

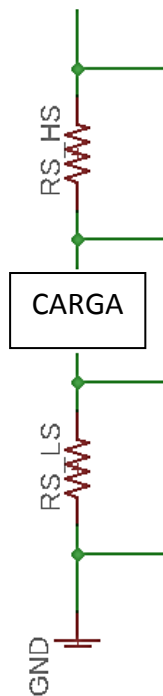
Amplificador



para shunt



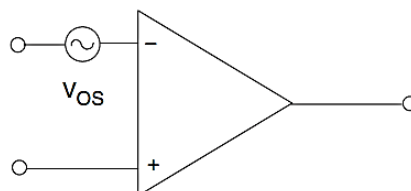
Métodos de sensado



High side	Low side
V_{cm} cercano a VCC	V_{cm} cercano a GND
Poco inmune a picos	Inmune a picos
N/A	Problemas de tierra

Offset

Idealmente, si ambas entradas de un amplificador operacional tienen exactamente la misma tensión de entrada, la salida debería ser de cero volts. En la práctica, se debe aplicar un pequeño voltaje diferencial a las entradas para forzar la salida a cero. Esto es conocido como el voltaje de compensación de entrada, V_{OS} (offset). La figura siguiente modela este defecto:



- Chopper-Stabilized Op Amps: $<1\mu V$
- General-Purpose Precision Op Amps: $50-500\mu V$
- Best Bipolar Op Amps: $10-25\mu V$
- Best FET Op Amps: $100-1,000\mu V$
- High Speed Op Amps: $100-2,000\mu V$
- Untrimmed CMOS Op Amps: $5,000-50,000\mu V$
- DigiTrim CMOS Op Amps: $<1,000\mu V$



Para trabajar elegiremos el TL072.

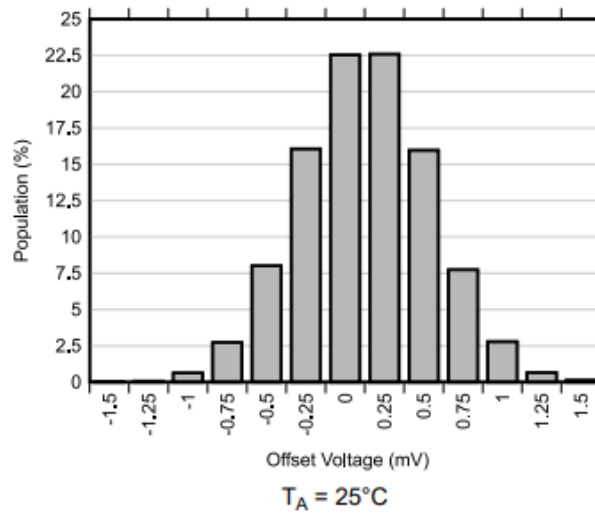
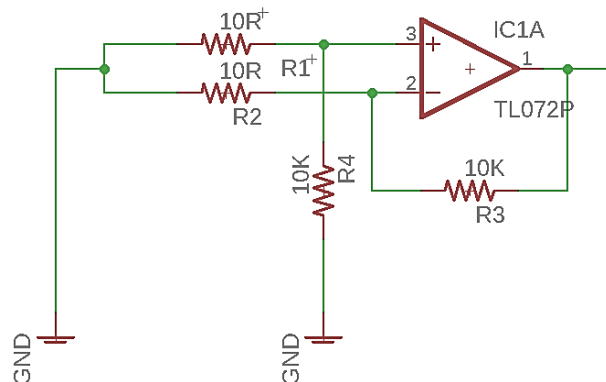


Figure 6-1. Offset Voltage Production Distribution

Configuración para la medición:



$$V_o = \left(1 + \frac{R_3}{R_2}\right) V_{os} = 1001 V_{os} \Rightarrow$$

$$V_{os} = \frac{V_o}{1001}$$

La medición de tensiones de compensación de entrada de unos pocos microvoltios requiere que el circuito de prueba no introduzca más error que la propia tensión de compensación. La figura anterior muestra un circuito estándar para medir la tensión de compensación.

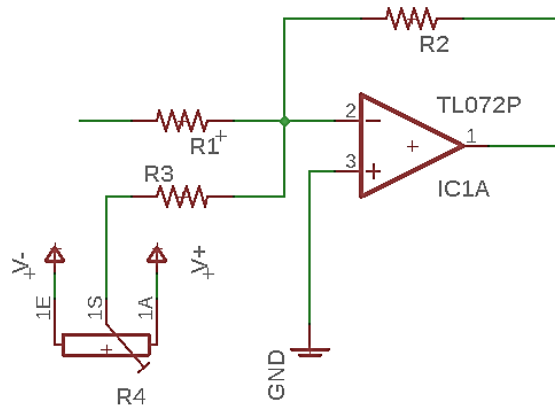


El circuito amplifica el offset de entrada por la ganancia de "1001". La medición se realiza en el amplificador utilizando un voltímetro digital preciso. El desplazamiento referido a la entrada se calcula dividiendo la tensión de salida por la ganancia. La pequeña resistencia de fuente vista por las entradas da como resultado una insignificante caída contribuyendo a la tensión medida. Por ejemplo, una corriente de polarización de 2 nA que fluye a través de la resistencia de 10 Ω produce un error de 0,02 μV con respecto a la entrada.

Tenga en cuenta que en este circuito se han agregado resistencias "ficticias" adicionales a la entrada no inversora, para igualar/equilibrar exactamente las uniones del termopar en la entrada.

Compensación de offset

Con una configuración de amplificador operacional inversor, inyectar tensión en la entrada inversora es el método más simple. La desventaja de este método es que es posible un cierto aumento en el ruido, debido al camino paralelo de R_3 y la resistencia del potenciómetro. El aumento resultante en la ganancia de ruido puede reducirse haciendo que el valor de R_3 sea mucho mayor que el paralelo $R_1 \parallel R_2$.



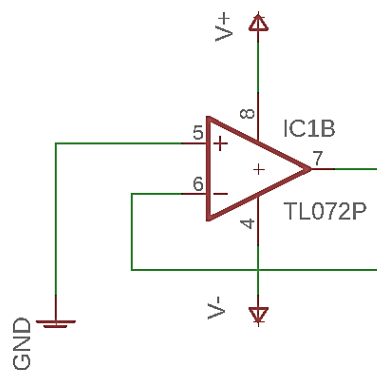
$$V_o = -\frac{R_2}{R_1} \pm \underbrace{\frac{R_2}{R_3}}_{V_{os\ max}} V_R$$

La fuente de error potencial más grande proviene de las uniones de termopares parásitas, formada donde se unen dos metales diferentes.



Entradas no utilizadas en amplificadores operacionales

Los amplificadores operacionales multicanal (más de una entrada) son implementado a menudo en circuitos que no requieren el uso de todos los canales. Es posible un comportamiento no deseado en un canal no utilizado del amplificador, pudiendo afectar negativamente al rendimiento, así como el rendimiento de canales en uso. Para evitar la degradación tanto del rendimiento del amplificador y del sistema, el amplificador operacional no utilizado los canales deben configurarse correctamente.



Dejando los pines de entrada o salida flotante creará cambios de tensión inesperados, que conduce a un comportamiento impredecible. Utilizar la configuración de buffer utilizando la entrada no inversora a GND o VCC no es recomendable, causará potencialmente un aumento de la corriente consumo por encima de la corriente de reposo máxima y una disipación no deseada. Esta configuración también puede causar corrupción de señal impredecible inducida por interacciones cruzadas (crosstalk) entre la entrada utilizada y la no utilizada.

Tensión de modo común V_{cm} , rango de entrada y salida

Ahora se consideran algunos puntos básicos prácticos con respecto al rango de tensión de entrada y salida permitido del amplificador operacional real. Obviamente, esto varía no solo con el dispositivo específico, sino también con la tensión de suministro.

Cualquier amplificador operacional real tendrá un rango de tensión de operación finito, tanto en la entrada como en la salida. En diseños de sistemas modernos, las tensiones de alimentación caen rápidamente 5 V a 3.3 V. Debido a estas tensiones más pequeñas, es muy importante comprender las limitaciones tanto de los rangos de tensión de entrada y salida, especialmente durante el proceso de selección del amplificador operacional.

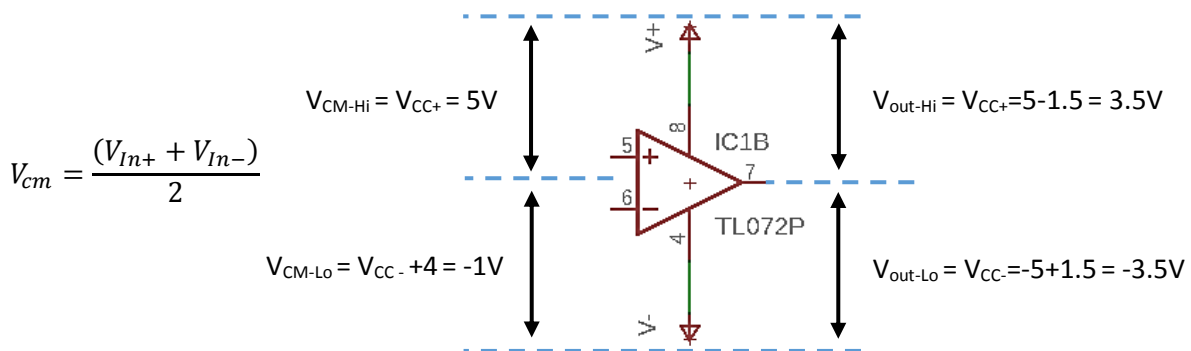


Veamos las tablas con las recomendaciones más importantes del amplificador TL 072:

		MIN	MAX	UNIT
V_S	Supply voltage, $(V_{CC+}) - (V_{CC-})$	4.5	40	V
V_I	Input voltage range	$(V_{CC-}) + 2$	$(V_{CC+}) + 0.1$	V
T_A	Specified temperature	-40	125	°C

		MIN	MAX	UNIT	
V _{CC+}	Supply voltage ⁽¹⁾	5	15	V	
V _{CC-}	Supply voltage ⁽¹⁾	−5	−15	V	
V _{CM}	Common-mode voltage	V _{CC-} + 4	V _{CC+}	V	
T _A	Operating free-air temperature	TL07xM	−55	125	°C
		TL08xQ	−40	125	
		TL07xl	−40	85	
		TL07xAC, TL07xBC, TL07xC	0	70	

Veamos un ejemplo de aplicación utilizando como fuente simétrica: $V_+ = 5V$ y $V_- = -5V$

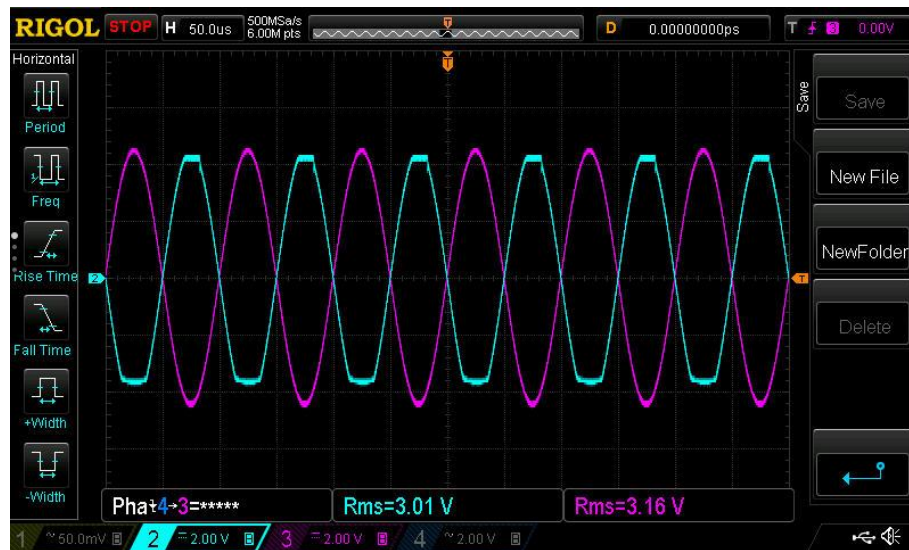


$V_{CC\pm} = \pm 15V$ (unless otherwise noted)

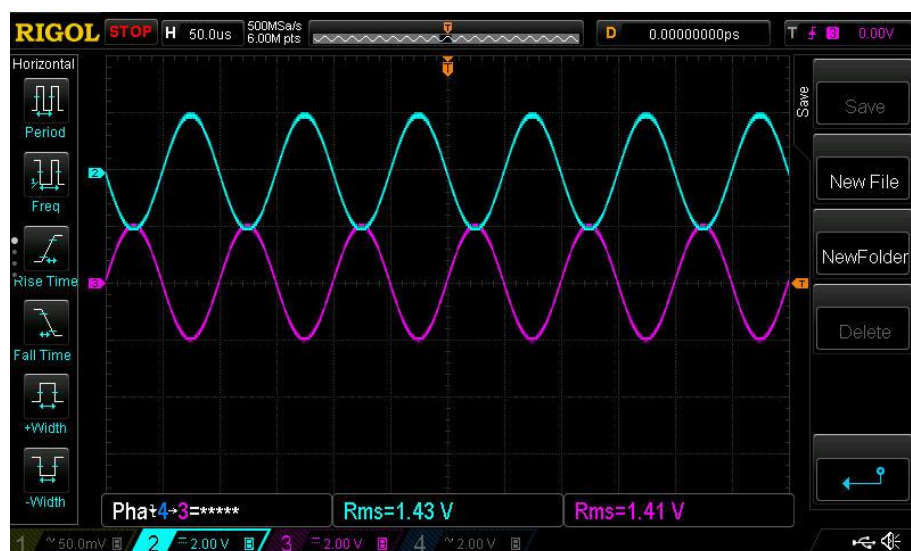
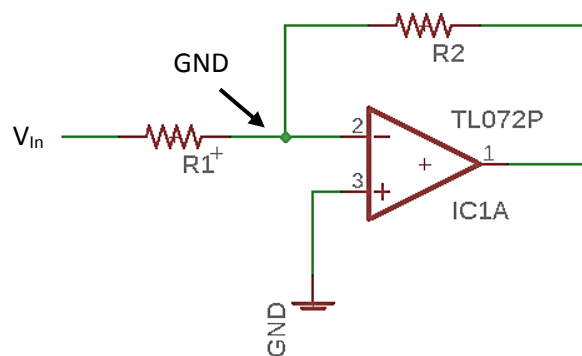
PARAMETER	TEST CONDITIONS ^{(1) (2)}		MIN	TYP	MAX	UNIT
V_{IO}	Input offset voltage	$V_O = 0$ $R_S = 50 \Omega$	$T_A = 25^\circ C$	3	10	mV
			$T_A = \text{Full range}$		13	
α	Temperature coefficient of input offset voltage	$V_O = 0$ $R_S = 50 \Omega$	$T_A = \text{Full range}$	18		$\mu V/^\circ C$
I_{IO}	Input offset current	$V_O = 0$	$T_A = 25^\circ C$	5	100	pA
			$T_A = \text{Full range}$		10	nA
I_{IB}	Input bias current ⁽³⁾	$V_O = 0$	$T_A = 25^\circ C$	65	200	pA
			$T_A = \text{Full range}$		7	nA
V_{ICR}	Common-mode input voltage range	$T_A = 25^\circ C$	± 11	-12 to 15		V
V_{OM}	Maximum peak output voltage swing	$R_L = 10 k\Omega$	$T_A = 25^\circ C$	± 12	± 13.5	V
		$R_L \geq 10 k\Omega$	$T_A = \text{Full range}$	± 12		
		$R_L \geq 2 k\Omega$		± 10		

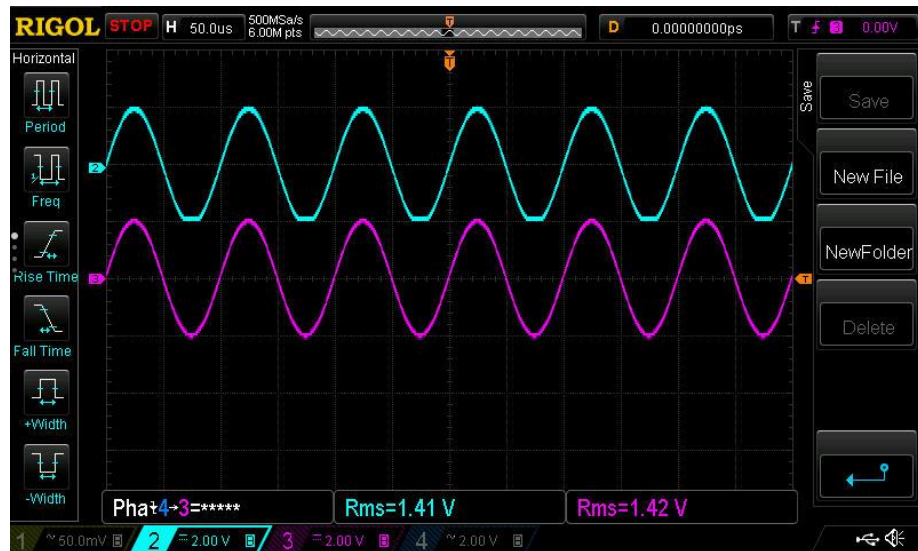
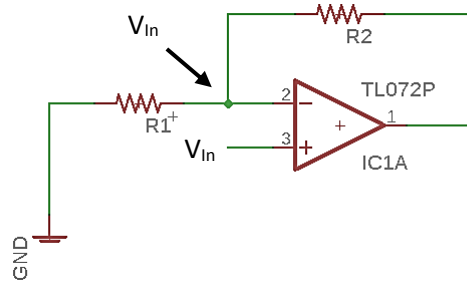


Recortes en la salida



Análisis de V_{cm}





Ancho de banda

Hay una serie de cuestiones a considerar cuando se habla de la respuesta de frecuencia de los amplificadores operacionales. Algunos son relevantes para los tipos de amplificadores operacionales de retroalimentación de tensión y corriente, algunos se aplican a uno u otro, pero no a ambos. Los problemas que varían según el tipo generalmente están relacionados con el rendimiento de la señal pequeña, mientras que los problemas de señal grande en su mayoría aplican a ambos.

Una buena definición de trabajo de "señal grande" es donde el límite de oscilación/frecuencia de tensión de salida es establecido por la velocidad de respuesta medida en la etapa de salida. Por lo tanto, considere los parámetros de señal grandes que se aplican a ambos tipos de amplificadores operacionales antes de considerar esos parámetros donde difieren.



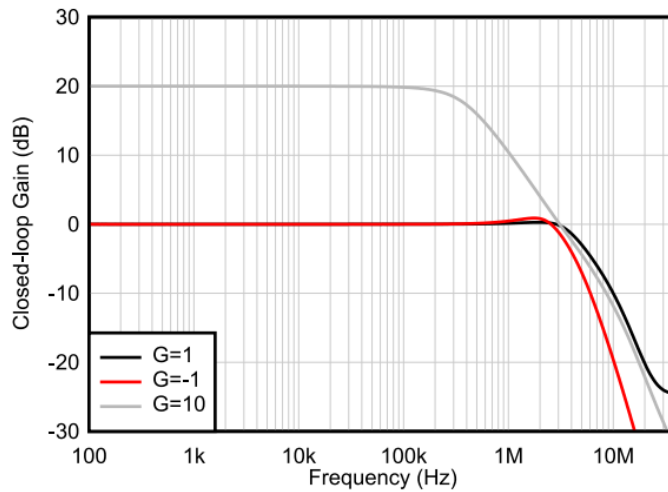


Figure 6-9. Closed-Loop Gain vs Frequency

Slew rate

La velocidad de respuesta (SR) de un amplificador es la velocidad máxima de cambio de voltaje en su salida. se expresa en V/s (o, más probablemente, V/ μ s). Para este análisis supondremos que buenos amplificadores operacionales rápidos tienen velocidades de giro razonablemente simétricas.

En este caso el amplificador operaciones tiene una velocidad de 13 V/ μ s.

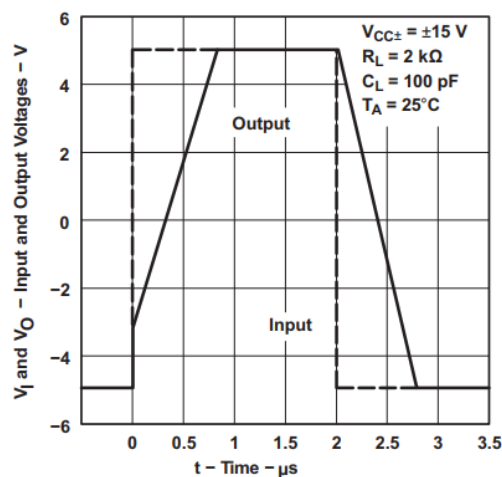
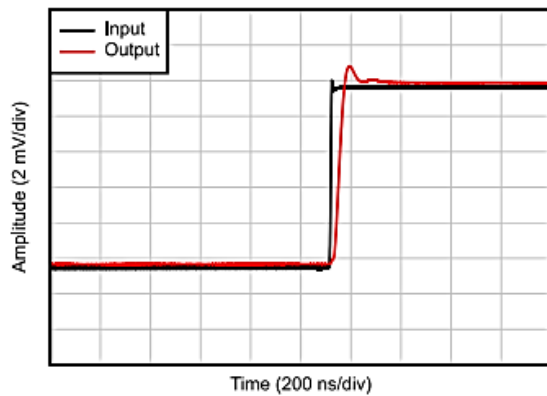


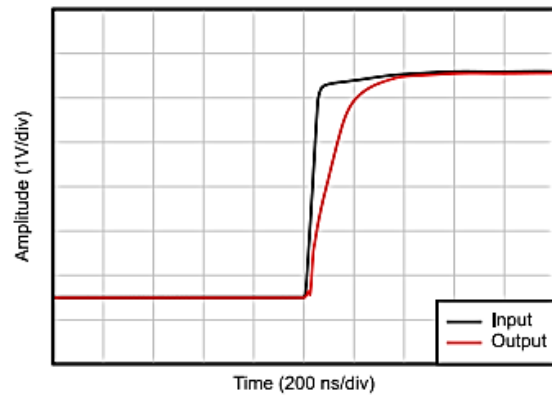
Figure 6-57. Voltage-Follower Large-Signal Pulse Response





$C_L = 20 \text{ pF}$, $G = 1$, 10-mV step response

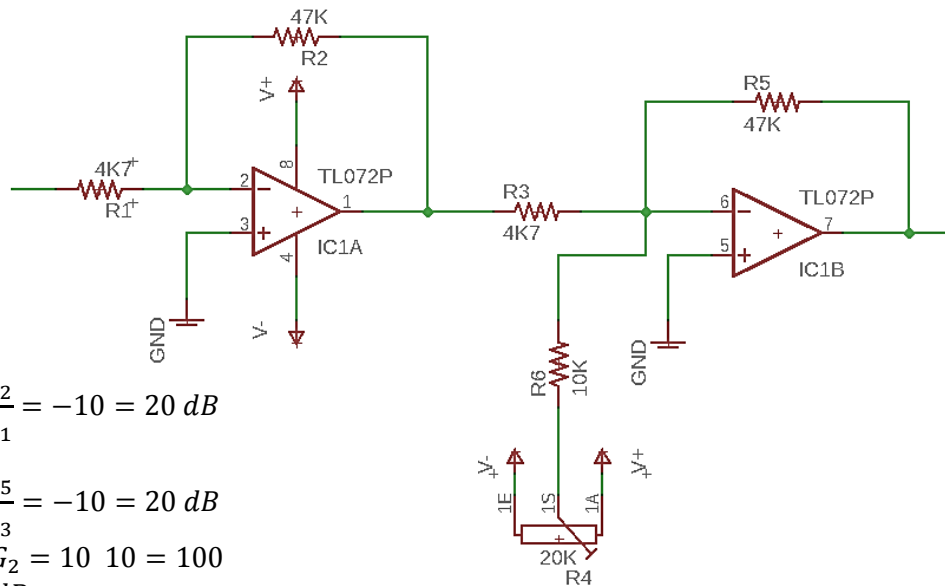
Figure 6-31. Small-Signal Step Response, Rising



$C_L = 20 \text{ pF}$, $G = 1$

Figure 6-33. Large-Signal Step Response (Rising)

Circuito final

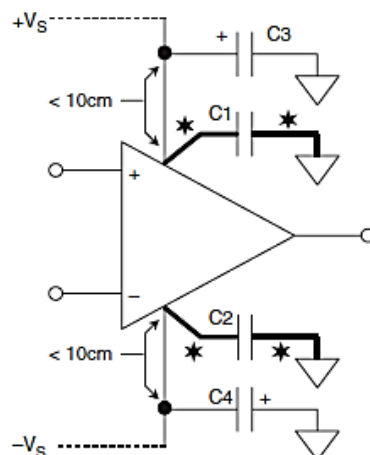


$$G_1 = -\frac{R_2}{R_1} = -10 = 20 \text{ dB}$$

$$G_2 = -\frac{R_5}{R_3} = -10 = 20 \text{ dB}$$

$$G_t = G_1 G_2 = 10 \cdot 10 = 100$$

$$G_t = 40 \text{ dB}$$



= LARGE AREA GROUND PLANE

= LEAD LENGTH MINIMUM

C1, C2: LOCALIZED HF DECOUPLING, LOW INDUCTANCE CERAMIC, 0.1µF

C3, C4: SHARED LF DECOUPLING, ELECTROLYTIC, 10µF TO 50µF

