

# CAPÍTULO III

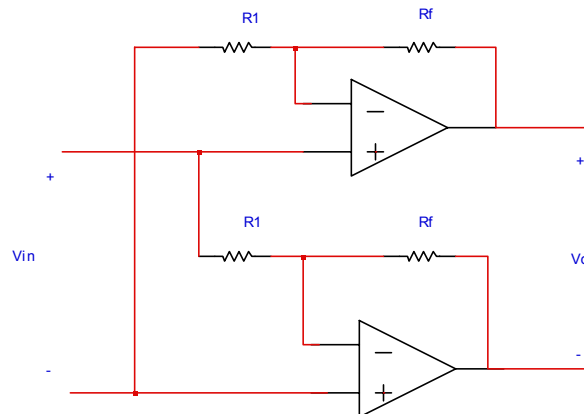
## APLICACIONES LINEALES CON A.O.

05/04/2004

### Problema 1

Para el amplificador de la figura se pide:

- Calcular la expresión de la tensión de salida,  $V_o$ .
- Si se desea obtener una senoide de salida de  $V_o = 3,8 \text{ V}$  para una entrada  $V_{in} = 100 \text{ mV}$ , calcular la relación entre  $R_f$  y  $R_1$ .



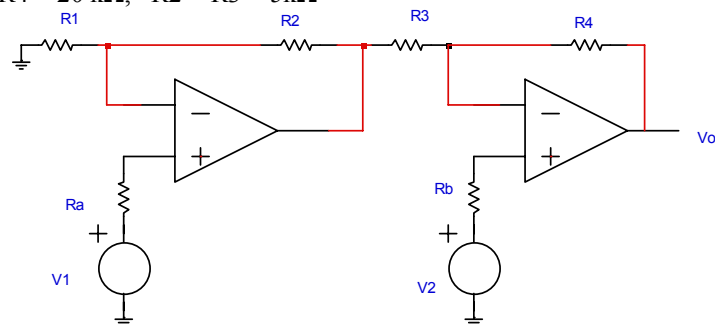
### Resultado

- $G = 1 + (2R_f/R_1)$
- $R_f = 18,5 R_1$

### Problema 2

En el circuito de la figura, considerando ideales los amplificadores operacionales, se pide:

- Dar la expresión de  $V_o$  en función de  $V_1$  y  $V_2$ .
- Dar las expresiones de las ganancias en modo diferencial y en modo común.
- Buscar la relación de resistencias que permite anular la ganancia en modo común.
- Considerando una tolerancia del 1% en las resistencias del circuito, obtener los valores del CMRR y de las ganancias en modo común y modo diferencial. Considerar el caso peor y los valores nominales siguientes para las resistencias:  $R_1 = R_4 = 20 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = R_3 = 5 \text{ k}\Omega$



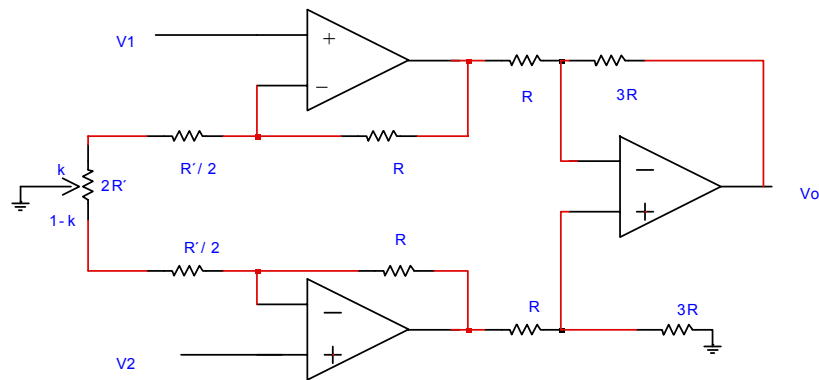
### Resultado

- $V_o = V_2 \left( 1 + \frac{R_4}{R_3} \right) - V_1 \left( \frac{R_4}{R_3} \right) \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$
- $A_{cm} = 1 - \left( \frac{R_2 R_4}{R_3 R_1} \right)$        $A_d = \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{2R_4}{R_3} + \frac{R_2 R_4}{R_3 R_1} \right)$
- $R_4 \cdot R_2 = R_3 \cdot R_1$
- CMRR = 42,11 dB

### Problema 3

Analizar el circuito que aparece en la figura.

- Calcular la ganancia diferencial en función de  $k$ ,  $0 < k < 1$ .
- Particularizar la expresión obtenida en el apartado (a) considerando:
  - $R' = R$
  - $R'$  tendiendo a infinito
  - Que el punto medio del potenciómetro está desconectado de masa.
- ¿En cual de los casos anteriores el circuito se comporta como un Amplificador de Instrumentación?



### Resultado

$$(a) Ad = 3 + \frac{3R}{R'(1+4(1-k))} + \frac{3R}{R'(1+4k)}$$

$$(b2) Ad = 3$$

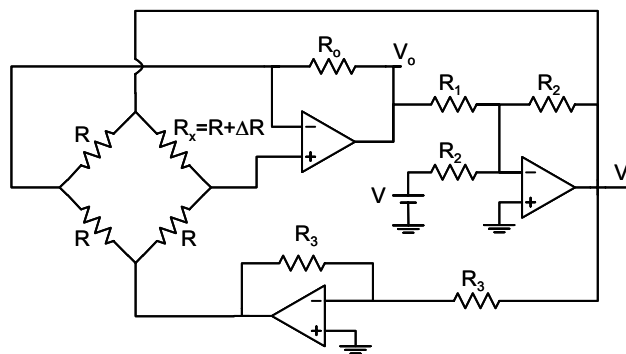
(c) En el caso (b3)

$$(b1) Ad = 3 \left( 1 + \frac{1}{5-4k} + \frac{1}{1+4k} \right)$$

$$(b3) 3 \left( 1 + \frac{2R}{3R'} \right)$$

### Problema 4

Se dispone del sistema de medida basado en un puente de Wheatstone como el representado en la figura.



Para este circuito se pide:

(a) La expresión de la tensión  $V_1$  en función de  $V_o$ ,  $V$  y las resistencias del circuito.

(b) La expresión de la tensión  $V_o$  en función de  $\Delta R$ , de las resistencias del circuito y de  $V_1$ .

(c) La expresión de la tensión  $V_o$  en función de  $\Delta R$  i  $V$ , si se cumple la condición

$$R_1/R_2 = (2R_o + R)/R$$

(d) El valor nominal de  $V_o$  en función de  $\Delta R$  para  $V = 5V$  y con los valores de las resistencias que aparecen a continuación:  $R_1 = 100 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 2,5 \text{ k}\Omega$ ,  $R = 100 \Omega$ .

(e) ¿Qué ventaja presenta este montaje respecto a un puente convencional?

### Resultado

$$(a) V_1 = -\frac{R_2}{R_1} V_o - V$$

$$(c) V_o = V \left( \frac{R_1 \Delta R}{2R_2 R} \right)$$

(e) La salida es directamente proporcional a  $\Delta R$ .

$$(b) V_o = -V_1 \left( 1 + \frac{2R_o}{R} \right) \left( \frac{\Delta R}{2R + \Delta R} \right)$$

$$(d) V_o = \Delta R$$

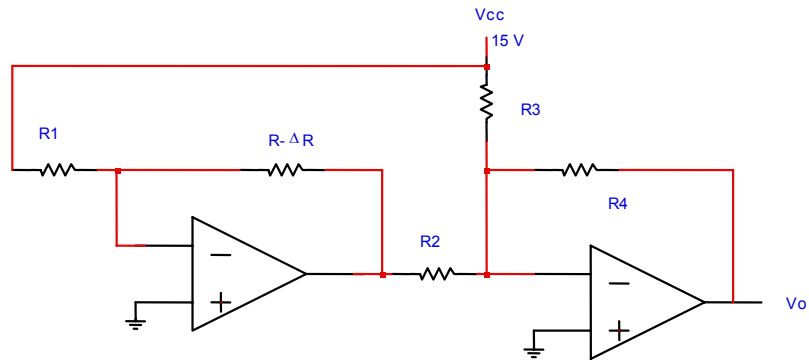
### Problema 5

Para el circuito que aparece en la figura se pide:

(a) Calcular la expresión de  $V_o$  en función de las resistencias del circuito y de  $V_{cc}$ .

(b) Expresar la relación anterior en dos sumandos, de forma que uno de ellos sea independiente de  $\Delta R$ . Si interesa que la salida sea únicamente proporcional a  $\Delta R$ , ¿qué condición hay que imponer a las resistencias del circuito?

(c) Si se cumple que:  $R_1 = R_2 = R_3 = R = 100 \Omega$ , calcular el valor de  $R_4$  para que la tensión de salida,  $|V_o|$ , sea de 10 V para  $\Delta R/R = -0,2$ .



### Resultado

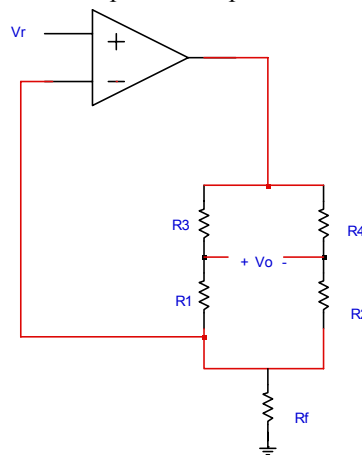
(a)  $V_o = V_{cc} \left( \frac{R_4(R - \Delta R)}{R_2 R_1} - \frac{R_4}{R_3} \right)$  (b)  $R_3 \cdot R = R_2 \cdot R_1$  (c)  $R_4 = 333 \Omega$

### Problema 6

El circuito de la figura es un amplificador en puente de Wheatstone polarizado por corriente. Se pretende averiguar cual de las dos situaciones siguientes ofrece mayor sensibilidad a la variación del valor de la resistencia.

Situación 1:  $R_1 = R_4 = R(1+x)$   $R_2 = R_3 = R$   
 Situación 2:  $R_1 = R_4 = R(1-x)$   $R_2 = R_3 = R(1-x)$

Calcular la sensibilidad, definida como  $dV_o/dx$ , en ambas situaciones

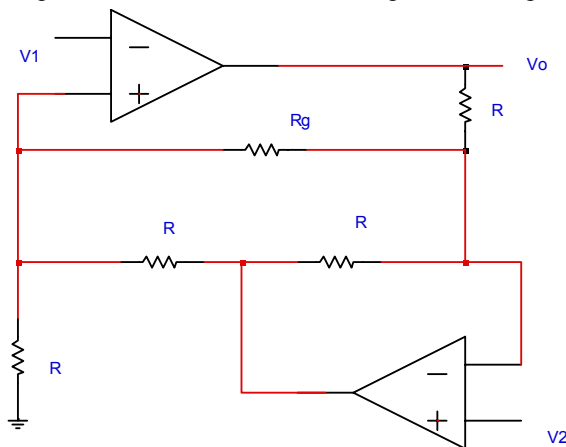


### Resultado

Situación 1  $dV_o/dx = V_r \cdot R / 2R_f$   
 Situación 2  $dV_o/dx = V_r \cdot R / R_f$

### Problema 7

El amplificador de instrumentación de la figura, está realizado con dos amplificadores operacionales OPA27. Encontrar la ganancia de este amplificador de instrumentación, suponer los amplificadores operacionales ideales.



### Resultado

(a)  $G = V_o / (V_2 - V_1) = (2 + 2 \cdot R / R_g)$

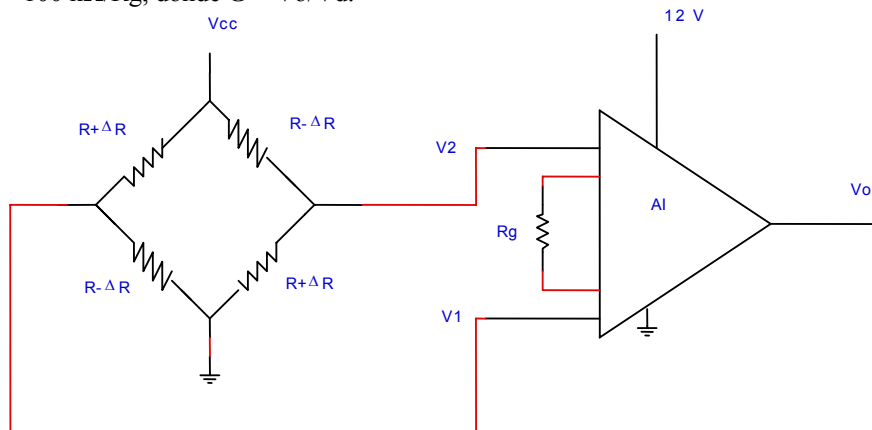
## Problema 8

El circuito de la figura incorpora un sensor de presión, basado en un puente de Wheatstone, y un amplificador de instrumentación. Se pide:

(a) Calcular las tensiones en modo común,  $V_{cm}$ , y en modo diferencial,  $V_d = V_2 - V_1$ , a la entrada del amplificador de instrumentación, en función de la polarización del sensor y de las resistencias del puente.  $V_{cc} = 5\text{ V}$ .

En el puente de resistencias  $R = 1\text{ k}\Omega$ ,  $\Delta R(\Omega) = 0,5 P$  donde  $P$  es la presión aplicada al sensor en kPa.

(b) Calcular la ganancia del amplificador de instrumentación si queremos un rango dinámico a la salida  $V_o$  de  $10\text{ V}$ :  $0 < V_o < 10\text{ V}$ , para un margen de presiones a medir de:  $0\text{ kPa} < P < 10\text{ kPa}$ . Dar el valor necesario de  $R_g$  que permite dicha ganancia, sabiendo que la ganancia del amplificador de instrumentación depende de  $R_g$  de este modo:  $G = 100\text{ k}\Omega/R_g$ , donde  $G = V_o/V_d$ .



(c) Calcular el valor mínimo del CMRR, en dB, del amplificador de instrumentación, si queremos un error máximo a la salida de  $10\text{ mV}$  debido a la tensión en modo común presente en la entrada.

## Resultado

(a)  $V_{cm} = 2,5\text{ V}$     $V_d = 5\Delta R/R$    (b)  $R_g = 250\text{ }\Omega$     $G = 400$    (c)  $100\text{ dB}$

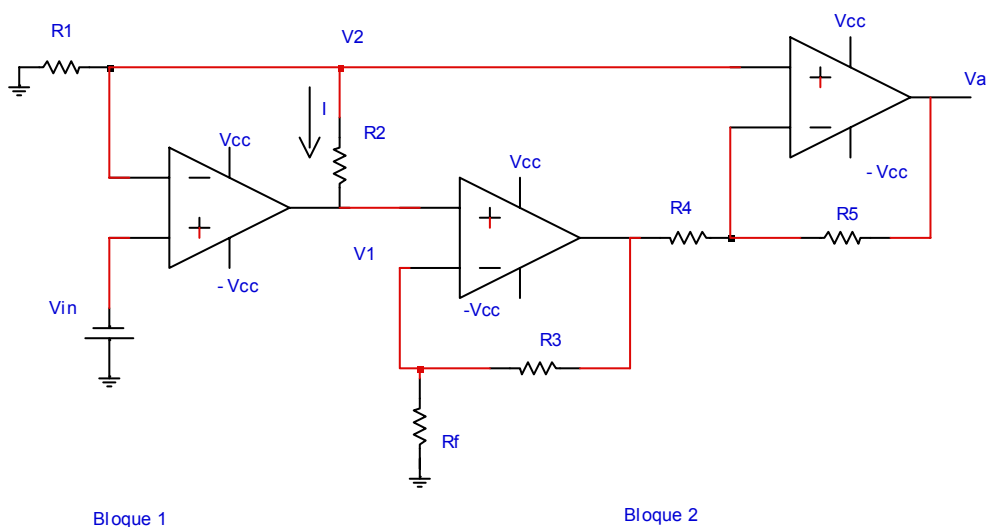
## Problema 9

En el circuito de la figura se quiere calcular:

(a) La expresión de la corriente  $I$  en función de  $V_{in}$ , en el bloque 1.

(b) Las expresiones de las ganancias en modo común y en modo diferencial del bloque 2. Considerar:  $V_d = V_2 - V_1$ ,  $V_{cm} = (V_1 + V_2)/2$ .

(c) Dar el valor del CMRR del bloque 2. Considerar:  $R_4 = 10\text{ k}\Omega$ ,  $R_5 = 8\text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 12\text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 1\text{ k}\Omega$ ,  $R_f = 9\text{ k}\Omega$ .



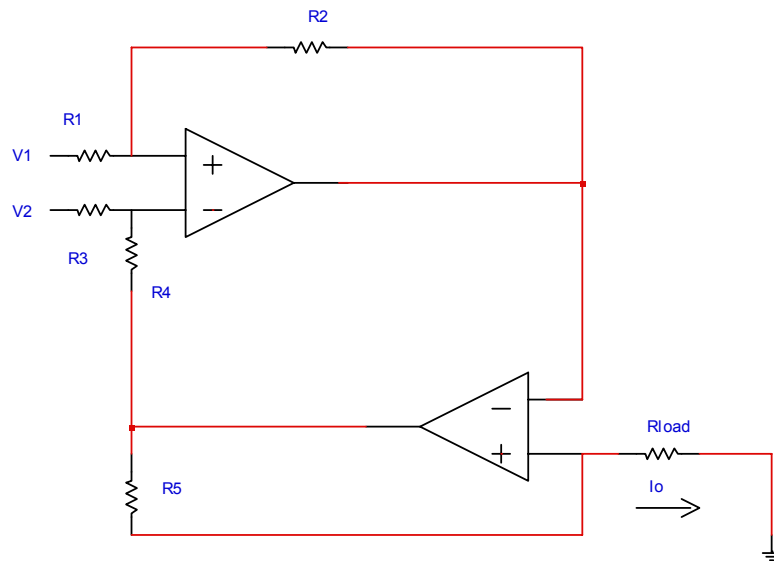
## Resultado

(a)  $I = V_{in} / R_1$    (b)  $A_d = \left( \frac{1}{2} + \frac{R_5}{R_4} + \frac{R_5 R_3}{2 R_f R_4} \right)$     $A_{cm} = 1 - \frac{R_5 R_3}{R_4 R_f}$    (c)  $28,8\text{ dB}$

## Problema 10

El circuito de la figura es un convertidor tensión-corriente. Para este circuito se pide :

- (a) Encontrar la relación de resistencias que permite que la corriente de salida,  $I_o$ , dependa únicamente de la diferencia de tensiones  $V_1-V_2$ , es decir, que haya un rechazo total al modo común.
- (b) Dar la expresión para  $I_o$  cuando se cumple la condición del apartado anterior.



### Resultado

- (a)  $R_2 \cdot R_3 = R_1 \cdot R_4$
- (b)  $I_o = (V_1 - V_2) \frac{R_4}{R_5 R_3}$