

Autor: Pedro I. López

Contacto: dreilopz@gmail.com | www.dreilopz.me

Licencia: Creative Commons Attribution 3.0 Unported (CC BY 3.0

<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>)

Fecha: Febrero 2012.

En ninguna circunstancia el autor se hace responsable de cualquier daño a cualquier persona o hardware causado por realizar lo descrito en este documento.

## Práctica 5

# Acondicionamiento de señal

## Objetivo

*Que el estudiante conozca diferentes tipos de acondicionamiento, y logre diseñar acondicionamientos eficientes para aprovechar de una manera eficaz los parámetros de su sistema de adquisición.*

## Desarrollo

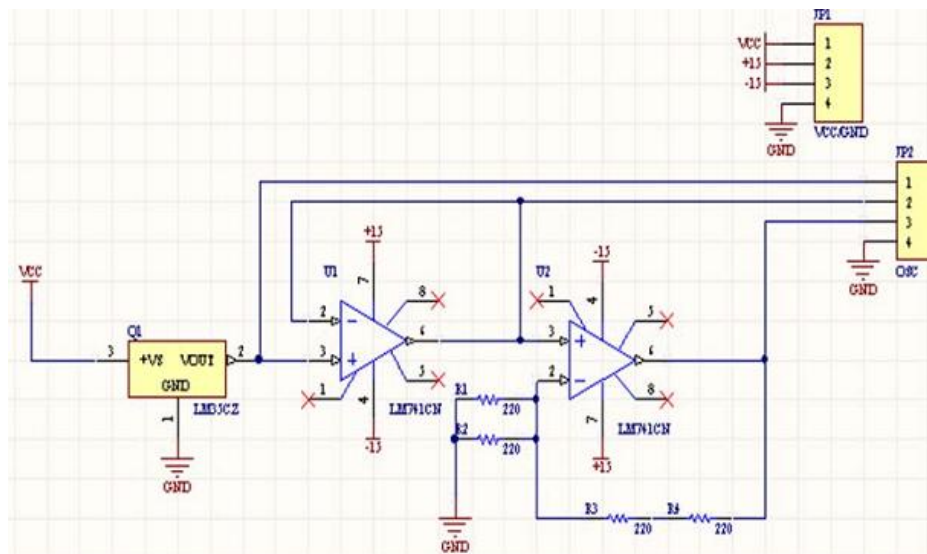
### Sección 1 - Acondicionamiento de una señal analógica

En esta sección el alumno realizara un acondicionamiento para una mejor lectura de un sensor, a lo largo del desarrollo de la sección el alumno observara el funcionamiento de algunas de las configuraciones que fueron expuestas a lo largo del marco teórico.

Material a utilizar:

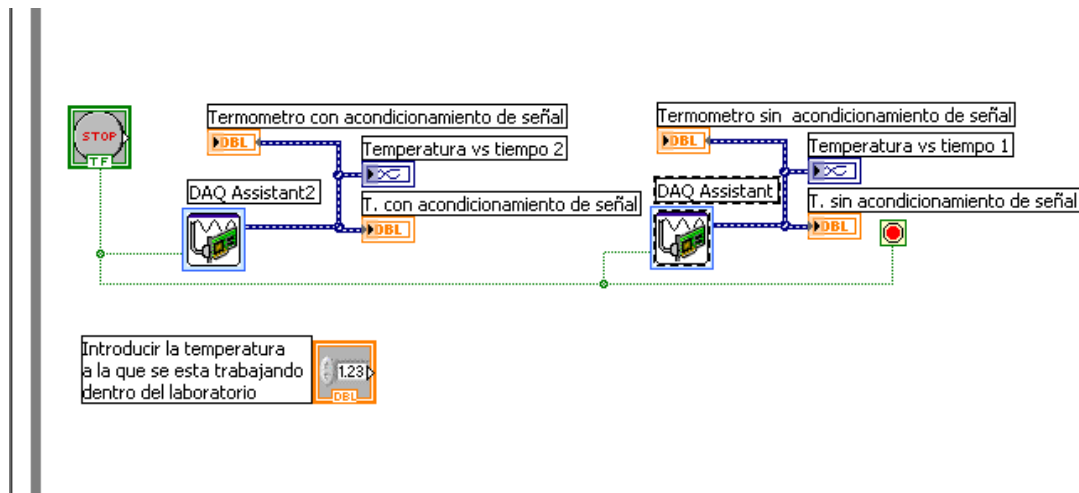
- NI ELVIS
- Software LabView
- DAQ0
- Sensor LM35.
- Encendedor.

El diagrama esquemático de la tarjeta utilizada es:

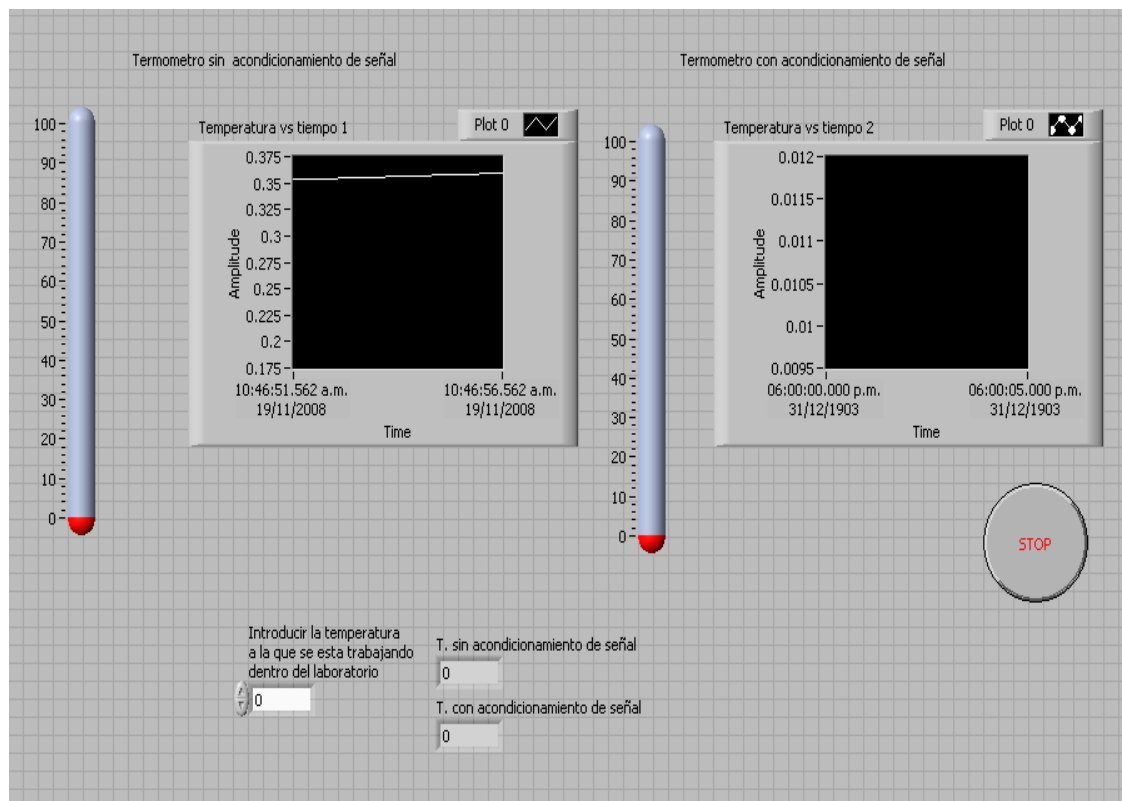


f5- 1. Esquemático de tarjeta de sensor LM35

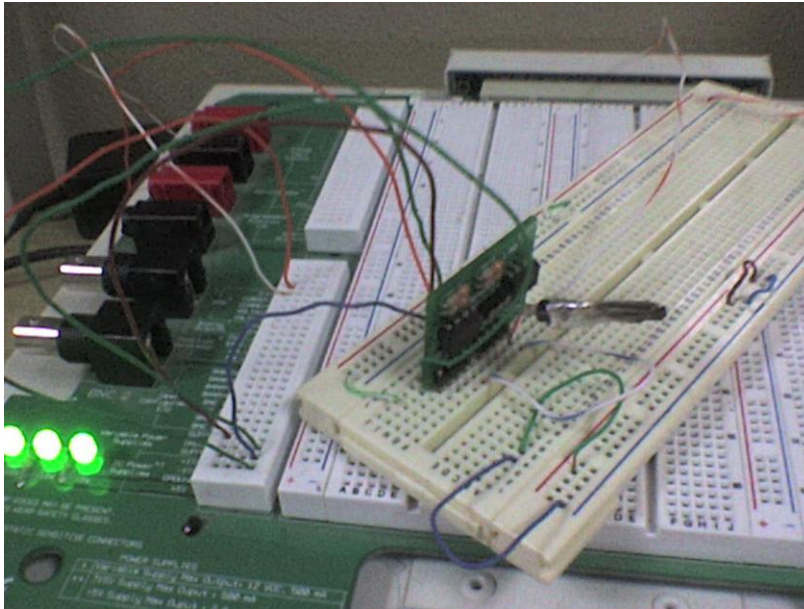
Se muestra el código que se utilizó para programar el instrumento virtual.



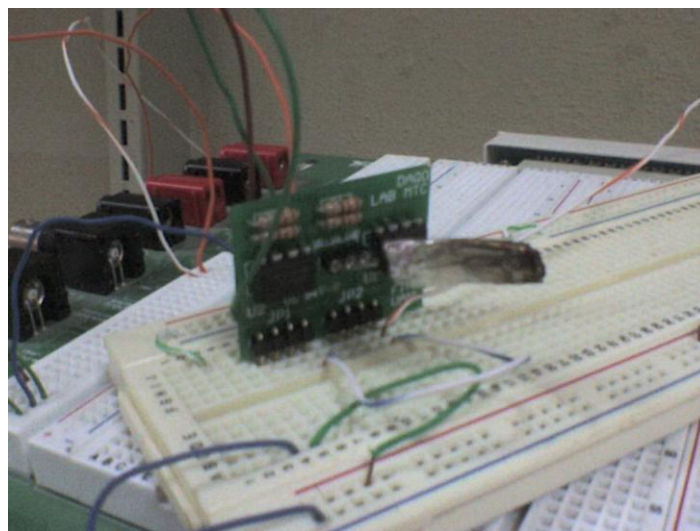
f5- 2. Código de instrumento virtual



f5- 3. Panel frontal de instrumento virtual



*f5- 4. Fotografía de implementación*



*f5- 5. Fotografía de implementación*

Para proteger la parte plástica superior del sensor se enrolló un trozo de papel aluminio conductor, teniendo cuidado de que el papel no toque las patas del sensor y crear accidentalmente un corto circuito. Tomaremos lecturas de voltaje/temperatura en las 3 terminales de la tarjeta del sensor, una salida viene directamente de la terminal de salida de voltaje del sensor, la segunda pasa por un seguidor de voltaje para adaptar impedancias, y la tercera pasa por una etapa de amplificación para una mejor resolución. Para la medición de voltaje con baja impedancia:

5V → PIN1.  
15V → PIN2.  
-15V → PIN3.  
GND → PIN4, PIN8 y VOLTAGE LO.  
VOLTAGE HI → PIN5.

Realizar la conexión para la medición de baja impedancia, registrar la temperatura inicial calentar por 4 segundos el LM35 con el encendedor y registrar la temperatura a ese tiempo, es necesario observar la respuesta que tiene el programa y prestar atención en la velocidad de actualización (cual es la velocidad de respuesta del sistema). El campo de respuesta se llenara de acuerdo a cada alumno con:

Buena Regular Mala

Valor inicial	Valor final	Respuesta
24.13	47.45	Regular

Esperar a que la temperatura del LM35 sea parecida al valor inicial y después realicé la conexión para medir alta impedancia, guiándose con el siguiente diagrama de conexiones.

5V → PIN1.  
15V → PIN2.  
-15V → PIN3.  
GND → PIN4, PIN8 y VOLTAGE LO.  
VOLTAGE HI → PIN6.

Valor inicial	Valor final	Respuesta
23.84	47.18	Buena

Esperar a que la temperatura del LM35 sea parecida al valor inicial y después hacer la conexión para medir con amplificación.

5V → PIN1.  
15V → PIN2.  
-15V → PIN3.  
GND → PIN4, PIN8 y VOLTAGE LO.  
VOLTAGE HI → PIN7.

Valor inicial	Valor final	Respuesta
23.15	49.40	Buena

## Sección 2 – Diseño de acondicionamiento adecuado

Nuestro sistema de adquisición de datos tiene un rango de operación de  $\pm 10$  V y el sensor LM35 entrega voltaje según su factor de escala de  $+ 10$  mV/°C, se tiene pensado posicionar este sensor en una caldera de agua, la máxima temperatura que se desea alcanzara en la caldera es de 125 °C, y la mínima de 50, el sensor envía la señal para activar y desactivar la entrada del combustible pero existe un retraso de tiempo de 10 segundos entre la señal del sensor y la lectura del sistema de combustible, los cambios de temperatura son de 1.5 °C/s cuando la temperatura se

incrementa y de 3 °C/s cuando la temperatura se decrementa, Diseñe un sistema de acondicionamiento para obtener el mejor aprovechamiento posible de nuestro sistema de adquisición de datos.

## Reporte

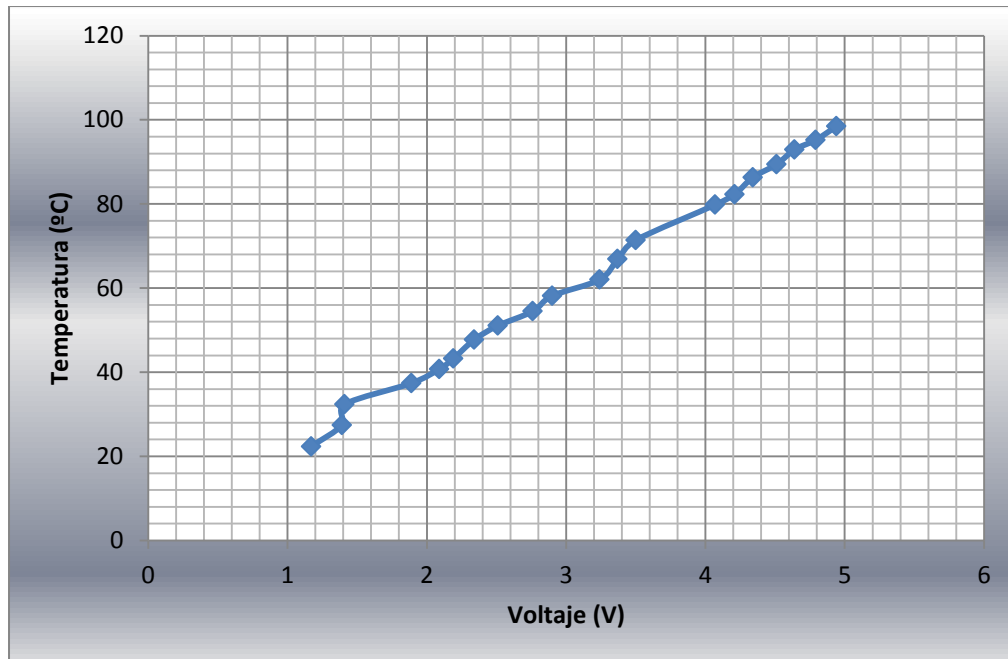
### Sección 1 - Acondicionamiento de una señal analógica

Obtenga y exponga la ecuación que describe el comportamiento del LM35 en función de la temperatura, para ello utilice la tabla de valores del programa y realice la grafica de los valores obtenidos.

La tabla de valores está en t5-1.

Voltaje (V)	Temperatura (°C)
1,17	22,34
1,39	27,45
1,41	32,37
1,89	37,4
2,09	40,74
2,19	43,22
2,34	47,72
2,51	51,07
2,76	54,47
2,9	58,16
3,24	62
3,37	66,9
3,5	71,4
4,07	79,8
4,21	82,27
4,34	86,31
4,51	89,4
4,64	92,92
4,79	95,18
4,94	98,44

t5- 1. Tabla de valores de temperatura y voltaje



f5- 6. Gráfica de temperatura contra voltaje

La gráfica de entrada/salida ilustra el comportamiento lineal del sensor, tal como la hoja de datos predice. Aproximemos la gráfica a la de una ecuación lineal determinada por dos puntos de la recta

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{98.44 - 22.34}{4.94 - 1.17} = 20.186$$

$$(y_2 - y_1) = m(x_2 - x_1)$$

$$(y_2 - 86.31) = 20.186(x_2 - 4.34)$$

$$y = 20.186x - 1.297$$

la anterior es la ecuación de comportamiento del sensor, donde x es el voltaje en V y y es la temperatura.

La ecuación donde la temperatura es la entrada y el voltaje la salida, es:

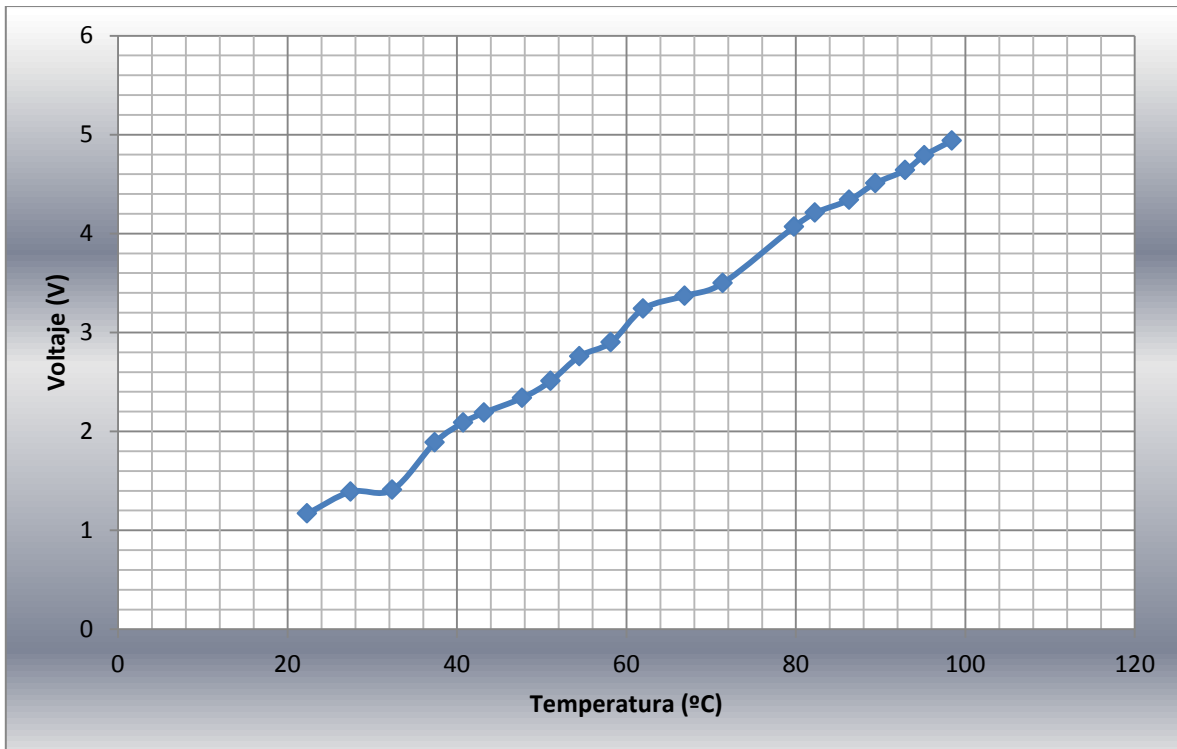
$$x = 0.04954y + 0.064252$$

y la gráfica es muy similar (donde x el voltaje en V y y es la temperatura, f5-7).

*Obtenga el voltaje entregado por el LM35 en los instantes de las temperaturas máximas registradas en sus tablas.  
Ver t5-1.*

*Que observe en la respuesta de alta impedancia respecto al de baja impedancia.*

Es casi el mismo el voltaje, hay de diferencia de 5 a 10 mV, pero el tiempo de respuesta es un poco diferente.



*f5- 7. Gráfica de voltaje contra temperatura*

*El muestreo se ve afectado por la lectura de sistemas de altas impedancias. Entregar un reporte sobre el tema explicando las razones de sus respuestas.*

El muestreo sí se ve afectado por la impedancia del sensor.



## Sección 2 – Diseño de acondicionamiento adecuado

*Explicar el diseño realizado, enlistar los materiales a utilizar, no olvidar incluir las consideraciones realizadas para el diseño.*

En la sección 1 del reporte, obtuvimos la ecuación lineal de comportamiento del sensor (con comportamiento de escala de + 10mV/°C). Utilicemos de nuevo la ecuación pero adaptándola a quitar el factor de ganancia 5, así tenemos

$$V = 0.01T + 0.004$$

Esta es la ecuación sin acondicionamiento del sensor, utilicemos los valores máximos de temperatura para obtener los de voltaje.

$$V = 0.01(50) + 0.004 = 0.504 \text{ V} \text{ voltaje mínimo}$$

$$V = 0.01(125) + 0.004 = 1.254 \text{ V} \text{ voltaje máximo}$$

Con un rango de voltaje igual a 0.75. Ya que se deseamos un rango de operación de  $\pm 10 \text{ V}$  (rango de 20 V), obtengamos el factor de ganancia.

$$\text{Ganancia} = \frac{20 \text{ V}}{0.75 \text{ V}} = 26.\bar{6}$$

Este es el valor de ganancia tentativo a utilizar. Pero analicemos mas a detalle el comportamiento del sistema. Hasta aquí habíamos ignorado el retardo mencionado en el problema, pero ahora lo utilizaremos para redefinir los límites de medición y por consecuencia, modificar el valor de ganancia.

Cuando la temperatura decrementa (y el voltaje también) hay un retardo de 10 s y el cambio de temperatura es 3 °C/s. Esto significa que debido al retardo, la temperatura puede estar 30 °C mas frío que lo que se está sensando en determinado momento. Cuando la temperatura aumenta, el retardo también es 10 s, pero el cambio de temperatura disminuye a 1.5 °C/s. Entonces debido al retardo, la temperatura puede estar 15 °C más caliente que lo que se está percibiendo en determinado momento. Estos rangos de temperatura que pueden aumentar después de 10 segundos en que se detienen el cambio de temperatura, no deben ser ignorados en los límites superior e inferior de lectura de voltaje, ya que si nuestro sistema de adquisición de datos no está acondicionado para manejar tal estado no previsto en el diseño, puede provocarse un malfuncionamiento.

Entonces hay que reducir el rango de lectura de temperatura para preveer un cambio por los 10 segundos de retardo. El nuevo rango de lectura para obtener la ganancia es de (50-30) a (125+15), es decir, de 20 °C a 140 °C. De nuevo con la ecuación

$$V = 0.01T + 0.004$$

Esta es la ecuación sin acondicionamiento del sensor, utilicemos los valores máximos de temperatura para obtener los de voltaje.

$$V = 0.01(20) + 0.004 = 0.204 \text{ V} \text{ voltaje mínimo}$$

$$V = 0.01(140) + 0.004 = 1.404 \text{ V} \text{ voltaje máximo}$$

Con un rango de voltaje igual a 1.2. Ya que se deseamos un rango de operación de  $\pm 10 \text{ V}$  (rango de 20 V), obtengamos el factor de ganancia.

$$\text{Ganancia} = \frac{20 \text{ V}}{1.2 \text{ V}} = 16.\bar{6} \approx 16$$

Entonces, las consideraciones realizadas para el diseño fueron:

- Rango =  $\pm 10 \text{ V}$
- Sensor =  $10 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$
- $T_{\text{MAX}} = 125^{\circ}\text{C}$
- $T_{\text{MIN}} = 50^{\circ}\text{C}$
- Ganancia = 16

La ganancia utilizada ayuda a no sobrepasar los límites de lectura debido al retardo. Sin embargo, debe haber una parte del diseño que traslade la escala del sensor desde su voltaje mínimo 0.204 V a -10 V y que traslade su voltaje máximo 1.404 V a +10V.

---

## Conclusión

---

Los acondicionadores de señal, adaptadores o amplificadores, en sentido amplio, son los elementos del sistema de medida que ofrecen, a partir de la señal de salida de un sensor electrónico, una señal apta para ser presentada o registrada o que simplemente permita un procesamiento posterior mediante un equipo o instrumento estándar. Consisten normalmente en circuitos electrónicos que ofrecen entre otras funciones, las siguientes: amplificación, filtrado, adaptación de impedancias y modulación o demodulación.

Las señales entregadas por los sensores deben ser procesadas de una forma adecuada para que el proceso general de adquisición de datos se lleve a cabo con éxito. Tal vez la señal es demasiado pequeña y tenga que amplificarse, podría contener interferencias que eliminar, ser no lineal y requerir linealización; ser analógica y requerir digitalización; ser digital y convertirse en analógica, etcétera.

Durante esta actividad se revisaron extensos conceptos teóricos útiles para acondicionar señales, y se realizó un experimento real para conocer a fondo tal proceso.

---

## Bibliografía

---

- **Documento de práctica de laboratorio**  
**Práctica 5 – Acondicionamiento de señal**  
Laboratorio de Adquisición de Datos  
FIME – UANL
- **Mecatrónica – Sistemas de Control Electrónico en la Ingeniería Mecánica y Eléctrica**  
**W. Bolton**  
3era edición  
Alfaomega
- **Sensores y Acondicionadores de Señal**  
**Ramón Pallás Areny**  
4ª edición  
Alfaomega-Marcombo