configurado como buffer y, como es ideal, no pasará corriente ni tendrá impedancias de entrada ni salida. Por lo que su salida valdrá V_o .

También, como hay un divisor de tensión con 2 resistencias del mismo valor se puede concluir que la tensión que llegará a la entrada positiva del AO1 es la mitad de V_o .

Ahora, para calcular V_{o1} , se calcula el efecto de todas las tensiones que afectan al AO1, aplicando el teorema de superposición. También teniendo en cuenta que, al ser ideal, si hay realimentación negativa se aplica el principio de cortocircuito virtual.

Con la fuente V_i , el AO1 actúa como amplificador inversor, por lo que $V_{o1, V_i} = -\frac{R}{R} V_i = -V_i$

Ahora, con la fuente de 20V, el AO1 actúa como amplificador no inversor, por lo que

$$V_{o1, V_o} = \left(1 + \frac{R}{R}\right) \frac{V_o}{2} = V_o$$

Resultando $V_{o1} = V_{o1,Vo} + V_{o1,Vi} = V_o - V_i$

Donde $V_o = 20 \frac{R_L}{R_L + R_f}$

→ valor?

1

Ahora bien, si AO1 es ideal, este tiene una ganancia infinita, y un ancho de Banda infinito, por lo que no debería tener frecuencia de ganancia unidad.

Aunque, si no fuera ideal, necesitaríamos saber su ganancia a baja frecuencia para calcular el ancho de Banda:

~~$f_{bet} = \frac{f_u}{A_o} = \frac{1MHz}{A}$~~

se debe calcular f_{BCK}
(anell de feedback)

(d) Si l'AO2 és ideal, però l'AO1 té una tensió offset de valor V_{io} , determinar l'efecte d'aquesta tensió a V_{o1} .

Se puede calcular el efecto de esta tensión offset de manera individual, aplicando el teorema de superposición.

Teniendo en cuenta que con esta fuente el AO1 actuará como amplificador no inversor y no se sabe el signo de esta tensión:

$$V_{o1, V_{io}} = \pm \left(1 + \frac{R}{R}\right) V_{io} = \pm 2V_{io}$$

$$V_{o1} = V_{o1, Vo} + V_{o1, Vi} + V_{o1, V_{io}} = V_o - V_i \pm 2V_{io}$$

✓

2

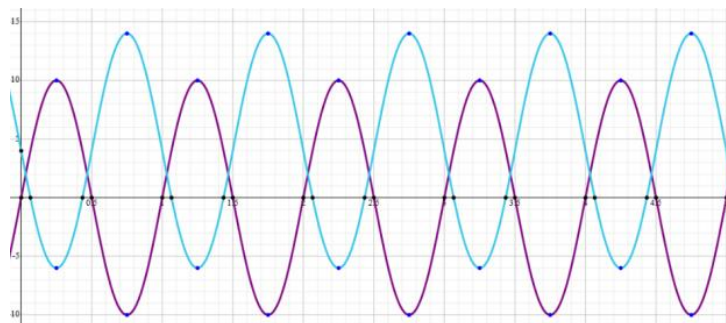
(e) L'AO1 està alimentat a $\pm 15V$ i té un $SR=0.5V/\mu s$. Representar, en un mateix gràfic, les senyals d'entrada i de sortida, V_{o1} , en funció del temps pels casos:

Com a primer pas es calcula la freqüència màxima per a la senyal d'entrada per a que la senyal de sortida no tingui distorsió.

$$f < SR/2\pi V_{max} = 5305Hz$$

e.1. $V_{in}=10 \sin 2\pi t$. Indicar els valors de les tensions i temps rellevants.

La freqüència d'aquesta senyal d'entrada és de 1Hz, amb la qual cosa es pot dir que la senyal de sortida no presentarà distorsió degut al slew rate.



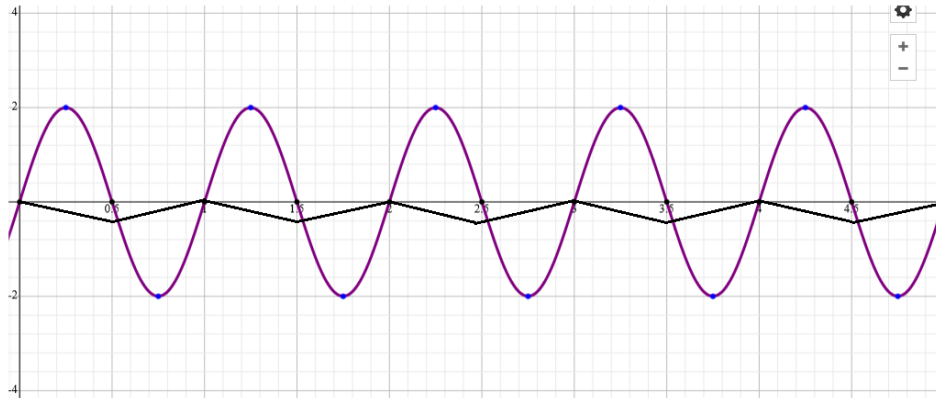
si l'haqressiu calculat, haureu vist que s'arriba a +15V

En color lila tenim la senyal d'entrada i en blau la de sortida, si ens fixem la sortida és la mateixa però canviada de signe amb un desplaçament en DC que correspon a $V_o \pm 2V_{io}$ si es té en compte el resultat del exercici anterior. Si no aquest desplaçament simplement seria V_o .

Aquest desplaçament no provocaria cap tipus de distorsió si el seu valor absolut sigues menor o igual a 5V, com s'ha ficat en la gràfica per exemple amb un valor de 4V. Si no quan s'arribés als $\pm 15V$ de sortida, el valor de sortida no augmentaria més creant així una distorsió.

e.2. $V_{in} = 2 \sin 2\pi 10^6 t$. En aquest cas fer només una representació qualitativa d el senyal de sortida, describint l'efecte més important.

En aquest segon cas la freqüència de la senyal d'entrada es de 10^6 Hz que supera la freqüència màxima, anteriorment calculada, per a la que no hi ha distorsió. En aquest cas a la sortida hi haurà una distorsió causada per el slew rate.



En color negre tenim la senyal de sortida, que com podem veure està distorsionada. Aquesta en realitat estarà desplaçada en DC amb el mateix valor de tensió offset que a la gràfica anterior, però per facilitar alhora de dibuixar la hem deixat centrada en el eix. La senyal sortida arribarà un valor absolut màxim menor de $V_{offset} - 0,25 V$. Ja que la senyal de entrada varia de forma tant ràpida que la senyal de sortida no ho pot fer degut al slew rate que ho limita a 0.5V per microsegon. La diferencia en amplitud que tindrà la senyal de sortida es tan petita que semblarà una senyal continua.

idec .