



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

**“ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES
ANALÓGICAS UTILIZANDO MÓDULOS
PORTABLES SCC PARA EL LABORATORIO DE
MECATRÓNICA”**

**MELKICEDEK CARMONA PACHECO
SEGUNDO ANIBAL ORTIZ HIDALGO**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

RIOBAMBA – ECUADOR

2011

EsPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

CONSEJO DIRECTIVO

Febrero 02 de 2011

Fecha

Yo recomiendo que la tesis preparada por:

MELKICECEK CARMONA PACHECO

SEGUNDO ANIBAL ORTIZ HIDALGO

Titulada: **“ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES ANALÓGICAS UTILIZANDO
MÓDULOS PORTABLES SCC PARA EL LABORATORIO DE MECATRÓNICA”.**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

f) Decano de la Facultad de Mecánica

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

f) Director de tesis

f) Asesor de tesis

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

Nombres de los estudiantes: MELKICEDEK CARMONA PACHECO
SEGUNDO ANIBAL ORTIZ HIDALGO

TÍTULO DE LA TESIS: “ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES ANALÓGICAS UTILIZANDO MÓDULOS PORTABLES SCC PARA EL LABORATORIO DE MECATRÓNICA”.

Fecha de Examinación: Febrero 02 de 2011.

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

Comité De Examinación	Aprueba	No Aprueba	Firma
Ing. Eduardo Villota M.			
Ing. Pablo Montalvo J.			
Ing. Marco Santillán G.			

Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal quien certifica al Consejo Directivo que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

f) Melkicedek Carmona Pacheco

AUTOR 1

f) Segundo Aníbal Ortíz Hidalgo

AUTOR 2

AGRADECIMIENTO

Hemos de expresar nuestro profundo agradecimiento a la Facultad de Mecánica y en particular a la **Escuela de Ingeniería en Mantenimiento** que supo guiar y entregar los conocimientos que han facilitado el desarrollo de la presente tesis.

A los asesores que estuvieron permanentemente pendientes en el desarrollo de la misma en las personas de:

Ing. Pablo Montalvo

Ing. Marco Santillán

Dr. Marco Haro

A los representantes de la National Instruments en Ecuador especialmente:

Ing. Fabián Romero

Melkicedek Carmona Pacheco y Segundo Aníbal Ortíz Hidalgo

DEDICATORIA

El ejemplo de mis padres Ángel y Gladys, que me han inculcado durante toda mi vida, ese sacrificio y constancia, por conseguir una meta se refleja en esta tesis que dedico a lo más grande que puede atesorar un hombre, mis seres queridos:

A mi esposa Norita por compartir con mi persona momentos de tristeza y alegría durante el tiempo que llevamos juntos.

A mi hijo Ricardito por la alegría que me brinda día a día.

A mis hermanos Macarena y Ángel J. por darme la misión de darles el ejemplo.

A la familia de mi esposa por motivar la superación que se puede lograr.

A mis instructores quienes supieron impartir sus conocimientos para formarme profesionalmente.

Melkicedek Carmona Pacheco

Dios que supo dar un día más de vida con esfuerzo y amor le dedico el presente trabajo a mis padres Luis (+) y Blanca, en especial a mi hermana Patricia que supo dar su ayuda y comprensión hasta llegar a cumplir mi meta universitaria por ella llega hacer una persona de bien en la sociedad le agradezco de todo mi corazón a mi hermana que supo ayudar en todo momento.

A mis hermanos Patricia, Jorge, Ángel y Narcisa, que con su apoyo pude llegar a culminar mi carrera universitaria y fortalecer más nuestra familia.

Segundo Aníbal Ortíz Hidalgo

TABLA DE CONTENIDOS

<u>CAPÍTULO</u>		<u>PÁGINA</u>
1.	GENERALIDADES	
1.1	Introducción.....	1
1.2	Antecedentes.....	2
1.3	Justificación.....	3
1.4	Objetivos.....	3
1.4.1	Objetivo general.....	3
1.4.2	Objetivos específicos.....	3
2.	MARCO TEÓRICO	
2.1	Introducción.....	4
2.2	Clasificación de las señales.....	4
2.2.1	Señales analógicas.....	5
2.2.2	Señales digitales.....	8
2.3	Conversión de señales analógicas a digitales.....	9
2.3.1	Teoría de operación.....	10
2.4	Conversión de señales digitales a analógicas.....	11
2.5	LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench)..	11
2.5.1	¿Qué es LabVIEW?.....	12
2.5.2	Instrumentos virtuales (VIs).....	12
2.5.3	Partes de un VI.....	12
2.5.4	Control y monitoreo de datos en LabVIEW.....	14
2.5.5	Herramientas de monitoreo en LabVIEW.....	15
2.5.6	Tips para trabajar en LabVIEW.....	16
2.6	Módulos portables de acondicionamiento de señales SCC.....	17
2.6.1	Chasis SC-2345 de National Instruments.....	17
2.6.2	Módulos de adquisición de datos.....	18
2.6.3	Adquisición de señales.....	18
2.6.4	Acondicionamiento de señales.....	19
2.6.5	Sistemas de medición.....	20
2.7	Módulos SCC.....	22
2.7.1	Información general del NI SCC-TC.....	22
2.7.2	Características del módulo de entrada de termopar NI SCC-TC02 de 1 canal.....	23
2.7.3	Información general del RTD NI SCC-RTD01.....	23
2.7.4	Características del módulo de entrada RTD NI SCC-RTD01 de 2 Canales.....	24
2.7.5	Información general del módulo de entrada de corriente NI SCC CI20.....	24
2.7.6	Características del módulo de entrada de corriente NI SCC-CI20 de 2 canales.....	25
2.8	Adquisición de datos.....	25
2.9	Tarjeta de adquisición de datos PCI-6024E.....	27
2.9.1	Conector de entrada/salida.....	28
2.10	Sensores y transmisor de temperatura.....	29
2.10.1	RTDs (detectores resistivos de temperatura, temperatura-resistencia).....	29

2.10.2	Descripción del sensor de temperatura RTD.....	30
2.10.3	Termopares (temperatura-tensión).....	31
2.10.4	Descripción del sensor de termocupla tipo K.....	32
2.10.5	Comparación de los sensores.....	33
2.10.6	Señales de corriente.....	34
2.10.7	Transmisor de temperatura.....	34
2.11	Calibración.....	35
2.11.1	Calibración de instrumentos de temperatura.....	35
2.11.2	Calibración de las tarjetas de adquisición de datos.....	36
3.	ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES ANALÓGICAS UTILIZANDO MÓDULOS PORTABLES SCC PARA EL LABORATORIO DE MECATRÓNICA	
3.1	Materiales utilizadas para la construcción de la maqueta de la piscina.....	37
3.2	Herramientas utilizadas para la construcción de la maqueta de la piscina.....	37
3.3	Calibración de sensores.....	38
3.3.1	Identificación que tipo de termocupla.....	39
3.3.1.1	Como medir temperatura con un multímetro.....	39
3.4	Conexión de sensores y montaje de los módulos SCC en el laboratorio de Mecatrónica.....	39
3.4.1	Pasos para instalación de los módulos SCC	40
3.4.2	Montaje de los módulos SCC en los diferentes sockets J2, J3 y J4 del bloque conector.....	40
3.5	Measurement & automation explorer.....	43
3.5.1	Configuración del software de NI-DAQmx.....	43
3.5.2	DAQ assistant.....	48
3.6	Construcción de monitoreo de la piscina.....	52
3.7	Pruebas y resultados.....	54
3.7.1	Pruebas.....	54
3.7.2	Resultados.....	56
4.	ELABORACIÓN DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y GUÍA PRÁCTICAS DE LABORATORIO	
4.1	Accesorios del chasis SC-2345.....	58
4.1.1	Consideraciones sobre la instalación de los módulos SCC.....	59
4.1.2	Etiqueta de referencia rápida.....	59
4.1.3	Acondicionamiento de entrada analógica.....	60
4.1.4	Módulos digitales SCC.....	61
4.1.5	Módulos de salida analógica SCC.....	61
4.1.6	GPCTR módulos SCC.....	61
4.2	Puesta en marcha.....	62
4.3	Apagado del sistema.....	62
4.4	Elaboración de guías prácticas para el estudiante.....	63
4.4.1	Ejercicio 1.....	63
4.4.2	Ejercicio 2.....	70
4.4.3	Ejercicio 3.....	75

4.4.4	Ejercicio 4.....	87
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1	Conclusiones.....	89
5.2	Recomendaciones.....	90

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

<u>TABLA</u>		<u>PÁGINA</u>
2.1	Controladores/indicadores numéricos.....	16
2.2	Controladores/indicadores booleanos.....	16
2.3	Fenómenos y transductores.....	18
2.4	Características y acondicionamiento de los sensores.....	19
2.5	Rango de voltaje y acorde a la ganancia de la tarjeta PCI-6024E.....	28
2.6	Asignación de pines en chasis de entrada salida para PCI-6024E.....	29
2.7	Datos técnicos del sensor RTD.....	31
2.8	Datos técnicos del sensor de termocupla tipo k.....	33
2.9	Comparación de transductores de temperatura.....	33
2.10	Datos técnicos del transmisor de temperatura.....	35
3.1	Materiales utilizados en la maqueta de la piscina.....	37
3.2	Herramientas utilizadas en la maqueta de la piscina.....	37
4.1	Ejecución de un VI y errores.....	62
4.2	Formas de apagar el software.....	63

LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>		<u>PÁGINA</u>
2.1	Diferentes tipos de señales.....	5
2.2	Señal analógica.....	5
2.3	Ejemplo de señal DC.....	6
2.4	Extracción de señales DC.....	6
2.5	Extracción de la señal en el dominio del tiempo.....	6
2.6	Ejemplo de señales en el dominio del tiempo.....	7
2.7	Extracción de la señal en el dominio frecuencial.....	7
2.8	Ejemplos de señales en el dominio frecuencial.....	8
2.9	Señal digital.....	8
2.10	Ejemplo de extracción de información por señal digital.....	9
2.11	Ejemplo de señal en tren de pulsos.....	9
2.12	Una única señal permite realizar diferentes tipos de medidas.....	9
2.13	Conversión de analógica digital.....	10
2.14	Diagrama de bloques de convertidor A/D y D/A.....	11
2.15	Panel frontal de VI.....	12
2.16	Diagrama de bloques.....	13
2.17	File del panel frontal.....	14
2.18	Acondicionamiento de señales para los módulos SCC.....	17
2.19	Sistema típico de medición diferencial.....	21
2.20	Sistema típico de medición de fin único referenciado (RSE).....	21
2.21	Sistema típico de medición de fin único no referenciado (NRSE).....	22
2.22	Módulo SCC-TC02.....	22
2.23	Conexión del módulo SCC-TC02.....	23
2.24	Módulo SCC-RTD01.....	23
2.25	Conexión del módulo SCC-RTD01.....	24
2.26	Módulo SCC-CI20.....	24
2.27	Conexión del módulo SCC-CI20.....	25
2.28	Sistema típico de adquisición de datos.....	26
2.29	Diagrama de bloques general de medición.....	27
2.30	Tarjeta PCI-6024E.....	27
2.31	Resistencia eléctrica vs temperatura.....	30
2.32	Sensor RTD.....	30
2.33	Curva de fem para termopares.....	32
2.34	Termocupla tipo K.....	33
2.35	Las señales de corriente de 0 a 20 mA o 4 a 20mA.....	34
2.36	Transmisor de temperatura.....	34
3.1	Maqueta de la piscina.....	38
3.2	Continuidad del sensor RTD.....	38
3.3	Comprobación de la resistencia del sensor RTD.....	38
3.4	Comprobación del sensor con el indicador de temperatura.....	39
3.5	Disposición física de equipos en el laboratorio de Mecatrónica... ..	40
3.6	Conexión del sensor termocupla al módulo SCC-TC02.....	40
3.7	Conexión del sensor RTD al módulo SCC-RTD01.....	41
3.8	Chasis SC-2345 con los módulos conectados en los sockets J2 y J3.....	41

3.9	Conexión del sensor RTD al transmisor y al módulo SCC-CI20.....	42
3.10	Chasis SC-2345 con el módulo conectado a la entrada analógica J4.....	42
3.11	Measurement & automation explorer (MAX).....	43
3.12	Creando tareas en MAX.....	44
3.13	Configuración de los módulos SCC.....	45
3.14	Configuración del módulo SCC1Mod2.....	45
3.15	Configuración del módulo SCC1Mod3.....	46
3.16	Configuración del módulo SCC1Mod4.....	47
3.17	DAQ assistant.....	48
3.18	Configuración de la termocupla del VI de temperatura.....	48
3.19	Configuración del RTD del VI de temperatura.....	49
3.20	Configuración de la corriente del VI de corriente.....	50
3.21	Escala de temperatura.....	51
3.22	Panel de monitoreo de la piscina.....	52
3.23	Diagrama de bloques de monitoreo de la piscina.....	53
3.24	Diseño del panel del historial.....	53
3.25	Diagrama de bloques del historial de datos de la piscina.....	54
3.26	Comprobación de los elementos de la piscina.....	55
3.27	Prueba de sensores y actuadores.....	56
3.28	Circuitos eléctricos.....	57
3.29	Funcionamiento circuitos eléctricos con el chasis SC-2345.....	57
3.30	Monitoreo de la maqueta.....	57
3.31	Panel de control en LabVIEW.....	57
4.1	Diagrama de instalación del chasis SC-2345.....	58
4.2	Módulo SCC.....	59
4.3	Módulos SCC de configuración de socket y código de color.....	59
4.4	Diagrama del chasis SC-2345.....	60
4.5	Verificación de los componentes.....	61
4.6	MAX.....	64
4.7	MAX devices and interfaces.....	64
4.8	NI-DAQmx devices expandido.....	65
4.9	NI-DAQmx devices e identificamos la tarjeta del computador....	65
4.10	Rutas del dispositivo.....	66
4.11	Calibración.....	66
4.12	Creación del módulo SC-2345.....	67
4.13	Asignación del SCC-RTD01 en el Socket J3.....	67
4.14	Reconocimiento en el MAX del módulo SC-2345.....	68
4.15	Chequeo de paneles de prueba.....	68
4.16	Configuración del módulo SCCMod3.....	69
4.17	Creamos un VI en blanco.....	70
4.18	Waveform graph.....	70
4.19	Waveform chart.....	71
4.20	Digital display.....	71
4.21	Buscamos el DAQ assistant que se encuentra en la paleta express.....	71
4.22	Selección del canal para adquirir temperatura desde el RTD.....	72
4.23	Canal del VI temperatura.....	72
4.24	Configuración del RTD del VI temperatura.....	73

4.25	Buscamos mean que se encuentra en la paleta mathematics.....	73
4.26	Programa en LabVIEW.....	74
4.27	Identificación del SC-2345.....	75
4.28	Asignación del SCC-TC02 en el socket J2.....	75
4.29	Reconocimiento en el MAX del módulo SC-2345.....	76
4.30	Chequeo de paneles de prueba.....	76
4.31	Configuración del módulo SCC1Mod2.....	77
4.32	Asignación del SCC-CI20 en el socket J4.....	77
4.33	Reconocimiento en el MAX del módulo SC-2345.....	78
4.34	Chequeo de paneles de prueba.....	78
4.35	Configuración del módulo SCC1Mod4.....	79
4.36	Buscamos el DAQ assistant que se encuentra en la paleta express.....	79
4.37	Selección del canal para adquirir temperatura desde la termocupla.....	80
4.38	Canal del VI temperatura.....	80
4.39	Configuración de la termocupla del VI temperatura.....	81
4.40	Selección del canal para adquirir la corriente.....	81
4.41	Canal del VI de corriente.....	82
4.42	Configuración de la corriente del VI de corriente.....	82
4.43	Diagrama de bloques del VI.....	83
4.44	Custom scaling y seleccione create new.....	83
4.45	Seleccione linear.....	84
4.46	Foxboro.....	84
4.47	Escala de temperatura.....	85
4.48	Temperatura versus corriente.....	85
4.49	Programa en LabVIEW.....	88

LISTA DE ABREVIACIONES

A	Amperios.
AC	Corriente alterna.
ACH	Canal analógico de entrada.
A/D	Analógico a digital
ADC	Convertidor de analógico digital.
AI	Entradas analógicas de PCI-6024E.
AIGND	Referencia de canales de entrada analógica de PCI-6024E.
AISENSE	Referencia para medidas de entrada analógica de PCI-6024E.
AO	Salidas analógicas de PCI-6024E.
AOGND	Referencia de salida analógica de PCI-6024E.
°C	Grados centígrados.
2D	2 dimensiones.
3D	3 dimensiones.
CH	Canal.
CJC	Compensación de unión fría.
D/A	Digital a analógico.
DAC	Convertidor de digital analógico.
DAC0OUT	Salida analógica 0 de PCI-6024E.
DAC1OUT	Salida analógica 1 de PCI-6024E.
DAQ	Adquisición de datos.
DC	Corriente directa.
DGND	Referencia para entradas o salidas digitales de PCI-6024E.
DIO	Entrada o salida digital de PCI-6024E.
Hz	Hertzios.
I	Corriente.
I/O	Entrada/Salida.
IC	Circuito integrado.
K	Kilo.
KHz	Kilohertzios.
LED	Diodo emisor de luz.
M	Mega.
mA	Miliamperios.
MAX	Measurement & Automation Explorer.
MHz	MegaHertzios.
μV	Microvoltios.
mV	Milivoltios.
NI	National Instruments; Compañía de Estados Unidos.
NIDAQmx	Software manejador de dispositivos National Instruments.
PC	Computadora personal.
PCI	Bus local desarrollado por Intel.
PGIA	Amplificador de instrumentación de ganancia programable.
Pt	Platino.
RTD	Detectores resistivos de temperatura, temperatura-resistencia.
SCADA	Sistema de control y supervisión de adquisición de datos.
SC	Señal acondicionado.
SCC	Señal de componente acondicionado.
Sub-VI	Subprograma, o sub. Instrumento virtual.
TTL	Lógica transistor-transistor.

V	Voltios.
VCJ	Voltaje de unión fría.
VDC	Voltios de corriente directa.
VI	Instrumento virtual.
VI's	Instrumentos virtuales.
VMES	Voltaje medido.

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1:** Se muestra un resumen de los botones de barra de herramientas del panel frontal para correr y editar el VI
- ANEXO 2:** Se muestra un resumen de los botones de barra de herramientas del diagrama de bloques los cuales pueden usar para depurar el VI
- ANEXO 3:** Resumen de fuentes de señal y de sistema de medición
- ANEXO 4:** Especificaciones técnicas de la tarjeta PCI-6024E.
- ANEXO 5:** Especificaciones técnicas NI SCC-TC02 entrada de termopar
- ANEXO 6:** Especificaciones técnicas NI SCC-RTD01 entrada RTD
- ANEXO 7:** Especificaciones técnicas NI SCC-CI20 entrada de corriente
- ANEXO 8:** Herramientas de propósito general
- ANEXO 9:** Tabla termocupla tipo K
- ANEXO 10:** Tabla RTD de platino
- ANEXO 11:** Información general del NI SCC-DO01
- ANEXO 12:** Características y diagramas de los circuitos electromecánicos

RESUMEN

Acondicionamiento de señales analógicas utilizando módulos portables SCC para el laboratorio de Mecatrónica de la Facultad de Mecánica. Con la finalidad de adquirir datos, analizar mediciones y presentar datos de temperatura y corriente se elaboró una guía de prácticas de laboratorio para estudiantes, indicando el análisis de cada una de las especificaciones técnicas de módulos, NI SCC-TC02, NI SCC-RTD01 y NI SCC-CI20 para las configuraciones de cada equipo.

El software utilizado fue: LabVIEW 9.0 y como hardware se utilizó: un chasis SC-2345, cable R6868, tarjeta PCI-6024E, dispositivos electromecánicos, sensores de temperatura, transmisor de temperatura, niquelina, generador de aire, caja de señalización y un ventilador.

La comunicación con la PC y la tarjeta de adquisición de datos fue desarrollada con el cable R6868 por medio del chasis SC-2345 con sus respectivos módulos SCC y conexiones de los sensores; los dispositivos electromecánicos se los instaló en el exterior de la maqueta.

El monitoreo depende de la temperatura del agua y del ambiente; el control de la niquelina y ventilador se lo realiza con unos relés controlados por medio del software LabVIEW instalada en la PC, si la temperatura ambiente rebasa el límite superior programado, de manera automática, activa un ventilador lográndose mantener un ambiente equilibrado al interior de la maqueta.

SUMMARY

This thesis deals with conditioning of analogical signals using portable SCC for the Mechatronic Lab of the Mechanics Faculty. To acquire data, analyze measurements and present temperature and power data, a lab practice guide for students was elaborated indicating the analysis of each technical specification of modules NI SCC-TC02, NI RTD01 and SCC-CI20 for the configurations of each equipment. The used software was: LabVIEW 9.0 and as a hardware a chassis SC-2345, cable R6868, card PCI-6024E, electromechanical devices, temperature sensors, temperature transmitter, coil, air generator, signaling box and fan were used. Communication with the PC and the data acquisition card was developed with cable R6868 through the chassis SC-2345 with their corresponding modules SCC and sensor connections; the electromechanical devices were installed in the exterior part of the maquette. Monitoring depends on the water temperature and environment; the coil and fan control is carried out with relays controlled through the LabVIEW software installed at the PC. If the room temperature overflows the superior programmed limit, automatically a fan is activated thus maintaining a balanced environment inside the mequette.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 Introducción

En la actualidad las industrias, deben presentar competitividad al ofrecer sus productos y servicios con alta calidad. La calidad es un proceso que globaliza las tecnologías en el proceso de producción o servicios prestados por una empresa, es decir si una empresa quiere ser líder debe cumplir con un producto o servicio que satisfaga plenamente la necesidad del consumidor final.

El Ingeniero de Mantenimiento es de vital importancia, en una empresa líder que debe realizar una buena gestión del mantenimiento, en lo cual está implícito las tecnologías de punta como lo es el sistema SCADA, por medio del software LabVIEW y módulos portables SCC, de National Instruments, con una nueva metodología de programación gráfica que permite desarrollar aplicaciones de adquisición de datos, instrumentación y de control.

La calidad de los productos o servicios prestados depende mucho de la tecnología que se utiliza, es decir que las máquinas que se explotan para los procesos de fabricación tienen un alto grado de fiabilidad, disponibilidad y manteneabilidad que se lo logra instalando sistemas automáticos por medio de sensores de diversas aplicaciones en conjunto con software como lo es LabVIEW, que permite realizar un monitoreo y control por medio de adquisición de datos, de los procesos industriales o bien para detectar desviaciones en el comportamiento funcional de la máquina para poder predecir fallas que puedan causar la paralización de la producción.

Los módulos SCC, son equipos que logran una automatización completa en una máquina de tal forma que se logra adquirir señales emitidas por los sensores, ser procesadas y entendidas por LabVIEW en consecuencia podemos realizar un monitoreo y control, logrando la generación de señales de salida para el accionamiento de actuadores. Inclusive se puede generar hoja de reportes para tener registros de un historial del comportamiento funcional o de producción de una máquina.

1.2 Antecedentes

La Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo cuenta con un Laboratorio de Mecatrónica dónde se encuentran equipos para realizar prácticas de automatización industrial para los estudiantes. En tal virtud la tecnología no es estática, los estudiantes tenemos que adherirnos a los cambios tecnológicos actualizándonos día a día, una de esas tecnologías se refiere a los acondicionadores de señales analógicas SCC que es una buena alternativa para automatizar procesos dónde se requiere monitoreo y control para realizar trabajos dónde la calidad es muy importante.

Los acondicionadores de señales analógicas SCC, es una tecnología diferente a la del Compact-Rio, es de menor costo pero nos ayuda mucho en la adquisición de datos siendo una herramienta muy versátil ya que se puede tomar señales de temperatura, presión, corriente, para registrarlas, analizarlas y generar una señal de salida para que active cualquier actuador.

Los acondicionadores de señales analógicas SCC pueden aplicarse para trabajos para mantenimiento en máquinas, ya que se puede adquirir datos, procesarlos y compararlos con datos preestablecidos en el software LabVIEW y realizar cualquier acción ya sea el encendido automático de un ventilador, sistemas de alarma, bombas, sistemas neumáticos, sistemas hidráulicos así como también detener procesos en máquinas cuando haya parámetros ya establecidos que indique que se deba efectuar algún trabajo en mantenimiento.

La temperatura es un parámetro muy utilizado en los procesos industriales así como en hornos industriales, ambientes para la crianza de animales, ambientes para hospitales, temperaturas máximas de trabajo en máquinas, en sistemas de refrigeración, control de temperatura del agua o cualquier fluido.

La aplicación de módulos acondicionadores de señales analógicas es muy amplia y puede ser aplicada en cualquier proceso industrial dónde se quiera adquirir datos para realizar una acción automática, para cumplir condiciones de producción, mantenimiento y seguridad para el operador / máquina.

1.3 Justificación

La Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo tiene un laboratorio de Mecatrónica con tecnología que no está conforme con el progreso tecnológico que existe en la actualidad, de tal manera se ve la necesidad de contar con equipos de control, monitoreo y automatización con tecnología de punta que permita al estudiante de la Facultad de Mecánica y sus diversas Escuelas estar al alcance de las exigencias del sector productivo de nuestro país que se encuentra en un proceso de adquisición y desarrollo tecnológico.

Los Módulos portables de acondicionamiento de señales analógicas fabricados por la National Instruments permitirán a los estudiantes de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento conocer, manipular, monitorear procesos industriales con solidaridad del software LabVIEW y por medio de sensores como: termocupla, contador, RTD, acelerómetro, atenuador de voltaje y frecuencial.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Acondicionar las señales analógicas utilizando módulos portables SCC para el laboratorio de Mecatrónica.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar las características del hardware y software para la adquisición de señales analógicas.
- Implantar un sistema con los módulos portables SCC.
- Realizar pruebas, ajustes y mediciones de los módulos portables NISCC.
- Desarrollar guías de prácticas con los módulos portables SCC para el laboratorio de Mecatrónica.
- Donar los módulos SCC y los sensores para el laboratorio de Mecatrónica de la Facultad de Mecánica.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción

Para entender lo que significa “Acondicionamiento de señales analógicas por medio de módulos portables SCC” hay que tener claro las definiciones fundamentales como: señal analógica, señal digital, conversión analógica a digital (ADC) y conversión digital a analógica (DAC), principio de funcionamiento de los termopares (temperatura-tensión), RTD (detectores resistivos de temperatura, temperatura-resistencia); posteriormente del principio de funcionamiento del módulo portable SCC, adquisición de datos, por último el control y monitoreo de un proceso dentro de una empresa.

Con el fin de poder medir esta señal mediante un sistema electrónico basado en el empleo de computador, la señal física se ha convertido primero en una señal eléctrica que pueda ser tratada por la cadena de medida. Esta es la misión del transductor.

2.2 Clasificación de las señales

Partiremos de la base que todas las señales son analógicas y variables en el tiempo. A partir de aquí, y puesto que nuestro propósito es discutir diferentes métodos de medida de señales, clasificaremos las señales en cinco tipos diferentes.

Dado que el método de medida de la señal se determina por la manera como la señal transporta la información que necesitamos, podemos establecer una clasificación que nos sea útil para entender los bloques fundamentales en la construcción de un sistema de adquisición de datos.

Podemos distinguir tres tipos de señales analógicas: señales DC, señales variables en el dominio temporal y señales en el dominio frecuencial. Distinguimos también dos tipos de señales digitales: señales on/off y señales de tren de pulsos.

Si observamos la serie de señales que hay representados en la Figura 2.1, podemos concluir que una primera división nos lleva a clasificar las señales en analógicas y digitales.

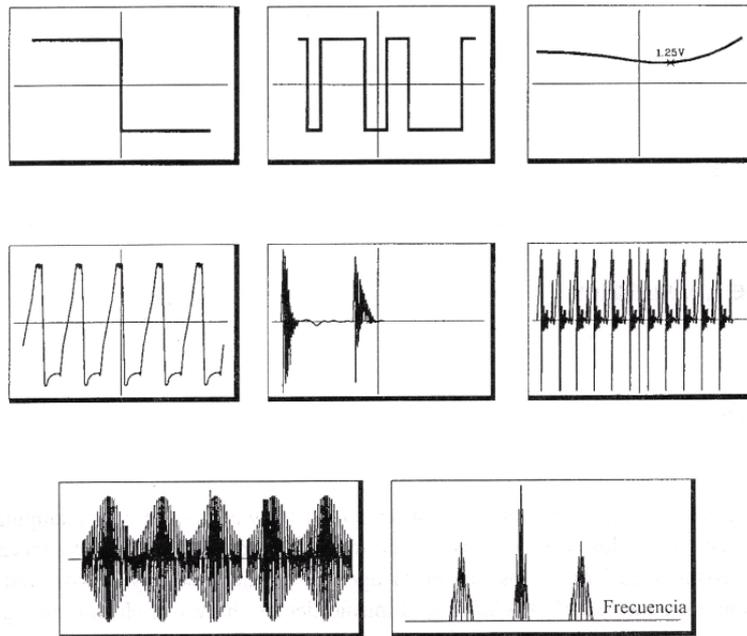


Figura 2.1: Diferentes tipos de señales

2.2.1 Señales analógicas

Son aquellas cuya variación, tanto en amplitud como a lo largo del tiempo, es continua. Es decir, pueden tomar cualquier valor real, en cualquier instante de tiempo.

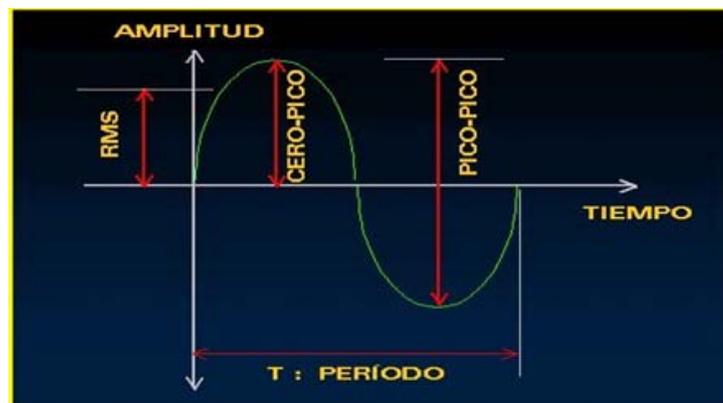


Figura 2.2: Señal analógica

Señales DC: Definiremos las señales DC como las que se mantiene estáticas o que varían muy lentamente en el tiempo, tal como nos muestra la Figura 2.3. La característica más importante de este tipo de señal es que la información de interés se encuentra en función del nivel o la amplitud de la señal en un instante determinado. En cualquier caso, el instrumento monitoriza la señal y nos presenta lecturas que indican la magnitud de la señal en tiempos determinados. Véase la Figura 2.4.

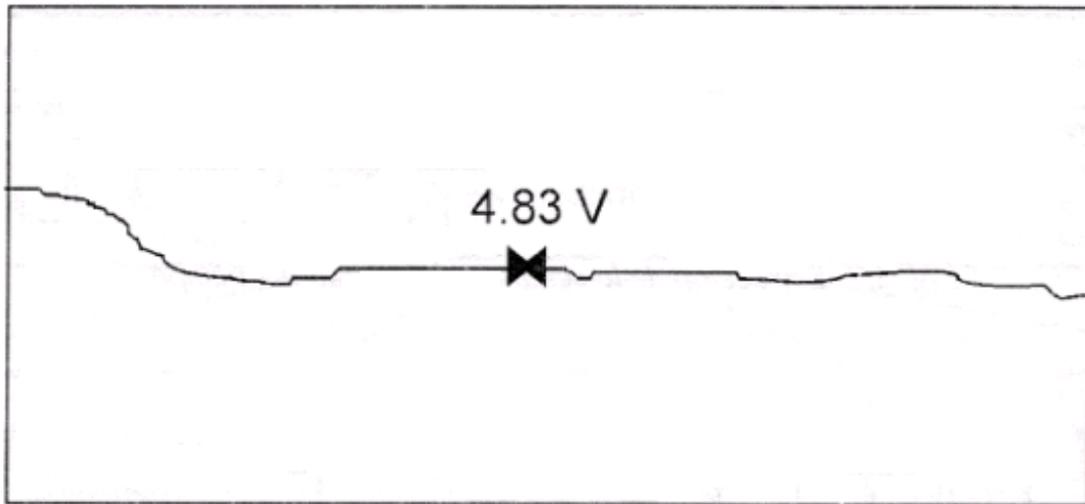


Figura 2.3: Ejemplo de señal DC

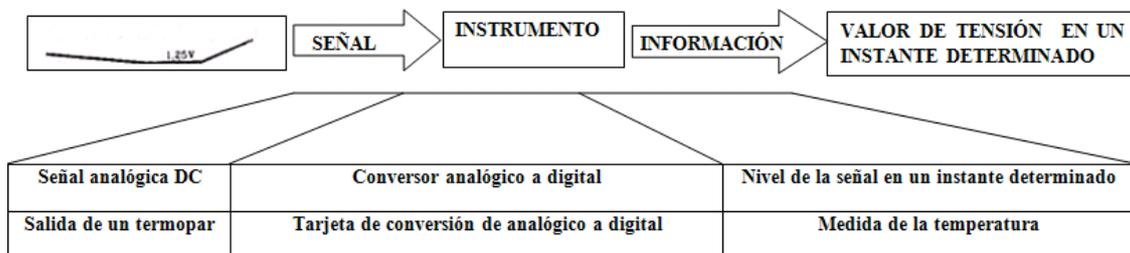


Figura 2.4: Extracción de señales DC

Señales analógicas en el dominio del tiempo: Este tipo de señales se distingue por el hecho que no lleva información sólo en la amplitud sino también en cómo varía la amplitud a lo largo del tiempo. Cuando se mide una señal de este tipo normalmente se hace referencia a una onda. Véase la Figura 2.5. Hay muchos ejemplos de señales de este tipo y pueden encontrarse en todas las disciplinas de la ciencia. Tal como muestra la Figura 2.6, en medicina tenemos los electrocardiogramas (ECG), la medida de la presión arterial, etc. y, en otros campos, cromatografías, señales de video, análisis de motores, etc.

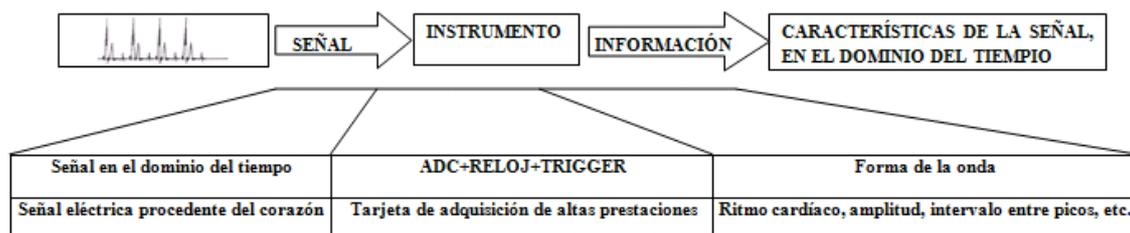


Figura 2.5: Extracción de la señal en el dominio del tiempo

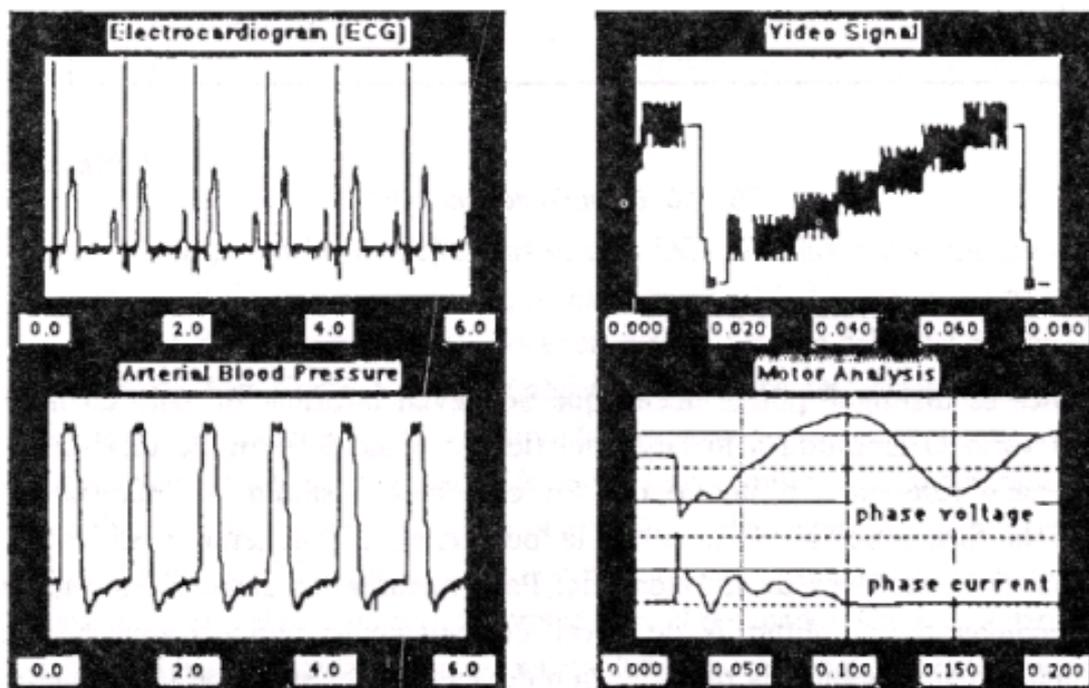


Figura 2.6: Ejemplo de señales en el dominio del tiempo

Señales en el dominio de la frecuencia: Las señales que hemos denominado en el dominio de la frecuencia son similares a las señales en el dominio del tiempo ya que los dos tipos llevan información en el nivel de variación en el tiempo. Se dice que se realiza procesado en el dominio frecuencial cuando las operaciones utilizadas requieren el estudio y el análisis con las componentes características frecuenciales de la señal. Es interesante que, además, el instrumento incorpore la capacidad suficiente de análisis con el fin de convertir las medidas realizadas en el tiempo a información en el dominio frecuencial. Véase la Figura 2.7. Ejemplos de señales de este tipo se muestra en la Figura 2.8 que muestra, arriba, un gráfico de la señal originalmente medida en el dominio del tiempo, abajo, el aspecto en el dominio de la frecuencia. Podemos hablar de análisis acústicos y de voz, señales geofísicas, análisis de vibraciones, análisis de filtros y estudios de funciones de transferencia de sistema.

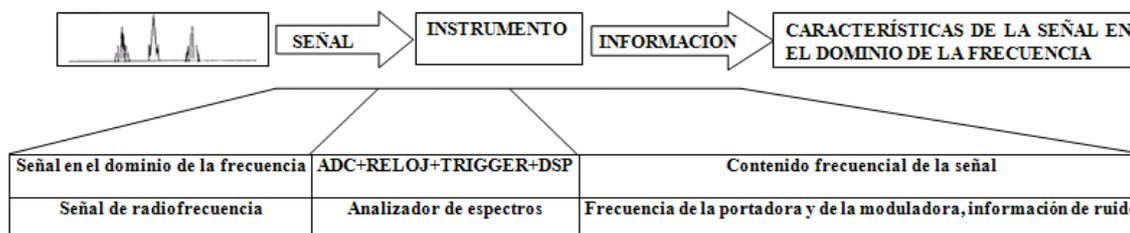


Figura 2.7: Extracción de la señal en el dominio frecuencial

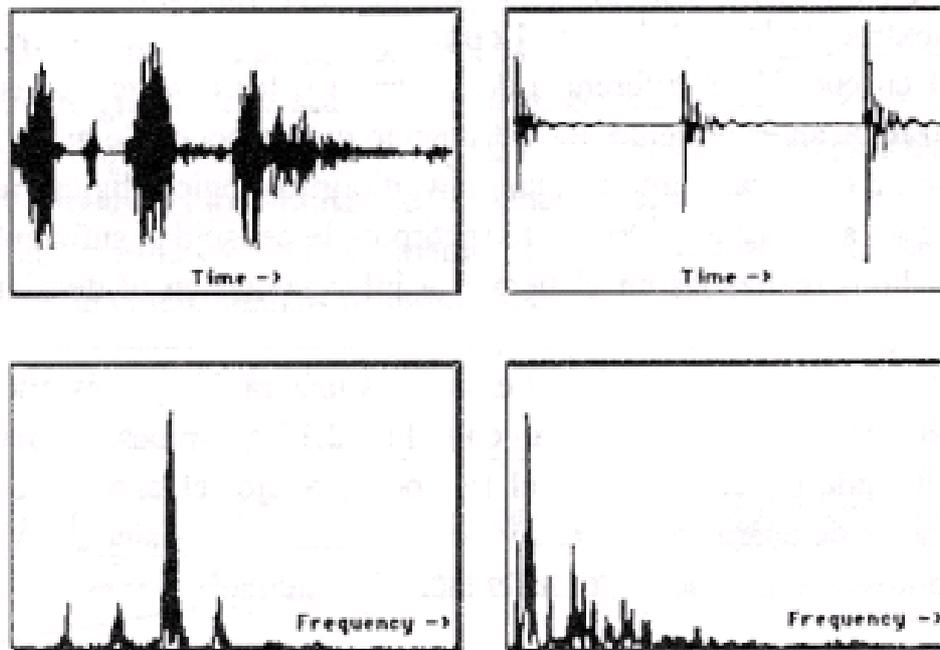


Figura 2.8: Ejemplos de señales en el dominio frecuencial

2.2.2 Señales digitales

Una señal digital o binaria sólo tiene dos posibilidades niveles o estados discretos de interés, el estado alto (on) y el estado bajo (off).



Figura 2.9: Señal digital

Señales on/off: Llevan información respecto al estado digital de la señal, ya sea on (voltaje alto) o bien off (voltaje bajo). El instrumento que podríamos necesitar para detectar este tipo de señal sería simplemente un detector de estados digitales que determinará cuándo la señal se encuentra en el nivel alto o en el bajo. Un ejemplo de señal on/off sería la salida de un conmutador TTL (Transistor-Transistor-Lógica). En la Figura 2.10 se muestra el proceso de extracción de la información junto con un ejemplo ilustrativo.

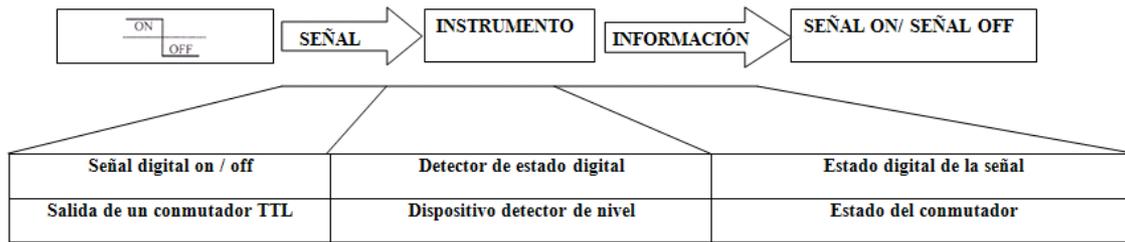


Figura 2.10: Ejemplo de extracción de información por señal digital

Señales en forma de tren de pulsos: Consiste en una serie de transiciones en el tiempo. La información es contenida en el número de transiciones que hay, la relación de tiempo entre transiciones o bien el tiempo que pasa entre unas o más transiciones. Para poder medir esta señal necesitamos un instrumento que sea capaz de detectar y contar transiciones de la señal digital. Un ejemplo de señal en tren de pulsos es la salida de un encoder montado en el eje de un motor. Véase la Figura 2.11.



Figura 2.11: Ejemplo de señal en tren de pulsos

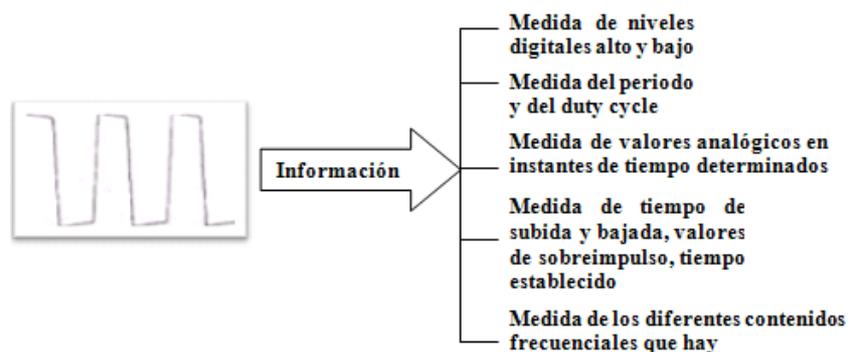


Figura 2.12: Una única señal permite realizar diferentes tipos de medidas

2.3 Conversión de señales analógicas a digitales

Un convertidor Analógico/Digital es un dispositivo que presenta en su salida una señal digital (binaria) a partir de una señal analógica de entrada, realizando las funciones de muestreo, cuantificación y codificación.

2.3.1 Teoría de operación

Una conversión de señales analógicas a digitales opera mediante cuatro procesos:

- Muestreo
- Retención
- Cuantificación
- Codificación

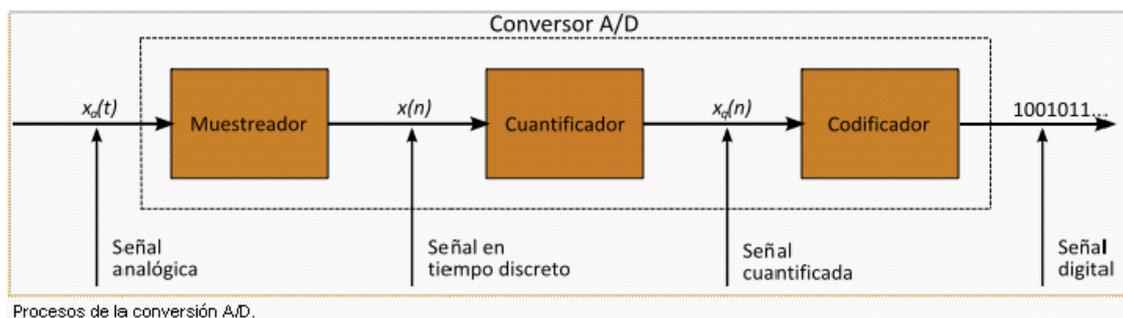


Figura 2.13: Conversión de analógica digital

Muestreo: El muestreo (en inglés, Sample) consiste en tomar muestras periódicas de la amplitud de onda. La velocidad con que se toman esta muestra, es decir, el número de muestras por segundo, es lo que se conoce como frecuencia de muestreo.

Retención: Las muestras tomadas han de ser retenidas (retención) por un circuito de retención (hold), el tiempo suficiente para permitir evaluar su nivel (cuantificación). Desde el punto de vista matemático este proceso no se contempla, ya que se trata de un recurso técnico debido a limitaciones prácticas, por lo tanto carece de modelo matemático.

Cuantificación: En el proceso de cuantificación se mide el nivel de voltaje de cada una de las muestras. Consiste en asignar un margen de valor de una señal analizada a un único nivel de salida. Incluso en su versión ideal, añade, como resultado, una señal indeseada a la señal de entrada: el ruido de cuantificación.

Codificación: La codificación es la representación numérica de la cuantificación utilizando códigos ya establecidos y estándares. Hay que tener presente que el código binario es el más utilizado, pero existen otros tipos de códigos que también son utilizados.

2.4 Conversión de señales digitales a analógicas

Un convertidor de Digital/Analógico es un dispositivo que emite una señal analógica a partir de una señal de entrada digital. Esto lo logra mediante el proceso inverso al convertidor A/D.

Los instrumentos de campo se comunican por lo general mediante señales analógicas, mientras que la computadora y demás dispositivos electrónicos trabajan con señales digitales.

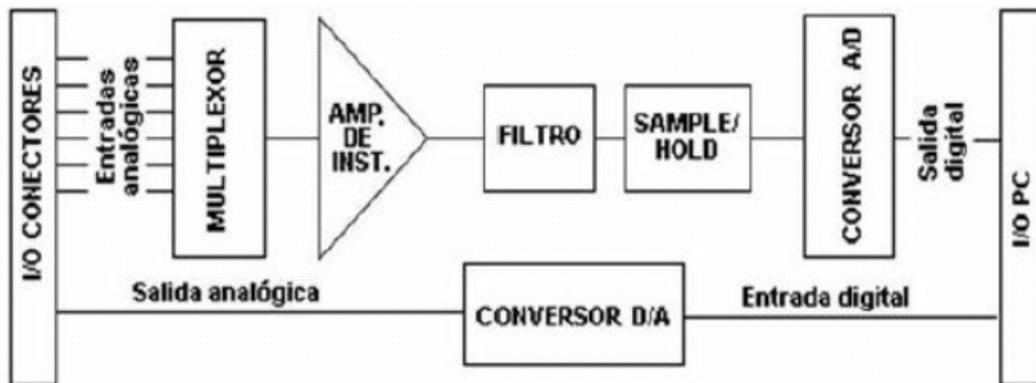


Figura 2.14: Diagrama de bloques de convertidor A/D y D/A

2.5 LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench)

Cada VI de la LabVIEW cuenta con dos interfaces en el panel frontal y el diagrama de bloques. Estas cuentan con paletas que contienen los objetos necesarios para implementar y desarrollar tareas.

Para elaborar en el presente proyecto de tesis de acondicionamiento de señales y toma de datos, se consideró que el lenguaje más apto es LabVIEW. (Laboratory Virtual Engineering workbench), LabVIEW es una herramienta diseñada especialmente para monitorear, controlar, automatizar y realizar cálculos complejos de señales analógicas y digitales capturadas a través de tarjetas de adquisición de datos.

Las habilidades para resolver problemas son esenciales en la creación de soluciones en LabVIEW. Seguir un método ayuda a un programador a desarrollar código que posee un gran potencial para resolver exitosamente un problema dado cuando se compara con código escrito sin plan previo. Un método también ayuda a realizar un código más entendible, escalable y modificable.

2.5.1 ¿Qué es LabVIEW?

LabVIEW es un lenguaje de programación gráfico (Lenguaje G), para el diseño de sistemas de adquisición de datos, análisis de mediciones y presentación de datos.

2.5.2 Instrumentos virtuales (VIs)

Los programas realizados en LabVIEW se llaman instrumentos virtuales VIs, ya que tienen la apariencia de los instrumentos físicos como osciloscopio y multímetros. LabVIEW contiene un conjunto comprensivo de VIs y funciones para adquirir, analizar, desplegar y almacenar datos.

2.5.3 Partes de un VI

- Panel Frontal
- Diagrama de Bloques
- Icono Conector

Panel frontal: El panel frontal es la interface hombre-máquina de un VI, este panel se puede construir con controles e indicadores los mismos que representan a las entradas y salidas de un VI.

Los controles son objetos que sirven para entrar datos al programa y pueden ser manipulados por el usuario. Los controles son variables de entrada. Los indicadores sirven para presentar los resultados entregados por el programa y no pueden ser manipulados por el usuario. Los indicadores son variables de salida.

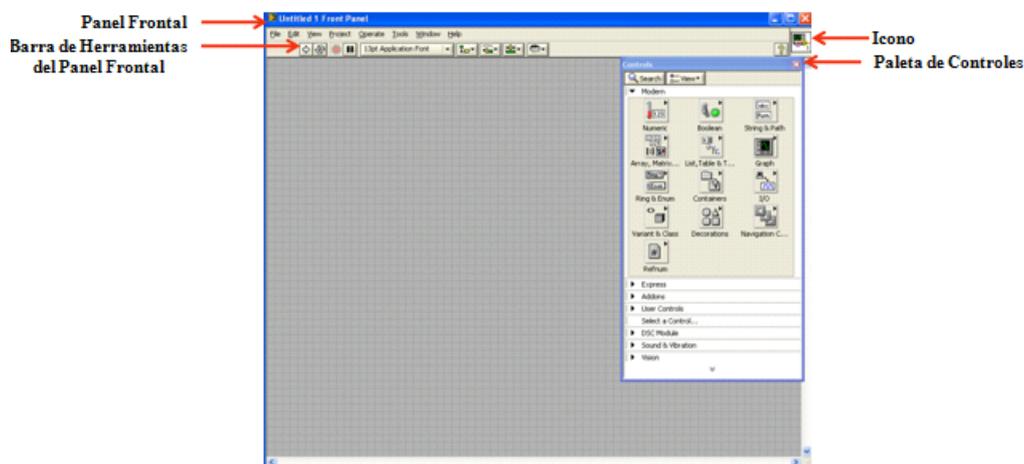


Figura 2.15: Panel frontal de VI

Diagrama de bloques: Los objetos del diagrama de bloques incluyen terminales, sub VIs, funciones, constantes, estructuras y cables, los cuales transfieren datos a través de otros objetos del diagrama de bloques.

Una vez que está construido el panel frontal, se puede adicionar código agregando representaciones gráficas de funciones para controlar los objetos en el panel frontal. Los objetos del panel frontal aparecen como terminales en el diagrama de bloques. Los terminales son puertos de entrada y salida que comparten información entre el panel frontal y el diagrama de bloques.

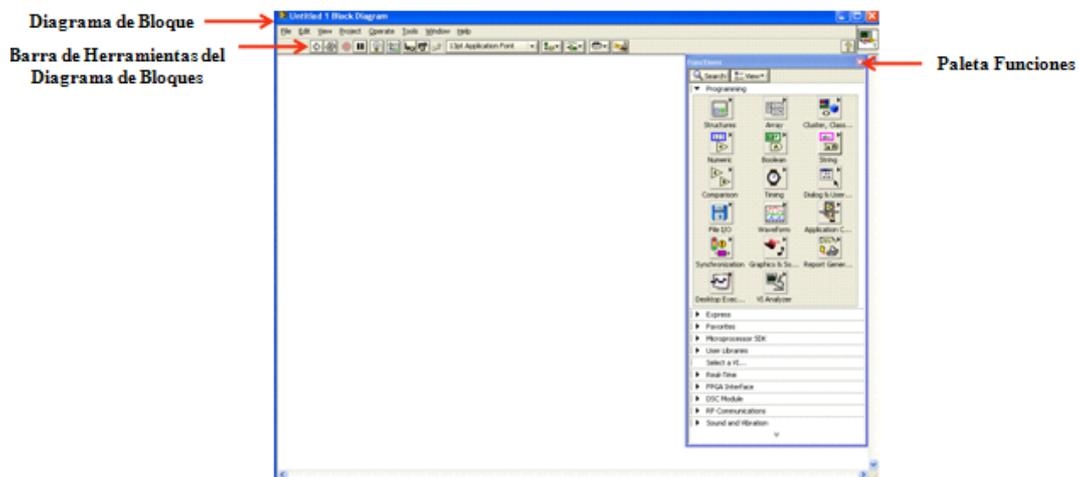


Figura 2.16: Diagrama de bloques

Los terminales de control e indicador pertenecen a los controles e indicadores del panel frontal. Los datos que usted ingresa en los controles del panel frontal entran al diagrama de bloques a través de los terminales de control.

Icono y panel conector: Una vez que está creado el panel frontal y el diagrama de bloques de un VI, se puede construir el icono y el panel conector para que pueda usar el VI; el cual puede ser utilizado en otro programa donde se tomará el nombre de SubVI.

En todos los VIs aparece un icono en la esquina superior derecha de las ventanas del panel frontal y el diagrama de bloques; este icono no es más que la representación gráfica de un VI, puede contener texto, imágenes o una combinación de ambos.

El panel conector es un conjunto de terminales que corresponde a los controles e indicadores del VI. Este panel conector define las entradas y las salidas que se tiene que cablear al VI para que pueda usarlo como un subVI.

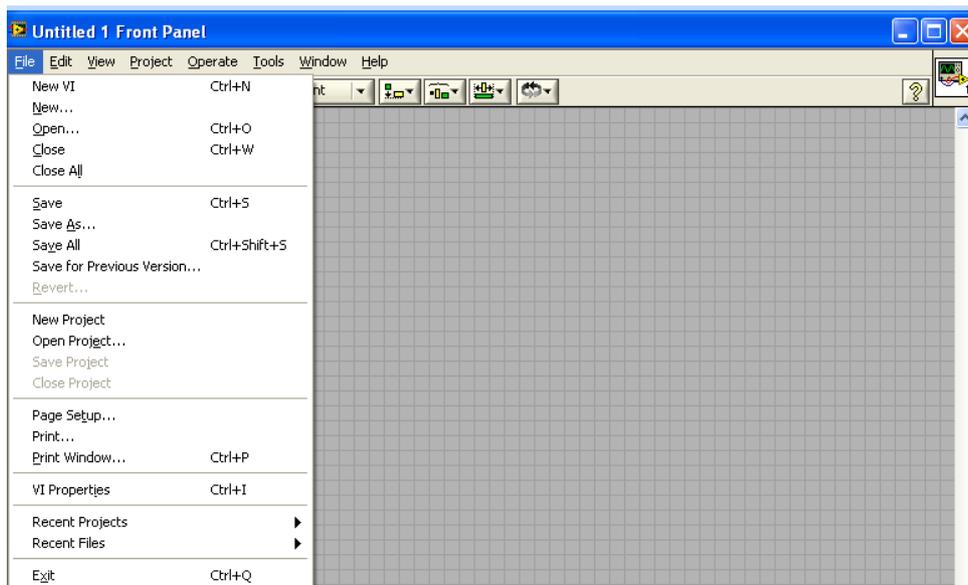


Figura 2.17: File del panel frontal

- **New VI** Esta opción crea un nuevo instrumento virtual abriendo un nuevo panel frontal.
- **New...** Despliega una ventana emergente para seleccionar una de las opciones de nuevo proyecto con las que cuenta LabVIEW.
- **Open...** Lanza una ventana emergente que permite buscar y seleccionar el archivo a abrir.
- **Close** Cierra la ventana actual de LabVIEW que se encuentra abierta.
- **Close All** Cierra todas las ventanas abiertas de LabVIEW.
- **Save** Guarda los cambios realizados en el proyecto.
- **Save All** Guarda los cambios realizados en las ventanas abiertas de LabVIEW.

2.5.4 Control y monitoreo de datos en LabVIEW

Importancia del monitoreo y control: Para entender mejor que es el monitoreo y el control, podemos definir al control como “el proceso de monitorear ciertas funciones para asegurar que se cumplan tal y como fueron programadas, y corregir alguna desviación significativa”. Este proceso se realiza en tres pasos:

Monitoreo o medición: Aquí se mide el desempeño real de todos y cada uno de los dispositivos; para lograrlo, la computadora debe recibir información por parte de diferentes sensores ubicados en lugares estratégicos. La información proporcionada por algunos sensores se utiliza para medir el funcionamiento de dos o más sistemas.

Comparación o análisis: En este paso, el desempeño actual de un dispositivo específico se compara con una normal o estándar previamente determinado por el fabricante. Este proceso se lleva a cabo en una computadora por medio de un software.

Ajuste: La computadora se encarga de determinar el grado de variación entre el desempeño real y la norma; el rango de variación se denomina “rango de variación aceptable”. Las desviaciones que exceden este rango se vuelven significativas y necesitan atención urgente. Se ajustan de manera inmediata las variaciones que exceden el rango aceptable, y la computadora ordena a los actuadores que realicen alguna operación específica o pongan en funcionamiento a determinado componente.

2.5.5 Herramientas de monitoreo en LabVIEW

Aquí se describe el funcionamiento de los componentes más utilizados para la programación de monitoreo y control del presente proyecto.

Controles e indicadores: Se encuentra los controladores dando clic derecho en el panel frontal presentando al usuario varias alternativas para la ejecución del programa del presente proyecto, los indicadores gráficos, variables de temperatura, LEDs, botones de encendido y apagado del sistema entre otras, dando clic derecho el diagrama de bloques nos proporciona una manera más rápida de crear constantes, controles y indicadores.

Controles e indicadores numéricos: El tipo de dato numérico puede representar números de varios tipos, tales como enteros o reales. Los dos objetos numéricos más comunes son el control numérico y el indicador numérico. En la Tabla 2.1, se detallan los controles/indicadores numéricos.

Controles e indicadores booleanos: El tipo de dato Booleano representa datos con solo dos opciones, tales como verdadero y falso u on y off. Emplee controles e indicadores Booleanos para entrar y desplegar valores Booleanos (True o False). Por último en la Tabla 2.2, se detallan los controles/indicadores booleanos.

En este caso sólo se expondrán los más importantes debido a la extensión del tema, básicamente me referiré a los utilizados en el presente proyecto. A continuación se detallan las tablas.

Tabla 2.1: CONTROLES/INDICADORES NUMÉRICOS

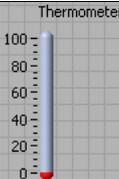
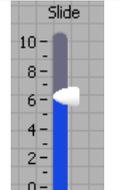
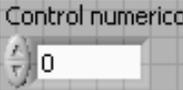
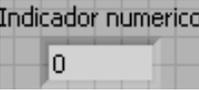
CONTROLES E INDICADORES NUMÉRICOS		
PANEL FRONTAL	DIAGRAMA DE BLOQUE	DESCRIPCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS
		El indicador thermometer , es utilizado para mostrar la temperatura, puede ser modificado a gusto del programador dando clic en propiedades podremos modificar la escala, colores.
		El indicador vertical point slide , es utilizado para visualizar la temperatura a la que se debe desactivar el sensor y se activa el LED, en propiedades podremos modificar la escala, colores.
		Numeric control , utilizado para la determinación del rango de temperatura.
		Numeric indicator , utilizado para determinar a que temperatura estamos en ese instante.

Tabla 2.2: CONTROLES/INDICADORES BOOLEANOS

CONTROLES E INDICADORES BOOLEANOS		
PANEL FRONTAL	DIAGRAMA DE BLOQUE	DESCRIPCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS
		Round LED , Sirve para ver a que temperatura especificada activa el LED.
		Stop , control booleano para detener la ejecución.
		Vertical toggle switch , este indicador es de tipo booleano es decir true o false (verdadero-falso), utilizado para iniciar el programa, en caso verdadero inicia.

2.5.6 Tips para trabajar en LabVIEW

LabVIEW tiene muchas teclas de atajo que hacen el trabajo más fácil. Las más comunes se listan a continuación.

- <Ctrl-H> - Activa/Desactiva la ventana de ayuda
- <Ctrl-B> - Remueve todos los cables rotos del diagrama de bloques
- <Ctrl-E> - Cambia entre el panel frontal y el diagrama de bloques

- <Ctrl-N> - Se crea un nuevo VI
- <Ctrl-T> - Aparece la ventana del panel frontal y el diagrama de bloques
- <Ctrl-Z> - Deshacer cambios

2.6 Módulos portables de acondicionamiento de señales SCC

2.6.1 Chasis SC-2345 de National Instruments

Un sistema portable para el acondicionamiento de señales analógicas para sistemas de adquisición de datos (DAQ). En este chasis se pueden acondicionar señales análogas y/o digitales, provenientes de los módulos de adquisición de señales que pueden acoplarse en sus sockets interiores. De igual forma, este chasis proporciona salidas análogas y digitales. Los módulos SCC están ubicados dentro del SC-2345, un entorno protegido que puede conectarse hasta 20 módulos SCC para el acondicionamiento de señal. En la Figura 2.18 se muestra una fotografía del módulo SC-2345.

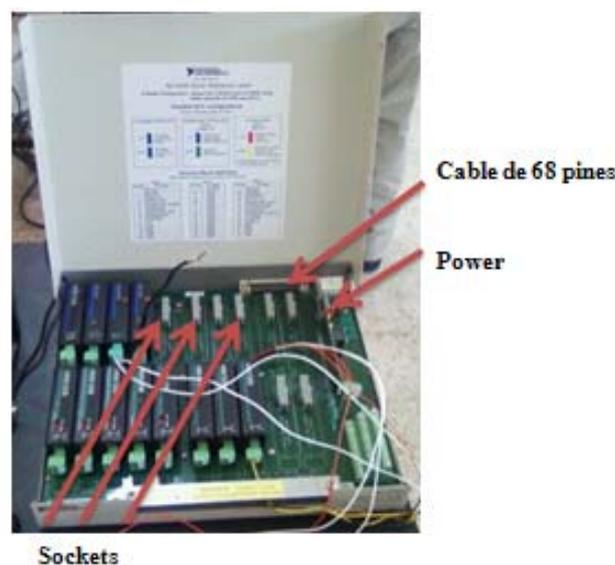


Figura 2.18: Acondicionamiento de señales para los módulos SCC

El sistema SCC consiste en módulos de uno y dos canales para acondicionar señales de termopares, RTDs, acelerómetros, galgas extensiométricas, entradas analógicas aisladas, entradas de corriente de 0-20mA y entradas de alto voltaje, salidas aisladas de voltaje y corriente, Entrada/Salida digitales ópticamente aisladas, filtros de pasa-bajo y módulos de entrada de frecuencia. Cada módulo incluye conectores de señal, terminales atornillables insertables o conexiones de termopares miniatura, directamente en el módulo SCC.

Cuando el bloque conector SC-2345 tiene todos los módulos conectados (20 módulos), tiene capacidad para manipular hasta 16 entradas analógicas, 8 líneas Entrada/Salida digital. Las aplicaciones para la adquisición de datos (DAQ) se pueden desarrollar en un sistema muy rápidamente y fácilmente con la utilización del software LabVIEW.

2.6.2 Módulos de adquisición de datos

Los módulos efectúan la labor del transductor de la señal física a medir (voltaje, corriente, temperatura, presión, fuerza, movimiento, filtros, etc.) y efectúan la conversión análogo digital que puede ser acondicionada por el chasis y enviada a la tarjeta DAQ. También existen módulos para realizar el proceso inverso de transformar una señal digital enviada por el PC en una señal análoga y/o digital externa, haciendo que el computador asuma la función de un actuador.

2.6.3 Adquisición de señales

La adquisición de señal es el proceso de convertir el fenómeno físico en datos que el computador pueda usar. Una medición inicia con el uso de un transductor para convertir el fenómeno físico en una señal eléctrica. Los transductores pueden generar señales eléctricas para medir fenómenos como temperatura, fuerza, sonido o luz. La Tabla 2.3. Lista algunos de los transductores más comunes.

Tabla 2.3: FENÓMENOS Y TRANSDUCTORES

FENÓMENO	TRANSDUCTOR
Temperatura	Termocuplas Detectores resistivos de temperatura (RTDs) Termistor
Luz	Fotosensor Celdas fotoconductoras
Sonido	Micrófono
Fuerza y presión	Galgas extensiométrica Transductor piezoeléctrico Celdas de carga
Posición (desplazamiento)	Potenciómetros, Transformador diferencial de voltaje lineal (LVDT) Codificadores ópticos
Flujo de fluido	Medidor de caudal Medidor rotatorio de flujo Medidor ultrasónico de flujo

2.6.4 Acondicionamiento de señales

El acondicionamiento de señal es el proceso de medir y manipular las señales para mejorar la exactitud, aislamiento, filtrado y de más. La señal eléctrica generada por el transductor tiene que ser tratada, convertida o escalada de forma que pueda ser aceptada por el sistema de adquisición. Las formas más comunes de acondicionamiento de la señal son la amplificación, linealización, excitación de transductor y aislamiento.

La tabla 2.4 muestra algunos tipos comunes de transductores y señales y el acondicionamiento de señal que cada uno requiere.

Tabla 2.4: CARACTERÍSTICAS Y ACONDICIONAMIENTO DE LOS SENSORES

SENSOR	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	REQUERIMIENTOS DE ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES
Termopar	Salida de bajo voltaje. Baja sensibilidad. Salida no lineal.	Sensor de temperatura de referencia (para compensación de unión fría). Alta amplificación. Linealización.
RTDs	Baja resistencia (típicamente 100 ohms). Baja sensibilidad. Salida no lineal.	Excitación de corriente. Configuración de 3 o 4 cables. Linealización.
Galga Extensiométrico	Baja resistencia. Baja sensibilidad. Salida no lineal.	Excitación de voltaje o corriente. Alta amplificación. Configuración de puente. Linealización. Calibración.
Salida de corriente	Salida de 4 a 20 mA	Resistencia de precisión.
Termistor	Dispositivo resistivo. Alta resistencia y sensibilidad. Salida no lineal.	Excitación de voltaje o corriente con resistencia de referencia. Linealización.
Acelerómetros activos	Alto nivel de salida de voltaje o corriente. Salida lineal.	Alimentación de energía. Amplificación moderada.
LVDTs	Salida de voltaje de CA.	Excitación de CA. Desmodulación. Linealización.

Amplificación de la señal: Hay que tener en cuenta que, para disponer de una resolución máxima, la señal tiene que ser amplificada de manera que la tensión máxima alcanzable sea igual al valor máximo del rango de entrada del convertidor análogo a digital (ADC).

Linealización de la señal: Muchos transductores, tales como Termocuplas, poseen una respuesta no lineal a los cambios del fenómeno físico que usted mide. LabVIEW puede linealizar los niveles de voltaje desde los transductores para que así usted pueda escalar los voltajes para el fenómeno medido. LabVIEW entrega funciones de escala para convertir voltajes desde galgas extensiométricas, RTDs, termocuplas y termistores.

Excitación de transductor de la señal: Los sistemas de acondicionamiento de señal pueden generar excitación, la cual algunos transductores requieren para operar. Las galgas extensiométricas y las RTDs requieren de voltaje y corriente externos, respectivamente, para excitar sus circuitos dentro de la medición del fenómeno físico. Este tipo de excitación es similar a un radio el cual necesita potencia para recibir y decodificar las señales de audio.

Aislamiento de la señal: Otra forma común de usar acondicionamiento de señal es aislar del computador las señales del transductor para propósito de seguridad. También puede usar el aislamiento para asegurar que las diferencias en los potenciales de tierra no afecten las mediciones desde los dispositivos DAQ. Cuando usted no referencia los dispositivos DAQ y las señales al mismo potencial de tierra, puede ocurrir un ciclo de tierra. Los ciclos de tierra pueden causar una representación inadecuada de la señal medida. Si las diferencias de potencial entre las señales de tierra y la tierra del dispositivo DAQ es muy grande, puede ocurrir daños al sistema de medición. Al aislar la señal se elimina el ciclo de tierra y asegurar que las señales son medidas exactamente.

Precaución: Cuando la señal que monitorea contiene fuertes picos de voltaje que podrían dañar el computador o herir al operador, no conecte la señal directamente a un dispositivo DAQ sin algún tipo de aislamiento

2.6.5 Sistemas de medición

Sistemas diferenciales de medición (DIFF): Un dispositivo típico de National Instruments usa una implementación de un sistema diferencial de medición de ocho canales, el uso de multiplexadores análogos en la ruta de la señal incrementa el número de canales de medición cuando solo existe un amplificador de instrumentación. En la Figura 2.19, el pin AIGND (tierra de entrada análoga) es la tierra del sistema de medición.

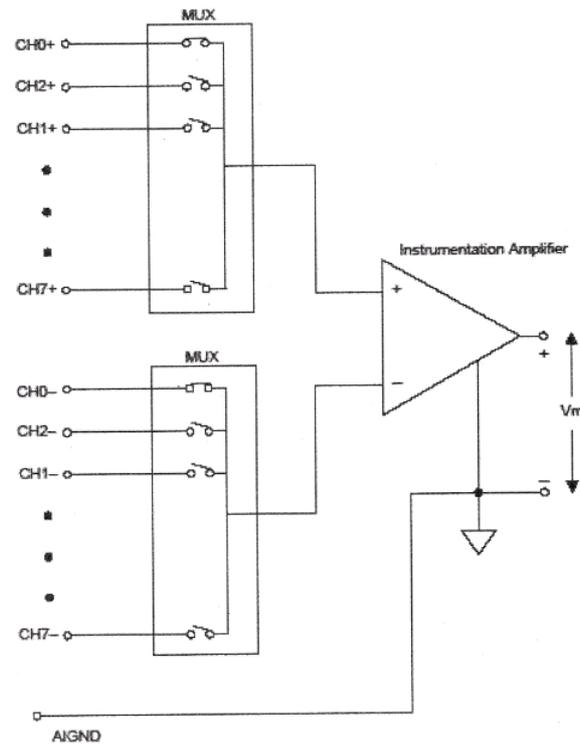


Figura 2.19: Sistema típico de medición diferencial

Fin único referenciado: Un sistema de medición de fin único referenciado mide voltajes con respecto a la tierra, AIGND, la cual es conectada directamente a la tierra del sistema de medición. La Figura 2.20 muestra un sistema de medición de fin único referenciado de 16 canales.

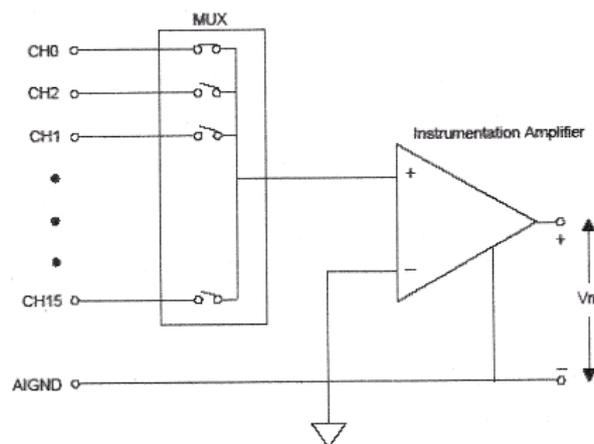


Figura 2.20: Sistema típico de medición de fin único referenciado (RSE)

Fin único no referenciado: Los dispositivos DAQ emplean normalmente una técnica de medición de fin único no referenciado (NRSE). La Figura 2.21 muestra un sistema de medición de fin único no referenciado también de 16 canales (NRSE).

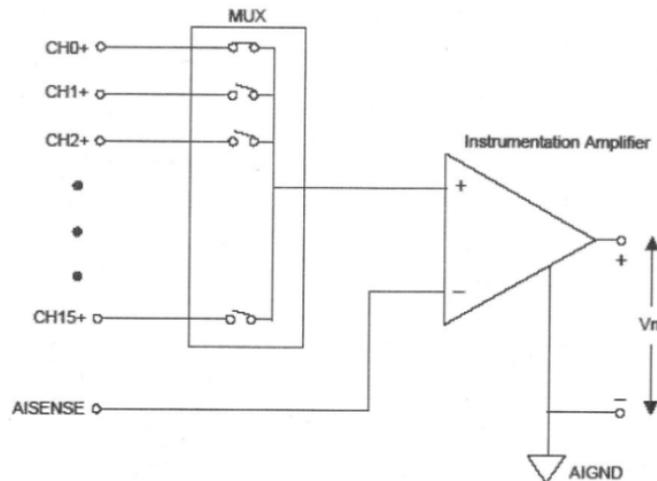


Figura 2.21: Sistema típico de medición de fin único no referenciado (NRSE)

En un sistema de medición NRSE, en todas las mediciones son realizadas con respecto a un solo nodo del sentido de entrada analógica (AISENSE en dispositivos series E), pero el potencial en este nodo puede variar con respecto a la tierra del sistema de medición (AIGND).

2.7 Módulos SCC

2.7.1 Información general del NI SCC-TC

Los SCC-TC01 y SCC-TC02 de National Instruments son módulos de 1 canal para acondicionar una variedad de tipos de termopares, incluyendo J, K, T, B, E, N, R y S y entradas de milivoltios con rango de ± 100 mV. Los módulos NI SCC-TC0x incluyen un filtro paso bajo de 2 Hz, un amplificador de instrumentación con ganancia de 100 y salidas en búfer para rangos de escaneo máximos por un dispositivo DAQ de la serie M. El circuito de entrada de los módulos SCC-TC0x también incluye resistores de alta impedancia para detección de termopares abiertos, así como manejo de termopares flotantes y referenciados a tierra. Los módulos SCC-TC0x incluyen un termistor interno para compensación de unión fría.



Figura 2.22: Módulo SCC-TC02

2.7.2 Características del módulo de entrada de termopar NI SCC-TC02 de 1 canal

- Filtro paso bajo de ruido de 2 Hz y amplificador de instrumentación
- Los termopares se conectan para conectividad directa (SCC-TC01)
- Detección de termopares abiertos y referencia a tierra automática
- Entradas de milivoltios con rango de ± 100 mV
- Termistor interno para compensación de unión fría
- Módulos de un solo canal para termopares y entradas de mV

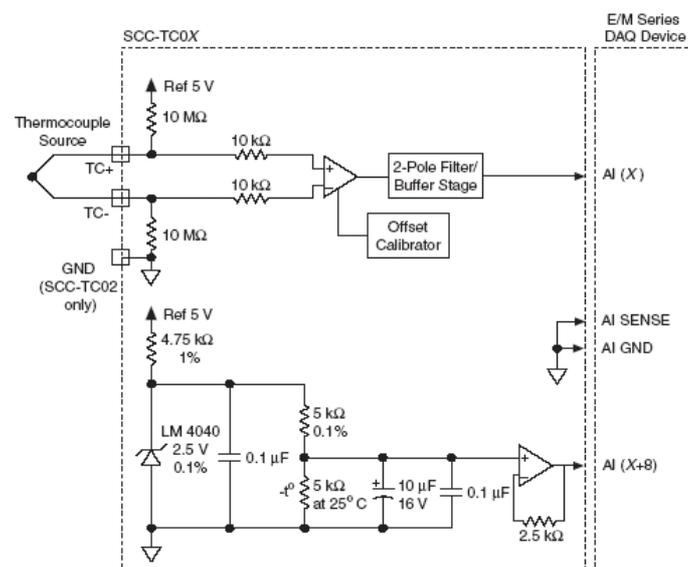


Figura 2.23: Conexión del módulo SCC-TC02

2.7.3 Información general del RTD NI SCC-RTD01

El SCC-RTD01 de National Instruments es un módulo de 2 canales que acepta RTDs de platino de 2, 3 ó 4 cables. Cada canal del NI SCC-RTD01 tiene un amplificador con una ganancia de 25 resulta en una tensión máxima de entrada de ± 400 mV y un filtro paso bajo de 30Hz. Además, cada módulo tiene una fuente de excitación de 1 mA para uno o dos RTDs.



Fig. 2.24: Módulo SCC-RTD01

2.7.4 Características del módulo de entrada RTD NI SCC-RTD01 de 2 canales

- Terminales de tornillo removibles para fácil conexión de señales
- Fuente de excitación de 1 mA
- Tensión máxima de entrada de ± 400 mV
- Filtro paso bajo de 30 Hz
- Módulo de 2 canales para entradas RTD de platino de 2, 3 ó 4 cables

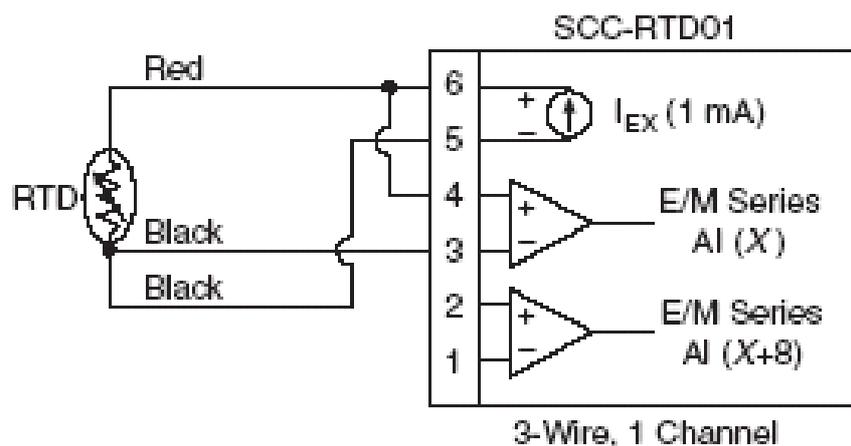


Figura 2.25: Conexión del módulo SCC-RTD01

2.7.5 Información general del módulo de entrada de corriente NI SCC-CI20

El SCC-CI20 de National Instruments es un módulo de doble canal que acepta dos entradas de lazo de corriente de 0 a 20 mA o de 4 a 20 mA. Cada canal independiente en el NI SCC-CI20 incluye 249 Ω de precisión; resistor de conversión de corriente que convierte una señal de 0 a 20 mA a una señal de 0 a 5 V. Cada canal incluye un amplificador diferencial de instrumentación con salidas de baja impedancia para rangos de escaneo máximos por el dispositivo DAQ multifunción y resistores para manejar fuentes de corriente flotante y referenciado a tierra. El SCC-CI20 también incluye dos resistores de 249 Ω de reemplazo.



Figura 2.26: Módulo SCC-CI20

2.7.6 Características del módulo de entrada de corriente NI SCC-CI20 de 2 canales

- Terminales de tornillo removibles para fácil conexión de señales.
- Módulo de 2 canales diseñado para entradas de 0 a 20 mA o de 4 a 20 mA.
- Incluye un resistor de precisión 249 Ω ; para convertir corriente a una señal de 0 a 5 V.

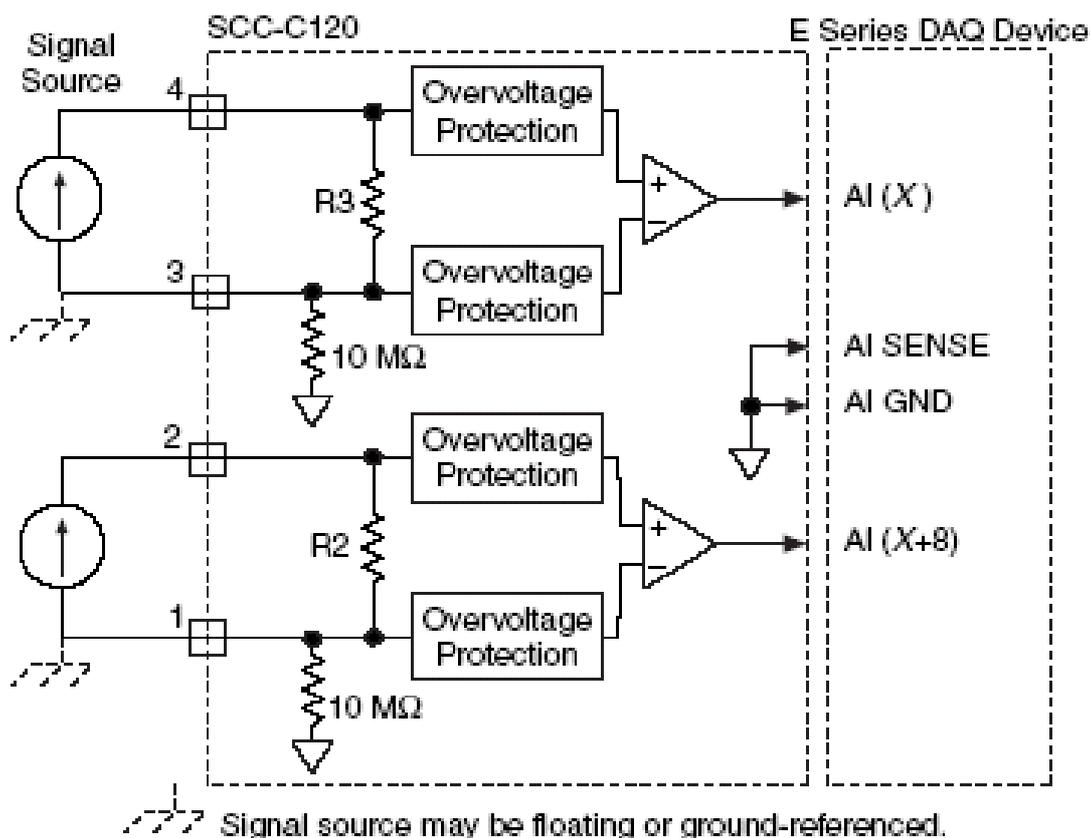


Figura 2.27: Conexión del módulo SCC-CI20

2.8 Adquisición de datos

Un sistema de adquisición de datos (DAQ) usa una tarjeta de adquisición de datos para pasar una señal eléctrica acondicionada a un computador para análisis y registros de datos por software. Se puede seleccionar una tarjeta de adquisición de datos que emplee un bus PCI, un bus PXI, el puerto USB o IEEE 1394 del computador. Un sistema típico DAQ posee tres tipos básicos de hardware un bloque terminal, un cable y un dispositivo DAQ, como se muestra en la Figura 2.28.

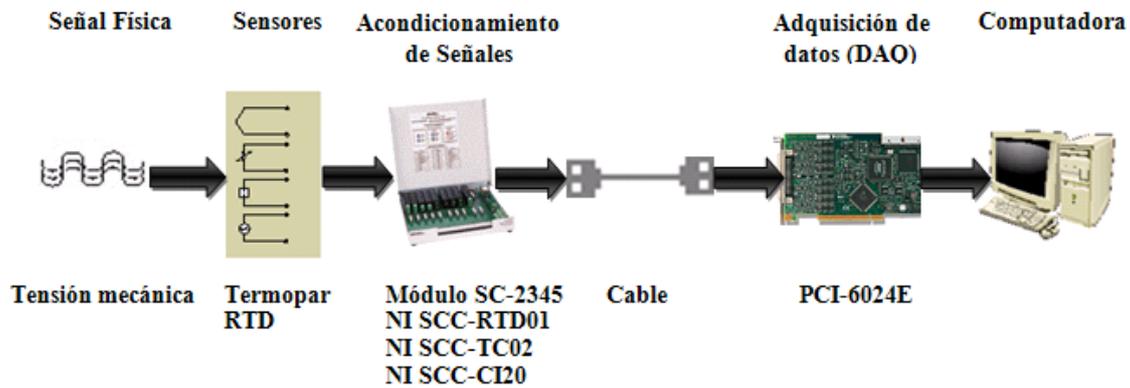


Figura 2.28: Sistema típico de adquisición de datos

Luego que ha convertido un fenómeno físico en una señal medible con o sin acondicionamiento, usted necesita adquirir esa señal. Para adquirir una señal, necesita un bloque terminal, un cable, un dispositivo DAQ y un computador. Esta combinación de hardware puede transformar un computador en un sistema de medición y automatización.

- **Sistema físico:** se refiere a la variable física: “es la magnitud que puede influir en el estado de un sistema físico” y es la que se desea medir y/o controlar.
- **Transductor:** el transductor es capaz de sensar el fenómeno físico y suministrar una señal eléctrica que pueda ser aceptada por el sistema de adquisición.
- **El acondicionamiento de la señal:** acondicionar la señal eléctrica puede incluir filtrado o removido de ruido o aplicar ganancia atenuación a la señal para traerla a un rango aceptable de medición.
- **Tarjeta de adquisición de datos:** el esquema más simple de adquisición de datos tiene que incorporarse, como mínimo, una tarjeta que se ocupe de adquirir la señal analógica y que realice la conversión digital. Las características más relevantes de las tarjetas de adquisición se centran en los aspectos siguientes:
 - **Entrada analógica:** hacen referencia al número de canales analógicos de entrada que soporta la placa.
 - **Salidas analógicas:** es el proceso de generar señales eléctricas desde su computador.
 - **Entradas y salidas digitales:** Hacen referencia al número de entradas y salidas digitales que soporta la placa.

- **Contadores:** Un contador es un dispositivo de temporización digital. Usted usa normalmente un contador para conteo eventos, medición de frecuencia, medición de periodo, medición de posición y generación de pulso.
- **Computador:** se trata de un computador de escritorio con los requerimientos básicos para la instalación del software LabVIEW versión 9.0 (32-bit), y los respectivos drivers para el manejo del chasis y la tarjeta de adquisición PCI-6024E. En este computador se lleva a cabo la ejecución del programa de LabVIEW. En la Figura 2.29 se puede observar un diagrama de bloques general de medición.



Figura 2.29: Diagrama de bloques general de medición

2.9 Tarjeta de adquisición de datos PCI-6024E

La tarjeta de adquisición de datos PCI-6024E, es una placa multifunción para entradas y salidas analógicas y digitales, posee 16 entradas analógicas de 12 bits que alcanza velocidades de hasta 200000 muestras por segundo, 2 canales de salida analógica, 8 líneas de Entrada/Salida digital, un conector de 68 pines y así como 2 contadores/temporizadores de 24 bits cada uno. Este dispositivo soporta el chasis SC-2345, el cual es un sistema de acondicionamiento de señales de entrada y salida analógica y digital, para ser leídas por el PC. En la Figura 2.30 muestra la tarjeta PCI-6024E.

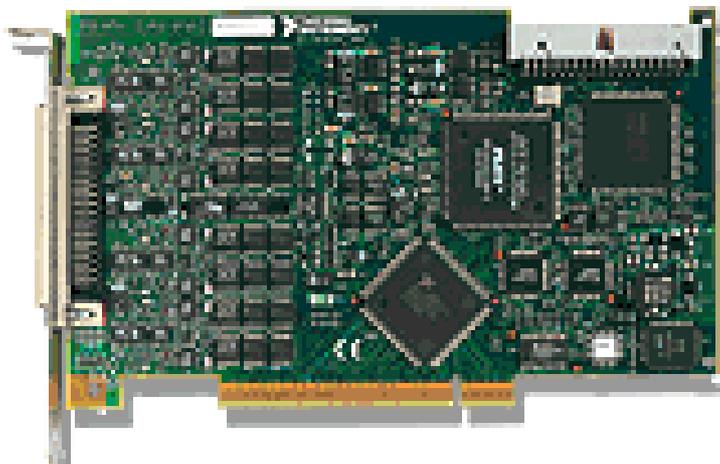


Figura 2.30: Tarjeta PCI-6024E

La tarjeta PCI-6024E pertenece a las opciones de herramientas académicas que ofrece LabVIEW, está diseñada para aplicaciones de laboratorio y pruebas, sin embargo proporciona gran confiabilidad al alcanzar grandes tasas de velocidad de adquisición de datos. Estas tarjetas representan una opción económica para la puesta en uso dentro de laboratorios y para el desarrollo de aplicaciones a nivel estudiantil. Son compatibles con todos los sistemas operativos, además son de fácil instalación, requieren poco mantenimiento, solo se requiere un puerto PCI disponible dentro del computador para su instalación.

Estas tarjetas de adquisición de datos tienen un rango de entrada bipolar que cambia de acuerdo a una ganancia programada. Cada canal puede ser programado con una ganancia única de 0.5, 1.0, 10., o 100 para maximizar la resolución del convertidor analógico a digital (ADC) de 12 bits. Con la configuración de ganancia apropiada se puede hacer uso de la resolución completa del convertidor analógico a digital ADC para medir las señales de entrada. La Tabla 2.5 muestra el rango de entrada y la precisión de acuerdo a la ganancia usada.

Tabla 2.5: RANGO DE VOLTAJE Y ACORDE A LA GANANCIA DE LA TARJETA PCI-6024E

GANANCIA DE LA TARJETA	RANGO	RESOLUCIÓN DE VOLTAJE
0.5	$\pm 10V$	4,88mV
1	$\pm 5V$	2,44mV
10	$\pm 500mV$	244,14 μV
100	$\pm 50mV$	24,41 μV

Las tarjetas suministran 2 canales de salida de voltaje analógico en el conector de Entrada / Salida. El rango bipolar es de $\pm 10V$. Los datos escritos al DAC, convertidor digital analógico son interpretados en formato de complemento de dos.

2.9.1 Conector de Entrada/Salida

La Tabla 2.6 muestra la asignación de los pines de entrada y salida a la tarjeta PCI-6024E en el chasis SC-2345.

Tabla2.6: ASIGNACIÓN DE PINES EN CHASIS DE ENTRADA SALIDA PARA PCI-6024E.

ACH8	34	68	ACH0
ACH1	33	67	AIGND
AIGND	32	66	ACH9
ACH10	31	65	ACH2
ACH3	30	64	AIGND
AIGND	29	63	ACH11
ACH4	28	62	AISENSE
AIGND	27	61	ACH12
ACH13	26	60	ACH5
ACH6	25	59	AIGND
AIGND	24	58	ACH14
ACH15	23	57	ACH7
DAC 0 OUT	22	56	AIGND
DAC 1 OUT	21	55	AOGND
EXTREF	20	54	AOGND
DIO4	19	53	DGND
DGND	18	52	DIO0
DIO1	17	51	DIO5
DIO6	16	50	DGND
DGND	15	49	DIO2
5 V	14	48	DIO7
DGND	13	47	DIO3
DGND	12	46	SCANCLK
PFI0/TRIG1	11	45	EXTSTROBE
PFI1/TRIG2	10	44	DGND
DGND	09	43	PFI2/CONVERT
5 V	08	42	PFI3/GPCTR1_SOURCE
DGND	07	41	PFI4/GPCTR1_GATE
PFI5/UPDATE	06	40	GPCTR1_OUT
PFI6/WFTRIG	05	39	DGND
DGND	04	38	PFI7/STARTSCAN
PFI9/GPCTR0_GATE	03	37	PFI8GPCTR0_SOURCE
GPCTR0_OUT	02	36	DGND
FREQ_OUT	01	35	DGND

2.10 Sensores y transmisor de temperatura

2.10.1 RTDs (detectores resistivos de temperatura, temperatura-resistencia)

Un Pt100 es un sensor de temperatura, que consiste en un alambre de platino que a 0° C tiene 100Ω y que al aumentar la temperatura aumenta su resistencia eléctrica. Son generalmente más caros por su cuidadosa construcción y el uso de platino. La técnica de

3 hilos ofrece una solución intermedia que elimina un cable, pero no es tan precisa. Aunque es la más utilizada.

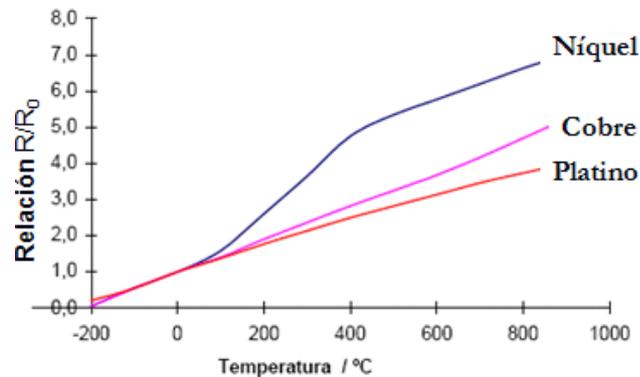


Figura 2.31: Resistencia eléctrica vs temperatura

Usar Pt100 en:

- Medición de -100 a 200 $^{\circ}\text{C}$ con muy buena precisión y estabilidad.
- Industria de alimentos en general (envasado, pasteurizado, conservación, etc.)
- Circuitos de líquidos (aguas de enfriamiento, aceite, etc.)
- Industria química (temperatura de reactivos).
- Cámaras de secado (textiles, alimentos, papel, etc.)

2.10.2 Descripción del sensor de temperatura RTD

En la Figura 2.32 observamos al RTD, cada elemento está sellado en un tubo alúmina con tres terminales con cobertura de Teflón y pueden medir hasta 400 $^{\circ}\text{F}$ (204 $^{\circ}\text{C}$). El Teflón ofrece buena resistencia a la abrasión y humedad. El RTD que utilizamos es platino Pt100 a 0 $^{\circ}\text{C}$ ($\alpha=0.00385$) ideal para prácticas estudiantiles y de principiantes, tiene una longitud de 2 m.

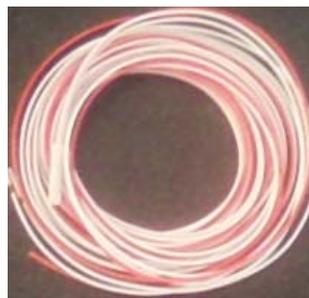


Figura 2.32: Sensor RTD

Datos técnicos del sensor RTD

Tabla2.7: DATOS TÉCNICOS DEL SENSOR RTD

SENSOR	PT 100	
EMPRESA	NATIONAL INSTRUMENTS	
LOCALIZACIÓN	ESTADOS UNIDOS	
WEB	www.ni.com	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
Tipo	Platino	
Resistencia	100Ω a 0°C	
Sonda de rango	58 a 900°F (-50 a 482°C)	
Rango confeccionados	58 a 400°F (-50 a 204°C)	
Calibración	DIN 43760-1980 (Europea) estándar Curva ($\alpha=0.00385$)	
Precisión	$\pm (0.3+0.005 t)$ °C (Donde t es el valor de la temperatura absoluta, se mide en °C).	
Configuración	Tres hilos	

2.10.3 Termopares (temperatura-tensión)

Una termocupla se hace con dos alambres de distinto material unidos en un extremo. Al aplicar temperatura en la unión de los metales se genera un voltaje muy pequeño del orden de los milivoltios el cual aumenta proporcionalmente con la temperatura. El transductor más utilizado para medir temperatura es el termopar o la termocupla. Aunque el termopar es económico, resistente y puede operar en un amplio rango de temperaturas.

El mantenimiento de los termopares se reduce a evitar golpes que fisura la funda de protección, especialmente si es del tipo cerámico. Es conveniente revisar el estado del termopar una vez por mes, pudiendo variar según la rigidez del servicio.

Si se comprueba que el termopar ha sido contaminado con elementos extraños, lo recomendable es verificar el milivoltaje de respuesta y si es del caso reemplazarlo ya que no admite otro tipo de calibración.

En la siguiente gráfica se muestra el milivoltaje generado por los termopares a diversas temperaturas de su junta caliente y con su junta fría a una temperatura de referencia de 32° F o 0° C.

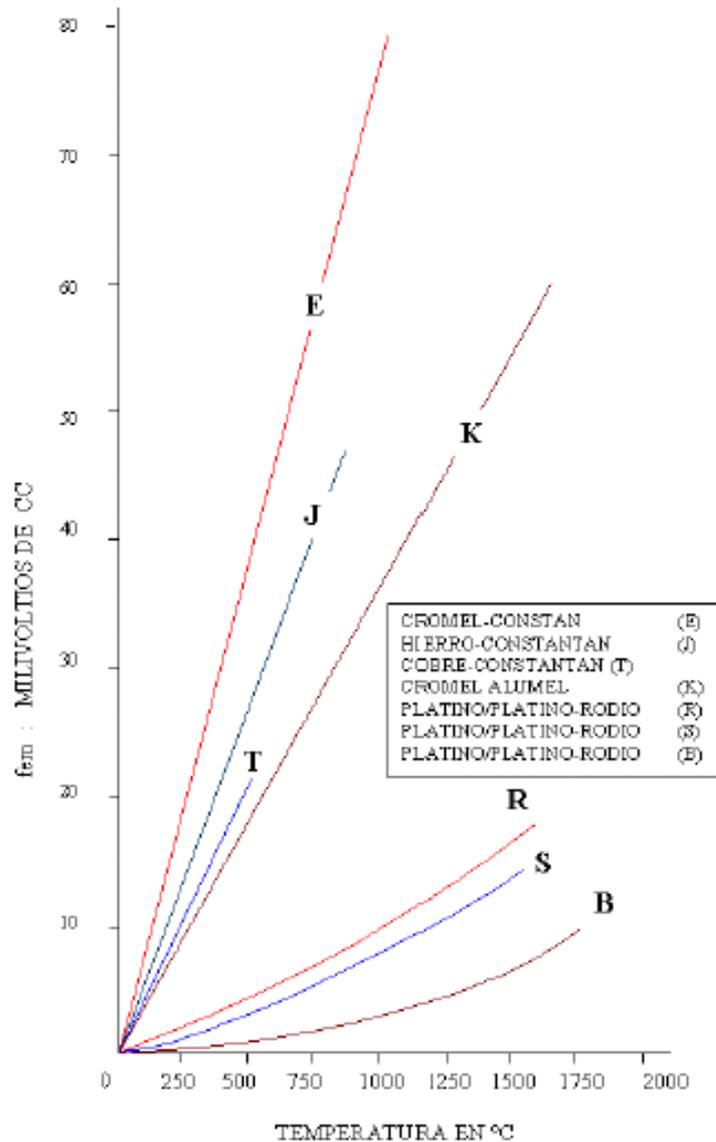


Figura 2.33: Curva de fem para termopares

Usar termocupla K en:

- Fundición de metales hasta 1300°C (no ferrosos).
- Hornos en general.

2.10.4 Descripción del sensor de termocupla tipo K

Son los sensores de temperatura más común utilizada industrialmente, económico y fácil de reemplazar que existen. La termocupla de tornillo que utilizamos para la práctica es de tipo K, material del bulbo y conector es de acero inoxidable 304, tiene una longitud de 2 m y está cubierta con malla de acero inoxidable, puede trabajar de 0 a 500°C. Como se puede observar en la Figura 2.34.



Figura 2.34: Termocupla tipo K

Datos técnicos del sensor de termocupla tipo K

Tabla 2.8: DATOS TÉCNICOS DEL SENSOR DE TERMOCUPLA TIPO K

SENSOR		TERMOCUPLA TORNILLO	
EMPRESA			
LOCALIZACIÓN			
WEB			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Tipo	K		
Rango	0 a 500°C		
Dimensiones	Cable mallado 2 m.		
Empaque	1 in		
Dimensiones Bulbo mm	Largo	2	
	Ø	4	
Temperatura máxima	400°C		

2.10.5 Comparación de los sensores

Tabla 2.9: COMPARACIÓN DE TRANSDUCTORES DE TEMPERATURA

VENTAJAS	RTD	TERMOPAR
	Más estable	Autoalimentado
	Más preciso	Robusto
	Más lineal que los termopares	Económico
		Amplia variedad formas físicas
		Amplia gama de temperaturas
DESVENTAJAS	RTD	TERMOPAR
	Caro	No lineal
	Lento	Baja tensión
	Precisa fuente Alimentación	Precisa referencia
	Pequeño cambio de resistencia	Menos estable
	Medida de 4 hilos	Menos sensible
	Autocalentable	

2.10.6 Señales de corriente

Muchos de los dispositivos y transmisores que se usan en aplicaciones de control y monitoreo de procesos generan una señal de corriente, normalmente de 0 a 20 mA o de 4 a 20 mA. Las señales de corriente se usan porque son menos propensas a los errores causados por ruido o caídas de voltaje en cables que son muy largos. Los acondicionadores de señal convierten las señales de corriente a señales de voltaje al pasar la corriente a través de una resistencia de precisión. El voltaje que resulta ($V_{MEAS} = I_s R$) después puede ser digitalizado.

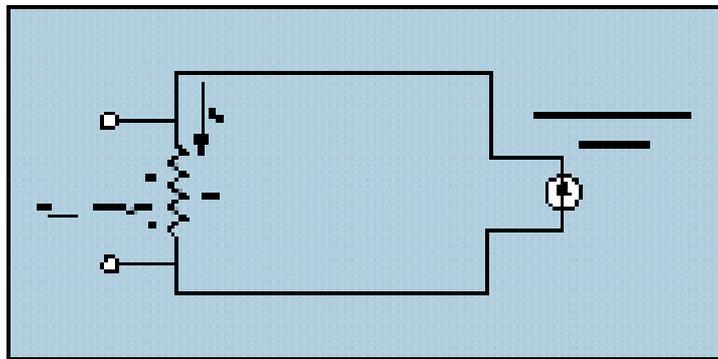


Figura 2.35: Las señales de corriente de 0 a 20 mA o 4 a 20mA

2.10.7 Transmisor de temperatura

El transmisor amplifica y acondiciona la señal del sensor pues el valor de la corriente varía continuamente en el tiempo dependiendo del valor de la variable física que capte el RTD. El inconveniente que se tiene es que se requiere una conexión para cada transmisor. Si un proceso tiene que monitorear muchas variables físicas, el cableado aumenta notablemente en costo y en mantenimiento.



Figura 2.36: Transmisor de temperatura

Datos técnicos del transmisor de temperatura

Tabla 2.10: DATOS TÉCNICOS DEL TRANSMISOR DE TEMPERATURA

TRANSMISOR DE TEMPERATURA	
Marca	Foxboro
Modelo	893RA – QCLS012
Serie	2B9313
Temperatura del tambor	60 grados centígrados
Voltaje máximo de entrada	30 VCD
Potencia máxima de entrada	1 W
Corriente de salida	4 – 20mA

2.11 Calibración

Un instrumento no calibrado constituye un peligro potencial y no puede ser un dispositivo de medición y control confiable. La calibración es parte esencial de la medición y el control industrial, es la única garantía de que los instrumentos industriales tienen la exactitud y el rango requerido para mantener en operación y en condiciones económicamente controladas los sistemas.

La calibración se debe efectuar de un modo periódico y requiere de un estándar para comprobar valores. Por tanto la calibración se puede definir, con toda sencillez, como la comparación de valores específicos de entradas y salidas de un instrumento, con un estándar de referencia.

Aunque la calibración no garantiza el buen funcionamiento de un instrumento, por lo general indica si su funcionamiento puede satisfacer o no las especificaciones de precisión y rango en las que se va a utilizar.

2.11.1 Calibración de instrumentos de temperatura

Los termómetros de resistencia o detectores de temperatura por resistencia (RTD) cambia el valor de resistencia en función de la variación de temperatura, de manera que un buen puente de resistencia es parte esencial del equipo de calibración. Los RTD aumentan la resistencia al incrementarse la temperatura y se puede calibrar un puente de calibración, ya sea en unidades de resistencia o de temperatura. La temperatura de calibración se puede producir mediante un baño apropiado o una masa de equilibrio que

se pueda mantener en el punto de congelación o ebullición de un metal o de una aleación adecuada.

Los termistores también son detectores térmicos de resistencia y manifiestan una reducción de resistencia cuando aumenta la temperatura. Los puentes u otros equipos de medición de resistencia son parte importante del sistema de calibración, al igual que en el caso de los RTD.

Los termopares se consideran casi siempre detectores de temperatura por contacto que registran un incremento de fem, como resultado del aumento en la temperatura. Por lo tanto, además del equipo generador de temperatura y un estándar apropiado, se necesita un indicador de milivoltios de precisión y un punto de referencia para efectuar la calibración del termopar. Aunque se puede elegir cualquier temperatura ambiente como referencia, el punto de fusión del hielo en el trabajo de calibración es una de las elecciones favoritas.

2.11.2 Calibración de las tarjetas de adquisición de datos

La calibración de un dispositivo de adquisición de datos es muy similar a la de un instrumento de escritorio. El objetivo es comprobar la precisión de una medición que se verifica contra un valor conocido de alta precisión. El resultado obtenido es entonces comparado contra las especificaciones del instrumento. Si la medición cae dentro del rango de las especificaciones, no es necesario ningún ajuste. Si la medición se sale del rango de la especificación, entonces se debe realizar un ajuste en el hardware.

Para el sistema de adquisición de datos se debería seleccionar instrumentos que provean herramientas para realizar tanto calibraciones internas (conocidas como auto-calibración o auto-cero) como calibraciones externas.

Las opciones de calibración externa e interna ofrecen dos beneficios diferentes: con la calibración externa se puede asegurar que la exactitud de la medición está sujeta a una norma conocida. Con la calibración interna, se puede ajustar el instrumento para ser utilizado en medios ambientes diferentes a los cuales se realizó la calibración externa.

CAPÍTULO III

3 ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES ANALÓGICAS UTILIZANDO MÓDULOS PORTABLES SCC PARA EL LABORATORIO DE MECATRÓNICA

3.1 Materiales utilizadas para la construcción de la maqueta de la piscina

En la Tabla 3.1, se detallan los materiales utilizados en la construcción de la maqueta de la piscina.

Tabla 3.1: MATERIALES UTILIZADOS EN LA MAQUETA DE LA PISCINA

MATERIAL	CANTIDAD	COSTO (dólares USD)
Vidrio de 4 mm.	0.5 m ²	4,00
Silicón en pasta	1	4,00
Manguera anillada plástica 3/8	2 m	0,50
Topes de caucho	4	2,00
Mano de obra		20,00
	TOTAL	30,50

3.2 Herramientas utilizadas para la construcción de la maqueta de la piscina

En la Tabla 3.2 se detallan las herramientas utilizadas en la elaboración de la maqueta de la piscina.

Tabla 3.2: HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN LA MAQUETA DE LA PISCINA

ITEMS	CARACTERÍSTICAS
Cortadora para vidrio	Punta de diamante
Broca para vidrio	Punta de diamante
Fluxómetro	4 metros

La maqueta de la piscina se encuentra en el laboratorio de Mecatrónica, estaba acabada la fase constructiva de la maqueta, poseía los sensores montados y constaba de una estructura de vidrio. Estaba dotado de una puerta superior izquierda para el acceso al interior de la maqueta, así como en la parte lateral derecha consta de un ventilador para permitir su correcta ventilación. La parte inferior constaba de la niquelina montada sobre una base de vidrio, por último se encontraba montada la jeringuilla de plástico para proteger al sensor de la corrosión del agua. La base de soporte era una tabla triple de 60x70cm dónde se monta la maqueta, circuitos eléctricos y accesorios.



Figura 3.1: Maqueta de la piscina

3.3 Calibración de sensores

En la fotografía de la Figura 3.2 observamos la continuidad de los cables en el sensor RTD, el cable blanco uno y dos marca la continuidad que existe para comprobar que el sensor se encuentra en un buen estado.



Figura 3.2: Continuidad del sensor RTD

A continuación se comprobó la resistencia de sensor RTD, El cable rojo del sensor se conecta al lagarto positivo y el cable blanco uno o dos del sensor se conecta al lagarto negativo del multímetro y nos da una lectura de 108.7Ω que está en un rango aceptable.

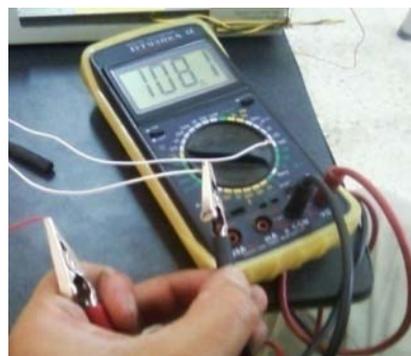


Figura 3.3: Comprobación de la resistencia del sensor RTD

3.3.1 Identificación que tipo de termocupla

3.3.1.1 Como medir temperatura con un multímetro

1. Medir con un multímetro el voltaje que entrega la termocupla.
2. Medir la temperatura de ambiente T_a . Ver en una tabla de Termocuplas que voltaje corresponde a la temperatura.
3. Hacer la suma de los dos valores obtenidos $V_{ab}(T) = V + V_{ab}(T_a)$ y ver en la tabla a que temperatura corresponde.

Esta será la temperatura real a la que está sometida la termocupla.

- Se mide en el horno que ese instante alcanza $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ dando una lectura de voltaje de 7.2 mV .
- Si la temperatura de ambiente es de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, entonces en la tabla esto corresponde a 0.798 mV .
- Luego $V_{ab}(T) = 7.2\text{ mV} + 0.798\text{ mV} = 7.998\text{ mV}$, esto según la tabla corresponde a $196\text{ }^{\circ}\text{C}$, obteniendo el tipo de termocupla que corresponde al tipo K.



Figura 3.4: Comprobación del sensor con el indicador de temperatura

3.4 Conexión de sensores y montaje de los módulos SCC en el laboratorio de Mecatrónica

Para el montaje de los sensores y módulos en el laboratorio de Mecatrónica se puso sobre una estructura de una mesa, la que llamaremos mesa de trabajo, que cuenta con un comportamiento en su parte superior para así lograr ubicar los equipos tanto en la parte superior como inferior. Tanto que los sensores, los módulos SCC, el módulo SC-2345, el cable R6868 de un metro y la computadora se encuentran situados en la

parte superior de la mesa de trabajo, mientras que la tarjeta de adquisición de datos PCI-6024E se encuentran ubicados en la parte inferior de la mesa de trabajo conectado en el bus PCI de la PC. En la Figura 3.5 podemos observar la ubicación de los equipos de medición, monitoreo y demás accesorios de los módulos SCC.

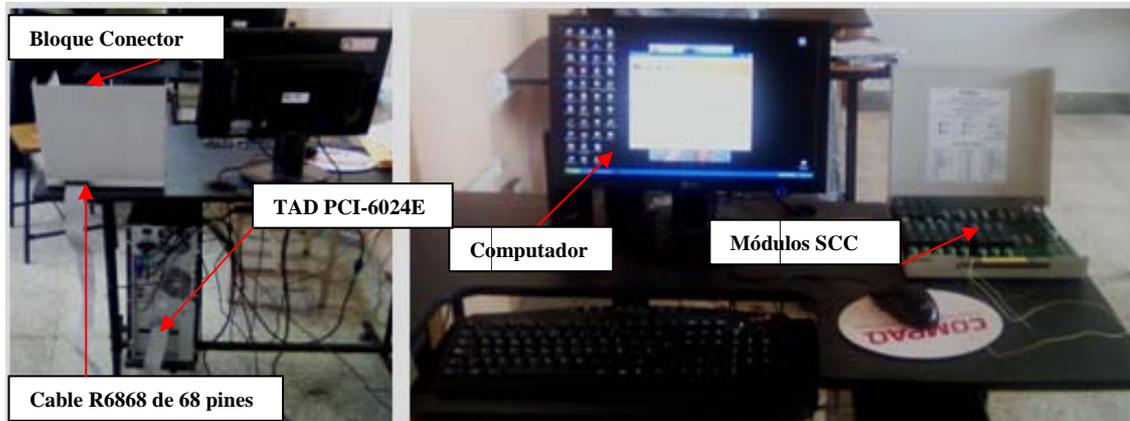


Figura 3.5: Disposición física de equipos en el laboratorio de Mecatrónica

3.4.1 Pasos para instalación de los módulos SCC

- Quite los tornillos de la cubierta superior de los módulos SCC.
- Conexión de los sensores en los módulos SCC.
- Ajuste de los tornillos.
- Montaje de los módulos SCC en los sockets del chasis.

3.4.2 Montaje de los módulos SCC en los diferentes sockets J2, J3 y J4 del bloque conector

1. La termocupla se comprobó la continuidad en los dos cables, el cable positivo se conecta en el TC+ y el cable negativo se conecta en el TC- en el módulo de termopar NI SCC-TC02 de un canal y se monto en el socket J2, tal como se muestra la fotografía de la Figura 3.6.

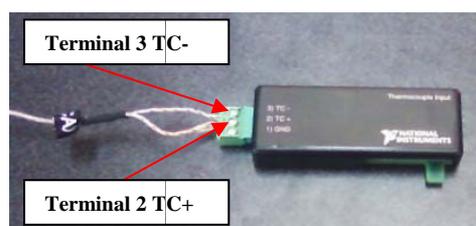


Figura 3.6: Conexión del sensor termocupla al módulo SCC-TC02

2. El sensor RTD se comprobó la continuidad en los tres cables, se conecta los cables en el módulo RTD NI SCC-RTD01 de 2 canales de 6 terminales tal como muestra en la Figura 3.7, la conexión se realiza para el primer canal el cable rojo es el positivo, se conecta en la terminal 6, los cables blancos uno y dos son negativos, se conectan en las terminales 5 y 3, derivación entre 4 y 6 del mismo módulo y se monto en el socket J3.

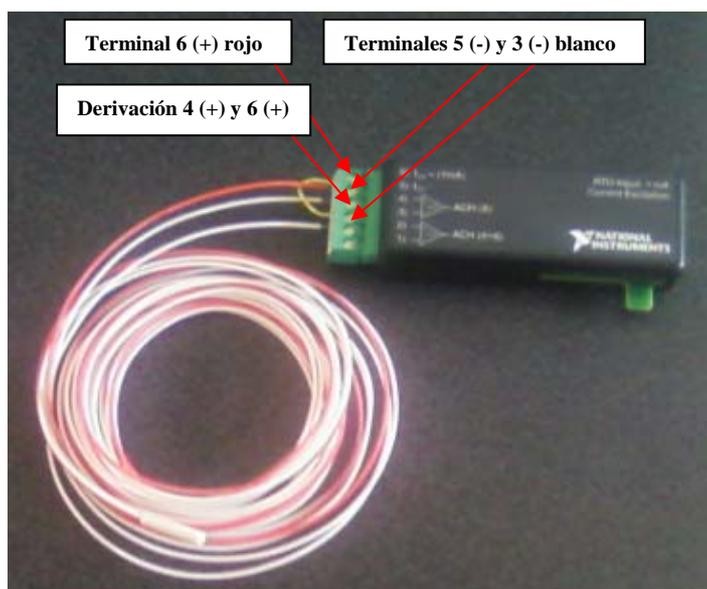


Figura 3.7: Conexión del sensor RTD al módulo SCC-RTD01

3. Los módulos NI SCC-TC02 y NI SCC-RTD01 conectados a las entradas analógicas J2 y J3 del bloque conector SC-2345. En la Figura 3.8 se muestra una fotografía del bloque conector SC-2345 con los módulos conectados en los socket J2 y J3.

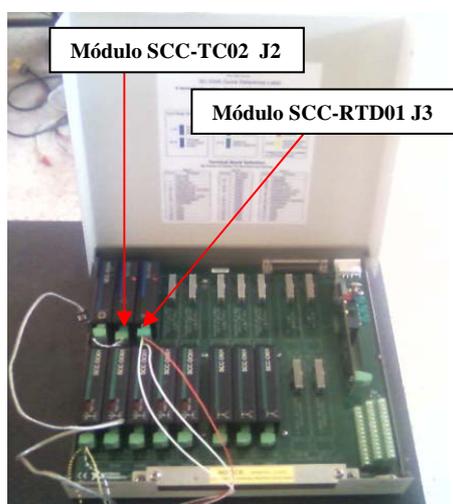


Figura 3.8: Chasis SC-2345 con los módulos conectados en los sockets J2 y J3.

- La conexión del RTD con el transmisor de temperatura se realiza de la siguiente manera los dos cables blancos se conectan en las terminales 3 y 4 positivos y por último el rojo en el terminal 2 negativo. La terminal 5 negativo y 6 positivo del transmisor se conecta en serie a la fuente de 24Vcd y al módulo NI SCC-CI20 de 2 canales de 4 terminales, la terminal 6 positivo se conecta a la terminal 4 positivo, terminal 3 negativo se conecta al positivo de la fuente y el terminal negativo de la fuente se conecta a la terminal 5 negativo del transmisor de temperatura y se monto en el socket J4.

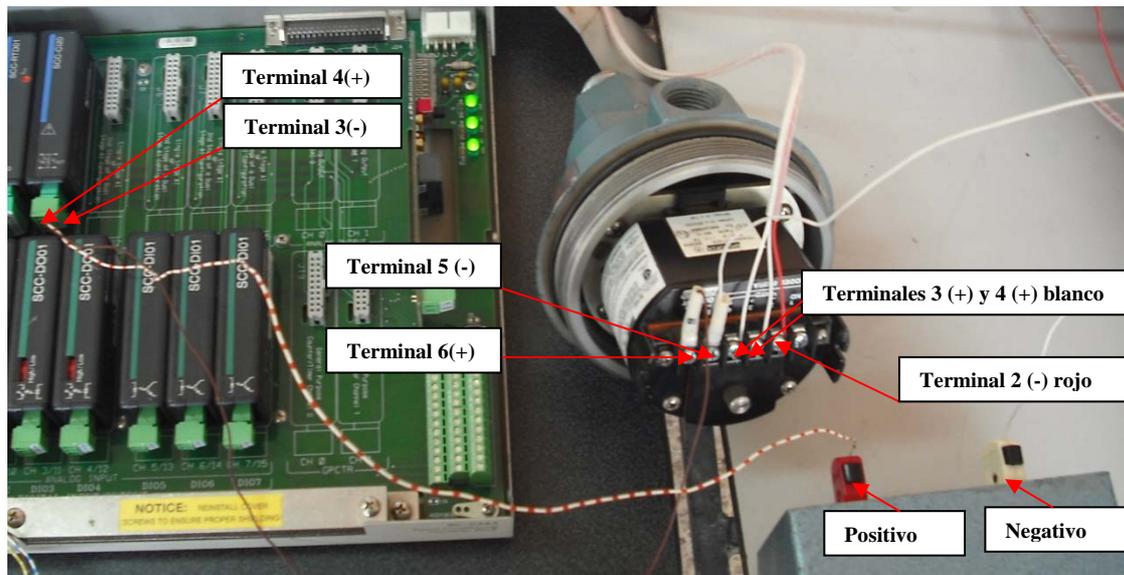


Figura 3.9: Conexión del sensor RTD al transmisor y al módulo SCC-CI20

- En la Figura 3.10 se muestra una fotografía del bloque conector SC-2345 con el módulo NI SCC-CI20 conectado a la entrada analógica J4.

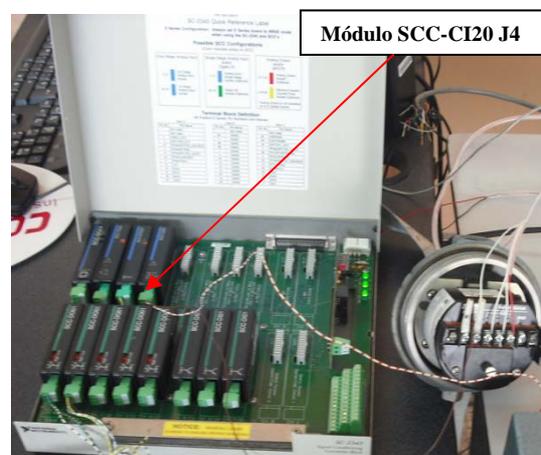


Figura 3.10: Chasis SC-2345 con el módulo conectado a la entrada analógica J4

3.5 Measurement & Automation Explorer

3.5.1 Configuración del software de NI-DAQmx

LabVIEW instalada el Measurement & Automation Explorer (MAX), el cual establece todos los parámetros de configuración de dispositivos y canales.

Acceda MAX ya sea haciendo doble clic en el icono del escritorio o seleccionando Tools Measurement & Automation Explorer en LabVIEW. La siguiente es la ventana primaria de MAX.

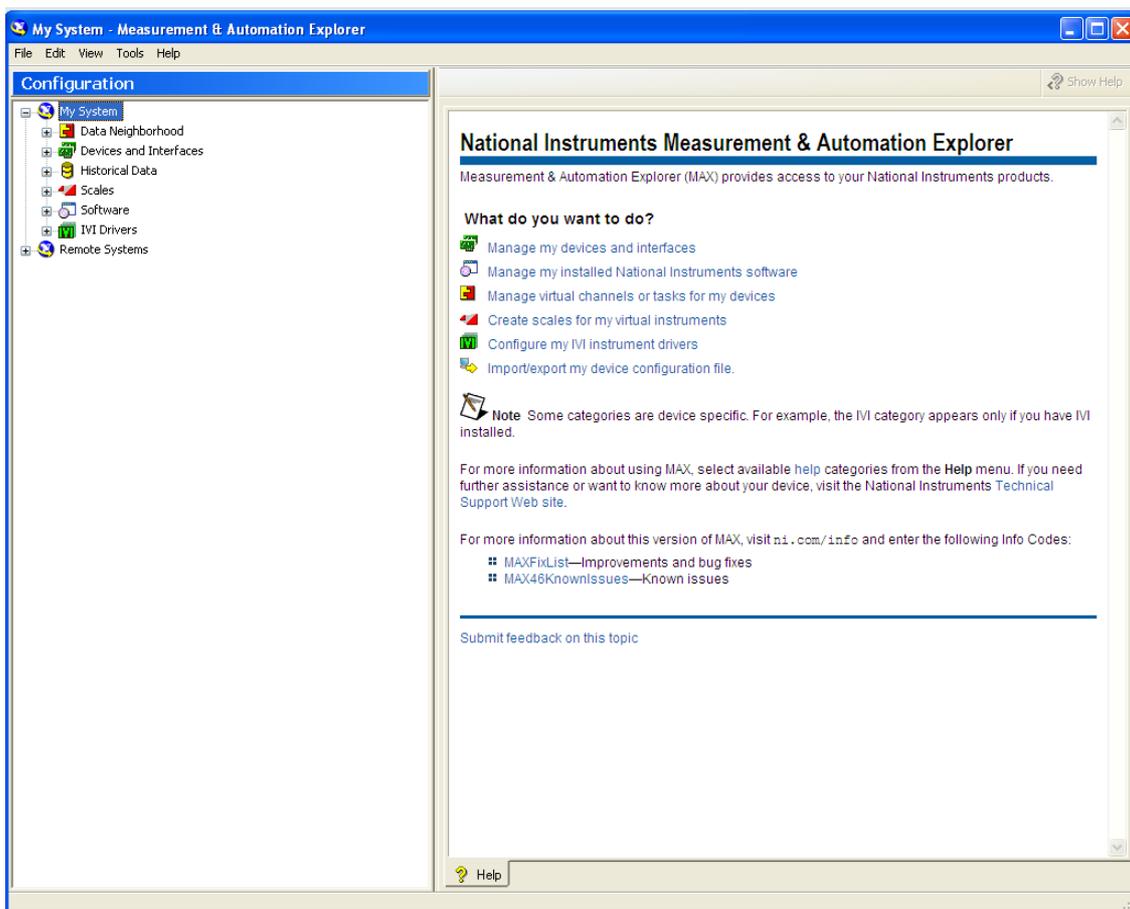


Figura 3.11: Measurement & automation explorer (MAX)

En la parte superior izquierda de la ventana se puede explorar los distintos dispositivos, drivers y programas. A continuación se verá los más importantes:

- **Data Neighborhood:** en esta carpeta es donde se crean los canales virtuales, tareas, de los diferentes dispositivos que van a ser utilizados.

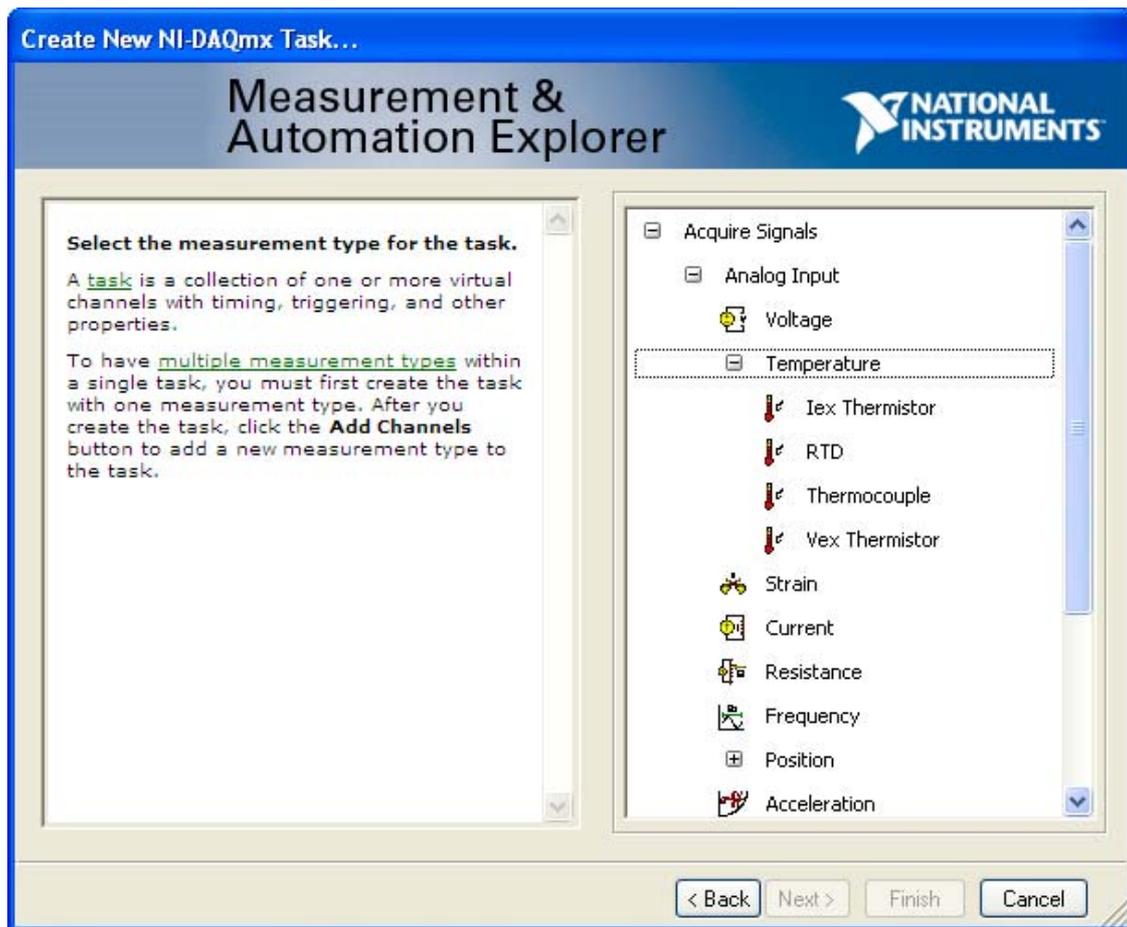


Figura 3.12: Creando tareas en MAX

- **Devices and Interfaces:** en esta carpeta es donde se muestra y se puede editar los atributos de los diferentes dispositivos físicos que están instalados en el ordenador.
- **Escale:** aquí es donde se almacena y modifica los parámetros relacionados con las escalas que pueden usar las tareas. Las escalas son una fórmula que se aplica a todas las muestras.
- **Software:** muestra información sobre el software instalado, entre otros LabVIEW, las librerías VISA, librerías GPIB, librerías DAQ y sobre el propio MAX.

Una vez instalado el software del DAQ según las especificaciones del proveedor del programa LabVIEW, se han configurado los canales de entrada analógica que están instalados en nuestro bloque conector. Como se puede apreciar en la Figura 3.13, lo hemos configurado según los módulos SCC que tenemos instalados físicamente en nuestro bloque conector conectado a las entradas analógicas J2, J3 y J4.

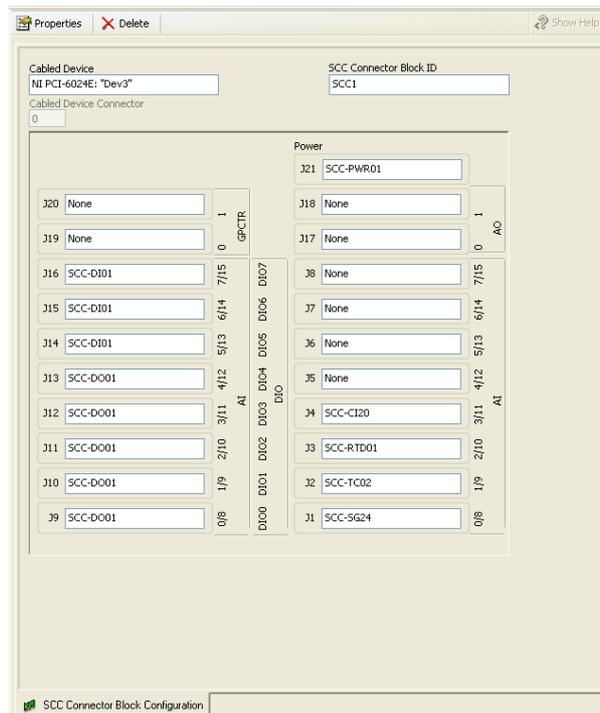


Figura 3.13: Configuración de los módulos SCC

Si dentro de devices and interfaces se selecciona el módulo SC-2345 y asignación de los módulos SCC-TC02, SCC-RTD01 y SCC-CI20 en el socket J2, socket J3, socket J4, clic derecho y se presiona el botón test paneles aparecerá una ventana en la que se puede configurar los distintos tipos de entradas analógicas, rangos de los diferentes módulos.

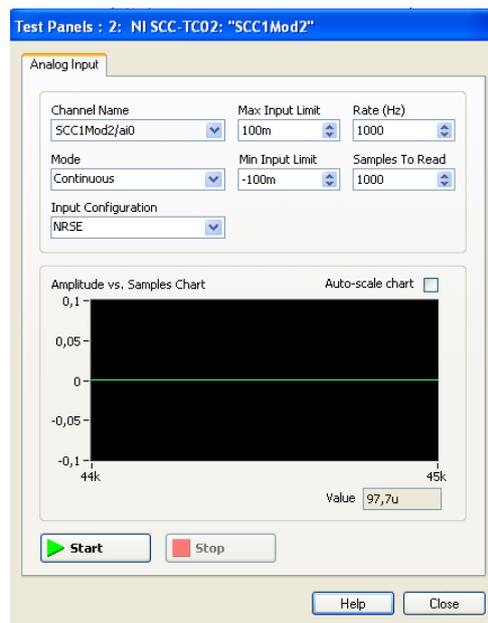


Figura 3.14: Configuración del módulo SCC1Mod2

En la Figura 3.14 se utiliza la función DAQ Assistant Channel Name para asignar el nombre canal de entrada analógica, para lo cual elegimos SCC1Mod2/ai0 en el selector de la función, ai0 se refiere por sus siglas en inglés a entradas analógicas del canal uno, seleccionamos modo continuo (Mode Continuous), tipo de configuración de entradas (Input Configuration) seleccionado automáticamente un NRSE entrada analógica sin referencia común. Configurar: el valor máximo de 100mV y mínimo de -100mV de lectura o escritura de voltaje, el canal físico que representa el terminal en el cual se escribe los datos, las unidades de la medición que es milivoltios tal como especifica las características del módulo SCC-TC02. Ya sea para la adquisición se configura la entrada velocidad en el valor 1000, lo que equivale a una velocidad de 1000 muestra por segundo.

Una vez realizadas las configuraciones tal como se muestra en la Figura 3.14 resta quitar la tabla de auto escala (Auto-scale chart), se pulsa el botón inicio (Start) se incrementa rápidamente el valor (value). Haga clic en el botón parar (Stop) para detener la prueba dando una lectura $97,7\mu\text{V}$. Haga clic en el botón Close para cerrar el Test Panel y regresar a MAX.

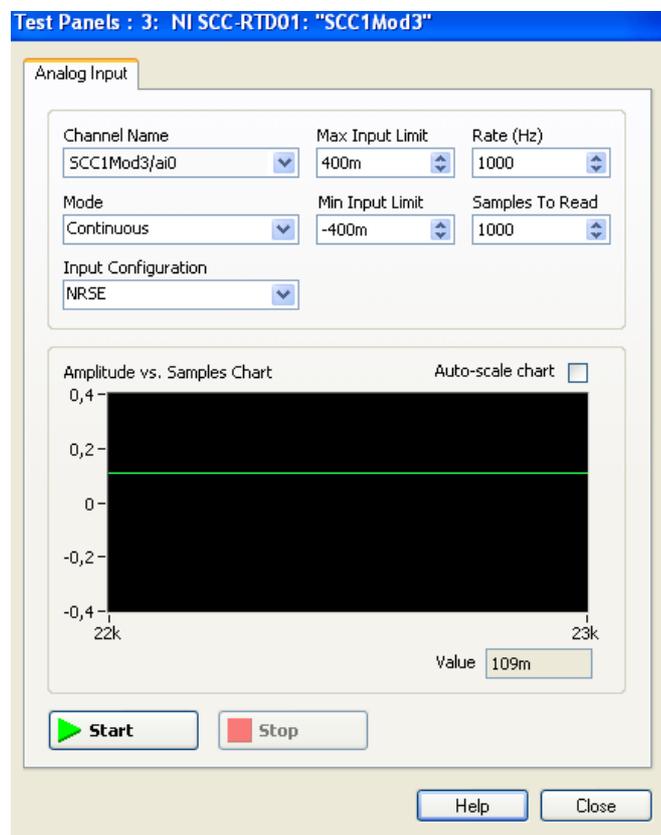


Figura 3.15: Configuración del módulo SCC1Mod3

Como se puede apreciar configurar: el valor máximo de 400mV y mínimo de -400mV, las unidades de la medición que es milivoltios tal como especifica las características del módulo SCC-RTD01.

Una vez realizadas las configuraciones tal como se muestra en la Figura 3.15 resta quitar la tabla de auto escala (Auto-scale chart), se pulsa el botón inicio (Start) se incrementa rápidamente el valor (value). Haga clic en el botón parar (Stop) para detener la prueba dando una lectura 109mV. Haga clic en el botón Close para cerrar el Test Panel y regresar a MAX.



Figura 3.16: Configuración del módulo SCC1Mod4

Por último se configurara el módulo SCC-CI20 el valor máximo de 20mA y mínimo de 0mA, las unidades de la medición que es miliamperios tal como especifica las características del módulo SCC-CI20.

Una vez realizadas las configuraciones tal como se muestra en la Figura 3.16 resta quitar la tabla de auto escala (Auto-scale chart), se pulsa el botón inicio (Start) se incrementa rápidamente el valor (value). Haga clic en el botón parar (Stop) para detener la prueba dando una lectura 3,35mA. Haga clic en el botón Close para cerrar el Test Panel y regresar a MAX.

3.5.2 DAQ Assistant

El DAQ Assistant adquiere datos a través de una tarjeta de adquisición de datos.



Figura 3.17: DAQ assistant

En el diagrama de bloques buscamos el asistente de la DAQ Assistant que se encuentra en la paleta Express aparecerá automáticamente un asistente como el de la Figura 3.12. En el hay que elegir el tipo de medida, entrada analógica, selección del tipo de canal para adquirir las temperaturas desde el RTD y termocupla, por último selección del canal para corriente. A continuación aparecerá la ventana en la que configura el canal para adquirir datos de temperaturas y corriente.

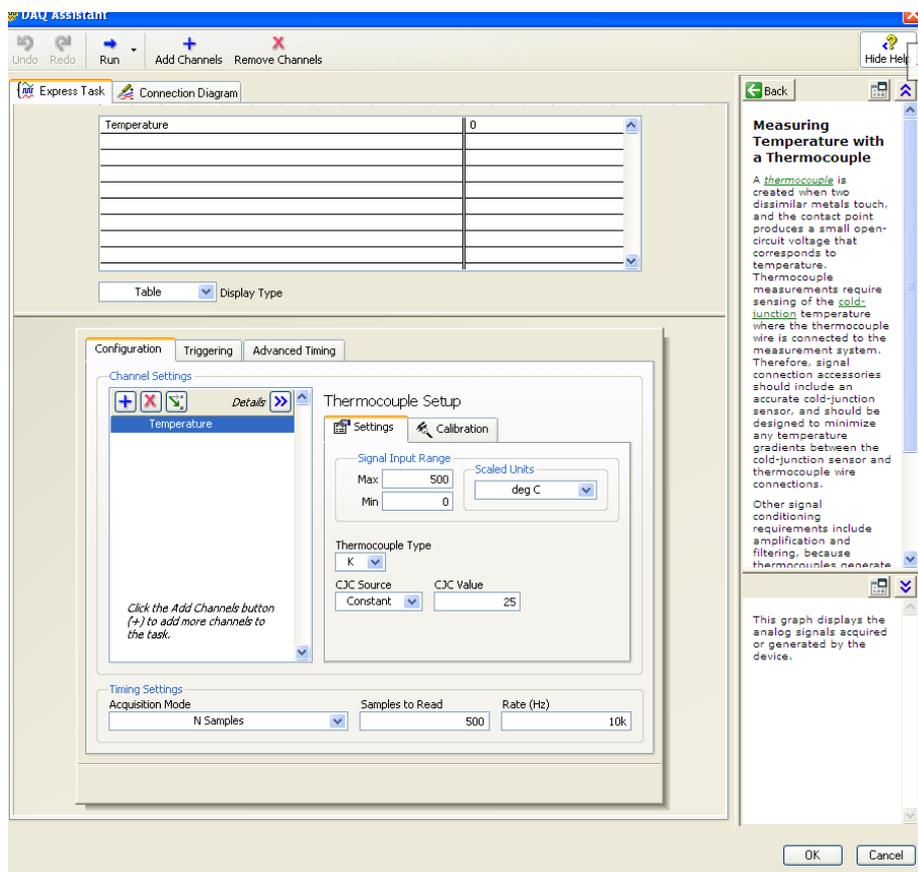


Figura 3.18: Configuración de la termocupla del VI de temperatura

En la parte inferior fijamos un rango de entrada de señal: máximo y mínimo, seleccionamos escala °C, el tipo de termocupla que manipulamos es de la serie K, cuenta con compensación de junta fría CJC esta internamente compensado y seleccionamos la que es constante a los módulos, el valor de la compensación de la junta fría CJC es de 25. Se configura tiempo de adquisición (Acquisition Mode) para que sea una N muestras seleccionando la entrada N Samples. La razón va a ser de 10 KHz y vamos a leer 500 muestras por segundo.

En la parte superior dentro de tipo de pantalla (Display Type) se selecciona tabla dando clic en Run se observa en ese momento la temperatura que estamos adquiriendo. Haga clic en el botón Stop para detener la prueba. Una vez especificado la configuración damos clic en OK para guardar dicha configuración y programar en LabVIEW.

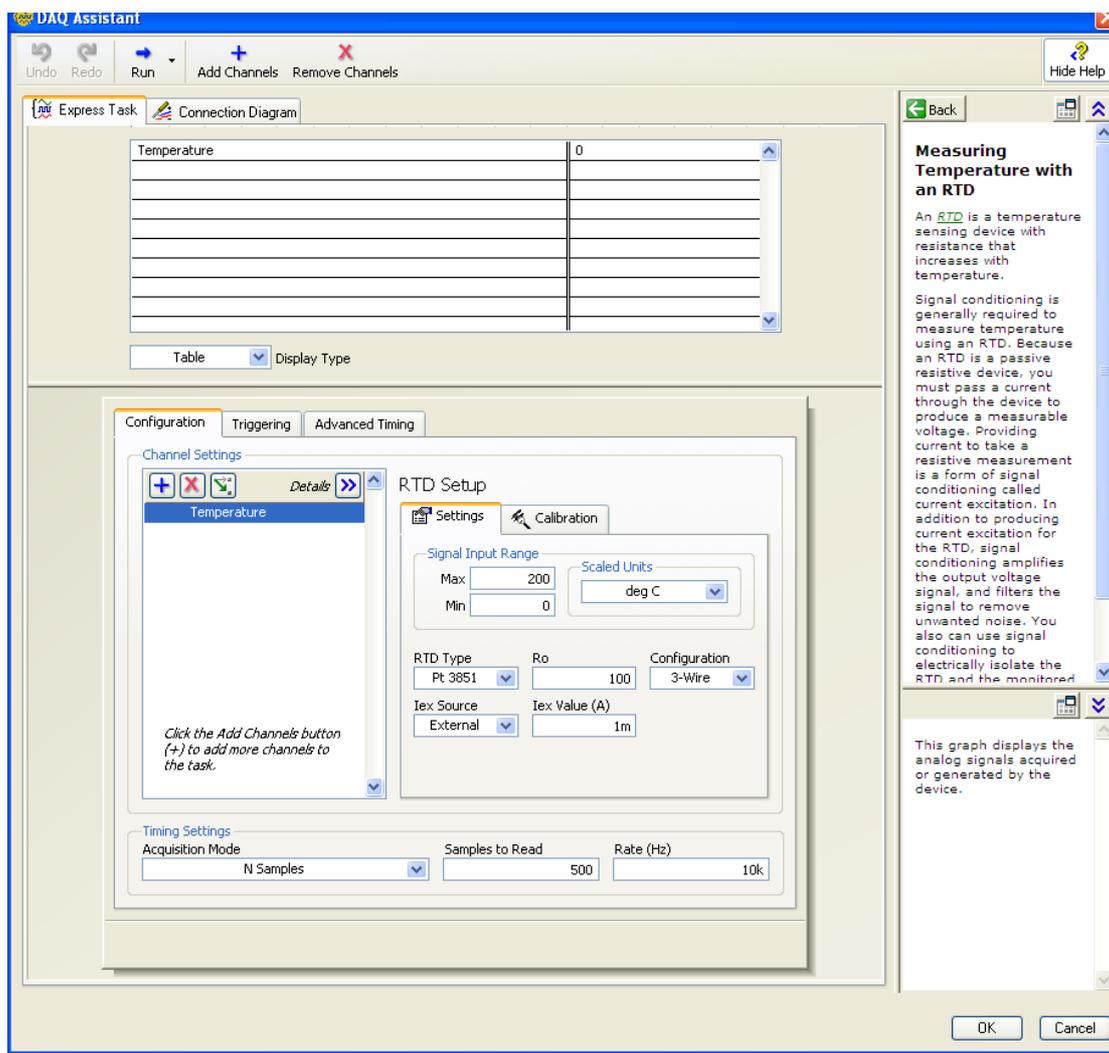


Figura 3.19: Configuración del RTD del VI de temperatura

En la parte inferior fijamos un rango de entrada de señal: máximo y mínimo, seleccionamos escala °C, el tipo de RTD que esta especificado por DIN 43760 es Pt 3851, resistencia del elemento a temperatura ($R_0=100\Omega$) nos da el valor directo en la configuración, la configuración del RTD es de tres cables, Fuente de corriente exterior es externa, valor de la corriente exterior 1mA que esta especificado en las características del módulo SCC-RTD01. Se configura modo de adquisición (Acquisition Mode) para que sea una N muestras seleccionando la entrada N Samples. La razón va a ser de 10 KHz y vamos a leer 500 muestras por segundo.

En la parte superior dentro de tipo de pantalla se selecciona tabla dando clic en Run se observa en ese momento la temperatura que estamos adquiriendo. Haga clic en el botón Stop para detener la prueba. Una vez especificado la configuración damos clic en OK para guardar dicha configuración y programar en LabVIEW.

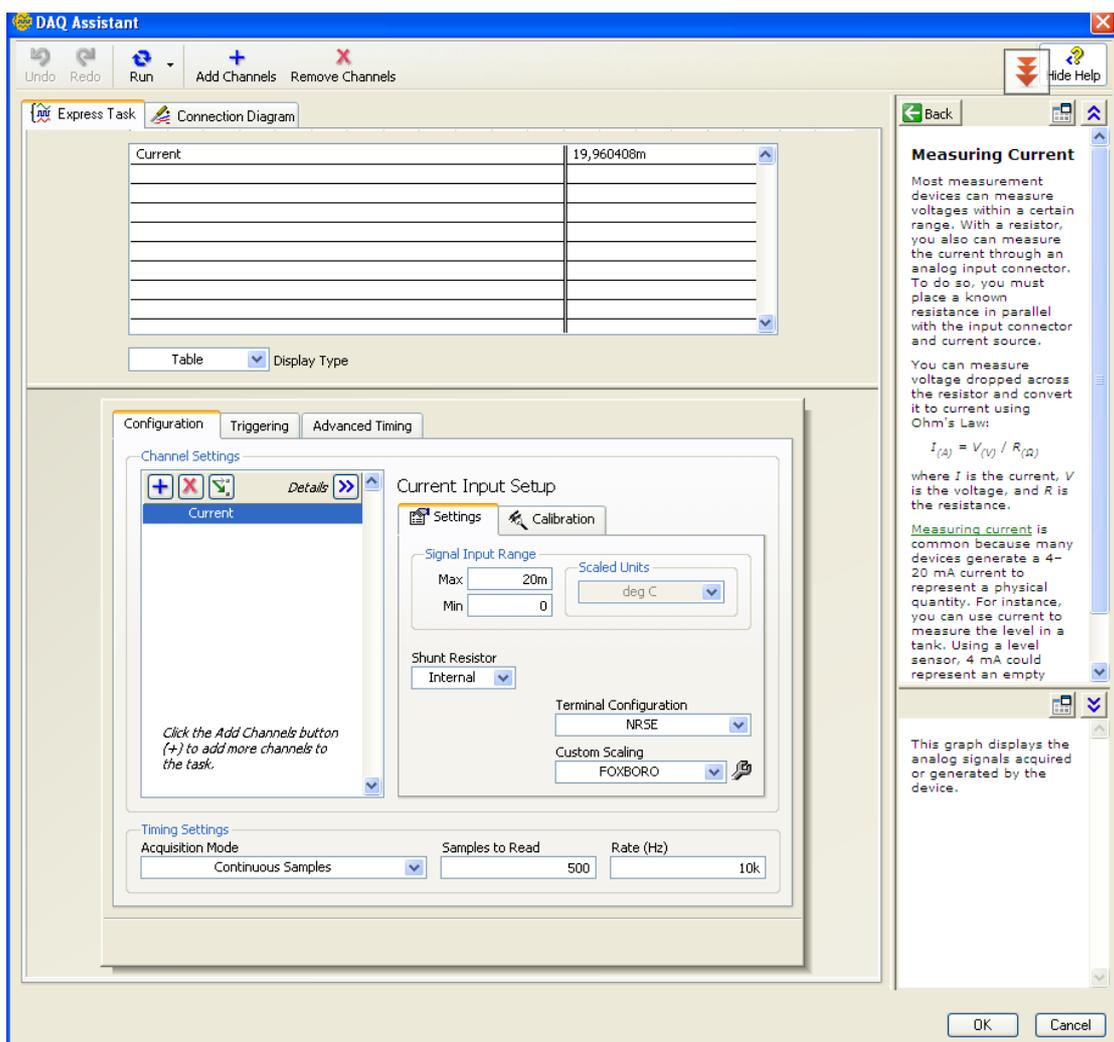


Figura 3.20: Configuración de la corriente del VI de corriente

Por último en la parte inferior fijamos un rango de entrada de señal: máximo de 20mA y mínimo de 0mA, seleccionamos escala °C, resistencia en derivación interna, configuración del terminal NRSE, escala personalizada “My Escala”.

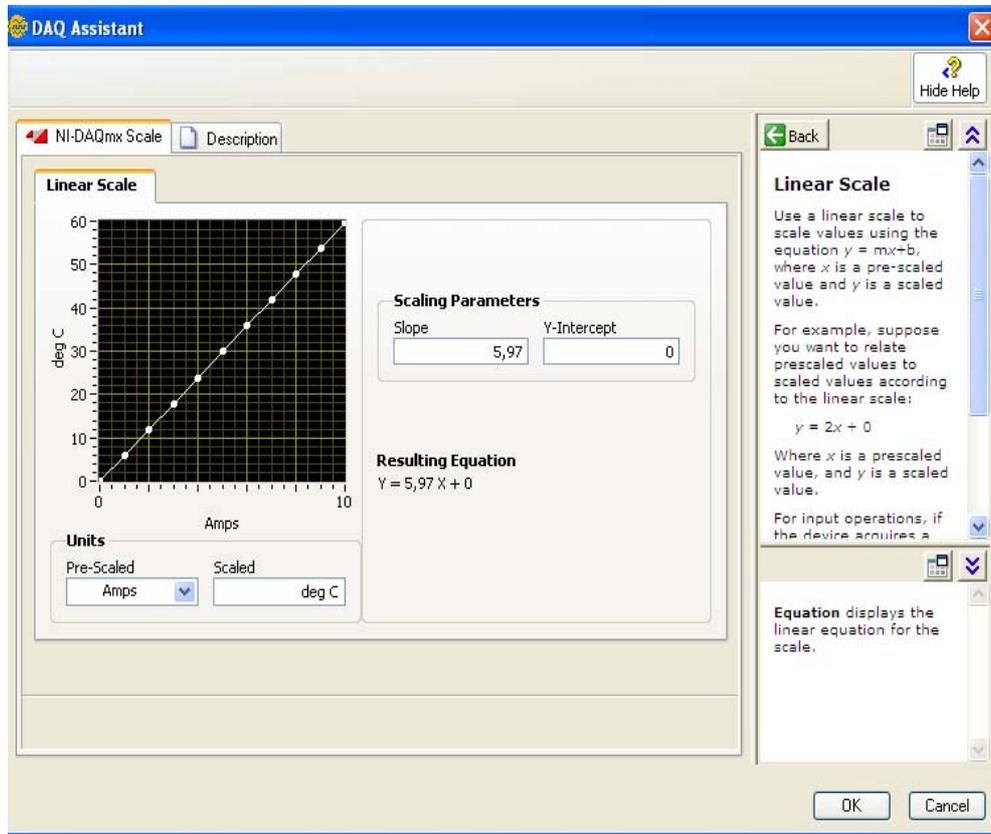


Figura 3.21: Escala de temperatura

- **Custom Escaling.**
- Clic izquierdo y seleccione **Create New...**
- Seleccione **Linear.**
- Nombre la escala como **FOXBORO.**
- Haga clic en **Finish.**
- Cambie el parámetro de escala **Slope** a 5,97.
- **Y-Intercept** 0.
- Ingrese deg C en **Scaled.**
- Pulse el botón OK.

Se configura modo de adquisición (Acquisition Mode) para que sea una muestra continua seleccionando la entrada Continuous Samples. La razón va a ser de 10 KHz y vamos a leer 500 muestras por segundo.

En la parte superior dentro de tipo de pantalla se selecciona tabla dando clic en Run se observa en ese momento la corriente que estamos adquiriendo. Haga clic en el botón Stop para detener la prueba dando una lectura de 19,960408mA. Una vez especificado la configuración damos clic en OK para guardar dicha configuración y programar en LabVIEW.

3.6 Construcción de monitoreo de la piscina

En el cual se efectúa el monitoreo y control de la piscina realizada en LabVIEW versión 9.0 (32-bit) de National Instruments, muestra la temperatura del agua y la temperatura ambiente en grados centígrados dentro de la piscina.

Cuando corremos la aplicación podemos observar los datos que estamos adquiriendo para mostrarlo y seguidamente ver si el rango de temperatura del agua se mantiene estable, la temperatura ambiente estará en un valor por debajo de la temperatura del agua depende del set point. En el panel de control tenemos luces piloto que nos indicaran que es lo que está sucediendo en ese instante con la temperatura y ambiente de la piscina.

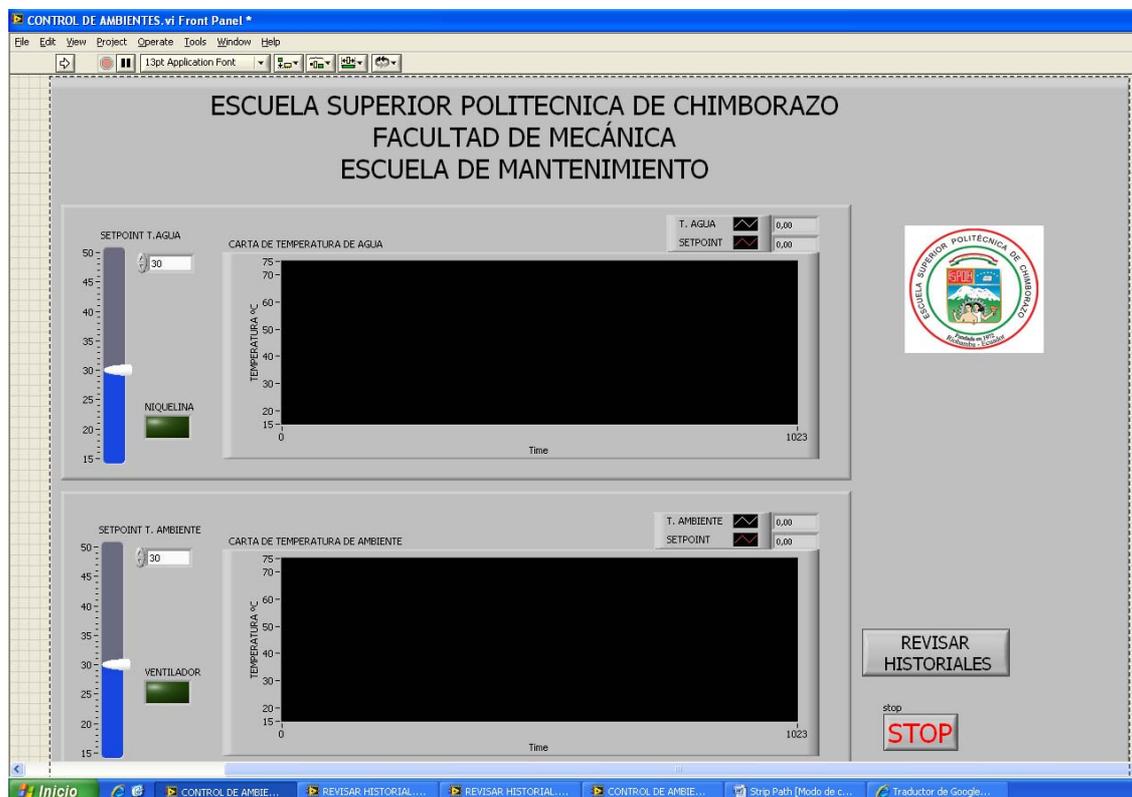


Figura 3.22: Panel de monitoreo de la piscina

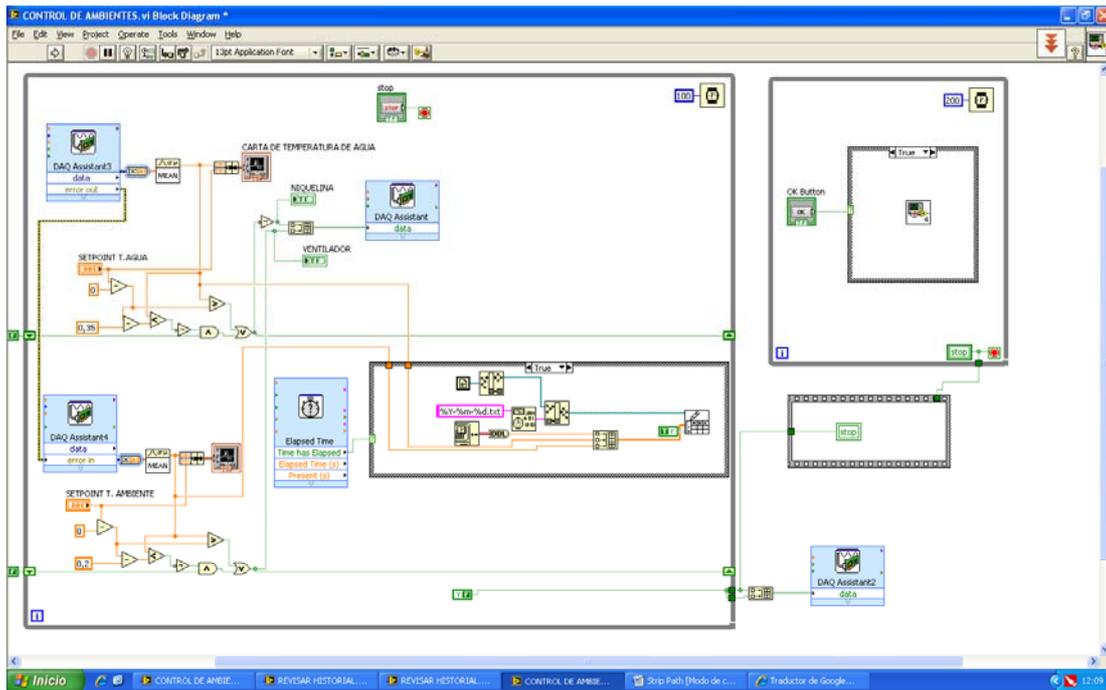


Figura 3.23: Diagrama de bloques de monitoreo de la piscina

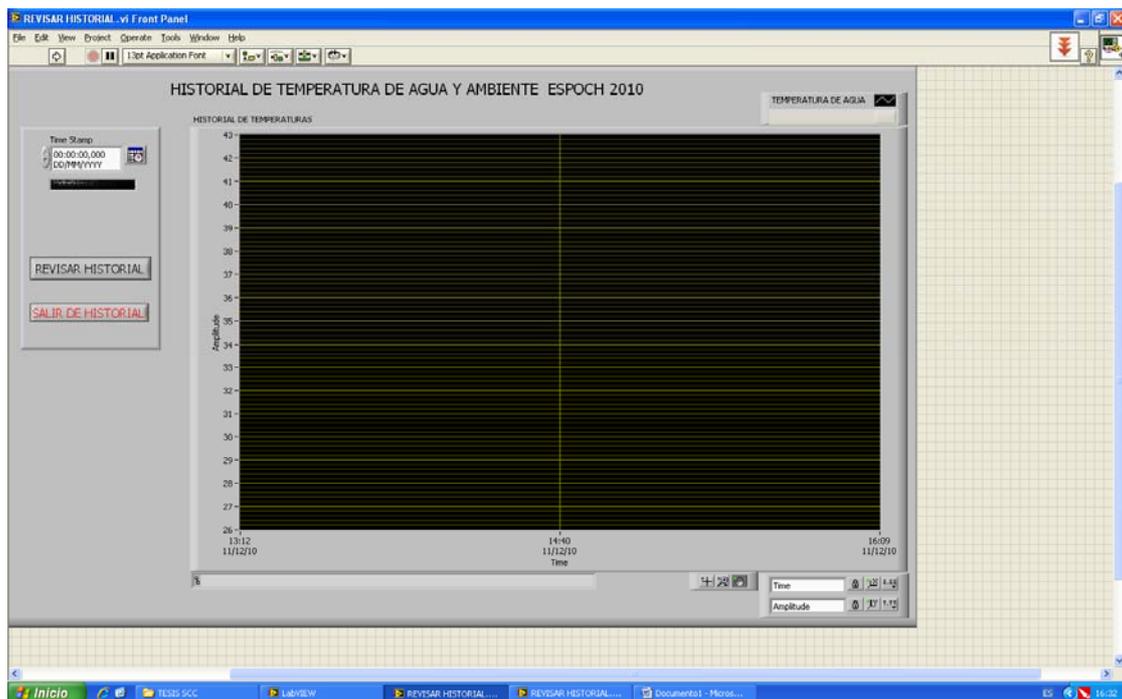


Figura 3.24: Diseño del panel del historial

Para obtener una interfaz amigable como se observa en la Figura 3.24 se debe seguir un proceso de programación tanto en el panel frontal como en el diagrama de bloques, en la Figura 3.25 se puede observar la programación en el diagrama de bloques del subVI del historial de datos.

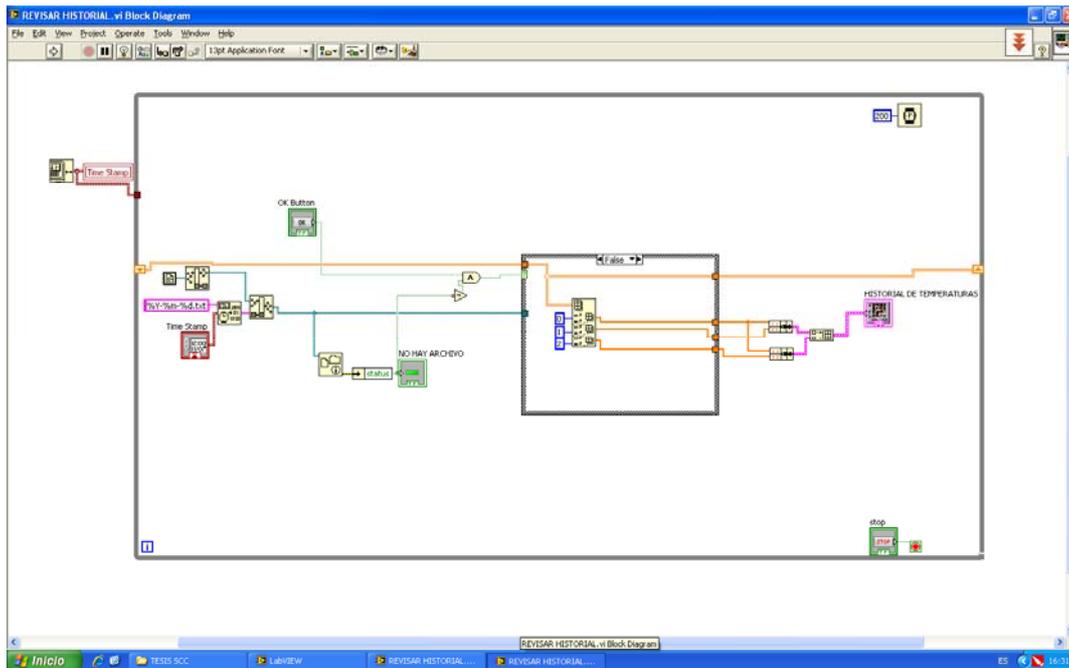


Figura 3.25: Diagrama de bloques del historial de datos de la piscina

3.7 Pruebas y resultados

3.7.1 Pruebas

En la fase de implementación del hardware, se efectuaron pruebas para verificar los datos recibidos a través de los sensores, mediante el bloque conector SC-2345 comunicando por medio del cable a la tarjeta de adquisición de datos. Se configuró en test panels los distintos tipos de entradas analógicas, rangos de milivoltajes es una forma rápida de comprobar los módulos SCC estén funcionando correctamente.

La medida de temperatura se efectúa con sensores de termocupla y RTD que reciben el valor de la temperatura presente a su alrededor y lo transforman en una señal eléctrica con los módulos SCC-TC02 y SCC-RTD01 conectadas a las entradas analógicas que acondiciona el bloque conector SC-2345 y es enviada al computador por medio de la tarjeta de adquisición de datos PCI-6024E.

La termocupla se protegió de la corrosión del agua en una jeringuilla de plástico, con glicerina en su interior para asegurar la transferencia de calor desde el medio a medir hacia el sensor. En la salida digital del módulo SCC-DO01 se conectó un relé robusto de 24 Vca (on/off) que activa y desactiva a la niquelina, alimentado por una fuente de 24 voltios.

Se controla el calentamiento del agua con un relé (on/off) que permite mantener la temperatura del agua en su punto de 30°C, con un rango de 0.35. Si la variable controlada pasa por encima del set point, el relé se desconecta, si la variable controlada está por debajo del set point, el relé es activado.

Con RTD se mantiene la temperatura ambiente a 24°C con un rango de 0.2, el relé se activará cuando esté pasando del margen de tolerancia. En la salida digital del módulo SCC-DO01 se conectó un relé de 24 Vca robusto (on/off) que desconecta y activa al ventilador, alimentado por una fuente de 12 voltios.

Digitalmente también se puede comprobar la niquelina y ventilador con los módulos SCC-DO01 montados en los sockets J9 y J10 del bloque conector SC-2345 en el diagrama de bloques se configura DAQ Assistant para las salidas digitales de los módulos. Dando clic en el botón Run da la orden de verificación de los diferentes accesorios, clic en los botones Digital Out 1 y Digital Out 2 se pone en verde para comprobar la niquelina y verificación del correcto funcionamiento del ventilador para la desactivación se hace el proceso inverso dando clic sobre los botones Digital Out1 y Digital Out 2 y por último haga clic en el botón Stop para detener la prueba. Una vez especificado la configuración damos clic en OK para guardar dicha configuración y programar en LabVIEW.

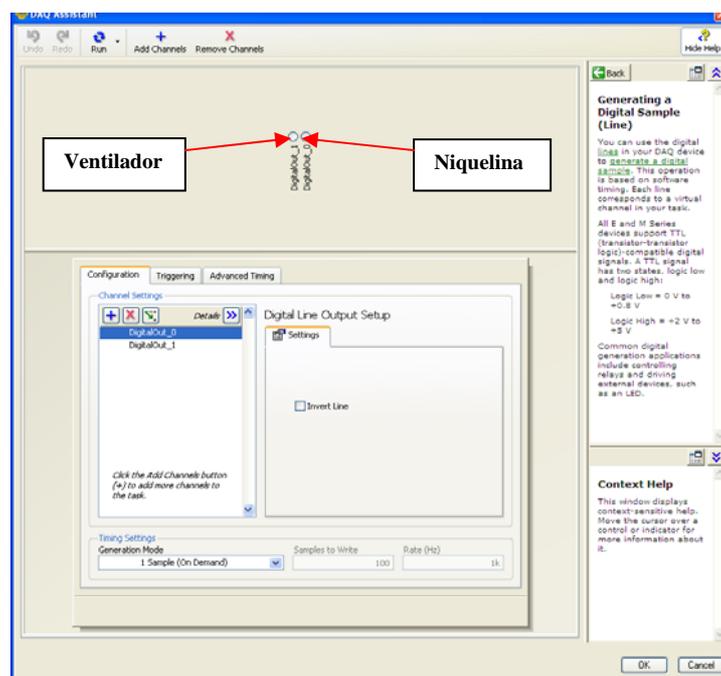


Figura 3.26: Comprobación de los elementos de la piscina

Se configuró en LabVIEW los DAQ Assistant3 termocupla y DAQ Assistant4 RTD de entradas analógicas para presentar los resultados de temperatura en el Waveform Chart del panel frontal. Posteriormente en el diagrama de bloques se configura las salidas digitales de los módulos SCC-DO01 montado en el socket J9 la niquelina y socket J10 el ventilador del bloque conector SCC-2345. En el panel frontal se encuentra el **Vertical toggle Switch** del ventilador y niquelina para comprobar el funcionamiento de los actuadores solo en caso verdadero se activaran los actuadores.

Otra forma de probar los sensores y actuadores es con **Vertical toggle switch**, este indicador es de tipo booleano es decir verdadero y falso, utiliza para comprobar los diferentes elementos. Corremos el programa dando clic en Run y verificamos el funcionamiento de la niquelina y ventilador dando clic en caso verdadero se activaran los actuadores, caso contrario dando clic en falso se desactiva los diferentes elementos de comprobación, paramos el programa dando clic en el botón estop.

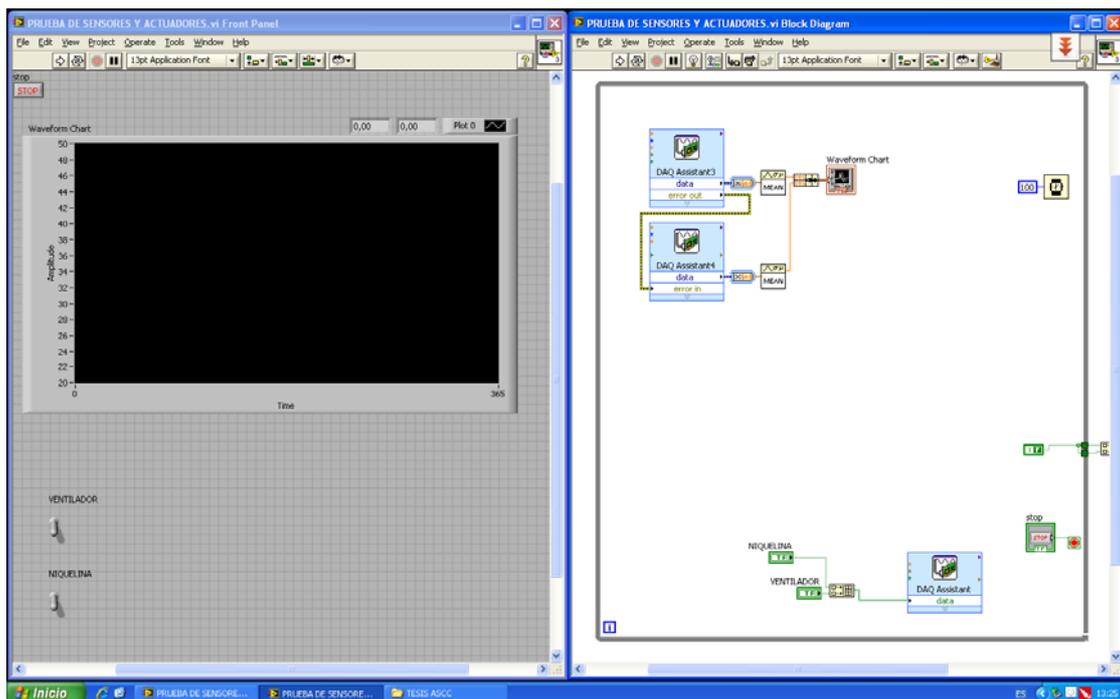


Figura 3.27: Prueba de sensores y actuadores

3.7.2 Resultados

Se obtuvo un acondicionamiento de señales analógicas y aquí observa todo el sistema.



Figura 3.28: Circuitos eléctricos



Figura 3.29: Funcionamiento circuitos eléctricos con el chasis SC-2345



Figura 3.30: Monitoreo de la maqueta

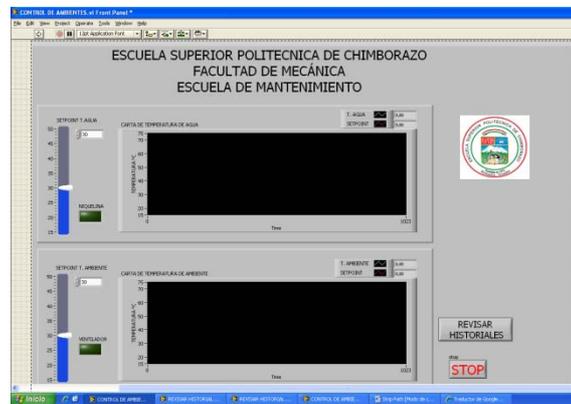


Figura 3.31: Panel de control en LabVIEW

CAPÍTULO IV

4 ELABORACIÓN DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y GUÍA PRÁCTICAS DE LABORATORIO.

4.1 Accesorios del chasis SC-2345

El chasis SC-2345 portador con los cables de señal conectada.

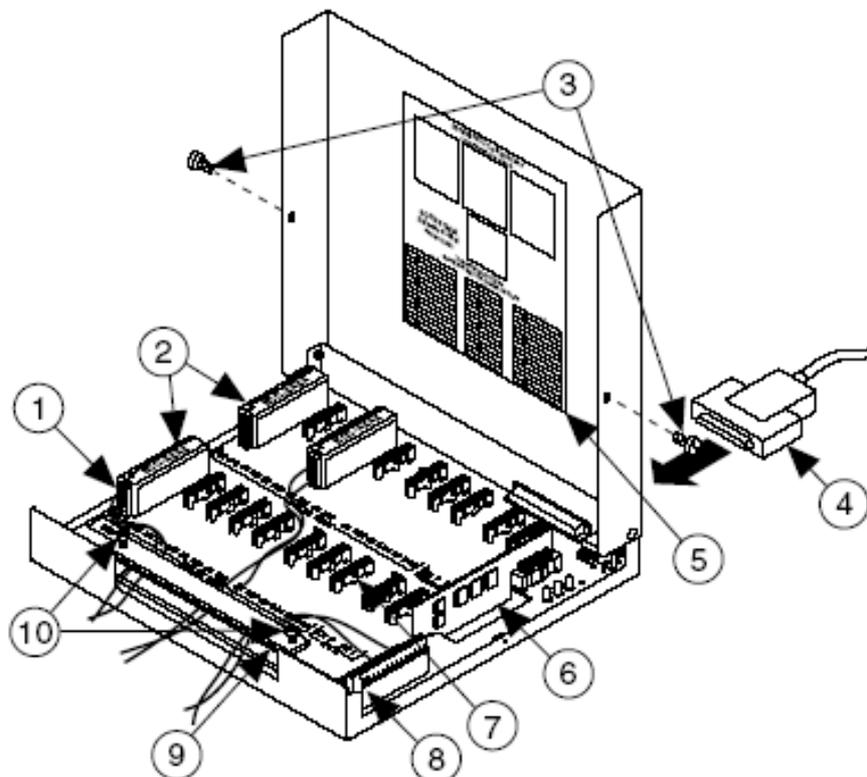


Figura 4.1: Diagrama de instalación del chasis SC-2345

1. Terminales de tornillo
2. Módulos SCC
3. Tornillos de la tapa
4. Cable blindado de 68 pines
5. Etiqueta de referencia rápida
6. SCC-PWRXX
7. Socket bloque conector SCC
8. Tornillo del bloque de terminales
9. Barra liberador de tensión superior
10. Tornillos de tensión de alivio superior.

4.1.1 Consideraciones sobre la instalación de los módulos SCC

Cada módulo SCC tiene una etiqueta de color a lo largo de banda en la parte superior, que indica el tipo de módulo y la clasificación de la función del módulo y muestra un icono correspondiente.

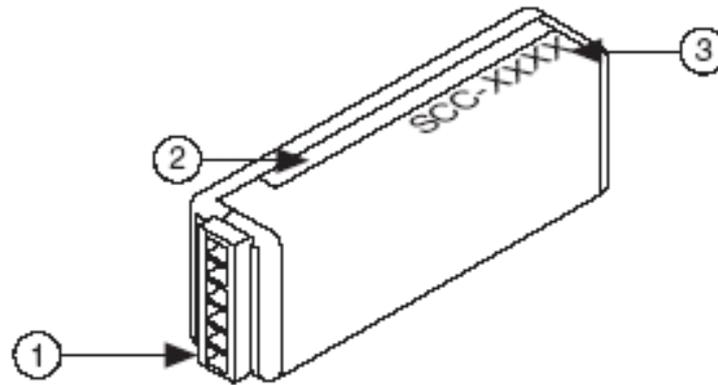


Figura 4.2: Módulo SCC

1. Terminales de tornillo SCC del receptáculo
2. Etiqueta de color de raya
3. Nombre del módulo SCC

4.1.2 Etiqueta de referencia rápida

Pegue la etiqueta de referencia rápida a la cubierta interior del SC-2345. Esta etiqueta, muestra las configuraciones posibles de los módulos SCC. La etiqueta de referencia rápida también muestra la ubicación de cada señal en los módulos del chasis SC-2345. Los números en la etiqueta corresponden a la terminal de números en el conector del dispositivo DAQ.

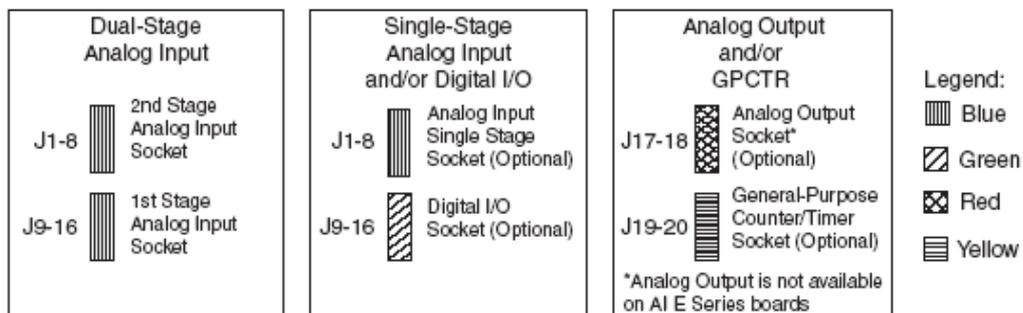


Figura 4.3: Módulos SCC de configuración de socket y código de color

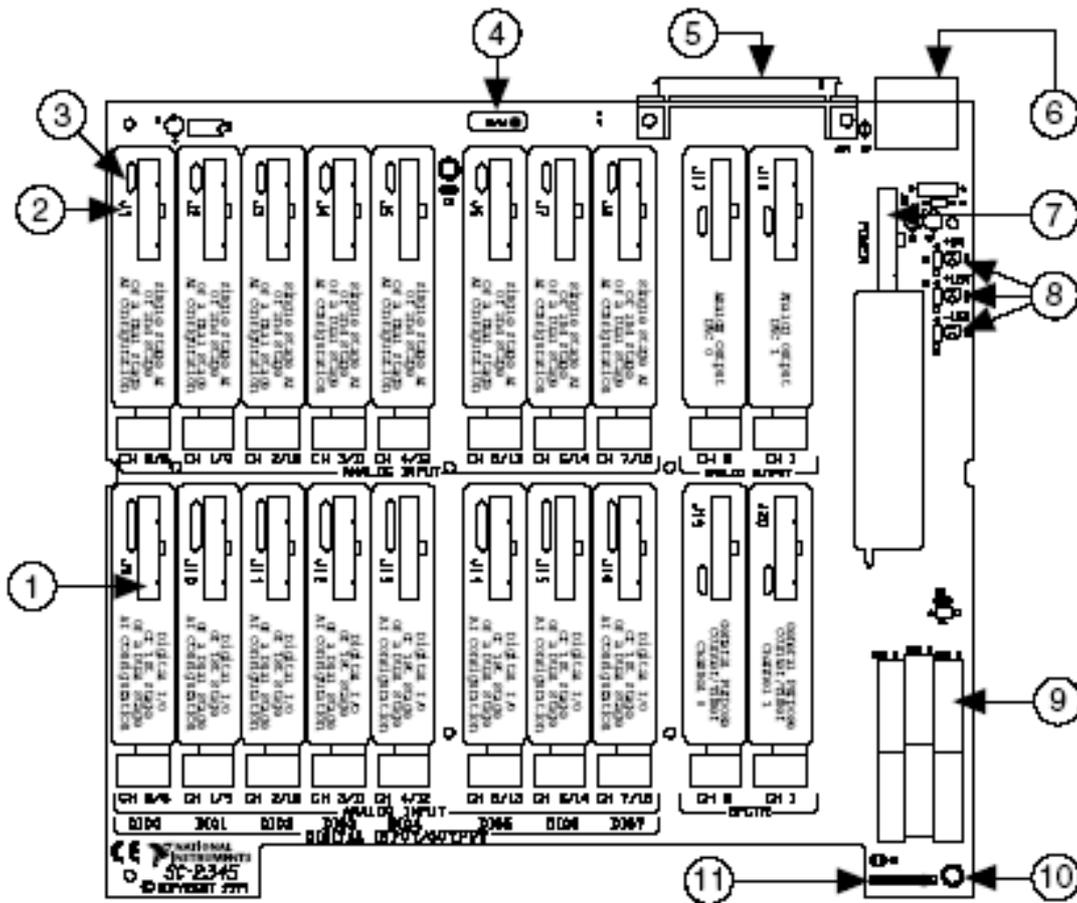


Figura 4.4: Diagrama del chasis SC-2345

1. Socket SCC
2. Referencia de designación del socket del módulo SCC
3. Clave de ranura SCC
4. Número de serie
5. J24
6. J25
7. J21
8. Indicadores LED
9. Tornillo del bloque de terminales
10. Terminal de tierra
11. Número de la asamblea

4.1.3 Acondicionamiento de entrada analógica

Para el acondicionamiento de una etapa de entrada analógica, conecte el módulo SCC en cualquier toma de J1 a J8 y conectar las señales de entrada analógica.

4.1.4 Módulos digitales SCC

Sockets J9 y J16 para módulos SCC de trabajo digital, así como para las entradas analógicas. Conecte un módulo digital SCC en cualquier toma de corriente J(X+9), donde X es de 0 a 7, y conecte el P0 señal para el módulo. El SC-2345 rutas el P0 señal a la planta 0 del canal en dispositivo DAQ.

4.1.5 Módulos de salida analógica SCC

Se puede conectar la salida analógica de los módulos SCC en la SC-2345 toma con J17 y J18. Cada toma de corriente se conecta a ambos canales de salida analógica del dispositivo DAQ aunque cada uno se identifica en el SC-2345 como para cualquier de los canales 0 o 1.

Estas denominaciones indican el canal analógico de salida principal de cada Socket utiliza. Canal de salida analógica 0 es el canal principal de toma de J17. Canal de salida analógica 1 es el canal principal para la toma de J18.

4.1.6 GPCTR módulos SCC

Conecte la cámara de módulo SCC-CTR01 de propósito general contra reloj en J19 a J20 toma de corriente o de la SC-2345. Socket J19 se conecta al canal dispositivo DAQ temporizador de uso general contra 0. Toma de J20 se conecta para canalizar temporizador de propósito general contra 1.

Compruebe que tenga los siguientes componentes el sistema SCC.

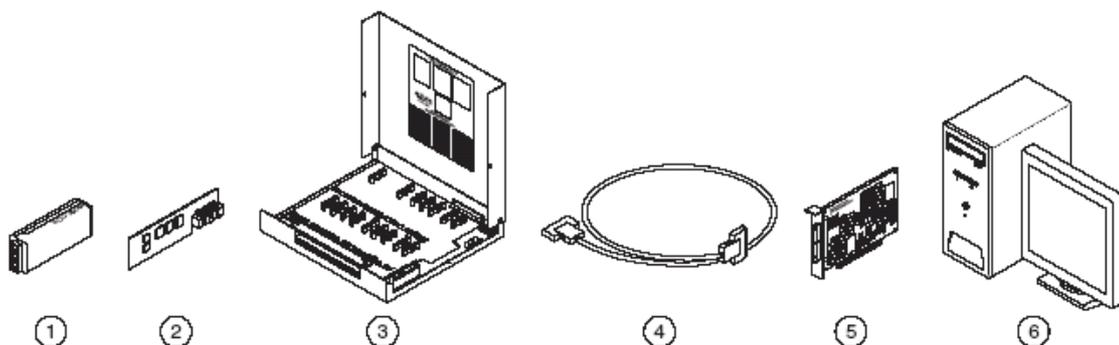


Figura 4.5: Verificación de los componentes

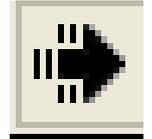
1. Módulo SCC

2. Módulo de energía
3. Chasis SCC
4. Cable blindado
5. Dispositivo DAQ
6. Computadora personal

4.2 Puesta en marcha

Cada ventana posee una barra de herramientas asociada con ella. Use los botones en la barra de herramientas del panel frontal para correr y editar el VI. Para la ejecución de un VI del software se describe a continuación en la Tabla 4.1.

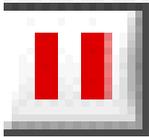
Tabla 4.1: EJECUCIÓN DE UN VI Y ERRORES

Ejecutando un VI	
	Luego que usted configura los VIs Express usando las cajas de diálogo y cablea los VIs Express entre sí, puede correr el VI. Cuando termine de construir su VI, haga clic en el botón Run en la barra de herramientas, mostrado a la izquierda, para ejecutarlo.
	Mientras el VI se esté ejecutando, el icono del botón Run cambia al que se muestra a la izquierda. Luego que la ejecución se completa, el icono del botón Run cambia nuevamente a su estado original y los indicadores del panel frontal muestran los datos.
Errores del Botón Run	
	El botón Run aparece quebrado, como se muestra a la izquierda, cuando el VI que está creando o editando posee errores. Si el botón Run permanece quebrado luego que termine de cablear el diagrama de bloques, el VI está quebrado y no puede correr. Presione el botón Run roto para acceder la caja de diálogo Error list, la cual lista todos los errores y advertencias.

4.3 Apagado del sistema

Cuando se corre un VI, aparecen botones en la barra de herramientas del diagrama de bloques los cuales puede usar para depurar el VI. En la Tabla 4.2. Se describen algunas formas de apagar el software y la más importante para la programación es el **STOP** para el control y monitoreo de datos en la maqueta de la piscina.

Tabla 4.2: FORMAS DE APAGAR EL SOFTWARE

Apagado del sistema	
	Para finalizar la ejecución de un programa se puede operar de dos formas. La primera, la más aconsejable es emplear un botón de STOP que se encuentra en el panel frontal, cuya pulsación produzca la interrupción del bucle de ejecución de la aplicación que estamos realizando. Ejecución
	La segunda forma de detener la ejecución es pulsando el botón Abort Execution mostrado a la izquierda de la barra de herramientas del panel frontal. Precaución: El botón Abort Execution detiene inmediatamente el VI, antes que el VI termine la interacción actual. Abortar un VI que emplea recursos externos, tal como hardware externo, puede dejar los recursos en un estado desconocido debido a no darles reconfiguración o liberación adecuada. Diseñe los VIs con un botón de paro para evitar este problema.
	Otra alternativa de detener la ejecución es pulsando el botón de Pausa (Pause), mostrado a la izquierda, para hacer una pausa en un VI corriendo. Cuando usted hace clic en el botón Pause, LabVIEW resalta en el diagrama de bloques la localización donde pausó la ejecución y el botón Pause aparece rojo. Haga clic en el botón Pause nuevamente para continuar corriendo el VI.

La diferencia entre ambos es que si se pulsa stop, la ejecución del programa finaliza inmediatamente, mientras que si se pulsa el botón Pausa, se produce una detención en el funcionamiento del programa, retomándose su ejecución una vez que se vuelva a pulsar el mismo botón Pause.

4.4 Elaboración de guías prácticas para el estudiante

4.4.1 Ejercicio 1

Objetivo: Crear el módulo SCC-2345

Descripción: Complete los siguientes pasos para examinar la configuración del dispositivo DAQ en el computador usando MAX y use las rutinas de prueba en MAX para confirmar la operación del dispositivo.

Nota: Las partes de este ejercicio que sólo pueden ser realizadas con el uso de un dispositivo DAQ.

1. Lance MAX y haga doble clic en el icono del escritorio.



Figura 4.6: MAX

2. Expanda la sección Devices and Interfaces.

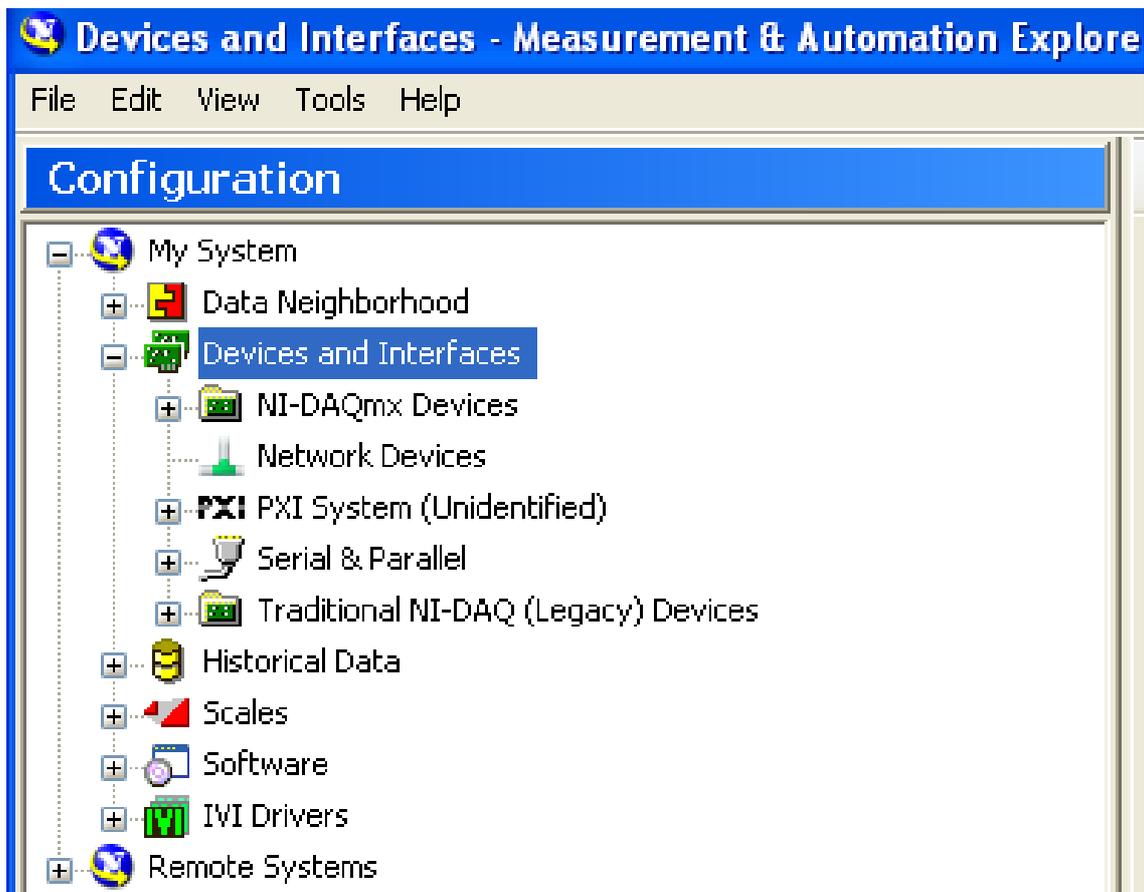


Figura 4.7: MAX devices and interfaces

3. Expandido la sección NI-DAQmx Devices para ver los dispositivos instalados de National Instruments que usan el controlador NI-DAQmx.

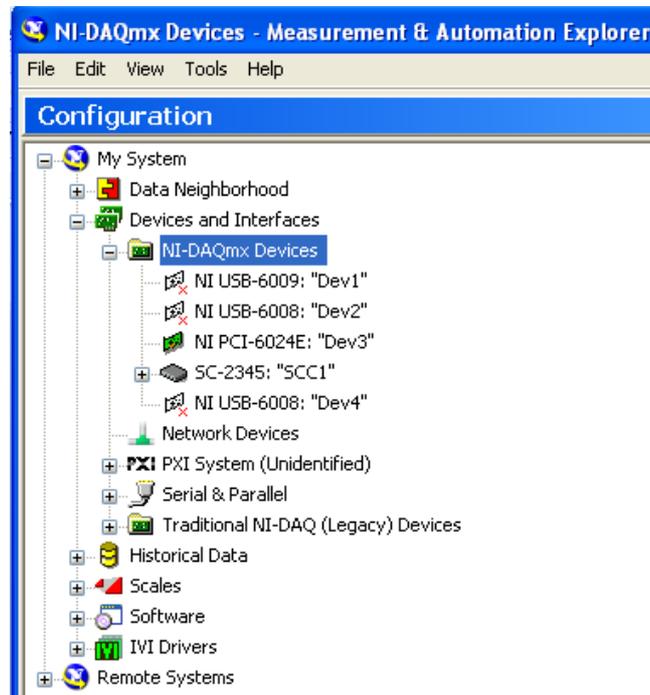


Figura 4.8: NI-DAQmx devices expandido

4. Seleccione el dispositivo listado en la sección NI-DAQmx Devices e identifiquemos la tarjeta del computador.

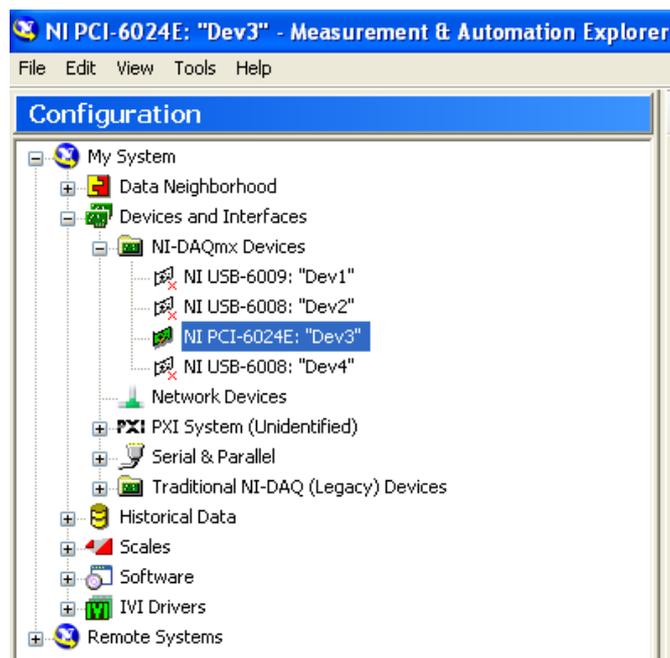


Figura 4.9: NI-DAQmx devices e identifiquemos la tarjeta del computador

- Selección de la lengüeta Device Routes para ver información detallada sobre las señales internas de las rutas del dispositivo.

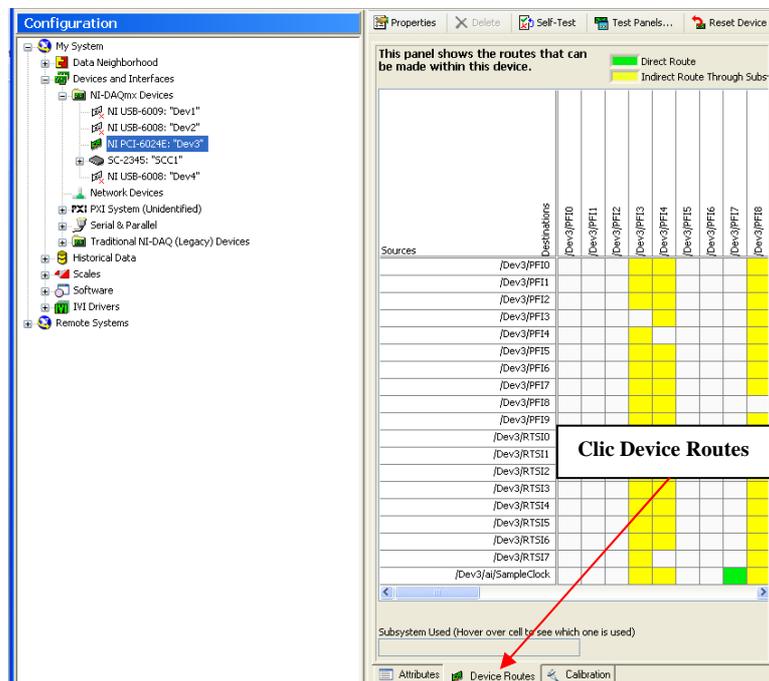


Figura 4.10: Rutas del dispositivo

- Seleccione la lengüeta Calibration como se muestra en la Figura 4.11, para ver información sobre la última vez que el dispositivo fue calibrado tanto interna como externa.

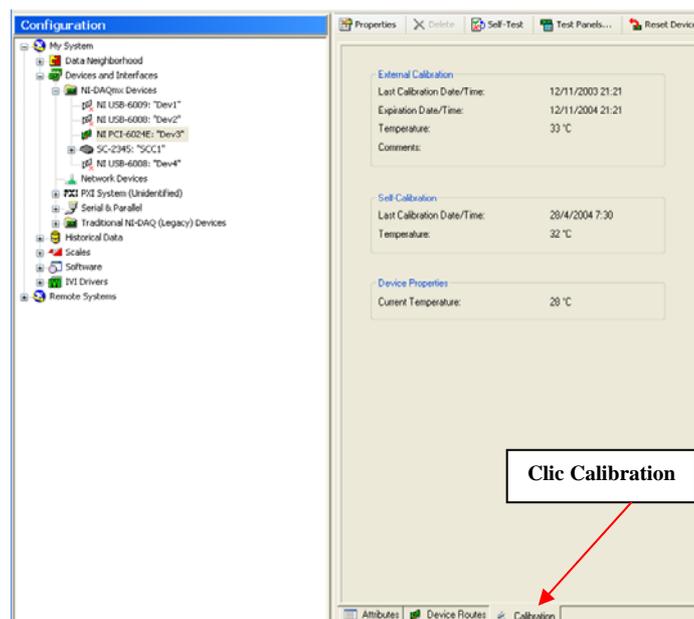


Figura 4.11: Calibración

7. Creación del módulo SC-2345.

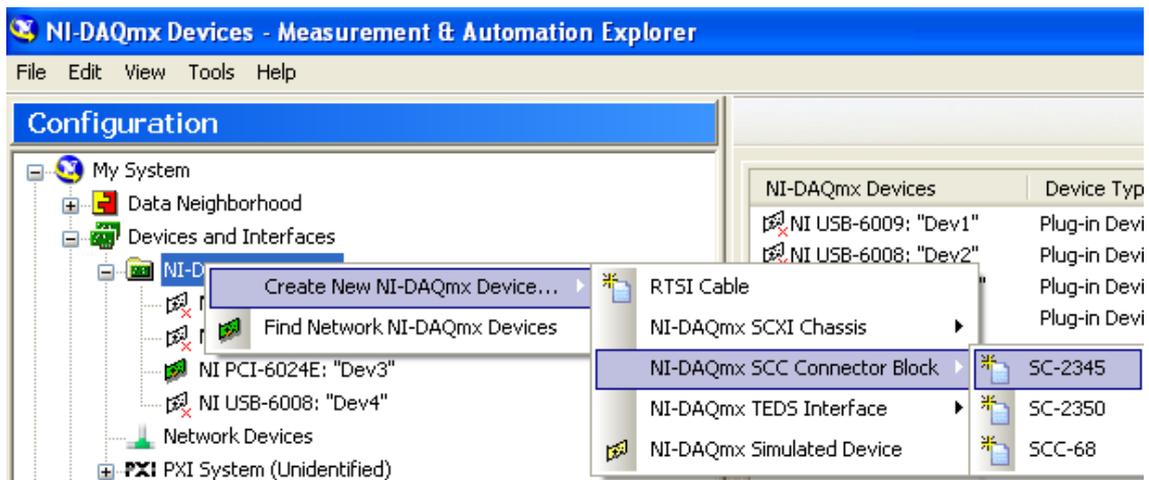


Figura 4.12: Creación del módulo SC-2345

8. Asignación del módulo SCC-RTD01 en el socket J3.

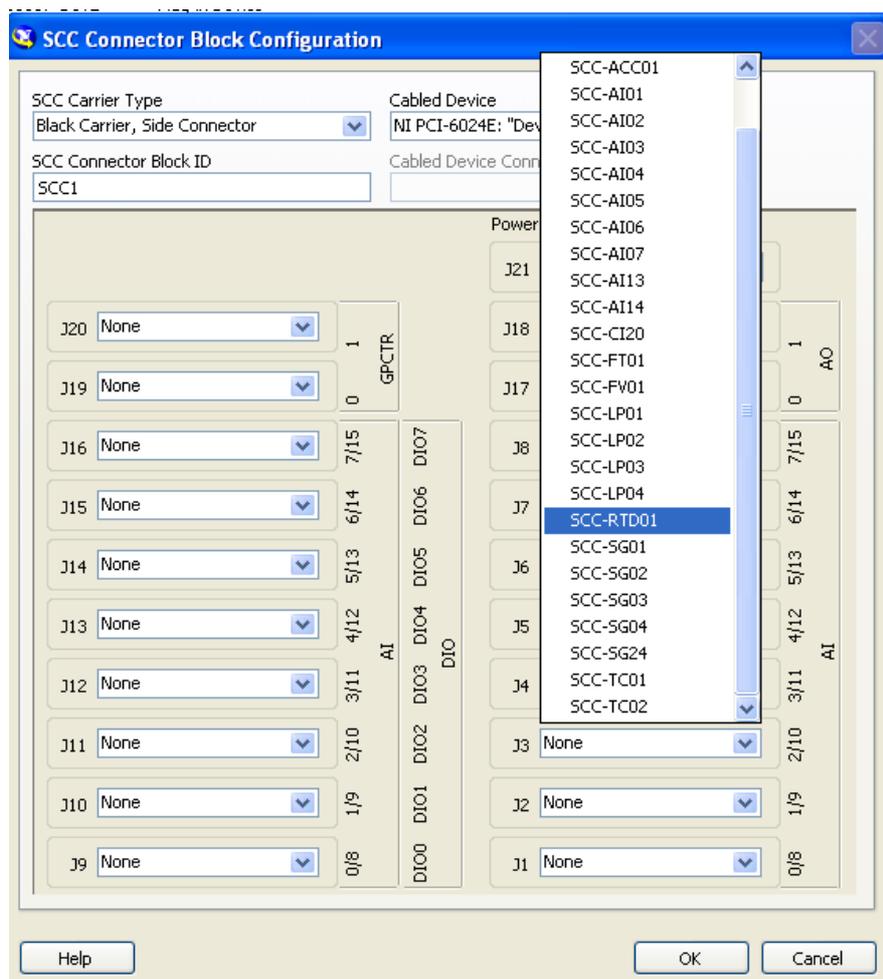


Figura 4.13: Asignación del SCC-RTD01 en el socket J3

9. Reconocimiento en el MAX del módulo SC-2345 y dentro del chasis el módulo SCC-RTD01.

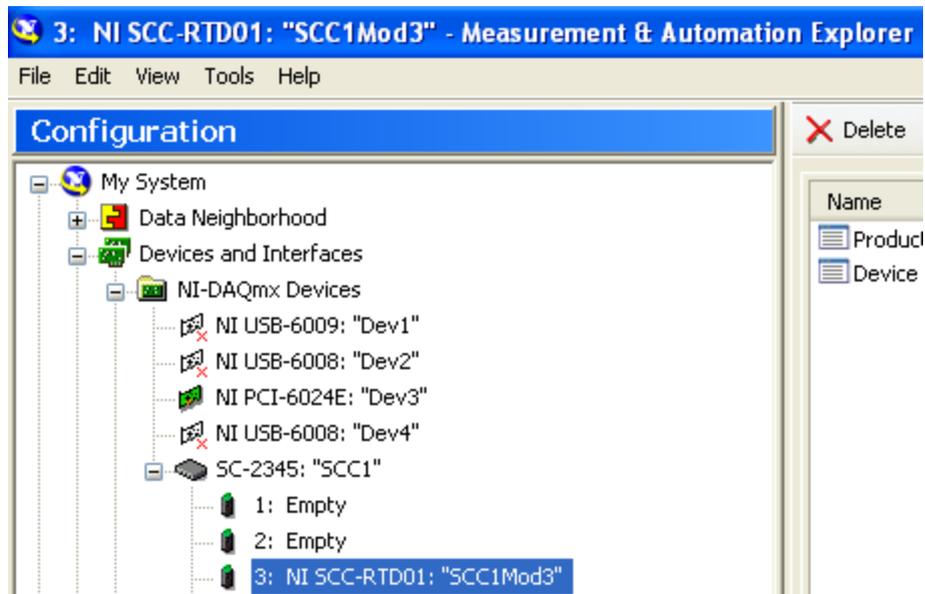


Figura 4.14: Reconocimiento en el MAX del módulo SC-2345

10. Chequeo de paneles de prueba de sensores conectados al módulo SCC-RTD01.

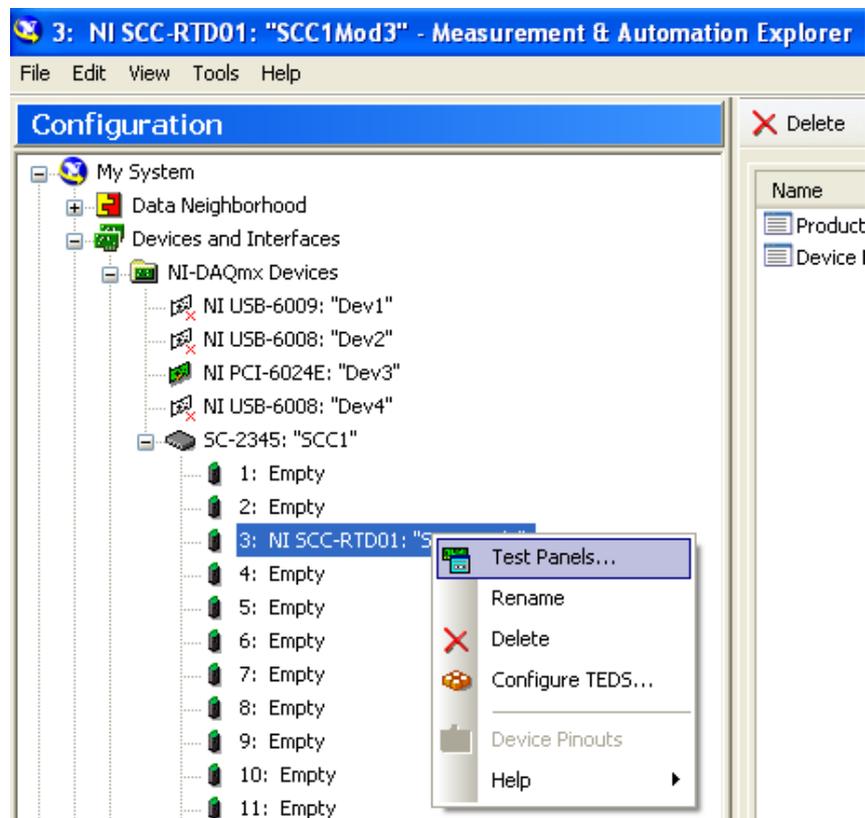


Figura 4.15: Chequeo de paneles de prueba

11. Revisión del canal ai0.

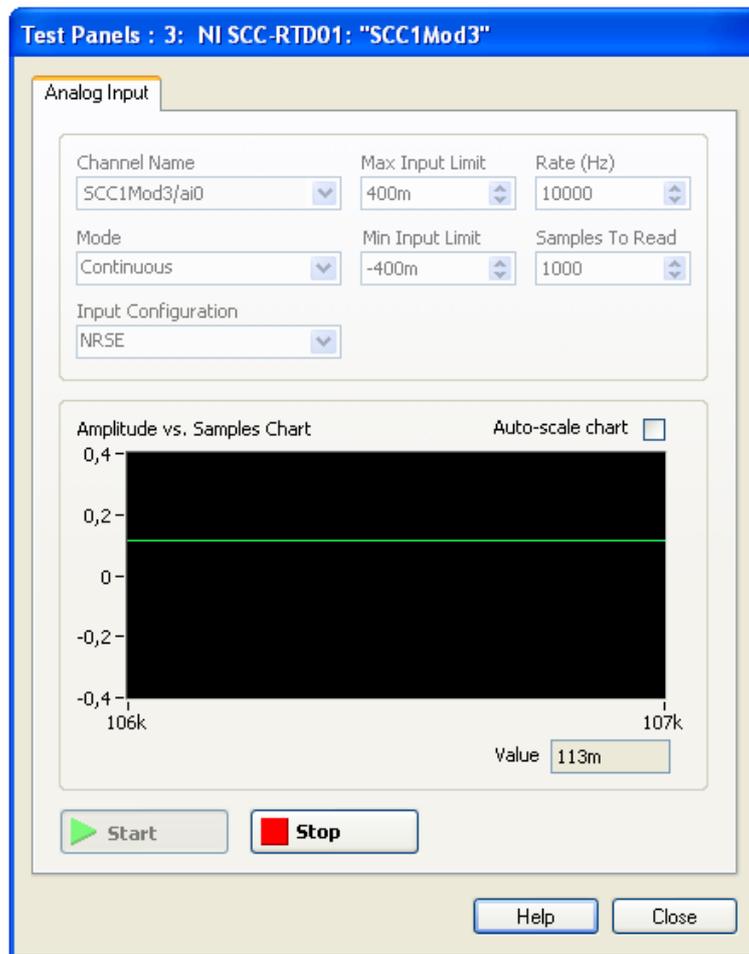


Figura 4.16: Configuración del módulo SCC1Mod3

- Haga clic en el botón close para cerrar el test paneles y regresar a MAX.

Conclusión

Se ha logrado hacer una prueba de medición con un RTD conectado en el módulo SCC-RTD01 que se encuentra en el chasis SC-2345.

4.4.2 Ejercicio 2

Objetivo: Adquirir la temperatura desde el RTD usando un dispositivo DAQ desde LabVIEW.

Descripción: Construcción de un VI que mida la temperatura en el canal ai0 del dispositivo DAQ.

Adquisición de datos desde LabVIEW

1. Creamos un VI en blanco.

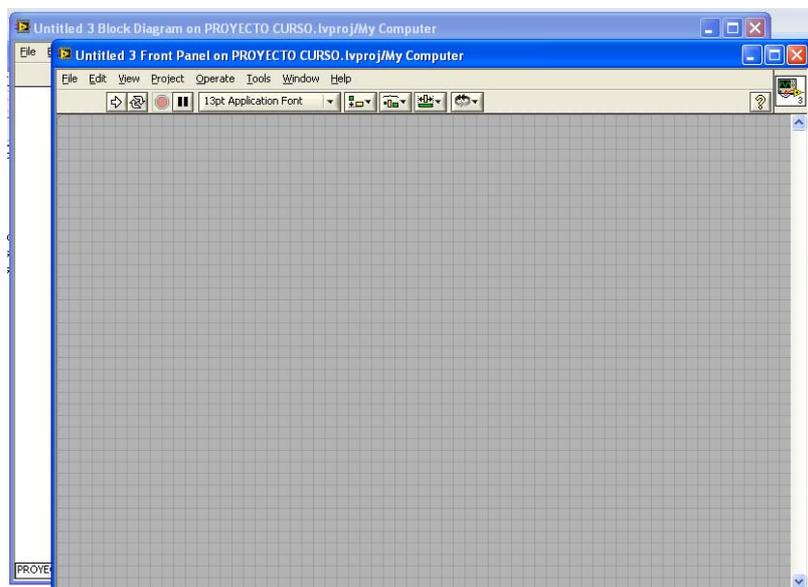


Figura 4.17: Creamos un VI en blanco

2. En los siguientes pasos, se construye el panel frontal mostrado en la Figura 4.26.
 - Coloque un Waveform Graph en el panel frontal.

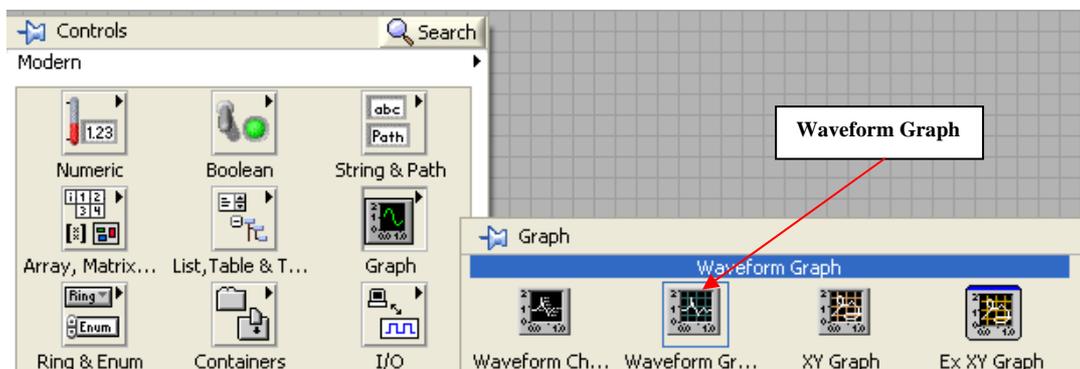


Figura 4.18: Waveform graph

- Coloque un Waveform Chart en el panel frontal.

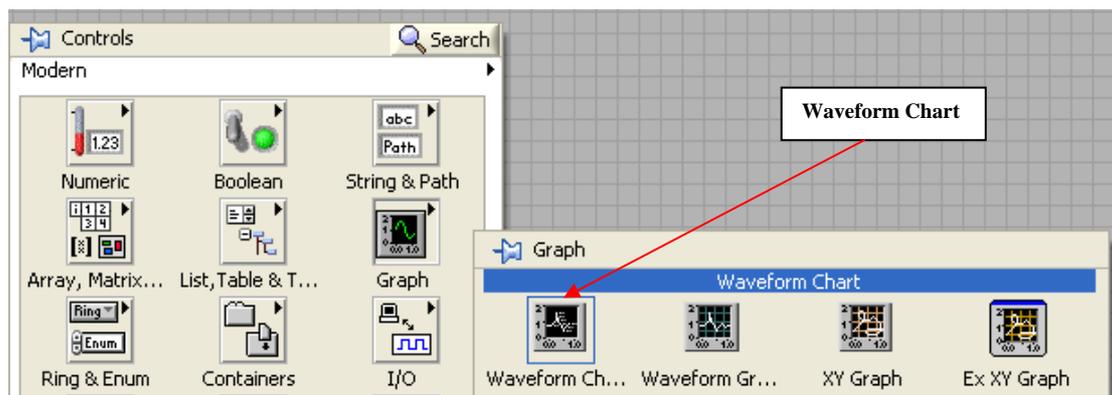


Figura 4.19: Waveform chart

- Coloque un Digital Display en el panel frontal.

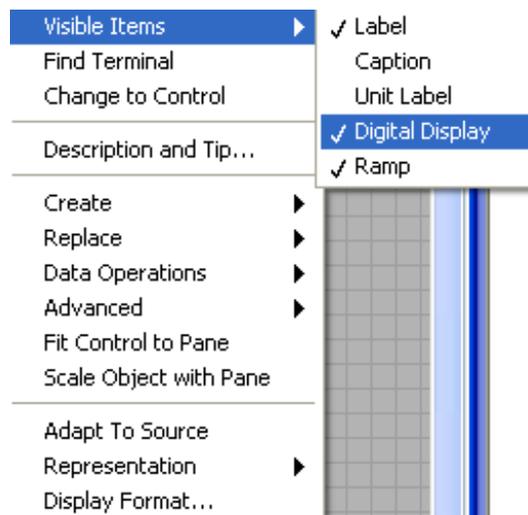


Figura 4.20: Digital display

3. En el diagrama de bloques buscamos el asistente de adquisición de datos que se encuentra en la paleta express.



Figura 4.21: Buscamos el DAQ assistant que se encuentra en la paleta express

- Selección del tipo de canal para adquirir la temperatura desde el RTD.

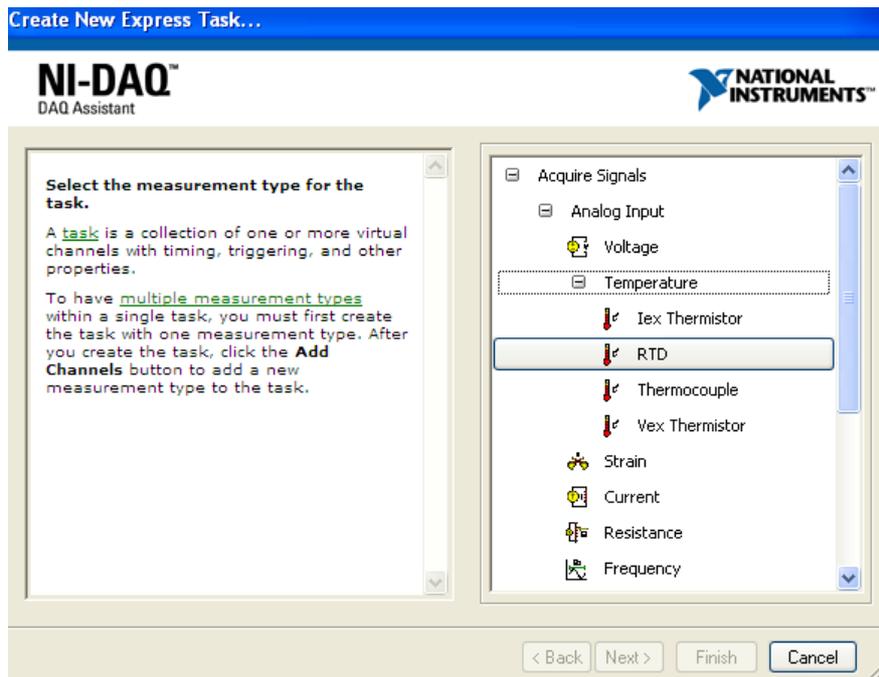


Figura 4.22: Selección del canal para adquirir temperatura desde el RTD

- Selección del canal ai0 del módulo SCC-RTD01.

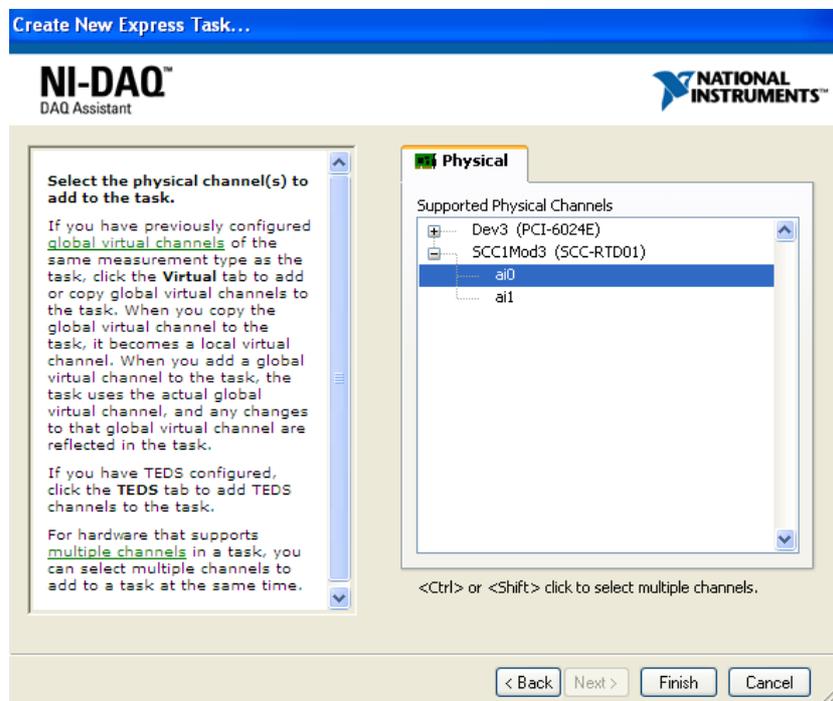


Figura 4.23: Canal del VI temperatura

- Pulsamos el botón finalizar.

6. Configuración del canal para adquirir la temperatura del RTD.

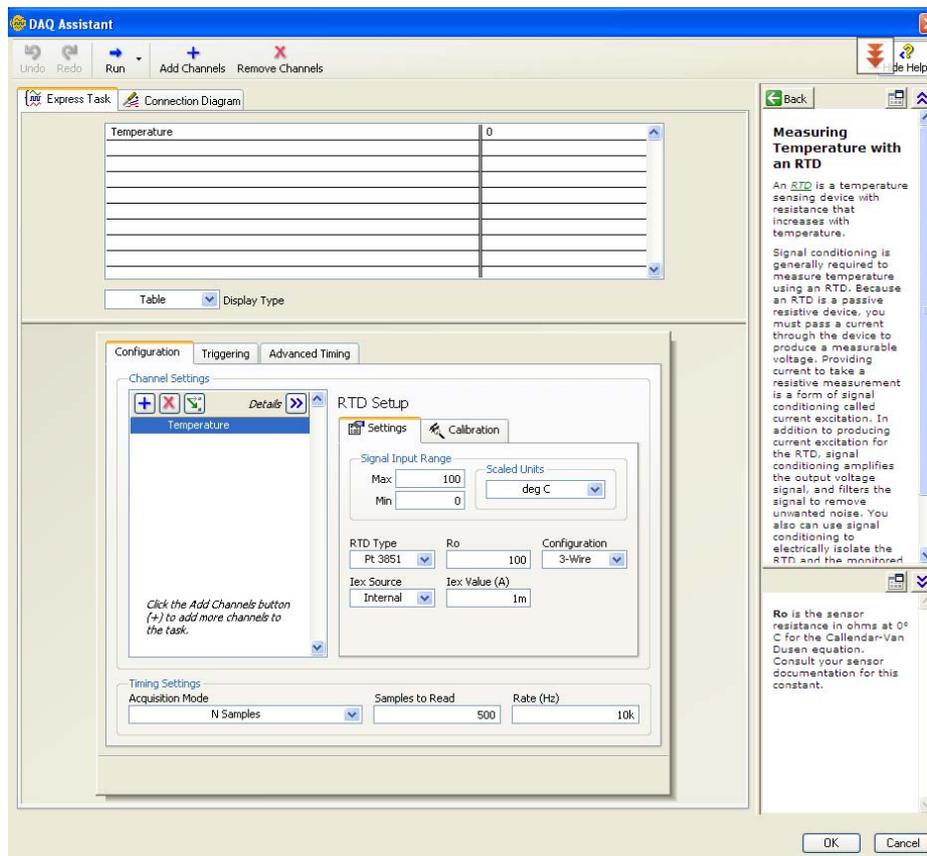


Figura 4.24: Configuración del RTD del VI temperatura

- Pulsamos el botón OK.
7. En los siguientes pasos, se construye el diagrama de bloques mostrado en la Figura 4.26.
- Coloque el VI DAQ Assistant Express en el diagrama de bloques.
 - Coloque la Mean en el diagrama de bloques, cableando la Mean en el diagrama de bloques automáticamente aparece el VI Convert from Dynamic Data Express, para convertir el tipo de dato dinámico a tipos de datos numéricos.

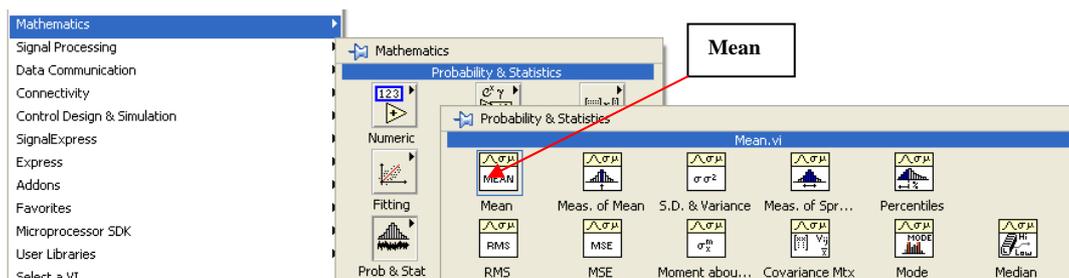


Figura 4.25: Buscamos mean que se encuentra en la paleta mathematics

8. Cablee el diagrama de bloques como se muestra en la Figura 4.26.
9. Programa en LabVIEW.

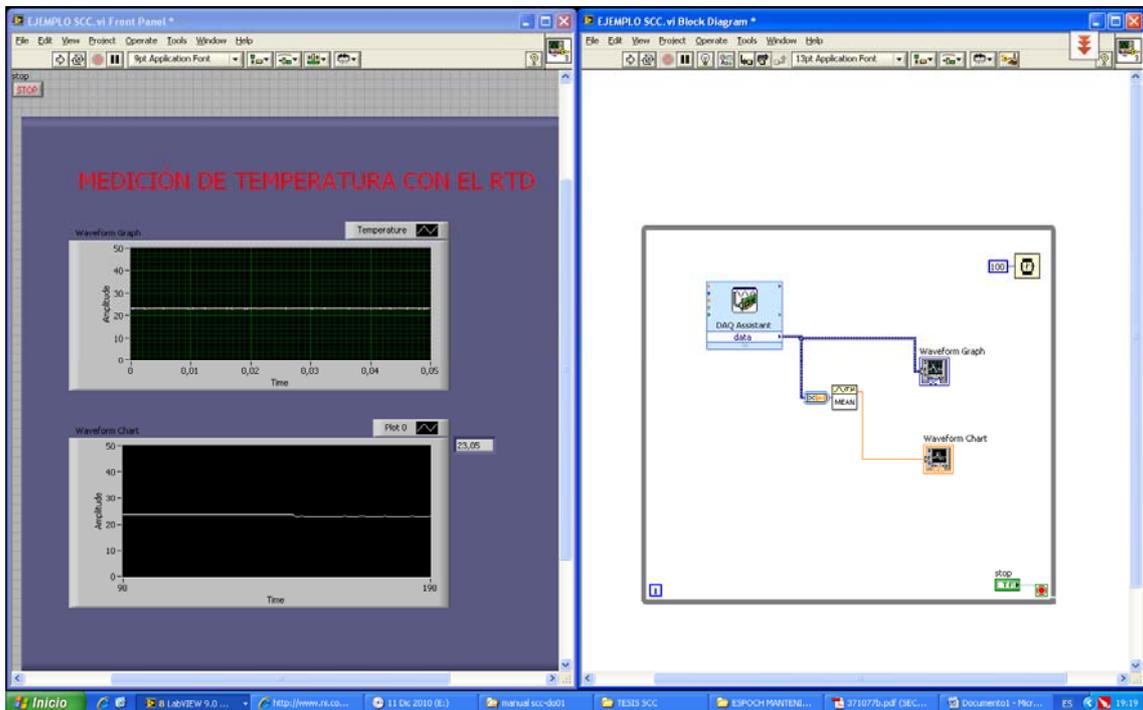


Figura 4.26: Programa en LabVIEW

10. Prueba.
 - Dando clic en el en el botón **Run** en la barra de herramientas del panel frontal, mostrado a la izquierda, se ejecuta el VI.
 - Pare el VI dando clic en el botón **STOP** mostrado a la izquierda del panel frontal.
11. Guarde y cierre el VI.

4.4.3 Ejercicio 3

Objetivo: Usar MAX para examinar, configurar y probar un dispositivo.

Descripción: Complete los siguientes pasos para examinar la configuración del dispositivo DAQ en el computador usando MAX de los módulos SCC-TC02 y SCC-CI20.

Parte A. Probando los Componentes del Dispositivo DAQ

1. Entramos al MAX e identificamos el SC-2345.

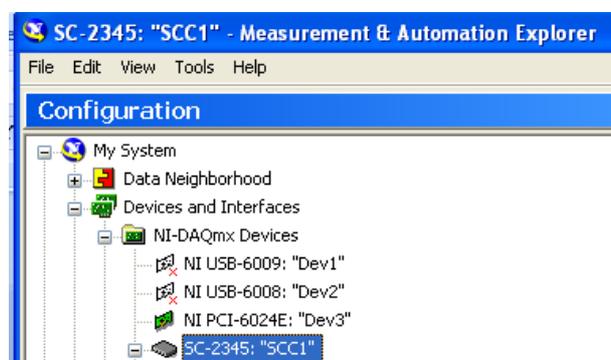


Figura 4.27: Identificación del SC-2345

2. Asignación del módulo SCC-TC02 en el socket J2.

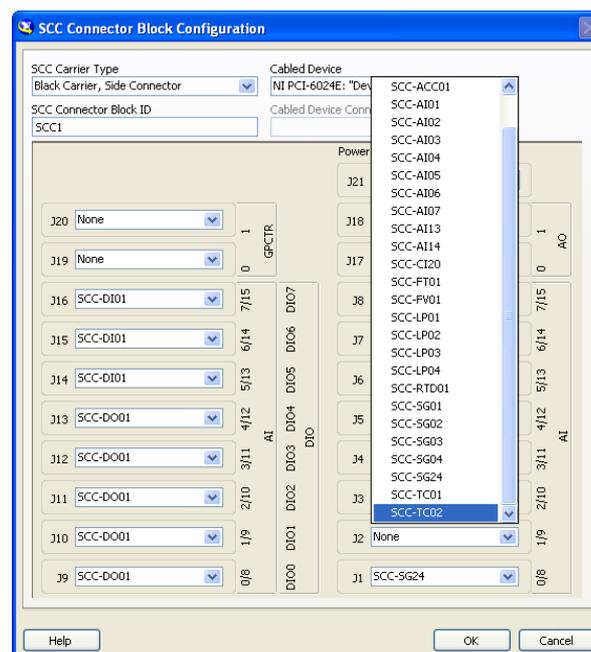


Figura 4.28: Asignación del SCC-TC02 en el socket J2

3. Reconocimiento en el MAX del módulo SC-2345 y dentro del chasis el módulo SCC-TC02.

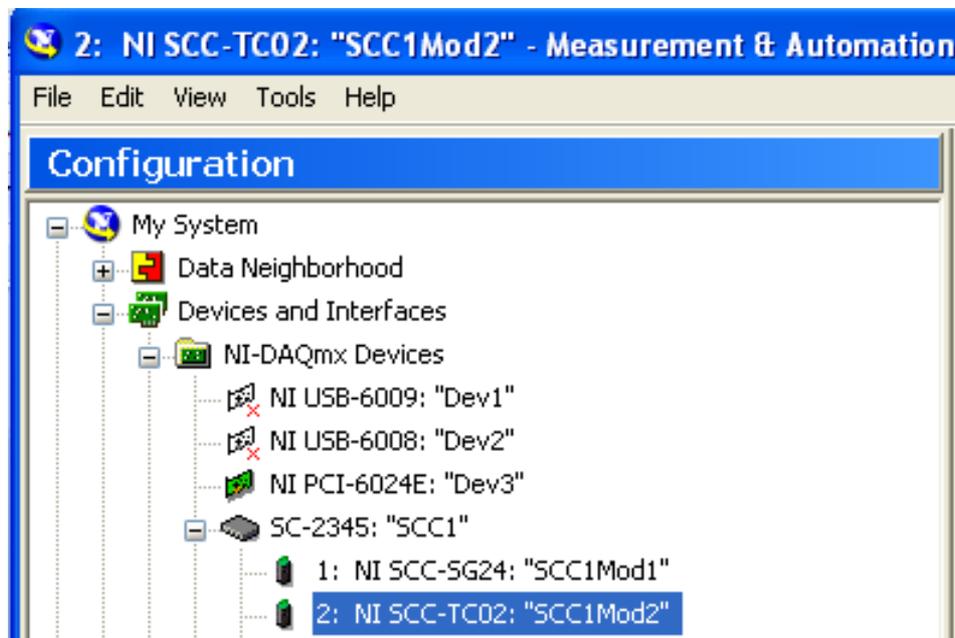


Figura 4.29: Reconocimiento en el MAX del módulo SC-2345

4. Chequeo de paneles de prueba de sensores conectados al módulo SCC-TC02.

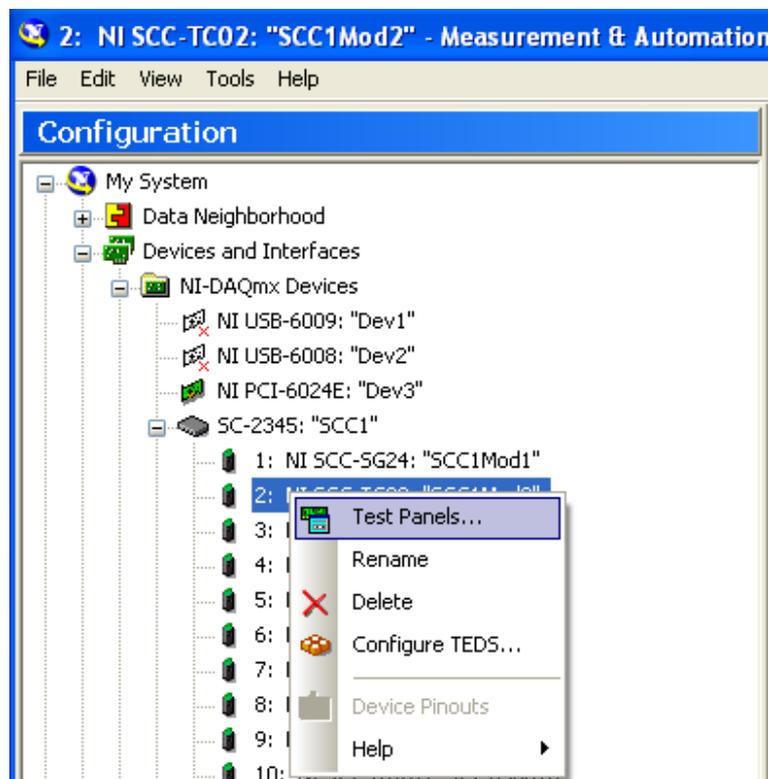


Figura 4.30: Chequeo de paneles de prueba

5. Revisión del canal ai0.



Figura 4.31: Configuración del módulo SCC1Mod2

6. Asignación del módulo SCC-CI20 en el socket J4.

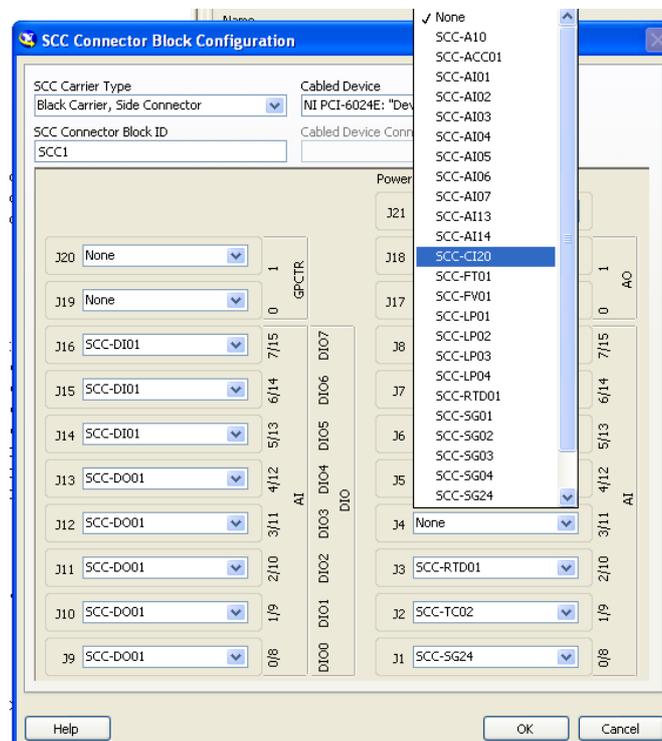


Figura 4.32: Asignación del SCC-CI20 en el socket J4

7. Reconocimiento en el MAX del módulo SC-2345 y dentro del chasis el módulo SCC-CI20.

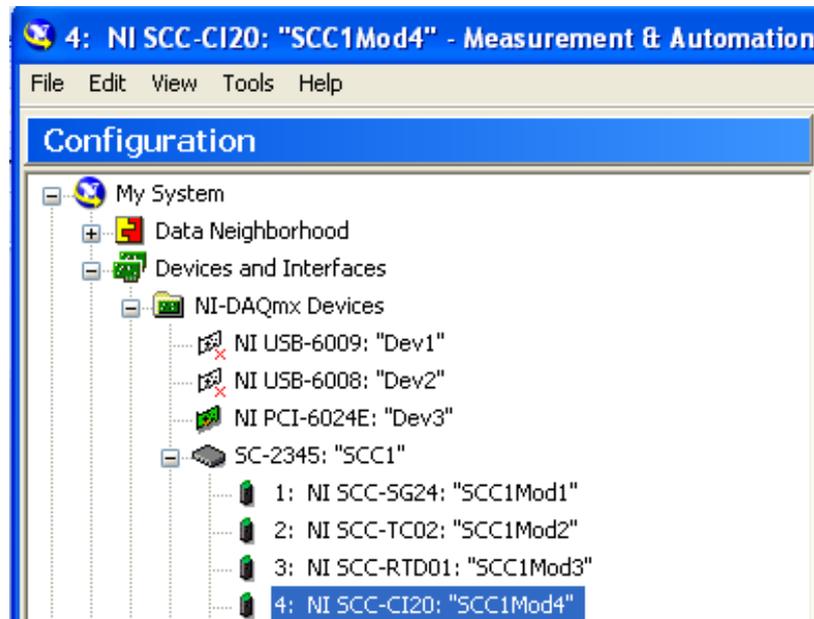


Figura 4.33: Reconocimiento en el MAX del módulo SC-2345

8. Chequeo de paneles de prueba de sensores conectados al módulo SCC-CI20.

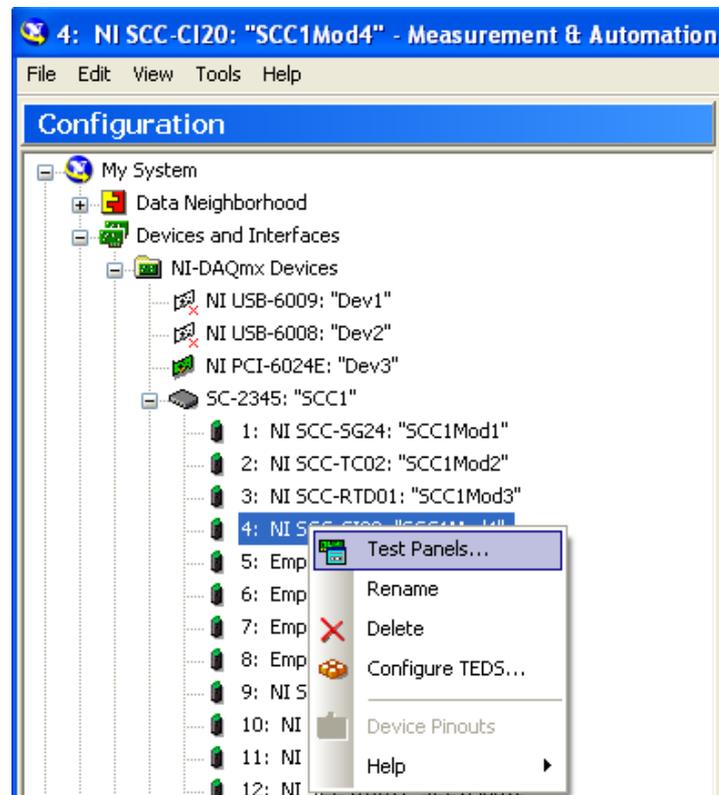


Figura 4.34: Chequeo de paneles de prueba

9. Revisión del canal ai0.

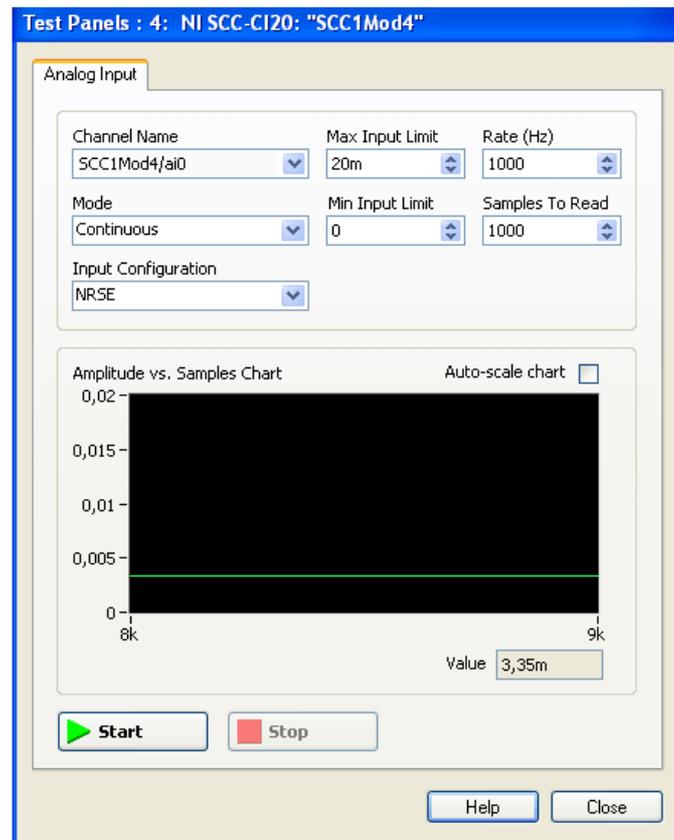


Figura 4.35: Configuración del módulo SCC1Mod4

- Haga clic en el botón close para cerrar el test panel y regresar a MAX.

Parte B. Construir un VI que mida la señales de temperatura en el canal del dispositivo DAQ.

10. Abra un VI en blanco.

11. En el Diagrama de Bloques buscamos el asistente de la adquisición de datos que se encuentra en la paleta express.

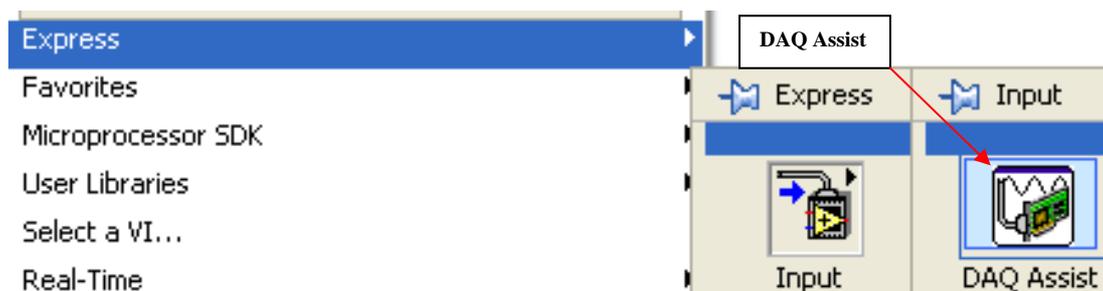


Figura 4.36: Buscamos el DAQ assistant que se encuentra en la paleta express

12. Selección del tipo de canal para adquirir la temperatura desde la termocupla.

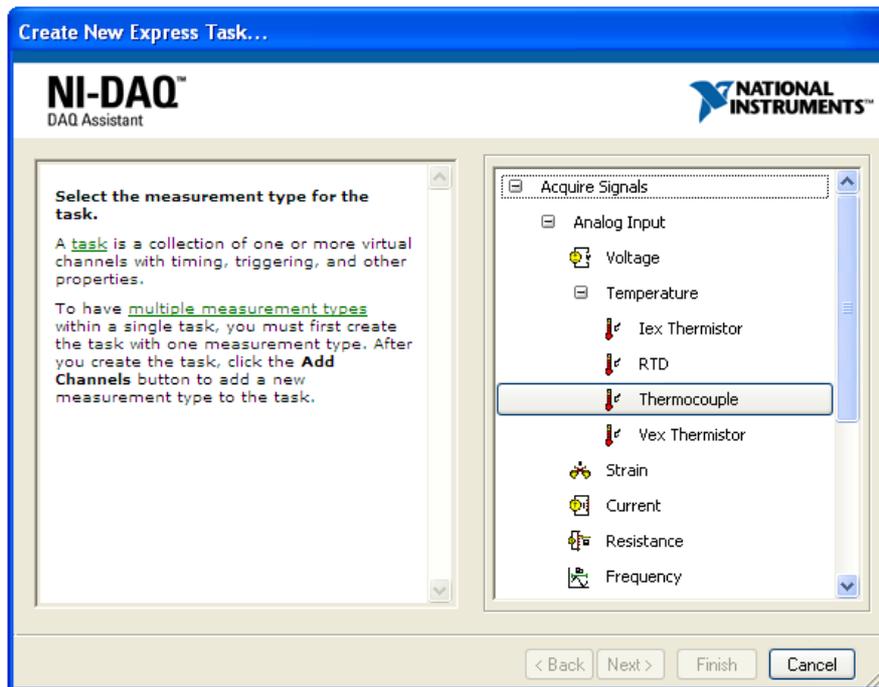


Figura 4.37: Selección del canal para adquirir temperatura desde la termocupla

13. Selección del canal ai0 del módulo SCC-TC02.



Figura 4.38: Canal del VI temperatura

- Pulsamos el botón finalizar.

14. Configuración del canal para adquirir la temperatura de la termocupla.

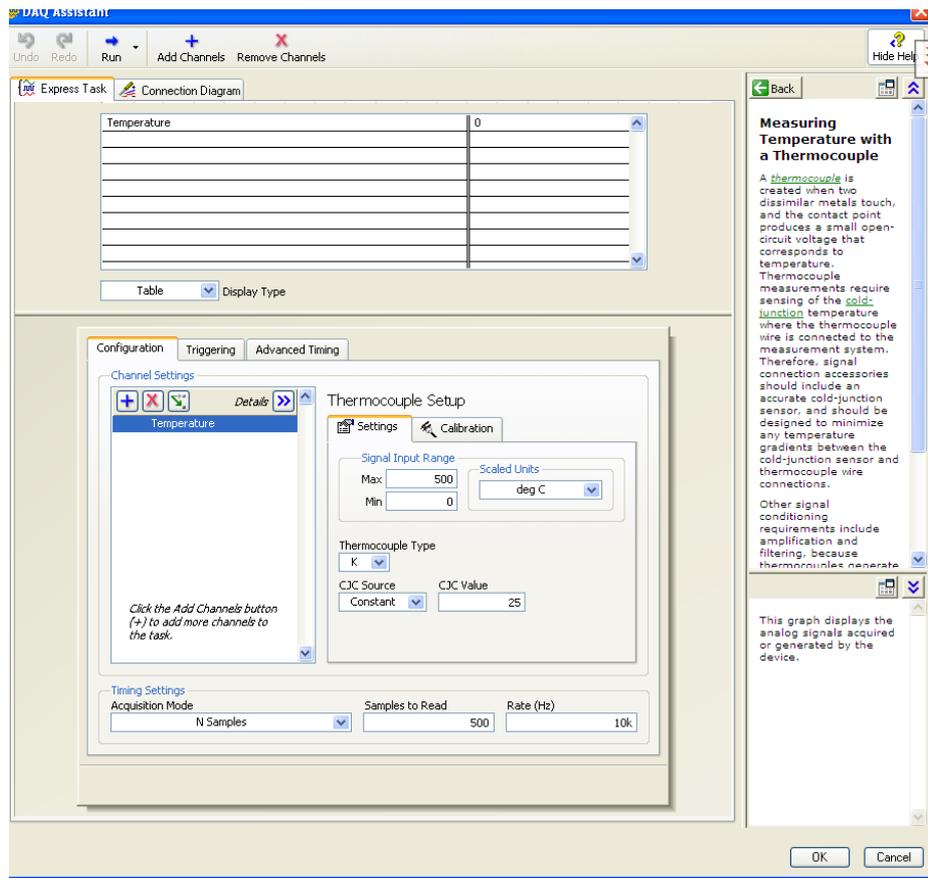


Figura 4.39: Configuración de la termocupla del VI temperatura

- Pulsamos el botón OK.

15. Selección del tipo de canal para adquirir la corriente.

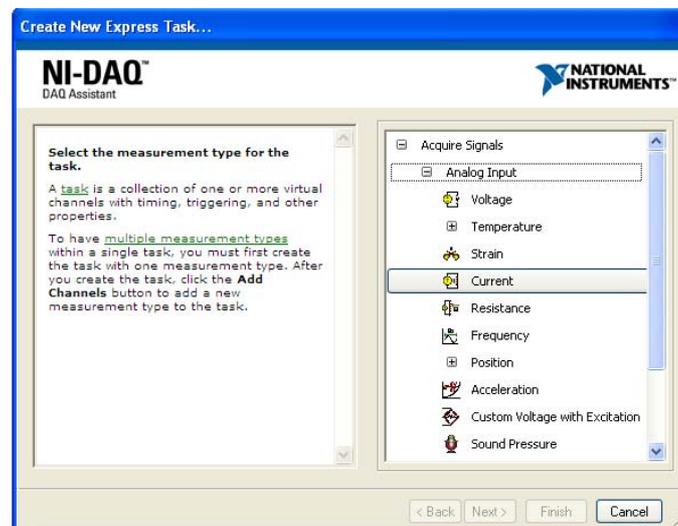


Figura 4.40: Selección del canal para adquirir la corriente

16. Selección del canal ai0 del módulo SCC-CI20.

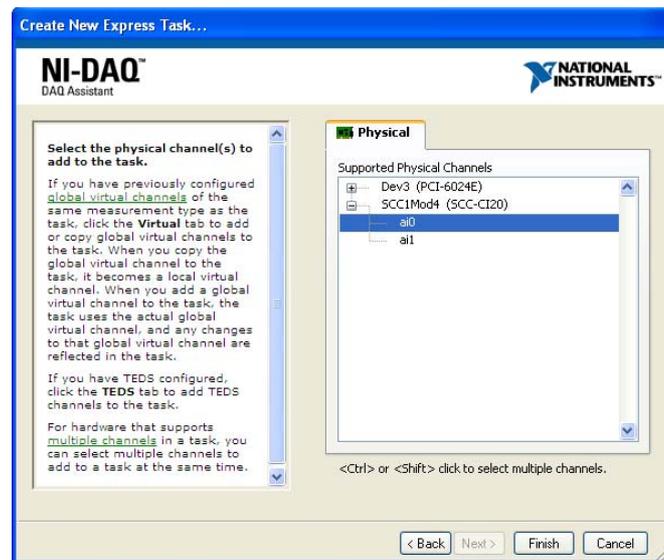


Figura 4.41: Canal del VI de corriente

- Pulsamos el botón finalizar.

17. Configuración del canal para adquirir la corriente.

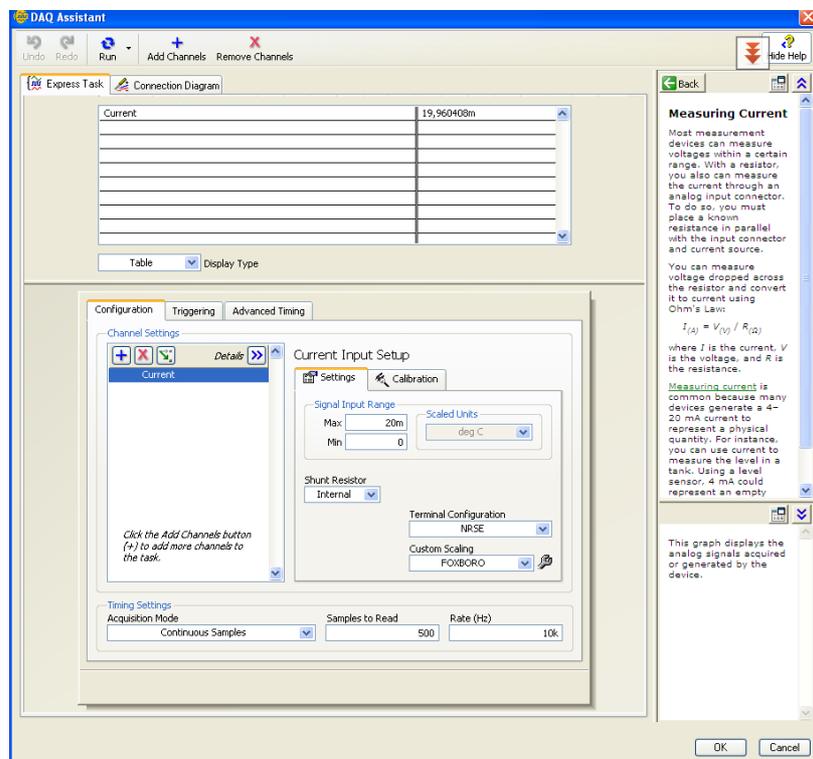


Figura 4.42: Configuración de la corriente del VI de corriente

- Pulsamos el botón OK.

18. Diagrama de bloques aparece el DAQ Assistant con un While Loop generado automáticamente.

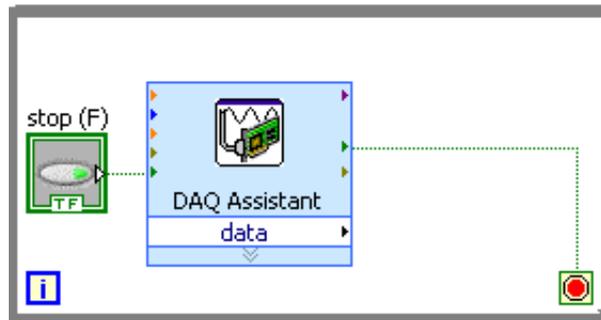


Figura 4.43: Diagrama de bloques del VI

Parte C. Configurando una Escala Personalizada

19. Haga clic izquierdo en Custom scaling y seleccione create new.

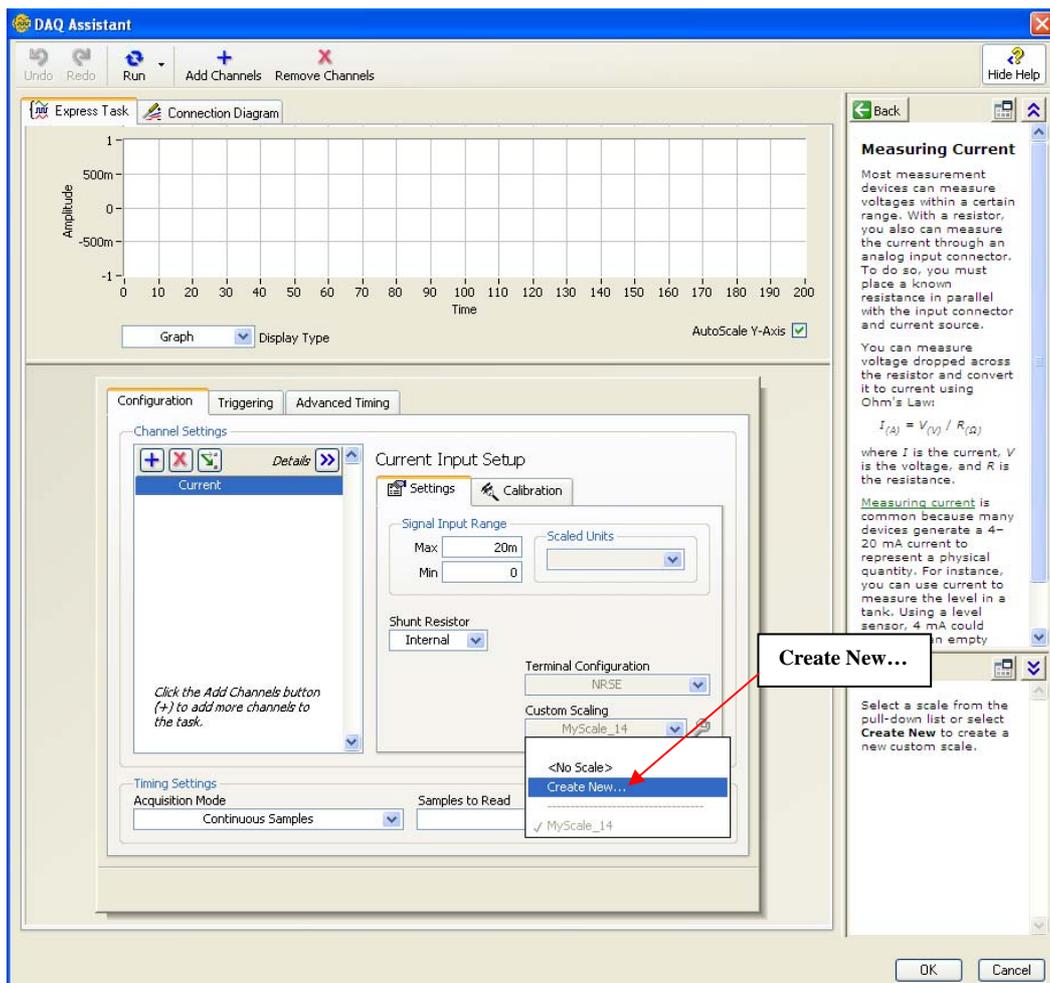


Figura 4.44: Custom scaling y seleccione create new

20. Selección lineal.

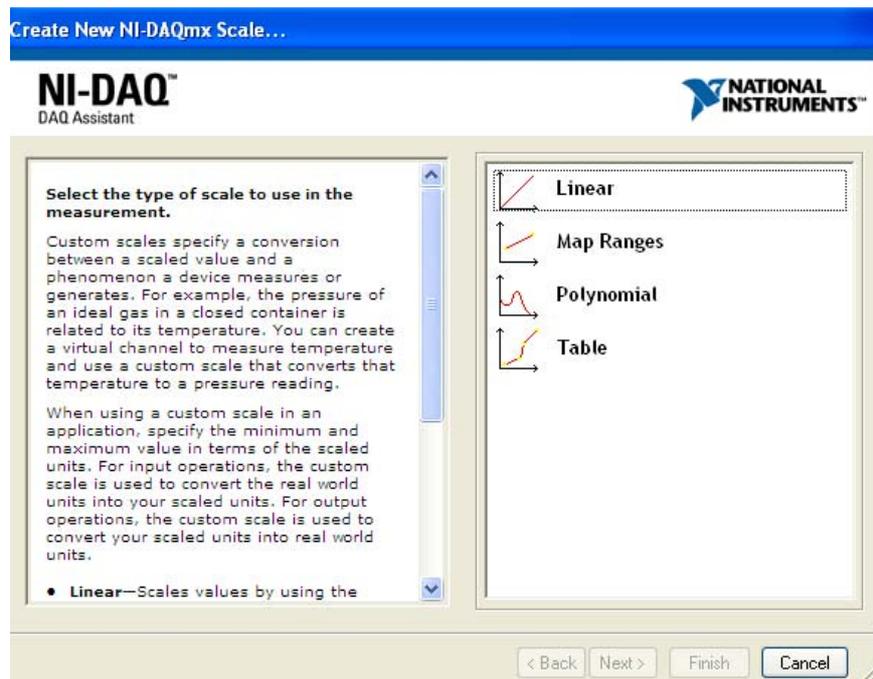


Figura 4.45: Selección lineal

21. Nombre la escala como FOXBORO.

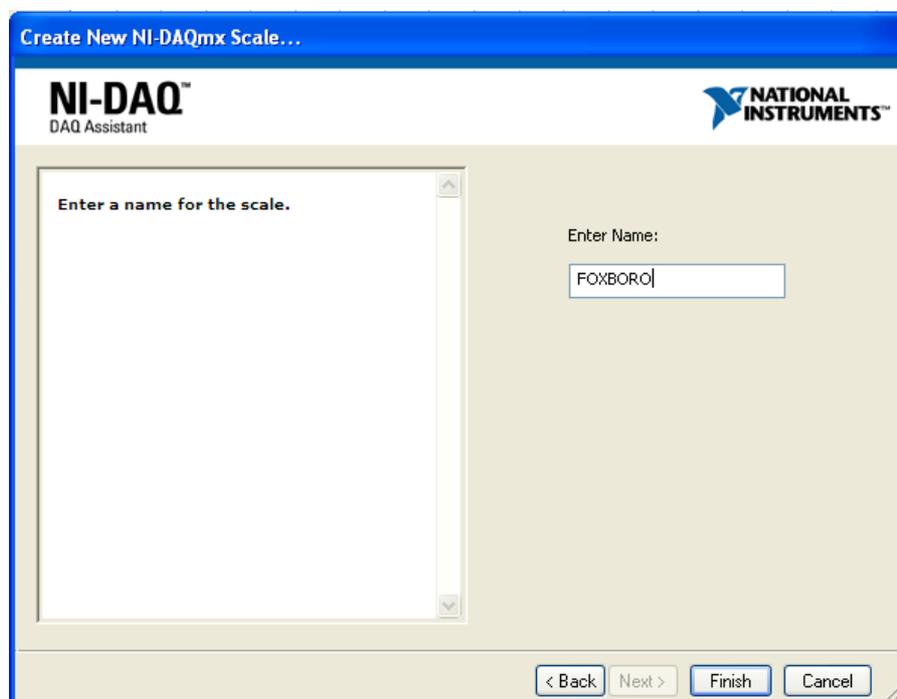


Figura 4.46: Foxboro

- Pulsamos el botón Finish.

22. Escala de temperatura.

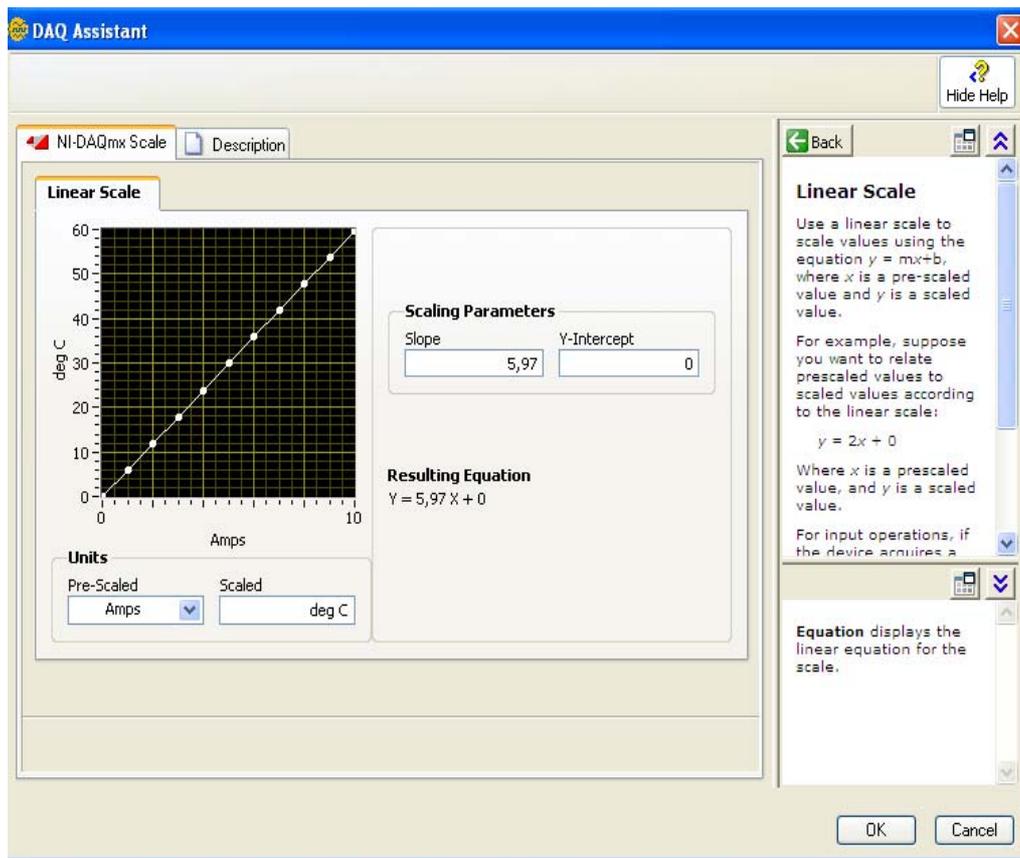


Figura 4.47: Escala de temperatura

- Cambie el parámetro de escala Slope a 5,97.
- Cambie el parámetro Y-Intercept 0.
- Ingrese deg C en Scaled Units.
- Pulse el botón OK.

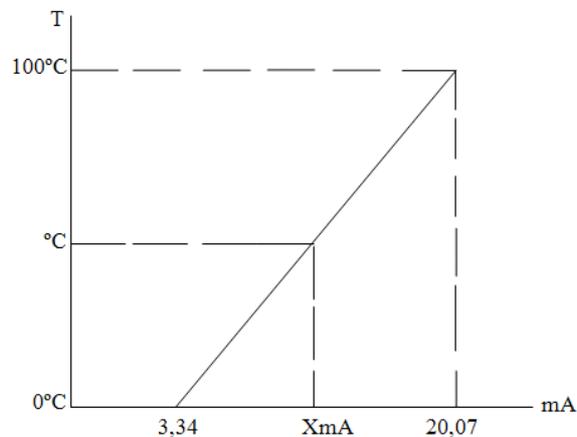


Figura 4.48: Temperatura versus corriente

$$\frac{^{\circ}C - 0}{XmA - 3,34} = \frac{100^{\circ}C - 0}{20,07 - 3,34} \quad (4.1)$$

Donde:

$^{\circ}C$ es el valor de temperatura en grados centígrados.

XmA es el valor de corriente en mA.

Resolviendo la ecuación 4.1 tenemos:

$$^{\circ}C = 5,97XmA - 19,96 \quad (4.2)$$

4.4.4 Ejercicio 4

Objetivo: Adquirir corriente desde el RTD conectado a un transmisor de temperatura usando un dispositivo DAQ desde LabVIEW.

Descripción: Construir un VI que mida la corriente en el canal ai0 del dispositivo DAQ.

Adquisición de datos desde LabVIEW

1. Pasos de conexión del RTD con el transmisor de temperatura y la fuente de 24Vcd con el módulo NI SCC-CI20 de 2 canales de 4 terminales se conecta en serie.
 - Los dos cables blancos se conectan en las terminales 3 y 4 positivos del transmisor.
 - Por último el cable rojo se conecta en el terminal 2 negativo del transmisor.
 - La terminal 6 positivo del transmisor se conecta a la terminal 3 negativo del módulo.
 - El terminal 4 positivo del módulo se conecta al positivo de la fuente.
 - Por último el terminal negativo de la fuente se conecta a la terminal 5 negativo del transmisor.
2. Abra un VI en blanco.
3. En los siguientes pasos, se construye el panel frontal mostrado en la Figura 4.49.
 - Coloque un Waveform Chart en el panel frontal.
 - Coloque un Digital Display en el panel frontal.
4. En los siguientes pasos, se construye el diagrama de bloques mostrado en la Figura 4.48.
 - Coloque el VI DAQ Assistant Express en el diagrama de bloques.
 - Coloque la Mean en el diagrama de bloques, cableando la Mean en el diagrama de bloques automáticamente aparece el VI Convert from Dynamic Data Express, para convertir el tipo de dato dinámico a tipos de datos numéricos.
5. Cablee el diagrama de bloques como se muestra en la Figura 4.49.
6. Programa en LabVIEW.

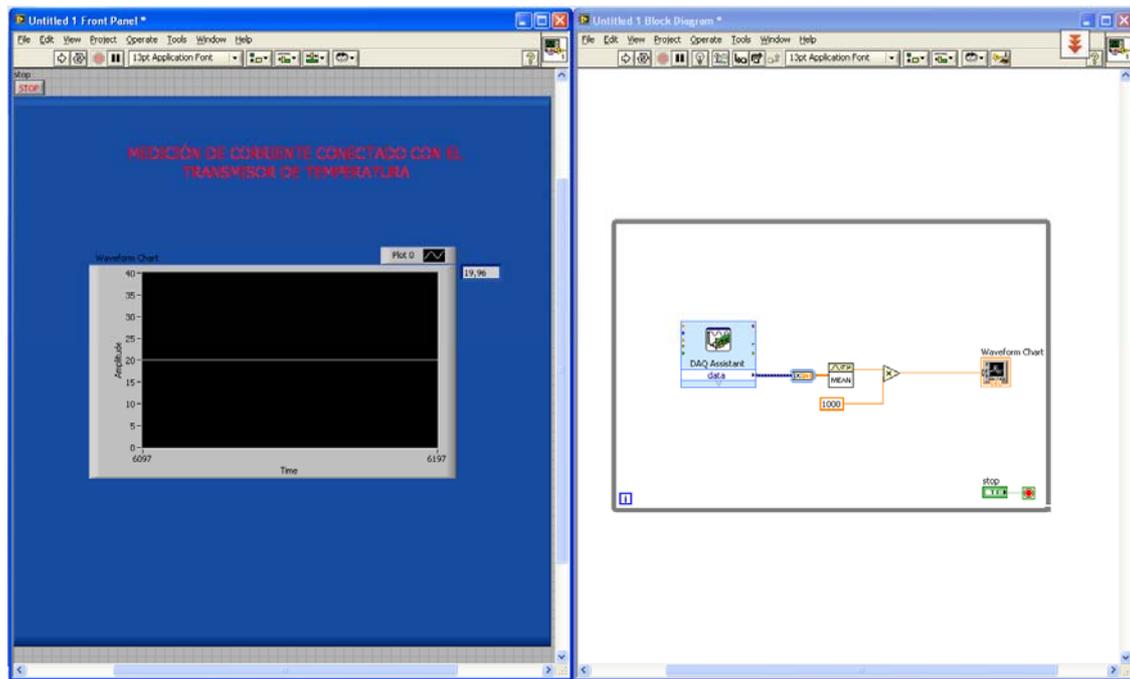


Figura 4.49: Programa en LabVIEW

7. Prueba.

- Dando clic en el botón **Run** en la barra de herramientas del panel frontal, mostrado a la izquierda, se ejecuta el VI.
- Pare el VI dando clic en el botón **STOP** mostrado a la izquierda del panel frontal.

8. Guarde y cierre el VI.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Las características técnicas de los Acondicionadores de señales analógicas SCC y del software LabVIEW se las obtuvo en los manuales de la National Instruments y asesoramiento técnico de sus representantes.

Se implemento un simulador para el control y monitoreo para mantener la temperatura constante para el agua en 30 grados centígrados y para el ambiente de 24 grados centígrados. La configuración de los Acondicionadores de señales analógicas, se las efectuó en el software Measurement & Automation Explorer (MAX), introduciendo datos sobre sus características técnicas de cada uno de los módulos.

El ajuste se lo realizó en el software con un $\pm 1,5$ grados para el set point de 30 y 24 grados centígrados respectivamente, con la finalidad de evitar la intermitencia en la apertura y cierre de los contactos de los relés para impedir su daño al corto tiempo. Las pruebas se efectuaron una vez ya programado el software el cual recibe los datos ya procesados previamente por el hardware, dónde se verifica el accionamiento de los actuadores en este caso la niquelina, la bomba para generar aire, el ventilador. Las mediciones se verificaron utilizando un polímetro, en el caso de voltajes de alimentación que son de 24 y 12 voltios, se tomo medida de la corriente en la niquelina para la selección del relé. En los sensores termocupla y del RTD se verifico la polaridad siendo rojo el positivo y el azul el negativo en el caso del termocupla; en el RTD el rojo es positivo y los blancos que son comunes el negativo.

Se ejecuto un manual de guía para el estudiante con cada uno de los pasos para realizar el montaje del hardware y software, las configuraciones de SCC con sus respectivos sensores y esquemas de los circuitos electromecánicos.

La maqueta fue construida en vidrio, madera y circuitos eléctricos para ser donada en conjunto con los Acondicionadores de señales analógicas para el laboratorio de Mecatrónica de la Facultad de Mecánica.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda la utilización test paneles para comprobar rápidamente que todos los módulos SCC estén funcionando correctamente para posteriormente desarrollar el software de LabVIEW.

Cuando se realicen las prácticas estudiantiles se recomienda trabajar con una temperatura para el agua no mayor a los 70°C ya que el material del recipiente es vidrio y podría colapsar.

Otra de los cuidados es que como se trabaja con agua y equipos electrónicos se debe tener precaución de no mojar las partes electrónicas porque podría ocasionar un cortocircuito y quemarse cualquier elemento importante de dichos equipos.

Las conexiones deben ser verificados ya que los circuitos de mando trabajan a voltajes bajos, y de cometer un error podría alimentarse dichos circuitos con corriente alterna a 110 voltios y ocasionar que se quemen los módulos de acondicionamiento de señal. En el circuito de potencia tiene que identificarse los contactos en los relés para que no exista confusión en las entradas de la bobina de excitación con los contactos que conducen la corriente de mayor amperaje.

Los cables que se utilicen de preferencia que sean de la sección adecuada ya que podrían no acoplarse debidamente en los bornes de los módulos y no cumplir con la función de forma eficiente y causarnos que la práctica no resulte como se espera.

Para realizar la práctica con el módulo para corriente, se debe utilizar necesariamente un transmisor de temperatura, que es alimentado por una fuente de 24 voltios de corriente continua, de igual forma debe verificarse las conexiones ya que puede correrse el riesgo de alimentar al módulo de corriente con 24 voltios y quemarse.

Es muy importante verificar la polaridad de los sensores, termocupla y RTD, que de no estar bien orientada nos darán señales de polaridad contraria y provocará confusión al realizar las prácticas.

También deben manejarse los equipos y sensores con precaución ya que son dispositivos sumamente delicados.

Retirar el termocupla del termopozo que contiene glicerina, porque esté le causa corrosión provocando la pérdida de las características del sensor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] **DOMINGO, Antoni M.** Instrumentación Virtual. Adquisición, Procesado y Análisis de Señales. México: Alfaomega, 2002. pp 19-40.
- [2] http://es.wikipedia.org/wiki/Conversi%C3%B3n_anal%C3%B3gica-digital
- [3] <http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/3850/1/DESINSTUMENT.pdf>
- [4] **NATIONAL INSTRUMENTS CORPORATION**, LabVIEW Básico I, Introducción Manual del Software del Curso Versión 8.0. Texas, 2006.
- [5] http://es.wikibooks.org/wiki/LabVIEW_2009
- [6] **NATIONAL INSTRUMENTS CORPORATION**, Curso LabVIEW 6 horas, Introducción a LabVIEW. Texas, 2003.
- [7] <http://proton.ucting.udg.mx/tutorial/LabVIEW/>
- [8] <http://utopia.javeriana.edu.co/fisica/GPD/Textos/Infraestructura.html>
- [9] **LAJARA, José R.** LabVIEW: Entorno Gráfico de Programación. México: Alfaomega, 2007. pp 163-164.
- [10] **NATIONAL INSTRUMENTS CORPORATION**, View Manual, SCC Quick Start Guide. Texas, 2008.
- [11] **NATIONAL INSTRUMENTS CORPORATION**, View Manual, SCC-TC Series Thermocouple Input Modules User Guide. Texas, 2006.
- [12] **NATIONAL INSTRUMENTS CORPORATION**, View Manual, SCC-RTD01 Resistance Temperature Detector User Guide. Texas, 2006.
- [13] **NATIONAL INSTRUMENTS CORPORATION**, View Manual, SCC-CI20 Current Input Module User Guide. Texas, 2004.
- [14] <http://www.danielmunoz.com.ar/blog/.../ejemplos-LabVIEW/>
- [15] **NATIONAL INSTRUMENTS CORPORATION**, 6023E/6024E/6025E User Manual, 2000.
- [16] **MONTALVO, Pablo.** Curso de LabVIEW Básico. Riobamba, 2010. (doc.).
- [17] <http://www.electrotelex.net16.net/RTD%20-%20Termopar.pdf>
- [18] <http://www.ni.com/pdf/products/us/3daqsc350-351.pdf>
- [19] **HARO, Marco.** Introducción a la Instrumentación. Ecuador, ESPOCH. 2007. pp 39-41 (doc.).
- [20] http://www.vignola.cl/pdf_secciones/04/4-15-47.pdf
- [21] www.ni.com/latam.

- [22] **SOISSON, Harold E.** Instrumentación Industrial. México: Limusa, 1996. pp 28-32.
- [23] <http://digital.ni.com/worldwide/latam.nsf/web/all/3D9CCBFE14E21DFA86256F490070BE7D>
- [24] <http://www.arian.cl/downloads/nt-002.pdf>
- [25] www.ni.com.

BIBLIOGRAFÍA

DOMINGO, Antoni M. Instrumentación Virtual. Adquisición, Procesado y Análisis de Señales. México: Alfaomega, 2002.

NATIONAL INSTRUMENTS CORPORATION, LabVIEW Básico I, Introducción Manual del Software del Curso Versión 8.0. Texas, 2006.

NATIONAL INSTRUMENTS CORPORATION, Curso LabVIEW 6 horas, Introducción a LabVIEW. Texas, 2003.

LAJARA, José R. LabVIEW: Entorno Gráfico de Programación. México: Alfaomega, 2007.

NATIONAL INSTRUMENTS CORPORATION, View Manual, SCC Quick Start Guide. Texas, 2008.

NATIONAL INSTRUMENTS CORPORATION, View Manual, SCC-TC Series Thermocouple Input Modules User Guide. Texas, 2006.

NATIONAL INSTRUMENTS CORPORATION, View Manual, SCC-RTD01 Resistance Temperature Detector User Guide. Texas, 2006.

NATIONAL INSTRUMENTS CORPORATION, View Manual, SCC-CI20 Current Input Module User Guide. Texas, 2004.

NATIONAL INSTRUMENTS CORPORATION, 6023E/6024E/6025E User Manual, 2000.

MONTALVO, Pablo. Curso de LabVIEW Básico. Riobamba, 2010. (Doc.).

HARO, Marco. Introducción a la Instrumentación. Ecuador, ESPOCH, 2007. (Doc.).

SOISSON, Harold E. Instrumentación Industrial. México: Limusa, 1996.

LINKOGRAFÍA

Conversión Analógica-Digital

http://es.wikipedia.org/wiki/Conversi%C3%B3n_anal%C3%B3gica-digital

2010-05-07

<http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/3850/1/DESINSTRUMENT.pdf>

2010-06-08

LabVIEW_2009

http://es.wikibooks.org/wiki/LabVIEW_2009

2010-05-07

Instrumentación Virtual

<http://proton.ucting.udg.mx/tutorial/LabVIEW/>

2010-10-27

Chasis SC-2345

<http://utopia.javeriana.edu.co/fisica/GPD/Textos/Infraestructura.html>

2010-10-27

Ejemplos LabVIEW

<http://www.danielmunoz.com.ar/blog/.../ejemplos-LabVIEW/>

2010-10-08

Detector de Temperatura Resistivo (RTD)

<http://digital.ni.com/worldwide/latam.nsf/web/all/3D9CCBFE14E21DFA86256F490070BE7D>

2010-05-08

<http://www.ni.com/pdf/products/us/3daqsc350-351.pdf>

2010-09-09

<http://www.arian.cl/downloads/nt-002.pdf>

2010-10-08

<http://www.electrotelex.net16.net/RTD%20-%20Termopar.pdf>

2010-10-28

http://www.vignola.cl/pdf_secciones/04/4-15-47.pdf

2010-10-29

Tutorial: Acondicionamiento de Señales

www.ni.com/latam.

2010-04-08

Artículos Técnicos LabVIEW

www.ni.com

2010-02-09

ANEXOS

ANEXO 1

SE MUESTRA UN RESUMEN DE LOS BOTONES DE BARRA DE HERRAMIENTAS DEL PANEL FRONTAL PARA CORRER Y EDITAR EL VI

	Botón de ejecución (Run)
	Botón de ejecución continua (Continuous Run)
	Cancelación de ejecución (Abort Execution)
	Botón de pausa/continuación (Pause)
	Configuración de textos (Text Settings)
	Alineamiento de objetos (Aline Objects)
	Distribución de objetos (Distribute Objects)
	Redimensionamiento de objetos de panel frontal (Resize Objects)
	Reordenamiento (Reorder)

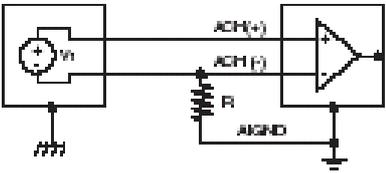
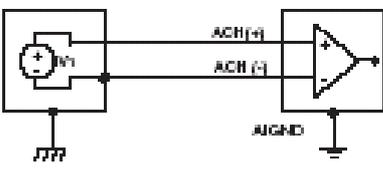
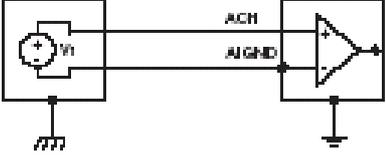
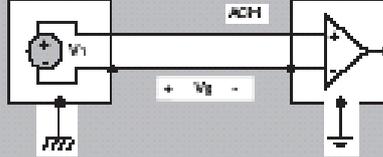
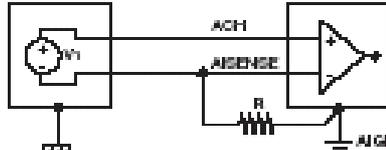
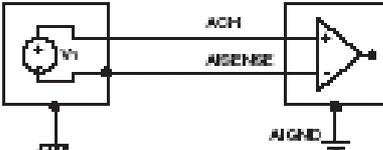
ANEXO 2

SE MUESTRA UN RESUMEN DE LOS BOTONES DE BARRA DE HERRAMIENTAS DEL DIAGRAMA DE BLOQUES LOS CUALES PUEDEN USAR PARA DEPURAR EL VI

	Botón de ejecución (Run)
	Botón de ejecución continua (Continuous Run)
	Cancelación de ejecución (Abort Execution)
	Botón de pausa/continuación (Pause)
	Botón de ejecución resaltada (Highlight Execution)
	Botón para guardar los valores de los cables (Retain Wire Values)
	Botón de entrada al ciclo (Step Into)
	Botón sobre (Step Over)
	Botón de salida del ciclo (Step Out)
	Configuración de textos (Text Settings)
	Alineamiento de objetos (Align Objects)
	Distribución de objetos (Distribute Objects)
	Reordenamiento (Reorder)

ANEXO 3

RESUMEN DE FUENTES DE SEÑAL Y DE SISTEMA DE MEDICIÓN

Input	Signal Source Type	
	Floating Signal Source (Not Connected to Building Ground)	Grounded Signal Source
	Examples <ul style="list-style-type: none"> • Ungrounded Thermocouples • Signal conditioning with isolated outputs • Battery devices 	Examples <ul style="list-style-type: none"> • Plug-in instruments with nonisolated outputs
Differential (DIFF)	 <p>See text for information on bias resistors.</p>	
Single-Ended — Ground Referenced (SE)		<p>NOT RECOMMENDED</p>  <p>Ground-loop losses, V_g, are added to measured signal</p>
Single-Ended — Nonreferenced (NRSE)	 <p>See text for information on bias resistors.</p>	

ANEXO 4

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA TARJETA PCI-6024E

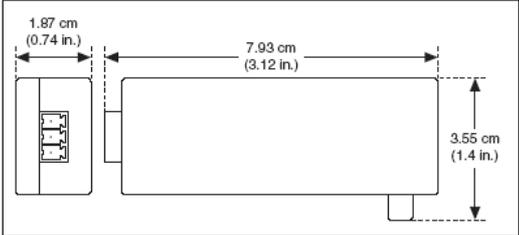
PCI-6024E	
Familia de Productos	DAQ multifunción
Tipo de bus	PCI
Sistema Operativo/Objetivo	Real-Time , Linux , Mac OS , Windows
Soporte para LabVIEW RT	Sí
Familia de Productos DAQ	Serie E
Compatibilidad con RoHS	No
ENTRADA ANALÓGICA	
Canales	16 , 8
Canales de una sola terminal	16
Canales Diferenciales	8
Resolución	12 bits
Velocidad de Muestreo	200 kS/s
Máx. Voltaje de Entrada Analógica	10 V
Rango de Voltaje Máximo	-10 V , 10 V
Precisión Máxima del Rango de Voltaje	16.504 mV
Rango de Voltaje Mínimo	-50 mV , 50 mV
Mínima Precisión del Rango de Voltaje	0.106 mV
Número de Rangos	4
Muestreo Simultáneo	No
Memoria Interna	512 muestras
SALIDA ANALÓGICA	
Canales	2
Resolución	12 bits
Máx. Voltaje de Salida Analógica	10 V
Rango de Voltaje Máximo	-10 V , 10 V
Precisión Máxima del Rango de Voltaje	8.127 mV
Rango de Voltaje Mínimo	-10 V , 10 V
Mínima Precisión del Rango de Voltaje	8.127 mV
Razón de Actualización	10 kS/s
Capacidad de Corriente Simple	5 mA
E/S DIGITAL	
Canales Bidireccionales	8
Canales de Entrada Únicamente	0
Canales de Salida Únicamente	0
Número de Canales	8 , 0 , 0
Temporización	Software
Niveles Lógicos	TTL
Entrada de Flujo de Corriente	Sourcing , Sinking
Salida de Flujo de Corriente	Sinking , Sourcing
Filtros de Entrada Programables	No
¿Soporta Estados de Encendido Programables?	No

Continuación

Capacidad de Corriente Simple	24 mA
Capacidad de Corriente Total	192 mA
Temporizador Watchdog	No
¿Soporta Protocolo de Sincronización para E/S?	No
¿Soporta E/S de Patrones?	No
Máximo Rango de Entrada	0 V , 5 V
Máximo Rango de Salida	0 V , 5 V
CONTADORES/TEMPORIZADORES	
Número de Contadores/Temporizadores	2
Número de Canales DMA	1
Operaciones a Búfer	Sí
Eliminación de Rebotes	No
Sincronización GPS	No
Rango Máximo	0 V , 5 V
Frecuencia Máxima de la Fuente	20 MHz
Entrada Mínima de Ancho de Pulso	10 ns
Generación de Pulso	Sí
Resolución	24 bits
Estabilidad de Tiempo	100 ppm
Niveles Lógicos	TTL
ESPECIFICACIONES FÍSICAS	
Longitud	17.5 cm
Ancho	10.7 cm
Conector de E/S	SCSI macho de 68 pines

ANEXO 5

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS NI SCC-TC02 ENTRADA DE TERMOPAR

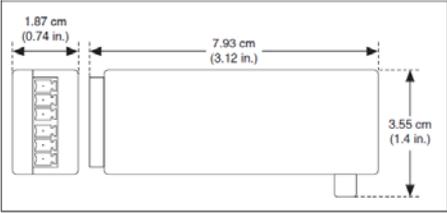
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MÓDULO SCC-TC02	
ENTRADA ANALÓGICA	
Número de canales	Un diferencial
Señales de entrada	Termopares de tipo J, K, T, B, E, N, R y S, ± 100 mV
Ganancia de la señal de entrada	100
La entrada máxima tensión de trabajo	± 12 V de la tierra del chasis
Protección contra sobretensiones al dispositivo DAQ	± 42 Vpk (encendido o apagado)
No linealidad	$\pm 0,004\%$ máximo
Error de ganancia	$\pm 0,08\%$ de la lectura, con un máximo
IMPEDANCIA DE ENTRADA	
Normal encendido	10 mW
Apagado o sobrecarga	10 k
ESTABILIDAD	
Coefficiente de compensación de temperatura	$\pm 0,6$ mV / ° C máximo
coeficiente de temperatura de ganancia	$\pm 0.0005\%$ / ° C
SENSOR DE UNIÓN FRÍA (TERMISTOR)	
Salida	1,91 V (a 0 ° C) a 0,58 V (A 55 ° C)
Precisión (15 a 35 ° C)	$\pm 0,4$ ° C de máxima
REQUISITOS DE ENERGÍA	
Analog	60 mW
Físico	 <p style="text-align: center;">Figure 3. SCC-TC02 Dimensions</p>

ANEXO 6

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS NI SCC-RTD01 ENTRADA RTD

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MÓDULO SCC-RTD01	
ENTRADA ANALÓGICA	
Número de canales de entrada	2 DIFF
Rango de entrada	± 400 mV CC (ganancia fija de 25 en cada canal)
Protección contra sobretensiones	± 42 VDC encendido ± 25 VDC apagado
IMPEDANCIA DE ENTRADA	
Normal encendido	2 MΩ en paralelo con el 4,7 nF
Apagado	20 min kΩ
Sobrecarga	20 min kΩ
Un filtro de tipo	3-polo filtro de paso bajo Butterworth -3 DB frecuencia de corte. 30 Hz
Sistema de ruido	4,5 μVrms
CARACTERÍSTICAS DE TRANSFERENCIA	
Ganancia	25
Ganancia de error	± 1,2%
Ganancia de error	coeficiente de temperatura ± 10 ppm / ° C
Desplazamiento de error	± 250 mV (RTI)
Desplazamiento de error	coeficiente de temperatura ± 1,6 mV / ° C
No linealidad	10 ppm de la escala completa
Tiempo recomendado de calentamiento	5 min
CARACTERÍSTICAS DEL AMPLIFICADOR	
Rechazo al modo común relación	110 dB a 60 Hz
Rango de salida	± 10 V
EXCITACIÓN	
Número de canales	1
Fuente de corriente constante	1 mA, ± 0,4% o 0,04 μA
Máximo nivel de tensión	
Sin pérdida de la regulación	24 V
Deriva	± 127 ppm / ° C
REQUISITOS DE POTENCIA	
Análogo	135 mW de potencia máximo
	15 V 4,5 mA máximo
	-15 V 4,5 mA máximo
Digital	153 mW de potencia máx 5 V. max 30,6 mA
Peso	24 g (0,8 oz)
Conectores I / O	20-pines derecha ángulo conector macho, 6-pin terminal de tornillo
Campo de cableado de diámetro	28 a 16 AWG
TENSIÓN MÁXIMA DE TRABAJO	

Continuación

Tensión máxima de trabajo	Cada entrada debe permanecer dentro de ± 12 V de terreno
AMBIENTAL	
Temperatura de servicio	0 a 50 ° C
Temperatura de almacenamiento	-20 A 70 ° C
Humedad	5 a 90% de humedad relativa, sin condensación
Altitud máxima	2.000 m
El grado de contaminación (uso en interiores)	2
Físico	 <p style="text-align: center;">Figure 3. SCC-RTD01 Dimensions</p>

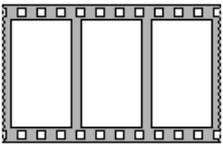
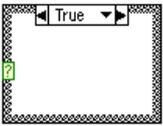
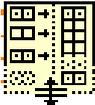
ANEXO 7

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS NI SCC-CI20 ENTRADA DE CORRIENTE

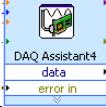
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MÓDULO SCC-CI20	
ENTRADA ANALÓGICA	
Número de canales de entrada	2 DIFF
Rango de entrada	0 a 20 mA
ENTRADA RESISTENCIA	
Valor	249 Ω
Tolerancia	0,05%
COEFICIENTE DE TEMPERATURA	
resistencia	10 ppm / ° C
Disipación de potencia máxima	0,25 W
Máximo mA de corriente de entrada	32
Rango de salida	0 a 5 V
Salida de velocidad de subida	0,75 V / μs min
Ganancia de error	± 0,1% max l
La temperatura del error de ganancia	± 0,006% / ° C máx
Error de offset	± 0,6 mV max l
Estabilidad de la temperatura de offset de error	± 21 mV máx / ° C
REQUISITOS DE POTENCIA	
Análogo	100 mW máximo
+15 V	3,2 mA máximo
-15 V	3,2 mA máximo
FÍSICO	
Dimensiones	8,89 cm x 2,92 cm x 1,85 cm
Alambre de alcance del indicador	28 a 16 AWG
AMBIENTAL	
Temperatura de servicio	0 a 50 ° C
Temperatura de almacenamiento	-20 A 70 ° C
Humedad	10 a 90% RH, sin condensación
Altitud máxima	2.000 m
El grado de contaminación (uso en interiores)	2
Físico	<p>1 Input Resistor for AI (X) 4 Spare Resistors 2 Product Name 5 Input Resistor for AI (X+8) 3 Assembly Number</p>
Figure 2. SCC-CI20 Parts Locator Diagram	

ANEXO 8

HERRAMIENTAS DE PROPÓSITO GENERAL

	While Loop	<p>Repite un subdiagrama o función colocado dentro del, hasta que el terminal condicional, un terminal de entrada, recibe un valor booleano en particular.</p>
	Flat Sequence Structure (Flat Sequence)	<p>Consiste en subdiagramas de uno o más, o marcos, que se ejecutan de forma secuencial. Usar la estructura plana de secuencia para asegurar que un subdiagrama ejecuta antes o después de otra subdiagrama.</p>
	Case Structure	<p>Tiene uno o más subdiagramas, o los casos, de los cuales se ejecuta uno a la vez. El valor cableado en la terminal selectora determina que caso ejecutar.</p>
	Build Array	<p>Concatena múltiples matrices o añade elementos a una matriz n-dimensional.</p>
	Bundle	<p>Reúne un conjunto de elementos individuales.</p>
	Mean.vi	<p>Calcula la media de los valores en la secuencia de la entrada x.</p>
	Convert from Dynamic Data	<p>Convierte el tipo de datos dinámicos a numérico, booleano, de forma de onda, y los tipos de datos de la matriz para su uso con otros VIs y funciones.</p>
	Subtract	<p>Calcula la diferencia de las entradas.</p>
	Less?	<p>Devuelve verdadero si x es menor que y. De lo contrario, esta función devuelve falso. Puede cambiar el modo de comparación de esta función.</p>
	Greater?	<p>Devuelve verdadero si x es mayor que y. De lo contrario, esta función devuelve falso. Puede cambiar el modo de comparación de esta función.</p>
	Not	<p>Calcula la negación lógica de la entrada. Si x es falso, la función devuelve verdadero. Si x es verdadero, la función devuelve falso.</p>

Continuación

	<p>And</p>	<p>Calcula el And lógico de las entradas. Ambas entradas deben ser valores Booleanos o numéricos. Si ambas entradas son verdaderas, la función devuelve verdadero. De lo contrario, devuelve falso.</p>
	<p>Or</p>	<p>Calcula el Or lógico de las entradas. Ambas entradas deben ser valores Booleanos o numéricos. Si ambas entradas son falsas, la función devuelve falso. De lo contrario, devuelve verdadero.</p>
	<p>DAQ Assistant</p>	<p>El DAQ Assistant adquiere datos a través de una tarjeta de adquisición de datos.</p>
	<p>Wait (ms)</p>	<p>La función Wait (ms), espera hasta que el contador de milisegundos cuente en una cantidad igual a la entrada que usted especifica. Esta función garantiza que la velocidad de ejecución del ciclo es al menos la cantidad en la entrada que usted especifica.</p>
	<p>Waveform Graph</p>	<p>La gráfica muestra mediciones de temperatura.</p>

ANEXO 9

TABLA TERMOCUPLA TIPO K

K^oC

TABLE 9 Type K Thermocouple — thermoelectric voltage as a function of temperature (°C); reference junctions at 0 °C

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	°C
Thermoelectric Voltage in Millivolts												
-270	-6.458											-270
-260	-6.411	-6.444	-6.446	-6.448	-6.450	-6.452	-6.453	-6.455	-6.456	-6.457	-6.458	-260
-250	-6.404	-6.408	-6.413	-6.417	-6.421	-6.425	-6.429	-6.432	-6.435	-6.438	-6.441	-250
-240	-6.344	-6.351	-6.358	-6.364	-6.370	-6.377	-6.382	-6.388	-6.393	-6.399	-6.404	-240
-230	-6.262	-6.271	-6.280	-6.289	-6.297	-6.306	-6.314	-6.322	-6.329	-6.337	-6.344	-230
-220	-6.158	-6.170	-6.181	-6.192	-6.202	-6.213	-6.223	-6.233	-6.243	-6.252	-6.262	-220
-210	-6.035	-6.048	-6.061	-6.074	-6.087	-6.099	-6.111	-6.123	-6.135	-6.147	-6.158	-210
-200	-5.891	-5.907	-5.922	-5.936	-5.951	-5.965	-5.980	-5.994	-6.007	-6.021	-6.035	-200
-190	-5.730	-5.747	-5.763	-5.780	-5.797	-5.813	-5.829	-5.845	-5.861	-5.876	-5.891	-190
-180	-5.550	-5.569	-5.588	-5.606	-5.624	-5.642	-5.660	-5.678	-5.695	-5.713	-5.730	-180
-170	-5.354	-5.374	-5.395	-5.415	-5.435	-5.454	-5.474	-5.493	-5.512	-5.531	-5.550	-170
-160	-5.141	-5.163	-5.185	-5.207	-5.228	-5.250	-5.271	-5.292	-5.313	-5.333	-5.354	-160
-150	-4.913	-4.936	-4.960	-4.983	-5.006	-5.029	-5.052	-5.074	-5.097	-5.119	-5.141	-150
-140	-4.669	-4.694	-4.719	-4.744	-4.768	-4.793	-4.817	-4.841	-4.865	-4.889	-4.913	-140
-130	-4.411	-4.437	-4.463	-4.490	-4.516	-4.542	-4.567	-4.593	-4.618	-4.644	-4.669	-130
-120	-4.138	-4.166	-4.194	-4.221	-4.249	-4.276	-4.303	-4.330	-4.357	-4.384	-4.411	-120
-110	-3.852	-3.882	-3.911	-3.939	-3.968	-3.997	-4.025	-4.054	-4.082	-4.110	-4.138	-110
-100	-3.554	-3.584	-3.614	-3.645	-3.675	-3.705	-3.734	-3.764	-3.794	-3.823	-3.852	-100
-90	-3.243	-3.274	-3.306	-3.337	-3.368	-3.400	-3.431	-3.462	-3.492	-3.523	-3.554	-90
-80	-2.920	-2.953	-2.986	-3.018	-3.050	-3.083	-3.115	-3.147	-3.179	-3.211	-3.243	-80
-70	-2.587	-2.620	-2.654	-2.688	-2.721	-2.755	-2.788	-2.821	-2.854	-2.887	-2.920	-70
-60	-2.243	-2.278	-2.312	-2.347	-2.382	-2.416	-2.450	-2.485	-2.519	-2.553	-2.587	-60
-50	-1.889	-1.925	-1.961	-1.996	-2.032	-2.067	-2.103	-2.138	-2.173	-2.208	-2.243	-50
-40	-1.527	-1.564	-1.600	-1.637	-1.673	-1.709	-1.745	-1.782	-1.818	-1.854	-1.889	-40
-30	-1.156	-1.194	-1.231	-1.268	-1.305	-1.343	-1.380	-1.417	-1.453	-1.490	-1.527	-30
-20	-0.778	-0.816	-0.854	-0.892	-0.930	-0.968	-1.006	-1.043	-1.081	-1.119	-1.156	-20
-10	-0.392	-0.431	-0.470	-0.508	-0.547	-0.586	-0.624	-0.663	-0.701	-0.739	-0.778	-10
0	0.000	-0.039	-0.079	-0.118	-0.157	-0.197	-0.236	-0.275	-0.314	-0.353	-0.392	0
0	0.000	0.039	0.079	0.119	0.158	0.198	0.238	0.277	0.317	0.357	0.397	0
10	0.397	0.437	0.477	0.517	0.557	0.597	0.637	0.677	0.718	0.758	0.798	10
20	0.798	0.838	0.879	0.919	0.960	1.000	1.041	1.081	1.122	1.163	1.203	20
30	1.203	1.244	1.285	1.326	1.366	1.407	1.448	1.489	1.530	1.571	1.612	30
40	1.612	1.653	1.694	1.735	1.776	1.817	1.858	1.899	1.941	1.982	2.023	40
50	2.023	2.064	2.106	2.147	2.188	2.230	2.271	2.312	2.354	2.395	2.436	50
60	2.436	2.478	2.519	2.561	2.602	2.644	2.685	2.727	2.768	2.810	2.851	60
70	2.851	2.893	2.934	2.976	3.017	3.059	3.100	3.142	3.184	3.225	3.267	70
80	3.267	3.308	3.350	3.391	3.433	3.474	3.516	3.557	3.599	3.640	3.682	80
90	3.682	3.723	3.765	3.806	3.848	3.889	3.931	3.972	4.013	4.055	4.096	90
100	4.096	4.138	4.179	4.220	4.262	4.303	4.344	4.385	4.427	4.468	4.509	100
110	4.509	4.550	4.591	4.633	4.674	4.715	4.756	4.797	4.838	4.879	4.920	110
120	4.920	4.961	5.002	5.043	5.084	5.124	5.165	5.206	5.247	5.288	5.328	120
130	5.328	5.369	5.410	5.450	5.491	5.532	5.572	5.613	5.653	5.694	5.735	130
140	5.735	5.775	5.815	5.856	5.896	5.937	5.977	6.017	6.058	6.098	6.138	140
150	6.138	6.179	6.219	6.259	6.299	6.339	6.380	6.420	6.460	6.500	6.540	150
160	6.540	6.580	6.620	6.660	6.701	6.741	6.781	6.821	6.861	6.901	6.941	160
170	6.941	6.981	7.021	7.060	7.100	7.140	7.180	7.220	7.260	7.300	7.340	170
180	7.340	7.380	7.420	7.460	7.500	7.540	7.579	7.619	7.659	7.699	7.739	180
190	7.739	7.779	7.819	7.859	7.899	7.939	7.979	8.019	8.059	8.099	8.138	190

ANEXO 10

TABLA RTD DE PLATINO

Pt¹⁰⁰C

TABLE 29 100Ω Platinum RTD — 0.00385 coefficient
temperature in °C

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	°C
Resistance in Ohms												
-200	18.52											-200
-190	22.83	22.40	21.97	21.54	21.11	20.68	20.25	19.82	19.38	18.95	18.52	-190
-180	27.10	26.67	26.24	25.82	25.39	24.97	24.54	24.11	23.68	23.25	22.83	-180
-170	31.34	30.91	30.49	30.07	29.64	29.22	28.80	28.37	27.95	27.52	27.10	-170
-160	35.54	35.12	34.70	34.28	33.86	33.44	33.02	32.60	32.18	31.76	31.34	-160
-150	39.72	39.31	38.89	38.47	38.05	37.64	37.22	36.80	36.38	35.96	35.54	-150
-140	43.88	43.46	43.05	42.63	42.22	41.80	41.39	40.97	40.56	40.14	39.72	-140
-130	48.00	47.59	47.18	46.77	46.36	45.94	45.53	45.12	44.70	44.29	43.88	-130
-120	52.11	51.70	51.29	50.88	50.47	50.06	49.65	49.24	48.83	48.42	48.00	-120
-110	56.19	55.79	55.38	54.97	54.56	54.15	53.75	53.34	52.93	52.52	52.11	-110
-100	60.26	59.85	59.44	59.04	58.63	58.23	57.82	57.41	57.01	56.60	56.19	-100
-90	64.30	63.90	63.49	63.09	62.68	62.28	61.88	61.47	61.07	60.66	60.26	-90
-80	68.33	67.92	67.52	67.12	66.72	66.31	65.91	65.51	65.11	64.70	64.30	-80
-70	72.33	71.93	71.53	71.13	70.73	70.33	69.93	69.53	69.13	68.73	68.33	-70
-60	76.33	75.93	75.53	75.13	74.73	74.33	73.93	73.53	73.13	72.73	72.33	-60
-50	80.31	79.91	79.51	79.11	78.72	78.32	77.92	77.52	77.12	76.73	76.33	-50
-40	84.27	83.87	83.48	83.08	82.69	82.29	81.89	81.50	81.10	80.70	80.31	-40
-30	88.22	87.83	87.43	87.04	86.64	86.25	85.85	85.46	85.06	84.67	84.27	-30
-20	92.16	91.77	91.37	90.98	90.59	90.19	89.80	89.40	89.01	88.62	88.22	-20
-10	96.09	95.69	95.30	94.91	94.52	94.12	93.73	93.34	92.95	92.55	92.16	-10
0	100.00	99.61	99.22	98.83	98.44	98.04	97.65	97.26	96.87	96.48	96.09	0
0	100.00	100.39	100.78	101.17	101.56	101.95	102.34	102.73	103.12	103.51	103.90	0
10	103.90	104.29	104.68	105.07	105.46	105.85	106.24	106.63	107.02	107.40	107.79	10
20	107.79	108.18	108.57	108.96	109.35	109.73	110.12	110.51	110.90	111.29	111.67	20
30	111.67	112.06	112.45	112.83	113.22	113.61	114.00	114.38	114.77	115.15	115.54	30
40	115.54	115.93	116.31	116.70	117.08	117.47	117.86	118.24	118.63	119.01	119.40	40
50	119.40	119.78	120.17	120.55	120.94	121.32	121.71	122.09	122.47	122.86	123.24	50
60	123.24	123.63	124.01	124.39	124.78	125.16	125.54	125.93	126.31	126.69	127.08	60
70	127.08	127.46	127.84	128.22	128.61	128.99	129.37	129.75	130.13	130.52	130.90	70
80	130.90	131.28	131.66	132.04	132.42	132.80	133.18	133.57	133.95	134.33	134.71	80
90	134.71	135.09	135.47	135.85	136.23	136.61	136.99	137.37	137.75	138.13	138.51	90
100	138.51	138.88	139.26	139.64	140.02	140.40	140.78	141.16	141.54	141.91	142.29	100
110	142.29	142.67	143.05	143.43	143.80	144.18	144.56	144.94	145.31	145.69	146.07	110
120	146.07	146.44	146.82	147.20	147.57	147.95	148.33	148.70	149.08	149.46	149.83	120
130	149.83	150.21	150.58	150.96	151.33	151.71	152.08	152.46	152.83	153.21	153.58	130
140	153.58	153.96	154.33	154.71	155.08	155.46	155.83	156.20	156.58	156.95	157.33	140
150	157.33	157.70	158.07	158.45	158.82	159.19	159.56	159.94	160.31	160.68	161.05	150
160	161.05	161.43	161.80	162.17	162.54	162.91	163.29	163.66	164.03	164.40	164.77	160
170	164.77	165.14	165.51	165.89	166.26	166.63	167.00	167.37	167.74	168.11	168.48	170
180	168.48	168.85	169.22	169.59	169.96	170.33	170.70	171.07	171.43	171.80	172.17	180
190	172.17	172.54	172.91	173.28	173.65	174.02	174.38	174.75	175.12	175.49	175.86	190
200	175.86	176.22	176.59	176.96	177.33	177.69	178.06	178.43	178.79	179.16	179.53	200
210	179.53	179.89	180.26	180.63	180.99	181.36	181.72	182.09	182.46	182.82	183.19	210
220	183.19	183.55	183.92	184.28	184.65	185.01	185.38	185.74	186.11	186.47	186.84	220
230	186.84	187.20	187.56	187.93	188.29	188.66	189.02	189.38	189.75	190.11	190.47	230
240	190.47	190.84	191.20	191.56	191.92	192.29	192.65	193.01	193.37	193.74	194.10	240
250	194.10	194.46	194.82	195.18	195.55	195.91	196.27	196.63	196.99	197.35	197.71	250
260	197.71	198.07	198.43	198.79	199.15	199.51	199.87	200.23	200.59	200.95	201.31	260
270	201.31	201.67	202.03	202.39	202.75	203.11	203.47	203.83	204.19	204.55	204.90	270
280	204.90	205.26	205.62	205.98	206.34	206.70	207.05	207.41	207.77	208.13	208.48	280
290	208.48	208.84	209.20	209.56	209.91	210.27	210.63	210.98	211.34	211.70	212.05	290
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	°C

ANEXO 11

INFORMACIÓN GENERAL DEL NI SCC-DO01

El SCC-DO01 es un módulo de salida digital de un solo canal con aislamiento óptico para conectar dispositivos externos. El circuito de aislamiento óptico del SCC-DO01 maneja hasta 24 VDC e incluye un LED de estado para verificación visual del estado de la salida del módulo. El SCC-DO01 incluye un conmutador externo para configurar el valor del estado inicial de encendido.

Características del módulo de salida digital NI SCC-DO01 de 1 canal

- Diseñado para usarse con sistemas blindados SC-2345.
- Módulo de salida digital con aislamiento óptico de un solo canal para conectar dispositivos externos (hasta 24 VDC).
- Cuenta con un LED de estado para verificación visual del estado de salida del módulo.
- Para adquisición de datos de pocos canales con múltiples tipos de sensor o señal.
- Estado de encendido configurable.



Módulo SCC-DO01

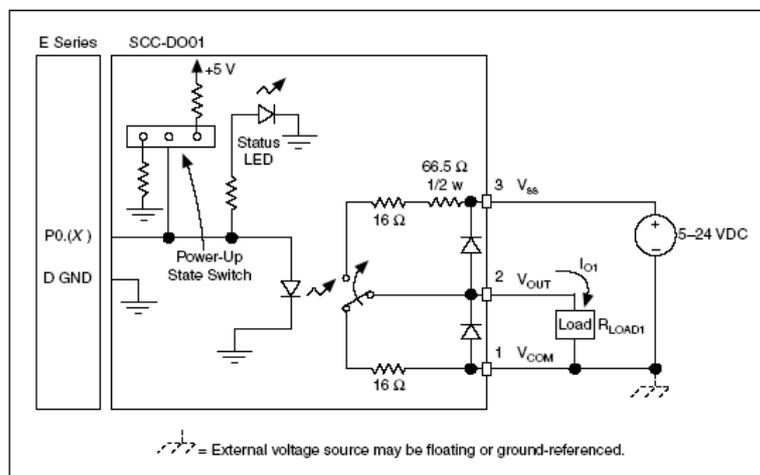


Diagrama de conexión del módulo SCC-DO01

ANEXO 12

CARACTERÍSTICAS Y DIAGRAMAS DE LOS CIRCUITOS ELECTROMECÁNICOS



CARACTERÍSTICAS NIQUELINA PARA AGUA

Potencia eléctrica.	440 watios
Voltaje de entrada.	110 Voltios de c.a.
Corriente nominal.	4 Amperios.



CARACTERÍSTICAS DE LOS RELÉS

Dispositivo	Volta bobina	Voltaje contactos de salida	Amperios
Relé para la niquelina	24 voltios	110/220 voltios	10 A
Relé para ventilador	24 voltios	110/220 voltios	10 A

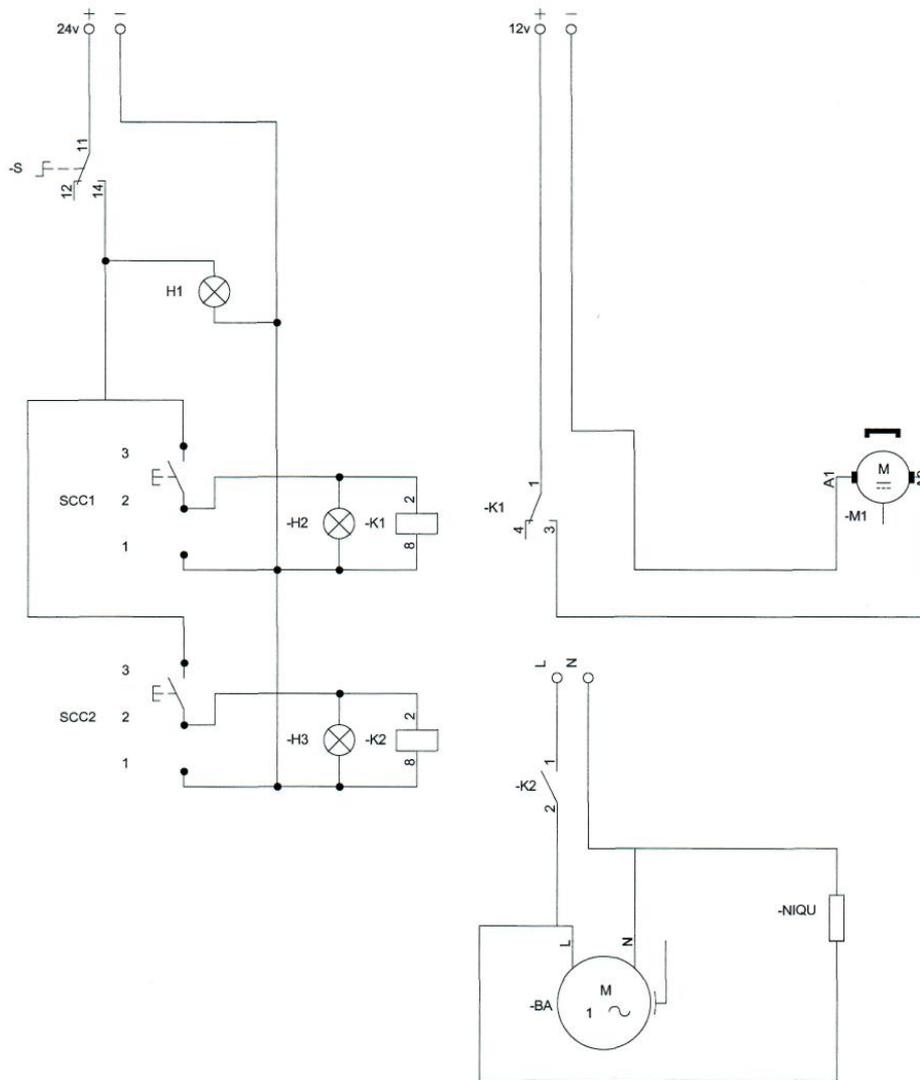


CARACTERÍSTICAS PARA EL MOTOR DEL VENTILADOR	
Voltaje	12 voltios de c.c.
Corriente nominal	0.23 Amperios.



CARACTERÍSTICAS DEL GENERADOR DE AIRE	
Modelo	SA -1500
Voltaje	230/115/12V
Frecuencia	50/60 Hz
Potencia	6 W
Presión	0.012 MPa
salida	2 x 3.2 L/min
Peso	0.43 Kg
Dimensiones	130 x 75 x 59 mm

ESQUEMA DE CONEXIÓN DE LOS CIRCUITOS ELECTROMECAÑICOS





CARACTERÍSTICAS DEL TRANSMISOR DE TEMPERATURA	
Marca	Foxboro
Modelo	893RA – QCLS012
Serie	2B9313
Temperatura del tambor	60 grados centígrados
Voltaje máximo de entrada	30 VCD
Potencia máxima de entrada	1 W
Corriente de salida	4 – 20mA

ESQUEMA DE CONEXIÓN DEL TRANSMISOR DE TEMPERATURA, RTD Y MÓDULO SCC-CI20

