
	Manual de prácticas del Laboratorio de Medición e Instrumentación	Código:	MADO-66
		Versión:	01
		Página	1/8
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	17 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Medición e Instrumentación	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

N° de práctica: 1

Práctica del laboratorio de Medición e Instrumentación a distancia

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
M.I. Daniel Martínez Gutiérrez Ing. Abel Villanueva Peña Ing. José Alberto Arellano Figueroa Ing. Eduardo Hernández Romero Dr. Roberto Giovanni Ramírez Chavarria	M.I. Daniel Martínez Gutiérrez M.I. Roberto Giovanni Ramírez Chavarria Dra. Celia Sánchez Pérez	Dr. Paul Rolando Maya Ortiz	18 de septiembre del 2020

	Manual de prácticas del Laboratorio de Medición e Instrumentación	Código:	MADO-66
		Versión:	01
		Página	2/8
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	17 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Medición e Instrumentación	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución


Riesgo al equipo	Acción preventiva
Cortocircuito en la placa Arduino	Verificar conexiones antes de conectar la placa a la alimentación
Riesgos a la persona	Acción preventiva
Quemaduras	Manejar el contenedor del recipiente de agua hirviendo de manera responsable.

2. Objetivos de aprendizaje

Este manual tiene como objetivo presentar una guía para la caracterización de un sensor de temperatura, aunque se puede usar como referencia para cualquier otro tipo de sensor, que incluye, la caracterización, despliega y transmisión del mismo.

3. Material y Equipo

Material	Equipo
Agua y hielo	1 Placa Arduino, con cable USB
Tres recipientes de acero o aluminio	1 Multímetro digital
Juego de cables caimán-caimán, banana – caimán y caimán – caimán	1 Computadora con la última versión de la IDE de Arduino y con MATLAB 2018
Juego de cables <i>dupont</i> macho – macho, hembra - macho	1 parrilla o estufa.
1 sensor de temperatura RTD Pt100	

	Manual de prácticas del Laboratorio de Medición e Instrumentación	Código:	MADO-66
		Versión:	01
		Página	3/8
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	17 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Medición e Instrumentación	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1 Modulo display para Arduino de 7 segmentos.	
1 Tablilla de pruebas (Protoboard)	

4. Desarrollo


Actividad 1

Caracterización del sensor de temperatura RTD PT100

Cuando deseamos medir una magnitud física de cualquier tipo, necesitamos conocer los fenómenos físicos asociados a dicha magnitud, es decir, conocer las variables físicas que podemos determinar a partir del cambio de la magnitud física que deseamos conocer. En este caso para caracterizar el sensor de temperatura necesitamos medir la variación de resistencia que se presenta en el RTD PT100, a continuación, se presentan las actividades necesarias para caracterizar dicho sensor.

1.- En cada uno de los recipientes ponga hielo, agua a temperatura ambiente y agua a punto de ebullición. Investigue los valores de temperatura para el hielo (agua en estado sólido), agua a temperatura ambiente y agua a punto de ebullición según las condiciones de presión de su localidad.

2.- Coloque el RTD en el recipiente con hielo (esta será la Temperatura T1), con el óhmetro de su multímetro mida el valor de resistencia en sus terminales, al menos 30 s después de haberlo introducido. Retire el RTD y espere al menos 30 s antes de colocarlo en el recipiente con agua templada (esta será la temperatura T2), mida el valor de resistencia en el RTD. A continuación, con mucho cuidado coloque el RTD dentro del recipiente con agua a punto de ebullición (esta será la temperatura T3), mida el valor de resistencia en sus terminales. Tendrá su primer conjunto de datos. Este procedimiento se muestra en la figura 1.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Medición e Instrumentación	Código:	MADO-66
		Versión:	01
		Página	4/8
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	17 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Medición e Instrumentación	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

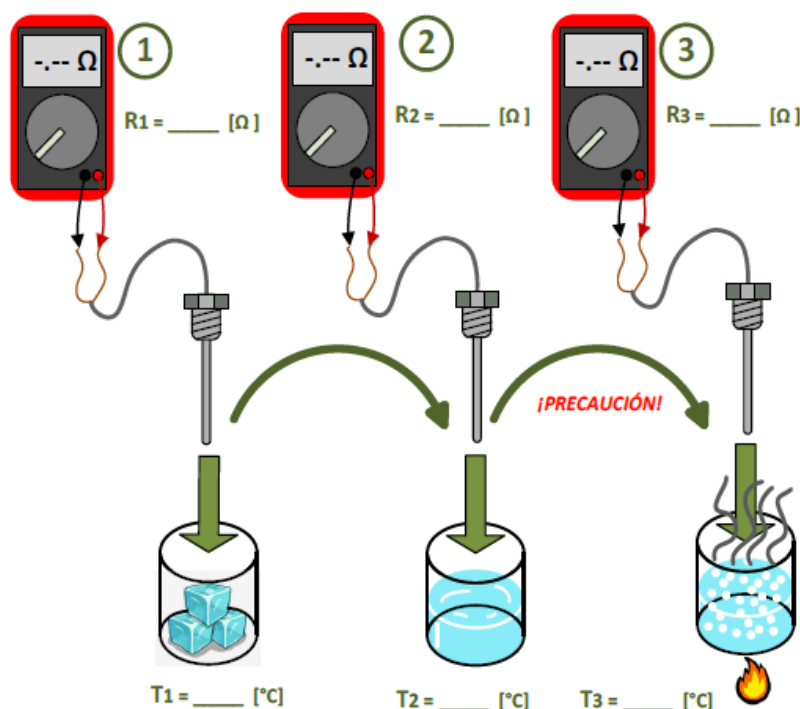



Figura 1. Bosquejo para la toma de datos experimentales del RTD

3.- Repita el procedimiento descrito en el punto anterior hasta tener 5 lecturas por cada estado del agua. Anótelas en la tabla 1.

RTD	Hielo	Temperatura Ambiente	Agua hirviendo
	T1= _____ [°C]	T2= _____ [°C]	T3= _____ [°C]
Lectura	Resistencia 1 [Ω]	Resistencia 2 [Ω]	Resistencia 3 [Ω]
1			
2			
3			
4			
5			

Tabla 1. Mediciones de temperatura y resistencia

	Manual de prácticas del Laboratorio de Medición e Instrumentación	Código:	MADO-66
		Versión:	01
		Página	5/8
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	17 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Medición e Instrumentación	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividades a realizar, se recomienda utilizar MATLAB para desarrollar las siguientes actividades.


- Elaborar un diagrama de dispersión con los datos obtenidos en una misma gráfica.
- Calcule la media y desviación estándar por cada estado del agua.
- Obtenga diversas aproximaciones a los datos del experimento y determine cuál sería es la mejor aproximación.
- Añada la gráfica del modelo matemático de mejor ajuste, a su diagrama de dispersión.

Actividad 2

Despliegue del sensor de temperatura RTD PT100

Una vez caracterizado el sensor de temperatura podemos proceder a realizar el despliegue de la información que nos proporciona el sensor, con su respectivo acondicionamiento y en la magnitud física que sea entendible como temperatura.

- En esta actividad, probará el correcto funcionamiento de su despliegue local, para ello alambre el circuito de la figura 2.
- Diseñe un acondicionamiento para el RTD que ya caracterizó. Este deberá convertir la resistencia para la temperatura T1 en 0V y la resistencia para la temperatura T2 en 5V.
- A continuación, conecte el RTD con su acondicionamiento al Arduino con el *display* y observe el valor que se muestra. Agregue las líneas de código necesarias, para que, en lugar de voltaje, se muestre el valor de temperatura.
- En esta actividad, medirá el tiempo de respuesta del RTD. Introdúzcalo en el recipiente con hielo y observe el *display*, al cabo de 30 s páselo inmediatamente al recipiente con agua templada y tome el tiempo que tarda en pasar de la temperatura T1 a la temperatura T2 (tenga el cronómetro de su celular a la mano).

	Manual de prácticas del Laboratorio de Medición e Instrumentación	Código:	MADO-66
		Versión:	01
		Página	6/8
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	17 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Medición e Instrumentación	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

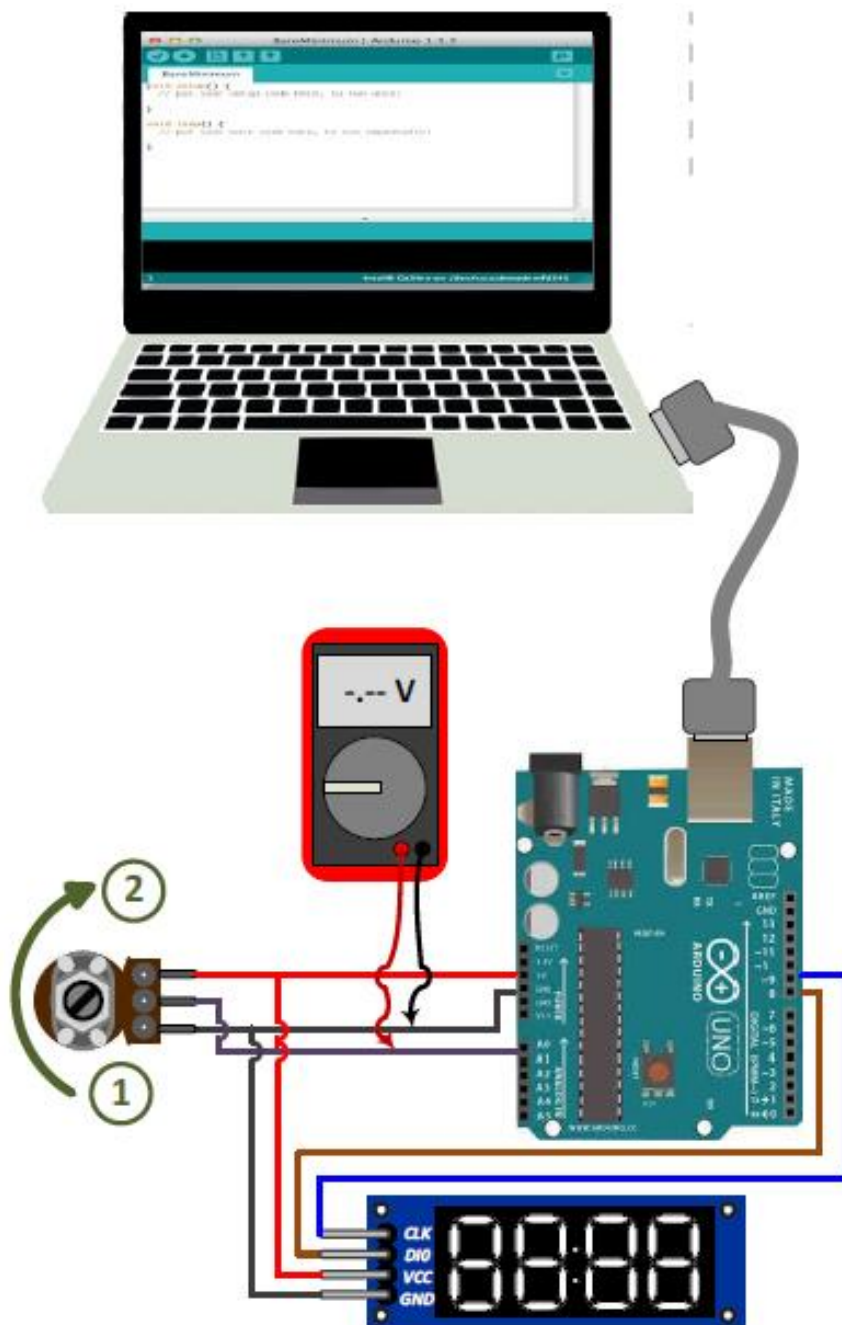



Figura 2.0 Conexiones del circuito de la actividad 1.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Medición e Instrumentación	Código:	MADO-66
		Versión:	01
		Página	7/8
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	17 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Medición e Instrumentación	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Actividad 3

Trasmisor de la temperatura del sensor RTD PT100

Ya que contamos con el despliegue local de la temperatura del sensor, ahora procedemos a realizar la transmisión de la información que nos proporciona mediante una herramienta de software que nos permita almacenar y acondicionar la información para una mejor interpretación.

1. Modifique el código de Arduino de su termómetro digital visto en la actividad anterior, de manera que al abrir el monitor serial en la IDE de Arduino usted vea que está recibiendo lecturas del voltaje acondicionado del sensor.

NOTA: *Anote el puerto “COM” en la que IDE le indica que está conectado*


2.- Cierre la IDE de Arduino. Haga una conexión entre Arduino y MATLAB mediante el uso del comando Arduino.

3.- Realice un *script* en MATLAB que le permita leer el voltaje acondicionado del RTD. Haga todos los cambios necesarios en su *sketch* de Arduino para que mantenga el despliegue local del voltaje acondicionado del sensor.

4.- Modifica tu *script*, de manera que los datos de Arduino, se guarden en el espacio de trabajo de MATLAB.

5.- Grafique en MATLAB el voltaje acondicionado en tiempo real.

6.- Con los datos guardados en el espacio de trabajo de MATLAB suavice la gráfica empleando un filtro promedio móvil. Utilice las instrucciones filter, reshape y envelope para mostrar la tendencia de las lecturas.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Medición e Instrumentación	Código:	MADO-66
		Versión:	01
		Página	8/8
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	17 de septiembre de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Medición e Instrumentación	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Bibliografía

- ❖ Creus Solé Antonio *Instrumentación industrial*, Alfa Omega, Marcombo, 2010
- ❖ Doebelin, E.O.O, *Measurement System Application and Design*, New York, McGraw-Hill, 2003
- ❖ Pallas Areny Ramón, *Sensores y acondicionadores de señal, problemas resueltos*, México, Alfa Omega, Marcombo, 2003
- ❖ Nichols Daniel, *Arduino-Based Data Acquisition into Excel, LabVIEW, and MATLAB*, The Physics Teacher, Vol 55, American Association of Physics Teachers, 2017
- ❖ Mathworks, *Signal Smoothing*, recuperado el 19 de septiembre del 2020 de: <https://www.mathworks.com/help/signal/ug/signal-smoothing.html>,

Cuestionario previo.

- a. ¿Qué es un patrón de trabajo?
- b. ¿Qué es la sensibilidad de un sensor y cómo se calcula?
- c. Describa los principios de funcionamiento de un RTD
- d. Investigue las configuraciones básicas del amplificador operacional
- e. ¿En qué casos se emplea un amplificador seguidor de voltaje?
- f. ¿En qué consiste el protocolo I2C?
- g. Describa los diferentes esquemas de conversión A/D
- h. ¿Qué es un protocolo de comunicación?
- i. Realice un diagrama a bloques, de un transmisor electrónico industrial.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Dirección General de Asuntos de Personal Académico (DGAPA) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) por el apoyo otorgado a través del proyecto PAPIME PE115319