



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO PARA EL
ANÁLISIS DE VARIABLES FÍSICAS Y GENERACIÓN DE REPORTES
UTILIZANDO DIADEM**

Trabajo de titulación

Tipo: Propuesta Tecnológica

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

AUTORES: ALEX SANTIAGO MACHADO VILLACRÉS

JAIRO VALMORE ROMERO GUANOLUISA

TUTOR: PABLO ERNESTO MONTALVO JARAMILLO

Riobamba – Ecuador

2018

ESPOCH

Facultad de Mecánica

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

2017-12-20

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

ALEX SANTIAGO MACHADO VILLACRÉS

Titulado:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO PARA EL
ANÁLISIS DE VARIABLES FÍSICAS Y GENERACIÓN DE REPORTE
UTILIZANDO DIADEM”**

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con ésta recomendación:

Ing. Pablo Ernesto Montalvo Jaramillo
DIRECTOR

Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos
MIEMBRO

ESPOCH

Facultad de Mecánica

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

2017-12-20

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

JAIRO VALMORE ROMERO GUANOLUISA

Titulado:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO PARA EL
ANÁLISIS DE VARIABLES FÍSICAS Y GENERACIÓN DE REPORTE
UTILIZANDO DIADEM”**

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con ésta recomendación:

Ing. Pablo Ernesto Montalvo Jaramillo
DIRECTOR

Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos
MIEMBRO

EXAMINACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: ALEX SANTIAGO MACHADO VILLACRÉS

TRABAJO DE TITULACIÓN: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO PARA EL ANÁLISIS DE VARIABLES FÍSICAS Y GENERACIÓN DE REPORTES UTILIZANDO DIADEM”

Fecha de Examinación: 2018-05-31

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Pablo Ernesto Montalvo Jaramillo DIRECTOR			
Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos ASESOR			

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

RECOMENDACIONES: _____

El presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

EXAMINACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: JAIRO VALMORE ROMERO GUANOLUISA

TRABAJO DE TITULACIÓN: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO PARA EL ANÁLISIS DE VARIABLES FÍSICAS Y GENERACIÓN DE REPORTES UTILIZANDO DIADEM”

Fecha de Examinación: 2018-05-31

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Pablo Ernesto Montalvo Jaramillo DIRECTOR			
Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos ASESOR			

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

RECOMENDACIONES: _____

El presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Alex Santiago Machado Villacrés y Jairo Valmore Romero Guanoluisa, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como Alex M. & Jairo R., asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Alex Santiago Machado Villacrés
Cedula de identidad: 060486387-8

Jairo Valmore Romero Guanoluisa
cedula de identidad: 060438438-8

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi madre Ana del Rocío Villacrés Mera quien, gracias a su apoyo incondicional a lo largo de toda mi carrera universitaria, presenciando los momentos de tristezas y alegrías, ayudándome siempre a cumplir todos mis propósitos que me planteado en la vida

A mis hermanos: Andy y Shuyana Machado Villacrés, ya que siempre han estado junto a mí brindándome su apoyo incondicional y motivándome para concluir con éxito mi carrera universitaria

Alex Santiago Machado Villacrés

A mis padres: Raúl y Teresa, por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida y mi carrera universitaria, ya que han sabido formarme de la mejor manera.

A mi esposa e hijo: Lizeth e Ismael por estar siempre a mi lado en todo momento, brindándome su apoyo y cariño incondicional durante toda mi carrera universitaria.

A mis hermanos que siempre han estado junto a mí brindándome su apoyo para culminar mi carrera universitaria.

Jairo Valmore Romero Guanoluisa

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme terminar con éxito ésta etapa de vida estudiantil conjuntamente con mi familia.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en especial a la prestigiosa carrera de Ingeniería de mantenimiento por permitirme formarme profesionalmente adquiriendo conocimientos para poder desenvolverme con facilidad en el campo laboral.

A nuestros profesores quienes han contribuido en mi formación académica aportando sus experiencia y conocimientos en especial a nuestro Tutor Ing. Pablo Montalvo y Asesor Ing. Marco Santillán quienes nos supieron guiar para la realización de nuestro trabajo final

ALEX SANTIAGO MACHADO VILLACRÉS

A Dios por haberme permitido culminar mi carrera universitaria. A la planta docente de la Carrera de Ingeniería de Mantenimiento por saberme guiar en mi desarrollo profesional, aportando conocimiento y experiencia, y un agradecimiento muy especial al Ing. Pablo Montalvo, que como nuestro tutor supo guiarnos en todo momento en la realización del trabajo de titulación, y mi asesor Ing. Marco Santillán por guiarnos en el desarrollo del trabajo.

JAIRO VALMORE ROMERO GUANOLUISA

CONTENIDO

Pág.

CAPÍTULO I

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Antecedentes	1
1.2	Justificación	2
1.3	Objetivos.....	2
1.3.1	<i>Objetivo general</i>	2
1.3.2	<i>Objetivos específicos</i>	3

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO	4
2.1	Fundamentos para la adquisición de datos	4
2.1.1	<i>Adquisición de datos</i>	5
2.2	Software para la adquisición de datos	6
2.2.1	<i>LabVIEW</i>	6
2.2.1.1	<i>Entorno a LabVIEW</i>	7
2.2.1.2	<i>Beneficios de LabVIEW</i>	7
2.2.1.3	<i>Características de LabVIEW</i>	8
2.2.2	<i>DIAdem</i>	8
2.3	Tarjeta de adquisición de datos NI myRIO – 1900	9
2.3.1	<i>Especificaciones técnicas</i>	9
2.3.1.1	<i>Elementos básicos constituyentes de un FPGA</i>	10
2.3.2	<i>Diagrama de bloques</i>	11
2.3.3	<i>Conectores de salida</i>	12
2.4	Introducción a los sensores.	14
2.4.1	<i>Sensores</i>	14
2.4.2	<i>Clasificación según el tipo de señal que generan</i>	14
2.4.2.1	<i>Sensores digitales</i>	14
2.4.2.2	<i>Sensores analógicos</i>	15
2.4.2.3	<i>Sensores temporales</i>	15
2.4.3	<i>Sensores de velocidad, posición y aceleración</i>	15
2.4.3	<i>Encoder</i>	16
2.4.4	<i>Sensor de temperatura y humedad o transductor</i>	17

2.4.4.1	<i>Sensor de temperatura.</i>	17
2.5	Entrenador de Planta de Control (EPC)	17
2.5.1	<i>Especificaciones técnicas.</i>	17
2.5.1.1	<i>Alimentación.</i>	18
2.5.2	<i>Características del EPC</i>	19
2.5.2.1	<i>Control de temperatura.</i>	19
2.5.2.2	<i>Control de velocidad del motor DC.</i>	19
2.5.2.3	<i>Control de movimiento.</i>	20
2.5.2.4	<i>Características adicionales del EPC</i>	20

CAPÍTULO III

3.	MONTAJE, INSTALACIÓN Y PROGRAMACIÓN UTILIZADA EN EL SISTEMA DE GENERACIÓN DE REPOTES	22
3.1	Conexión del sistema de generación de reportes	22
3.1.1	<i>Montaje del sistema de generación de reportes</i>	24
3.2	Interfaz my RIO-1900, EPC Y PC	26
3.3	NI myRIO-1900	27
3.3.1	<i>Configuración de NI myRIO-1900</i>	27
3.3.2	<i>Comunicación NI myRIO con la PC</i>	31
3.3.3	<i>Comunicación NI myRIO con LabVIEW</i>	32
3.3.4	<i>Creación de un proyecto en LabVIEW</i>	33
3.3.5	<i>Programación del encoder en LabVIEW</i>	37
3.3.5.1	<i>Diagrama de conexión del encoder de pasos</i>	39
3.3.5.2	<i>Programación del control motor encoder.</i>	40
3.3.5.3	<i>Programación del acelerómetro</i>	43
3.3.5.4	<i>Programación del sensor de temperatura del módulo EPC</i>	45
3.3.5.5	<i>Programación del halógeno del EPC</i>	51
3.4	<i>Generación de reportes en Excel</i>	53
3.4.1	<i>Programación para la generación de reportes en Excel</i>	60
3.4.1.1	<i>Programación del encabezado para el reporte en Excel</i>	61
3.4.1.2	<i>Programación de tablas y gráficos para el reporte en Excel.</i>	61
3.5	Generación de reportes en DIAdem.	62

CAPÍTULO IV

4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
----	--------------------------------	----

4.1	Conclusiones.....	69
4.2	Recomendaciones	70

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2-1 Descripción de señales MXP en los conectores A y B	12
Tabla 2-2 Descripción de señales en MSP del conector C.....	13
Tabla 3-1 Funciones utilizadas para la generación de reportes en Excel	60

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2-1 Componentes de un sistema de adquisición de datos.....	5
Figura 2-2 Esquema de bloques de una tarjeta de adquisición de datos	6
Figura 2-3 LabVIEW	6
Figura 2-4 DIAdem.....	8
Figura 2-5 Prueba de dispositivo.....	9
Figura 2-6 NI myRIO-1900	11
Figura 2-7 NI myRIO-1900 hardware diagrama de bloques	11
Figura 2-8 Principales y secundarias señales en MXP de los conectores A y B	12
Figura 2-9 Señales en el conector MSP del sistema C.....	13
Figura 2-10. Sensores más utilizados para sensar posición, velocidad, aceleración.	15
Figura 2-11. Movimiento rectilíneo y movimiento angular.....	16
Figura 2-12 Encoder.....	16
Figura 2-13 Diagrama esquemático de partes principales de EPC	18
Figura 3-1 Diagrama de conexión del motor DC	22
Figura 3-2 Diagrama de conexión del motor sensor de temperatura	23
Figura 3-3 Diagrama de conexión del encoder con NI myRIO	23
Figura 3-4 Diagrama de conexión del ventilador del EPC	24
Figura 3-5 Diagrama de conexión del halógeno del EPC.....	24
Figura 3-6 Tablero eléctrico de plástico listo para el montaje del sistema	25
Figura 3-7 Montaje de los equipos en el tablero eléctrico de plástico	25
Figura 3-8 Sistema de generación de reportes	26
Figura 3-9 Comunicación entre PC, myRIO-1900,EPC.....	26
Figura 3-10 Dispositivo NI myRIO-1900	27
Figura 3-11 Reconocimiento del NI myRIO en la PC.....	28
Figura 3-12 Configuración en línea del NI myRIO-1900.....	28
Figura 3-13 Configuración en línea del NI myRIO-1900.....	29
Figura 3-14 Configuración del myRIO con nombre de los tesisistas	29
Figura 3-15 Configuración de myRIO con la zona horaria actual	30
Figura 3-16 Verificación de los cambios realizados en el dispositivo NI myRIO-1900.....	30
Figura 3-17 Verificación del dispositivo MyRIO en NI MAX.....	31
Figura 3-18 Reconocimiento del dispositivo NI myRIO en NI MAX	32
Figura 3-19 Reconocimiento del NI myRIO para abrir en LabVIEW 2015	32
Figura 3-20 Software LabVIEW 2015 utilizado para la programación	33

Figura 3-21	Software LabVIEW 2015 utilizado para la programación	33
Figura 3-22	Creación de un nuevo proyecto myRIO	34
Figura 3-23	Selección del tipo de conexión en nuestro caso USB	35
Figura 3-24	comunicación myRIO LabVIEW	35
Figura 3-25	Verificación de la conexión PC, NI myRIO	36
Figura 3-26	Creación de un VI (Virtual Instrument)	36
Figura 3-27	Ventana para la programación en LabVIEW	37
Figura 3-28	Creación de Timed Loop en el diagrama de bloques	38
Figura 3-29	Selección del icono encoder para el diagrama de bloques	38
Figura 3-30	Diagrama de conexión del encoder	39
Figura 3-31	Configuración del encoder de paso	39
Figura 3-32	Programación de la frecuencia del encoder	40
Figura 3-33	Programación de motor encoder	41
Figura 3-34	Visualización numérica y grafica del voltaje de salida	41
Figura 3-35	Configuración de todos los parámetros del motor encoder	42
Figura 3-36	Visualización de los parámetros de funcionamiento del encoder	42
Figura 3-37	Inicio de la programación del acelerómetro	43
Figura 3- 38	Configuración de los canales X, Y, Z de la tarjeta myRIO	43
Figura 3- 39	Función Bundle en los canales del myRIO 1900	44
Figura 3- 40	Booleano en cada uno de los ejes del acelerómetro	44
Figura 3- 41	Visualización del acelerómetro programado	45
Figura 3-42	Colocación de una entrada analógica para la programación del sensor de temperatura	45
Figura 3-43	Selección de la entrada (A/AI1 Pin 5) para la programación del sensor de temperatura	46
Figura 3-44	Selección del termómetro para la visualización de la temperatura	46
Figura 3-45	Colocación de un waveform chart para la visualización de la temperatura	47
Figura 3-46	Configuración de la amplitud en el eje Y	47
Figura 3-47	Configuración del eje X para la visualización de la temperatura	48
Figura 3-48	Ubicación de la fórmula para la obtención de la temperatura	49
Figura 3-49	Configuración del paro en la programación de la temperatura	49
Figura 3-50	Configuración de ventilador del EPC	50
Figura 3-51	Programación del encendido automático del ventilador	50
Figura 3-52	Configuración final del sensor de temperatura	51
Figura 3- 53	Configuración salida y nombre del halógeno	51
Figura 3-54	Condición de acondicionamiento automático para el halógeno	52

Figura 3-55 Asignación del control halógeno en el sistema	52
Figura 3-56 Configuración del paro para el halógeno en el sistema	53
Figura 3-57 Programación completa del sistema de generación de reportes	54
Figura 3-58 Visualización de datos obtenidos en el panel frontal	55
Figura 3- 59 Ventana de visualización de trabajos	56
Figura 3- 60 Selección de una nueva variable en NI myRIO 1900.....	56
Figura 3- 61 Configuración de la ventana de visualización de proyectos.....	57
Figura 3- 62 Creación de nuevas variables.....	57
Figura 3- 63 Creación de un nuevo VI en el computador.....	58
Figura 3- 64 Diagrama de bloques creado en la computadora.....	58
Figura 3- 65 Configuración del diagrama de bloques de la temperatura	59
Figura 3- 66 Creación de un indicador para la visualización de datos.....	59
Figura 3- 67 Sincronización de datos para el reporte en Excel.....	60
Figura 3- 68 Programación del encabezado del reporte en Excel	61
Figura 3- 69 Programación del encabezado del reporte en Excel	62
Figura 3- 70 Portada de presentación de los reportes	62
Figura 3-71 Importación de datos para la generación de reporte en DIAdem	63
Figura 3-72 Asignación de un nuevo canal a los datos a analizar.....	64
Figura 3-73 Configuración de datos para analizar en DIAdem	64
Figura 3-74 Visualización de los datos para analizar en DIAdem.....	65
Figura 3- 75 Análisis de datos de velocidad.....	65
Figura 3- 76 Selección de los valores calculados en el reporte de velocidad.....	66
Figura 3- 77 reporte final de velocidad en DIAdem.....	66
Figura 3- 78 reporte final de temperatura en DIAdem	67
Figura 3- 79 Reporte final del voltaje en DIAdem	67
Figura 3- 80 Reporte final del acelerómetro en DIAdem	68

LISTA DE ABREVIATURAS

ABREVIATURA	SIGNIFICADO
EPC	Entrenador de Planta de Control
DAQ	Data Acquisitions (Adquisición de Datos)
VI	Virtual Instrument (Instrumento Virtual)
FPGA	Matriz de puertas programables (Field programable gate array)
MXP	Mainboard Expansion Port (Placa base puerto de expansión)
MSP	Mini System Port (Mini puerto de sistema)
E/S	Entradas/Salidas
AI	Entrada analógica (Analogic Input)
AO	Salida analógica (analogic Ouput)
DIO	Entrada/Salida Digital (Digital Input/Oput)
DGND	Tierra digital (Digital Ground)

LISTA DE ANEXOS

- A.** Programación del sistema de generación de reportes en LabVIEW
- B.** Visualización de las variables físicas en LabVIEW.
- C.** Visualización de los reportes en Excel.
- D.** Reportes finales realizados en DIAdem.

RESUMEN

Se realizó la implementación de un sistema de control y monitoreo para el análisis de variables físicas y la generación de reportes en el módulo EPC (Entrenador de Planta de Control) mediante el uso de software DIAdem extensión de la National Instrument. Para el desarrollo de este sistema se utilizó un dispositivo electrónico NI myRIO 1900, el cual se encarga de la adquisición de datos que se genera en el módulo de simulación de planta. El EPC es una placa electrónica que incluye varios sensores y actuadores típicos en los sistemas de instrumentación y control tales como temperatura, velocidad, posición, señales analógicas de corriente continua, digital. Se procedió a la programación de estos dispositivos con el propósito de generar señales, las cuales se visualizarán en forma de datos mediante la programación del sistema de generación de reportes que se realizó en el LabVIEW, en donde se enlazó, la obtención de datos provenientes entre el EPC, la tarjeta de adquisición de datos myRIO 1900 y el computador, obteniendo reportes en archivos de Excel los cuales nos servirán para el análisis y la elaboración de reportes finales en el software DIAdem. Se realizaron las pruebas de funcionamiento del sistema de generación de reportes obteniendo así datos de las diferentes variables; velocidad, temperatura, aceleración en los planos XYZ y voltaje, para la correcta generación de reportes tanto en Excel como en DIAdem. Con la implementación de este sistema de generación de reportes servirá de gran ayuda para el aprendizaje de conceptos tanto como de control e instrumentación y a su vez también ayuda en la adquisición de reportes para el análisis de los datos obtenidos de máquinas como elementos que intervendrían en el análisis de futuras aplicaciones de este sistema de generación de reportes. Se recomendó implementar el sistema realizado, en futuros proyectos de titulación para poder facilitar el análisis e interpretación de reportes en cualquier tipo de equipo que se realice.

PALABRAS CLAVE <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <GENERACION DE REPORTES>, <ENTRENADOR DE PLANTA DE CONTROL>, <DIADEM (SOFTWARE) >, <LABVIEW (SOFTWARE)>, < ADQUISICIÓN DE DATOS>, < CONTROL>

ABSTRACT

The implementation of a monitoring and a control system was carried out in order to analyze the physic variables and the generation of reports in the EPC module with the use of DIAdem software from the National Instrument. For the development of this system, it was necessary to use NI myRIO 1900 electronic device, which is in charge of getting data generated in the plant simulation module. EPC is an electronic plate including both, sensors and actuators that are typical in instrumentation and control systems, such as temperature, speed, position, analogue and digital DC signals. It was necessary to program these devices to generate signals which will be visualized as data through the report generation system programming with the use of LabVIEW software where the data obtained from the EPC, myRIO 1900 data acquisition card, and the computer were linked together to obtain excel-file reports that will be used for the analysis and elaboration of final reports with DIAdem software. Some operation tests of the report generation system were carried out obtaining data from different variables such as: speed, temperature, acceleration in the XYZ planes and voltage for the right generation of reports in Excel and DIAdem. The implementation of this report generation system will be used for learning control and instrumentation concepts and at the same time, it will be used for getting repots to study the data obtained from machines as elements intervening in the analysis of future applications of this report generation system. It is recommended to implement the system in future graduation projects to ease the analysis and interpretation of reports in any kind of equipment.

KEY WORDS: <ENGINEERING SCIENCE AND TECHNOLOGY>, <REPORT GENERATION>, <EPC>, <DIADEM SOFTWARE>, <LABVIEW SOFTWARE>, <DATA COMPILATION>, <CONTROL>

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La comunicación ha sido sin duda un gran aporte para el desarrollo de la humanidad, ya que nos ha permitido la facilidad de poder interpretar nuestras ideas y pensamientos, el hombre siempre se las ha ingeniado para solucionar ésta situación y es ahí donde la tecnología ha entrado a ser protagonista para facilitar las cosas.

Con el creciente desarrollo de la tecnología en la comunicación llamado como “la segunda revolución Industrial”, pues ha provocado grandes cambios decisivos e influyentes en la economía de las naciones industrializadas y notables mejoras sociales en naciones que aspiran el bienestar de su sociedad.

En la última década la tecnología ha tenido un crecimiento evidentemente acelerado, por ésta razón, los sistemas de producción se han visto en la necesidad de ir actualizando, simplificando y modernizando sus sistemas, a la par con el desarrollo tecnológico implementando equipos y herramientas de control de última generación para así conseguir una mejora en la calidad de la producción.

Los Sistemas de Control y Adquisición de Datos en tiempo real, en la actualidad representan la herramienta tecnológica más usada en el campo industrial, cuyo objetivo es llevar información en tiempo real del funcionamiento y estado de los sistemas de producción, para así de ésta manera dar un diagnóstico de lo que está sucediendo en ese preciso instante en el cual influye directamente en una mejor toma de decisiones.

La Carrera de Ingeniería de Mantenimiento, la cual posee un laboratorio de Control y Automatización, el cual ha venido modernizándose con equipos de última tecnología para un mejor aprendizaje de los estudiantes de dicha carrera. Este laboratorio se encuentra equipado con varios módulos EPC (Entrenador de Planta de Control), los cuales se utilizan para la realización

de talleres y laboratorios en donde se obtiene mediciones de temperatura y velocidad sin ningún tipo de análisis y almacenamiento de datos programados para un mejor entendimiento práctico.

1.2 Justificación

En la época actual la tecnología en conjunto con los dispositivos de medición cumple una función protagónica y muy importante en el campo industrial ya que, por medio de los sistemas de adquisición de datos, facilita rotundamente la monitorización de los procesos industriales viendo la necesidad de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería de Mantenimiento se familiaricen con estos nuevos dispositivos de medición, monitorización de datos y la generación de reportes por medio de tarjetas de adquisición de datos en conjunto con el software LabVIEW y DIAdem.

Por tal razón se propone realizar la implementación de un sistema de control y monitoreo para el análisis de variables físicas y generación de reportes, utilizando DIAdem y una Tarjeta de Adquisición de Datos NI myRIO, en el Entrenador de Planta de Control EPC, ubicado en el laboratorio de Control y Automatización en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Ésta implementación ayudará a conocer el funcionamiento y desarrollo de un sistema de control moderno y también será un aporte tecnológico de gran ayuda, al ser una herramienta que permita realizar aplicaciones de supervisión y control para una mejor toma de decisiones.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general*

Implementar un sistema de control y monitoreo para el análisis de variables físicas y generación de reportes en el módulo EPC (Entrenador de Planta de Control) ubicado en el Laboratorio de Control y Automatización de La Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo utilizando DIAdem.

1.3.2 *Objetivos específicos*

Determinar las variables físicas que intervendrán en el sistema, así como las características para la adquisición del software y los diferentes dispositivos de medición necesarios para la realización del proyecto.

Diseñar y programar el sistema de adquisición de datos y generación de reportes a través del monitoreo con NI myRIO, LabVIEW en archivos Excel.

Realizar diferentes pruebas de campo con el sistema ya implementado en el EPC Entrenador de Planta de Control obteniendo datos que servirán para realizar los reportes.

Generar los reportes modelos con la adquisición de datos de las diferentes variables analizadas obtenidas a través del sistema implementado en DIAdem.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Fundamentos para la adquisición de datos

El gran auge en la evolución de herramientas computacionales moderna nos permite resolver problemas en el campo de la automatización y control de proceso industriales. En una automatización optima se logra la eficiencia y la productividad requerida, por lo tanto, es importante la búsqueda de un buen método de control una adquisición y un manejo de datos de manera eficiente para cada proceso industrial (Conexión DDE entre Matlab y Fix Dmacs (Software de supervisión, control y adquisicion de datos-SCADA) para un conrolador difuso, 2001 pág. 4)

Para alcázar los niveles de productividad en la industria, resulta indispensable aplicar tecnología de Automatización y control. Esto permite incrementar el rendimiento de las tareas repetitivas, brindar mayor seguridad a los operadores de planta y garantizar un determinado nivel de calidad en la producción.

Con la necesidad de simplificar las instalaciones y de reducir los costes de mantenimiento de las mismas dio lugar a que sistemas de producción complejos se dividiesen en subsistemas más sencillos, dedicados a tareas específicas y gobernadas por controladores propios. (RODRÍGUEZ PENIN, 2008 pág. 2)

Sin embargo, la utilización de tecnología en los procesos productivos exige la formación del personal idóneo para diseñar, mantener operar y optimizar sistemas cada vez más elaborados. Por ello, los especialistas en automatización deben estar preparados para adaptarse a una tecnología en constante desarrollo. (DANERI, 2004 pág. 9)

2.1.1 Adquisición de datos.

Es el proceso de medir a través de un computador personal un fenómeno físico o eléctrico como el voltaje, la presión, la temperatura, entre otros. Un sistema de adquisición de datos consta de varios sensores, un hardware para la adquisición de datos y una computadora con un software que permita realizar la programación.

Se utiliza una tarjeta de adquisición de datos que actúa como la interfaz entre una PC y señales del mundo exterior. Ésta funciona principalmente como un dispositivo que digitaliza señales analógicas entrantes para que una PC pueda interpretarlas. (NATIONAL INSTRUMENTS, 2014)



Figura 2-1 Componentes de un sistema de adquisición de datos

Fuente: <http://www.ni.com/data-acquisition/what-is/esa/>

Existen varios tipos de sistemas de adquisición de datos. Los Data Logger son sistemas que operan de forma independiente, la única función del ordenador es el volcado de los datos adquiridos. Las tarjetas de adquisición de datos no operan de forma independiente, sino que necesitan un ordenador para gobernarlas, las hay internas que usan como interfaces más habituales. (LAJARA VIZCAÍNO, y otros, 2007 págs. 161-186)

Las capacidades comunes que suelen tener las DAQ son:

- Adquisición de señales analógicas.
- Generación de señales analógicas.
- Generación y adquisición de señales digitales.

- Contadores y temporizadores
- Autocalibración, sensores, etc.

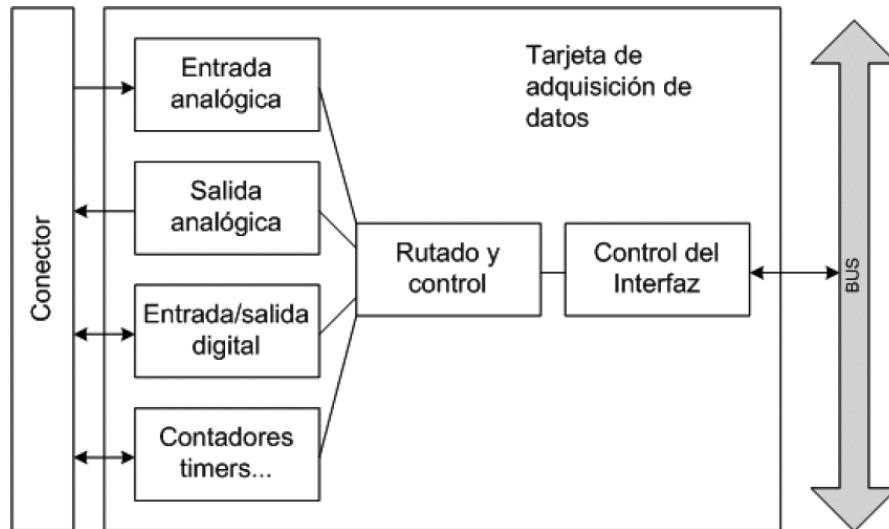


Figura 2-2 Esquema de bloques de una tarjeta de adquisición de datos
Fuente: (LAJARA VIZCAÍNO, y otros, 2007)

2.2 Software para la adquisición de datos

2.2.1 LabVIEW. Es un lenguaje y a la vez un entorno de programación grafica en el que se pueden crear aplicaciones de una forma rápida y sencilla, está orientada a aplicaciones de control de instrumentos electrónicos usadas en el desarrollo de sistemas de instrumentación lo que se conoce como instrumentación virtual, por este motivo los programas creados en LabVIEW se guardaran en ficheros llamados VI y con la misma extensión que significa instrumento virtual (LAJARA VIZCAÍNO, y otros, 2007 págs. 3-40)



Figura 2-3 LabVIEW
Fuente. Autores, 2018.

2.2.1.1 *Entorno a LabVIEW.* LabVIEW Es una herramienta de programación gráfica. Originalmente este programa está orientado a aplicaciones de control de instrumentos electrónicos usados en el desarrollo de sistemas de instrumentación, lo que se conoce como instrumentación virtual. Por este motivo los programas creados en LabVIEW se guardarán en ficheros llamados VI (Instrumentos Virtuales).

Relacionados con este concepto se da nombre a sus dos ventanas principales: un instrumento real tendrá un panel frontal donde estarán sus botones, pantallas, etc. y una circuitería interna. En LabVIEW, estas partes reciben el nombre de panel frontal y diagrama de bloques respectivamente.

- Panel frontal. Parte que ve el usuario, este es de un fondo gris.
- Diagrama de bloques. Parte donde se llevará a cabo la programación, este es de un fondo blanco.

El Panel frontal y el diagrama de bloques están conectados a través de los terminales, elementos que sirven como entradas o salidas de datos. (LAJARA VIZCAÍNO, y otros, 2007 págs. 161-162).

LabVIEW permite diseñar interfaces de usuarios mediante una consola interactiva basada en software, en ella podemos diseñar especificando un sistema funcional, un diagrama de bloques o una notación de diseño de ingeniería. LabVIEW es a la vez compatible con herramientas de desarrollo similares y puede trabajar con programas de otra área de aplicación.

LabVIEW está optimizado para el desarrollo de las aplicaciones de medida y automatización más exigentes. Debido a que la instrumentación virtual está basada en la tecnología informática estándar se puede disfrutar de un aumento exponencial en el rendimiento con un costo mucho más bajo que el de un nuevo instrumento de medida dedicado (NATIONAL INSTRUMENTS, 2014).

2.2.1.2 *Beneficios de LabVIEW.* Brinda la flexibilidad de un potente lenguaje de programación sin la complejidad de los entornos de desarrollo tradicionales, es fácil de aprender y utilizar su funcionalidad es completa con capacidades de E/S integradas, tiene un gran beneficio para el instructor en la explotación de conceptos, en mejor experiencia de aprendizaje, perfecta interacción con hardware para diseñar experimentos y además cuenta con una plataforma abierta para establecer interfaz con otras herramientas de ingeniería.

Beneficios para los estudiantes comprenden un aprendizaje rápido, sencillo y un estándar en la industria (NATIONAL INSTRUMENTS, 2017)

2.2.1.3 *Características de LabVIEW.* La principal característica de este software es la facilidad de uso, en ella pueden trabajar tanto programadores profesionales como personas que recién estén empezando a con su vida profesional con conocimientos básicos de programación.

Se enfoca comúnmente en sistema de medición como monitoreo de procesos y aplicaciones de control un ejemplo puede ser la adquisición de datos de variables físicas de un sistema de monitoreo en tiempo real. (NATIONAL INSTRUMENTS, 2017)

2.2.2 *DIAdem.* Es un software interactivo desarrollado por la National Instruments que permite adquirir y administrar datos, para analizarlos matemáticamente y gráficamente, lo que admite presentar datos en informes o reportes. DIAdem ofrece una combinación única de herramientas que se adaptan a los requisitos de los técnicos, ingenieros y científicos pueden ajustar todas las herramientas a sus respectivas tareas y las automatice en guiones lo que reduce sustancialmente el tiempo de evaluación.

También admite encontrar datos de prueba rápida y fácil, e identificar los datos correspondientes por medio de DataFinder (buscador de datos), para usarla no necesita una base de datos o un soporte ya que está listo para ser utilizado para directamente después de la instalación (NATIONAL INSTRUMENTS, 2014 pág. 1)

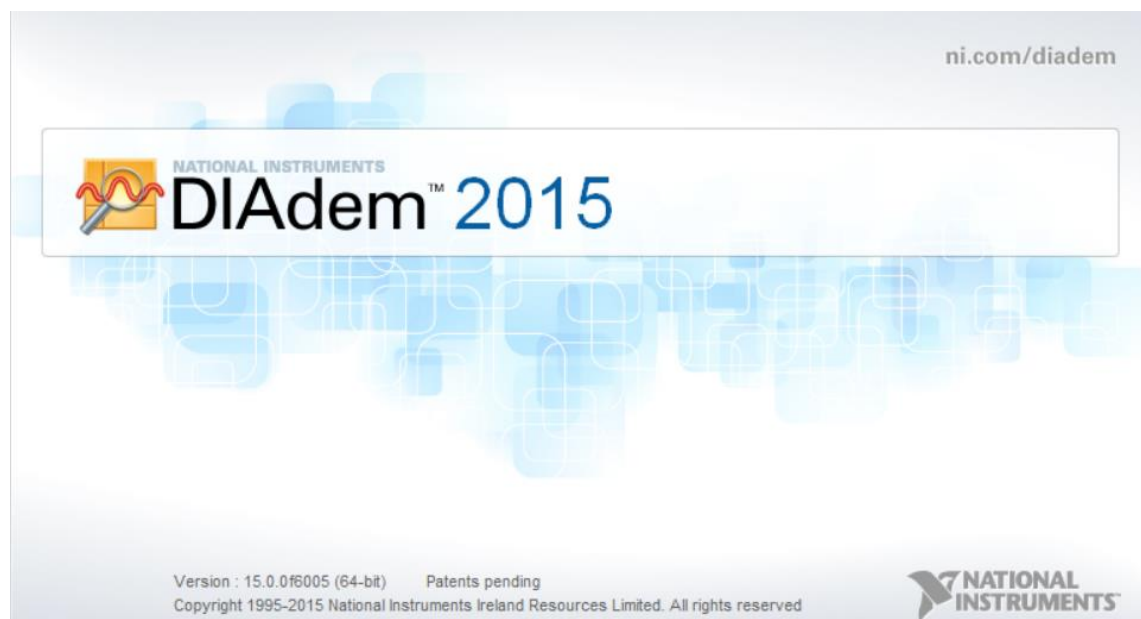


Figura 2-4 DIAdem

Fuente: (Autores, 2018)

2.3 Tarjeta de adquisición de datos NI myRIO – 1900

Es un dispositivo portátil de entradas y salidas (E/S) reconfigurables (RIO) diseñado específicamente para que los estudiantes puedan usar para los diferentes sistemas de control, robótica y mecatrónica. Con E/S reconfigurables en ambos lados del dispositivo en forma de conectores MXP y MSP incluye 10 entradas analógicas, 6 salidas analógicas, 40 líneas de E/S digitales, Wifi, Leds, un push-button, un acelerómetro interno, un FPGA Xilinx y un procesador dual-core ARM Cortex A9.

Se puede programar el myRIO 1900 con LabVIEW, Ésta versión habilitada por wifi permite una integración rápida y fácil en aplicaciones remotas y embebidas. (NATIONAL INSTRUMENTS, 2016 pp. 1-2)

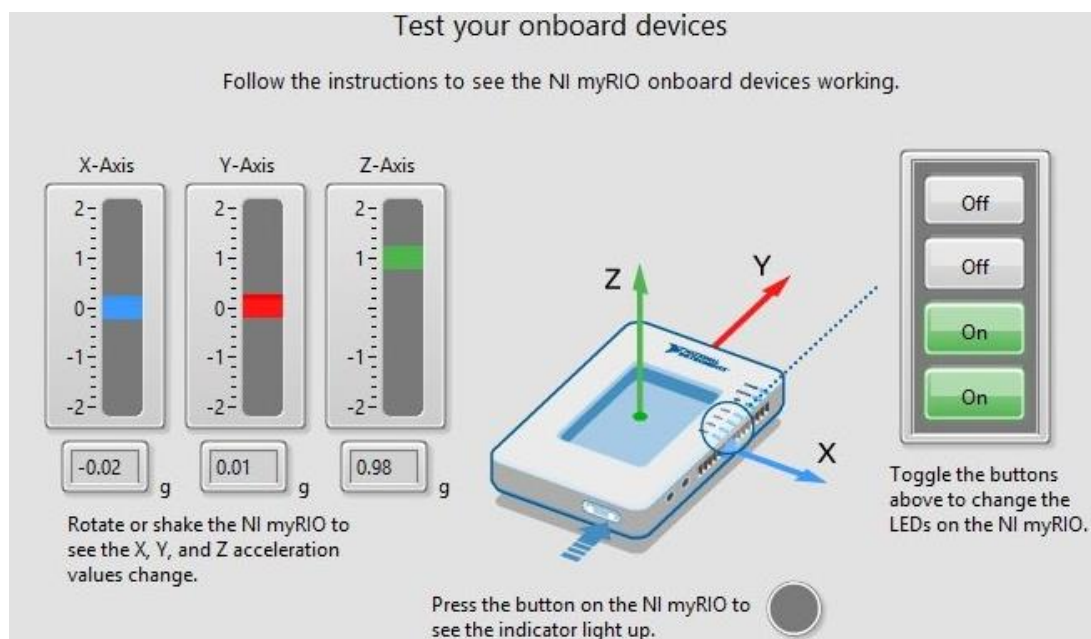


Figura 2-5 Prueba de dispositivo

Fuente: <https://www.theengineeringprojects.com/wp-content/uploads/2016/06/Getting-Started-with-myRio-4.jpg>

2.3.1 Especificaciones técnicas. Las siguientes especificaciones son típicas para el rango de temperatura de funcionamiento de (0 a 40) 0C.

- Procesador. -Cuenta con un procesador Xilinx Z-7010 con una velocidad de proceso de 667 MHz de dos núcleos.
- Memoria. - cuenta con una memoria de 512 MB, además de incorporar de una memoria RAM DDR3 de 256 MB con un reloj de frecuencia de 533 MHz y un ancho de bus de datos de 16 bits.

- FPGA. - Cuenta con un chip FPGA Xilinx Z-7010
- Características inalámbricas: Posee los modos de radio IEEE 802.11 b,g,n con una frecuencia de banda ISM 2.4 GHz, un ancho de canal de 20 MHz, su rango de alcance es hasta los 150 metros y una seguridad WPA, WPA2, WPA2-Enterprise.
- Puertos USB. - Posee un puerto USB 2.0 de alta velocidad
- Acelerómetro. – Este acelerómetro trabaja en los ejes X,Y,Z con un rango de ± 8 g con una resolución de 12 bits y una frecuencia de muestreo de 800 S/s. (NATIONAL INSTRUMENTS, 2016)

2.3.1.1 *Elementos básicos constituyentes de un FPGA.* son los siguientes:

- Bloques lógicos, cuya estructura y contenido se denomina arquitectura. Hay muchos tipos de arquitecturas que varían principalmente en complejidad, desde una simple puerta hasta módulos más complejos o estructura tipo PLD.
- Recursos de interconexión, cuya estructura y contenido se denomina arquitectura de rutado.
- Memoria RAM que se carga durante el reset para configurar bloques y conectarlos.
- Una de las principales ventajas que proporciona el uso del FPGA se destaca principalmente:

El bajo coste de prototipado y el corto tiempo de producción. Pero no todos son ventajas, entre los inconvenientes de su utilización se presenta su baja velocidad de operación y una baja densidad lógica (poca lógica implementable en un solo chip).

Su baja velocidad se debe a los retardos introducidos por los conmutadores y las largas pistas de conexión. (LÓPEZ VALLEJO, y otros, 2004 págs. 2-3)

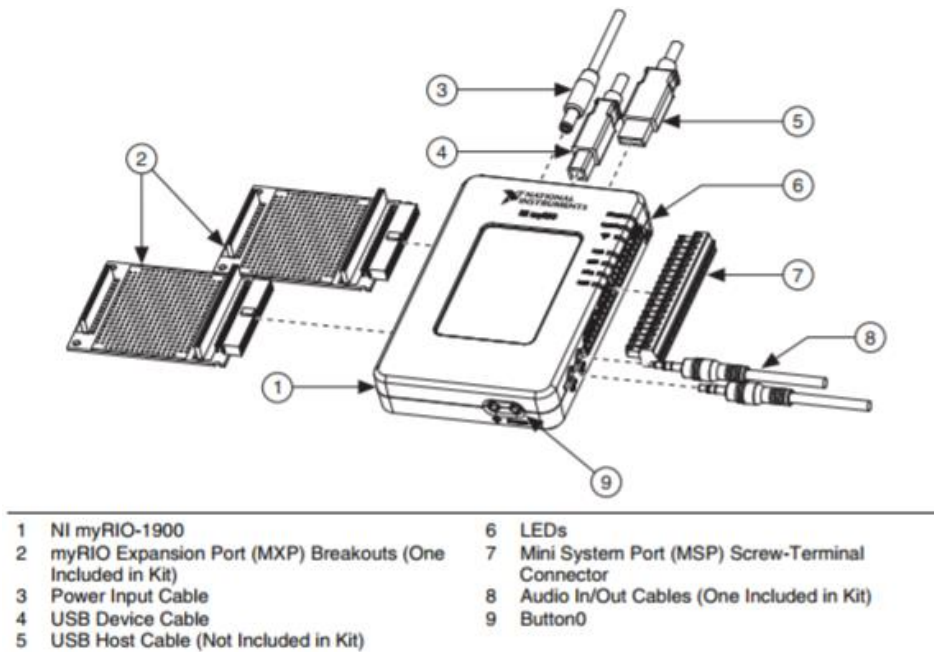


Figura 2-6 NI myRIO-1900
Fuente: (NATIONAL INSTRUMENTS, 2016)

2.3.2 Diagrama de bloques. El NI myRIO-1900 proporciona entrada analógica (AI), salida analógica (AO), entrada y salida digital (DIO), audio y salida de potencia en un dispositivo compacto integrado. El NI myRIO-1900 se conecta a una computadora host a través de USB e inalámbrico 802.11b, g, n.

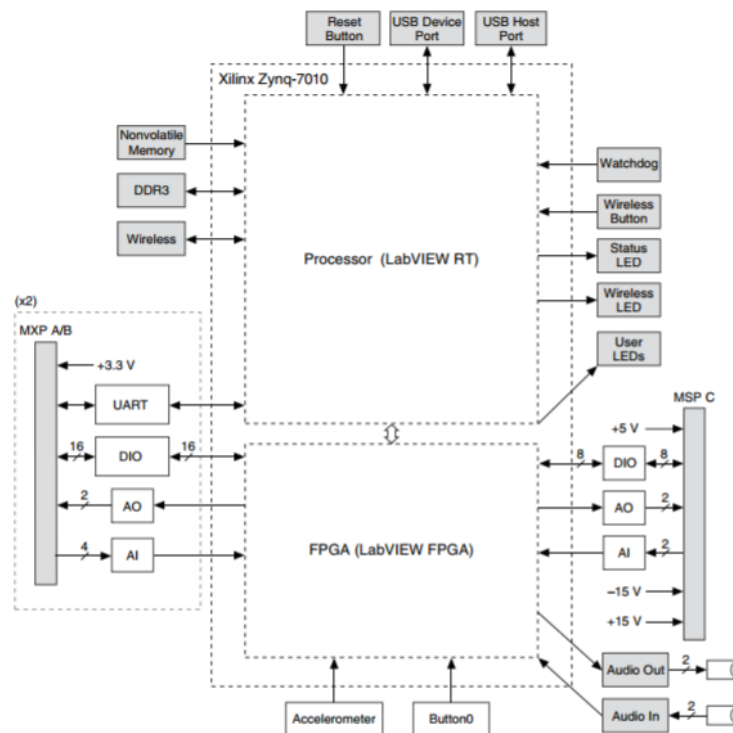


Figura 2-7 NI myRIO-1900 hardware diagrama de bloques
Fuente: (NATIONAL INSTRUMENTS, 2016)

2.3.3 Conectores de salida. Los conectores A y B del puerto de expansión NI myRIO-1900 llevan conjuntos idénticos de señales. Las señales se distinguen en el software por el nombre del conector como en el conector A/DIO1 y conector B/DIO1. La siguiente figura y tabla muestran las señales en los conectores MXP A y B, se debe tener en cuenta que algunos pines llevan funciones secundarias y primarias. (NATIONAL INSTRUMENTS, 2016).

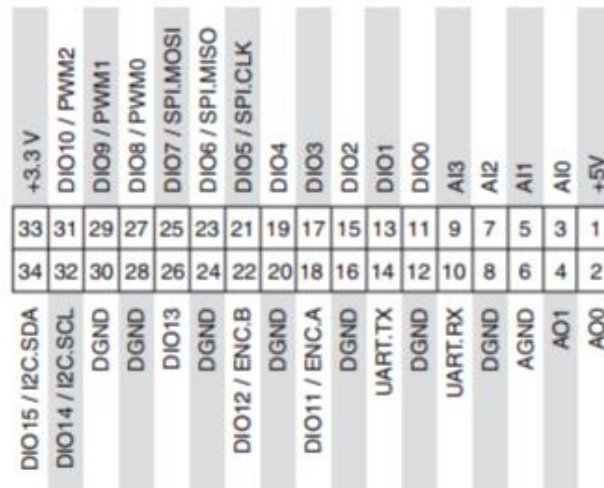


Figura 2-8 Principales y secundarias señales en MXP de los conectores A y B
Fuente. (NATIONAL INSTRUMENTS, 2016)

Tabla 2-1 Descripción de señales MXP en los conectores A y B

Nombre de la señal	Referencia	Dirección	Descripción
+5V	DGND	Output	+5V, Voltaje de salida
AI<0..3>	AGND	Input	0-5 V, canales de entrada analógica de referencia única. Consulte la sección de canales de entrada analógica para más información.
A0<0..1>	AGND	Output	0-5 V, salida analógica de terminación única. Consulte la sección de canales de salida analógica
AGND	N/A	N/A	Referencia para salida y entrada analógica.
+3.3V	DGND	Output	+3.3 V, Voltaje de salida.
DIO<0..15>	DGND	Input or Output	Líneas digitales de propósito general con salida de 3.3V, entrada compatible con 3.3V/5V.consulte la sección líneas de DIO para más información.
UART.RX	DGND	Input	UART recibe señales. Las líneas UART son eléctricamente idénticas a las líneas DIO.
UART.TX	DGND	Output	Salida de transmisión UART. Las líneas UART son eléctricamente idénticas a las líneas DIO.
DGND	N/A	N/A	Referencia para señales digitales, +5V, y +3.3V.

Realizado por: Autores, 2018

Fuente. (NATIONAL INSTRUMENTS, 2016)

La siguiente figura y tabla muestran las señales en el conector Mini Port (MSP) del sistema C. Algunos pines tienen funciones secundarias y funciones primarias.

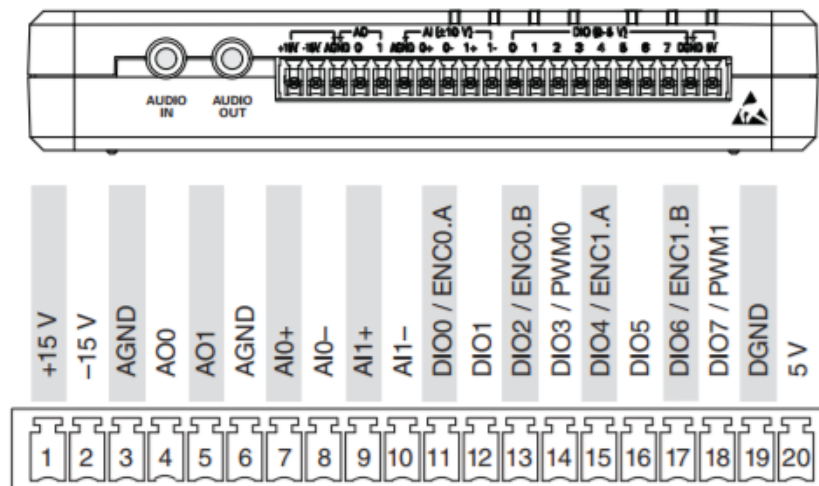


Figura 2-9 Señales en el conector MSP del sistema C

Fuente. (NATIONAL INSTRUMENTS, 2016)

Tabla 2-2 Descripción de señales en MSP del conector C

Nombre de señal	Referencia	Dirección	Descripción
+15V/-15	AGND	Salida	+15V/-15V, Voltaje de salida.
AI0+/AI0-; AI1+/AI1-	AGND	Entrada	±10 V, canales de entrada analógica diferencial. Consulte la sección de canales de entrada analógica para más información.
AO <0..1>	AGND	Salida	±10 V canales de salida análogos de terminación simple referenciados. Consulte la sección de canales de salida analógica para más información
AGND	N/A	N/A	Referencia para entrada y salida analógica y salida de potencia +15 V/-15 V.
+5V	DGND	Salida	+5 V, Voltaje de salida
DIO<0..7>	DGND	Entrada o salida	Líneas digitales de propósito general con salida de 3.3V, entrada compatible con 3.3V/5V. consulte la sección líneas de DIO para más información.
DGND	N/A	N/A	Referencia para líneas digitales y salida de potencia de +5V.
AUDIO IN	N/A	Entrada	Izquierda y derecho a entradas de audio en el conector estéreo.
AUDIO OUT	N/A	Salida	Salidas de audio izquierda y derecha en el conector estéreo.

Realizado por: Autores, 2018

Fuente. (NATIONAL INSTRUMENTS, 2016)

2.4 Introducción a los sensores.

Los grandes requerimientos, tanto cualitativos como cuantitativos, impuestos en el campo industrial y de los servicios, hacen imposible que los actuales y complejos procesos se estructuren sobre las posibilidades limitadas del trabajo humano. El propio desarrollo de la humanidad ha llevado a que sea necesario manejar un volumen de información inmenso.

Por ejemplo, en todos los sistemas de control es necesario medir las variables que se van a controlar, utilizar ésta información para diagnosticar para diagnosticar la mejor forma de operar el proceso o la planta y disponer de medios que permitan modificar el proceso para que se comporte de la manera deseada.

La secuencia medir decidir actuar es válida tanto para manejar una sola variable como para una planta completa, donde medir una propiedad en el producto terminado puede conllevar acciones sobre determinadas operaciones en la línea del proceso, no solo es necesario realizar las mediciones con el propósito de controlar, también es habitual medir otras variables de manera que se tenga una información completa de lo que está sucediendo y transmitir ésta información con el objetivo de representarla o almacenarla para ser utilizada posteriormente. (GOMEZ SARDY, y otros, 2008 págs. 1-2)

2.4.1 Sensores. Se denomina sensor al instrumento que produce una señal usualmente eléctrica, la cual refleja un valor de una propiedad, mediante alguna correlación definida. En términos estrictos, estos instrumentos no alteran la propiedad medida.

No es más que un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, que seamos capaces de cuantificar y manipular. Se puede ejemplificar que un sensor de temperatura puede ser un instrumento tal que no agrega ni cede calor a la masa que mide, es decir, en concreto ser un instrumento de masa cero o que contacta la masa a la que debe medir la temperatura (un termómetro de radiación infrarroja, p.e.). (GOMEZ SARDY, y otros, 2008 págs. 2-4)

2.4.2 Clasificación según el tipo de señal que generan.

2.4.2.1 Sensores digitales. Los sensores digitales son aquellos que frente a un estímulo pueden cambiar de estado ya sea de cero a uno o de uno a cero, en este caso no existe estados intermedios y los valores de tensión que se obtienen son únicamente dos, 5V y 0V (o valores aproximados).

2.4.2.2 *Sensores analógicos.* Son aquellos que, como salida, emiten una señal comprendida por un campo de valores instantáneos que varían en el tiempo, y son proporcionales a los efectos que se están midiendo.

2.4.2.3 *Sensores temporales.* Son aquellos sensores que entregan una señal variable en el tiempo la cual puede ser una onda sinusoidal, triangular o cuadrada (ORTEGA, 2013).

Los sensores más utilizados para sensor este tipo de variables físicas se relacionan en el siguiente esquema:

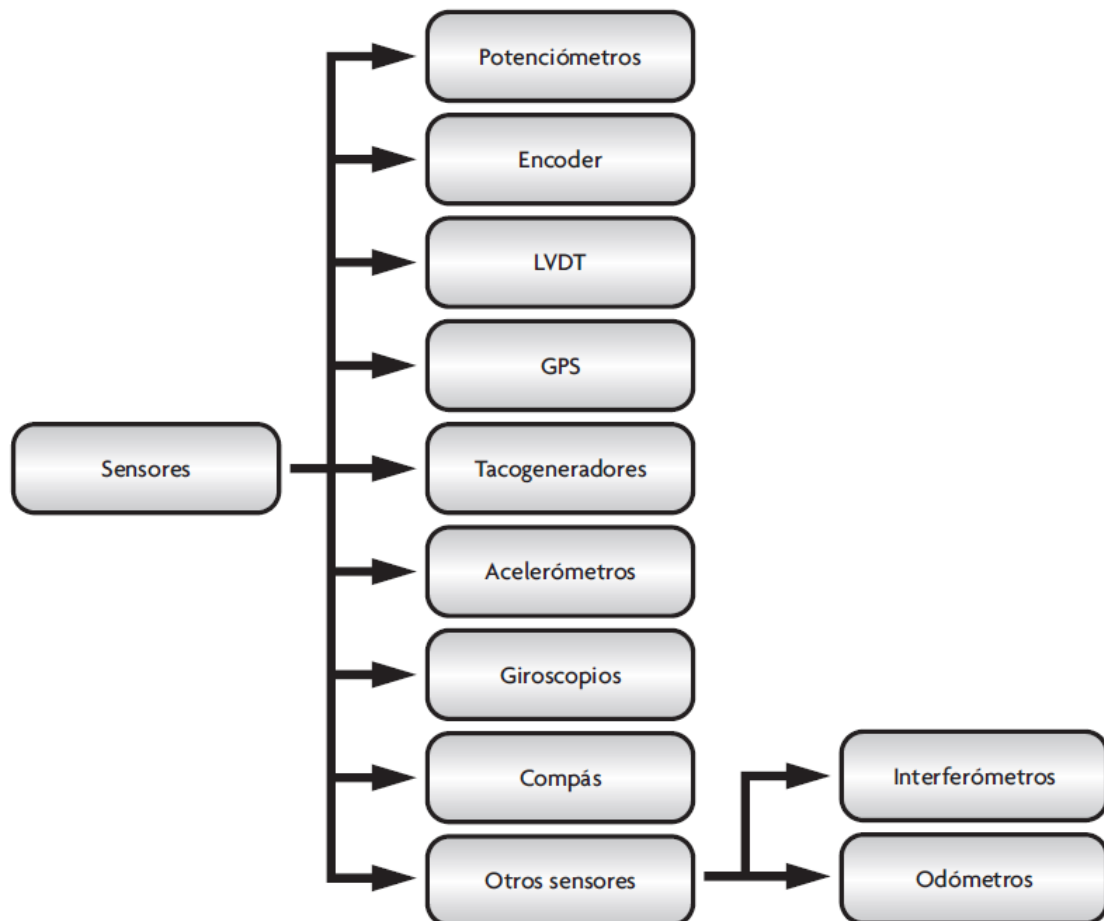


Figura 2-10. Sensores más utilizados para sensor posición, velocidad, aceleración.
Fuente: (CORONA RAMÍREZ, y otros, 2014)

2.4.3 *Sensores de velocidad, posición y aceleración.* Para la medición de variables físicas, como velocidad, posición, aceleración, siempre se debe tomar en cuenta el comportamiento de dicha variable ésta sea rotacional o traslacional. Se manifiesta que una variable física tiene un comportamiento rotacional cuando ésta se puede describir en términos de un ángulo, mientras que una variable física traslacional se caracteriza por presentar solo movimiento rectilíneo. (CORONA RAMÍREZ, y otros, 2014 pág. 74)

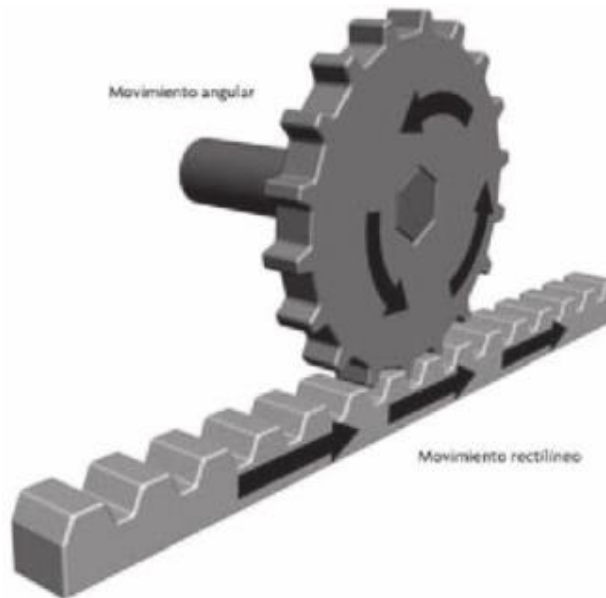


Figura 2-11. Movimiento rectilíneo y movimiento angular
Fuente. (CORONA RAMÍREZ, y otros, 2014)

2.4.3 Encoder. Los elementos sensores más utilizados para la medición de sistemas rotacionales son los encoders, también conocidos como tacómetros codificadores de posición. Un encoder es un elemento capaz de convertir el movimiento, ya sea rotacional o lineal a una señal digital equivalente. Se pueden clasificar en:

- Encoders ópticos
- Encoders incrementales
- Encoders absolutos.

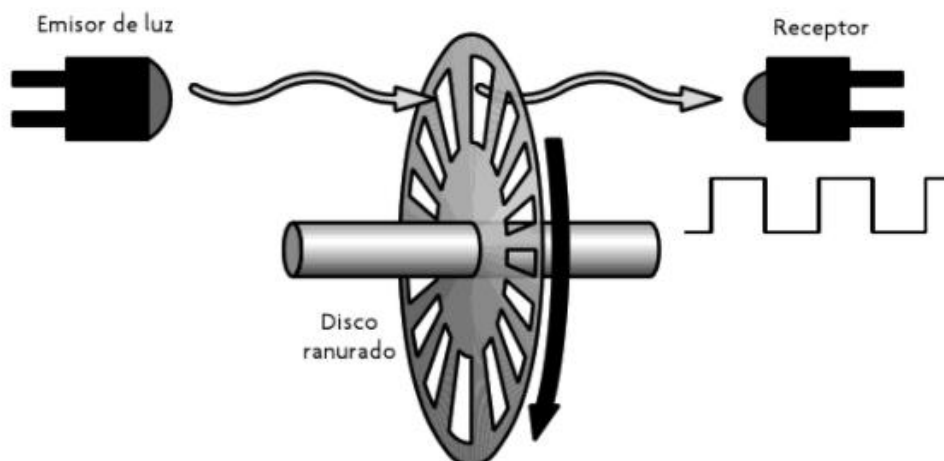


Figura 2-12 Encoder
Fuente. (CORONA RAMÍREZ, y otros, 2014)

2.4.4 Sensor de temperatura y humedad o transductor. Los transductores termoelectricos son dispositivos que relacionan la variación de la energía térmica del objeto con una variación equivalente de una señal eléctrica estos sensores trabajan gracias a las propiedades eléctricas de los conductores y semiconductores, están conformados de manera general por el termistor, termopar, resistencias eléctricas, medidores de radiación y medidores ópticos (CORONA RAMÍREZ, y otros, 2014 pág. 175)

2.4.4.1 *Sensor de temperatura.* Según enuncia (Julio R. Gomez Sardy, 2008) que la medición de temperatura es muy común en todos los procesos y en los sistemas de control. Se miden temperaturas en diversos rangos como, por ejemplo, de -60 a 0 °C en sistemas de refrigeración, de 0 a 100°C en sistemas de climatización, en la metalurgia para el procesamiento y refinación de metales es necesario medir temperaturas muy altas entre los elementos de medición tenemos como termopares, termoresistencias, termistores entre los elementos más utilizados.

2.5 Entrenador de Planta de Control (EPC)

El Entrenador de Planta de Control EPC es una placa electrónica que incluye varios sensores y actuadores típicos en los sistemas de instrumentación y control tales como temperatura, velocidad, posición, señales analógicas de corriente continua, digital, y tren de pulsos. El EPC está diseñado para conectarse a un computador mediante una tarjeta de adquisición de datos para facilitar el aprendizaje de varios conceptos de teoría de control e instrumentación. Este tiene por objetivo minimizar el tiempo de diseño y construcción electrónica, además de asegurar la compatibilidad de los sensores con los experimentos, obteniendo los mejores resultados de los sistemas físicos reales como ruido, precisión, acoplamiento AC/DC, etc. En lugar de utilizar simuladores por computadora.

El EPC es una herramienta diseñada para maximizar el aprendizaje de LabVIEW y adquisición de datos al proporcionar plantas físicas reales que funcione con señales típicas. (NATIONAL INSTRUMENTS, 2009 pág. 5)

2.5.1 Especificaciones técnicas. La siguiente tabla contiene la información de las especificaciones técnicas del módulo de control EPC.

Tabla 2-3 Especificaciones técnicas del EPC

Entradas digitales		Entradas analógicas		Salidas de tren de pulsos	
Bombillo	1	Motor DC	1	Motor DC	1
Ventilador	1	Total:	1	Stepper	1
Relé	1	Voltaje	0-5 VDC	Total:	2
Stepper	4			0-5 VDC compatibles TTL	
Total:	7				
0-5 VDC compatibles con TTL					
Salidas analógicas			Relé electromagnético		
Temperatura	1		Tipo SPDT		
Micrófono	1		Bobina	1	
Total:	2		comandado TTL		
Voltaje	0-5 VDC		Común	1	
Consumo	5 mA		Normalmente abierto	1	
			Normalmente cerrado	1	
			Voltaje de conmutación	120 VAC	
			48 VDC		
			Corriente de conmutación	1A	

Realizado por: Autores, 2018
Fuente: (NATIONAL INSTRUMENTS, 2009)

2.5.1.1 *Alimentación.* 12VDC, 1200 mA para la alimentación del Entrenador de Planta de Control, el cual está constituido por un motor DC de 5V, un sensor de temperatura de 5V, un relé, y un motor Stepper de posición.

120 VAC, 50 W destinado a la alimentación del bombillo del EPC para la generación de calor.

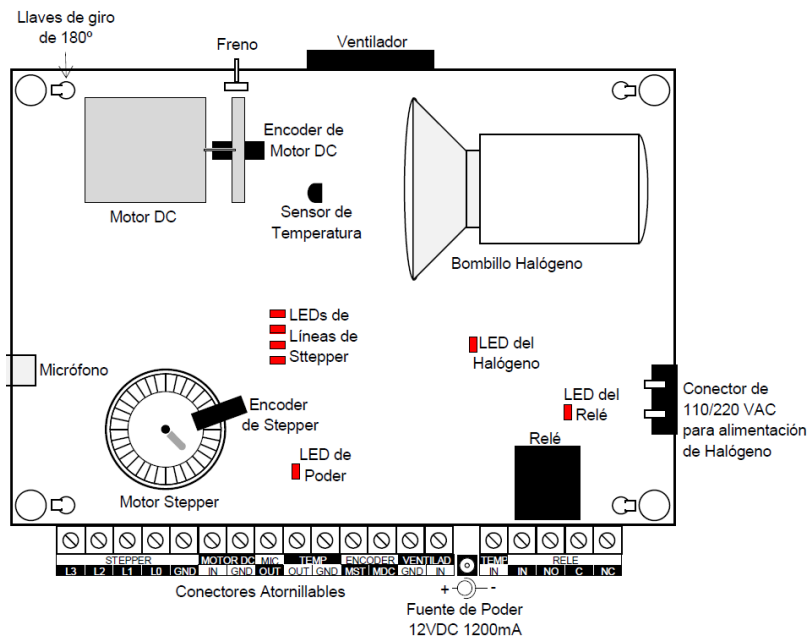


Figura 2-13 Diagrama esquemático de partes principales de EPC
Fuente: (NATIONAL INSTRUMENTS, 2009)

La activación del LED de poder ocurre cuando existe la conexión de la fuente de poder de 12 VDC, respetando el sentido de la polarización indicada en el diagrama esquemático (pin interno positivo, carcasa negativa).

El bombillo halógeno tiene una función lógica inversa: esto quiere decir que cuando se envía una señal FALSE a la línea de control de bombillo halógeno TEMP IN, se activa el LED halógeno. Para que esto suceda la alimentación del bombillo halógeno deberá estar conectado al conector de 110/220 VAC.

El relé tiene una función lógica inversa: es decir, cuando se envía un FALSE a la línea del Relé, conmutara el terminal C con el terminal normalmente abierto NO (Normally Open).

El Motor Stepper o Motor paso a paso cuenta con las bobinas L0, L1, L2, L3 los cuales trabajan con lógica inversa: es decir, al enviar una señal TRUE a una línea del Motor Paso a Paso, la bobina se activa. (NATIONAL INSTRUMENTS, 2009 págs. 7-8)

La función del ventilador utiliza una lógica inversa, es decir cuando se envía una señal FALSE, el ventilador se enciende

2.5.2 Características del EPC

2.5.2.1 *Control de temperatura.* Según el manual del EPC (NATIONAL INSTRUMENTS, 2009) Para el control de temperatura se tiene las siguientes características

- Bombillo halógeno de 110V con una potencia de 50W
- Control de encendido y apagado del bombillo halógeno mediante señales TTL.
- Salida de información de medición de temperatura, $0.1V/^{\circ}C$, sensor LM35.
- Software para el control manual de encendido y apagado.

2.5.2.2 *Control de velocidad del motor DC.* Según el manual del EPC (NATIONAL INSTRUMENTS, 2009) Para el control de velocidad del motor DC tendemos las siguientes características.

- Voltaje de control entre 0-5V.

- Salida de tren de pulsos TTL de 36 pulsos por revolución.
- Software de manipulación del motor.

2.5.2.3 *Control de movimiento.* Según el manual del EPC (NATIONAL INSTRUMENTS, 2009) Para el control de movimiento tenemos las siguientes características.

- Motor de paso bipolar.
- Control mediante cuatro líneas digitales TTL.
- Salida de tren de pulsos TTL.

2.5.2.4 *Características adicionales del EPC.* Según el manual del entrenador de planta de control (NATIONAL INSTRUMENTS, 2009) tenemos las siguientes características adicionales.

- Micrófono incorporado en el EPC
- Relé electromecánico, control TTL, conmutación 1ª 220 VAC
- Bornera atornillable.
- Alimentación de 12VDC, 1200 mA.

Los experimentos que contienen el Entrenador de Planta de Control son los siguientes:

- Control de temperatura
- Control de velocidad de Motor DC
- Control de Posición de Motor Stepper
- Análisis de sonido (adquisición y análisis de señales AC en dominio del tiempo y de la frecuencia).
- Relé de propósito general

Estos programas se presentan con el código abierto de forma que puedan ser utilizados como base para programas más complicados o como casos de estudio. Se pueden utilizar los programas provistos con el EPC, pero es recomendable desarrollar los programas desde cero para maximizar el aprendizaje y ampliar las experiencias, conceptos e ideas de nuevas prácticas. (NATIONAL INSTRUMENTS, 2009)

CAPÍTULO III

3. MONTAJE, INSTALACIÓN Y PROGRAMACIÓN UTILIZADA EN EL SISTEMA DE GENERACIÓN DE REPORTES

Para el desarrollo del sistema de generación de reportes utilizando DIAdem será necesario la comunicación entre un dispositivo electrónico myRIO 1900, ya que este dispositivo cuenta con las suficientes entradas y salidas necesarias para la conformación del sistema, el cual receptara las señales que provienen del EPC (Entrenador de Planta de Control), este equipo está conformado por diferentes tipos de sensores, así como un par de motores en donde se procederá al análisis de estos datos en el software LabVIEW para proceder a la generación de reportes como paso final de nuestra propuesta tecnológica.

3.1 Conexión del sistema de generación de reportes

Para la creación del sistema de generación de reportes, es necesario tener la conexión adecuada del dispositivo NI myRIO 1900 con los distintos sensores, motor DC, encoder, ventilador, halógeno, para comenzar con la programación del sistema de generación de reportes en software LabVIEW.

Para lo cual se comenzó enlazando la entrada del motor DC con la salida analógica cero (AO0-pin2) del NI myRIO como se evidencia en la figura 3-1

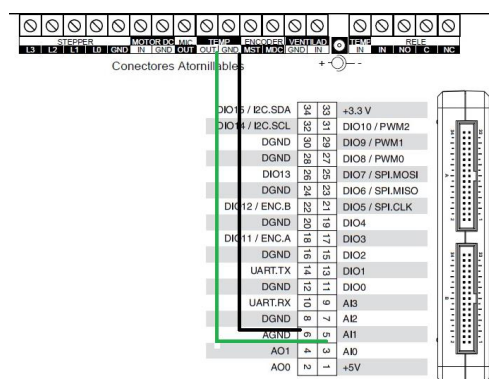


Figura 3-1 Diagrama de conexión del motor DC

Fuente: Autores, 2018

Luego se realizó la conexión del sensor de temperatura el cual se conectó la salida del sensor con la entrada analógica uno (AI1- pin5) y los comunes entre sí (GND).

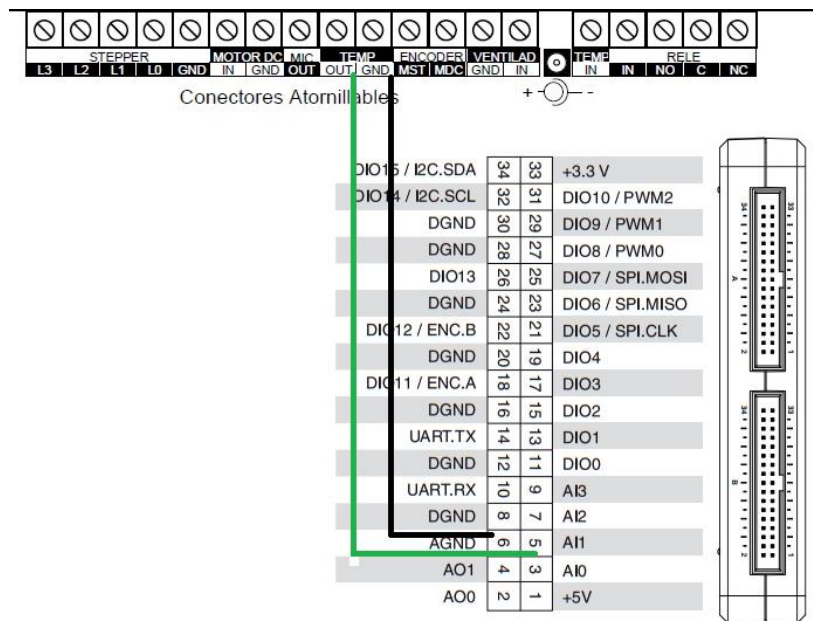


Figura 3-2 Diagrama de conexión del motor sensor de temperatura
Fuente: Autores, 2018

Conexión de la salida del encoder (MDC) con la entrada digital 12 (DIO12- pin22) como se puede observar en la figura 3-3.

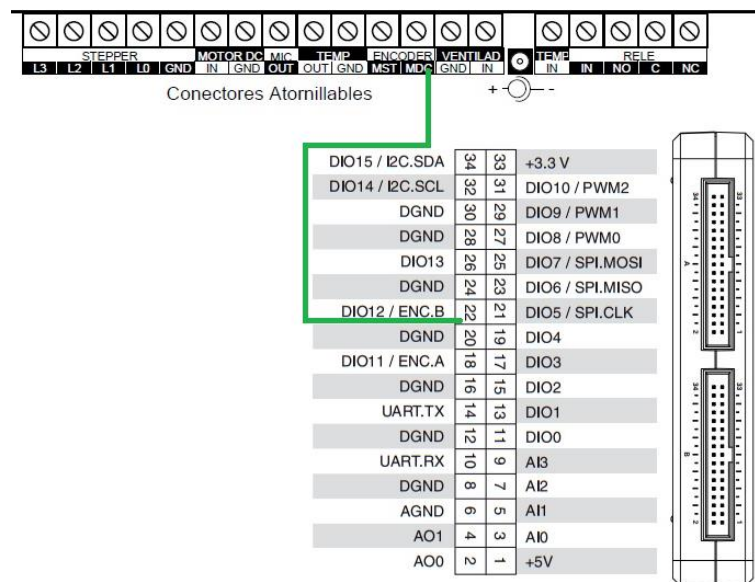


Figura 3-3 Diagrama de conexión del encoder con NI myRIO
Fuente: Autores, 2018

Posteriormente se conectó la entrada del ventilador con la salida digital uno (DIO1- pin 15) y el común (GND) del ventilador con el común del NI myRIO DGND 30

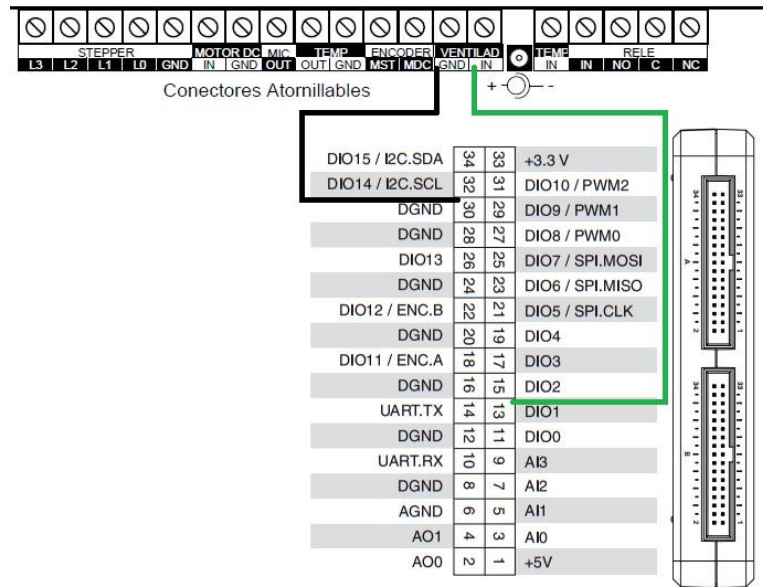


Figura 3-4 Diagrama de conexión del ventilador del EPC
Fuente: Autores, 2018

Finalmente conectar la entrada del halógeno del EPC salida digital cero (DIO0 – pin11) del dispositivo NI myRIO.

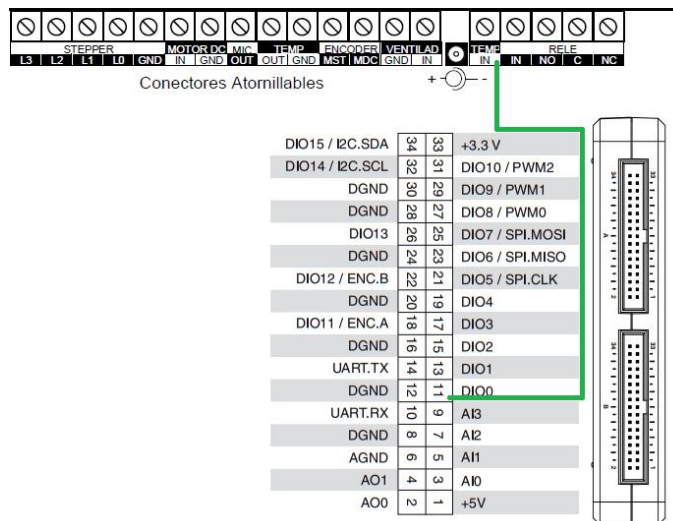


Figura 3-5 Diagrama de conexión del halógeno del EPC
Fuente: Autores, 2018

3.1.1 Montaje del sistema de generación de reportes. Para el desarrollo del sistema de generación de reportes utilizando DIAdem, se procedió realizando el montaje de los diferentes dispositivos: NI myRIO 1900, Entrenador de Planta de Control, sensor de temperatura, con sus respectivos elementos que se serán necesarios para el funcionamiento del sistema, el cual estará ubicado en el laboratorio de Automatización de la Facultad de Mecánica.

Para proceder al montaje de la tarjeta de adquisición de datos NI myRIO 1900 conjuntamente con el EPC, equipos que serán montados en un tablero eléctrico de plástico el cual es ideal para el montaje de dispositivos eléctricos.

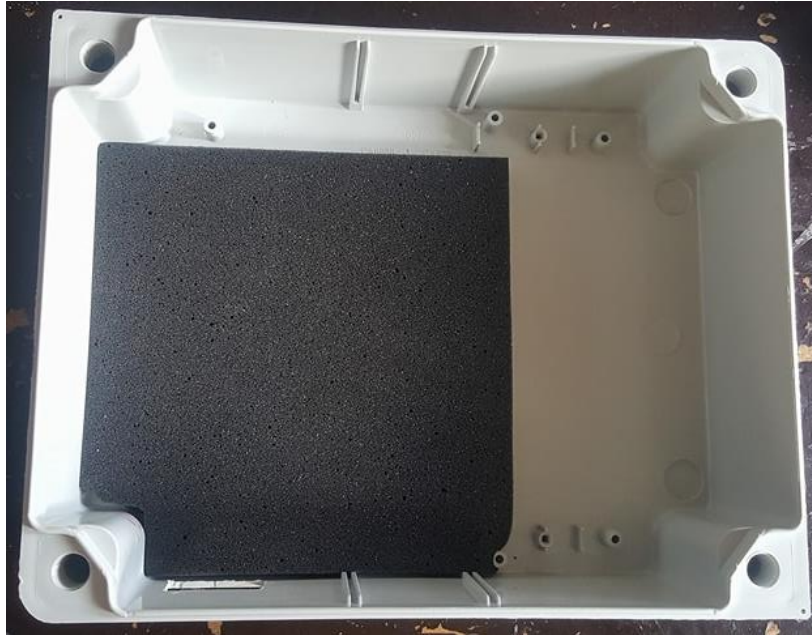


Figura 3-6 Tablero eléctrico de plástico listo para el montaje del sistema
Fuente: Autores, 2018

Paso 2.- Luego de realizar la fijación del Entrenador de Planta de Control conjuntamente con la tarjeta de adquisición de datos NI myRIO 1900 en la base del tablero verificando que los equipos queden bien sujetos a la base del tablero.



Figura 3-7 Montaje de los equipos en el tablero eléctrico de plástico
Fuente: Autores, 2018

Paso 3.- Finalmente se procede a la conexión de los equipos, la NI myRIO 1900 con el Entrenador de Planta de Control y mediante un conductor de datos USB 2.0 a un portátil para el control, generación y análisis de datos, como se puede observar en la figura 3-8.



Figura 3-8 Sistema de generación de reportes
Fuente: Autores, 2018

3.2 interfaz myRIO-1900, EPC Y PC

Para la creación del sistema que generará reportes con datos obtenidos de un Entrenador de Planta de Control EPC, es necesario la comunicación entre un NI myRIO 1900 con un PC, el cual tendrá previamente instalado los softwares LabVIEW y DIAdem, en donde se procederá a la programación del EPC para la simulación de una planta obteniendo datos que servirán para la generación de reportes el programa que se encarga de realizar los modelos de reportes es DIAdem.

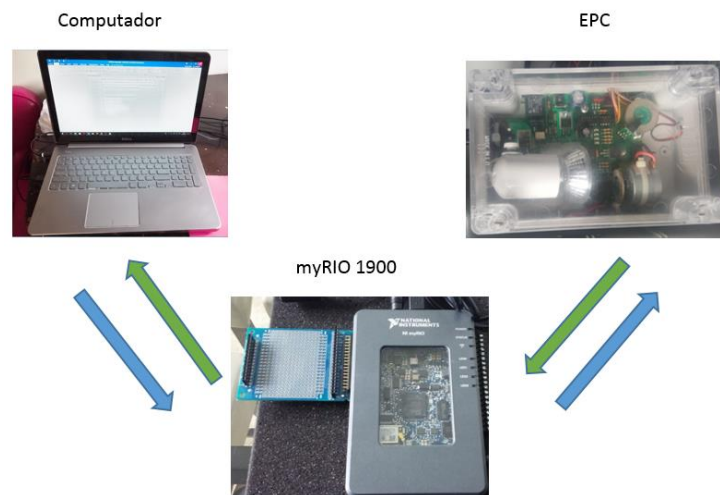


Figura 3-9 Comunicación entre PC, myRIO-1900,EPC
Fuente: Autores,2018

3.3 NI myRIO-1900

Para el funcionamiento del sistema de generación de reportes se utilizó un dispositivo electrónico NI myRIO 1900 versión para estudiantes, dispositivo que se encarga de la recolección de las señales las cuales provienen desde el EPC.



Figura 3-10 Dispositivo NI myRIO-1900
Fuente: Autores, 2018

3.3.1 Configuración de NI myRIO-1900. Para la configuración se procede a conectar la myRIO 1900 a la computadora personal mediante un cable USB, al reconocer el dispositivo aparecerá una ventana en la cual podemos elegir la función deseada.

Seguido dar clic izquierdo en Configure my RIO, como se puede observar en la figura 3-11.

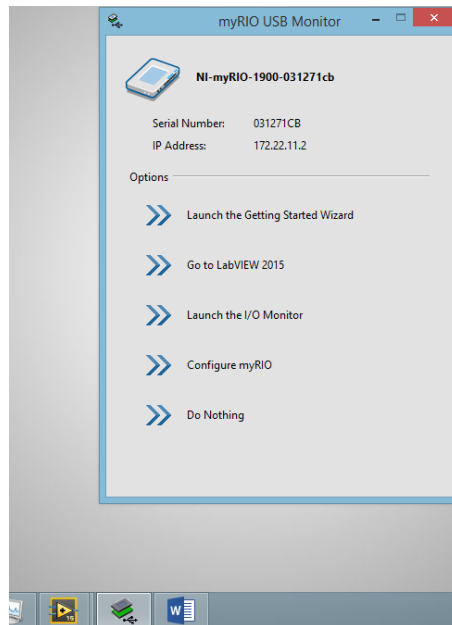


Figura 3-11 Reconocimiento del NI myRIO en la PC
Fuente: Autores, 2018

Dar clic izquierdo en Configure myRIO, nos dirige automáticamente a la página (<http://172.22.11.2/#/NationalInstruments.Config.Hardware;component/Page.dyn.xaml>), en ésta página se puede observar las diversas funciones y características que posee la myRIO, las cuales se pueden manipular según las necesidades para los diferentes usos que se le dé en la programación.

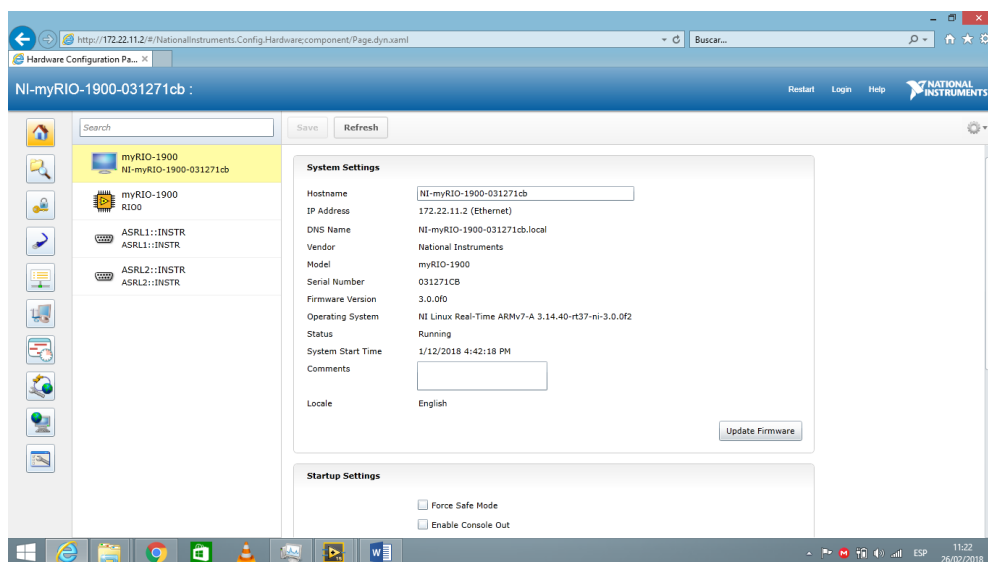


Figura 3-12 Configuración en línea del NI myRIO-1900
Fuente: Autores, 2018

Una vez Selecciona la función myRIO-1900, dirigirse a System Settings y en el casillero Hostname colocar el nombre deseado, en este caso será (NI-myRIO-1900-tesistas). Para que se apliquen los cambios dar clic izquierdo en (save).

Hay que tener en cuenta que se debe reiniciar la myRIO para poder ver los cambios aplicados de configuración.

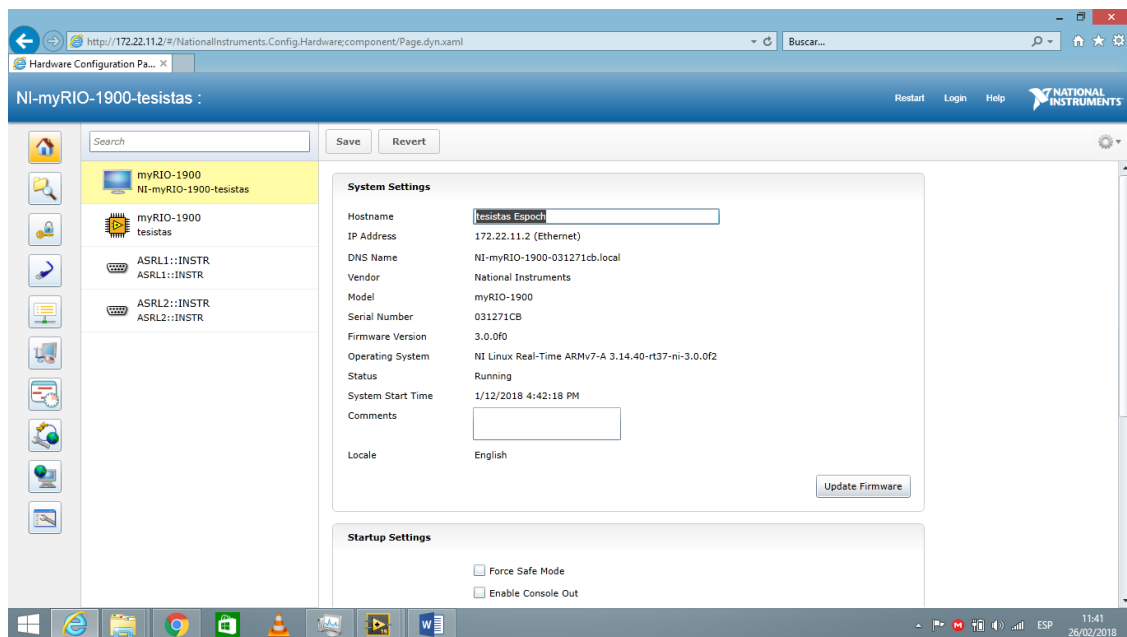


Figura 3-13 Configuración en línea del NI myRIO-1900
Fuente: Autores, 2018

Como siguiente paso dirigirse a la segunda función myRIO-1900, a setting y seleccionar el casillero Name, reemplazando el texto existente por el de (Tesistas Espoch) y guardar.

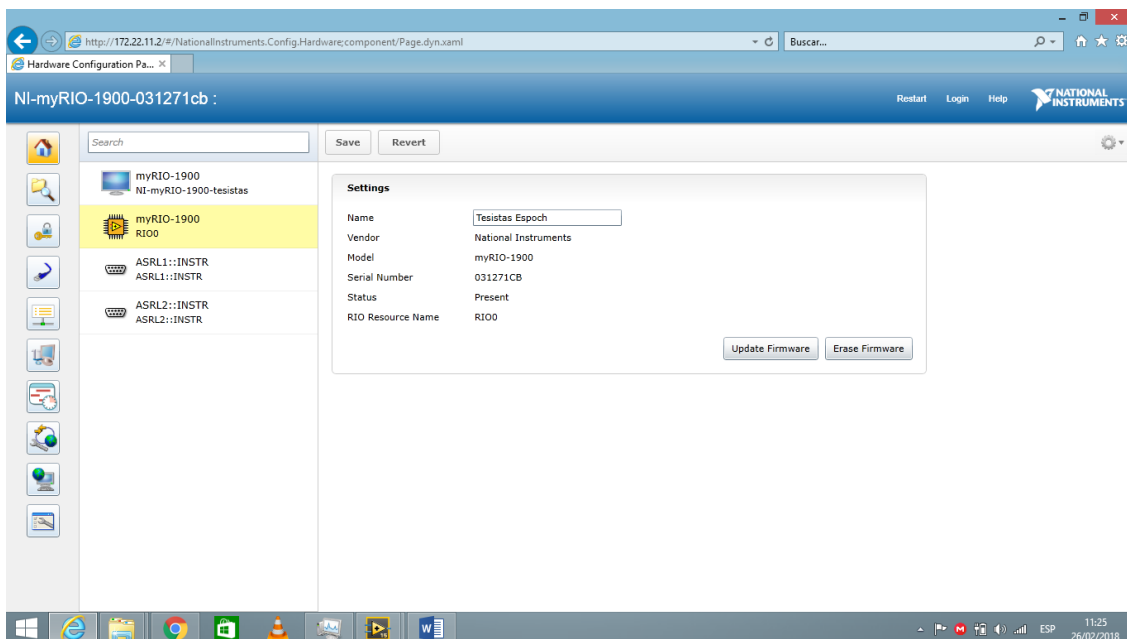



Figura 3-14 Configuración del myRIO con nombre de los tesisas
Fuente: Autores, 2018

Para la configuración de la fecha y zona horaria dirigirse a la función (Date and Time ) , se debe seleccionar la fecha y hora actual, y por último en (Time Zone) seleccionar la zona horaria que corresponde al país.

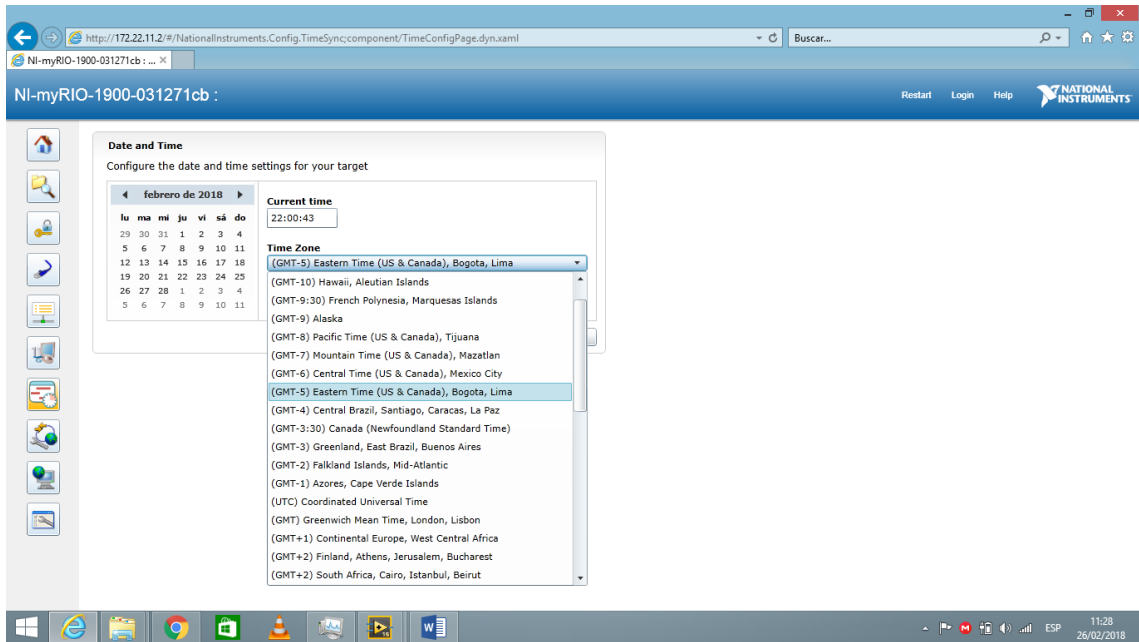


Figura 3-15 Configuración de myRIO con la zona horaria actual

Fuente: Autores, 2018

Se debe verificar si se realizaron los cambios en el dispositivo NI myrio-1900 con la zona horaria antes de comenzar con la programación.

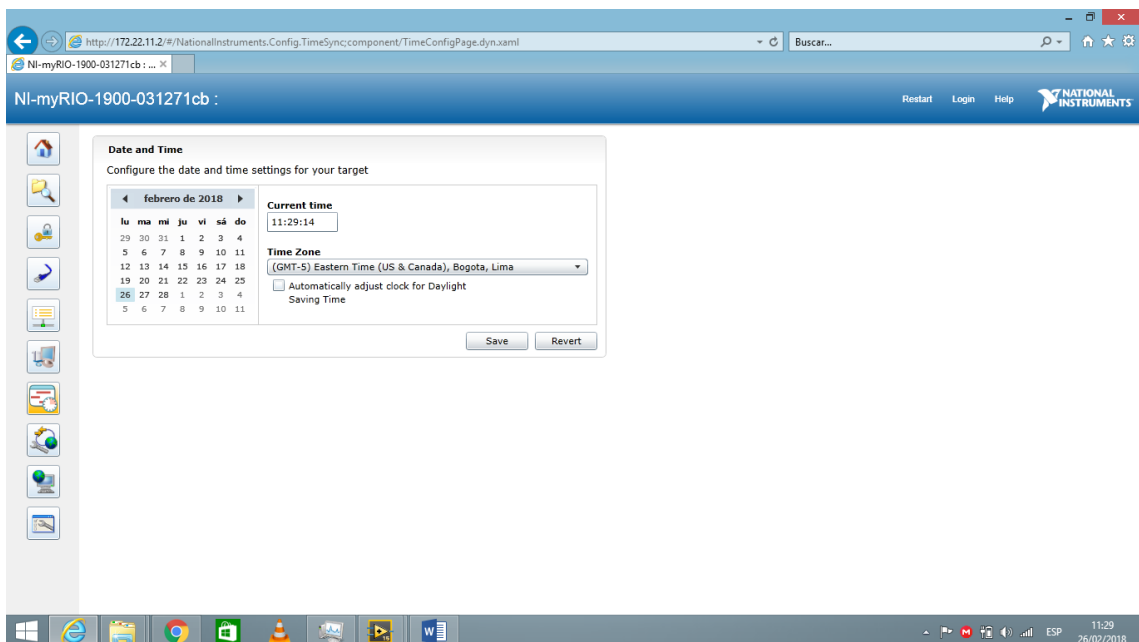


Figura 3-16 Verificación de los cambios realizados en el dispositivo NI myRIO-1900

Fuente: Autores, 2018

Para guardar todos los cambios realizados dar clic en guardar, por último reiniciar el dispositivo y verificar que los cambios se hayan realizado.

3.3.2 Comunicación NI myRIO con la PC. Previo a la comunicación entre el dispositivo myRIO y la PC se debe tener instalado LabVIEW, así como todos los controladores y las funciones de la tarjeta de adquisición de datos myRIO.

Para comprobar si la PC está reconociendo a la tarjeta de adquisición de datos myRIO 1900 ingresar al programa (NI MAX).

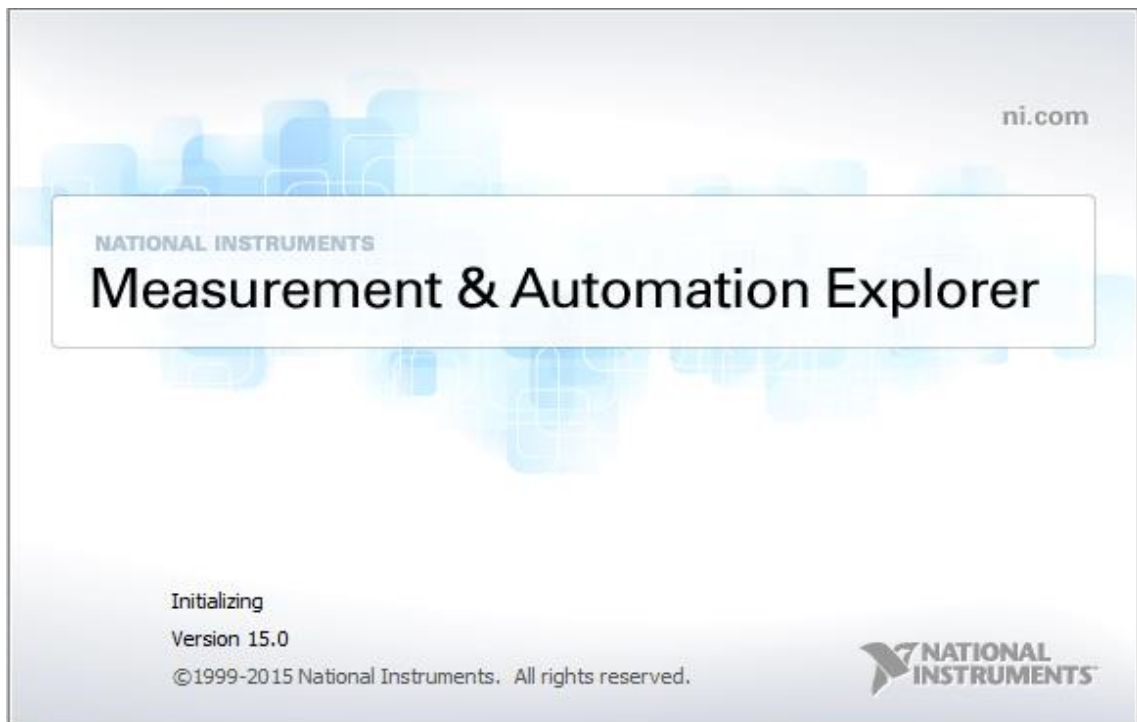


Figura 3-17 Verificación del dispositivo MyRIO en NI MAX

Fuente: Autores,2018.

Este programa permite verificar si el computador está reconociendo los distintos dispositivos de la National Instruments que puedan estar conectados.

Al abrir NI MAX dirigirse a la pestaña (My system) el cual desplegará varias funciones, se debe ingresar a la función (Devices and Interfaces) y verificar si se encuentra la tarjeta de adquisición de datos, en este caso tendrá el nombre de NI myRIO-1900.

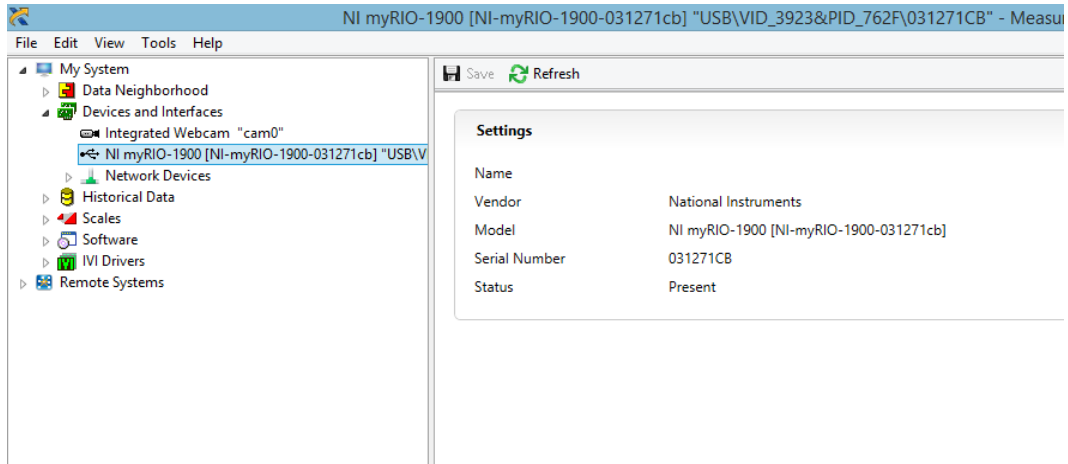


Figura 3-18 Reconocimiento del dispositivo NI myRIO en NI MAX
Fuente: Autores,2018.

3.3.3 *Comunicación NI myRIO con LabVIEW*

Al conectar la NI myRIO 1900 por defecto se nos abrirá una ventana en la cual podremos visualizar varias funciones que nos ofrece la tarjeta de adquisición de datos.

Le damos clic izquierdo en la función (Go to LabVIEW 2015) ya que es la versión que estamos utilizando.

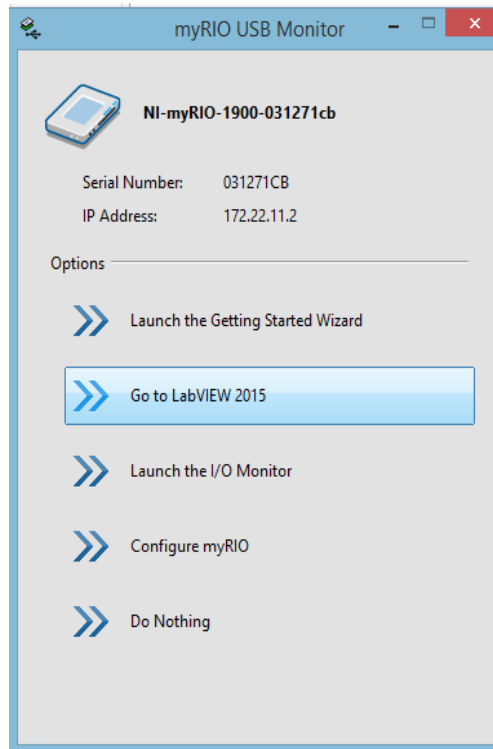


Figura 3-19 Reconocimiento del NI myRIO para abrir en LabVIEW 2015
Fuente: Autores,2018.

Una vez dado clic izquierdo en la función (Go to LabVIEW 2015) nos dirige automáticamente al programa que utilizaremos para programación, el cual nos despliega una ventana similar a la anterior (Set Up and Explore), le damos clic en cerrar.

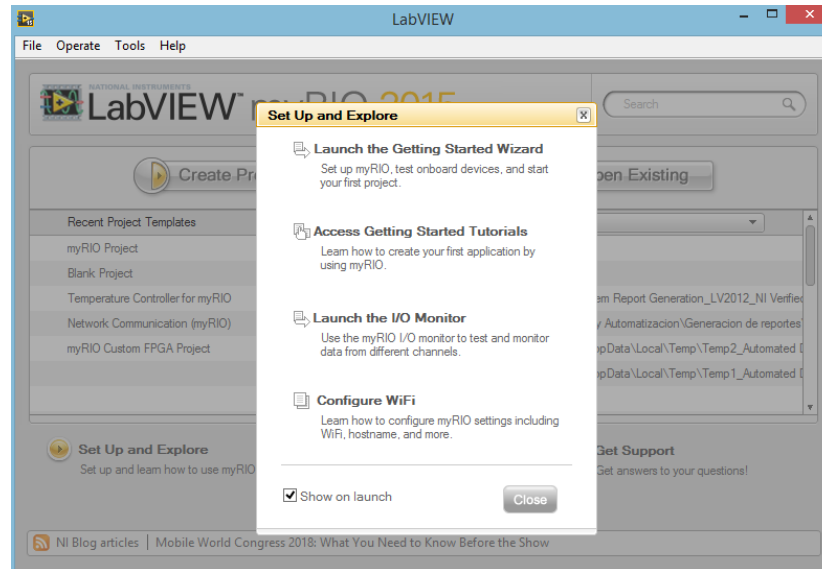


Figura 3-20 Software LabVIEW 2015 utilizado para la programación
Fuente: Autores, 2018.

3.3.4 Creación de un proyecto en LabVIEW. Se puede visualizar las diferentes funciones que ofrece la ventana principal de LabVIEW, en el cual encontramos la opción crear un proyecto nuevo (Create Project), y abrir proyecto existente (Open Existing).

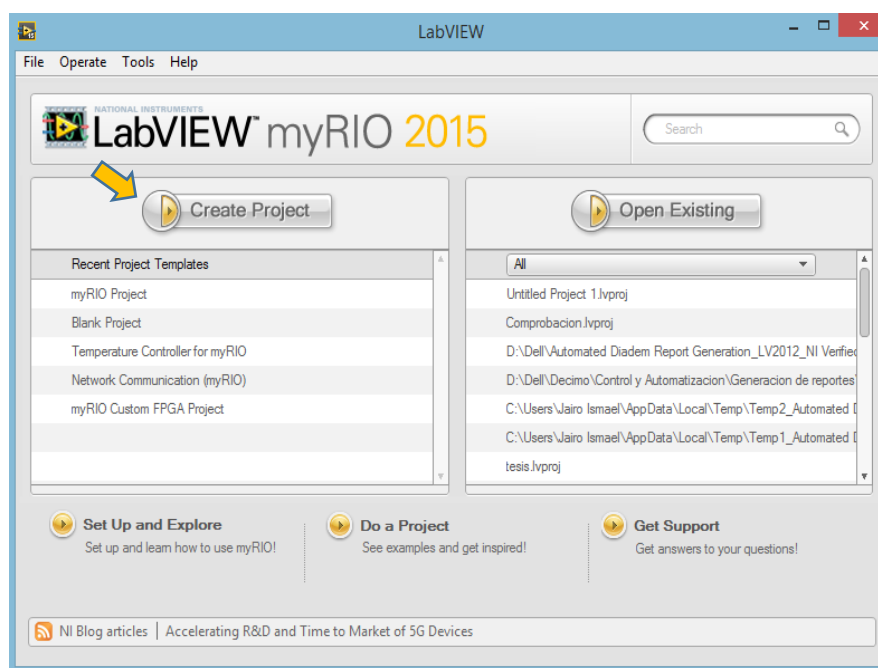


Figura 3-21 Software LabVIEW 2015 utilizado para la programación
Fuente: Autores, 2018.

En la ventana principal del programa LabVIEW se debe dar clic en crear un nuevo proyecto, el cual desplegará una ventana con varias opciones.

Seleccionar la opción myRIO y dar doble clic en myRIO Project. Ésta opción permite utilizar las funciones internas de la tarjeta de adquisición de datos myRIO-1900 en forma de iconos o funciones preestablecidas para así facilitar la programación y realizar un trabajo directo hacia la tarjeta.

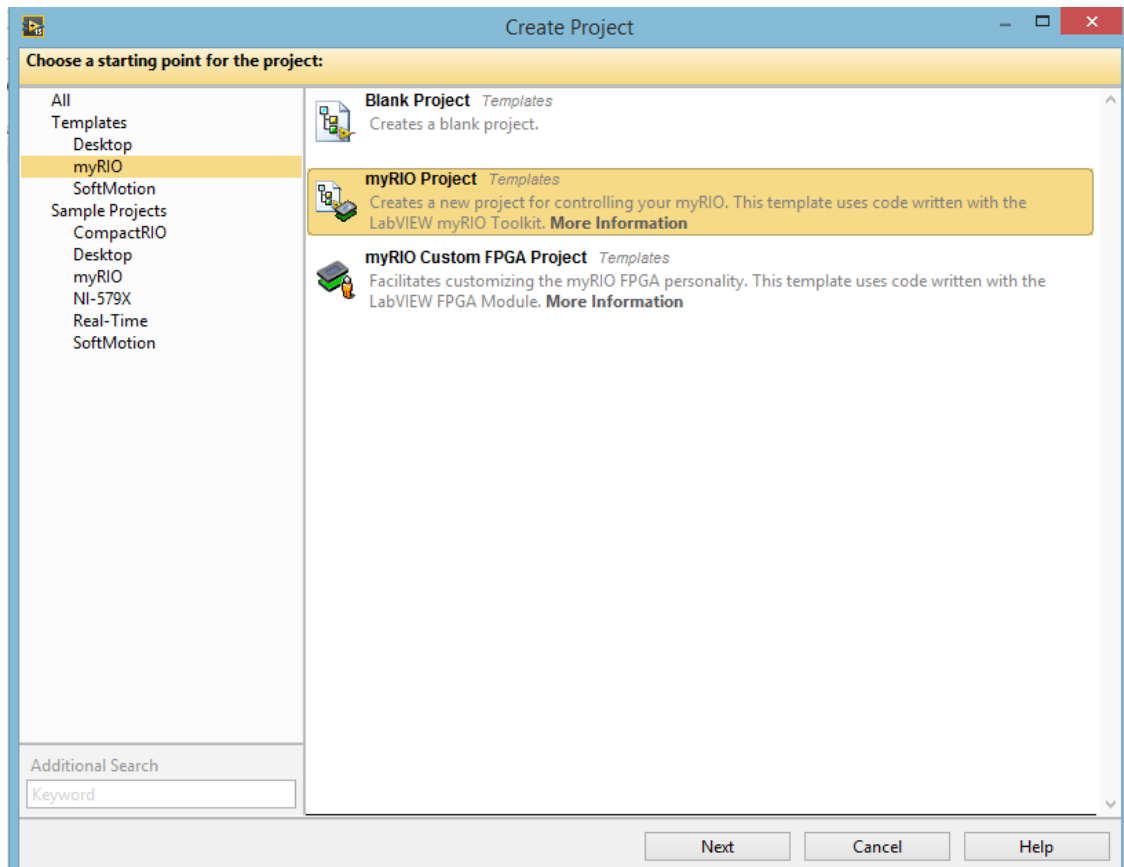


Figura 3-22 Creación de un nuevo proyecto myRIO

Fuente: Autores, 2018.

En la ventana que aparece se debe configurar el nombre del proyecto y la ubicación en la que se guardará, en este caso el nombre de proyecto será generación de reportes, además muestra el tipo de conexión, las diversas entradas y salidas, protocolos e interruptores existentes en la tarjeta myRIO 1900.

De los distintos tipos de conexión que ofrece la tarjeta myRIO proceder a Seleccionar el tipo de conexión USB, ya que ésta es la que se está utilizando, y finalmente se debe dar clic en finalizar.

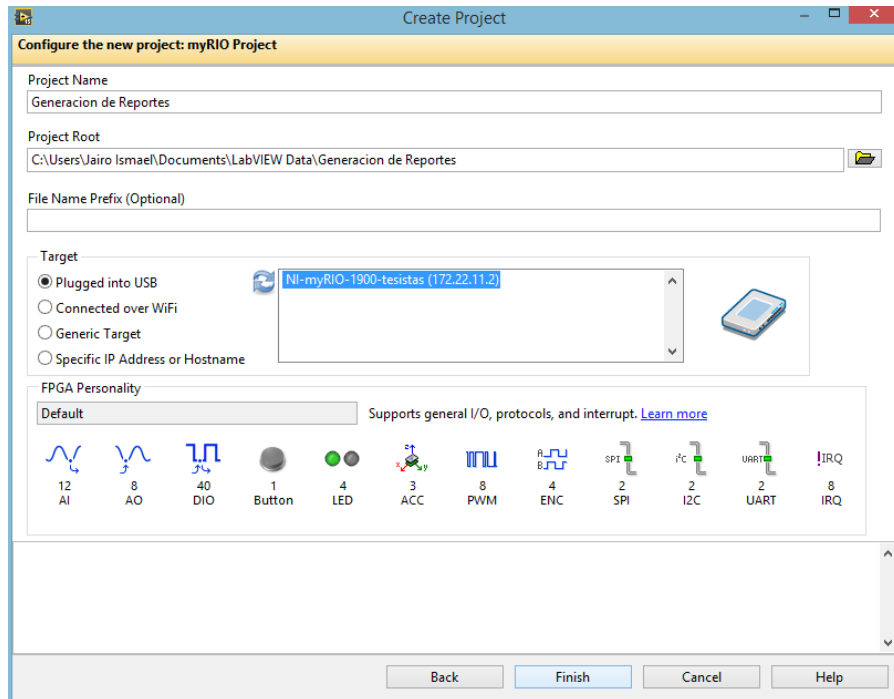


Figura 3-23 Selección del tipo de conexión en nuestro caso USB
Fuente: Autores, 2018.

Al dar clic en finalizar se puede observar que el proyecto se empieza a crear, teniendo como resultado una ventana que contiene el nombre del proyecto creado.

Dirigirse a la función NI- myRIO 1900-tesistas y se debe dar clic derecho, señalar la opción conectar y dar clic derecho.

Esto con el propósito de establecer una comunicación entre la tarjeta myRIO 1900 con LabVIEW.

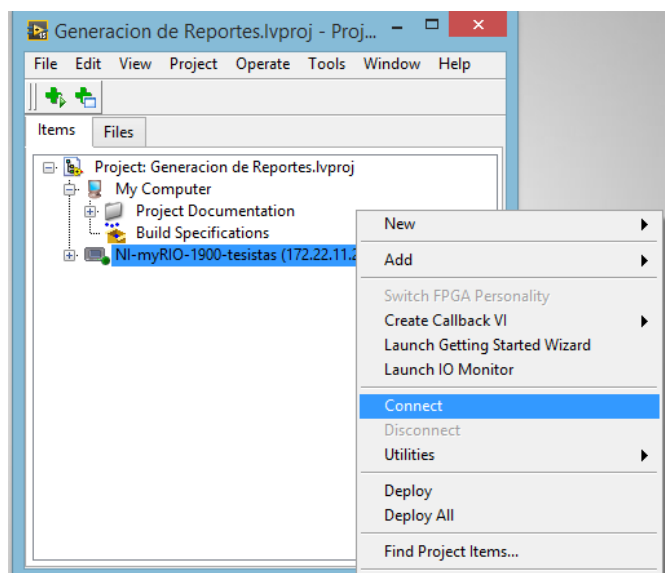


Figura 3-24 comunicación myRIO LabVIEW
Fuente: Autores, 2018.

Para proceder a la verificación de que exista una comunicación correcta, se puede comprobar mediante el encendido del LED verde en la función de la tarjeta NI myRIO, si este LED no se encuentra encendido entonces significa que no hubo una comunicación entre PC Y NI myRIO.

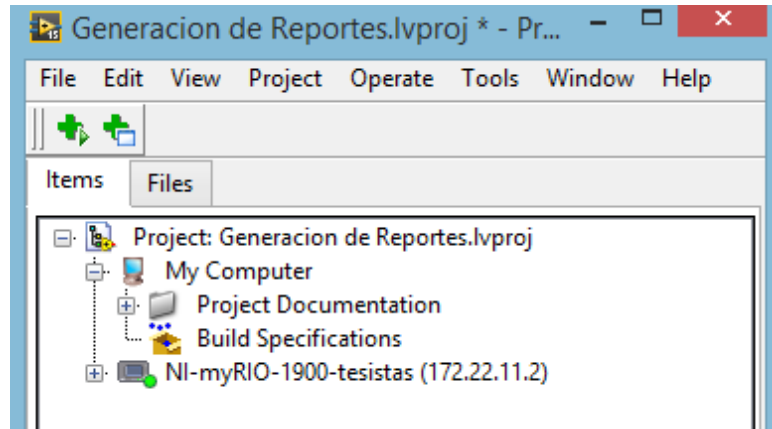


Figura 3-25 Verificación de la conexión PC, NI myRIO

Fuente: Autores, 2018.

Dar clic derecho nuevamente en la función NI- myRIO 1900-tesistas señalando la opción nueva, el cual despliega una lista de funciones secundarias, dar clic izquierdo en VI (Instrumento Virtual).

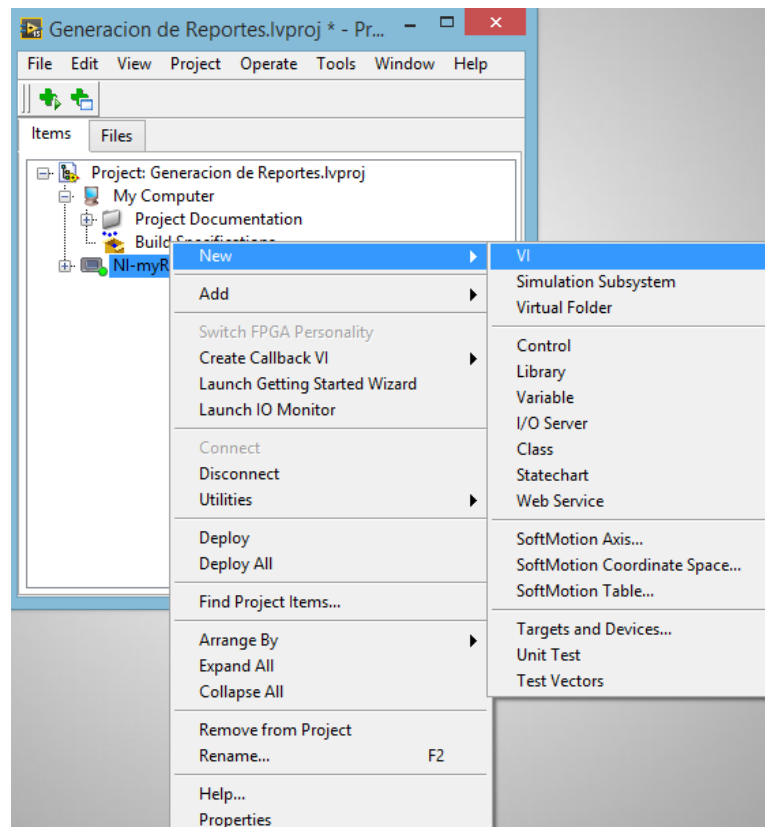


Figura 3-26 Creación de un VI (Virtual Instrument)

Fuente: Autores, 2018.

Se abrirá una nueva ventana virtual, la cual tendrá como nombre generación de reportes en donde se puede empezar a realizar la programación para el sistema de generación de reportes.

En ésta ventana virtual se puede manipular los diagramas de control y las funciones, las cuales sirven para diseñar la programación según sea necesario.

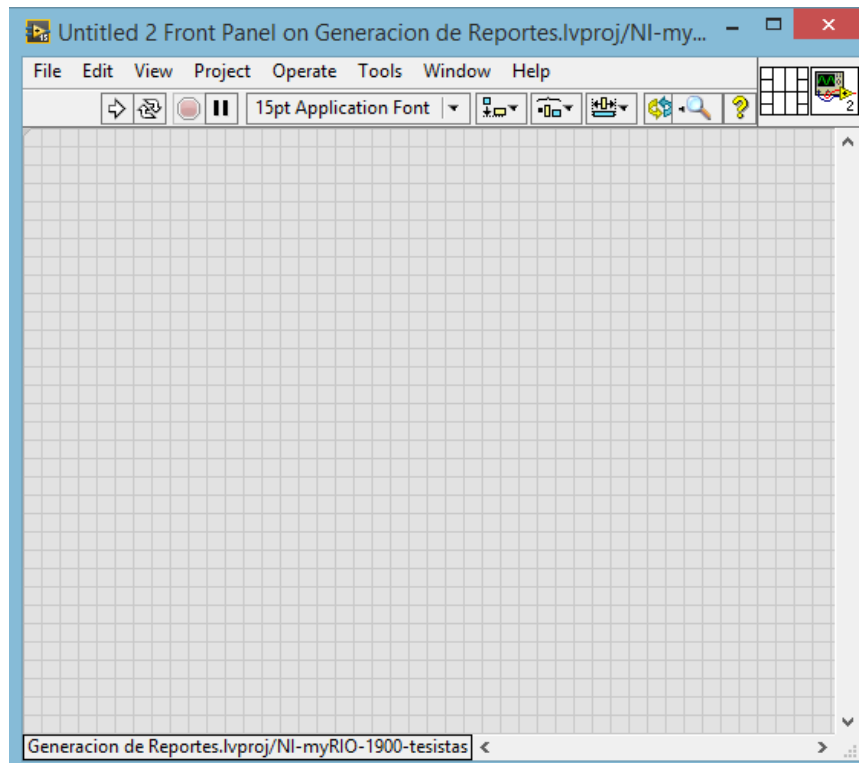


Figura 3-27 Ventana para la programación en LabVIEW

Fuente: Autores, 2018.

3.3.5 Programación del encoder en LabVIEW. Ésta programación tiene por objetivo adquirir la señal de salida del encoder del Motor DC en forma analógica, también se medirá la frecuencia para determinar la velocidad del motor, para proceder a la explicación de la programación se realizará una explicación detallando paso a paso.

Paso 1.-Dirigirse a la ventana de funciones, a estructuras, estructuras de tiempo y seleccionar Timed Loop, éste se debe insertar en el diagrama de bloques.

Timed Loop.- Ésta función ejecuta uno o más subdiagramas, o marcos, secuencialmente cada iteración del ciclo en el periodo que especifique. Se debe utilizar cuando se desea desarrollar un VI, capacidades multirate, temporización precisa, retroalimentación sobre la ejecución del bucle etc.

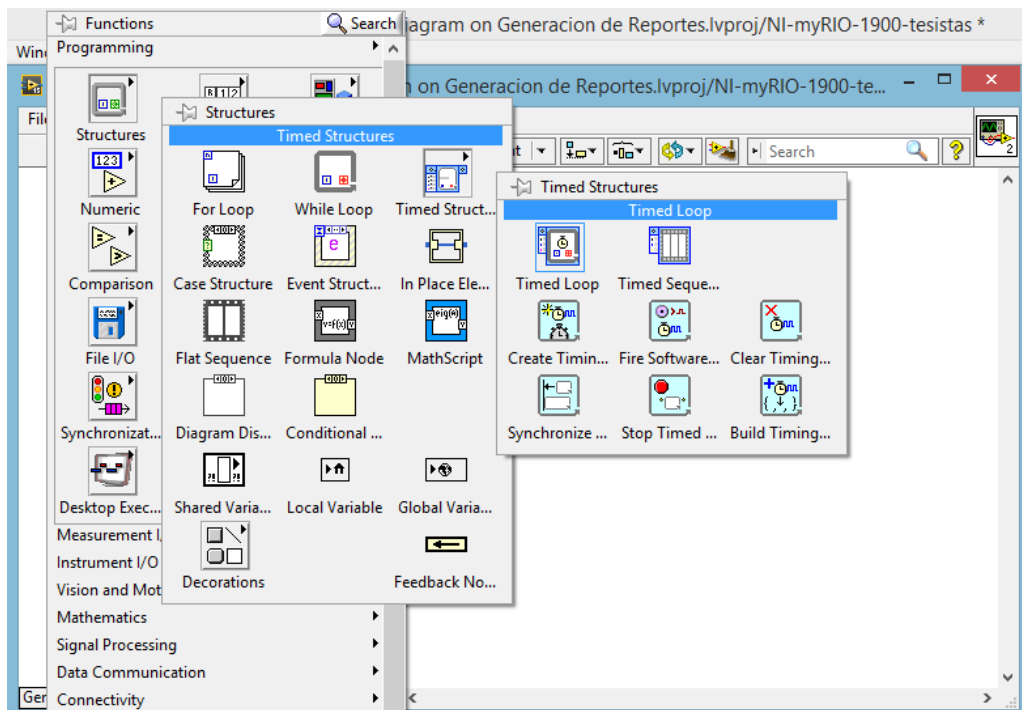


Figura 3-28 Creación de Timed Loop en el diagrama de bloques
Fuente: Autores, 2018.

Paso 2.-Dirigirse a la ventana de funciones, desplegando la opción myRIO, seleccionar la función Encoder e insertar en el diagrama de bloques.

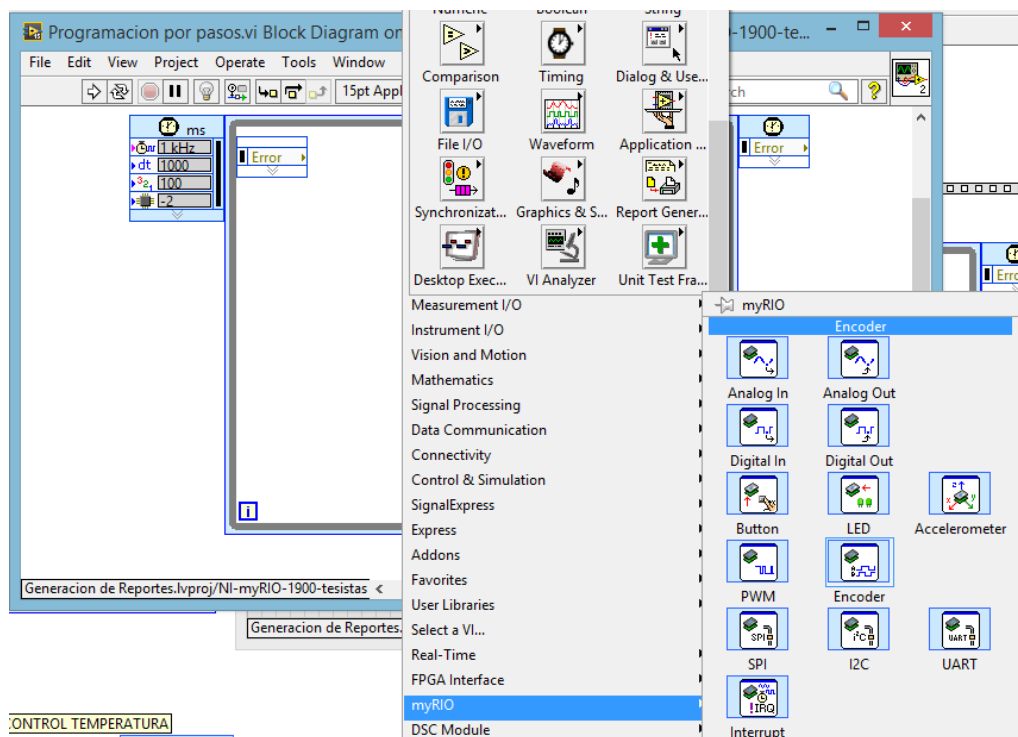


Figura 3-29 Selección del icono encoder para el diagrama de bloques
Fuente: Autores, 2018.

3.3.5.1 *Diagrama de conexión del encoder de pasos.* Se puede observar el diseño de la programación del encoder de paso, el cual se encuentra por defecto en la ventana de funciones.

El cual por medio de la entrada analógica (AI) receipta la señal que se genera en el encoder, la lee, con lo cual genera dos variables las cuales son dirección de señal (Counter dirección) y un valor generado (Counter Value).

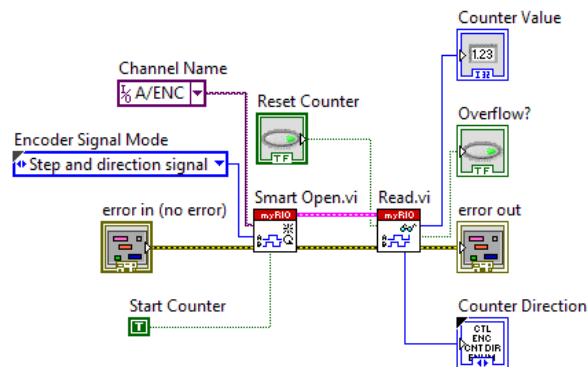


Figura 3-30 Diagrama de conexión del encoder
Fuente: Autores, 2018.

Se despliega una ventana de configuración del encoder donde habrá que configurarlo según el tipo de encoder que se encuentre en el sistema.

Paso 3.-Debido a que el encoder utilizado es de tipo motor de paso a paso se debe señalar la opción (step and direction signal), ya que ésta genera una señal por pasos, finalmente dar clic en OK.

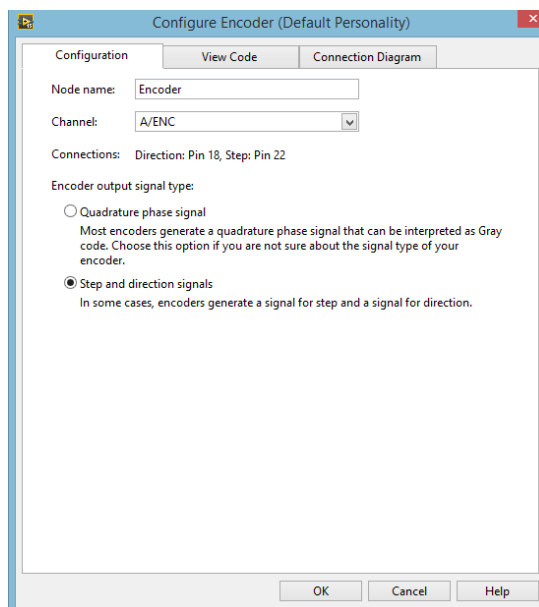


Figura 3-31 Configuración del encoder de pasos
Fuente: Autores, 2018.

Paso 4.- Una vez configurado el encoder se procede a la elaboración de la programación.

Para visualizar el valor generado, dar clic izquierdo en counter value y crear un indicador, el cual estará nombrado por defecto counter value, cambiar el nombre a valor generado, posteriormente añadir una función (valor absoluto) para que este siempre sea positivo independientemente de la dirección, cada ciclo genera un nuevo valor por lo cual se debe añadir la función resta, con el propósito de restar el valor actual del anterior, dividir este valor para el periodo.

Crear la función periodo y lo multiplicar por mil con el propósito de transformar éste valor a una frecuencia (HZ).

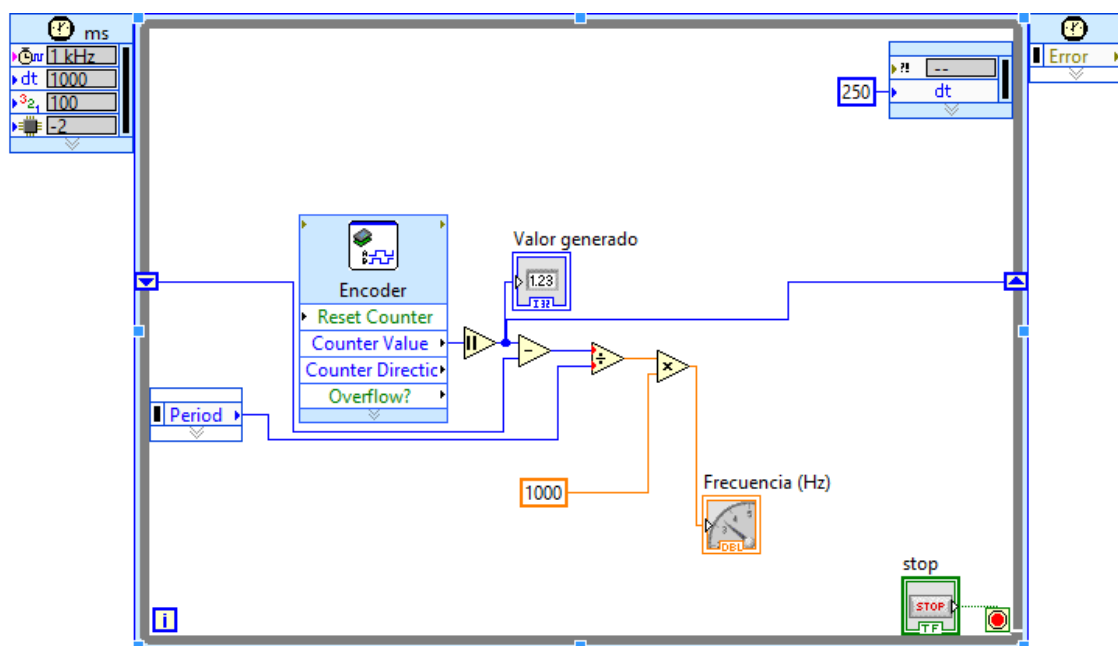


Figura 3-32 Programación de la frecuencia del encoder

Fuente: Autores, 2018.

3.3.5.2 *Programación del control motor encoder.* Añadir la función multiplicación, y multiplicar por 60, esto con el fin de transformar los segundos a minutos.

El resultado obtenido dividir para el numero de alabes que tiene el Encoder (36) para así poder tener como resultado la velocidad en revoluciones por minuto (RPM), añadir los indicadores de velocidad, una tabla de forma de ondas (Waveform chart) para poder visualizar los datos obtenidos mientras se ejecuta el programa.

Añadir un stop para poder parar el programa el cual se puede visualizar en la figura 3-33.

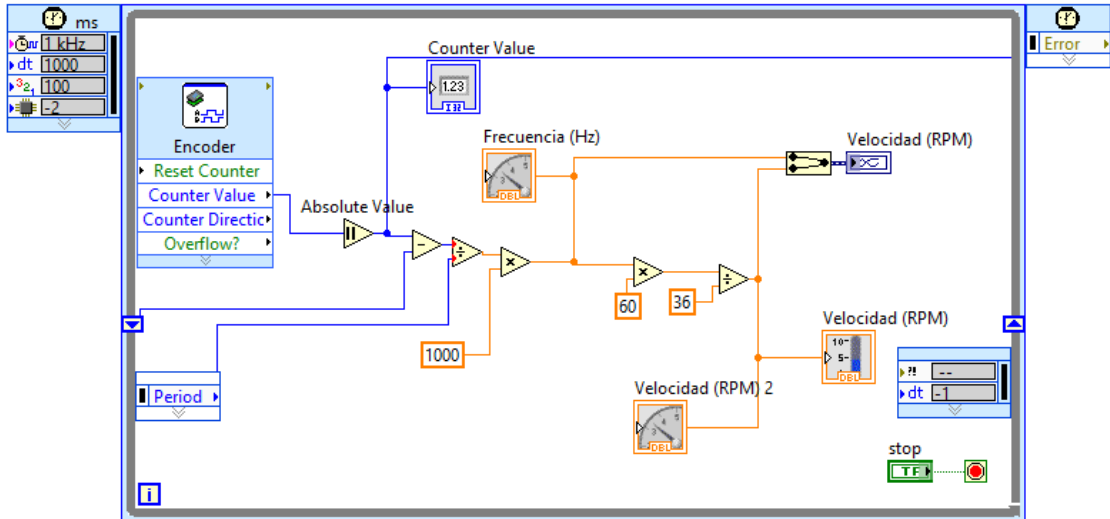


Figura 3-33 Programación de motor encoder

Fuente: Autores, 2018.

Paso 5.- Para la programación del motor dirigirse a la ventana de funciones, myRIO y seleccionar salida analógica (Analogic Output), el cual desplegará una ventana de configuración, donde se debe a elegir la salida analógica a utilizar, en este caso seleccionar la salida analógica (0) y se deberá dar clic izquierdo en OK.

Paso 6.- Añadir un controlador y una tabla de forma de ondas para visualizar numéricamente y gráficamente el voltaje de salida.

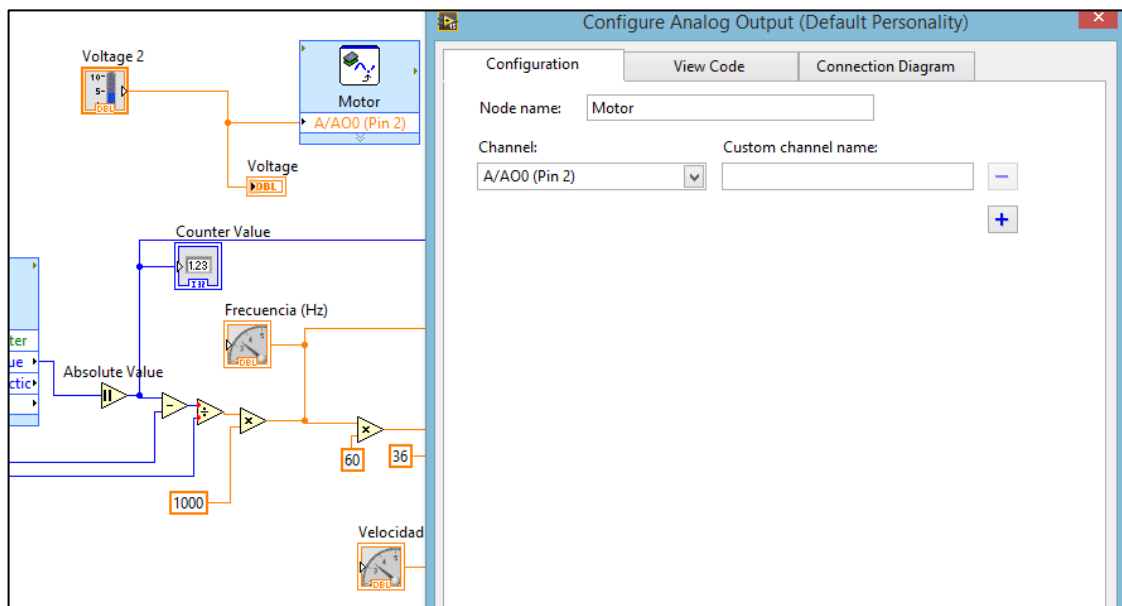


Figura 3-34 Visualización numérica y grafica del voltaje de salida

Fuente: Autores, 2018.

Colocar un intervalo de tiempo (dt) deseado en milisegundos, o un periodo de visualización de datos de milisegundos, seguido duplicar la salida analógica fuera del motor asignándole una constante de 0 para así poder detener completamente el motor al detener el programa, designar un controlador para el paro (stop) o cese del programa.

A continuación, se puede visualizar el control del motor Encoder completo en la siguiente figura.

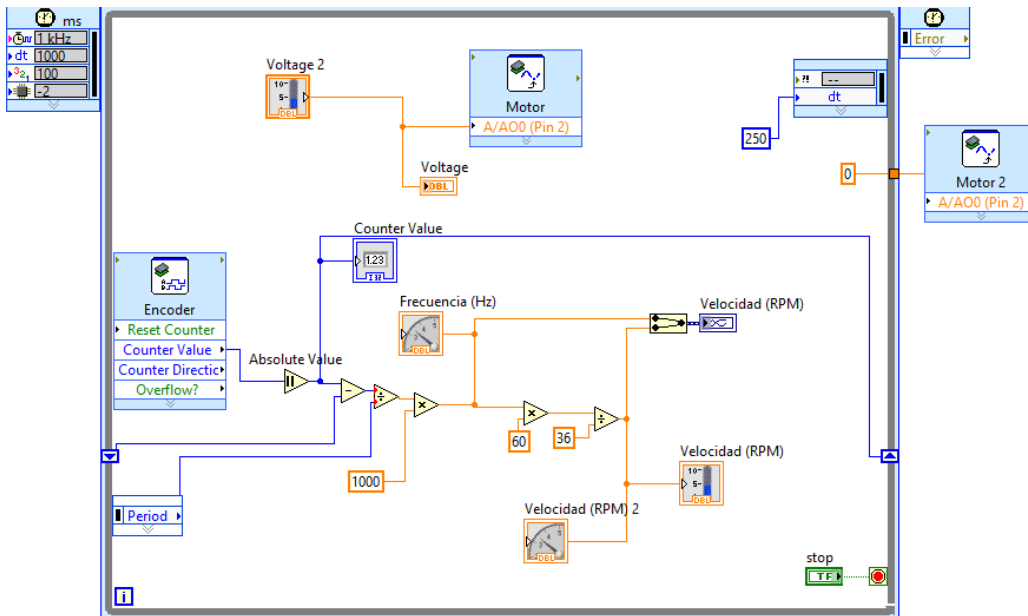


Figura 3-35 Configuración de todos los parámetros del motor encoder
Fuente: Autores, 2018.

Paso7.-Proceder al arreglo del panel frontal en donde se podrá visualizar los datos obtenidos durante el funcionamiento del equipo programado.

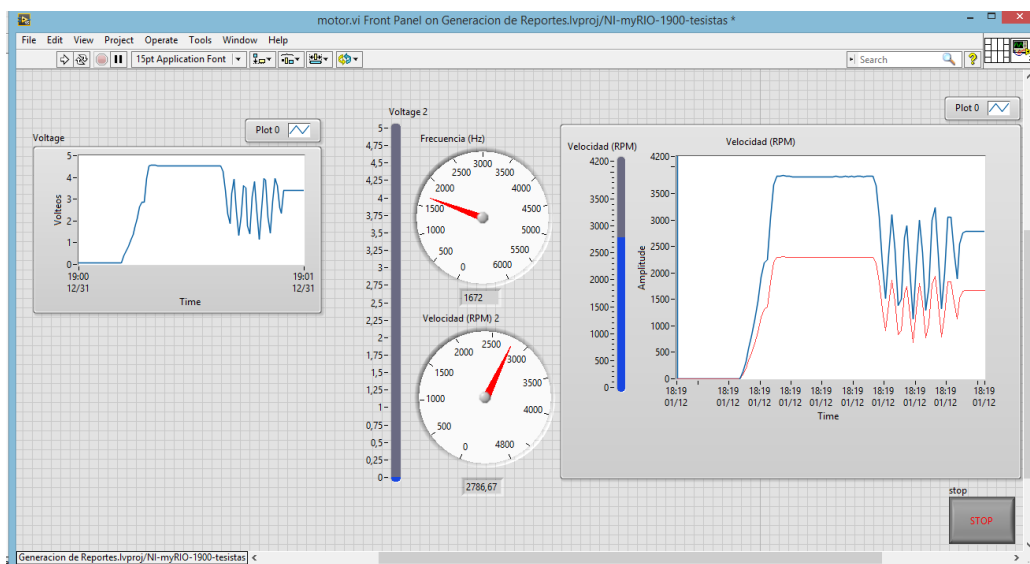


Figura 3-36 Visualización de los parámetros de funcionamiento del encoder
Fuente: Autores, 2018.

3.3.5.3 *Programación del acelerómetro.* Para proceder con la programación del acelerómetro con el que cuenta el dispositivo NI myRIO 1900 se detallara paso a paso como se realizó la programación en LabVIEW.

Paso1.- Se debe dirigirse al diagrama de bloques y proceder a crear un Timed Loop, posteriormente abrir la ventana de funciones, desplegar la opción myRIO, seleccionar la función acelerómetro (Accelerometer) y colocar dentro de la estructura Time Loop.

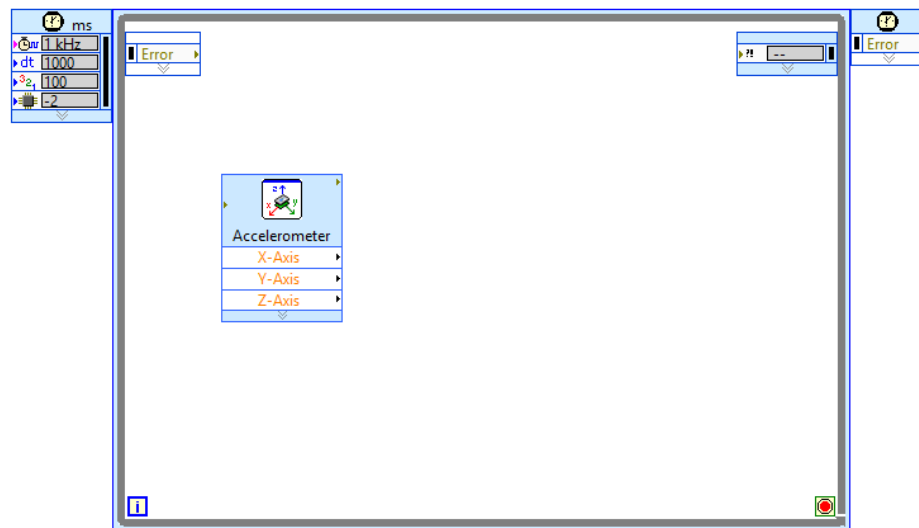


Figura 3-37 Inicio de la programación del acelerómetro

Fuente: Autores, 2018.

Paso 2.- Al haber insertado la función Acelerómetro, se desplegará automáticamente una ventana en la cual se configura los tres distintos canales (X, Y, Z) de la tarjeta myRIO 1900, además del nombre del nodo, después de haber configurado el acelerómetro se deberá dar clic en OK.

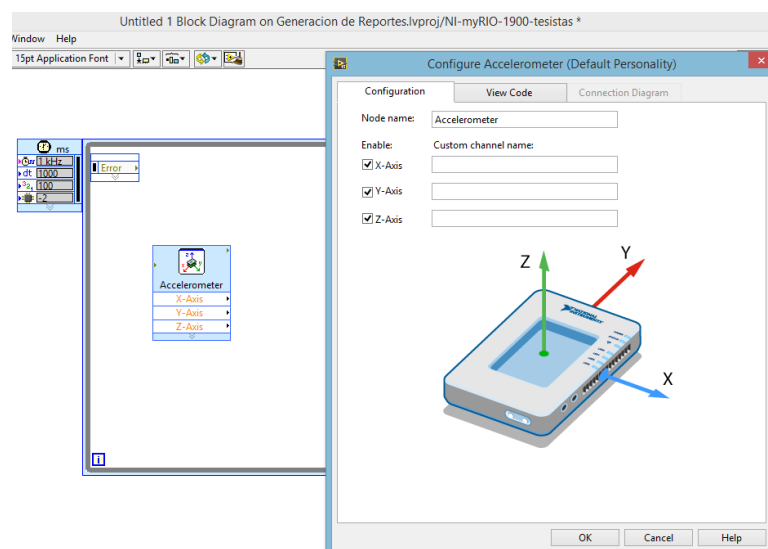


Figura 3- 38 Configuración de los canales X, Y, Z de la tarjeta myRIO

Fuente: Autores, 2018.

Paso 3.- Proceder a insertar la función bundle (DBL) para la configuración de cada eje del acelerómetro, también insertar una tabla de forma de onda (Waveform chart) para poder visualizar las diferentes ondas que se presenten.

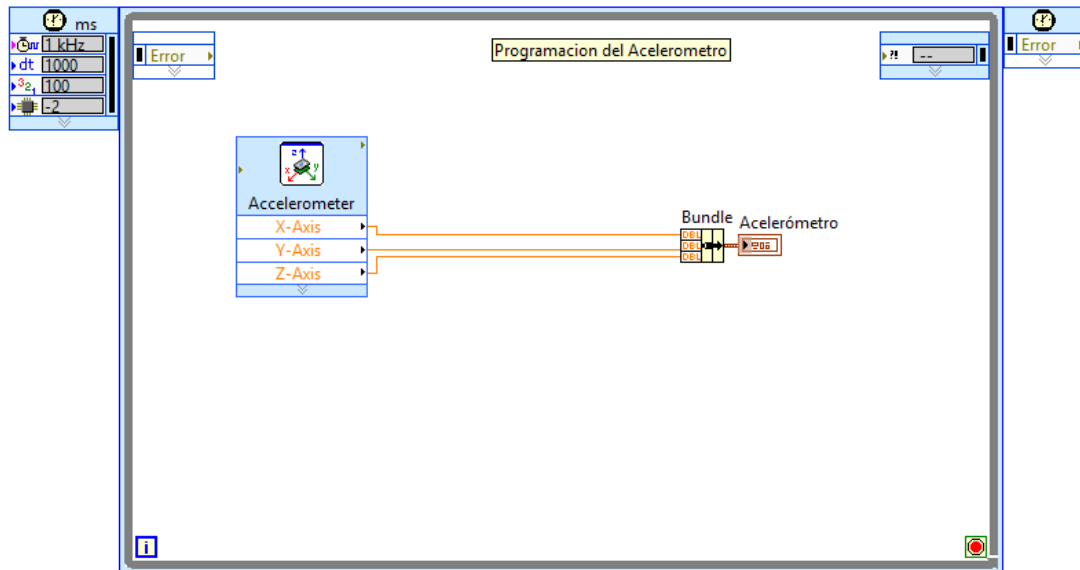


Figura 3- 39 Función Bundle en los canales del myRIO 1900

Fuente: Autores, 2018.

Paso 4.- Insertar un indicador numérico para cada eje de la tarjeta myRIO y a cada uno se le debe asignar un boleano con la condición de que se encienda cuando este sea mayor a cero, y se apague cuando sea menor a cero.

Paso 5.- Por último, crear un control de paro para detener el programa.

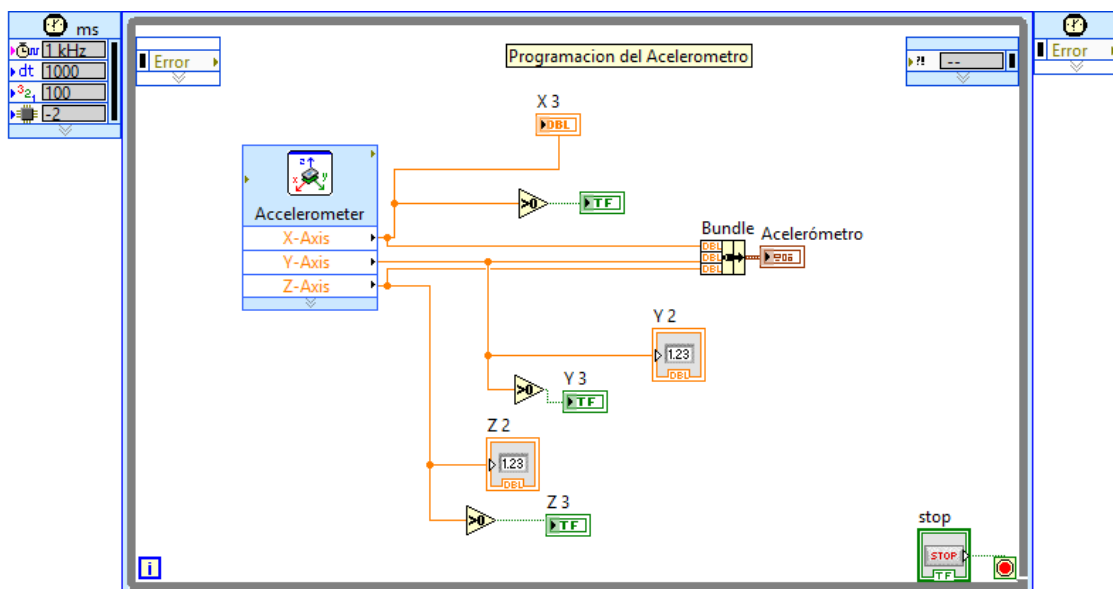


Figura 3- 40 Boleano en cada uno de los ejes del acelerómetro

Fuente: Autores, 2018.

Paso 6.- Proceder al arreglo de panel frontal para que se visualice de la mejor manera.

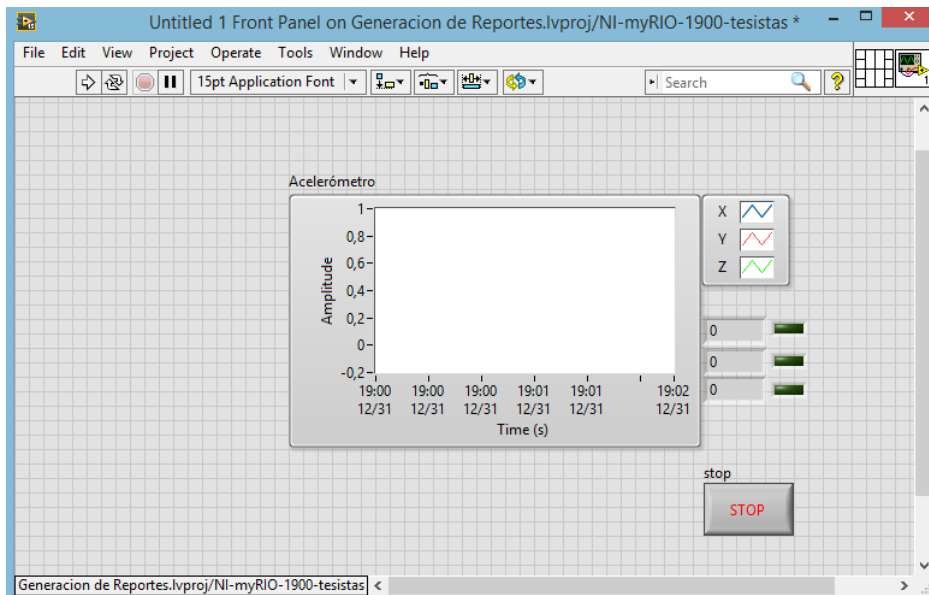


Figura 3- 41 Visualización del acelerómetro programado

Fuente: Autores, 2018.

3.3.5.4 *Programación del sensor de temperatura del módulo EPC.* Proceder a describir como se realizó la programación de sensor de temperatura con el que cuenta el Entrenador de Planta de Control

Paso 1.- Dirigirse al diagrama de bloques y se debe crear un Timed Loop, abrir la ventana de funciones, luego desplegar la opción myRIO, selecciona la función entrada analógica (Analog input) y colocar dentro de la estructura Time Loop.

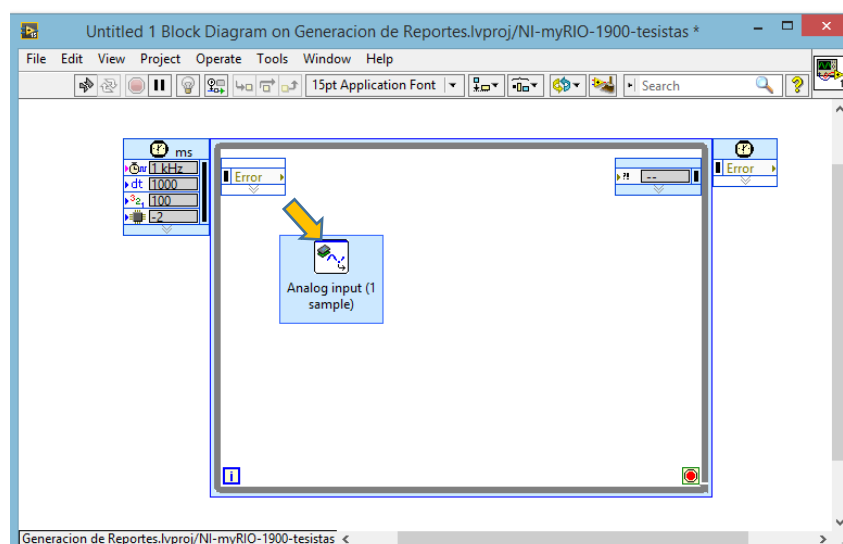


Figura 3-42 Colocación de una entrada analógica para la programación del sensor de temperatura

Fuente: Autores, 2018.

Paso 2.- Al haber insertado la función entrada analógica (Analog input), se desplegará automáticamente una ventana en la cual se debe configurar la entrada a utilizar, y el nombre de la señal de entrada que se va a recibir, debido a la conexión realizada se utilizará el pin 5 o la entrada analógica 1 (A/AI1 Pin 5), dar un clic en ok para terminar la configuración.

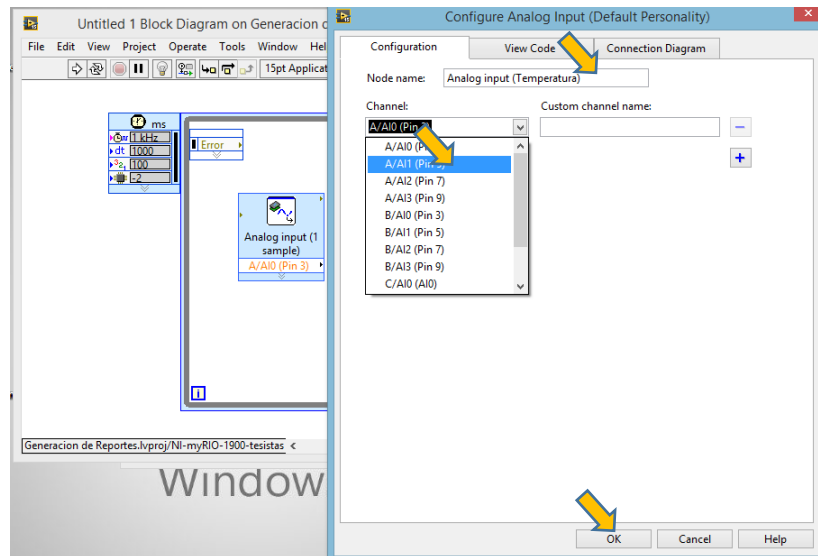


Figura 3-43 Selección de la entrada (A/AI1 Pin 5) para la programación del sensor de temperatura

Fuente: Autores, 2018.

Paso 3.- Posteriormente dirigirse al panel frontal con la combinación de teclas (Ctrl+E), con un clic izquierdo desplegar la ventana de control, abrir silver, numeric y elegir el termómetro, esto permitirá visualizar los valores que se hayan receptado en la entrada analógica.

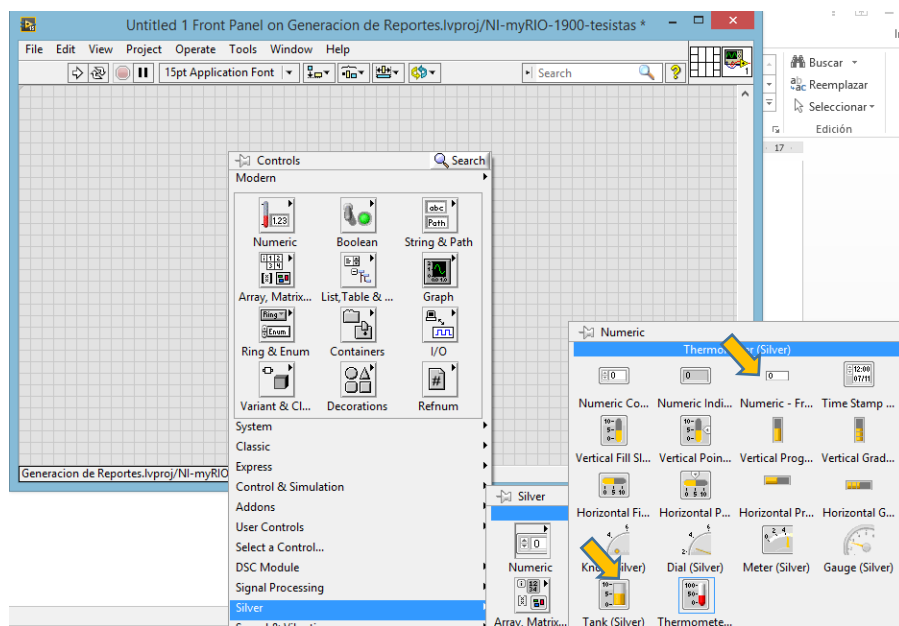


Figura 3-44 Selección del termómetro para la visualización de la temperatura

Fuente: Autores, 2018.

Paso 4.-Desplegar nuevamente la ventana de control, y dirigirse a la opción silver, desplegarla, seleccionar la función gráficos (Graph) e insertar la función tabla de formas de onda (waveform chart) en el panel frontal. Esto con el objetivo de visualizar gráficamente los valores que se hayan receptado en la entrada analógica.

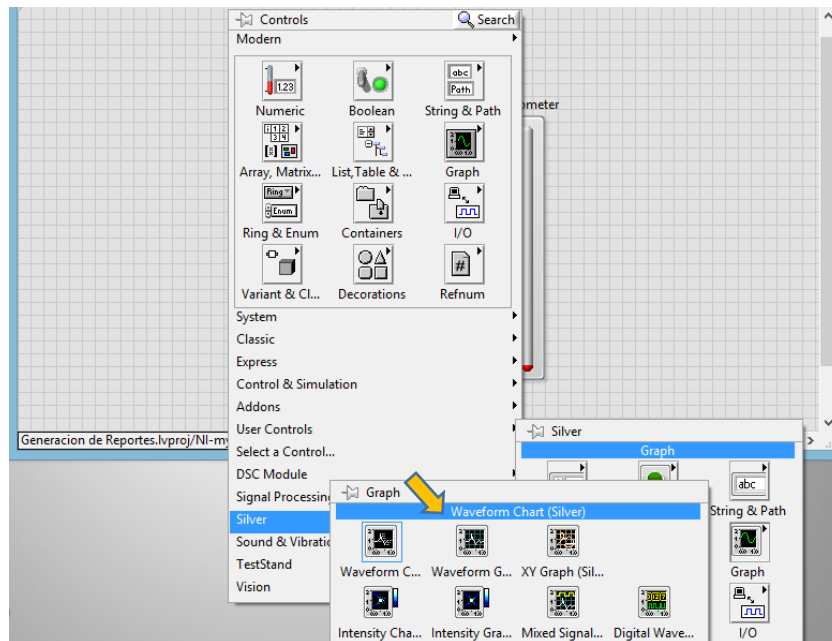


Figura 3-45 Colocación de un waveform chart para la visualización de la temperatura
Fuente: Autores,2018.

Paso 5.-Dirigirse a la tabla de forma de onda y configurarla, etiquetar con el nombre de temperatura en centígrados, luego dar una amplitud de 0-100 en el eje Y, y deshabilitar la auto escala en el eje Y.

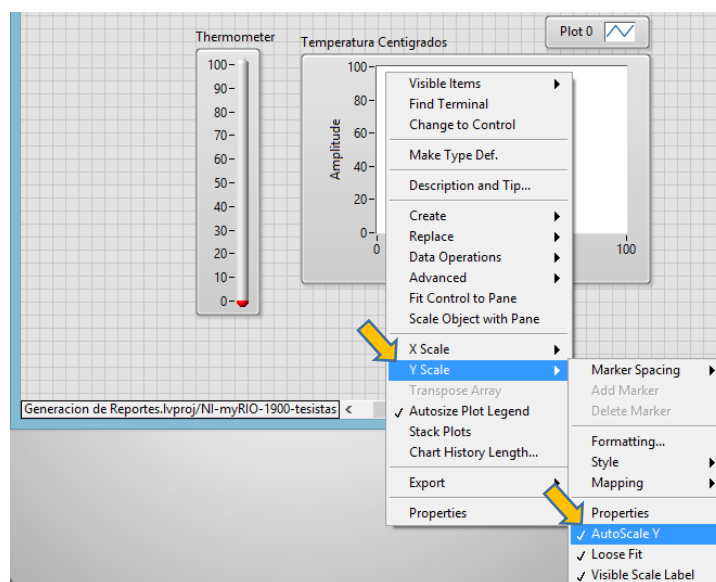


Figura 3-46 Configuración de la amplitud en el eje Y
Fuente: Autores, 2018.

Paso 6.-Para configurar el eje X dar clic derecho dentro de la tabla de forma de onda y seleccionar propiedades, dirigirse a desplegar formato (display Format) seleccionando tiempo absoluto (Absolute time), marcando los siguientes casilleros, después de haber marcado los casilleros dar en ok.

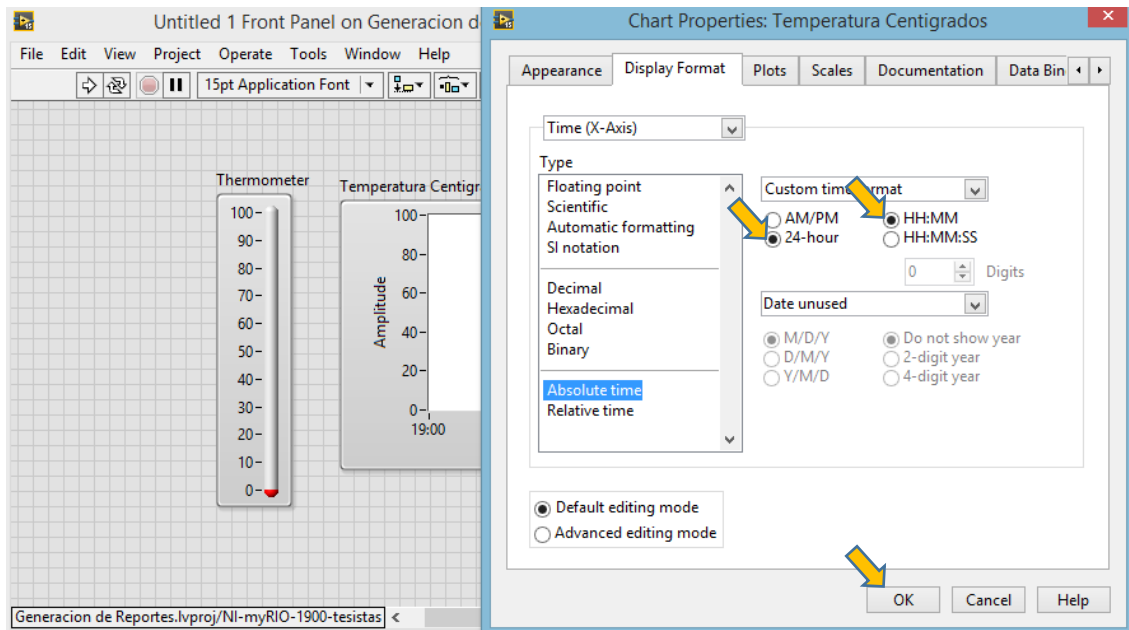


Figura 3-47 Configuración del eje X para la visualización de la temperatura
Fuente: Autores, 2018.

Paso 6.- Por defecto el sensor utilizado da la siguiente fórmula para encontrar la temperatura.

$$C = Ve * 100 \quad \text{Ecuación 1}$$

En donde:

C = temperatura

Ve= Voltaje de entrada

Entonces se procede a insertar ésta fórmula en el diagrama de bloques, seguido de la conexión hacia la tabla de forma de onda y al indicador de temperatura para obtener los resultados.

Los datos obtenidos se visualizarán en la escala de grados centígrados, de acuerdo a la formula ocupada.

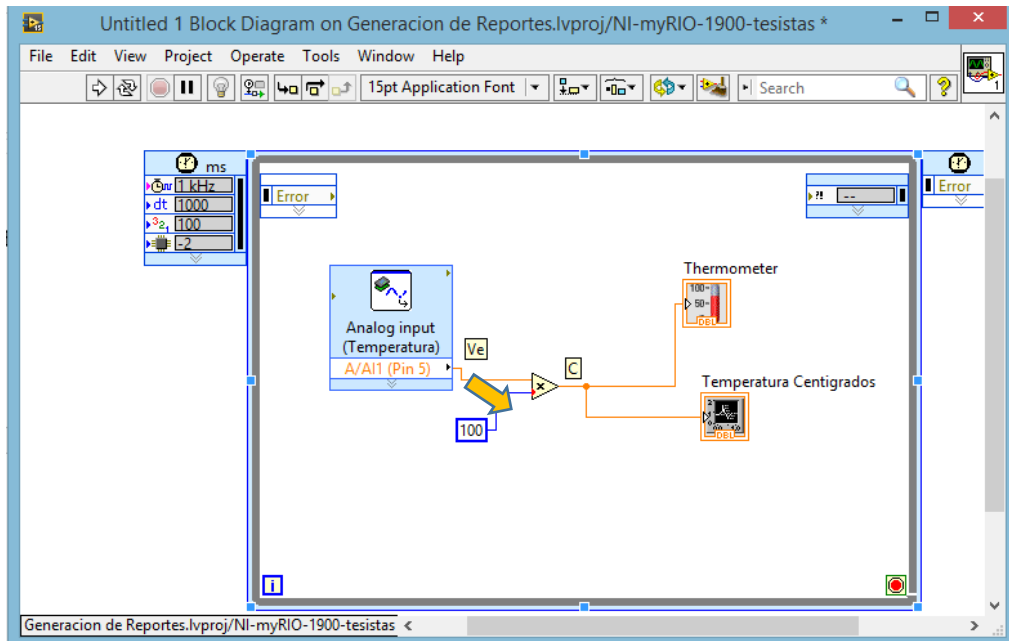


Figura 3-48 Ubicación de la fórmula para la obtención de la temperatura

Fuente: Autores, 2018.

Paso 7.-Colocar un controlador de paro para poder detener completamente el programa.

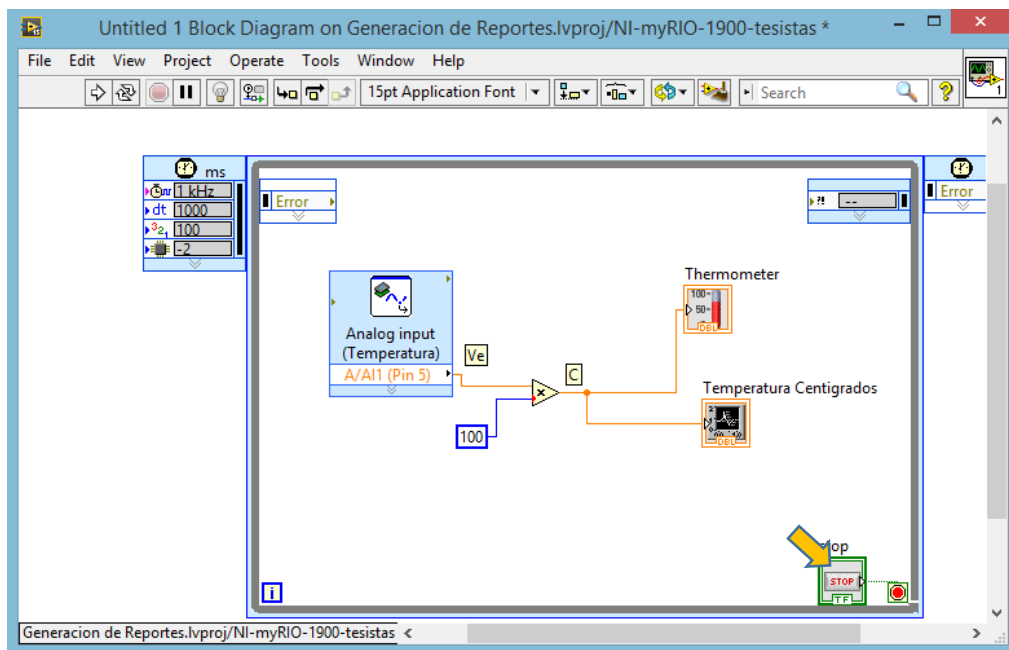


Figura 3-49 Configuración del paro en la programación de la temperatura

Fuente: Autores, 2018.

Paso 8.-Proceder a ingresar una salida digital, en la cual se desplegará automáticamente la ventana de configuración, nombrando la salida digital como ventilador y seleccionando el pin 13 (A/DIO1) en el cual tenemos conectado el ventilador, dar clic en ok y terminar la configuración, como se puede apreciar en la figura 3-50.

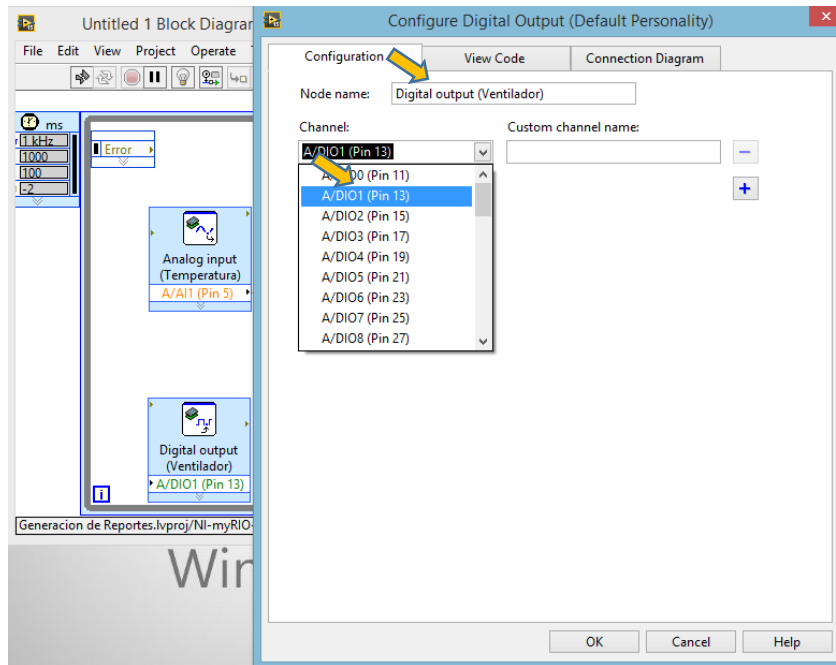


Figura 3-50 Configuración de ventilador del EPC

Fuente: Autores, 2018.

Paso 9.- Crear una variable local de la temperatura, una constante de 40 y un a función (mayor que), Luego realizar las diversas conexiones hacia la salida digital y terminar el control del ventilador, ésta programación permite automatizar el encendido del ventilador cuando la temperatura llegue a 40 °C.

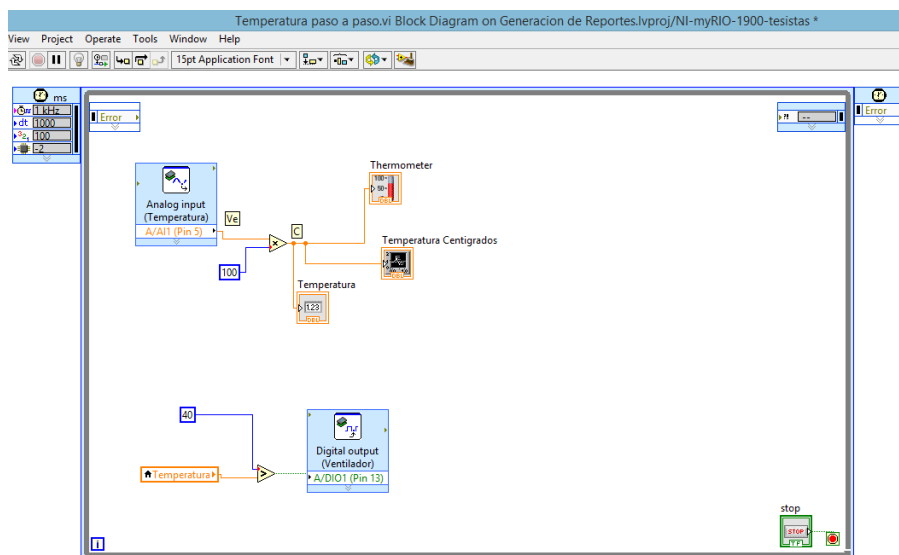


Figura 3-51 Programación del encendido automático del ventilador

Fuente: Autores, 2018.

Paso 10.- Duplicar la salida digital del ventilador y la colocar fuera del Timed Loop, se debe asignar un valor verdadero, esto permitirá detener completamente el ventilador al pulsar el botón de paro.

Paso 11.- Asignar una función (Wait) y enlazarla con una constante de 1000 milisegundos o el valor que se considere necesario, esto indica la cantidad de datos que se recolecta durante cada intervalo de tiempo.

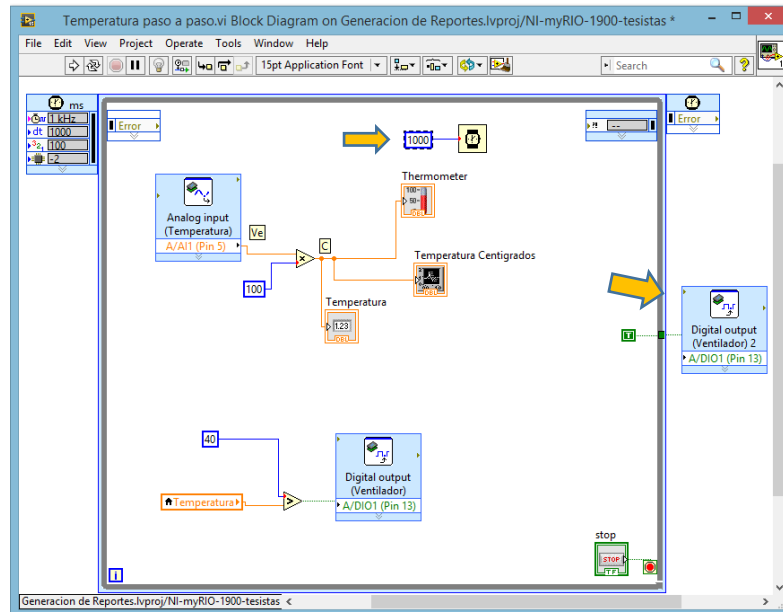


Figura 3-52 Configuración final del sensor de temperatura
Fuente: Autores, 2018.

3.3.5.5 *Programación del halógeno del EPC.* Para realizar la programación del bombillo del EPC o halógeno se procede a realizar el control automático del mismo, para ello hay que insertar una salida digital (Digital output), asignar la salida (DIO 0) y un nombre en la ventana de configuración y finalmente dar clic en ok.

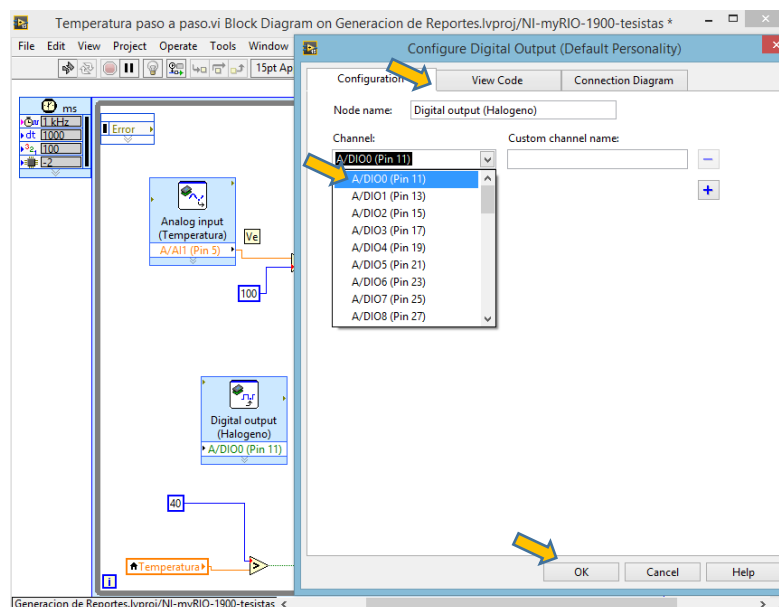


Figura 3- 53 Configuración salida y nombre del halógeno
Fuente: Autores, 2018.

Paso 2.- Para automatizar el funcionamiento del halógeno generar la siguiente condición.

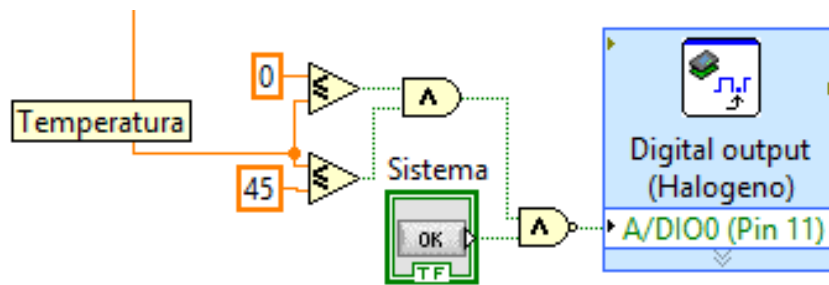


Figura 3-54 Condición de acondicionamiento automático para el halógeno
Fuente: Autores, 2018.

Este diseño nos permite activar el halógeno automáticamente entre los valores (0-45) °C, previamente presionando el pulsador control halógeno, así mismo se puede desactivar el sistema volviendo a pulsar el control halógeno.

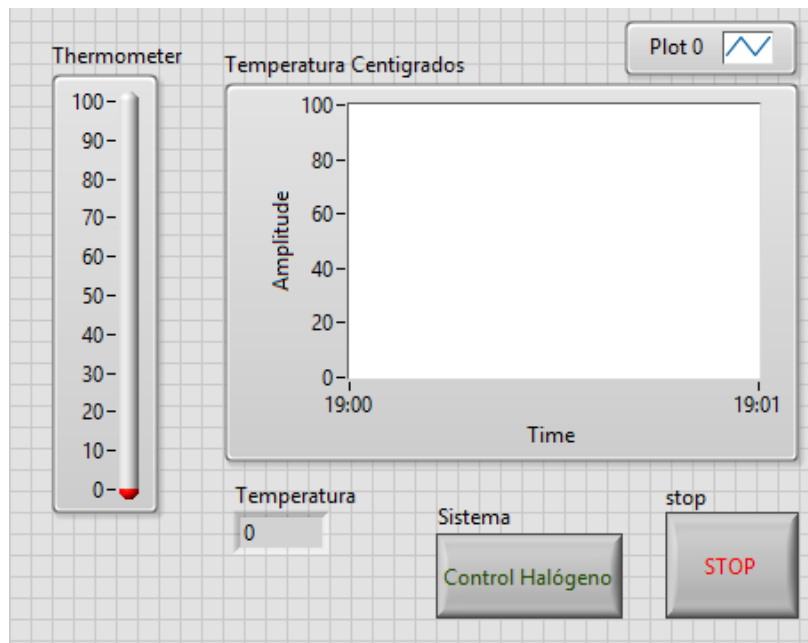


Figura 3-55 Asignación del control halógeno en el sistema
Fuente: Autores,2018.

Paso 3.- Por último, crear una copia de la salida digital del halógeno y asignarle una constante verdadera (True) para asegurar que este deje de funcionar cuando ya no se necesite que este encendido en el sistema.

El propósito de la programación del halógeno fue para realizar pruebas con un notable incremento de la temperatura en el sistema de generación de reportes, la programación se la podrá evidenciar en la figura 3-56.

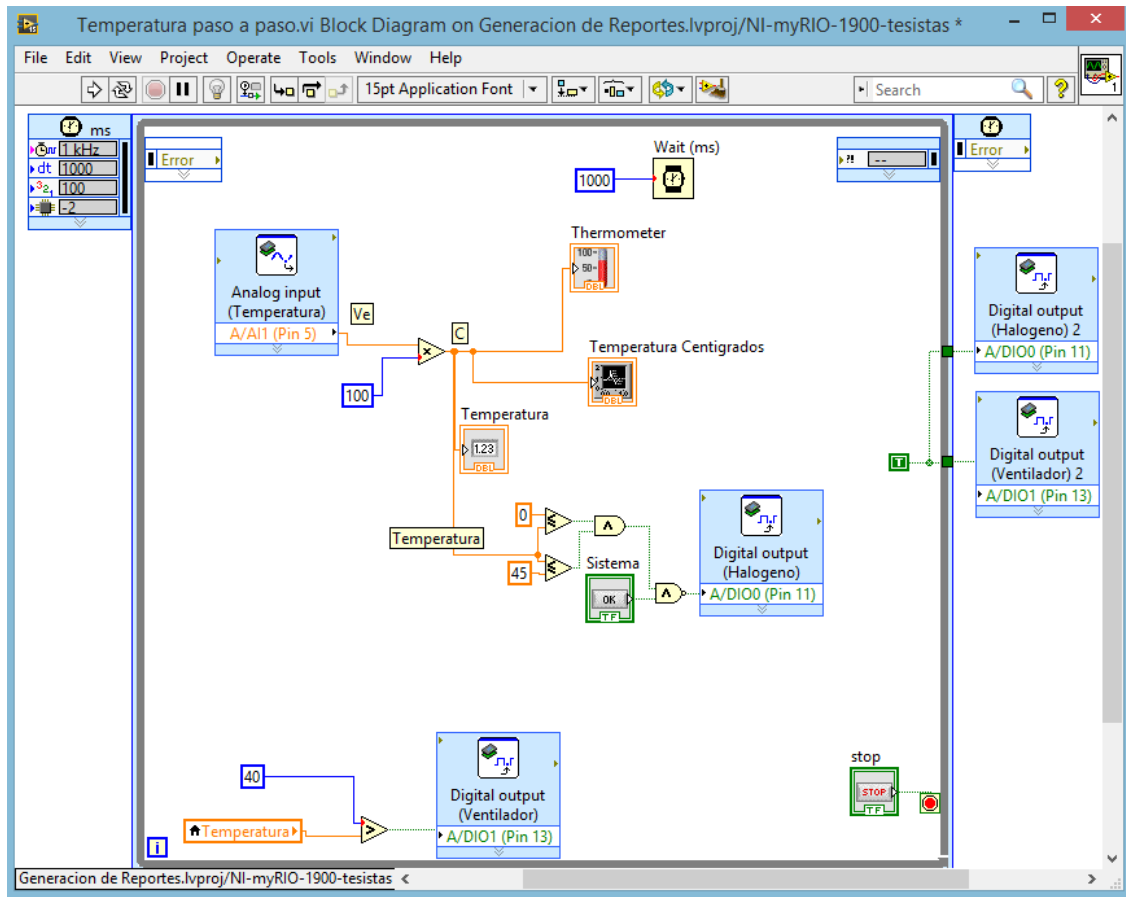


Figura 3-56 Configuración del paro para el halógeno en el sistema
Fuente: Autores, 2018.

3.4 Generación de reportes en Excel

Para la adquisición de datos obtenidos en el sistema de generación de reportes, proceder a adjuntar todas las programaciones en una sola ventana de diagrama de bloques, esto con el propósito de al ejecutar el programa se pueda obtener las señales de todos los sensores programados en una sola ejecución, para así poder completar la programación en donde se añadirá la parte de la programación para generar de forma automática los reportes en archivos de Excel teniendo la figura 3-57 como resultado.

En el panel frontal se obtuvo una visualización de todas las variables que se analizaron en el sistema teniendo así un panel en donde se visualiza el comportamiento del voltaje y una barra para modificar el mismo, la aceleración del sistema en los planos XYZ.

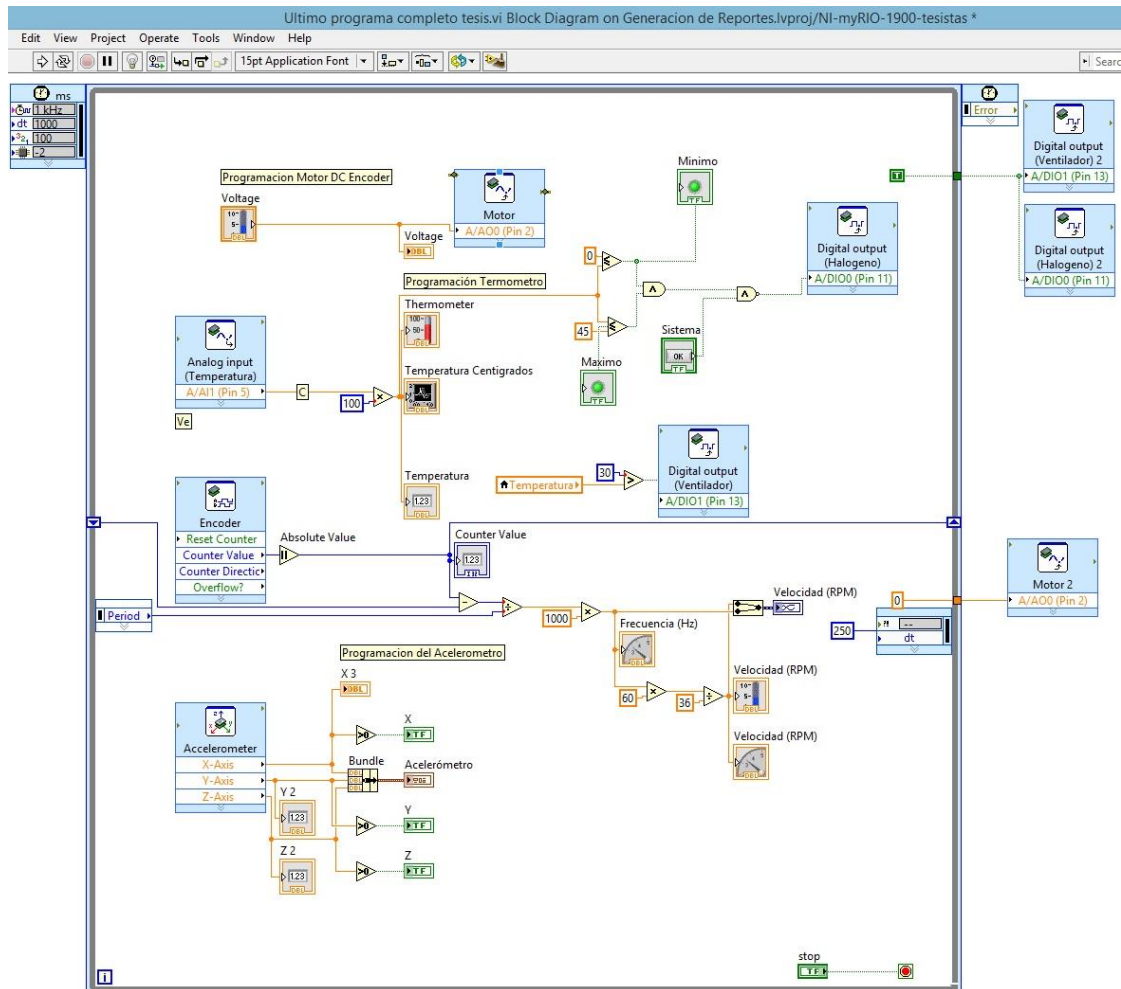


Figura 3-57 Programación completa del sistema de generación de reportes

Fuente: Autores, 2018.

La velocidad en la programación del encoder junto con un panel en donde se puede observar los incrementos y decrementos de velocidad obtenidos en RPM y la temperatura representada en un termómetro en una escala de grados centígrados.

En conjunto éstas cuatro variables programadas en el sistema de generación de reportes ayudan a realizar los reportes finales, los cuales se realizarán con datos obtenidos del comportamiento de éstas variables analizadas en este sistema en el software DIAdem. La visualización del panel frontal principal del sistema se observa en la figura 3-58.

Nota: Antes de proceder a la generación de los reportes se debe tener en cuenta que al haber trabajado en una VI dentro de la tarjeta de adquisición de datos myRIO, ésta no va a permitir exportar los datos obtenidos a cualquier tipo de archivo, por lo cual se debe trabajar en una VI generada en la computadora y crear un enlace entre los dos VI para poder así generar los reportes en LabVIEW, para posteriormente dirigirse a visualizar en DIAdem.

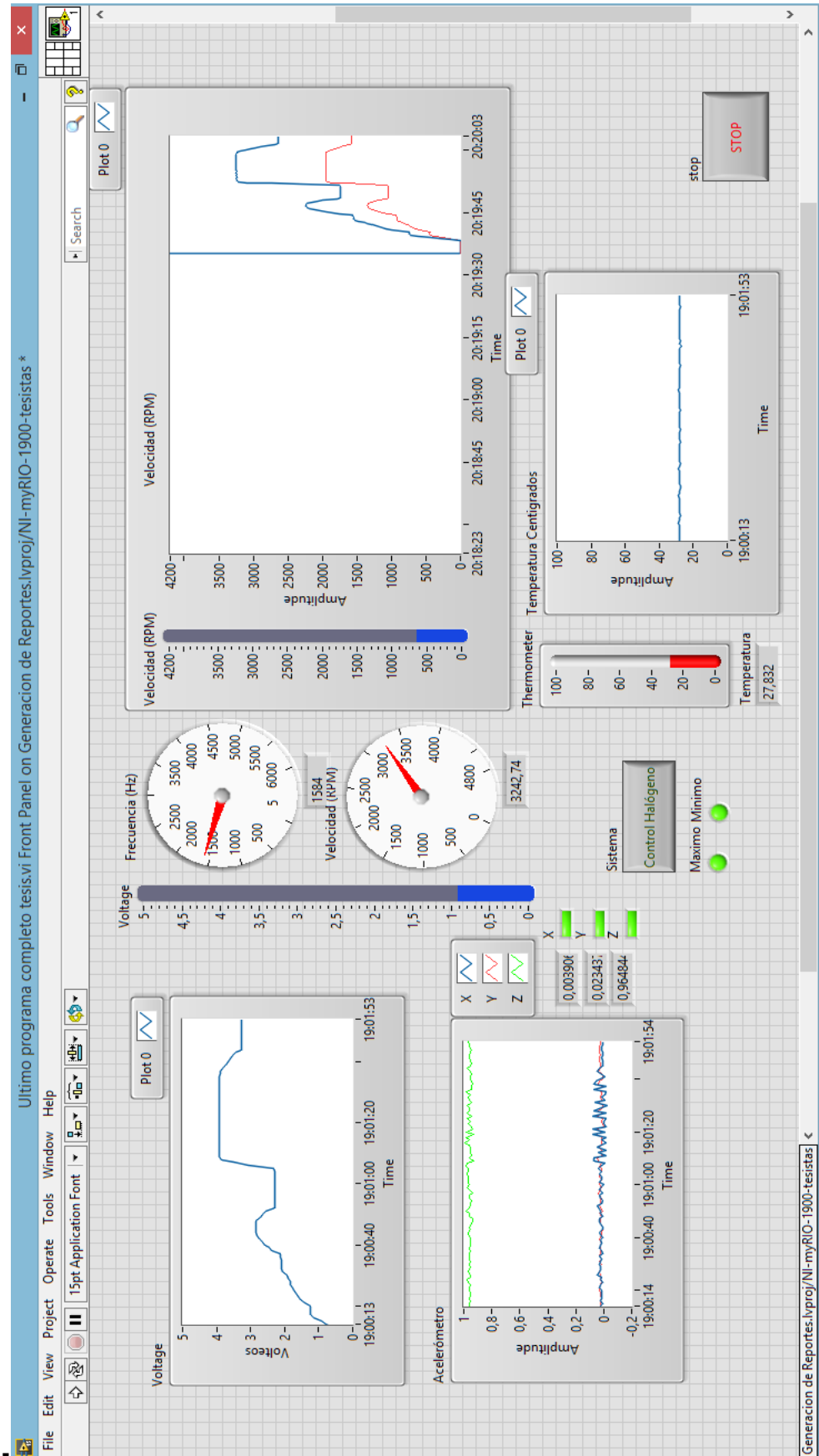


Figura 3-58 Visualización de datos obtenidos en el panel frontal

Fuente: Autores, 2018.

Para lo cual se procederá a realizar los siguientes cambios para la visualización de un VI diferente de la NI myRIO 1900 Tesisas detallado en los siguientes pasos:

Paso 1.-Dirigirse a la ventana de visualización de trabajos existentes

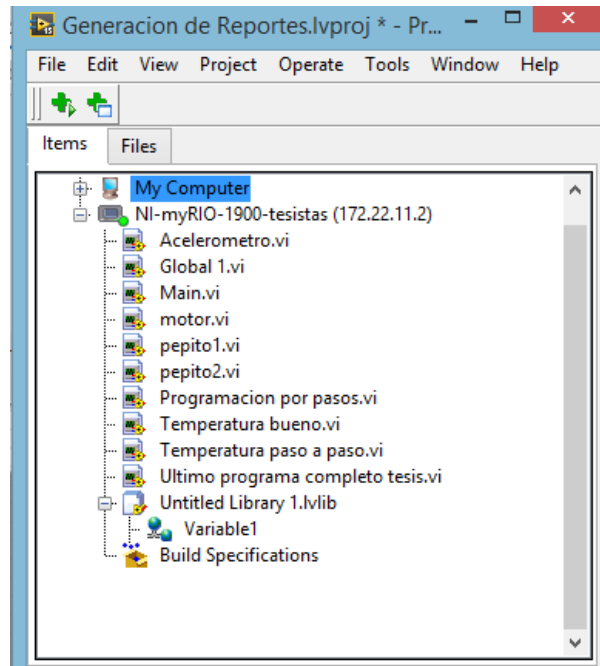


Figura 3- 59 Ventana de visualización de trabajos
Fuente: Autores, 2018.

Paso 2.- Dar clic derecho en la tarjeta de adquisición de datos y seleccionar nueva variable, lo cual nos despliega una ventana de configuración. Se puede visualizar en la Figura 3-60.

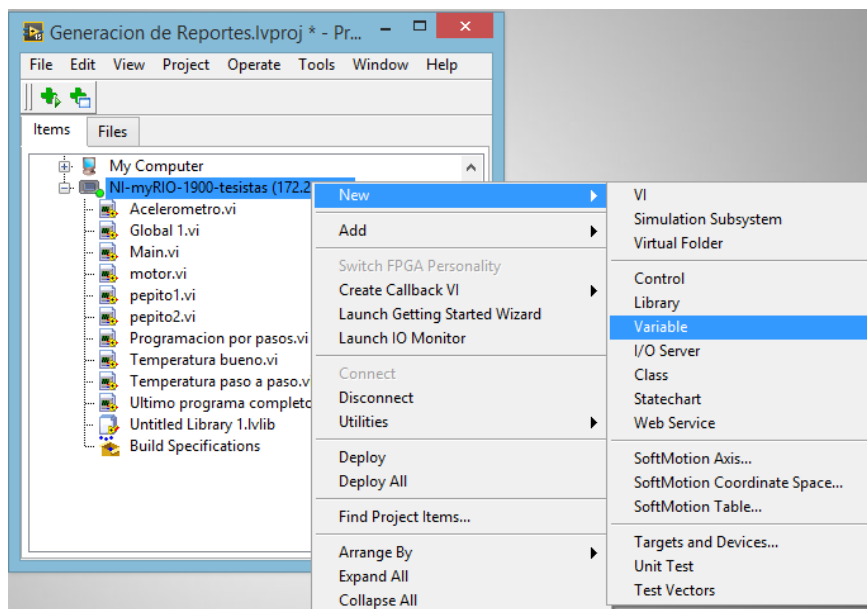


Figura 3- 60 Selección de una nueva variable en NI myRIO 1900
Fuente: Autores, 2018.

Paso 3.- Se procede a configurar la ventana de la variable y damos clic en ok, lo cual nos creará una variable en la ventana de visualización de proyectos.

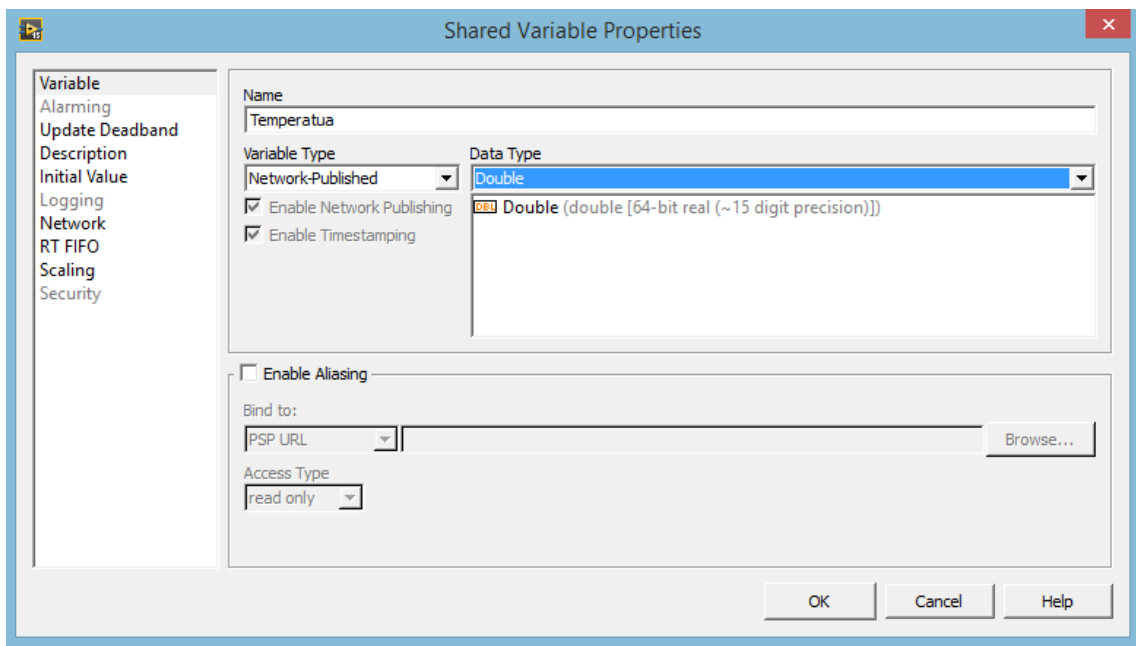


Figura 3- 61 Configuración de la ventana de visualización de proyectos

Fuente: Autores, 2018.

Paso 4.- Realizamos el mismo proceso para las diferentes variables contempladas, como la temperatura, velocidad, acelerómetro, voltaje, teniendo como resultado la siguiente figura 3-62.

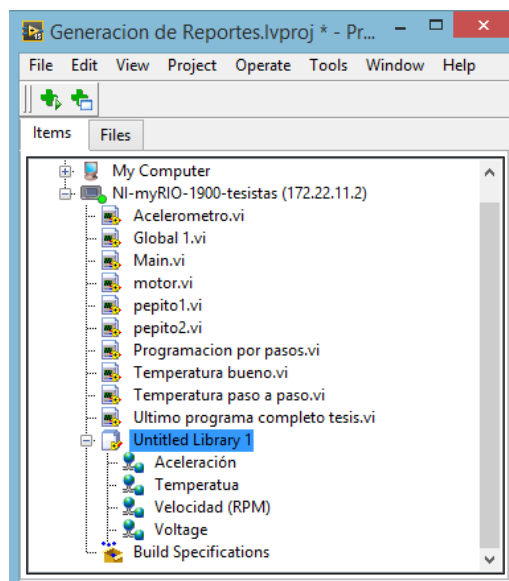


Figura 3- 62 Creación de nuevas variables

Fuente: Autores, 2018.

Paso 5.- Una vez realizado los pasos anteriores se procede a crear una nueva VI en la sección computadora (My computer) dar clic derecho y seleccionar nueva VI (New VI).

En el nuevo VI proceder a la programación de la recepción de datos programados en el anterior VI de la tarjeta de adquisición de datos NI myRIO-1900 Testistas.

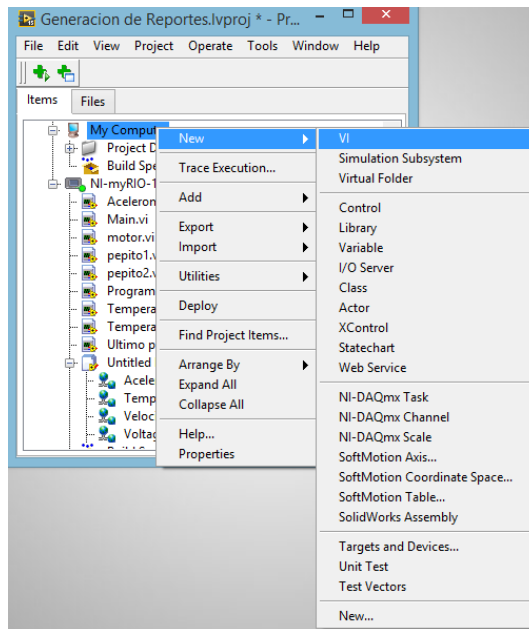


Figura 3- 63 Creación de un nuevo VI en el computador
Fuente: Autores, 2018.

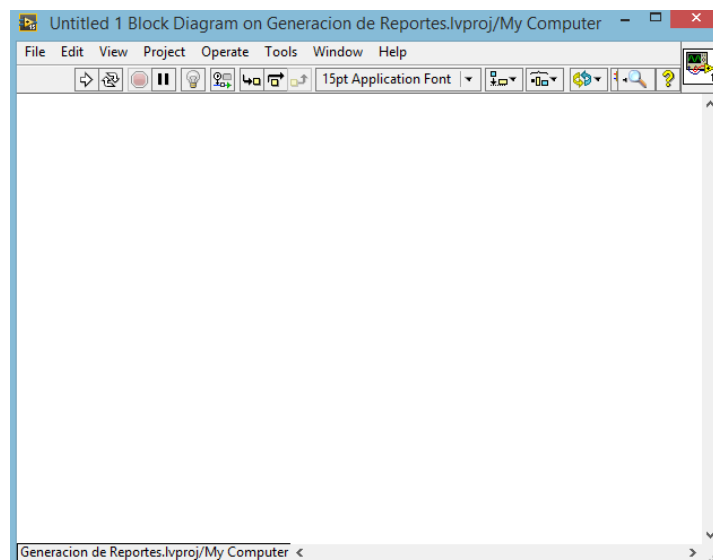


Figura 3- 64 Diagrama de bloques creado en la computadora
Fuente: Autores, 2018.

Paso 6.- Seguido dirigirse al diagrama de bloques en el cual se encuentra la programación, arrastrar la variable temperatura al diagrama de bloques configurándolo en modo de escritura.

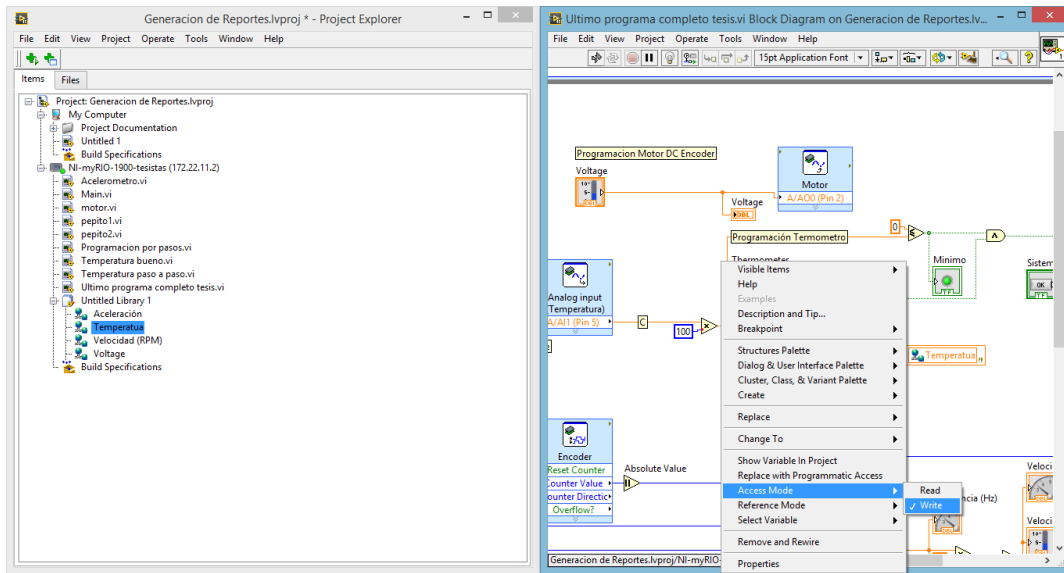


Figura 3- 65 Configuración del diagrama de bloques de la temperatura
Fuente: Autores, 2018.

Paso 7.- Dirigirse al VI reportes creado en la computadora, luego arrastrar la variable creada hacia el diagrama de bloques, y proceder a configurarla como lectura, se debe crear un indicador para visualizar los datos, estos procedentes de la adquisición en la otra programación el LabVIEW myRIO Tesistas, colocándolo dentro de un contador (auto grow) configurándolo para recolectar datos cada 250 milisegundos durante el tiempo que en el que vayamos a obtener los datos.

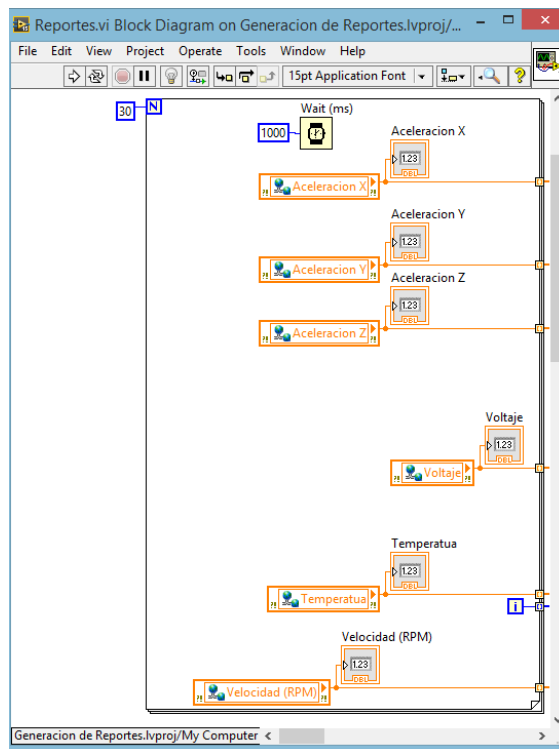


Figura 3- 66 Creación de un indicador para la visualización de datos
Fuente: Autores, 2018.

3.4.1 Programación para la generación de reportes en Excel

Verificar que exista un enlace en la visualización de datos entre el VI existente en la tarjeta de adquisición de datos myRIO 1900 y el VI existente en la computadora, los cuales fueron creados anteriormente.

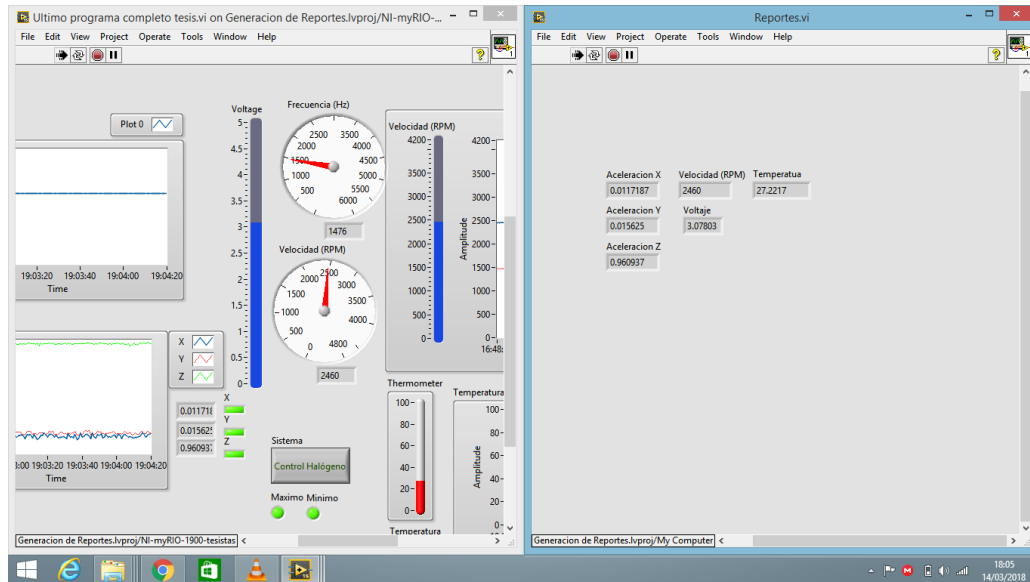








Figura 3- 67 Sincronización de datos para el reporte en Excel

Fuente: Autores,2018.

Se pudo realizar la programación del sistema de generación de reportes en Excel utilizando las siguientes funciones.

Tabla 3-1 Funciones utilizadas para la generación de reportes en Excel

Función	Nombre	Descripción
 New Report.vi	Nuevo reporte	Ésta función me permite crear un documento ya sea en Excel, Word, HTML.
 Excel Easy Title.vi	Título en Excel	Permite asignar un título al documento Excel creado.
 Excel Easy Text.vi	Texto en Excel	Permite añadir texto al documento Excel.
 Excel Easy Table.vi	Tabla en Excel	Permite añadir una tabla numérica al documento Excel.
 Excel Easy Graph.vi	Grafico en Excel	Permite añadir una gráfica de barras al documento Excel.
 Save Report to File.vi	Guardar reporte	Permite guardar el reporte creado en una ubicación seleccionada del computador.

Fuente: Autores,2018.

3.4.1.1 *Programación del encabezado para el reporte en Excel.* Para la programación de la generación de reportes en Excel se procedió a insertar la función nuevo reporte (new report), en la cual se le especifica el tipo de documento que se creará. Se añade una función título en Excel (Excel title), para generar un título al reporte, además de especificar la ubicación mediante una constante. Se añade una función de texto para generar un encabezado en el archivo Excel, especificando la ubicación, el tamaño y el tipo de texto mediante la creación de contantes.

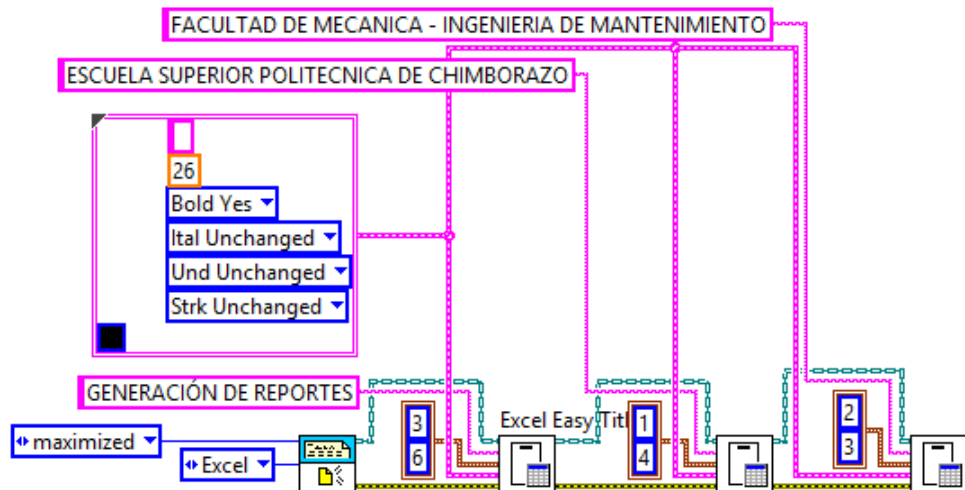


Figura 3- 68 Programación del encabezado del reporte en Excel

Fuente: Autores,2018.

3.4.1.2 *Programación de tablas y gráficos para el reporte en Excel.* Se procede a insertar la función tabla la cual permite crear una tabla en el archivo Excel generado, ésta función enlazamos con la variable correspondiente generando así valores, mediante una constante (Font) especificando el tamaño y tipo de letra que se ajuste a lo deseado, también se debe especificar la ubicación y el título de la tabla en el Excel.

Añadir la función gráfico para insertar un gráfico en el archivo Excel, generando una constante para manipular el tamaño, texto, ubicación y tipo de gráfico. Por último se configura la función guardar reporte especificando un lugar en el cual se guardará el reporte creado en Excel, la cual podemos visualizar en la figura 3- 69.

Se puede visualizar la programación realizada en LabVIEW del reporte completo en el **ANEXO A.**

También se puede visualizar los datos obtenidos del sistema mediante la programación de generación del computador, enlazado con la programación de NImyrio-1900 Testistas.

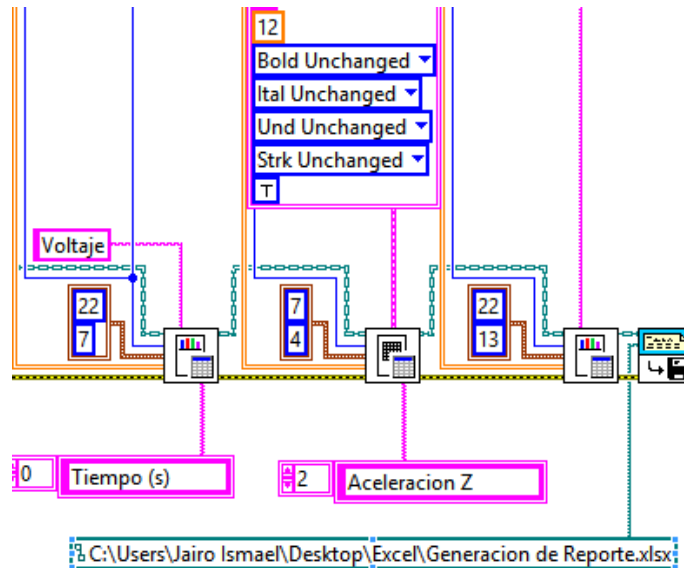


Figura 3- 70 Programación del encabezado del reporte en Excel
 Fuente: Autores,2018.

Los reportes se pueden apreciar en el documento generado en Excel el cual se encuentra localizado en el **ANEXO C**.

3.5 Generación de reportes en DIAdem.

Antes de la realización de los reportes proceder realizar la portada para la presentación de los reportes aprovechando todas las herramientas que brinda este software (DIAdem).

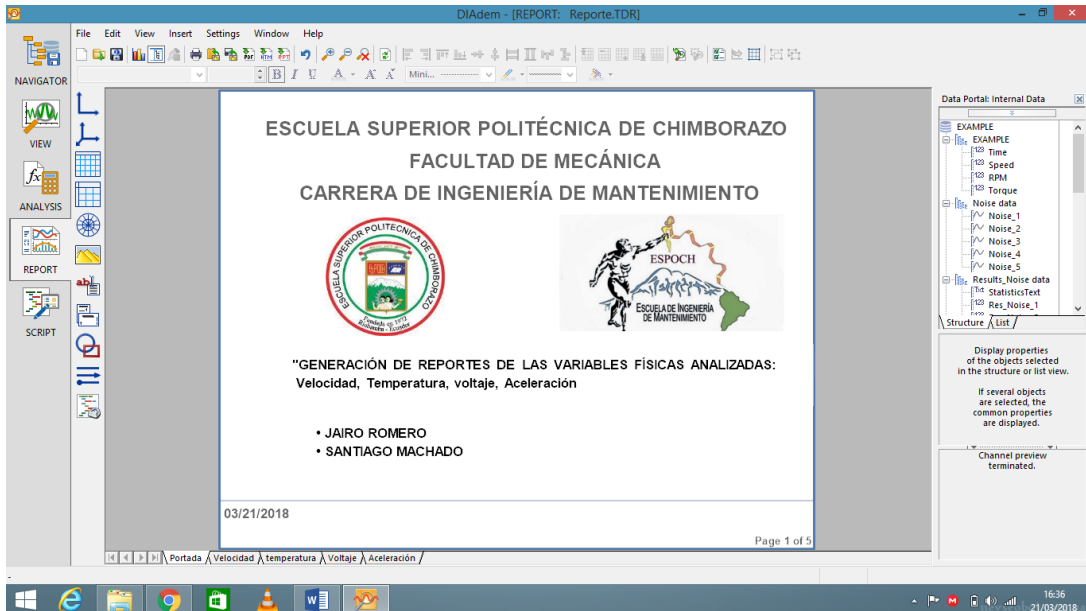


Figura 3- 71 Portada de presentación de los reportes
 Fuente: Autores,2018.

Para la visualización de reportes se utilizó una herramienta de la National Instrument llamada DIAdem, este software permite generar modelos de reportes profesionales con los datos obtenidos a través del primer reporte que se realizó en la anterior programación en LabVIEW generado en archivo Excel, de acuerdo al análisis que realizado de las cuatro variables; temperatura, voltaje, aceleración y velocidad. Todas éstas con sus respectivos datos generados de y sus gráficos.

Para cual se realizó el siguiente procedimiento en este nuevo software en el cual se detallará en los siguientes pasos.

Paso 1.-Se procedió a importar el archivo Excel de generación de reportes obtenido por medio de LabVIEW.

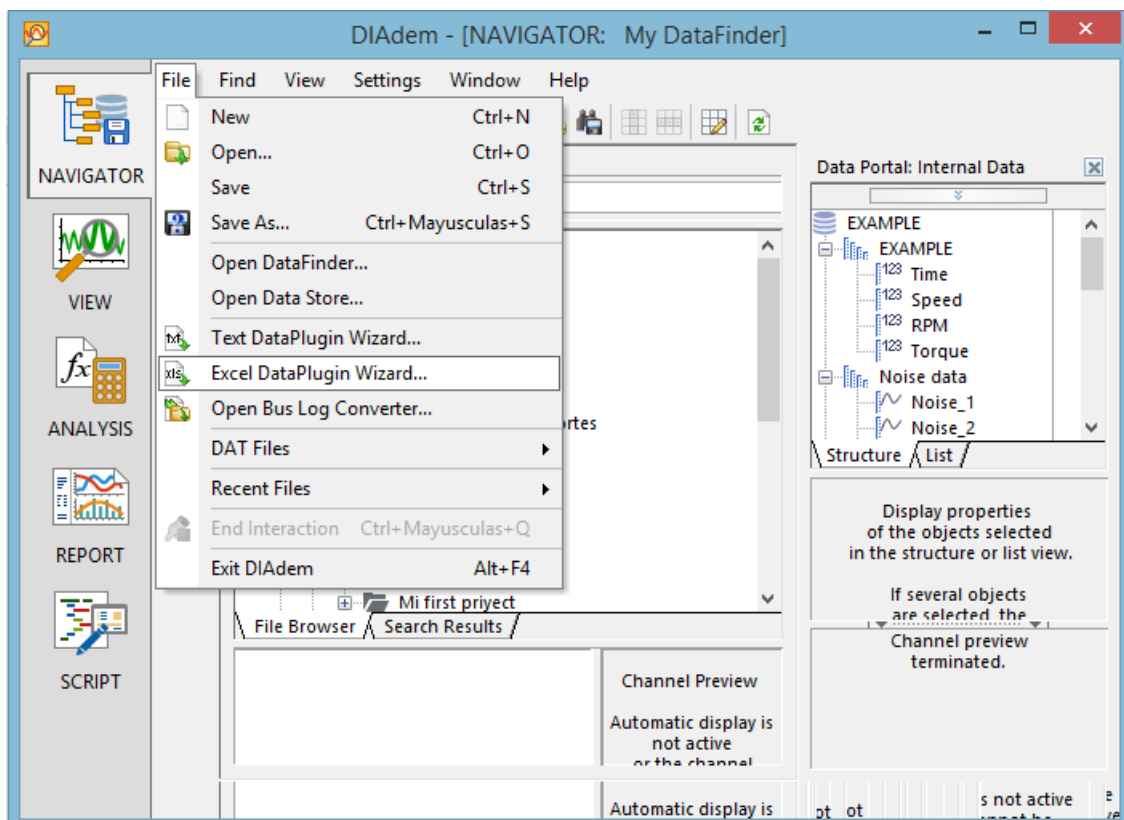


Figura 3-72 Importación de datos para la generación de reporte en DIAdem
Fuente: Autores,2018.

Paso 2.-Al seleccionar el archivo se despliega una ventana en la cual se tuvo que realizar la configuración, luego ignoramos el texto que no será necesario y se debe asignar un canal a los datos que van analizar.

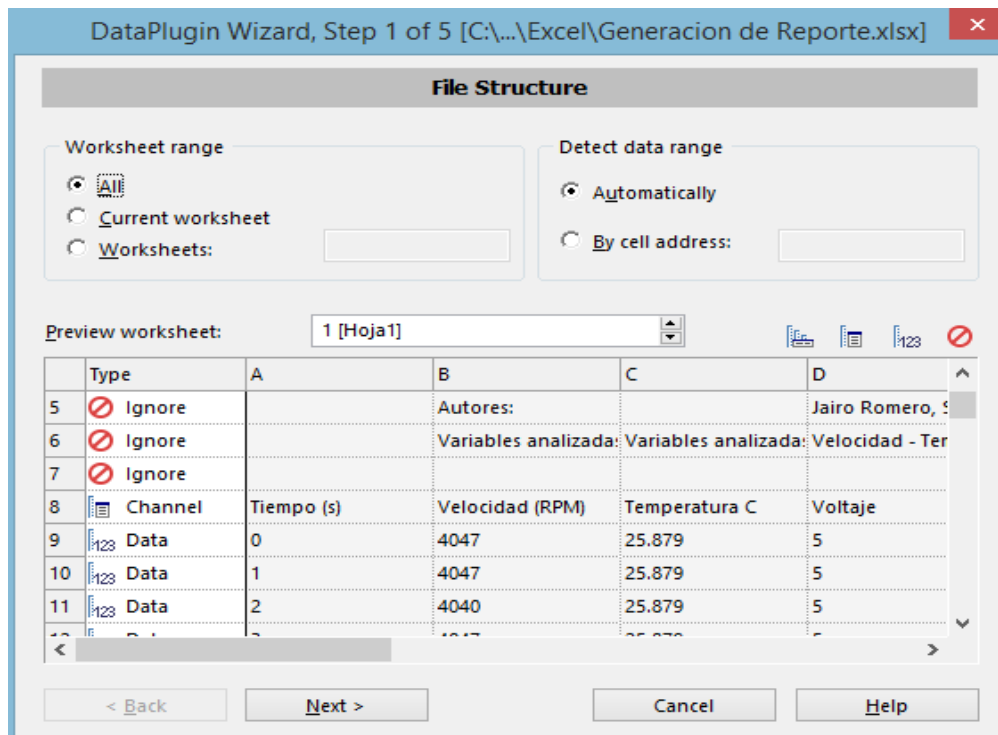


Figura 3-73 Asignación de un nuevo canal a los datos a analizar
Fuente: Autores, 2018.

Paso 3.- En la siguiente ventana se debe nombrar al archivo con el nombre de reporte y siguiente finalizar la configuración.

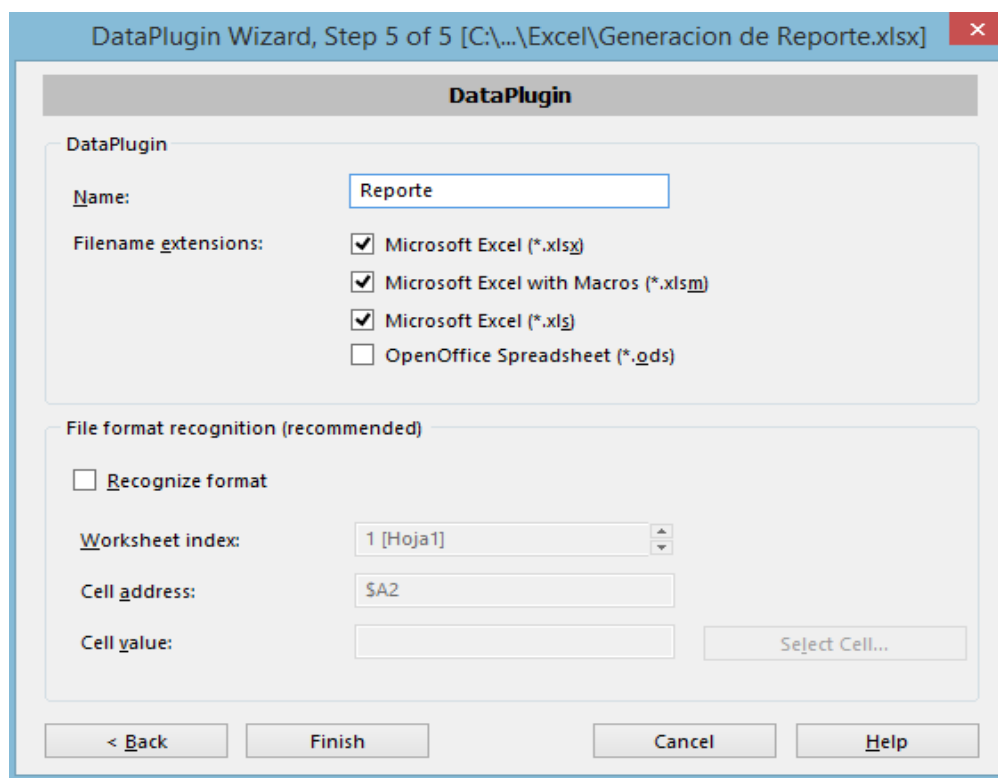


Figura 3-74 Configuración de datos para analizar en DIAdem
Fuente: Autores, 2018.

Teniendo como resultado una ventana en la cual se puede visualizar las diferentes variables obtenidas en el reporte, a la cual se ha nombrado como NI myRIO Tesis.

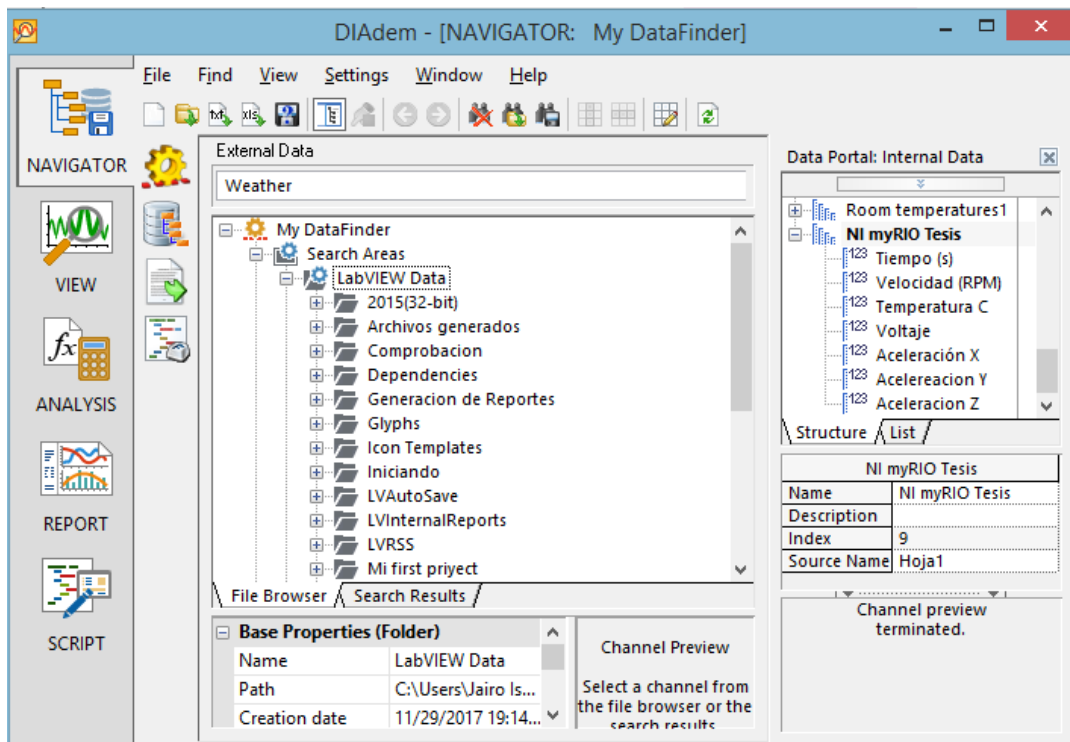


Figura 3-75 Visualización de los datos para analizar en DIAdem
Fuente: Autores, 2018.

Paso 4.- Desplazarse a la función Análisis matemático para proceder a realizar los diferentes cálculos deseados para proceder a realizar el primer reporte de la velocidad de la planta.

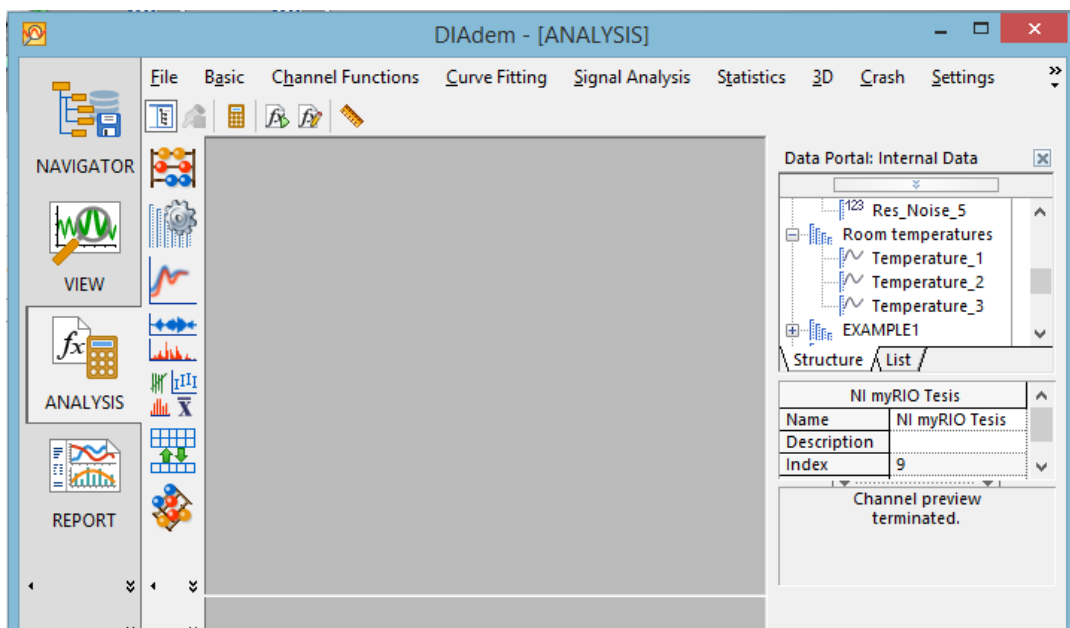


Figura 3- 76 Análisis de datos de velocidad
Fuente: Autores,2018.

Paso 5.- Se deberá seleccionar la función estadística descriptiva, luego marcar los valores que se desea generar para el reporte de la velocidad.

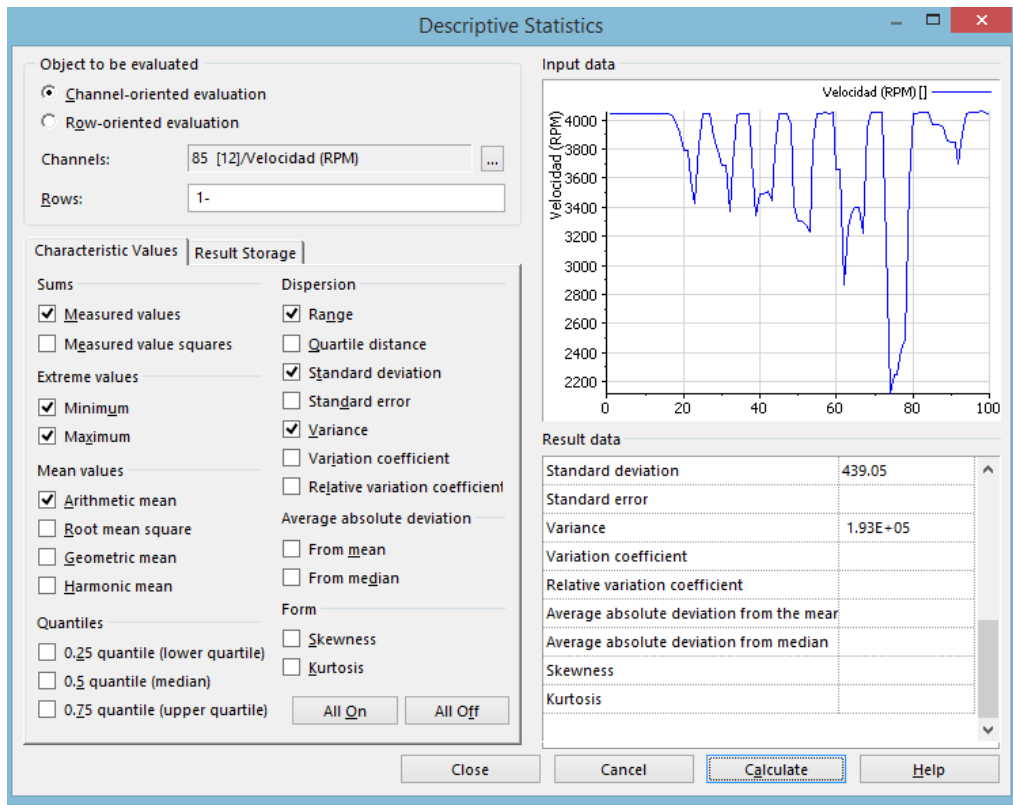


Figura 3- 77 Selección de los valores calculados en el reporte de velocidad
Fuente: Autores,2018.

Paso 6.- Teniendo estos valores dirigirse a la función reportes, en donde se procede a insertar los datos obtenidos en conjunto con una gráfica para el comportamiento de velocidad del motor DC de la planta, teniendo como resultado el reporte de velocidad.

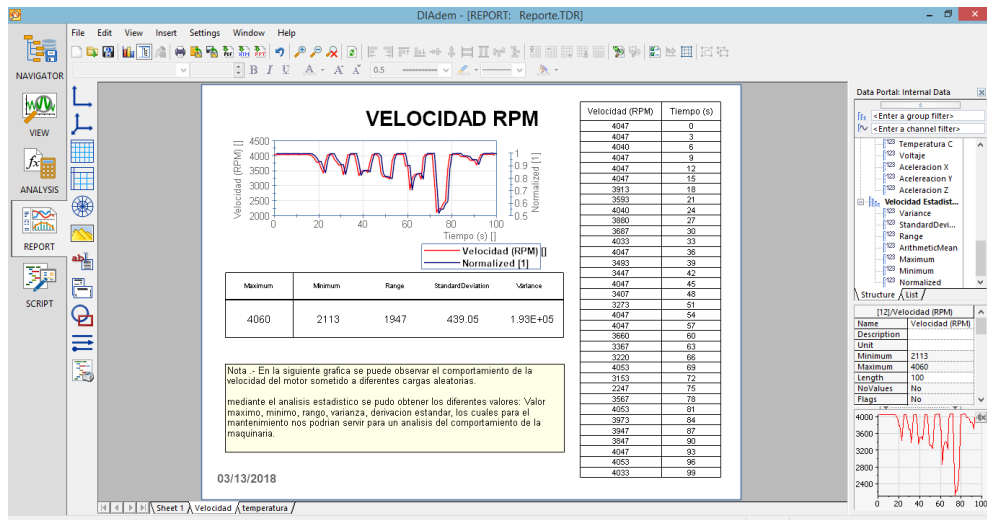


Figura 3- 78 reporte final de velocidad en DIAdem
Fuente: Autores, 2018.

Paso 7.- Se procede a realizar el análisis estadístico para la variable temperatura con el propósito de realizar un reporte similar al anterior utilizando los datos de la variable analizada, para así tener una visualización del reporte de la temperatura como se indica en la siguiente Figura.

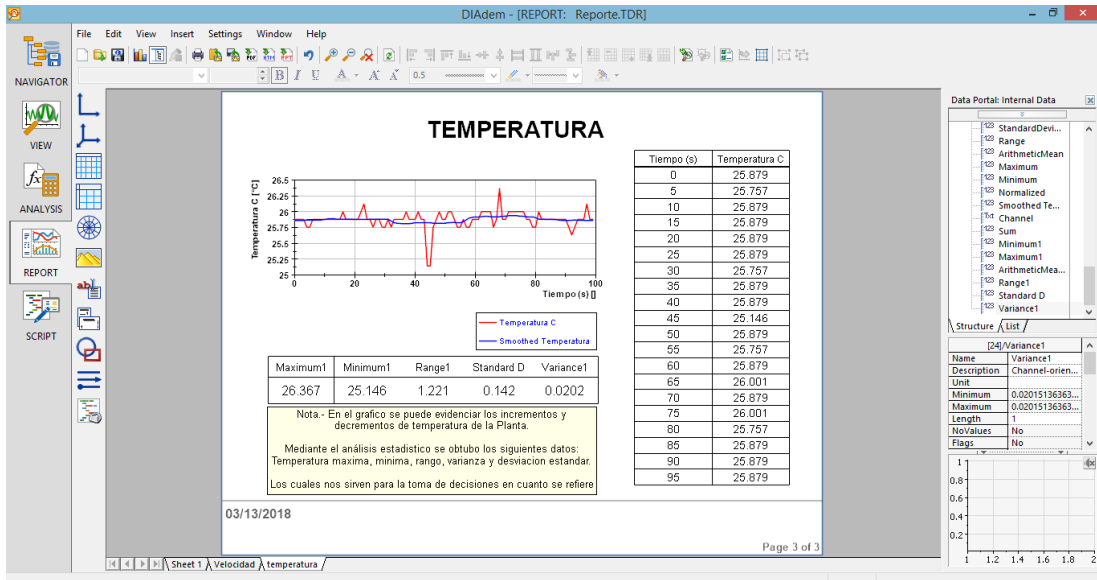


Figura 3- 79 reporte final de temperatura en DIAdem
Fuente: Autores, 2018.

Paso 8.- Al igual que en el anterior reporte se procede a realizar el análisis teniendo en cuenta que en el sistema se trabajó con un valor constante de 5V, por lo tanto, se obtuvo un comportamiento lineal del voltaje y para completar el reporte de ésta variable se completó con un historial de datos generados por medio de la anterior programación el LabVIEW, para así recalcar que se mantuvo constante el voltaje

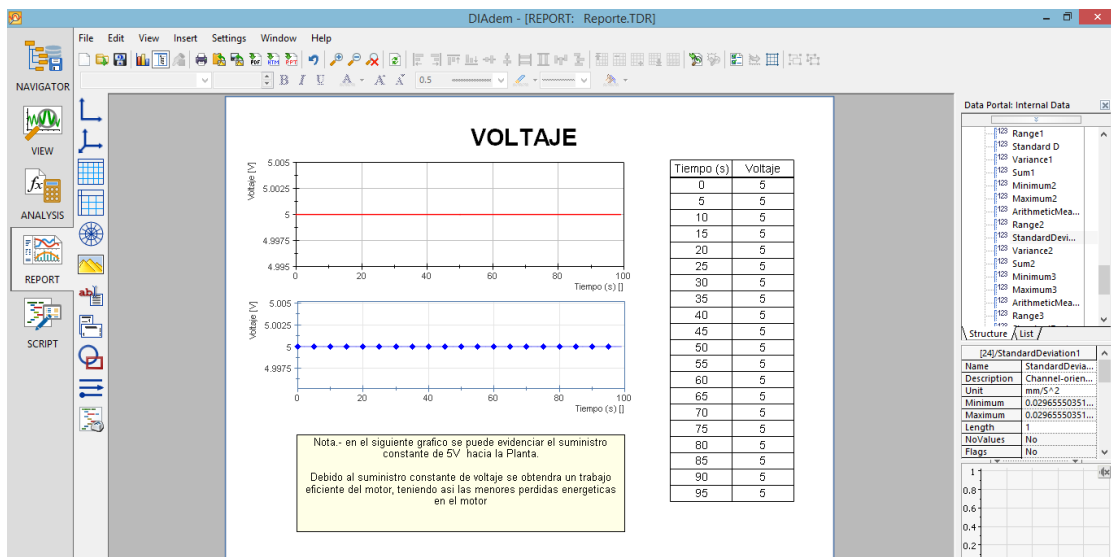


Figura 3- 80 Reporte final del voltaje en DIAdem
Fuente: Autores, 2018.

Paso 9.- Luego realizar al igual que en los anteriores reportes el análisis, estadístico para establecer los valores de varianza, valor máximo, valor mínimo desviación estándar en todos los ejes X, Y, Z. También se realizó el grafico del comportamiento del acelerómetro de la planta durante la recolección de datos temiendo como resultado el siguiente informe que se puede observar en la siguiente figura.

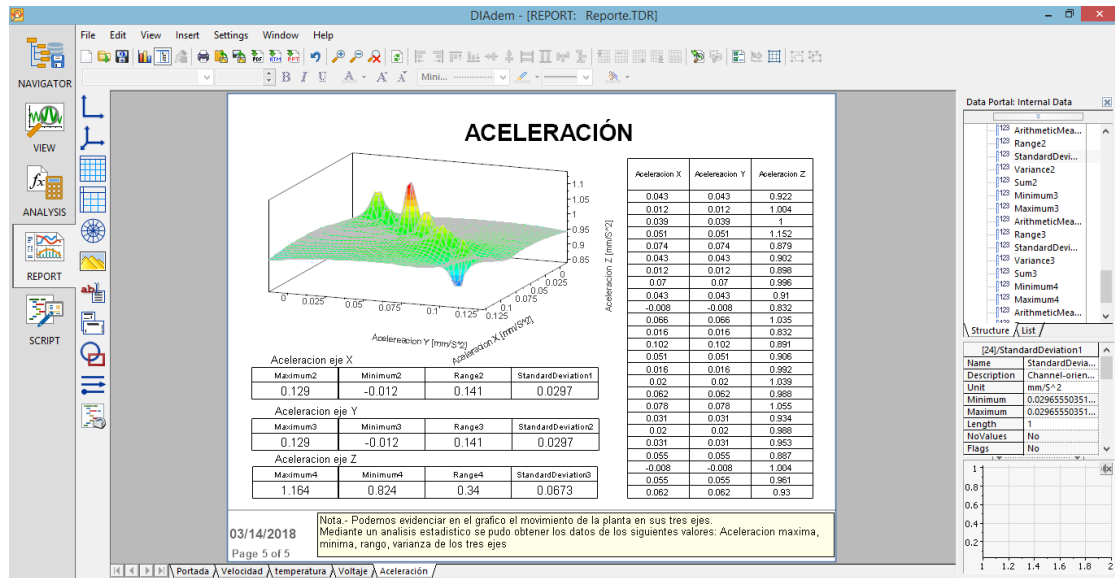


Figura 3- 81 Reporte final del acelerómetro en DIAdem

Fuente: Autores, 2018.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Se realizó un sistema de control y monitoreo para el análisis de variables físicas y la generación de reportes desde un entrenador de planta de control EPC, el cual está ubicado en el laboratorio de Control y Automatización de la Facultad de Mecánica, utilizando el software DIAdem.

Se determinaron las variables físicas que intervinieron en el sistema, como velocidad, temperatura, aceleración y voltaje, para la adquisición de datos para lo cual se trabajó con el sensor de temperatura, encoder, halógeno y ventilador de un entrenador de planta de control EPC, también el acelerómetro del dispositivo NI myRIO-1900.

Se realizó el diseño y la programación del sistema de adquisición de datos y generación de reportes, mediante la recopilación de datos provenientes de la comunicación entre el EPC, computador (LabVIEW) y Ni myRio-1900.

Se realizaron las diferentes pruebas de funcionamiento del sistema de generación de reportes obteniendo una comunicación estable y una recepción de datos constante, provenientes de cada sensor programado.

Se visualizó los diferentes reportes generados como; reporte de velocidad, reporte de temperatura, reporte de voltaje, reporte de aceleración en los planos X-Y-Z, con una información precisa y detallada obteniendo resultados satisfactorios de cada uno de los procesos mediante el análisis en DIAdem.

4.2 Recomendaciones

Previo a la manipulación del sistema de generación de reportes, familiarizarse con los distintos equipos mediante una pequeña preparación con el estudio de las guías y manuales técnicos provistos por los mismos equipos con el objetivo de disminuir posibles errores en la manipulación del sistema.

Tener un conocimiento básico en LabVIEW para poder programar los diferentes sensores que existe en el sistema y poder realizar diferentes pruebas de campo según sea las nuevas necesidades.

Verificar las diferentes conexiones realizadas entre el EPC y la tarjeta NI myRIO 1900, sean las adecuadas para que la comunicación sea optima y así evitar posibles errores y daños a los dispositivos.

Para evitar daños en el sistema siempre se debe alimentar primero la tarjeta NI myRIO 1900 y después el módulo EPC debido a la función con lógica inversa del ventilador y el Halógeno.

Implementar el sistema realizado, en futuros proyectos de titulación para poder facilitar el análisis e interpretación de reportes en cualquier tipo de equipo que se realice.

BIBLIOGRAFÍA

PANAYOTIS, M. "Conexión DDE entre Matlab y Fix Dmacs (Software de supervisión, control y adquisición de datos-SCADA) para un controlador difuso." 2001, Vol. 22 Caracas- Venezuela : Ciencia e Ingeniería,. 13167081.pp-4.

CORONA RAMÍREZ, et al. *Sensores y actuadores: aplicaciones con Arduino.* azcapotzalco, Mexico D. F. : Grupo Editorial Patria, 2014. 9786074389364.

DANERI, Pablo A. 2004. *PLC Automatización y Control Industrial.* Buenos Aires -Argentina : Hispano Americana S.A., 2004. 978-950-528-296-8.

GOMEZ SARDY, Julio R, et al 2008. *Temas especiales de instrumentacion y control.* La Habana, Cuba : FÉLIX VARELA, 2008. 978-959-07-0986-9.

LAJARA VIZCAÍNO, José Rafael y PELEGRÍ SEBASTIÁ, José. 2007. *labVIEW Entorno gráfico de programación.* Barcelona : Marcombo, 2007. 8426714269.

LÓPEZ VALLEJO, M L y AYALA RODRIGO, J L. 2004. FPGA: Nociones básicas e implementación. <http://www.lsi.die.upm.es>. [En línea] Abril de 2004. [Citado el: 29 de Enero de 2018.] http://www.lsi.die.upm.es/~marisa/docencia/fpga_a2_2004.pdf.

NATIONAL INSTRUMENTS. 2014. *Adquisición de datos.* [En línea] 2014. [Citado el: 19 de 12 de 2017.] <http://www.ni.com/data-acquisition/what-is/esa/>.

NATIONAL INSTRUMENTS. 2014. *Base de datos, análisis y generación de reportes.* [En línea] 2014. [Citado el: 18 de 01 de 2018.] <http://www.ni.com/pdf/manuals/373082n.pdf>. 373422N-01.

NATIONAL INSTRUMENTS. 2016. *NI myRIO-1900.* [En línea] Mayo de 2016. [Citado el: 23 de Enero de 2018.] <http://www.ni.com/pdf/manuals/376047c.pdf>.

NATIONAL INSTRUMENTS. 2017. *Empezando con LabVIEW.* [En línea] 2017. [Citado el: 31 de Enero de 2018.] http://www.ni.com/academic/why_labview/esa/.

NATIONAL INSTRUMENTS. 2009.

<https://www.datalights.com.ec/site2/images/EPC/epc%20manual%20de%20usuario.pdf>. *EPC Manual de Usuario - Datalights*. [En línea] 09 de 09 de 2009. [Citado el: 20 de 03 de 2017.]
<https://www.datalights.com.ec/site2/images/EPC/epc%20manual%20de%20usuario.pdf>.

NATIONAL INSTRUMENTS. 2014. *Entorno a LabVIEW*. [En línea] 2014. [Citado el: 18 de ENERO de 2018.] <http://www.ni.com/LabVIEW/>.

ORTEGA, Edwin J. 2013. *Clasificación de sensores*. [En línea] Universidad Santiago de Cali, 16 de Abril de 2013. [Citado el: 21 de Diciembre de 2017.]
<https://www.slideshare.net/Edw1a/clasificacion-de-sensores>.

RODRÍGUEZ PENIN, Aquilino. 2008. *Comunicaciones Industriales*. Barcelona-España : Marcombo, 2008. 84-267-1510-9.