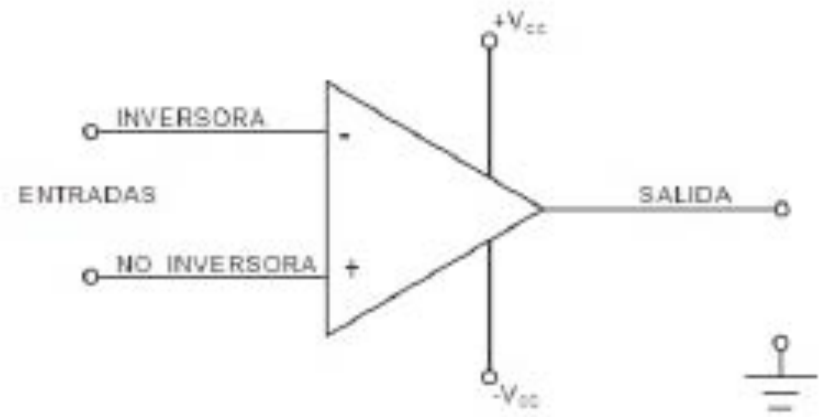
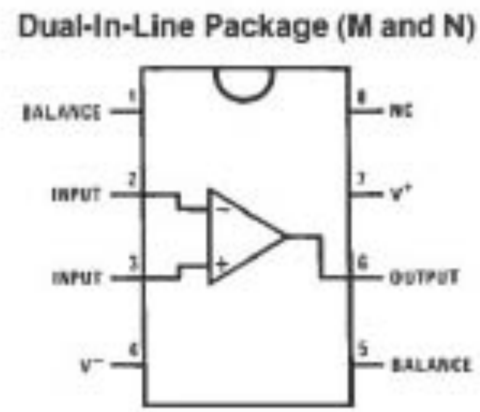
AMPLIFICADOR OPERACIONAL REAL (OPAM)



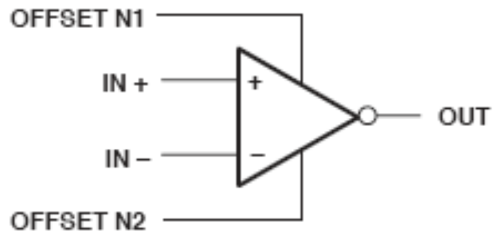


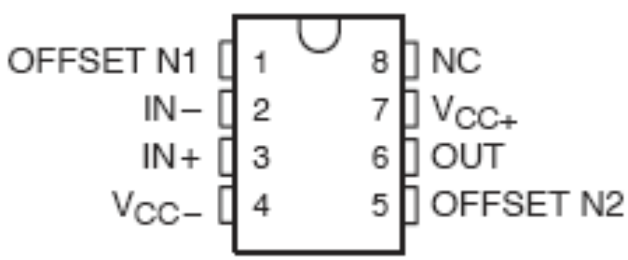
Order Number LF355M, LF356M, LF357M, LF355BM, LF356BM, LF355BN, LF356BN, LF357BN, LF355N, LF356N or LF357N
See NS Package Number M08A or N08E

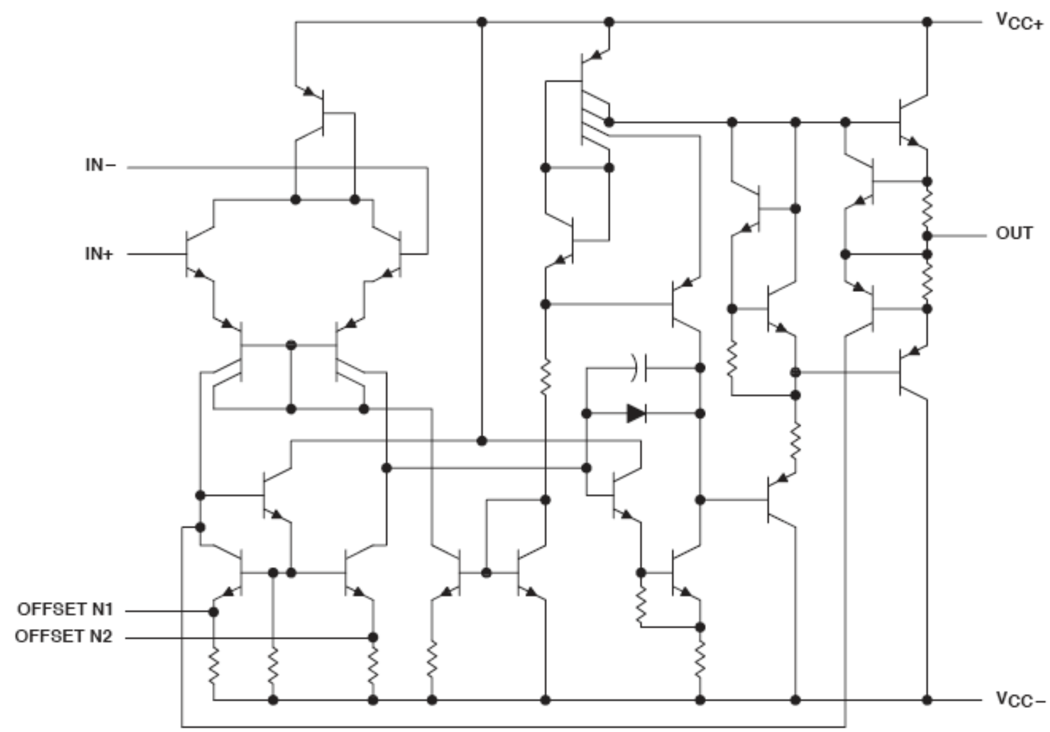
CARACTERISTICAS DEL AMPLIFICADOR OPERACIONAL 741

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†

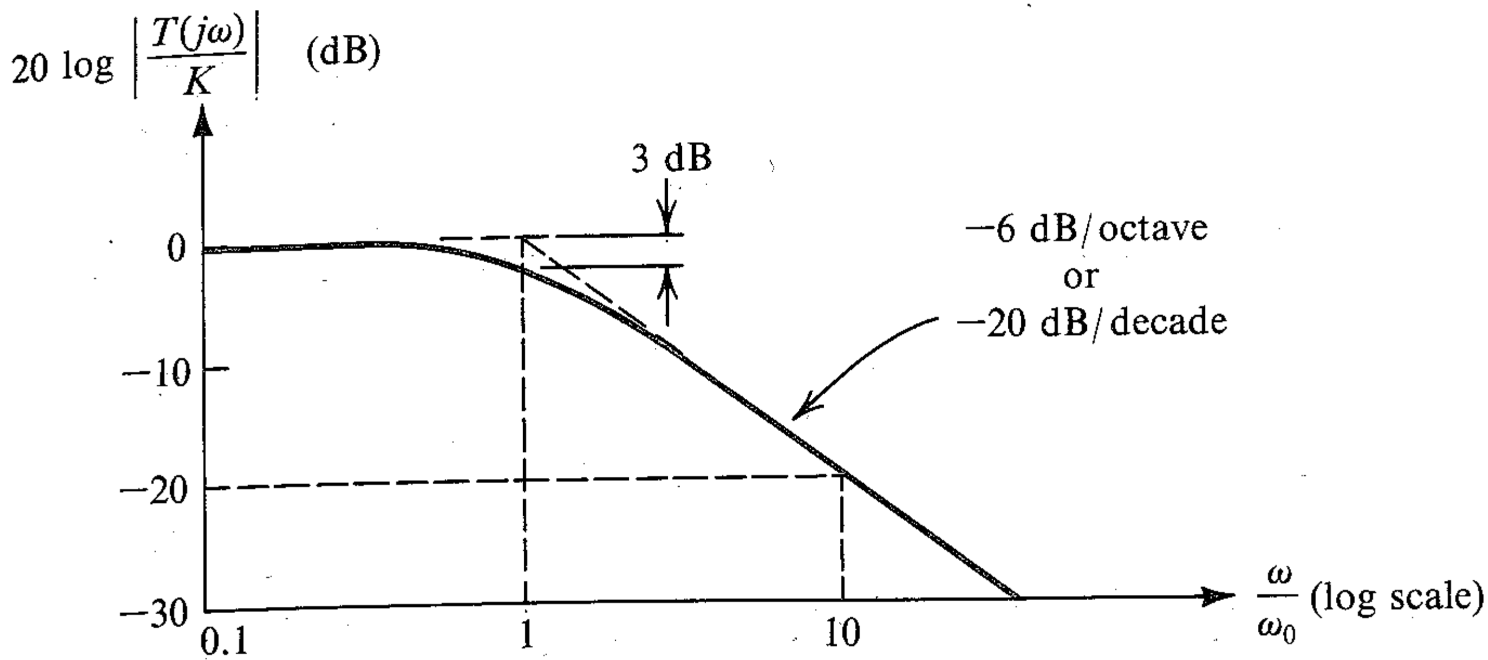
	µA741C	µA741I	µA741M	UNIT
Supply voltage, V_{CC+} (see Note 1)	18	22	22	V
Supply voltage, V_{CC-} (see Note 1)	−18	−22	−22	V
Differential input voltage, V_{ID} (see Note 2)	±15	±30	±30	V
Input voltage, V_I any input (see Notes 1 and 3)	±15	±15	±15	V
Voltage between offset null (either OFFSET N1 or OFFSET N2) and V_{CC-}	±15	±0.5	±0.5	V
Duration of output short circuit (see Note 4)	unlimited	unlimited	unlimited	

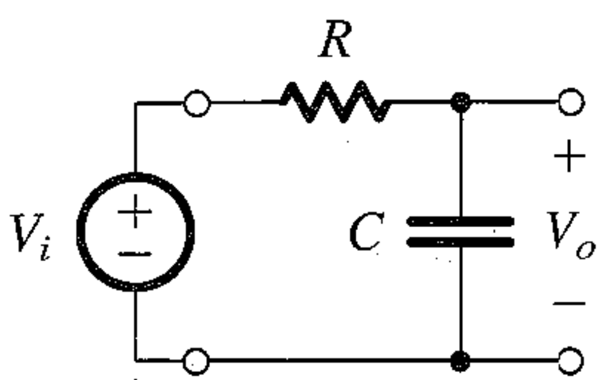






RESPUESTA EN FRECUENCIA
CIRCUITO DE PRIMER ORDEN

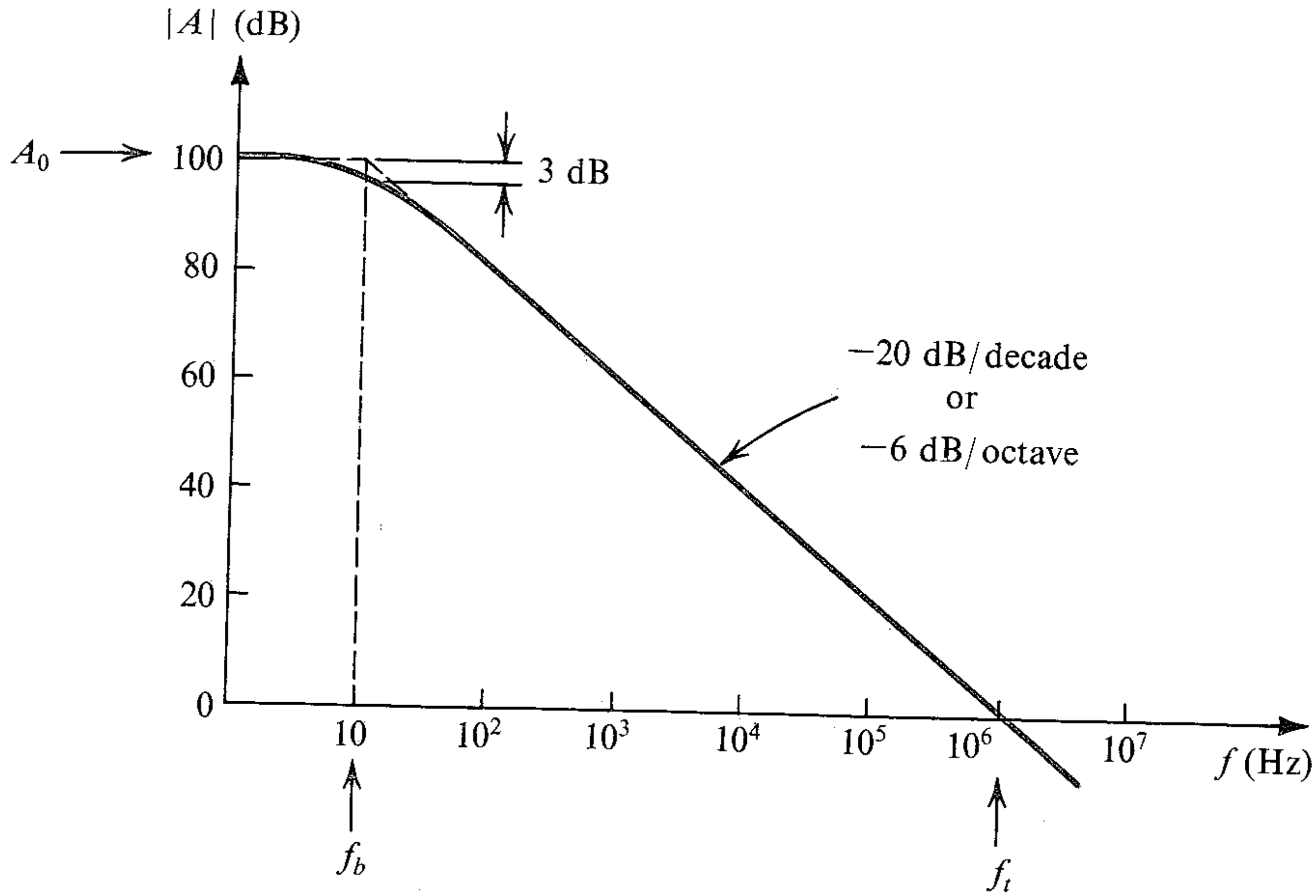




$$\frac{K}{1+(s/\omega_0)}$$

AMPLIFICADOR OPERACIONAL.

$$A(j\omega) = \frac{A_0}{1 + j\omega/\omega_b}$$



Para frecuencias mayores que w_b (por ejemplo 10 veces)

$$A(j\omega) = -\frac{A_o\omega_b}{j\omega}$$

por lo tanto

$$\left|A(j\omega)\right| = \frac{A_o\omega_b}{\omega}$$

La ganancia llega a 1 para la frecuencia angular w_t (frecuencia ft en la gráfica).

$$\omega_t = A_o\omega_b$$

Esta frecuencia se denomina **ancho de banda de ganancia unitaria (unity gain bandwidth)**

Los amplificadores con estas características se denominan modelos de **polo simple** o **polo dominante**.

RESPUESTA EN RECUENCIA DE AMPLIFICADORES EN LAZO CERRADO (O REALIMENTACIÓN NEGATIVA)

Ecuación de la función de transferencia con ganancia A finita:

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{-R_2/R_1}{1+(1+R_2/R_1)/A}$$

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{-R_2/R_1}{1+\dfrac{(1+R_2/R_1)(1+s/\omega_b)}{A_o}}$$

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{-R_2/R_1}{1+\dfrac{(1+R_2/R_1)}{A_o}+\dfrac{(1+R_2/R_1)(s/\omega_b)}{A_o}}$$

Haciendo $\omega_t = A_o \omega_b$ y despreciando el segundo término del denominador resulta

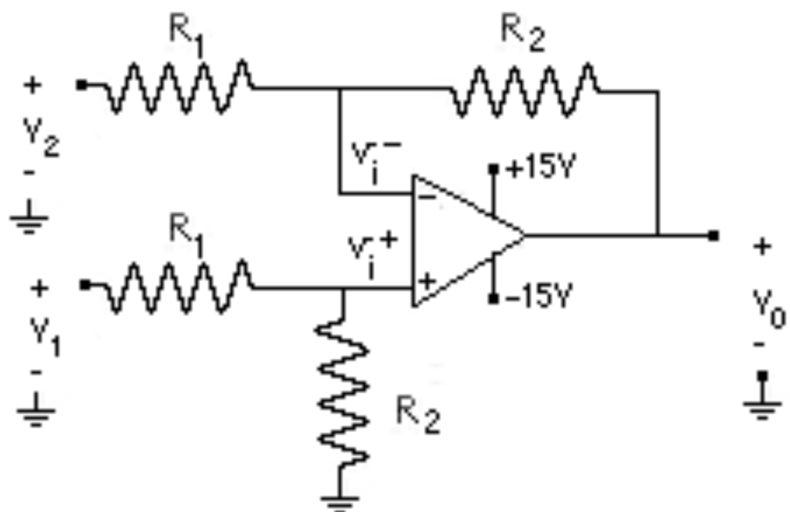
$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{-R_2 / R_1}{1 + \dfrac{s}{\omega_t / (1 + R_2 / R_1)}}$$

La frecuencia de corte es

$$\omega_t / (1 + R_2 / R_1)$$

PREPARCIÓN PRÁCTICA Nº 1: AMPLIFICADOR DIFERENCIAL BÁSICO

$$Vo = A\left(v_i^{+} - v_i^{-}\right)$$



Realimentación negativa

Con A = ∞, el voltaje de salida distinto de cero implica

$$v_i^{+} = v_i^{-} = v_i$$

Entonces: $V_2 - v_i = R_1 I_1$ y
$Vo - v_i = R_2 I_2$

Si la impedancia de entrada es ∞
se cumple $I_1 = -I_2 \Rightarrow \dfrac{V_2 - v_i}{R_1} = -\dfrac{V_o - v_i}{R_2}$

$$v_i = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$Ad = \frac{V_0}{V_1 - V_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

Por lo tanto se cumple que $V_o = \dfrac{R_2}{R_1}(V_1 - V_2)$

RELACIÓN DE RECHAZO EN MODO COMÚN (CMRR)

Es un parámetro que mide la calidad de un amplificador diferencial.

Se define como la relación $CMRR = 20 \log \frac{A_d}{Amc}$

Ad : ganancia en modo diferencial obtenida experimentalmente

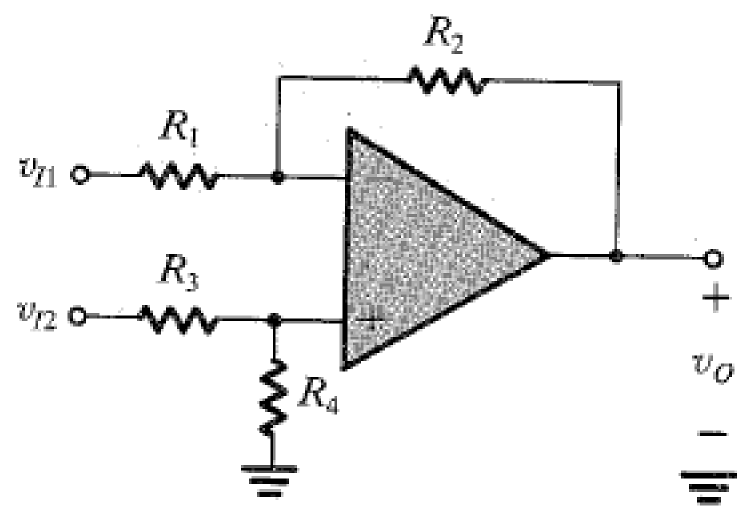
Acm : ganancia en modo común, al aplicar $V_1 = V_2$ (debería ser 0V)

Por lo tanto CMRR ideal = ∞

CMRR real : 60 dB, 80 dB, 100 dB, ... Cuanto más alta mejor.

AMPLIFICADOR DIFERENCIAL CON LAS RESISTENCIAS NO APAREADAS

Por superposición: Cuando vi2 =0 tenemos un amplificador inversor



$$v_{o1} = -\left(\frac{R_2}{R_1}\right) v_{i1}$$

Cuando vi2 =0 tenemos un amplificador no inversor con un divisor de voltaje a la entrada

$$v_{o2} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \frac{R_4}{R_3 + R_4} v_{i2}$$

Total

$$v_o = -\left(\frac{R_2}{R_1}\right) v_{i1} + \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \frac{R_4}{R_3 + R_4} v_{i2}$$

Si se cumplen las relaciones $R_1 = R_3$ y $R_2 = R_4$:

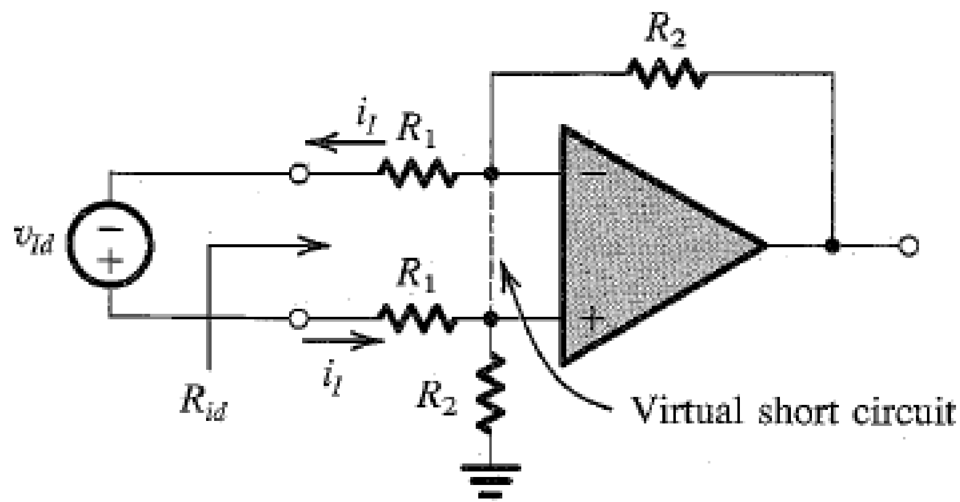
$$v_o = -\left(\frac{R_2}{R_1}\right)v_{i1} + \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)\frac{R_2}{R1 + R_2}\,v_{i2} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)(v_{i2} - v_{i1})$$

Ahora, ¿qué pasa si se aplica el mismo voltaje pero las resistencias no cumplen exactamente las relaciones indicadas?

$$v_o = \left[-\left(\frac{R_2}{R_1}\right) + \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)\frac{R_4}{R_3 + R_4}\right]v_{mc}$$

Por lo tanto la selección de las resistencias del amplificador diferencial afecta el CMRR que pueda presentar.

IMPEDANCIA DE ENTRADA DEL AMPLIFICADOR DIFERENCIAL

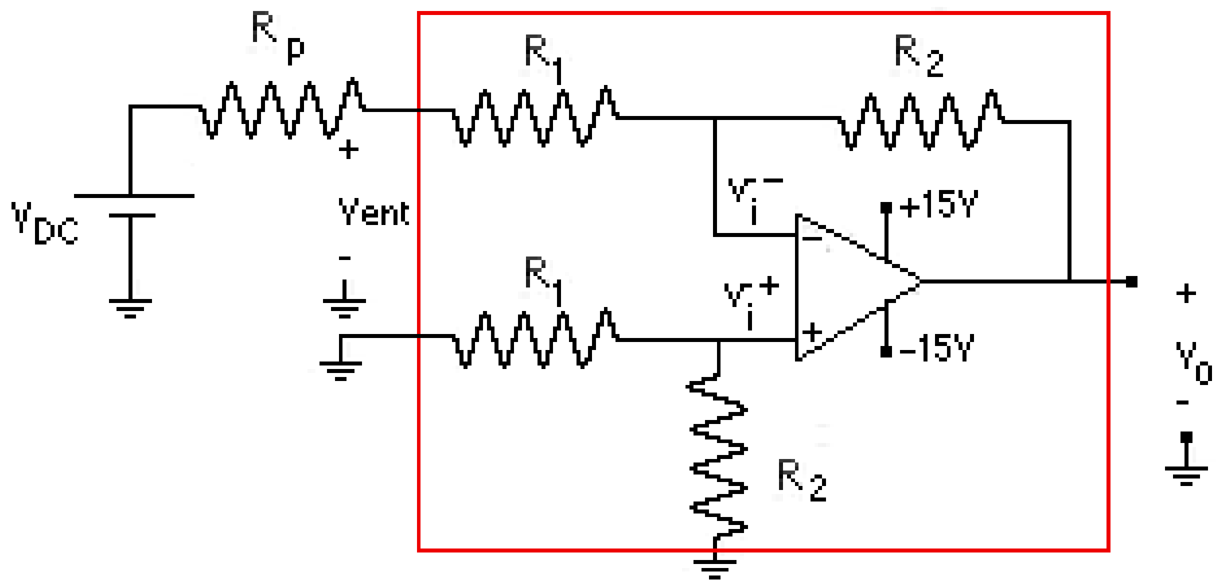


$$vid = R_1 i_1 + v_{in} + R_1 i_1$$

vin = 0 Tierra virtual

$$R_{id} = \frac{v_{id}}{i_1} = 2R_1$$

IMPEDANCIA DE ENTRADA DE LA ENTRADA INVERSORA DEL AMPLIFICADOR DIFERENCIAL BÁSICO, CON LA ENTRADA NO INVERSORA CONECTADA A TIERRA.

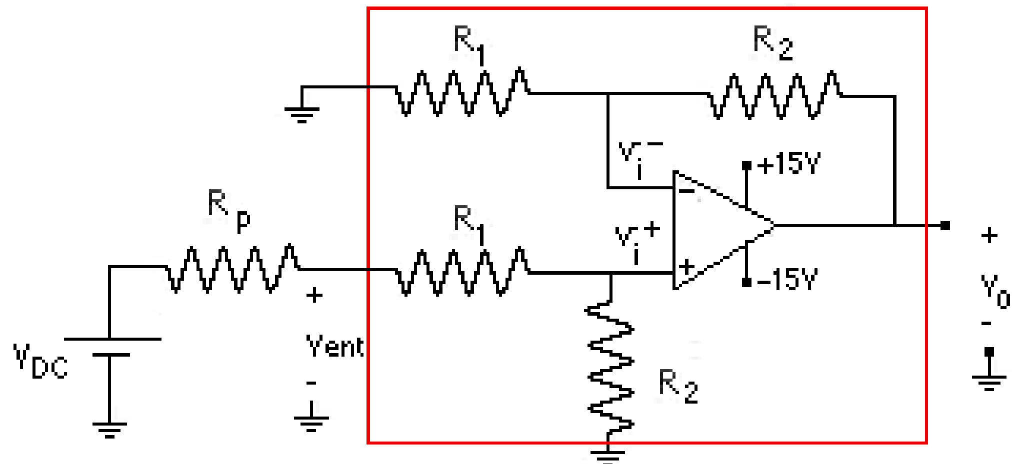


Rin = R_1

Se ajusta V_{DC} para que la salida sean 5V y Rp del orden de los kΩ

IMPEDANCIA DE ENTRADA DE LA ENTRADA NO INVERSORA DEL AMPLIFICADOR DIFERENCIAL BÁSICO, CON LA ENTRADA INVERSORA CONECTADA A TIERRA.

$R_{in} = R_1 + R_2$



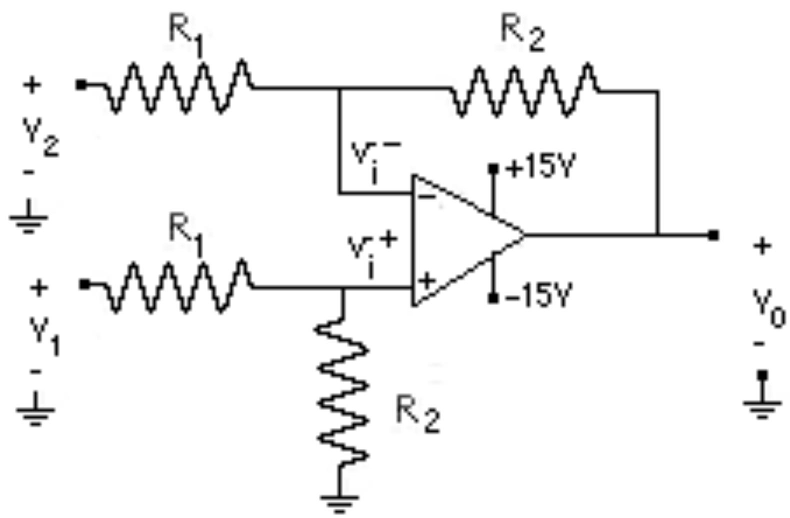
Se ajusta V_{DC} para que la salida sean 5V y Rp del orden de los kΩ

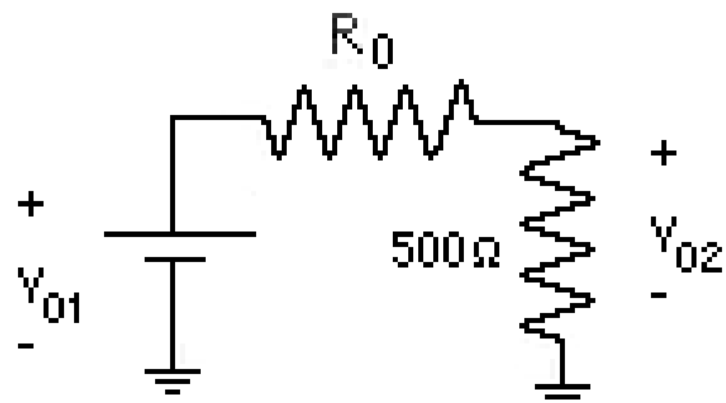
IMPEDANCIA DE SALIDA

* Se aplica un voltaje de entrada que produzca una salida de 1 o 2 V y se mide cuidadosamente el voltaje de salida V_{01}.

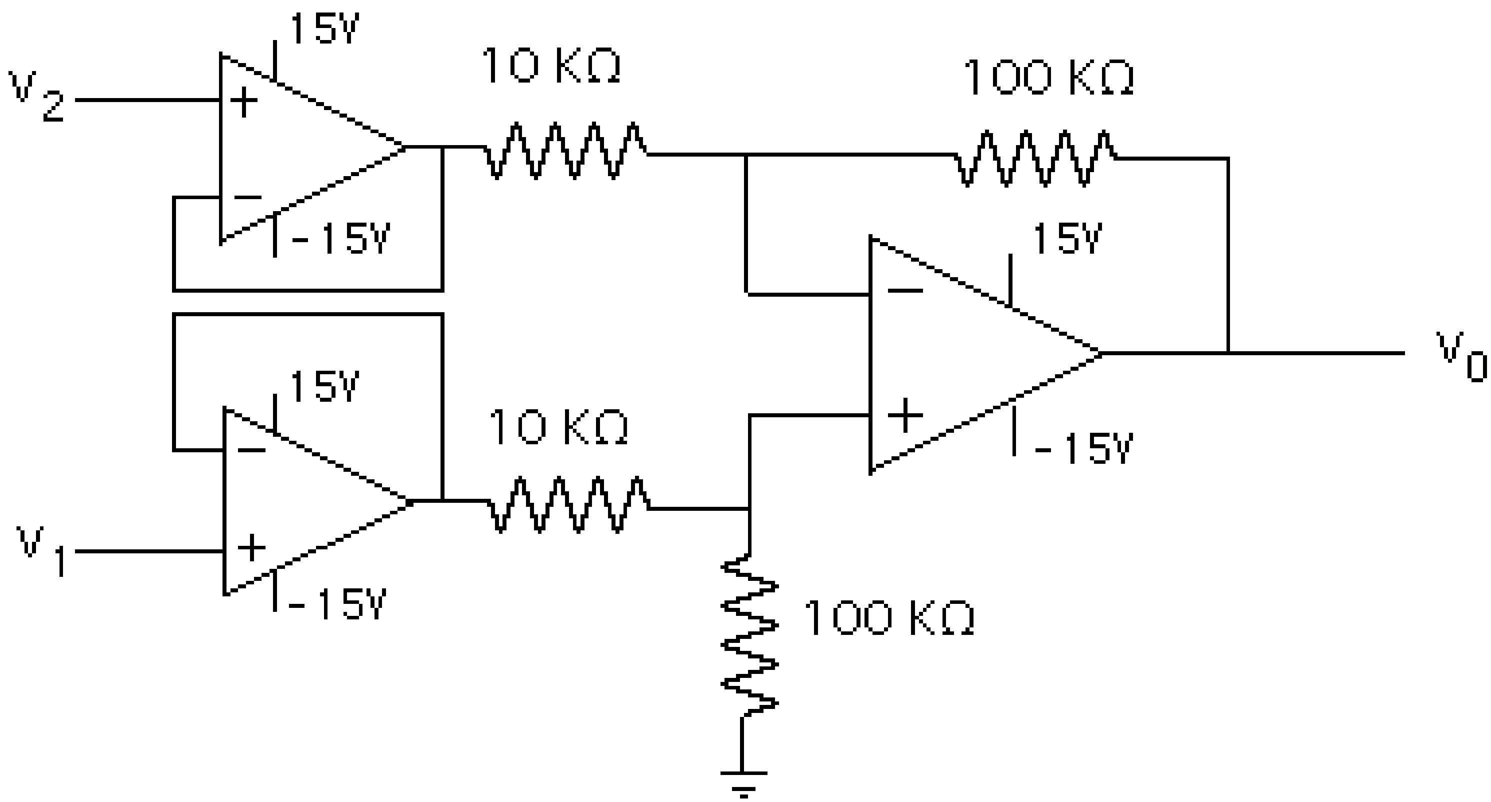
* Se coloca una resistencia de carga de unos 100Ω a 500Ω y se mide cuidadosamente el voltaje de salida V_{02}.

*Con esos datos se puede plantear el circuito mostrado y determinar el valor de Ro.

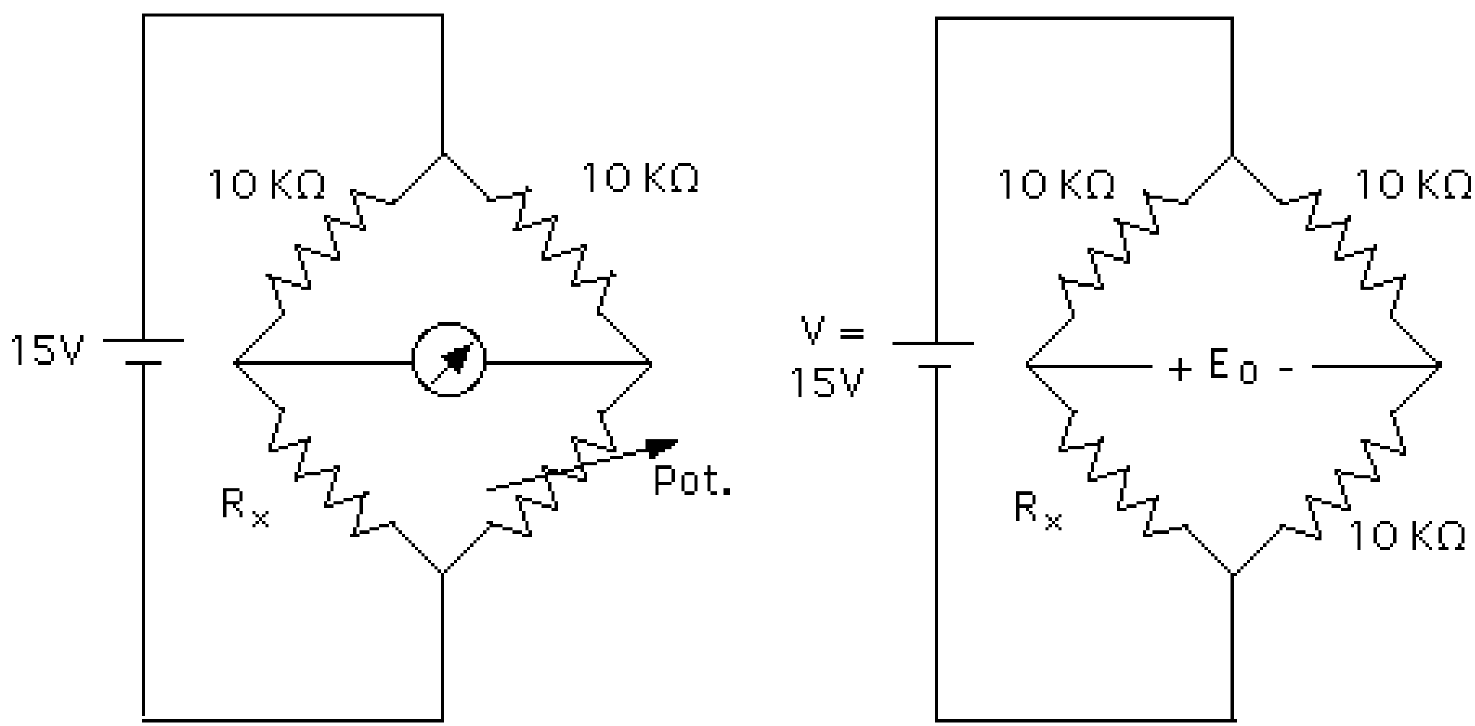




AMPLIFICADOR DIFERENCIAL CON ALTA IMPEDANCIA DE ENTRADA



PUENTE DE WHEATSTONE



ECUACIONES DEL PUENTE DE WHEATSTONE

$$V_a = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E$$

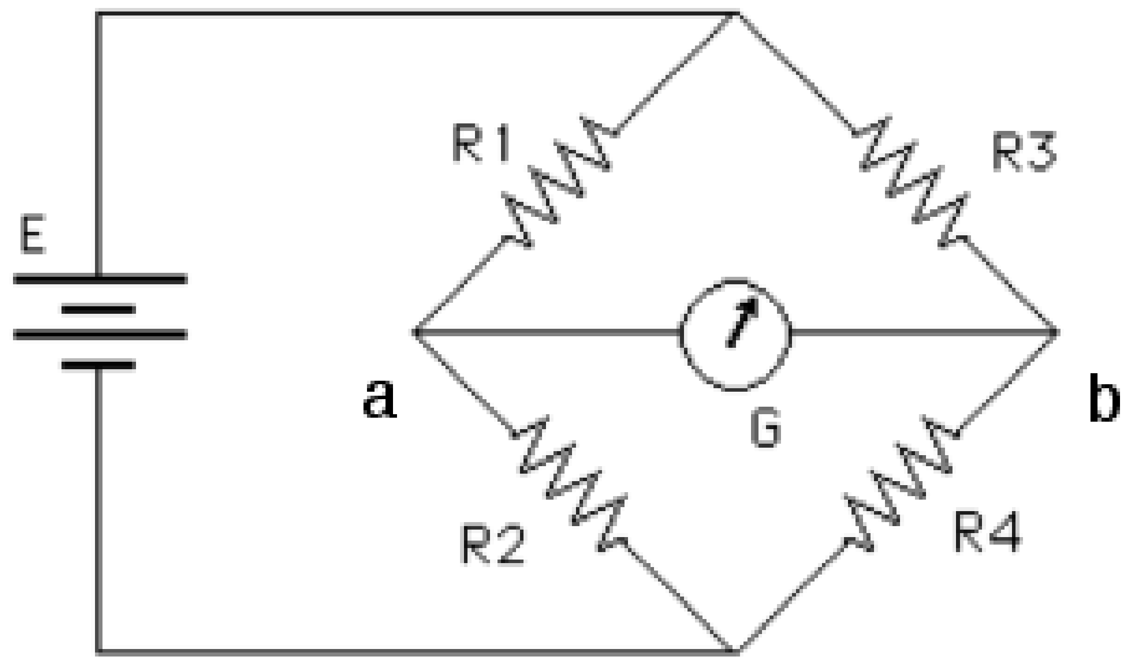
$$V_b = \frac{R_4}{R_3 + R_4} E$$

$$V_a = V_b$$

$$R_1 R_4 = R_2 R_3$$

$$R_2 = \frac{R_1}{R_3} R_4 = K R_4$$

$$R_x = K R_{\text{var}}$$



PUENTE DE WHEATSTONE PARA MEDICIONES DIFERENCIALES

$$Rx = R + \Delta R = 10k\Omega + \Delta R = 10 + \Delta R$$

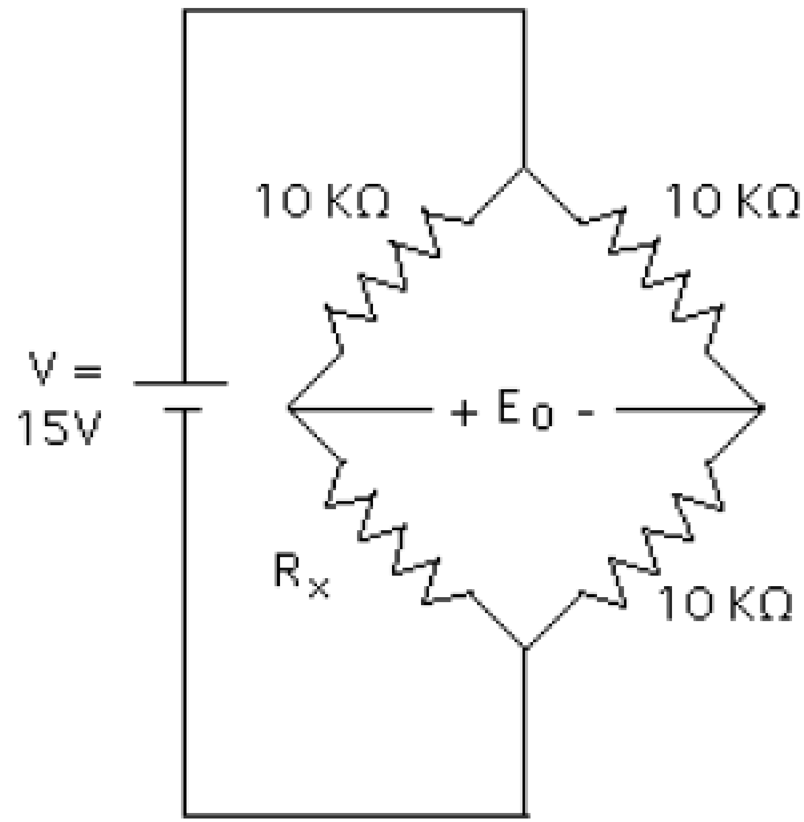
$$V_a = \frac{10 + \Delta R}{20 + \Delta R} V$$

$$V_b = \frac{10}{20} V = \frac{1}{2} V$$

$$E_o = V_a - V_b = \frac{10 + \Delta R}{20 + \Delta R} V - \frac{1}{2} V$$

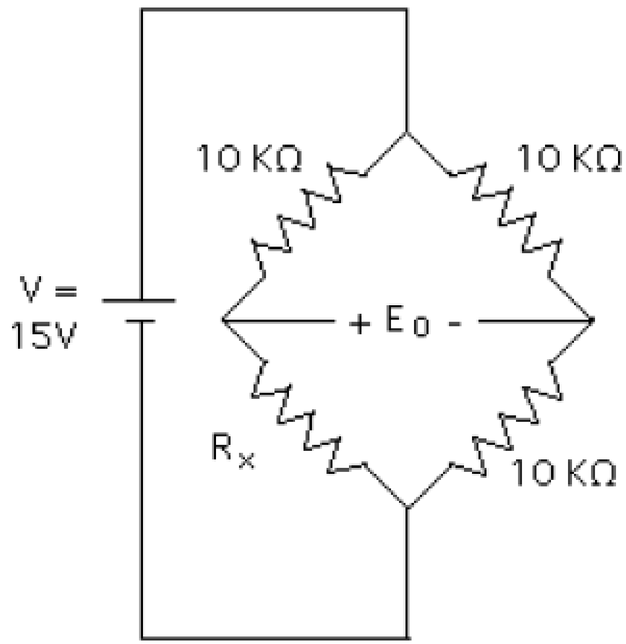
$$\frac{Eo}{V} = \frac{20 + 2\Delta R - 20 - \Delta R}{(20 + \Delta R)x2}$$

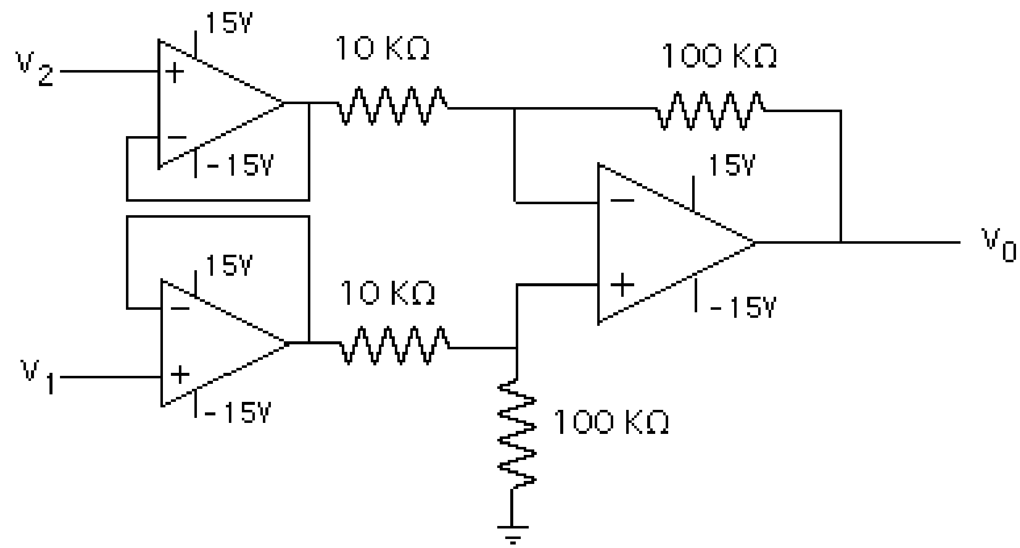
$$\frac{Eo}{V} = \frac{\Delta R}{2(20 + \Delta R)} \approx \frac{\Delta R}{40}$$



$$\Delta R = \frac{E_o}{V} 40(k\Omega)$$

MEDIDOR DIFERENCIAL CON AMPLIFICACIÓN





$$v_o = \frac{R_2}{R_1}(v_2 - v_1) = \frac{R_2}{R_1}E_o = \frac{R_2}{R_1}\frac{V\Delta R}{40}$$

$$\Delta R = \frac{R_1}{R_2}40\frac{v_o}{V}(k\Omega)$$