



# Tecnológico de Monterrey

## Escuela de Ingeniería y Ciencias

Carrera:	Ingeniería en Sistemas Digitales y Robótica	Materia:	Sistemas Embebidos
Nombre del alumno:	Carlos Jesús Salguero Rosales Jorge Martínez Hernández Sherlyn Quetzal López Hernández Ricardo Garcia Sedano	Semestre:	9
Nombre del docente:	Héctor Eduardo de Cos Cholula		
Práctica No.	4	Nombre de la práctica:	Termómetro (entradas y salidas digitales, estructuras y representación gráfica)

**Tema:** Implementación de un subsistema Convertidor de Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$  -  $^{\circ}\text{F}$  y  $^{\circ}\text{C}$  -  $^{\circ}\text{K}$ ), mediante la adición de un elemento de control para una sola entrada y una sola salida del sistema.

**Objetivo de la práctica:** En la presente práctica, el objetivo principal se basó en construir un circuito básico que tiene la función de convertidor de temperatura de grados centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ) a grados Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ) y de grados centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ) a grados Kelvin (K), en el software LabView, para así seguir con la dinámica de trabajo del simulador y agregar nuevas estructuras como lo son el Switch-Case, para seleccionar con qué herramienta de conversión se desea trabajar. Asimismo, se buscó desarrollar un pensamiento analítico para determinar el funcionamiento del circuito, en función de sus operaciones matemáticas, e interpretar los resultados obtenidos, con lo cual será de mucha ayuda visualizar sus procesos en el diagrama de bloques y en el panel frontal del proyecto. A su vez, se implementó físicamente el sistema construido en un circuito con la tarjeta myRIO para comprobar las señales generadas con los cambios efectuados, y obtenerlas de manera gráfica en un osciloscopio en LabView, con el fin de visualizarlas a la par de las pruebas físicas.

### Introducción.

#### Temperatura.

Definimos a la temperatura, desde el punto de vista de la Termodinámica, como el nivel de calor de un objeto en cualquiera de sus estados físicos de la materia: gas, líquido o sólido. Cuando hay variaciones en la temperatura, puede darse la conversión entre diversas escalas, de acuerdo a qué sistema métrico nos refiramos. Con este se definen las escalas termométricas, las cuales definen los valores numéricos de las fórmulas de conversión, basándose en la coexistencia de los 3 diferentes estados físicos del agua: el hielo, el agua líquida y el vapor de agua. Con esto obtenemos una temperatura determinada, donde se le atribuye un valor de 273.15 K a una presión de 4.58 Torr, o 610 Pascales, es decir, en condiciones ideales. Esta escala es utilizada en experimentos científicos, por lo que se trata de una conversión en condiciones especiales: la ausencia completa de energía calórica.



# Tecnológico de Monterrey

## Escuela de Ingeniería y Ciencias

La escala de grados Celsius es calculada con ayuda de la temperatura del punto de fusión del agua, correspondiente a 0°C de temperatura, y la del punto de ebullición, la cual es de 100°C. Para grados Fahrenheit (°F), se refiere a la temperatura de punto de fusión del agua a 32°C, y de ebullición a 212°F. Esta divide la diferencia entre ambos grados de fusión y ebullición en 180 intervalos iguales.

### Software LabView

Es una plataforma de desarrollo de circuitos electrónicos para implementar de manera gráfica los componentes de un sistema embebido y hacer su prototipo en tiempo real. Cuenta con diferentes elementos gráficos de visualización en los cuales se pueden utilizar una gran variedad de herramientas y elementos electrónicos para construir el circuito deseado. Para la presente práctica se utilizó lo siguiente en el panel frontal y en el diagrama de bloques:

1. **Loop While:** utilizado para establecer qué procesos del circuito diseñado se mantendrán activos al simular y hacer pruebas físicas.
2. **Loop de Cases:** con esta herramienta, se pueden programar diferentes opciones de conversión de temperaturas, tomando en cuenta el mismo dato de entrada, por lo que solo es necesario establecer las condiciones lógicas y las operaciones matemáticas necesarias para obtener los resultados deseados.
3. **Constantes numéricas:** utilizadas como datos de entrada, con los cuales se ejecutarán las operaciones correspondientes y se obtendrá el dato de salida deseado. También se indican los números que son necesarios en las fórmulas de operación.
4. **Operadores numéricos:** fueron usados para establecer qué operaciones realizar: suma, resta y división, y así lograr el valor de conversión deseado.
5. **Sensores analógicos:** utilizados para poder recibir la señal real del sensor de temperatura, y con respecto a eso, se puedan realizar los cálculos correspondientes en el software LabView.
6. **Termómetros:** indicadores visuales de las temperaturas obtenidas en tiempo real, que indican que datos se están obteniendo.
7. **Tableros de osciloscopios:** se obtiene la señal generada por el sensor de temperatura y se registra en ellos para visualizarlos gráficamente, por lo que se da en tiempo real la adquisición de datos obtenidos físicamente en el circuito implementado con la tarjeta myRIO 1900.
8. **Botón de paro:** representado por el botón Stop, sirve para parar todos los procesos activos del programa cuando se requiera.



# Tecnológico de Monterrey

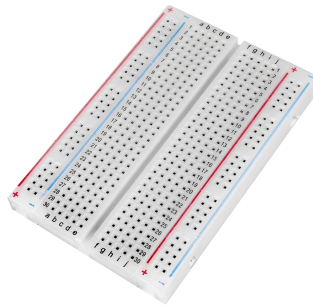
## Escuela de Ingeniería y Ciencias

Tarjeta myRio Student Embedded Device

Para su prueba se utilizó la tarjeta myRio Student Embedded Device, la cual es un dispositivo configurable tanto en sus entradas como en sus salidas, y que incluye diferentes herramientas tales como entradas y salidas analógicas y digitales, LEDs, pulsadores, acelerómetros, un FPGA Xilinx y un procesador dual-core ARM Cortex-A9. Nuestro modelo soporta comunicación vía WiFi y es programable con el software LabView o con el lenguaje de programación C.

### Equipo necesario y material de apoyo:

1. Computadora personal.
2. Software LabView 2015.
3. Jumpers o cables para realizar las conexiones.
4. Protoboard para pruebas físicas del circuito.



*Imagen 1. Placa de pruebas utilizada en el desarrollo físico de la práctica.*

5. 2 botones pulsadores (Push Button) estándar de 4 pines, que servirá como interruptor táctil. Sus contactos se cierran al ejercer fuerza sobre él, lo que indicaría una acción de encendido (ON), y se abre al retirar el dedo, lo que indicaría una acción de apagado (OFF).



*Imagen 2. Push buttons utilizados como dispositivos de entrada en la implementación física del sistema.*

6. Tarjeta myRIO 1900 para lograr la comunicación entre el circuito físico y el archivo programado en el software



# Tecnológico de Monterrey

## Escuela de Ingeniería y Ciencias

LabView y hacer posible la implementación física de la práctica.



Imagen 3. Tarjeta NI myRIO, serie 1900, número de etiquetado 001.

7. 2 Resistencias de 330 ohms, en modo pull-down, con el cual se generará un estado lógico LOW cuando no se esté presionando el botón, y un estado lógico HIGH, cuando si esté siendo utilizado. La conexión está determinada según el siguiente esquemático:

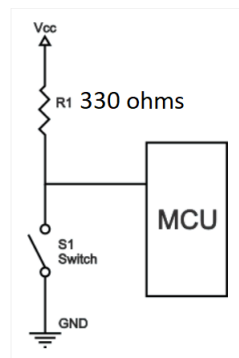


Imagen 4. Guía de conexiones de las resistencias con los push buttons utilizados.

### Procedimiento.

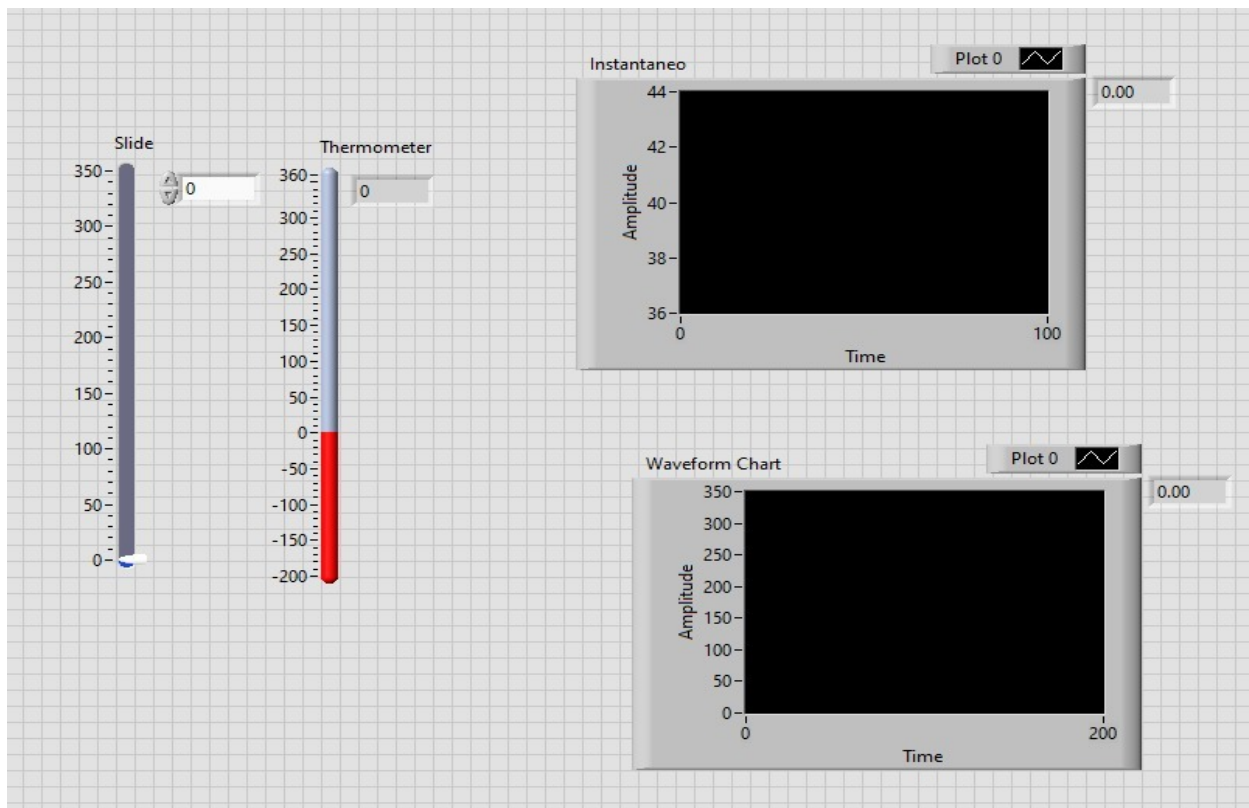
1. Crear un proyecto de extensión .vi en el software LabView 2015.
2. Hacer la conexión de la tarjeta myRIO con la computadora del integrante del equipo que ejecutará las pruebas físicas.
3. Crear un archivo de extensión .vi compatible con la configuración de myRIO.



# Tecnológico de Monterrey

## Escuela de Ingeniería y Ciencias

4. Tal y como se indica en la siguiente imagen, colocar en el panel frontal los siguientes elementos:
- Un deslizador vertical que tenga un visualizador, el cual será nombrado Slide, y que indica la existencia del sensor de temperatura.
  - Un termómetro, que mostrará la conversión obtenida.
  - Un tablero de osciloscopio que tendrá como etiqueta “Instantáneo”.
  - Un tablero de osciloscopio nombrado como Waveform Chart.
  - Indicadores numéricos en cada uno de los elementos para visualizar de forma exacta los cambios en los datos de entrada y salida.



Imagen

Configuración del Panel Frontal del proyecto en el software LabView 2015.

4.



# Tecnológico de Monterrey

## Escuela de Ingeniería y Ciencias

5. Tal y como se indica en la siguiente imagen, colocar en el diagrama de bloques los siguientes elementos:
  - a. Crear un elemento de control.
  - b. Colocar un elemento myRIO que indicará el Digital Input del sistema, al cual se le añadirán dos pines: el pin 11 y el pin 13, los cuales son los pines físicos a conectar en la tarjeta myRIO 1900.
    - i. A este elemento se le unirá un Build Array, disponible en la ventana de Funciones, de ahí en Programación y finalmente en la opción Array.
    - ii. A lo anterior, se conectó un elemento booleano llamado Array to Number.
    - iii. Finalmente, el elemento anterior se conectó a la estructura de Loop Cases.
6. Se conectó de igual forma a la estructura Loop Cases el elemento Slide, tomándolo en cuenta como elemento de entrada.
7. A la salida de esta estructura se conectó el elemento correspondiente al tablero de osciloscopio etiquetado como Instantáneo, el cual a su vez fue conectado al loop While, que mantiene todos los procesos activos.
8. Se conectó el elemento Thermometer al elemento Instantaneo, con el fin de involucrar su adquisición de datos y visualizarla en el osciloscopio correspondiente.
9. Dentro del loop While, se creó una constante numérica etiquetada como 100, la cual fue conectada a un elemento Wait, el cual está disponible en la pestaña de Tiempo, dentro del grupo de Programming.
10. Se agregó también un elemento Stop para parar los procesos activos en cualquier momento que se desee.
11. Finalmente, en la estructura de casos, se realizaron 3 casos, los cuales se describen a continuación:
  - a. Caso '0': Conversión a grados Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ).
  - b. Caso '1': Conversión a grados Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ). Determinada por la siguiente operación:

$$^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5}(^{\circ}\text{C}) + 32$$

- c. Caso '2': Conversión a grados Kelvin (K). Determinada por la siguiente operación:

$$\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273.15$$



# Tecnológico de Monterrey

## Escuela de Ingeniería y Ciencias

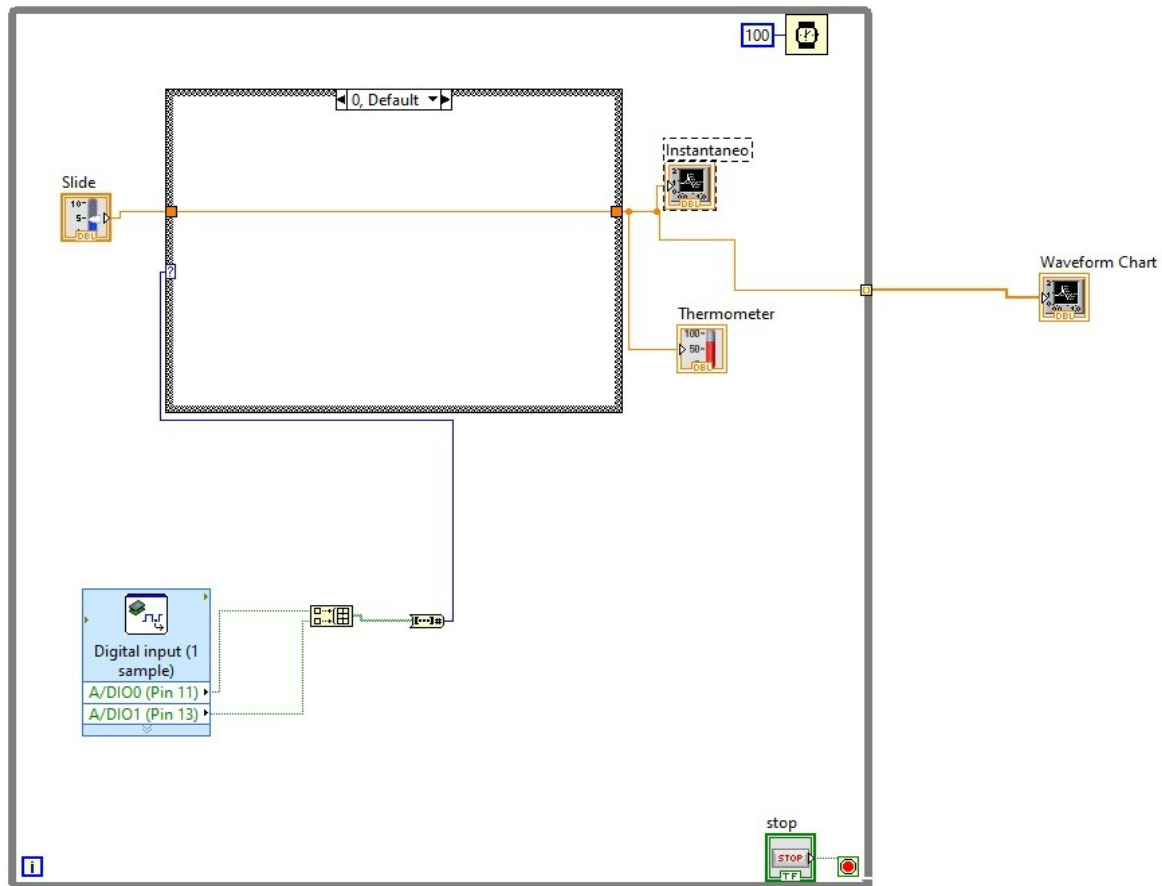


Imagen 4. Configuración del Diagrama de Bloques del proyecto en el software LabView 2015.

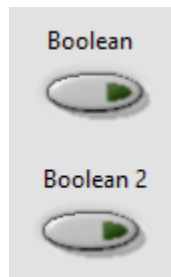


# Tecnológico de Monterrey

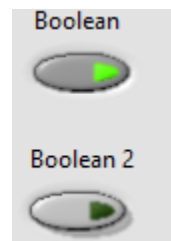
## Escuela de Ingeniería y Ciencias

### Pruebas:

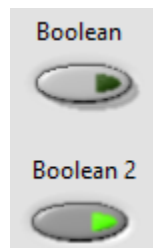
Para la parte de las pruebas colocamos las 4 posibles combinaciones posibles en nuestro programa. Para poder visualizar mejor las combinaciones colocamos dos push button de manera digital para apreciar las combinaciones, ya que de manera física no se visualizarán con claridad.



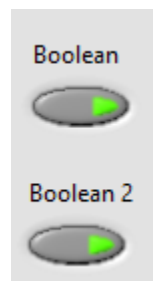
*Imagen 5. Combinación 0,0 de los push button.*



*Imagen 6. Combinación 1,0 de los push button.*



*Imagen 7. Combinación 0,1 de los push button.*



*Imagen 8 . Combinación 1,1 de los push button.*





# Tecnológico de Monterrey

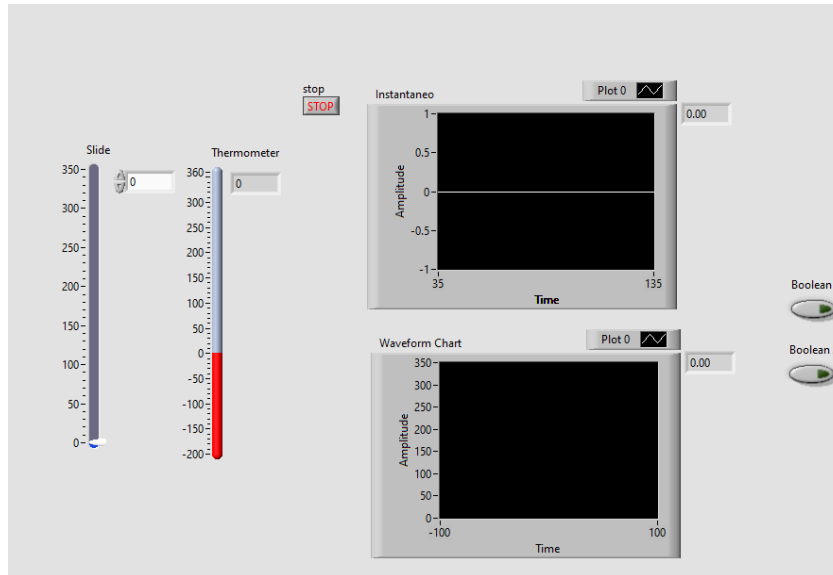
## Escuela de Ingeniería y Ciencias

Así mismo realizamos la prueba de presionar el botón de STOP.

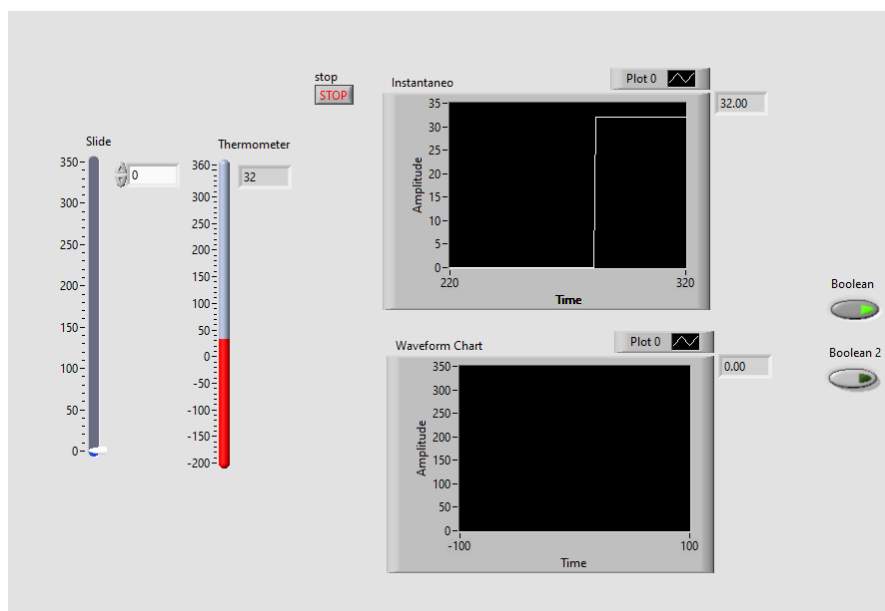
A continuación se presenta el video de las pruebas físicas realizadas:

<https://youtu.be/K5HLzY7jaVA>

### Resultados:



*Imagen 9. Prueba con la combinación 0,0 de los push button. El termómetro y la gráfica no se ven alterados ya que la combinación 0,0 es de C° a C°.*



*Imagen 10. Prueba con la combinación 1,0 de los push button. La gráfica muestra una alteración ya que es el cambio de C° a F°, así mismo el termómetro muestra la representación de C° a F°.*



# Tecnológico de Monterrey

## Escuela de Ingeniería y Ciencias

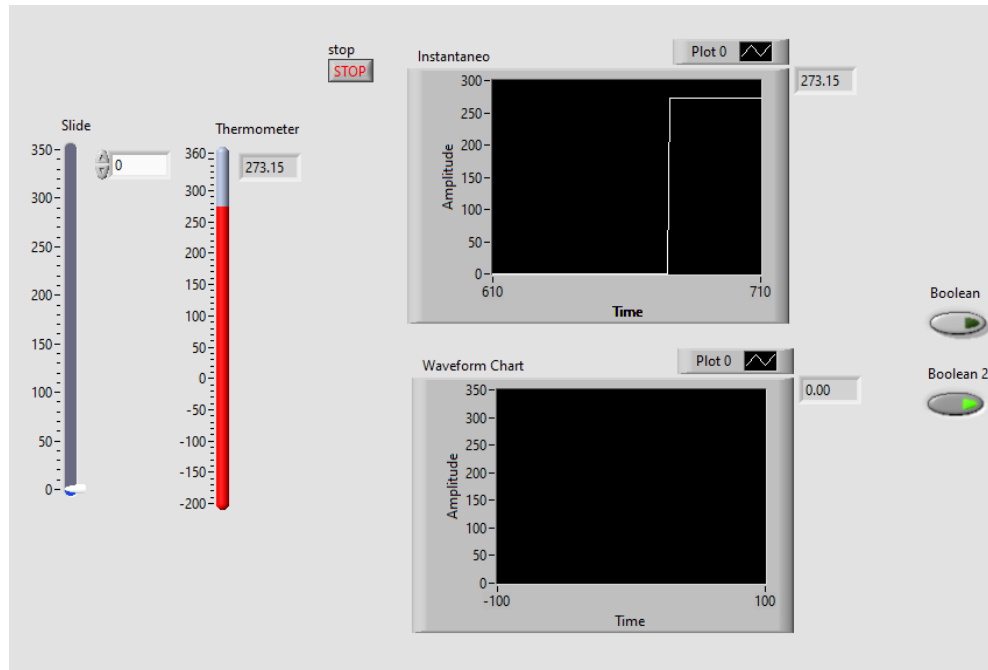


Imagen 11. Prueba con la combinación 0,1 de los push button. Se puede apreciar la conversión de temperatura de  $^{\circ}\text{C}$  a  $^{\circ}\text{K}$  en el termómetro, así mismo, se ve cómo es que en la gráfica hay ese cambio que representa la conversión de  $^{\circ}\text{C}$  a  $^{\circ}\text{K}$ .

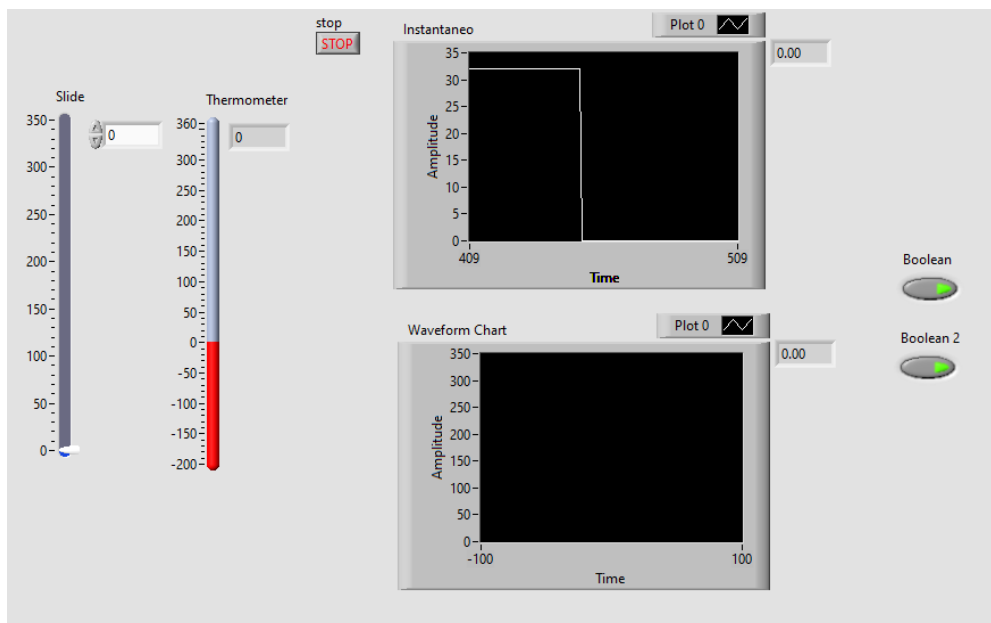
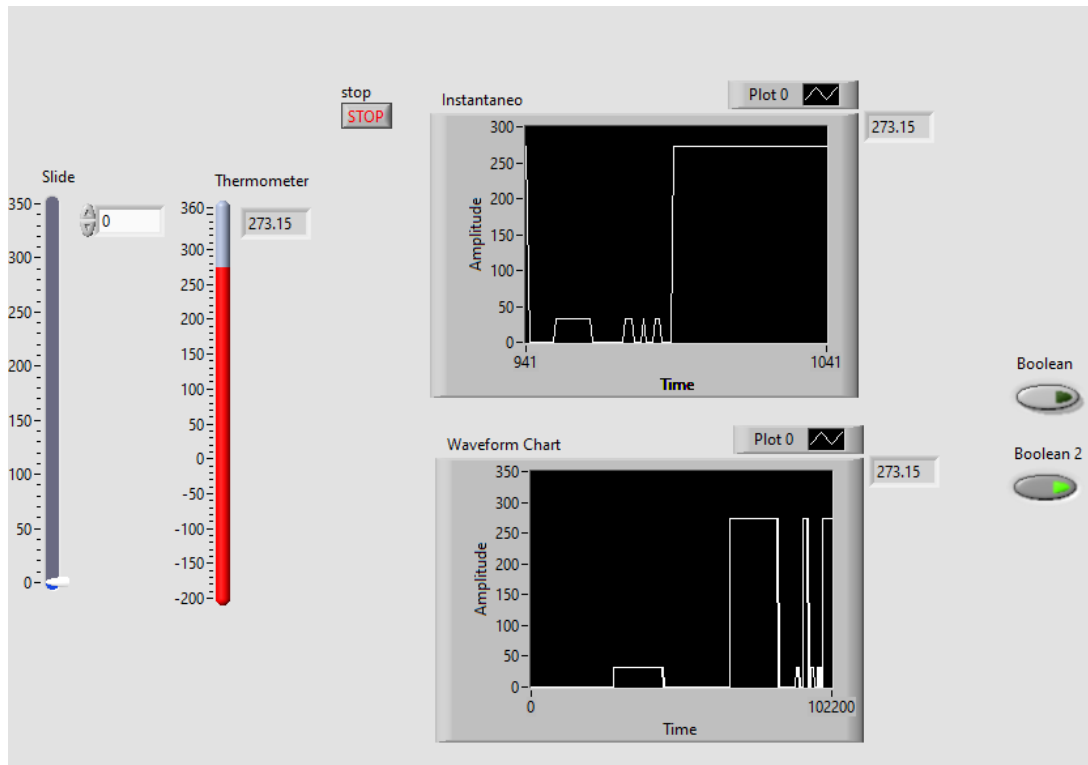


Imagen 12 . Prueba de la combinación 1,1 de los push button. Aquí se puede apreciar que la gráfica regresa a su estado original ya que esta combinación no está configurada, por lo que regresa a la conversión de  $^{\circ}\text{C}$  a  $^{\circ}\text{C}$



# Tecnológico de Monterrey

## Escuela de Ingeniería y Ciencias



*Imagen 13. Prueba del botón de STOP. Este botón lo que hace es la representación de lo acumulado hasta ese momento y lo guarda en la gráfica #2 que es la que se encuentra en la parte de abajo.*

**Nota:** Para las pruebas que realizamos colocamos push button digitales para que se aprecien mejor en el documento, no obstante en el video reporte está la implementación de manera física.

### Conclusiones y comentarios:

Para concluir, en esta práctica no hubo ningún inconveniente para la simulación y la implementación. Resultó sencilla ya que “reutilizamos” lo que habíamos visto previamente en la práctica #0. Aprendimos a utilizar el instrumento gráfico de Waveform chart para visualizar gráficas o en este caso el cambio de valores de las distintas conversiones que realizaba nuestro termómetro original.

Por otra parte, resultó útil ya que, como mencionamos anteriormente, aprendimos a utilizar una nueva herramienta y esta podría aplicarse para otros casos como la recolección de datos de algún sistema que tenga algún contador o conversor y llevar un mejor control de los datos que estamos obteniendo por parte de nuestro sistema.



# Tecnológico de Monterrey

## Escuela de Ingeniería y Ciencias

### Referencias:

1. Beléndez Vázquez, A. (2017) *Calor y Temperatura*. Universidad de Alicante: Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal. Recuperado el 29 de abril de 2022 desde: <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/95287/1/Tema-4-Calor-y-temperatura.pdf>
2. Científicos Matemáticos. (2018). *Escala de Temperatura*. Recuperado el 29 de abril de 2022 desde: [https://room201csa.weebly.com/uploads/6/0/1/5/60150121/escalas\\_de\\_temperatura.pdf](https://room201csa.weebly.com/uploads/6/0/1/5/60150121/escalas_de_temperatura.pdf)
3. Universidad del País Vasco - Euskal Herriko Unibertsitatea. *Tutorial de LabView y myRIO*. Recuperado el 29 de abril de 2022 desde: <https://www.ehu.eus/es/web/tutorial-myrio/sarrera>
4. National Instruments. (2022) *myRIO Student Embedded Device*. Recuperado el 29 de abril de 2022 desde: <https://www.ni.com/en-us/shop/hardware/products/myrio-student-embedded-device.html>
5. Geek Factory (2022) *Push Button estándar 4 pines (pulsador, botón)*. Recuperado el 29 de abril de 2022 desde: <https://www.geekfactory.mx/tienda/componentes/interruptores/push-button-estandar-4-pines-pulsador-boton/>