

TIE

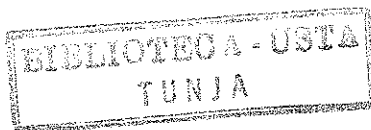
M55d

2009

TÍTULO:
**DISEÑO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE
SEÑALES PARA LOS MÓDULOS ROBOTICOS ARTICULADO Y
CARTESIANO**

0 8 7 8

TRABAJO PRESENTADO POR:
CARLOS ANDRÉS MONTAÑA AMAYA



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS - SECCIONAL TUNJA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
TUNJA
2009

TÍTULO:
**DISEÑO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE
SEÑALES PARA LOS MÓDULOS ROBOTICOS ARTICULADO Y
CARTESIANO**

TRABAJO PRESENTADO POR:
CARLOS ANDRÉS MONTAÑA AMAYA

DIRECTOR
INGENIERO FABIÁN JIMÉNEZ LÓPEZ

TRABAJO FINAL DE INVESTIGACION
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN LAS ÁREAS DE
INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS - SECCIONAL TUNJA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
TUNJA
2009

*Solamente el autor es responsable de las ideas
expuestas en este libro*

Nota de aceptación:

Firma del tutor

Firma del jurado

Firma del jurado

DEDICADO A:

*Mi abuelita MARIA DE JESÚS LÓPEZ
Y a mis abuelitos LEOPOLDO AMAYA y JOSUÉ MONTAÑA
Aunque no estén con nosotros, me conocieron como estudiante de
Colegio y no como universitario pero se que desde el cielo me acompañan
Y me ayudan para salir adelante y poder cumplir mis sueños y metas.
Que mejor que dedicarles a ellos este triunfo, este logro, esta meta
Alcanzada porque siempre han estado conmigo y aunque no los puedo ver
Se que están acá a mi lado gozando conmigo el poder llegar a ser
Ingeniero Electrónico*

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

*Primero que todo a Dios porque sin el nada seria posible,
A mis papas MANUEL MONTAÑA y CRISEL AMAYA
Por ser quienes son y por el apoyo otorgado todo este tiempo,
A mi hermanita LAURA MANUELA MONTAÑA AMAYA
Por ser la luz de mi familia el motor que mueve mi vida
Y las ganas de salir adelante, a los ingenieros de la Universidad
Santo Tomas en especial a Angélica Salazar, Oscar Umaña,
Freddy Sosa y Eduardo Avendaño porque en el transcurso
De la carrera más que ingenieros o profesores fueron mis amigos,
A mi tutor el ingeniero FABIÁN JIMÉNEZ por ser el guía
Del largo camino que conlleva el desarrollo del proyecto
Y por ultimo a todos mis camaradas pues la felicidad de cumplir
Una meta de estas no seria la misma sin todos ellos a mí alrededor.
Muchísimas gracias.*

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	14
GLOSARIO	16
1. RESUMEN	18
2. JUSTIFICACIÓN	20
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
4. ESTADO DEL ARTE	23
4.1. INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL A NIVEL INTERNACIONAL	23
4.1.1 Deutrox Invention	23
4.1.2 Prodel S.A.	24
4.1.3. Control de Tiempo Real	25
4.1.4. Retos al crear un sistema de Tiempo Real	25
4.1.5. Desarrollo de sistemas de tiempo real con tecnologías estándar	26
4.2. INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL A NIVEL NACIONAL	27
4.2.1. Grupo de investigación integra (grupo de Investigación de la Universidad Distrital)	27
4.2.1.1. Implementación del soft-processor microblaze en fpga con periféricos para sistema embebido	27
4.2.1.2. Programación de instrumentos virtuales bajo ambiente Linux en el grupo de investigación integra	27
4.2.1.3. Osciloscopio virtual utilizando el bus de comunicaciones pci	27
4.2.1.4. Transmisor de temperatura inteligente basado en plataforma de comunicación industrial hart; desarrollado con tecnología psoc	27
4.2.1.5. Integración de osciloscopio, generador y multímetro en un módulo de instrumentación virtual	28
4.3. INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL A NIVEL REGIONAL	28
4.3.1 Desarrollo de un laboratorio virtual para el aprendizaje de comunicaciones análogas y digitales	28
4.3.2 Diseño y aplicación de las técnicas de procesamiento digital de imágenes y voz en la industria	29
4.3.3 Diseño de un algoritmo para la determinación del movimiento aparente debido al desplazamiento de la cámara código sgi 359	29
4.3.4 Diseño de un algoritmo para la detección de objetos extraños en botellas de vidrio transparente utilizando pdi código sgi 358	29
4.3.5 Diseño e implementación de un laboratorio para el procesamiento digital de señales	29
4.3.6 Optimización del sistema de adquisición agricultor de precisión (sap)	29
4.3.7 Reconversión de los equipos de medición del laboratorio de mecánica de suelos de la UPTC facultad seccional Sogamoso.	29

5. OBJETIVOS	30
5.1 OBJETIVO GENERAL	30
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	30
6. MARCO TEÓRICO	31
6.1. INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL	31
6.1.1. Introducción a la instrumentación virtual	32
6.1.2. ¿Cómo construir un instrumento virtual?	33
6.2 ADQUISICIÓN DE DATOS	35
6.2.1. Los Sistemas de adquisición de Datos (SAD).	36
6.2.2 ¿Cómo se adquiere los datos?	38
6.2.3. DAQ hardware	38
6.2.4. Driver software	39
6.2.5. Procesamiento de señales	39
6.2.5.1. Procesamiento de señales digitales	39
6.2.5.2. Procesamiento de señales analógicas	40
6.2.5.3. Procesamiento de señales de audio (Para señales electrónicas que representan sonidos)	40
6.2.5.4. Procesamiento de señales de voz	41
6.2.5.5. Procesamiento de señales de vídeo	41
6.3. LabVIEW	42
6.3.1. Principales características	42
6.3.2. Programación en LabVIEW	44
6.3.3. Instrumentación virtual con LabVIEW	45
6.3.4. Adquisición de datos en LabVIEW	48
6.4. TARJETAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS	50
6.4.1. Tarjeta de adquisición de datos NI USB 6009	50
7. DESCRIPCION DEL PROYECTO	52
7.1. DISEÑO METODOLÓGICO	52
7.2 ESQUEMA SIMPLIFICADO	53
8. MÓDULOS ROBOTICOS	54
8.1. ROBOT CARTESIANO	55
8.2. ROBOT ARTICULADO O MANIPULADOR	56
8.3 TABLA ACTUADORES Y SENSORES MÓDULOS ROBOTICOS	57
9. REVISION HERRAMIENTAS LABVIEW Versión 8.5	58
9.1 CONVERSION GRADOS CENTÍGRADOS GRADOS FAHRENHEIT	58
9.1.1. Panel frontal °C °F	58
9.1.2 Diagrama de bloques °C °F	59
9.2 TERMÓMETRO SUBVI Y VI	60
9.2.1 Panel frontal Termómetro subVI y VI	60
9.2.2 Diagrama de bloques Termómetro subVI y VI	61
9.3 LOOP GRAFICA DE TEMPERATURA	63
9.3.1 Panel frontal Loop grafica de temperatura	63

9.3.2 Diagrama de bloques Loop grafica de temperatura	64
9.4.SIMULADOR DE TANQUE	66
9.4.1 Panel frontal simulador de tanque	66
9.4.2 diagrama de bloques simulador de tanque	67
9.4.2.1 Primer subVI que controla el promedio del tanque	68
9.4.2.2 Segundo subVI, controla el nivel del tanque	69
9.4.2.3 Tercer subVI, controla la temperatura	71
9.4.2.4 Cuarto subVI, controla los cambios de estado	73
9.5 PUERTO PARALELO	75
9.5.1. Panel frontal adquisición de datos puerto paralelo	75
9.5.2. Diagrama de bloques adquisición de datos puerto paralelo	75
9.5.2.1. <i>Panel frontal subVI control de salida 32 bits del puerto</i>	76
9.5.2.2. Diagrama de bloques subVI control de salida 32 bits del puerto	77
9.5.2.3. Panel frontal subVI de la lectura de los 32 bits	77
9.5.2.4. Diagrama de bloques subVI de la lectura de los 32 bits	78
9.5.2.5. Panel frontal subVI figura 47	78
9.5.2.6. Diagrama de bloques figura 47	79
9.6 PUERTO SERIAL	80
9.6.1. Panel frontal escritura y lectura del puerto serial	80
9.6.2. Diagrama de bloques escritura y lectura del puerto serial	81
10. TARJETA DE ADQUISICIÓN NI USB 6009	82
10.1. CARACTERÍSTICAS	82
10.1.1. Directrices de seguridad	84
10.1.2. Documentación Relacionada	86
10.1.3. Entradas y salidas análogas	87
10.1.4. Entradas salidas digitales	88
10.1.5. Contador	89
10.2 INSTALACIÓN Y RECONOCIMIENTO	90
10.2.1. Instalación del software ni-daqmx	90
10.2.2. Reconocimiento dispositivo	91
10.3. PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DEL DISPOSITIVO	92
10.3.1. Self-Test	93
10.3.2. Test Panels	93
10.3.2.1. Entrada análoga	94
10.3.2.2. Salida análoga	95
10.3.2.3. Entrada/salida Digital	96
10.3.2.4. Entrada salida del contador	97
10.4. ERROR	98
10.5. USO DEL DAQ ASSISTANT	104
 11. ANALISIS EXPERIMENTAL	 108
11.1. RESUMEN CAPITULO	108
11.2. PARA REALIZAR PROGRAMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS	108
11.2.1. Primer paso	108
11.2.2. Segundo paso	109
11.2.3. Tercer paso	110
11.2.4. Cuarto paso	111

11.3 ADQUISICION DE DATOS	112
11.3.1. Entrada de línea digital	112
11.3.2. Entrada digital	113
11.3.3. Entrada/salida análoga	115
 CONCLUSIONES	 117
 BIBLIOGRAFÍA	 119
 ANEXOS	 120

LISTA DE FIGURAS

1. Figura 1. Imagen DEUTROX	23
2. Figura 2. PRODEL S.A. instrumentación virtual	24
3. Figura 3. Software y hardware 68-500	24
4. Figura 4 Diagrama General de un SAD.	36
5. Figura 5. Señal digital	39
6. Figura 6. Señal análoga	40
7. Figura 7. Diagrama de bloques	44
8. Figura 8. Panel frontal LabVIEW	45
9. <i>Figura 9. Diagrama de bloques LabVIEW</i>	46
10. Figura 10. Paleta de control del panel frontal de LabVIEW	46
11. Figura 11. Paleta de funciones diagrama de bloques de LabVIEW	47
12. Figura 12. Paleta de herramientas flotante de LabVIEW	47
13. Figura 13. Ventana de adquisición de datos en NI Measurements	48
14. Figura 14. Logotipos empresas distribuidoras y productoras de tarjetas De Adquisición de datos.	50
15. Figura 15. Tarjeta de adquisición de datos NI USB 609	50
16. Figura 16. Diagrama de adquisición de datos basada en P.C.	53
17. Figura 17. Módulos Robóticos	54
18. Figura 18. Robot Cartesiano	55
19. Figura 19. Robot Articulado	56
20. Figura 20. Panel frontal conversor grados centígrados grados Fahrenheit	58
21. Figura 21. Diagrama de bloques conversor grados centígrados grados Fahrenheit	59
22. Figura 22. Panel frontal VI y subVI grados centígrados grados Fahrenheit	60
23. Figura 23. Diagrama de bloques VI y subVI grados centígrados grados Fahrenheit	61
24. Figura 24. Visualización del subVI donde se encuentra guardado el programa Anterior.	61
25. Figura 25. SubVI programa °C a °F	62
26. Figura 26. Panel frontal grafica de temperaturas	63
27. Figura 27. Diagrama de bloques grafica de temperaturas	64
28. Figura 28. SubVI de grados centígrados a grados Fahrenheit	65
29. Figura 29. Panel frontal tanque	66
30. Figura 30. Diagrama de bloques tanque	67
31. Figura 31. Panel frontal subVI promedio del tanque	68
32. Figura 32. Diagrama de bloques subVI promedio del tanque	68
33. Figura 33. Icono subVI figuras 28 y 29	69
34. Figura 34. Panel frontal del control del nivel del tanque	69
35. Figura 35. Diagrama de bloques control del nivel del tanque	70
36. Figura 36. Icono subVI de las figuras 31 y 32	70
37. Figura 37. Panel frontal controla temperatura del tanque	71
38. Figura 38. Diagrama de bloques controla temperatura del tanque	72
39. Figura 39. Icono subVI de las figuras 34 y 35	72
40. Figura 40. Panel frontal controla los cambios de estado	73

41. Figura 41. Diagrama de bloques controla los cambios de estado	74
42. Figura 42. Icono subVI de las figuras 37 Y 38	74
43. Figura 43. Panel frontal adquisición de datos Puerto paralelo	75
44. Figura 44. Diagrama de bloques adquisición de datos Puerto paralelo	76
45. Figura 45. Panel frontal subVI control de salida 32 bits del puerto	76
46. Figura 46. Diagrama de bloques subVI control de salida 32 bits del puerto	77
47. Figura 47. Panel frontal subVI control de salida 32 bits del puerto	77
48. Figura 48. Diagrama de bloques subVI de la lectura de los 32 bits	78
49. Figura 49. Panel frontal subVI figura 47	78
50. Figura 50. Diagrama de bloques figura 47	79
51. Figura 51. Panel frontal escritura y lectura del puerto serial	80
52. Figura 52. Diagrama de bloques escritura y lectura del puerto serial	81
53. Figura 53. Dimensiones de la NI USB-6008/6009 dispositivo	83
54. Figura 54. NI USB-6008/6009 en milímetros (pulgadas)	83
55. Figura 55. Diagrama de bloques de la tarjeta de adquisición de datos NI USB 6009	86
56. Figura 56. Entradas y salidas análogas	87
57. Figura 57. Entradas y salidas digitales	88
58. Figura 58. Measurement & Automation Explorer	90
59. Figura 59. Devices and interfaces	91
60. Figura 60. Reconocimiento "Dev 1"	92
61. Figura 61. Funcionamiento dispositivo (prueba)	92
62. Figura 62. Self-Test	93
63. Figura 63. Analog Inputt	94
64. Figura 64. Analg Output	95
65. Figura 65. Digital I/O	96
66. Figura 66. Counter I/O	97
67. Figura 67. Error 200170	98
68. Figura 68. Inicialización del DAQ	108
69. Figura 69. Adquirir o generar señales análogas digitales o de conteo	109
70. Figura 70. Configuración de los Port	110
71. Figura 71. Invert All Lines in Port	111
72. Figura 72. Diagrama de bloques entrada de línea digital	112
73. Figura 73. Panel frontal entrada de línea digital	113
74. Figura 74. Panel frontal entrada digital	114
75. Figura 75. Diagrama de bloques entrada digital	115
76. Figura 76. Panel frontal entrada/salida análoga	115
77. Figura 77. Diagrama de bloques entrada/salida análoga	116

LISTA DE TABLAS

1. Tabla 1: Instrumentos Tradicionales vs. Virtuales	32
2. Tabla 2. Diferencias entre modelos NI USB 6008 y 6009	51
3. Tabla 3: Actuadores y sensores módulos robóticos	57
4. Tabla 4: Salida digital conductor tipo convenciones de nombres	82
5. Tabla 5: Las diferencias entre el NI USB-6008 y NI USB-6009	82
6. Tabla 6: Características contador	89

LISTA DE ANEXOS

1. Anexo A
2. Anexo B

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de grado es la presentación de la culminación del proyecto “DISEÑO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE SEÑALES PARA LOS MÓDULOS ROBOTICOS ARTICULADO Y CARTESIANO” el cual pertenece al Grupo de investigación en Instrumentación Electrónica de Universidad Santo Tomas de Aquino, perteneciente al equipo de trabajo COINTEC, grupo creado para el desarrollo de proyectos enfocados a la instrumentación, en este caso la instrumentación virtual.

Este libro muestra el trabajo de investigación realizada en cuanto a la instrumentación virtual trabajada con una tarjeta de adquisición de datos de NATIONAL INSTRUMENTS con la cual se realiza el control por medio de LabVIEW de dos módulos robóticos uno cartesiano y otro articulado creando un prototipo que grafique y muestre los movimientos de los grados de libertad de los módulos robóticos al ser energizados.

El hecho de tener la oportunidad de realizar el trabajo de grado en la universidad entrega algunas ventajas porque se tiene la asesoría de los ingenieros con los que se contó en el transcurso de la carrera además de tener acceso a todos los implementos necesarios en los laboratorios de investigación, gracias a este motivo se realizo un trabajo y se logro un gran desempeño en cuanto a la investigación realizada así mismo se le dio uso y una explotación a todos los elementos con que la universidad cuenta para el desarrollo de todos los que aspiran a ser profesionales de esta institución.

Uno de los aspectos más importantes de este trabajo es el uso de la instrumentación virtual porque es algo que esta innovando en el mundo, los futuros ingenieros deben estar lo mas cerca posible de las nuevas ideas y tecnologías que van surgiendo todos los días en el área de conocimiento, pues como se sabe la ingeniería electrónica sigue creciendo y mejorando por esto el interesado en la misma no debe atrasarse, la instrumentación virtual se basa en el uso del computador personal como instrumento de medida de señales como presión, temperatura, caudal, etc. y estos fenómenos se entregan en datos de voltajes y/o corrientes, sin embargo el concepto de instrumentación virtual no solo se encarga de realizar la medición de variables de corriente y voltaje sino que involucra también el procesamiento, análisis, distribución y despliegue de los datos e información relacionados con la medición de una o varias señales.

Otro aspecto importante del porque el desarrollo de este proyecto es el interés del usuario en el momento de utilizar un elemento de medición, gracias a la instrumentación virtual no hay porque limitarse a lo que es entregado por el fabricante, por ejemplo un osciloscopio viene predefinido de fabrica con sus funcionamientos, con esta nueva tecnología es el usuario mismo quien, a través del software define su funcionalidad y apariencia y por ello se dice que se “virtualiza” el instrumento, ya que su funcionalidad puede ser definida una y otra vez por el usuario y no por el fabricante.

El desarrollo del proyecto se realizo con una tarjeta de adquisición de NATIONAL INSTRUMENTS USB 6009 dos módulos robóticos uno articulado y otro cartesiano con

GLOSARIO

- ADC: Conversiones análogas / digitales
- DAC: Conversiones digitales / análogas
- DAQ (Data acquisition): Hardware de adquisición de datos. Rendimiento de adquisición de datos líder en el mundo, densidad y valor de E/S (I/O) en una variedad de buses incluyendo USB, PCI y PXI.
- FPGA: (Field Programmable Gate Array) Son dispositivos lógicos de propósito general programable por los usuarios, compuesto de bloques lógicos comunicados por conexiones programables.
- GRUPO DE INVESTIGACION INTEGRAL: Es un grupo de Investigación de la Universidad Distrital, nacido en la Facultad Tecnológica. El origen del grupo fue el proyecto de investigación del Ing. Aldemar Fonseca Velásquez, "RISP" (Red de Instrumentación para Supervisión de Procesos). Posteriormente con la vinculación del Ing. Ricardo Piraján Cantillo se inició el trabajo en instrumentación Virtual, es por ello que estas son dos de las principales actividades del grupo. Como objetivo, el grupo desea ampliar sus actividades e incluir el área de automática; es la razón por la cual se han vinculado más profesores y estudiantes de la Universidad, en especial de la Tecnología Electrónica, Ingeniería en Control e Ingeniería de Telecomunicaciones.
- LabVIEW RT: El Módulo LabVIEW Real-Time de NATIONAL INSTRUMENTS es un componente incorporable para el Sistema de Desarrollo LabVIEW. Este software compila código gráfico de NI LabVIEW y lo optimiza para el objetivo de tiempo real seleccionado.
- MXI-2: El módulo de interfaz MXI-2 de NATIONAL INSTRUMENTS es un extensor VXIbus de una sola ranura.
- PCI (Peripheral Component Interconnect): Consiste en un bus de ordenador estándar para conectar dispositivos periféricos directamente a su placa base. Estos dispositivos pueden ser circuitos integrados.
- PXI (eXtensions for Instrumentation): es la plataforma abierta basada en PC para pruebas, medidas y control. PXI brinda el mayor ancho de banda de la industria y la menor latencia con E/S modular para alta resolución DC a 6 GHz RF. Con más de 1,200 productos desde más de 70 proveedores, PXI es la plataforma que escogen miles de empresas de todo el mundo.
- Robot: Es un dispositivo multifuncional y reprogramable diseñado para mover y manipular materiales, partes o herramientas a través de movimientos

los cuales se crearon programas en el software de instrumentación LabVIEW para controlarlos y recibir señales de sus movimientos las cuales son graficadas en el mismo y así se puede observar sus comportamientos dependiendo de los datos entregados.

Estos programas entregados pueden ser utilizados como base o como ejemplos para nuevos esquemas de LabVIEW para el control y visualización de datos tomados y tratados dependiendo lo que el usuario desee para ser observados y así manipular lo que se desea en la respuesta del desarrollo de un trabajo.

- programados variables para la realización de una variedad de tareas especificadas.
- SAD: Sistema de adquisición de datos.
 - SAMPLE AND HOLD: Muestreo y retención.
 - Sensor: Es un dispositivo que detecta, o *sensa* manifestaciones de cualidades o fenómenos físicos, como la energía, velocidad, aceleración, tamaño, cantidad, etc.; es un tipo de transductor que transforma la magnitud que se quiere medir, en otra, que facilita su medida.
 - Tarjeta de adquisición de datos NI USB 6009: tarjeta que brinda funcionalidad de adquisición de datos básica para aplicaciones como registro de datos simple, medidas portátiles y experimentos académicos de laboratorio.
 - VME (Versa Module Europa): Los paquetes VME de NATIONAL INSTRUMENTS enlazan cualquier sistema PXI directamente al VMEbus usando el bus MXI-2 de alta velocidad. Un paquete NI VME-PXI801x permite que su controlador PXI funcione como si estuviera conectado directamente al bus.

1. RESUMEN

En el siguiente trabajo se da a conocer la forma en la que se realiza un programa en LabVIEW y la forma en que se utilizan sus herramientas, como se debe instalar la tarjeta de adquisición de datos y como se configura para poder utilizarla correctamente. Se entrega la teoría necesaria de cada uno de los instrumentos a trabajar así como la explicación de sus principales características y sus formas de trabajo, se encuentra el desarrollo de unos sistemas de LabVIEW paso por paso donde se crearon VIs y subVIs y también la creación de programas de adquisición de datos con el software NI-DAQmx.

Los programas de adquisición de datos encontrados en el desarrollo del trabajo son programas donde se prueba y confirma el funcionamiento de todos los pines de la tarjeta NI USB 6009 tanto los analógicos de entrada salida como los digitales, los contadores y los pines que entregan voltajes.

El proyecto consiste en tomar señales de dos módulos robóticos, pasarlos por una tarjeta de adquisición de datos de NATIONAL INSTRUMENTS USB 6009 la cual los envía a LabVIEW para ser procesados en este software de instrumentación y también desde el mismo diseñar programas para manipular los módulos roboticos pasando el programa realizado por la tarjeta de adquisición de datos.

A continuación se encuentra la información necesaria para realizar el desarrollo de pruebas con la tarjeta de adquisición de datos NI USB 6009 y los módulos roboticos articulado y cartesiano, se conoce la información sobre la instrumentación virtual que es lo primordial en el proyecto.

Aparte de la teoría que se tiene disponible, se opta por realizar pruebas con los módulos robóticos, presentando algunos errores como falta de elementos o rupturas en partes de los mismos.

Seguidamente se realiza un planteamiento del problema, donde se explica genéricamente el porque del proyecto como nació y cuales son las expectativas del mismo en una forma sencilla y explicita.

Después de esto se tienen partes primordiales de un trabajo como una pequeña reseña de lo que se conoce sobre el tema en el estado del arte, la justificación los objetivos y demás, en el marco teórico se muestra un breve resumen de todo lo tratado en el desarrollo del proyecto hablando de las tarjetas de adquisición de datos, los módulos roboticos, el software de instrumentación LabVIEW, la instrumentación virtual.

En el capítulo 6 se encuentra toda la información teórica necesaria de todos los elementos o dispositivos trabajados en el proyecto desde las clases de tarjetas de

adquisición de datos hasta la tarjeta escogida para el desarrollo del trabajo la NI USB 6009, todo acerca de la instrumentación virtual o del procesamiento de señales, una gran explicación sobre el software de instrumentación LabVIEW su forma de programación como se adquieren datos por medio de este y sobre las herramientas que posee.

En el capítulo 7 encontramos el diseño metodológico donde se explica los pasos que se siguieron en el desarrollo del trabajo, como su orden en la búsqueda de información de los módulos de la tarjeta sobre su instalación, también se encuentra en este capítulo el esquema simplificado del proyecto donde se muestra una grafica de las entradas salidas y digitales en dirección a la tarjeta de adquisición de datos de hay a la computadora y viceversa.

En el capítulo 8 se presenta una explicación sobre los módulos roboticos en general y se tratan los 2 módulos escogidos para la realización del trabajo que son el cartesiano y el articulado.

En el capítulo 9 se presenta la revisión herramientas LabVIEW versión 8.5 donde se entregan los programas creados con sus respectivas explicaciones en el diagrama de bloques y en el panel frontal.

En el siguiente capítulo se da un resumen sobre todo lo correspondiente a la tarjeta de adquisición de datos como sus características sus entradas y salidas análogas y digitales, se muestra por pasos el proceso de instalación y de funcionamiento de esta, el error que se presento y otras generalidades.

2. JUSTIFICACIÓN

La importancia de desarrollar este proyecto radica en diseñar e implementar un sistema de adquisición de datos utilizando una tarjeta de adquisición de NATIONAL INSTRUMENTS para procesar las señales en un ambiente de instrumentación virtual con el software LabVIEW para controlar los módulos robóticos articulado y cartesiano.

También se busca dejar un trabajo concreto realizado con estos módulos robóticos que son con los que la Universidad cuenta y es importante utilizarlos y enfocarlos en una de las ramas de la ingeniería electrónica como es la transmisión, la instrumentación y el control. De esta forma se logrará dar un comienzo a los muchos trabajos que los módulos robóticos y la tarjeta de adquisición pueden proporcionar y evitar ser desperdiciados y desaprovechados como herramientas y elementos de trabajo para que la universidad preste un servicio académico investigativo, para el mejor desempeño y formación de los estudiantes tanto en la parte teórica como en la parte práctica.

El proyecto también pretende enriquecer los laboratorios de investigación que la Universidad a entregado a la facultad de Ingeniería Electrónica ayudando a futuros practicantes y estudiantes los cuales puedan tener unas bases para ir con el tiempo desarrollando mejores proyectos que generen nuevos productos técnicos para ser proyectados hacia la región y el país.

Este proyecto desea motivar a las personas a crearse un sentido de pertenencia por las cosas que brinda la Universidad y demostrar que los grupos de investigación y los proyectos desarrollados con la institución muy completos además que también permiten entregar muchos mas conocimientos en una práctica como la que se pretende realizar y por que no, crear énfasis y electivas en el plan de estudios del programa de electrónica como por ejemplo robótica y sistemas de adquisición de datos. Este proyecto permite a la Universidad ampliar su proyección social, fortalecer sus procesos de investigación y a la Seccional Tunja, mostrarse en seminarios, congresos y eventos científicos y tecnológicos en el área de interés.

Un aspecto importante del porque del proyecto es observar la parte económica que se va a utilizar, pues con una corta inversión la universidad esta generando una oportunidad mas de trabajo en un área que muy poco se ha tratado y de esta forma ampliar las bases de conocimiento y crear otro subgrupo de investigación dentro de una rama muy importante que es la instrumentación.

Tener opciones para que los estudiantes puedan escoger clases de proyectos o laboratorios es muy bueno porque entrega oportunidades de enfatizarse en lo que mas gusta y de este modo tener un nivel más alto de conocimiento en el área favorita de cada persona por esto es tan importante darle vía libre a todos estos proyectos que generan criterios en trabajos de alto alcance y de un rango de dificultad mayor.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Gracias a la ingeniería electrónica, el ser humano ha generado los mayores avances en todos los aspectos científicos en los últimos años porque esta entrega conocimientos en todas las ramas existentes del estudio, en este trabajo se pretende colaborar con el desarrollo intelectual y práctico de la Universidad, región y país en cuanto a la instrumentación se trata.

El porque de este trabajo nace al surgir el interrogante si es posible diseñar en el computador personal programas los cuales se puedan variar a cada una de las necesidades de un usuario y no depender del fabricante de los dispositivos de lectura y visualización como lo es un osciloscopio.

Al observar los trabajos en Colombia, en el departamento y la Universidad se observa que se ha tratado mucho la instrumentación virtual y esto es tomado como iniciativa para comenzar con el desarrollo del trabajo porque con toda la información recopilada se tiene un primer paso importante y la parte teórica necesaria para mejorar las investigaciones realizadas en cuanto al proyecto se trata, observando que Colombia no se encuentra en un nivel bajo acerca del tema se debe como ingenieros seguir adelante con estos procesos de investigación los cuales enriquecen mas nuestra institución región y país en cuanto a nuevas tecnologías se trata.

Las tarjetas de adquisición permiten transferir datos reales de una maquina, proceso o un robot hacia un dispositivo de procesamiento con un software preestablecido y de esta forma tomar señales para manipularlas, de esta manera y tomando en cuenta lo anterior se proyecta adquirir las señales provenientes de dos módulos robóticos, uno articulado y uno cartesiano, y por medio de una tarjeta de adquisición de NATIONAL INSTRUMENTS transferirlas hacia el software de LabVIEW para posteriormente procesarlas en tareas propias de instrumentación, control y procesamiento de señales.

En la actualidad los módulos robóticos no están siendo utilizados en forma apropiada debido a la necesidad de capturar y enviar las señales de medición y de actuación hacia los mismos. Se pretende desarrollar el sistema de adquisición y distribución de señales, dando a conocer el manejo de el sistema de adquisición para que futuros estudiantes, docentes y personal universitario interesado puedan utilizarlos y aplicarlos a practicas, experiencias y proyectos tanto académicos y de investigación en las áreas de control, instrumentación, robótica, procesamiento de señales entre otras.

De acuerdo con el anterior planteamiento surgen los siguientes cuestionamientos, los cuales permiten definir la razón de ser de la propuesta de investigación:

- ¿Existe documentación y bases teóricas en la facultad de ingeniería electrónica sobre la forma de trabajo de las tarjetas de adquisición de NATIONAL INSTRUMENTS con LabVIEW?

- ¿Existe la necesidad de realizar un sistema de adquisición y distribución de señales para los módulos robóticos articulado y cartesiano para posteriormente ser controlados?

Estas preguntas, permiten aclarar los diferentes aspectos que enmarcan el desarrollo de este proyecto para la creación de un ambiente de instrumentación virtual en LabVIEW, que muestre el funcionamiento de los robots utilizando la tarjeta de adquisición generando un aporte práctico y teórico para el beneficio de estudiantes y docentes de la facultad de ingeniería electrónica. Estos planteamientos enmarcan las bases sólidas en las que se cimenta el proyecto de investigación propuesto, identificando dos temáticas de estudio como son el trabajo con la tarjeta de adquisición y los módulos robóticos.

4. ESTADO DEL ARTE

4.1. INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL A NIVEL INTERNACIONAL

En el mundo se encuentran muchas empresas las cuales trabajan la instrumentación virtual implantando tecnología de punta entre estas se encuentran:

4.1.1 Deutrox Invention



Figura 1. Imagen DEUTROX

Fuente: www.deutrox.com

¹Deutrox utiliza dispositivos de alta tecnología con ayuda de software con participación del usuario (instrumentación virtual) para la realización de proyectos llave en mano o como parte de soluciones a problemas específicos en electrónica, comunicación y electrónica de potencia.

Desarrollo de proyectos

- Diseño integral electrónico y de software para materializar sus ideas y proyectos.
- Diseño de interfaces entre diferentes equipos.
- Diseño de aplicaciones de electrónica de potencia

Aplicaciones Wireless

Deutrox cuenta con un amplio y creciente catálogo de soluciones y herramientas inalámbricas satelitales y celulares diseñadas para brindarle un acceso confiable y rentable de información.

Soluciones:

- Telemetría inteligente.
- Automatización de fuerzas de ventas.
- Administración de entregas y colocaciones.
- Monitoreo y control de procesos a distancia.
- Alarmas.
- Control de inventarios.
- Rastreo de productos.
- Sistemas RFID
- Redes inalámbricas.

¹ DEUTROX INVENTION, www.deutrox.com {en línea} {fecha de consulta 23 de febrero de 2009}
disponible en: <http://www.deutrox.com/desarrollodeelectronica.html>

4.1.2 Prodel S.A.

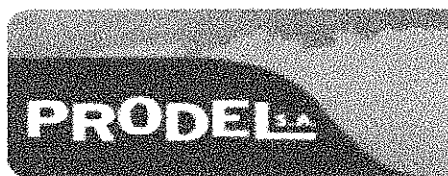


Figura2. PRODEL S.A. instrumentación virtual

Fuente: www.prodel.es

²Esta es una empresa que ofrece a los compradores el software y hardware para el control de diferentes tipos de plantas es una empresa pionera y una de las pocas que ofrece el paquete completo de instrumentación virtual, un ejemplo es el siguiente:

El paquete comprende el 68-500 multicanal de entradas y salidas, es un modulo que esta conectado al computador vía USB y posee un software que con el paquete establece un conjunto completo de instrumento virtual (hardware y software)

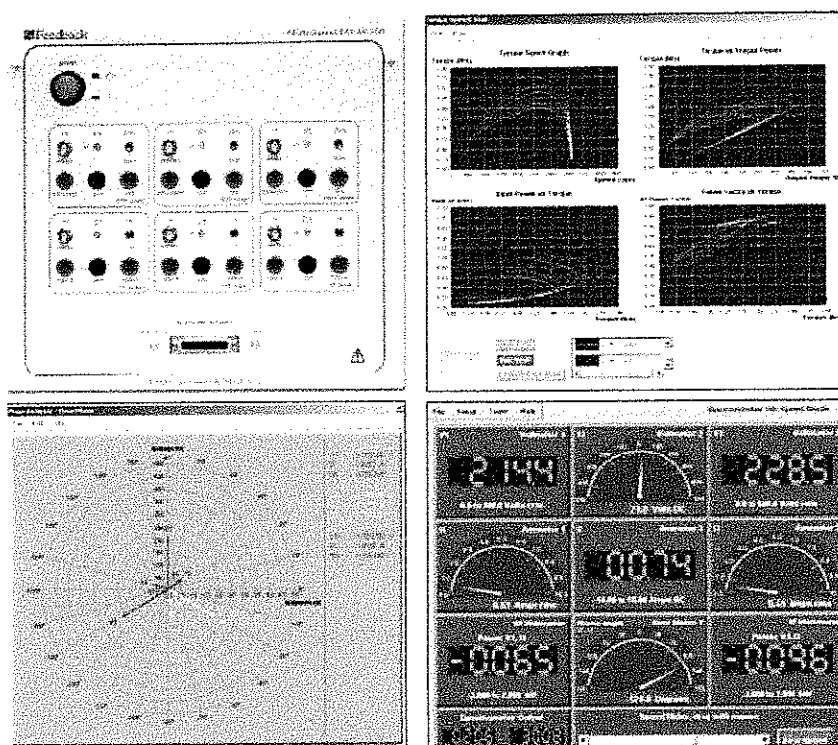


Figura3. Software y hardware 68-500

Fuente: www.prodel.es

² PRODEL S.A., www.prodel.es {en línea} {fecha de consulta 23 de febrero de 2009} disponible en: http://web.prodel.es/index.php?page=shop.product_details&flypage=shop.flypage&product_id=115&category_id=147&manufacturer_id=0&option=com_virtuemart&Itemid=27

³Hoy en día, más compañías en la industria de la manufactura que están usando computadoras personales en sus plantas y laboratorios para probar sus productos, tomar mediciones y automatizar procesos. Al crear sistemas basados en una PC, los usuarios están aprovechando las ventajas de las tecnologías de la computación mas recientes como tarjetas de adquisición de datos (DAQ) insertables; almacenamiento de datos a disco duro, ActiveX e Internet. A medida que los ingenieros y científicos adoptan la computadora para resolver un mayor número de aplicaciones, estas se han vuelto más exigentes; tal es el caso de los sistemas en tiempo real. Si bien es cierto que un sistema de adquisición de datos y control en tiempo real no es fácil de lograr con una computadora personal, lo ideal sería contar con las mismas ventajas que ofrece una PC (interfaz gráfica, sistemas abiertos, conectividad, bajo costo) y la habilidad de crear aplicaciones lo suficientemente confiables para desempeñar el control de un sistema crítico.

4.1.3. Control de Tiempo Real

"Tiempo Real" es uno de los términos mas comúnmente usados en la industria, pero su definición es ambigua. La mayoría de los ingenieros están de acuerdo en que Tiempo Real significa "con retrasos aceptables". El término Tiempo Real en forma estricta comúnmente se utiliza para definir a un sistema que debe ejecutarse sin falla y cumplir con los requerimientos de tiempo real en todo momento. El error más común es pensar que Tiempo Real significa en realidad, rápido; cuando de hecho, muchas aplicaciones de adquisición de datos y control tienen ciclos muy lentos. Los controladores de temperatura, por ejemplo, comúnmente muestrean y controlan la temperatura un par de veces por segundo. Así que para que el controlador de temperatura sea estable, debe ejecutar los lazos de control en el orden de un par por segundo. Es el grado de inseguridad con cada tiempo de ciclo del lazo de control el que define los requerimientos de Tiempo Real de un sistema.

4.1.4. Retos al crear un sistema de Tiempo Real

⁴La tecnología Windows para desarrollar sistemas de Tiempo Real aún representa retos. En sistemas operativos de Tiempo Real, las interrupciones y eventos son jerarquizados y los eventos con la mayor prioridad se ejecutan antes que los eventos de prioridad menor. En Windows NT/98/95 los drivers o manejadores de dispositivos responden a interrupciones; aunque la tecnología multihilo ha incrementado la confiabilidad y manejo de interrupciones, aún hay situaciones cuando el driver no tiene prioridad sobre otros eventos menos críticos. Puesto que Windows no puede garantizar que va a responder a un evento siempre dentro de un mismo tiempo, a esto se le llama determinístico o no determinístico.

³ TABARES BETANCUR, Marta Silvia pfmstabare@eia.edu.co Escuela de ingeniería de Antioquia
www.eia.edu.co {en línea} {fecha de consulta: 4 de septiembre de 2008} disponible en:
<http://www.eia.edu.co/investigacion/gruposinvestigacion.htm#k>

⁴MUNDO DIGITAL NATIONAL INSTRUMENTS, www.ni.com national instruments page {en línea}
{fecha de consulta: 16 de septiembre de 2008} disponible en:
<http://digital.ni.com/worldwide/latam.nsf/web/all/1C3E84995C1861C886256F34007CFA43>

Para resolver la respuesta no determinística de Windows, muchos lazos de control se desarrollan en hardware especializado. Hoy en día existen controladores para diferentes plataformas como VME, PCI o CompacPCI. Algunos controladores son fijos o tienen poca flexibilidad de programación, otros usan sistemas cerrados y patentados. Aprender nuevos sistemas operativos, software propietario y hardware especializado toma tiempo y muchas veces es difícil la integración a sistemas que no son de tiempo real.

4.1.5. Desarrollo de sistemas de tiempo real con tecnologías estándar

National Instruments, el líder en productos para medición y automatización basadas en PC, ahora extiende su línea de hardware de adquisición de datos y software LabVIEW *para simplificar el desarrollo de sistemas de Tiempo Real*. Con LabVIEW RT y la Serie de hardware RT, usuarios pueden desarrollar aplicaciones de Tiempo Real usando LabVIEW para programar, computadoras con tecnología estándar como Microsoft Windows y hardware de alto rendimiento para adquisición de datos.

Para crear fácilmente aplicaciones de adquisición de datos y control en Tiempo Real, los usuarios desarrollan su aplicación usando el software LabVIEW RT y, posteriormente, bajan el código para que se ejecute en el procesador de la tarjeta inteligente de adquisición de datos de la Serie RT. De esta manera, los usuarios pueden confiar en que el procesador independiente se enfocará en ejecutar el Tiempo Real duro mientras que la PC con Windows maneja la interfaz de usuario, el almacenamiento de datos y cualquier otra funcionalidad que no sea crítica.

El código de LabVIEW RT se ejecuta en la tarjeta inteligente de la Serie RT, esto asegura que las aplicaciones con lazos de control se seguirán ejecutando aún si la PC se cuelga.

Los usuarios ya familiarizados con LabVIEW y los productos DAQ de NATIONAL INSTRUMENTS, ahora pueden aprovechar su experiencia para crear aplicaciones de Tiempo Real sin un conocimiento profundo en técnicas de Tiempo Real.

LabVIEW RT es la herramienta para el fácil desarrollo de aplicaciones de Tiempo Real que en conjunto con las tarjetas de la Serie RT ofrecen la mejor opción para lograr un sistema integrado, flexible y confiable.

4.2. INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL A NIVEL NACIONAL

⁵La instrumentación virtual en estos momentos esta siendo trabajada por diferentes estudiantes de Universidades Colombianas, algunos ejemplos son:

4.2.1. Grupo de investigación integra (grupo de investigación de la universidad distrital)

4.2.1.1. Implementación del soft-processor microblaze en fpga con periféricos para sistema embebido

El soft-processor microblaze ha sido diseñado para ofrecer gran funcionalidad a bajo coste en las FPGA de Linux logrando buen rendimiento y mucha flexibilidad en el diseño de sistemas embebidos gracias a la característica de hardware reconfigurable provista por las FPGA, que permite programar/cambiar la estructura de campos específicos sin necesidad de llevar el dispositivo a estado de reset y sin riesgo de conflicto con los bloques adyacentes que funcionan normalmente durante la reprogramación. Todo esto como principio para agregar módulos adicionales por medio de descripción de hardware, con variadas posibilidades que potencian el desempeño del sistema.

4.2.1.2. Programación de instrumentos virtuales bajo ambiente Linux en el grupo de investigación integra

El proyecto consiste en la elaboración de una aplicación bajo el sistema operativo LINUX, que permita manejar los instrumentos virtuales realizados en el Grupo de Investigación INTEGRA (generador y osciloscopio).

4.2.1.3. Osciloscopio virtual utilizando el bus de comunicaciones pci

El proyecto consiste en desarrollar un osciloscopio virtual mediante una tarjeta de adquisición de datos PCI y una interfaz entre el elemento a medir y el PC, el instrumento realizará el procesamiento, análisis, almacenamiento y visualización de los datos obtenidos en la medición. La finalidad del diseño e implementación del osciloscopio virtual utilizando el bus de comunicaciones PCI, es ofrecerle al usuario nuevas formas de tecnologías, más accesible, interactivas y económicas, a demás de ofrecerle la oportunidad de ahorrar espacio, puesto que el instrumento a implementar tendrá un tamaño muy pequeño y se podrá insertar el cualquier CPU con bus PCI.

4.2.1.4. Transmisor de temperatura inteligente basado en plataforma de comunicación industrial hart; desarrollado con tecnología psoc

⁵ VILLAGRÁN SOLÓRZANO, Stephany Helena UNIVERSIDAD DISTRITAL, www.udistrital.edu.co {en línea} {fecha de consulta: 10 de septiembre de 2008} disponible en: <http://www.udistrital.edu.co/comunidad/grupos/integra/>

Diseño e implementación de un instrumento inteligente de monitoreo de variables físicas basados en el protocolo de comunicación industrial HART, con interfaz equipo de campo-PC, con énfasis en la aplicación de tecnología de dispositivos de señal mixta (microcontroladores PSoC -programmable systems-on-chips).

4.2.1.5. Integración de osciloscopio, generador y multímetro en un módulo de instrumentación virtual

El objetivo es sustituir y ampliar elementos "hardware" por otros "software", empleando un procesador que ejecute un programa específico de tal manera que se comunique con los dispositivos para configurarlos, generar y leer variables. Con el desarrollo de este instrumento virtual, de excelente funcionamiento y bajo costo se busca integrar en un *solo módulo dos de los elementos que anteriormente se han desarrollado como lo fueron El Osciloscopio UD y El Generador DDS con un nuevo aditamento que será Un Multímetro virtual, bajo la supervisión del grupo de investigación INTEGRA.*

4.3. INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL A NIVEL REGIONAL

⁶ En Boyacá se presentan grupos de investigación como con los que cuenta la UPTC de Sogamoso, algunos de los proyectos que ellos desarrollan con respecto a la instrumentación virtual son:

4.3.1 Desarrollo de un laboratorio virtual para el aprendizaje de comunicaciones análogas y digitales

El módulo de Comunicaciones Análogas y Digitales consta de una plataforma virtual desarrollada en LabVIEW en un ambiente completamente gráfico que permite visualizar los diferentes esquemas de modulación (Modulación Análoga: de Amplitud y de Ángulo, y Digital: Sistemas binarios). Para cada tipo de modulación se presenta una pequeña introducción a los aspectos teóricos que se requieren para entender el funcionamiento acompañado de un demo donde el participante podrá cambiar parámetros propios de la modulación seleccionada. Las comunicaciones en la electrónica implican un desarrollo matemático complejo para mapeos entre dos dominios el tiempo y la frecuencia, con la práctica se hace tangible los diferentes procesos que deben realizarse para garantizar efectivamente una transmisión de información. La metodología por créditos favorece el trabajo independiente de los estudiantes pero se requiere de herramientas que permitan el aprendizaje desde la práctica. Con un laboratorio Virtual de Comunicaciones Análogas y Digitales se puede lograr el mejoramiento del aprendizaje y la difusión de conocimiento particular para el área de las Telecomunicaciones en Instituciones de Educación Superior, Institutos No Formales y Colegios Técnicos ofreciendo un producto que de forma directa permita entender los procesos que se requieren en todo sistema de comunicaciones.

⁶ COLCIENCIAS, scienti.colciencias.gov.co {en línea} {fecha de consulta: 20 de agosto de 2008} disponible en:
<http://scienti.colciencias.gov.co:8084/publindex/docs/informacionCompleta.pdf>

4.3.2 Diseño y aplicación de las técnicas de procesamiento digital de imágenes y voz en la industria

4.3.3 Diseño de un algoritmo para la determinación del movimiento aparente debido al desplazamiento de la cámara código sgi 359

4.3.4 Diseño de un algoritmo para la detección de objetos extraños en botellas de vidrio transparente utilizando pdi código sgi 358

4.3.5 Diseño e implementación de un laboratorio para el procesamiento digital de señales

4.3.6 Optimización del sistema de adquisición agricultor de precisión (sap)

4.3.7 Reconversión de los equipos de medición del laboratorio de mecánica de suelos de la UPTC facultad seccional Sogamoso.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño y la implementación del sistema de adquisición de señales para los módulos robóticos articulado y cartesiano, mediante el uso de una tarjeta de adquisición de datos de NATIONAL INSTRUMENTS para ser procesado a través del software de instrumentación y control LabVIEW.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Revisar bibliografía con información referente a tarjetas de adquisición de datos de NATIONAL INSTRUMENTS y sobre los módulos robóticos de SWROBOTICS.
- Describir el funcionamiento de los módulos robóticos trabajados por medio de LabVIEW.
- Configurar y manipular con LabVIEW la tarjeta de adquisición de NATIONAL INSTRUMENTS para familiarizarse con su forma de operación.
- Implementar la tarjeta de adquisición de NATIONAL INSTRUMENTS programándola e interfazandola con los módulos robóticos y LabVIEW.
- Diseñar el sistema de adquisición de datos.
- Verificar las señales obtenidas de los módulos robóticos y por medio de la tarjeta enviarlas al computador para procesarlas en LabVIEW.
- Redactar y publicar un artículo relacionado con el desarrollo del proyecto.
- Realizar el documento final el cual recopile la información de todo el trabajo realizado.

6. MARCO TEÓRICO

6.1. INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL

⁷Mucho se ha oído hablar sobre la "instrumentación virtual" y sus beneficios. El concepto de instrumentación virtual nace a partir del uso del computador personal (PC) como "instrumento" de medición de tales señales como temperatura, presión, caudal, etc.

Es decir, el PC comienza a ser utilizado para realizar mediciones de fenómenos físicos representados en señales de corriente (Ej. 4-20mA) y/o voltaje (Ej. (0-5Vdc). Sin embargo, el concepto de "instrumentación virtual" va más allá de la simple medición de corriente o voltaje, también involucra el procesamiento, análisis, almacenamiento, distribución y despliegue de los datos e información relacionados con la medición de una o varias señales específicas. Es decir, el instrumento virtual no se conforma con la adquisición de la señal, sino que también involucra la interfaz hombre-máquina, las funciones de análisis y procesamiento de señales, las rutinas de almacenamiento de datos y la comunicación con otros equipos.

Ejemplo; el osciloscopio tradicional tiene una funcionalidad ya predefinida desde la fábrica donde lo diseñan, producen y ensamblan. Es decir, la funcionalidad de este tipo de instrumento es definida por el fabricante del equipo, y no por el usuario mismo. El término "virtual" nace precisamente a partir del hecho de que cuando se utiliza el PC como "instrumento" es el usuario mismo quién, a través del software, define su funcionalidad y "apariencia" y por ello decimos que "virtualizamos" el instrumento, ya que su funcionalidad puede ser definida una y otra vez por el usuario y no por el fabricante.

El instrumento virtual es definido entonces como una capa de software y hardware que se le agrega a un PC en tal forma que permite a los usuarios interactuar con la computadora como si estuviesen utilizando su propio instrumento electrónico "hecho a la medida".

⁷ National Instruments Corp., eloisa.acha@ni.com www.ni.com disponible en:
<http://digital.ni.com/worldwide/latam.nsf/web/all/01E4BFF8EC93532086256B6000669953>

En la siguiente tabla se indican algunas de las principales diferencias entre el instrumento convencional o tradicional, y el instrumento virtual:

Instrumento Tradicional	Instrumento Virtual
Definido por el fabricante	Definido por el usuario
Funcionalidad específica, con conectividad limitada.	Funcionalidad ilimitada, orientado a aplicaciones, conectividad amplia.
Hardware es la clave.	Software es la clave
Alto costo/función	Bajo costo/función, variedad de funciones, reusable.
Arquitectura "cerrada"	Arquitectura "abierta".
Lenta incorporación de nuevas tecnología.	Rápida incorporación de nuevas tecnologías, gracias a la plataforma PC.
Bajas economías de escala, alto costo de mantenimiento.	Altas economías de escala, bajos costos de mantenimiento

Tabla 1: Instrumentos Tradicionales vs. Virtuales

Fuente: NATIONAL INSTRUMENTS

6.1.1. Introducción a la instrumentación virtual

⁸Muchas veces la realización de una medida requiere la intervención de varios instrumentos, unos generan estímulos sobre el dispositivo que se pretende medir y otros recogen la respuesta a estos estímulos. Este conjunto de instrumentos que hace posible la realización de la medida recibe el nombre de sistema de instrumentación. Todo sistema de instrumentación consta de unos instrumentos, un sistema de interconexión de estos instrumentos y un controlador inteligente que gestiona el funcionamiento de todo el sistema y da las órdenes para que una medida se realice correctamente.

El concepto de instrumentación virtual nace a partir del uso de la computadora personal, como forma de reemplazar equipos físicos por software, permite a los usuarios interactuar con la computadora como si estuviesen utilizando un instrumento real. El usuario manipula un instrumento que no es real, se ejecuta en una computadora, tiene sus características definidas por software pero realiza las mismas funciones que un equipo real.

⁸ DÍAZ, Henry Mendiburu *introducción a la instrumentación virtual* {en línea} indecopy Perú {fecha de consulta: 16 de septiembre de 2008} disponible en: <http://trabajos38/instrumentacion-virtual-industrial/instrumentacion-virtual-industrial2.shtml#bibl>

La idea es sustituir y ampliar elementos "hardware" por otros "software", para ello se emplea un procesador que ejecute un programa específico, este programa se comunica con los dispositivos para configurarlos y leer sus medidas. En muchas ocasiones el usuario final del sistema de instrumentación sólo ve la representación gráfica de los indicadores y botones de control virtuales en la pantalla del ordenador.

El concepto de instrumentación virtual implica adquisición de señales, el procesamiento, análisis, almacenamiento, distribución y despliegue de los datos e información relacionados con la medición de una o varias señales, interfaz hombre-máquina, visualización, monitoreo y supervisión remota del proceso, la comunicación con otros equipos, etc.

Un sistema de instrumentación virtual esta enfocado a los instrumentos encargados de medir señales, registrar datos y decidir las acciones de control, evidentemente, se requiere de una etapa de actuación, que conforma la interfaz entre la computadora y el sistema a controlar, por tanto esta etapa implicará drivers de potencia o transductores de señal especiales. Además, existen otras etapas auxiliares que no intervienen en el proceso de medida, como es el caso del subsistema de alimentación.

Los inicios de la instrumentación controlable desde el ordenador, y de hecho de los sistemas de instrumentación, se sitúan a mediados de los años 60 cuando Hewlett Packard, desarrolló su bus para instrumentación HP-IB (Hewlett Packard Interface Bus) que permitía conectar su gama de instrumentos programables a un ordenador. Esta interface ganó rápidamente gran popularidad y en 1975 fue aceptada como un estándar: el IEEE-488. Desde aquellos días hasta ahora el estándar ha sufrido varias modificaciones y el bus GPIB (acrónimo de General Purpose Interface Bus, por el que se le conoce habitualmente) se ha convertido en uno de los más populares en el campo de la instrumentación programable. La instrumentación virtual es un concepto introducido por la compañía National Instruments el año 2001, los cuales crearon un software que le permitía a la computadora realizar mediciones.

La modelación de la realidad que tiene lugar como resultado la simulación, no constituye un elemento determinante para penetrar en la esencia de la misma y llegar a conocerla, es necesario el empleo de procedimientos que la complementen metodológicamente, y alcanzar entonces los objetivos y la escenificación de la misma. La simulación o virtualización consiste por tanto en la representación de la realidad

6.1.2. ¿Cómo construir un instrumento virtual?

Para construir un instrumento virtual, sólo requerimos de un PC, una tarjeta de adquisición de datos con acondicionamiento de señales (PCMCIA, ISA, XT, PCI, etc.) y el software apropiado, los tres (3) elementos clave en la conformación de un instrumento virtual, teniendo un chasis de acondicionamiento de señales como elemento opcional.

Se dice que el "acondicionamiento de señales" es opcional, porque dependiendo de cada señal y/o aplicación, se puede o no requerir amplificación, atenuación, filtraje,

aislamiento, etc. de cada señal. Si la señal está en el rango de los $\pm 5\text{Vdc}$ y no se requiere de aislamiento o filtraje, la misma puede ser conectada directamente a la tarjeta de adquisición de datos.

En el instrumento virtual, el software es la clave del sistema, a diferencia del instrumento tradicional, donde la clave es el hardware. Con el sistema indicado anteriormente, se podría construir un osciloscopio "personalizado", con la interfaz gráfica que uno desee, agregándole inclusive más funcionalidad. Sin embargo, este mismo sistema puede también ser utilizado en la medición de temperatura, o en el control de arranque/parada de una bomba centrífuga. Es allí donde radica uno de los principales beneficios del instrumento virtual, su flexibilidad. Este instrumento virtual no sólo me permite visualizar la onda, sino que a la vez me permite graficar su espectro de potencia en forma simultánea. ¿Podría hacer algo así con un instrumento convencional?

6.2 ADQUISICIÓN DE DATOS

⁹Se entiende por adquisición de datos a la acción de medir variables, convertirlas a formato digital, almacenarlas en un computador y procesarlas en cualquier sentido. Este proceso necesita de una "interface" entre el mundo físico y el computador que se suele denominar como tarjeta de adquisición de datos.

El proceso de adquisición de datos del mundo físico conlleva los siguientes pasos fundamentales:

1. Utilización de un sensor / transductor adecuado para la variable que se desea medir, el cual permite detectar y convertir la variable física a una señal analógica de voltaje o corriente eléctrica.
2. Amplificación de la señal de voltaje o corriente, si se requiere. Si la señal que proviene del sensor es débil, se requiere un amplificador de voltaje y algún método para filtrar los ruidos eléctricos.
3. Traducción de esta señal analógica al lenguaje propio del computador: lenguaje digital. Este proceso se conoce técnicamente como conversión ANÁLOGO/DIGITAL (A/D).
4. Adquisición propiamente dicha de los datos que, en forma digital, podrán ser almacenados en la memoria del micro y llevados luego a pantalla o a otro periférico del computador.

En la actualidad el vertiginoso desarrollo de la electrónica y la microelectrónica han motivado que todas las esferas de la vida humana se estén automatizando, por ejemplo: la industria, el hogar, los comercios, la agricultura, la ganadería, el transporte, las comunicaciones, etc. En todo ese proceso de automatización el microprocesador y el microcontrolador juegan un papel de suma importancia. Ellos han permitido el desarrollo de sistemas inteligentes que resuelven los más diversos problemas, son los llamados Sistemas de Adquisición de Datos.

El objetivo básico de los "Sistemas de Adquisición de Datos" (SAD) es la integración de los diferentes recursos que lo integran : Transductores de diferentes tipos y naturaleza, multiplexores, amplificadores, sample and hold, conversores A/D y D/A, además el uso de microcontroladores o procesadores digitales como CPU del SAD diseñado, utilizando de este microcontrolador todas sus prestaciones: interrupciones, temporizadores, comunicación serie así como hacer uso de memorias y puertos externos y creando con todo ello un sistema que se encargue de una aplicación específica como es chequear una variables (PH, humedad relativa, temperatura, iluminación, concentración, etc.) para una posterior utilización de ella misma ya sea con fines docentes, científicos, de almacenamiento o control y utilización de la misma.

⁹ AGAT laboratorios, adquisición de de datos {en línea} {fecha de consulta 8 de agosto de 2008} disponible en: <http://www.agatlabs.com/spanish/content/dataacquisition.htm>

6.2.1. Los Sistemas de adquisición de Datos (SAD).

Un Sistema de Adquisición de Datos no es mas que un equipo electrónico cuya función es el control o simplemente el registro de una o varias variables de un proceso cualquiera, de forma general puede estar compuesto por los siguientes elementos.

1. Sensores.
2. Amplificadores operacionales.
3. Amplificadores de instrumentación.
4. Aisladores.
5. Multiplexores analógicos.
6. Multiplexores digitales.
7. Circuitos Sample and Hold.
8. Conversores A-D.
9. Conversores D-A.
10. Microprocesadores.
11. Contadores.
12. Filtros.
13. Comparadores.
14. Fuentes de potencia.

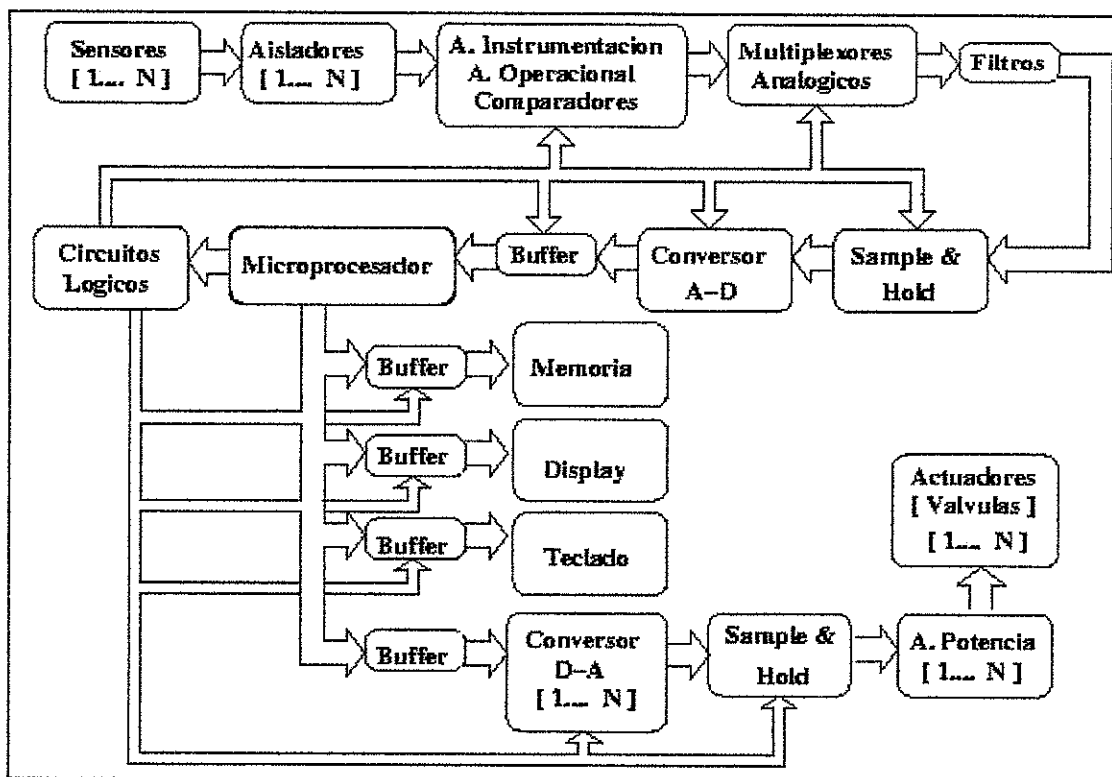


Figura 4. Diagrama General de un SAD.

Fuente: NATIONAL INSTRUMENTS

El SAD debe tener una estructura y organización muy equilibrada que le permita su buen funcionamiento de ello depende de que el mismo rinda al máximo y sin ningún defecto.

Sensores o Transductores: Los sensores tienen un rol vital en todo SAD ellos tienen la función de convertir la variable física que se desea registrar en una magnitud eléctrica (*voltaje, corriente, resistencia, capacidad, Inductancia, etc.*). Entre las magnitudes físicas más importantes a registrar tenemos: temperatura, humedad, presión, concentración, iluminación, flujo, posición, nivel, peso, etc. Diversas pueden ser las variables ambientales, industriales, biológicas, químicas, etc. que en un momento determinado se pueda necesitar controlar, esto provoca que sean también numerosos los tipos de sensores así como su principio de funcionamiento, lo cual determina generalmente el costo de sensor que será necesario utilizar.

La adquisición de datos es también la toma de muestras del mundo real para generar datos que pueden ser manipulados por un ordenador. Consiste en tomar un conjunto de variables físicas, convertirlas en tensiones eléctricas y digitalizarlas de manera que se puedan procesar en una computadora o PAC. Se requiere una etapa de acondicionamiento que adecua la señal a niveles compatibles con el elemento que hace la transformación a señal digital. El elemento que hace dicha transformación es el módulo o tarjeta de Adquisición de Datos (DAQ).

Una vez que las señales eléctricas se transformaron en digitales, se envían a través del bus de datos dentro de la memoria del PC, se las puede procesar con un programa de aplicación adecuado al uso que el usuario desea, archivarlas en disco duro, graficarlas en pantalla, enviarlas por modem-fax, imprimirlas por impresora, etc. Los componentes de los sistemas de adquisición de datos poseen sensores adecuados que convierten cualquier parámetro de medición de una señal eléctrica, que se adquiere por el hardware de adquisición de datos. Los datos adquiridos se visualizan, analizan, y almacenan en un ordenador, ya sea utilizando el proveedor de software suministrado, o controles y visualizaciones se pueden desarrollar utilizando varios lenguajes de programación de propósito general como Visual Basic, C++, Fortran, Java, Lisp, Pascal. Los lenguajes especializados de programación utilizados para la adquisición de datos incluyen, EPICS utilizada en la construcción de grandes sistemas de adquisición de datos, LabVIEW, que ofrece un entorno gráfico de programación optimizado para la adquisición de datos, y MATLAB. Estos entornos de adquisición proporcionan un lenguaje de programación además de bibliotecas y herramientas para la adquisición de datos y posterior análisis.

De la misma manera que se toma una señal eléctrica y se transforma en una digital para enviarla al ordenador, se puede también tomar una señal digital o binaria y convertirla en una eléctrica, en este caso el elemento que hace la transformación es una tarjeta o módulo de Adquisición de Datos de salida, o tarjeta de control. La señal dentro de la memoria del PC la genera un programa adecuado a las aplicaciones que quiere el usuario y luego de procesada es recibida por mecanismos que ejecutan movimientos mecánicos, a través de servomecanismos, que también son del tipo transductores.

Un sistema típico de adquisición utiliza sensores, transductores, amplificadores, convertidores, análogo a digital (A/D) y digital análogo (D/A), para procesar información acerca de un sistema físico de forma digitalizada.

6.2.2 ¿Cómo se adquiere los datos?

La adquisición de datos se inicia con el fenómeno físico o la propiedad física de un objeto (objeto de la investigación) que se desea medir. Esta propiedad física o fenómeno podría ser el cambio de temperatura o la temperatura de una habitación, la intensidad o intensidad del cambio de una fuente de luz, la presión dentro de una cámara, la fuerza aplicada a un objeto, o muchas otras cosas. Un eficaz sistema de adquisición de datos *puede medir todas estas diferentes propiedades o fenómenos.*

Un transductor es un dispositivo que convierte una propiedad física o fenómeno en una señal eléctrica correspondiente medibles, tales como tensión, corriente, el cambio en los valores de resistencia o condensador, etc. La capacidad de un sistema de adquisición de datos para medir los distintos fenómenos depende de los transductores para convertir las señales de los fenómenos físicos mesurables en la adquisición de datos por hardware. Transductores son sinónimo de sensores en sistemas de DAQ. Hay transductores específicos para diferentes aplicaciones, como la medición de la temperatura, la presión, o flujo de fluidos. DAQ también despliega diversas técnicas de acondicionamiento de Señales para modificar adecuadamente diferentes señales eléctricas en tensión, que luego pueden ser digitalizados usando CED.

Las señales pueden ser digitales (también llamada señales de la lógica) o analógico en función del transductor utilizado.

El condicionamiento de señales puede ser necesario si la señal desde el transductor no es adecuado para el DAQ hardware que se utiliza. La señal puede ser amplificada o desamplificada, o puede requerir de filtrado, o un cierre patronal, en el amplificador se incluye para realizar la demodulación.

6.2.3. DAQ hardware

Es por lo general las interfaces entre la señal y un PC. Podría ser en forma de módulos que pueden ser conectados a la computadora de los puertos (paralelo, serie, USB, etc.) o ranuras de las tarjetas conectadas a (PCI, ISA) en la placa madre. Por lo general, el espacio en la parte posterior de una tarjeta PCI es demasiado pequeño para todas las conexiones necesarias, de modo que una ruptura de caja externa es obligatorio. El cable entre este recuadro y el PC es caro debido a los numerosos cables y el blindaje necesario y porque es particular. DAQ-tarjetas a menudo contienen múltiples componentes (multiplexores, ADC, DAC, TTL-IO, temporizadores de alta velocidad, memoria RAM). Estos son accesibles a través de un bus por un micro controlador, que puede ejecutar pequeños programas. El controlador es más flexible que una unidad lógica dura cableada, pero más barato que una CPU de modo que tiene facilidad de corrección de errores y presta la ayuda de bucles de pregunta.

6.2.4. Driver software

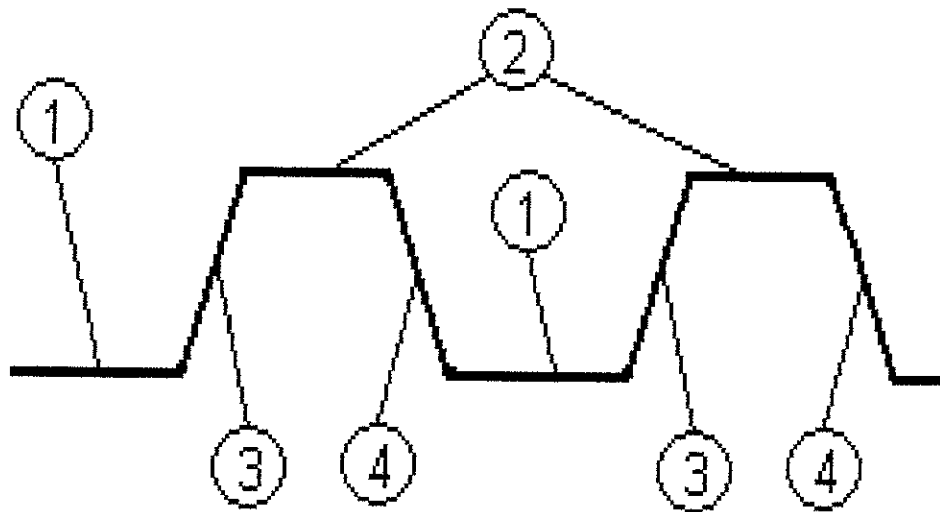
Normalmente viene con el DAQ hardware, permite que el sistema operativo reconozca el software y los programas de acceso a las señales de las cuales se van tomando lecturas gracias al DAQ hardware.

6.2.5. Procesamiento de señales

El Procesamiento de señales es la amplificación e interpretación de señales. Las señales pueden proceder de diversas fuentes. Hay varios tipos de procesamiento de señales, dependiendo de la naturaleza de las mismas.

6.2.5.1. Procesamiento de señales digitales

El procesado se hace mediante circuitos digitales, microprocesadores y ordenadores. Una señal digital es un tipo de señal generada por algún fenómeno electromagnético en que cada signo que codifica el contenido de la misma puede ser analizado en término de algunas magnitudes que representan valores discretos, en lugar de valores dentro de un cierto rango. Por ejemplo, el interruptor de la luz sólo puede tomar dos valores o estados: abierto o cerrado, o la misma lámpara: encendida o apagada.



1) Nivel bajo, 2) Nivel alto, 3) Flanco de subida y 4) Flanco de bajada.

Figura 5. Señal digital
FUENTE: IEEE Signal Processing Society

6.2.5.2. Procesamiento de señales analógicas

Una señal analógica es un tipo de señal generada por algún tipo de fenómeno electromagnético y que es representable por una función matemática continua en la que es variable su amplitud y periodo en función del tiempo. Algunas magnitudes físicas comúnmente portadoras de una señal de este tipo son eléctricas como la intensidad, la tensión y la potencia, pero también pueden ser hidráulicas como la presión, térmicas como la temperatura, mecánicas, etc.

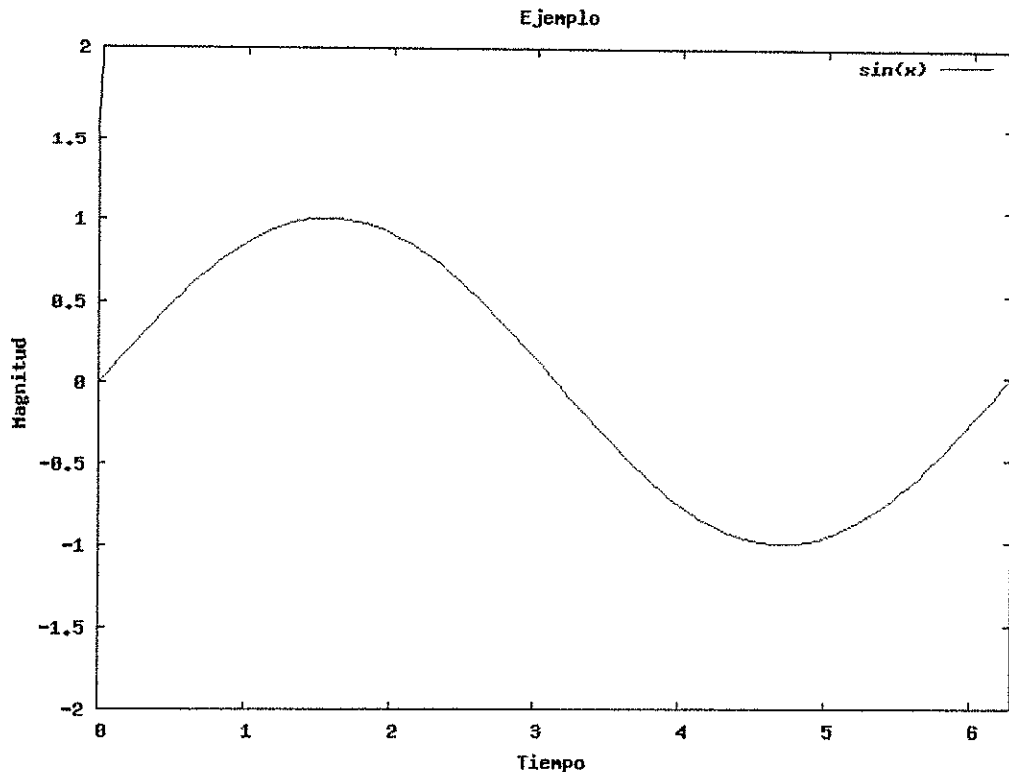


Figura 6. Señal analógica
FUENTE: IEEE Signal Processing Society

6.2.5.3. Procesamiento de señales de audio (Para señales electrónicas que representan sonidos)

Una señal de audio es una señal electrónica representada eléctricamente exacta de una señal sonora; normalmente está acotada al rango de frecuencias audibles por los seres humanos que está entre los 20 y los 20 000 Hz.

Dado que el sonido es una onda de presión se requiere un transductor de presión (un micrófono) que convierte las ondas de presión de aire (ondas sonoras) en señales eléctricas (señales analógicas).

6.2.5.4. Procesamiento de señales de voz (Para analizar señales de voz humana)

La voz es el sonido generado por el aparato fonador humano. Hay dos mecanismos básicos de producción de voz:

- 1) la vibración de las cuerdas vocales, que da lugar a sonidos “sonoros” (vocales, semivocales, nasales, etc.)
- 2) las interrupciones totales o parciales en el flujo de aire que sale de los pulmones, que dan lugar a los sonidos “sordos” (fricativas, plausivas, etc.). Adicionalmente hay combinaciones de ambos mecanismos, como las oclusivas sonoras (en español b, d y g).

6.2.5.5. Procesamiento de señales de vídeo

El video es una captura, grabación, almacenamiento, y reconstrucción de una secuencia de imágenes y sonidos que representan escenas en movimiento. Su nombre proviene del latín *vidēo* significa yo veo. La tecnología de video fue desarrollada por primera vez para los sistemas de televisión, pero se ha reforzado en muchos formatos para permitir la grabación de video de los consumidores y que además el video puede ser visto a través de Internet.

6.3 LabVIEW

¹⁰Es una herramienta gráfica para pruebas, control y diseño mediante la programación. El lenguaje que usa se llama lenguaje G.

Este programa fue creado por National Instruments (1976) para funcionar sobre máquinas MAC, salió al mercado por primera vez en 1986. Ahora está disponible para las plataformas Windows, UNIX, Mac y Linux y va por la versión 8.5 y 8.6 con soporte para Windows Vista.

Los programas desarrollados con LabVIEW se llaman Instrumentos Virtuales, o VIs, lo que da una idea de su uso en origen: el control de instrumentos. El lema de LabVIEW es: "La potencia está en el Software". Entre sus objetivos están el reducir el tiempo de desarrollo de aplicaciones de todo tipo (no sólo en ámbitos de Pruebas, Control y Diseño) y el permitir la entrada a la informática a programadores no expertos. Esto no significa que la empresa haga únicamente software, sino que busca combinar este software con todo tipo de hardware, tanto propio -tarjetas de adquisición de datos, PAC, Visión, y otro Hardware- como de terceras empresas.

6.3.1. Principales características

Su principal característica es la facilidad de uso, válido para programadores profesionales como para personas con pocos conocimientos en programación pueden hacer (programas) relativamente complejos, imposibles para ellos de hacer con lenguajes tradicionales. También es muy rápido hacer programas con LabVIEW y cualquier programador, por experimentado que sea, puede beneficiarse de él. Para los amantes de lo complejo, con LabVIEW pueden crearse programas de miles de VIs (equivalente a millones de páginas de código texto) para aplicaciones complejas, programas de automatizaciones de decenas de miles de puntos de entradas/salidas, etc. Incluso existen buenas prácticas de programación para optimizar el rendimiento y la calidad de la programación.

Presenta facilidades para el manejo de:

A. Interfaces de comunicaciones:

- Puerto serie
- Puerto paralelo
- GPIB
- PXI
- VXI
- TCP/IP, UDP, DataSocket
- Irda

¹⁰ WAGNER, Raymond National Instruments {en línea} {fecha de consulta: 19 de septiembre de 2008} disponible en: <http://cnx.org/content/m14634/latest/>

Bluetooth
USB
OPC...

B. Capacidad de interactuar con otros lenguajes y aplicaciones:

DLL: librerías de funciones

.NET

ActiveX

MultiSim

Matlab/Simulink

AutoCAD, SolidWorks.

C. Herramientas gráficas y textuales para el procesado digital de señales.

D. Visualización y manejo de gráficas con datos dinámicos.

E .Adquisición y tratamiento de imágenes.

F .Control de movimiento (combinado incluso con todo lo anterior).

G. Tiempo Real estrictamente hablando.

H. Programación de FPGAs para control o validación.

I. Sincronización entre dispositivos.

6.3.2 Programación en LabVIEW

Es una herramienta gráfica de programación, esto significa que los programas no se escriben, sino que se dibujan, facilitando su comprensión.

Un programa se divide en Panel Frontal y Diagrama de Bloques. El Panel Frontal es la interfaz con el usuario, en la cual se definen los controles e indicadores que se muestran en pantalla. El Diagrama de Bloques es el programa propiamente dicho, donde se define su funcionalidad, aquí se colocan iconos que realizan una determinada función y se interconectan.

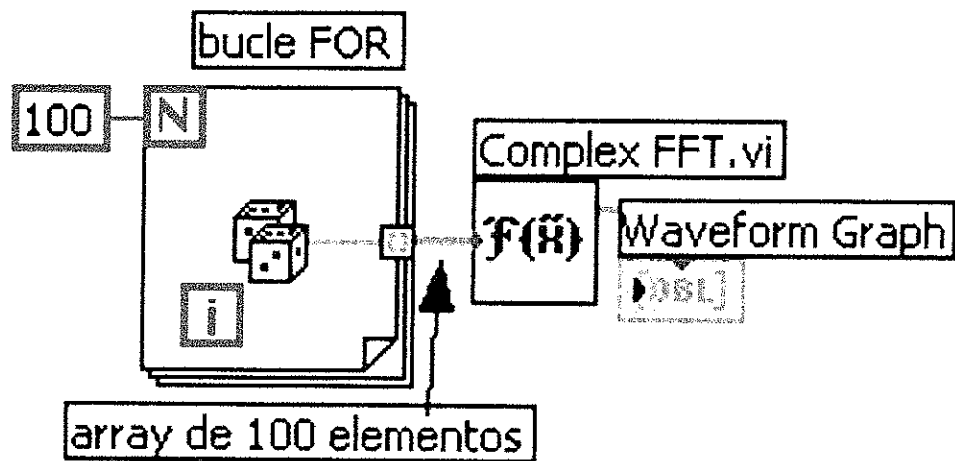


Figura 7. Diagrama de bloques
FUENTE: NATIONAL INSTRUMENTS Foros

6.3.3 Instrumentación virtual con LabVIEW

En LabVIEW se encuentran distintas herramientas para el excelente trabajo del mismo desde:

- El panel frontal donde esta los controles (entradas) y los indicadores (salidas)

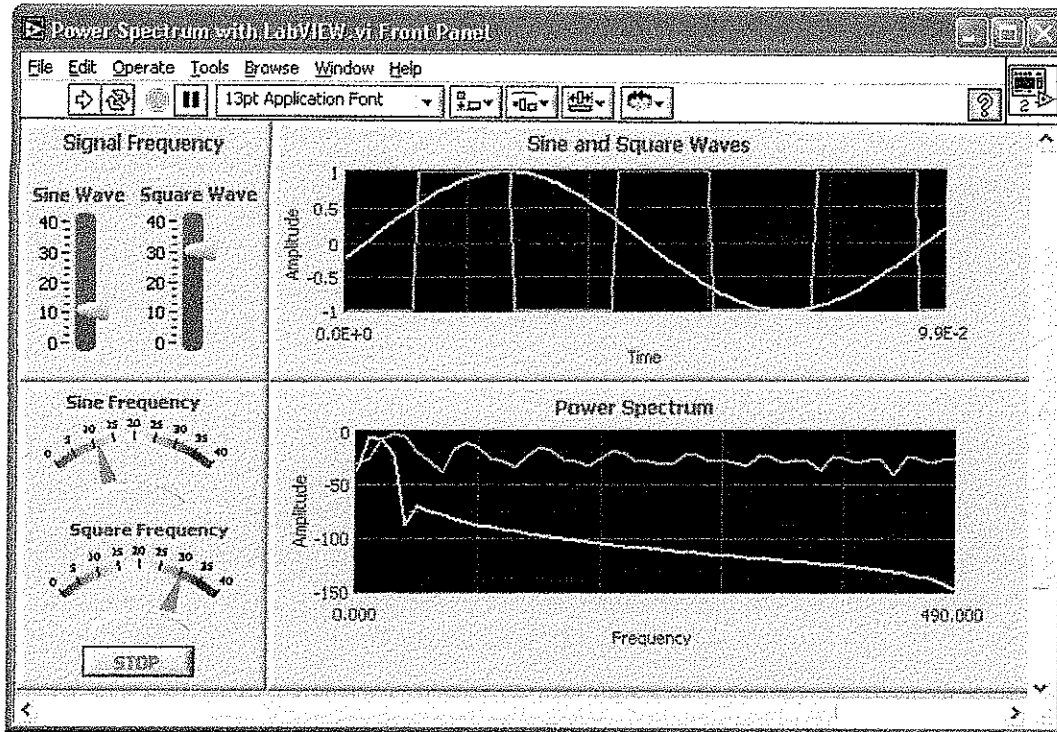


Figura 8. Panel frontal LabVIEW
FUENTE: NATIONAL INSTRUMENTS Foros

- El diagrama de bloques que es el acompañamiento del panel frontal donde se muestra su cableado entre los componentes

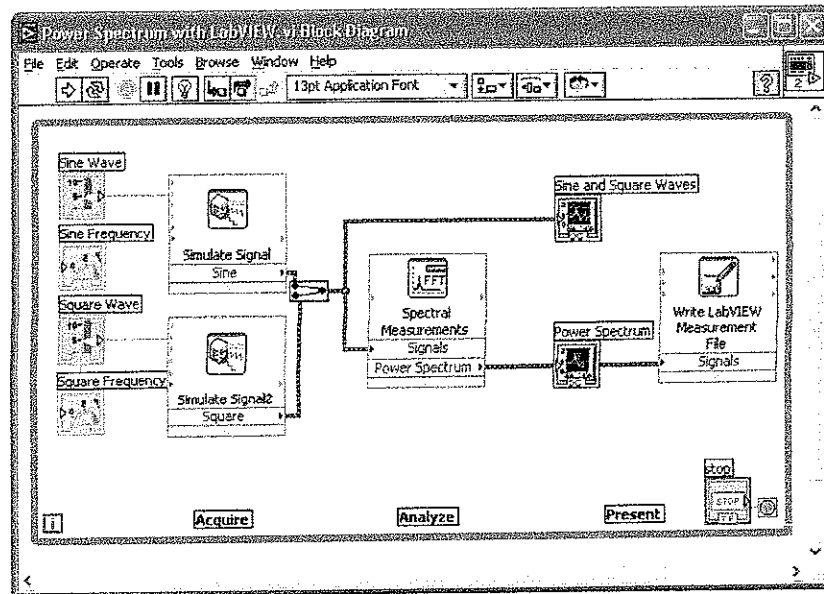


Figura 9. Diagrama de bloques LabVIEW
FUENTE: NATIONAL INSTRUMENTS Foros

- Icono/conector que son los medios para conectar un VI dentro de otros Vis
- VIs expreso que son los VIs interactivos con pagina de dialogo configurable y los Vis estándar que son los VIs modulares y personalizables mediante cableado.
- Las paletas de control para el panel frontal

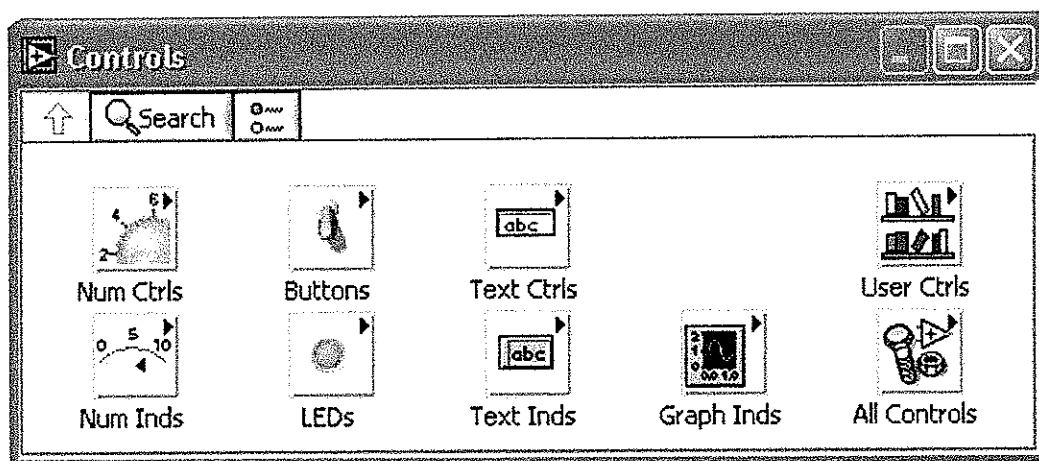


Figura 10. Paleta de control del panel frontal de LabVIEW
FUENTE: Autor

- Las paletas de funciones para el diagrama de bloques

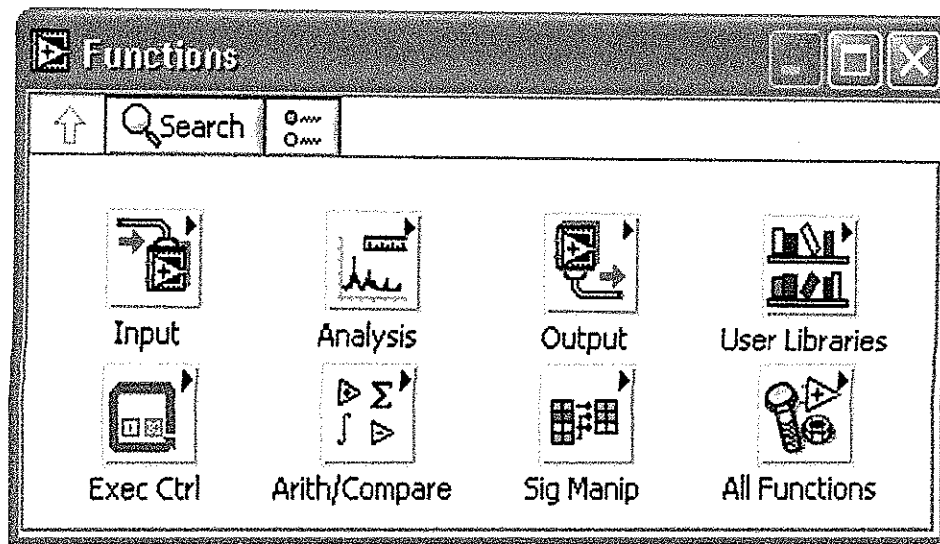


Figura 11. Paleta de funciones diagrama de bloques de LabVIEW

FUENTE: Autor

- La paleta de herramientas que es una paleta flotante utilizada para operar y modificar objetos en el panel frontal y en el diagrama de bloques.

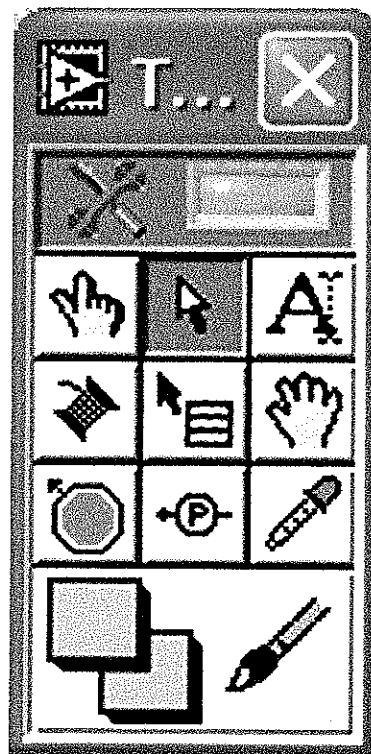


Figura 12. Paleta de herramientas flotante de LabVIEW

FUENTE: Autor

Todo esto son las bases principales para poder crear un instrumento virtual en LabVIEW VI (virtual instrument)

Luego es cuestión de cablear y utilizar todas las herramientas que ofrece este software de instrumentación para crear los programas deseados, otra opción que ofrece es la creación de subVIs este es un VI que puede ser utilizado dentro de otro VI similar a una subrutina el cual tiene Ventajas como:

Modular, fácil para eliminar errores, no tiene que crear códigos, requiere menos memoria.

En el proceso de la creación de un subVI se encuentran los siguientes pasos:

- se crea un icono el cual el cual representa un VI dentro de otro diagrama de bloques.
- Se crea un conector en el cual se muestran las terminales disponibles para transferir datos.
- Se asignan las terminales, se hacen en el panel frontal definiendo las conexiones escogiendo un control o indicador a cada uno de las terminales del conector.
- Se salva o guarda el nuevo VI

Luego para poder utilizar este VI como subVI se abre una nueva ventana de trabajo en la cual se realiza el nuevo programa donde se va a utilizar el creado anteriormente, se puede acceder a el arrastrándolo desde donde se guardo o desde su icono creado para ser utilizado.

6.3.4. Adquisición de datos en LabVIEW

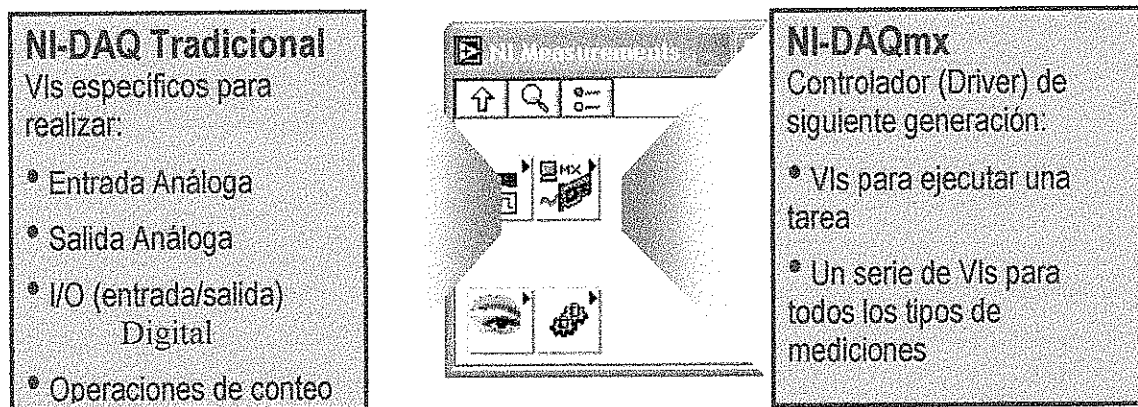


Figura 13. Ventana de adquisición de datos en NI Measurements

FUENTE: NATIONAL INSTRUMENTS Foros

La plataforma de Adquisición de Datos en LabVIEW contiene una plataforma para la NI-DAQ tradicional y una para NI-DAQmx, los VIs tradicionales están divididos por el tipo de medición, los VIs DAQmx están divididos por el tipo de tarea.

Antes de utilizar la Adquisición de Datos de VIs se debe completar varios pasos. Los dispositivos deben ser configurados para las computadoras en esta clase.

1. El software NI-DAQ debe estar instalado en la computadora.
2. Debe tener instalada una tarjeta E-series DAQ y esta debe ser configurada usando el Explorador de Automatización & Medición (Measurement & Automation Explorer (MAX)).

6.4. TARJETAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS

Entre las empresas que trabajan con tarjetas de adquisición de datos tenemos:



Figura 14. Logotipos empresas distribuidoras y productoras de tarjetas De Adquisición de datos

FUENTE: www.directindustry.com

6.4.1. Tarjeta de adquisición de datos NI USB 6009

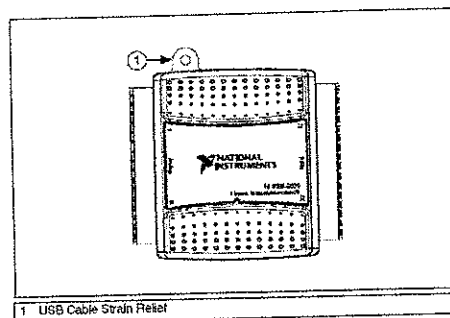
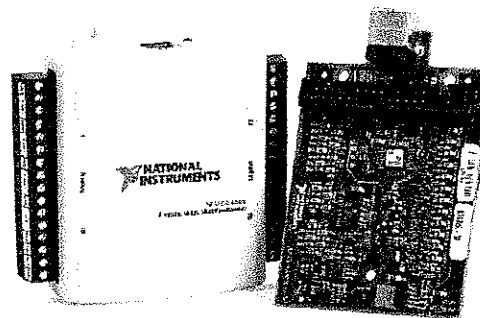


Figure 1. NI USB-6008/6009 Top View

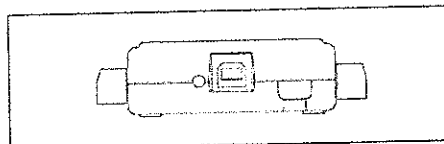


Figure 2. NI USB-6008/6009 Back View

Figura 15. Tarjeta de adquisición de datos NI USB 609
FUENTE: NATIONAL INSTRUMENTS

NI USB-6009 proporciona la conexión de ocho canales de entrada analógica (AI), dos canales de salida analógica (AO), 12 de entrada / salida digital (DIO).

La tarjeta NI USB-6008 es la anterior a la NI USB-6009 y son muy parecidas aunque la 09 tiene algunas ventajas como:

Características	NI USB 6008	NI USB 6009
AI resolución	12 bits diferencial, 11 bits de una sola Terminal	14 bits diferencial, 13 bits de una sola Terminal
AI máxima frecuencia de muestreo, Single Channel *	10KS/s	48KS/s
AI máxima frecuencia de muestreo, Múltiples Canales (agregados) *	10KS/s	48KS/s
Configuración DIO	Colector abierto	colector abierto o activo en unidad

Tabla 2. Diferencias entre modelos NI USB 6008 y 6009

FUENTE: Especificaciones tarjeta

En esta parte de la investigación de información sobre la tarjeta de adquisición de datos NI USB 6009 una de las prioridades fueron el data sheet y las especificaciones las cuales por su extensión no son mostradas en este trabajo pero son las que mas se toman en cuenta, esta tabla mostradas anteriormente fue tomada de estos dos mencionados.

7. DESCRIPCION DEL PROYECTO

7.1. DISEÑO METODOLÓGICO.

Siguiendo el cronograma realizado en el anteproyecto se procede a la búsqueda de información necesaria comenzando por los módulos robóticos en cuanto a su funcionamiento sus partes que dispositivos poseen sus manuales y especificaciones para familiarizarse y poder trabajar con ellos fácilmente. Luego de esto se clasifica la información y se obtiene la más importante. Toda la información obtenida de los módulos robóticos fue tomada de los cd's de especificaciones de cada uno de ellos, esta información es muy superficial aunque suficiente para lo que se necesita saber sobre estos módulos.

En la búsqueda de la información sobre adquisición de datos y la tarjeta NI USB 600 se halló la página de NATIONAL INSTRUMENTS en donde se encontró todo lo referente a los dispositivos que se utilizan en el proyecto como sus especificaciones, su manual, su data sheet y otros con lo cual se puede comenzar a desarrollar experimentos de adquisición y envío de datos, también se averigua sobre instrumentación virtual y empresas en el mundo que trabajan sobre esta y sobre tarjetas de adquisición de datos.

La búsqueda de información sobre que empresas universidades o grupos de investigación que han trabajado con tarjetas de adquisición de datos para el estado del arte se comienza a realizar no solo por la teoría sino por la importancia que representa esta como guía en el desarrollo del trabajo y saber que tanto se ha trabajado en estos temas, en donde están ubicadas como se llaman y que tipo de utilización le habían dado a las tarjetas. Al contar con esta información necesaria se organiza y se comienza a trabajar con los elementos con los que se cuentan, se toman fotos de los módulos robóticos para realizar un inventario y posteriormente probar su funcionamiento.

En el momento de la instalación del software de la tarjeta de adquisición de datos y los discos que vienen con el como el LabVIEW 7.1 y el NI-DAQmx 1.4 para comenzar a realizar todas las pruebas y observar su funcionamiento, en el proceso de instalación de los discos no se presentó ningún problema pero al momento de realizar programas con LabVIEW, no se podían correr lo primero que se pensó es que eran errores en los programas pero al probar los ejemplos del software tampoco se pudo con la constante de que siempre se presentaba el mismo error que era el 200170 este no permitía entrar ni salir voltajes desde la tarjeta de adquisición de datos NI USB 6009.

7.2 ESQUEMA SIMPLIFICADO

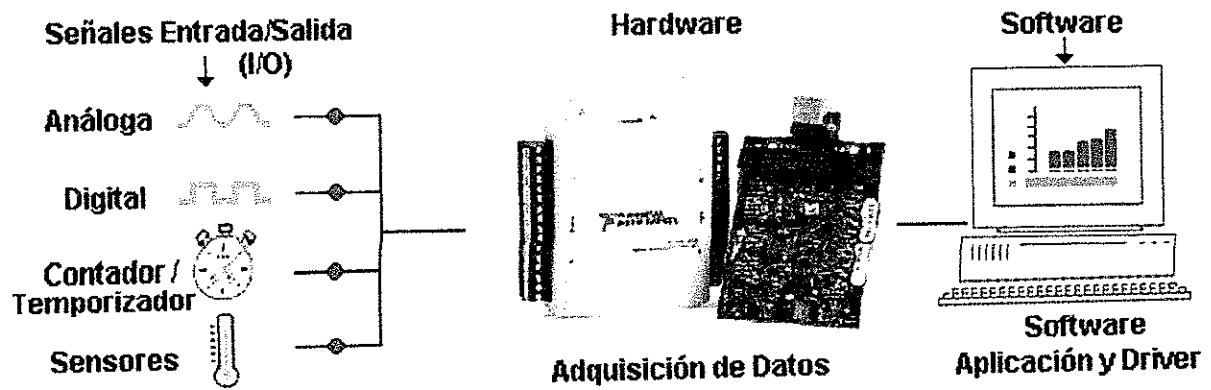


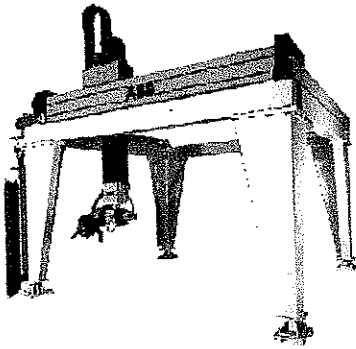
Figura 16. Diagrama de adquisición de datos basada en P.C.
Fuente: Autor

En la figura anterior se observa el esquema simplificado del modelo de adquisición de datos con la tarjeta NI USB 6009, en la primera parte se encuentran las señales que se pueden ingresar u obtener desde y hacia la tarjeta como señales análogas y digitales el temporizador y los sensores los cuales pasan por la tarjeta y llegan al computador donde se encuentra el software, que son 3 las partes primordiales de un sistema virtual (PC, una tarjeta de adquisición de datos y el software apropiado), de la misma forma desde el software se envían señales que son procesadas por la tarjeta y de hay a las salidas de la misma dependiendo la configuración.

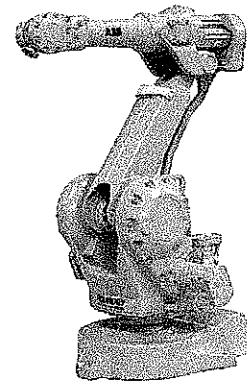
8. MÓDULOS ROBOTICOS

¹¹ Son maquinas que realizan tareas complejas según un software específico, este tipo de aparatos han alcanzado un gran desarrollo y hoy en día se aplican técnicas de inteligencia artificial en su construcción; el resultado mas asombroso de esta evolución es que los robots no solo ejecutan trabajos pesados y repetitivos sino que son capaces de “aprender” de sus propios errores.

¹² Los módulos robots tienen una estructura morfológica muy sencilla. Sobresalen por sus altas prestaciones en cuanto a velocidad, para realizar tareas en entornos muy estructurados. Sin embargo, sus aplicaciones prácticas, requieren que los entornos de trabajo no sean excesivamente complejos (pocos obstáculos). Tanto la sencillez en su construcción como en el control son sus tareas más destacadas, siendo idóneos en determinadas aplicaciones como la alimentación de máquinas herramientas.



Robot cartesiano



Robot articulado

Figura 17. Módulos Robóticos
FUENTE: Elai Robótica

¹¹ Master magazine portal de tecnología {en línea} {fecha de consulta: 27 de noviembre 2008} disponible en <http://www.mastermagazine.info/termino/6556.php>

¹² Elai robótica {en línea} {fecha de consulta: 28 de noviembre de 2008} disponible en: <http://www.elai.upm.es/spain/Asignaturas/Robotica/TrabajosROVA/Rob3.doc>

8.1. ROBOT CARTESIANO

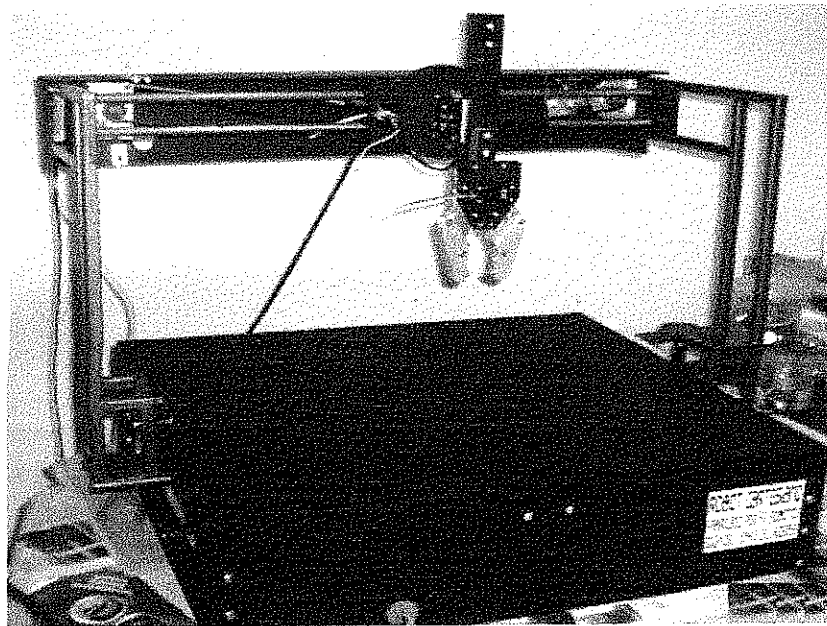


Figura 18. Robot Cartesiano
FUENTE: Autor

APLICACIONES:

- Acondicionamiento de señales para instrumentación electrónica.
- Uso de algoritmos de posición, velocidad y aceleración en el espacio
- Lógica difusa y controladores digitales microcontrolados y microprocesados.
- Implementación de controladores por modelamiento en espacio de estados, métodos algebraicos, teoría de control, Redes neuronales y visión artificial.
- Desarrollo de investigaciones sobre nuevas aplicaciones y teorías descubiertas en el ambiente de laboratorio.
- Generación de algoritmos de trayectorias y hardware reconfigurable.
- Control no lineal, algoritmos adaptativos y aplicaciones biomédicas

El modulo robótico cartesiano cuenta con 4 motores eje x, eje y, eje z y el pich los cuales entregan señales análogas de corriente y voltaje, también cuenta en el eje x con un tacogenerador que en el momento de trabajo entrega un voltaje de 500Mv, en el eje y cuenta con un motogenerador que en el momento de trabajo entrega hasta unos 600mV, por ultimo posee una pinza que es movida por un servomotor la cual tiene un sensor de posición (potenciómetro logarítmico de 10K Ω).

En las señales digitales se cuenta con un sensor fin de curso On-Off, un encoder incremental de 110 pasos esto en el eje x e igual en el eje y, en el eje z se cuenta con otro fin de curso y otro encoder incremental pero de 45 pasos, por ultimo se encuentra otro fin de curso y un encoder incremental de 29 pasos en el eje pich.

8.2. ROBOT ARTICULADO O MANIPULADOR



Figura 19. Robot Articulado

FUENTE: Autor

APLICACIONES:

- Acondicionamiento de señales para instrumentación electrónica.
- Uso de algoritmos de posición, velocidad y aceleración en el espacio
- Lógica difusa y controladores digitales microcontrolados y microprocesados.
- Implementación de controladores por modelamiento en espacio de estados, métodos algebraicos, teoría de control, Redes neuronales y visión artificial.
- Desarrollo de investigaciones sobre nuevas aplicaciones y teorías descubiertas en el ambiente de laboratorio.
- Generación de algoritmos de trayectorias y hardware reconfigurable.
- Control no lineal, algoritmos adaptativos y aplicaciones biomédicas.

En el modulo robótico articulado se encuentran señales análogas de voltaje y corriente en los actuadores que posee, cuenta con 4 motores, el de la base, el hombro el codo y la muñeca, además de otras señales analógicas que se encuentran en algunos sensores, en la base un potenciómetro lineal de $100K\Omega$, en el hombro otro potenciómetro lineal de $100K\Omega$, en la muñeca un potenciómetro logarítmico de $10K\Omega$ y en la pinza otro lineal de $10K\Omega$.

Señales digitales solo se encuentra un sensor fin de curso en el hombro que entrega un 1 y un 0 de forma On-Off.

6.3 TABLA ACTUADORES Y SENSORES MÓDULOS ROBOTICOS

E.I.: ENCODER INCREMENTAL

MÓDULO ROBOTICO	ACTUADORES		SENSORES	
	Análogo	Digital	Análogo	Digital
ARTICULADO	4 Motores (12V)		2 Potenciómetros lineales de 100K Ω y 2 de 10K Ω	1 Fin de curso
CARTESIANO	4 Motores (12V)		2 Tacogeneradores (500 y 600mV) 1 Potenciómetro Logarítmico de 10K Ω	4 Fin de curso 2 E.I. de 110 pasos 1 E.I. de 45 pasos 1 E.I. de 29 pasos
Total	8	0	7	9

Tabla 3: Actuadores y sensores módulos robóticos

Fuente: Autor

9. REVISION HERRAMIENTAS LABVIEW Versión 8.5

El hecho de ensayar con diferentes programas los cuales generan errores que se van corrigiendo y van entregando cada vez un numero mayor de posibilidades y opciones de trabajo en el software de instrumentación LabVIEW genera en el programador mayor experiencia en la corrección de los errores y una mayor visión en toda la complejidad del software en el momento de programar. Por esto se realiza un programa con un nivel mayor de complejidad que fue la transformación de grados centígrados a Fahrenheit donde el usuario introduce un numero en grados centígrados y el programa en un tiempo “real” le entrega el resultado en grados Fahrenheit, este se realiza con dos números complejos un multiplicador y un sumador, un numero constante y uno variable *donde se introduce el dato que se desea hallar el programa obtenido es el siguiente:*

9.1 CONVERSION GRADOS CENTÍGRADOS GRADOS FAHRENHEIT

9.1.1. Panel frontal °C °F

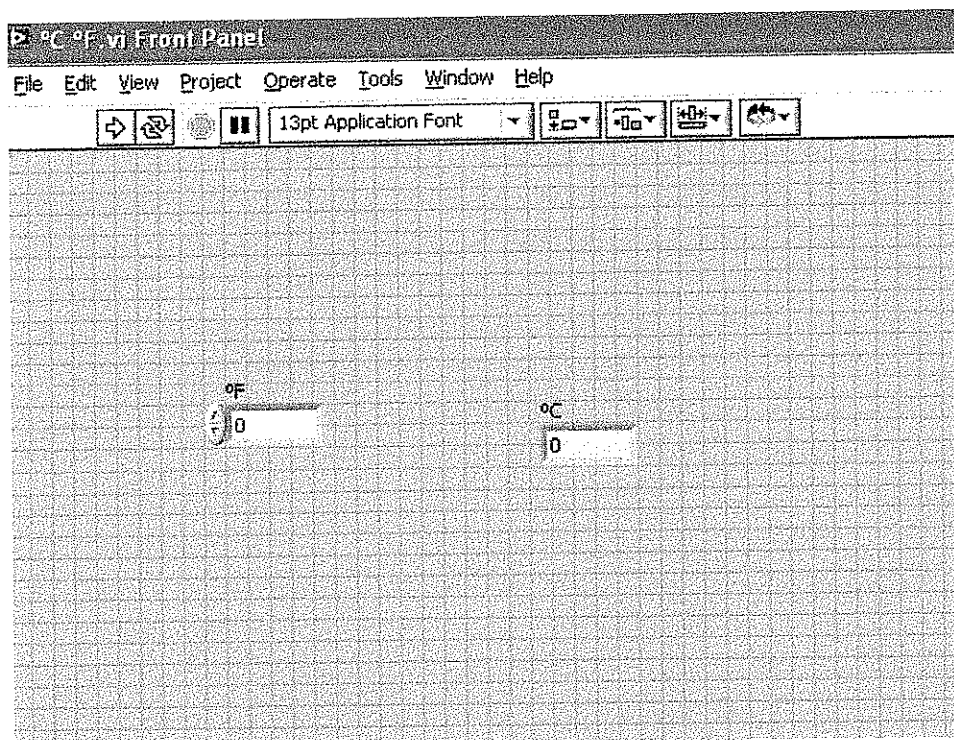


Figura 20. Panel frontal conversor grados centígrados grados Fahrenheit

FUENTE: Autor

9.1.2 Diagrama de bloques °C °F

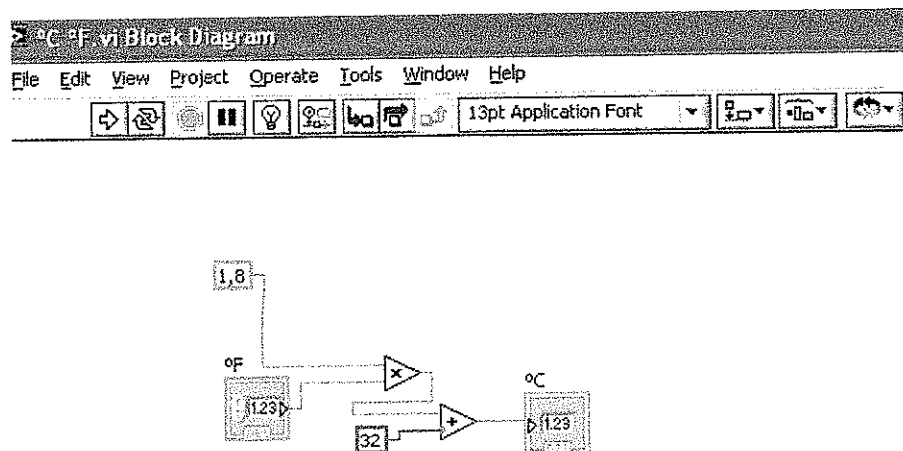


Figura 21. Diagrama de bloques conversor grados centígrados grados Fahrenheit
FUENTE: Autor

En el proceso de la creación de un programa completo el cual posea VIs, subVIs y adquisición de datos se comienza por uno normal como el anterior creado y de este se procede al desarrollo de programas mas complejos donde se crean lazos de instrumentos virtuales que posean unos mismos a ellos pero con una función diferente y que estén dentro de el VI principal para el ahorro de espacio mayor flexibilidad a los cambios del usuario además de mayor facilidad en la corrección de errores. El anterior es un programa sencillo donde un juego de sumas y multiplicaciones dos números constantes al ser conectados entre si generan el cambio de grados centígrados a grados Fahrenheit. Con este programa se comienza un proceso el cual lleva a la creación de subVIs los cuales van desglosando todos los aspectos necesarios para trabajar en el software de instrumentación como graficas, loops tratamiento de señales y por ultimo adquisición de datos.

Se crea un programa de un nuevo VI guardando el anterior programa como subVI siguiendo todos los pasos como la creación del icono y los conectores para poder salvar los programas en la forma correcta y de este modo generar un cambio de temperatura visualizándolo en uno de los termómetros que ofrece LabVIEW y generando cambios desde una perilla análoga. Gracias a la creación del subVI se puede escoger para este un conector de salida y uno de entrada, y gracias a este se genera un cambio que otorga la posibilidad de escoger que temperatura se puede hallar por medio de un switch, diferente al comienzo donde solo se podía introducir un valor de grados centígrados y convertirlo en grados Fahrenheit.

9.2 TERMÓMETRO SUBVI Y VI

Tomando el programa creado anteriormente y guardándolo como VI principal, se procede a identificar los conectores de entrada y salida como también su icono para ser reconocido luego en el momento de ser utilizado.

9.2.1 Panel frontal Termómetro subVI y VI

En este panel frontal se encuentra la perilla de cambios de temperatura el switch donde se escoge si se desea hallar grados centígrados o Fahrenheit el termómetro donde se puede visualizar la temperatura en forma grafica y un display adyacente al termómetro que muestra el valor que se va presentando en el mismo.

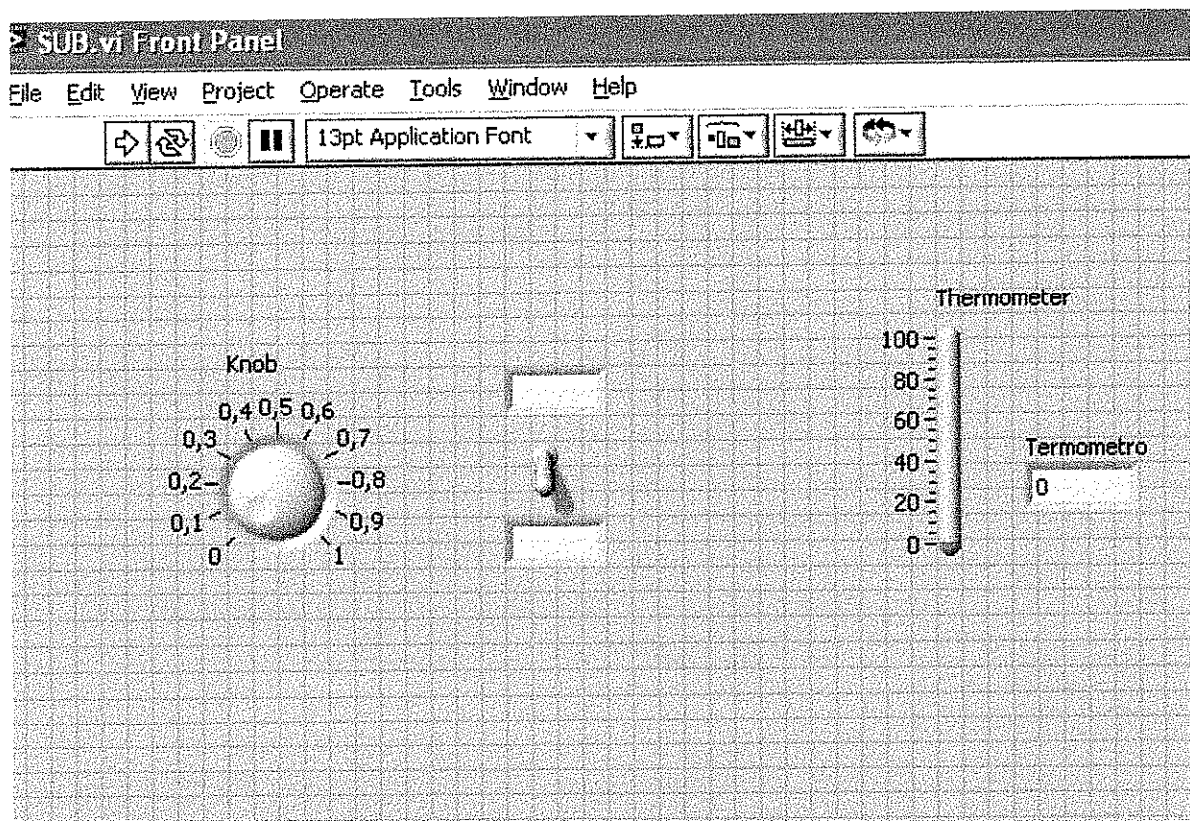


Figura 22. Panel frontal VI y subVI grados centígrados grados Fahrenheit

FUENTE: Autor

9.2.2 Diagrama de bloques Termómetro subVI y VI

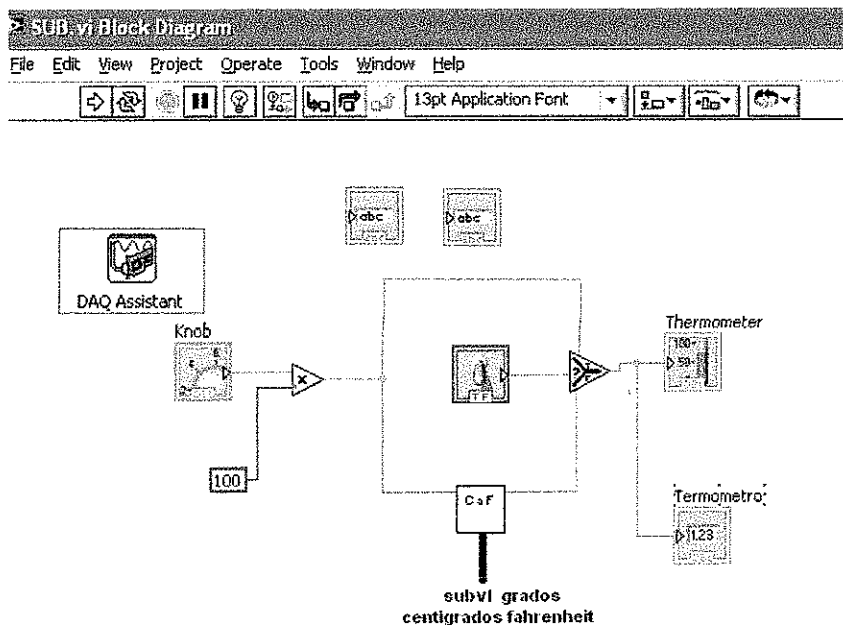


Figura 23. Diagrama de bloques VI y subVI grados centígrados grados Fahrenheit

FUENTE: Autor

En este diagrama de bloques se puede observar el DAQ Assistant que es la opción para adquisición de datos en LabVIEW aunque aún no se está utilizando correctamente debido a un problema con el reconocimiento de la tarjeta, también se puede ver el subVI del programa anterior (la forma en la que se observa es la forma en que el usuario guarda el icono y es como se reconoce en el siguiente VI).

Cada subVI creado es un VI principal el cual se puede abrir en un programa nuevo para ser utilizado de tal forma que ahorre espacio y permita crear variaciones sin alterar su función principal.

Icono que representa el programa:

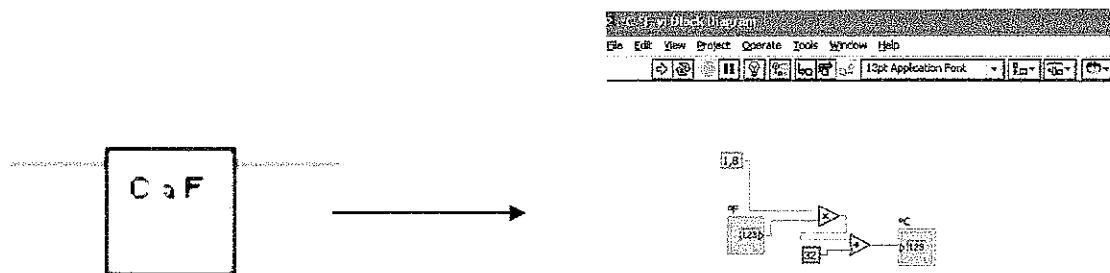


Figura 24. Visualización del subVI donde se encuentra guardado el programa anterior

FUENTE: Autor

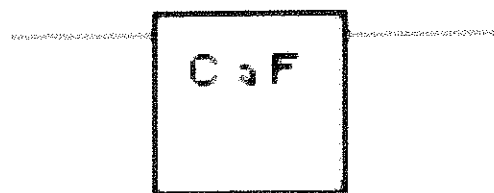


Figura 25. SubVI programa °C a °F

FUENTE: Autor

Se puede observar en este subVI que tiene una entrada y una salida esto es definido desde el panel frontal escogiendo los conectores que se van a utilizar en el momento de crear el siguiente programa. Esta parte es muy importante porque desde ese punto se puede evitar o crear nuevos errores para el nuevo VI que se va a crear.

Estableciendo un programa donde se pueda graficar los cambios de temperatura generados por el usuario se podrá visualizar todo lo realizado hasta el momento y de esta manera aprender a manejar los graficadores que ofrece LabVIEW para ensayar por primera vez una grafica que posteriormente será utilizada para tomar los valores adquiridos por la tarjeta de adquisición de datos y visualizarlos en uno de los graficadores que ofrece LabVIEW.

9.3 LOOP GRAFICA DE TEMPERATURA

Este programa recibió el nombre de loop (ciclo) porque en este se genera un while loop (Ciclo mientras) que es utilizado para que en el momento que va graficando siga tomando los nuevos datos entonces MIENTRAS grafica sigue recibiendo información por el subVI que se los va entregando.

9.3.1 Panel frontal Loop grafica de temperatura

En este panel frontal se puede visualizar la onda de cambio de temperatura por medio de una grafica tipo chart y se puede variar la velocidad de toma de datos por medio de un slide, un stop para el parado de la misma y un Value que es el tipo de grafica que se desea mostrar en la pantalla.

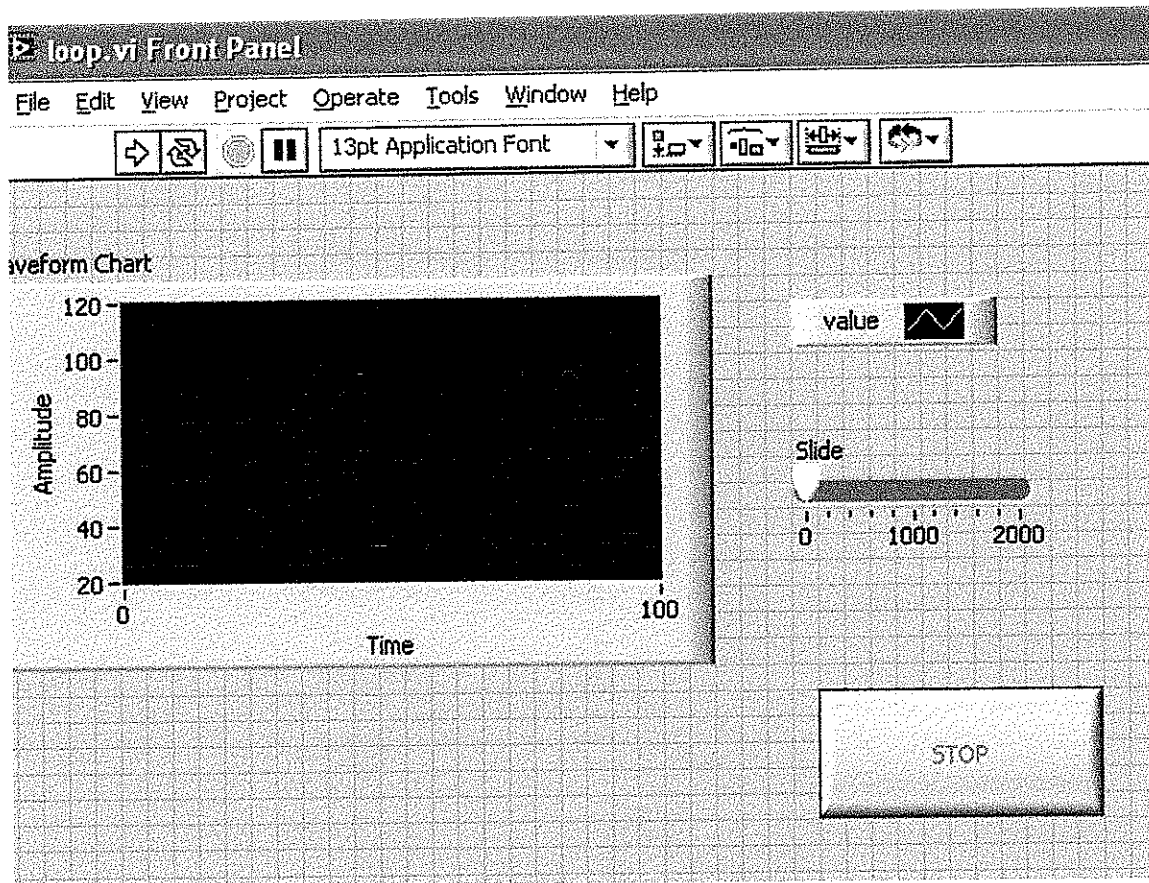


Figura 26. Panel frontal grafica de temperaturas
FUENTE: Autor

9.3.2 Diagrama de bloques Loop grafica de temperatura

En el diagrama de bloques se puede ver el subVI de los grados centígrados a grados Fahrenheit donde se grafican los cambios presentados en cuanto a temperaturas este programa consta de un slide que maneja la toma de datos de la grafica y un Time Delay que controla el tiempo de la grafica, una constante que dividida por el Slide permite visualizar los valore en la grafica, el Stop del While loop para que la continua entrada de datos pueda ser detenida cada vez que se desea.

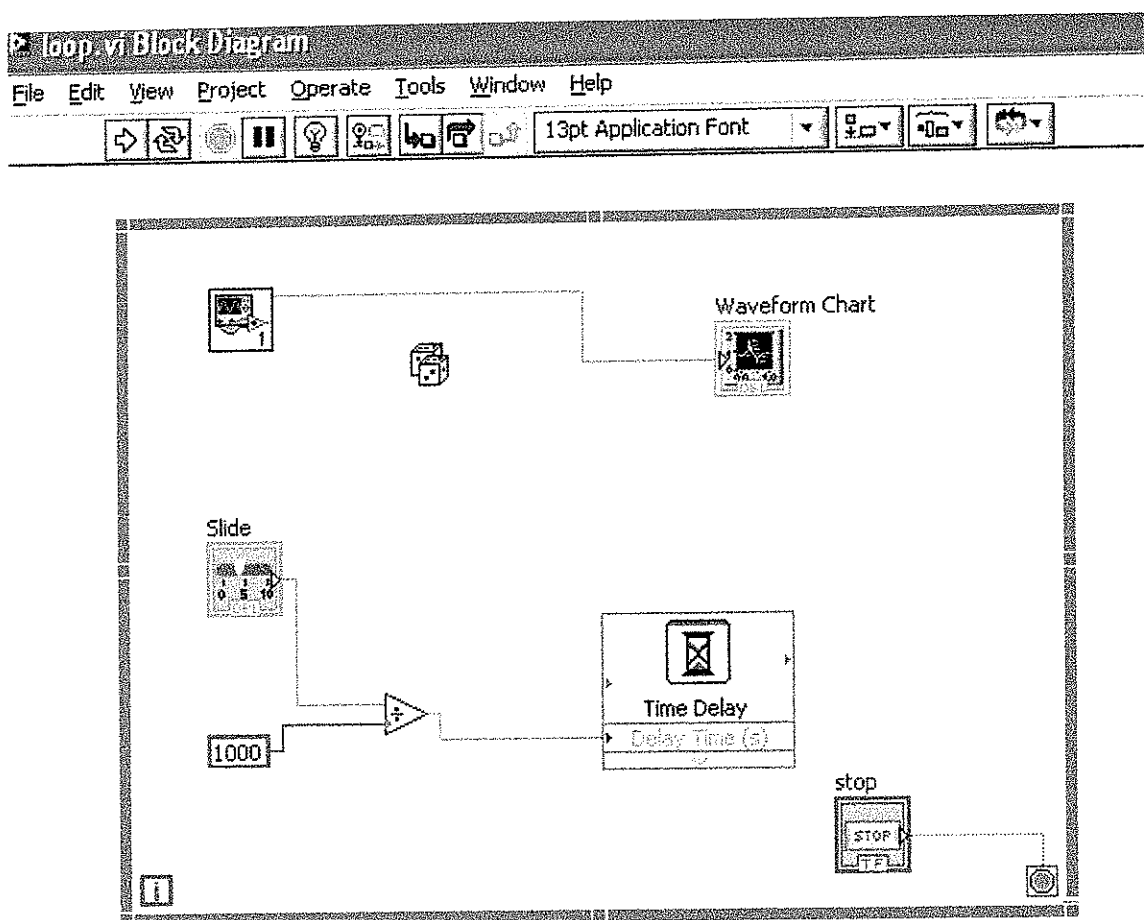


Figura 27. Diagrama de bloques grafica de temperaturas

FUENTE: Autor

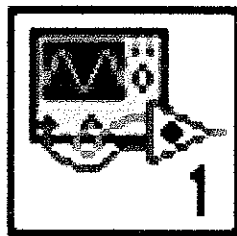


Figura 28. SubVI de grados centígrados a grados Fahrenheit
FUENTE: Autor

En este subVI se puede observar que solo se le ha asignado un conector de salida el cual va directo a la graficadora que va mostrando los cambios de temperatura con respecto al tiempo, gracias al While loop el programa va graficando lo enviado por el subVI y la grafica depende de el Time Delay porque están dentro del mismo ciclo.

Después de trabajar con las diferentes herramientas ofrecidas por LabVIEW se procedió al estudio de nuevas herramientas que ofrece el software de instrumentación, como los Active X observando ejemplos como el programa de un tanque el cual será explicado a continuación:

9.4. SIMULADOR DE TANQUE

Es un programa muy complejo en el cual se muestra el cambio de nivel de un tanque lleno de agua la cual se evapora al ser calentada, este presenta 3 graficas la primera muestra el rango de entrada, la segunda muestra el nivel del tanque y la tercera muestra la temperatura del tanque cada grafica es versus tiempo y están acompañadas de un display donde muestra el rango, también muestra un tanque que lleno de agua que se va desocupando a medida que se calienta el mismo, en otros displays muestra los niveles máximos y mínimos de los rangos que se pueden tener o variar para el trabajo que se desea desarrollar:

9.4.1 Panel frontal simulador de tanque

En este panel frontal se puede observar los Active X del programa que son toda la grafica del tanque y el simulador de fuego que se observa en la parte inferior del mismo, este es un programa muy completo porque presenta graficas que varían simultáneamente con el cambio de nivel que presenta el tanque y cada una de las herramientas principales están controladas por un subVI como el nivel, el promedio y la temperatura que se presenta en el tanque de los cuales se hace el muestreo en las graficas.

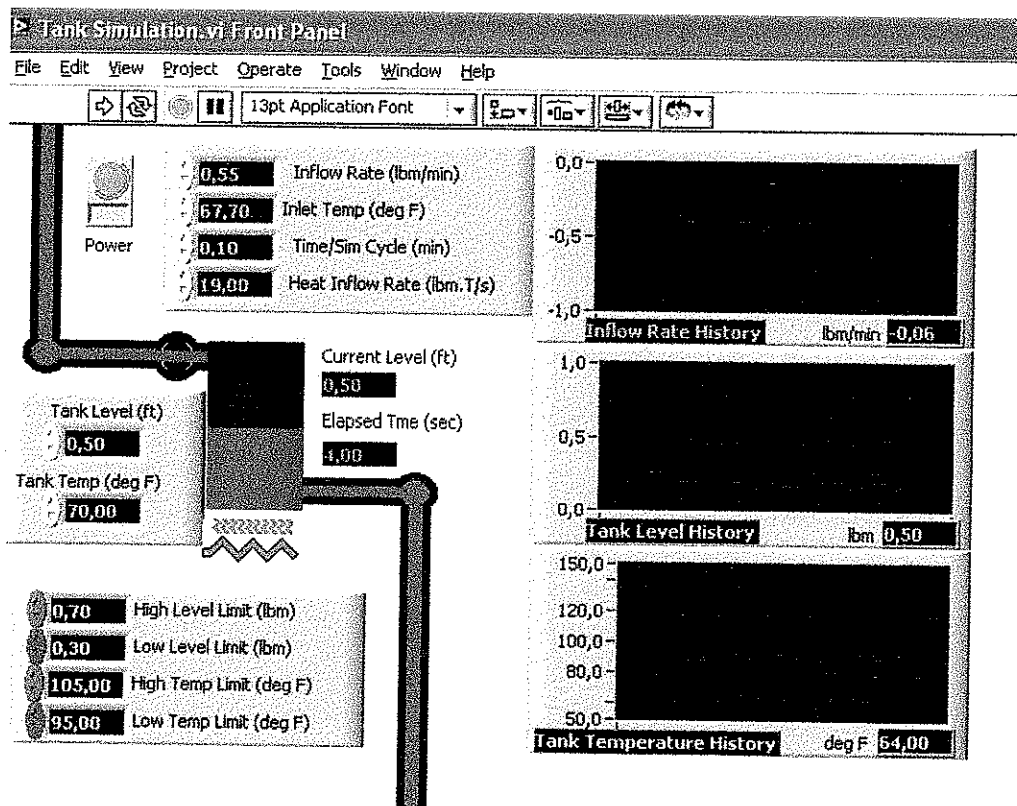


Figura 29. Panel frontal tanque
FUENTE: Autor

9.4.2 diagrama de bloques simulador de tanque

En este diagrama de bloques se encuentra la parte estructural del programa en este se puede ver los subVIs utilizados los cuales serán explicados a continuación, se puede ver el uso de herramientas como multiplicadores y sumadores aparte de números constantes que en su mayoría son para cuadrar la visualización de las graficas porque sus niveles pueden ser bajos. Todos los DBL que se observa en esta grafica pueden reconocerse con el clic derecho del Mouse en la opción VIEW AS ICON la cual es utilizada para ahorrar espacio y dar un mayor orden al diagrama de bloques.

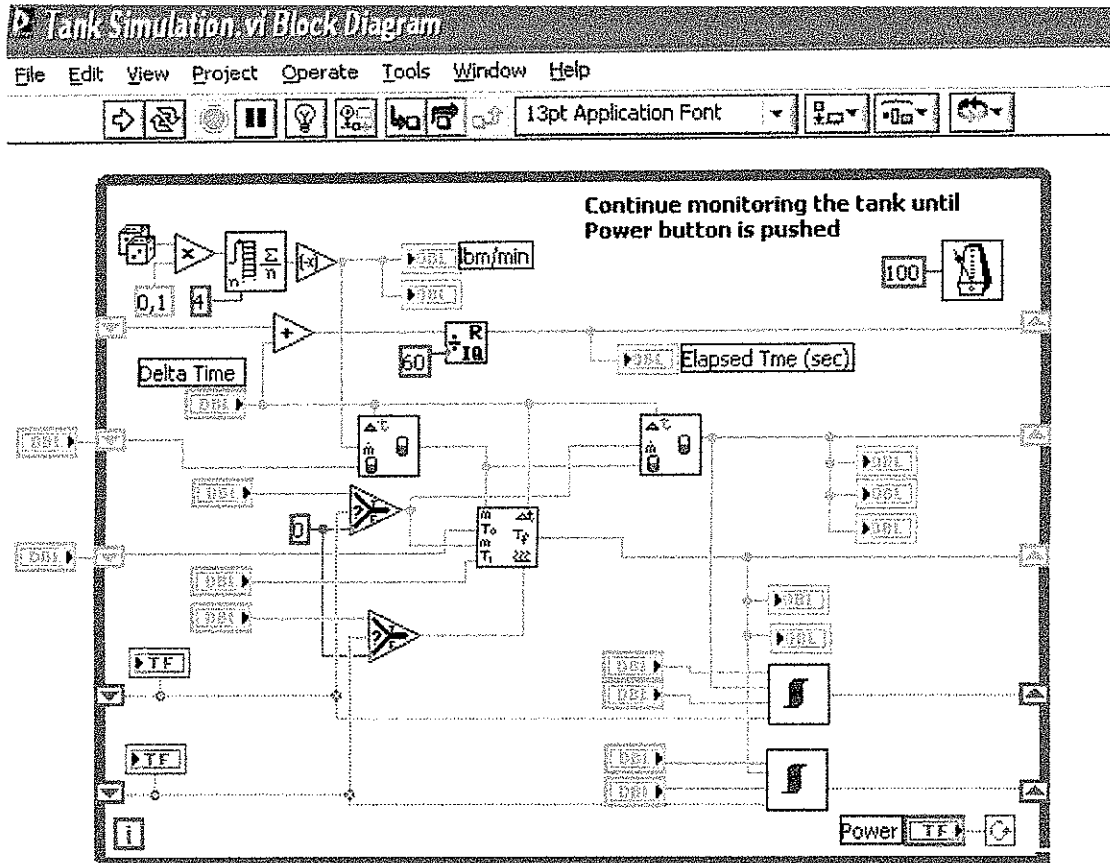


Figura 30. Diagrama de bloques tanque
FUENTE: Autor

Este programa cuenta con varios subVIS los cuales controlan el sistema general como nivel del tanque, el promedio etc., a continuación se da una breve explicación de cada uno de los subVIS presentes y de su icono de presentación además de los conectores con los que cuenta cada uno.

9.4.2.1 Primer subVI que controla el promedio del tanque

Este programa por medio de comparaciones y sumatorias mantiene el nivel del tanque con dos rutas una falsa y una verdadera dependiendo en donde se encuentre el nivel si es muy bajo lo llena y si es muy alto detiene la válvula de llenado de esta forma no tener excesos en el active x para lograr una perfecta visualización, en la grafica se observa los cambios promedio del nivel del tanque esta controla que no sean cambios bruscos que puedan llegar a sobre llenar el tanque o dejarlo totalmente vacío.

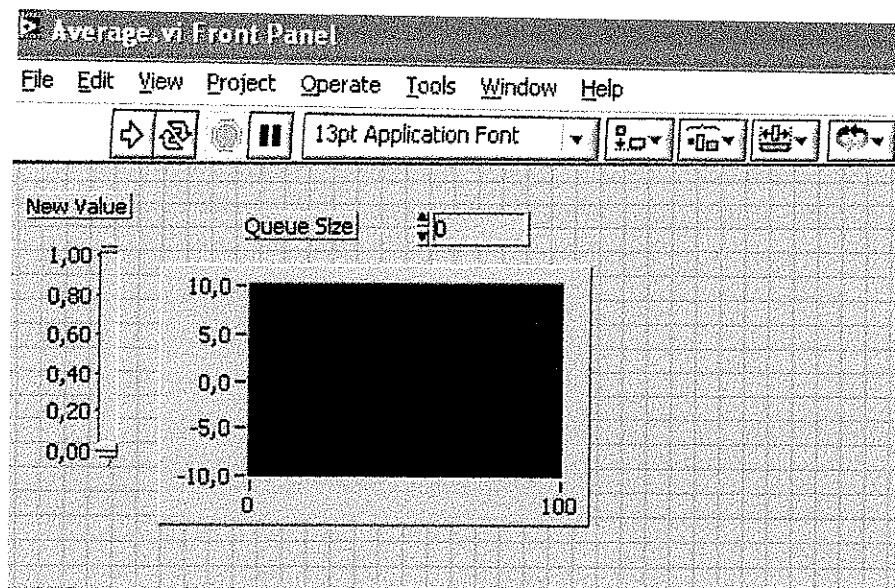


Figura 31. Panel frontal subVI promedio del tanque

FUENTE: Autor

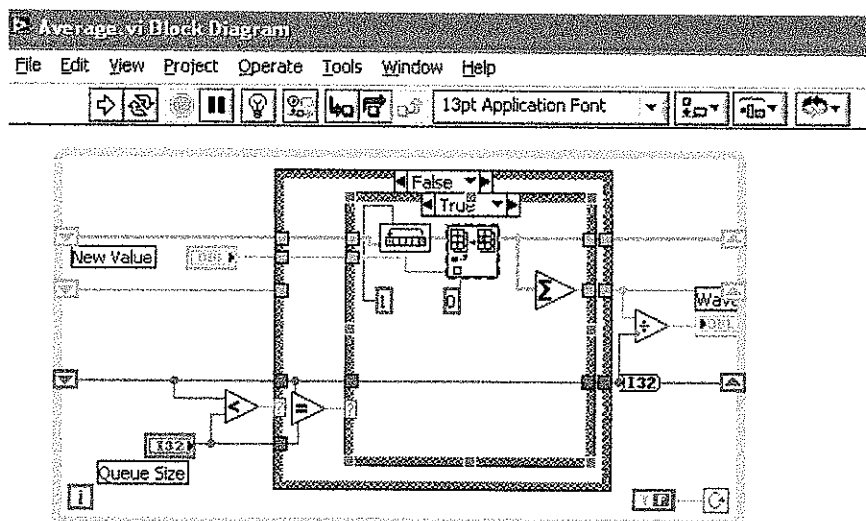


Figura 32. Diagrama de bloques subVI promedio del tanque

FUENTE: Autor

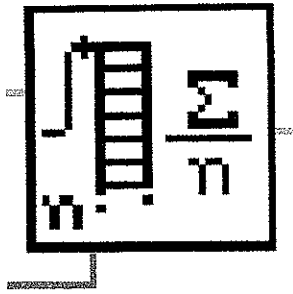


Figura 33. Icono subVI figuras 28 y 29

FUENTE: Autor

Este es el subVI que representa en el diagrama de bloques al programa del promedio del tanque como se puede ver en la figura posee dos conectores de entrada y un conector de salida, su grafico es una escala de sumatoria dividido en un numero n de datos que van entrando a el mismo.

9.4.2.2 Segundo subVI, controla el nivel del tanque

Este programa controla el nivel del tanque y los cambios en las graficas. Es un programa sencillo donde se multiplica el tiempo transcurrido por el caudal que entra y se suma al nivel que se lleva de esta forma y continuamente va entregando un nuevo nivel y controlando que el nivel no valla a ser uno que no pueda tener el tanque ni muy bajo ni muy alto, en el panel frontal se puede observar dos tanques el primero que controla el nivel inicial del tanque y el segundo donde llega el nuevo nivel que después de un conteo pasa a ser el nivel inicial.

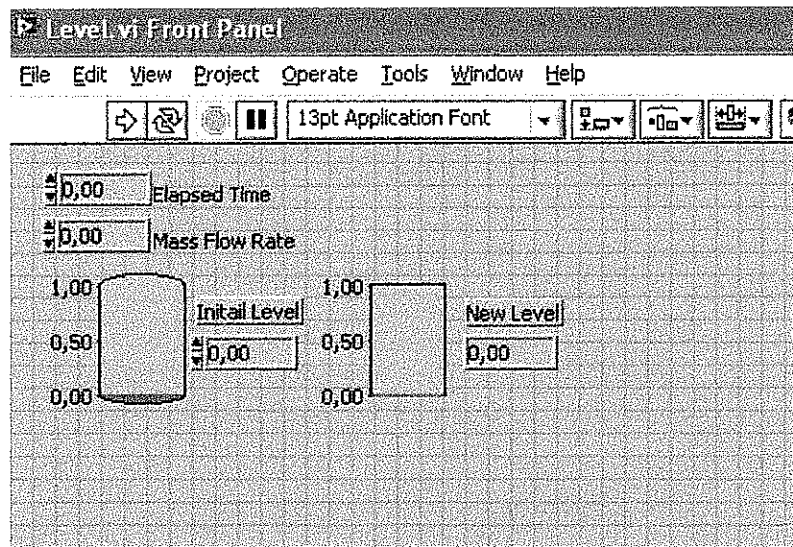


Figura 34. Panel frontal del control del nivel del tanque

FUENTE: Autor

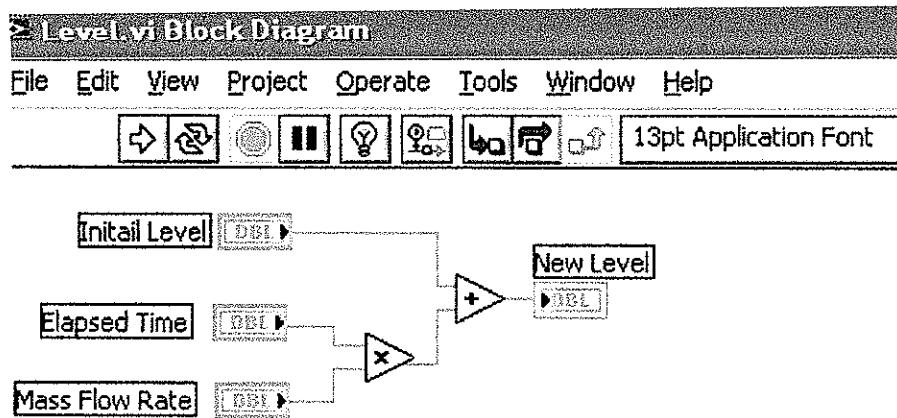


Figura 35. Diagrama de bloques control del nivel del tanque
FUENTE: Autor

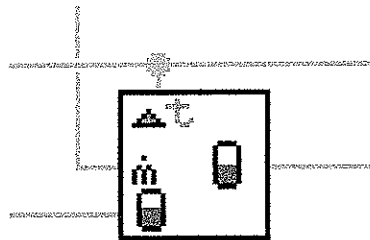


Figura 36. Icono subVI de las figuras 31 y 32
FUENTE: Autor

Este es el subVI que representa en el diagrama de bloques al programa del nivel del tanque como se puede ver en la figura posee tres conectores de entrada, un conector de salida y un conector de entrada salida, la grafica dentro del subVI muestra dos tanques con un tiempo variante.

9.4.2.3 Tercer subVI, controla la temperatura:

El programa controla la temperatura del tanque por medio de una serie de multiplicaciones de datos que van llegando de los anteriores subVIs todos datos introducidos por el usuario los cuales después se suman y se dividen como se observa en el diagrama de bloques entregando como resultado una nueva temperatura, el sistema es controlado como se puede ver en el panel frontal por cambios de datos que varían dependiendo de los niveles y promedios que lleve el tanque para ir entregando una nueva temperatura que a la vez va cambiando el nivel en este subVI se puede ver que todos trabajan dependiendo de todos.

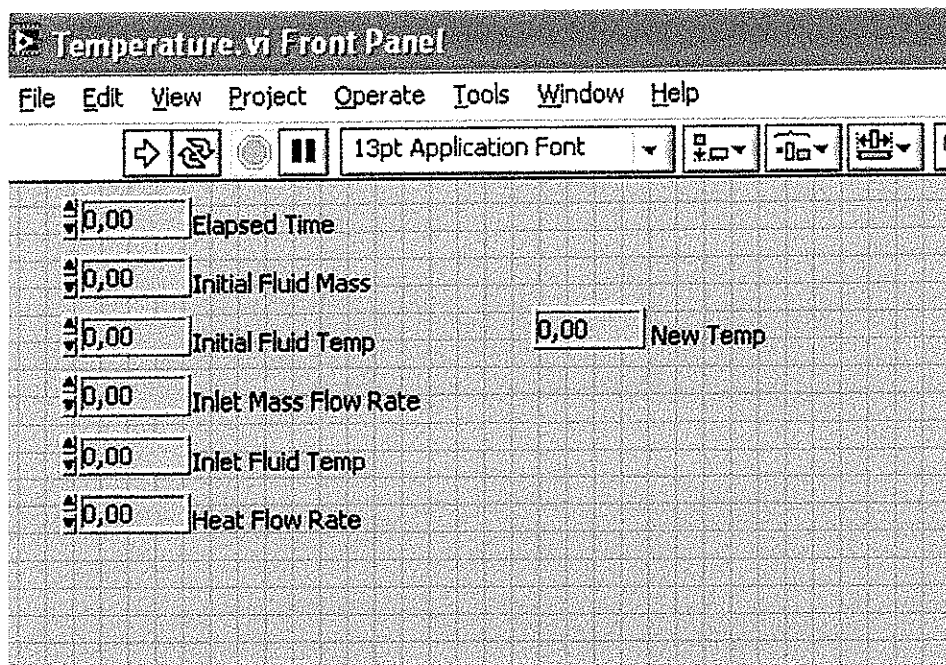


Figura 37. Panel frontal controla temperatura del tanque

FUENTE: Autor

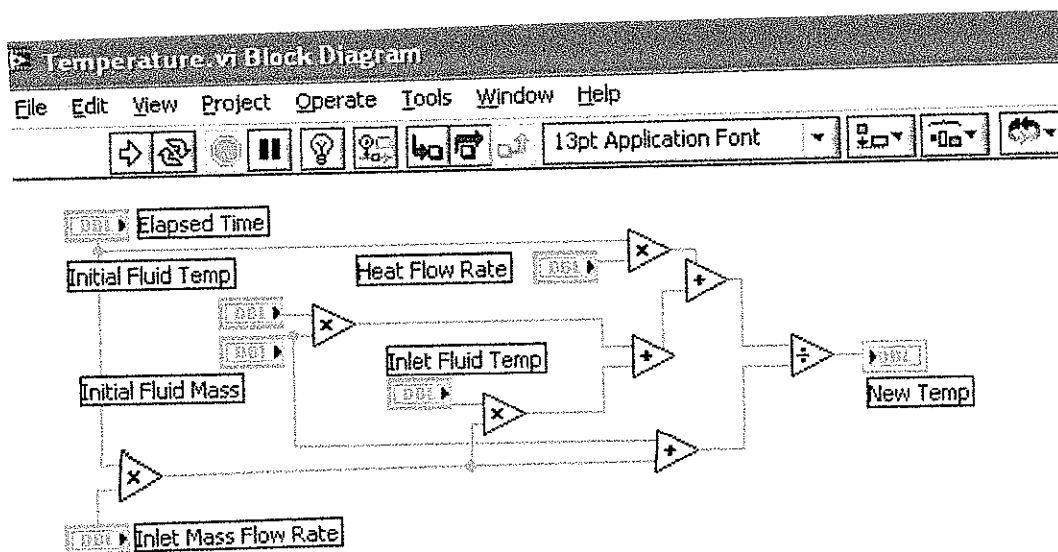


Figura 38. Diagrama de bloques controla temperatura del tanque
FUENTE: Autor

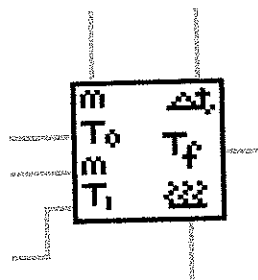


Figura 39. Icono subVI de las figuras 34 y 35
FUENTE: Autor

Este subVI que representa en el diagrama de bloques al programa del control de temperatura del tanque como se puede ver en la figura posee seis conectores de entrada y un conector de salida, la grafica del subVI representa las temperaturas entrantes y salientes dependiendo de los niveles y del tiempo.

9.4.2.4 Cuarto subVI, controla los cambios de estado:

Este programa controla los cambios de estado de todo el sistema, estos son los que mas se presentan pues cuando esta funcionando o corriendo la temperatura y el nivel esta cambiando constantemente dependiendo uno del otro. Todos estos cambios son controlados por medio de compuertas AND, OR y NOT también con mayor que y un menor que y por medio de comparaciones como se observa en el diagrama de bloques las entradas después de ser procesadas entregan una salida para al final tener un nuevo estado.

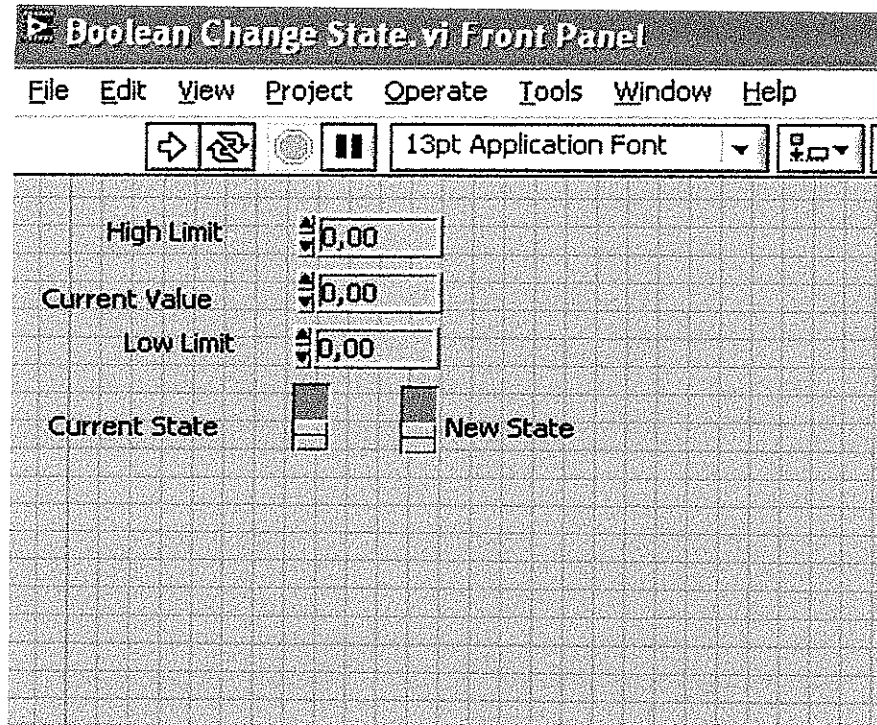


Figura 40. Panel frontal controla los cambios de estado
FUENTE: Autor

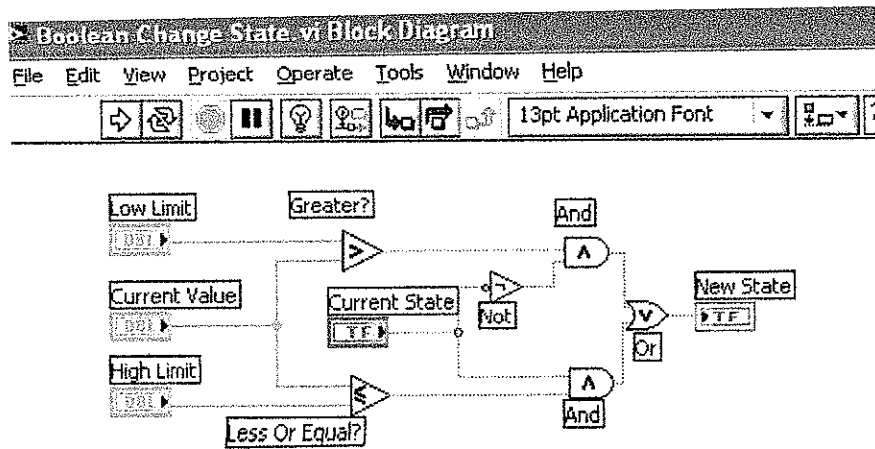


Figura 41. Diagrama de bloques controla los cambios de estado
FUENTE: Autor

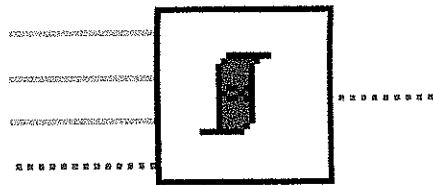


Figura 42. Icono subVI de las figuras 37 Y 38
FUENTE: Autor

Este es el subVI que representa en el diagrama de bloques al programa que controla los cambios de estado del tanque como se puede ver en la figura posee cuatro conectores de entrada y un conector de salida.

9.5 PUERTO PARALELO

El siguiente programa muestra la comunicación desde el computador por el puerto paralelo para una adquisición y envío de datos.

9.5.1. Panel frontal adquisición de datos puerto paralelo

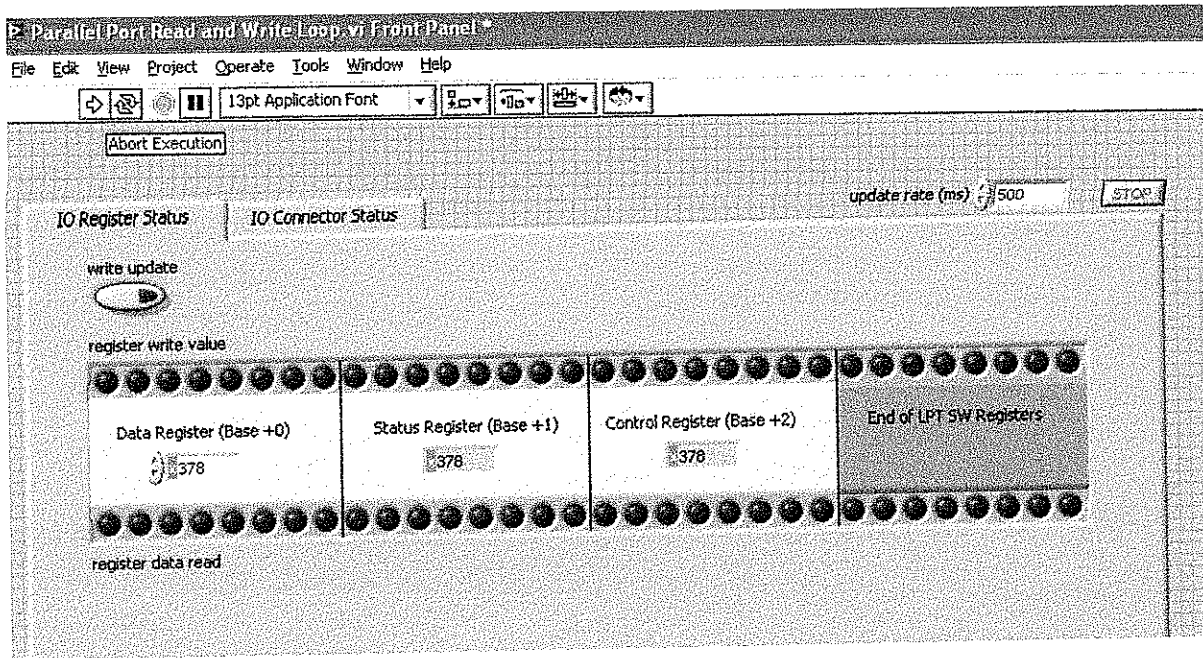


Figura 43. Panel frontal adquisición de datos Puerto paralelo
FUENTE: Autor

9.5.2. Diagrama de bloques adquisición de datos puerto paralelo

Este programa muestra un ejemplo de cómo utilizar el puerto de entrada y el puerto de salida de una forma continua en el puerto paralelo de datos, controlando el estado y los registros para actualizarlos cuando el usuario especifica

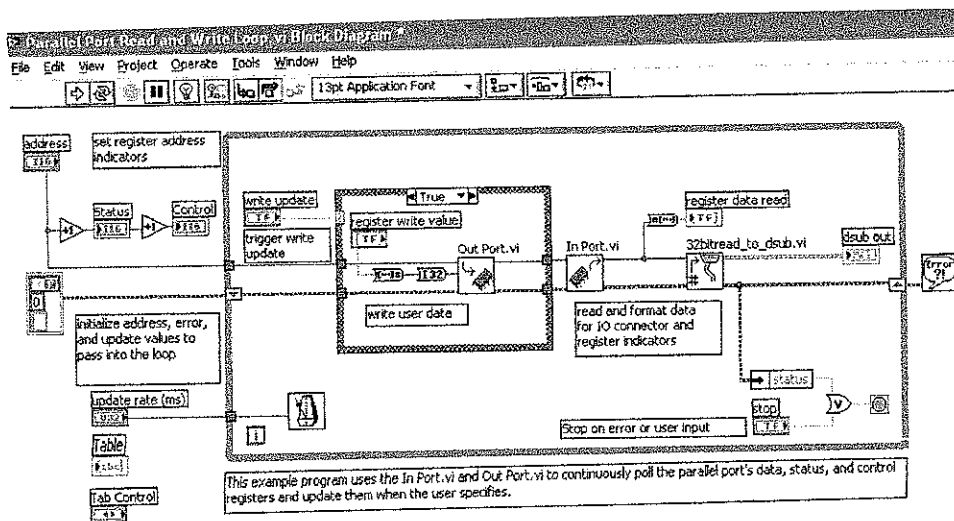


Figura 44. Diagrama de bloques adquisición de datos Puerto paralelo
FUENTE: Autor

9.5.2.1. Panel frontal subVI control de salida 32 bits del puerto

Este subVI controla los 32 bits de salida del puerto paralelo

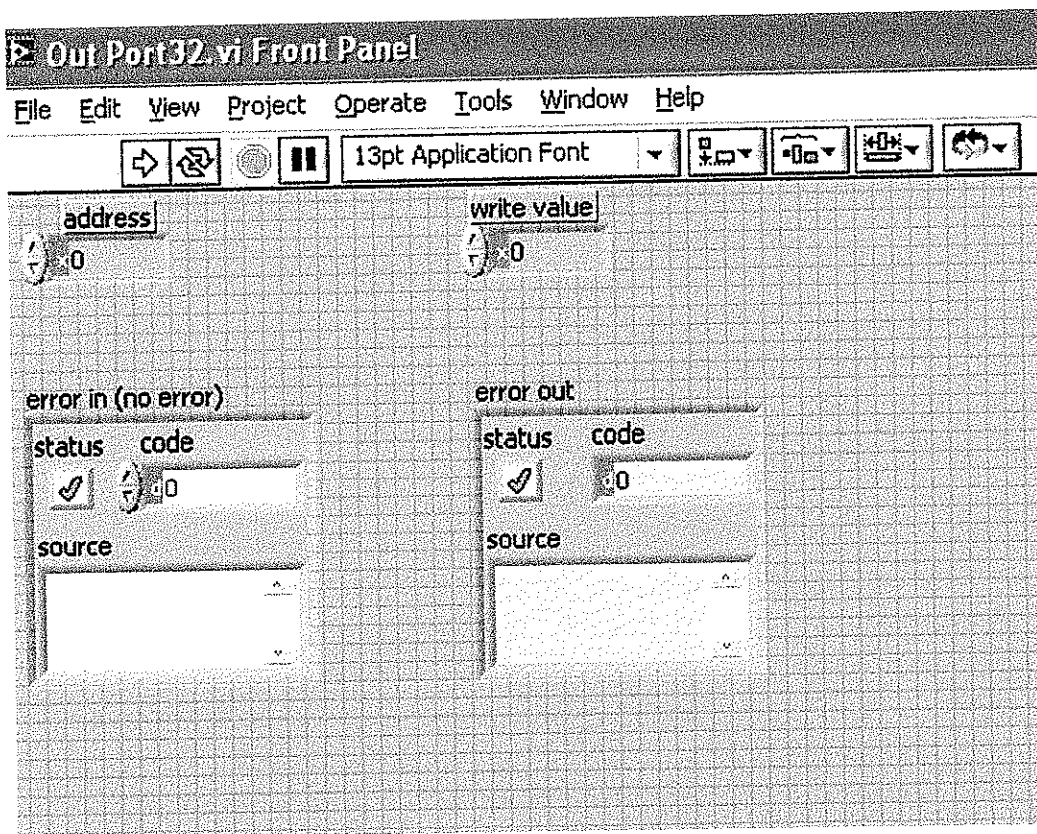


Figura 45. Panel frontal subVI control de salida 32 bits del puerto
FUENTE: Autor

9.5.2.2. Diagrama de bloques subVI control de salida 32 bits del puerto

Este VI se utiliza escribir una palabra doble (32 bits) de datos a los equipos de entrada/salida del rango de memoria. Direcciones por encima de los 32 bits del rango de memoria no están soportadas por este VI

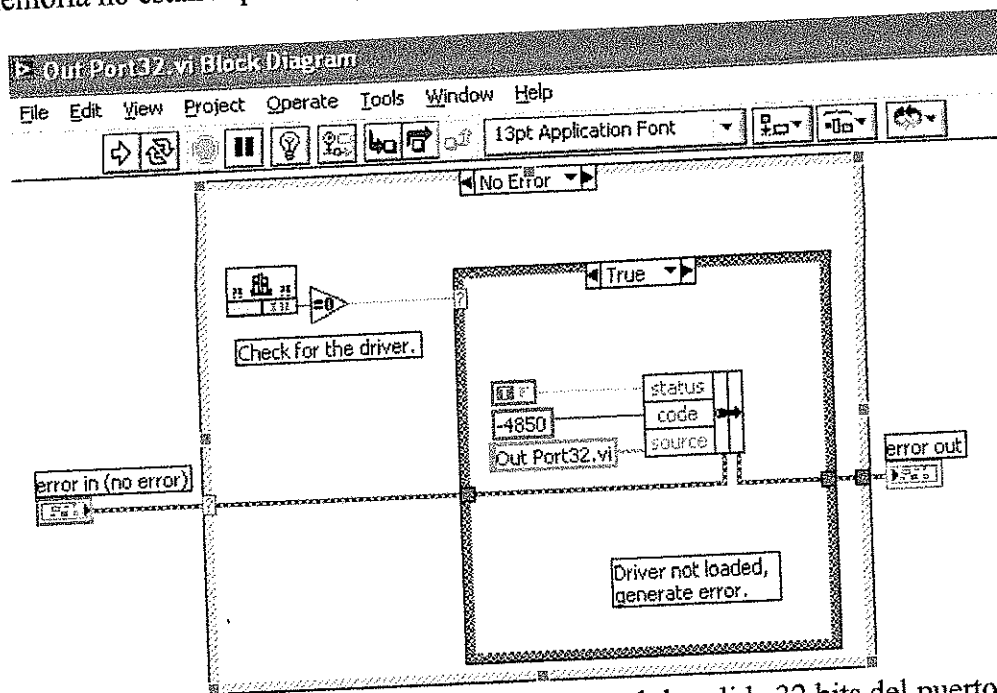


Figura 46. Diagrama de bloques subVI control de salida 32 bits del puerto
FUENTE: Autor

9.5.2.3. Panel frontal subVI de la lectura de los 32 bits

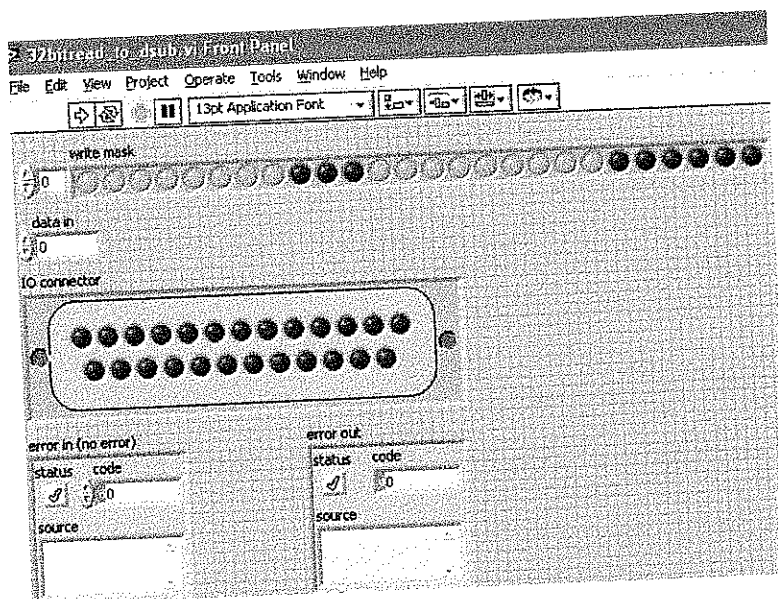


Figura 47. Panel frontal subVI control de salida 32 bits del puerto
FUENTE: Autor

9.5.2.4. Diagrama de bloques subVI de la lectura de los 32 bits

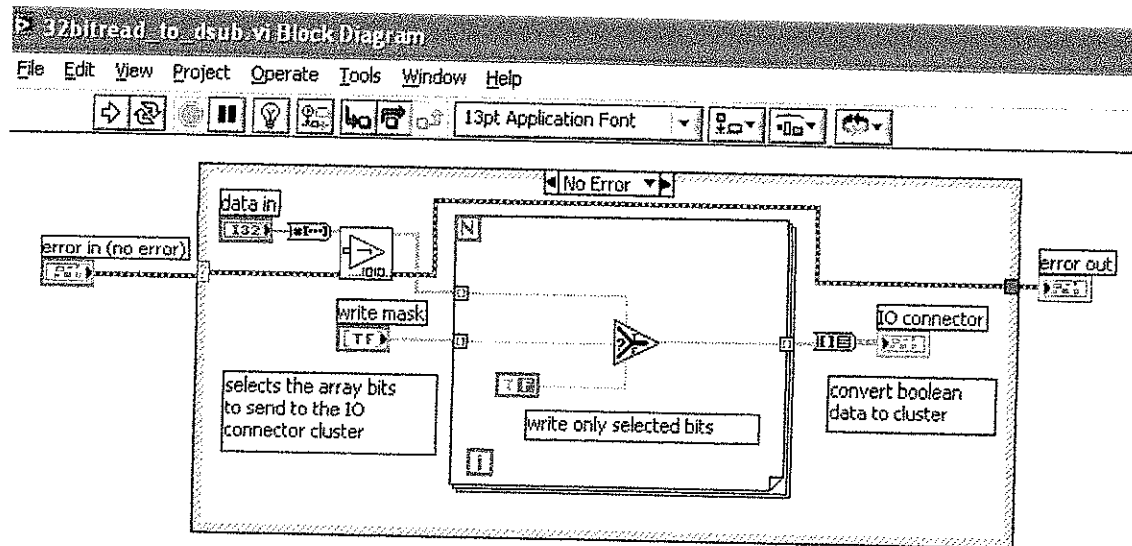


Figura 48. Diagrama de bloques subVI de la lectura de los 32 bits
FUENTE: Autor

9.5.2.5. Panel frontal subVI figura 47

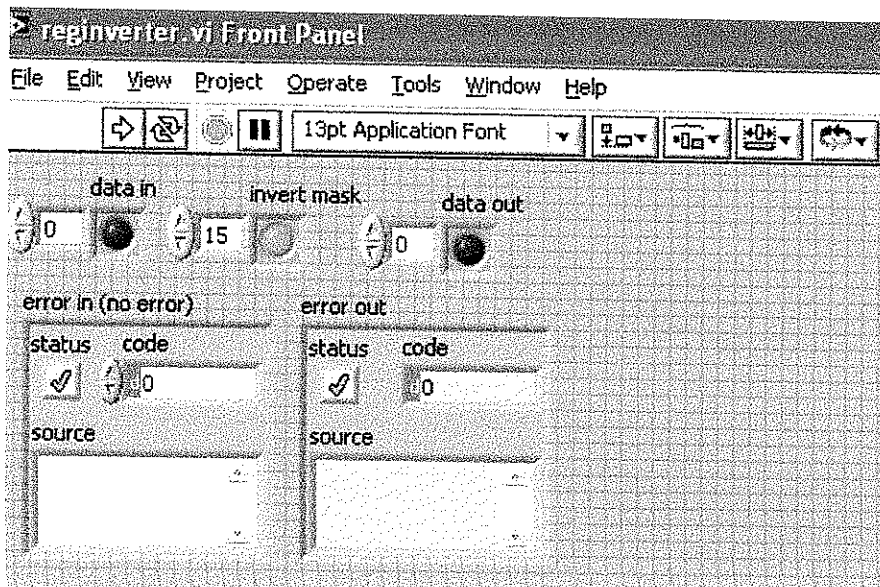


Figura 49. Panel frontal subVI figura 47
FUENTE: Autor



9.6 PUERTO SERIAL

9.6.1. Panel frontal escritura y lectura del puerto serial

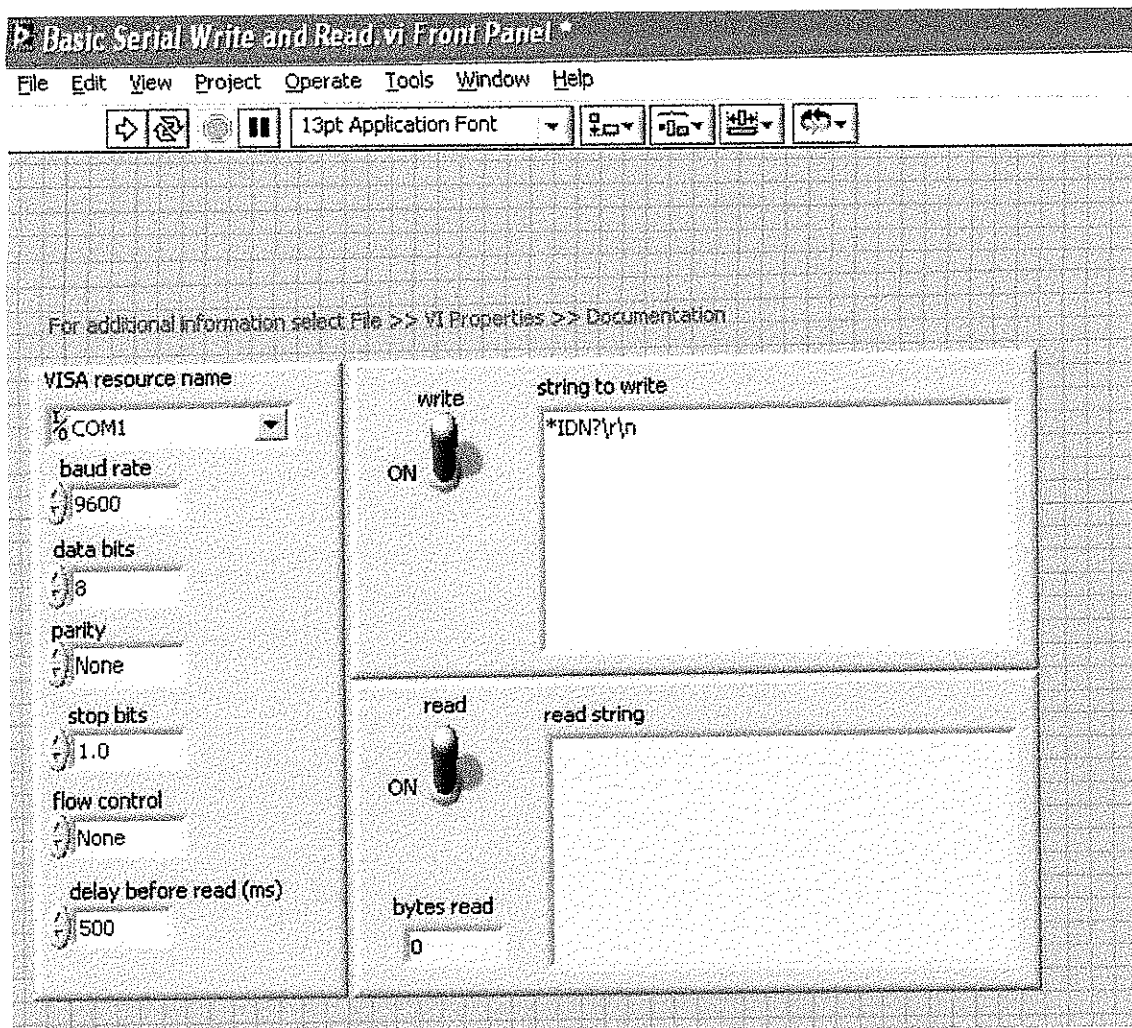


Figura 51. Panel frontal escritura y lectura del puerto serial
FUENTE: Autor

9.6.2. Diagrama de bloques escritura y lectura del puerto serial

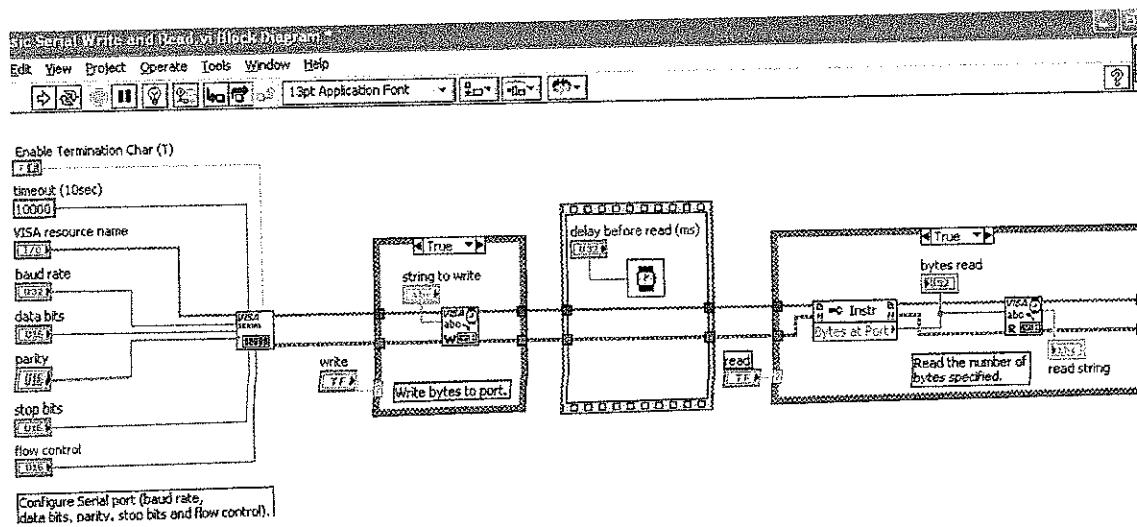


Figura 52. Diagrama de bloques escritura y lectura del puerto serial
FUENTE: Autor

10. TARJETA DE ADQUISICIÓN NI USB 6009

Observar el anexo a donde se encuentran las especificaciones de la tarjeta de adquisición de datos NI USB 6009.

10.1. CARACTERÍSTICAS.

El NI USB-6008/6009 proporciona la conexión a ocho de entrada analógica (AI) canales, dos de salida analógica (AO) canales, el 12 de entrada / salida digital (DIO) canales, y una de 32 bits con un contador de velocidad completa interfaz USB.

Nota Esta revisión manual de actualizaciones de convenciones de nombres para tener en cuenta las convenciones utilizadas en NI-DAQmx. El cuadro 1 se observa la correlación entre los antiguos y los nombres de actualización.

Cuadro 1. Salida digital conductor tipo convenciones de nombres

FUNCIONALIDAD DE HARWARE	TERMINOLOGIA NI-DAQmx
Drenaje abierto	Colector abierto
Push-pull	Activar unidad

Tabla 4: Salida digital conductor tipo convenciones de nombres

Fuente: Especificaciones tarjeta

Cuadro 2. Las diferencias entre el NI USB-6008 y NI USB-6009

Características	NI USB 6008	NI USB 6009
AI resolución	12 bits diferencial, 11 bits de una sola Terminal	14 bits diferencial, 13 bits de una sola Terminal
AI máxima frecuencia de muestreo, Single Channel *	10KS/s	48KS/s
AI máxima frecuencia de muestreo, Múltiples Canales (agregados) *	10KS/s	48KS/s
Configuración DIO	Colector abierto	colector abierto o activo en unidad

Tabla 5: Las diferencias entre el NI USB-6008 y NI USB-6009

Fuente: Especificaciones tarjeta

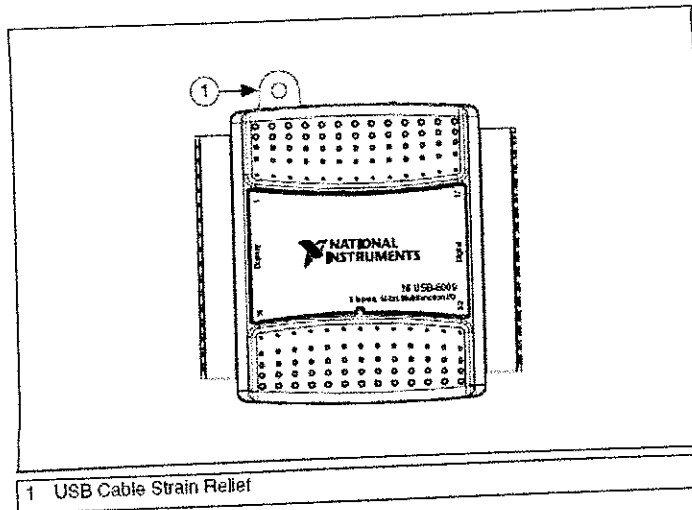


Figure 1. NI USB-6008/6009 Top View

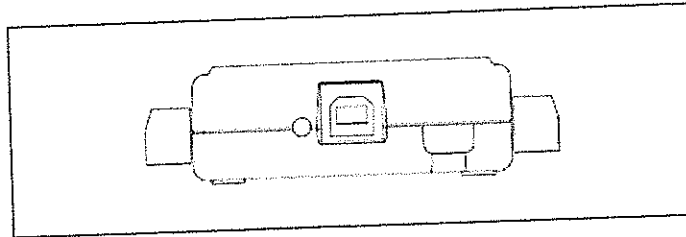


Figure 2. NI USB-6008/6009 Back View

Figura 53. Dimensiones de la NI USB-6008/6009 dispositivo
FUENTE: especificaciones tarjeta

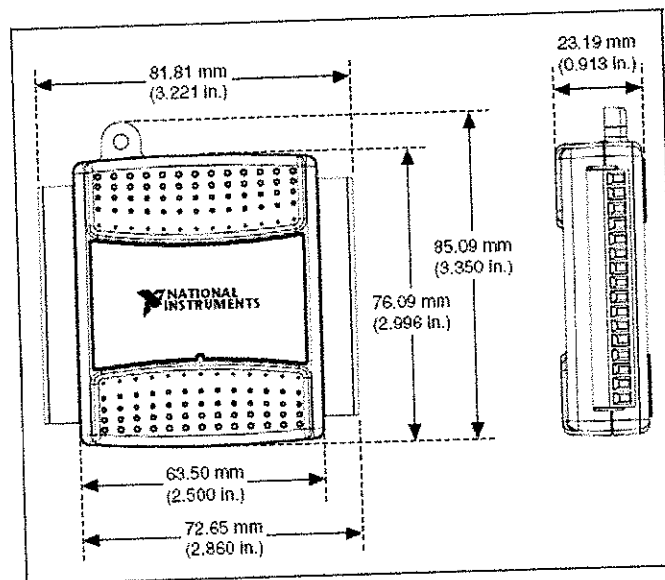


Figura 54. NI USB-6008/6009 en milímetros (pulgadas)
FUENTE: especificaciones tarjeta

10.1.1. Directrices de seguridad

Precaución Operar la NI USB-6008/6009 sólo como se describe en estas instrucciones de funcionamiento.

La siguiente sección contiene información de seguridad importante que se debe seguir cuando la instalación y utilización de la NI USB-6008/6009.

No haga funcionar la NI USB-6008/6009 de una manera que no esté especificada en este documento. El mal uso del dispositivo puede convertirse en un peligro potencial. Puede comprometer la protección de la seguridad incorporada en el dispositivo cuando el dispositivo esté expuesto de alguna manera. Si el dispositivo está dañado, póngase en contacto con National Instruments para su reparación.

No sustituir o modificar el dispositivo excepto en los casos descritos en este documento. Utilice el dispositivo sólo con el chasis, módulos, accesorios, cables que se especifican en las instrucciones de instalación. Se debe tener todos los paneles de trabajo instalados durante el proceso de funcionamiento del dispositivo.

No haga funcionar el aparato en una atmósfera explosiva o en las que pueda haber gases inflamables o vapores. Si tiene que operar el dispositivo en un entorno de este tipo, debe ser en un recinto debidamente valorado.

Si es necesario limpiar el dispositivo, utilice un paño seco. Asegúrese de que el dispositivo está completamente seco y libre de contaminantes, antes de regresar al servicio.

Haga funcionar el dispositivo sólo en o por debajo del Grado de Contaminación 2. La contaminación es el aspecto en el que se mide la capacidad en que puede reducir la rigidez dieléctrica o resistividad de superficie. La siguiente es una descripción de los grados de contaminación:

- Grado de Contaminación 1 es un grado seco, la contaminación 1 no produce conducción. La contaminación no tiene ninguna influencia
- Grado de Contaminación 2 significa que la contaminación afecta u ocurre en algunos casos. Sin embargo, puede generar una conductividad temporal causado por la condensación del ambiente esto se debe prevenir.
- Grado de contaminación 3 significa que la contaminación produce conductividad, la contaminación se convierte en conductora debido a la alta condensación.

Usted debe aislar las conexiones de señal para la tensión máxima para que el dispositivo este trabajando. No exceda la máxima calificación para el dispositivo. No instale el cableado, mientras que el dispositivo este trabajando con señales eléctricas. No es posible eliminar o añadir bloques de conector de energía cuando está conectado al sistema. Evite el contacto entre su cuerpo y la señal del bloque conector al intercambio de señales en conexión. Eliminar el poder de la señal antes de conectar a ellos o ellos y desconectar el dispositivo.

Circuitos que están sometidos a trabajo sobretensión o los circuitos que estén conectados durante la medición o prueba. Establecer categorías de medición estándar donde se muestre los niveles de voltaje que soportan que sean producidos comúnmente en los sistemas de distribución eléctrica. La siguiente es una descripción de medición categorías:

- Medición de la categoría I es para las mediciones realizadas en los circuitos no están directamente vinculadas a la distribución de energía eléctrica del sistema denominado baja tensión. Esta categoría es para las mediciones de voltajes de especialmente protegidas circuitos secundarios. Estas mediciones de tensión incluyen los niveles de señal, equipo especial, limitada de energía partes de equipo, circuitos de potencia regulada de baja tensión fuentes, y la electrónica.
- Medición de Categoría II es para las mediciones realizadas en los circuitos conectados directamente al sistema de distribución de electricidad. Esta categoría se refiere a nivel local de distribución de electricidad, como la proporcionada por un modelo de toma de corriente (por ejemplo, 115 V para EE.UU. o 230 V para Europa). Ejemplos de Medición de la categoría II son las mediciones realizadas en los electrodomésticos, herramientas portátiles y similares E dispositivos de la Serie.
- Medición de la categoría III es para las mediciones realizadas en la construcción de la instalación a nivel de distribución. Esta categoría se refiere a las mediciones de cableados duro como el de equipos en las instalaciones fijas, distribución, y disyuntores. Otros ejemplos son el cableado, incluyendo cables, cajas, interruptores, toma de puntos de venta en la instalación fija, motores estacionarios y con conexiones permanentes a instalaciones fijas.
- Medición Categoría IV es para las mediciones realizadas en el suministro eléctrico de instalación (<1000 V). Los ejemplos incluyen electricidad y mediciones de los productos básicos de los dispositivos de protección contra sobrecorrientes y rizado en las unidades de control.

10.1.2. Documentación Relacionada

Cada paquete de software de aplicación y el conductor se incluye información acerca de cómo escribir aplicaciones para realizar mediciones y control de dispositivos de medición. Las siguientes referencias a los documentos asumiremos que tiene NI-DAQmx 8,7 o más adelante, y, en su caso, la versión 7,1 o posterior del software de aplicación.

El siguiente grafico muestra los componentes funcionales de la tarjeta NI USB 6009

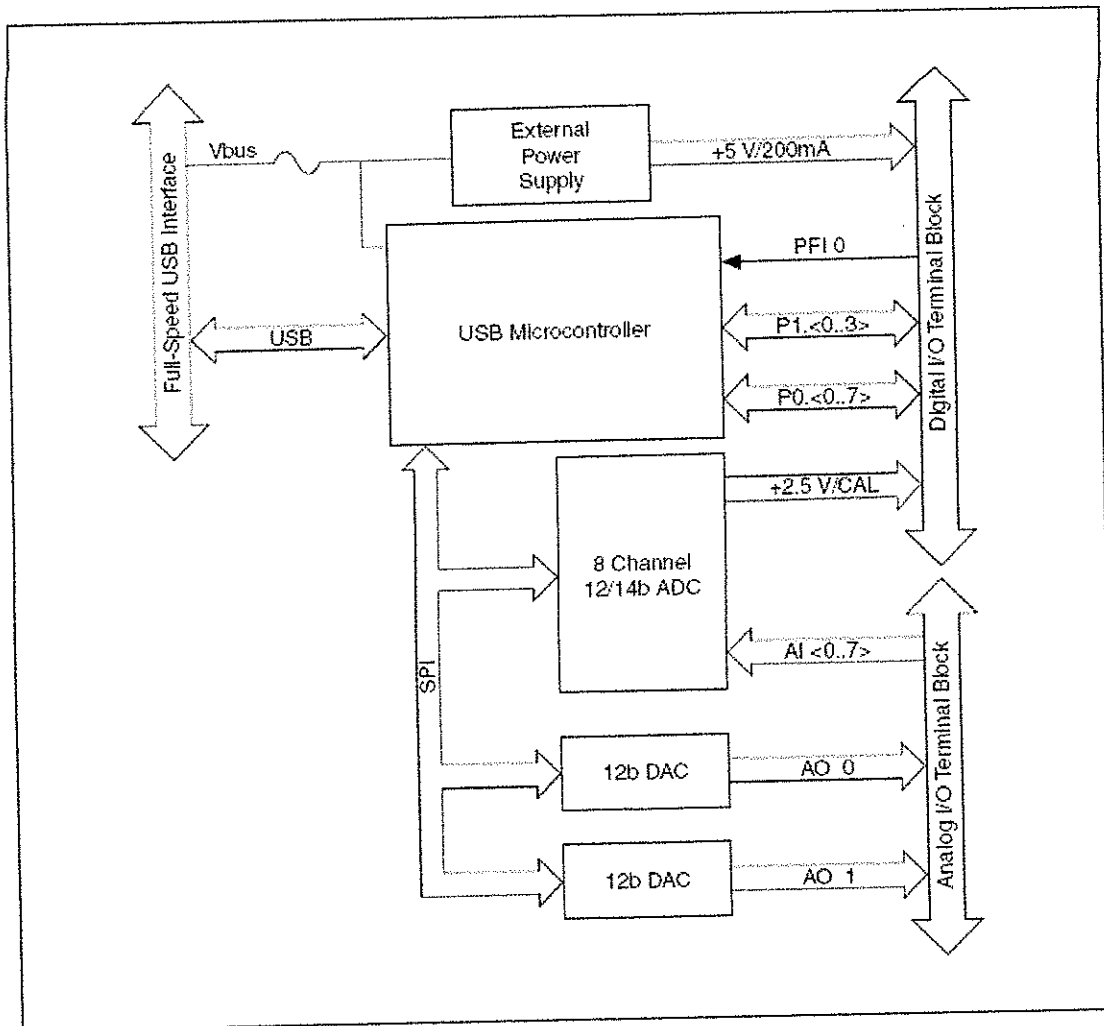


Figura 55. Diagrama de bloques de la tarjeta de adquisición de datos NI USB 6009

FUENTE: especificaciones tarjeta

10.1.3. Entradas y salidas analógicas.

Posee 8 entradas y 2 salidas analógicas cada una con su respectiva tierra están ubicadas en los pines del 1 al 16 de la siguiente forma

Asignación de las terminales analógicas

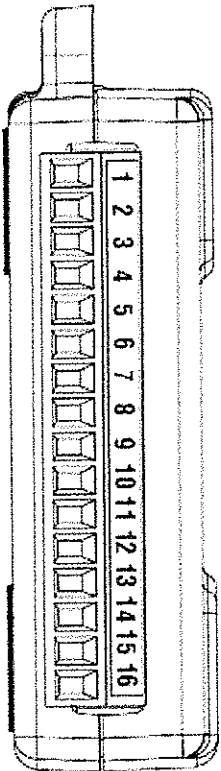
Module	Terminal	Signal, Single-Ended Mode	Signal, Differential Mode
	1	GND	GND
	2	AI 0	AI 0+
	3	AI 4	AI 0-
	4	GND	GND
	5	AI 1	AI 1+
	6	AI 5	AI 1-
	7	GND	GND
	8	AI 2	AI 2+
	9	AI 6	AI 2-
	10	GND	GND
	11	AI 3	AI 3+
	12	AI 7	AI 3-
	13	GND	GND
	14	AO 0	AO 0
	15	AO 1	AO 1
	16	GND	GND

Figura 56. Entradas y salidas analógicas
FUENTE: especificaciones tarjeta

10.1.4. Entradas salidas digitales

De los pines 17 al 28 se encuentran las entradas y salidas digitales, en el 29 el counter, el 30 una salida de 2.5 voltios, el 35 otra salida de 5 voltios y la 32 la tierra para la configuración de este lado de la tarjeta. La configuración de los pines 17 al 32 estan determinados en la siguiente figura:

Asignación de las terminales digitales

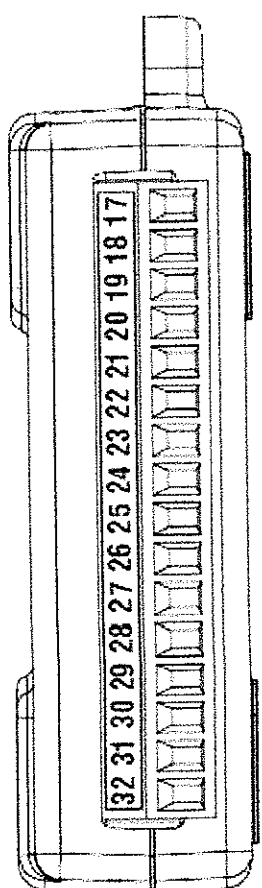
Module	Terminal	Signal
	17	P0.0
	18	P0.1
	19	P0.2
	20	P0.3
	21	P0.4
	22	P0.5
	23	P0.6
	24	P0.7
	25	P1.0
	26	P1.1
	27	P1.2
	28	P1.3
	29	PFI 0
	30	+2.5 V
	31	+5 V
	32	GND

Figura 57. Entradas y salidas digitales
FUENTE: especificaciones tarjeta

10.1.5. Contador

El contador de la tarjeta NI USB 6009 o PFI 0 esta ubicado en el pin 29 se configura como puerta de entrada inversora o no inversora dependiendo la tarea que se necesite, la lectura del conteo se realiza con un contador de 32 bits, sus características son las siguientes:

Números de contadores	1
Resolución	32 bits
Counter measurements	Edge counting (falling-edge)
Pull-up resistor	4.7 k Ω to 5 V
Frecuencia máxima de entrada	5 MHz
Mínimo de alto en el ancho de pulso	100 ns
Mínimo de bajo en el ancho de pulso	100 ns
Entrada alto voltaje	2.0 V
Entrada bajo voltaje	0.8 V

Tabla 6: Características contador
Fuente: Especificaciones tarjeta

10.2 INSTALACIÓN Y RECONOCIMIENTO

El proceso de adquisición de datos lleva una serie de pasos necesarios para que pueda funcionar correctamente, los cuales son:

10.2.1. Instalación del software ni-daqmx

Este es el software de trabajo de la tarjeta en conjunto con LabVIEW en este momento en la Universidad se cuenta con el LabVIEW 7.1 y el NI-DAQmx 1.4, pero en el trabajo se utilizó la versión 8.5 de LabVIEW y el NI-DAQmx 8.8

Al estar instalado el software NATIONAL INSTRUMENTS MEASUREMENT & AUTOMATION EXPLORER se ingresa en este para configurar y probar el funcionamiento de la tarjeta de adquisición de datos NI USB 6009

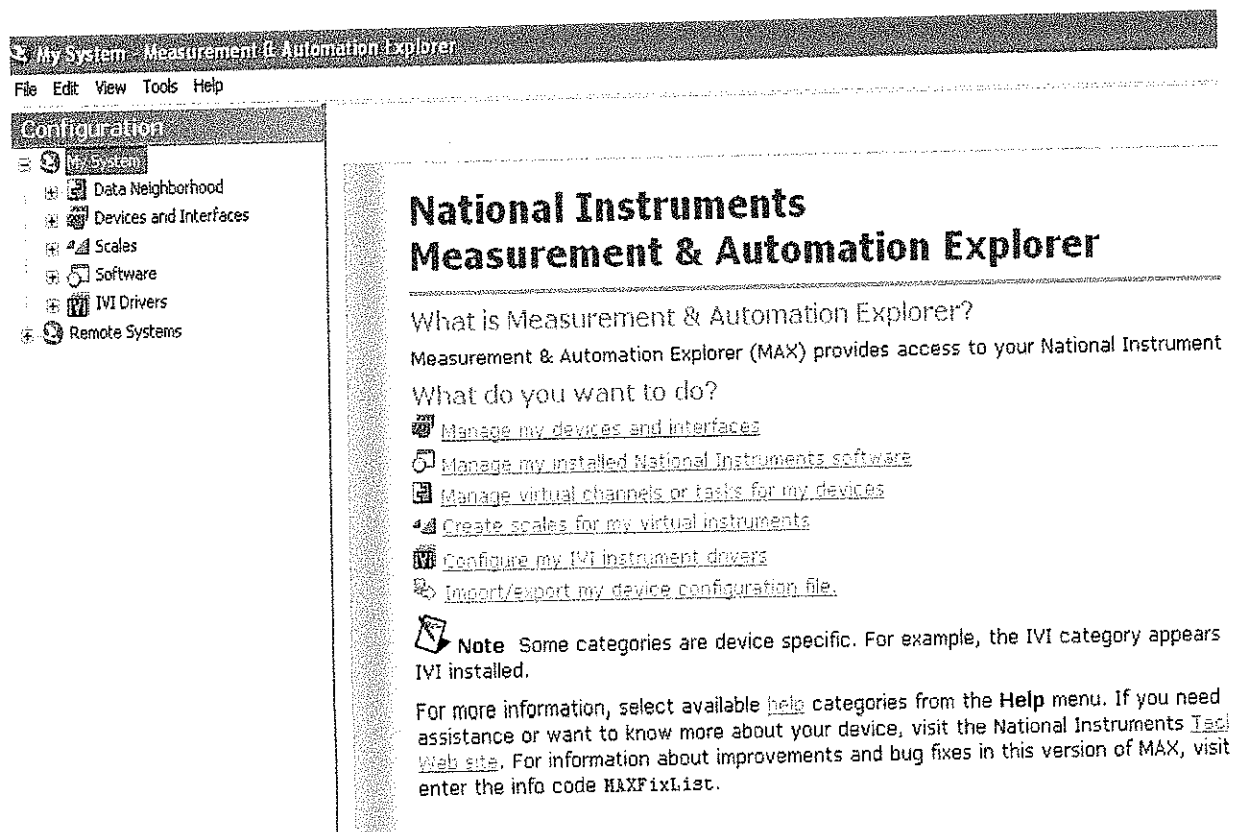


Figura 58. Measurement & Automation Explorer

FUENTE: Autor

10.2.2. Reconocimiento dispositivo

En la esquina superior izquierda se encuentran una serie de opciones de las cuales se escoge Devices and Interfaces

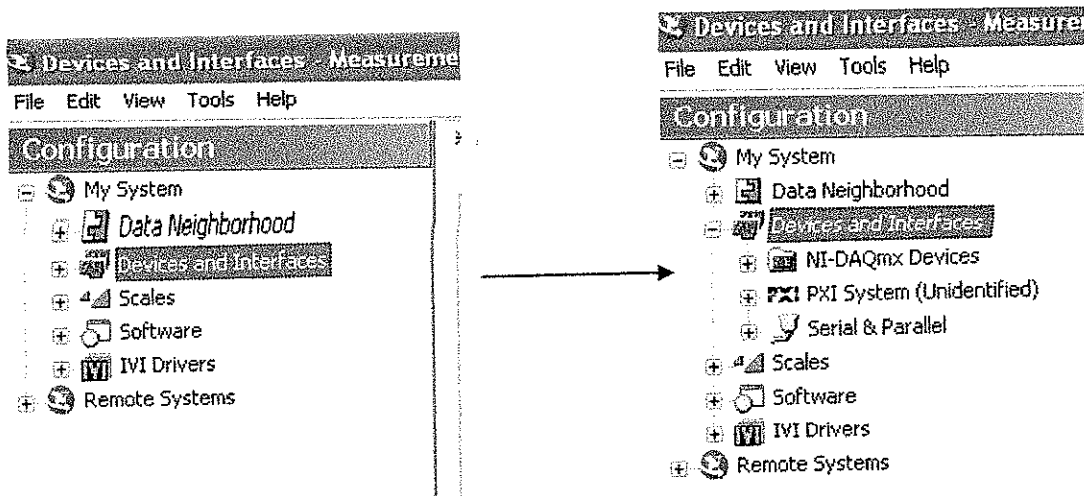


Figura 59.Devices and interfaces

FUENTE: Autor

De este se desprenden tres opciones y se elige la primera NI-DAQmx, se conecta la tarjeta de adquisición de datos para habilitar las diferentes opciones que entrega el software

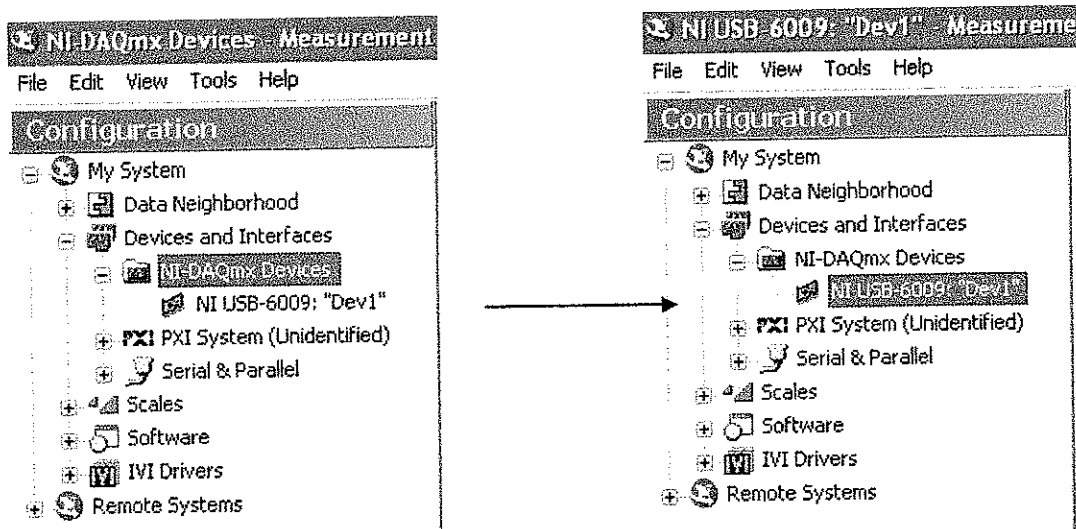


Figura 60. Reconocimiento "Dev 1"

FUENTE: Autor

En este punto se puede observar que la tarjeta fue reconocida como dispositivo Dev 1 (device) en el caso de tener mas dispositivos conectados se reconocerán y se debe escoger el que se desea utilizar.

10.3. PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DEL DISPOSITIVO

Al elegir la opción NI USB-6009 “Dev 1” entrega unas opciones en las cuales se realizan pruebas para la tarjeta de su funcionamiento general y de sus entradas y salidas digitales.

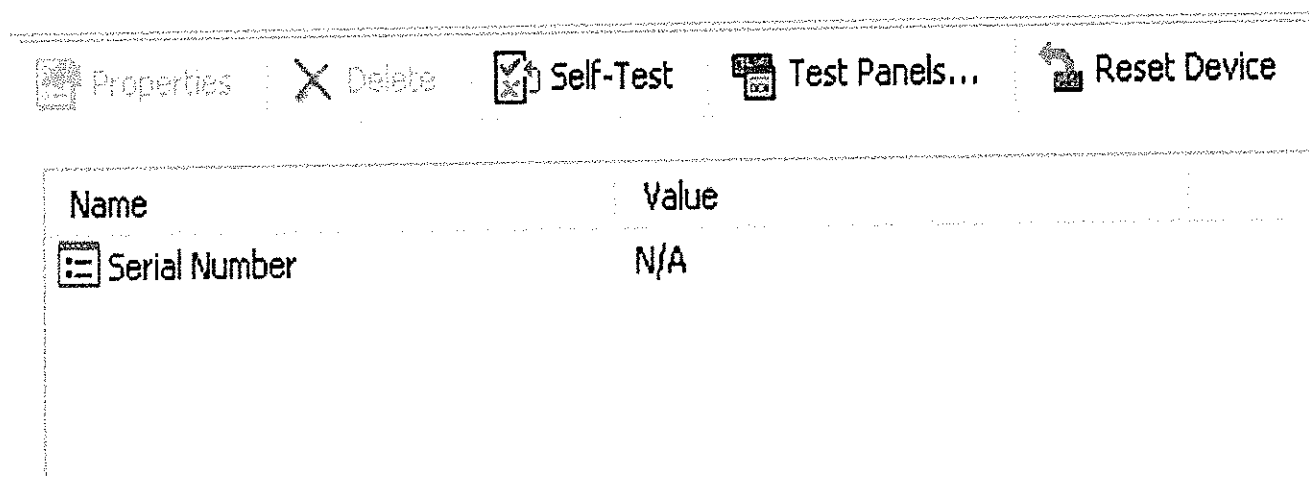


Figura 61. Funcionamiento dispositivo (prueba)

FUENTE: Autor

10.3.1. Self-Test

En el primer menú es el de Self-Test que es utilizado para hacer un sondeo total de la tarjeta este dice si la misma esta funcionando correctamente al darle clic debe aparecer una ventana diciendo que el dispositivo ha pasado el examen y esta en perfecto estado para ser utilizado.

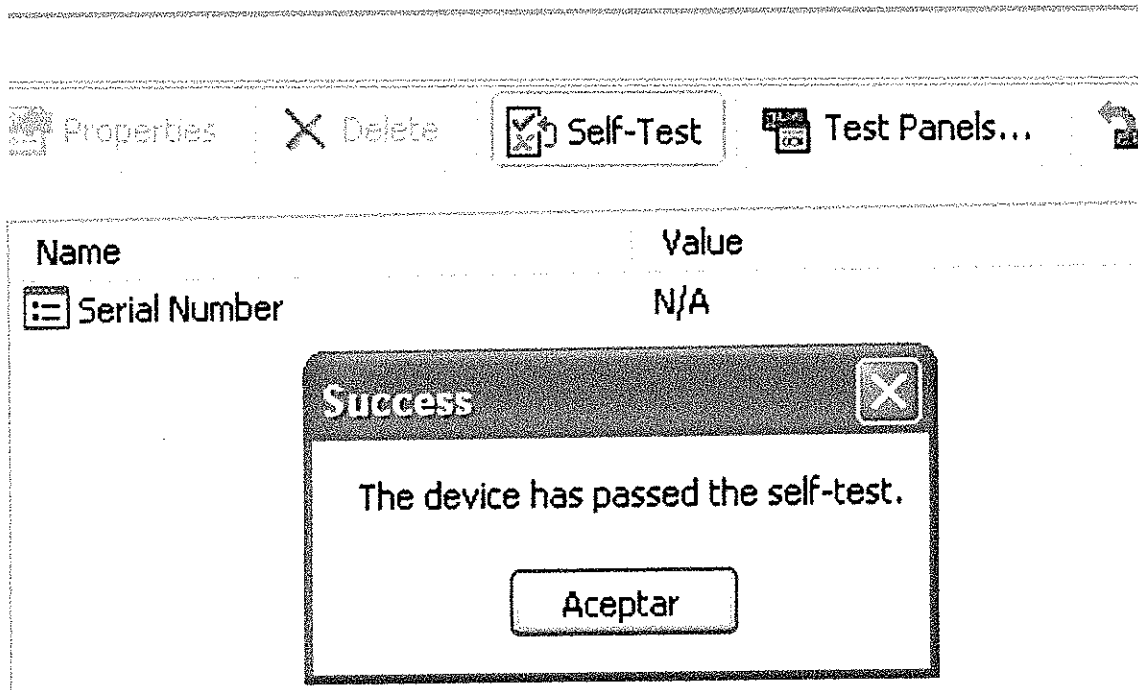


Figura 62. Self-Test
FUENTE: Autor

10.3.2 Test Panels

La siguiente opción que se encuentra es Test Panels donde se encuentran todas las opciones de salidas/entradas análogas y digitales, en esta parte se configuran dependiendo como se quieran trabajar.

10.3.2.1 Entrada analógica

En la primera parte se configuran las entradas analógicas en donde se cuadran sus valores máximos y mínimos, si se desea una o un número definido de muestras o si se quiere estar tomando muestras continuamente, se define el nombre que se le desea dar al canal de entrada y al final de la grafica se puede observar al correrlo si lo que se ha configurado tiene errores y cuales son para corregirlos.

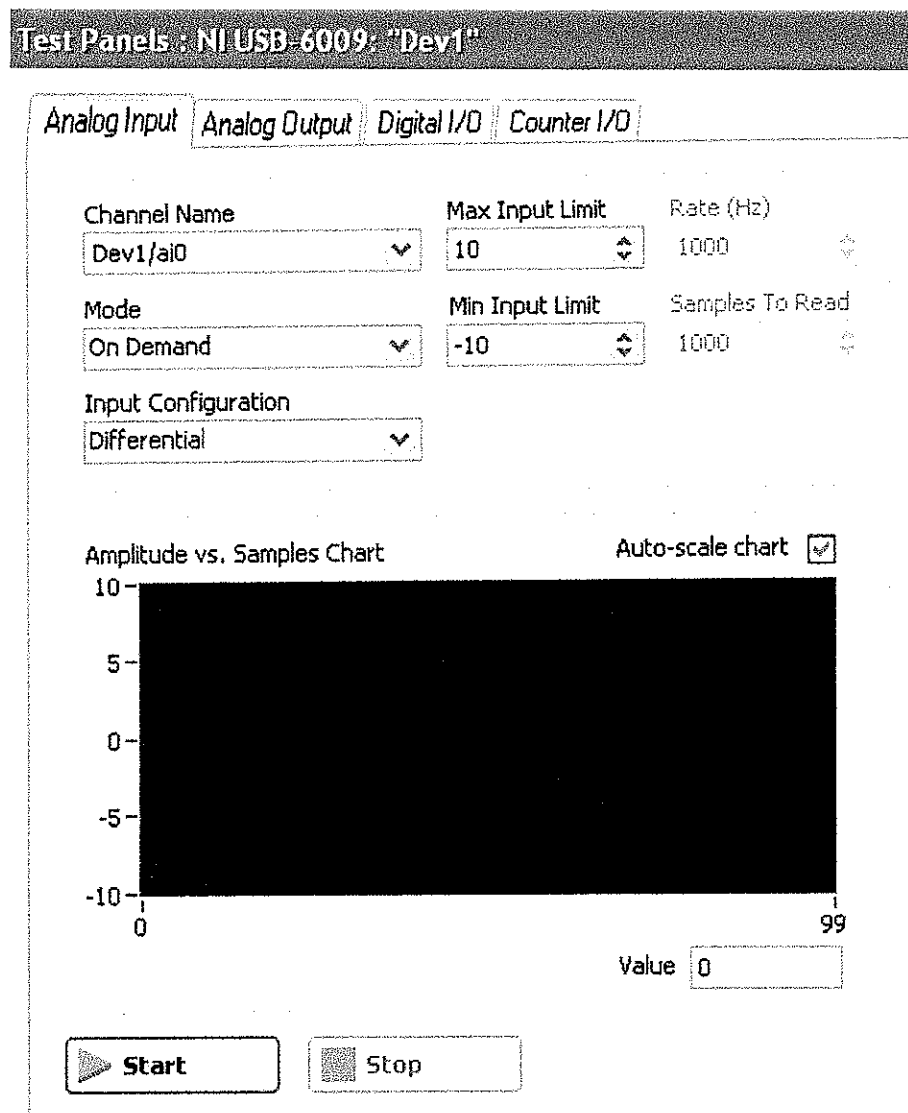


Figura 63. Analg Input
FUENTE: Autor

10.3.2.2 Salida analógica

La segunda opción son las salidas analógicas donde se cuadran los valores máximos y mínimos que va a entregar la tarjeta en este caso esta configurado de 0 a 5 voltios y en la parte inferior el valor total de salida.

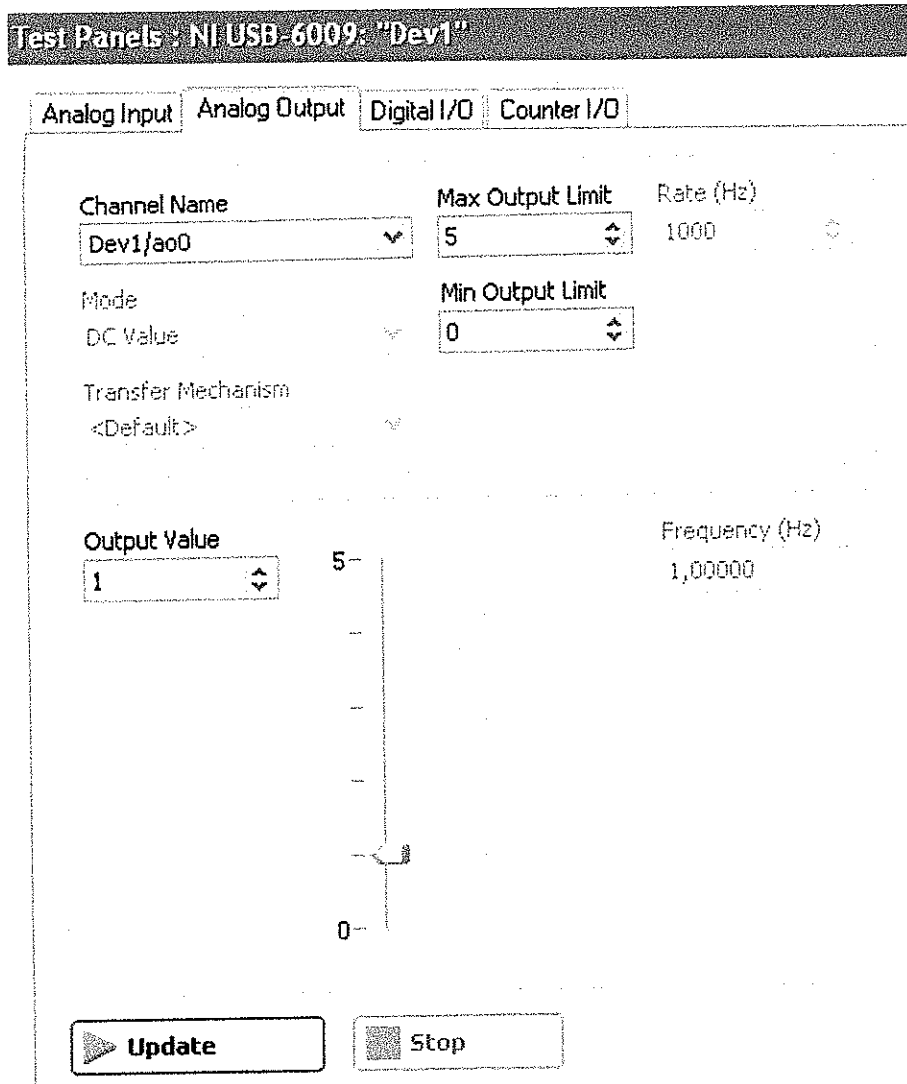


Figura 64. Analg Output
FUENTE: Autor

10.3.2.3 Entrada/salida Digital

Ahora se comienza a configurar las entradas y salidas análogas en el tercer sub. Menú, como la tarjeta tiene dos puertos el primero port0 que tiene 8 pines de salida/entrada y el segundo port1 que tiene 4 pines de salida/entrada se puede escoger el que mas se acomode al trabajo que se desea realizar, un poco mas abajo se encuentra la distribución entre salidas y entradas dependiendo como se quieran dejar trabajando.

Por ultimo se encuentra el estado en el que se desea poner a trabajar cada uno de los pines como ceros o como unos, no es obligatorio que todos los pines trabajen en el mismo estado se pueden variar dependiendo la necesidad del usuario.

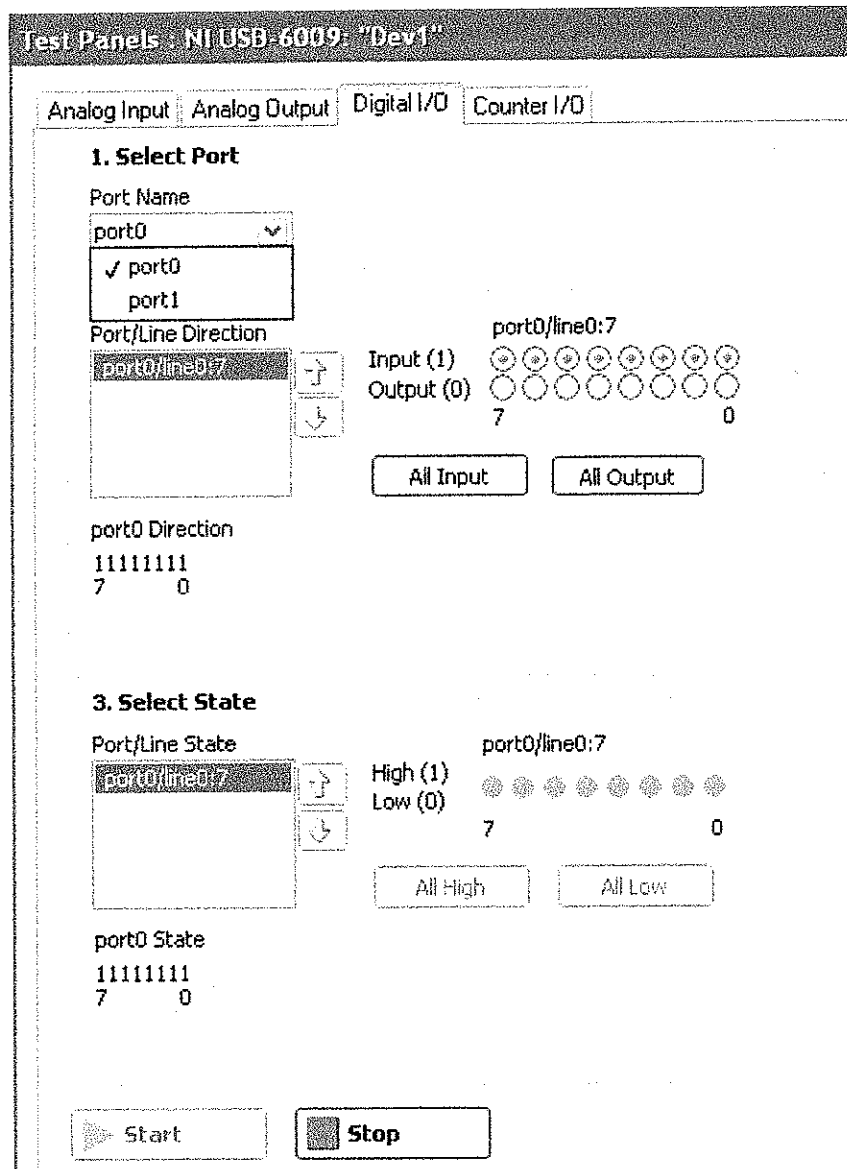


Figura 65. Digital I/O
FUENTE: Autor

10.3.2.4. Entrada salida del contador

Por ultimo en el Test Panels se encuentra un contador el cual se puede configurar como salida donde entrega una señal de pulsos con la frecuencia y ciclos que se deseen también en el caso que se configure alguno de los puertos de entrada se puede obtener una señal de pulsos de entrada si es necesario en alguno de los programas creados.

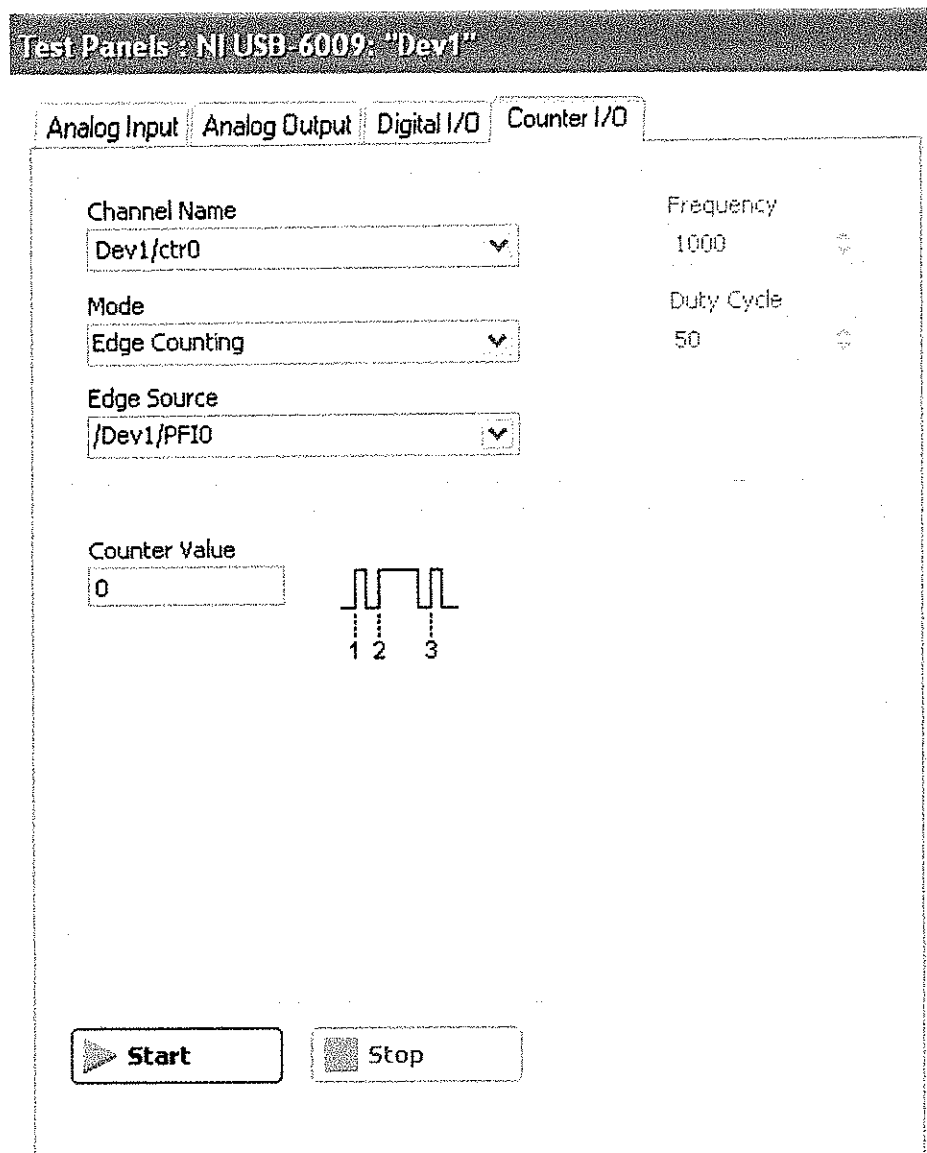


Figura 66. Counter I/O
FUENTE: Autor

10.4. ERROR

El error que se presenta es el siguiente:

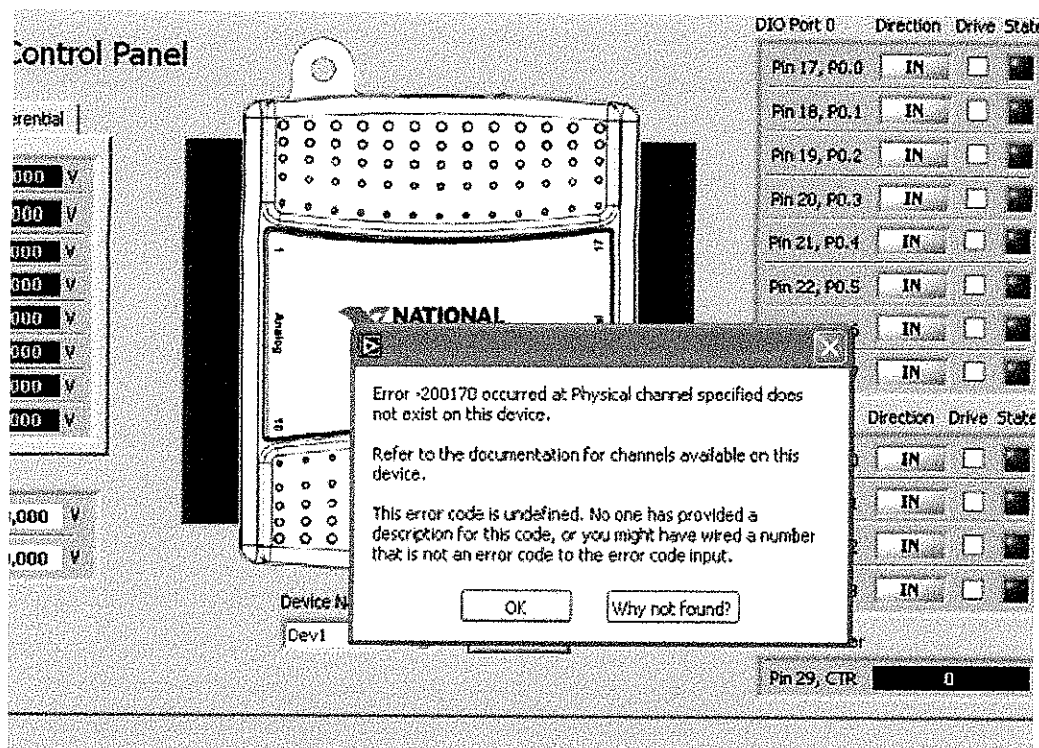


Figura 67. Error 200170

FUENTE: Autor

Lo primero que se intento para solucionar el error fue probar el software LabVIEW en otro computador para probar su funcionamiento luego se intento volviéndolo a instalar pero no respondió seguía con el mismo error, al encontrar unos foros en la pagina de los distribuidores de la tarjeta; NATIONAL INSTRUMENTS se envían comentarios sobre las dudas que han surgido en el manejo del dispositivo que se esta utilizando como el tipo de problema que se presento en forma de mensajes y al cabo de un tiempo se recibieron unas respuestas la primera pedía mayor información como tipo de software modelo de la tarjeta tipo de LabVIEW y otros los cuales fueron respondidos, a lo largo de unos días se recibió la respuesta con la siguiente información:

Re: problemas de instalacion

Buenas tarde,

Con las informaciones descriptas en su ultimo contacto, logre informaciones importantes en nuestra pagina.

<http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/9FB1E1CE00D6CE7586257204006B207E?OpenDocument>

Cualquier otra duda, contestanos por favor.

Jailton - SR 1194645

Donde el paso a seguir fue entrar al nick que se encuentra en azul para seguir los siguientes pasos:

Error 200170 Ocorre cuando conecto USB-6008 o USB-6009 a el computador

Primary Software: Driver Software>>NI-DAQmx

Primary Software Version: 7.5

Primary Software Fixed Version: N/A

Secondary Software: Driver Software>>NI-DAQmx Base

Hardware: Multifunction DAQ (MIO)>>Portable>>USB-6009, Multifunction DAQ (MIO)>>Portable>>USB-6009, Multifunction DAQ (MIO)>>Portable>>USB-6008

Problema:

Cuando la entrada a USB-6008, USB-6009, o USB-6501 es conectada al computador y se intenta hacer funcionar en los paneles de prueba pero el dispositivo no responde en el explorador es por el siguiente error:

Error -200170 ocurre en una ubicación no identificada

Possible razón:

Measurements: el canal fisico especificado no existe en el dispositivo.

Dirigirse a la documentación para los canales disponibles en el dispositivo.

Solución:

Error -200170 ocurre cuando el soporte lógico no está instalado en el dispositivo del USB. El libro de reconocimiento de acoplamientos explica cómo cambiar los soportes lógicos en su dispositivo.

Related Links:

Knowledgebase 3NE7GJMY: Using a USB-6008 / 6009 / 6501 in MAX, and Switching Firmware between NI-DAQmx and NI-DAQmx Base

Ahora se dirige a esta nueva página donde se encuentran una serie de pasos para intentar corregir el error 200170

Using a USB-6008 / 6009 / 6501 in MAX, and Switching Firmware between NI-DAQmx and NI-DAQmx Base

Hardware: Multifunction DAQ (MIO)>>Portable>>USB-6008, Multifunction DAQ (MIO)>>Portable>>USB-6009

Problema:

NOTA: este documento aplica para NI-DAQmx Base 2.2 y anteriores. Para mayor información dirigirse a NI-DAQmx Base 3.0 y luego a la referencia KB 491FPHB9

USB-6008, USB-6009 y USB-6501 contiene el soporte lógico instalado que permite que usted utilice el NI-DAQmx Base 2.2 y los anteriores, el driver NI-DAQmx instala automáticamente los soportes lógicos necesarios para utilizar el NI-DAQmx que inhabilita interactuar con la parte interna del NI-DAQmx, sin embargo se pueden volver a habilitar para trabajar con soportes nuevos de NI-DAQmx y permitir trabajar con nuevos dispositivos.

El siguiente artículo es la dirección a seguir:

- Como se que soporte lógico está instalado en mi dispositivo?
- Mi dispositivo USB no muestra los máximos y mínimos que debe demostrar en la lectura de reconocimiento.

Solución:

NI DAQmx 7.5 - 8.5 (Preferred Method)

Switching to NI-DAQmx Base

1. Abra el dispositivo controlador de Windows Device Manager:
 - Right-click on **My Computer** and select **Properties**.
 - Select the **Hardware** tab and click on **Device Manager**.
2. Find the USB-6008 under **Data Acquisition Devices**.
3. Right-click on the USB-6008 and choose **Update Driver...**
4. In the popup that appears, select **Install from a list or specific location** and click on **Next**. (note: this is not the default selection)
5. In the next window, choose **Don't search. I will choose the driver to install** and click on **Next**. (note: this is not the default selection)
6. Select **NI USB-6008 Multifunction IO** and click on **Next**.
7. This will put the USB-6008 into a mode for receiving NI-DAQmx Base firmware. The device should now appear in the **Device Manager** under **NI-VISA USB Devices**. If it does not show up or shows up with a yellow exclamation point, please unplug the USB cable from the device and plug it back in. This should make the device re-enumerate properly.

NOTE: For NI-DAQmx Base 2.2 and previous, continue reading the following steps to update the firmware on the USB device. For NI-DAQmx Base 3.0 and later, refer to KB 491FPHB9 for instructions on how to update the firmware on the USB device.

8. Run the **Firmware Switcher** executable that is attached to this KB.
9. You should see an entry for the USB-6008 that you just put into firmware loader mode. To switch this device to NI-DAQmx Base, check the **Switch to NI-DAQmx Base** button next to it.
10. Once you've selected to make the device an NI-DAQmx Base device, click the **Update** button.
11. Close the application and open up the NI-DAQmx Base List Devices utility (**Start » Programs » National Instruments » NI-DAQmx Base » Utilities**).
12. You should now see an entry for the USB-6008 here.

Switching to NI-DAQmx

1. Open the Windows Device Manager.
 - Right-click on **My Computer** and select **Properties**.
 - Select the **Hardware** tab and click on **Device Manager**.
2. Find the USB-6008 under **NI-VISA USB Devices**.
3. Right-click on the USB-6008 and choose **Update Driver...**
4. In the popup that appears, select **Install from a list or specific location** and click on **Next**. (note: this is not the default selection)

5. In the next window, choose **Don't search. I will choose the driver to install** and click on **Next**. (note: this is not the default selection)
6. Select **NI USB-6008** and click on **Next**.
7. This will put the USB-6008 into a mode for receiving NI-DAQmx firmware. Because NI-DAQmx automatically loads firmware, it is not necessary to run another utility. The device should now appear in the **Device Manager** under **Data Acquisition Devices**. If it does not show up or shows up with a yellow exclamation point, please unplug the USB cable from the device and plug it back in. This should make the device re-enumerate properly.
8. Open up the Measurement and Automation Explorer and expand **Devices and Interfaces**.
9. You should now see an entry for the USB-6008 here.

NI-DAQmx Version 7.5 to Version 8.3 (Alternative Method)

1. Make sure that you have all the USB devices plugged in.
2. Open Measurement and Automation Explorer (MAX) (**Start >> Programs >> National Instruments >> Measurement and Automation Explorer**).
3. Select **Tools >> NI-DAQmx Configuration >> NI-DAQmx USB Driver Selector**
4. Select the USB device for which you want to change the firmware and click **switch**.
5. Select the driver that you want to use and click **OK**.
6. Perform step 4 and 5 for all available USB devices.
7. If you switched to :
 - o **NI-DAQmx**, you can now view all the USB devices by refreshing MAX (**F5**), under **DAQmx Devices**. You should now see your USB device under "DAQmx Devices" and have access to it both when creating a task in MAX as well as when specifying a physical channel in LabVIEW. The USB device should also appear under the list of compatible hardware in the LabVIEW Example Finder.
 - o **NI-DAQmx Base**, you can open the DAQmx Base Devices Utility (**Start >> Programs >> National Instruments >> NI-DAQmx Base >> Utilities >> NI-DAQmx Base List Devices**) and check if all the devices show up there. If you have multiple devices and some of them do not show up in the NI-DAQmx Base List of devices then follow these steps.
 1. Close MAX if it is open and disconnect and reconnect any USB Device that did not switch correctly.
 2. Open MAX and verify that the devices are not listed under NI-DAQmx but instead listed as **USB Devices**.
 3. If this procedure does not work, then use the attached utility (**NI-DAQmx Base Firmware Utility.exe**) to load the DAQmxBase firmware onto the USB devices.

NI-DAQmx before Version 7.5

USB devices were not supported until DAQmx 7.5. Please install a newer version of DAQmx to be able to use your USB device.

I am unable to switch to NI-DAQmx Firmware or to NI-DAQmx Base Firmware

In order to be able to switch between NI-DAQmx and NI-DAQmx Base, you must have both the NI-DAQmx and NI-DAQmx Base drivers installed on the PC. More specifically, you must have these versions of the DAQ drivers:

- NI-DAQmx Base 1.4 or later
- NI-DAQmx 7.5 or later

If you do not have these drivers you will need to install both of them to switch your firmware. See current drivers linked below to download the latest version(s).

NOTA: Todo esto es tomado de los foros de NATIONAL INSTRUMENTS tal y como fue enviado.

Al seguir los pasos de toda esta información se soluciona el problema de reconocimiento de la tarjeta pero no se pudo trabajar en su totalidad el software LabVIEW debido a que el computador utilizado no reconocía las casillas de adquisición de datos de la tarjeta por el service pack 2.

Al corregir el problema de reconocimiento de la tarjeta se cambio el software porque se contaba con el LabVIEW 7.1 y se utilizo el 8.5 pero al realizar este cambio el NI-DAQmx 1.4 debió ser reemplazado por el 8.8 y de este modo tener todo listo para comenzar a realizar programas y pruebas de adquisición de datos.

Al contar con los softwares listos, el de instrumentación LabVIEW y el NI-DAQmx para el reconocimiento de la tarjeta y la adquisición de datos se comienza a realizar programas los cuales se van complementando unos con otros y de este modo mejorar los conocimientos en programación para poder realizar las pruebas de entrada y salida de datos.

10.5. USO DEL DAQ ASSISTANT

NI-DAQmx para Windows

El DAQ Guía de introducción se describe cómo instalar su NI-DAQmx para los programas de Windows, cómo instalar su NI-DAQmx apoyados dispositivo DAQ, y la forma de confirmar que el dispositivo está funcionando correctamente. Seleccione Inicio »Todos los programas» de National Instruments »NI-DAQ» DAQ Guía de primeros pasos.

El NI-DAQ Readme listas de dispositivos que cuentan con el apoyo de esta versión de NI-DAQ. Seleccione Inicio »Todos los programas» de National Instruments »NI-DAQ» NI-DAQ Léame.

El NI-DAQmx Ayuda contiene información general sobre los conceptos de medición, clave NI-DAQmx conceptos y aplicaciones comunes que son aplicables a todos los entornos de programación. Seleccione Inicio »Todos los programas» de National Instruments »NI-DAQ» NI-DAQmx Ayuda.

Si usted es un nuevo usuario, use la Empezando con LabVIEW manual para familiarizarse con la programación gráfica LabVIEW medio ambiente y los rasgos básicos de LabVIEW que se utiliza para construir la adquisición de datos y aplicaciones de control de instrumentos. Abra la Obtención de tarded con LabVIEW manual seleccionando Inicio »Todos los programas» de National Instruments »LabVIEW» Manuales de LabVIEW o de navegar hacia el LabVIEW \ directorio de manuales y la apertura de LV_Getting_Started.pdf.

Utilice el LabVIEW Help, disponible seleccionando Ayuda »Buscar en la Ayuda en LabVIEW, para acceder a la información sobre la programación de LabVIEW conceptos, paso a paso las instrucciones para el uso de LabVIEW, y la información de referencia acerca de LabVIEW VIs, funciones, paletas, menús y herramientas. Consulte en las siguientes ubicaciones en la ficha Contenido de la Ayuda de LabVIEW para obtener información acerca de NI-DAQmx:

- Primeros pasos »Empezando con DAQ-Incluye el panorama general información y un tutorial para aprender a tomar una NI-DAQmx en la medición de LabVIEW utilizando el Asistente DAQ.
- VI y Referencia de funciones »de medición de E / S iniciativas voluntarias y las funciones-Describe el LabVIEW NI-DAQmx voluntarias y propiedades.
- Tomando mediciones-Contiene el marco conceptual y cómo-a información que usted necesita para adquirir y analizar los datos de medición en LabVIEW, incluyendo las mediciones comunes, Fundamentos de medición, NI-DAQmx conceptos clave, y dispositivo de consideraciones.

LabWindows/CVI

El libro de Adquisición de datos de la Ayuda de LabWindows/CVI contiene conceptos de medida para NI-DAQMX. Este libro también contiene la Toma de una Medida NI-DAQMX en LabWindows/CVI, que incluye instrucciones paso a paso sobre la creación de una tarea de medida que usa al Ayudante DAQ. En LabWindows TM/CVI TM, seleccione la Ayuda " el Contenido, luego seleccione la Utilización LabWindows/CVI " la Adquisición de datos.

El Libro de la biblioteca NI-DAQMX de la Ayuda de LabWindows/CVI contiene descripciones API y la referencia de función para NI-DAQMX. Seleccione la Referencia de Biblioteca " NI-DAQmx la Biblioteca en la Ayuda de LabWindows/CVI.

Estudio de Medida

Si usted el programa su dispositivo NI-DAQMX-SUPPORTED en el Estudio de Medida que usa C Visual ++, C Visual *, o .NET Visual Básico, usted interactivamente puede crear canales y tareas por lanzando al Ayudante DAQ DEL MÁXIMO o desde dentro el Estudio Visual .NET. Usted puede generar el código de configuración basado en su tarea o canalizar en el Estudio de Medida. Mande al Ayudante DAQ la Ayuda para la información adicional sobre la generación del código. Usted también puede crear canales y tareas, y escribir sus propios usos en su ADA que usa el NI-DAQMX API.

Para la ayuda con métodos NI-DAQMX y propiedades, mande al NI-DAQMX .NET la Biblioteca de Clase o C NI-DAQMX Visual ++ la Biblioteca de Clase incluida en la Ayuda de Estudio de Medida NI. Para la ayuda general con el programa en el Estudio de Medida, refiérase a la Ayuda de Estudio de Medida NI, que totalmente es integrada con Microsoft el Estudio Visual .NET la ayuda. Ver este archivo de ayuda en Estudio Visual. La RED, seleccione el Estudio de Medida " NI la Ayuda de Estudio de Medida.

Para crear un uso en C Visual ++, C Visual *, o .NET Visual Básico, sigue estos pasos generales:

1. En el Estudio Visual .NET, seleccione el Archivo "el Nuevo" Proyecto de lanzar el Nuevo cuadro de diálogo De proyecto.
2. Encontrar la carpeta de Estudio de Medida para la lengua en la que usted quiere crear un programa.
3. Escoger un tipo de proyecto. Usted añade tareas DAQ como una parte de este paso.

ANSI C sin Software NI De aplicación

La Ayuda de NI-DAQMX contiene descripciones API y la información general sobre conceptos de medida. Seleccione el Principio " Todos los Programas " Instrumentos Nacionales "NI-DAQ" NI-DAQmx la Ayuda.

El NI-DAQMX C la Ayuda de Referencia describe la Biblioteca NI-DAQMX funciona, que usted puede soler con dispositivos de adquisición de datos de Instrumentos Nacionales desarrollar la instrumentación, la adquisición, y usos de control. Seleccione el Principio " Todos los Programas " Instrumentos Nacionales "NI-DAQ" NI-DAQmx C la Ayuda de Referencia.

.NET Lenguas con Software NI De aplicación

Con Microsoft .NET la versión 1.1 o las siguientes, usted puede usar NI-DAQMX para crear usos que usan C Visual * y .NET Visual Básico sin el Estudio de Medida. Usted necesita Microsoft el Estudio Visual .NET 2003 o Microsoft el Estudio Visual 2005 para la documentación API para ser instalada.

La documentación instalada contiene el NI-DAQMX API la descripción, tareas de medida y conceptos, y la referencia de función. Esta ayuda totalmente es integrada en el Estudio Visual .NET la documentación. Para ver el NI-DAQMX .NET la documentación, vaya a Comenzar "Programas" Instrumentos Nacionales "NI-DAQ" NI-DAQmx .NET la Ayuda de Referencia. Amplíe la Ayuda de Estudio de Medida NI " NI el Estudio de Medida .NET ClassLibrary " la Referencia para ver la referencia de función. Amplíe la Ayuda de Estudio de Medida NI " NI el Estudio de Medida .NET la Biblioteca de Clase " la Utilización del Estudio de Medida .NET Bibliotecas de Clase para ver asuntos conceptuales para usar NI-DAQMX con C Visual * y .NET Visual Básico.

Para ponerse a los mismos asuntos de ayuda desde dentro el Estudio Visual, vaya a Ayudar " el Contenido. Seleccione el Estudio de Medida del Filtrado Por la caída catalogan y siguen las instrucciones anteriores.

Documentación de Dispositivo y Datos específicos

NI-DAQmx incluye el Navegador de Documento de Dispositivo, que contiene la documentación en línea para DAQ apoyado y dispositivos SCXI, como documentos que describen el dispositivo pinouts, rasgos, y la operación. Usted puede encontrar, ver, y/o imprimir los documentos para cada dispositivo que usa el Navegador de Documento de Dispositivo en cualquier momento por insertar el CD. Después de la instalación del Navegador de Documentación de Dispositivo, los documentos de dispositivo son accesibles del Principio " Todos los Programas " Instrumentos Nacionales "NI-DAQ" Hojean la Documentación de Dispositivo.

NI-DAQmx Base (Linux/Mac OS X/LabVIEW PDA 8.x)

La Base de NI-DAQMX que la Adquisición de la Guía Comenzada describe como instalar su software de Base de NI-DAQMX, su NI-DAQMX Apoyado por base DAQ el dispositivo, y como confirmar que su dispositivo funciona correctamente. En

Ventanas, seleccione el Principio " Todos los Programas " Instrumentos Nacionales " NI-DAQmx la Base " la Documentación " la Adquisición de la Guía Comenzada.

La Adquisición de Comenzado con la Base de NI-DAQMX para Linux y Usuarios de amigo describe como instalar su software de Base de NI-DAQMX, su NI-DAQMX Apoyado por base DAQ el dispositivo, y como confirmar que su dispositivo funciona correctamente sobre su máquina de Mac/Linux.

La Base de NI-DAQMX Readme las listas cuales dispositivos son apoyados por esta versión de Base de NI-DAQMX. En Ventanas, seleccione el Principio " Todos los Programas " Instrumentos Nacionales " NI-DAQmx la Base " DAQmx Basa Readme.

La Base de NI-DAQMX VI Ayuda de Referencia contiene VI referencia y la información general sobre conceptos de medida. En LabVIEW, seleccione la Ayuda " NI-DAQmx Basan VI Ayuda de Referencia.

La Base de NI-DAQMX C la Ayuda de Referencia contiene la referencia de C y la información general sobre conceptos de medida. En Ventanas, seleccione el Principio " Todos los Programas " Instrumentos Nacionales " NI-DAQmx la Base " la Documentación " C la Ayuda de Referencia de Función.

11. ANALISIS EXPERIMENTAL

11.1. RESUMEN CAPITULO

En el siguiente capítulo se presenta la forma de configuración del DAQ Assistant paso a paso para poder crear los programas de adquisición de datos, se muestra la forma si se desea adquirir o generar datos si se quieren análogos o digitales y que puertos se van a utilizar.

Después de esto se muestran los programas creados para la adquisición de datos de las señales enviadas por los módulos robóticos análogos y digitales, también los programas realizados para enviarles a los mismos señales y por ultimo donde se grafica las señales recibidas por el software de instrumentación LabVIEW.

11.2. PARA REALIZAR PROGRAMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS

Para la realización de programas se siguen los siguientes pasos que son necesarios para la adquisición de datos por medio de la tarjeta.

11.2.1. Primer paso

Para poder comenzar con la creación de programas para adquirir y enviar datos es necesario generar un DAQ Assistant el cual se debe configurar de la siguiente forma:

Se debe abrir la herramienta del DAQ Assistant la cual se comienza a inicializar sola

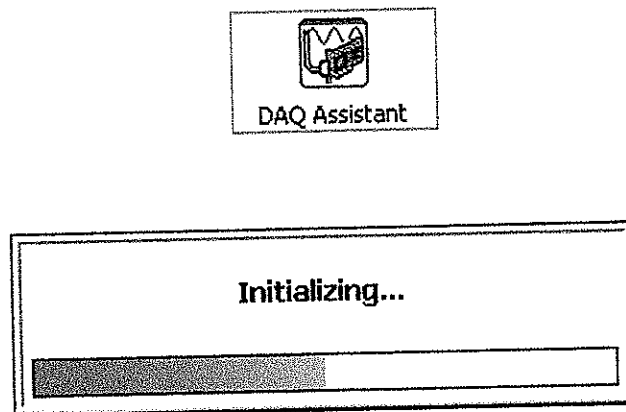


Figura 68. Inicialización del DAQ
FUENTE: Autor

11.2.2. Segundo paso

En esta ventana se da a escoger al usuario si desea adquirir o generar señales ya sean análogas, digitales o de conteo.

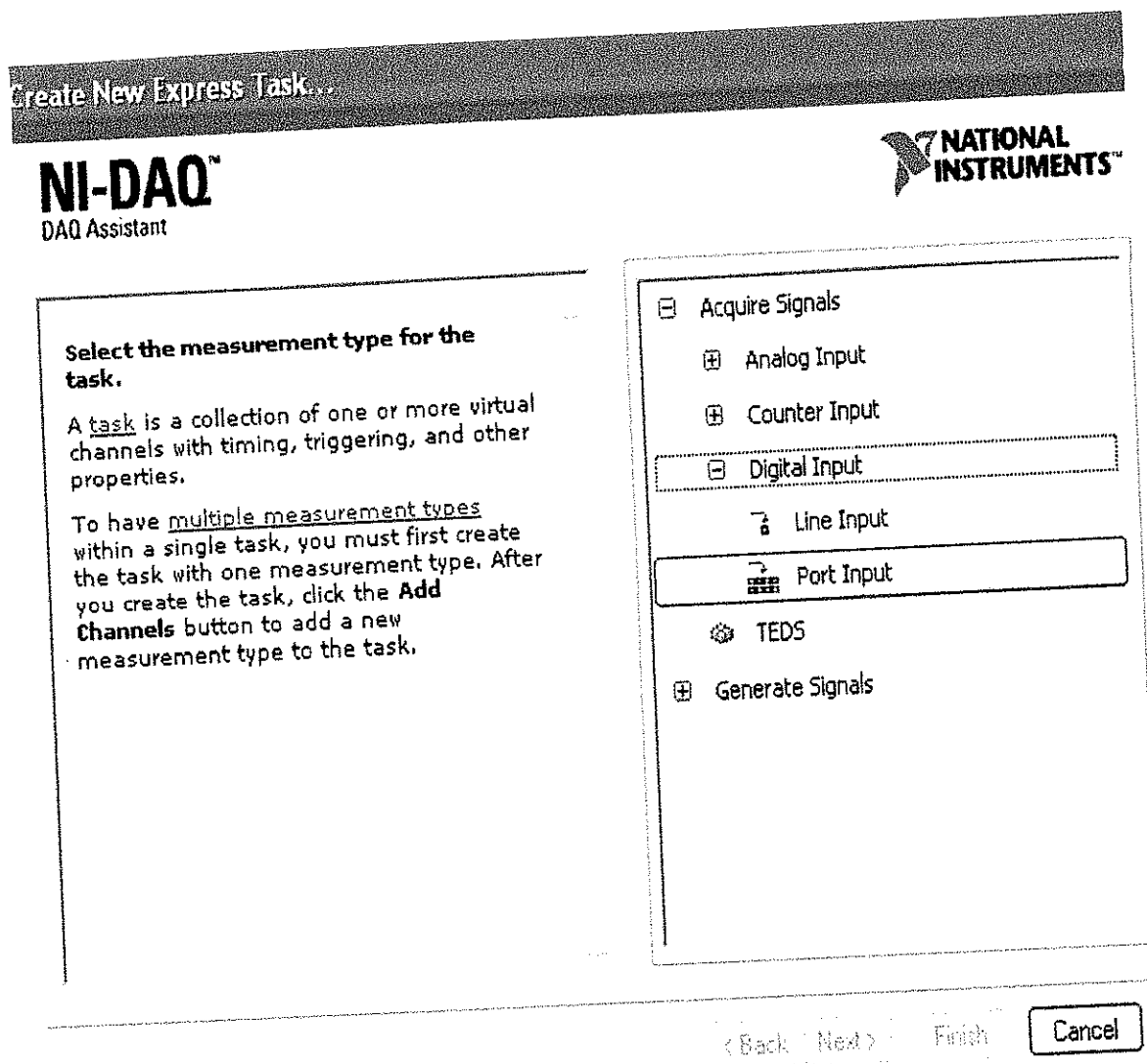


Figura 69. Adquirir o generar señales análogas digitales o de conteo
FUENTE: Autor

11.2.4. Cuarto paso

Por último el usuario decide si quiere las entradas en ceros o unos lógicos en este observan la opción de invertir las líneas ya sea de salida o de entrada

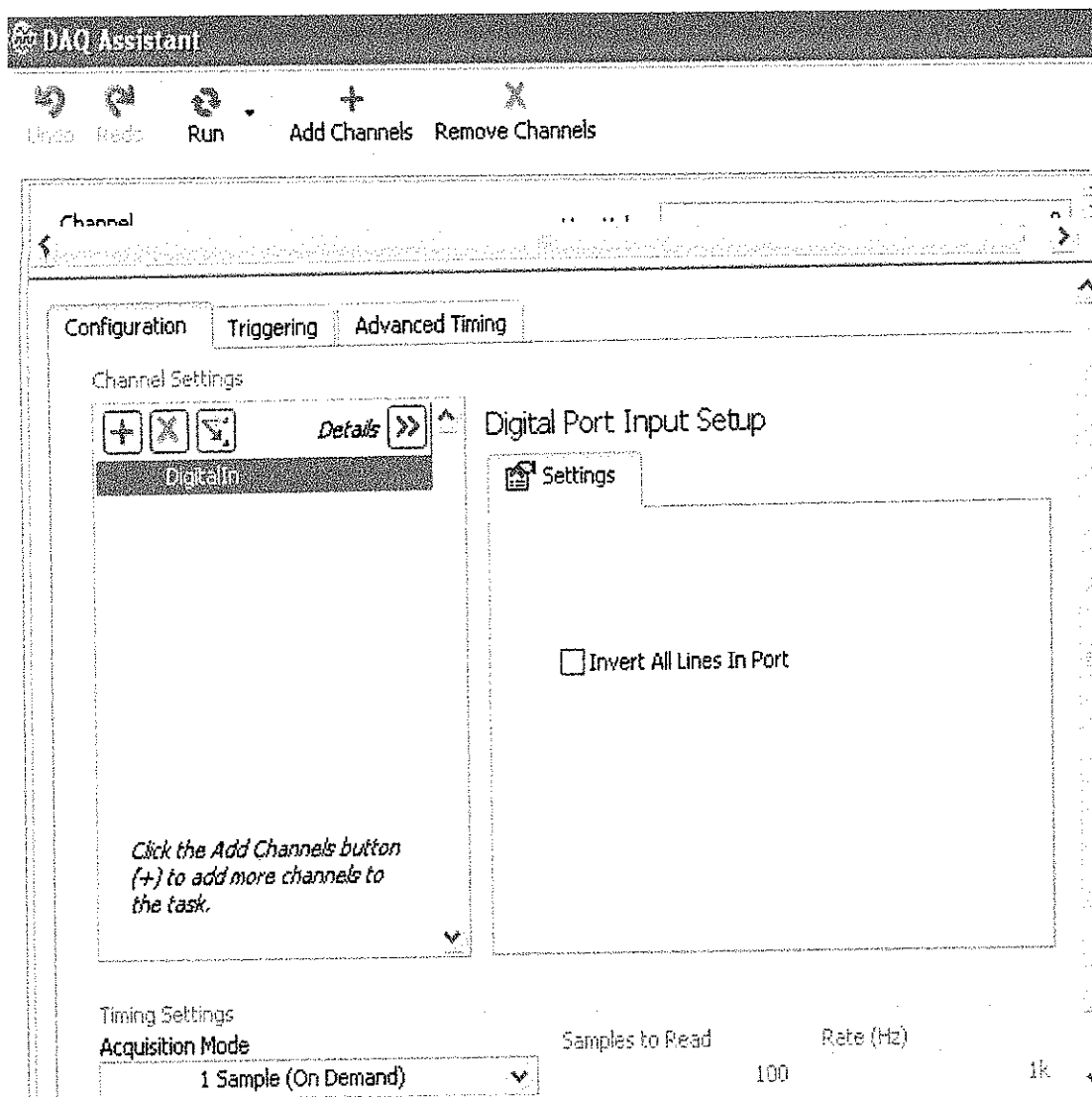


Figura 71. Invert All Lines in Port
FUENTE: Autor

Al haber configurado el DAQ Assistant para el programa deseado se puede comenzar con el desarrollo de los programas de adquisición de datos.

11.2.3. Tercer paso

Al desprenderse la siguiente ventana se configura el Port que se desea utilizar como ya se había mencionado anteriormente el Port0 tiene ocho salidas y el Port1 cuenta con 4.

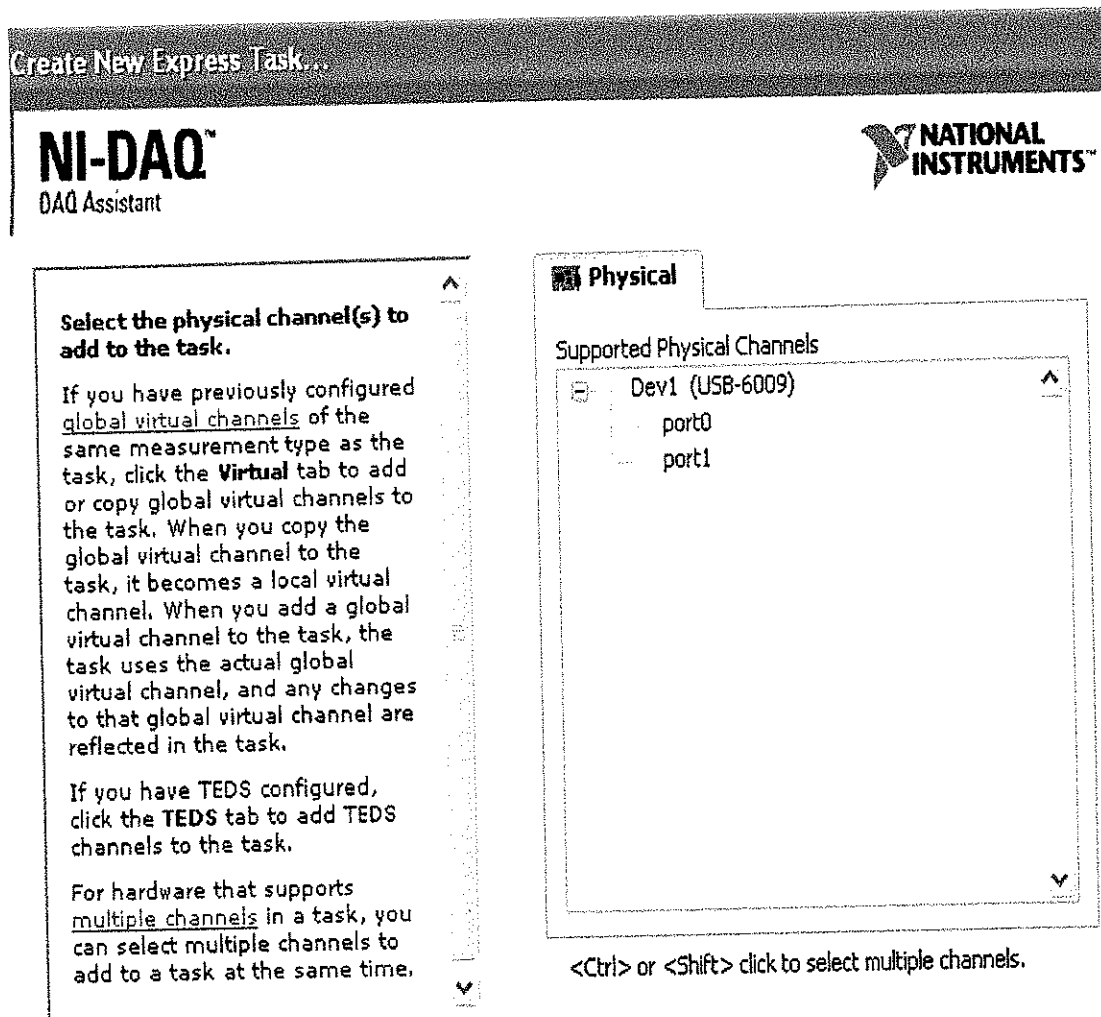


Figura 70. Configuración de los Port
FUENTE: Autor

11.3 ADQUISICION DE DATOS

Los programas presentados a continuación son una serie de sistemas creados donde se realizaron pruebas con la tarjeta obteniendo resultados positivos donde se tenían señales análogas y digitales de entrada/salida.

11.3.1. Entrada de línea digital

Con el DAQ Assistant *Input* ya configurado se crea un conector en los datos para poder realizar las pruebas de todos los pines que posee la tarjeta de adquisición de datos. En el diagrama de bloques se observa el link del DAQ Asistan ya configurado y el controlador para la visualización de las pruebas realizadas.

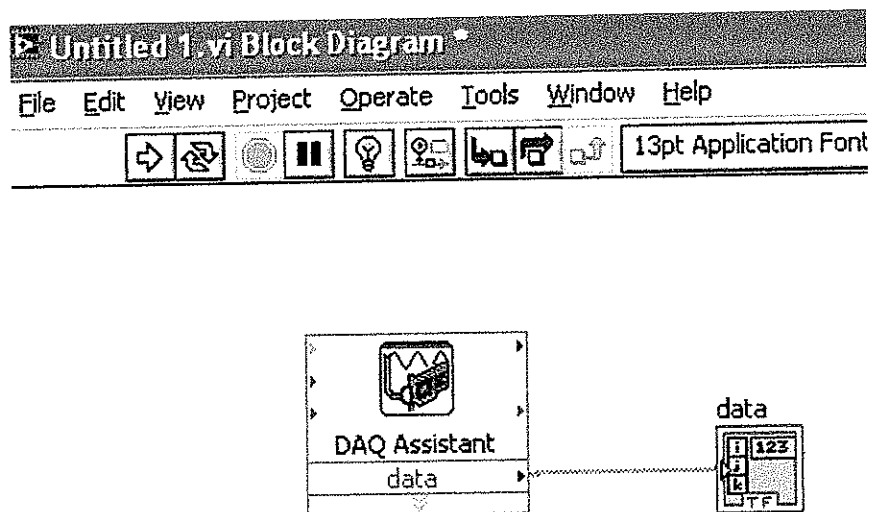


Figura 72. Diagrama de bloques entrada de línea digital
FUENTE: Autor

En el panel frontal se observa una línea de Led's boléanos los cuales se van encendiendo dependiendo el pin que se va utilizando en la tarjeta de adquisición de datos.

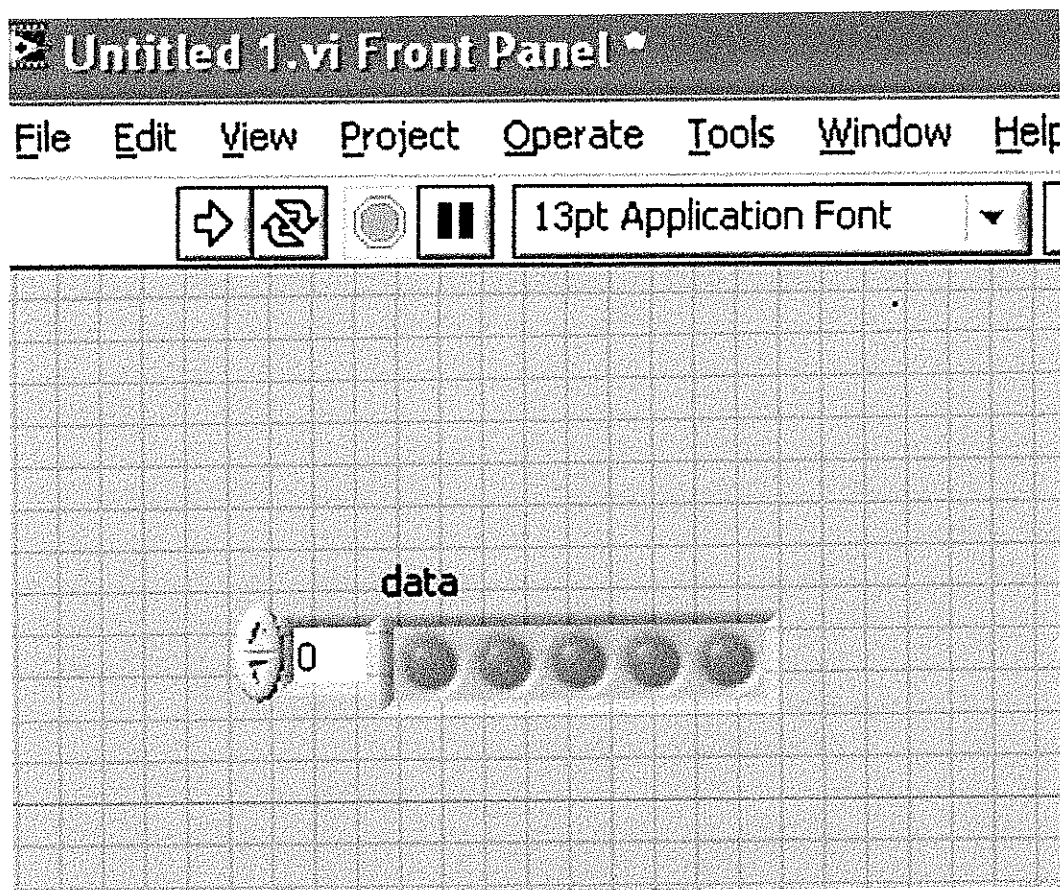


Figura 73. Panel frontal entrada de línea digital
FUENTE: Autor

11.3.2. Entrada digital

En este se observa el controlador de el DAQ en el cual se muestra el pin que se va utilizando y el dato que va ingresando estos son mostrando como binarios por ejemplo el pin 1 su muestra es 1 el pin 2 su muestra es 2 el pin 3 su muestra es 4 el pin 4 su muestra es 8 y así hasta el pin 8 que su muestra es 256.

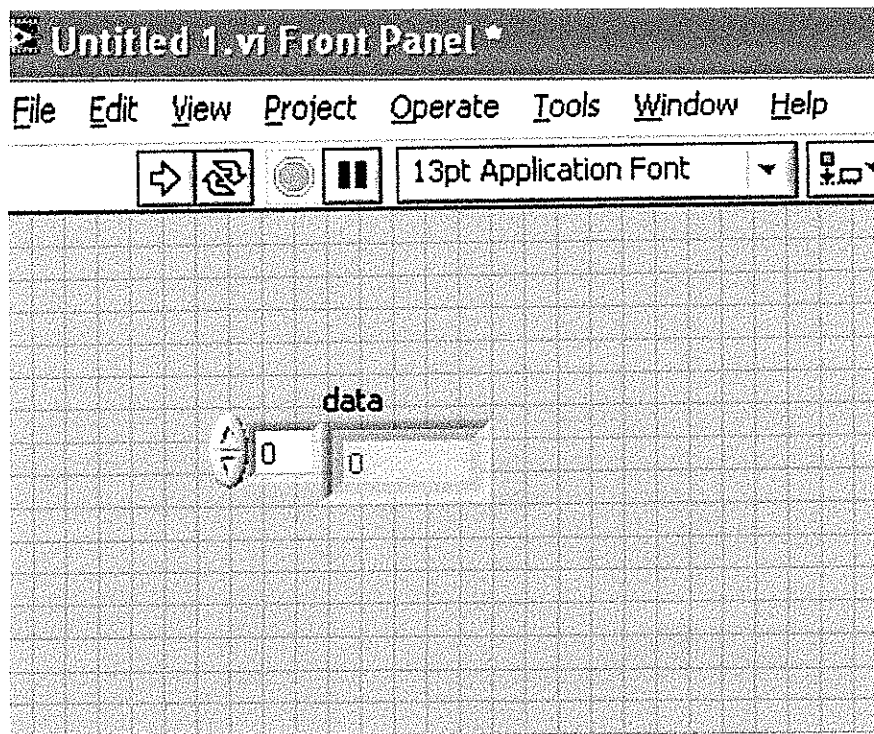


Figura 74. Panel frontal entrada digital
FUENTE: Autor

En este diagrama de bloques se observa el DAQ con su respectivo controlador que lleva el Display donde se puede visualizar los datos que van ingresando de la tarjeta.

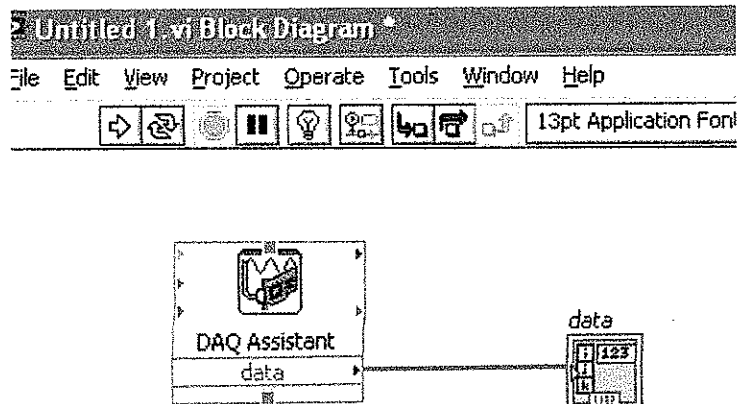


Figura 75. Diagrama de bloques entrada digital
FUENTE: Autor

11.3.3. Entrada/salida analógica

Para realizar las pruebas de los pines análogos se creo un programa que probaba los dos al mismo tiempo, enviando las salidas a las entradas y por medio de una grafica observar los cambios de voltajes.

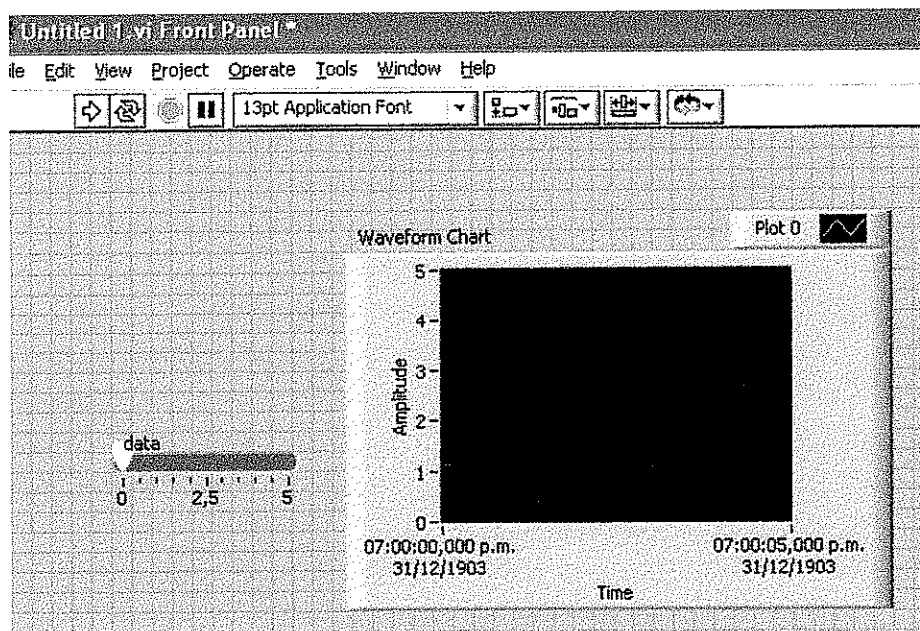


Figura 76. Panel frontal entrada/salida analógica
FUENTE: Autor

En el diagrama de bloques se observa que en la entrada se cuenta con una entrada de datos que se reemplaza con un Slide con el cual se genera la simulación de cambios de voltaje los cuales son visualizados en la Waveform chart (forma de onda grafica)

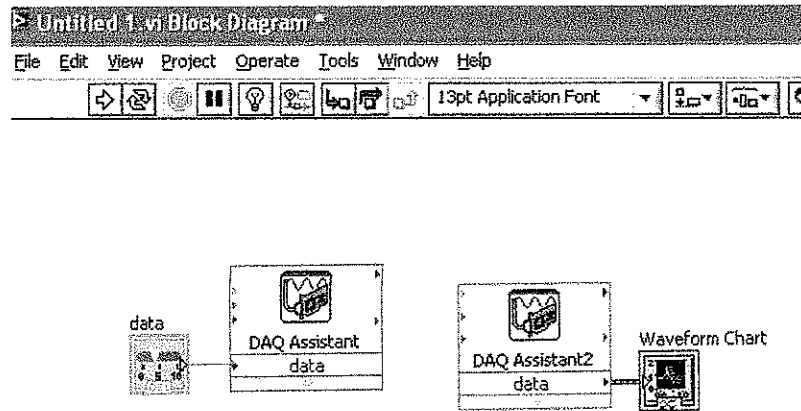


Figura 77. Diagrama de bloques entrada/salida análoga
FUENTE: Autor

Con los programas anteriores se realizan las pruebas de la adquisición y envío de datos por medio de la tarjeta NI USB 6009 los cuales respondieron positivamente a las expectativas esperadas, de este modo se logro graficar los datos entrantes y tomar y medir las señales de salida.

CONCLUSIONES

- Un instrumento virtual puede realizar las tres (3) funciones básicas de un instrumento convencional: adquisición, análisis y presentación de datos aparte de esto se puede configurar o variar las veces deseadas dependiendo la necesidad del usuario y posee mayor facilidad en la corrección de errores, gracias a esto no se depende del fabricante ni de unas especificaciones estrictas para el trabajo que se desarrolla con estos instrumentos.
- El instrumento virtual le apalanca en la flexibilidad y poder del PC, y mediante el software que lo acompaña, el nivel de adaptabilidad y personalización del instrumento virtual es casi ilimitado, ofreciendo con esto una inmensa gama de opciones en la transformación de ideas en proyectos.
- Entre los beneficios que ofrece la instrumentación virtual están la flexibilidad, el bajo costo de mantenimiento, la reusabilidad, la personalización de cada instrumento, la rápida incorporación de nuevas tecnologías, el bajo costo por función, el bajo costo por canal, etc.
- Con la instrumentación virtual el computador personal (PC) se comienza a utilizar como "instrumento" de medición de señales como temperatura, presión, caudal, etc., además de poder ser graficadas, observadas y manipuladas.
- LabVIEW es un software de instrumentación gráfico complejo que permite realizar sistemas de trabajo basados en pruebas, control y diseño mediante la programación. Con este se pueden crear instrumentos virtuales capaces de realizar cualquier propósito para lo que sean programados.
- El software de instrumentación LabVIEW no solo se basa en la programación sino que busca ser combinado tarjetas de adquisición de datos, PAC, Visión y otro hardware como terceras empresas.
- El proceso de instalación de la tarjeta de adquisición de datos NI USB 6009 al PC acarrea una serie de pasos que no son complicados pero deben seguir una secuencia estricta y de mucho cuidado para poder realizar un óptimo trabajo con todos los pines de entrada salida análogos y digitales, su contador y las diferentes salidas de voltaje que entrega el dispositivo.
- La tarjeta de adquisición de datos NI USB 6009 permite el trabajo de diferentes canales tanto de salida como de entrada o digitales y análogos en el mismo instante de tiempo aunque su frecuencia de trabajo es muy lenta, también permite utilizar sus salidas como referencias para las entradas y con el COUNT con el que cuenta permite ingresar series de pulsos que pueden ser visualizadas en el PC.

- En la adquisición de datos con módulos robóticos se pueden utilizar todas las señales que estos entregan ya sean análogas, digitales, de voltaje, corriente, fines de curso o cualquier sensor gracias a que la tarjeta de adquisición de datos recibe y envía cualquier tipo de señal la procesa y remite al software.
- Gracias a que la tarjeta de adquisición de datos NI USB 6009 trabaja con señales análogas y digitales se compagina muy bien con las señales enviadas por los módulos robóticos las cuales pudieron ser manipuladas estudiadas y graficadas al igual que enviadas como se tenía en los objetivos del proyecto.
- La programación en LabVIEW para la adquisición de datos se realizó teniendo en cuenta las características de los módulos robóticos en cuanto a voltajes corrientes y potencia con la que estos trabajaban, de este modo fueran manipuladas y pasadas por medio de la tarjeta para ser observadas en el software de instrumentación LabVIEW.
- El software de instalación de cada uno de los diferentes dispositivos trabajados en el desarrollo del proyecto fueron de las partes mas importantes en el trabajo pues dependiendo de cual de estos se fueran escogiendo se iba realizando el trabajo adecuado para cada uno dependiendo que tipo de instaladores se utilizaran para la tarjeta y el LabVIEW.
- Los sistemas de adquisición de datos creados son sistemas de instrumentación virtual los cuales son programas que fácilmente pueden ser cambiados o alterados para cualquier aplicación dependiendo de la necesidad que tenga el interesado en utilizarlo.

BIBLIOGRAFÍA

- J.G. Proakis, D.G. Manolakis. *Digital Signal Processing: Principles, algorithms and applications*". Prentice-Hall, Inc. 1996
- National Instruments Corp., eloisa.acha@ni.com www.ni.com
- DÍAZ, Henry Mendiburu *introducción a la instrumentación virtual*
- TABARES BETANCUR, Marta Silvia pfmstabare@eia.edu.co Escuela de ingeniería de Antioquia www.eia.edu.co
- MUNDO DIGITA NATIONAL INSTRUMENTS, www.ni.com national instruments page.
- VILLAGRÁN SOLÓRZANO, Stephany Helena UNIVERSIDAD DISTRITAL, www.udistrital.edu.co
- COLCIENCIAS, scienti.colciencias.gov.co
- AGAT laboratorios, adquisición de de datos
- WAGNER, Raymond National Instruments
- Master magazine portal de tecnología www.mastermagazine.info/termino
- Elai robótica www.elai.upm.es/spain/Asignaturas/Robótica
- www.kioskea.net/contents/transmission/transintro
- www.textoscientificos.com/redes/comunicaciones
- www.universia.net/Communication-NetworksFall2002/OcwWeb/Electrical-Engineering-and-Computer-Science.
- www.digital.ni.com/worldwide/latam.
- www.aadeca.org/articulos/Tracnova-La_Instrumentacion_Virtual.
- www.ni.com/virtualinstrumentation/esa/
- www.dialnet.unirioja.es
- www.bioingenieria.edu.ar/grupos/puertociencia/documentos/actualizado/Interfaz
- www.gsysc.escet.urjc.es/docencia/asignaturas/robotica
- www.st.com
- www.deutrox.com/automatizacion.html
- http://web.prodel.es/index.php?page=shop.product_details&flypage=shop
- www.prodel.es

ANEXOS

- Anexo A:

ESPECIFICACIONES TARJETA

- Anexo B

ARTICULO FORMATO IEEE

Anexo A

USER GUIDE AND SPECIFICATIONS

NI USB-6008/6009

このドキュメントの日本語版については、ni.com/manualsを参照してください。(For a Japanese language version, go to ni.com/manuals.)

This user guide describes how to use the National Instruments USB-6008/6009 data acquisition (DAQ) devices and lists specifications.

Introduction

The NI USB-6008/6009 provides connection to eight analog input (AI) channels, two analog output (AO) channels, 12 digital input/output (DIO) channels, and a 32-bit counter with a Full-Speed USB interface.



Note This manual revision updates naming conventions to reflect the conventions used in NI-DAQmx. Table 1 notes the correlation between the old and updated names.

Table 1. Digital Output Driver Type Naming Conventions

Hardware Functionality	NI-DAQmx Terminology
Open-drain	Open collector
Push-pull	Active drive

Table 2. Differences Between the NI USB-6008 and NI USB-6009

Feature	NI USB-6008	NI USB-6009
AI Resolution	12 bits differential, 11 bits single-ended	14 bits differential, 13 bits single-ended
Maximum AI Sample Rate, Single Channel*	10 kS/s	48 kS/s
Maximum AI Sample Rate, Multiple Channels (Aggregate)*	10 kS/s	48 kS/s
DIO Configuration	Open collector	Open collector or active drive
* System dependent.		

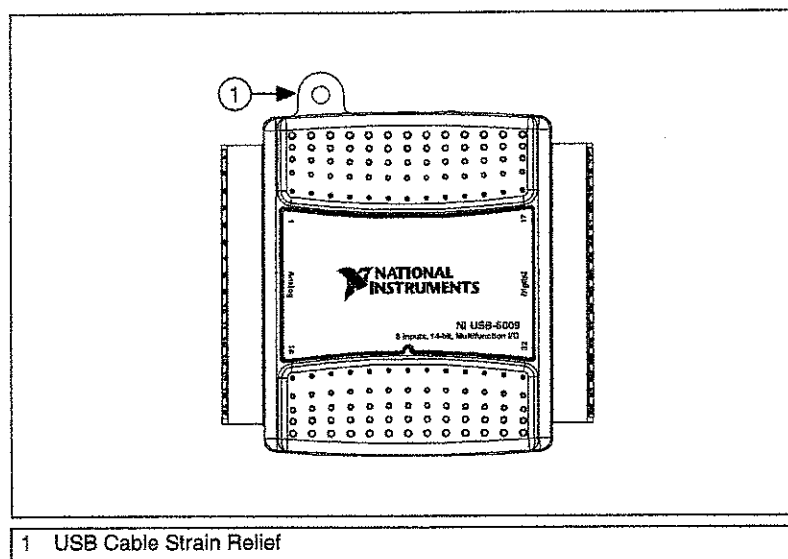


Figure 1. NI USB-6008/6009 Top View

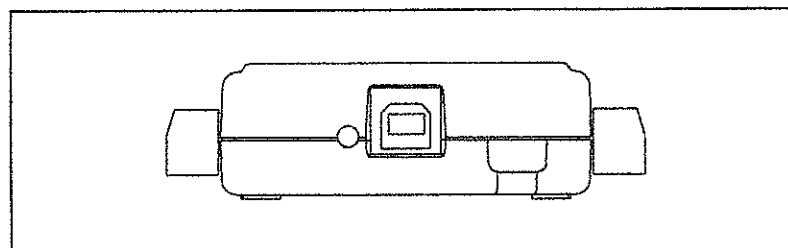


Figure 2. NI USB-6008/6009 Back View

Dimensions

Figure 3 illustrates the dimensions of the NI USB-6008/6009 device.

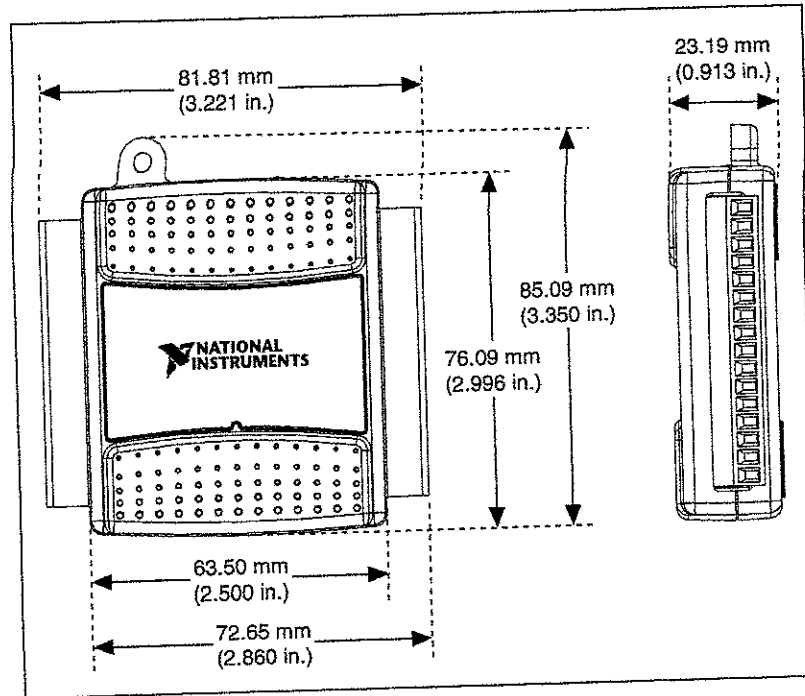


Figure 3. NI USB-6008/6009 in Millimeters (Inches)

Safety Guidelines



Caution Operate the NI USB-6008/6009 only as described in these operating instructions.

The following section contains important safety information that you must follow when installing and using the NI USB-6008/6009.

Do not operate the NI USB-6008/6009 in a manner not specified in this document. Misuse of the device can result in a hazard. You can compromise the safety protection built into the device if the device is damaged in any way. If the device is damaged, contact National Instruments for repair.

Do not substitute parts or modify the device except as described in this document. Use the device only with the chassis, modules, accessories, and cables specified in the installation instructions. You must have all covers and filler panels installed during operation of the device.

Do not operate the device in an explosive atmosphere or where there may be flammable gases or fumes. If you must operate the device in such an environment, it must be in a suitably rated enclosure.

If you need to clean the device, use a dry cloth. Make sure that the device is completely dry and free from contaminants before returning it to service.

Operate the device only at or below Pollution Degree 2. Pollution is foreign matter in a solid, liquid, or gaseous state that can reduce dielectric strength or surface resistivity. The following is a description of pollution degrees:

- Pollution Degree 1 means no pollution or only dry, nonconductive pollution occurs. The pollution has no influence.
- Pollution Degree 2 means that only nonconductive pollution occurs in most cases. Occasionally, however, a temporary conductivity caused by condensation must be expected.
- Pollution Degree 3 means that conductive pollution occurs, or dry, nonconductive pollution occurs that becomes conductive due to condensation.

You must insulate signal connections for the maximum voltage for which the device is rated. Do not exceed the maximum ratings for the device. Do not install wiring while the device is live with electrical signals. Do not remove or add connector blocks when power is connected to the system. Avoid contact between your body and the connector block signal when hot swapping modules. Remove power from signal lines before connecting them to or disconnecting them from the device.

Operate the device at or below the Measurement Category I¹. Measurement circuits are subjected to working voltages² and transient stresses (overvoltage) from the circuit to which they are connected during measurement or test. Measurement categories establish standard impulse withstand voltage levels that commonly occur in electrical distribution systems. The following is a description of measurement categories:

- Measurement Category I is for measurements performed on circuits not directly connected to the electrical distribution system referred to as MAINS³ voltage. This category is for measurements of voltages from specially protected secondary circuits. Such voltage measurements include signal levels, special equipment, limited-energy parts of equipment, circuits powered by regulated low-voltage sources, and electronics.

¹ Measurement Category as defined in electrical safety standard IEC 61010-1. Measurement Category is also referred to as Installation Category.

² Working Voltage is the highest rms value of an AC or DC voltage that can occur across any particular insulation.

³ MAINS is defined as a hazardous live electrical supply system that powers equipment. Suitably rated measuring circuits may be connected to the MAINS for measuring purposes.

- Measurement Category II is for measurements performed on circuits directly connected to the electrical distribution system. This category refers to local-level electrical distribution, such as that provided by a standard wall outlet (for example, 115 V for U.S. or 230 V for Europe). Examples of Measurement Category II are measurements performed on household appliances, portable tools, and similar E Series devices.
- Measurement Category III is for measurements performed in the building installation at the distribution level. This category refers to measurements on hard-wired equipment such as equipment in fixed installations, distribution boards, and circuit breakers. Other examples are wiring, including cables, bus-bars, junction boxes, switches, socket-outlets in the fixed installation, and stationary motors with permanent connections to fixed installations.
- Measurement Category IV is for measurements performed at the primary electrical supply installation (<1,000 V). Examples include electricity meters and measurements on primary overcurrent protection devices and on ripple control units.

Related Documentation

Each application software package and driver includes information about writing applications for taking measurements and controlling measurement devices. The following references to documents assume you have NI-DAQmx 8.7 or later, and where applicable, version 7.1 or later of the NI application software.

NI-DAQmx for Windows

The *DAQ Getting Started Guide* describes how to install your NI-DAQmx for Windows software, how to install your NI-DAQmx-supported DAQ device, and how to confirm that your device is operating properly. Select **Start»All Programs»National Instruments»NI-DAQ»DAQ Getting Started Guide**.

The *NI-DAQ Readme* lists which devices are supported by this version of NI-DAQ. Select **Start»All Programs»National Instruments»NI-DAQ»NI-DAQ Readme**.

The *NI-DAQmx Help* contains general information about measurement concepts, key NI-DAQmx concepts, and common applications that are applicable to all programming environments. Select **Start»All Programs»National Instruments»NI-DAQ»NI-DAQmx Help**.



Note For information about non-Windows operating system support, refer to ni.com/info and enter BaseGSGML.

LabVIEW

If you are a new user, use the *Getting Started with LabVIEW* manual to familiarize yourself with the LabVIEW graphical programming environment and the basic LabVIEW features you use to build data acquisition and instrument control applications. Open the *Getting Started with LabVIEW* manual by selecting **Start»All Programs»National Instruments»LabVIEW»LabVIEW Manuals** or by navigating to the `labview\manuals` directory and opening `LV_Getting_Started.pdf`.

Use the *LabVIEW Help*, available by selecting **Help»Search the LabVIEW Help** in LabVIEW, to access information about LabVIEW programming concepts, step-by-step instructions for using LabVIEW, and reference information about LabVIEW VIs, functions, palettes, menus, and tools. Refer to the following locations on the **Contents** tab of the *LabVIEW Help* for information about NI-DAQmx:

- **Getting Started»Getting Started with DAQ**—Includes overview information and a tutorial to learn how to take an NI-DAQmx measurement in LabVIEW using the DAQ Assistant.
- **VI and Function Reference»Measurement I/O VIs and Functions**—Describes the LabVIEW NI-DAQmx VIs and properties.
- **Taking Measurements**—Contains the conceptual and how-to information you need to acquire and analyze measurement data in LabVIEW, including common measurements, measurement fundamentals, NI-DAQmx key concepts, and device considerations.

LabWindows/CVI

The **Data Acquisition** book of the *LabWindows/CVI Help* contains measurement concepts for NI-DAQmx. This book also contains *Taking an NI-DAQmx Measurement in LabWindows/CVI*, which includes step-by-step instructions about creating a measurement task using the DAQ Assistant. In LabWindows™/CVI™, select **Help»Contents**, then select **Using LabWindows/CVI»Data Acquisition**.

The **NI-DAQmx Library** book of the *LabWindows/CVI Help* contains API overviews and function reference for NI-DAQmx. Select **Library Reference»NI-DAQmx Library** in the *LabWindows/CVI Help*.

Measurement Studio

If you program your NI-DAQmx-supported device in Measurement Studio using Visual C++, Visual C#, or Visual Basic .NET, you can interactively create channels and tasks by launching the DAQ Assistant from MAX or from within Visual Studio .NET. You can generate the configuration code

based on your task or channel in Measurement Studio. Refer to the *DAQ Assistant Help* for additional information about generating code. You also can create channels and tasks, and write your own applications in your ADE using the NI-DAQmx API.

For help with NI-DAQmx methods and properties, refer to the NI-DAQmx .NET Class Library or the NI-DAQmx Visual C++ Class Library included in the *NI Measurement Studio Help*. For general help with programming in Measurement Studio, refer to the *NI Measurement Studio Help*, which is fully integrated with the Microsoft Visual Studio .NET help. To view this help file in Visual Studio .NET, select **Measurement Studio»NI Measurement Studio Help**.

To create an application in Visual C++, Visual C#, or Visual Basic .NET, follow these general steps:

1. In Visual Studio .NET, select **File»New»Project** to launch the New Project dialog box.
2. Find the Measurement Studio folder for the language you want to create a program in.
3. Choose a project type. You add DAQ tasks as a part of this step.

ANSI C without NI Application Software

The *NI-DAQmx Help* contains API overviews and general information about measurement concepts. Select **Start»All Programs»National Instruments»NI-DAQ»NI-DAQmx Help**.

The *NI-DAQmx C Reference Help* describes the NI-DAQmx Library functions, which you can use with National Instruments data acquisition devices to develop instrumentation, acquisition, and control applications. Select **Start»All Programs»National Instruments»NI-DAQ»NI-DAQmx C Reference Help**.

.NET Languages without NI Application Software

With the Microsoft .NET Framework version 1.1 or later, you can use NI-DAQmx to create applications using Visual C# and Visual Basic .NET without Measurement Studio. You need Microsoft Visual Studio .NET 2003 or Microsoft Visual Studio 2005 for the API documentation to be installed.

The installed documentation contains the NI-DAQmx API overview, measurement tasks and concepts, and function reference. This help is fully integrated into the Visual Studio .NET documentation. To view the NI-DAQmx .NET documentation, go to **Start»Programs»National Instruments»NI-DAQ»NI-DAQmx .NET Reference Help**. Expand **NI Measurement Studio Help»NI Measurement Studio .NET Class**

Library»Reference to view the function reference. Expand **NI Measurement Studio Help»NI Measurement Studio .NET Class Library»Using the Measurement Studio .NET Class Libraries** to view conceptual topics for using NI-DAQmx with Visual C# and Visual Basic .NET.

To get to the same help topics from within Visual Studio, go to **Help»Contents**. Select **Measurement Studio** from the **Filtered By** drop-down list and follow the previous instructions.

Device Documentation and Specifications

NI-DAQmx includes the Device Document Browser, which contains online documentation for supported DAQ and SCXI devices, such as documents describing device pinouts, features, and operation. You can find, view, and/or print the documents for each device using the Device Document Browser at any time by inserting the CD. After installing the Device Documentation Browser, device documents are accessible from **Start»All Programs»National Instruments»NI-DAQ»Browse Device Documentation**.



Note You can also download these documents at ni.com/manuals.

NI-DAQmx Base (Linux/Mac OS X/LabVIEW PDA 8.x)

The *NI-DAQmx Base Getting Started Guide* describes how to install your NI-DAQmx Base software, your NI-DAQmx Base-supported DAQ device, and how to confirm that your device is operating properly. In Windows, select **Start»All Programs»National Instruments»NI-DAQmx Base»Documentation»Getting Started Guide**.

Getting Started with NI-DAQmx Base for Linux and Mac Users describes how to install your NI-DAQmx Base software, your NI-DAQmx Base-supported DAQ device, and how to confirm that your device is operating properly on your Mac/Linux machine.

The *NI-DAQmx Base Readme* lists which devices are supported by this version of NI-DAQmx Base. In Windows, select **Start»All Programs»National Instruments»NI-DAQmx Base»DAQmx Base Readme**.

The *NI-DAQmx Base VI Reference Help* contains VI reference and general information about measurement concepts. In LabVIEW, select **Help»NI-DAQmx Base VI Reference Help**.

The *NI-DAQmx Base C Reference Help* contains C reference and general information about measurement concepts. In Windows, select **Start»All Programs»National Instruments»NI-DAQmx Base»Documentation»C Function Reference Help**.



Note All NI-DAQmx Base documentation for Linux is installed at
`/usr/local/natinst/nidaqmxbase/documentation`.



Note All NI-DAQmx Base documentation for Mac OS X is installed at
`/Applications/National Instruments/NI-DAQmx Base/documentation`.

Training Courses

If you need more help getting started developing an application with NI products, NI offers training courses. To enroll in a course or obtain a detailed course outline, refer to ni.com/training.

Technical Support on the Web

For additional support, refer to ni.com/support or zone.ni.com.

Installing the Software

Software support for the NI USB-6008/6009 for Windows Vista/XP/2000 is provided by NI-DAQmx. The *DAQ Getting Started Guide*, which you can download at ni.com/manuals, offers NI-DAQmx users step-by-step instructions for installing software and hardware, configuring channels and tasks, and getting started developing an application.



Note For information about non-Windows operating system support, refer to ni.com/info and enter BaseGSGML.

Installing Other Software

If you are using other software, refer to the installation instructions that accompany your software.

Example Programs

The NI-DAQmx CD contains example programs that you can use to get started programming with the NI USB-6008/6009. Refer to the *NI-DAQmx for USB Devices Getting Started Guide* that shipped with your device, and is also accessible from **Start»All Programs»National Instruments»NI-DAQ**, for more information.

The NI-DAQmx Base software ships with example programs you can use to get started programming with the NI USB-6008/6009. Refer to the *NI-DAQmx Base Getting Started Guide* that shipped with your device, and is also accessible from **Start»All Programs»National Instruments»NI-DAQmx Base»Documentation**, for more information.



Note For information about non-Windows operating system support, refer to ni.com/info and enter BaseGSGML.

Installing the NI USB-6008/6009 Device

Before installing the device, you must install the software you plan to use with the device. Refer to the *Installing the Software* section of this guide and the documentation included with the software for more information.

Figure 4 shows key functional components of the NI USB-6008/6009.

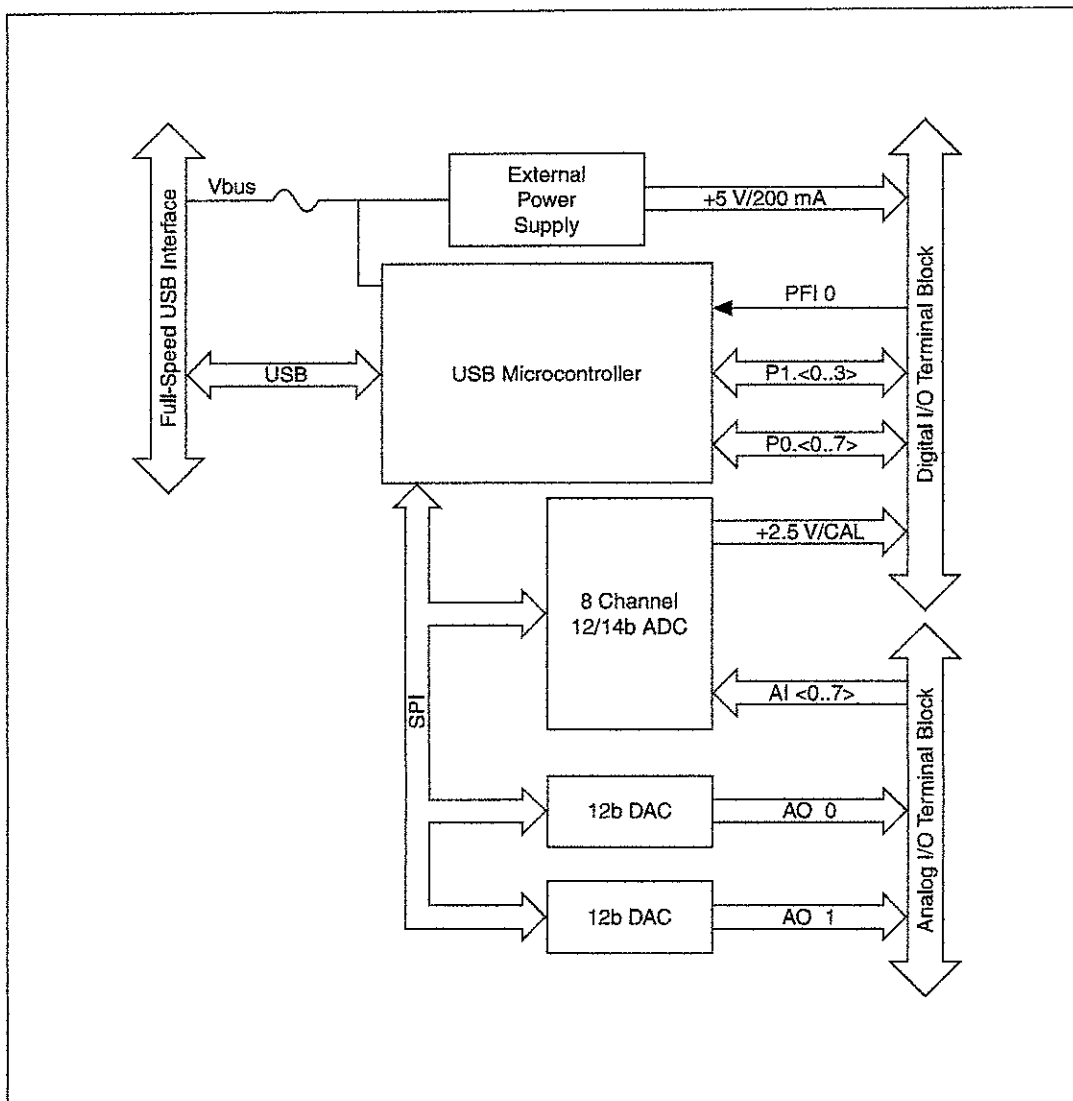


Figure 4. Device Block Diagram

Setting Up the NI USB-6008/6009 Device

Complete the following steps to set up the NI USB-6008/6009:

1. Install combicon screw terminal blocks by inserting them into the combicon jacks.
2. Figure 5 illustrates the signal labels that ship in the NI USB-6008/6009 kit. You can apply the signal labels to the screw terminal blocks for easy signal identification.

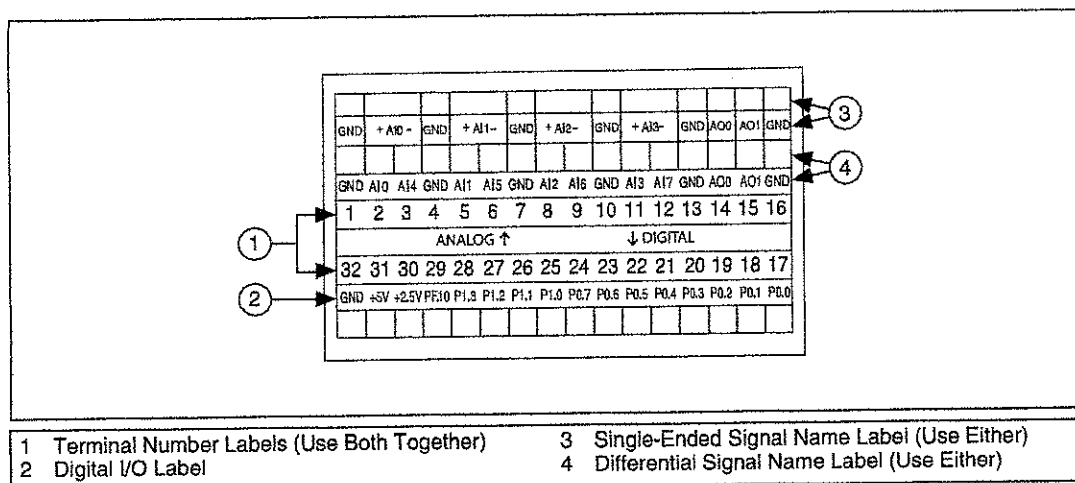


Figure 5. NI USB-6008/6009 Signal Labels

3. Refer to Table 4 and Figures 5 and 6 for signal label orientation and affix the provided signal labels to the screw terminal blocks. Until the signal labels are applied, you can insert the screw terminal blocks into either of the combicon jacks.

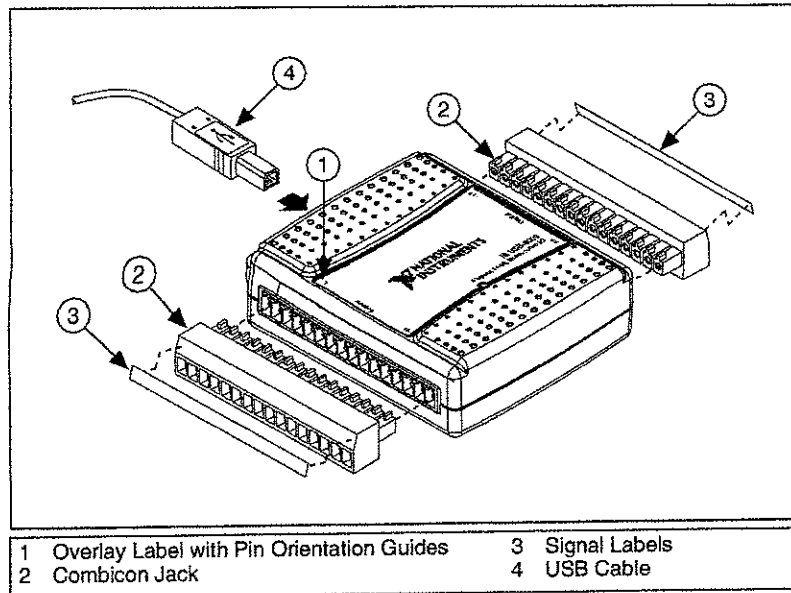


Figure 6. Signal Label Application Diagram



Note Once you label the screw terminal blocks, you must only insert them into the matching combicon jack, as indicated by the overlay label on the NI USB-6008/6009 device.

4. Connect the wiring to the appropriate screw terminals.

Connecting the NI USB-6008/6009 to a Computer

Plug one end of the USB cable into the NI USB-6008/6009 and the other end into an available USB port on the computer.

LED Indicator

The NI USB-6008/6009 device has a green LED next to the USB connector. The LED indicator indicates device status, as listed in Table 3. When the device is connected to a USB port, the LED blinks steadily to indicate that the device is initialized and is receiving power from the connection.

If the LED is not blinking, it may mean that the device is not initialized or the computer is in standby mode. In order for the device to be recognized, the device must be connected to a computer that has NI-DAQmx installed on it. If your device is not blinking, make sure your computer has the latest version of NI-DAQmx installed on it, and the computer is not in standby mode.

Table 3. LED State/Device Status

LED State	Device Status
Not lit	Device not connected or in suspend.
On, not blinking	Device connected.
Single-blink	Operating normally.

I/O Connector

The NI USB-6008/6009 ships with one detachable screw terminal block for analog signals and one detachable screw terminal block for digital signals. These terminal blocks provide 16 connections that use 16 AWG to 28 AWG wire.

Table 4 lists the analog terminal assignments, and Table 5 lists the digital terminal assignments.

Table 4. Analog Terminal Assignments

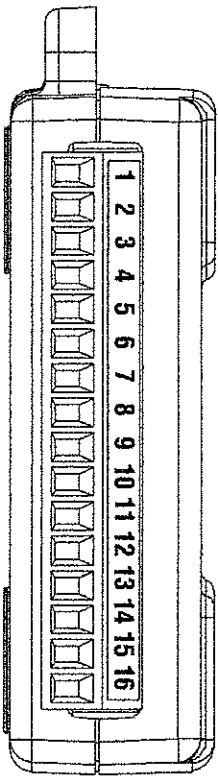
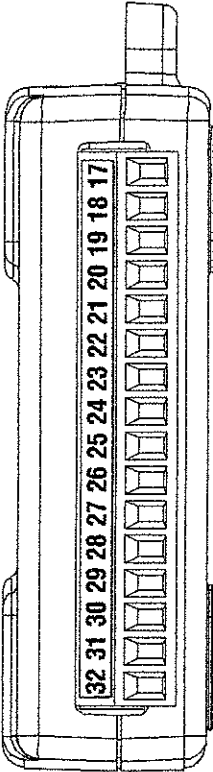
Module	Terminal	Signal, Single-Ended Mode	Signal, Differential Mode
	1	GND	GND
	2	AI 0	AI 0+
	3	AI 4	AI 0–
	4	GND	GND
	5	AI 1	AI 1+
	6	AI 5	AI 1–
	7	GND	GND
	8	AI 2	AI 2+
	9	AI 6	AI 2–
	10	GND	GND
	11	AI 3	AI 3+
	12	AI 7	AI 3–
	13	GND	GND
	14	AO 0	AO 0
	15	AO 1	AO 1
	16	GND	GND

Table 5. Digital Terminal Assignments

Module	Terminal	Signal
	17	P0.0
	18	P0.1
	19	P0.2
	20	P0.3
	21	P0.4
	22	P0.5
	23	P0.6
	24	P0.7
	25	P1.0
	26	P1.1
	27	P1.2
	28	P1.3
	29	PFI 0
	30	+2.5 V
	31	+5 V
	32	GND

Signal Descriptions

Table 6 describes the signals available on the I/O connectors.

Table 6. Signal Descriptions

Signal Name	Reference	Direction	Description
GND	—	—	Ground —The reference point for the single-ended AI measurements, bias current return point for differential mode measurements, AO voltages, digital signals at the I/O connector, +5 VDC supply, and the +2.5 VDC reference.
AI <0..7>	Varies	Input	Analog Input Channels 0 to 7 —For single-ended measurements, each signal is an analog input voltage channel. For differential measurements, AI 0 and AI 4 are the positive and negative inputs of differential analog input channel 0. The following signal pairs also form differential input channels: <AI 1, AI 5>, <AI 2, AI 6>, and <AI 3, AI 7>.
AO 0	GND	Output	Analog Channel 0 Output —Supplies the voltage output of AO channel 0.
AO 1	GND	Output	Analog Channel 1 Output —Supplies the voltage output of AO channel 1.
P1.<0..3> P0.<0..7>	GND	Input or Output	Digital I/O Signals —You can individually configure each signal as an input or output.
+2.5 V	GND	Output	+2.5 V External Reference —Provides a reference for wrap-back testing.
+5 V	GND	Output	+5 V Power Source —Provides +5 V power up to 200 mA.
PFI 0	GND	Input	PFI 0 —This pin is configurable as either a digital trigger or an event counter input.

Analog Input

You can connect analog input signals to the NI USB-6008/6009 through the I/O connector. Refer to Table 6 for more information about connecting analog input signals.

Analog Input Circuitry

Figure 7 illustrates the analog input circuitry of the NI USB-6008/6009.

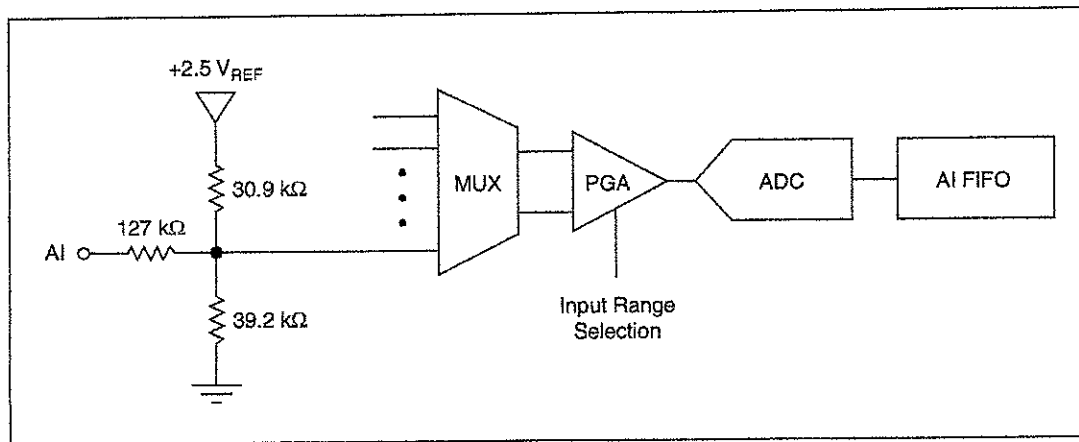


Figure 7. Analog Input Circuitry

MUX

The NI USB-6008/6009 has one analog-to-digital converter (ADC). The multiplexer (MUX) routes one AI channel at a time to the PGA.

PGA

The programmable-gain amplifier provides input gains of 1, 2, 4, 5, 8, 10, 16, or 20 when configured for differential measurements and gain of 1 when configured for single-ended measurements. The PGA gain is automatically calculated based on the voltage range selected in the measurement application.

A/D Converter

The analog-to-digital converter (ADC) digitizes the AI signal by converting the analog voltage into a digital code.

AI FIFO

The NI USB-6008/6009 can perform both single and multiple A/D conversions of a fixed or infinite number of samples. A first-in-first-out (FIFO) buffer holds data during AI acquisitions to ensure that no data is lost.

Analog Input Modes

You can configure the AI channels on the NI USB-6008/6009 to take single-ended or differential measurements. Refer to Table 6 for more information about I/O connections for single-ended or differential measurements.

Connecting Differential Voltage Signals

For differential signals, connect the positive lead of the signal to the AI+ terminal, and the negative lead to the AI- terminal.

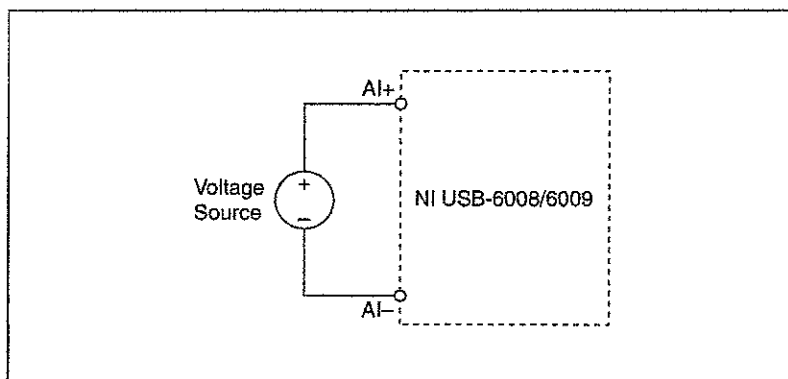


Figure 8. Connecting a Differential Voltage Signal

The differential input mode can measure ± 20 V signals in the ± 20 V range. However, the maximum voltage on any one pin is ± 10 V with respect to GND. For example, if AI 1 is +10 V and AI 5 is -10 V, then the measurement returned from the device is +20 V.

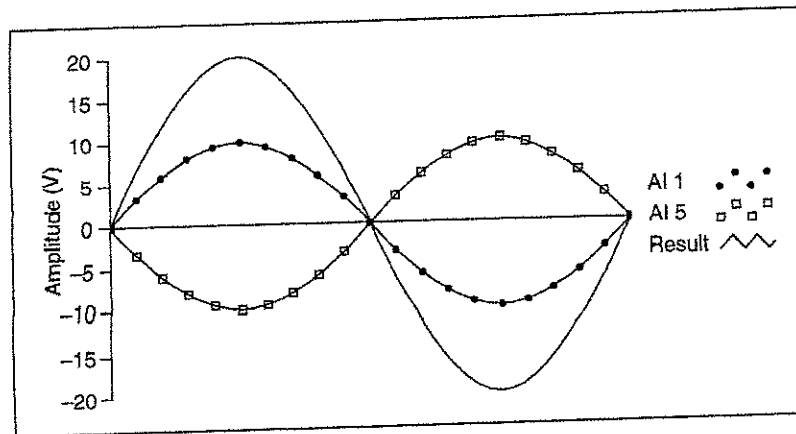


Figure 9. Example of a Differential 20 V Measurement

Connecting a signal greater than ± 10 V on either pin results in a clipped output.

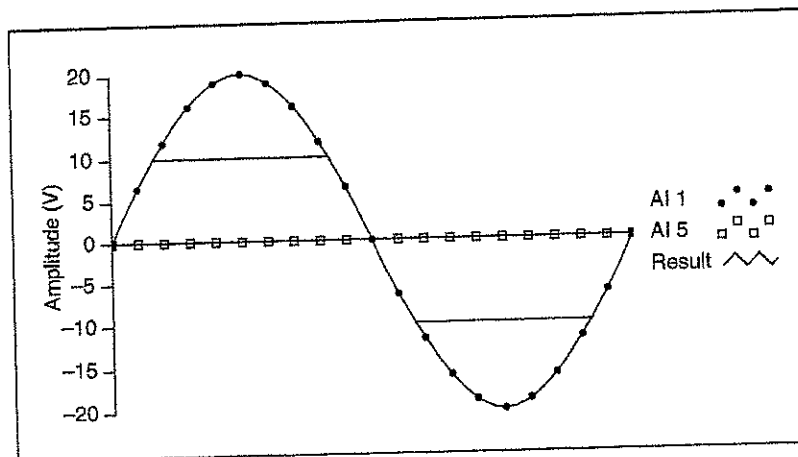


Figure 10. Exceeding ± 10 V on AI Returns Clipped Output

Connecting Reference Single-Ended Voltage Signals

To connect reference single-ended voltage signals (RSE) to the NI USB-6008/6009, connect the positive voltage signal to the desired AI terminal, and the ground signal to a GND terminal, as illustrated in Figure 11.

When no signals are connected to the analog input terminal, the internal resistor divider may cause the terminal to float to approximately 1.4 V when the analog input terminal is configured as RSE. This behavior is normal and does not affect the measurement when a signal is connected.

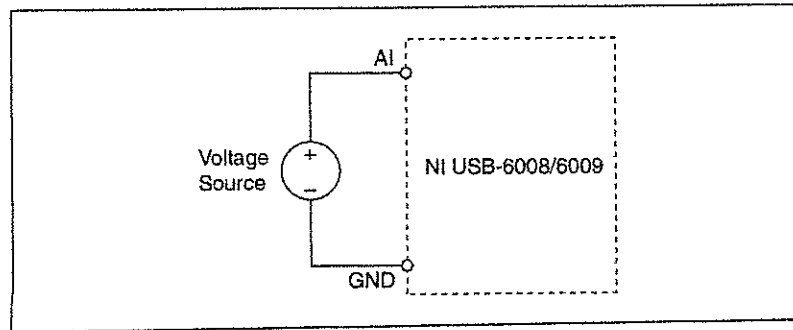


Figure 11. Connecting a Reference Single-Ended Voltage Signal

Digital Trigger

When an AI task is defined, you can configure PFI 0 as a digital trigger input. When the digital trigger is enabled, the AI task waits for a rising or falling edge on PFI 0 before starting the acquisition. To use ai/Start Trigger with a digital source, specify PFI 0 as the source and select rising or falling edge.

Analog Output

The NI USB-6008/6009 has two independent AO channels that can generate outputs from 0–5 V. All updates of AO lines are software-timed.

Analog Output Circuitry

Figure 12 illustrates the analog output circuitry for the NI USB-6008/6009.

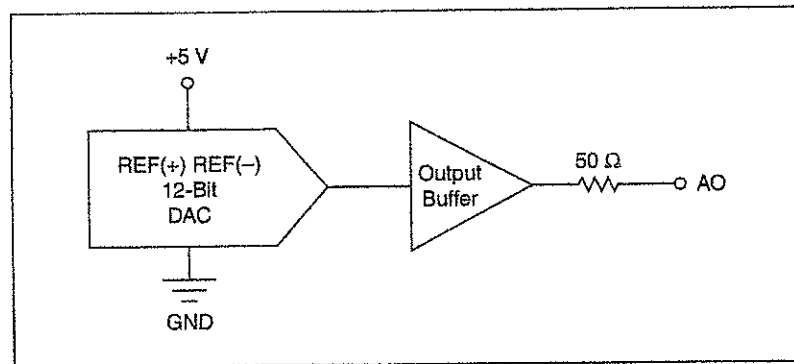


Figure 12. Analog Output Circuitry

DACs

Digital-to-analog converters (DACs) convert digital codes to analog voltages.

Connecting Analog Output Loads

To connect loads to the NI USB-6008/6009, connect the positive lead of the load to the AO terminal, and connect the ground of the load to a GND terminal.

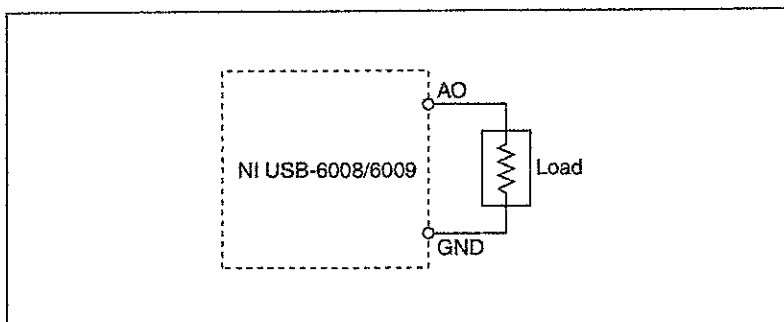


Figure 13. Connecting a Load

Minimizing Glitches on the Output Signal

When you use a DAC to generate a waveform, you may observe glitches in the output signal. These glitches are normal; when a DAQ switches from one voltage to another, it produces glitches due to released charges. The largest glitches occur when the most significant bit of the DAC code changes. You can build a lowpass deglitching filter to remove some of these glitches, depending on the frequency and nature of the output signal. Refer to ni.com/support for more information about minimizing glitches.

Digital I/O

The NI USB-6008/6009 has 12 digital lines, P0.<0..7> and P1.<0..3>, which comprise the DIO port. GND is the ground-reference signal for the DIO port. You can individually program all lines as inputs or outputs.

Digital I/O Circuitry

Figure 14 shows P0.<0..7> connected to example signals configured as digital inputs and digital outputs. You can configure P1.<0..3> similarly.

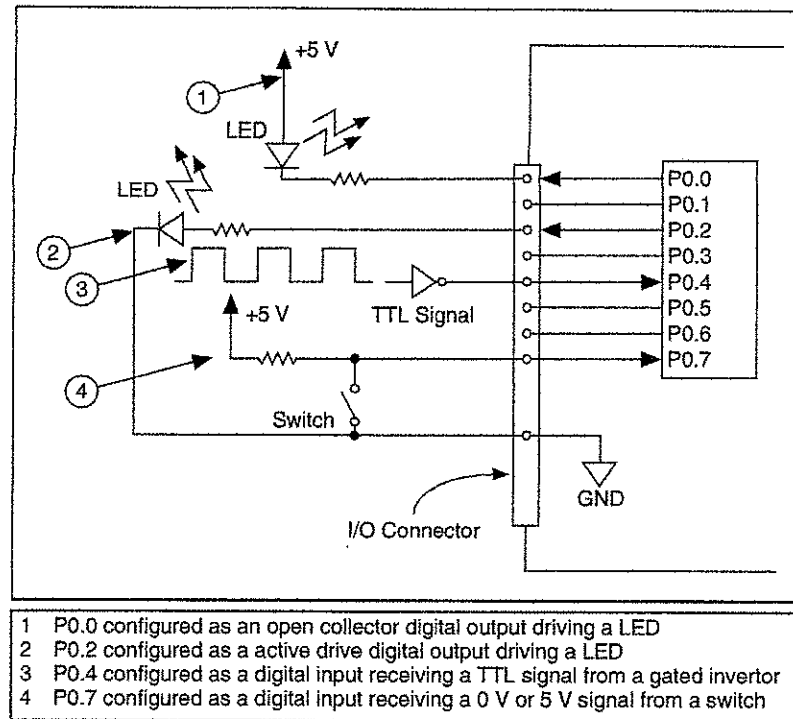


Figure 14. Example of Connecting a Load



Caution Exceeding the maximum input voltage ratings or maximum output ratings, which are listed in the *Specifications* section, can damage the device and the computer. National Instruments is not liable for any damage resulting from such signal connections.

Source/Sink Information

The default configuration of the NI USB-6008/6009 DIO ports is open collector, allowing 5 V operation, with an onboard 4.7 k Ω pull-up resistor. An external user-provided pull-up resistor can be added to increase the source current drive up to a 8.5 mA limit per line as shown in Figure 15.

The NI USB-6009 ports can also be configured as active drive using the NI-DAQmx API, allowing 3.3 V operation with a source/sink current limit of ± 8.5 mA. Refer to the *NI-DAQmx Help* for more information about how to set the DIO configuration.

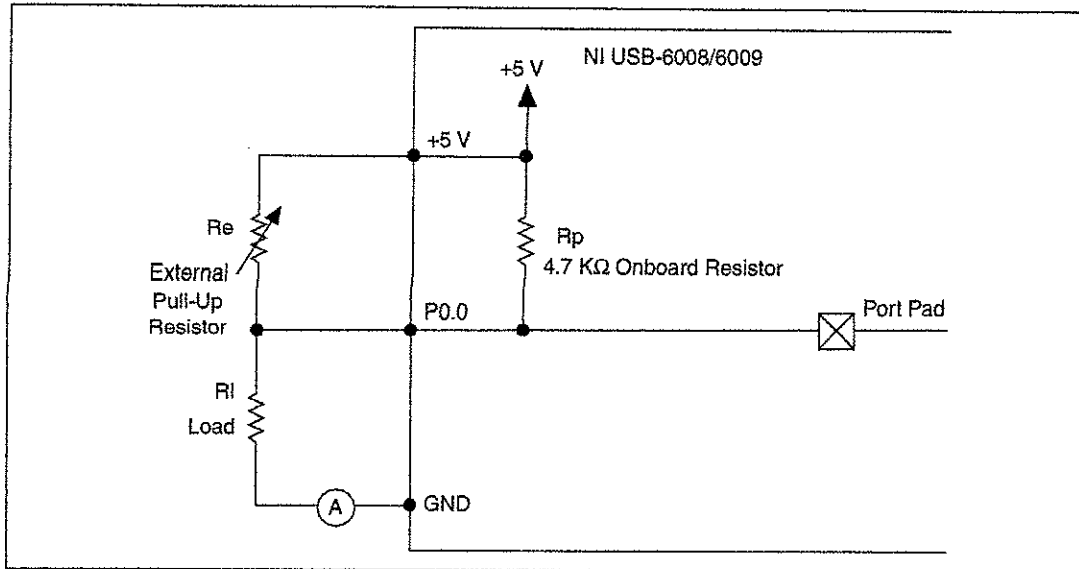


Figure 15. Example of Connecting an External User-Provided Resistor

Complete the following steps to determine the value of the user-provided pull-up resistor:

1. Place an ammeter in series with the load.
2. Place a variable resistor between the digital output line and the +5 V.
3. Adjust the variable resistor until the ammeter current reads as the intended current. The intended current must be less than 8.5 mA.
4. Remove the ammeter and variable resistor from your circuit.
5. Measure the resistance of the variable resistor. The measured resistance is the ideal value of the pull-up resistor.
6. Select a static resistor value for your pull-up resistor that is greater than or equal to the ideal resistance.
7. Re-connect the load circuit and the pull-up resistor.

I/O Protection

To protect the NI USB-6008/6009 against overvoltage, undervoltage, and overcurrent conditions, as well as ESD events, you should avoid these fault conditions by using the following guidelines:

- If you configure a DIO line as an output, do not connect it to any external signal source, ground signal, or power supply.
- If you configure a DIO line as an output, understand the current requirements of the load connected to these signals. Do not exceed the specified current output limits of the DAQ device.

National Instruments has several signal conditioning solutions for digital applications requiring high current drive.

- If you configure a DIO line as an input, do not drive the line with voltages outside of its normal operating range. The DIO lines have a smaller operating range than the AI signals.
- Treat the DAQ device as you would treat any static sensitive device. Always properly ground yourself and the equipment when handling the DAQ device or connecting to it.

Power-On States

At system startup and reset, the hardware sets all DIO lines to high-impedance inputs. The DAQ device does not drive the signal high or low. Each line has a weak pull-up resistor connected to it.

Static DIO

Each of the NI USB-6008/6009 DIO lines can be used as a static DI or DO line. You can use static DIO lines to monitor or control digital signals. All samples of static DI lines and updates of DO lines are software-timed.

Event Counter

You can configure PFI 0 as a source for a gated inverter counter input edge count task. In this mode, falling-edge events are counted using a 32-bit counter. For more information about event timing requirements, refer to the *Specifications* section.

Reference and Power Sources

The NI USB-6008/6009 creates an external reference and supplies a power source. All voltages are relative to COM unless otherwise noted.

+2.5 External References

The NI USB-6008/6009 creates a high-purity reference voltage supply for the ADC using a multi-state regulator, amplifier, and filter circuit. The resulting +2.5 V reference voltage can be used as a signal for self test.

+5 V Power Source

The NI USB-6008/6009 supplies a 5 V, 200 mA output. This source can be used to power external components.

 **Note** While the device is in USB suspend, the output is disabled.

Specifications

The following specifications are typical at 25 °C, unless otherwise noted.

Analog Input

Converter type.....	Successive approximation
Analog inputs	8 single-ended, 4 differential, software selectable
Input resolution	
NI USB-6008	12 bits differential, 11 bits single-ended
NI USB-6009	14 bits differential, 13 bits single-ended
Max sampling rate (aggregate) ¹	
NI USB-6008	10 kS/s
NI USB-6009	48 kS/s
AI FIFO.....	512 bytes
Timing resolution	41.67 ns (24 MHz timebase)

¹ System dependent.

Timing accuracy100 ppm of actual sample rate

Input range

Single-ended±10 V

Differential±20 V¹, ±10 V, ±5 V, ±4 V,
±2.5 V, ±2 V, ±1.25 V, ±1 V

Working voltage±10 V

Input impedance144 kΩ

Overvoltage protection±35

Trigger sourceSoftware or external digital
trigger

System noise²

Single-ended

±10 V range5 mVrms

Differential

±20 V range5 mVrms

±1 V range0.5 mVrms

Absolute accuracy at full scale, single ended

Range	Typical at 25 °C (mV)	Maximum over Temperature (mV)
±10	14.7	138

Absolute accuracy at full scale, differential³

Range	Typical at 25 °C (mV)	Maximum over Temperature (mV)
±20	14.7	138
±10	7.73	84.8
±5	4.28	58.4
±4	3.59	53.1
±2.5	2.56	45.1

¹ ±20 V means that $|AI+ - (AI-)| \leq 20$ V. However, AI+ and AI- must both be within ±10 V of GND. Refer to the *Connecting Differential Voltage Signals* for more information.

² System noise measured at maximum sample rate.

³ Input voltages may not exceed the working voltage range.

Range	Typical at 25 °C (mV)	Maximum over Temperature (mV)
±2	2.21	42.5
±1.25	1.70	38.9
±1	1.53	37.5

Analog Output

Analog outputs	2
Output resolution.....	12 bits
Maximum update rate	150 Hz, software-timed
Output range.....	0 to +5 V
Output impedance	50 Ω
Output current drive	5 mA
Power-on state.....	0 V
Slew rate.....	1 V/μs
Short circuit current	50 mA
Absolute accuracy (no load)	7 mV typical, 36.4 mV maximum at full scale

Digital I/O

Digital I/O	
P0.<0..7>	8 lines
P1.<0..3>	4 lines
Direction control	Each channel individually programmable as input or output
Output driver type	
NI USB-6008	Open collector (open-drain)
NI USB-6009	Each channel individually programmable as active drive (push-pull) or open collector (open-drain)

CompatibilityTTL, LVTTTL, CMOS

Absolute maximum voltage range–0.5 to 5.8 V with respect to GND

Pull-up resistor.....4.7 k Ω to 5 V

Power-on stateInput

Digital logic levels

Level	Min	Max	Units
Input low voltage	–0.3	0.8	V
Input high voltage	2.0	5.8	V
Input leakage current	—	50	μ A
Output low voltage (I = 8.5 mA)	—	0.8	V
Output high voltage			
Active drive (push-pull), I = –8.5 mA	2.0	3.5	V
Open collector (open-drain), I = –0.6 mA, nominal	2.0	5.0	V
Open collector (open-drain), I = –8.5 mA, with external pull-up resistor	2.0	—	V

External Voltage

+5 V output (200 mA maximum)+5 V typical, +4.85 V minimum

+2.5 V output (1 mA maximum).....+2.5 V typical

+2.5 V accuracy0.25% max

Reference temperature drift50 ppm/°C max

Counter

Number of counters1

Resolution32 bits

Counter measurementsEdge counting (falling-edge)

Counter directionCount up

Pull-up resistor.....4.7 k Ω to 5 V

Maximum input frequency5 MHz

Minimum high pulse width.....100 ns

Minimum low pulse width 100 ns
Input high voltage 2.0 V
Input low voltage 0.8 V

Bus Interface

USB specification USB 2.0 Full-Speed
USB bus speed 12 Mb/s

Power Requirements

USB
4.10 to 5.25 VDC 80 mA typical, 500 mA max
USB suspend 300 μ A typical, 500 μ A max

Physical Characteristics

Dimensions
Without connectors 6.35 cm $\times$ 8.51 cm $\times$ 2.31 cm
(2.50 in. $\times$ 3.35 in. $\times$ 0.91 in.)
With connectors 8.18 cm $\times$ 8.51 cm $\times$ 2.31 cm
(3.22 in. $\times$ 3.35 in. $\times$ 0.91 in.)
I/O connectors USB series B receptacle,
(2) 16 position terminal block
plug headers
Weight
With connectors 84 g (3 oz)
Without connectors 54 g (1.9 oz)
Screw-terminal wiring 16 to 28 AWG
Torque for screw terminals 0.22–0.25 N $\cdot$ m
(2.0–2.2 lb $\cdot$ in.)

Safety

If you need to clean the module, wipe it with a dry towel.

Safety Voltages

Connect only voltages that are within these limits.

Channel-to-GND±30 V max,
Measurement Category I

Measurement Category I is for measurements performed on circuits not directly connected to the electrical distribution system referred to as *MAINS* voltage. *MAINS* is a hazardous live electrical supply system that powers equipment. This category is for measurements of voltages from specially protected secondary circuits. Such voltage measurements include signal levels, special equipment, limited-energy parts of equipment, circuits powered by regulated low-voltage sources, and electronics.



Caution Do not use this module for connection to signals or for measurements within Measurement Categories II, III, or IV.

Safety Standards

This product is designed to meet the requirements of the following standards of safety for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use:

- IEC 61010-1, EN 61010-1
- UL 61010-1, CSA 61010-1



Note For UL and other safety certifications, refer to the product label or visit ni.com/certification, search by model number or product line, and click the appropriate link in the Certification column.

Hazardous Locations

The NI USB-6008/6009 are not certified for use in hazardous locations.

Environmental

The NI USB-6008/6009 device is intended for indoor use only.

Operating temperature
(IEC 60068-2-1 and IEC 60068-2-2).....0 to 55 °C

Operating humidity
(IEC 60068-2-56)5 to 95% RH, noncondensing

Maximum altitude	2,000 m (at 25 °C ambient temperature)
Storage temperature (IEC 60068-2-1 and IEC 60068-2-2)	–40 to 85 °C
Storage humidity (IEC 60068-2-56)	5 to 90% RH, noncondensing
Pollution Degree (IEC 60664)	2

Electromagnetic Compatibility

This product is designed to meet the requirements of the following standards of EMC for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use:

- EN 61326 EMC requirements; Minimum Immunity
- EN 55011 Emissions; Group 1, Class A
- CE, C-Tick, ICES, and FCC Part 15 Emissions; Class A



Note For EMC compliance, operate this device with double-shielded cables.

CE Compliance

This product meets the essential requirements of applicable European Directives, as amended for CE marking, as follows:

- 2006/95/EC; Low-Voltage Directive (safety)
- 2004/108/EC; Electromagnetic Compatibility Directive (EMC)



Note Refer to the Declaration of Conformity (DoC) for this product for any additional regulatory compliance information. To obtain the DoC for this product, visit ni.com/certification, search by module number or product line, and click the appropriate link in the Certification column.

Environmental Management

National Instruments is committed to designing and manufacturing products in an environmentally responsible manner. NI recognizes that eliminating certain hazardous substances from our products is beneficial not only to the environment but also to NI customers.

For additional environmental information, refer to the *NI and the Environment* Web page at ni.com/environment. This page contains the environmental regulations and directives with which NI complies, as well as other environmental information not included in this document.



Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE)

EU Customers At the end of their life cycle, all products *must* be sent to a WEEE recycling center. For more information about WEEE recycling centers and National Instruments WEEE initiatives, visit ni.com/environment/weee.htm.



电子信息产品污染控制管理办法（中国 RoHS）

中国客户 National Instruments 符合中国电子信息产品中限制使用某些有害物质指令 (RoHS)。关于 National Instruments 中国 RoHS 合规性信息，请登录 ni.com/environment/rohs_china。(For Information about China RoHS compliance, go to ni.com/environment/rohs_china.)

Where to Go for Support

The National Instruments Web site is your complete resource for technical support. At ni.com/support you have access to everything from troubleshooting and application development self-help resources to email and phone assistance from NI Application Engineers.

National Instruments corporate headquarters is located at 11500 North Mopac Expressway, Austin, Texas, 78759-3504. National Instruments also has offices located around the world to help address your support needs. For telephone support in the United States, create your service request at ni.com/support and follow the calling instructions or dial 512 795 8248. For telephone support outside the United States, contact your local branch office:

Australia 1800 300 800, Austria 43 662 457990-0,
Belgium 32 (0) 2 757 0020, Brazil 55 11 3262 3599,
Canada 800 433 3488, China 86 21 5050 9800,
Czech Republic 420 224 235 774, Denmark 45 45 76 26 00,
Finland 358 (0) 9 725 72511, France 01 57 66 24 24,
Germany 49 89 7413130, India 91 80 41 190000, Israel 972 3 6393737,
Italy 39 02 41309277, Japan 0120-527196, Korea 82 02 3451 3400,
Lebanon 961 (0) 1 33 28 28, Malaysia 1800 887710,
Mexico 01 800 010 0793, Netherlands 31 (0) 348 433 466,
New Zealand 0800 553 322, Norway 47 (0) 66 90 76 60,
Poland 48 22 3390150, Portugal 351 210 311 210, Russia 7 495 783 6851,
Singapore 1800 226 5886, Slovenia 386 3 425 42 00,
South Africa 27 0 11 805 8197, Spain 34 91 640 0085,
Sweden 46 (0) 8 587 895 00, Switzerland 41 56 2005151,
Taiwan 886 02 2377 2222, Thailand 662 278 6777,
Turkey 90 212 279 3031, United Kingdom 44 (0) 1635 52354

National Instruments, NI, ni.com, and LabVIEW are trademarks of National Instruments Corporation. Refer to the *Terms of Use* section on ni.com/legal for more information about National Instruments trademarks. Other product and company names mentioned herein are trademarks or trade names of their respective companies. For patents covering National Instruments products, refer to the appropriate location: **Help»Patents** in your software, the `patents.txt` file on your CD, or ni.com/patents.

Anexo B

AUTOR: CARLOS ANDRES MONTAÑA
Facultad de Ingeniería Electrónica, Universidad Santo
Tomas de Aquino
Instrumentación Electrónica
carlosmontana1985@hotmail.com

Abstract—The following article discusses the development of research work conducted at the Santo Tomas de Aquino University which is based on the data acquisition modules two robotic one articulated and other Cartesian card through a National Instruments, using instrumentation LabVIEW software which carries a series of programs which have the function graph the work of the modules and in turn be controlled by the software. The data acquisition programs found in the development of work programs are where the operation is done to test all the pins on the card NI USB 6009 both analogue and digital input / output meters and delivering pin voltages. It also comes the process of verification test installation and use of data acquisition card in your PC step by step to obtain an excellent performance of the device and the software being used.

I. INTRODUCCION

EL siguiente documento demuestra los pasos especificados de la forma en que se debe configurar la tarjeta de adquisición de datos USB 6009 para que realice su funcionamiento sin presentar errores ni problemas, todo esto basado en una nueva forma de trabajo la cual es conocida como instrumentación virtual donde el usuario interactúa con el software y lo modula o lo adecua dependiendo a las necesidades que se presenten.

Se presentan programas que pretenden mostrar el funcionamiento del software de instrumentación labVIEW que representan un estudio del mismo comenzado por lo básico hasta llegar a la adquisición de datos.

Uno de los aspectos más importantes de este trabajo es el uso de la instrumentación virtual porque es algo que esta innovando en el mundo, los futuros ingenieros deben estar lo mas cerca posible de las nuevas ideas y tecnologías que van surgiendo todos los días en el área de conocimiento, pues como se sabe la ingeniería electrónica sigue creciendo y mejorando por esto el interesado en la misma no debe atrasarse, la instrumentación virtual se basa en el uso del PC

como instrumento de medida de señales como presión, temperatura, caudal, etc. y estos fenómenos se entregan en datos de voltajes y/o corrientes, sin embargo el concepto de instrumentación virtual no solo es la medición de corriente y voltaje sino que involucra también el procesamiento, análisis, distribución y despliegue de los datos e información relacionados con la medición de una o varias señales.

Otro aspecto importante del porque el desarrollo de este proyecto es el interés del usuario en el momento de utilizar un elemento de medición, gracias a la instrumentación virtual no hay porque limitarse a lo que es entregado por el fabricante, por ejemplo un osciloscopio viene predefinido de fábrica con sus funcionamientos, con esta nueva tecnología es el usuario mismo quien, a través del software define su funcionalidad y apariencia y por ello se dice que se "virtualiza" el instrumento, ya que su funcionalidad puede ser definida una y otra vez por el usuario y no por el fabricante.

II. INSTRUMENTACION VIRTUAL

¹Mucho se ha oído hablar sobre la "instrumentación virtual" y sus beneficios. El concepto de instrumentación virtual nace a partir del uso del computador personal (PC) como "instrumento" de medición de tales señales como temperatura, presión, caudal, etc.

Es decir, el PC comienza a ser utilizado para realizar mediciones de fenómenos físicos representados en señales de corriente (Ej. 4-20mA) y/o voltaje (Ej. 0-5Vdc). Sin embargo, el concepto de "instrumentación virtual" va más allá de la simple medición de corriente o voltaje, sino que también involucra el procesamiento, análisis, almacenamiento, distribución y despliegue de los datos e información relacionados con la medición de una o varias señales específicas. Es decir, el instrumento virtual no se

conforma con la adquisición de la señal, sino que también involucra la interfaz hombre-máquina, las funciones de

¹ National Instruments Corp., eloisa.acha@ni.com www.ni.com disponible en:
<http://digital.ni.com/worldwide/latam.nsf/web/all/01E4BFF8EC93532086256B6000669953>

análisis y procesamiento de señales, las rutinas de almacenamiento de datos y la comunicación con otros equipos.

III Introducción a la instrumentación virtual

²Muchas veces la realización de una medida requiere la intervención de varios instrumentos, unos generan estímulos sobre el dispositivo que se pretende medir y otros recogen la respuesta a estos estímulos. Este conjunto de instrumentos que hace posible la realización de la medida recibe el nombre de sistema de instrumentación. Todo sistema de instrumentación consta de unos instrumentos, un sistema de interconexión de estos instrumentos y un controlador inteligente que gestiona el funcionamiento de todo el sistema y da las órdenes para que una medida se realice correctamente.

El concepto de instrumentación virtual nace a partir del uso de la computadora personal, como forma de reemplazar equipos físicos por software, permite a los usuarios interactuar con la computadora como si estuviesen utilizando un instrumento real. El usuario manipula un instrumento que no es real, se ejecuta en una computadora, tiene sus características definidas por software pero realiza las mismas funciones que un equipo real.

La idea es sustituir y ampliar elementos "hardware" por otros "software", para ello se emplea un procesador que ejecute un programa específico, este programa se comunica con los dispositivos para configurarlos y leer sus medidas. En muchas ocasiones el usuario final del sistema de instrumentación sólo ve la representación gráfica de los indicadores y botones de control virtuales en la pantalla del ordenador.

El concepto de instrumentación virtual implica adquisición de señales, el procesamiento, análisis, almacenamiento, distribución y despliegue de los datos e información relacionados con la medición de una o varias señales, interfaz hombre-máquina, visualización, monitoreo y supervisión remota del proceso, la comunicación con otros equipos, etc.

IV Como construir un instrumento virtual

Para construir un instrumento virtual, sólo requerimos de un PC, una tarjeta de adquisición de datos con acondicionamiento de señales (PCMCLA, ISA, XT, PCI, etc.) y el software apropiado, los tres (3) elementos clave en la conformación de un instrumento virtual, teniendo un chasis de acondicionamiento de señales como elemento opcional.

Se dice que el "acondicionamiento de señales" es opcional, porque dependiendo de cada señal y/o aplicación, se puede o no requerir amplificación, atenuación, filtraje, aislamiento, etc. de cada señal. Si la señal está en el rango de los $\pm 5Vdc$ y no se requiere de aislamiento o filtraje, la misma puede ser conectada directamente la tarjeta de adquisición de datos.

En el instrumento virtual, el software es la clave del sistema, a diferencia del instrumento tradicional, donde la clave es el hardware. Con el sistema indicado anteriormente, se podría construir un osciloscopio "personalizado", con la interfaz gráfica que uno desee, agregándole inclusive más funcionalidad. Sin embargo, este mismo sistema puede también ser utilizado en la medición de temperatura, o en el control de arranque/parada de una bomba centrífuga. Es allí donde radica uno de los principales beneficios del instrumento virtual, su flexibilidad. Este instrumento virtual no sólo me permite visualizar la onda, sino que a la vez me permite graficar su espectro de potencia en forma simultánea. ¿Podría hacer algo así con un instrumento convencional?

V Adquisición de datos

³Se entiende por adquisición de datos a la acción de medir variables, convertirlas a formato digital, almacenarlas en un computador y procesarlas en cualquier sentido. Este proceso necesita de una "interfase" entre el mundo físico y el computador que se suele denominar como tarjeta de adquisición de datos.

El proceso de adquisición de datos del mundo físico conlleva los siguientes pasos fundamentales:

1. Utilización de un sensor / transductor adecuado para la variable que se desea medir, el cual permite detectar y convertir la variable física a una señal analógica de voltaje o corriente eléctrica.
2. Amplificación de la señal de voltaje o corriente, si se requiere. Si la señal que proviene del sensor es débil, se requiere un amplificador de voltaje y algún método para filtrar los ruidos eléctricos.
3. Traducción de esta señal analógica al lenguaje propio del computador: lenguaje digital. Este proceso se conoce técnicamente como conversión ANALOGO/DIGITAL (A/D).
4. Adquisición propiamente dicha de los datos que, en forma digital, podrán ser almacenados en la memoria del micro y llevados luego a pantalla o a otro periférico del computador.

En la actualidad el vertiginoso desarrollo de la electrónica y la microelectrónica han motivado que todas las esferas de la vida humana se estén automatizando, por ejemplo: la industria, el hogar, los comercios, la agricultura, la ganadería, el transporte, las comunicaciones, etc. En todo ese proceso de automatización el microprocesador y el microcontrolador juegan un papel de suma importancia. Ellos han permitido el desarrollo de sistemas inteligentes que resuelven los más

² DÍAZ, Henry Mendiburu *introducción a la instrumentación virtual* {en línea} indecopy Perú {fecha de consulta: 16 de septiembre de 2008} disponible en: <http://trabajos38/instrumentacion-virtual-industrial/instrumentacion-virtual-industrial2.shtml#bibl>

³ AGAT laboratorios, adquisición de de datos {en línea} {fecha de consulta 8 de agosto de 2008} disponible en: <http://www.agatiabs.com/spanish/content/dataacquisition.htm>

diversos problemas, son los llamados Sistemas de Adquisición de Datos.

El objetivo básico de los "Sistemas de Adquisición de Datos" (SAD) es la integración de los diferentes recursos que lo integran : Transductores de diferentes tipos y naturaleza, multiplexores, amplificadores, sample and hold, conversores A/D y D/A, además el uso de microcontroladores o procesadores digitales como CPU del SAD diseñado, utilizando de este microcontrolador todas sus prestaciones: interrupciones, temporizadores, comunicación serie así como hacer uso de memorias y puertos externos y creando con todo ello un sistema que se encargue de una aplicación específica como es chequear una variables (PH, humedad relativa, temperatura, iluminación, concentración, etc.) para una posterior utilización de ella misma ya sea con fines docentes, científicos, de almacenamiento o control y utilización de la misma.

VI Módulos roboticos

Robot cartesiano

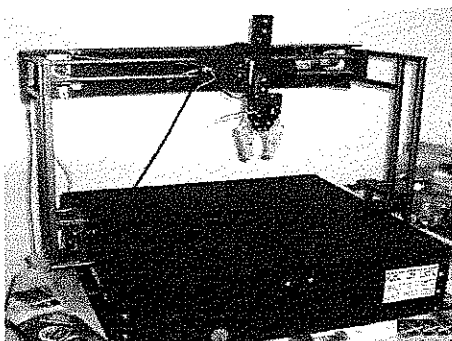


Figura 1. Robot cartesiano

FUENTE: autor

APLICACIONES:

- Acondicionamiento de señales para instrumentación electrónica.
- Uso de algoritmos de posición, velocidad y aceleración en el espacio
- Lógica difusa y controladores digitales microcontrolados y microprocesados.
- Implementación de controladores por modelamiento en espacio de estados, métodos algebraicos, teoría de control, Redes neuronales y visión artificial.
- Desarrollo de investigaciones sobre nuevas aplicaciones y teorías descubiertas en el ambiente de laboratorio.

- Generación de algoritmos de trayectorias y hardware reconfigurable.
- Control no lineal, algoritmos adaptativos y aplicaciones biomédicas

Robot articulado



Figura 2. Robot articulado

FUENTE: autor

APLICACIONES:

- Acondicionamiento de señales para instrumentación electrónica.
- Uso de algoritmos de posición, velocidad y aceleración en el espacio
- Lógica difusa y controladores digitales microcontrolados y microprocesados.
- Implementación de controladores por modelamiento en espacio de estados, métodos algebraicos, teoría de control, Redes neuronales y visión artificial.
- Desarrollo de investigaciones sobre nuevas aplicaciones y teorías descubiertas en el ambiente de laboratorio.
- Generación de algoritmos de trayectorias y hardware reconfigurable.
- Control no lineal, algoritmos adaptativos y aplicaciones biomédicas.

VII Adquisición de datos por medio de la tarjeta NI USB 6009

El proceso de adquisición de datos lleva una serie de pasos necesarios para que pueda funcionar correctamente, los cuales son:

Instalación del software NI-DAQmx

Este es el software de trabajo de la tarjeta en conjunto con labVIEW en este momento en la Universidad se cuenta con el labVIEW 7.1 y el NI-DAQmx 1.4, pero en el trabajo se utilizó la versión 8.5 de labVIEW y el NI-DAQmx 8.8

Al estar instalado el software NATIONAL INSTRUMENTS MEASUREMENT & AUTOMATION EXPLORER se ingresa en este para configurar y probar el funcionamiento de la tarjeta de adquisición de datos NI USB 6009

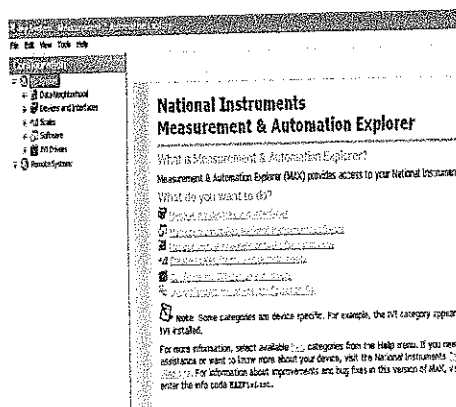


Figura 3. Measurement & Automation Explorer
FUENTE: autor

Reconocimiento dispositivo

En la esquina superior izquierda se encuentran una serie de opciones de las cuales se escoge Devices and Interfaces

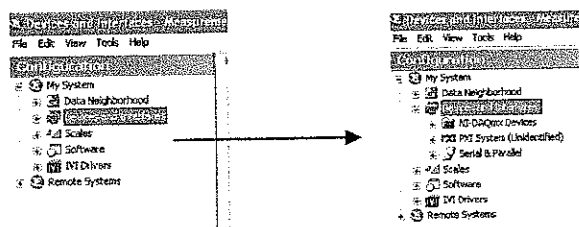


Figura 4. Devices and Interfaces
FUENTE: autor

De este se desprenden tres opciones y se elige la primera NI-DAQmx, se conecta la tarjeta de adquisición de datos para habilitar las diferentes opciones que entrega el software

En este punto se puede observar que la tarjeta fue reconocida como dispositivo Dev 1 (device) en el caso de tener mas dispositivos conectados se reconocerán y se debe escoger el que se desea utilizar.

Prueba de funcionamiento del dispositivo

Al elegir la opción NI USB-6009 "Dev 1" entrega unas opciones en las cuales se realizan pruebas para la tarjeta de su funcionamiento general y de sus entradas y salidas digitales.

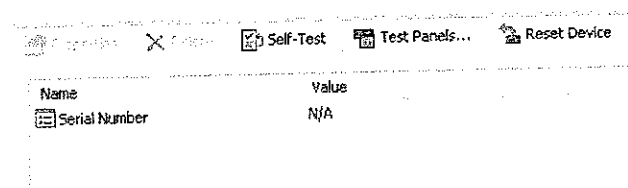


Figura 5. Funcionamiento dispositivo
FUENTE: Autor

Self-Test

En el primer menú es el de Self-Test que es utilizado para hacer un sondeo total de la tarjeta este dice si la misma esta funcionando correctamente al darle clic debe aparecer una ventana diciendo que el dispositivo ha pasado el examen y esta en perfecto estado para ser utilizado.

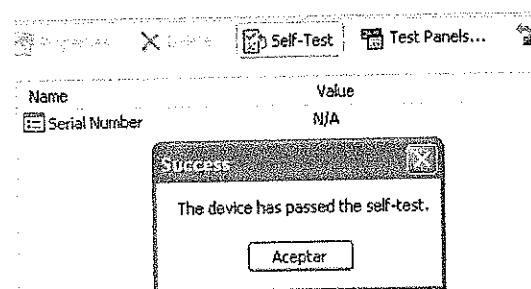


Figura 6. Self-Test
FUENTE: Autor

Test Panels

La siguiente opción que se encuentra es Test Panels donde se encuentran todas las opciones de salidas/entradas análogas y digitales, en esta parte se configuran dependiendo como se quieran trabajar.

Entrada salida del contador

Por ultimo en el Test Panels se encuentra un contador el cual se puede configurar como salida donde entrega una señal de pulsos con la frecuencia y ciclos que se deseen también en el caso que se configure alguno de los puertos de entrada se puede obtener una señal de pulsos de entrada si es necesario en alguno de los programas creados.

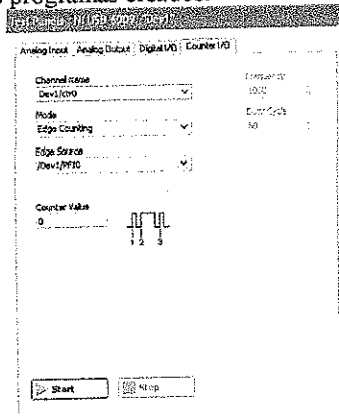


Figura 9. Counter I/O
FUENTE: Autor

Programas de adquisición de datos

Los programas presentados a continuación son una serie de sistemas creados donde se realizaron pruebas con la tarjeta obteniendo resultados positivos donde se tenían señales análogas y digitales de entrada/salida.

El primer paso para poder comenzar con la creación de programas para adquirir y enviar datos es generar un DAQ Assistant el cual se debe configurar de la siguiente forma:

Se debe abrir la herramienta del DAQ Assistant la cual se comienza a inicializar sola

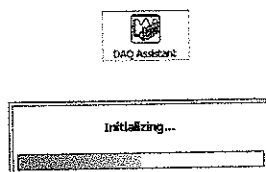


Figura 10. Inicialización del DAQ
FUENTE: Autor

Entrada de línea digital

Con el DAQ Assistant Input ya configurado se crea un conector en los datos para poder realizar las pruebas de todos los pines que posee la tarjeta de adquisición de datos. En el diagrama de bloques se observa el link del DAQ Asistan ya configurado y el controlador para la visualización de las pruebas realizadas.

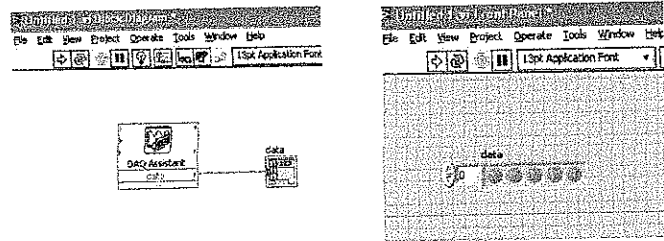


Figura 11. Diagrama de bloques y panel frontal entrada de línea
FUENTE: Autor

Entrada digital

En este se observa el controlador de el DAQ en el cual se muestra el pin que se va utilizando y el dato que va ingresando estos son mostrando como binarios por ejemplo el pin 1 su muestra es 1 el pin 2 su muestra es 2 el pin 3 su muestra es 4 el pin 4 su muestra es 8 y así hasta el pin 8 que su muestra es 256.

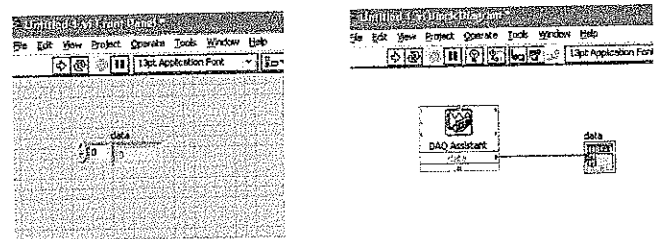


Figura 12. Diagrama de bloques y panel frontal entrada digital
FUENTE: Autor

Entrada/salida análoga

Para realizar las pruebas de los pines análogos se creo un programa que probaba los dos al mismo tiempo, enviando las salidas a las entradas y por medio de una grafica observar los cambios de voltajes.

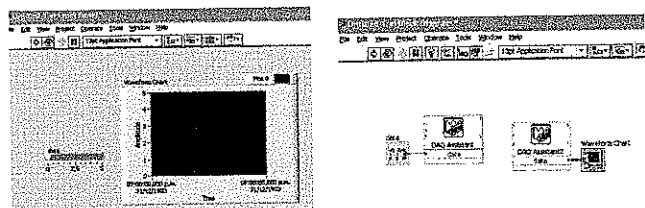


Figura 13. Diagrama de bloques y panel frontal entrada y salida análoga
FUENTE: Autor

VIII. Conclusiones

- Entre los beneficios que ofrece la instrumentación virtual están la flexibilidad, el bajo costo de mantenimiento, la reusabilidad, la personalización de cada instrumento, la rápida incorporación de nuevas tecnologías, el bajo costo por función, el bajo costo por canal, etc.
- Labview es un software de instrumentación gráfico complejo que permite realizar sistemas de trabajo basados en pruebas, control y diseño mediante la programación. Con este se pueden crear instrumentos virtuales capaces de realizar cualquier propósito para lo que sean programados.
- El proceso de instalación de la tarjeta de adquisición de datos NI USB 6009 al PC acarrea una serie de pasos que no son complicados pero deben seguir una secuencia estricta y de mucho cuidado para poder realizar un óptimo trabajo con todos los pines de entrada salida analógicos y digitales, su count y las diferentes salidas de voltaje que entrega el dispositivo.
- La tarjeta de adquisición de datos NI USB 6009 permite el trabajo de diferentes canales tanto de salida como de entrada o digitales y analógicos en el mismo instante de tiempo aunque su frecuencia de trabajo es muy lenta, también permite utilizar sus salidas como referencias para las entradas y con el COUNT con el que cuenta permite ingresar series de pulsos que pueden ser visualizadas en el PC.
- Entre los beneficios que ofrece la instrumentación virtual están la flexibilidad, el bajo costo de mantenimiento, la reusabilidad, la personalización de cada instrumento, la rápida incorporación de nuevas tecnologías, el bajo costo por función, el bajo costo por canal, etc.

[6] Díaz Henry Mendiburu introducción a la instrumentación virtual indecopy Perú.

[7] AGAT laboratorios, adquisición de de datos
www.agatlabs.com

[8] WAGNER, Raymond National Instruments
www.cnx.org/content

[9] Master magazine portal de tecnología
www.mastermagazine.info.net.

[10] Elai robótica www.elai.upm.es

REFERENCIAS

- [1] Tabares Betancourt Marta Silvia escuela de ingeniería de Antioquia www.eia.edu.co
- [2] MUNDO DIGITA NATIONAL INSTRUMENTS,
www.ni.com/national_instruments_page.
- [3] Villagran Solorzano Stephany Helena Universidad Distrital www.udistrital.edu.co
- [4] Colciencias scienti.colciencias.gov.co
- [5] National Instruments Corp., eloisa.acha@ni.com
www.ni.com