



Universidad del Azuay
Facultad de Ciencia y Tecnología
Escuela de Ingeniería Electrónica

**Implementación de un sistema de monitoreo y procesamiento de
señales en el Doble Backer perteneciente a la máquina del Corrugador
de la empresa Cartopel.**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de
Ingeniero Electrónico.**

**Autores: Luis Daniel Ortega Astudillo
Ismael Campoverde Borja**

Director: Ing. Leonel Pérez

Cuenca, Ecuador

2011

DEDICATORIA:

Daniel.

A mis padres, hermanos, sobrinos y seres queridos, por su apoyo incondicional.

Ismael.

A mis padres: Hernán y Ana, a mis hermanos: Hernán, Viviana, Geovanny y Henry por su sacrificio y apoyo incondicional, a Patty por ser un pilar fundamental en mi vida.

AGRADECIMIENTO:

Expresamos nuestro agradecimiento a la Universidad del Azuay, a la Escuela de Ingeniería Electrónica, a todos los colaboradores y cordiales amigos; de manera especial a nuestro Director el Ing. Leonel Pérez por su apoyo en el transcurso de nuestra Formación Académica, y por brindarnos su amistad desinteresada. Hacemos extensivo este agradecimiento a la Empresa Cartopel S.I.A. por confiar en nosotros y brindarnos la oportunidad de desarrollar este proyecto de Tesis en sus instalaciones.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el doble backer perteneciente a la máquina corrugadora de cartón de la empresa Cartopel, donde se consideró necesario realizar un sistema de adquisición de datos en donde se pueda apreciar en tiempo real las mediciones de cada uno de los sensores ubicados en distintos puntos de la máquina antes mencionada.

El propósito de este sistema es verificar el correcto funcionamiento del doble backer que se encarga del pegado del cartón, además se almacenan los datos de los últimos tres meses de los sensores, para la verificación de los diferentes procesos de acuerdo al tipo de cartón que ha sido pegado. Los sensores presentes en la máquina son: de temperatura, velocidad y presión.

Luego de esto se determinó la manera en la que se debe desarrollar un sistema SCADA para realizar el mismo proceso, mediante LabView y el módulo DSC, utilizando los métodos presentes en dicho software (Data Logging, Alarmas, Seguridad), con lo que se obtuvo un sistema SCADA con los resultados esperados.

ABSTRACT

This research was performed in the double backer corrugator machine belonging to the company's board Cartopel, which was considered necessary to perform a data acquisition system in which to assess real-time measurements of each of the sensors in different parts of the machine above.

The purpose of this system is to verify the proper functioning of the double backer in charge of gluing carton also stores the data for the last three months of the sensors, for verification of the different processes according to the type of cardboard that has been stuck. Sensors on the machine are: temperature, speed and pressure.

After it was determined the manner in which to develop a SCADA system to perform the same process, using LabView and the DSC module, using the methods presented in this software (Data Logging, Alarms, Security), which was obtained SCADA system with the expected results.

INDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Resumen	iv
Abstract	v
Indice de Contenidos	vi
Indice de Ilustraciones	viii
Indice de Tablas	xi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

Introducción.	3
1.1 Descripción de la Empresa Cartopel.	3
1.2 Scada.	5
1.3 Software.	9
1.3.1. LabVIEW.	9
1.3.2. Módulo DSC.	11
1.4 Hardware.	12
1.4.1. Sensor de temperatura RAYTEK MI.	12
1.4.2. Sensor de Presión SEN-3297 de membrana interna.	16
1.4.3. Sensor de velocidad Radio Energie Taco-generator RE.0444.	18
1.4.4. Compact DAQ NI9172.	25
1.4.5. Módulo de Entradas Analógicas NI 9221.	28
Conclusiones.	31

CAPITULO 2: CONSTRUCCIÓN DEL HARDWARE

Introducción.	32
2.1 Compact DAQ.....	32
2.2 Sensores.	34
2.2.1. Sensor de temperatura Raytek MID.	34
2.2.2. Sensor de Velocidad.....	44

2.2.3. Sensor de Presión.....	46
2.3 Interface sensores - CompactDAQ.....	49
Conclusiones.....	50
CAPÍTULO 3: DESARROLLO DEL SOFTWARE	
Introducción.....	51
3.1 Lenguaje de programación utilizado.....	51
3.2 Adquisición de Señales.....	52
3.3 Procesamiento de Señales.....	55
3.4 Almacenamiento de datos.....	58
Conclusiones.....	70
CAPÍTULO 4: DISEÑO DEL SISTEMA SCADA	
Introducción.....	71
4.1 Funcionamiento del proceso.....	71
4.2 Desarrollo del Software.....	74
Conclusiones.....	90
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	91
BIBLIOGRAFIA.....	92
ANEXO.....	94

INDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Principio de fabricación del cartón.....	4
Figura 2. Sensor de temperatura RAYTEK MI.....	13
Figura 3. Parámetros Ópticos del sensor Raytek MI.....	16
Figura 4. Sensor de Presión kobold SEN-3297.....	17
Figura 5. Sensor de Velocidad.....	19
Figura 6. NI CompactDAQ NI9172.....	25
Figura 7. Módulos para NI CompactDAQ.....	26
Figura 8. Módulo NI 9221.....	29
Figura 9. NI CompactDAQ.....	33
Figura 10. USB de Alta Velocidad (2.0).....	33
Figura 11. Diagrama del Módulo NI9221.....	34
Figura 12. Interior del sensor de temperatura RAYTEK MID.....	34
Figura 13. Salidas de señal y fuente de energía.....	35
Figura 14. Cableado para la salida mA o mV.....	36
Figura 15. Máx. Bucle de impedancia dependiendo de la fuente de energía.....	36
Figura 16. Cableado de la salida a temperatura ambiente.....	37
Figura 17. Cableado de la salida de alarma.....	38
Figura 18. Conexiones del cable de compensación del Termopar J.....	39
Figura 19. Panel de control del sensor de temperatura.....	39
Figura 20. Ajuste del modo de salida.....	40
Figura 21. Media de la señal de salida.....	42
Figura 22. Mantener el pico de la señal de salida.....	43
Figura 23. Mantener el Valle de la señal de salida.....	43
Figura 24. Esquema de cables Sensor de Velocidad-DAQ 9221.....	44
Figura 25. Funcionamiento del Aislador Galvanométrico.....	45
Figura 26. Diagrama Interno del Convertidor de Señales.....	46
Figura 27. Sensor de presión KOBOLD 3297.....	47
Figura 28. Conector Hirschmann.....	47
Figura 29. Sensor de presión - Esquema de cables.....	48

Figura 30. Esquema General de Conexiones.	49
Figura 31. Diagrama de Cables, Sensores – Compact DAQ.....	50
Figura 32. Software desarrollado en LabVIEW 8.5.....	52
Figura 33. Adquisición de Señales.....	52
Figura 34. Herramienta DAQmx Create Virtual Channel.	53
Figura 35. Herramienta DAQmx Timing.....	53
Figura 36. Herramienta DAQmx Start Task.	54
Figura 37. Herramienta DAQmx Read.	54
Figura 38. Herramienta DAQmx Stop Task.	54
Figura 39. Herramienta DAQmx Clear Task.	55
Figura 40. Herramienta Amplitude and Level Measurements.	55
Figura 41. Gráfica de las mediciones del sensor de temperatura.	56
Figura 42. Gráfica de las mediciones del sensor de velocidad.	57
Figura 43. Panel Frontal.	59
Figura 44. Almacenamiento de Datos.	60
Figura 45. Herramienta Format Date/ Time String.	60
Figura 46. Herramienta Check if file or Folder Exists.....	61
Figura 47. Herramienta Create Folder.	61
Figura 48. Herramienta Decimal String to Number.....	62
Figura 49. Herramienta Delete.....	62
Figura 50. Herramienta Write to Spreadsheet File.....	63
Figura 51. Herramienta Rec.	64
Figura 52. Subvi tabla princ.....	64
Figura 53. Formato de Datos Almacenados.....	65
Figura 54. Herramienta Number To Fractional String Function.	66
Figura 55. Herramienta Insert Into Array Function.	66
Figura 56. Herramienta Build Array Function.....	66
Figura 57. Herramienta Array Size Function.....	67
Figura 58. Herramienta Index Array.....	67
Figura 59. Herramienta Delete From Array Function.....	67
Figura 60. Subvi “Abrir”.....	68

Figura 61. Herramienta Property Node.....	69
Figura 62. Herramienta Invoke Node.....	69
Figura 63. Herramienta Copy Function.	70
Figura 64. Doble Backer.	72
Figura 65. Gráfica de la tabla “Presión de vapor saturado”.....	74
Figura 66. Creación Proyecto.....	75
Figura 67. Creación de una Librería.	75
Figura 68. Configuración de las variables.....	76
Figura 69. Configuración de una alarma.....	77
Figura 70. Configuración de la base de datos.	78
Figura 71. Diagrama de cables del VI “Compact”.....	79
Figura 72. Panel frontal del VI “Visualización”.	80
Figura 73. Diagrama de cables del VI “Visualización”.	81
Figura 74. Herramienta NI Security Programmatic Logout VI.	81
Figura 75. Herramienta jump button.....	82
Figura 76. Herramienta alarm status.	82
Figura 77. Administración de cuentas de dominio.....	83
Figura 78. Configuración cuenta de usuario.	84
Figura 79. Permisos de seguridad de un botón.	85
Figura 80. Vi “Login”.	86
Figura 81. Herramienta NI Security Programmatic Login VI.	86
Figura 82. Herramienta Current VI's Path Function.	86
Figura 83. Diagrama de cables Vi “Cerrar Sesión”.	87
Figura 84. Creación de la base de datos.....	88
Figura 85. Creación de trazos.	89
Figura 86. Panel Frontal del VI “Base de Datos”.....	90

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Instalación del cable de compensación del termopar J.	38
Tabla 2. Instalación del cable de compensación del termopar K.	38
Tabla 3. Modos disponibles.	41
Tabla 4. Valores medidos del sensor de temperatura.....	56
Tabla 5. Valores medidos del sensor de velocidad.	57
Tabla 6. Presión de Vapor Saturado.....	73

Campoverde Borja Ismael Santiago

Ortega Astudillo Luis Daniel

Trabajo de Graduación

Ing. Leonel Pérez Rodríguez

Marzo del 2011

Implementación de un sistema de monitoreo y procesamiento de señales en el Doble Backer perteneciente a la máquina del Corrugador de la empresa Cartopel.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las empresas son reconocidas por la calidad que entregan en cada producto terminado, por esta razón sus Gerentes buscan determinar la forma más adecuada para llevar un control exhaustivo y un seguimiento adecuado en cada proceso de producción.

Cartopel es una empresa que ha ido creciendo en base a esfuerzo y dedicación de sus empleados, en esta empresa existen dos plantas de producción llamadas: El Molino y Ondutec, las cuales producen papel y cartón respectivamente. El Departamento de Calidad de la planta Ondutec, elabora diariamente reportes manuales de los parámetros con los que es elaborado el cartón en varias etapas: corrugado, pegado, secado y cortado, llevando a cabo un control de calidad en cada sector. Los parámetros que se toman en cuenta al realizar el control de calidad del cartón son: temperatura, velocidad y presión.

Debido al tiempo que emplea el operador en realizar reportes manuales de los parámetros con los que se elabora el producto, es necesario implementar un sistema que sea capaz de generar reportes de una manera rápida, con datos precisos y simultáneos. Por esta razón, se ha realizado un estudio de los sensores de temperatura, velocidad y presión ubicados en la etapa de secado del cartón en la máquina llamada Doble Backer, para así adquirir las señales de cada sensor, procesarlas y almacenar estos datos para que sean utilizados: en el campo de la Producción para conocer bajo que parámetros se

elaboró el producto, y en el campo técnico tener una referencia general del funcionamiento de cada uno de estos sensores.

La implementación de este sistema de monitoreo se lleva a cabo mediante la construcción del hardware, que sirve para la conexión de los sensores con el equipo que adquiere las señales, y el desarrollo del software para el procesamiento de datos y la elaboración de reportes. De la mano del sistema de monitoreo de señales también se realizó el estudio de un sistema llamado SCADA que es utilizado para el control y adquisición de datos, el cual no se encuentra implementado pero está listo para ser utilizado el momento que la empresa lo requiera.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

Introducción.

En esta primera parte del proyecto de tesis, se trata todo lo relacionado a la teoría del software y hardware para la elaboración del proyecto. Dentro del software incluye la teoría relacionada con el programa LabVIEW de National Instruments y dentro del hardware se encuentra la teoría de los sensores y de los equipos que van a ser usados en este proyecto, explicando en cada uno sus características y especificaciones.

1.1 Descripción de la Empresa Cartopel.

Cartopel es una empresa que se desarrolla en el sector papelerero y de empaques de cartón corrugado, cuentan con tres plantas en Ecuador, un Molino papelerero, y dos Corrugadoras en las ciudades de Cuenca y Guayaquil.

La Corrugadora de la ciudad de Cuenca fabrica empaques de cartón corrugado para los más diversos sectores productivos a nivel nacional e internacional. Los principales productos:

- Cajas tradicionales con solapa estándar y sus variaciones.
- Cajas telescópicas, bandejas compuestas por tapa y fondo.
- Empaques exhibidores tipo bandeja para productos agroindustriales.
- Cajas troqueladas y modelos especiales a gusto del cliente.
- Single Face y láminas de cartón corrugado.

Antes de describir de una forma general el funcionamiento de cada sección de la máquina Corrugadora, se empezará indicando en que se basa el principio de fabricación del cartón. El cartón se construye con tres láminas de papel, dos láminas de papel liso y en medio una lámina de papel corrugado es decir con varias y pequeñas ondulaciones, al colocar estas tres láminas de papel juntas una sobre otra, se obtiene el cartón como se muestra en la figura 1.

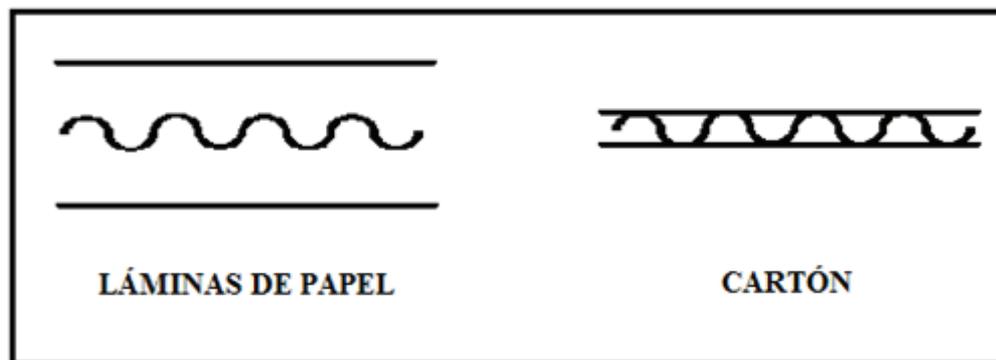


Figura 1. Principio de fabricación del cartón.

Funcionamiento de la máquina de Cartopel.

La máquina Corrugadora de Cuenca se divide en varias secciones: Single Face C, Single Face B, Single Face A, Glue Machine, Doble Backer, Cuchillo Rotary Shear, Slitters Score, Cut Off y Stacker Marquip las cuales se describen en los siguientes párrafos:

Single Face: En el Corrugador existen tres secciones de Single Face: A, B y C. En cada una se encuentran dos montarrollos donde se colocan los rollos de papel. En el Single Face se realiza una lámina de papel corrugado y se pega a una lámina de papel liso. Las secciones difieren de nombre A, B y C ya que en cada una se realiza una lámina de papel corrugado de diferente altura, pudiendo ser combinadas para realizar un cartón grueso o delgado.

Glue Machine: En el Glue machine se coloca la goma para pegar la segunda lámina de papel liso para formar el cartón. Vale destacar que antes del Glue machine se encuentra

un montarrollo de donde se extraerá el papel para hacerlo pasar por el Glue machine junto a las dos láminas que vienen ya pegadas desde el Single Face.

Doble Backer: En la sección del Doble Backer se realiza el secado de las tres láminas de papel: Las dos láminas lisas y la lámina corrugada se juntan para formar el Cartón. El Doble Backer se divide en dos zonas: caliente y fría. En la zona caliente se encuentran planchas de vapor que hacen que la goma se pegue y en la zona fría simplemente el papel recorre por la banda transportadora secándose al ambiente.

Cuchillo Rotary Shear: Consta de un rodillo que lleva una cuchilla y al girar realiza un corte longitudinal al cartón es decir “a lo ancho”, este corte se realiza de acuerdo a la cantidad de cartón que requiere el cliente o cuando hay un cambio de pedido en la producción.

Slitters Score: Esta sección realiza los cortes en sentido vertical de acuerdo al pedido del cliente, además del corte el Slitters Score realiza una marca en el cartón que sirve para hacer que el cartón se doble.

Cut Off: En el Cut Off se realiza el corte final del cartón, por medio de un encoder se cuentan los metros donde se necesita realizar el corte de acuerdo al pedido.

Stacker Marquip: En esta sección se reciben los cartones terminados y se empilan para ser entregados al cliente.

Ver plano de la máquina Corrugadora en Anexos.

1.2 Scada.

SCADA es un acrónimo por *Supervisory Control And Data Acquisition* (Control Supervisorio y Adquisición de Datos). Estos sistemas necesitan de la computadora y varias tecnologías de comunicación para la automatización de los procesos de monitoreo

y control. Es muy utilizado en sistemas industriales complejos o geográficamente dispersos debido a su gran velocidad al captar información, y se presenta al operador en un entorno agradable, permitiendo que la toma de decisiones sea más rápida y efectiva. Actualmente los sistemas SCADA se convierten en una parte integral, porque no son simples herramientas, debido a que son un recurso de información, cuyos datos también podrán ser utilizados por usuarios y sistemas fuera del área de control, que serán utilizados para la toma de decisiones.

Para reducir el nivel de fallas, es común utilizar un sistema de reserva, que proporciona la transferencia de la responsabilidad para evitar el detenimiento de un sistema de control.

La computadora es utilizada para: resumir y visualizar los datos que está procesando, las tendencias (gráficos) de valores analógicos en un plazo determinado, recoger los datos y resumirlos en informes para los operadores y la gerencia.

Definición general de SCADA.

Es un sistema de adquisición de datos y control que consiste en una computadora principal o Master (generalmente llamada estación principal, Master Terminal Unit o MTU); una o más unidades de control que obtienen datos de campo (generalmente llamadas estaciones remotas, Remote Terminal Units, o RTU's); y aplicaciones de software usadas para monitorear y controlar remotamente dispositivos de campo. Los sistemas SCADA contemporáneos emplean mayormente características de control a lazo abierto y utilizan comunicaciones generalmente interurbanas.

Existen sistemas similares a SCADA, que son comúnmente llamados Sistemas de Control Distribuidos (DCS - Distributed Control Systems), generalmente dentro de un área cerrada, con funciones similares a los sistemas SCADA, donde se utiliza principalmente comunicaciones vía una red de área local (LAN), por lo que serán normalmente confiables y de alta velocidad. Este tipo de sistema generalmente utiliza cantidades significativas de control a lazo cerrado.

Un sistema SCADA generalmente cubre áreas geográficas más grandes, y normalmente depende de una variedad de sistemas de comunicación menos confiables que una LAN. Por lo tanto un control a lazo cerrado en esta situación sería menos deseable.

El control puede ser automático, o por medio de instrucciones realizadas por un operador. La adquisición de datos en primer lugar es realizada por los RTU's que exploran las entradas de información de campo conectadas con ellos. Estas mediciones se realizan a altas frecuencias. La MTU entonces explorará los RTU's generalmente con una frecuencia menor. Esta información se procesa para detectar condiciones de alarma.

Los datos pueden ser de tres tipos principales:

- Analógicos.
- Digitales.
- Pulsos.

MTU - Master Terminal Unit.

Es la parte más importante en un sistema SCADA, del que provienen la mayoría de acciones, también es conocida como HMI (*Human Machine Interface*, Interfaz Humano-Máquina). Sus funciones principales son:

- Adquisición de Datos: Obtenidos de los diferentes RTU's
- Trending: Almacenar la información en una base de datos, y permitir que los operarios tengan acceso a estas datos en forma gráfica.
- Procesamiento de Alarmas: Analizar si algún proceso presenta una condición anormal y alertar a los operarios sobre la misma.
- Control: Ya sea esta de lazo cerrado o manejado por un operador.
- Visualización: Graficar los datos obtenidos para reflejar lo que sucede en los diferentes procesos.
- Informes: Este sistema debe ser capaz de generar reportes en el momento que sea necesario.
- Sistema Espejo: Debe tener un sistema idéntico que asuma el control en caso de que falle el sistema principal.

- Seguridad: Debido a que solo ciertos usuarios tiene acceso libre a todas las funciones del sistema.
- Administración de la Red: Monitoreo de la red de comunicaciones.

RTU's - Remote Terminal Units.

Permite la adquisición y control de datos, así como la comunicación con la computadora principal. La función principal es el control de un proceso en un sitio remoto, donde adquiere datos y los envía al sistema central de SCADA.

Existen dos tipos de RTU:

- Single Board: Que contienen un número fijo de entradas y salidas en una sola tarjeta.
- Modulares: Se pueden agregar módulos a una placa común, utilizados para sistemas que pueden volverse más complejos.

Hardware de una RTU.

El hardware de un RTU tiene los siguientes componentes principales:

- CPU y memoria volátil (RAM).
- Memoria no volátil para grabar programas y datos.
- Capacidad de comunicaciones a través de puertos seriales o a veces con módem incorporado.
- Fuente de alimentación segura (con salvaguardia de batería).
- Watchdog Timer (que asegure reiniciar el RTU si algo falla).
- Protección eléctrica contra variaciones en la tensión.
- Interfaces de entrada-salida a DI (digital input)/DO/AI/AO's (analog Output).
- Reloj de tiempo real.

Software de una RTU.

Las RTU's deben cumplir los siguientes requerimientos:

- Sistema operativo en tiempo real.
- Driver para la comunicación con el Master.

- Capacidad para exploración de entradas de información, procesamiento y el grabado de datos, de acuerdo a las necesidades del Master sobre la red de comunicaciones.
- Permitir que las aplicaciones de usuario sean configuradas en el RTU.
- Diagnóstico.
- Algunos RTU's pueden tener un sistema de archivos con soporte para descarga de archivo, tanto programas de usuario como archivos de configuración.

1.3 Software.

1.3.1. LabVIEW.

LabVIEW es un lenguaje de programación gráfica que permite desarrollar sistemas de medida, pruebas y control de una manera eficiente y sencilla, utiliza para su programación iconos gráficos y cables que parecen un diagrama de flujo lo que permite obtener resultados profesionales; además, ofrece una integración incomparable con miles de dispositivos de hardware y brinda cientos de bibliotecas integradas para análisis avanzado y visualización de datos.

Las aplicaciones realizadas con LabVIEW son conocidas como Instrumentos Virtuales (Virtual Instruments, VI's) y se suelen ejecutar en una PC. Esto se debe a que estas aplicaciones tienen aspecto de instrumento de medida/control, a través de una pantalla de PC que se denomina Panel (debido a su gran parecido a los paneles de instrumentación clásicos de hardware). En cuanto al término Virtual, indica que se trata de la versión software o flexible del clásico instrumento de medida/control. Lógicamente, un VI también necesita un hardware básico para poder realizar medidas de señales reales y monitorizarlas, e incluso puede realizar control sobre éstas señales.

Características de LabVIEW.

- Programación más rápida
- Integración con Hardware
- Análisis Avanzado

- Múltiples objetivos y Sistemas Operativos
- Varios enfoques de programación
- Interfaces de usuario profesionales
- Programación multinúcleo
- Soporte y servicios
- Comunidad

LabVIEW como recurso de tesis.

Integración con Hardware:

LabVIEW permite la comunicación con diferentes dispositivos de entrada y salida. En este caso los sensores de temperatura, presión y velocidad de la máquina Corrugadora son los dispositivos de entrada y salida, los cuales entregan datos a LabVIEW para que los procese mediante una adecuada programación.

Análisis Avanzado:

LabVIEW por medio de sus funciones realiza el procesamiento de señales así como el análisis de frecuencia, ajuste de curvas y más. Cada sensor de la máquina Corrugadora entrega datos a LabVIEW, para que sean filtrados y así disminuir el ruido de la señal adquirida, obteniendo una respuesta ideal.

Varios Enfoques de programación:

LabVIEW permite integrar códigos basados en texto, gráficos, además exportar e importar archivos. Utilizando las herramientas de LabVIEW se importan a Excel los datos adquiridos de los sensores de la máquina Corrugadora creando una tabla con formatos y texto de fácil acceso para el usuario.

Interfaces de usuario profesionales:

LabVIEW permite interactuar con datos usando cientos de controles de clic y arrastre, gráficas y herramientas de visualización en 3D lo que permite al usuario

interrelacionarse de una manera rápida y sencilla con las opciones de la aplicación que ha sido desarrollada.

1.3.2. Módulo DSC.

El modulo DSC extiende el contorno de desarrollo de LabVIEW para configurar y gestionar de manera interactiva alarmas y eventos, una base de datos históricos, visualización de datos en tiempo real y de datos históricos, configurar seguridad en la aplicación y facilidad de comunicación con sistemas de tiempo real de LabVIEW y otros servidores OPC, necesario para el desarrollo de un sistema de automatización industrial en pequeña o gran escala.

Componentes del módulo DSC.

Los componentes del módulo DSC son: Data Logging, Alarmas y Eventos, LabVIEW Real-Time y conexión en red de dispositivos OPC, y Seguridad, a continuación se describe cada uno.

Data Logging:

El Módulo LabVIEW DSC proporciona utilidades integradas para registro de datos y gestión de alarmas, así como en tiempo real y tendencias históricas, lo que permite configurar rápidamente entradas y salidas. Los datos históricos se almacenan en una base de datos SQL 92 y ODBC 2.5 compatible, para que se pueda utilizar la información en otras partes de la empresa.

Como se puede utilizar el módulo LabVIEW DSC para registrar los datos a cualquier máquina de la red, se puede seleccionar una sola máquina para servir como su host de base de datos para todas las aplicaciones u optar por distribuir los datos entre los numerosos equipos de la red. Además, el módulo LabVIEW DSC ayuda a desarrollar una aplicación completa de registro de datos sin programación.

Alarmas y Eventos:

Con el módulo LabVIEW DSC, se puede monitorear y registrar alarmas y eventos del sistema, las que se pueden configurar de forma interactiva de manera individual o con sofisticados sistemas. Las alarmas o eventos se pueden programar para que realicen automáticamente ajustes al sistema, envíe e-mails o apague por completo el sistema.

LabVIEW Real-Time y conexión en red de dispositivos OPC:

El módulo LabVIEW DSC hace que el desarrollo de aplicaciones sea fácil e intuitivo. Al navegar por la red se puede acceder fácilmente a dispositivos de entrada/salida que se desee acceder alrededor de la planta de producción, o del mundo. También se puede determinar qué equipos tienen acceso de lectura, lectura y escritura, o ningún acceso.

El módulo LabVIEW DSC añade un completo cliente OPC y capacidades de servidor a las aplicaciones de LabVIEW, lo que permite comunicarse con cualquier servidor OPC. Estos servidores de gestión de dispositivos de entrada/salida y el estado de la comunicación. NI ofrece la automatización industrial de National Instruments Servidores OPC para comunicarse con los PLC's y otros varios dispositivos de entrada/salida.

Seguridad:

La seguridad está integrada en el entorno de LabVIEW y aplicado en toda la red sin problemas. Se puede agregar niveles de seguridad al sistema y un interfaz de operador a cualquier aplicación existente o nueva de LabVIEW sin programación, lo que permite limitar el acceso a un usuario o un grupo de usuarios a las diferentes utilidades, paneles frontales, etc.

1.4 Hardware.

1.4.1. Sensor de temperatura RAYTEK MI.

La Serie MI de Raytek es un sistema infrarrojo de medición de temperatura de dos partes, con una cabeza sensora miniatura y la electrónica por separado. El sensor es

suficientemente pequeño como para ser instalado en casi cualquier parte, y aún así se desempeña tan bien como sistemas más grandes, incluye: emisividad, retención de pico, retención de valle y función de promedio, todas se pueden configurar por medio de una interface de usuario con una pantalla LCD de cinco dígitos como se muestra en la figura 2.



Figura 2. Sensor de temperatura RAYTEK MI.

Fuente: Raytek Corporation. 2000. Thermalert MID. USA. [Disponible en: www.raytek.com]

Diseñado para un amplio rango de aplicaciones donde la temperatura del objetivo está en el rango de -40°C a 600°C (-40°F a $1,112^{\circ}\text{F}$), el sensor está alojado en una robusta envolvente de acero inoxidable para garantizar un desempeño a largo plazo, aún en procesos industriales desfavorables con temperaturas ambiente de hasta 180°C (356°F) sin enfriamiento. Aunque la unidad MI es pequeña en tamaño, aún tiene las características que usted necesita, como precisión del 1%, ópticas de 10:1 ó 22:1 y señales de salida seleccionables por el usuario. El tiempo de respuesta del sistema MI es tan rápido o más aún que otros sistemas avanzados.

Especificaciones Generales.

Clasificación Ambiental:	NEMA-4 (IP 65)
Rango de temperatura ambiente:	0°C a 85°C (32°F a 185°F)

Caja de Electrónica:	0°C a 65°C (32°F a 150°F)
Temperatura de Almacenamiento:	-18°C a 85°C (0°F a 185°F)
Humedad Relativa:	10 a 95%, sin condensación
Construcción:	
Cabeza sensora:	Acero Inoxidable
Caja de electrónica:	Fundición de Zinc
Peso:	
Cabeza sensora:	(c/1m cable) 50 g (1.75 oz)
Caja de Electrónica:	270 g (9.5 oz)

Especificaciones Eléctricas.

Salidas:	4-20mA escalable 0-20mA 0-5V termopar tipo J termopar tipo K
Relevador de Alarma:	Señal de ambiente en la cabeza 10mV/°C
Longitud del Cable:	1 m (3.2 pies) estándar 3 m (10 pies) 8 m (26 pies) 15 m (50 pies) longitudes disponibles
Impedancia de Salida:	(Salida TC): 20ohms
Mínima Impedancia de Carga:	(Salida mV): 100Kohms
Máxima Impedancia de Lazo:	(Salida mA):500ohms con alimentación en 24VCD
Consumo de Corriente:	100 mA
Fuente de Alimentación:	12-24 VDC.

Especificaciones de Medición.

Respuesta Espectral:	8 a 14 micras.
Resolución Óptica:	10:1, 22:1.
Rango de Temperatura:	-40°C a 600°C (-40°F a 1112°F); -25°C a 600°C para salida termopar tipo J.
Precisión del sistema:	±1% de la lectura o ±1°C. Precisión de salida de termopar ±1% de la lectura o ±2.5°C.
Repetibilidad del sistema:	±0.5% de la lectura o ±0.5°C (1°F).
Coeficiente de Temperatura:	0.15K por K o 0.15% por K.
Resolución de Temperatura:	0.3°C o 0.5°F.
Tiempo de Respuesta del sistema:	150ms (95%).
Emisividad:	0.100 a 1.100 ajustable digitalmente incrementos de 0.001
Transmisión:	0.100 a 1.100 ajustable digitalmente incrementos de 0.001
Procesamiento de señales:	Retención de pico, retención de valle, filtro de promedio variable, ajustable hasta 998 segundos.

Parámetros Ópticos.

El sensor de temperatura MID tiene una resolución óptica de 10:1, 22:1. En la figura 3, D:S es la resolución óptica expresada como la relación de la distancia al área de medición dividida por el diámetro del área a medir.

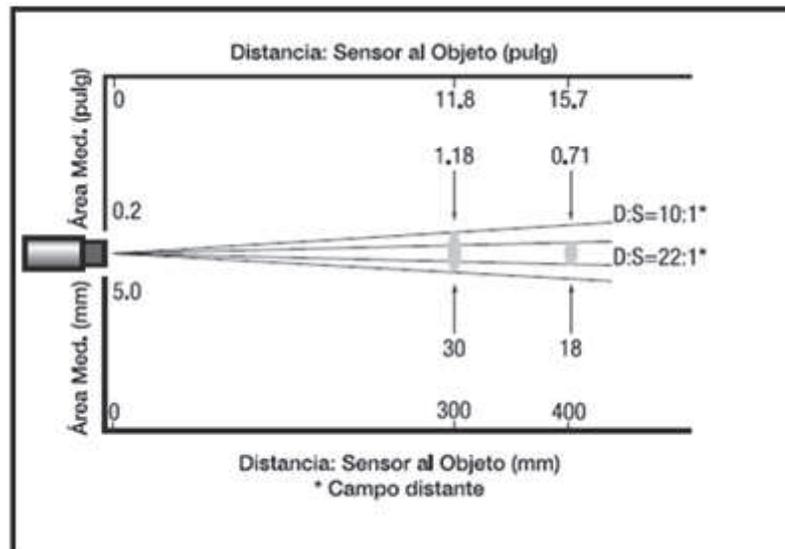


Figura 3. Parámetros Ópticos del sensor Raytek MI.

Fuente: Raytek Corporation. 2000. Thermalert MID. USA. [Disponible en: www.raytek.com]

Las dimensiones del objeto que se va a medir y la resolución óptica del termómetro infrarrojo determinan la distancia máxima entre el cabezal y el objeto medido.

1.4.2. Sensor de Presión SEN-3297 de membrana interna.

Los sensores Kobold (figura 4) son compactos y robustos, por lo que son convenientes para aplicaciones donde se necesita un sensor de tamaño pequeño, ligero y capaz de soportar altas cargas mecánicas, además presentan una gran resistencia a medios químicamente agresivos.



Figura 4. Sensor de Presión kobold SEN-3297.

Fuente: KOBOLD Messring GmbH. 2004. Transductores de Presión de Servicio Pesado, Compactos Piezoresistivos. [Disponible en: www.kobold.com]

El sensor consta de un diafragma, que consiste en una o varias capsulas circulares conectadas rígidamente entre sí por soldadura, de forma que al aplicar presión, se deforma, además está compuesto de cuatro elementos piezoresistivos, dicho diafragma se deformará en mayor o menor medida, con respecto a esos diferentes niveles de presión que existan entre sus dos caras, provocando de esta manera que su movimiento altere el valor de los elementos piezoresistivos, produciendo a su vez, la variación de corriente a la salida del sensor.

Especificaciones Generales.

Tecnología:	Diafragma interno
Presión:	Presión manométricas
Cuerpo:	Acero Inoxidable 1.4301
Conectores:	G 1/4" macho DIN 16288
Partes Húmedas:	Acero inoxidable 1.4571 y 1.4542

Especificaciones Eléctricas.

Conector eléctrico:	Enchufe de vuelta derecha DIN 43 650C, enchufe mini-Hirschman
Alimentación:	10 a 30VDC 14 a 30VDC para salida de 0 – 10V
Salida:	4 – 20 mA, 0 – 10 V
Carga (Ω):	$\leq (UB-10 V)/0.02 A$ (para 4 – 20 mA) > 10kOhm para 0 -10 V

Especificaciones de Medición.

Elemento de Medición:	Piezo-resistivo
Temperatura máxima:	Almacenamiento -40 a +100°C Del medio -30 a +100°C Del ambiente -40 a +85°C
Límite de presión:	≤ 16 bar: 3.5 x rango ajustado al vacío
Precisión:	1%
Repetibilidad:	$\leq \pm 0.05\%$ (f.s.d.)
Estabilidad por año:	$\leq \pm 0.02\%$ (f.s.d.) bajo condiciones de referencia
Respuesta Temporal:	≤ 1 ms (dentro 10 – 90% del fondo escala)
Ajustabilidad:	Cero y span a $\pm 5\%$
Rango de Temperatura:	0... +80°C
Deriva de Temperatura:	Cero y Span $\pm 0.3\%$ / 10K
Protección:	IP 65

1.4.3. Sensor de velocidad Radio Energie Taco-generador RE.0444.

Es un dispositivo para medir la velocidad angular (figura 5). Su funcionamiento es sencillo: convertir la energía rotacional del eje en cuestión en energía eléctrica, proporcional a la rotacional y que puede ser fácilmente medida. Es un taco-generador de

gran utilización industrial, para control y regulación, posee excitación magnética permanente, es un modelo robusto que incluye caja de terminales.



Figura 5. Sensor de Velocidad.

Fuente: Transdrive Engineering Services Ltd. 2008. Radio-Energie Tachogenerators / RE.0444N. Inglaterra. [Disponible en: <http://www.transdrive.co.uk>]

Especificaciones Generales.

Número de Polos:	2
Número de Ranuras del inducido:	19
Número de hojas del colector:	57
Clase de Aislamiento:	B (IEC 34-1)
Temperatura de Operación:	-30 – 130 °C
Protección climática:	Ca (IEC 68-1)
Grado de protección:	IP 44 (IEC 34-5)
Sentido de rotación:	Reversible
Excitación:	Imanes permanentes (AlNiCo)

Especificaciones Eléctricas.

Velocidad Máxima (Mecánica):	12000 rpm
------------------------------	-----------

Momento de Inercia:	0.950 Kg cm ²
Torque sin carga:	1.5 N. cm
Tensión máxima del eje radial:	1.0 Ø11 da N
Máximo Campo Electromagnético (E.M.F.):	600 V
Tasa general de ondulación (pico pico):	≤0.5 %E _C
Armónicos de Rotación (f = 2 p. n.):	≤0.2 %E _C
Armónicos de Ranura (f = 2 p. n.):	≤0.3 %E _C
Constante de Tiempo:	2.5 ms
Constante de Tiempo:	0.47 ms
Filtro Corriente de Carga:	5 mA
Velocidad:	3000 rpm

Especificaciones de Medición.

Error máximo de linealidad:	≤0.15 %E _T
Precisión de Calibración:	±1.0 %E _{T0}
Deriva de Temperatura.	
No compensada:	0.02 % / °C
Compensada:	0.05

Aislador Galvanométrico.

Sirve como convertidor de medida activo, para corriente o tensión continua o como amplificador aislador. Los convertidores de medida Simeas T con energía auxiliar transforman el valor eficaz de corriente o tensión (45-65 Hz) a la entrada en una corriente o tensión continua a la salida, independientes de la carga. A la salida puede ser conectada hasta la máxima carga aparente admisible y accionarse varios aparatos, como registradores, indicadores, instalaciones de teleaccionamiento, ordenadores o reguladores, ya sea directa o remotamente. Las entradas, salidas y la alimentación auxiliar presentan separación galvánica.

Corriente alterna sin energía auxiliar:

Los convertidores de medida analógicos Simeas T (no redundantes) para potencia captan corrientes o tensiones en redes monofásicas o trifásicas y en máquinas eléctricas.

Especialmente en el ámbito de las centrales eléctricas y las instalaciones de distribución, son necesarios convertidores de medida de potencia para la separación galvánica de las señales eléctricas y su posterior procesamiento.

Características.

- Mínimas dimensiones
- Plazos de entrega cortos, ejemplares tipo desde almacén
- Inmunidad a perturbaciones CEM (Compatibilidad electromagnética)
- Cumplimiento de las normas nacionales e internacionales relevantes
- Alta calidad y larga vida útil
- Separación galvánica con alta tensión de prueba
- Alta precisión de medida
- Potentes señales de circuito de salida
- Alta seguridad de las instalaciones y fiabilidad

Convertidor de Señales.

Convertidor de frecuencia programable, para la conversión de frecuencias en señales analógicas, con separación de 3 vías y salida configurable.

Especificaciones Generales.

Anchura:	45 mm
Altura:	110 mm
Profundidad:	75 mm
Error de transmisión máximo:	$\leq 0,15$ % (Del valor medido)

Error de transmisión típico:	0.1 %
Coeficiente de temperatura máximo:	0.015 %/K
Coeficiente de temperatura típico:	0.01 %/K
Ajuste Zero:	± 25 %
Ajuste Span:	± 25 %
Indicación de estado:	Display LC
Elementos de operación:	Teclado de membrana con 3 teclas e indicación LCD
Circuito de protección:	Protección contra transitorios Prot. contra inversión de polaridad
Temperatura ambiente (servicio):	-20 °C ... 65 °C (Para datos especificados)
Material carcasa:	ASA-PC (V0)
Posición para el montaje:	Discrecional
Tipo de conexión:	Conexión por tornillo enchufable

Especificaciones Eléctricas.

Datos de entrada:

Entrada de frecuencia:	Entrada de frecuencia
Número de entradas:	3
Configurable/Programable:	Sí
Margen de medición de frecuencia:	0.1 Hz ... 120 kHz
Fuentes de entrada utilizables:	Salidas por transistor NPN/PNP Detector NAMUR Contacto de relé sin potencial (contacto seco) Generador de frecuencias
Tensión de alimentación del transmisor:	Aprox. 15 V DC

Corriente de alimentación del transmisor:	Máx. 25 mA (Constante)
Nivel de señal:	2 VPP (en caso de rectángulo 0,1 Hz ... 120 kHz) 2 VPP (en caso de seno 8 Hz ... 120 kHz) 13 VPP (en caso de seno 1 Hz ... 120 kHz)
Amplitud máx. de entrada:	30 V (Incl. tensión continua)
Forma de impulso:	Discrecional
Tiempo de impulso:	$\geq 1 \mu\text{s}$
Resolución del valor de medición:	> 12 bits
Tiempo de conversión A/D:	≤ 32 ms
Técnica de conexión:	2, 3, 4 conductores
Entrada de señales:	Entrada de corriente (función de amplificador de separación)
Configurable/Programable:	Sí
Señal de entrada Corriente:	0 mA ... 20 mA (Libremente ajustable)
Resistencia de entrada de corriente:	200 Ω
Resolución del valor de medición:	14 bits (full scale)
Respuesta gradual (10-90%):	< 25 ms
Entrada de señales:	Entrada de tensión (función de amplificador de separación)
Configurable/Programable:	Sí
Señal de entrada Tensión:	0 V ... 10 V (Libremente ajustable)
Resistencia de entrada de tensión:	95 k Ω
Resolución del valor de medición:	14 bits (full scale)
Respuesta gradual (10-90%):	< 25 ms

Datos de salida:

Denominación Salida:	Salida de tensión
Número de entradas:	1
Configurable/Programable:	Sí
Señal de salida tensión:	0 V ... 10 V 0 V ... 5 V 10 V ... 0 V 5 V ... 0 V
Tensión de salida máx:	12.5 V
Carga/Carga de salida de tensión:	$\geq 500 \Omega$
Denominación Salida:	Salida de corriente
Configurable/Programable:	Sí
Señal de salida corriente:	0 mA ... 20 mA 4 mA ... 20 mA 20 mA ... 0 mA 20 mA ... 4 mA
Corriente máx. de salida:	25 mA
Carga/Carga de salida de corriente:	$\leq 500 \Omega$

Salida de conexión:

Denominación Salida:	Salida de transistor, pnp
Descripción de la salida:	Conmuta la tensión de alimentación al borne SW, capacidad de carga 100 mA, no resistente a cortocircuitos

Alimentación:

Margen de tensión de alimentación:	20 V DC ... 30 V DC
Absorción de corriente máxima:	< 60 mA (Sin carga, sin salida de

conmutación)

1.4.4. Compact DAQ NI9172.

El NI CompactDAQ es un dispositivo USB plug-and-play, para la medición de sensores y señales eléctricas en cualquier medio. Este dispositivo presenta un diseño modular el cual nos permite medir hasta 256 canales para diferentes tipos de señales (eléctricas, físicas, mecánicas o acústicas). NI CompactDAQ puede transferir simultáneamente varias entradas y salidas (analógicas o digitales) a través de una sola conexión USB como se muestra en la figura 6.



Figura 6. NI CompactDAQ NI9172.

Fuente: National Instruments. 2009. Products for Laboratory and Research. USA. [Disponible en:

<http://www.ni.com>]

Características.

Flexibilidad:

Es muy flexible ya que nos permite aumentar los canales insertando un nuevo modulo en el chasis, CompactDAQ incluyen conectores específicos de sensor con acondicionamiento de señal integrado y convertidores A/D como se muestra en la figura 7.



Figura 7. Módulos para NI CompactDAQ.

Fuente: National Instruments. 2009. Products for Laboratory and Research. USA. [Disponible en: <http://www.ni.com>]

Compacto:

Como su nombre lo indica es un dispositivo pequeño que no necesita cableados complejos como otros sistemas de medición y se puede conectar a la computadora con solo un cable USB. Además combina conectores de señal, acondicionamiento de señales y convertidores analógico-digital en un solo paquete. Esta característica elimina el tiempo empleado en cablear diversos componentes y reduce el número de componentes que pueden introducir fallas o ruido.

El software NI-DAQmx incluido en NI CompactDAQ contiene el DAQ Assistant, facilita el acondicionamiento de las señales medidas a unidades de ingeniería, como grados Celsius para medidas de termopares.

Fácil Conectividad de PC con USB de Alta Velocidad:

La conexión USB facilita el uso del NI CompactDAQ y sus módulos de E/S, que son detectados y configurados automáticamente al ser conectados. Al ser una conexión USB de Alta Velocidad (2.0) le proporciona más ancho de banda que otros estándares (como USB 1.1, Ethernet 100BaseT). Para la transferencia a y desde la computadora, así los comandos a y desde la PC son transmitidos en menor tiempo.

Seguridad y Precisión mejoradas con Aislamiento Digital:

La mayoría de módulos de NI CompactDAQ, están aislados de manera digital del chasis y de otros módulos. El aislamiento previene que descargas perjudiquen el equipo, otros módulos o la computadora principal. La mayoría de los módulos presentan aislamiento de picos de tensión de hasta 2,300 V_{rms} y aislamiento continuo de 250 V_{rms}.

Esta aislación también elimina posibilidad de fallas por lazos de tierra debido a que no usan la conexión externa como referencia a tierra.

Módulos:

El dispositivo CompactDAQ puede realizar varias tareas de acuerdo a los módulos que sean insertados en cada una de sus ranuras, los módulos que se insertan en este dispositivo pueden realizar las siguientes tareas:

- Entrada Analógica.
- Salida Analógica.
- Forma de onda digital (Ranuras de 1 a 4).
- PFI (Programmable Function Interface) (Ranuras 5 y 6).
- Contador de Propósito General/ Temporizadores (ranuras 5 y 6).
- Generador de Frecuencia (Ranuras 5 y 6).
- Trigger Externo digital (Ranuras 5 y 6 o con algunos módulos).

Especificaciones Eléctricas.

Rango de tensión de entrada:	11V a 30V
Máxima potencia de entrada requerida:	15W
Conector de entrada de poder:	Jack de entrada de CC con el bloqueo, anillo roscado 2 mm, pasador central
Conector de acoplamiento en la entrada de alimentación:	Switchcraft S760K
Especificación USB:	USB 2.0 Full-Speed
Alimentación desde USB.	

4.10 a 5.25 V: 500 μ A máximo

Datos continuos de alto desempeño.

Numero disponible: 4

Tipos disponibles: Entrada y salida analógica, entrada y salida digital, entrada de temporizador/contador

Especificaciones del Medio Ambiente.

El chasis NI cDAQ-9172 está diseñado para uso en interiores

Temperatura de funcionamiento:

IEC 60068-2-1 and IEC 60068-2-2 -20 a 55 °C

Temperatura de almacenamiento:

IEC 60068-2-1 and IEC 60068-2-2 -40 a 85 °C

Protección contra ingreso: IP 30

Humedad de funcionamiento:

IEC 60068-2-56 10 a 90% RH, sin condensación

Humedad de almacenamiento:

IEC 60068-2-56 5 a 95% RH, sin condensación

Altitud máxima: 2000 m

Grado de contaminación (IEC 60664): 2

1.4.5. Módulo de Entradas Analógicas NI 9221.

El Módulo NI 9221 es un módulo de la serie C con un rango de ± 60 V y para mediciones de alta velocidad, por lo que es utilizado principalmente en la industria, que incluye protección contra picos de tensión de hasta 2300 Vrms. Además ofrece hasta 100 V de protección contra sobretensión por fallas en la conexión de la señal o salidas inesperadas en los canales. Este módulo utiliza un conector estándar industrial D-Sub de 25 posiciones que evita la utilización de cables y permite conectar a sistemas de otras marcas como se muestra en la figura 8.



Figura 8. Módulo NI 9221.

Fuente: National Instruments. 2010. Hoja de Datos NI 9221. USA. [Disponible en: <http://www.ni.com>]

Requerimientos.

Sistema Operativo:	Windows Real-Time OS
Driver:	NI-RIO NI-DAQmx
Software Compatible:	LabVIEW Visual Studio .NET Visual C++ Visual Studio

Especificaciones Generales.

Tornillo de terminal de cableado:	Alambre de cobre 12 a 24 AWG de con 10 mm sin aislamiento a partir del final
Torque para terminales de tornillo:	0.5 a 0.6 N · m
Casquillos:	0.25 mm ² a 2.5 mm ²
Peso:	145 g (5.1 oz)
Número de Canales:	8 canales de entrada analógica
Resolución del ADC:	12 bits

Tipo de ADC: Registro de Aproximación Sucesiva (SAR).

Especificaciones Eléctricas.

Frecuencia de muestreo: 800 kS/s

Rango de entrada: ± 60 V

Medición de Tensión, Canal a Tierra.

Mínimo (V): ± 61.4

Típico (V): ± 62.5

Máximo (V): ± 63.8

Protección contra sobretensión: ± 100 V

Impedancia de entrada.

Resistencia: 1 M Ω

Capacitancia: 5 pF

Ruido de entrada (código-centrado).

RMS: 0.7 LSB_{rms}

Pico a Pico: 5 LSB

Tiempo de Establecimiento (a 1 LSB): 1,25 μ s

Consumo de Energía del chasis.

Modo Activo: 1 W max

Modo de Espera: 1 mW max

Disipación térmica (a 70 ° C).

Modo Activo: 1 W max

Modo de Espera: 32 mW max

Seguridad:

Canal a común: ± 60 VDC max

Tensión de Aislamiento.

Canal a Canal: Ninguno

Canal de tierra a masa.

Continuo:	60 VDC
Pulsante whitstand:	1000 Vrms

Están destinados para uso en interiores, pero puede ser utilizado al aire libre si está instalado en un recinto adecuado.

Especificaciones del Medio Ambiente.

Temperatura de funcionamiento:

IEC 60068-2-1 and IEC 60068-2-2	-40 a 70 °C
---------------------------------	-------------

Temperatura de almacenamiento:

IEC 60068-2-1 and IEC 60068-2-2	-40 a 85 °C
---------------------------------	-------------

Protección contra ingreso:	IP 40
----------------------------	-------

Humedad de funcionamiento:

IEC 60068-2-56	10 a 90% RH, sin condensación
----------------	-------------------------------

Humedad de almacenamiento:

IEC 60068-2-56	5 a 95% RH, sin condensación
----------------	------------------------------

Altitud máxima:	2000m
-----------------	-------

Grado de contaminación :	2
--------------------------	---

Conclusiones.

Luego de conocer el proceso para la elaboración del cartón y el funcionamiento del Doble Backer perteneciente a la máquina Corrugadora de Cartopel, se determinaron los factores que intervienen en el proceso de fabricación, planteando así el desarrollo de este proyecto de tesis. Los factores principales son: temperatura, velocidad y presión, se buscó sensores que puedan entregar información sobre el comportamiento de cada factor en diferentes lugares de la máquina, y se realizó un estudio de cada uno.

CAPITULO II

CONSTRUCCIÓN DEL HARDWARE

Introducción.

En esta segunda parte del proyecto de tesis, se indica como ha sido desarrollada la parte del hardware del proyecto, incluyendo en ésta la interface entre los equipos, principio de funcionamiento de los sensores y como configurarlos, además se muestran figuras que ayudan a tener una idea real de cada uno de los elementos que forman parte del hardware del proyecto de tesis.

2.1 Compact DAQ.

En el capítulo anterior se describió las características que tiene el equipo CompactDAQ de National Instruments, a continuación se indicará como entrega datos a la PC es decir cómo se realiza la comunicación con la PC.

Interface con la PC.

El NI CompactDAQ es un dispositivo USB plug-and-play, el cual nos permite medir hasta 256 canales para diferentes tipos de señales (eléctricas, físicas, mecánicas o acústicas), en un sistema de 25x9x9 cm, con un peso menor a 1Kg como se muestra en la figura 9.



Figura 9. NI CompactDAQ.

Fuente: National Instruments. 2009. CompactDAQ. USA. [Disponible en: <http://www.ni.com>]

El USB de Alta Velocidad (2.0) es 40 veces más rápido que el primer USB 1.1 y tiene 5 veces más ancho de banda que Ethernet de 100 Mb/s como se muestra en la figura 10.

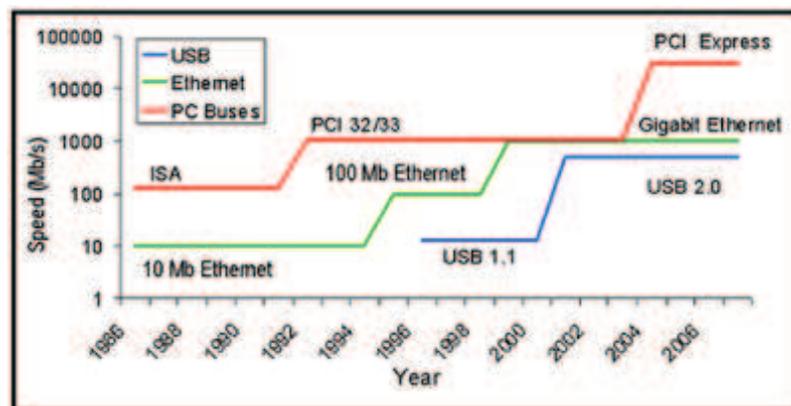


Figura 10. USB de Alta Velocidad (2.0).

Fuente: National Instruments. 2009. Products for Laboratory and Research. USA. <http://www.ni.com>

Interface con el Módulo NI9221.

Es un módulo de la serie C con un rango de ± 60 V y para mediciones de alta velocidad, por lo que es utilizado principalmente en la industria, que incluye protección contra picos de tensión de hasta 2300 Vrms. Este módulo utiliza un conector estándar industrial D-Sub de 25-posiciones que evita la utilización de cables y permite conectar a sistemas

de otras marcas. En la figura 11 se muestra el diagrama del módulo NI9221, consta de 8 canales analógicos y un COM que es la referencia a tierra.

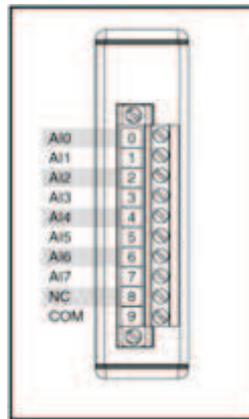


Figura 11. Diagrama del Módulo NI9221.

Fuente: National Instruments. 2010. Hoja de Datos NI 9221. USA. [Disponible en: <http://www.ni.com>]

2.2 Sensores.

2.2.1. Sensor de temperatura Raytek MID.

El sensor de temperatura Raytek MID lleva en su interior borneras, un display y pulsantes que son necesarios para la instalación y configuración del mismo como se puede observar en la figura 12.

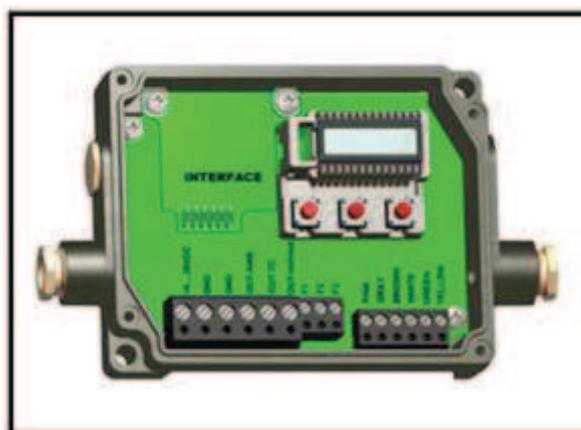


Figura 12. Interior del sensor de temperatura RAYTEK MID.

Fuente: PCE Group. Instrucciones de uso Medidor de temperatura sin contacto digital PCE-IR10. España. [Disponible en: www.pce-iberica.es]

Salidas.

El sensor de temperatura Raytek se alimenta con un rango de tensión de 12 a 24VDC y brinda varias salidas de acuerdo a la necesidad del usuario como se puede observar en la figura 13.

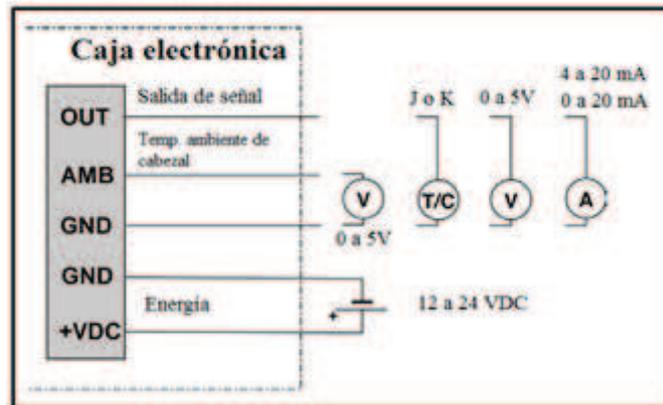


Figura 13. Salidas de señal y fuente de energía.

Fuente: PCE Group. Instrucciones de uso Medidor de temperatura sin contacto digital PCE-IR10. España. [Disponible en: www.pce-iberica.es]

Salidas mA y mV.

El sensor de temperatura Raytek MID tiene varias salidas brindando al usuario la opción de elegir estas con solo cambiar un jumper como se muestra en la figura 14, si el jumper se encuentra ubicado en la primera posición TC se está utilizando una salida tipo Termopar que puede ser tipo J o K, si el jumper se encuentra en la segunda posición mV se está utilizando una salida de mV y en la tercera se utilizará como mA.

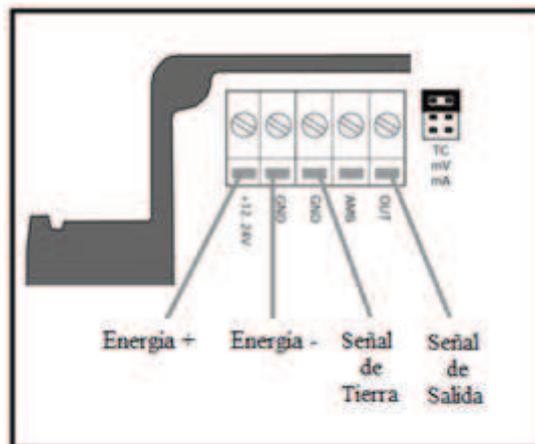


Figura 14. Cableado para la salida mA o mV.

Fuente: PCE Group. Instrucciones de uso Medidor de temperatura sin contacto digital PCE-IR10. España. [Disponible en: www.pce-iberica.es]

La señal de salida de la figura 14 puede ser configurada como salida mA o mV. La impedancia mínima para la salida de 0 a 5 V debe ser 100 m Ω . El bucle de impedancia máximo para salida 4 a 20 mA puede ser de 500 Ω , la fuente de energía y el bucle de impedancia deben estar relacionados como se muestra en la figura 15.

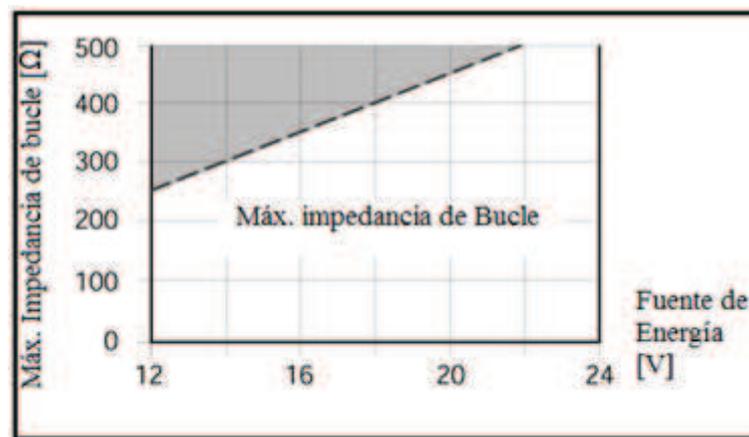


Figura 15. Máx. Bucle de impedancia dependiendo de la fuente de energía.

Fuente: PCE Group. Instrucciones de uso Medidor de temperatura sin contacto digital PCE-IR10. España. [Disponible en: www.pce-iberica.es]

Temperatura ambiente del cabezal /salida de alarma.

En la figura 16 se muestra que el sensor de temperatura Raytek MID puede ser configurado para obtener una salida de temperatura ambiente de cabezal o salida de alarma. La salida sólo está permitida a través del Software Data Temp Multidrop. El rango de salida para la temperatura Ambiente del cabezal es de 0 a 500°C con 10 mV/°C. En caso de una alarma las salidas son entre 0 V y 5 V. La salida de alarma está controlada por la temperatura del objetivo o la temperatura del cabezal sensor.

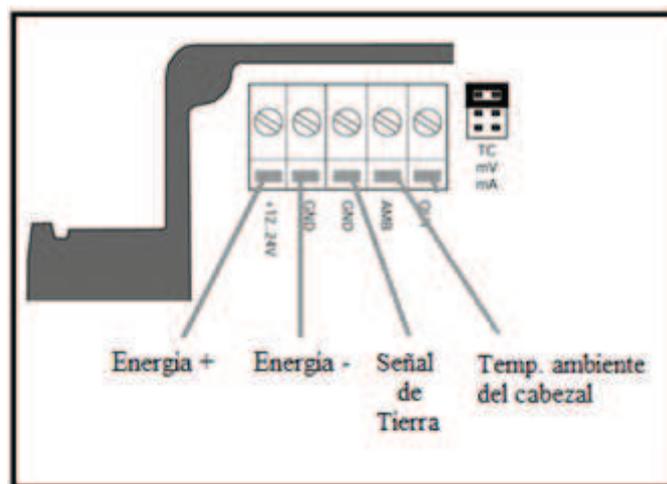


Figura 16. Cableado de la salida a temperatura ambiente.

Fuente: PCE Group. Instrucciones de uso Medidor de temperatura sin contacto digital PCE-IR10. España. [Disponible en: www.pce-iberica.es]

En la figura 17 se muestra que se puede usar un relé de estado sólido para la salida de alarma. La salida es un cortocircuito resistente con 100 Ω de impedancia de salida. La salida de alarma sólo puede ser ajustada por el software.

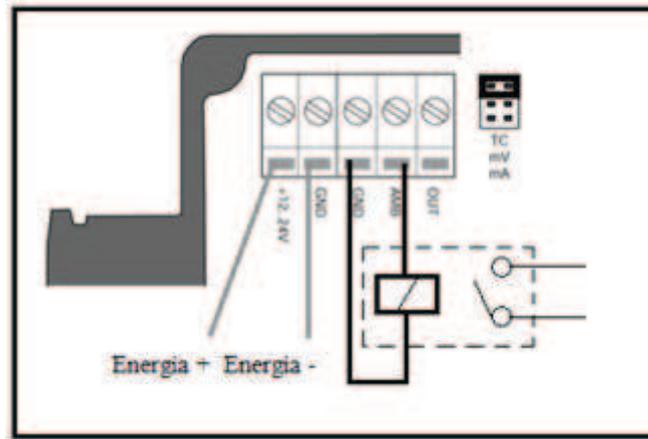


Figura 17. Cableado de la salida de alarma.

Fuente: PCE Group. Instrucciones de uso Medidor de temperatura sin contacto digital PCE-IR10. España. [Disponible en: www.pce-iberica.es]

Salida de Termopar.

Si se desea usar un termopar tipo J o K se debe instalar un cable de compensación el mismo que viene junto al sensor y consta de 4 hilos (blanco, rojo-blanco, rojo-amarillo, amarillo), estos cables deberán ser conectados de acuerdo a las tablas 1 y 2:

Termopar – J		Fuente de Energía	
(+) blanco	(-) rojo - blanco	(+) rojo - amarillo	(-) amarillo

Tabla 1. Instalación del cable de compensación del termopar J.

Fuente: PCE Group. Instrucciones de uso Medidor de temperatura sin contacto digital PCE-IR10. España. [Disponible en: www.pce-iberica.es]

Termopar – K		Fuente de Energía	
(+) amarillo	(-) rojo - amarillo	(+) rojo - blanco	(-) blanco

Tabla 2. Instalación del cable de compensación del termopar K.

Fuente: PCE Group. Instrucciones de uso Medidor de temperatura sin contacto digital PCE-IR10. España. [Disponible en: www.pce-iberica.es]

En la figura 18 se muestra una conexión de los cables para un termopar tipo J de acuerdo a la tabla 1, para un termopar tipo K se realiza una conexión similar pero esta vez se debe tomar en cuenta la tabla 2.

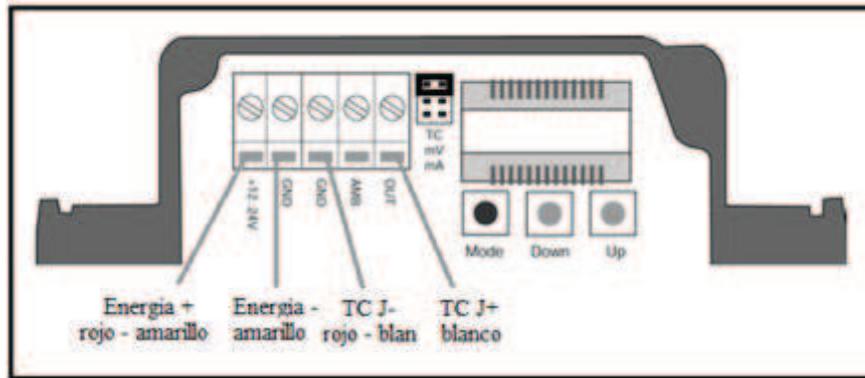


Figura 18. Conexiones del cable de compensación del Termopar J.

Fuente: PCE Group. Instrucciones de uso Medidor de temperatura sin contacto digital PCE-IR10. España. [Disponible en: www.pce-iberica.es]

Panel de Control.

El sensor está equipado con un panel de control que viene en la parte electrónica del sensor, el cual tiene botones de control y ajuste y una pantalla LCD como se muestra en la figura 19. El modo de función actual es mostrado en la pantalla con símbolos específicos.

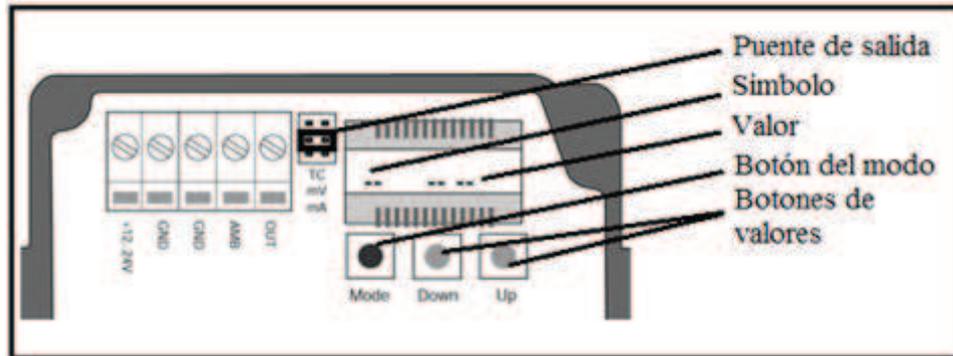


Figura 19. Panel de control del sensor de temperatura.

Fuente: PCE Group. Instrucciones de uso Medidor de temperatura sin contacto digital PCE-IR10. España. [Disponible en: www.pce-iberica.es]

Configuración de los modos de salida.

Puede determinar fácilmente el modo de la unidad haciendo lo siguiente:

- Ajuste de la salida, para esto se requiere un puente o jumper. Por ejemplo: para la salida 4 a 20 mA, el puente debe ser ajustado para los terminales etiquetados con mA como se muestra en la figura 20.
- Ajuste del modo de salida, se debe presionar tres veces el botón “modo”, el símbolo del modo seleccionado aparecerá en la pantalla, pulsar los botones de arriba y abajo hasta que aparezca 4 – 20 (para el ejemplo 4 a 20 mA) como se muestra en la figura 20.

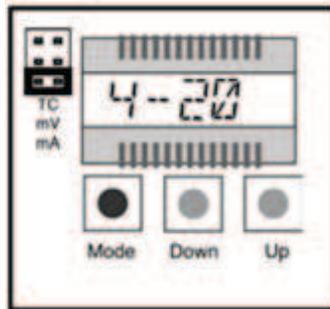


Figura 20. Ajuste del modo de salida.

Fuente: PCE Group. Instrucciones de uso Medidor de temperatura sin contacto digital PCE-IR10. España. [Disponible en: www.pce-iberica.es]

Modos.

El sensor de temperatura Raytek MID tiene la opción de trabajar en varios modos de salida como se muestra en la siguiente tabla:

Display	Modo	Rango
C	Temperatura del objeto efectuado por el proceso de señal	No ajustable
A	Temperatura ambiente del cabezal	No ajustable
T	Temperatura ambiente del objeto no efectuado por el proceso de	No ajustable

	señal	
	Modo de Salida	MV salida mV (error) TCK salida termopar K TCJ salida termopar J 4 – 20 4 a 20 mA bucle de corriente 0 – 20 0 a 20 mA bucle de corriente
E	Emisividad	0.100 ... 1.000 (defecto 0.950)
T	Transmisión	0.100 ... 1.000 (defecto 1.000)
A	Media de la señal de salida	0.100 ... 999.0
P	Pico de pausa de la señal de salida	0.100 ... 998.9 999 = infinito (P α)
V	Valle de pausa de la señal de salida	0.100 ... 998.9 999 = infinito (V α)
L	Final bajo de rango	L = -40 ... 600 (defecto : 0)
H	Final alto de rango	H = -40 ... 600 (defecto : 500)
U	Unidad de temperatura	°C o °F (defecto °C)
M	Dirección Multidrop	1 – 32, ... significa 0 (unidad simple)

Tabla 3. Modos disponibles.

Fuente: PCE Group. Instrucciones de uso Medidor de temperatura sin contacto digital PCE-IR10. España. [Disponible en: www.pce-iberica.es]

En la tabla 3 se muestran tres columnas, en la primera llamada Display se indica la letra que se mostrará en el display del sensor cuando se elija el modo según la descripción de la segunda columna, en la tercera columna se indica el rango o los valores a los que trabaja cada modo de salida.

Media de la señal de salida.

El hacer un promedio es usado para alisar la señal de salida. La señal es alisada dependiendo del tiempo base definido, por el que la señal de salida sigue la señal del detector con retraso de tiempo pero el ruido y pequeños picos son humedecidos. Use una media de tiempo mayor para un modo más preciso de humedecer. La media de tiempo es

la cantidad de tiempo que la señal de salida necesita para alcanzar el 90% de la magnitud de un salto de temperatura del objeto, como se muestra en la figura 21.

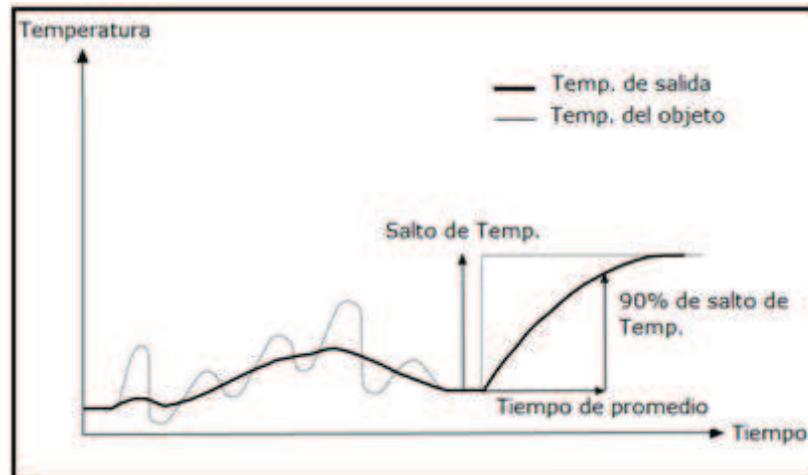


Figura 21. Media de la señal de salida.

Fuente: PCE Group. Instrucciones de uso Medidor de temperatura sin contacto digital PCE-IR10. España. [Disponible en: www.pce-iberica.es]

La desventaja de hacer la media es el retraso de tiempo de la señal de salida. En caso de tener un salto de temperatura en la entrada (objeto caliente), la señal de salida alcanza sólo el 90% de la magnitud de la temperatura actual del objeto después de haber definido la media de tiempo.

Mantener Pico de la señal de salida.

La señal de salida sigue la temperatura del objeto hasta que se encuentra un máximo. Una vez que el tiempo sea excedido la señal salida se mantiene y sale la temperatura actual del objeto y el algoritmo empezará otra vez, como se muestra en la figura 22. El rango para el tiempo de retención es de 0.1 a 998.9s.

Un tiempo de retención definido de 999 s (“∞” en la pantalla) pondrá el dispositivo en un continuo modo de detección de máximo.

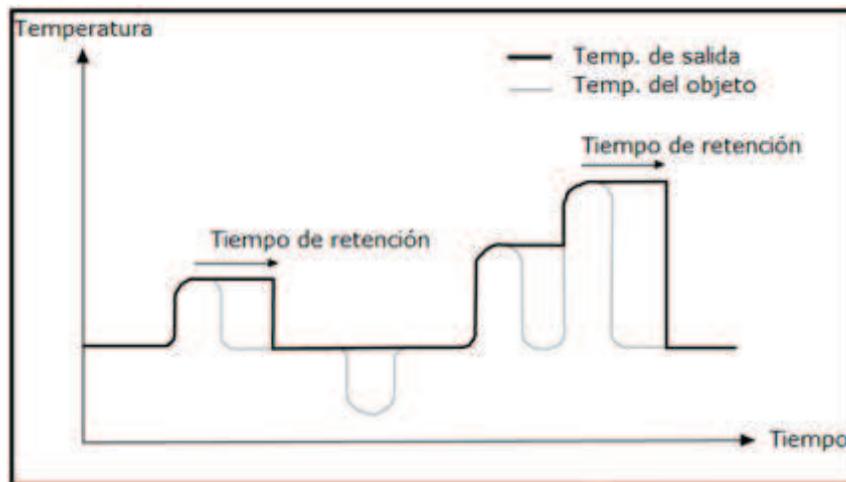


Figura 22. Mantener el pico de la señal de salida.

Fuente: PCE Group. Instrucciones de uso Medidor de temperatura sin contacto digital PCE-IR10. España. [Disponible en: www.pce-iberica.es]

Mantener valle de la señal de salida.

La señal de salida sigue la temperatura del objeto hasta que se encuentra un mínimo. Una vez que el tiempo de retención sea excedido la señal salida se mantiene y sale la temperatura actual del objeto y el algoritmo empezará otra vez, como se muestra en la figura 23. El rango para el tiempo de retención es de 0.1 a 998.9 s.

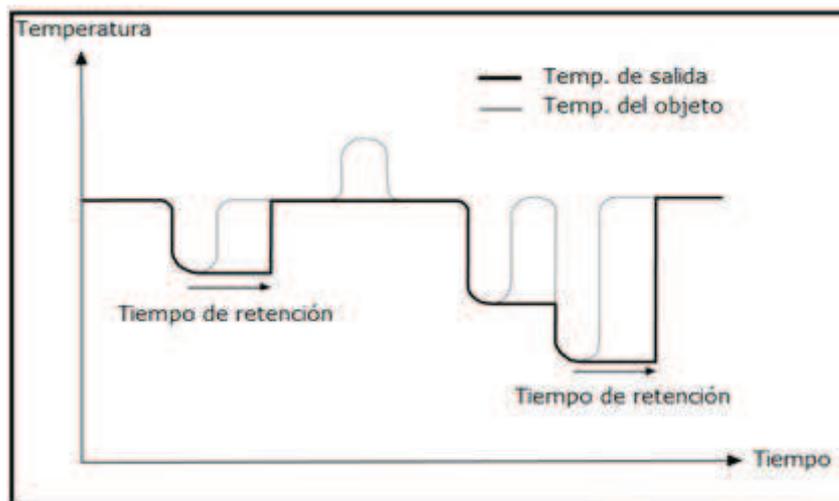


Figura 23. Mantener el Valle de la señal de salida.

Fuente: PCE Group. Instrucciones de uso Medidor de temperatura sin contacto digital PCE-IR10. España. [Disponible en: www.pce-iberica.es]

Un tiempo de retención definido de 999 s (“∞” en la pantalla) pondrá el dispositivo en un continuo modo de detección de máximo

2.2.2. Sensor de Velocidad.

El sensor de velocidad (taco-generador), se conecta a un aislador de medición de corriente continua antes de ser enviada al convertidor de frecuencia para luego enviar la señal al módulo DAQ NI9221 como se muestra en la figura 24.

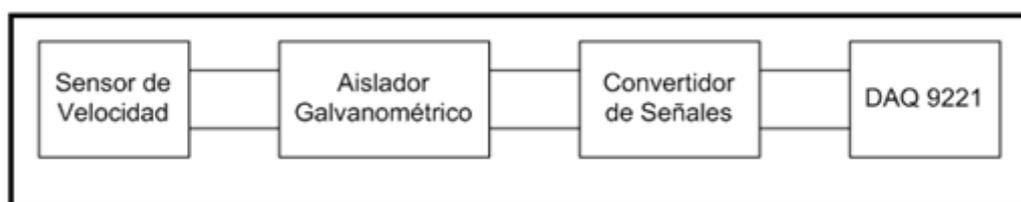


Figura 24. Esquema de cables Sensor de Velocidad-DAQ 9221.

Aislador Galvanométrico.

La magnitud de entrada E se adapta a través de resistencias (1) en el convertidor de tensión (2). La señal de onda cuadrada que genera se transmite a través del transformador (3) al lado de salida, se filtra y es procesada por el amplificador (4). El amplificador de salida (5) suministra, en función de la curva característica, una corriente continua IA o una tensión continua UA independientes de la carga proporcionales a la magnitud de entrada. Con la corriente de referencia I se puede realizar un decalaje de origen de la curva característica. La fuente de alimentación flotante (6) genera la tensión de alimentación con separación galvánica del circuito de entrada. Con el módulo de tensión alterna o continua (8) la energía auxiliar se transforma en las tensiones de alimentación internas como se muestra en la figura 25¹.

¹ Siemens AG 2010, <http://www.siemens-edm.de/>

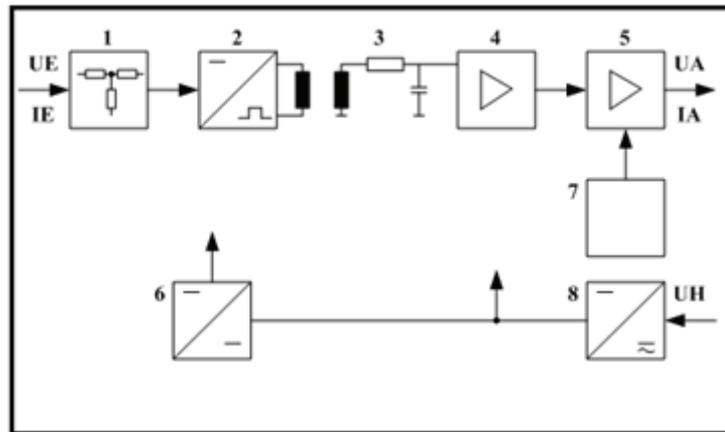


Figura 25. Funcionamiento del Aislador Galvanométrico.

Basado en: SIEMENS. 2005. Measuring Transducerr for High-Tension Variables. Alemania. [Disponible en: <http://www.siemens-edm.de>]

Diseño:

Cuentan con una fijación por abroche para un perfil normalizado de 35 mm según DIN EN 50022. Las entradas, salidas y la energía auxiliar se pueden conectar con bornes de tornillo. Los equipos no contienen silicona ni halógenos y su inflamabilidad es muy baja. Se puede acceder al potenciómetro de ajuste y los puntos de prueba si se retira la tapa de la carcasa.

Convertidor de Señales.

En la figura 26 se puede observar el diagrama interno del convertidor, el cual posee varias entradas que van de acuerdo a la señal que se quiere medir. Los pines 1 y 2 se utilizan para sensores NAMUR (inductivos), donde 1 es salida de tensión y 2 es la entrada del sensor. El pin 3 se utiliza como entrada de pulsos. El pin 4 GND se utiliza para referencia de las señales de entrada. El pin 5 sirve como salida de transistor NPN o PNP utilizando el pin 6 (+15V) como fuente de tensión. El pin 7 es entrada de tensión de 0 a 10V. El pin 8 es entrada de corriente de 0 a 20mA. Los pines 9 y 10 sirven alimentación del dispositivo (24V).

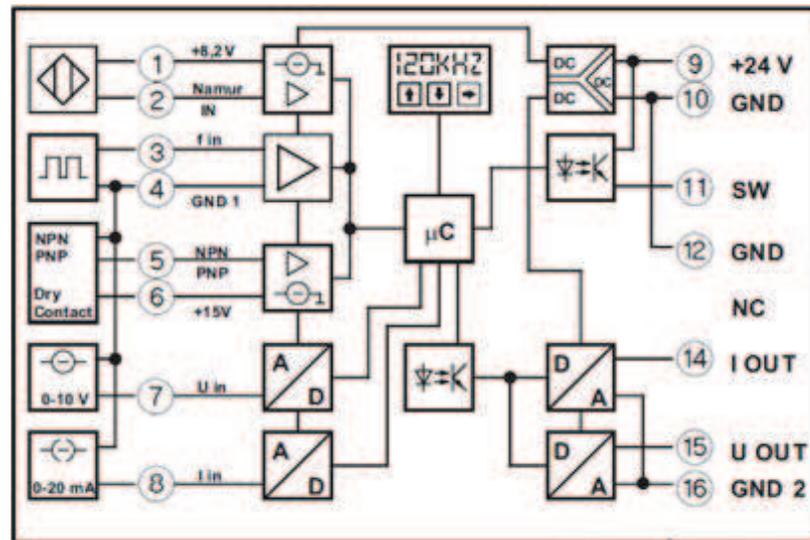


Figura 26. Diagrama Interno del Convertidor de Señales.

Fuente: Phoenix Contact. 2008. MRC-f-UI-DC. Alemania. [Disponible en: <http://www.phoenixcontact.com>]

En el pin 11 (SW) se puede obtener la tensión de alimentación (24V) a partir de un switch interno. El pin 12 es la tierra del dispositivo. El pin 14 es la salida de corriente (máx. 25mA). El pin 15 es la tensión de salida (máx. 12.5V). El pin 16 es la referencia (GND) para las salidas 14 y 15².

2.2.3. Sensor de Presión.

Mediante un elemento sensor y el suministro de energía auxiliar, la presión existente en su aplicación se convertirá en una señal eléctrica reforzada, estandarizada, a través de la deformación de una membrana. Esta señal eléctrica cambia de forma proporcional respecto de la presión y puede ser evaluada respectivamente.

El sensor de presión KOBOLD 3297 lleva en su interior un sensor piezoresistivo como elemento de medición y está unido en su extremo a un conector eléctrico de marca Hirschmann serie GDM, como se muestra en la figura 27.

² Phoenix Contact, 2010 <http://eshop.phoenixcontact.de>



Figura 27. Sensor de presión KOBOLD 3297.

Fuente: Kobold Messring GmbH. 2006. Transductores de Presión de Servicio Pesado, Compactos Pieoresistivos. Alemania. [Disponible en: www.kobold.com]

Conexión.

La conexión del sensor de presión se realiza mediante un conector el cual permite que los cables lleguen hasta los contactos metálicos del sensor como se muestra en la figura 28.



Figura 28. Conector Hirschmann.

Fuente: Sick AG. 2010. Manual de Instrucciones PFT Transmisor de presión. Alemania. [Disponible en: www.sick.com]

En la figura 29 se pueden observar las conexiones necesarias para obtener una salida de corriente de 4 a 20 mA, en la parte izquierda se observa la conexión del mini conector Hirschmann el cual sirve de emisor de tensión de alimentación para el sensor de presión, la conexión realizada se la conoce como “Dos cables” porque dos conexiones sirven para la alimentación del sensor. La corriente de alimentación es la señal de medición.

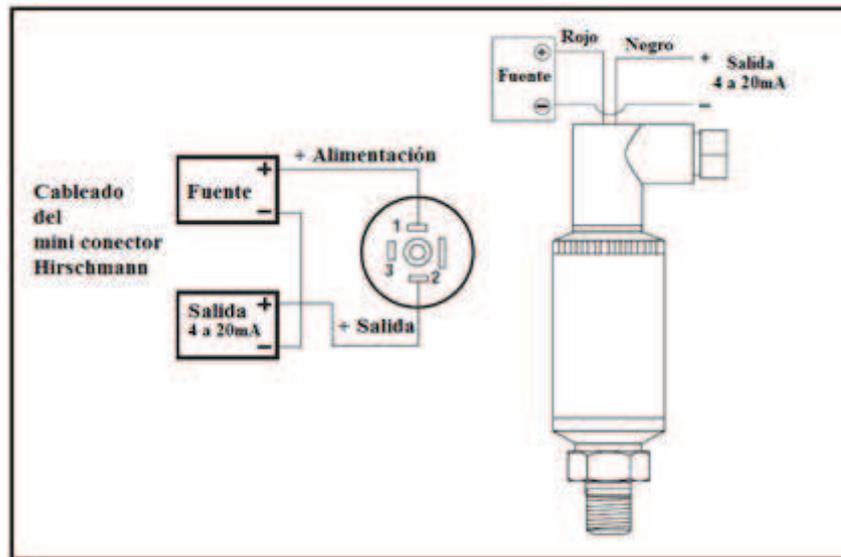


Figura 29. Sensor de presión - Esquema de cables.

Fuente: Kobold Instruments.Inc. Kobold Transmitters Transducers. USA. [Disponible en: www.koboldusa.com]

El sensor de presión puede ser alimentado de 10 a 30 Vdc, este funciona como una resistencia; el momento que la presión circula por el sensor hace que se produzca una deformación en el diafragma interno y este hace variar el valor de la resistencia, por lo tanto se tendrá un cambio en el valor de la corriente.

La tensión mínima de alimentación del sensor viene representada por la siguiente fórmula:

$$V_{\min} = 10V + (0.020 * R_L)$$

$$R_L = R_s + R_w$$

Donde:

R_L	=	Resistencia de Bucle
R_s	=	Resistencia del sensor
R_w	=	Resistencia del cable

En la parte derecha de la figura 29 se puede observar el sensor de presión enchufado al mini conector Hirschmann, la conexión que se muestra es la realizada con los cables que vienen integrados al mini conector con sus respectivos colores.

2.3 Interface sensores - CompactDAQ.

Para realizar el monitoreo de los datos que entregan los sensores, es necesario que estos sean adquiridos por el equipo CompactDAQ de National Instruments, el cual los envía a la PC para que sean procesados mediante software, como se puede observar en el esquema general de la figura 30.

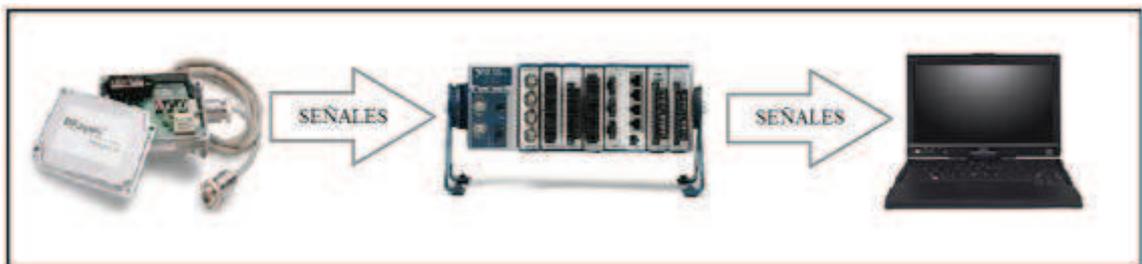


Figura 30. Esquema General de Conexiones.

En la figura 31 se muestra el diagrama de cables de cómo se encuentra conectado el módulo NI9221 a cada uno de los sensores, el módulo 9221 puede solamente recibir señales analógicas de tensión, Los sensores de temperatura y velocidad entregan una respuesta de tensión, lo que no ocurre con los sensores de presión, pues estos entregan como respuesta corriente, es por eso que cada sensor de presión lleva una resistencia para obtener tensión en la medición.

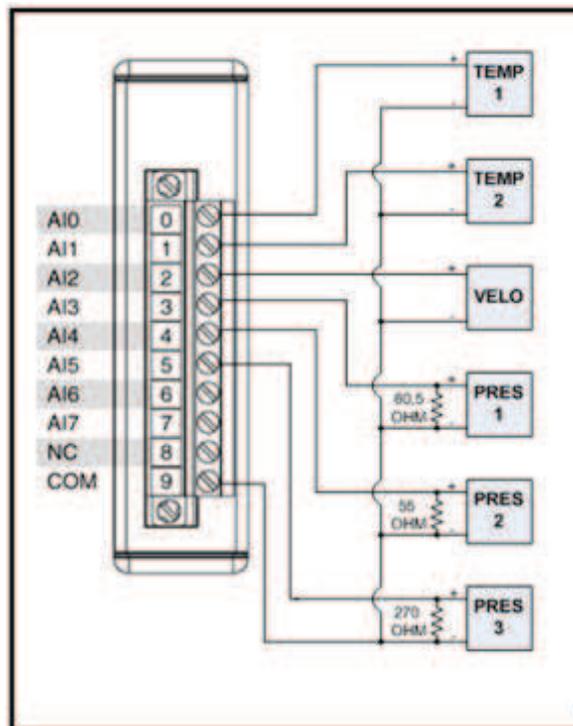


Figura 31. Diagrama de Cables, Sensores – Compact DAQ.

Conclusiones.

Luego de conocer la teoría se la pone en práctica. Haciendo caso a los fundamentos obtenidos en el estudio de los sensores, se realizó las conexiones necesarias para obtener la respuesta de cada uno de ellos, se logró determinar la diferencia de respuesta y de configuración que tiene cada sensor: uno entrega señales en mV, otro en mA y el otro puede entregar cualquiera de las dos, según lo determine su configuración. La interface que tiene el equipo CompactDAQ debe ser tomada en cuenta pues lo hace por medio de USB 2.0 que es comparada con Ethernet de 100Mb/s, resaltando que tiene 5 veces más ancho de banda que el Ethernet, esto es de suma importancia al considerar que los datos son adquiridos en tiempo real, por tal motivo se necesita velocidad el momento de adquirir las señales.

CAPÍTULO 3

DESARROLLO DEL SOFTWARE.

Introducción.

En esta tercera parte del proyecto de tesis, se indica como ha sido desarrollado el software del proyecto. Ha sido dividido en tres partes para mejorar su explicación. Adquisición de Señales, Procesamiento de Señales y Almacenamiento de datos, en cada una se brinda una explicación detallada de las herramientas que han sido utilizadas para su construcción; además, cuenta con figuras para describir de una manera más clara cada parte del software.

3.1 Lenguaje de programación utilizado.

El software ha sido desarrollado en el lenguaje de programación LabVIEW 8.5, en la figura 32 se muestra el diagrama de cables desarrollado en LabVIEW; además se pueden observar las diferentes herramientas que han sido utilizadas para la construcción del software. El software desarrollado se encuentra dividido en tres partes: Adquisición de Señales, Procesamiento de Señales y Almacenamiento de datos.

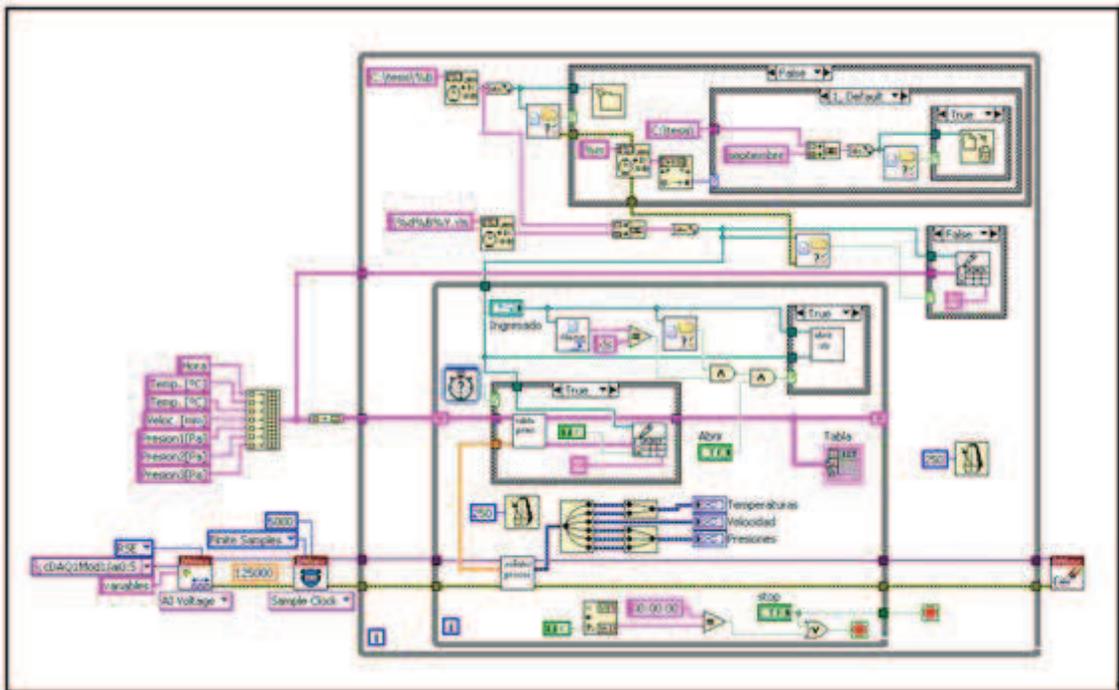


Figura 32. Software desarrollado en LabVIEW 8.5.

3.2 Adquisición de Señales.

Para la Adquisición de Señales se utiliza la herramienta NI-DAQmx – Data Acquisition (figura 33), en la cual se encuentran varias herramientas para controlar diferentes módulos de entrada o salida, pudiendo tener acceso a más opciones de control que utilizando la herramienta DAQ-Assistant

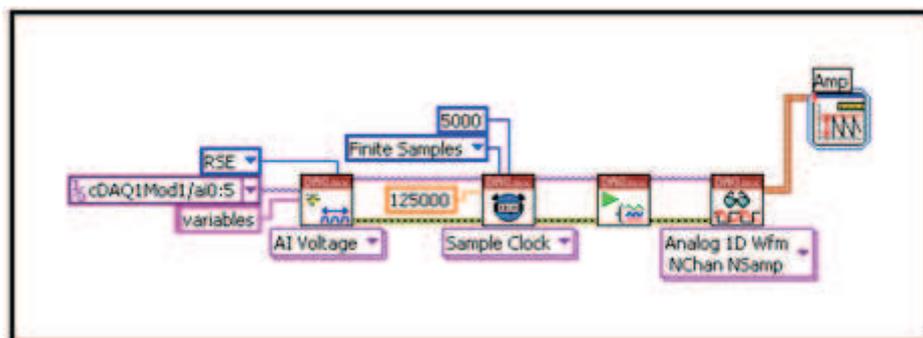


Figura 33. Adquisición de Señales.

Para la adquisición, primero se configura la herramienta DAQmx Create Virtual Channel, estableciendo los canales físicos que van a ser utilizados, el tipo de señal y la configuración del terminal de entrada como se muestra en la figura 34.

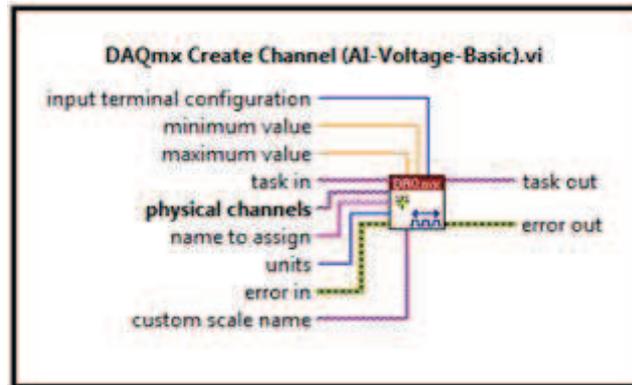


Figura 34. Herramienta DAQmx Create Virtual Channel.

Luego se configura DAQmx Timing, en el que se define el modo de muestreo, el número de muestras que serán utilizadas por canal, y la tasa de muestreo de las mismas como se puede observar en la figura 35. El módulo utilizado (NI 9221) soporta hasta 800000 muestras por segundo, utilizando 6 canales nos da un máximo de 133333 muestras por segundo en cada canal.

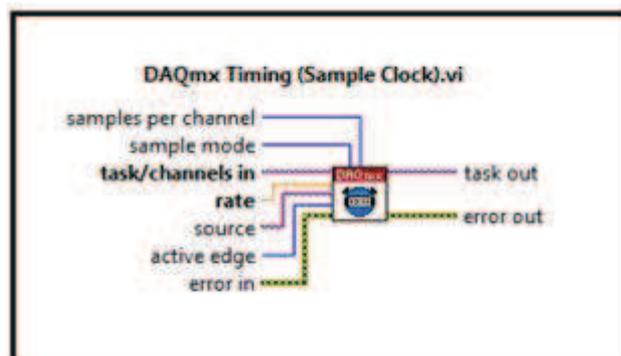


Figura 35. Herramienta DAQmx Timing.

A continuación se inicia las tareas por medio de la herramienta DAQmx Start Task que se muestra en la figura 36.

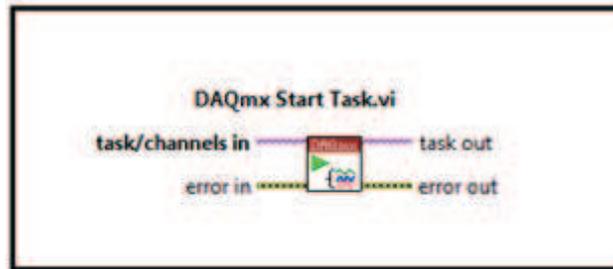


Figura 36. Herramienta DAQmx Start Task.

Luego se leen los datos analógicos con la herramienta DAQmx Read que se configuró para datos analógicos en forma de onda de 1D, con N canales y N muestras como se muestra en la figura 37.

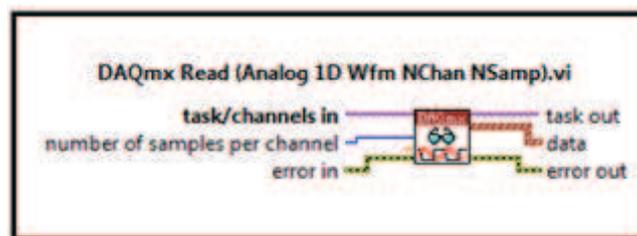


Figura 37. Herramienta DAQmx Read.

Las tareas de los canales deben ser detenidas mediante la herramienta DAQmx Stop Task que se muestra en la figura 38, que detiene la lectura de los canales físicos.

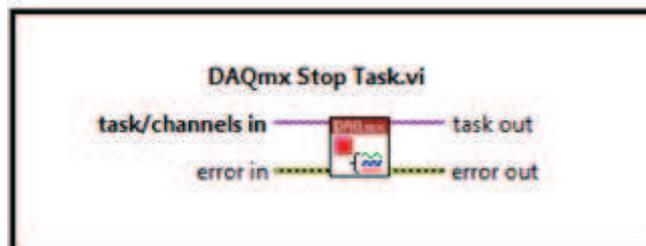


Figura 38. Herramienta DAQmx Stop Task.

Al finalizar la aplicación se debe utilizar la herramienta DAQmx Clear Task que se muestra en la figura 39, que elimina la tarea y libera los recursos utilizados por la tarea.

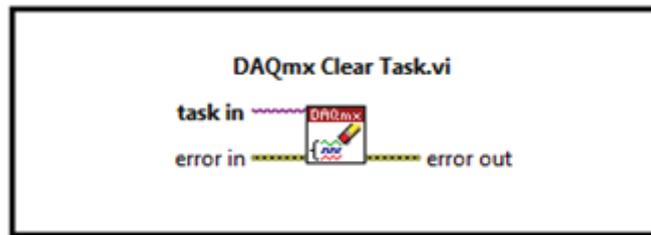


Figura 39. Herramienta DAQmx Clear Task.

3.3 Procesamiento de Señales.

Las señales medidas se procesan mediante la herramienta Amplitude and Level Measurements que se muestra en la figura 40, la cual obtiene una medida promedio de corriente continua de las señales medidas.

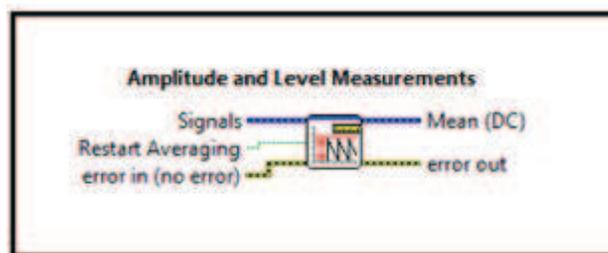


Figura 40. Herramienta Amplitude and Level Measurements.

Luego de esto, las señales son cambiadas de escala para que puedan ser utilizadas en su magnitud real, para lo cual se emplea la linealización de varios puntos medidos en los sensores de temperatura y velocidad, mientras que en los sensores de presión se utilizó sus valores nominales de funcionamiento con sus respectivas resistencias.

Temperatura.

En la tabla 4 se puede observar, en la primera columna el valor de tensión medida en V y en la segunda columna se indica el valor que muestra el display del sensor de temperatura en °C. Luego de obtener los puntos medidos se procede a graficar los mismos como se muestra en la figura 41. Se pueden observar en la gráfica dos líneas, una de color azul que es la graficada con los puntos medidos, y otra de color negro que

ha sido aproximada para determinar su ecuación. En vista que son dos sensores de temperatura del mismo modelo, no es necesario encontrar otra ecuación pues la misma sirve para los dos. Se puede observar en la gráfica un $R^2 = 0,9882$ esto indica el margen de error entre las dos líneas, lo ideal es que este valor sea 1, el valor obtenido es bastante aproximado a 1 por lo tanto es válido. La ecuación obtenida se encuentra representada por: Temperaturas, $T1 = T2 = 106,35x - 6,3176$

Tensión	Indicador
0,5	48,3
0,7	65,1
0,9	93
1	96
1,1	113
1,2	121

Tabla 4. Valores medidos del sensor de temperatura.

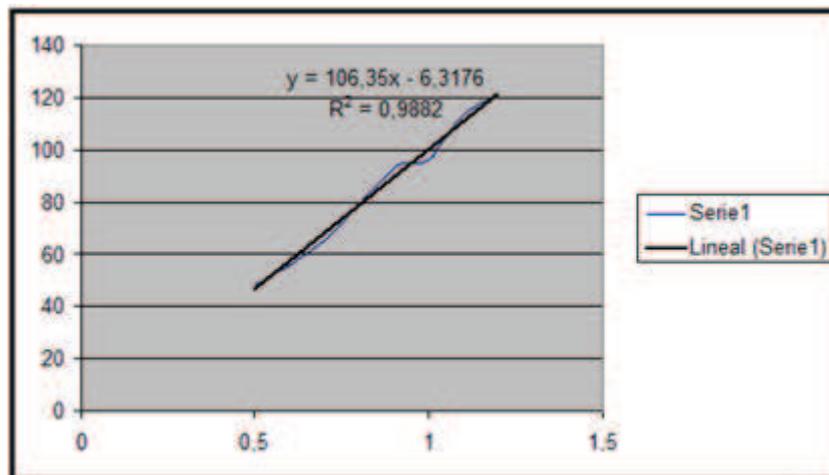


Figura 41. Gráfica de las mediciones del sensor de temperatura.

Velocidad.

De la misma forma que en el sensor de temperatura, en la tabla 5 se puede observar en la primera columna el valor de la tensión medida en V y en la segunda columna se indica el

valor que entrega el sensor de velocidad en m/s. Luego de obtener los puntos medidos se procede a graficar los mismos como se muestra en la figura 42. Se puede observar en la gráfica un $R^2 = 0,999$ esto indica el margen de error entre las dos líneas, lo ideal es que este valor sea 1, el valor obtenido es bastante aproximado a 1 por lo tanto es válido. La ecuación obtenida se encuentra representada por: Velocidad, $V = 22,652x + 7,9425$

Tensión	Indicador
0,4	20
0,5	23
1,5	44
6,3	151
6,8	162
6,9	163

Tabla 5. Valores medidos del sensor de velocidad.

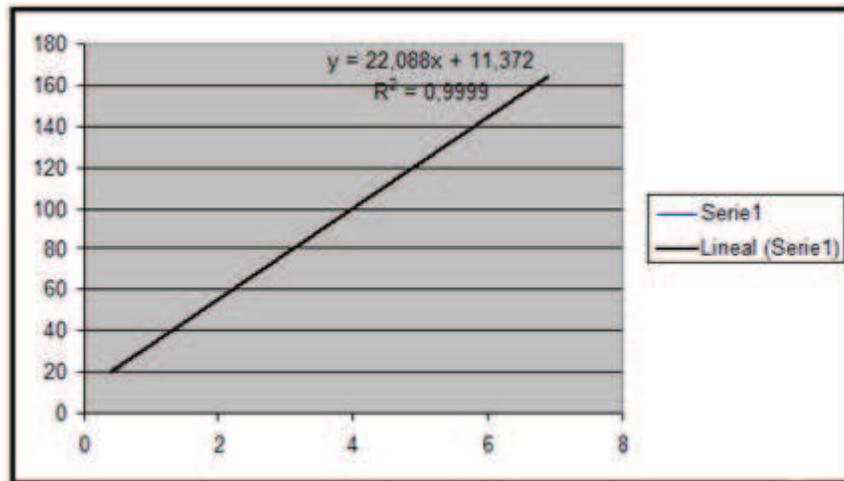


Figura 42. Gráfica de las mediciones del sensor de velocidad.

Presión.

Los valores nominales de los sensores de presión presentan una corriente de 4mA en 0bar y 20mA en 16bar, en los sensores se utilizan las siguientes resistencias para su medición a tensión:

$$R1=60,5\Omega$$

$$R1=55\Omega$$

$$R1=270\Omega$$

Conociendo el valor de estas resistencias ha sido posible determinar las siguientes ecuaciones:

Presión 1

$$0\text{bar} = 4\text{mA} * 60.5\Omega = 0.242\text{V}$$

$$16\text{bar} = 20\text{mA} * 60.5\Omega = 1.21\text{V}$$

$$P1=16.529 * V_{in} - 4$$

Presión 2

$$0\text{bar} = 4\text{mA} * 55\Omega = 0.22\text{V}$$

$$16\text{bar} = 20\text{mA} * 55\Omega = 1.1\text{V}$$

$$P2=18.182 * V_{in} - 4$$

Presión 3

$$0\text{bar} = 4\text{mA} * 270\Omega = 1.08\text{V}$$

$$16\text{bar} = 20\text{mA} * 270\Omega = 5.4\text{V}$$

$$P3= 3.7037 * V_{in} - 4$$

3.4 Almacenamiento de datos.

En esta sección del software desarrollado se explica cómo se almacenan los datos en un directorio de la PC para que puedan ser abiertos el momento que el usuario lo requiera.

Una vez adquiridas las señales y luego de ser procesadas se almacenan los datos en un directorio dentro de la PC como un archivo con extensión .xls (Excel), este archivo lleva por defecto el nombre del día mes y año en el que fue guardado, además se encuentra dentro de una carpeta que lleva el nombre del mes, y a su vez esta carpeta es una sub carpeta del directorio “tesis”. Por ejemplo: C: \tesis\octubre\22octubre2010.xls, se

guardó un archivo el día 22 de octubre del año 2010 con el nombre “22octubre2010.xls”, este archivo se guarda en una carpeta llamada “octubre” que a su vez es subcarpeta del directorio “tesis”.

Para evitar que colapse el almacenamiento de archivos dentro de la PC el software ha sido desarrollado para que elimine una carpeta cada vez que haya transcurrido un tiempo de 4 meses es decir: si se almacenaron datos del mes de julio, agosto y septiembre el momento que se vayan a almacenar los datos del mes de octubre inmediatamente se elimina la carpeta con el nombre del mes de julio así el usuario tiene un reporte de respaldo de tres meses atrás.

El software se encuentra desarrollado para que almacene datos hasta las 7am luego de esta hora se crea un nuevo archivo.

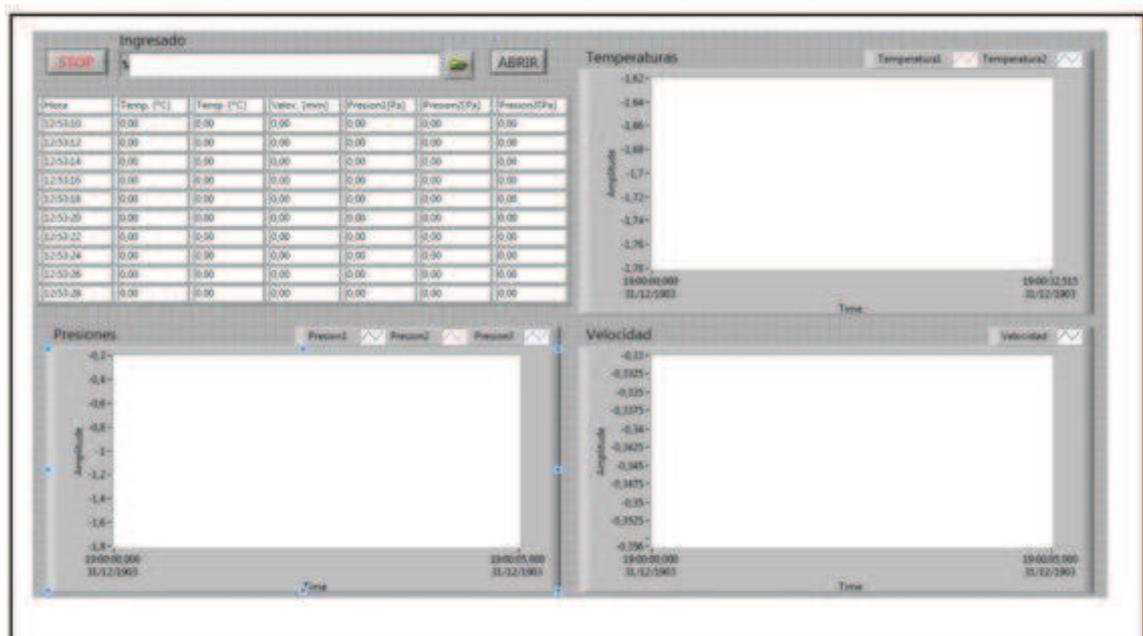


Figura 43. Panel Frontal.

En la figura 43 se muestra el panel frontal al que tiene acceso el usuario. El usuario puede abrir un reporte almacenado escribiendo en el espacio en blanco la dirección en donde se encuentra almacenado el archivo con extensión .xls, o pulsar el icono de la

carpeta y desplegar un cuadro de dialogo en el cual se puede buscar el directorio donde se encuentra el archivo que se desea abrir. Luego de realizar esta acción se pulsa el botón abrir y el reporte almacenado se abre.

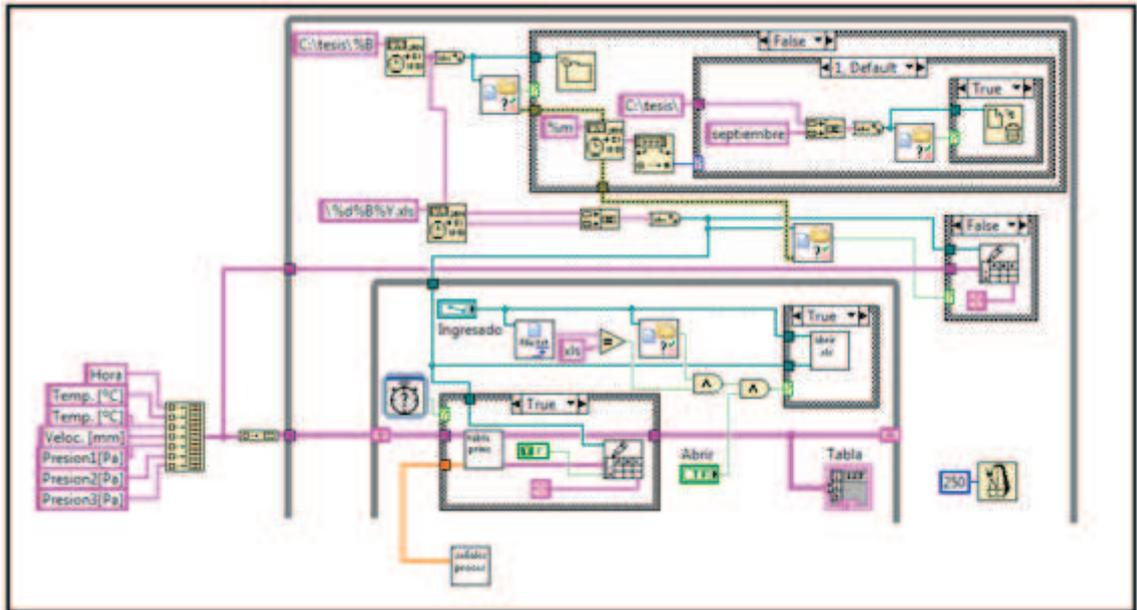


Figura 44. Almacenamiento de Datos.

En la figura 44 se muestra el diagrama de bloques que realiza el almacenamiento de datos. Primero se crea el directorio C:\tesis\'nombre del mes'(entiéndase por "nombre del mes" una carpeta creada con el nombre del mes actual), se verifica si la carpeta "nombre del mes" existe, si la carpeta existe se devuelve un valor verdadero a la estructura de caso y el software no realiza ninguna acción, caso contrario se devuelve un valor falso y se crea una carpeta con el nombre "nombre del mes" en la ubicación definida por el directorio.

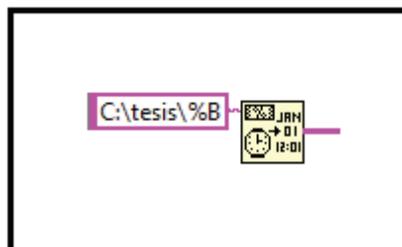


Figura 45. Herramienta Format Date/ Time String.

La herramienta Format Date/ Time String que se muestra en la figura 45, despliega un valor de tiempo o un valor numérico como tiempo en el formato que se especifique usando códigos de formato de tiempo. %B (devuelve el nombre del mes), %d (valor del día del mes), %Y (devuelve el año), %m (número del mes).

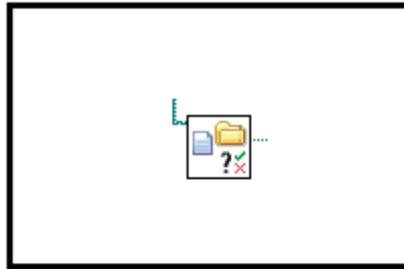


Figura 46. Herramienta Check if file or Folder Exists.

La herramienta Check if file or Folder Exists que se muestra en la figura 46, verifica si un archivo o carpeta existe en un directorio especificado. Si existe entrega un valor verdadero caso contrario falso.

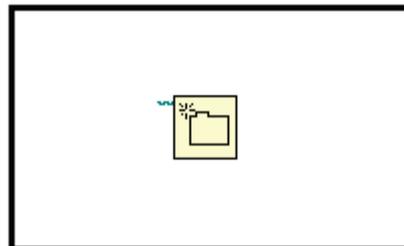


Figura 47. Herramienta Create Folder.

La herramienta Create Folder que se muestra en la figura 47, crea una carpeta en un directorio especificado.

Se debe tomar en cuenta que almacenar una cantidad indefinida de datos puede llegar a colapsar el desempeño de la PC, por este motivo, el software ha sido creado de tal manera que al tener tres meses de datos guardados es decir tres carpetas de datos, se cree la carpeta del cuarto mes y se borre la primera antes guardada, para esto se extrae el

número del mes actual es decir si el mes actual es octubre sería el número 10, luego se envía el valor a una estructura de caso que contiene 12 casos, en cada caso se verifica si la carpeta “nombre del mes” existe, y se borra de acuerdo al mes actual, por ejemplo: Si el mes actual es Octubre, se extrae el número del mes que sería 10, en la estructura de caso el número 10 corresponde al directorio del mes de julio, entonces se verifica si la carpeta “julio” existe, si existe la borra caso contrario no realiza ninguna acción.

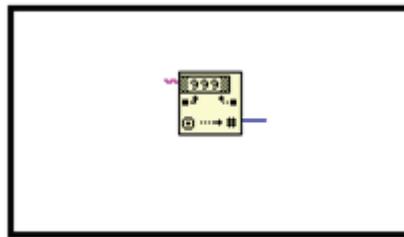


Figura 48. Herramienta Decimal String to Number.

La herramienta Decimal String to Number que se muestra en la figura 48, convierte un carácter numérico en un número decimal.

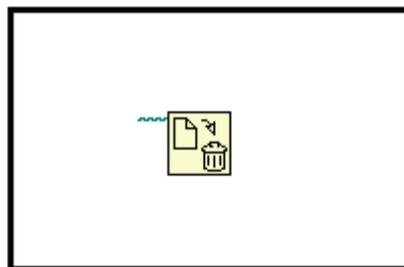


Figura 49. Herramienta Delete.

La herramienta Delete que se muestra en la figura 49, borra una carpeta de un directorio especificado.

Hasta el momento se encuentran creadas dos carpetas en la raíz del disco C de la PC: “tesis” y dentro de esta la carpeta “nombre del mes”, a continuación se crea un archivo con extensión .xls (Excel) en donde se almacenan los datos adquiridos de cada sensor, este archivo lleva por nombre el día, mes y año actual con extensión .xls

“díamesaño.xls”, para esto se junta a la dirección de las carpetas “tesis” y “nombre del mes” el nombre del archivo con extensión .xls obteniendo una dirección de esta forma: C: \tesis\”nombre del mes”\díamesaño.xls luego se verifica mediante una estructura de caso si el archivo en la dirección especificada existe, si el archivo existe el software no realiza ninguna acción, caso contrario se crea el archivo con extensión .xls (Excel) con el nombre y la dirección especificada y se incluye dentro de él un arreglo de una dimensión con los encabezados Hora, Temp, Temp, Veloc, Presion1, Presion2 y Presion3.

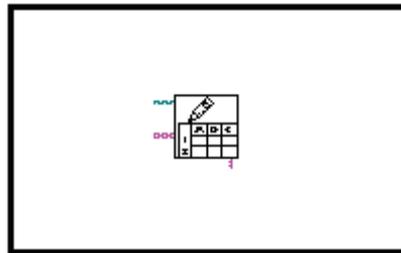


Figura 50. Herramienta Write to Spreadsheet File.

La herramienta Write to Spreadsheet File que se muestra en la figura 50, convierte una cadena de caracteres de 1 o 2 dimensiones, señales enteras, o números de doble precisión a una cadena de texto y escribe esta cadena en un nuevo archivo o la añade a un archivo existente.

Una vez creado el archivo .xls (Excel) se almacenan los datos adquiridos en el mismo, los datos de las señales adquiridas se escriben en una hoja de cálculo de Microsoft Excel cada 3 segundos, que es el tiempo que se estima en que la medición de los sensores puede variar. Los datos de las señales adquiridas ingresan a un subVI llamado “tabla princ” que adecua los datos de las señales adquiridas para que luego sean escritos de forma correcta en la hoja de cálculo de Microsoft Excel. Para esto primero se ingresa el arreglo de datos que incluye los encabezados Hora, Temp1, Temp2, Velo, Presion1, Presion2 y Presion3, luego se verifica si el reloj que se utiliza como cronometro ha transcurrido 3 segundos, si es verdadero se escribe un dato por cada sensor mediante el

subVI “tabla princ”, caso contrario se sigue adquiriendo datos pero sin ser escritos en el archivo.

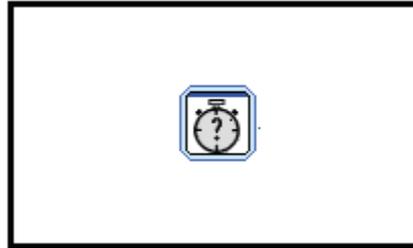


Figura 51. Herramienta Rec.

La herramienta Rec que se muestra en la figura 51, permite ingresar un tiempo específico y devuelve un valor verdadero cuando termina de transcurrir este tiempo.

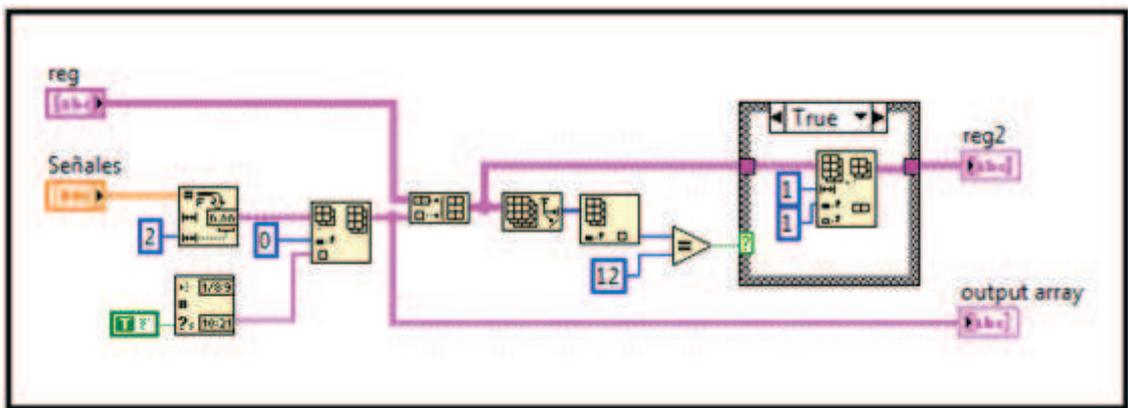


Figura 52. Subvi tabla princ.

En la figura 52 se muestra el diagrama de bloques del subVI denominado “tabla princ”, lo que realiza este subVI es adecuar los datos adquiridos para que sean almacenados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel, el objetivo es escribir datos de tal manera que en la primera fila de la hoja de cálculo se escriban los encabezados de cada columna Hora, Temp, Temp, Veloc, Presion1, Presion2 y Presion3, en las filas siguientes se escribirán los datos que corresponden a cada encabezado. Ingresan dos arreglos de datos al subVI “tabla princ”: “reg” y “Señales” uno con los encabezados Hora, Temp1, Temp2, Velo, Presion1, Presion2 y Presion3 en forma de string (cadena de caracteres) y otro con los datos de las cinco señales adquiridas en forma de número flotante respectivamente. Se

transforma el arreglo “señales” a un string con dos caracteres de precisión es decir en la hoja de Excel se escribirá un numero decimal con dos cifras después de la coma, una vez que se obtienen los dos arreglos en forma de string se añade al arreglo “señales” el valor de la hora actual (hora, minutos y segundos) en la posición 0 para que se coloque debajo del encabezado Hora. A continuación se concatenan los dos arreglos “señales” y reg” obteniendo así los resultados deseados para que se muestren en la Hoja de cálculo como se muestra en la figura 53.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Hora	Temp. [°C]	Temp. [°C]	Veloc. [mm]	Presion1[Pa]	Presion2[Pa]	Presion3[Pa]
2	0:06:50	0	0	0	0	0	0
3	0:06:52	0	0	0	0	0	0
4	0:06:54	0	0	0	0	0	0
5	0:06:56	0	0	0	0	0	0
6	0:06:58	0	0	0	0	0	0
7	0:07:00	0	0	0	0	0	0
8	0:07:02	0	0	0	0	0	0
9	0:07:04	0	0	0	0	0	0
10	0:07:06	0	0	0	0	0	0
11	0:07:08	0	0	0	0	0	0
12	0:07:10	0	0	0	0	0	0
13							
14							

Figura 53. Formato de Datos Almacenados.

En la parte superior izquierda de la figura 43 se visualiza una tabla con los datos de las señales que se están adquiriendo, estos datos son los mismos que se adecuaron para ser escritos en la hoja de cálculo de Microsoft Excel, en la tabla se pueden observar 11 filas incluyendo los encabezados, esta tabla ha sido diseñada para que su tamaño se acople al panel frontal en cuanto a estética de presentación, es decir, el momento que se escriba la fila 12 se borrarla la primera fila de datos caso contrario el tamaño de la tabla sería muy grande y no sería de fácil visualización, para esto, luego de obtener un arreglo de “encabezados” y “señales” concatenado se extrae el valor del tamaño del arreglo en el eje de las “Y” y se verifica si este tamaño es igual a 12, si es verdadero se borra la fila que se encuentra en la posición 1 del arreglo, caso contrario los datos siguen escribiéndose, así se podrá observar en la tabla del panel frontal siempre 11 filas.

El subVI “tabla princ” entrega a la salida dos tipos de arreglos en forma de string: “reg2” y “output array”, el uno se escribe en la tabla que se muestra en el panel frontal y el otro se escribe en la hoja de cálculo de Microsoft Excel respectivamente.

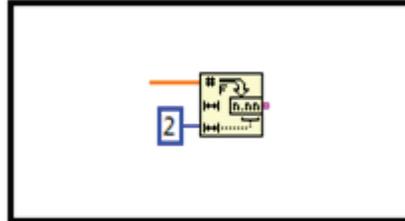


Figura 54. Herramienta Number To Fractional String Function.

La herramienta Number To Fractional String Function que se muestra en la figura 54 convierte un número a un string (cadena de caracteres), permitiendo colocar el ancho de la cadena de caracteres.

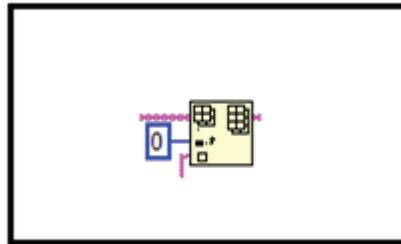


Figura 55. Herramienta Insert Into Array Function.

La herramienta Insert Into Array Function que se muestra en la figura 55, permite insertar un elemento o un subarreglo en un arreglo, en la posición que especifique el índice.

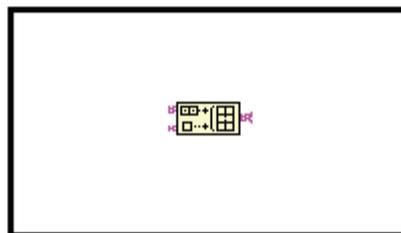


Figura 56. Herramienta Build Array Function.

La herramienta Build Array Function que se muestra en la figura 56, concatena múltiples arreglos o añade elementos a un arreglo.

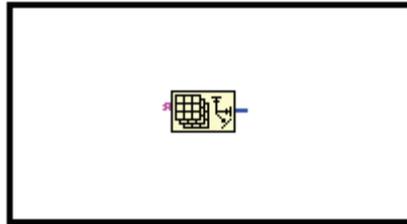


Figura 57. Herramienta Array Size Function.

La herramienta Array Size Function que se muestra en la figura 57, devuelve el número de elementos en cada dimensión de un arreglo.

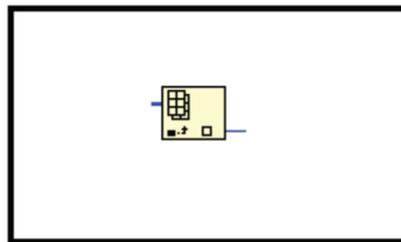


Figura 58. Herramienta Index Array.

La herramienta Index Array que se muestra en la figura 58, devuelve el elemento o subarreglo de un arreglo.

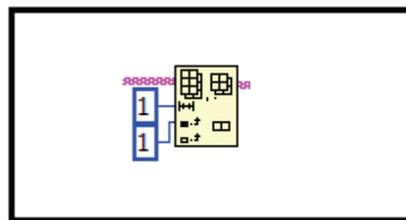


Figura 59. Herramienta Delete From Array Function.

La herramienta Delete From Array Function que se muestra en la figura 59, elimina un elemento o un subarreglo de un arreglo en la posición que se especifique.

Una vez creado el archivo en el directorio establecido anteriormente puede ser abierto para revisar reportes de días o meses anteriores. En la figura 43 se muestra el panel frontal, el cual tiene un botón de abrir, un espacio en blanco para colocar el nombre o la dirección en la que se encuentra almacenado el archivo.xls (Excel), y un botón con un icono de una carpeta que al pulsar permite abrir un cuadro de dialogo para explorar la dirección del archivo que se desea abrir. Para esto se deben cumplir tres condiciones en el software: Se extrae la extensión del archivo y se verifica que sea .xls (Excel), se verifica que el archivo que se desea abrir existe en la PC y se verifica si el botón de abrir fue pulsado, si estas tres condiciones se cumplen se devuelve un valor verdadero a la estructura de caso y se ejecuta el subVI llamado “abrir”, caso contrario no se realiza ninguna acción.

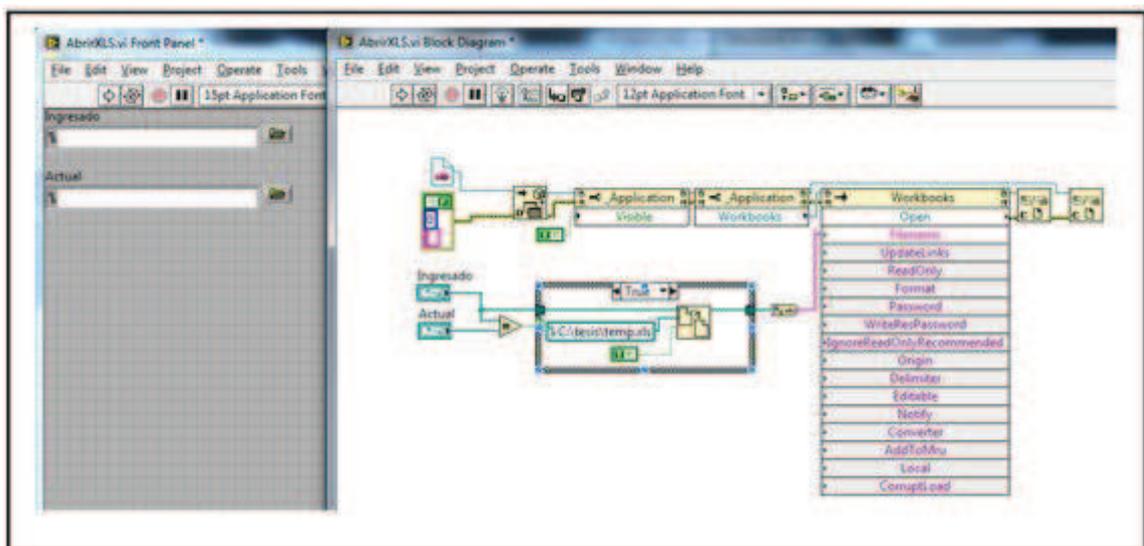


Figura 60. Subvi “Abrir”

En la figura 60 se muestra el panel frontal y el diagrama de bloques del subVI “abrir”, como su nombre lo dice lo que realiza este subVI es abrir el programa Excel, crear un libro de trabajo, abrir un archivo con extensión .xls (Excel) y además crear un archivo temporal para evitar que el software en su ejecución colapse si se desea abrir un archivo que está en ejecución. Para esto primero se elige que aplicación se requiere abrir, en este caso Excel, luego se determina si la aplicación (Excel) es visible es decir si se muestra o no al ejecutarse, a continuación se crea un libro de trabajo dentro de la aplicación Excel,

y al final se abre el archivo que indica el directorio establecido por el usuario. En el panel frontal de la figura 60 se pueden observar dos directorios: “ingresado” en donde el usuario escribe el nombre o dirección del archivo que desea abrir y “actual” que es la dirección del último archivo guardado es decir el que se encuentra en ejecución, si el directorio “ingresado” es igual al directorio “actual” se crea un archivo temporal “temp.xls” en la dirección C:\tesis\temp.xls y en este se copian los datos que se encuentran en el archivo de la dirección “actual”, para cuando se pulse el botón abrir se abra el archivo temporal “temp.xls”, mientras que los datos que están adquiriéndose se siguen guardando en la dirección “actual”, de esta manera se evita que el software desarrollado tenga problemas en su ejecución. En caso que las direcciones “ingresado” y “actual” no sean iguales se abrirá el archivo que se encuentra en la dirección “ingresado” esto indica que el archivo que se va a abrir no es el que se encuentra en ejecución.

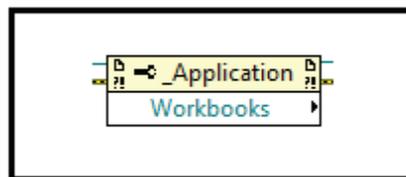


Figura 61. Herramienta Property Node.

La herramienta Property Node que se muestra en la figura 61, obtiene (Lecturas) y / o establece (escribe) las propiedades de una referencia. Se utiliza el nodo de propiedad para obtener o establecer propiedades y métodos de instancias de aplicación local o remota, iniciativas voluntarias, y objetos.

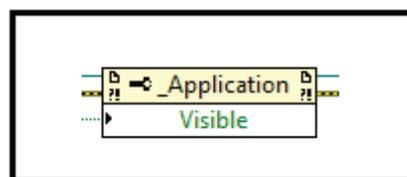


Figura 62. Herramienta Invoke Node.

La herramienta Invoke Node que se muestra en la figura 62, invoca un método o una acción en una referencia. La mayoría de los métodos tienen parámetros asociados.

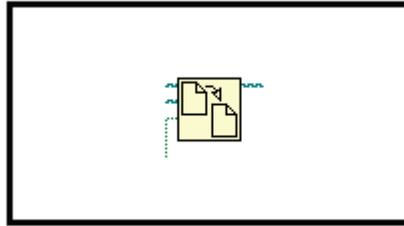


Figura 63. Herramienta Copy Function.

La herramienta Copy Function que se muestra en la figura 63, Copia el archivo o directorio que se especifica en la ruta de origen a la ubicación que se especifica en la ruta de destino. Si copia un directorio, esta función copia todos sus contenidos de forma recursiva a la nueva ubicación.

Conclusiones.

La partes principales del desarrollo del software son la Adquisición y el Procesamiento de Señales puesto que si no funciona la primera la segunda tampoco lo hace, se produjeron errores durante la Adquisición, pues el equipo CompactDAQ no está diseñado para niveles pequeños de tensión, por lo que al ingreso se presentaba la señal con ruido, este error se pudo corregir mediante el Procesamiento de Señales que fue realizado por software. En el Almacenamiento de Datos no se produjeron demasiados problemas, pues una vez adquirida y procesada la señal, lo demás requiere de la correcta programación para obtener los resultados deseados.

CAPÍTULO 4

DISEÑO DEL SISTEMA SCADA.

Introducción.

En esta cuarta parte del proyecto de tesis, se describe como ha sido realizado el diseño del sistema SCADA. El diseño se ha dividido en tres instrumentos virtuales (VI's) principales: uno denominado "Compact" que simula un equipo que entrega señales adquiridas, otro denominado "Visualización", donde el usuario tiene acceso a controles y monitoreo, además se explicará como configurar alarmas producidas por algún evento, y el último VI denominado "Base de datos", donde se almacenan los datos y eventos que se han producido en el tiempo.

4.1 Funcionamiento del proceso.

Como se indicó anteriormente las siglas SCADA significan Control Supervisorio y Adquisición de Datos, este sistema se lleva a cabo como un complemento del sistema implementado en la máquina Doble Backer del Corrugador de la empresa Cartopel.

Para empezar con el desarrollo del Sistema SCADA es necesario conocer los parámetros bajo los cuales se trabaja en la máquina Doble Backer como también conocer el proceso.

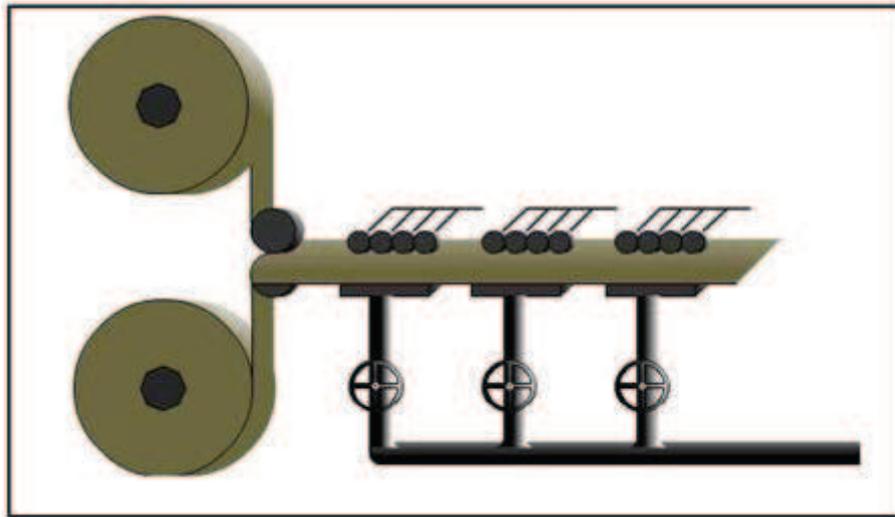


Figura 64. Doble Backer.

En la figura 64 se muestra un bosquejo de la máquina Doble Backer. En esta sección se pegan las láminas de papel para formar el cartón. Antes de ingresar al Doble Backer las láminas de papel son rellenas de goma para que luego puedan ser secadas y pegadas. Para que las láminas de papel se peguen se necesitan las siguientes condiciones: Por la tubería circula vapor el cual pasa por unas válvulas que interrumpen o permiten el paso del mismo hacia unas planchas, en estas planchas se concentra el vapor y de esta manera se secan las láminas de papel formando el cartón, de igual manera la velocidad de la banda transportadora cumple una tarea importante al momento de secar las láminas de papel; mientras más tiempo permanezcan las láminas sobre las planchas de vapor la goma se secará más rápido, es por eso que el variar la velocidad de la banda influye al momento de secar la goma.

Luego de conocer el proceso del pegado del papel es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos: Al momento de secar el papel por medio de Vapor se producirá un incremento o decremento de temperatura, la cual debe ser controlada para que la goma no se convierta en agua por el exceso de calor o que las láminas de papel no se peguen por falta de calor. En la empresa Cartopel se ha determinado que las láminas de papel son correctas al pegarse a un rango de temperatura de 90 – 95 °C. El operario controla

cuanta presión de vapor dejar pasar por medio de las válvulas hacia las planchas, las válvulas permiten o bloquean el paso del vapor por medio de unas electroválvulas que se accionan con una alimentación de corriente de 4 a 20mA, representando de 0 a 14 bar respectivamente. El operario de la máquina Doble Backer ingresa un valor de presión en bar, para controlar la temperatura del vapor que circula por las tuberías, guiándose en una tabla de Presión de Vapor Saturado, lo ideal sería que el operario ingrese el valor de la temperatura del vapor en °C y mediante la tabla se represente un valor de presión en bar, que es como se ha desarrollado este software del Sistema SCADA. La tabla 6 muestra la Presión de vapor Saturado (bar), representado en Temperatura (°C).

PRESIÓN RELATIVA	TEMP						
bar	°C	Bar	°C	bar	°C	bar	°C
0	100	3,6	148,84	7,2	171,53	10,8	187,25
0,2	105,1	3,8	150,44	7,4	172,53	11	188,02
0,4	109,55	4	151,96	7,6	173,5	11,2	188,78
0,6	113,56	4,2	153,4	7,8	174,46	11,4	189,52
0,8	117,14	4,4	154,84	8	175,43	11,6	190,24
1	120,42	4,6	156,24	8,2	176,37	11,8	190,97
1,2	123,46	4,8	157,62	8,4	177,27	12	191,68
1,4	126,28	5	158,92	8,6	178,2	12,2	192,38
1,6	128,89	5,2	160,2	8,8	179,08	12,4	193,08
1,8	131,37	5,4	161,45	9	179,97	12,6	193,77
2	133,69	5,6	162,68	9,2	180,83	12,8	194,43
2,2	135,88	5,8	163,86	9,4	181,68	13	195,1
2,4	138,01	6	165,04	9,6	182,51	13,2	195,77
2,6	140	6,2	166,16	9,8	183,31	13,4	196,43
2,8	141,92	6,4	167,29	10	184,13	13,6	197,08
3	143,75	6,6	168,38	10,2	184,92	13,8	197,72
3,2	145,46	6,8	169,43	10,4	185,68	14	198,35
3,4	147,2	7	170,5	10,6	186,49		

Tabla 6. Presión de Vapor Saturado.

Dado que el operador se basa en esta tabla para controlar la presión del vapor, se utilizará la misma como referencia en el desarrollo del Sistema SCADA, para esto se ha

realizado la gráfica de los puntos como se muestra en la figura. En la figura 65 se puede observar la presión relativa en el eje Y y la temperatura en el eje X.

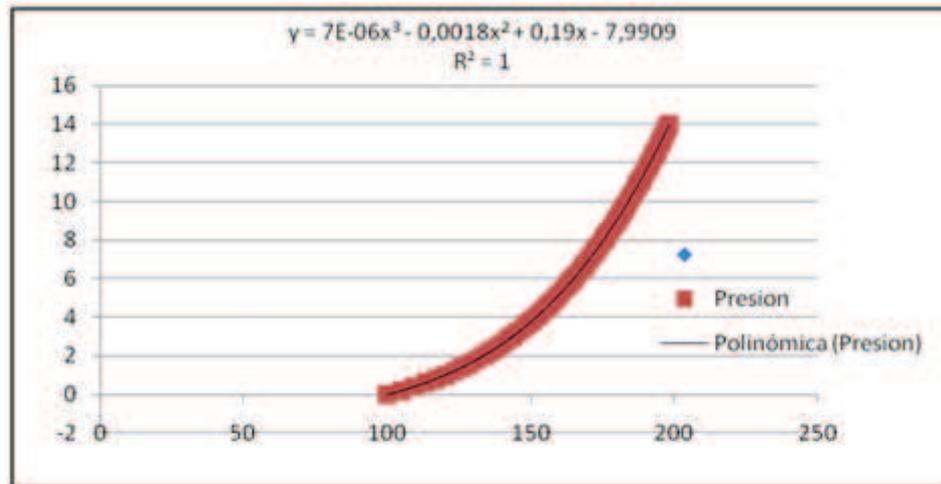


Figura 65. Gráfica de la tabla “Presión de vapor saturado”.

Luego de graficar Presión vs Temperatura, se aproximó una curva que se asemeje a la real para encontrar su ecuación. En la figura 65 se puede observar de color rojo la curva graficada mediante la tabla 6, y dentro de esta una línea negra que es la curva polinómica que ha sido aproximada, esta curva aproximada es representada por la ecuación $Y = 7E-06x^3 - 0,0018x^2 + 0,19x - 7,9909$, donde (Y) es la Presión de Vapor y (X) la temperatura, esta ecuación será utilizada en el desarrollo del software para determinar el valor de la Presión de Vapor al tener como dato conocido un valor de temperatura.

4.2 Desarrollo del Software.

Una vez conocido el proceso de la máquina Doble Backer se procedió a realizar el software del Sistema SCADA. Al igual que para el sistema implementado anteriormente, para realizar este software se utilizó LabVIEW pero en este caso la versión 2009. Es necesario utilizar también una herramienta de LabVIEW conocida como módulo DSC la cual ya se explicó en los capítulos anteriores.

Creación del Proyecto.

Para la creación de un sistema SCADA es necesaria la creación de un proyecto el cual incluirá librerías con las variables requeridas para el proyecto, además de varios VI's para el desarrollo de la aplicación como se muestra en la figura 66.

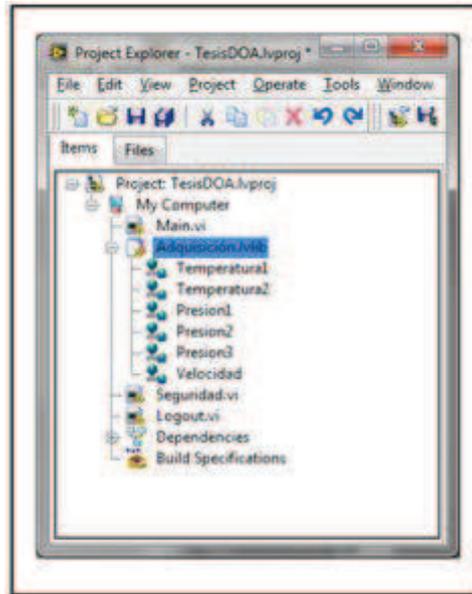


Figura 66. Creación Proyecto.

Librería.

El proyecto consta de una librería de adquisición, donde se incluyen las variables adquiridas de temperatura, velocidad y presión como se puede observar en la figura 67.

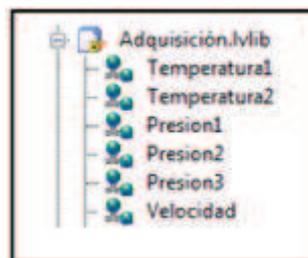


Figura 67. Creación de una Librería.

Variables.

Las variables son creadas de acuerdo a su tipo, en este caso las variables de adquisición son de tipo analógico. Al crear una variable se especifica su nombre, tipo de dato, se configura como publicada en la red, además son enlazadas a las variables publicadas por el módulo de adquisición de datos. En la figura 68 se puede observar la configuración de la variable Temperatura1, esta variable se encuentra publicada en la red es de tipo double y está tomando datos de la PC que se encuentra con la dirección 192.168.0.100, además contiene un tipo de acceso de lectura y escritura.

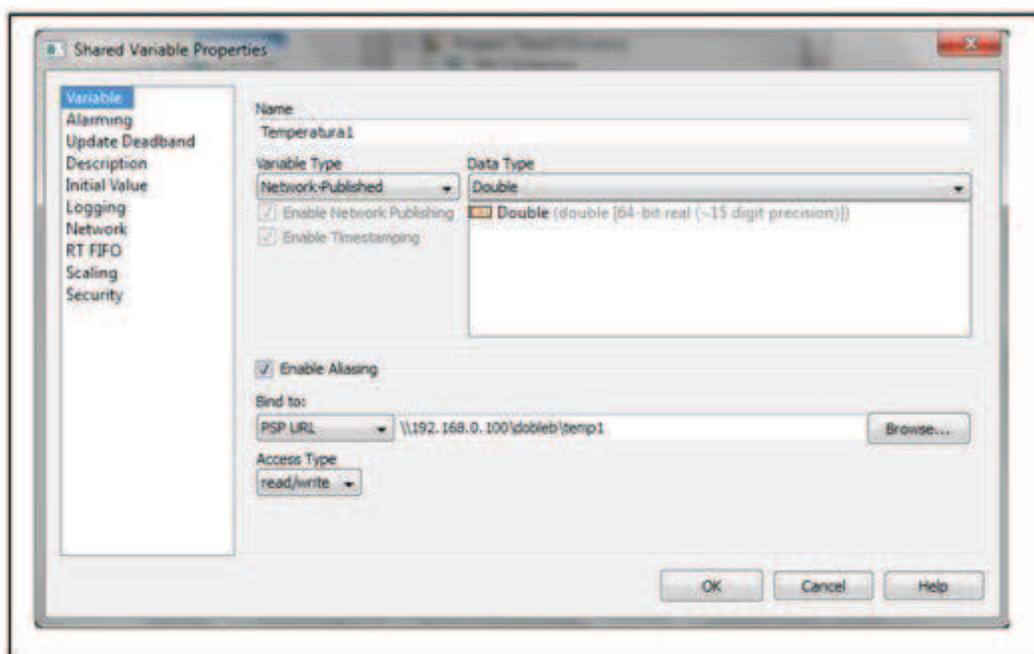


Figura 68. Configuración de las variables.

Configuración de Alarmas.

Las variables de temperatura tienen un rango para que el pegado del cartón sea correcto, por lo que se debe considerar alarmas en caso que se encuentren fuera del rango, en este diseño del sistema SCADA la temperatura del cartón se encuentra entre los 90 y 95 °C, para esto se habilitan las alarmas, donde el límite superior es de 95°C mientras que el límite inferior es de 90°C. En la figura 69 se muestra la configuración de alarma de la variable temperatura, se puede observar que se encuentran activadas las casillas HI y LO para indicar los valores límites de la alarma, con un valor de 95 y 90 respectivamente; se

encuentra también activada la casilla LOG la cual indica que cuando se produzca una alarma quedará registrada en la base de datos.

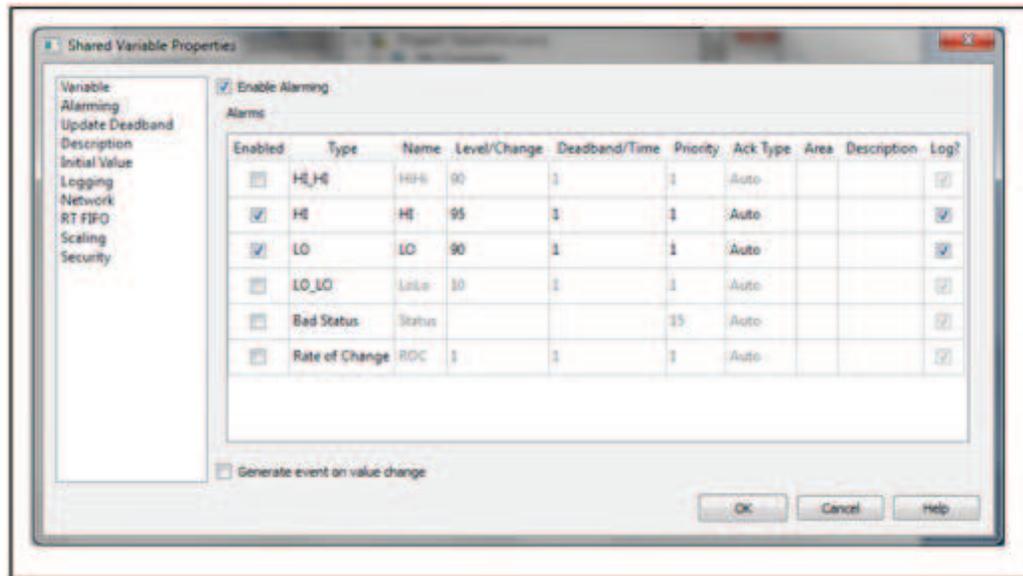


Figura 69. Configuración de una alarma.

Configuración de la base de datos.

Todas las variables adquiridas deben ingresar en la base de datos, por lo cual se habilita el registro de datos, y además se configura el almacenamiento para lograr un almacenamiento eficiente, despreciando variaciones innecesarias que no necesitan ser registradas. En la figura 70 se puede observar la configuración de una variable para que se registre en la base de datos, se debe habilitar la casilla Enable Logging, al habilitar la casilla Log Data se muestran “value resolution” y “value deadband” donde “value resolution” indica la cantidad de decimales con la que se desea guardar los datos y el “deadband” indica que porcentaje de cambio entre un punto y otro se requiere para que se considere como un evento y se graben los datos.

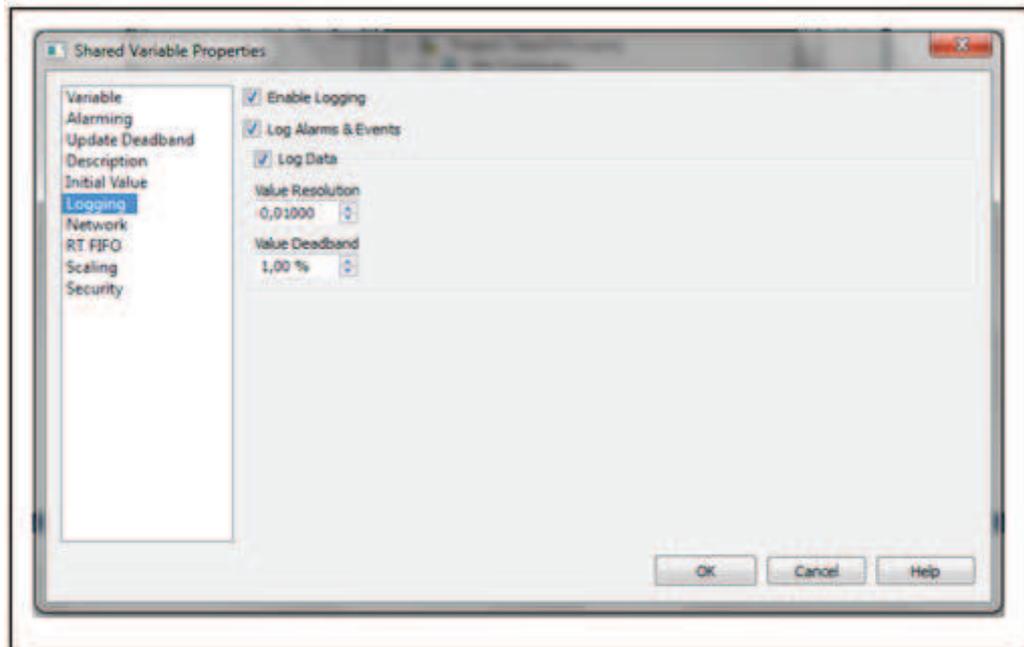


Figura 70. Configuración de la base de datos.

El software del sistema SCADA se compone de varios VI's: Compact (simulación), Visualización, Login, Cerrar Sesión y Base de Datos, a continuación se explicará cada uno de ellos:

Vi “Compact” (Simulación).

Este VI simula un modulo de adquisición, donde se miden las señales de entrada, además recibe las señales de temperatura para controlar las salidas de corriente luego de las correspondientes conversiones. En la figura 71 se muestran los controles los cuales simulan las señales adquiridas temp1, temp2, temp3, velo, pres1, pres2 y pres3, estas señales son enviadas al VI ”Visualización” por medio de las variables velocidad, presion1, presion2, presion3, temperatura1 y temperatura2 las cuales se encuentran compartidas en la red. En la figura 71 se puede observar también, las variables Temp_P1, Temp_P2 y Temp_P3 las cuales son configuradas mediante data binding³ desde el VI “Visualización”.

³ Data Binding: Es un enlace entre un objeto que contiene datos, con un control.

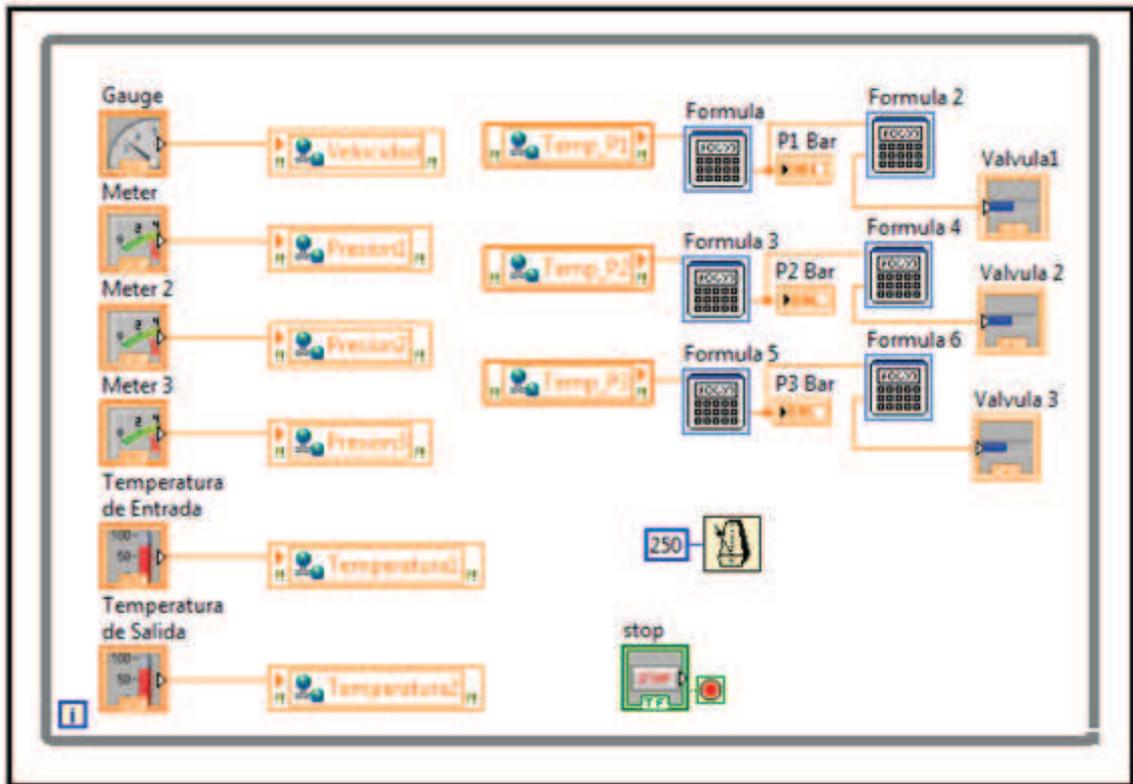


Figura 71. Diagrama de cables del VI “Compact”.

La ecuación utilizada para convertir la temperatura en presión es:

$$P = 0.000007 * T^3 - 0.0018 * T^2 + 0.19 * T - 7.9909$$

Y la ecuación para convertir la presión en un valor de corriente (4 a 20 mA) es:

$$I = (16 * P + 56) / 14.$$

Vi “Visualización”.

En la figura 72 se muestra el panel frontal del VI “Visualización”, se puede observar una representación gráfica de la máquina Doble Backer, en ella se encuentran colocados 6 indicadores, dos de temperatura que se encuentran con un indicador de alarma cada uno, tres de presión y uno en la parte superior de velocidad, además se encuentran en la parte inferior tres controles numéricos para que el usuario ingrese el valor de temperatura del vapor y pueda controlar el mismo; además se muestra un cuadro donde se encuentran los botones Login, Cerrar Sesion, Base Datos y Stop.

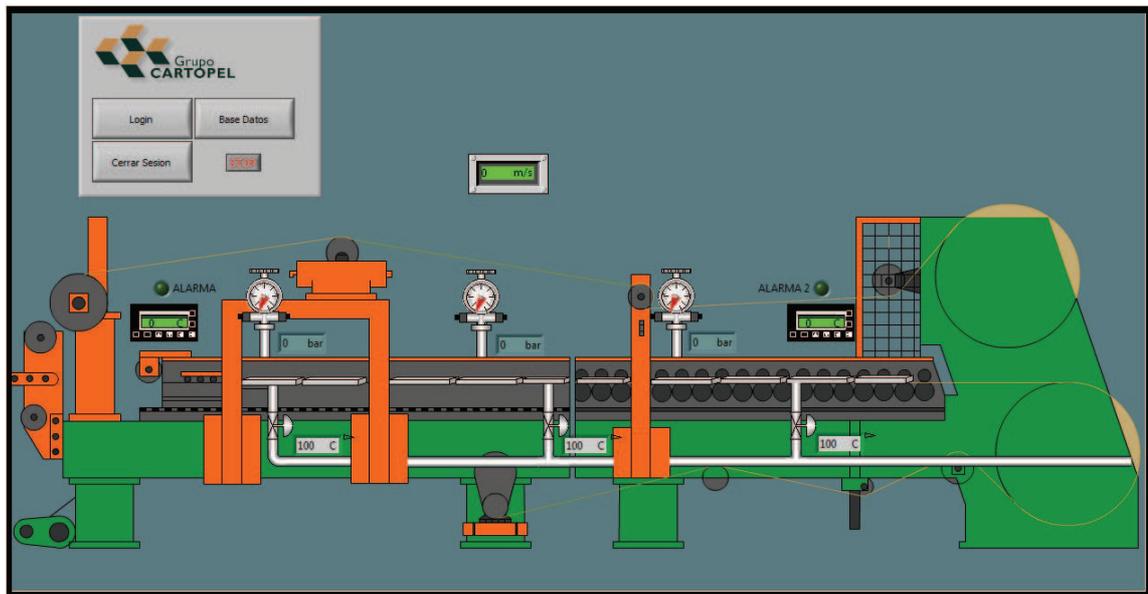


Figura 72. Panel frontal del VI “Visualización”.

En la figura 73 se muestra el diagrama de cables del VI “Visualización”, en este se pueden observar las variables compartidas temp1, temp2, veloc, Presion1, Presion2 y Presion3 las cuales entregan datos a sus respectivos indicadores, se pueden visualizar además los botones Login, Cerrar Sesion, Base Datos que son los que llaman a su respectivo VI para que sea abierto, en la parte superior se encuentran los tres controles GradosC, GradosC2, y GradosC3 los cuales mediante la realización de un data binding envían los datos que el usuario ingresa hacia otra PC, en la parte inferior se muestran las alarmas, primero se indica que variables han sido configuradas con alarma, luego se revisa si se ha producido algún evento de alarma, de ser así se enciende el botón “alarma” o “alarma2”.

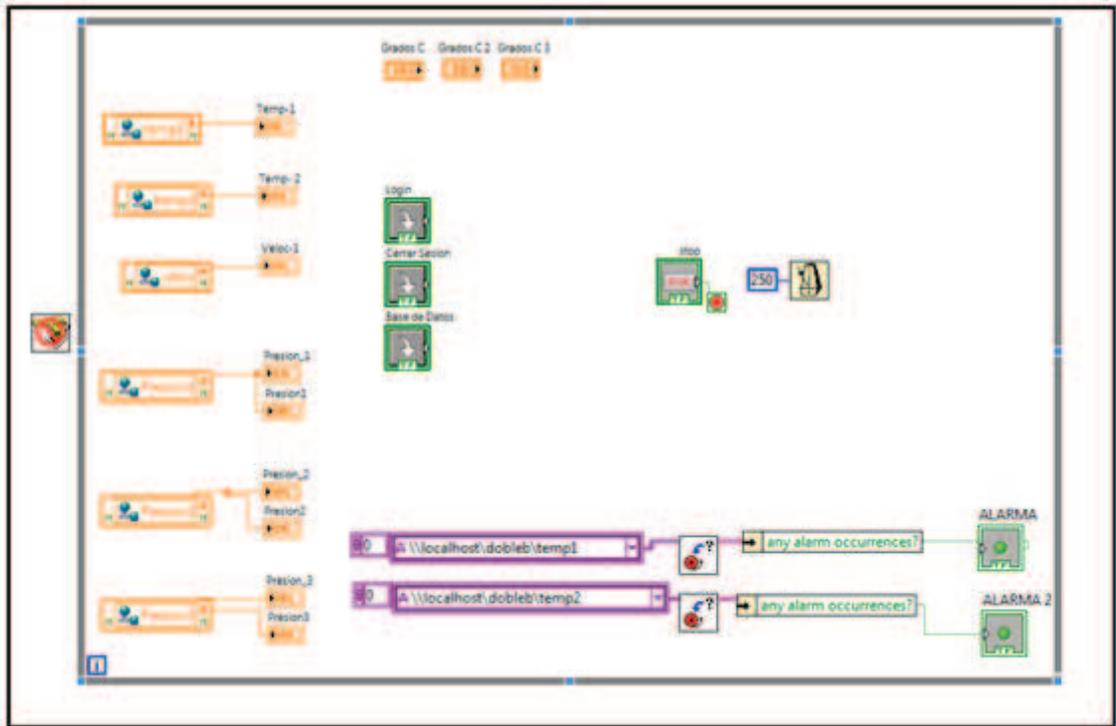


Figura 73. Diagrama de cables del VI “Visualización”.

La herramienta NI Security Programmatic Logout VI, que se muestra en la figura 74 desconecta al usuario actual del sistema, por lo tanto nadie será el usuario actual.



Figura 74. Herramienta NI Security Programmatic Logout VI.

La herramienta jump button que se muestra en la figura 75, es un botón booleano que permite ser configurado para abrir un VI que se encuentra en una ubicación específica.

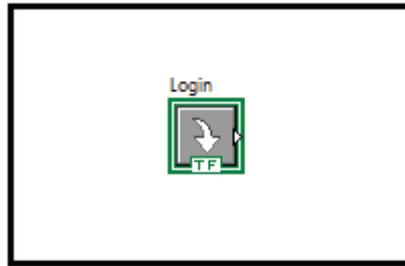


Figura 75. Herramienta jump button.

La herramienta alarma status que se muestra en la figura 76, devuelve un resumen de las alarmas asociadas a variables compartidas y se filtra por los parámetros de lectura.

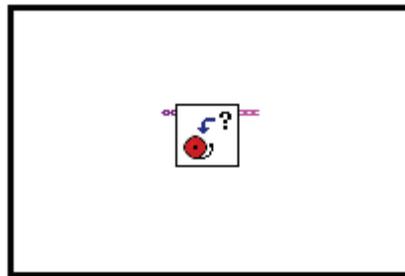


Figura 76. Herramienta alarm status.

Seguridad.

Dentro del VI “Visualización” la seguridad cumple un desempeño importante pues, permite o restringe al usuario el acceso a diferentes controles. Se han creado los usuarios Administrador, Guest, Mantenimiento, Producción, Operario1 y Operario2; el usuario Administrador tiene acceso a todos los controles, los usuarios Mantenimiento y Guest no tienen acceso a la base de datos, el usuario Producción no tienen acceso a parar el programa es decir al botón stop, los usuarios Operario 1 y 2 no tienen acceso a los controles de temperatura del vapor y no se les permite el acceso al botón stop.

Para realizar las configuraciones de seguridad lo primero que se debe hacer es crear un dominio, este puede ser creado en la computadora del usuario actual o de alguna que se encuentra publicada en la red, dentro de este dominio se crean los usuarios que se necesiten. En la parte izquierda de la figura 77 se puede observar el dominio llamado

“Doble_Backer” dentro del cual se encuentran los usuarios Administrator, Guest, Operario1, Operario2, Produccion y Mantenimiento; de la misma manera se pueden crear grupos a los cuales pertenezcan los diferentes tipos de usuarios dentro del dominio Doble_Backer se encuentran creados los grupos: Administrators, Guests, Operators y Produccion.

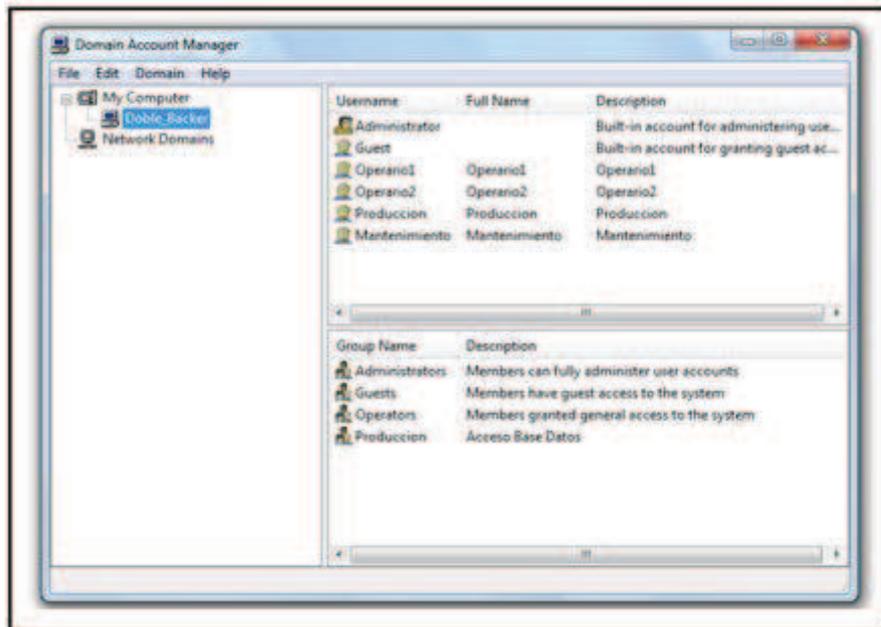


Figura 77. Administración de cuentas de dominio.

Las cuentas de usuario pueden ser configuradas para colocar el nombre con el que será registrado, el nombre de la persona que usara esa cuenta, una descripción sobre el usuario y permite colocar si se desea una contraseña de acceso a esa cuenta; además se permite configurar a qué grupo pertenezca como se muestra en la figura 78.

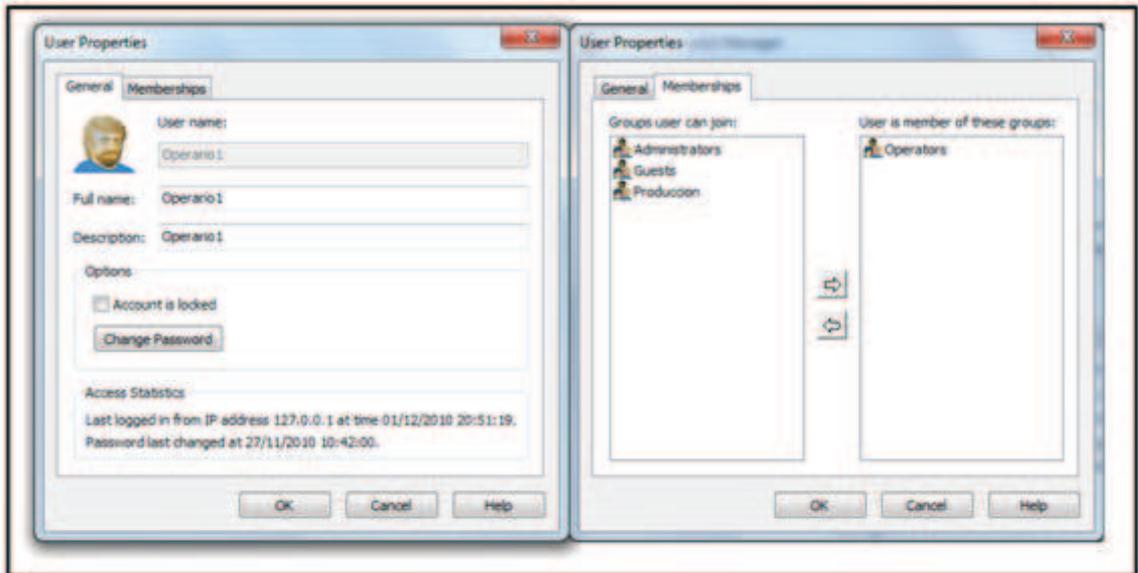


Figura 78. Configuración cuenta de usuario.

Una vez creadas las cuentas de usuario y sus grupos se procede a configurar los botones para dar o no permisos a los diferentes usuarios. En la figura 79 se muestra la configuración del botón stop, se puede observar que los usuarios que tienen acceso a este botón son aquellos que pertenecen al grupo Administrators, los demás no tendrán acceso y además no podrán visualizar este botón por que será quitado del panel frontal para ellos.

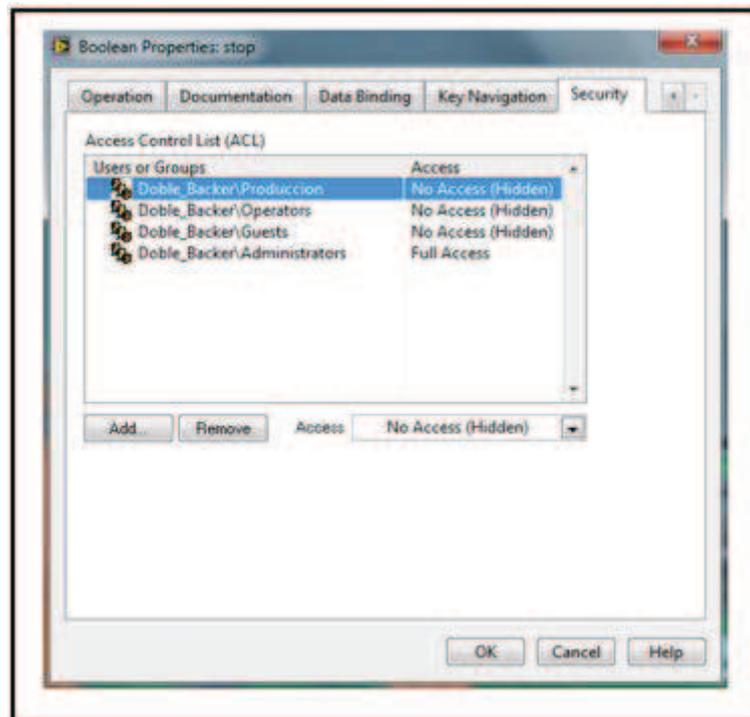


Figura 79. Permisos de seguridad de un botón.

Vi “Login”.

Este VI es utilizado para que el usuario se registre por medio de su cuenta y pueda ingresar a los controles del programa, en la parte izquierda de la figura 80 se puede observar el panel frontal del VI “Login”, este permite que el usuario ingrese su nombre de usuario y su contraseña, luego de pulsar el botón ingresar este VI inmediatamente se cerrará dejando abierta la cuenta del usuario que se registró. En la parte derecha de la figura 80 se muestra el diagrama de cables del VI “Login”, luego de que se presiona el botón “ingresar” LABVIEW revisa en el dominio “Doble_Backer” si la cuenta de usuario existe y si su contraseña es correcta, en caso de ser verdad el VI inmediatamente se cierra y la sesión se abre caso contrario devolverá un error.

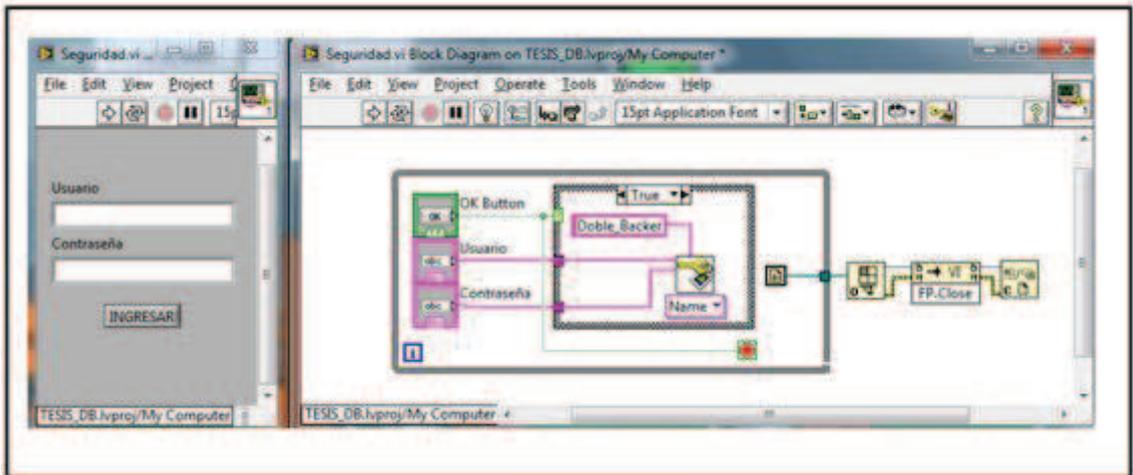


Figura 80. Vi “Login”.

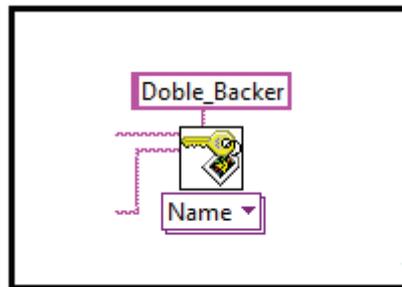


Figura 81. Herramienta NI Security Programmatic Login VI.

La herramienta NI Security Programmatic Login VI que se muestra en la figura 81, permite registrar a un usuario que contiene una cuenta en un dominio específico.



Figura 82. Herramienta Current VI's Path Function.

La herramienta Current VI's Path Function que se muestra en la figura 82, devuelve la ruta de acceso al archivo donde se encuentra el VI actual.

Vi “Cerrar Sesión”.

Este VI es utilizado para cerrar la sesión de una cuenta que ha sido abierta, en la figura 83 se muestra el diagrama de cables del VI “Cerrar Sesión”, se puede observar que la herramienta Logout es ejecutada e inmediatamente luego de esta se cierra el VI.

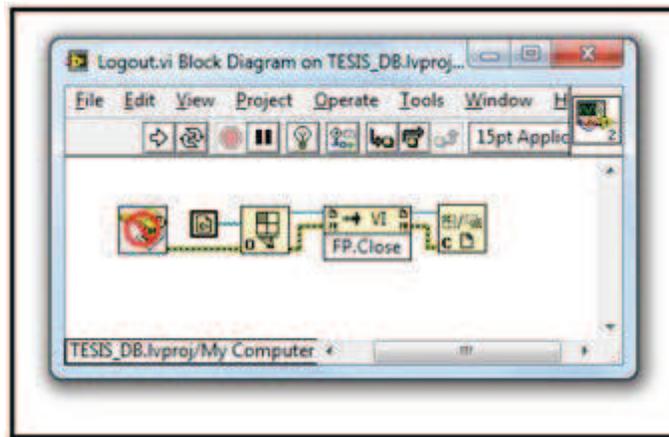


Figura 83. Diagrama de cables Vi “Cerrar Sesión”.

Vi “Base de datos”.

LabVIEW utiliza una base de datos llamada Citadel, la cual permite grabar valores obteniendo su fecha y hora de almacenamiento, además permite llevar un registro de valores históricos todo esto mediante una herramienta gráfica. Para poder grabar datos mediante Citadel primero se debe crear una base de datos, para esto se debe habilitar la casilla Enable Data Logging en la librería de las variables de las cuales se desea guardar los datos, luego se elige desde que computador se van a leer las variables que se van a grabar, luego se da un nombre a la base de datos y se elige el directorio donde se desea almacenarla; además permite elegir si los datos almacenados se guardan para siempre o durante algún tiempo establecido en días, y por último se configura si los eventos producidos por alarmas también se guardarán en la misma base de datos como se muestra en la figura 84.

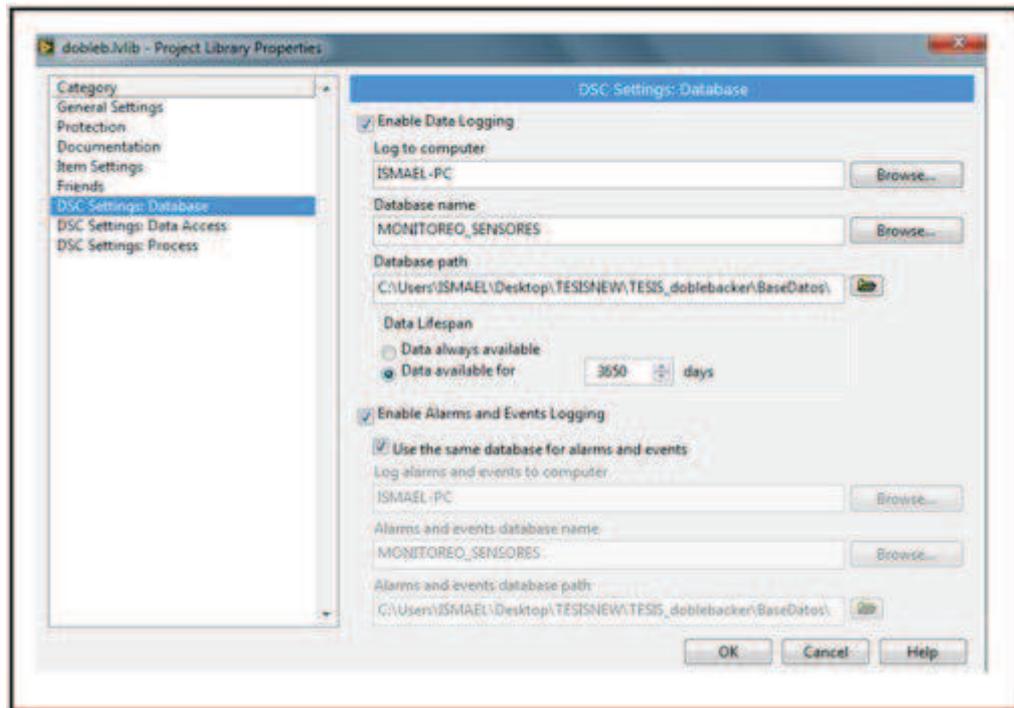


Figura 84. Creación de la base de datos.

Una vez creada la base de datos se debe acceder a esta para crear un trazo con las variables que se desean almacenar, para esto se accede a la herramienta Historical data viewer como se puede observar en la figura 85, tres trazos han sido creados: Temperaturas, Presiones y Velocidad, a cada uno de ellos se le añade las variables que se desea que muestre cada uno, se puede observar el trazo “Presiones” que contiene a presion1, presion2, y presion3 con sus respectivos valores adquiridos.

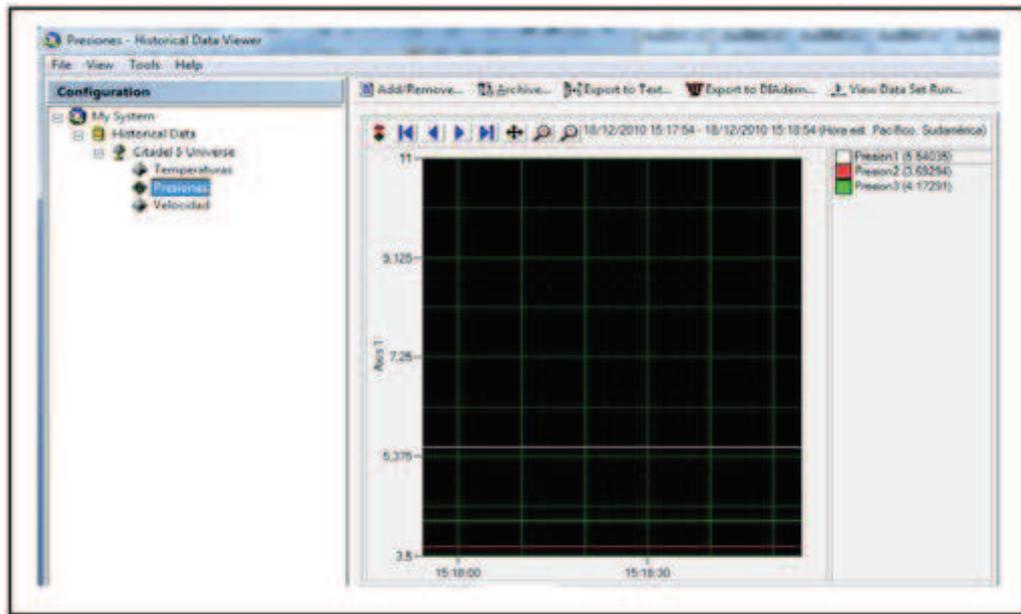


Figura 85. Creación de trazos.

Una vez creada la base de datos y luego de haber revisado sus configuraciones se procede a revisar el VI “Base de Datos”. En la figura 86 se muestra el panel frontal del VI “Base de Datos”, este consta de la herramienta “HyperTrend” la cual permite mostrar la base de datos de una manera gráfica tal y como se mostraba anteriormente en el historical data viewer pero ahora desde un panel frontal, además se puede observar debajo la herramienta “alarm and event display” la cual indica las alarmas que se producen durante el proceso. Mediante los botones que indican adelantar o retroceder se permite revisar datos guardados en un día y hora específica.

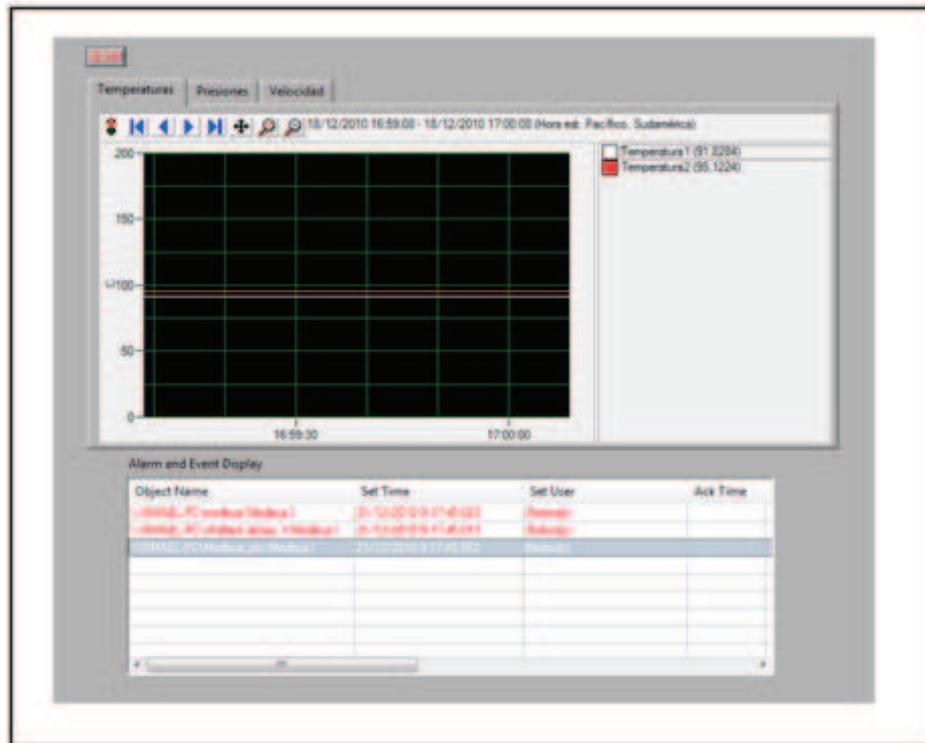


Figura 86. Panel Frontal del VI “Base de Datos”.

Conclusiones.

Dado que se ha trabajado con las mismas señales que fueron utilizadas para la implementación del software en la empresa Cartopel, se pudo utilizar la misma parte de adquisición de señales para el diseño del sistema SCADA; la realización del diseño SCADA ha sido mucho más completa pues, este sistema ha demostrado ser una herramienta que cumple todas las expectativas del usuario, sus características han permitido un monitoreo y control más exhaustivo incluyendo alarmas y base de datos en su accionar.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Recorriendo la empresa Cartopel S.I.A. y conociendo su proceso de producción, surgió la idea de realizar un proyecto de tesis en sus instalaciones, contando con el apoyo de los ingenieros de la planta se buscó una sección en donde se podría realizar el mismo; teniendo en cuenta que en la máquina llamada Doble Backer, los operarios llevan reportes manuales de los cambios que se producen en la temperatura, presión y velocidad; además conociendo que existen en esta sección sensores que entregan respuesta sobre estos parámetros, se empezó con el desarrollo de este proyecto, investigando el funcionamiento de cada uno de los sensores se pudo realizar la adquisición de las señales que entregan, para que sean procesadas y luego puedan ser mostradas en una PC para que un reporte pueda ser obtenido en un tiempo más corto. Mientras el proyecto continuaba con su desarrollo, se observó que este serviría no solo a los operarios sino también al departamento de producción y mantenimiento: dando a conocer bajo que parámetros se elabora el producto y verificando el correcto desempeño de la máquina respectivamente.

Una vez implementado el sistema de monitoreo y observando que se podría realizar un sistema más completo se decidió realizar el diseño de un sistema SCADA en esta misma sección, de tal manera que no pueda ser monitoreado solo por el operario sino que el jefe de producción y el de mantenimiento puedan llevar un control desde su lugar de trabajo. Culminando con un sistema más completo como es el SCADA, el software realizado se encuentra listo para entrar en funcionamiento en un futuro cuando la empresa lo requiera.

BIBLIOGRAFIA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

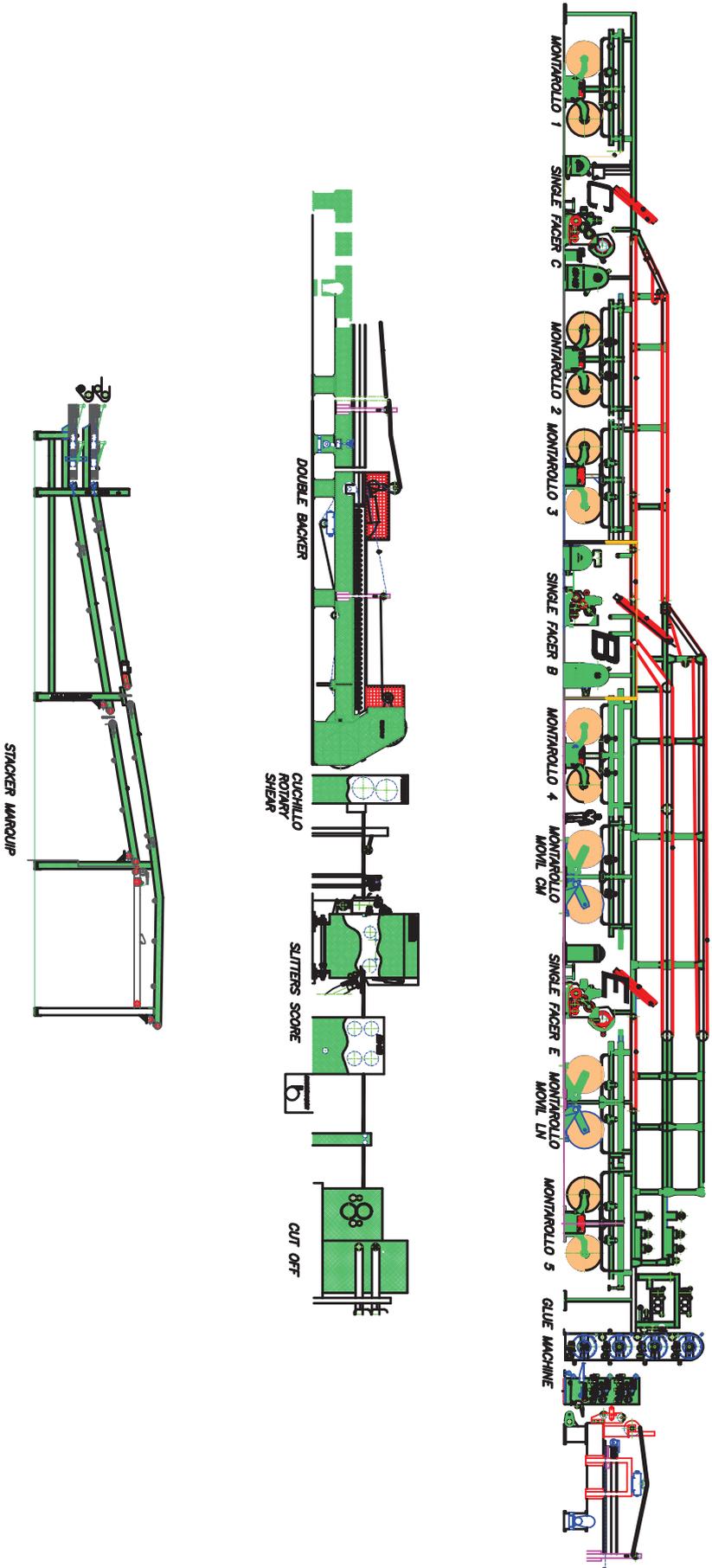
1. BISHOP Robert. 2010. Learning with LabVIEW 2009. Prentice Hall. USA.
2. PELEGRI José, VIZCAINO José. 2007. LabVIEW Entorno de Programación Gráfica. MARCOMBO S.A. España.
3. Raytek. Manual del sensor de temperatura Raytek RAYMID10LTCD15.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS:

4. National Instruments. 2010. ¿Que es NI LabVIEW? USA. <http://www.ni.com/LABVIEW/whatis/esa/> [consulta 5 de enero de 2010].
5. National Instruments. 2010. Preguntas frecuentes sobre el Módulo LabVIEW Datalogging and Supervisory Control. USA. <http://www.ni.com/LABVIEW/labviewdsc/esa/faq.htm> [consulta 10 de febrero de 2010].
6. National Instruments. 2010. NI cDAQ-9172 Chasis de NI CompactDAQ Legado. USA. <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/202545> [consulta 25 de febrero de 2010].
7. National Instruments. 2010. NI 9221 Módulo de Entrada Analógica de 12 bits y 8 Canales +/-60V a 800 KS/s. USA. <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/208799> [consulta 24 de abril de 2010].

8. Phoenix Contact. 2007. 2814605 MCR-F-UI-DC. Alemania.
<http://eshop.phoenixcontact.de/phoenix/treeViewClick.do?UID=2814605&parentUID=852472996&reloadFrame=true> [consulta 7 de junio de 2010].
9. Promelmach. 2003. Type RE.0444 A. Rusia.
<http://www.promelmach.ru/pages/radioenergie/catalog/re0444a.pdf> [consulta 18 de agosto de 2010].
10. Siemens AG. Amplificador aislador para convertidores de medida DC. Alemania
<http://www.siemens-edm.de/DC-Messumformer-Trennverstaerker.aktive-messumformer.0.html?&L=4> [consulta 11 de mayo de 2010].

ANEXOS



MAQUINA CORRUGADORA