

# Capítulo 1

## Medidor de Presión

Utilizando un sensor de presión *MDX2010DP* se diseñó e implementó en PCB un circuito un medidor de presión utilizando un amplificador de instrumentación que cumpla con las especificaciones de la Tabla 1.1, alimentado por una única fuente de tensión.

Característica	Símbolo	Min	Máx	Unidades
Tensión de salida mínima	$V_{min}$	0	0	V
Tensión de salida máxima	$V_{max}$	3.1	3.3	V
Tensión de alimentación	$V_{DC}$	10	15	V

Cuadro 1.1: Especificaciones para el diseño del Medidor de Presión

### 1.1. Diseño

#### 1.1.1. Sensor de Presión

A partir de la hoja de datos del MPX2010DP, se tomó en cuenta la información en la Tabla 1.2 para el diseño del medidor de presión.

Característica	Símbolo	Min	Typ	Máx	Unidades
Rango de Presión	$P_{OP}$	0	-	10	V
Tensión de alimentación	$V_{DC}$	0	10	16	V
Tope de Escala	$V_{FSS}$	24	25	26	mV
Sensibilidad	$\Delta V/\Delta P$	-	2.5	-	mV/kPa

Cuadro 1.2: Especificaciones del Sensor de Presión

#### 1.1.2. Amplificador de Instrumentación

Para el Amplificador de Instrumentación (A.I.) se utilizó el diseño de dos amplificadores operacionales ilustrado en la Figura 1.1. Es posible calcular la ganancia del circuito completo observando

que el primer bloque del A.I. se trata de un circuito amplificador no inversor, por lo que su ganancia estará dada por la expresión (1.1) donde  $a_1$  es la ganancia a lazo abierto del amplificador operacional U1 y  $v'_o$  es su tensión de salida.

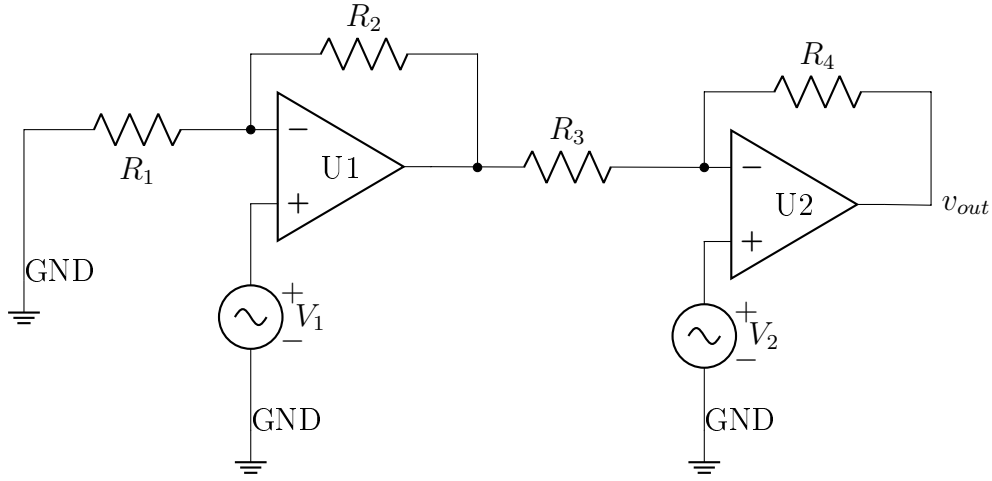


Figura 1.1: Amplificador de Instrumentación

$$A_1 = \frac{v'_o}{V_1} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \cdot \frac{1}{1 + \frac{1+R_2/R_1}{a_1}} \quad (1.1)$$

Por otro lado, en la segunda sección del A.I. la salida del amplificador operacional U2 puede calcularse aplicando el principio de superposición entre la tensión  $v'_o$  y  $V_2$ :

$$v_{out} = V_2 \cdot \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) \cdot \frac{1}{1 + \frac{1+R_4/R_3}{a_2}} + v'_o \cdot \left(-\frac{R_4}{R_3}\right) \cdot \frac{1}{1 + \frac{1+R_4/R_3}{a_2}} \quad (1.2)$$

Operando con las expresiones (1.1) y (1.2) se obtiene para la tensión de salida del A.I.

$$v_{out} = \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) \cdot \frac{1}{1 + \frac{1+R_4/R_3}{a_2}} \cdot \left[ V_2 - V_1 \cdot \frac{1 + R_2/R_1}{1 + R_3/R_4} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1+R_4/R_3}{a_1}} \right] \quad (1.3)$$

Finalmente, considerando que los amplificadores operacionales tienen una ganancia infinita ( $a_1 \cap a_2 \rightarrow \infty$ ) se obtiene la expresión simplificada

$$v_{out} = \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) \cdot \left[ V_2 - V_1 \cdot \frac{1 + R_2/R_1}{1 + R_3/R_4} \right] \quad (1.4)$$

A partir de la expresión (1.4) se observa que el A.I. se encuentra balanceado cuando se cumple la condición

$$1 + \frac{R_2}{R_1} = 1 + \frac{R_3}{R_4} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{R_3}{R_4} \quad (1.5)$$

Tomando la expresión (1.4) se pueden calcular las ganancias a modo común ( $A_{CM}$ ) y a modo diferencial ( $A_{DM}$ )

$$A_{CM} = 1 - \frac{R_4}{R_3} \cdot \frac{R_2}{R_1} \quad (1.6)$$

$$A_{DM} = \frac{R_4}{R_3} + \frac{1}{2} \cdot \left( 1 + \frac{R_4}{R_3} \cdot \frac{R_2}{R_1} \right) \quad (1.7)$$

Cuando se cumple la condición de balance descrita en (1.5) se obtiene que idealmente  $A_{CM_B} = 0$  y  $A_{DM_B} = 1 + R_4/R_3$ .

$$CMRR = 20 \log \left( \frac{A_{DM}}{A_{CM}} \right) \quad (1.8)$$

### 1.1.3. Selección de Componentes

Tomando en cuenta los datos de las Tablas 1.1 y 1.2, se busca que  $A_{DM_B}$  esté típicamente dada por la expresión (1.9). Además, se buscó que se cumpla la condición de balance del A.I. y por lo tanto se tomaron  $R_1 = R_4$  y  $R_3 = R_2$ .

$$1 + \frac{R_4}{R_3} = \frac{3.2 \text{ V}}{25 \text{ mV}} = 128 \Rightarrow R_4 = 127 R_3 \quad (1.9)$$

Por último, como se busca limitar la corriente al orden de los mA las resistencias más bajas se escogieron en el orden de los k $\Omega$ .

Resistencia	Valor(k $\Omega$ )
$R_1$	152,2
$R_2$	1,2
$R_3$	1,2
$R_4$	152,2

Cuadro 1.3: Valores de las resistencias