

Elementos Activos - Amplificadores Operacionales

- Guía 6 -

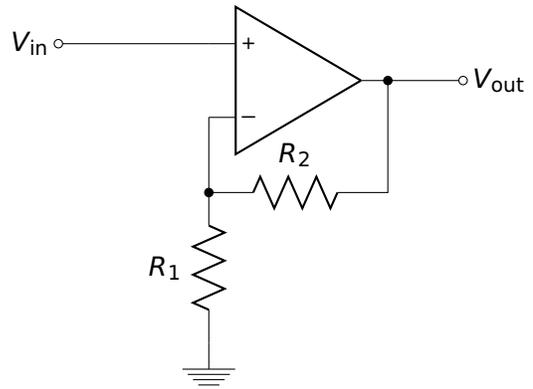
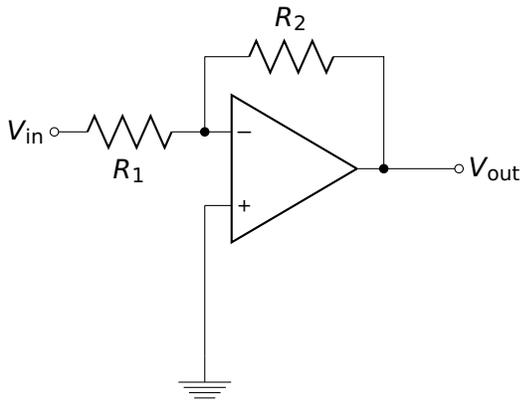
Laboratorio 3 – Departamento de Física – FCEyN – UBA

Cátedra Christian Tomás Schmiegelow 2018c2A

Circuitos realimentados en continua

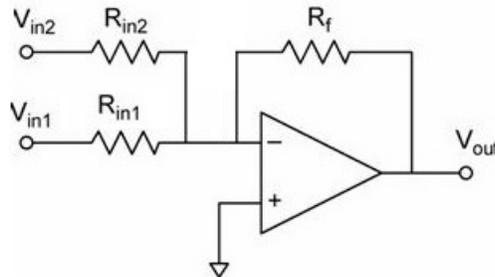
Realimentación Negativa

1. Consideren los amplificadores operacionales en configuración amplificador inversor/no-inversor, como se indica en la siguiente figura.
 - a) Calculen su función de transferencia en cada caso.
 - b) ¿Qué impedancia de entrada tiene cada circuito? ¿Dependen de el amplificador elegido? En tal caso, digan cuánto vale para los amplificadores LM358, TL08x y el OP27.
 - c) Discutan porqué no tiene sentido definir una impedancia de salida y qué otros parámetros de un amplificador operacional puede tener más sentido utilizar para describir su salida. Busquen esta información para los amplificadores LM358, TL08x y el OP27.



2. Consideren el amplificador sumador de la siguiente figura.

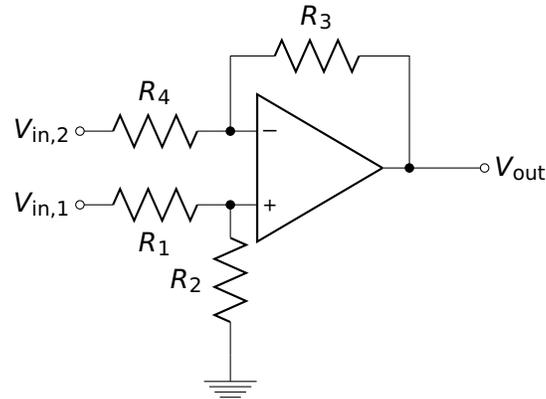
- a) Calculen su función de transferencia. (Ayuda: Discutan porqué y bajo que límite vale el principio de superposición. Miren los circuitos anteriores y ayúdense de ellos para resolver este problema.)
- b) ¿Qué impedancia de entrada tiene cada terminal?



3. Consideren el amplificador de diferencia de la siguiente figura.

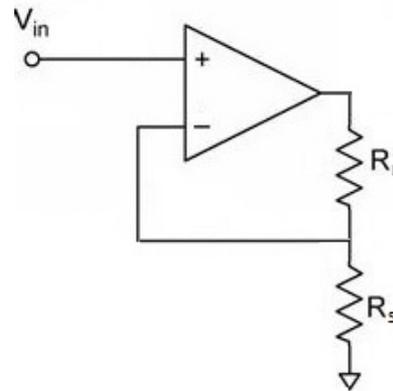
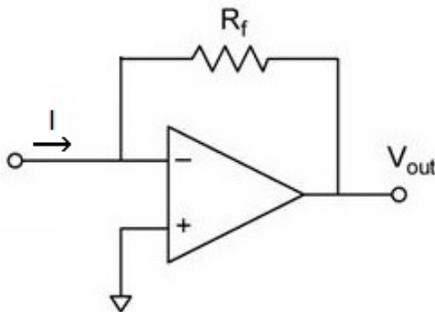
a) Calculen su función de transferencia.

b) ¿Cómo elegirían las resistencias para que este circuito haga la resta exacta de las dos señales ($V_{out} = V_1 - V_2$)? Discutan no solo qué relación de valores tienen que tener las resistencias sino también qué valor absoluto conviene usar y por qué.



Transimpedancia/Transconductancia

4. Los siguientes circuitos convierten corriente a tensión y vice versa. Estúdienlos y convénganse de que así es y determinen el factor de conversión. Investiguen: ¿para qué tipos de aplicaciones pueden servir estos circuitos?



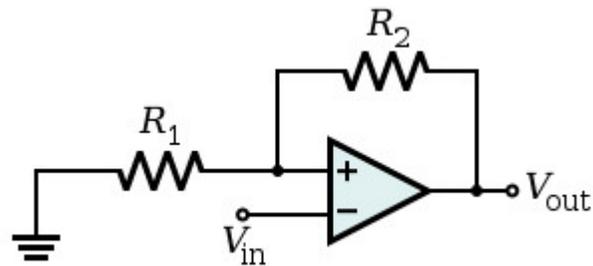
Realimentación Positiva

5. Consideren el circuito llamado trigger de Schmitt que se ilustra a continuación. Al tener realimentación positiva el valor de salida siempre está saturado en alguno de sus extremos.

a) Describan el comportamiento de circuito. Para hacerlo conviene dibujar la tensión de salida en función de la de entrada para una rampa desde +V hasta -V y al revés.

b) ¿Dónde se imaginan que podrían querer utilizar un circuito de este tipo?

c) Investiguen: este circuito puede, con una pequeña modificación, transformarse en un circuito que oscila. En particular un tipo de circuito llamado multivibrador.



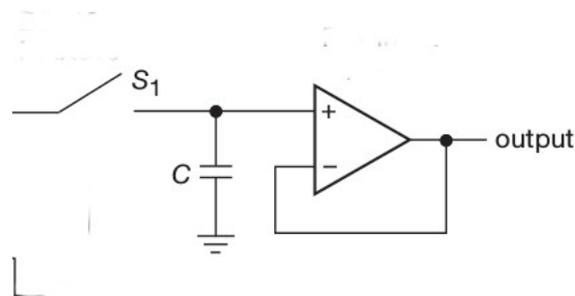
Comportamiento no-ideal

6. Consideren el circuito de siguiente figura llamado *sample-and-hold*. Cuando se acciona la llave el capacitor se carga al valor correspondiente a la tensión de entrada y la salida sigue a la entrada, este es el momento *sample* (muestreo). Al desactivar la llave el capacitor queda cargado porque el amplificador operacional tiene idealmente una impedancia de entrada infinita. A la salida se comporta como una fuente tensión con impedancia baja que copia el valor del capacitor, lo "sostiene" (*hold*).

Consideren que el amplificador operacional no es ideal. ¿Qué característica no ideal es la determinante para este circuito? Busquen cuánto valen los números que caracterizan estas imperfecciones para los amplificadores operacionales LM358, TL08x y ¿Cómo limita esto el tiempo de *hold*?

NOTA: Este circuito está muy relacionado con el circuito de detección de picos. Ambos suelen ser una primera etapa antes de un convertor analógico digital. Piensen por qué necesitaría uno tal etapa y que cambia en cada caso. También, revisen su osciloscopio y vean si encuentran cómo usar uno u otro de estos circuitos de entrada para la señal.

NOTA: Este circuito es tan usado que suelen venir integrados con todas las componentes: seguidor, interruptor de estado sólido y etapa *sample-and-hold*. Algunos integrados típicos son el LF398 y el AD783. Busquen sus hojas de datos y entiendan sus diferencias.



Respuesta en frecuencia

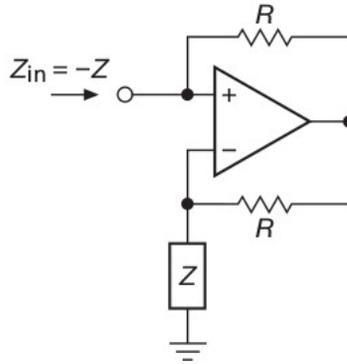
7. Con el objetivo de construir un amplificador de ganancia 100 compararemos dos estrategias. En ambos casos utilizaremos el amplificador operacional TL082 op-amp ($f_{BW} = 3 \text{ MHz}$). Dibujen el circuito y el diagrama de Bode de cada caso (no hagan cuentas complicadas!). Discutan que beneficios y problemas tiene cada estrategia.

estrategia 1: armamos un amplificador inversor de ganancia 100 utilizando una resistencias de $1 \text{ k}\Omega$ y $100 \text{ k}\Omega$.

estrategia 2: armamos dos amplificadores inversores encadenados cada uno de ganancia 10 utilizando una resistencias de $1 \text{ k}\Omega$ y $10 \text{ k}\Omega$ para cada uno.

8. Hagan el diagrama de Bode para el circuito integrador indicado a continuación tomando que $R_{DC}/R = 100$ y que $f_0 = 16$ kHz, donde $f_0 = 1/2\pi RC$ es la el tiempo característico del integrador
- ¿Qué ganancia tiene el circuito a $f = f_0$?
 - ¿Qué valor tiene que tener R si $C=0.01 \mu\text{F}$?
 - Si el amplificador tiene un voltaje de *offset* de 3 mV. ¿Qué *offset* esperan ver a la salida?
 - Discutan la importancia de la inclusión de la resistencia R_{DC} .
9. Consideren un filtro pasa bajo RC pasivo con $R=1$ k Ω y $C=10$ nF.
- ¿Qué impedancia de entrada y de salida tiene?
 - ¿Cómo se modifican estas impedancias si le agregáramos un seguidor a la entrada o a la salida?
 - En cada caso, ¿cómo se modifica el diagrama de Bode del circuito por la introducción del amplificador operacional?
10. El filtro Sallen-and-Key es un típico ejemplo de un filtro activo de orden 2 que no necesita inductores.
- Dibujen el esquema general de un filtro tipo Sallen-and-Key pasa altos y pasa bajos.
 - Consideren el caso de resistencia iguales, capacitancias iguales y ganancia del amplificador A. En tal caso intenten deducir analíticamente la función de transferencia.
 - ¿Qué pasa si la ganancia $A=3$? Considerando que el amplificador tiene también una respuesta en frecuencia tipo pasa bajos, ¿cómo elegirían la ganancia para que este circuito sea estable?
 - Simulen el circuito para valores de R y C que den un corte en 50 kHz. Cambien algunos parámetros como la ganancia del amplificador, el valor de solo una resistencia, etc y vean que ocurre.
 - Existen una infinidad de calculadoras para ayudarnos a elegir componentes de filtros que se comporten como queremos: tipo Chebychev, Butterworth, Bessel. Utilicen una de ellas, para diseñar un filtro pasa banda con un único amplificador operacional. ¿Cómo se compara el el resultado con un pasa banda pasivo? Algunas sugerencias de páginas con calculadoras:
<http://sim.okawa-denshi.jp/en/Fkeisan.htm>
<https://www.analog.com/designtools/en/filterwizard/>

11. Muestren que el circuito de la siguiente figura se comporta como un conversor de impedancia negativa. Es decir que $Z_{in} = -Z$ Pista: estudien cuánto vale la corriente de entrada i para una tensión fija de entrada V y computen $Z = V/i$. NOTA: puede hacerse un conversor generalizado de impedancias con el cual se puede tener un comportamiento tipo inductivo sin necesidad de inductores y otras cosas raras. ¡Investiguen!



* Nota: las figuras de los ejercicios 6 y 11 fueron tomadas de el libro Art of Electronics de Horowitz y Hill, la figura del ejercicio 5 es de Wikimedia.