

Amplificadores Operacionales II

- Guía 2 -

Laboratorio de Electrónica – Departamento de Física – FCEyN – UBA

Cátedra:Schmiegelow

Respuesta en frecuencia

1. **Amplificadores en Cascada.** Con el objetivo de construir un amplificador de ganancia 100 compararemos dos estrategias. En ambos casos utilizaremos el amplificador operacional TL082 op-amp ($f_{BW} = 3 \text{ MHz}$).

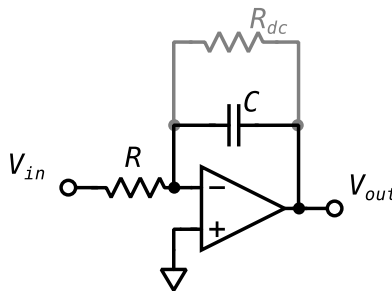
- a) Dibujen el circuito y el diagrama de Bode de cada caso (no hagan cuentas complicadas!).
- b) Discutan que beneficios y problemas tiene cada estrategia.

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.

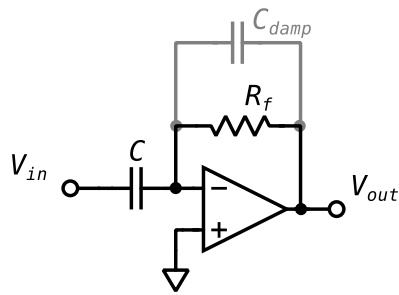
2. **Integrador.** Hagan el diagrama de Bode para el circuito integrador indicado a continuación tomando que $R_{DC}/R = 100$ y que $f_0 = 16 \text{ kHz}$, donde $f_0 = 1/2\pi RC$ es la frecuencia característica del integrador (y RC es el tiempo característico).

- a) ¿Qué ganancia tiene el circuito a $f = f_0$?
- b) ¿Qué valor tiene que tener R si $C = 0.01 \mu\text{F}$?
- c) Si el amplificador tiene una tensión de *offset* de 3 mV . ¿Qué *offset* esperan ver a la salida?
- d) Discutan la importancia de la inclusión de la resistencia R_{DC} .



3. **Derivador.** Análogamente al integrador, el circuito de la siguiente figura genera a la salida V_{out} una señal proporcional a la derivada de la señal de entrada V_{in} .

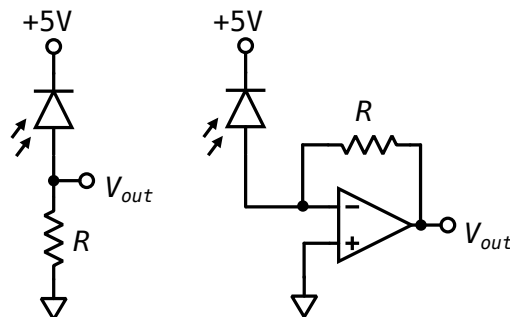
- a) Mostrar que el siguiente circuito funciona como un derivador (ignorar C_{damp}).
 - Sugerimos resolver los siguientes puntos cualitativamente con ayuda de un simulador de circuitos.
- b) Estudiar qué pasa con la ganancia del circuito cerca de la frecuencia $f_{res} = \sqrt{f_0 f_{BW}}$, con $f_0 = 1/(2\pi RC)$.
- c) Incluir en el circuito el capacitor, con un valor tal que se corrija la resonancia y estudiar cómo cambia la ganancia.



4. **CASO: Amplificador de transimpedancia de un fotodiodo.** Queremos armar un detector de luz para el monitoreo de la potencia de un láser de 800 nm y contamos con un fotodiodo FDS100. El haz que utilizaremos tiene $\approx 10 \mu W$ de potencia. Queremos armarle un circuito de transimpedancia que nos permita convertir la corriente que genera el fotodiodo en una tensión de 1 V de amplitud. Encontramos dos opciones de circuitos en internet y queremos evaluar cual nos conviene y cómo elegir sus parámetros. Las dos se indican en los diagramas de abajo. Luego de analizar cada caso, en función de todos los datos obtenidos argumenten por qué o en qué casos elegirían un circuito u otro. Una tabla comparativa puede ayudar.

A modo de guía les sugerimos los siguiente pasos para el análisis:

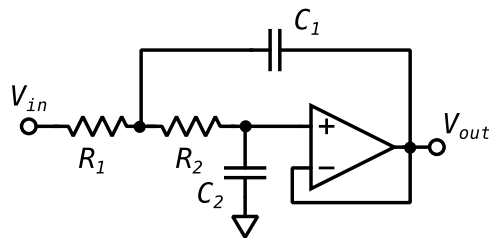
- El fotodiodo funciona aproximadamente como una fuente de corriente. La corriente que produce es proporcional a la intensidad de luz que le llega. La relación entre corriente y luz se llama responsividad. Utilizando la hoja de datos del fotodiodo, indiquen qué corriente estiman que generará el fotodiodo para las condiciones indicadas.
- Para cada uno de los casos, calculen la tensión de salida V_{out} y la ganancia trans definida como $G_{trans} = dV_{out}/di_{pd}$, donde i_{pd} es la corriente del fotodiodo. Elijan entonces, para cada circuito, la resistencia necesaria para generar una tensión de 1 V a la salida.
- Un buen amplificador de transimpedancia tiene además una baja impedancia de entrada. Calculemos la impedancia de entrada para cada caso como dV_{in}/di_{pd} considerando el V_{in} correspondiente en cada caso. Den el resultado analítico y el resultado numérico. Consideren que utilizan un op-amp con ganancia de lazo abierto $g = 10^5$.
- El fotodiodo tiene una capacitancia natural que limita su funcionamiento ideal como fuente de corriente (vean la hoja de datos). Esta capacitancia, junto con la impedancia de entrada del amplificador armarán un filtro pasa bajos tipo RC. Calculen para cada caso el la frecuencia de corte del filtro.



Filtros Activos

5. **Filtro con Seguidor.** Consideren un filtro pasa bajo RC pasivo con $R=1 \text{ k}\Omega$ y $C=10 \text{ nF}$.

- a) ¿Qué impedancia de entrada y de salida tiene?
- b) ¿Cómo se modifican estas impedancias si le agregáramos un seguidor a la entrada o a la salida?
- c) En cada caso, ¿cómo se modifica el diagrama de Bode del circuito por la introducción del amplificador operacional?
6. **Filtro Salen-and-Key.** Este es un típico ejemplo de un filtro activo de orden 2 que no necesita inductores. En la siguiente figura se indican su configuración tipo pasa bajo.
- a) Calculen la función de transferencia para este caso (o para el pasa altos).
- b) Elijan distintas combinaciones de R y C que den un corte en 50 kHz y grafiquen el comportamiento del filtro. ¿Qué cambia cualitativamente en cada caso?
- c) 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 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/>



- extra Consideren el caso de resistencia iguales, capacitancias iguales y ganancia del amplificador A. En tal caso intenten deducir analíticamente la función de transferencia.
- extra ¿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?