

# Los amplificadores operacionales de propósito general no sirven para todas las aplicaciones: ventajas técnicas y económicas de los amplificadores operacionales de precisión



www.onsemi.com

Autor: Farhana Sarder

A menudo nos encontramos con clientes que utilizan amplificadores operacionales de propósito general como el LM321 para las aplicaciones de sensado de corriente. Éste es un amplificador operacional presente en el mercado desde hace décadas, entre otros, caracterizados por su bajo coste y su uso en innumerables aplicaciones. No obstante, a veces esos mismos clientes vienen a nosotros y nos dicen que estos amplificadores operacionales no responden adecuadamente en sus circuitos de sensado de corriente. Cuando observamos los dispositivos que nos han devuelto éstos funcionan según lo previsto. Por tanto, ¿qué ha fallado?

Que un amplificador operacional sea de "propósito general" no significa que sirva para todas las aplicaciones. Las aplicaciones de sensado de corriente necesitan precisión. El sensado de corriente se suele utilizar en aplicaciones de control de potencia y de protección frente a sobrecorrientes. Imaginemos un mundo en el que no existiera la precisión. El indicador de la carga de la batería de su teléfono podría mostrar un 8% cuando en realidad la batería está a punto de agotarse. Podría diseñar un circuito de sobrecorriente que se activara a 100 A, pero que el circuito de protección no entrara en funcionamiento hasta 150 A, y en el que todos los dispositivos conectados a continuación se habrían visto afectados. Esta es la diferencia entre el propósito general y la precisión.

En un amplificador operacional de precisión lo más importante es la tensión de offset de entrada. También ofrecerá unas mejores especificaciones de CMRR y PSRR, pero ambos parámetros dependen de la tensión de offset de entrada, que varía con la tensión en modo común o la tensión de la fuente de alimentación. ¿Qué es la tensión de offset de entrada? Se

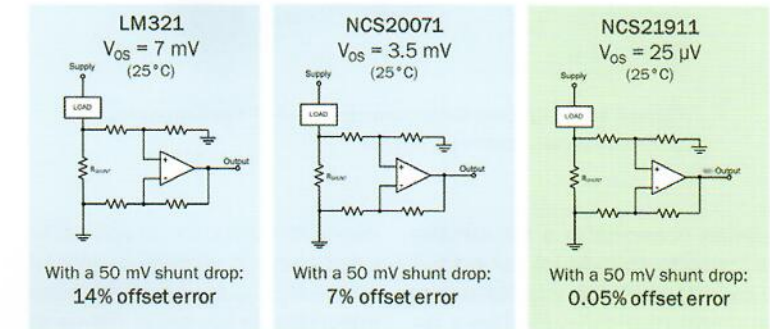


Figura 1. Comparación entre las tensiones de offset de entrada y el error del offset de salida resultante. Los amplificadores con offsets de entrada de 7 mV y 3,5 mV presentan un error apreciable de offset de salida.

trata de un offset inherente a la entrada de cada amplificador operacional que se origina por los pequeños desajustes en el par de transistores de entrada, consecuencia del proceso de fabricación. En su momento aprendimos que un amplificador operacional ideal no tiene tensión de offset de entrada, pero sabemos que eso no ocurre en el mundo real.

Un amplificador operacional de propósito general veterano como el LM321 tiene una  $V_{OS} = \pm 7$  mV máx., mientras que un amplificador operacional moderno como el NCS20071

tiene una  $V_{OS} = \pm 3,5$  mV máx. Este valor máximo de la especificación se basa en una distribución centrada cerca del cero. Esto significa que durante la mayor parte del tiempo un dispositivo escogido al azar ofrecerá un offset cercano a cero. Puede que usted quede convencido de que el circuito de su prototipo funciona a la perfección con un LM321, pero cuando el circuito pasa a la fase de producción masiva es posible que el porcentaje de fallos sea significativo. Esto se debe a que existen variaciones entre diferentes dispositivos a causa

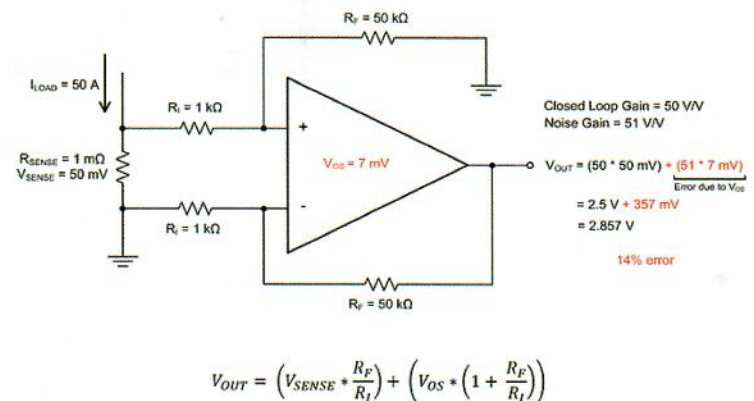


Figura 2. Sensado de corriente en el lado de bajo voltaje y aportación de la tensión de offset de entrada al error de salida.

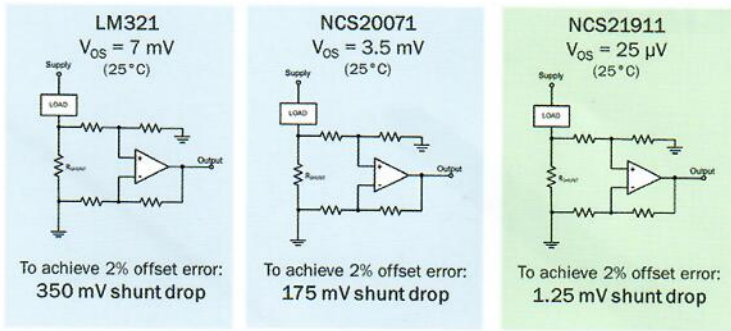


Figura 3. Comparación entre tensiones de offset de entrada y caída de tensión resultante en la derivación cuando se exige una precisión fija. Cuanto menor es la caída de tensión en la derivación, más aumenta la eficiencia.

del proceso de fabricación, por lo que algunos de dichos dispositivos se aproximarán a los límites. El diseño del circuito debería contemplar siempre la tensión máxima de offset de entrada. En ocasiones observamos que algunos diseñadores se olvidan de someter el circuito a los límites del caso más desfavorable: límites de la tensión de offset de entrada, del CMRR, de las tolerancias de la red resistiva, efectos de la temperatura, etc.

Compare los amplificadores operacionales de aplicación general LM321 y NCS20071 con el nuevo amplificador operacional de precisión NCS21911, cuyo offset máximo es de  $V_{OS} = \pm 25 \mu\text{V}$  (microvoltios) gracias a su arquitectura estabilizada con chopper. Pues bien: ¿hasta qué punto influye la tensión de offset? Planteemos una situación con una caída de tensión fija de 50 mV en la derivación, como muestra la Figura 1.

Analicemos con más atención el ejemplo con  $V_{OS} = 7 \text{ mV}$  en la Figura 2.

Cuando se opta por un amplificador operacional de precisión como el NCS21911, la aportación al error por parte de la tensión de offset de entrada será insignificante en el ejemplo de este circuito. La precisión de salida no solo se ve mejorada, sino que incluso existe un cierto margen para reducir el tamaño de la resistencia de sentido y seguir manteniendo la precisión requerida.

Dado que la baja tensión de offset le permite disminuir el valor de la resistencia de sentido manteniendo la misma precisión, como se puede ver en la Figura 3, la eficiencia puede verse mejorada enormemente. ¿Qué sucede cuando se reduce el tamaño


de la resistencia de sentido? La potencia consumida en la resistencia de sentido es menor, lo cual significa que se puede recurrir a una resistencia no solo de menor potencia, sino también de menor coste, y que esta resistencia de sentido de menores dimensiones físicas ocupa menos espacio en la placa de circuito impreso. La eficiencia total del sistema se ve aumentada y se desperdicia menos potencia.

En muchas aplicaciones, la corriente de carga que atraviesa la resistencia de sentido es variable. A veces, cuando los clientes intentan medir una corriente cercana a 0 A, se dan cuenta de que el error ha aumentado significativamente; esto es normal y entra dentro de lo previsible. A medida que la corriente se aproxima a cero, el porcentaje de error tiende a infinito. Este circuito de sentido de corriente está diseñado para medir corriente, pero no para realizar medidas precisas cuando no hay corriente. La Figura 4 ilustra cómo mejora la precisión a medida que aumenta

la corriente. Observe cómo varía el error debido a la tensión de offset de entrada. El offset de  $25 \mu\text{V}$  del NCS21911 permite obtener medidas relativamente precisas incluso cuando desciende la tensión de sentido.

Una mejora aparentemente pequeña de la eficiencia y la precisión puede representar un ahorro en la lista de materiales, el coste de la placa de circuito impreso y la factura eléctrica. Si bien optar por un amplificador operacional menos caro puede permitir un ahorro económico inicial, hay que tener en cuenta que el ahorro logrado para el sistema en su conjunto puede resultar ventajoso en última instancia gracias a un amplificador operacional de precisión con un precio razonable.

Existen muchas aplicaciones en las que un amplificador operacional de propósito general dará buen resultado. Incluso el veterano LM321 puede responder bien en una aplicación de sentido de corriente cuyo circuito haya sido diseñado en consonancia. Hay que tener en cuenta que el error de salida previsible será relativamente elevado. Como alternativa, la resistencia de sentido debería ser de mayor tamaño para asumir una caída de tensión suficientemente mayor que la tensión de offset de entrada.

Para sentido de corriente en el lado de bajo voltaje, la adopción de un amplificador operacional de precisión mejora la precisión y la eficiencia del sistema. El amplificador operacional de precisión NCS21911 tiene una configuración estándar de las patillas, por lo que es un sustituto directo de amplificadores operacionales de aplicación general como el LM321 y el NCS20071. 

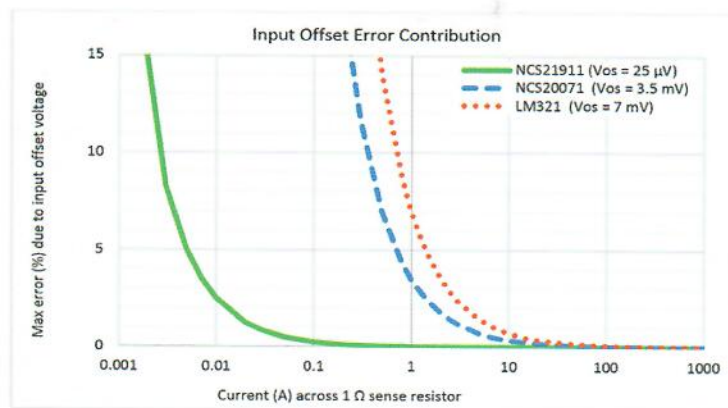


Figura 4. Error debido a la tensión de offset de entrada.