

AMPLIFICADOR DE INSTRUMENTACIÓN

El amplificador diferencial compuesto por el amplificador operacional AO3 y los resistores R3, R4, R5 y R6 más los amplificadores operacionales AO1 y AO2, ambos en configuración No Inversora junto a los resistores R1, R2 y RG, forman en su conjunto el denominado Amplificador de Instrumentación como se ve en el circuito detallado en la Fig. 1 con ventajas sustantivas frente al amplificador diferencial con AO visto anteriormente (aquí representado por AO3 y los resistores detallados más arriba).

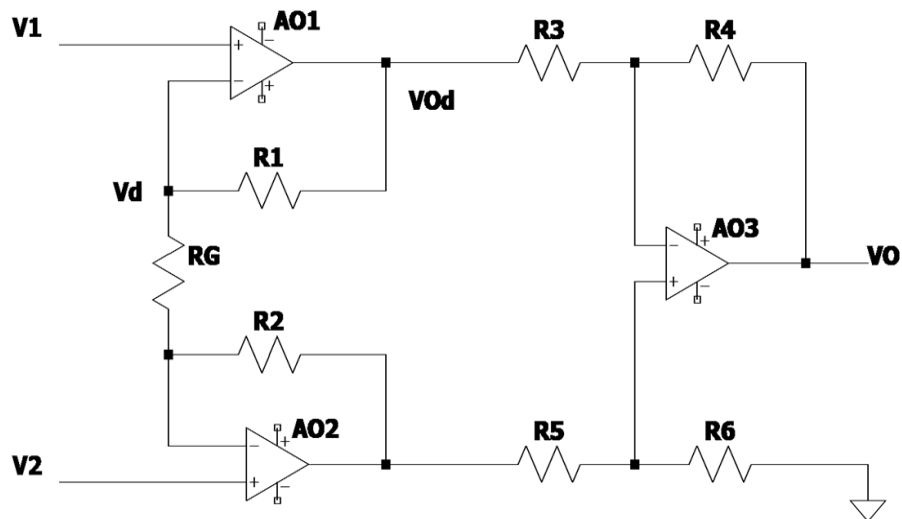


Fig. 1

Aquellas ventajas a las que nos referimos son al rechazo de modo común y que ambas entradas del amplificador ven los mismos valores de impedancia (en el circuito de la Fig. 1 se refiere a V1 y V2) y, al mismo tiempo de estar integrados en la misma pastilla semiconductor. Mientras que para el caso del amplificador diferencial, si estuviera solo, la entrada inversora “ve” R3 y la no inversora “ve” la suma de R5 y R6 (siguiendo con el razonamiento aplicado al AO3 de dicha Fig. 1).

El par AO1 y AO2 constituye una etapa con entrada y salida diferencial. Analizados separadamente se reconocen como en configuración No Inversora con los resistores R1 y R2 y compartiendo la RG (llamada resistor de ganancia), con la

particularidad de que este último no está conectada a masa. Considerando que la corriente de entrada $i_i = 0$ en las entradas de los AO, tenemos que sobre R_G se genera una tensión diferencial V_d , mientras que en modo común $V_1 = V_2 = V_c$, no circulando corriente por R_G . En modo diferencial la corriente que circula por R_G , cierra el circuito a través de los resistores R_1 y R_2 , como se ve en el circuito de la Fig. 2 que se detalla a continuación.

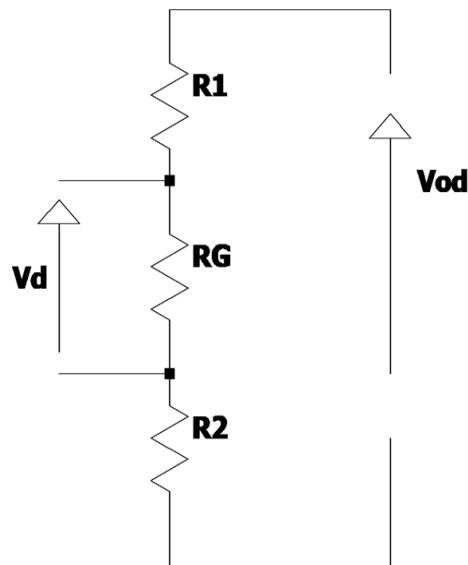


Fig. 2

Entonces, debemos hallar la corriente que circula por los resistores R_G , R_1 y R_2 y la ganancia diferencial con salida diferencial de la etapa de entrada. Por lo tanto tenemos:

$I = \frac{V_d}{R_G}$; y $V_{od} = I \times (R_1 + R_G + R_2)$; reemplazando y con la condición de $R_1 = R_2$, hallamos primero la V_{od} y luego la ganancia citada:

$$V_{od} = \frac{V_d}{R_G} \times (R_G + 2R_1); A_{vdd} = \frac{V_{od}}{V_d} = \left(1 + \frac{2R_1}{R_G}\right)$$

Para calcular la ganancia total del amplificador, se considera que $R_3 = R_5$ y $R_4 = R_6$, que forman el amplificador diferencial AO3.

Finalmente la ganancia del conjunto es el producto de las ganancias de cada etapa y nos queda:

$$Av = \left(1 + \frac{2R1}{RG}\right) \times \frac{R4}{R3}$$

Tenemos varias ventajas con este tipo de circuitos, por ejemplo, del hecho de que la salida diferencial de la primera etapa se encuentra exenta del modo común, aunque haya un desapareamiento entre los valores de R1 y R2.

Se suma también al hecho de poder tener un valor Avdd que contribuya a obtener un muy alto rechazo al ruido en modo común. Otra ventaja es que se hacen despreciables los efectos de “offset” ó errores estáticos de la primera etapa, que pueden generar apartamientos indeseables en el comportamiento de la mayoría de los amplificadores con AO. Lo mismo se puede decir respecto de las derivas térmicas de los parámetros residuales (Thermal Drift).

Además del hecho de que pudiendo variar la Ganancia de todo el amplificador variando, dentro de ciertos parámetros, el valor del resistor RG (justamente denominado de ganancia), el cual se conecta externamente, sin duda, es otra ventaja a considerar.

Tecnológicamente podemos agregar que todas las resistencias (excepto RG), son de una película delgada y que los AO involucrados están integrados en un único sustrato monolítico.

Estos amplificadores de instrumentación se utilizan para amplificar señales provenientes de transductores tales como termopares, shunts de corriente, sondas biológicas, etc.

Una aplicación típica es como amplificador de electrocardiógrafo (ECG). En las hojas de datos de los INA101 y del INA118, pueden verse los esquemas utilizados para vincular los electrodos entre las partes a medir del cuerpo humano (corazón, muñeca del brazo derecho, tobillo de la pierna derecha) y la entrada del instrumento (con un nivel de entrada de 1 mV) y, a la salida del mismo con un nivel de señal de 1Vpp.

Otro amplificador, de baja potencia, es el AD620. Con características de trabajo similares. En todos los casos, con variaciones de ganancia de entre 1 y 1000 ó 1 a 10000.

Son tecnologías que están en permanente evolución.

*Bibliografía: Electrónica Aplicada II. Vetta, Tulic, GGalli.

Apuntes de la cátedra de Electrónica Aplicada I y II.

