

Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales
Ingeniería Electrónica con orientación en Sistemas Digitales
Técnico Universitario en Microprocesadores
Profesorado en Tecnología Electrónica

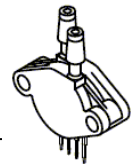
LABORATORIO DE INTERFACES

PRÁCTICO N° 8

Sensores de Temperatura RTD's, Termopares, Sensores integrados

Índice:

1. Objetivos.
2. Material de Referencia
3. Listado de Materiales.
4. Listado de Instrumental.
5. Desarrollo de la Práctica.
6. Realización de un Proyecto.



TRABAJO PRÁCTICO N° 8

Sensores de Temperatura

1. Objetivos

- § Identificar y comprobar el funcionamiento de los diversos tipos de sensores de temperatura disponibles en Laboratorio.
- § Realizar una aplicación práctica utilizando un sensor de temperatura.

2. Material de Referencia

- § "Instrumentación Electrónica" -Miguel A. Pérez García - Juan C. Álvarez Antón.
- § Temperatura Sensor HandBook – Nacional Semiconductor (PDF)
- § Hojas de datos: LM35, LM335, etc.
- § Tabla de la Termocupla Tipo K, tabla PT100.

3. Listado de Materiales

- 1 Termistor NTC
- 1 Sensor Temp. integrado LM35
- 1 Sensor Temp. integrado LM335
- 1 Termocupla Tipo K
- 1 Resistencia de platino PT100

4. Listado de Instrumental

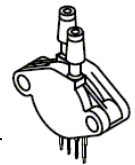
- 1 Fuente de alimentación.
- 1 Entrenador LAB – MC.
- 1 Termómetro Digital.
- 1 Multímetro digital de precisión HP

5. Desarrollo de la Práctica

5.1 Introducción

Los sensores son dispositivos que reciben una señal o estímulo físico y lo convierten en una señal eléctrica. El estímulo es la cantidad, propiedad o condición que es sensada y convertida en señal eléctrica. La señal de salida del sensor puede ser tensión, corriente o carga y describirse en términos de amplitud, frecuencia y fase.

Veremos algunos de los sensores que se hallan disponibles en el Laboratorio y verificaremos su funcionamiento, luego se empleará uno de ellos para realizar un proyecto.



5.2 Termistores

Los termistores son dispositivos electrónicos que varían su resistencia de acuerdo a la temperatura a la que están expuestos. Existen varias clases de termistores cuyo comportamiento depende principalmente del rango de variación de su resistencia y de su coeficiente de temperatura, es decir, si la resistencia aumenta o disminuye con el incremento de la temperatura, siendo de coeficiente positivo (PTC) o negativo (NTC) respectivamente. Al igual que las termocuplas, los termistores no tienen comportamiento lineal por lo cual se debe linealizar su respuesta de algún modo.

5.2.1 Se le entregará un termistor.

5.2.2 Tome la temperatura ambiente con el termómetro digital.

5.2.3 Mida la resistencia del termistor con un tester digital. ¿Cuál es la resistencia a temperatura ambiente?

T_A : R_{TA} :

5.2.4 Acerque el soldador y observe el efecto de su resistencia al aumentar la temperatura. ¿Qué sucede con la resistencia? ¿Qué tipo de coeficiente presenta?

.....
.....

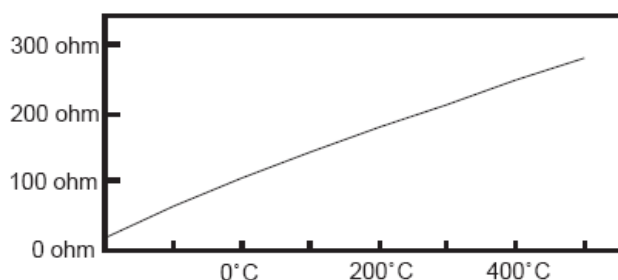
5.2.5 Este dispositivo no es lineal. Mencione dos métodos (al menos) para lograr la linealización del mismo.

1.
2.

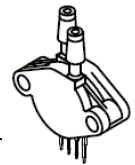
5.2.6 PT100

El PT100 es un sensor de temperatura que basa su funcionamiento en la variación de resistencia a cambios de temperatura del medio. Son un tipo de RTD (Dispositivo Termo Resistivo). Consiste de un arrollamiento muy fino de platino y protegido por un revestimiento cerámico. Este material a 0 °C tiene una resistencia de 100 ohms y al aumentar la temperatura aumenta su resistencia.

Su respuesta no es lineal pero si creciente y característico del platino. A través de tablas es posible hallar la temperatura exacta a la que se encuentra.



Los PT100 industriales se consiguen encapsulados en vainas como las termocuplas. En un extremo se halla el elemento sensible de platino y en el otro (cabezal) están las conexiones eléctricas protegidas.



Ventajas del PT100

Los PT100 son levemente más costosos y mecánicamente no tan rígidos como las termocuplas, las superan especialmente en aplicaciones de bajas temperaturas (-100 a 200 °C). Los PT100 pueden fácilmente entregar precisiones de una décima de grado con la ventaja que un PT100 no se descompone gradualmente entregando lecturas erróneas, si no que normalmente se abre, con lo cual el dispositivo medidor detecta inmediatamente la falla del sensor y da aviso.

Este comportamiento es una gran ventaja en usos como cámaras frigoríficas donde una desviación no detectada de la temperatura podría producir algún daño grave.

Además el PT100 puede ser colocado a cierta distancia del medidor sin mayor problema (hasta unos 30 metros) utilizando cable de cobre convencional para hacer la extensión.

Como medir una temperatura con una PT100 y un ohmnímetro.

1. Medir con el ohmnímetro la resistencia del PT100.
2. Si se conoce la resistencia de los cables, restársela a lo medido.
3. Buscar con este valor la temperatura correspondiente en la tabla.

Por ejemplo: Se tiene un PT100 que mide 137,5 ohms en los terminales. Se sabe que cada cable tiene 1,5 ohms (con lo cual el par tiene 3 ohms), entonces la resistencia del PT100 sin la de los cables es 134,5 ohms, en la tabla se encuentra que esta resistencia corresponde a un poco más de 89 °C.

5.2.7 Actividad Práctica

Se le proveerá un PT100 para realizar la lectura de la temperatura. Mida la resistencia que presenta el PT100 a Temperatura ambiente. Desprecie la resistencia de los cables. Busque en la tabla que valor de temperatura que corresponde al valor de resistencia obtenido y luego compare con la lectura de temperatura obtenida con termómetro digital.

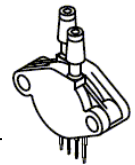
.....
.....
.....

5.3 Termocuplas

¿Que es una termocupla?

La termocupla es el sensor de temperatura más utilizado industrialmente. Una termocupla se hace con dos alambres de distinto material unidos en un extremo (soldados generalmente). Al aplicar temperatura en la unión de los metales se genera un voltaje muy pequeño (por efecto Seebeck) del orden de los milivolts el cual aumenta con la temperatura. Por ejemplo, una termocupla "tipo J" está hecha con un alambre de hierro y otro de constantán (aleación de cobre y nickel) Al colocar la unión de estos metales a 750 °C, debe aparecer en los extremos 42,2 milivolts.

Normalmente las termocuplas industriales se consiguen encapsuladas dentro de un tubo de acero inoxidable ú otro material (vaina), en un extremo está la unión y en el otro el terminal eléctrico de los cables, protegido adentro de una caja redonda de aluminio (cabezal).



Tipos de Termocuplas

Existen una infinidad de tipos de termocuplas, pero casi el 90% de las termocuplas utilizadas son del tipo J ó del tipo K.

Las termocuplas tipo J se usan principalmente en la industria del plástico, goma (extrusión e inyección) y fundición de metales a bajas temperaturas.

La termocupla K se usa típicamente en fundición y hornos a temperaturas menores de 1300 °C, por ejemplo fundición de cobre y hornos de tratamientos térmicos.

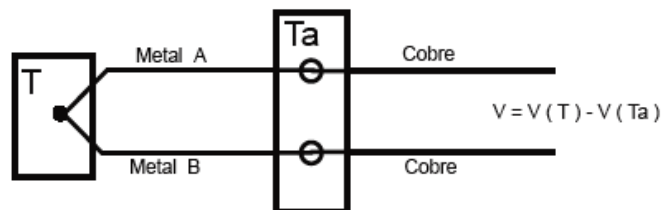
Las termocuplas R, S, B se usan casi exclusivamente en la industria siderúrgica (fundición de acero) Finalmente las tipo T eran usadas hace algún tiempo en la industria de alimentos, pero han sido desplazadas en esta aplicación por los PT100.

Linealización

La dependencia entre el voltaje entregado por la termocupla y la temperatura no es lineal (no es una recta), por lo tanto, el instrumento electrónico destinado a mostrar la lectura, debe efectuar la linealización, es decir tomar el voltaje y conociendo el tipo de termocupla, ver en tablas internas a que temperatura corresponde este voltaje.

Compensación de cero

El principal inconveniente de las termocuplas es su necesidad de "compensación de cero". Esto se debe a que en algún punto, habrá que empalmar los cables de la termocupla con un conductor normal de cobre.

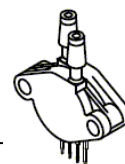


En ese punto se producirán dos nuevas termocuplas con el cobre como metal para ambas, generando cada una un voltaje proporcional a la temperatura de ambiente (T_a) en el punto del empalme. Este problema se solucionaba colocando los empalmes en un baño de hielo a 0°C para que generen cero volts ($T_a = 0$ y luego $V(T_a) = 0$).

Actualmente todos los instrumentos modernos miden la temperatura en el punto de empalme (mediante un sensor de temperatura adicional) y la suman para crear la compensación y obtener así la temperatura real. El punto de empalme (llamado "unión ó juntura de referencia") es siempre en el conector a la entrada del instrumento pues ahí está el sensor de temperatura. De modo que es necesario llegar con el cable de la termocupla hasta el mismo instrumento.

Cables compensados

Cuando el instrumento está muy alejado del lugar de medición, no siempre es posible llegar con el mismo cable de la termocupla al instrumento. Esto ocurre especialmente cuando se están usando termocuplas R, S ó B hechas con aleación de platino de muy alto costo. La solución a este problema es usar los llamados "cables compensados" para hacer la extensión del cable. Estos exhiben el mismo coeficiente de Seebeck de la termocupla (pero hechos de otro material de menor precio) y por lo tanto no generan termocuplas parásitas en el empalme. Los cables compensados tienen una polaridad de conexión (+) y (-) que al conectarse con la termocupla se debe respetar.



Un error típico, es conectar al revés el cable en la termocupla y en el instrumento, de esta forma se genera un error en la lectura del orden de la temperatura de ambiente en el empalme. Es muy importante que estos dos cables compensados sean para el tipo de termocupla que se está usando y además estén conectados con la polaridad correcta (+) con (+) y (-) con (-). De otra forma será imposible obtener una medición sin error.

Para verificar el funcionamiento de un instrumento.

Para verificar que un instrumento de termocupla funciona correctamente, es conveniente hacer un corto ó puente en la entrada de modo que $V = 0$, entonces el instrumento deberá marcar la temperatura de ambiente T_a que hay en el conector trasero donde se hizo el puente.

Para identificar una termocupla J y una K

Una Termocupla tipo J está hecha con un alambre de hierro y otro de constantán. El alambre de hierro se puede reconocer con un imán, además el hierro es gris opaco aunque algunas veces estos alambres se recubren con una delgada capa de cobre para evitar oxidación. El constantán (cobre-nickel) es también magnético pero muy levemente, se reconoce mejor porque es plateado brillante.

Las termocuplas K están hechas con cromel (cromo - aluminio) y alumel (aluminio - nickel) ambos de color plateado brillante pero el alumel es levemente magnético por su contenido de nickel.

Medición de temperatura con termocupla y voltímetro

1. Medir con el tester (en la escala de mV) el voltaje que entrega la termocupla (V_t).
2. Medir la temperatura ambiente T_a (temperatura del contacto de las puntas del voltímetro con los cables de la termocupla).
3. Buscar en la tabla Tipo K que voltaje corresponde a la temperatura T_a .
4. Hacer la suma de los 2 voltajes obtenidos ($V = V_t + V_{ta}$).
5. Buscar en la tabla a que temperatura corresponde esta tensión (V). Esta será la temperatura real a la que está sometida la termocupla.

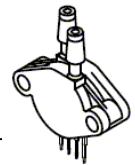
Por ejemplo: Se mide en una termocupla K un voltaje de 8,90 mV. Si la temperatura ambiente en los contactos es 25 °C, entonces en la tabla esto corresponde a 1,00 mV. Luego $V = 8,90 + 1,00 = 9,90$ mV, esto según al tabla corresponde a 244°C.

Se verificará la temperatura empleando una termocupla tipo K. Utilizaremos un soldador de estaño para medir una temperatura entre 220 – 290°C.

5.3.1 Realice el procedimiento anterior con la termocupla provista sobre el cuerpo del soldador.

5.3.2 Tome la temperatura del soldador con el termómetro digital y compare con el valor obtenido en el punto 5.3.1.

Valor obtenido con el procedimiento anterior :
Valor usando el termómetro digital :



5.4 Sensores de Temperatura Integrados

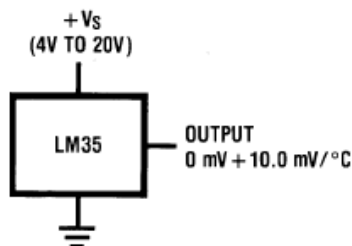
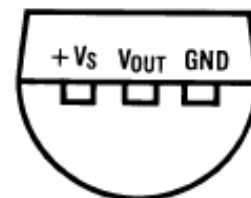
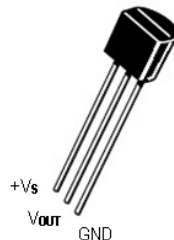
Actualmente existe una gran variedad de sensores integrados en encapsulados TO-92. Las principales ventajas de estos nuevos dispositivos es que son baratos, pequeños, lineales, la salida puede ser en tensión, corriente, o datos digitales para los más complejos, incluso algunos incorporan funciones de programación de alarmas. La principal desventaja es que el rango de temperatura no supera los 200° C.

5.4.1 El LM35: Sensor de Temperatura Celcius

El LM35 es un dispositivo de tres terminales que produce un voltaje de salida de 10mV/°C, de modo que el voltaje nominal de salida es 250mV a 25°C y 1V a 100°C. Este sensor puede medir temperaturas debajo de 0°C usando una resistencia de pull-down desde el terminal de salida a una tensión debajo de cero. La precisión del LM35 es de $\pm 1^\circ$ C desde -55°C a +150°C.

Precauciones para su uso

No exponerlo a la llama directamente.
No someterlo a temperaturas fuera de su rango.
No sumergirlo en líquidos o sustancias corrosivas.



5.4.2 Se le proveerá este integrado para verificar su funcionamiento. Alimente el LM35 con una tensión de 5V.

5.4.3 Coloque un tester digital a la salida del LM35 y Mida la tensión de salida del mismo.

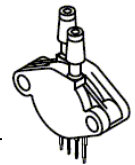
.....

5.4.4 Mida la temperatura ambiente con el termómetro digital y compare.

.....

5.4.5 Acerque el soldador (sin tocar el sensor) y observe como varía la tensión de salida al aumentar la temperatura.

.....

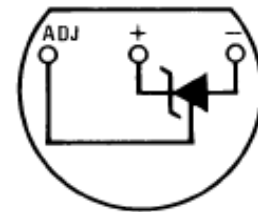
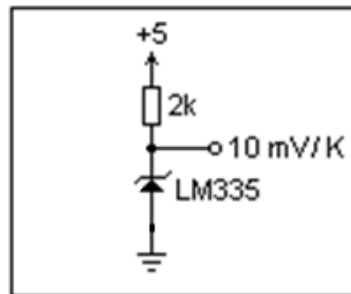


5.4.6 El LM335: Sensor de Temperatura Kelvin

El LM335 desarrolla un voltaje de salida proporcional a la temperatura absoluta con un coeficiente nominal de temperatura de 10mV/K. El voltaje de salida nominal es de 2,73V a 0°C, y 3,73V a 100°C. Este sensor opera como una referencia de voltaje de dos terminales, y normalmente se conecta como se muestra en la figura de abajo. El tercer terminal le permite ajustar la precisión usando un trimpot como se ve en la figura. El error con el dispositivo no ajustado sobre un rango de -55°C a +150°C es menor que $\pm 2.7^\circ\text{C}$. Usando un trimpot externo para el ajuste el error se reduce a menos que $\pm 1^\circ\text{C}$ sobre el mismo rango.

Precauciones para su uso

No exponerlo a la llama directamente.
No someterlo a temperaturas fuera de su rango.
No sumergirlo en líquidos o sustancias corrosivas.



5.4.7 Se le proveerá este integrado verifique su funcionamiento. Aliméntelo con 5V.

5.4.8 Mida la tensión de salida del mismo a TA. Compare (convirtiendo de Kelvin a centígrado) con la medida que entrega el termómetro digital.

.....

.....

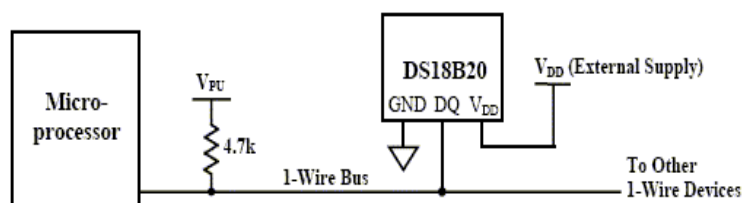
5.4.9 Sensor de Temperatura inteligente DS1820

El DS1820 es un termómetro digital que provee mediciones de temperatura centígrada de 9 a 12bits y posee funciones de alarma con puntos de disparo altos y bajos programables por el usuario.

El DS1820 se comunica sobre 1 línea (protocolo 1 Wire) y requiere además la línea de tierra. Puede operar en el rango de temperatura de -55°C a $+125^\circ\text{C}$ y posee una precisión de $0,5^\circ\text{C}$ sobre el rango de -10°C a $+85^\circ\text{C}$.

Además, el DS1820 puede alimentarse directamente de la línea de datos ("alimentación parásita"), eliminando la necesidad de fuente de alimentación externa.

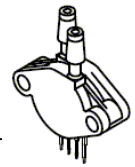
Cada DS1820 tiene un código serial único de 64-bit, el cual permite disponer de múltiples DS1820 en el mismo bus 1 Wire, esto es, un solo microprocesador para controlar varios DS1820 distribuidos sobre una gran área.



(BOTTOM VIEW)

PIN DESCRIPTION

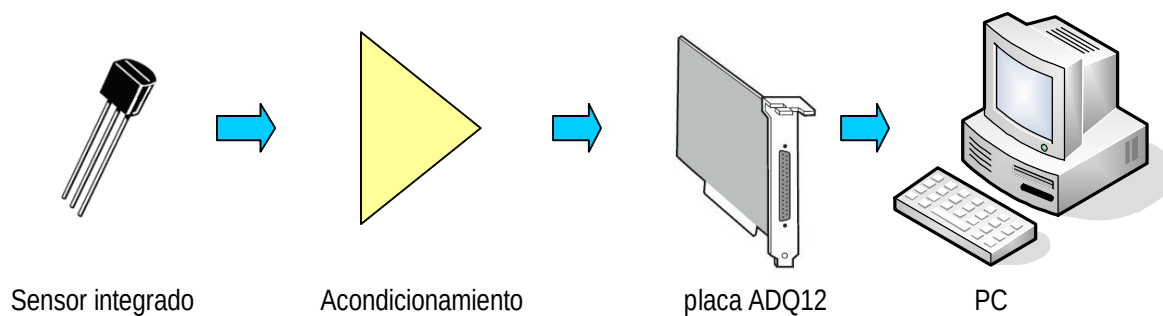
GND - Ground
DQ - Data In/Out
VDD - Power Supply Voltage



6. Desarrollo de una aplicación para medir temperatura.

Utilizando un sensor de temperatura LM35 o LM335, acondicionar su salida de modo de llevarla al rango de 0...5V utilizando un A.O y luego conectarlo a un canal de la placa ADQ12-B.

Se debe realizar una aplicación en Visual Basic que muestre el valor de temperatura en pantalla. Además debe mostrar los valores mínimos y máximos que toma el sensor durante toda la medida.



Para aprobar el Práctico debe entregar las respuestas de los distintos puntos del Laboratorio, presentar el proyecto funcionando y enviar por e-mail el informe del proyecto.