

6.071 Prácticas de laboratorio 4

Amplificadores operacionales

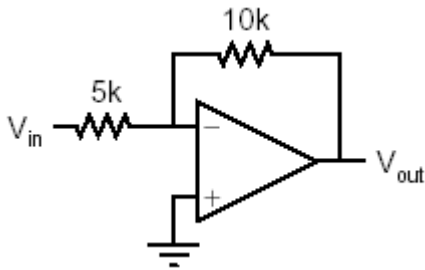
29 de abril de 2002

1 Ejercicios previos

AVISO: en las anteriores prácticas de laboratorio, se han presentado numerosos estudiantes sin los ejercicios previos terminados. En esta última, el control será mucho más estricto. Se ruega que presenten los ejercicios a tiempo. Aquellos que se presenten tarde no obtendrán créditos (tras la sesión de laboratorio) o, como máximo, recibirán medio crédito (incompletos presentados al inicio de la sesión).

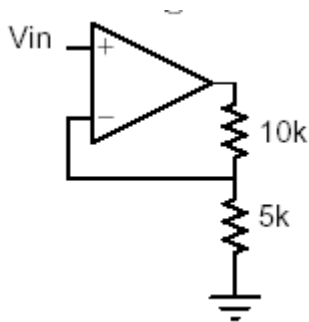
1.1 Amplificador inversor

Calcular la ganancia de este circuito amplificador:



1.2 Amplificador no inversor

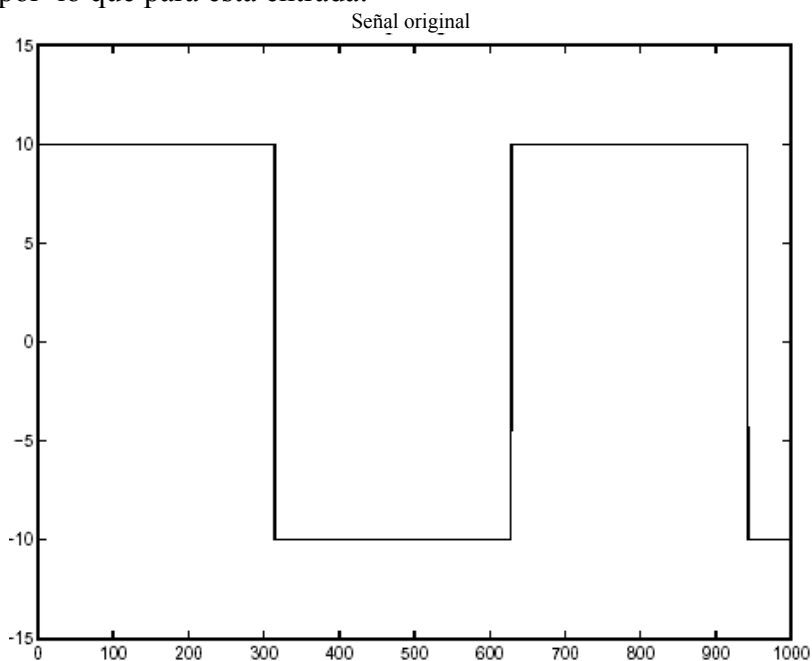
Calcular la ganancia de este circuito de amplificación:



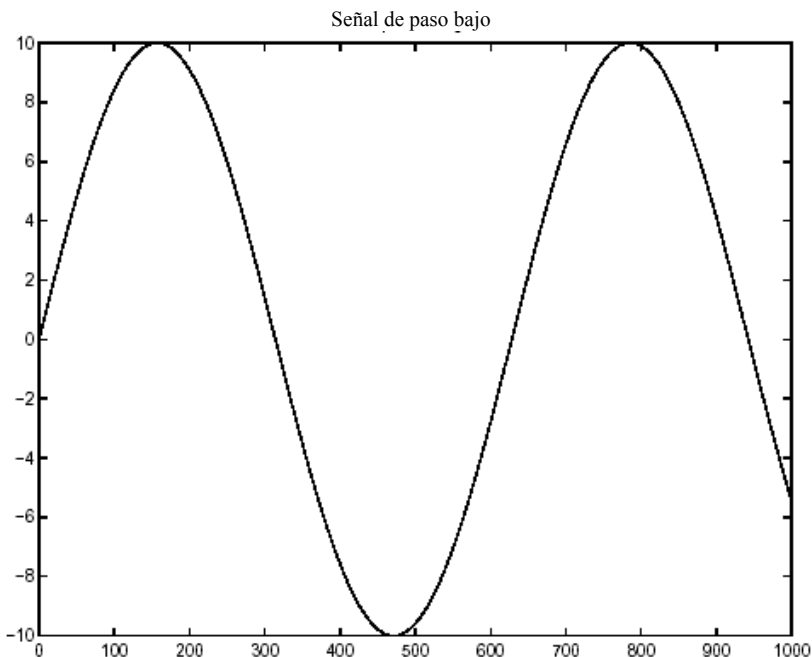
1.3 Trigger de Schmitt

Para los objetivos de este problema, daremos por hecho que todos los amplificadores operacionales se saturan a $\pm 15V$, pero esto sólo es un ideal.

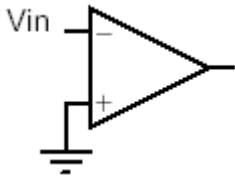
Se quiere diseñar la fase de entrada de un circuito digital. Se desea obtener el máximo ancho de banda posible de la línea de señal que se está utilizando, y se descubre que cuando se empieza a alcanzar ese límite, la línea de señal comienza a comportarse como un filtro de paso bajo, por lo que para esta entrada:



Obtenemos esta salida:

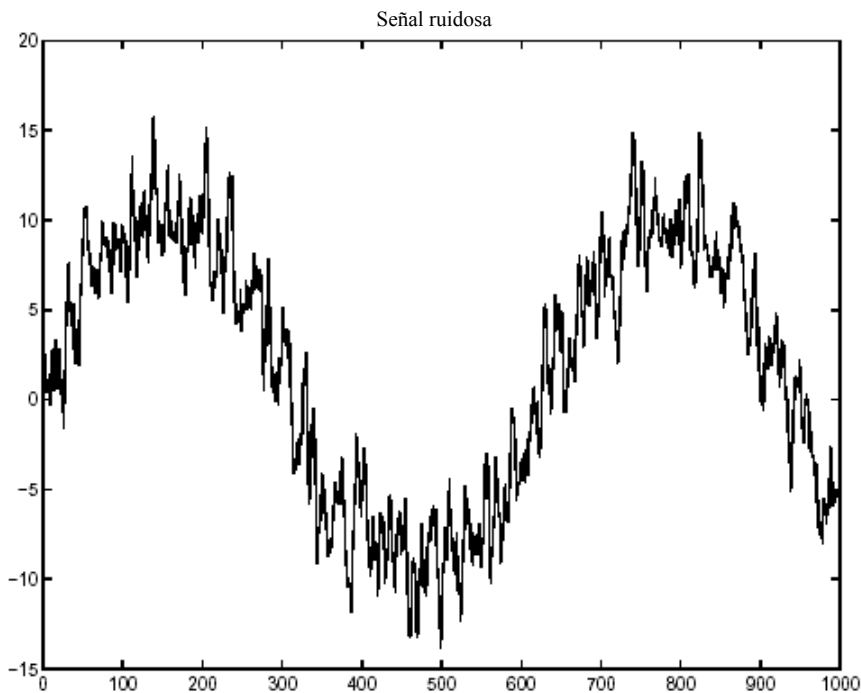


Se decide limpiar la señal introduciendo un comparador:



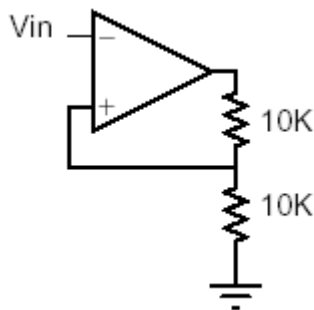
Trazar la onda de salida del comparador de la gráfica anterior (atención a los signos).

Se conecta el circuito y, además de las propiedades de paso bajo de la línea de señal, se encuentra ruido por encima de la señal:



De nuevo, trazar la onda de salida siguiendo el comparador del gráfico anterior. ¿Qué problema surge?

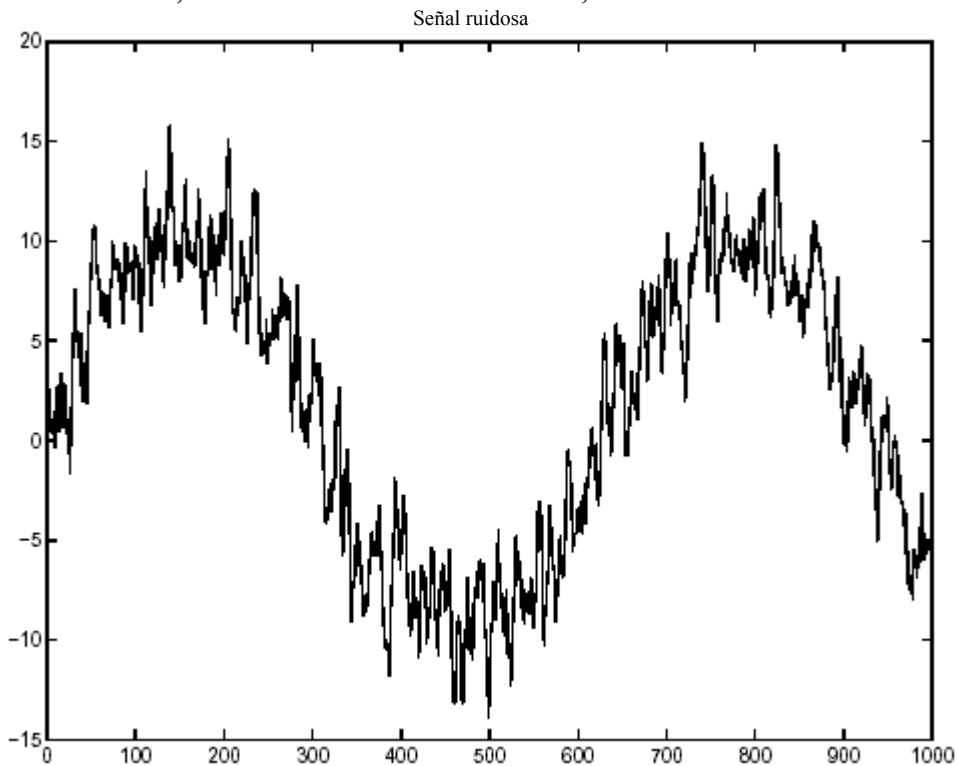
Se consulta una copia de Horowitz & Hill, y se encuentra un circuito que usa un poco de realimentación positiva para solucionar el problema:



Digamos que la entrada está a 0V, y que la salida se inició a 1V. Averiguar hasta dónde llega la salida. ¿Y si ésta se iniciase a -1V?

A continuación, se deben hallar los umbrales de conmutación del circuito, con la salida saturada a +15V y -15V.

De nuevo, trazar la salida de este circuito, dada la forma de onda de la entrada ruidosa:



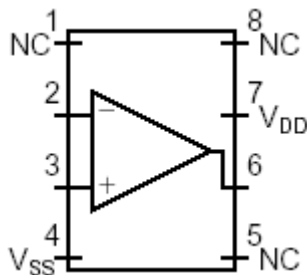
1.4 Trabajos de lectura

Leer la parte de la práctica sobre el voltímetro y la ficha técnica del ICL7129. Se debe reflexionar sobre el circuito que se construirá y utilizará en esta parte de la práctica. Si no se leen estos textos y se planifica por adelantado lo que se va a hacer, resultará muy complicado finalizar la práctica en el tiempo previsto para ello.

2 Práctica

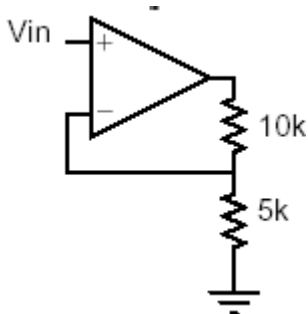
En esta práctica sólo se usará el amplificador operacional 356. El 356 es bueno, barato y fácil de manejar y se adapta bien a la mayoría de los circuitos básicos. Otros amplificadores operacionales más caros tienden a sacrificar la idealidad (corriente de entrada finita, estabilidad, supresión de fuente de alimentación, etc.) en favor de características específicas (alta velocidad, menos ruido, etc.) y pueden resultar mucho más complicados de manejar.

El pinout del 356 es el mismo que el del 741, y está expuesto por todo el laboratorio. Para la comodidad del estudiante, incluimos una copia aquí:



2.1 Amplificador

Construir el circuito amplificador de los ejercicios previos:

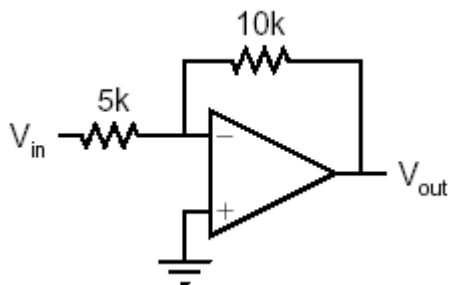


Modificar los valores de los componentes de este circuito para obtener una ganancia de 10. Mostrar los cambios en el esquema. Probar el circuito. ¿Se ha obtenido la ganancia esperada?

Ahora, supongamos que se intenta almacenar una carga de impedancia media o alta. Haciendo pasar la entrada a través de una resistencia de 100k, comprobar cuánto cambia la salida.

2.2 Amplificador inversor

A continuación, se conecta el amplificador inversor:

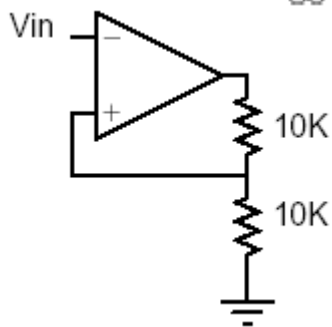


Modificar los valores de los componentes de este circuito para obtener una ganancia de 10. Registrar los cambios en el esquema. Probar el circuito. ¿La ganancia es la esperada?

Ahora, supongamos que se intenta introducir en el acumulador intermedio una carga de impedancia media o alta. De nuevo, hay que hacer pasar la entrada por una resistencia de 100k y observar cómo cambia la salida. ¿Cuáles son las similitudes y diferencias con la configuración no inversora?

2.3 Trigger de Schmitt

Construir el circuito del trigger de Schmitt de los ejercicios previos:



Medir a qué voltajes conmuta. ¿Concuerda con los cálculos de los ejercicios previos?

3 Voltímetro

En las últimas prácticas utilizaremos un circuito integrado (ICL7129) para construir un voltímetro sencillo.

Nota: el archivo ICL7129 PDF no tiene muy buena resolución y hay trazos y conexiones de los circuitos de muestra que no se ven bien. La presentación del PDF del equivalente de microchip (www.microchip.com) del producto TC7129 se ve mejor.

Los objetivos principales de esta parte de la práctica son:

- Adquirir experiencia en la lectura e interpretación de las fichas técnicas.
- Llegar a la conclusión de que, en la realidad, la gran variedad de componentes multiuso integrados que se fabrica dificulta la integración y la optimización de sistemas a la hora de diseñar los dispositivos.
- Familiarizarse con el ensamblaje de prototipos en la tableta experimental y acostumbrarse a probar su rendimiento.

3.1 Planteamiento de problema

Diseñar y construir un voltímetro basado en el chip ICL7129A con las siguientes características:

| | |
|------------------------------|----------|
| Rango de voltaje de entrada: | $\pm 2V$ |
| Tensión de alimentación: | 9 V |
| Precisión: | 1 mV |
| Resolución: | 1 mV |

Se construirá el circuito mostrado en la figura 1 de la ficha técnica 7129. Los siguientes son algunos puntos que hay que recordar:

1. Al no tener oscilador para conducir el sistema, usaremos un circuito oscilador RC sencillo. Utilizaremos el que aparece en la figura 5 de la ficha técnica (figura 8 de la ficha TC7129). Nótese las implicaciones que el uso de un oscilador RC tiene sobre la resolución del sistema. Pregunta: ¿cuál es la significancia de la ecuación $R = 0,45/(fC)$
2. Tirar de la clavija de rango (37) HI (> 3 voltios) para alcanzar el deseado rango de 2 Voltios.
3. Como diodo de referencia se puede usar la referencia de voltaje del kit de laboratorio. Obsérvese la conexión de este diodo zener.
4. Las clavijas de la 4 a la 18 del ICL7129 son salidas que se usan para conectar el LCD. El LCD está multiplexado 1/3 (3 comunes) con la siguiente clavija al mapa de segmentos: (ver ficha técnica para más información sobre los descriptores usados en el mapa de segmentos).

| Pin | COM1 | COM2 | COM3 |
|-----|------|------|--------------------|
| 1 | 4F | 4E | 5DP |
| 2 | 4A | 4G | 4D |
| 3 | 4B | 4C | B-C |
| 4 | 3F | 3E | 4DP |
| 5 | 3A | 3G | 3D |
| 6 | 3B | 3C | - (signo negativo) |
| 7 | 2F | 2E | 3DP |
| 8 | 2A | 2G | 2D |
| 9 | 2B | 2C | BATERÍA BAJA |
| 10 | 1F | 1E | 2DP |
| 11 | 1A | 1G | 1D |
| 12 | 1B | 1C | CONTINUIDAD |
| 13 | COM1 | - | - |
| 14 | - | COM2 | - |
| 15 | - | - | COM3 |

3.2 Preguntas sobre la resolución A/D

¿Cuál es la resolución del convertidor A/D que lleva incorporado el 7129? *Esta pregunta se puede contestar sólo con leer atentamente la ficha técnica.*

¿Qué función tiene el voltaje de referencia?

¿Qué ocurre si el voltaje de referencia no es constante?

3.3 Probando el circuito

Construir el circuito y realizar las siguientes pruebas:

Usando la fuente de alimentación de 5 V, diseñar un generador de tensión de entrada variable. (Un circuito divisor de tensión sencillo, con una resistencia variable será

suficiente.) Observar la entrada con el DVM y compararla con el valor mostrado en el LCD del voltímetro. Registrar las observaciones realizadas.

Comprobación de “batería baja”:

Cuando el voltaje de alimentación cae por debajo de un nivel determinado, se activa el indicador de “batería baja”. Realizar una serie de mediciones para determinar el valor del voltaje del umbral real de voltaje bajo del dispositivo. Para este experimento se puede utilizar un circuito divisor de voltaje sencillo, con una resistencia variable.