

TEORÍA DE CIRCUITOS 2020

Trabajo Práctico Grupal N°2: Amplificadores Operacionales - Efectos en DC y AC

CONSIDERACIONES GENERALES

- Se utiliza la letra N para denotar al número de grupo.
- Cuando se indican valores de resistencias, se debe sintetizar ese valor con combinaciones de a lo sumo un par en serie o paralelo para obtener el menor error posible.
- Está permitido asistir el desarrollo matemático mediante programas algebraicos. Sin embargo, todos los resultados y pasos intermedios más importantes deben quedar asentados en el informe.
- Se realizan todas las simulaciones de circuitos mediante LTspice.
- Todas las gráficas de respuesta en frecuencia deben expresarse en escala semi-logarítmica.
- Se espera coherencia en las cifras significativas a lo largo de los cálculos y resultados, tanto en escala lineal como logarítmica.
- Se les recuerda a los alumnos que la política de Fraude y Plagio del Instituto rige sobre este trabajo.

PAUTAS PARA LA EVALUACIÓN DEL INFORME

- Contenido y capacidad de síntesis:
 - Se penalizarán contenidos irrelevantes.
 - Se valorará la presentación clara, concisa, específica y sin redundancias.
 - Se esperan conclusiones relevantes dentro del desarrollo de cada tema y del trabajo práctico en general.
- Adecuado manejo y presentación de magnitudes numéricas.
- Organización grupal del trabajo:
 - Se espera el mayor grado de cohesión y homogeneidad en la resolución de los distintos enunciados.
 - Se debe respetar un estándar y objetivos comunes.
- Originalidad e inventiva.
- Presentación, redacción y ortografía.
- Aportes no obligatorios.

1. CARACTERIZACIÓN DE AMPLIFICADORES OPERACIONALES

A partir del circuito mostrado en la figura 1.1, considerar los dos casos de la tabla 1.1.

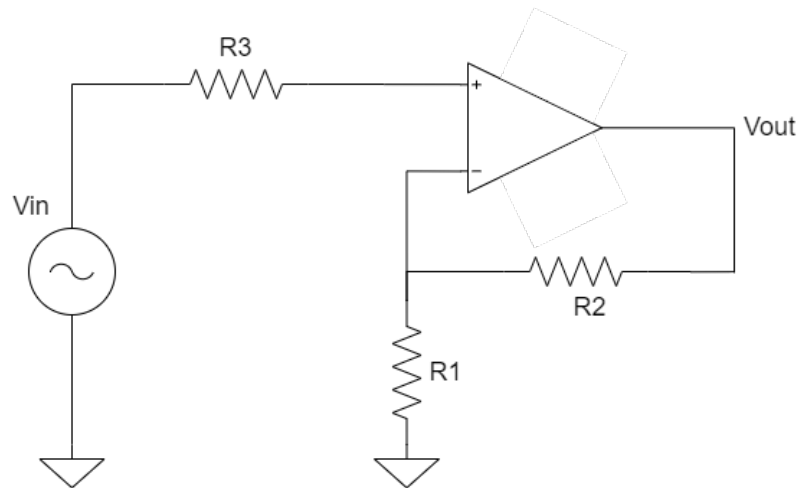


Figura 1.1: No inversor

	R_1	R_2	R_3	Opamp
Caso 1	1k Ω	82k Ω	220k Ω	LM833
Caso 2	1k Ω	82k Ω	220k Ω	NE5534

- Para ambos casos, estimular al circuito con una señal senoidal de $1V_{pp}$ de amplitud desde una década antes de la primera singularidad relevante que presenta el circuito hasta una década después de la última singularidad relevante.
 - Calcular de forma teórica la respuesta en frecuencia y compararla con la obtenida mediante la simulación y medición del circuito. Graficarlas y analizar.
 - Calcular de forma teórica la impedancia de entrada vista por el generador y compararla con la obtenida mediante la simulación y medición del circuito. Graficarlas y analizar.
- ¿Cómo influye el GBP de los distintos operacionales en la respuesta en frecuencia?
- ¿Qué diferencias de comportamiento se observan entre los distintos casos?
- De no haber coincidido el modelo teórico con las mediciones realizadas, proponer un cambio para conseguir un comportamiento más cercano al ideal. Verificar la efectividad del cambio propuesto.
 - Nota 1: Al simular cada caso, emplear los modelos de ItSpice correspondientes a cada operacional.
 - Nota 2: Este circuito tiene una ganancia considerablemente alta. Verificar que el slew rate del operacional no arruine las mediciones.

2. MEDICIÓN DE BIAS

Al elegir un amplificador operacional, es importante conocer su tensión de offset y sus corrientes de polarización para poder estimar sus efectos en la salida del circuito. Desconocer estos fenómenos puede dar lugar a errores de diseño que hagan que el amplificador operacional no funcione correctamente, afectando seriamente a la aplicación deseada. En la figura 2.1 se observa un circuito de medición de corrientes de bias.

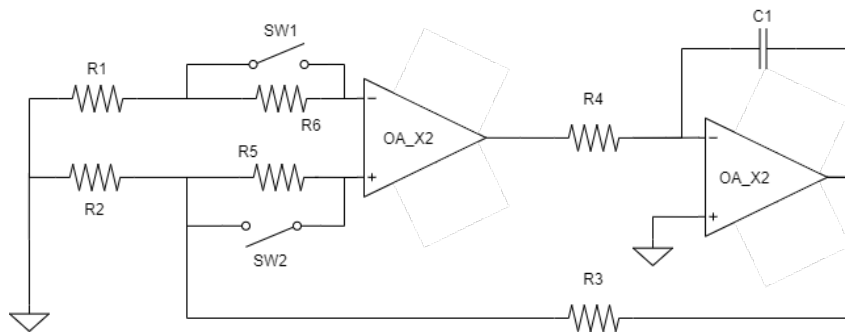


Figura 2.1: Circuito de medición de corrientes de offset

	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	C_1	Opamp
Caso 1	10Ω	10Ω	$3k\Omega$	$100k\Omega$	$100k\Omega$	$100k\Omega$	$1\mu F$	LF356
Caso 2	10Ω	10Ω	$3k\Omega$	$100k\Omega$	$100k\Omega$	$100k\Omega$	$1\mu F$	TL081

Considerar el circuito de la figura 2.1, utilizando los amplificadores operacionales LF356 y TL081:

- Explicar el funcionamiento del circuito, la función de OA_X y determinar el modo más conveniente de medir las corrientes de bias.
 - ¿Se puede afirmar que la configuración utilizada es estable? Justificar.
 - ¿Qué sucede si se invierten las entradas de uno de los amplificadores operacionales? ¿Qué sucede si se invierten las entradas de ambos? ¿Alguna de estas configuraciones presenta una ventaja sobre aquella presentada en el ejercicio?
 - ¿Cuál es el amplificador operacional que está siendo medido?
- Medir la tensión de entrada de offset en función de la tensión de salida con S_1 y S_2 cerrados, con su respectiva propagación de errores. ¿Qué rango de valores es apropiado para C_1 ? ¿Afecta en algo utilizar un valor de C_1 chico respecto de uno grande?
- Medir las corrientes de offset (polarización) conmutando adecuadamente S_1 y S_2 , y escogiendo valores adecuados para R_5 y R_6 .
- Comparar resultados con las hojas de datos y analizar el error.
- Investigar un circuito de compensación externo que funcione con ese operacional en configuración inversora.

3. CIRCUITOS INTEGRADORES Y DERIVADORES

A continuación se presentan dos típicos circuitos de primer orden: integrador y derivador. En el primero, la salida es la integral de la señal de entrada, mientras que en el segundo la salida es la derivada de la misma.

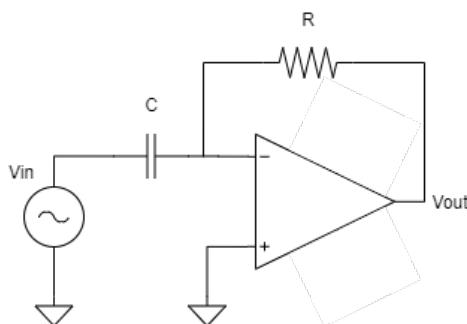


Figura 3.1: Circuito derivador.

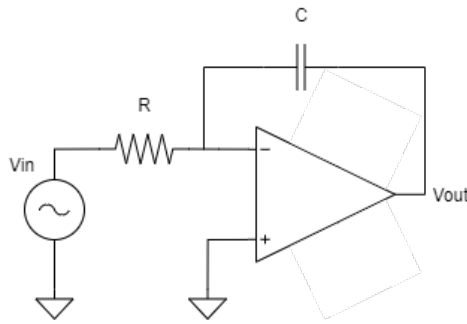


Figura 3.2: Circuito integrador.

R	C	opamp
$5.1K\Omega$	$20nF$	LM833

Para cada uno de los circuitos:

1. Calcular teóricamente V_{out}/V_{in} considerando condiciones ideales, A_{vol} finito y $A_{vol}(\omega)$ con polo dominante.
 2. Comparar el resultado teórico con la simulación y medición del mismo con una entrada senoidal.
 3. Simular la impedancia de entrada del circuito en función de la frecuencia.
 4. Simular y medir la respuesta del circuito ante una señal de entrada cuadrada y una triangular. Exhibir imágenes que convaliden el comportamiento integrador y derivador, según corresponda.
 5. Analizar el comportamiento de cada circuito y sus limitaciones en alta y baja frecuencia. Agregar una resistencia de compensación en serie o paralelo al capacitor (determinando y justificando apropiadamente qué caso corresponde para cada circuito), eligiendo su valor de tal forma que el sistema integre o derive hasta la máxima frecuencia posible, con un margen de error en la fase menor o igual a 3° . Se espera que el sistema no presente sobrepicos en su transferencia.
 - a) Analizar los beneficios que aporta utilizar una resistencia de compensación.
 - b) Analizar a qué se debe el posible sobrepico en la transferencia del circuito.
- En las mediciones utilizar la máxima amplitud según la frecuencia a la cual la señal de salida no sufre distorsiones.

4. CIRCUITO DE APLICACIÓN

El LM35 es un circuito integrado cuya tensión de salida varía linealmente con la temperatura. Se desea que la señal pueda ser adquirida por un sistema con, por ejemplo, un conversor analógico/digital, con tensión de entrada variable entre 0V y 5V.

1. Diseñar un circuito utilizando el LM35 que adapte la señal para que pueda ser adquirida con máxima excursión para temperaturas que varíen entre $35^\circ C$ y $45^\circ C$ (siendo $35^\circ C$ correspondiente con 0V y $45^\circ C$ correspondiente con 5V).
2. Diseñar un método de calibración del circuito para que se cumpla la especificación.
3. El circuito debe contar con una protección de forma tal de que la tensión de salida no se encuentre por debajo de $-1V$ ni por encima de 6V.
4. Diseñar el PCB correspondiente.
5. Incluir en el informe un datasheet de la implementación final, incluyendo toda la información relevante.
 - OPCIONAL: Armar el circuito y probar su funcionamiento, analizando las limitaciones del mismo.