1

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

No. 14-023918- -00003-0000

Fecha: 2014-04-25 16:16:48 Dep: 2020 DIR.NUEVASCR
Tra: 3 MODELO Eve: 1 REGDEPOSITO
Act: 444 RESPUESTAREQUE Folios: 130

Bucaramanga, 25 de Abril de 2014

Señores:
SUPERINTENDENCIA DE
INDUSTRIA Y COMERCIO
NUEVAS CREACIONES
Bogotá D.C.

REFERENCIA:	**RESPUESTA DE REQUERIMIENTO**
MODELO DE UTILIDAD:	**ENTRENADOR PARA CONTROL Y MONITOREO DE INSTRUMENTACION**
EXPEDIENTE:	**14023918**

BLANCA MERY VELASQUEZ GALLO, identificada como aparece al pie de mi firma, mayor de edad y vecina de esta ciudad, abogada en ejercicio, obrando como apoderada de la sociedad **UNIVERSIDAD DE SANTANDER UDES,** adjunto respuesta de requerimiento.

Atentamente,

BLANCA MERY VELASQUEZ GALLO
C.C.42.747.114
T.P. 116033 del C.S. de la J.

138
2

UNIVERSIDAD DE SANTANDER UDES
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

FICHA TÉCNICA PARA PATENTE DEL ENTRENADOR PARA CONTROL Y MONITOREO DE INSTRUMENTACIÓN

6 359
B

UNIVERSIDAD DE SANTANDER UDES
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
FICHA TÉCNICA PARA PATENTE DEL ENTRENADOR PARA CONTROL Y MONITOREO DE INSTRUMENTACIÓN

Elaborado por: Jorge E Santamaria C – Director Ingeniería Electrónica UDES

1. RESUMEN

Con el apoyo de la Dirección de Investigaciones de la Universidad de Santander UDES Y el grupo de Investigación del Programa de Ingeniería Electrónica "Electrónica y Energía E&E UDES", unieron esfuerzos para trabajar directamente en el campo de la Educación y el desarrollo de capacitaciones prácticas en la academia y la industria, a través de su línea de investigación en el Desarrollo de Equipos Didácticos y de Laboratorio.

Con este proyecto se busca innovar, a nivel académico e industrial, en el uso de equipos didácticos para el desarrollo de prácticas de laboratorio eficientes, en el área de ingeniería aplicada, empleando para ello, la Instrumentación Virtual.

El Módulo Entrenador para Control Y Monitoreo de Instrumentación es un sistema diseñado y construido principalmente como herramienta de capacitación tanto a nivel académico como industrial, aplicado en el área de Instrumentación, Automatización y Control asistida por computador. Sirve como herramienta experimental y didáctica para eliminar la brecha existente entre la academia y la industria en cuanto al manejo de la instrumentación.

A continuación se presenta una ilustración del sistema completo, el cual incluye un portafolio de entrenamiento con elementos, dispositivos, circuitos e instrumentación, los cuales interconectados permiten por medio de una tarjeta de adquisición de datos comunicarse bidireccionalmente con una plataforma de software que permite realizar control y monitoreo de variables como voltaje, corriente, temperatura, proximidad, velocidad, posición y flujo de forma local y remota. El operario se enfrenta a una serie de protocolos de laboratorio los cuales lo van llevando paso a paso en el desarrollo de pruebas experimentales de una manera interactiva y dinámica, buscando así a manera de escala romper la brecha existente entre la academia y la industria relacionada con la automatización y control de instrumentación industrial.

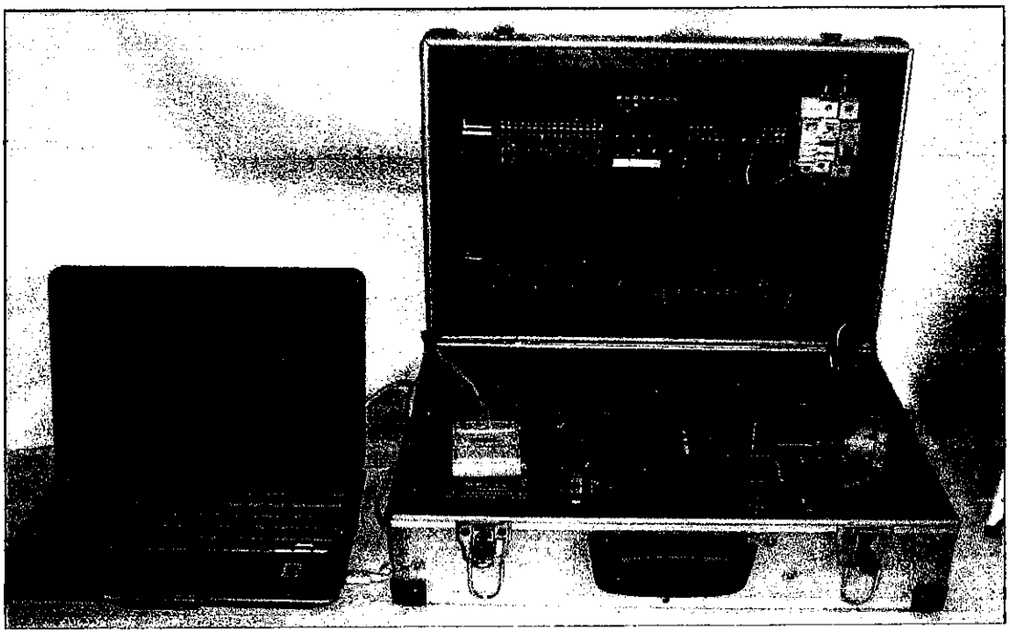


Figura 1. Entrenador para Control y Monitoreo de Instrumentación

2. DESCRIPCIÓN

a. **Sector Tecnológico:** Instrumentación, Automatización y Control asistido por Computador

b. Descripción General

Dentro del sector tecnológico de la instrumentación, automatización y control asistido por computador es necesario disponer de sistemas de entrenamiento que permitan capacitarse de una manera didáctica y a escala la forma de interconectar, configurar, programar y poner en marcha los dispositivos e instrumentos que conforman un sistema automatizado.

A continuación se realiza una completa descripción del entrenador para control y monitoreo de instrumentación:

El diseño del sistema de entrenamiento está basado en una capa de Hardware y Software, comunicados a través de un Sistema de Adquisición de Datos con conectividad USB para comunicación bidireccional con un PC. El hardware de instrumentación y sus accesorios están alojados en un portafolio tipo maletín, buscando garantizar portabilidad del entrenador. Dicha instrumentación se basa en:

- Sensores-Transmisores: Temperatura, Proximidad, Nivel, Posición y Velocidad.
- Actuadores: Motor DC, Servomotor, Cooler, Lámpara y Electroválvula.
- Circuitos de Acondicionamiento de Señal (CAS): CAS con salidas a relé, CAS de inversión de giro para motores DC, CAS de PWM, CAS de salidas digitales y Pre-actuadores.
- Tarjeta de Adquisición de Datos (TAD) con conectividad USB
- Fuente de alimentación
- Interruptores
- Indicadores
- Alarmas
- Borneras industriales para interconexión de instrumentación

En la siguiente figura se pueden identificar las partes mencionadas anteriormente

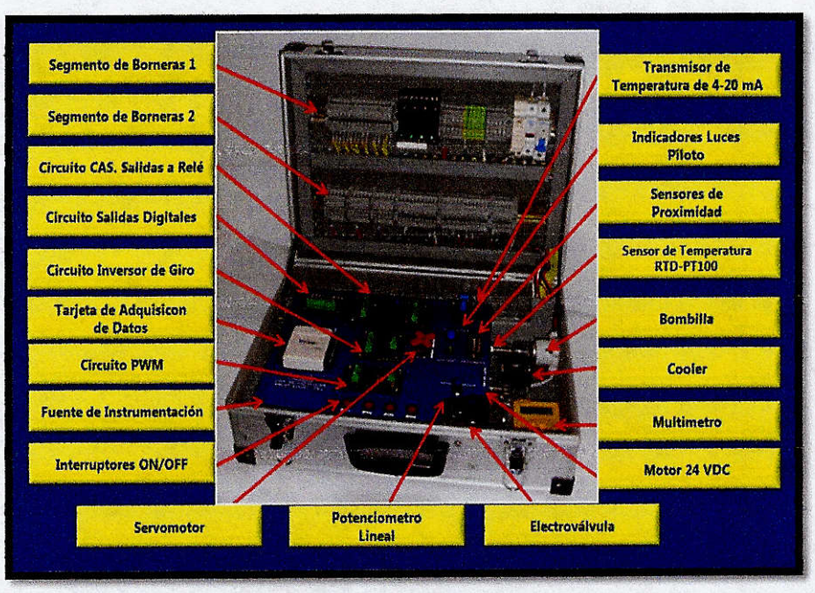


Figura 2. Partes del Entrenador para Control y Monitoreo de Instrumentación

El Hardware de instrumentación mencionado se comunica con el PC usando una Tarjeta de Adquisición de Datos (TAD) USB, con la cual se pueden realizar pruebas de Entradas/salidas Análogas, Entradas/Salidas Digitales y de Contador/Temporizador.
La plataforma de Software usada, es el paquete de programación gráfica para instrumentación virtual LabVIEW. Se desarrolló una HMI (Interfaz Hombre - Máquina) basada en una serie de prácticas interactivas para monitoreo y control de instrumentación, involucrando adquisición y generación de datos análogos y digitales, monitoreo, despliegue, distribución, almacenamiento, análisis y procesamiento de datos e información. En la siguiente figura se muestra el pantallazo principal del aplicativo de software, donde se pueden encontrar los botones de navegación para acceder a cada una de las experiencias y sus correspondientes prácticas.

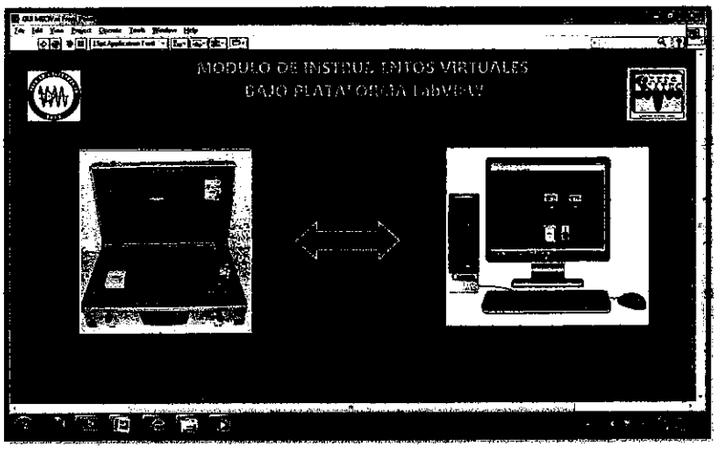


Figura 3. Imagen de la Plataforma del Aplicativo de Software

A continuación se ilustra a manera de ejemplo una de las practicas que se desarrollan con este sistema.

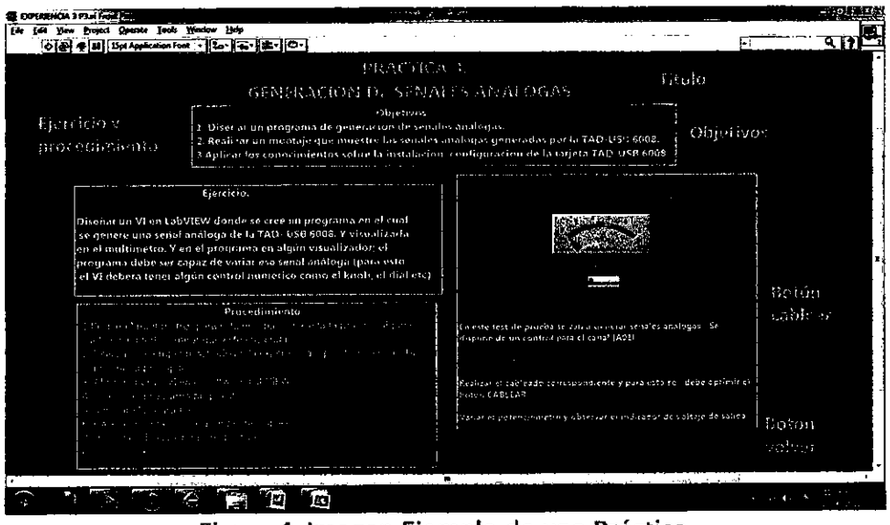


Figura 4. Imagen Ejemplo de una Práctica

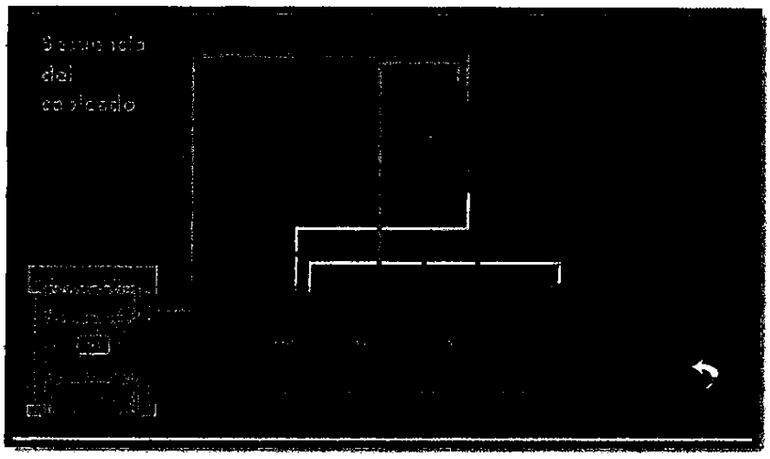


Figura 5. Imagen ejemplo del Cableado Propuesto para una Práctica

c. Descripción del Diseño y Construcción del Entrenador

Como se explico en el ítem anterior el sistema de entrenamiento está compuesto por 3 partes:

- La maleta de entrenamiento
- El sistema de Adquisición de datos
- La plataforma de experiencias y prácticas (Software)

El diseño y la construcción del entrenador se basaron en una maleta en la que se localizan dos espacios de trabajo en la cara horizontal y la cara vertical.
En la cara horizontal se tiene una tapa o lamina de color azul en acrílico de 3 líneas, con grabaciones de color blanco en bajo relieve para indicar nombres de los dispositivos y elementos alojados allí. En este espacio se encuentran estratégicamente ubicados los dispositivos, instrumentos, tarjetas impresas (Circuitos electrónicos) y elementos necesarios para el desarrollo de las experiencias y prácticas. Por la parte inferior de esta cara se encuentran cableados todos los terminales de los dispositivos, instrumentos y tarjetas, los cuales son llevados a unas canaletas para direccionarlos hacia la cara vertical.
En la cara vertical se dispone de dos segmentos de riel rodeados de canaleta. En estos segmentos se encuentran enganchados una serie de borneras tipo industrial, además de otros dispositivos y elementos. A estas borneras llega todo el cableado que viene de la cara horizontal, debidamente etiquetado con las normas industriales para cableado e identificación de terminales. Además allí se tiene toda la protección eléctrica del sistema de entrenamiento.
Las partes de la maleta de entrenamiento explicadas se pueden verificar en la figura 6.
El sistema de adquisición de Datos (Tarjeta con conectividad usb para PC) se encuentra alojado en la cara horizontal y por medio de una ranura en la maleta se dispone del cable de conexión para el computador
La plataforma de experiencias y prácticas de laboratorio están construidas bajo la plataforma de programación para instrumentación LabVIEW, por su Interfaz Grafica de Usuario (GUI) interactiva permite un ambiente amigable al usuario. En esta plataforma se dispone de una serie de protocolos con experiencias de laboratorio, los cuales llevan paso a paso al usuario para lograr monitorear y controlar instrumentación por computador. En cada una de las prácticas se dispone de una fundamentación teórica, posteriormente se recomienda unas conexiones entre las borneras por medio de unos cables de conexión debidamente ponchados y etiquetados y por último se propone la comunicación con el computador para lograr monitorear las variables y controlar la instrumentación del entrenador. A continuación se explica más a fondo las partes del entrenador.

c.1 Descripción del Portafolio de Entrenamiento

En la siguiente figura se muestra el entrenador descrito con las diferentes partes.

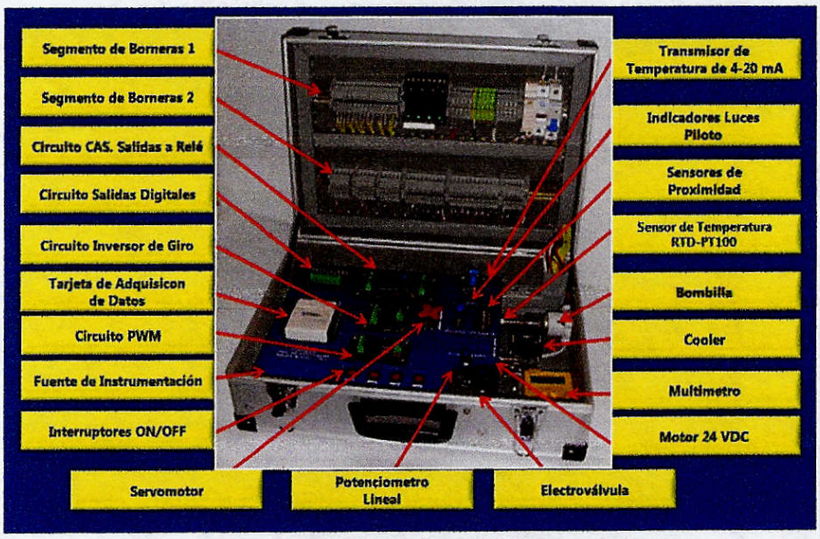


Figura 6. Partes de la Maleta de Entrenamiento

- **Segmento 1 de Borneras:** En su conjunto, el segmento 1 de borneras está formado por un riel omega en el cual van alojadas las borneras de alimentación de AC. ajustadas los componentes de alimentación (fase, tierra, neutro), los relés electromecánicos, las borneras de la alarma y las borneras de los interruptores.

A continuación se muestra una figura del segmento y la distribución de las borneras del segmento

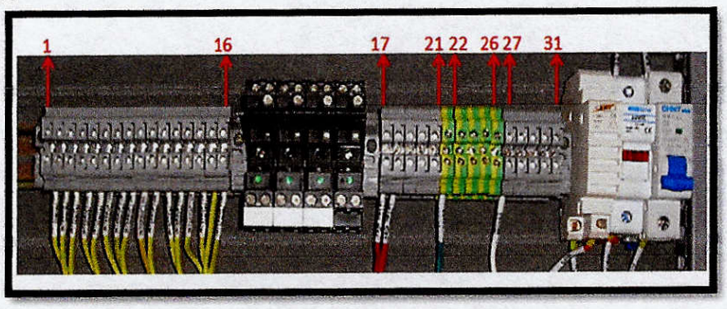


Figura 7. Segmento 1 de Borneras

A continuación se listan las borneras ubicadas en dicho segmento

- **Borneras [1 – 16]**: Terminales de los 8 interruptores ON / OFF. El número
- **Relés Electromecánicos:** Relevos electromagnéticos con alimentación de 24 VDC y salida de un contacto conmutable a 120 VAC.
- **Borneras [17 - 21]**: Borneras de Neutro.
- **Borneras [22 - 26]**: Borneras de Tierra de carcasa.
- **Borneras [27 - 31]**: Borneras de Fase (120 VAC).
- **Interruptor Termomagnético**: para control de alimentación del entrenador.
- **Porta-Fusible**
- **Alarma Audible** de 120 VAC.

- **Segmento 2 de Borneras**

El segmento 2 de borneras tiene alojados los terminales de los bloques para alimentación voltaje DC (5 V y 24V), terminales de sensores de proximidad inductivo, reflex, indicadores piloto y actuadores. A continuación se muestra la figura con la distribución de las borneras del segmento 2.

En la siguiente figura se ilustra el segmento 2 de borneras.

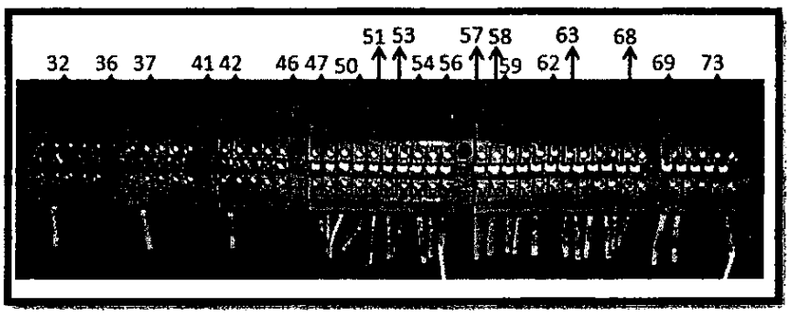


Figura 8. Segmento 2 de Borneras

- **Borneras [32 - 36]**: Borneras de 24 VDC.
- **Borneras [37 - 41]**: Borneras de 5 VDC.
- **Borneras [42 - 46]**: Borneras de referencia 0 VDC.
- **Borneras [47 - 50]**: Terminales del sensor de proximidad réflex.
- **Borneras [51 - 53]**: terminales del sensor de proximidad inductivo.
- **Borneras [54 - 56]**: Terminales del potenciómetro lineal.
- **Borneras [57 - 58]**: Terminales de conexión del indicador de voltaje.
- **Borneras [59 - 62]**: Terminales de luces piloto (110 VAC).
- **Borneras [63 - 68]**: Terminales de los motores DC.
- **Borneras [69 - 73]**: Terminales de los actuadores (110 VAC).

Características Técnicas de los Dispositivos del Entrenador

- **Portafolio.**
  - Medidas:
  - Ancho: 45 cm.
  - Fondo: 32.7 cm
  - Alto: 9 cm.

La siguiente figura ilustra el Portafolio del entrenador.

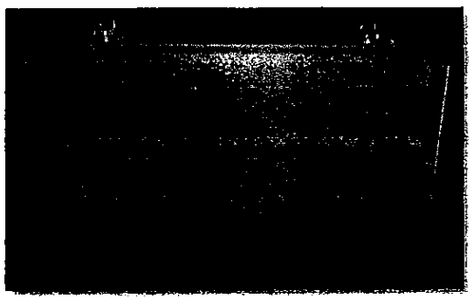


Figura 9. Maleta del Entrenador

- **Riel Omega**:

Se utilizaron dos rieles omega de referencia carril din perforado de 1 mm de espesor en barra, de 2 mm de zincado. Con las siguientes dimensiones:

Ancho: 3.5 cm.
Alto: 1.0 cm.
Ancho plano: 2.7cm.

En la siguiente figura se ilustra el Riel omega.



Figura 10. Riel Omega

- **Borneras.**

Se utilizan tres clases de borneras

- Bornera freno.
- Bornera universal.
- Bornera tierra

En la siguiente figura se ilustra las Borneras tierra y universal.

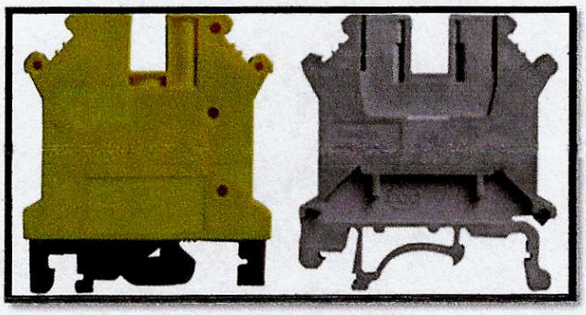


Figura 11. Borneras

- **Relés Electromecánicos.**

Funciona como un interruptor eléctrico controlado por un electroimán. Estos son dispositivos de conmutación y su principal función es la de controlar dispositivos de alta potencia, pero también se encuentra uso en aplicaciones de alarmas y sensores. Principalmente consta de de una bobina electromagnética la cual actúa como un electroimán.

En la siguiente figura se ilustra la base para relevos.

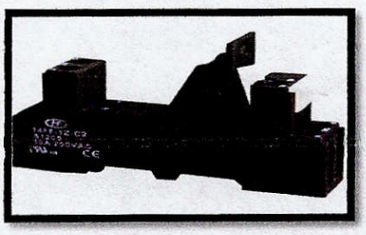


Figura 12. Base para Relés

Características Base para Relevos.

- Temperatura -40 a 70 (ºC).
- Tensión nominal 300 VAC.
- Corriente nominal 12 A (por polo).
- Voltaje de aislamiento 5000 VAC.

Características Relés Electromagnéticos.

- Voltaje de bobina 24V DC.
- Número de contacto: 1 conmutable
- Material de contacto: AgNi.
- Capacidad de contacto: 12 A.
- Categoría protección: IP67.

En la siguiente figura se ilustra un relevo electromecánico.

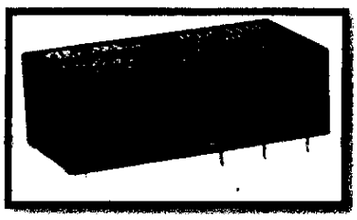


Figura 13. Relé Electromecánico

- **Bornera Portafusible 2A**

Características.

- Rango de corriente: 2 (A).
- Rango de voltaje: 500 (V).
- Indicación: led.

En la siguiente figura se observa la bornera portafusibe



Figura 14. Bornera Portafusible

- **Taco con Protección Electromagnética.**

Características.

- Corriente: 2 (A).
- Numero de polos: 1.
- Capacidad de ruptura: 6 KA.
- Voltaje: 230/400 (V).
- curva de disparo: tipo C.

En la siguiente figura se observa el taco con protección electromagnética.

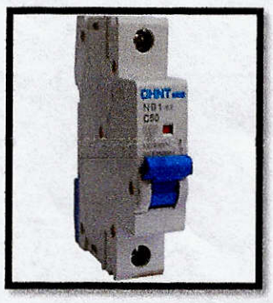


Figura 15. Taco con Protección Electromagnética

- **Alarma Sobre Riel.**

Características.

- Voltaje: 110 VAC
- Frecuencia: 50 – 60 Hz.
- Señal de salida: 85 dBa.
- Capacidad máxima continua: <30 minutos.

En la siguiente figura se ilustra la alarma sobre riel.

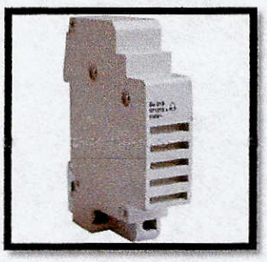


Figura 16. Alarma

- **Tarjeta de Adquisición de Datos (TAD) – USB 6008**

Características

- Conectividad USB 2.0 a 10KS/s.
- 8 canales de entrada análoga AI terminal simple (4 diferencial) - Bipolar VDC.
- 12 bits de entrada/salida digital DI.
- 1 Fuente de 5 VDC a 200mA.
- 1 contador/temporizador

En la siguiente figura se ilustra la Tarjeta de adquisición de datos.



Figura 17. Tarjeta de adquisición de datos TAD-USB 6008

- **Tarjeta CAS Salidas Digitales.**

Descripción.

Esta tarjeta dispone de un bloque terminal para conexión de señales digitales con alimentación de 5 VDC, las entradas se identifican de la posición (D01 – D08). Cada entrada digital está relacionada con un led indicador el cual se identifica con la posición (D1- D8).
Conecte el terminal GND a un borne de referencia GND de la tarjeta de adquisición de datos o a la referencia 0 VDC de la sesión de bornera 2 para obtener un punto común.
En la siguiente figura se ilustra la tarjeta con el circuito salidas digitales.

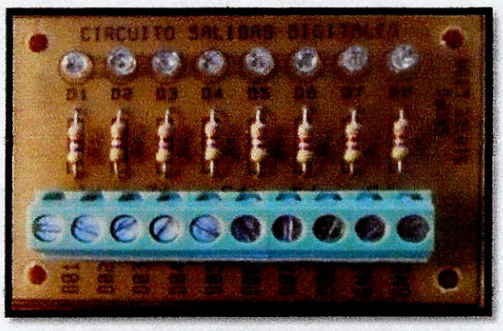


Figura 18. Tarjeta de Salidas Digitales

En la siguiente tabla se listan los terminales de conexión tarjeta de salidas digitales.

TERMINALES DE ENTRADA		TERMINALES DE SALIDA	
Terminal	**Descripcion**	**Terminal**	**Descripcion**
D01	Entrada digital 5VDC	**D1**	Indicador Led 1
D02	Entrada digital 5VDC	**D2**	Indicador Led 2
D03	Entrada digital 5VDC	**D3**	Indicador Led 3
D04	Entrada digital 5VDC	**D4**	Indicador Led 4
D05	Entrada digital 5VDC	**D5**	Indicador Led 5
D06	Entrada digital 5VDC	**D6**	Indicador Led 6
D07	Entrada digital 5VDC	**D7**	Indicador Led 7
D08	Entrada digital 5VDC	**D8**	Indicador Led 8
GND	Entrada 0VDC		
GND	Entrada 0VDC		

Tabla 1. Asignación de terminales de la Tarjeta de Salidas Digitales

- **(CAS) Salidas a Relé – Conversor (I/V).**

Descripción.
La función principal de esta tarjeta es activar cargas con voltajes de 110 VAC a traves de una señal digital de 5 VDC enviada por la tarjeta de adquisición de datos. Esto se realiza

utilzando el conjunto transistor- relé para acondicionar la señal de entrada y obtener una salida de mayor voltaje y corriente.

En la siguiente figura se ilustra el CAS de salidas a relé – conversor (I/V)

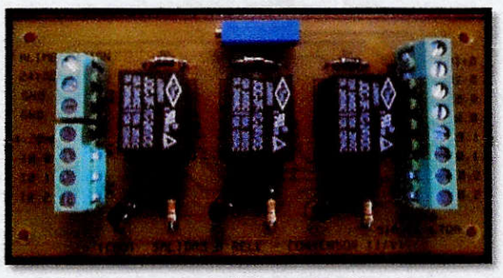


Figura 19. Tarjeta de Salidas a Relé – Conversor I/V

En la siguiente tabla se listan los terminales de conexión de la tarjeta salidas a relé – conversor (I/V)

TERMINALES DE ENTRADA		TERMINALES DE SALIDA	
Terminal	**Descripción**	**Terminal**	**Descripción**
24 VDC	Alimentación principal		
GND	0 VDC módulo (MECIV)		
GND	GND TAD- USB		
4- 20 mA	Entrada en corriente (Transmisor de temperatura)	**AI+0**	Salida en voltaje equivalente a la señal de entrada (4-20 mA)
		AI-0	Terminal de referencia GND - 0VDC.
I0.0	Entrada de activación digital 5 VDC.	**C0.0**	Terminal común relé 0
		NA0.0	Terminal normalmente abierta relé 0
I0.1	Entrada de activación digital 5 VDC.	**C0.1**	Terminal común relé 1
		NA0.1	Terminal normalmente abierta relé 1
I0.2	Entrada de activación digital 5 VDC.	**C0.2**	Terminal común relé 2
		NA0.2	Terminal normalmente abierta relé 2

Tabla 2. Asignación de terminales de la Tarjeta de Salidas a Relé – Conversor I/V

- **Circuito de Modulación de Ancho de Pulso (PWM).**

Descripción

La función principal de este cicuito es generar una señal por modulación de ancho de pulso referida a una señal de entrada análoga con un rango de 0.75 V a 3.75 V, esto permite que la señal de salida trabaje en un ciclo útil entre el 10 – 90 %; la frecuencia de trabajo es de 24 KHz, se iplementa un driver del fabricante TEXAS Instruments para realizar este tipo de aplicación, la tabla 3 muestra el modo de operación de este driver.

En la siguiente figura encontramos el circuito generador de PWM.

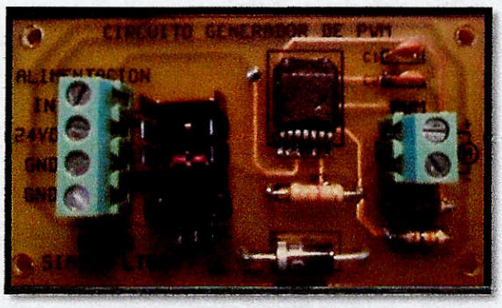


Figura 20. Tarjeta del Generador PWM

La tabla siguiente lista los terminales de conexión circuito generador de PWM.

TERMINALES DE ENTRADA		TERMINALES DE SALIDA	
Terminal	**Descripción**	**Terminal**	**Descripción**
IN	Entrada en voltaje rango de (0.75 - 3.75)VDC	**M+**	Terminal positiva motor 24 VDC
24VDC	Alimentación principal	**M-**	Terminal negativa motor 24 VDC
GND	TAD-GND		
GND	0 VDC		

Tabla 3. Asignación de Terminales de la Tarjeta Generador PWM

A continuación se muestra el ciclo de trabajo Vs Voltaje de operación.

DUTY CYCLE	RESISTOR(1) R_{PWM} (kΩ)	VOLTAGE(2) V_{PWM} (V)
10	976	3.7
20	205	3.4
30	84.5	3.0
40	46.4	2.6
50	28.7	2.2
60	18.2	1.75
70	11.8	1.35
80	7.50	1.00
90	4.87	0.75

Figura 21. Ciclo de Trabajo Vs Voltaje de Operación

- **Circuito de Inversión de Giro para Motor DC.**

Descripción.

La función principal de esta tarjeta es realizar la inversión de giro de un motor de corriente continua utilizando la configuración puente H, se implementa el integrado l293b ya que este permite realizar este tipo de aplicación. En la siguiente figura se muestra el circuito de inversión de giro para motor DC.

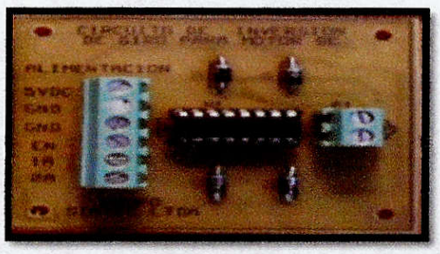


Figura 22. Tarjeta de Inversión de Giro para Motor DC

La siguiente tabla muestra las combinaciones digitales para giro del motor DC

TERMINALES DE ENTRADA		
1.A.	2ª	GIRO
0	0	Paro
0	1	Derecha
1	0	Izquierda
1	1	Paro

Tabla 4. Combinaciones para Giro del Motor DC

La siguiente tabla indica los terminales de conexión circuito de inversión de giro para motor DC.

TERMINALES DE ENTRADA		TERMINALES DE SALIDA	
Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
5VDC	Alimentación principal	M+	Terminal positiva motor 5 VDC
GND	TAD-GND	M-	Terminal negativa motor 5 VDC
GND	0 VDC		
EN	Enable conecte a 5VDC para habilitar el driver		
1ª	Entrada digital para inversión de giro		
2ª	Entrada digital para inversión de giro		

Tabla 5. Asignación de Terminales de la Tarjeta para Inversión de Giro del Motor DC

- **Interruptores LR 2809.**

Características.

- Numero de polos : 1
- Posiciones : ON - OFF
- Característica : Botón iluminado Rojo a 110/220VAC
- Capacidad : 16 A / 125 VAC
- Número de terminales : 3
- Diámetro : 20 mm
- Origen : China

La siguiente figura muestra el Interruptor ON/OFF

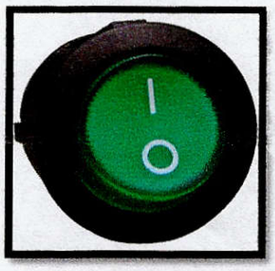


Figura 23. Interruptor ON/OFF

- **Sistema de Control de Temperatura.**

Este sistema está formado por los siguientes dispositivos:

* **Transmisor.**

Características.

- Rango: 0 – 400 ºC.
- Tipo de censor: PT-100.
- Precisión: 0.15%.
- Alimentación: 20 - 30 VDC.
- Salida: 4 – 20 mA.

La siguiente figura ilustra el Transmisor.



Figura 24. Transmisor de Temperatura

* **PT- 100.**

Características.

- Tipo: PT- 100 3 hilos.
- Temperatura de trabajo: 0 - 400ºC.
- Cable de extensión: 80 mm.

La siguiente figura muestra la PT-100.

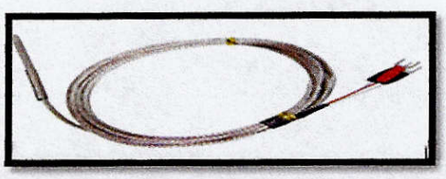


Figura 25. Sensor de Temperatura PT-100

* **COOLER**

Características.

- Alimentación: [5 -12] VDC.
- Corriente: 0.13 A a 12 V.
- Motor: *brushless*- fan.

La siguiente figura muestra el Cooler

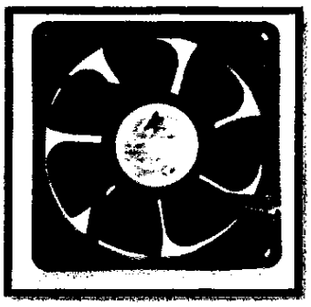


Figura 26. Cooler

* **BOMBILLA**

Características.

- Alimentación: 130 VAC.
- Potencia: 40 W.
- Modelo Y6F021

La siguiente figura muestra el bombillo usado en el entrenador.

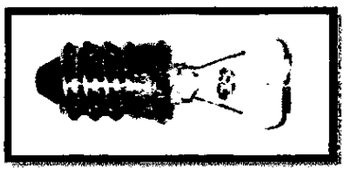


Figura 27. Bombilla

- **Sensores de Proximidad.**

Los sensores de proximidad son transductores que detectan objetos o señales que se encuentran cerca. Según su principio físico se dividen en:

- Sensores capacitivos.
- Sensores inductivos.
- Sensores infrarrojos.
- Sensores ultrasónicos.
- Sensores magnéticos.
- Sensores de humedad.

En este módulo el sensor de proximidad utilizado es el sensor inductivo.

* **Sensor Inductivo AUTONICS PR081.5DN**

La siguiente figura muestra el Sensor inductivo.

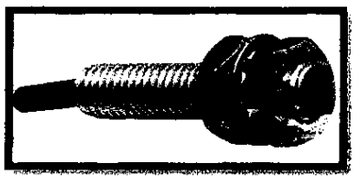


Figura 28. Sensor Inductivo

Características.

- Respuesta en frecuencia. 800 (Hz).
- Distancia de detección 1.5 mm +/- 10%
- Fuente de alimentación 12 – 24 (VDC).
- **Consumo de corriente 10 (mA) máximo.**
- Resistencia de aislamiento 50M (Ω) mínimo.
- Temperatura. -25 a 70 (ºC).

Los cuales se han diseñado o creado para operar en la generación de un campo magnético y para detectar las fugas de corrientes que se crean al ser introducidas en el campo magnético.
En si este censor se compone de una bobina con núcleo de ferrita, un oscilador, un sensor óptico de nivel de nivel de disparo de señal y un circuito de salida.
Su funcionamiento consiste en que al acercarse un objeto metálico o no metálico se inducen unas corrientes de histéresis en tales objetos. Esto hace que haya una pérdida de energía y la amplitud de oscilación se vea disminuida. El circuito de salida del sensor siente el cambio de amplitud y este genera una señal que conmuta la salida en posición On y Off.

* **Sensor Autoreflex Autonics Br100ddt.**

La siguiente figura ilustra el Sensor óptico.

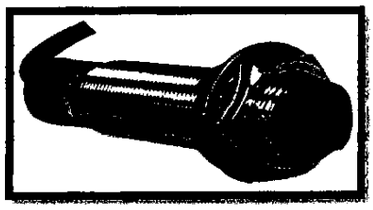


Figura 29. Sensor Autoreflex

Características.

- Distancia de detección: 100mm.
- Sensibilidad: ajustable.
- Alimentación: 12 – 24 Vdc

- **Luces Piloto EBC 17 -115/ 116.**

Características.

- Voltaje: 110 (V) AC.
- Dimensiones: 16 mm.

– Color: rojo- verde.

La siguiente figura muestra la luz piloto

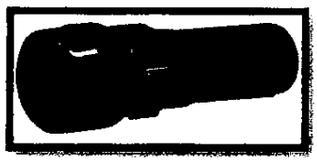


Figura 30. Luz Piloto

- **Sistema para Generación de Señal Análoga – Salida Digital.**
  Consta de un potenciómetro conectado con una electroválvula. El potenciómetro actúa como el llenado de un tanque.

  * **Electroválvula NC AIRTAC 2V025-08.**

Características.

– Posición: normalmente cerradas.
– Fluidos: aire, agua, aceites.
– Presión de operación: 0 – 150 PSI.
– Tiempo de respuesta: 0.05 sg.
– Frecuencia: 50/ 60 Hz.
– Voltaje: 110 VAC.

La siguiente figura ilustra la Electroválvula.

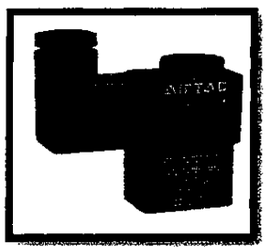


Figura 31. Electroválvula

- **Potenciómetro Lineal.**

Características.

– Resistencia variable: 5 kΩ.
– Número de vueltas de ajuste: 10.
– Potencia: ¼ W.

En la siguiente figura se ilustra el Potenciómetro lineal.



Figura 32. Potenciómetro Lineal

- **Fuente de Instrumentación MEAN WELL RD – 50B**

Es una fuente dual con las siguientes características
Características.

- Voltaje entrada. 100 – 240 VAC.
- Corriente de entrada 1.3 A.
- Voltaje de salida: fuente dual las salidas son V1 y V2.
  - ✓ V1 +5 V. con una corriente de 4.0 A
  - ✓ V2 +24 V con una corriente de 1.4A.
- Frecuencia 50 / 60 Hz.

A continuación se ilustra la Fuente de instrumentación.

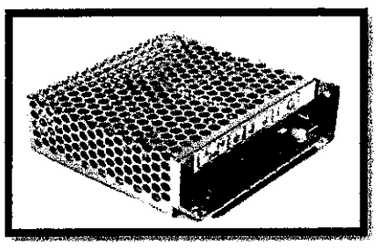


Figura 33. Fuente de Instrumentación

- **Servomotor**

Características.

- Voltaje: 4.8 VDC.
- Velocidad: 60 º: 0.19 seg.
- Torque: 42.0 oz-in (3.06 Kg-cm)
- Dimensiones: 1.6 " x 0.8" x 1.4" (41mm x 20mm x 36mm).
- Señal de uso de control: 1520 µs neutral.
- Peso: 1.57 oz (44.9 g).

En la siguiente figura se muestra el Servomotor.

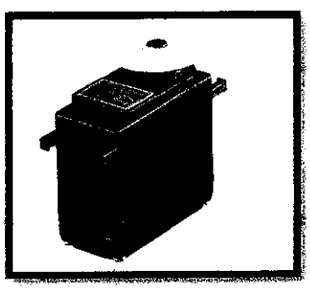


Figura 34. Servomotor

- **Indicador de Voltaje.**

Características.

- Voltaje DC: 1000 V.
- Voltaje AC: 750 V.
- Resistencias.
- Verificador de transistores.
- Indicador de batería baja.
- Entrada de impedancia: 2 MΩ.
- Medida de capacitancia.

- Modo de operación: rango manual.
- Tamaño de pantalla: 3.5 dígitos. 7 segmento, altura 0.5 pulgadas, LCD.
- Batería: 9 V

La siguiente figura muestra el multímetro usado

- **Motor 24 VDC.**

La siguiente figura ilustra el motor usado en el entrenador

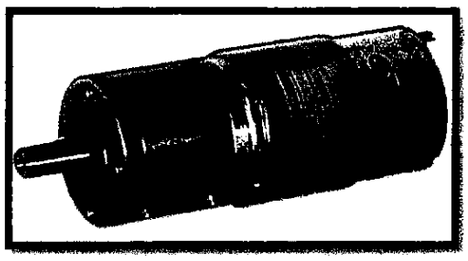


Figura 35. Motor DC

c.2 Descripción de la Plataforma de Experiencias y Prácticas (Software)

La plataforma para las experiencias de laboratorio se programo bajo el Software LabVIEW porque permite diseñar una HMI ó GUI de experiencias prácticas de forma interactiva para el monitoreo y control de la instrumentación.
Esta plataforma está compuesta por 5 Experiencias generales (Ex) y cada una de estas experiencias viene conformada por un grupo de diferentes prácticas (Px). A continuación se presentan las respectivas Experiencias con sus prácticas contenidas en el módulo entrenador para control y monitoreo de instrumentación.

- E1: Conocimiento y familiarización con el Módulo Entrenador para Control de Instrumentos Virtuales.
  - P1: Conocimiento y familiarización con el Hardware
  - P2: Conocimiento y familiarización con el Software.

- E2: Ambiente de programación de LabVIEW.
  - P1: Fundamentación Teórica.
  - P2: ventanas, barras y paletas de LabVIEW.
  - P3: Como programar un VI Y Sub VI.
  - P4: Ejercicios de aplicación.

- E3: Sistema de Adquisición de datos TAD USB 6008.
  - P1: Especificaciones de la TAD, Instalación y configuración.
  - P2: Adquisición de señales análogas (potenciómetro lineal).
  - P3: Generación de señales análogas. (Voltímetro).
  - P4: Adquisición de Señales digitales (Switches).
  - P5: Generación de señales digitales (leds indicadores).
  - P6: Contador/ Temporizador.

- E4: Prueba de Instrumentación: Sensores y Actuadores.
  - P1: Sensor / Transmisor de Temperatura (entrada análoga)
  - P2: Motor DC (salida análoga).
  - P3: Sensores de Proximidad (entrada digital).

- P4: Electroválvula, Servomotor, Cooler y Bombilla (salida digital).
- P5. Otros dispositivos.

➢ E5: Control de Instrumentación.
- P1: Sistemas de control y temperatura.
- P2: Sistema de control de nivel.
- P3: Sistema de control de proximidad.
- P4: Sistema control de velocidad.
- P5: Sistema de control de giro.

A continuación se muestra la figura de la pantalla principal del aplicativo (GUI) para el desarrollo del módulo por parte del usuario. En ella se encuentra el titulo del proyecto, los componentes del Módulo; 5 Controles relacionadas con cada una de las 5 experiencias. Y un control de Detener el programa.

La siguiente figura representa la GUI del programa principal.

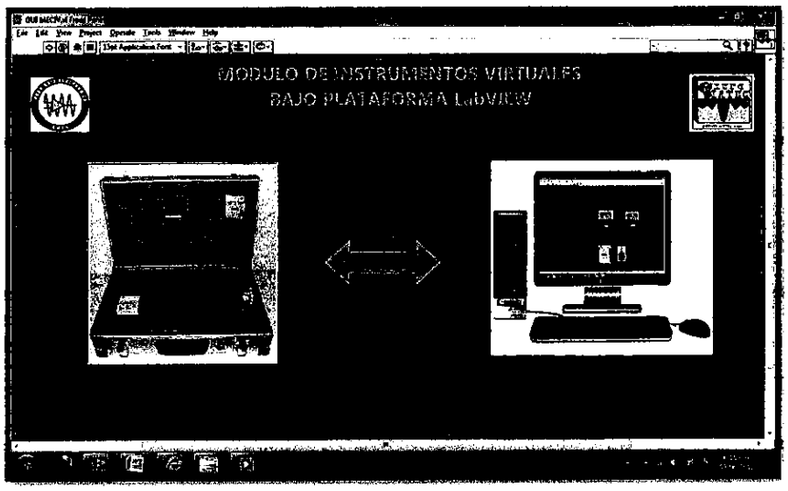


Figura 36. Interfaz Grafica del Programa Principal

La navegación por esta plataforma consta de los 5 controles para el acceso a cada experiencia y por una serie de controles dentro de cada una de las experiencias llamadas Prácticas. Como se muestra en la siguiente figura se ilustra la Experiencia 1, la cual tiene 2 prácticas.

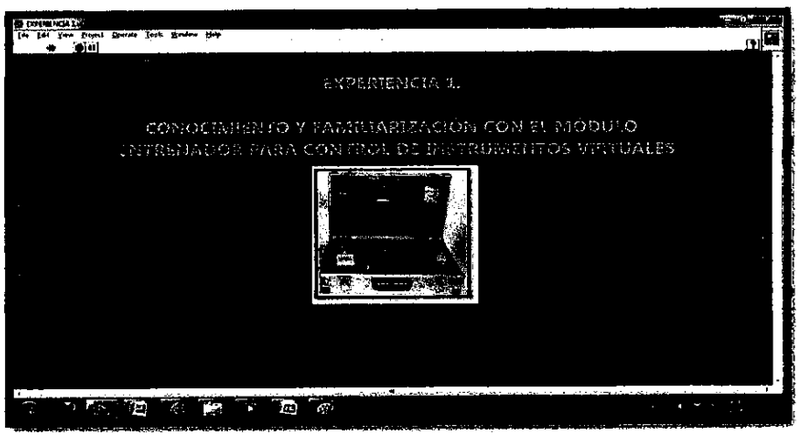


Figura 37. Pantallazo Inicial de la Experiencia 1

El desarrollo de cada práctica interactiva está acompañado por el título de la práctica, de sus objetivos, el ejercicio propuesto con su procedimiento. (Las prácticas de las experiencias 1 y 2 son 100% de teoría por eso no forman parte los ejercicios). Un test

de prueba en el cual se muestra un ejemplo de lo que se pretende realizar en dicha práctica.

Las prácticas de las experiencias 3, 4 y 5 enfrentan al usuario al conjunto de Hardware y Software al mismo tiempo; con prácticas de desarrollo de programas en LabVIEW pero que se deben complementar con el montaje de cierta instrumentación. La siguiente figura muestra una de estas prácticas (Práctica 2 Experiencia 3).

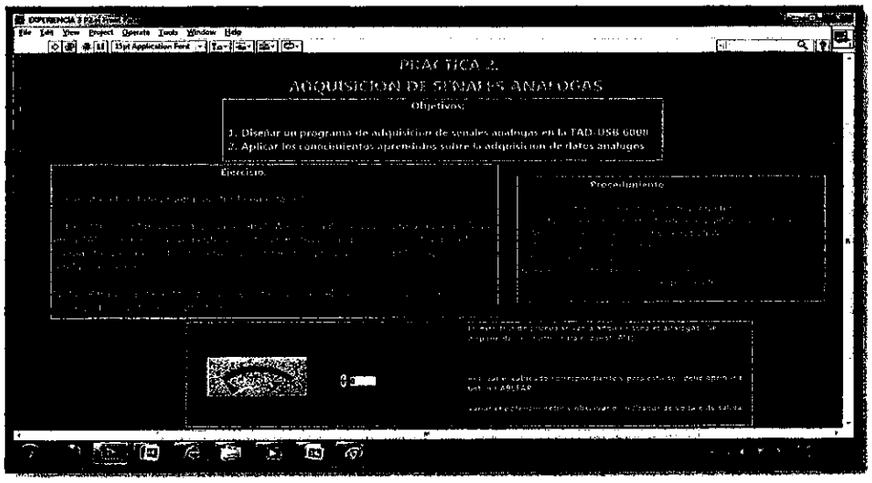


Figura 38. Pantallazo de una Práctica

En estas prácticas el usuario tiene de manera interactiva un cableado recomendado en el módulo entrenador. Como se muestra en la siguiente figura.

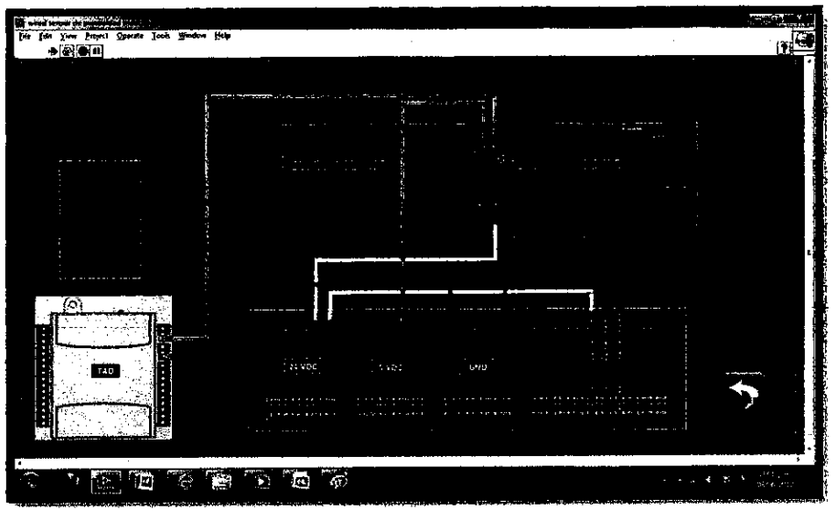


Figura 39. Ejemplo del Cableado Recomendado de una Práctica

Cuando el usuario completa el cableado y este es revisado por el profesor se accede a realizar los ejercicios propuestos para cada práctica.

En el Anexo 1 se presenta el manual completo de las experiencias y prácticas que tiene el Entrenador para Control y Monitoreo de Instrumentación.

3. REIVINDICACIONES

1. El Módulo Entrenador para Control Y Monitoreo de Instrumentación diseñado y construido principalmente como herramienta de capacitación tanto a nivel académico como industrial, aplicado en el área de Instrumentación, Automatización y Control asistida por computador. Incluye un portafolio de entrenamiento con elementos, dispositivos, circuitos e instrumentación, los cuales interconectados permiten por medio de una tarjeta de adquisición de datos comunicarse bidireccionalmente con una plataforma de software que permite realizar control y monitoreo de variables como voltaje, corriente, temperatura, proximidad, velocidad, posición y flujo de forma local y remota. El operario se enfrenta a una serie de protocolos de laboratorio los cuales lo van llevando paso a paso en el desarrollo de pruebas experimentales de una manera interactiva y dinámica, buscando así a manera de escala romper la brecha existente entre la academia y la industria relacionada con la automatización y control de instrumentación industrial.

   Este sistema de entrenamiento esta caracterizado por:

   Tener una maleta tipo entrenador con dos espacios de trabajo en la cara horizontal y la cara vertical.

   En la cara horizontal:

   - Tapa de color azul en acrílico de 3 líneas, con grabaciones de color blanco en bajo relieve.

   - Con los siguientes elementos:
   - Sensores-Transmisores: Temperatura, Proximidad, Nivel, Posición y Velocidad.
   - Actuadores: Motor DC, Servomotor, Cooler, Lámpara y Electroválvula.
   - Circuitos de Acondicionamiento de Señal (CAS): CAS con salidas a relé, CAS de inversión de giro para motores DC, CAS de PWM, CAS de salidas digitales y Pre-actuadores.
   - Tarjeta de Adquisición de Datos (TAD) con conectividad USB
   - Fuente de alimentación
   - Interruptores
   - Indicadores
   - Alarmas

   En la cara vertical:

   - Dos segmentos con borneras tipo industrial cableados y etiquetados a los dispositivos, tarjetas e instrumentos de la cara horizontal. Con protección eléctrica y cable de alimentación.

2. Protocolos de Experiencias para laboratorios:

   Procedimientos experimentales con una serie de prácticas, las cuales paso a paso van capacitando al usuario con el objetivo de poder diseñar e implementar a escala un sistema automatizado por computador. (Ver Anexo 1)

   Caracterizado por tener los siguientes protocolos:

- E1: Conocimiento y familiarización con el Módulo Entrenador para Control de Instrumentos Virtuales.
  - P1: Conocimiento y familiarización con el Hardware
  - P2: Conocimiento y familiarización con el Software.

- E2: Ambiente de programación de LabVIEW.
  - P1: Fundamentación Teórica.
  - P2: ventanas, barras y paletas de LabVIEW.
  - P3: Como programar un VI Y Sub VI.
  - P4: Ejercicios de aplicación.

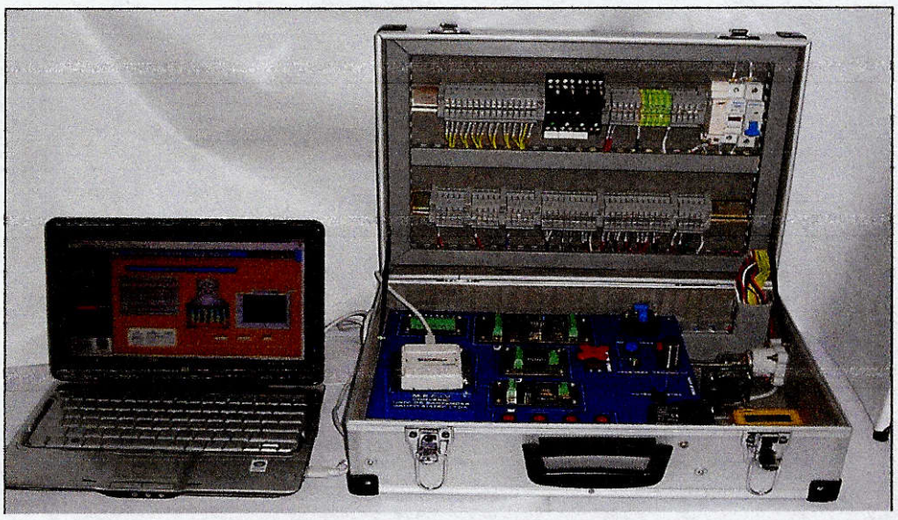
- E3: Sistema de Adquisición de datos TAD USB 6008.
  - P1: Especificaciones de la TAD, Instalación y configuración.
  - P2: Adquisición de señales análogas (potenciómetro lineal).
  - P3: Generación de señales análogas. (Voltímetro).
  - P4: Adquisición de Señales digitales (Switches).
  - P5: Generación de señales digitales (leds indicadores).
  - P6: Contador/ Temporizador.

- E4: Prueba de Instrumentación: Sensores y Actuadores.
  - P1: Sensor / Transmisor de Temperatura (entrada análoga)
  - P2: Motor DC (salida análoga).
  - P3: Sensores de Proximidad (entrada digital).
  - P4: Electroválvula, Servomotor, Cooler y Bombilla (salida digital).
  - P5. Otros dispositivos.

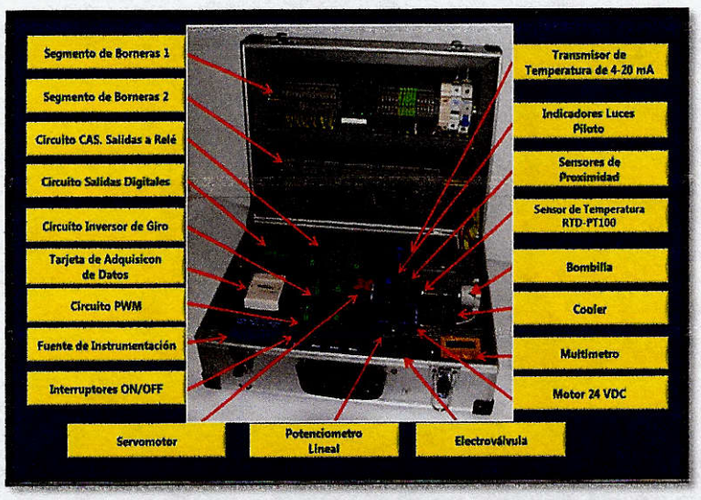
- E5: Control de Instrumentación.
  - P1: Sistemas de control y temperatura.
  - P2: Sistema de control de nivel.
  - P3: Sistema de control de proximidad.
  - P4: Sistema control de velocidad.
  - P5: Sistema de control de giro.

4. IMÁGENES DE EJEMPLOS DEL ENTRENADOR PARA CONTROL Y MONITOREO DE INSTRUMENTACIÓN

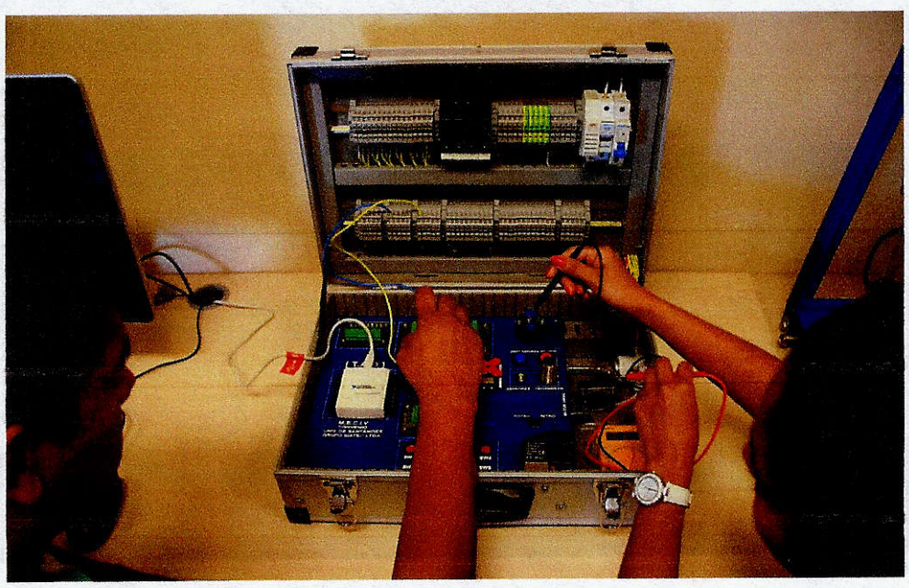
1. **Imagen Frontal del Entrenador conectado a un PC**



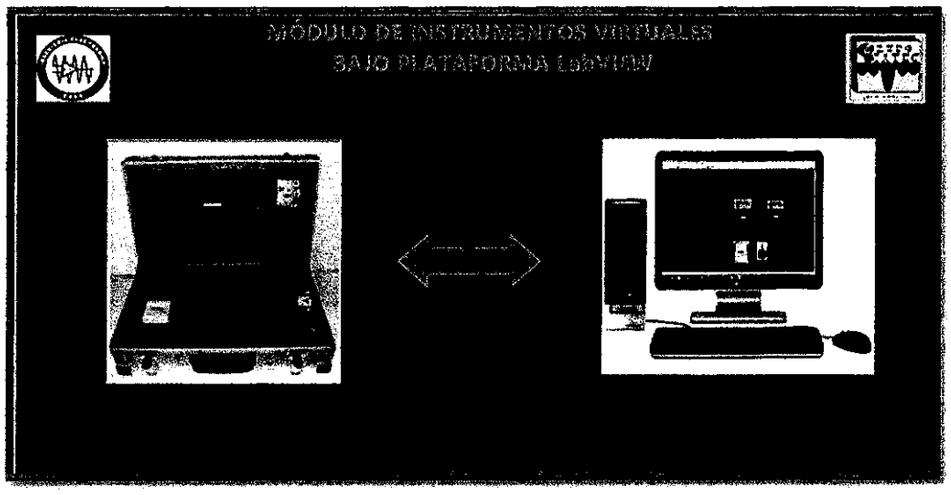
2. **Partes del Portafolio de Instrumentación**



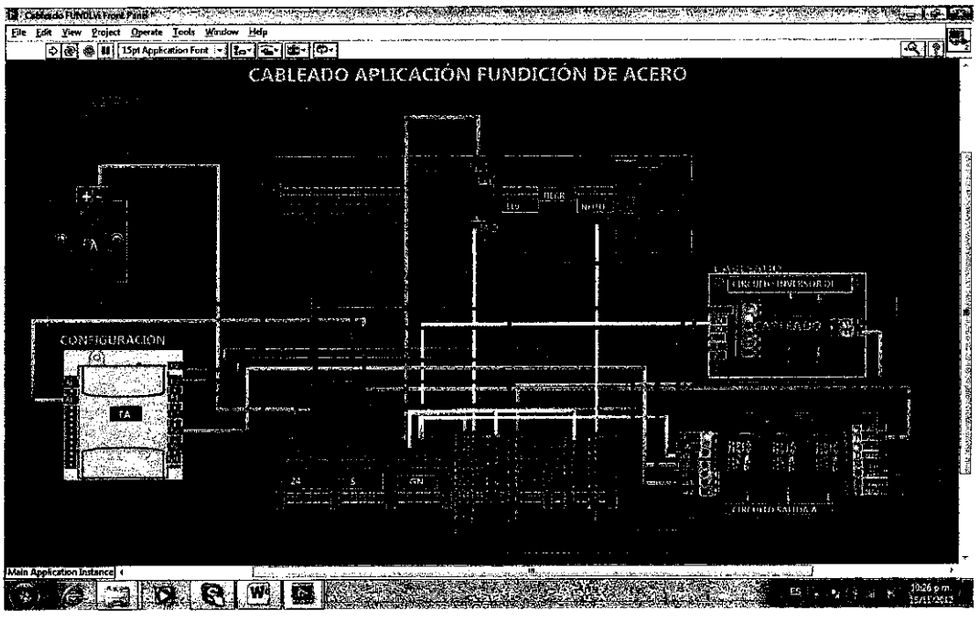
3. **Ejemplo del Desarrollo de una Experiencia Práctica Interconectando Componentes**



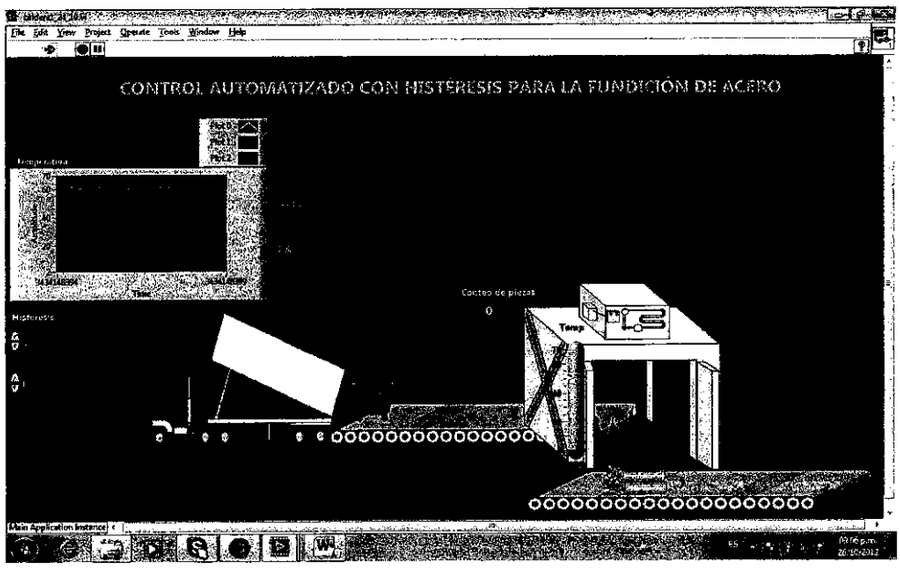
4. Interfaz Gráfica de Usuario de la Plataforma de Programación del Entrenador



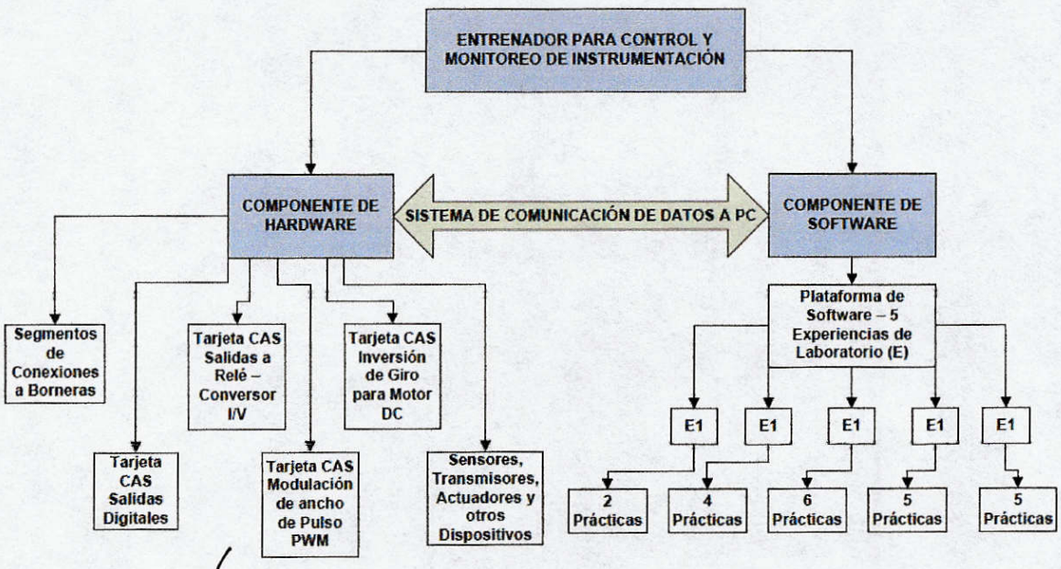
5. Interfaz Gráfica de Usuario de una Experiencia Práctica de Cableado de Instrumentación



6. Interfaz Gráfica de Usuario de una Experiencia Práctica de Control Automatizado



7. Diagrama de los Componentes del Entrenador para Control y Monitoreo de Instrumentación



UNIVERSIDAD DE SANTANDER UDES DIRECTOR INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Elaborado Por:
ING. JORGE ENRIQUE SANTAMARIA CARREÑO
Director Ingeniería Electrónica UDES

ANEXO 1

MANUAL DE PROTOCOLOS: ENTRENADOR PARA CONTROL Y MONITOREO DE INSTRUMENTACIÓN

167

30

ENTRENADOR PARA CONTROL Y MONITOREO DE INSTRUMENTACIÓN

MANUAL DE PROTOCOLOS DE LABORATORIO

JORGE ENRIQUE SANTAMARIA CARREÑO (MSc)

UNIVERSIDAD DE SANTANDER.
FACULTAD DE INGENÍERIAS
PROGRAMA DE INGENÍERIA ELECTRÓNICA
BUCARAMANGA
2013

EXPERIENCIA 1 - (E1)

CONOCIMIENTO Y FAMILIARIZACIÓN CON EL ENTRENADOR PARA CONTROL Y MONITOREO DE INSTRUMENTACIÓN

E1-P1. CONOCIMIENTO Y FAMILIARIZACIÓN CON EL HARDWARE.

Objetivo
Conocer y entender el comportamiento y funcionamiento de todos los dispositivos y accesorios alojados en el portafolio de entrenamiento.

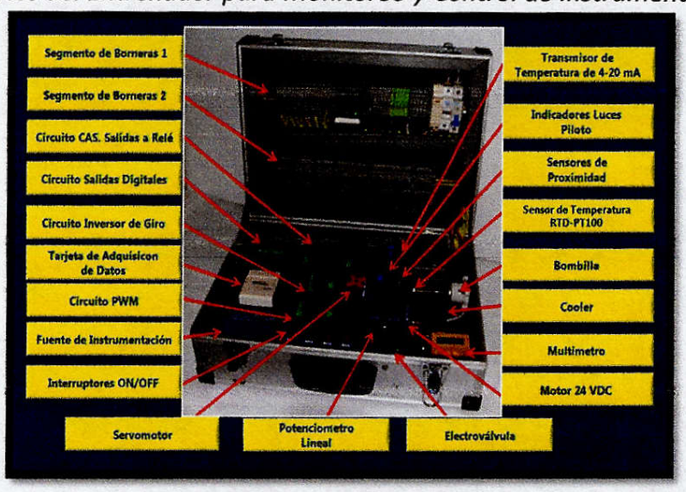
1. Fundamentación teórica.

El hardware de instrumentos y sus accesorios están alojados en un portafolio, buscando garantizar portabilidad del entrenador. Dicha instrumentación se basa en:

- Sensores-transmisores: Temperatura, Proximidad, Nivel, Posición y Velocidad.
- Actuadores: Motor DC, Servomotor, Cooler, Lámpara y Electroválvula.
- Circuitos Acondicionamiento de Señales (CAS): CAS con salida a relé, CAS de inversión de Giro para motores DC, CAS de PWM, CAS de salidas digitales y Pre-actuadores.
- Tarjeta de Adquisición de Datos (TAD) con conectividad USB.
- Fuente de alimentación, Interruptores, Indicadores y Alarma.
- Borneras Industriales para interconexión de Instrumentación

Este hardware de instrumentación mencionado se comunica con el PC por medio de una tarjeta de adquisición de datos (TAD- USB), con la cual se pueden realizar pruebas de Entradas/Salidas Análogas, Digitales y de Contador/Temporizados. Ver siguiente figura.

Figura1. Partes del Entrenador para Monitoreo y Control de Instrumentación Virtual



2. Procedimiento.

Revisar y estudiar cada uno de las partes que componen el entrenador ingresando al programa principal:
LabVIEW/Open GUI MECIV/ E1/E1-P1.

E1-P2. CONOCIMIENTO Y FAMILIARIZACIÓN CON EL SOFTWARE.

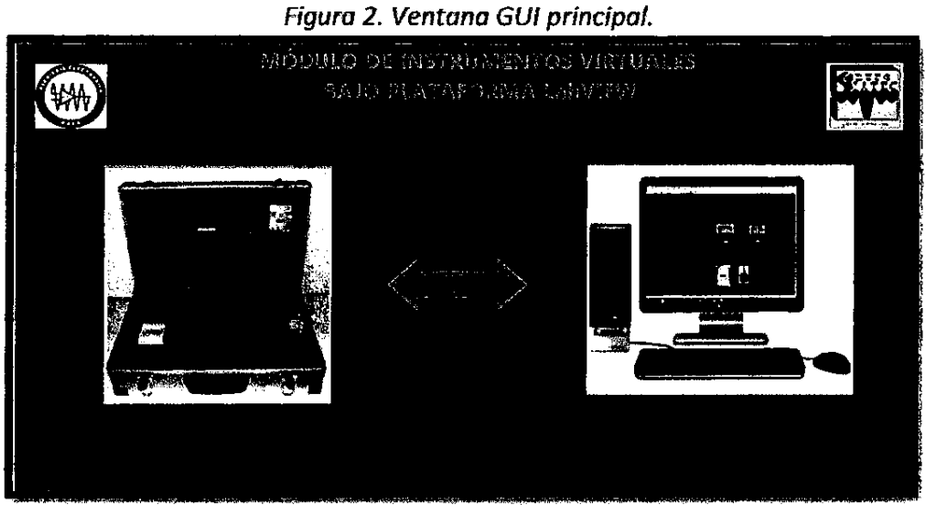
Objetivo
Conocer el programa general del módulo entrenador.

1. Fundamentación Teórica

Esta plataforma está compuesta por 5 Experiencias generales (Ex) y cada una de estas experiencias viene conformada por un grupo de diferentes prácticas (Px). A continuación se presentan las respectivas experiencias con sus prácticas contenidas en el módulo entrenador para control de Instrumentos virtuales bajo plataforma LabVIEW (MECIV).

En la siguiente figura se ilustra el pantallazo de la Interfaz Gráfica de Usuario (GUI) principal. En ella se destacan 5 botones que llevan al usuario a cada una de las experiencias. Además se presenta un botón para detener el aplicativo de software.

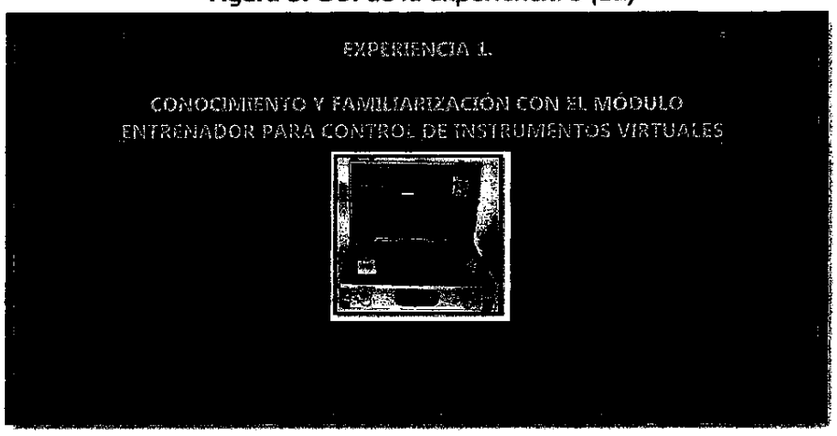
Figura 2. Ventana GUI principal.



Fuente. Autores.

La navegación por esta plataforma consta de 5 botones principales para el acceso a cada experiencia. En cada una de las experiencias se encuentran una serie de botones que permiten acceder a cada una de sus prácticas. Como ejemplo de lo anterior se presenta la siguiente figura, donde en la Experiencia 1 (E1), la cual está compuesta por 2 practicas (E1-P1 y E2-P2)

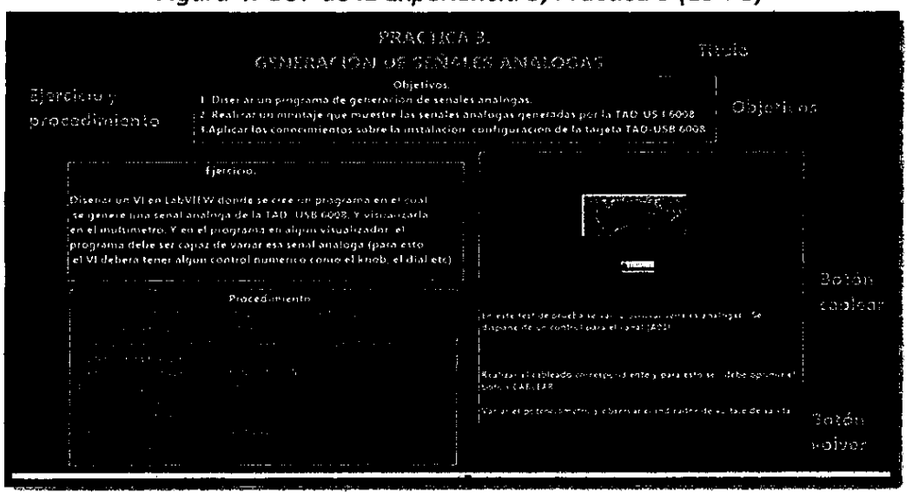
Figura 3. GUI de la experiencia 1 (E1)



Fuente. Autores.

Cada práctica interactiva está conformada por: el título de la práctica, Objetivos, Ejercicio y Procedimiento, botón de regresar a la ventana principal de la experiencia y las prácticas de las experiencias 3 y 5 tiene un botón llamado cablear que lleva a una ventana con el cableado recomendado de la instrumentación requerida. En la siguiente figura se puede apreciar lo explicado.

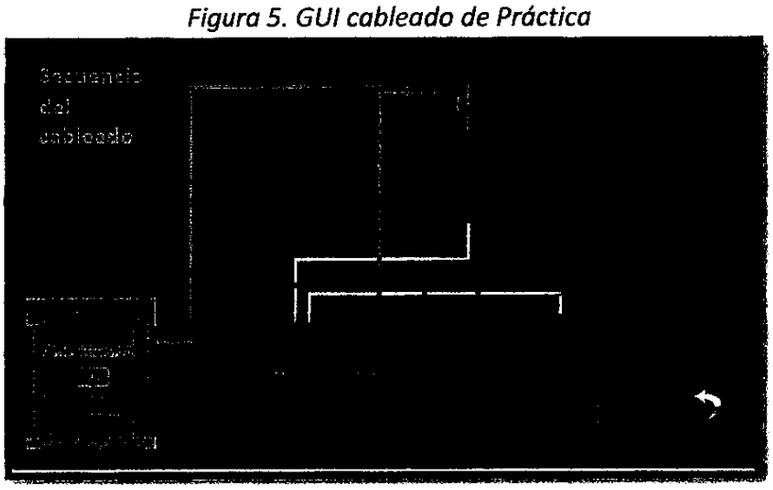
Figura 4. GUI de la Experiencia 3, Práctica 3 (E3-P3)



Fuente. Autores.

Las ventanas de cableado llamadas por los botones de CABLEAR dentro de cada práctica siguen una secuencia recomendada para evitar confusiones a la hora de realizar las conexiones. En la siguiente figura se ilustra un ejemplo de un cableado.

Figura 5. GUI cableado de Práctica



Fuente. Autores.

Cuando el usuario completa el cableado y este es revisado por el tutor se procede a realizar los ejercicios propuestos para cada práctica.

2. Procedimiento.

Revisar, Estudiar y navegar por las diferentes Experiencias que hacen parte del módulo entrenador. Abrir la ventana principal del programa en **LabVIEW.**

EXPERIENCIA 2. (E2)

AMBIENTE DE PROGRAMACIÓN DE LabVIEW

E2-P2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

Objetivo
Reforzar los conocimientos del usuario sobre el software para instrumentación virtual LabVIEW.

1. Fundamentación teórica.

LabVIEW (*Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench*) es un lenguaje y a la vez un entorno de programación gráfica en el que se pueden crear aplicaciones para instrumentación, automatización y control virtual.
National Instrument (NI) es la empresa desarrolladora y propietaria de LabVIEW (1976 Austin Texas) NI comenzó el desarrollo de LabVIEW en 1983, lanzando su versión 1.0 en 1986.
Originalmente LabVIEW como herramienta de programación gráfica estaba orientada a aplicaciones de control de instrumentos electrónicos usados en el desarrollo de sistemas de instrumentación. Por tal motivo todo programa creado en LabVIEW recibe el nombre de Instrumentos Virtuales (VI's) (*Virtual Instruments*) con extensión .VI. Para la creación de un nuevo VI se debe abrir primero LabVIEW. Si pica en un ícono como el de la siguiente figura:

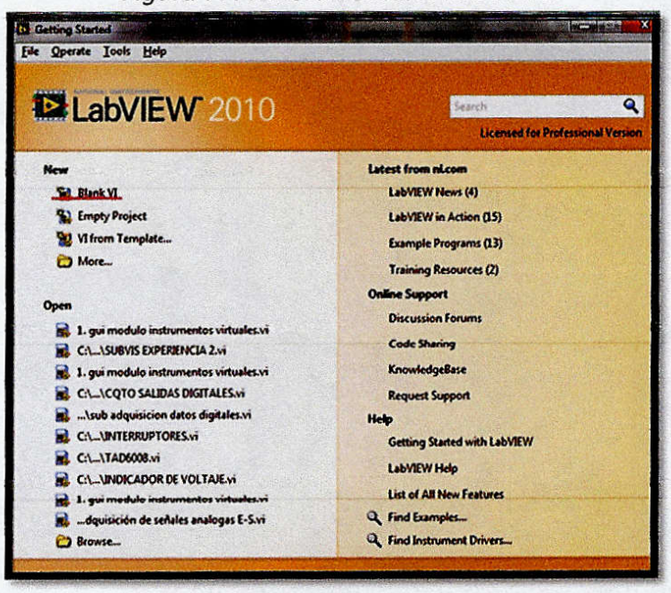
Figura 6. Icono LabVIEW



Fuente. Autores.

O en inicio/ programas/ *National Instruments*/ LabVIEW 2010. Y aparecerá la ventana de LabVIEW. Como se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura 7. Primera ventana LabVIEW.



Fuente. Autores.

En esta ventana dar click en *Blank VI*. Para abrir una plantilla en blanco con las dos ventanas principales de LabVIEW, el Panel Frontal (*Frontal Panel)* y el Diagrama de Bloques *(Block Diagram).*

2. Procedimiento.

Revisar la E2-P1.
Abrir el programa en **LabVIEW/ E2/E2-P1.**

E2-P2. VENTANAS, BARRAS Y PALETAS LabVIEW.

Objetivos

- Conocer las herramientas principales del software LabVIEW.
- Afianzar los conocimientos de las prácticas anteriores.
- Profundizar los conocimientos del software LabVIEW.

1. Fundamentación Teórica.

- **Ventanas de un VI**

Cuando se crea un nuevo VI aparecen dos ventanas; las cuales son:

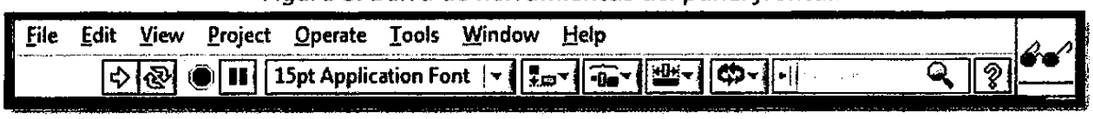
- Panel frontal
- Diagrama de bloques.

En el Panel frontal se diseña la interfaz de usuario (GUI), allí se encontrarán controles e indicadores y el Diagrama de Bloques se desarrolla toda la programación grafica del VI. Para dividir la pantalla para observar ambas ventanas al tiempo teclear "control + t"

- **Barras de LabVIEW**

Cada ventana contiene una barra distinta (aunque algunas funciones se pueden acceder desde cualquiera de las 2 ventanas). Para la ventana del panel frontal se tiene:

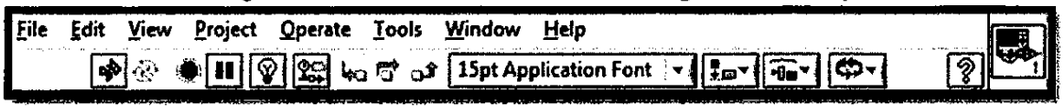
Figura 8. Barra de herramientas del panel frontal.



Fuente. Autores.

Y la ventana del diagrama de bloques está compuesta por la siguiente barra:

Figura 9. Barra de herramientas del diagrama de bloques.



Fuente. Autores.

La barra de menús que presenta LabVIEW en la parte superior de un VI contiene diversos menús desplegables tipo "Windows" que cumplen diferentes funciones. Mientras que la barra de herramientas es la que permite las funciones de Ejecutar, Depurar y Organización de los VIs.

- **Paletas**

- **Paleta de Herramientas**

Contiene las herramientas necesarias para editar y depurar los objetos tanto en el panel frontal como en el diagrama de bloques. Esta paleta se obtiene de la barra de
Menú con la opción *View/Tools palette.*

Figura 10. Barra de herramientas toolbar

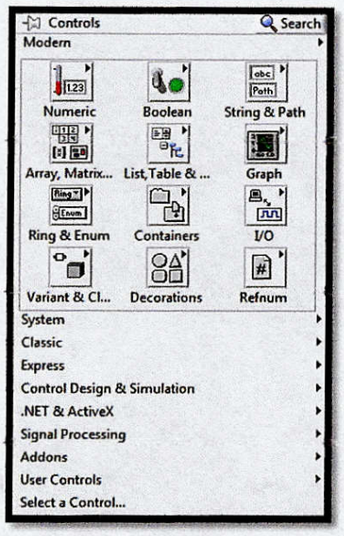


Fuente. Autores.

- **Paleta de Controles**

Se encuentra en la ventana del panel frontal y contiene los objetos necesarios para crear una interfaz de entrada y salida de datos (controles e indicadores). Esta paleta se obtiene en la barra de menú en la opción *View / Controls palette* o directamente haciendo click derecho con el mouse en la ventana del panel frontal.

Figura 11. Paleta de Controles

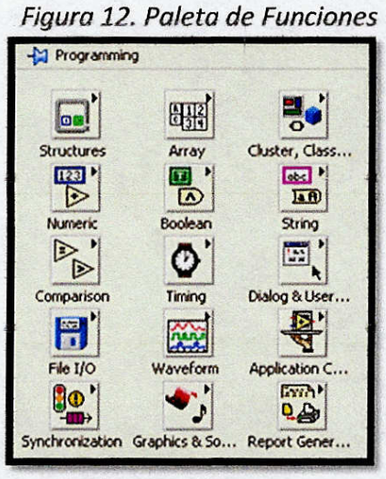


Fuente. Autores.

- **Paleta de Funciones**

Se utiliza únicamente en la ventana de diagrama de bloque y contiene todos los objetos para crear y editar el código fuente, esta paleta se obtiene en la barra de menú con la opción *View/ Functions palette* o directamente sobre la ventana con la opción de click derecho del mouse y después haciendo click sobre la opción *Programming*. Los submenús correspondientes a los toolkits no estarán presentes hasta que sean instalados.

Figura 12. Paleta de Funciones



Fuente. Autores.

2. Procedimiento.

177
FO

Revisar y estudiar la experiencia 2 práctica 2.
Abrir el programa el **LabVIEW/ E2/E2-P2**.

E2-P3. COMO PROGRAMAR UN VI Y SUB VI

Objetivos:

- Adquirir los conocimientos básicos para la programación de un VI y Sub VI.
- Conocer las herramientas necesarias para crear un VI y un Sub VI.

1. Fundamentación Teórica.

Como ya se ha visto en prácticas anteriores que para la creación de un VI o Sub VI se tienen 2 ventanas Panel frontal y Diagrama de bloques. En el Panel frontal se presenta la GUI que simula el panel de un instrumento real, permite la entrada y salida de datos, puede contener pulsadores, perillas, botones, gráficos y en general controles y indicadores. Los controles (variables de entrada) son objetos que sirven para ingresar datos al programa y pueden ser manipulados por el usuario se identifican porque del símbolo sale una flecha como se muestra en la siguiente figura.

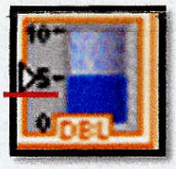
Figura 13. Símbolo de un control tipo perilla



Fuente. Autores.

Los indicadores (variables de salidas) sirven para presentar los resultados entregados por el programa y no pueden ser manipulados por el usuario. Y se identifican porque la flecha entra al símbolo. Como su muestra en la siguiente figura.

Figura 14. Símbolo del indicador tipo tanque



Fuente. Autores.

El diagrama de bloques contiene el código fuente del VI, posee funciones y estructuras que relacionan las entradas con las salidas creadas en el panel frontal.

- **Otras herramientas para la creación de un VI y un SubVI.**

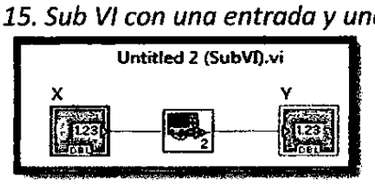
Las principales herramientas para la creación de un programa en LabVIEW son las siguientes:

- Tipos de alambres.
- Tipos de terminales.
- Funciones de estructuras.
- Visualizadores.

- **Creación de un Sub VI**

Algunas veces el programa se vuelve muy grande y no se puede colocar todo en la pantalla porque puede ocasionar cierta confusión para el programador. O algunas veces un programa específico hay que llamarlo o utilizarlo "n" veces dentro de un programa o utilizarlo en varios programas, esto haría que el programa general se torne muy pesado y consume más recursos y esto es algo que se debe reducir al máximo. Para esto se crean los Sub VIs ya que pueden ser llamados sin necesidad de crear el código cada vez que se necesite porque solo se necesita una sola vez el programa y después se puede llamar al programa que quiera para ejecutarlo en él.

Figura 15. Sub VI con una entrada y una salida



Fuente. Autores.

2. Procedimiento.

Ir al programa principal abriendo **LabVIEW/ E2 / E2-P3**. Explorar la práctica analizar y realizar los ejercicios propuestos.

E3-P4. EJERCICIOS DE APLICACIÓN.

Objetivos:

- Aplicar los conceptos estudiados en las prácticas anteriores para el diseño de VIs y SubVIs.
- Adquirir destrezas en la elaboración de programas (VIs) en LabVIEW.

- Diseñar un VI, que encienda 8 leds por medio de un mismo número de controles (*Menú /View/ Controls Palette/ Boolean*) se debe mostrar en la GUI la representación numérica de la combinación digital de las entradas del programa. Decorar el programa (colores, tipo de letra, tamaño etc) para tener una GUI bien presentada.

- Conociendo la relación de frecuencias en una señal periódica, crear un VI que convierta la frecuencia de Hz a radianes y a periodo. (hacerlo por medio de 2 formas distintas "formula node y por una estructura").

- Diseñar un circuito resistivo básico en serie (fuente y 2 resistencias) en el cual se busque los voltajes de las 2 resistencias y la corriente del circuito. Crear el Sub VI de este programa.

- Diseñar un circuito resistivo básico paralelo (fuente y 2 resistencias).encontrar los voltajes de las resistencias y la corriente del circuito. Crear el Sub VI de este programa.

- Habiendo creado los Sub VI's anteriores, diseñar un programa que llame a ambos Sub VI's por medio de dos entradas digitales (una entrada para cada uno de los Sub VI´s) en una página principal y agregarle titulo, y una imagen de presentación.

- Diseñar un VI que por medio de 2 entradas booleanas realicen las siguientes funciones:
  - Funciones Lógicas: And, Or, Not, Or exclusive.
  - Funciones decremento en 1 y incremento en 1.
  - Funciones de comparación (mayor que, menor que, igual).

- Diseñar un programa que genere una señal análoga que se pueda visualizar en la pantalla. Esta señal se debe comparar con una señal introducida por el usuario.

- Diseñar un VI que simule el llenado y vaciado de un tanque con agua. Además incluir 3 indicadores de nivel (bajo, medio, alto). El diseñador define los intervalos de nivel.

Nota: Decorar los programas. Con título de la práctica, cambio de tipo, color y tamaño de las letras. Etc.

Observación.
Revisar la práctica E2-P4. En el cual se encuentra el ejercicio planteado y un ejemplo para guiar al usuario en el desarrollo de cada ejercicio.

EXPERIENCIA 3 (E3)

TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS (TAD) USB6008 DE NATIONAL INSTRUMENTS

E3-P1. ESPECIFICACIONES, INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN Y TEST DE LA TAD USB6008

Objetivos:

- Conocer las principales características de un sistema de adquisición de datos.
- Aprender a instalar y configurar la TAD USB6008.
- Aprender a programar bajo LabVIEW la TAD USB6008 para datos de entrada/salida.

1. Fundamentación teórica.

- **Características**

La Tarjeta de Adquisición de Datos (TAD) USB6008 de National Instruments es un sistema de adquisición de datos similar a un PLC, la cual permite adquirir y generar señales analógicas y digitales a diferentes velocidades de muestreo y bits de resolución.

La TAD USB-6008 es una tarjeta multifunción con 8 canales de entrada analógica, 2 canales de salida analógica, 12 líneas de entrada/salida digitales y un contador/temporizador. Funciona con la energía del bus de datos USB, por lo tanto no necesita una fuente de energía externa para funcionar. Como se aprecia en la figura 16 incluye borneras extraíbles para los canales de entrada/salida, una fuente de tensión para suministrar energía a dispositivos externos, tiene características de alta reducción de ruido y aumento de precisión, así como para protección contra sobretensión en las líneas de entrada analógica de hasta ±35 V. Incluye drivers para programación en LabVIEW. Este sistema de adquisición de datos además de LabVIEW puede ser reconocida por cualquier software de programación de alto nivel.

Figura 16. Tarjeta de Adquisición de Datos TAD – USB 6008.



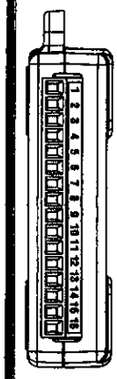
Fuente. Autores.

- **Especificaciones:**

- Conectividad USB 2.0 a 10KS/s.
- 8 canales de entrada análoga de terminal simple (4 diferencial)-bipolar ± 20 VDC.
- 2 canales de salida análoga
- 12 Bits de entrada/salida digital DI (2 puertos de 8 y 4 bits)
- Voltaje de protección ±35 V.
- 1 fuente de 5VDC a 200 m.A.
- Corriente de fuga en la entrada: 50µA.
- 1 contador/ temporizador.

La figura 17 muestra la asignación de terminales análogos (1 al 16), la figura 18 muestra los terminales digitales (17 al 32). La figura 19 describe cada uno de los terminales de las borneras.

Figura17. Asignación de Terminales Análogos

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

Fuente. Hoja de especificaciones TAD 6008 National Instruments

Figura 18. Asignación de 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

Fuente. Hoja de especificaciones TAD 6008 National Instruments

Figura 19. Descripción de las Señales de Entrada/Salida

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.

Fuente. Hoja de especificaciones TAD 6008 National Instruments

- **Instalación y Configuración de la TAD:**

La TAD USB como dispositivo "Plug and Play" se instala automáticamente si tiene instalado LabVIEW. Posterior a la instalación, aparece la siguiente ventana, donde podemos acceder a la "Configuración" de canales o al "Test" para prueba.

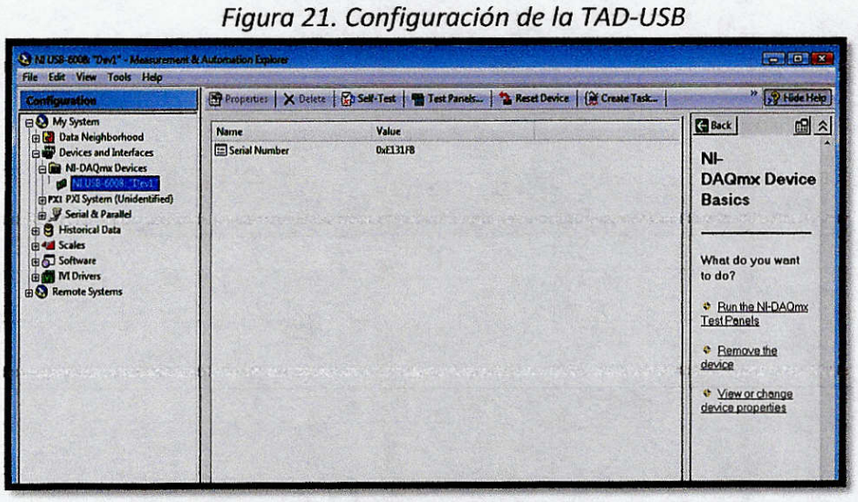
Figura 20. Instalación de la TAD USB.



Fuente. Autores.

También se puede acceder al "Test" abriendo directamente el explorador "*Measurement & Automation Explorer (MAX)*", el cual despliega una GUI como se aprecia en la siguiente interfaz. Este explorador queda instalado en el escritorio del PC cuando se instala el software LabVIEW.

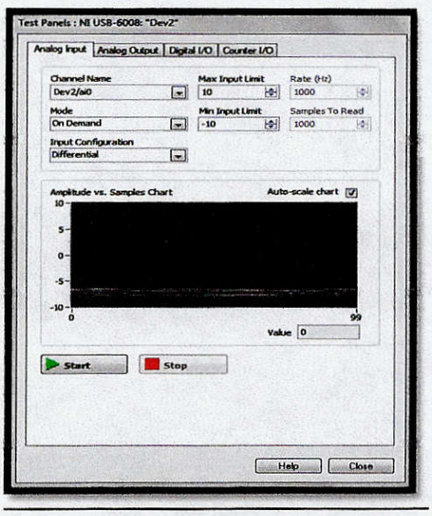
Figura 21. Configuración de la TAD-USB



Fuente. Autores.

Cuando se abre el MAX, en la ventana de la izquierda se debe seleccionar el dispositivo (TAD), y en la ventana central se accede al vínculo del "Test Panels", allí el usuario puede realizar pruebas a todos los canales análogos y digitales del dispositivo. En la siguiente figura se aprecia la GUI del "Test"

Figura 22. GUI del Test Panels



Fuente. Autores.

- **Programación de la TAD desde LabVIEW**

Para comunicarse desde LabVIEW con la TAD, se dispone en la paleta de funciones (Diagrama de bloques) de un VI Express llamado "DAQ Assistant". Ver siguiente figura.

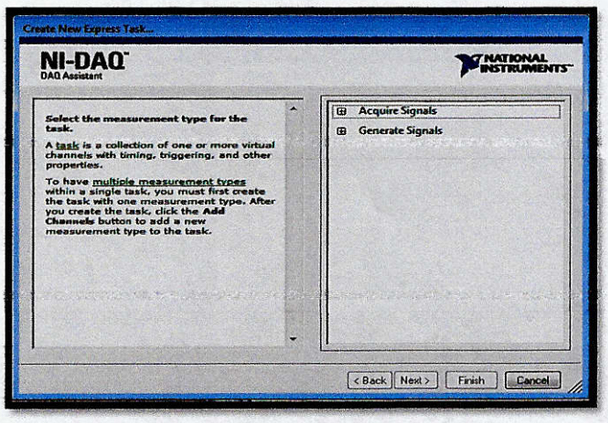
Figura 23. VI Express para programar la TAD (DAQ Assistant)



Fuente. Autores.

Cuando se despliega el DAQ Assistant, aparece la siguiente GUI donde el usuario puede crear una nueva tarea de adquisición de datos. Allí se puede seleccionar entre adquirir o general señales, ya sean análogas, digitales o contadores. Posteriormente el software se encargará de reconocer el tipo de dispositivos que reconocen el tipo de señal seleccionad.

Figura 24. Creación de una nueva tarea de adquisición de datos



Fuente. Autores.

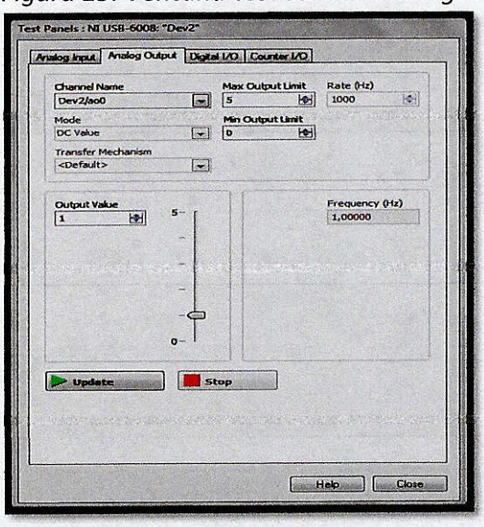
2. Procedimiento:

2.1 Test de Canales de Entrada/Salida

- **Test de Salidas Análogas (A0)**

En la ventana del "*Test Panels*" seleccione la pestaña "*Analog Output*", allí podrá seleccionar y variar las siguientes opciones por medio de unos controles: el nombre del canal, el valor a generar en un rango de 0 a 5 Vdc y los valores máximo y mínimo de salida. En la siguiente figura se aprecia un ejemplo.

Figura 25. Ventana test salidas análogas.



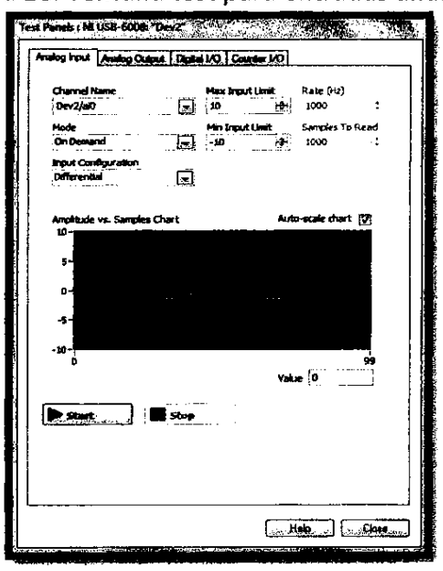
Fuente. Autores

Para verificar el dato generado para los dos canales de salida se debe usar un multímetro en la opción voltaje DC y medir el voltaje en el pin correspondiente a la salida escogida en el *Channel Name*. Debe probar todas las salidas en las borneras correspondiantes de la TAD.

- **Test de Entradas Análogas (AI)**

En la ventana del "Test Panels" seleccione la pestaña "Analog Input", allí podrá seleccionar desde unos controles el canal, la medida diferencial o terminal simple, el rango, muestreo, entre otros.

Figura 26. Ventana test para entradas análogas.



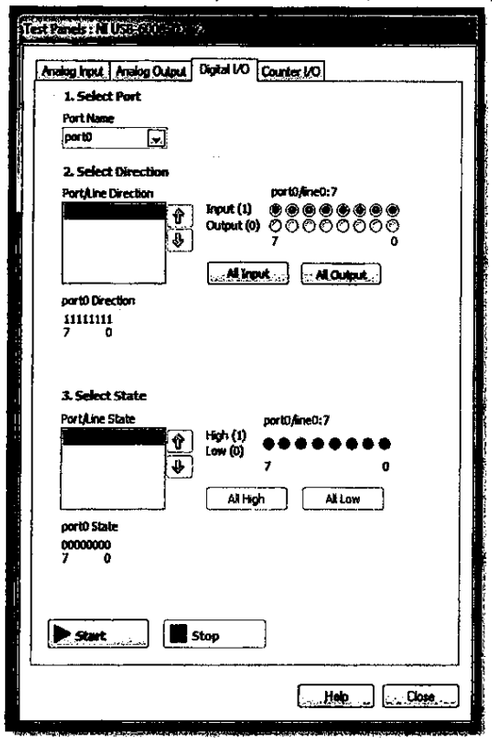
Fuente. Autores.

Para este ejercicio se recomienda usar como dato de entrada, una salida análoga de la TAD o la fuente de 5 Vdc de la TAD. Esta señal debe ser reproducida por la pantalla que se encuentra en el *Test Panels*.

- **Test de Entradas/Salidas Digitales (DIO)**

En la ventana del "Test Panels" seleccione la pestaña "Digital I/O", allí podrá seleccionar desde unos controles el puerto o la línea a leer o escribir. Aparecerá la siguiente GUI.

Figura 27. Ventana test para entrada/salidas digitales.



Fuente. Autores.

Para probar las salidas digitales, use el multímetro para cada pin de salida de la TAD. Para probar las entradas use una salida análoga de la TAD o la fuente de 5 Vdc que dispone el dispositivo USB.

2.2 Programación de la TAD desde LabVIEW

Junto con el Tutor, realizar los siguientes VIs de programación de la TAD:

- **Adquisición de una Señal Análoga (AI)**

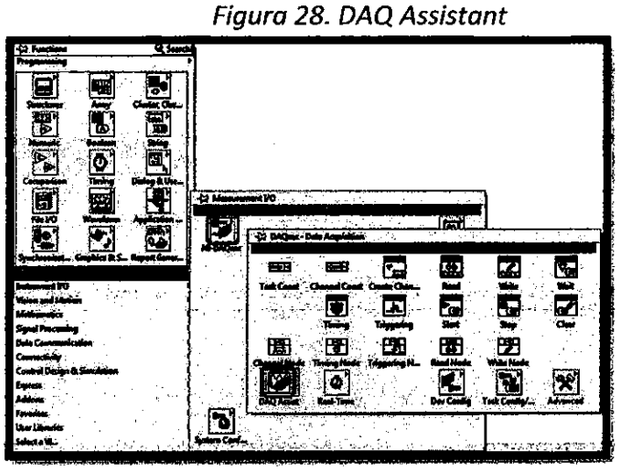
PROCEDIMIENTO

Para programar la TAD para adquisición de señales análogas seguir los siguientes pasos.

Primero asegúrese que la TAD este correctamente instalada. Esto lo puede verificar como cualquier otro dispositivo "plug and play" en el PC.

Sacar el "DAQ Assistant", dando click derecho sobre la ventana del Diagrama de Bloques (***Functions/Programming/NI-DAQmx/DAQ Assistant)***. En la siguiente figura se ilustra el procedimiento.

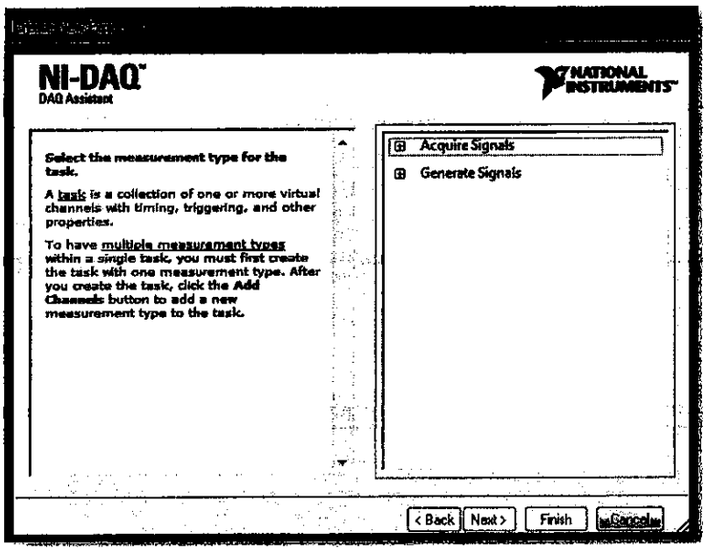
Figura 28. DAQ Assistant



Fuente. Autores.

Al soltar la DAQ Assist sobre la ventana de Diagrama de Bloques automáticamente aparecerá en pantalla la ventana de crear nueva tarea en la cual se va a programar la TAD.

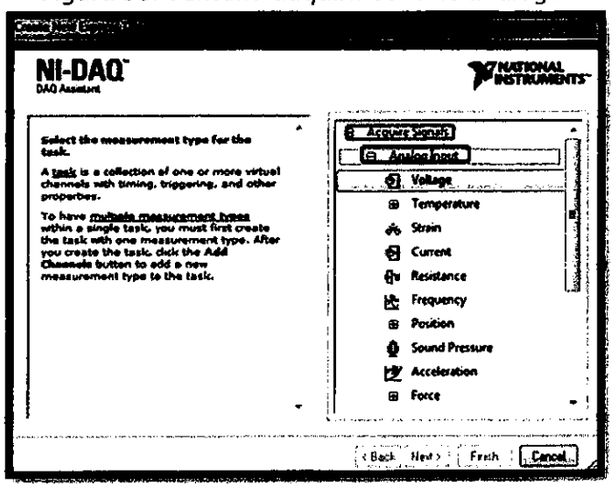
Figura 29. Ventana crear nueva tarea



Fuente. Autores.

Aparecen 2 opciones Adquirir señales o generar señales. Se selecciona la opción que se quiera realizar con la TAD para la función que debe realizar en el programa. En este caso se selecciona la opción Adquirir señal análoga.

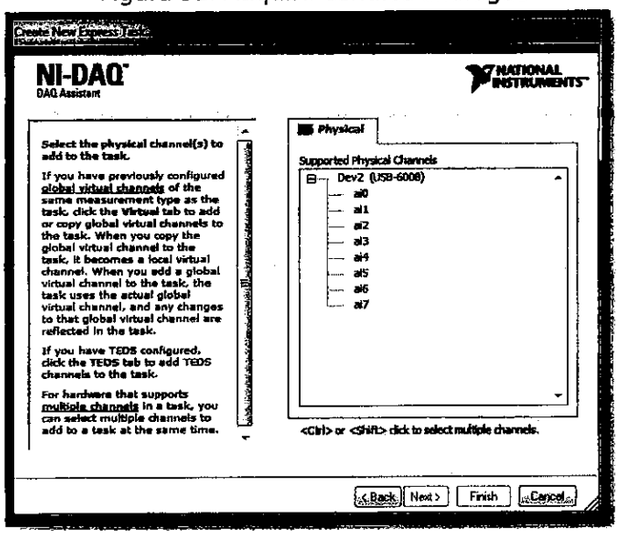
Figura 30. Ventana adquirir señales analogas.



Fuente. Autores.

Aparecerán los dispositivos disponibles con sus respectivos canales.

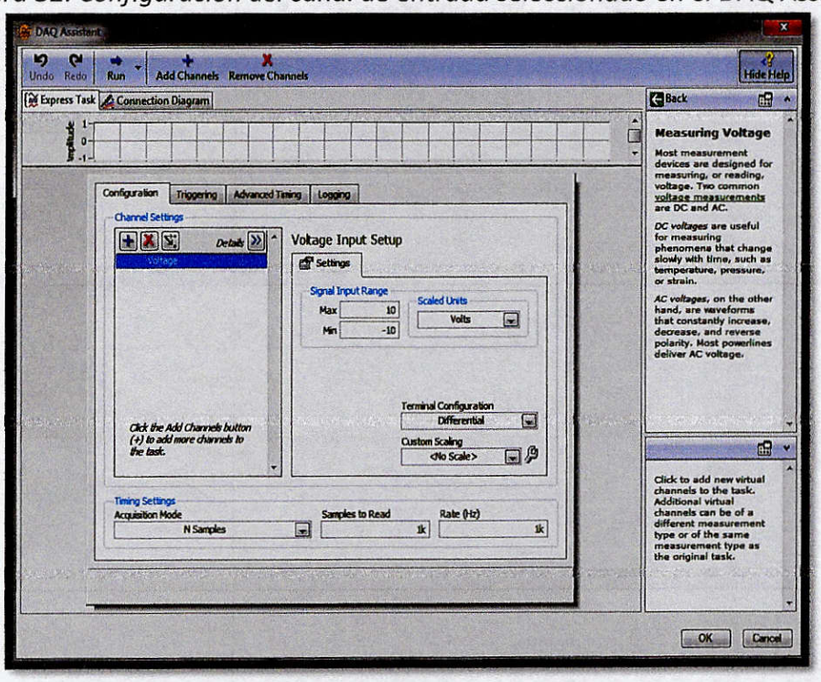
Figura 31. Adquirir señales análogas



Fuente. Autores.

Al seleccionar el terminal de entrada a usar se debe picar en "Finish" y aparecerá la última ventana de programación de la TAD. Allí se tienen las opciones de configuración del canal seleccionado. En la siguiente figura se ilustran las opciones de configuración del canal seleccionado.

Figura 32. Configuración del canal de entrada seleccionado en el DAQ Assitant

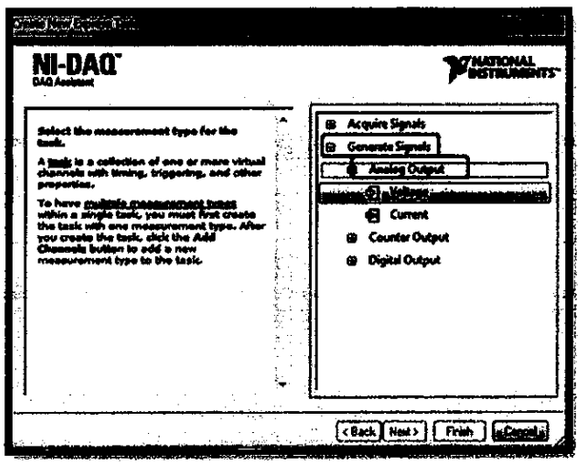


Fuente. Autores.

- **Generación de una Señal Análoga (AO)**

Para programar la TAD para que genere señales análogas es el mismo procedimiento que en la adquisición solo que cambia en la ventana de crear una nueva tarea se escoge la opción generar señal en vez de adquirir señal y seguir los mismos pasos. Lo único que cambia es que en vez de programar pines de entrada a la TAD, ahora se programa los pines de salida de la TAD. Ver la siguiente figura que ilustra la ventana donde se selecciona la opción de general una señal análoga.

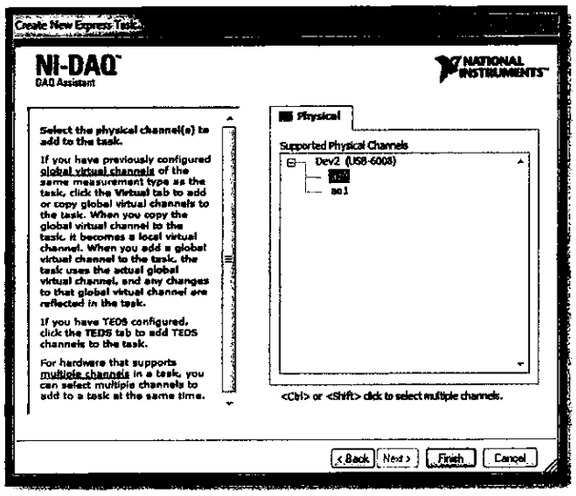
Figura 33. Crear nueva tarea para generar señales análogas



Fuente. Autores.

La siguiente ventana muestra las 2 salidas análogas que tiene la TAD 6008.

Figura 34. Ventana para escoger el canal de salida análoga en el DAQ Assistant

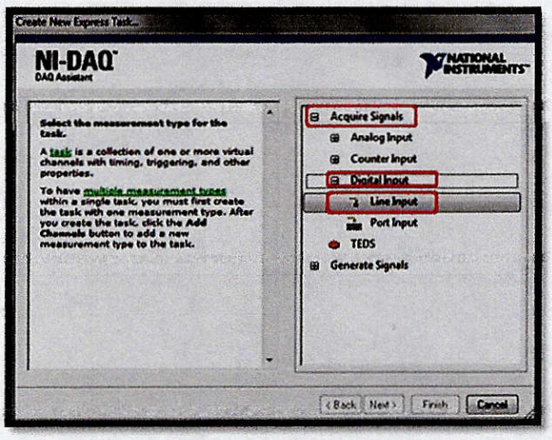


Fuente. Autores.

- **Adquisición de una Señal Digital (DI) de Línea**

Igual que en la adquisición de una señal análoga lo primero que se debe hacer es sacar el DAQ Assistant. Ahora en la ventana que aparece automáticamente se selecciona adquirir señales digitales – línea de entrada.

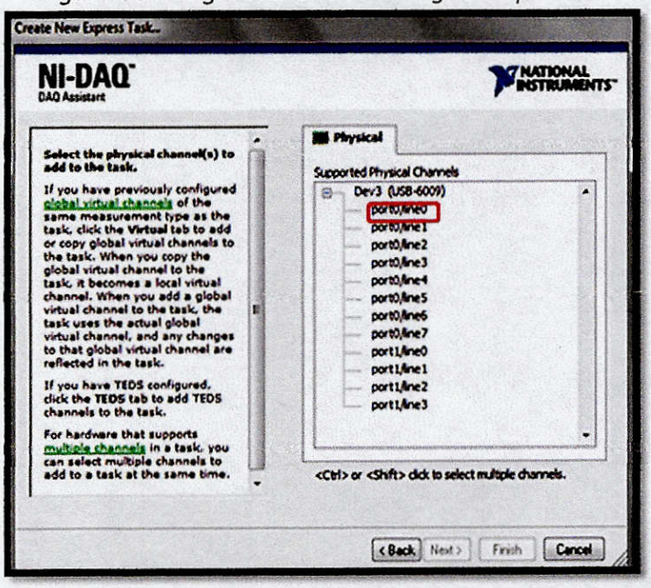
Figura 35. Adquirir señales digitales por linea



Fuente. Autores.

Aparece una ventana con las líneas de entrada de la TAD.

Figura 36. Programar entradas digitales por línea

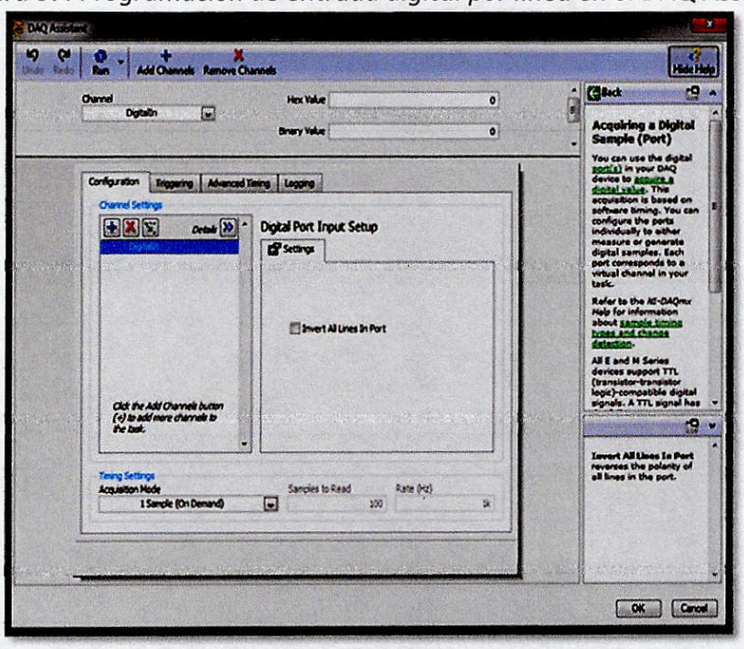


Fuente. Autores.

Se debe seleccionar la o las líneas que se deseen utilizar.

La ultima ventana de configuración para adquisición de líneas digitales muestra como ha quedado programado los pines de entrada de la TAD. Además tiene unas opciones como agregar o eliminar entradas de línea

Figura 37. Programación de entrada digital por línea en el DAQ Assitant

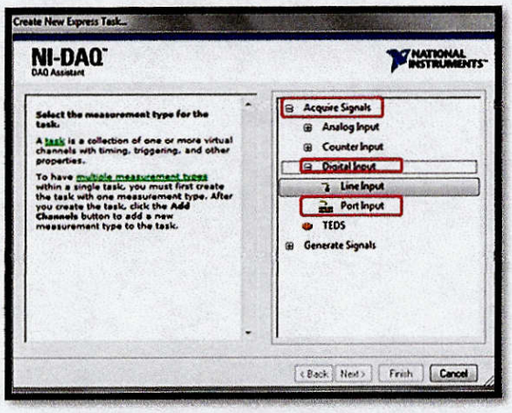


Fuente. Autores.

- **Adquisición de una Señal de Entrada Digital (DI) por Puerto.**

La adquisición de una señal digital por puerto es muy semejante a la adquisición por línea, solo que ahora se configura todo el puerto, ya sea el de 8 líneas o el de 4. En la siguiente figura se ilustra esta acción en el DAQ Assistant.

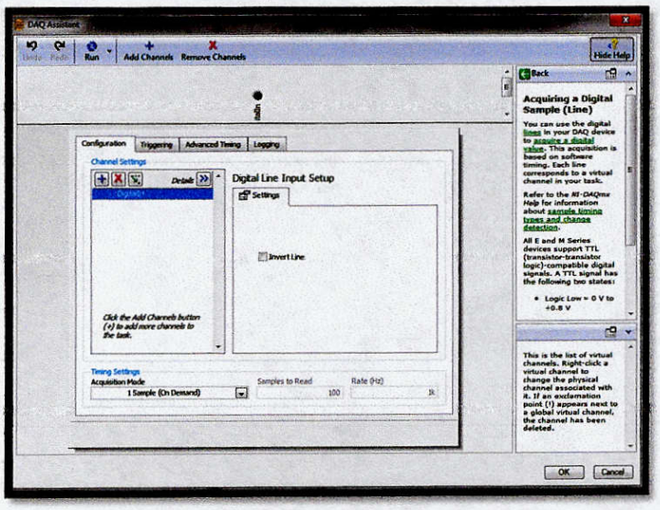
Figura 38. Adquirir señal digital por puerto en el DAQ Assistant



Fuente. Autores.

Y al igual que en la entrada por línea se tiene la ventana donde se realiza la configuración del puerto seleccionado.

Figura 39. Programación del puerto seleccionado en el DAQ Assistant

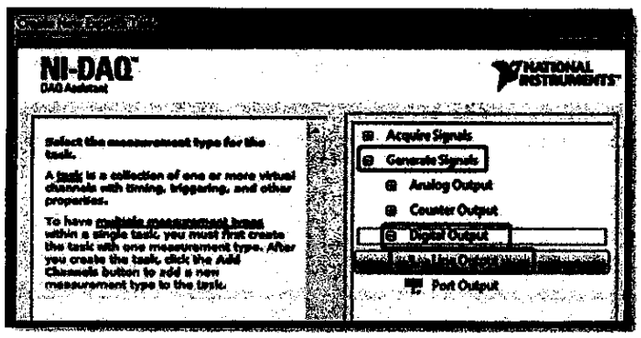


Fuente. Autores.

- **Generación de una Señal Digital (DO) de Línea**

Para programar la TAD 6008 para que genere señales digitales por línea es similar a la adquisición de señales digitales por línea, solo que en esta opción se van a programar los pines de la TAD 6008 como salidas. En la siguiente figura se ilustra la selección de la línea de salida en el DAQ Assistant.

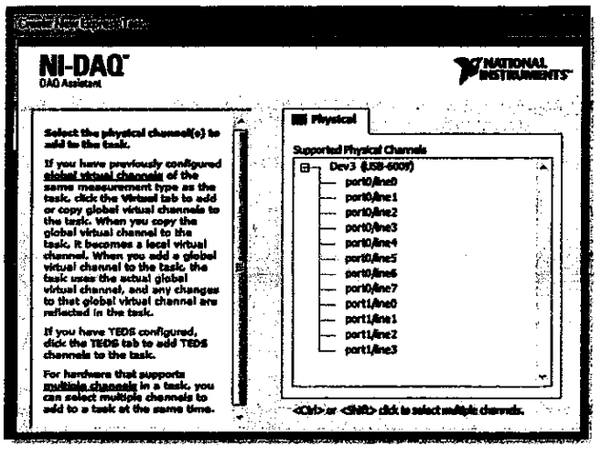
Figura 40. Crear nueva tarea generar señal digital por línea



Fuente. Autores.

En la siguiente ventana aparece el dispositivo y las salidas digitales con las que cuente la TAD 6008.

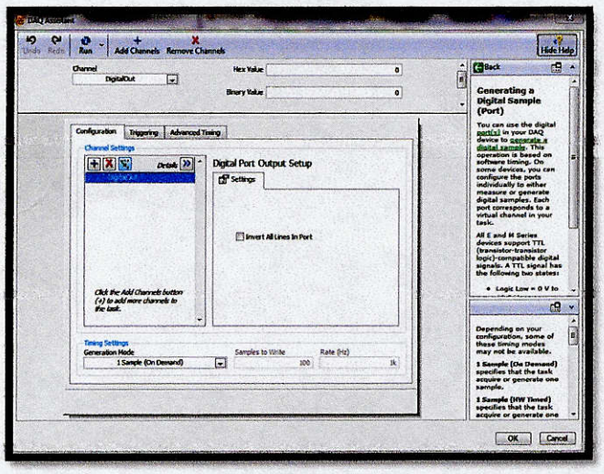
Figura 41. Selección terminal de salida por línea.



Fuente. Autores.

Por último despues de seleccionar la línea del puerto correspondiente aparece la última ventana de configuración, como se aprecia en la siguiente figura.

Figura 42. Configuración de la línea de salida digital en el DAQ Assistant

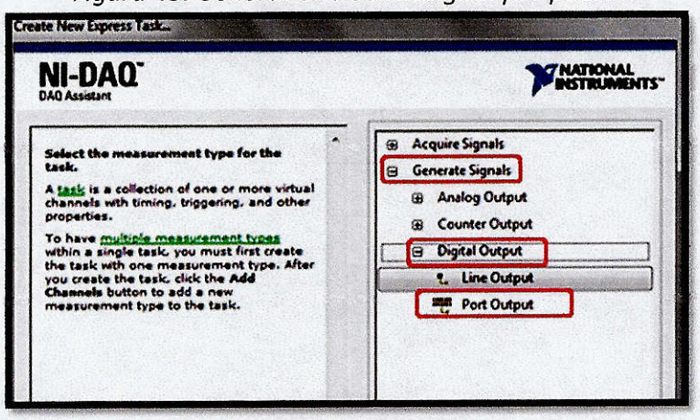


Fuente. Autores.

- **Generación de una Señal de Salida Digital (DO) por Puerto**

Aquí se selecciona la salida digital pero por puerto. En la siguiente figura se ilustra la acción.

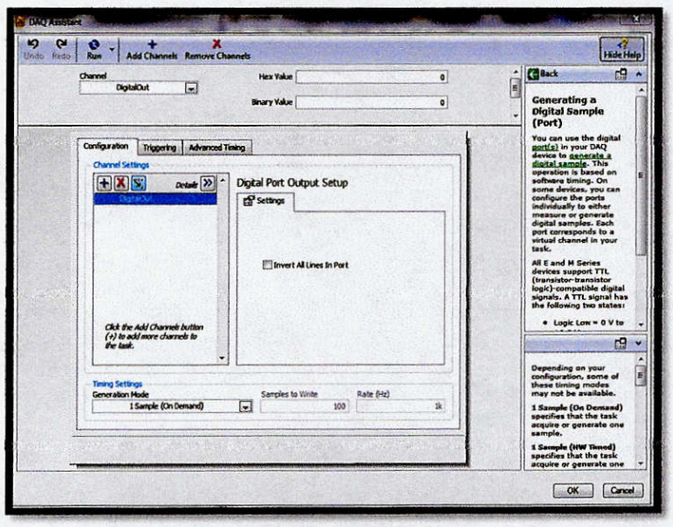
Figura 43. Generar una señal digital por puerto.



Fuente. Autores.

Después de seleccionar el puerto aparecerá la última ventana de configuración, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 44. Configuración de señal de salida digital por puerto en el DAQ Assistant



Fuente. Autores.

E3-P2. ADQUISICIÓN DE SEÑALES ANÁLOGAS (Potenciómetro lineal).

Objetivos:

- Diseñar un programa de adquisición de señales análogas en la TAD-USB 6008 usando un potenciómetro lineal.
- Aplicar los conocimientos aprendidos sobre la adquisición de datos análogos.

1. Fundamentación teórica.

- **Potenciómetro Lineal:**

Es una resistencia lineal con valor variable. Se le llama lineal a la resistencia que tiene como característica una respuesta lineal, cuando se le aplica un voltaje o una corriente su valor es constante y puede ser representado por una línea recta. El valor se ajusta dependiendo del número de vueltas, a mayor número de vueltas mayor es el valor de la resistencia. Entre sus aplicaciones se usan como reóstatos en el control de flujo de corriente en un circuito o como divisores de tensión.

- **Especificaciones:**

- Resistencia variable: 5 kΩ.
- Número de vueltas de ajuste: 10.

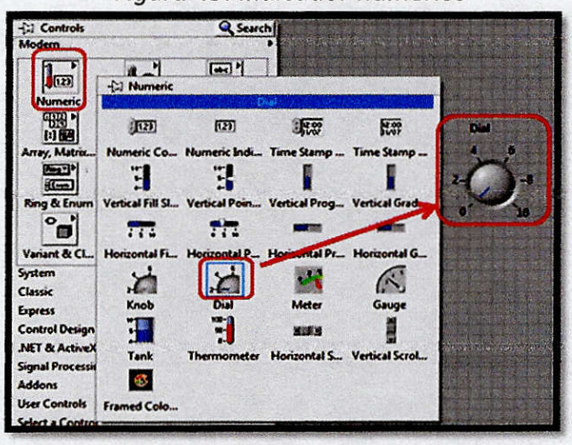
- Potencia: ¼ W.

2. Procedimiento.

Diseñar y montar un programa en LabVIEW para adquirir una señal análoga variable a través de la TAD-USB 6008. Para esto se usará el potenciómetro lineal que se encuentra alojado en el módulo de entrenamiento.

El primer paso es abrir LabVIEW y en la ventana del panel frontal, usando la paleta de controles, colocar un control numérico ya sea un *knob* o un *dial* ***(Controls/Numeric/dial o knob).*** En la siguiente figura se ilustra la acción.

Figura 45. Indicador numérico



Fuente Autores.

El segundo paso es pasar a la ventana de diagrama de bloques y hacer click derecho sobre el icono del elemento seleccionado y cambiarlo a indicador, como se ilustra en la siguiente figura.

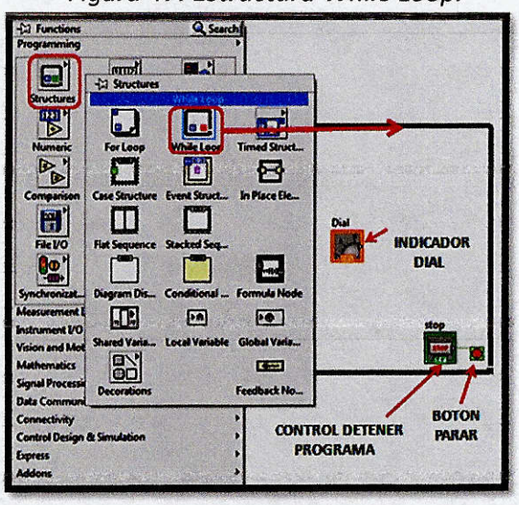
Figura 46. Cambiar control a indicador



Fuente. Autores.

Ahora se debe sacar una estructura *While Loop (en el diagrama de bloques)*, dentro de ella se debe colocar el terminal del indicador. En el terminal condicional del while se debe crear un botón de parada (control) dando click derecho sobre él. En la siguiente figura se ilustra lo anteriormente dicho.

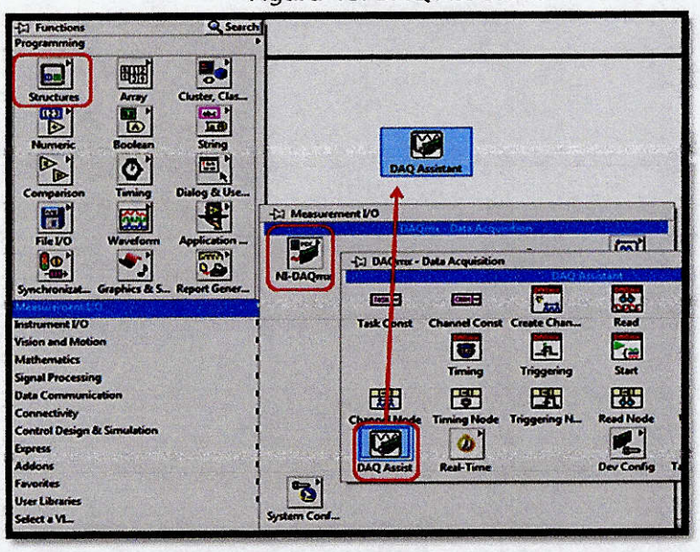
Figura 47. Estructura While Loop.



Fuente. Autores.

El tercer paso es programar la TAD para la adquisición de señales análogas. Esto se aprendió en la experiencia anterior. Estos pasos se indican en las siguientes 7 figuras.

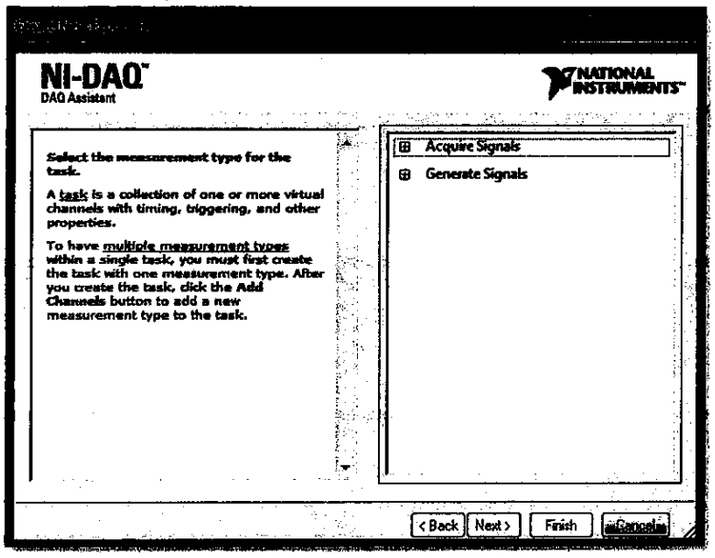
Figura 48. DAQ Assistant



Fuente. Autores.

Al soltar la DAQ Assist sobre la ventana de Diagrama de Bloques automáticamente aparecerá en pantalla la ventana de crear nueva tarea en la cual se va a programar la TAD.

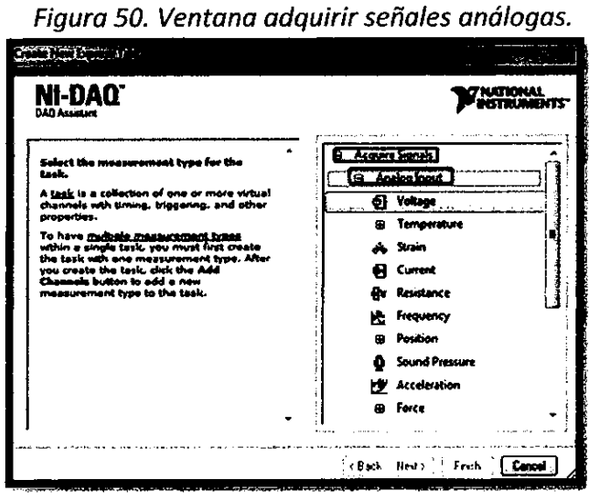
Figura 49. Ventana crear nueva tarea



Fuente. Autores.

En este caso se selecciona la opción Adquirir señal análoga.

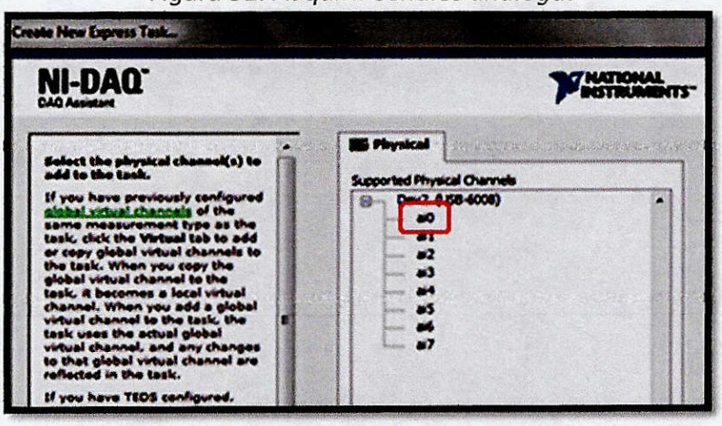
Figura 50. Ventana adquirir señales análogas.



Fuente. Autores.

Aparece en pantalla la ventana con los terminales de entrada análoga disponibles en la TAD 6008. Se selecciona la entrada deseada.

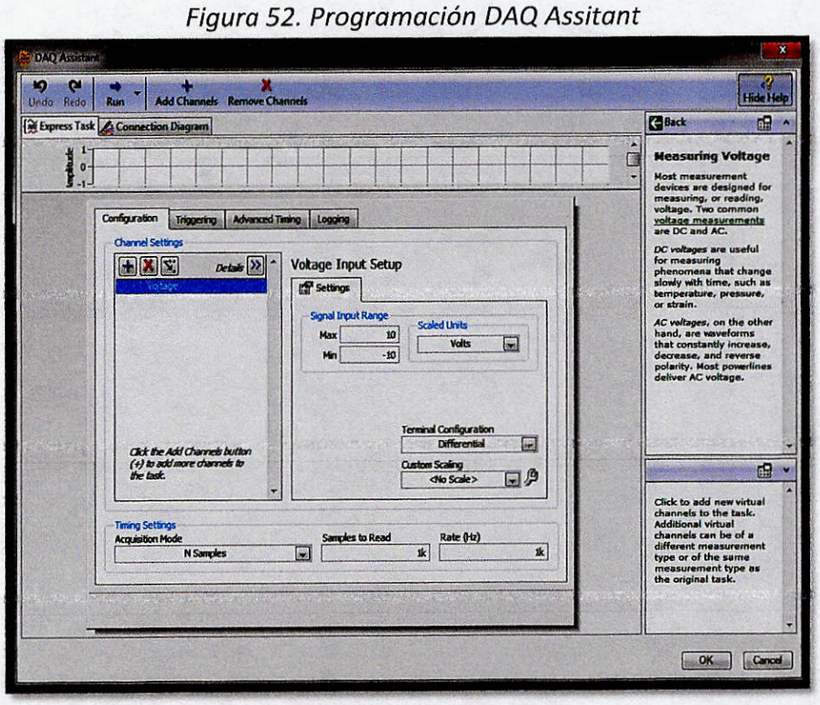
Figura 51. Adquirir señales análogas



Fuente. Autores.

Aparecerá la última ventana de configuración.

Figura 52. Programación DAQ Assitant



Fuente. Autores.

El cuarto paso es conectar el indicador numérico con el DAQ Assistant colocando el mouse en cualquiera de los dos terminales, picar y arrastrar hasta soltar cuando esté ubicado en el otro terminal.

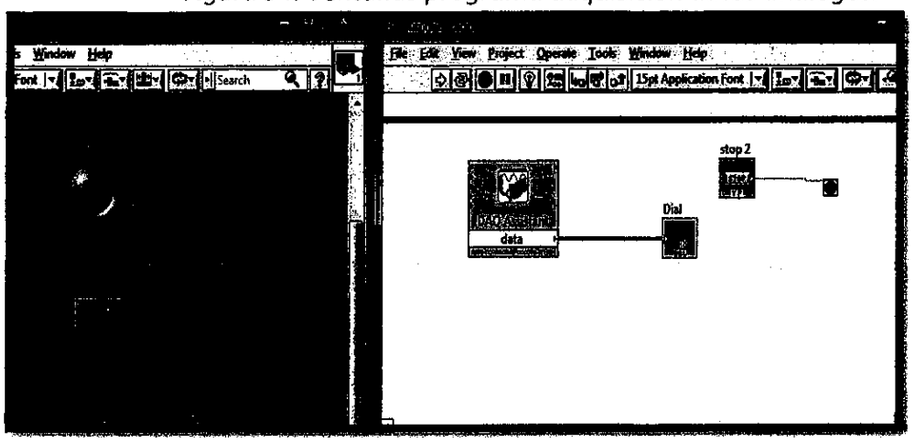
Figura 53. Conexión adquisición de datos análogos



Fuente. Autores.

La siguiente figura muestra las ventanas del VI en LabVIEW con el programa de adquisición de datos análogos.

Figura 54. Ventanas programa adquisición datos análogos.



Fuente. Autores.

En el menú de indicadores numéricos se encuentran otros indicadores que pueden servir para este ejercicio como: Meter, Gauge, Knob, Numeric Indicador. Etc.

Por último debe realizar las conexiones físicas del potenciómetro a la TAD usando el módulo entrenador.

E3-P3. GENERACIÓN DE SEÑALES ANÁLOGAS. (Multímetro)

Objetivos.

- Diseñar un programa de generación de señales análogas.
- Aplicar los conocimientos sobre la instalación, configuración de la tarjeta TAD-USB 6008.

1. Fundamentación teórica.

- **Multímetro:**

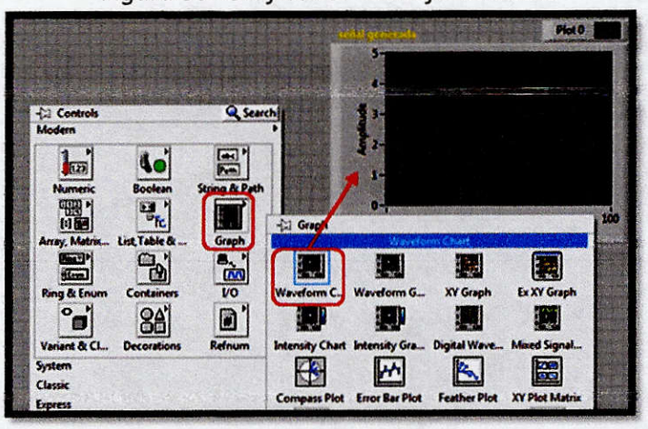
Instrumento de medición que permite obtener la magnitud de señales como corriente eléctrica, voltaje en continua y alterna, resistencia, entre otras variables.

2. Procedimiento.

Diseñar un VI en LabVIEW donde se genere una señal análoga de la TAD- USB 6008. Esta señal se debe visualizar en un multímetro y en un visualizador en la GUI. El VI debe permitir al usuario variar esa señal análoga (para esto el VI deberá tener algún control numérico como el knob, el dial etc)

Primer paso para el diseño de este programa de generación de una señal análoga es abrir un nuevo VI en el software LabVIEW. En la ventana del diagrama de bloques buscar un graficador. ***Controls/Modern/graph/Waveform Chart.***

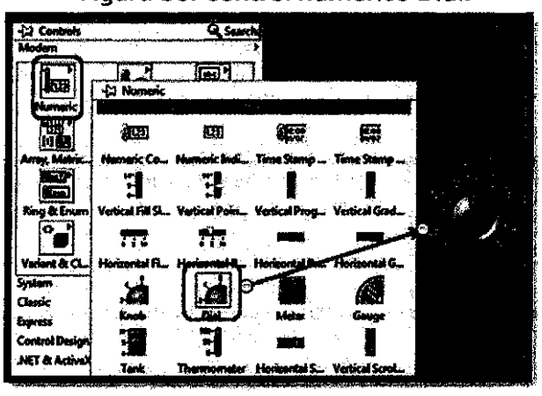
Figura 55. Graficador Waveform Chart



Fuente. Autores.

Y un control numérico. Cambiar el rango de valores de 0 a 10 mediante doble click sobre el último valor del dial y escribir 5, por último darle enter.

Figura 56. Control numérico Dial.



Fuente. Autores.

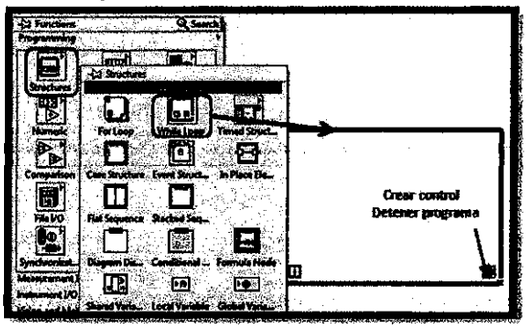
Figura 57. Cambio de valores del control numérico Dial



Fuente. Autores.

El segundo paso después de crear la GUI es ubicarse en el diagrama de bloques para la respectiva programación. Sacar una estructura *While Loop* y crear el control de detener el programa clik derecho sobre el botón rojo que aparece en la estructura *While*.

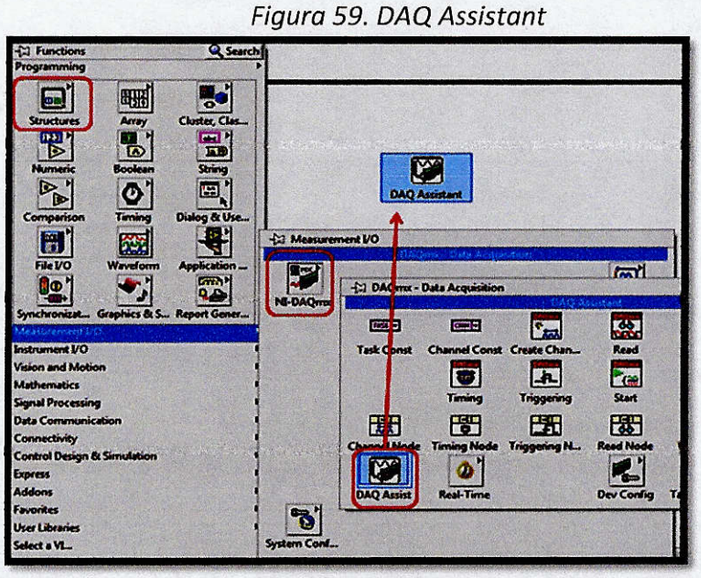
Figura 58. Estructura While loop



Fuente. Autores.

El tercer paso se trata de programar la TAD 6008 para la generación de señales análogas. Ubicarse en la ventana del diagrama de bloques y buscar la DAQ Assistant. **Functions/Programming/*Measurement I/O/DAQ Assistant.***

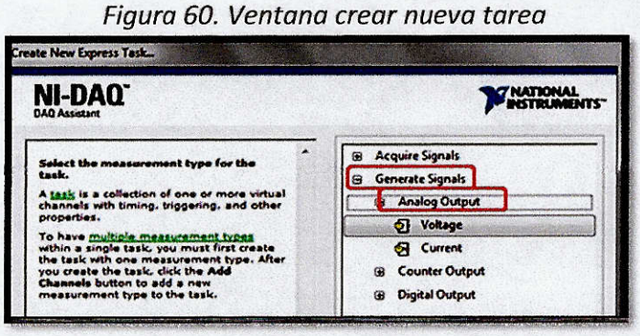
Figura 59. DAQ Assistant



Fuente. Autores.

Al soltar la DAQ Assistant sobre la ventana de Diagrama de Bloques automáticamente aparecerá en pantalla la ventana de crear nueva tarea en la cual se va a programar la TAD. Seleccionar ***Generar señales/salida análogas***

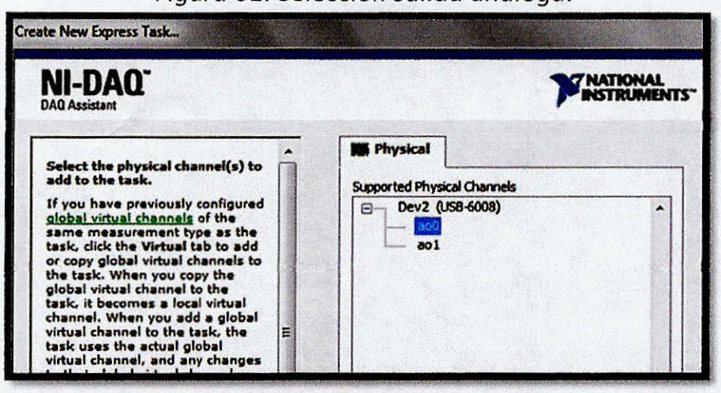
Figura 60. Ventana crear nueva tarea



Fuente. Autores.

En la nueva ventana que aparece en pantalla automáticamente después de seleccionar siguiente se selecciona una de las dos salidas análogas que se quiere utilizar en el programa que son ao0 y ao1.

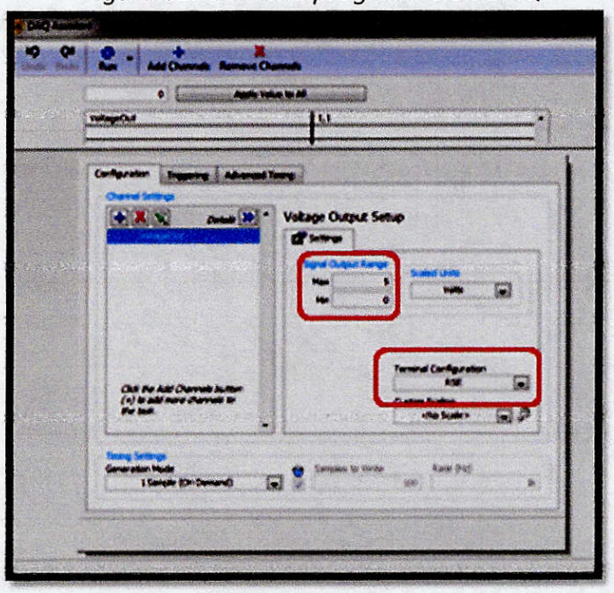
Figura 61. Selección salida análoga.



Fuente. Autores.

Por último en la ventana de programación cambiar el valor del rango de salida del voltaje en el máximo en 5 V y el minino en O V. y configurar el terminal en modo diferencial

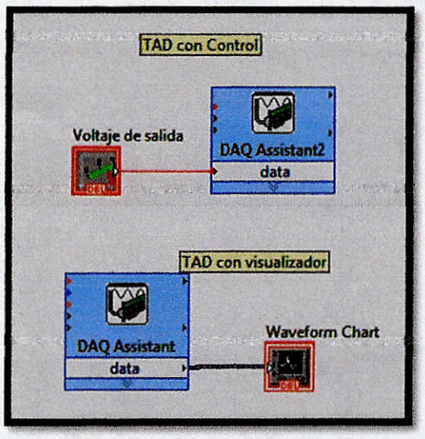
Figura 62. Ventana programación DAQ



Fuente. Autores.

Cuarto paso conectar la TAD con el control numérico y el visualizador. Para ello se debe programar otra TAD con adquisición de señal análoga como se vio en la práctica anterior (la práctica anterior sirve para esta práctica). El visualizador se conecta con la TAD como generando señales análogas.

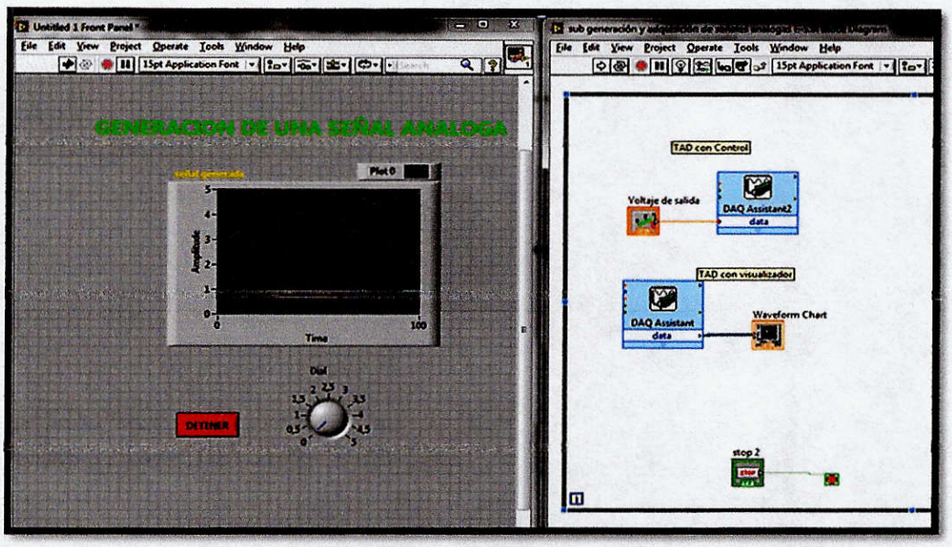
Figura 63. Conexión controles con TAD 6008



Fuente. Autores.

El quinto paso es correr el programa para generar señales análogas con la TAD 6008. La siguiente figura muestra las dos ventanas de programación con el programa listo para ser ejecutado.

Figura 64. Ventanas programa generación de señales análogas.



Fuente. Autores.

E3-P4. ADQUISICIÓN DE SEÑALES DIGITALES. (Switches)

Objetivos:

- Diseñar un VI en LabVIEW que adquiera una señal digital en la TAD-USB 6008.
- Implementar un montaje de adquisición de datos digitales en laTAD-USB 6008.

1. Fundamentación teórica.

- **Switches.**

Son dispositivos que abren o cierran un circuito eléctrico, de estos encontramos en el mercado de 2 o 3 terminales aunque con solo 2 es suficiente.
Según su accionamiento existen 3 clases de switches:

- Acción momentánea.
- Acción alternada.
- Acción por enclavamiento.

2. Procedimiento.

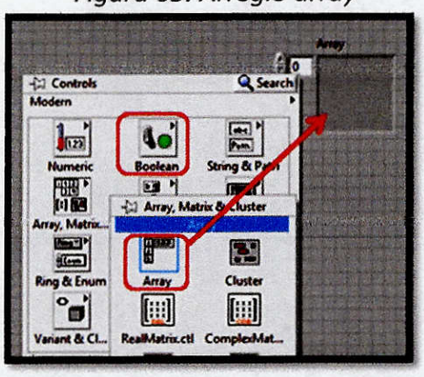
Diseñar un VI en LabVIEW que adquiera datos digitales a la TAD-USB 6008 mediante una serie de switches que se encuentran ubicados en la maleta. Además el programa debe mostrar la combinación digital en una serie de leds ubicados en *Controls- Boolean* y deben corresponder a la combinación introducida por el usuario.

Para el desarrollo de esta práctica se requiere:

- Switches.
- TAD USB-6008.
- LabVIEW.

El primer paso es instalar los indicadores booleanos en la ventana del panel frontal dentro de una arreglo *array*. ***Controls/Modern/Boolean/Array, Matrix & Cluster/Array***.

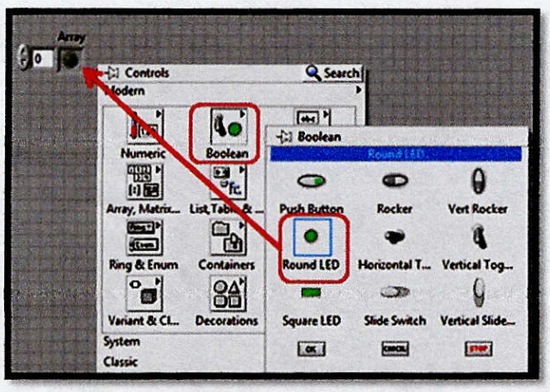
Figura 65. Arreglo array



Fuente. Autores.

Ubicar los indicadores booleanos dentro del *Array* para crear el arreglo de indicadores.

Figura 66. Arreglo booleano.



Fuente. Autores.

Con el mouse sobre la esquina izquierda del indicador dentro del array manteniendo el mouse pulsado desplazar el array hacia la izquierda 3 posiciones.

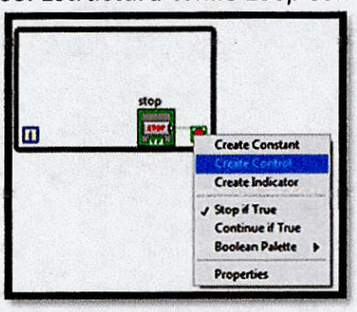
Figura 67. Arreglo serie de indicadores.



Fuente. Autores.

El segundo paso se accede a la ventana del diagrama de bloques de LabVIEW; y se comienza con una estructura While Loop.

Figura 68. Estructura While Loop con control.

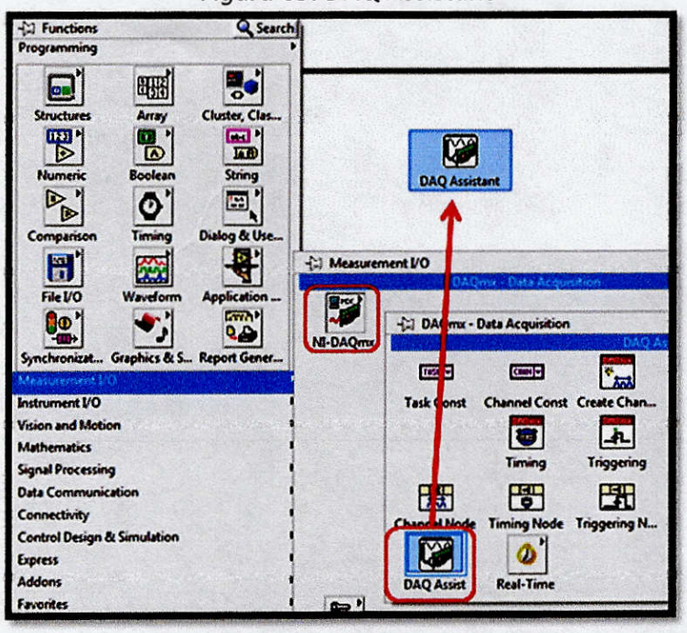


Fuente. Autores.

Dentro de la estructura While Loop debe quedar el arreglo creado en la ventana de diagrama de bloques conectado con la TAD como adquisición de datos digitales.

El tercer paso es programar la TAD USB-6008 para que adquiera datos digitales. ***Functions/Programming/Measurement I-O/NI-DAQmx/DAQ Assistant.*** Colocar dentro de la estructura *While*.

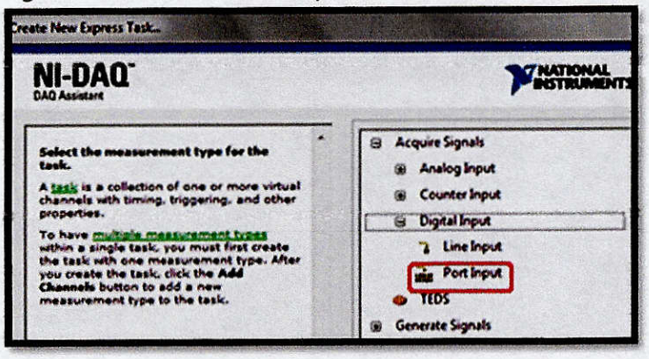
Figura 69. DAQ Assistant



Fuente. Autores.

La primera ventana que aparece en pantalla después de soltar la DAQ dentro de la estructura *While*, es la de crear una nueva tarea y se debe seleccionar la opción de adquirir señales.

Figura 70. Nueva tarea adquisición de señales digitales.

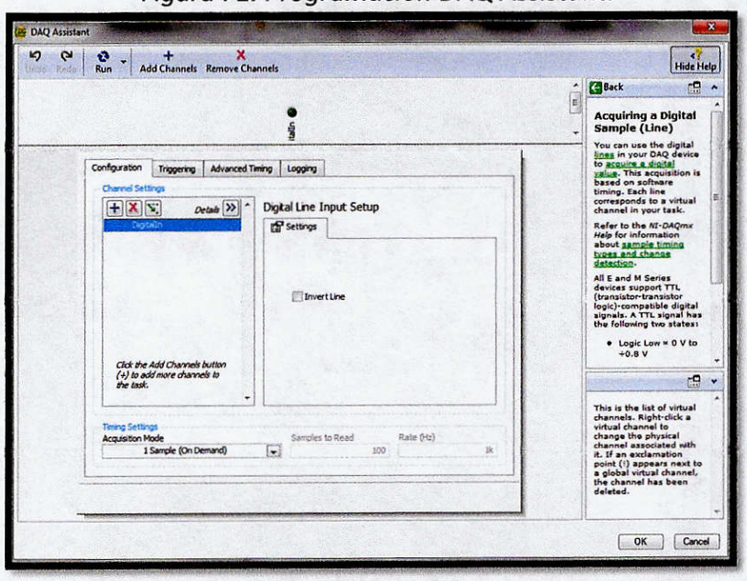


Fuente. Autores.

Aparecen dos opciones: entrada por línea o entrada por puerto. Para este caso se seleccionara entrada por puerto se está trabajando con indicadores dentro de un arreglo *Array*. Escoger cualquiera de los dos puertos port 0 o port 1.

En la última ventana de programación de la TAD oprimir *Ok*

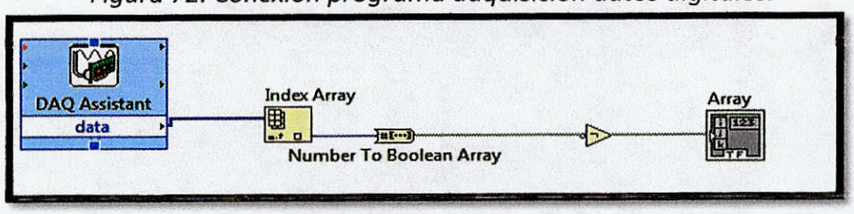
Figura 71. Programación DAQ Assistant.



Fuente. Autores.

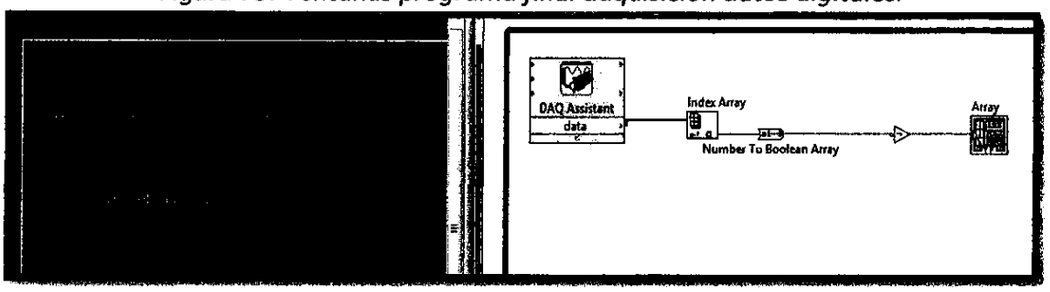
El cuarto y último paso es conectar el arreglo de indicadores con la DAQ. Dentro de la estructura *While.*

Figura 72. Conexión programa adquisición datos digitales.



Fuente. Autores.

Figura 73. Ventanas programa final adquisición datos digitales.



Fuente. Autores.

E3-P5. GENERACIÓN DE SEÑALES DIGITALES (Leds Indicadores)

Objetivos:

- Implementar un circuito para la generación de señales digitales por parte de la TAD-USB 6008.
- Aplicar los conocimientos en la programación de la TAD- USB 6008 vistos en clases y en la E2.
- Realizar el montaje de un circuito para la generación de datos digitales de la TAD-USB 6008.

1. Fundamentación teórica.

- **Circuito salidas digitales.**

Esta tarjeta dispone de un bloque terminal para conexión de señales digitales con alimentación de 5 VDC, las entradas se identifican de la posición (D01 – D08); Cada entrada digital está relacionada con un led indicador el cual se identifica con la posición (D1- D8).

Conecte el terminal GND a un borne de referencia GND de la tarjeta de adquisición de datos o a la referencia 0 VDC de la sesión de bornera 2 para obtener un punto común. A continuación se muestra en una tabla las conexiones de la tarjeta.

Tabla 1. Terminales de conexión tarjeta de salidas digitales

TERMINALES DE ENTRADA	TERMINALES DE SALIDA

Terminal	Descripcion	Terminal	Descripcion
D01	Entrada digital 5VDC	D1	Indicador Led 1
D02	Entrada digital 5VDC	D2	Indicador Led 2
D03	Entrada digital 5VDC	D3	Indicador Led 3
D04	Entrada digital 5VDC	D4	Indicador Led 4
D05	Entrada digital 5VDC	D5	Indicador Led 5
D06	Entrada digital 5VDC	D6	Indicador Led 6
D07	Entrada digital 5VDC	D7	Indicador Led 7
D08	Entrada digital 5VDC	D8	Indicador Led 8
GND	Entrada 0VDC		
GND	Entrada 0VDC		

Fuente. Autores.

2. Procedimiento.

Diseñar un programa en LabVIEW en el cual la tarjeta TAD-USB 6008 genere unas señales digitales que se vean reflejados en una serie de leds ubicados en el panel *Controls- Boolean.* Y después hacer el montaje para que esta señal digital se visualice en la tarjeta Circuito de salidas digitales.

Para el desarrollo de esta práctica se necesitan los siguientes dispositivos y accesorios del módulo M.E.C.I.V:

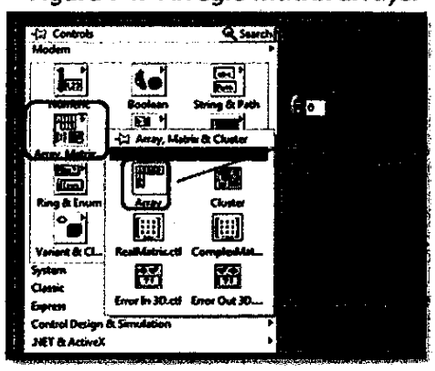
- TAD USB-6008
- Tarjeta salidas digitales.
- Computadora con Software LabVIEW.

El primer paso es diseñar la G.U.I. de adquisición de datos digitales mediante la TAD 6008. Y para ello se abre el software LabVIEW en la computadora. ***Menú/LabVIEW/Blank VI***.

El segundo paso es seleccionar los controles y indicadores dentro de la ventana panel frontal; Para este programa serian: switches como controles y leds como indicadores.

Los switches y los leds se van a colocar dentro de un *arrays*. ***Controls/Modern/ Arrays, Matrix & Cluster/Array***

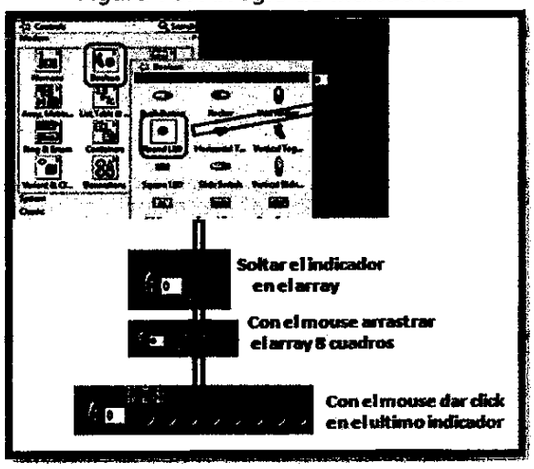
Figura 74. Arreglo matrix arrays.



Fuente. Autores.

Para hacer una arreglo dentro del *array* de los controles e indicadores realizar los siguientes pasos como se muestra en la siguiente figura. (En la figura se muestra para el indicador pero es el mismo procedimiento para los controles)

Figura 75. Arreglo de indicadores



Fuente. Autores.

En la ventana de Diagrama de bloques se vera de la siguiente manera.

Figura 76. Arreglo indicadores y controles

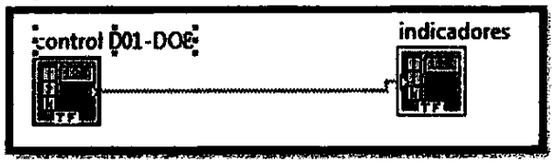


Fuente. Autores.

El tercer paso es programar la TAD USB-6008. Para adquirir señales digitales; La programación es la misma para la práctica E3-P2.

El cuarto paso se basa en la conexión de los arrays con la TAD. Primero se conectan los arrays creados anteriormente en el diagrama de bloques.

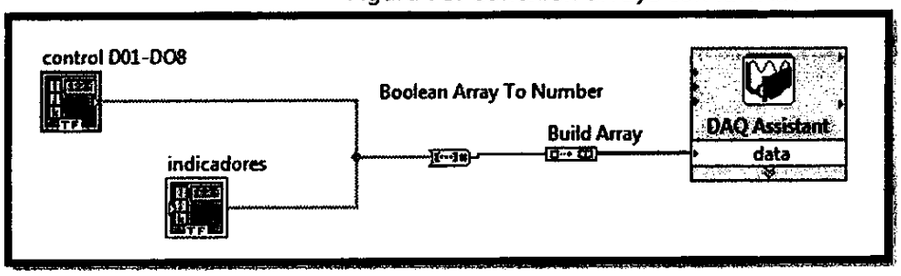
Figura 77. Conexión indicadores con controles.



Fuente. Autores.

Los arrays y la TAD se conectan por medio de un arreglo de Booleano a numérico *"Boolean Array to Number"* y un *Build Array* ambos en serie.

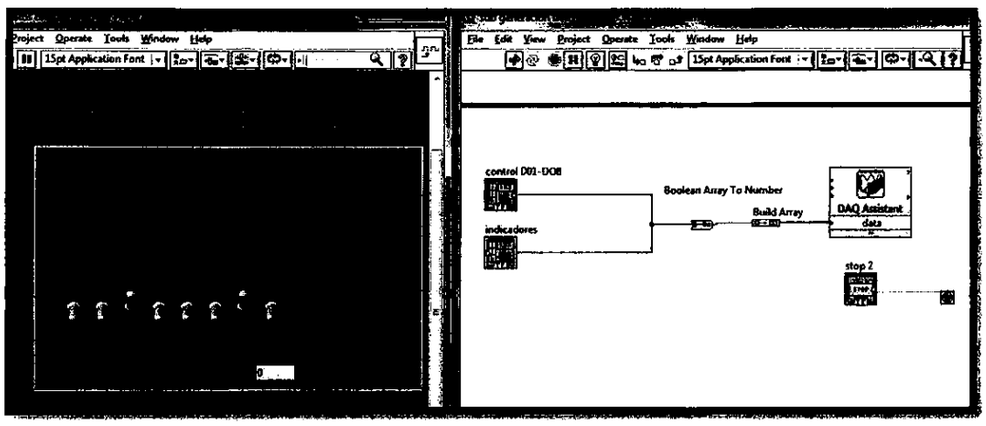
Figura 78. Conexión arrays con la TAD.



Fuente. Autores.

La siguiente figura muestra ambas ventanas de programación del ejercicio.

Figura 79. Ventanas LabVIEW programa adquisición datos digitales



Fuente. Autores

E3-P6. CONTADOR/TEMPORIZADOR.

Objetivo

Conocer el funcionamiento de los contadores de la TAD USB 6008

1. Fundamentación teórica.

Contador TAD USB-6008.

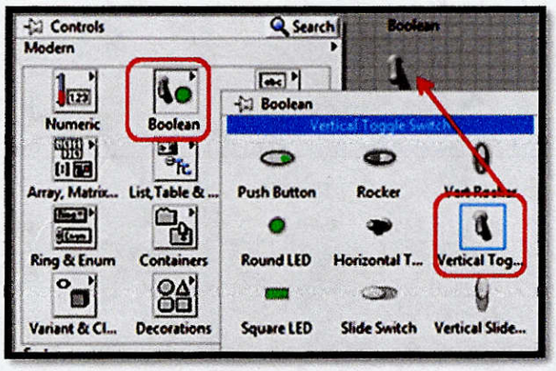
Temporizador

Procedimiento:

Diseñar un interruptor en LabVIEW que se encienda y se apague automáticamente; el tiempo de encendido y de apagado se determina por medio de 2 controles de entrada. Manteniéndose en un ciclo de encendido y apagado de de forma indefinida. Se puede adicionar dos leds indicadores que muestren en que opción esta en interruptor.

El primer paso es crear el panel frontal. Sacar un interruptor. ***Controls/Modern/Boolean/Vertical tog...***

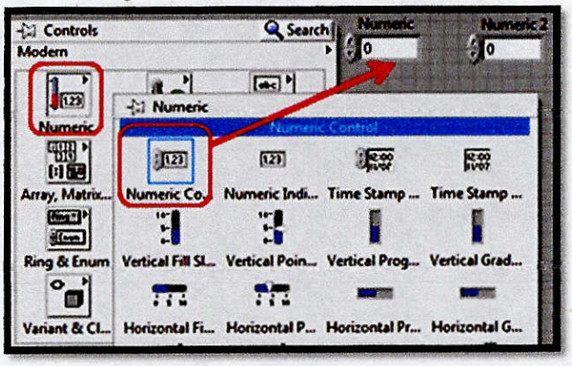
Figura 80. Control Booleano



Fuente. Autores.

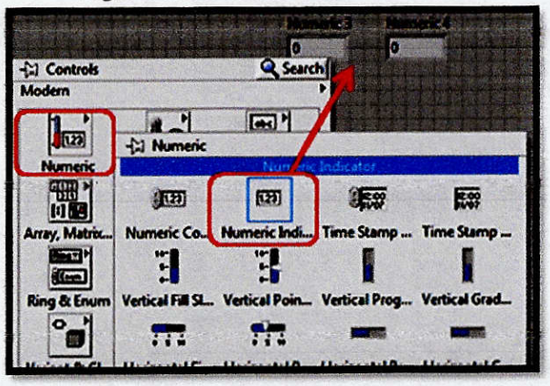
Y dos controles numéricos y dos indicadores numéricos. ***Controls/Modern/Numeric/Numeric Controls***

Figura 81. Controles numéricos.



Fuente. Autores.

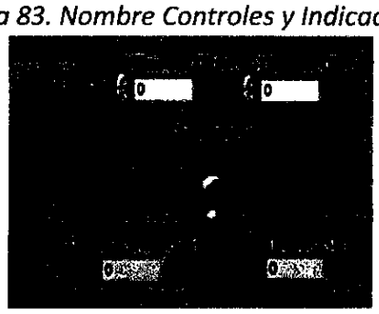
Figura 82. Indicadores numéricos.



Fuente. Autores.

Cambiar los nombres a los controles por tiempo del ciclo y tiempo de activado o On. Y a los Indicadores tiempo transcurrido y tiempo Off o desactivado.

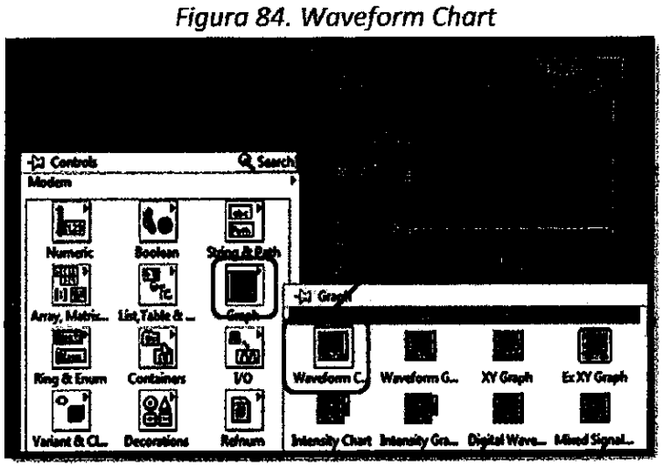
Figura 83. Nombre Controles y Indicadores.



Fuente. Autores.

Por último en la ventana del panel frontal colocar un visualizador para observar los tiempos de activado y desactivado del interruptor. ***Controls/Modern/Graph/Waveform Chart.***

Figura 84. Waveform Chart

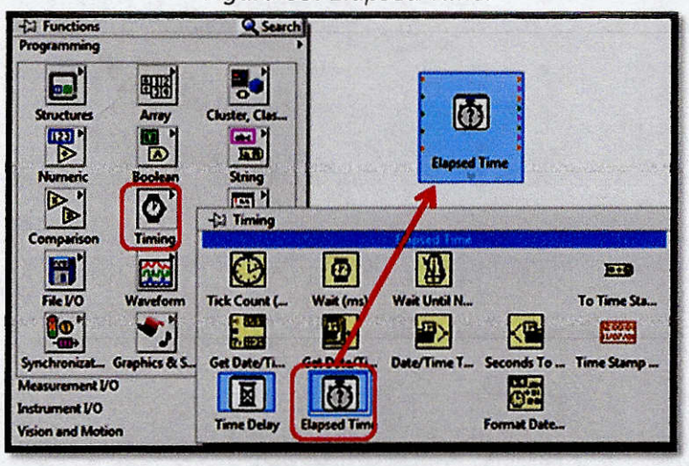


Fuente. Autores.

El segundo paso se accede al diagrama de bloques por medio de las teclas *Ctrl+t.*
En donde se encuentran los iconos de los controles, Indicadores y el graficador, se ubican dentro de una estructura ***While Loop.*** Para conectarsen entre sí.

Para la programación en el diagrama de bloques se debe colocar un *Elapse Time.* ***Functions/Programming/Timing/Elapsed Time***

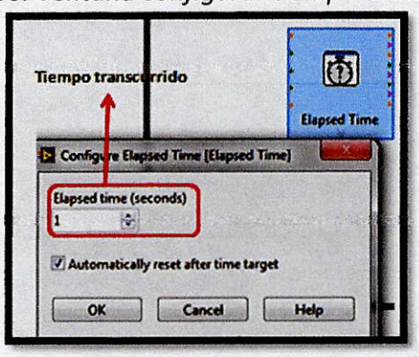
Figura 85. Elapsed Time.



Fuente. Autores.

En pantalla aparece una ventana con la opción para introducir el tiempo transcurrido de la aplicación.

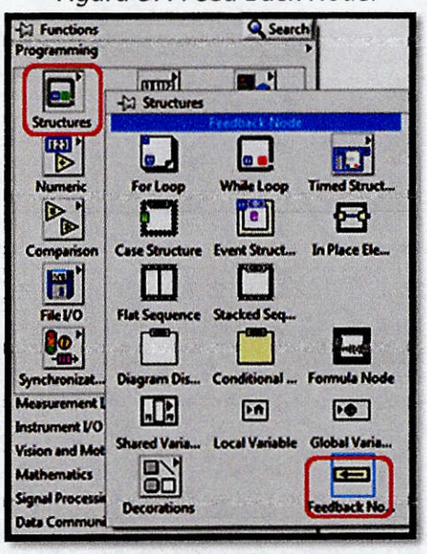
Figura 86. Ventana configurar tiempo transcurrido.



Fuente. Autores.

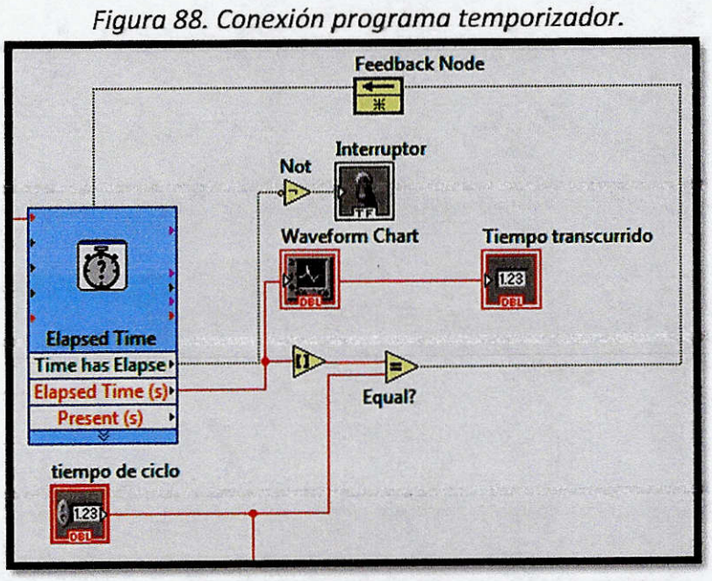
En el icono de *Elapsed Time* en la línea de *Time has Elapsed* se conecta con el icono del interruptor. Por medio de una compuerta *Not.* y de la línea *Elapsed time* se conecta el icono del visualizador y un *node feed back* o retroalimentación por medio de una función numérica *Round to Nearest* para redondear el valor de salida. Y de una función numérica de comparación **Igual**, que compara el valor redondeado de salida con el valor introducido por el control de tiempo del ciclo.

Figura 87. Feed Back Node.



Fuente. Autores.

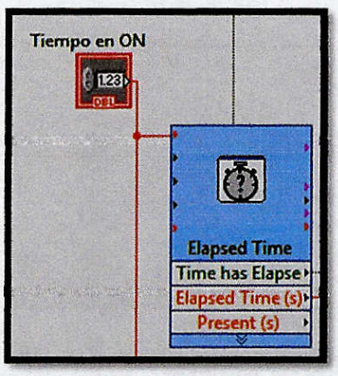
Figura 88. Conexión programa temporizador.



Fuente. Autores.

La entrada al Elapsed Time se conecta el control del tiempo On

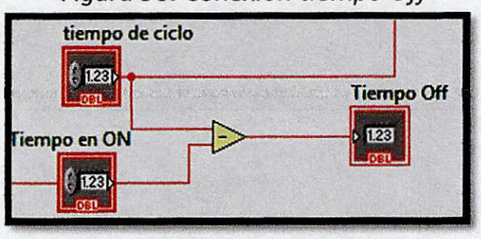
Figura 89. Conexión tiempo de entrada Elapsed Time



Fuente. Autores.

Para el tiempo Off se resta el tiempo On y el tiempo del ciclo.

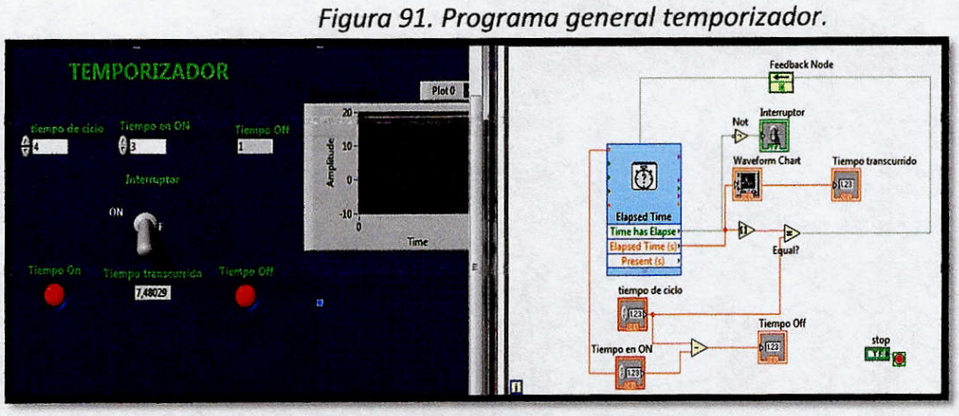
Figura 90. Conexión tiempo Off



Fuente. Autores.

La siguiente figura muestra el programa general en ambas ventanas.

Figura 91. Programa general temporizador.



Fuente. Autores.

EXPERIENCIA 4. (E4)

PRUEBA DE INSTRUMENTACIÓN: SENSORES Y ACTUADORES.

E4-P1. SENSOR/ TRANSMISOR DE TEMPERATURA (Entrada análoga)

Prueba de sensor de Temperatura RTD-PT100 y Transmisor De temperatura de 4- 20 m.A.

Objetivos:

- Conocer el funcionamiento y las características principales de los sensores de temperatura RTD-PT100 y el transmisor de temperatura.
- Probar el correcto funcionamiento de los instrumentos electrónicos (sensor de temperatura RTD-PT100 y el transmisor de temperatura).

1. FUNDAMENTACION TEORICA:

- **Sensor de Temperatura RTD-PT100** (Detector Resistivo de Temperatura).

Figura 92. RTD PT100.



Fuente. Autores.

La dependencia de la resistencia eléctrica con la temperatura en los metales se emplea con mucha frecuencia para realizar mediciones eléctricas de temperatura. La resistencia eléctrica de los metales aumenta con la temperatura, en función de lo que se denomina un PTC (coeficiente positivo de temperatura). En la tecnología industrial de medición, se utiliza platino como material metálico resistivo debido a su alta resistencia química, a la buena reproducibilidad de sus propiedades eléctricas y a su facilidad de procesamiento. El valor nominal de un sensor PT100 es de 100Ω a 0 ºC.

- **Transmisor de Temperatura.**

Figura 93. Tx de Temperatura 4 a 20 mA.



Fuente. Autores.

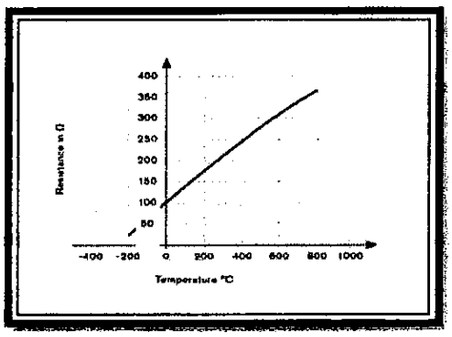
La señal recibida de la PT-100 (conexión de 2,3 o 4 hilos en nuestro caso es de 3 hilos) es digitalizada por medio del convertidor A/D; La cual es corregida y transmitida por un µc ubicado internamente en el TX, donde se calculan los valores de salida analógicos; Este valor es convertido a corriente de salida de 4 – 20 m.A. por medio de un convertidor A/D

2. ESPECIFICACIONES Y CARACTERISTICAS:

- **Sensor de Temperatura RTD-PT100:**

- Tipo: PT- 100, 3 hilos.
- Temperatura de trabajo: 0 - 400ºC.
- Cable de extensión: 80 mm.

Figura 94. Curva Característica de Resistencia de un Sensor PT-100.



Fuente. Hoja de datos RTD-PT100.

- **Transmisor de Temperatura:**

- Rango: 0 – 400 ºC.
- Tipo de sensor: PT-100.
- Precisión: 0.15%.
- Alimentación: 20 - 30 VDC.
- Salida: 4 – 20 mA.

3. APLICACIONES:

- **Sensor de Temperatura RTD-PT100:**

- Medición de temperatura en automóviles, electrodomésticos, etc.
- Medición de tensiones altas en la salida para alimentar directamente otros equipos electrónicos.
- Laboratorios de precisión.
- Termómetros en ambientes exigentes
- Ohmímetros.

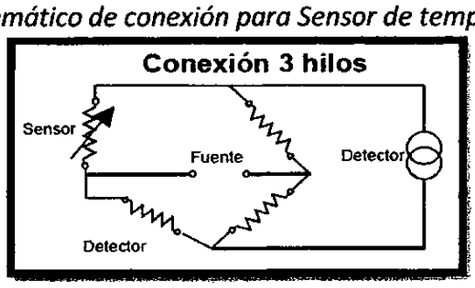
- **Transmisor de Temperatura.**

- Termo-resistencias.
- Termopares.
- Emisores de resistencia/potenciómetros.

4. TERMINALES Y CONEXIONES DEL INSTRUMENTO.

- **Sensor de Temperatura RTD-PT100:** La siguiente figura muestra la conexión eléctrica para el sensor de temperatura RTD-PT100.

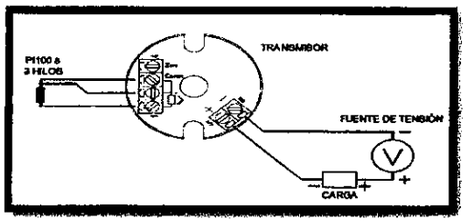
Figura 95. Esquemático de conexión para Sensor de temperatura RTD –PT100.



Fuente. Hoja de datos transmisor 4-20 m.A.

- **Transmisor de Temperatura de 4-20mA:** La siguiente figura muestra la conexión eléctrica para el transmisor de temperatura de 4-20 m.A

Figura 96. Esquemático de conexión para Sensor de temperatura RTD –PT100.



Fuente. Hoja de datos transmisor 20 m.A.

5. PROCEDIMIENTO.

- **Sensor de Temperatura RTD-PT100:**

- **Verificación del Valor de Resistencia de la PT100:** Utilizando un Óhmetro y una fosforera, realizar la verificación de la curva de resistencia de la PT100, partiendo del valor en Ω dado por la temperatura ambiente y verificar la siguiente tabla de calibración.

R (Ω)	ºC
100	0
103,9	10
107,79	20
111,67	30
115,54	40
119,4	50
123,24	60
127,07	70
130,89	80
134,7	90
138,5	100
142,29	110
146,06	120
149,83	130
153,58	140
157,32	150
161,05	160
164,76	170
168,47	180
172,16	190
175,84	200

R (Ω)	ºC
179,51	210
183,17	220
186,82	230
190,46	240
194,08	250
197,69	260
201,29	270
204,88	280
208,46	290
212,03	300
215,59	310
219,13	320
222,66	330
226,18	340
229,69	350
233,19	360
236,67	370
240,15	380
243,61	390
247,06	400

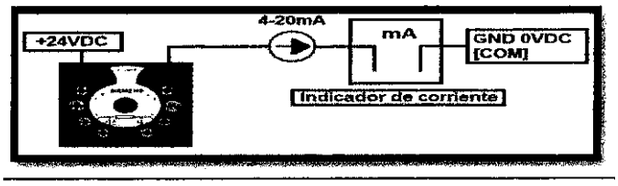
Tabla 1. Calibración de la PT100 – 0 a 400°C

- **Transmisor de Temperatura de 4-20mA:**

- **Uso del Transmisor de temperatura:**

Verificar que la PT100 de 3 hilos se encuentre conectada a los 3 terminales del transmisor. Posteriormente conectar el transmisor como se recomienda en la siguiente figura, de esta manera usamos un miliamperímetro como carga en serie para obtener el valor de la corriente generada a partir del cambio de la resistencia.

Figura 97. Conexión del transmisor de temperatura.



Realizar la prueba de cambio de temperatura a corriente, calentando la PT100 con una fosforera. La siguiente tabla muestra la relación entre la temperatura de la PT100 y la corriente emitida por el transmisor

TABLA RELACION TEMPERATURA - CORRIENTE	
GRADOS CENTIGRADOS	**SALIDA CORRIENTE (mA)**
0	4
25	5
50	6
75	7
100	8
125	9
150	10
175	11
200	12
225	13
250	14
275	15
300	16
325	17
350	18
375	19
400	20

Tabla 2. Relación Temperatura pT100 – Señal de Corriente del Transmisor.

E4-P2: MOTOR DC (SALIDA ANALÓGA).

Prueba de motor DC 24 v.

Objetivo

- Conocer y probar el funcionamiento de un motor de 24 Vdc.

1. FUNDAMENTACION TEORICA:

Los motores de corriente continua "CC" son semejantes en su construcción y funcionamiento a los generadores; Cuando una corriente atraviesa la armadura del motor se genera una fuerza por la reacción magnética, esto hará que la armadura gire; Este giro induce en las bobinas un voltaje con dirección contraria al voltaje externo aplicado a la armadura. Al aumentar la velocidad de giro del motor aumentara con el voltaje inducido hasta hacerse casi igual al voltaje aplicado y por esto la corriente disminuye. Esta velocidad permanecerá constante si el motor no está ejerciendo trabajo mecánico o que no tenga carga.

Al aplicarle cierta carga la velocidad de giro del motor disminuirá y por esto el voltaje inducido también disminuirá y esto provocara que la corriente en el inducido aumente.

2. ESPECIFICACIONES Y CARACTERISTICAS:

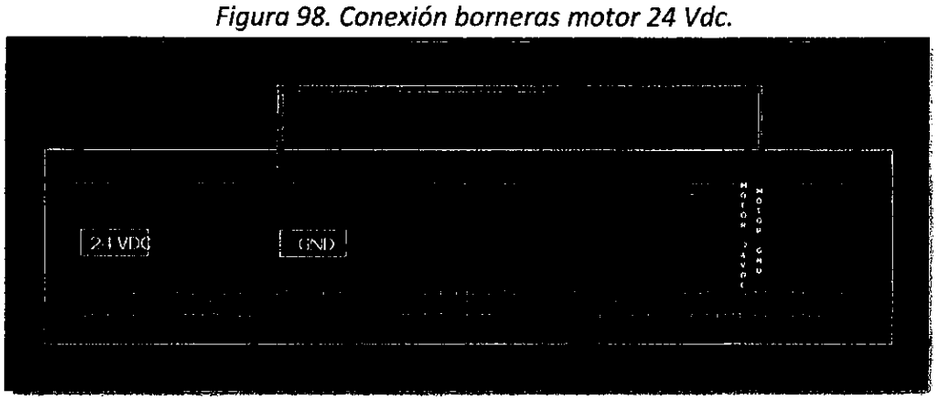
- Velocidad(RPM): 6000
- Potencia de salida: 4.7 W
- Corriente de continua 40mA.
- Construcción: Imán permanente
- Voltaje: 24 V
- Tipo: Motor micro.

3. APLICACIONES.

- Ventiladores de los calentadores.
- Bombas de aire
- Taladros.
- Secadores de pelo.
- Maquinas expendedoras.
- Masajeadores.

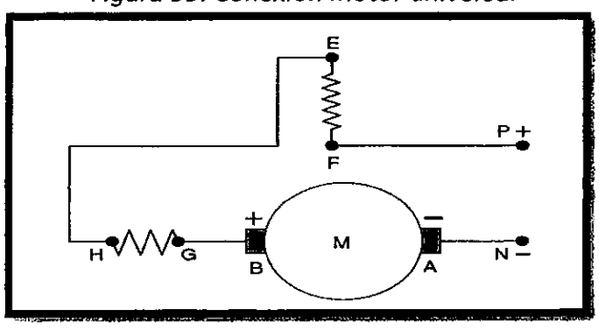
4. TERMINALES Y CONEXIONES DEL INSTRUMENTO.

Figura 98. Conexión borneras motor 24 Vdc.



Fuente. Autores.

Figura 99. Conexión motor universal



Fuente. Autores.

5. PROCEDIMIENTO.

Conectar los terminales de borneras del motor 24 VDC a las borneras de alimentación de continua de 24 V DC y común respectivamente.

E4-P 3. SENSORES DE PROXIMIDAD (Entrada digital)

PRUEBAS DE CONEXIÓN LOCAL PARA EL SENSOR ÓPTICO AUTONICS REFERENCIA: BR100DDT Y EL SENSOR DE PROXIMIDAD INDUCTIVO AUTONICS REF: PR08-1.5DN

OBJETIVOS:

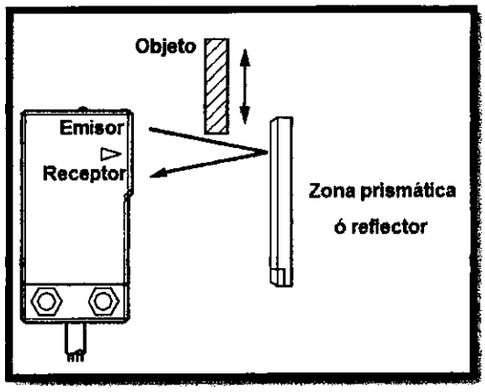
- Observar y comprobar las diferencias y similitudes entre los sensores ópticos y inductivos
- Probar los sensores de proximidad De la empresa UTONICS referencias: BR100DDT y PR0.8-1.5DN.

1. FUNDAMENTACION TEORICA:

- **SENSOR ÓPTICO AUTONICS REFERENCIA:BR100DDT:**

También conocido como sensor réflex, las fotocélulas en modo reflectivo integran el emisor y receptor en la misma carcasa. El haz de luz del emisor es dirigido al reflector, el cual retornará de nuevo al receptor, como se muestra en la figura1; La detección ocurre cuando pasa el objeto impidiendo el haz de luz llegue hasta el receptor. Esta configuración (de uso común), tiene la ventaja de que el emisor y el receptor vienen en el mismo empaque y utilizan el mismo ducto para el cableado, tienen gran longitud de sensado y buenas prestaciones en ambientes contaminados.

Figura 100. Principio de funcionamiento sensor Retro-reflectivo



Fuente. Hoja de datos sensor óptico BR100DDT.

- **SENSOR DE PROXIMIDAD INDUCTIVOAUTONICS REFERENCIA: PR08-1,5DN:**

Los sensores inductivos son una clase especial de sensores que sirven para detectar materiales metálicos ferrosos. Son de gran utilización en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia de objetos metálicos en un determinado

contexto (control de presencia o de ausencia, detección de paso, de atasco, de posicionamiento, de codificación y de conteo).

2. ESPECIFICACIONES Y CARACTERISTICAS:

- **SENSOR ÓPTICO AUTONICS REFERENCIA:BR100DDT:**

- Distancia de detección: (0,1 - 2) m.
- Detección: Materiales opacos Min ø60mm.
- Alimentación: 12- 24 VDC.
- Salida de control: NPN colector abierto.
- Modo de operación: Luz/ Sombra, seleccionables.
- Tiempo de respuesta: máximo 1 ms
- Sensor: 4 hilos.

- **SENSOR DE PROXIMIDAD INDUCTIVOAUTONICS REFERENCIA: PR08-1,5DN:**
- Alcance: 1.5 mm +/- 10%.
- Alimentación: 12-24 VDC.
- Salida: NPN-NA / 200 m.A.
- Respuesta en frecuencia: 800 Hz.
- Protección: IP67.
- Sensor: 3 hilos.

3. APLICACIONES.

- **SENSOR ÓPTICO AUTONICS REFERENCIA:BR100DDT:**

Algunas de las aplicaciones más utilizadas en la industria se ilustran en la siguiente tabla.

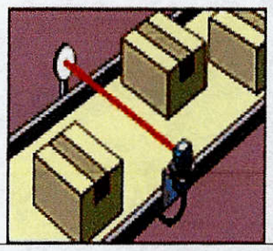
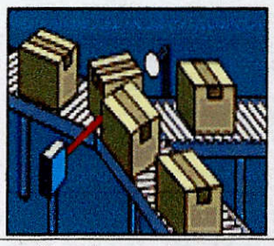
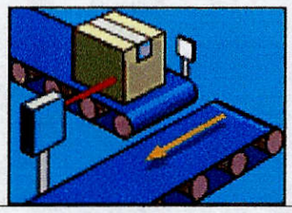
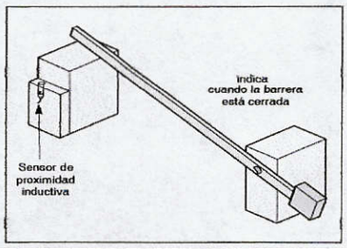
EJEMPLOS	ILUSTRACION
Conteo de paquetes.	
Detección de atascos en una banda transportadora	
Conteo de botellas	
Detección de objetos presentes sobre una banda transportadora	

Tabla 1. Aplicaciones de los sensores retro-reflectivos en la industria.

- **SENSOR DE PROXIMIDAD INDUCTIVOAUTONICS REFERENCIA: PR08-1,5DN:**

Debido a su principio de funcionamiento los sensores inductivos son adecuados para detección de todos los metales conductores de electricidad, aunque no sean magnéticos algunos ejemplos se ilustran en la tabla 1.

EJEMPLOS	ILUSTRACION
Indicador de barrera cerrada	

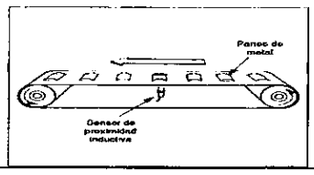
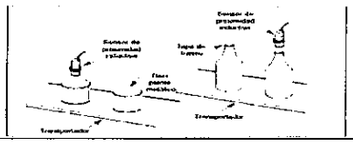
Bandas transportadoras	
Industria alimenticia	

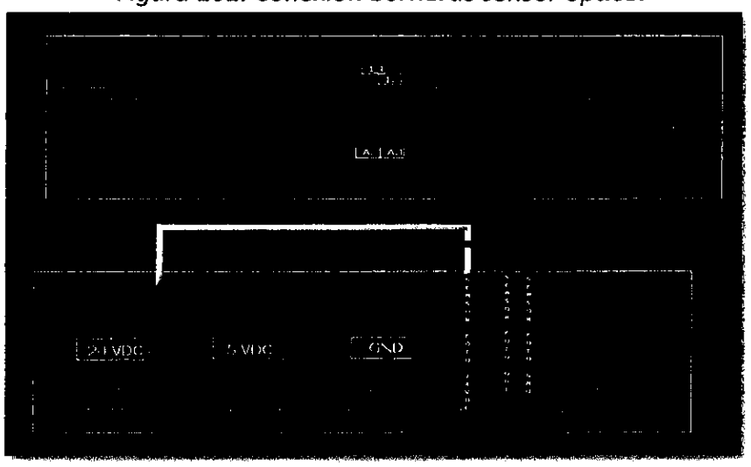
Tabla 1. Aplicaciones industriales de los sensores de proximidad inductivos.

4. TERMINALES Y CONEXIONES DEL INSTRUMENTO.

- **SENSOR ÓPTICO AUTONICS REFERENCIA:BR100DDT:**

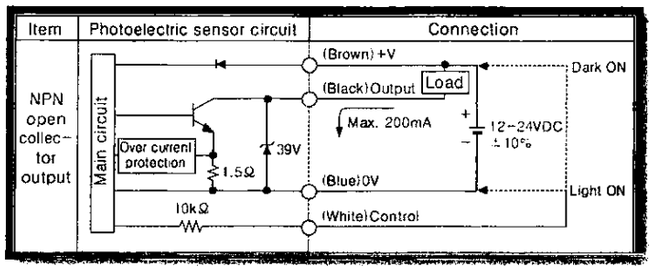
La siguiente figura, muestra la conexión eléctrica para el sensor óptico retro-reflectivo.

Figura 101. Conexión borneras sensor óptico.



Fuente. Autores.

Figura 102. Esquemático de conexión sensor réflex de 4 hilos Autoncis BMS2M-MDT salida NPN



Fuente. Hojas de dato sensor óptico BR100DDT.

La siguiente tabla muestra la identificación de los cables de conexión:

Wire	Cable	Referencia
Brown	Marrón	+ 24 Vdc
Blue	Azul	0 Vdc (COM)
Black	Negro	Salida
White	Blanco	Control ó programación

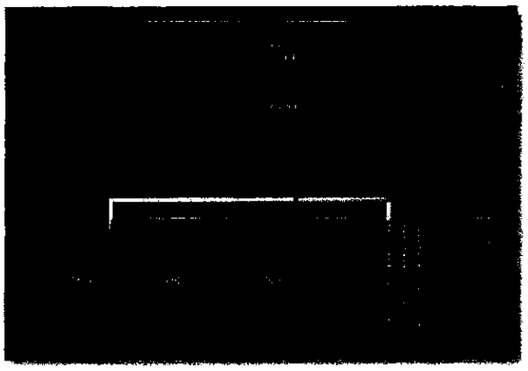
Tabla 2. Identificación de conexión sensor réflex BMS2M-MDT Autonics.

El cable de control o programación se conecta de acuerdo al tipo de salida que se desee obtener al momento de la detección del objeto (Alto - bajo ó bajo - alto); este terminal debe ser cableado a 0Vdc o +24Vdc.

- **SENSOR DE PROXIMIDAD INDUCTIVOAUTONICS REFERENCIA: PR08-1,5DN.**

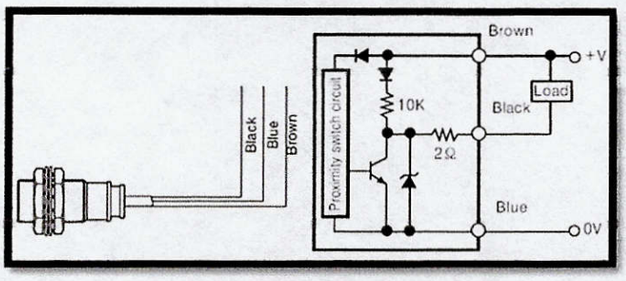
La siguiente figura muestra la conexión eléctrica para el sensor de proximidad inductivo:

Figura 103. Conexión a borneras sensor inductivo.



Fuente. Autores.

Figura 104. Esquemático de conexión para sensor inductivo de 3 hilos Autoncis PR08-1,5 DN salida NPN.



Fuente. Hoja de datos sensor inductivo.PR 08-1.5 DN

La siguiente tabla muestra la identificación de los cables de conexión:

Wire	Cable	Referencia
Brown	Marrón	+ 24 Vdc
Blue	Azul	0 Vdc (COM)
Black	Negro	Salida

Tabla 2. Identificación de conexión sensor inductivo PR08 Autonics.

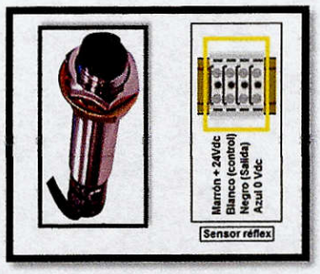
5. PROCEDIMIENTO.

- **SENSOR ÓPTICO AUTONICS REFERENCIA:BR100DDT:**

- **Puesta en marcha del sensor réflex:**

1. Identificar los componentes y terminales del instrumento.
2. Una vez identificado el instrumento, ubicar en borneras los terminales.

Figura 105. Conexión eléctrica de alimentación y salida para el sensor réflex.



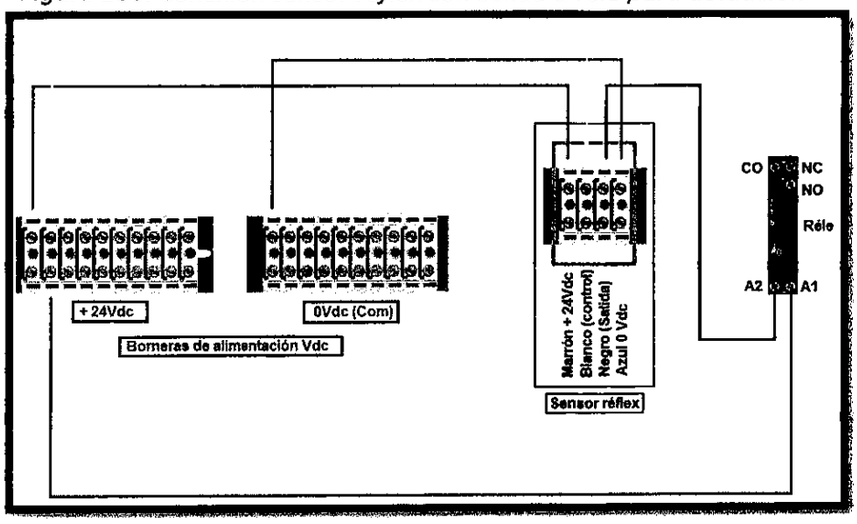
Fuente. Autores.

3. Con una fuente de alimentación de 24 Vdc, realice la conexión según la figura 3. Inicialmente conecte el cable de control o programación a 0 Vdc.
4. Use un multímetro para verificar el funcionamiento del instrumento, usando la zona prismática para el correcto funcionamiento del mismo.
5. Repita el paso 3 y 4 conectando el cable de control o programación a +24 Vdc.

- **Ejercicio de Aplicación:**

Realizar un montaje donde se use el sensor réflex para detectar la presencia de un objeto, y a partir de la detección se active un motor. A continuación se muestra una figura con una conexión propuesta, donde se usa el sensor réflex conectado a un pre-actuador (relé electromecánico), para activar el actuador (motor)

Figura 106. Conexión sensor réflex con salida a relé para actuación



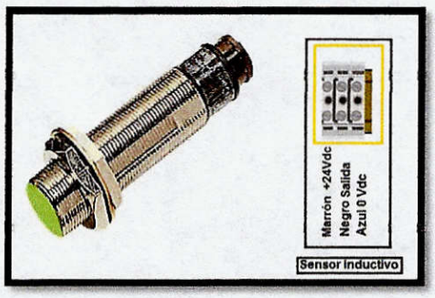
Fuente. Autores.

- **SENSOR DE PROXIMIDAD INDUCTIVOAUTONICS REFERENCIA: PR08-1,5DN.**

- **Puesta en marcha del sensor inductivo:**

1. Identificar los componentes y terminales del instrumento.
2. Una vez identificado el instrumento, ubicar en borneras los terminales.

Figura 107. Conexión eléctrica de alimentación y salida para el sensor inductivo



Fuente. Autores.

3. Con una fuente de alimentación de 24 Vdc, realice la conexión según la figura 3.

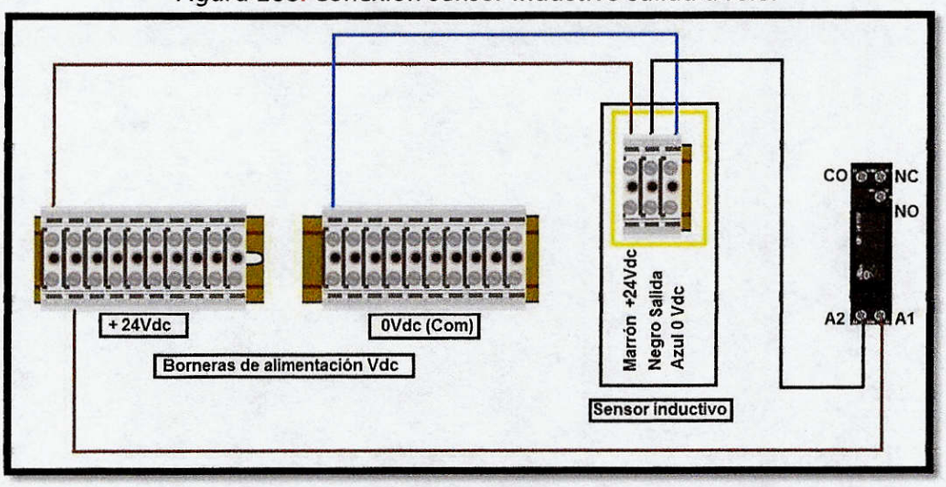
4. Use un multímetro para verificar el funcionamiento del instrumento, usando un material metálico para la detección de un objeto.

- **Ejercicio de Aplicación:**

Realizar un montaje donde se use el sensor de proximidad inductivo para activar una sistema de calentamiento en un horno o la activación de una electroválvula On/Off en un sistema de transferencia de calor. A continuación se muestra una figura con una conexión propuesta, donde se usa el sensor inductivo conectado a un pre-actuador (relé electromecánico), para activar el actuador (resistencia eléctrica o válvula). Use los terminales del relé, CO y NO para activar el actuador.

Por último adicione al sistema una alarma, visual o sonora que se active junto con el actuador

Figura 108. Conexión sensor inductivo salida a relé.



Fuente. Autores

E4-P4. ELECTROVÁLVULA, SERVOMOTOR, COOLER Y BOMBILLA (SALIDA DIGITAL).

PRUEBAS DE ELECTROVÁLVULA, SERVOMOTOR, COOLER Y BOMBILLA (SALIDA DIGITAL).
OBJETIVO:

- Conocer y probar el correcto funcionamiento de los dispositivos de entradas digitales alojados en el módulo entrenador de instrumentos virtuales (MECIV).

1. FUNDAMENTACION TEORICA:

- **ELECTROVÁLVULA:**

Las electroválvulas se componen en 2 partes: un solenoide y una válvula; el solenoide se encarga de la conversión de energía eléctrica a energía mecánica para la activación
De la válvula
Estas electroválvulas solo tienen dos estados, normalmente cerrada o normalmente abierta.

- **Funcionamiento:**

Cuando el contacto se cierra la bobina comienza a cargarse y el campo generado por la bobina atrae al núcleo, permitiendo que salga de la válvula aire; Al cerrar la válvula esa vuelve a su posición inicial.

- **SERVOMOTOR:**

Los servomotores son una clase de motores de corriente continua "CC o DC" los cuales son capaces de posicionarse en cualquier parte dentro de un rango de operación de manera instantánea, esto se debe a que estos dispositivos están conformados por un eje llamado eje de rendimiento controlado por el que se puede llevar el servomotor a diferentes posiciones angulares que dependen de la señal de entrada; también se utilizan para inversión de giro y para este motivo se debe cambiar la dirección del a corriente que circula por el inducido respecto al campo electromagnético.

- **COOLER:**

El cooler es un dispositivo que consta de 2 polos, uno positivo y el otro negativo; Donde el positivo recorre las helices, mientras que el negativo solo va conectado al motor. La función de los 2 polos es enviar energía a la bobina que se encuentra cubierta por los cables de cobre encargados de generar la energía magnética necesaria para hacer girar las hélices.

La velocidad de las hélices del cooler dependen de la energía que se le suministre a la bobina; entre mayor sea esta energía mayor será la velocidad de las hélices.

- **BOMBILLA:**

La bombilla utiliza el principio de calentamiento de Joule "Cuando por un conductor circula una corriente eléctrica, una parte de la energía cinética de los electrones se convierte en calor, producto de los choques entre estos y de las moléculas del conductor en cuestión"

Entonces al pasar una corriente de CA, por un filamento metálico este se caliente a lo cual genera una radiación electromagnética que en su mayoría es calor (90% calor y 10% luz)

2. ESPECIFICACIONES Y CARACTERISTICAS:

- **ELECTROVÁLVULA:**
- Posición: normalmente cerrada.
- Fluidos: Aire, Agua, Aceites.
- Presión: 0 – 150 PSI.
- Tiempo de respuesta: 0,05 sg.
- Consumo de potencia: AC 7 V A/60 HZ. DC 6 W.
- Cuerpo: bronce.
- Voltaje: 110 VAC.

- **SERVOMOTOR.**

- Voltaje: 4.8 VDC.
- Velocidad: 60º: 0.19 seg.
- Torque: 42.0 oz-in (3.06 Kg-cm)
- Dimensiones: 1.6" x 0.8" x 1.4" (41mm x 20mm x 36 mm).
- Señal de uso de control: 1520 µs neutral.
- Peso: 1.57 oz (44.9 g)

- **COOLER**

- Alimentación: (5-12) VDC.
- Corriente: 0.13 A a 12 V.
- Motor: *brushless-fan*

- **BOMBILLA:**

- Alimentación: 130 VAC.

- Potencia: 40 W.
- Modelo: Y6F021.

3. APLICACIONES:

- **ELECTROVÁLVULA:**

- Control de nivel de líquidos
- Bombas de calor.

- **SERVOMOTOR:**

- Posicionar elementos de control como: Ascensores, timones y palancas.
- Robots
- Radio control
- Marionetas.

- **COOLER:**

- Extractor.
- Ventilador.

- **BOMBILLA:**

- Lámparas.

4. TERMINALES Y CONEXIONES DEL INSTRUMENTO:

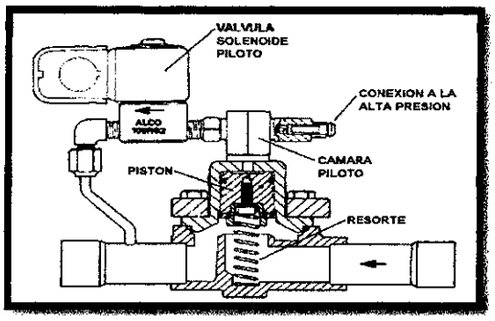
- **ELECTROVÁVULA.**

Figura 109. Conexión a borneras electroválvula.



Fuente. Autores.

Figura110. Conexión electroválvula.



Fuente. Autores.

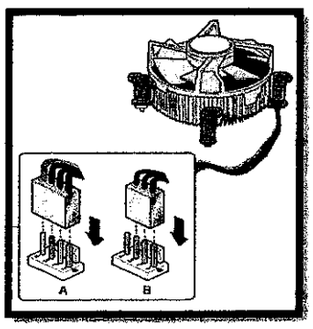
- **COOLER.**

Figura 111. Conexión a borneras cooler.



Fuente. Autores.

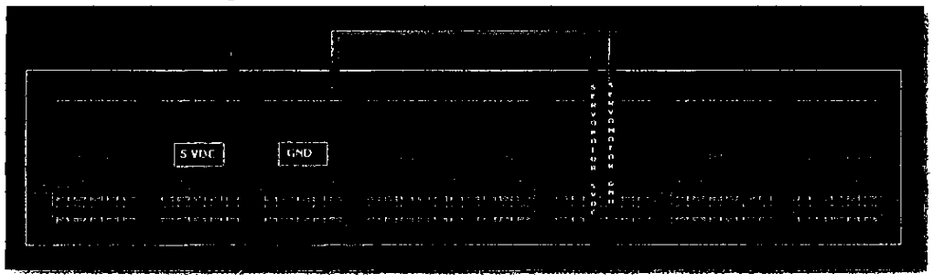
Figura 112. Conexión cooler



Fuente. Autores

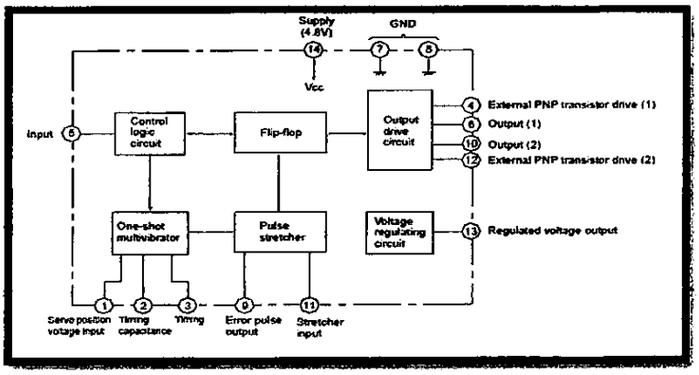
- **SERVOMOTOR.**

Figura 113. Conexión a borneras servomotor.



Fuente. Autores.

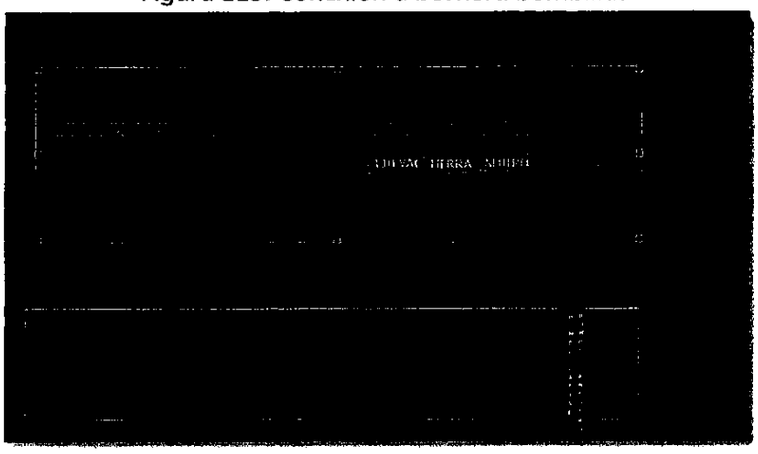
Figura 114. Conexión interna de un servomotor.



Fuente. Hoja de datos servomotor

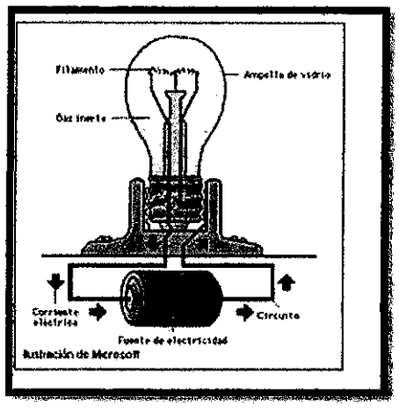
- **BOMBILLA**

Figura 115. Conexión a bornera bombilla.



Fuente. Autores.

Figura 116. Conexión interna bombilla



5. PROCEDIMIENTO.

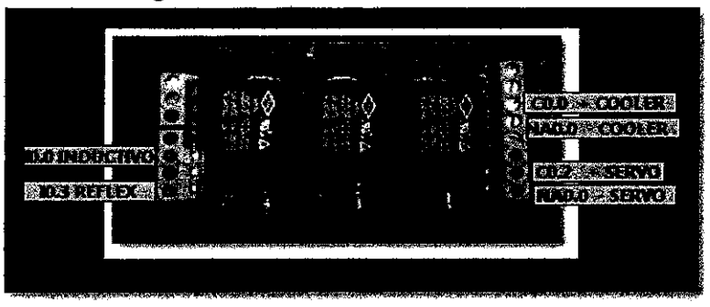
- **BOMBILLA / ELECTROVÁLVULA.**

Hacer un montaje en el cual se encienda la bombilla que se encuentra alojada en la maleta por medio de la electroválvula. (si el bombillo se enciende quiere decir que tanto la bombilla como la electroválvula están en correcto funcionamiento)
Recomendación: conectar la bombilla y la electroválvula en serie.

- **COOLER/ SERVOMOTOR.**

Como ya se probaron los sensores inductivos y autoreflex, realizar el mismo ejercicio de prueba hecho en la práctica 3 pero ahora los sensores van a activar el cooler y el servomotor respectivamente y para ello se utilizara el circuito acondicionador de señal CAS. Como se muestra en la siguiente figura.

Figura 117. Conexión interna bombilla



Fuente. Autores.

EXPERIENCIA 5. (E5)

CONTROL DE INSTRUMENTACIÓN.

E5-P1. SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA.

Objetivo:

- Aplicar los conceptos obtenidos en las clases de control y sistemas digitales y en las 4 experiencias anteriores para el desarrollo de un programa que realice el control de temperatura.

1. Herramientas a utilizar:

- Software LabVIEW.
- Módulo M.E.C.I.V.

2. Ejercicios:

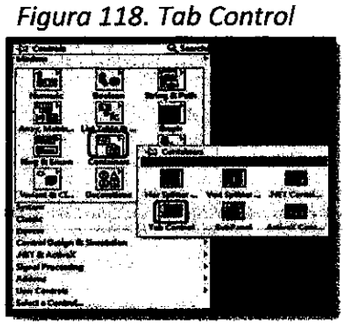
2.1 Ejecutar el ejercicio del programa. E5-p1.

2.2 Ejercicio.

Diseñar un VI en donde se controle la temperatura de una planta por medio de un control ON/OFF. La temperatura de la planta debe mantenerse lo más estable posible para esto utilizar un intervalo con histéresis.

Procedimiento:
El primer paso es abrir Software LabVIEW. En la ventana del panel frontal abrir un Tab Control. Para esto ir a botón derecho del *mouse* / ***Containers/ Tab Controls***

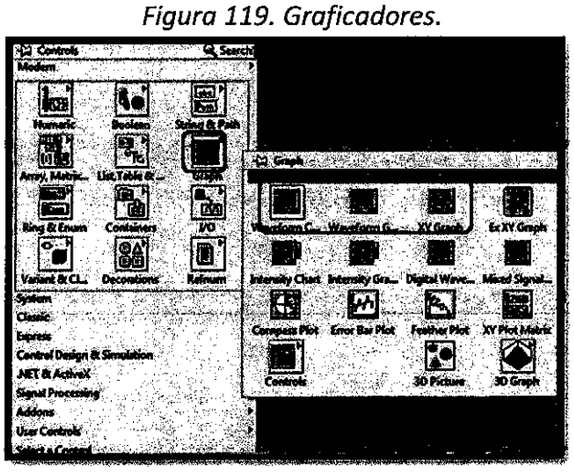
Figura 118. Tab Control



Fuente. Autores.

Cambiarle el nombre a las páginas del *Tab Controls* por monitoreo y control respectivamente. Para monitoreo se necesita de un graficador recuerde que en LabVIEW existen varios graficadores que se encuentran en el menú ***Controls/ modern/ Graph***. Elegir el que cree conveniente para observar 3 graficas en la misma pantalla del graficador.

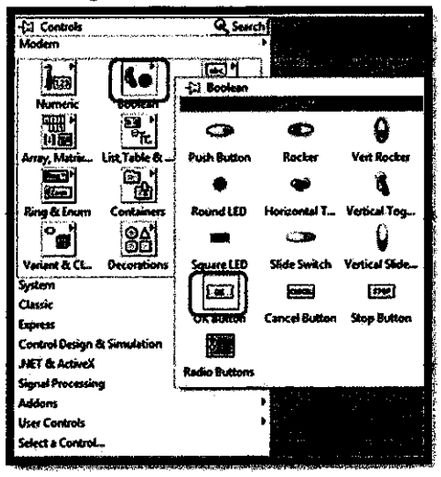
Figura 119. Graficadores.



Fuente. Autores.

Luego colocar 3 controles en la página monitoreo dos para el control manual del horno (cooler y el horno) y el otro para detener el monitoreo. Menú ***Controls/Modern/Boolean/Ok Button***

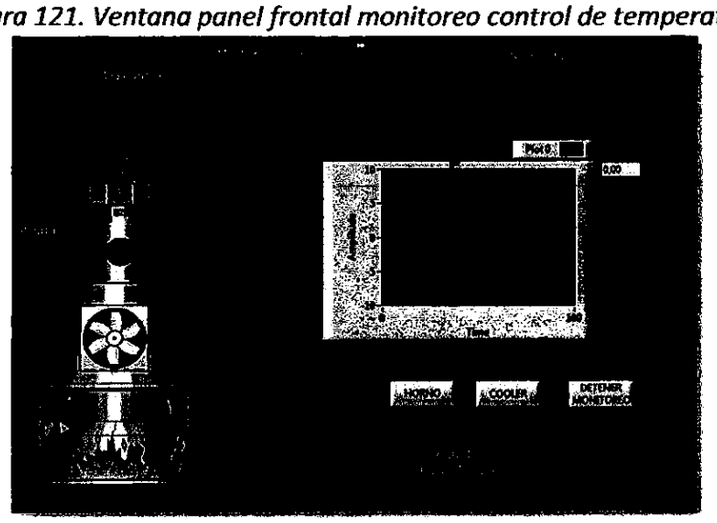
Figura1 20. Control Button



Fuente. Autores.

En internet se pueden buscar algunos dibujos de hornos y de extractores para decorar el programa. La siguiente figura muestra una posible ventana del programa para la acción de monitoreo y control manual en la ventana del Panel de Control.

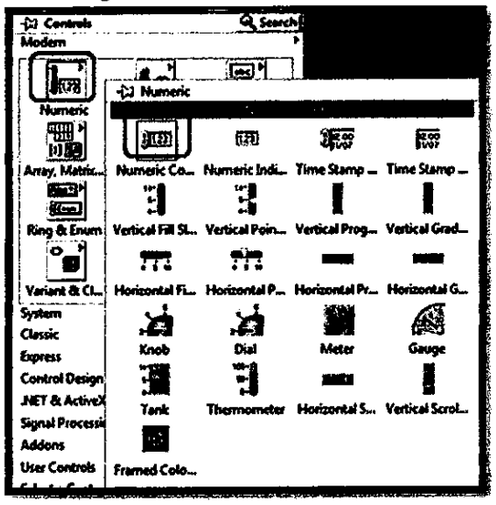
Figura 121. Ventana panel frontal monitoreo control de temperatura.



Fuente. Autores.

Para la acción de control se cambia de página en el Tab Control a Control. En esta ventana se saca el mismo graficador que se utilizó en la página de monitoreo y dos controles numéricos en el menú ***Controls/Numeric***.

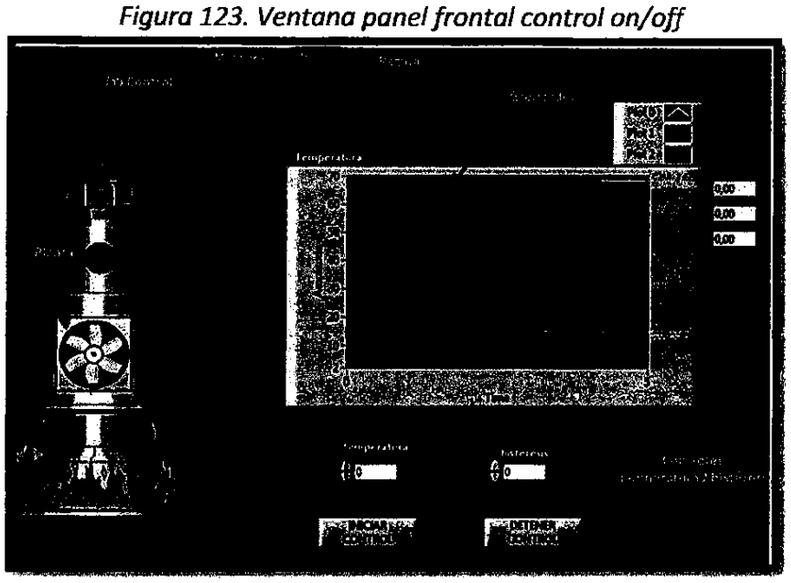
Figura 122. Control numérico



Fuente. Autores.

La siguiente figura muestra la ventana de programación en el panel frontal para el control On/ Off de la práctica.

Figura 123. Ventana panel frontal control on/off

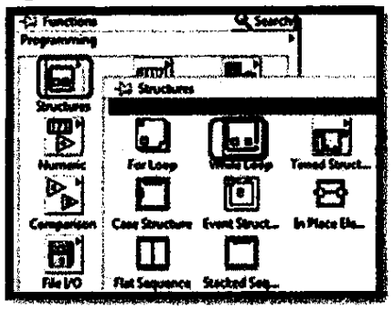


Fuente. Autores.

Ya se tienen la GUI principal del programa. Ahora por medio de las teclas *Control + t* Al mismo tiempo se abre la ventana del diagrama de bloques donde se va a programar el VI.

En el menu ***Functions /Programming/Structures/While Loop.*** Traer a pantalla la estructura while loop

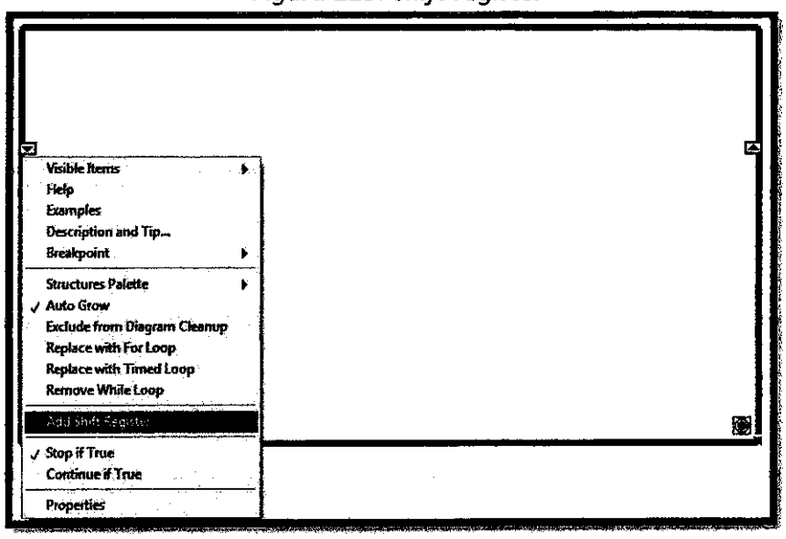
Figura 124. Estructura While Loop



Fuente. Autores.

Hacer click derecho con el mouse sobre un borde de la estructura *While Loop* para agregar un *Shift Register.*

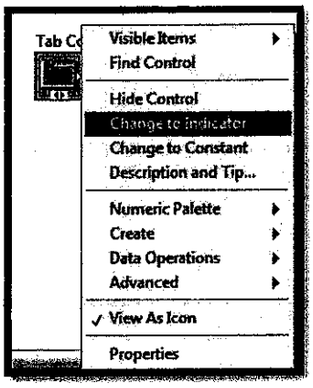
Figura 125. Shift register



Fuente. Autores.

Cambiar en el símbolo del Tab Control de Control a indicador mediante un click derecho al símbolo y en la opción Chance to Indicador.

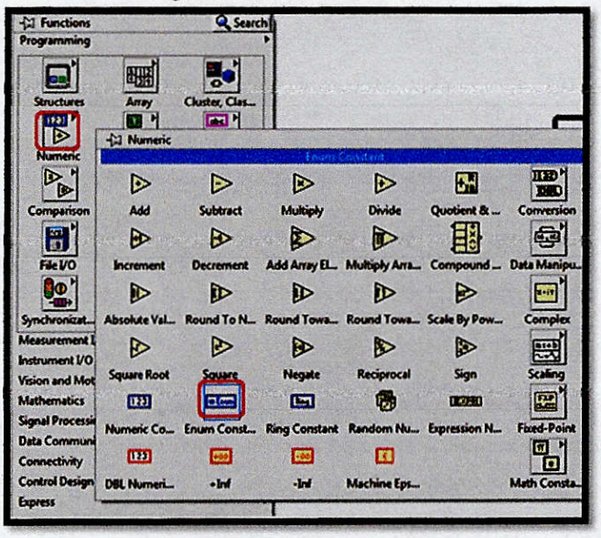
Figura 126. Cambiar de indicador a control



Fuente. Autores.

Ya teniendo el Tab Control como indicador ahora por medio de un *Enum Constant* se va a indicar las acciones que se van a realizar en el programa que son Monitoreo y Control Manual, Control On/Off y la acción de condiciones finales. Para esto se accede al menú ***Functions/Programming/Enum Const...***

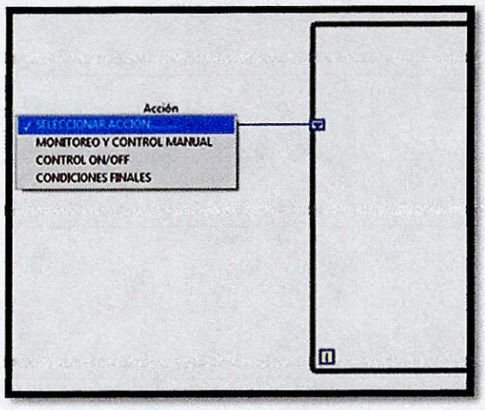
Figura 127. Enum Costant



Fuente. Autores.

Teniendo el *Enum Constant* en el diagrama de bloques con el click derecho sobre él y en la opción *Edit Items* agregar las acciones a realizar en el programa y uniéndolo con el *Shift Register* del *While Loop* que dando el *Enum Constant* como se muestra en la siguiente figura.

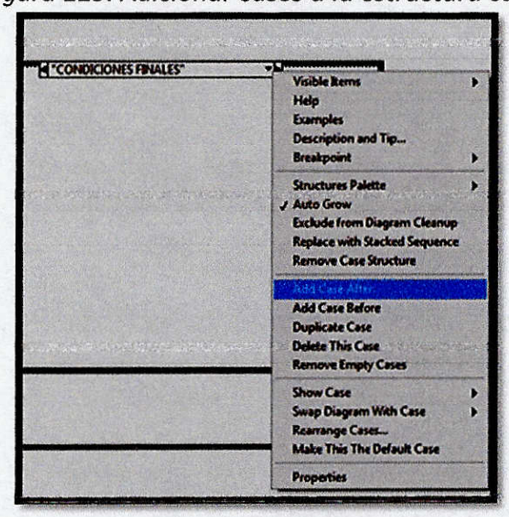
Figura 128. Enum cosntant conectado shift register



Fuente. Autores.

Dentro del While Loop colocar una estructura *Case*. Unida al *Shift register*. Al unir las estructura case con el *shift register* automáticamente aparecen en la estructura Case las dos primeras acciones del programa introducida por el *Enum Constant*. Las otras acciones se agrega con el mouse derecho sobre el cuadro de selección de la estructura Case y en la opción *Add Case After.*

Figura 129. Adicionar cases a la estructura case.

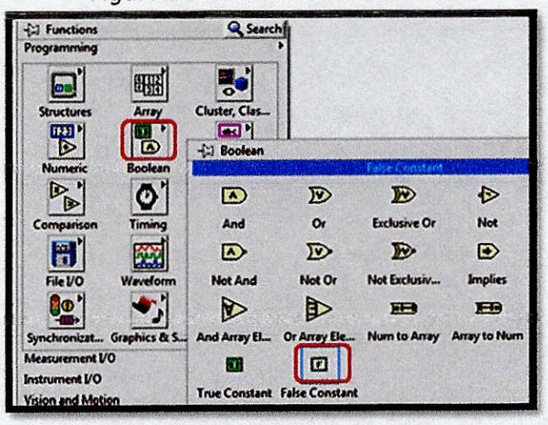


Fuente. Autores.

Dentro de cada uno de estos Case es donde se va a programar cada uno de las acciones del programa.

En el primer case "**SELECCIONAR ACCIÓN**" Los controles del horno y el cooler deben estar apagados para el control manual se conectan a una constante de Falso: Menú *Functions/Programming/Boolean/False Constant*.

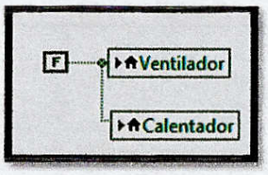
Figura 130. Constante booleana



Fuente. Autores.

En la siguiente figura se ve que las variables locales del ventilador o cooler y del horno o calentador están conectadas a un *False Constant*

Figura 131. Constantes booleanas con controles.



Fuente. Autores.

Y para el control On/Off se programa un DAQ Assist que genere una señal digital. Para el Ventilador y otra para el Calentador conectadas a dos *False Constant*

Figura 132. Entradas en cero para la DAQ.



Fuente. Autores.

Para programar la DAQ Assist revisar la Práctica E3-P1. Del manual de prácticas.

Dentro de este Case agregar otro case para en donde si la función es verdadera permanece en la página de monitoreo de la Tab Control. Si es falso realice el control On/Off o monitoreo y control manual. Dependiendo de esta opción

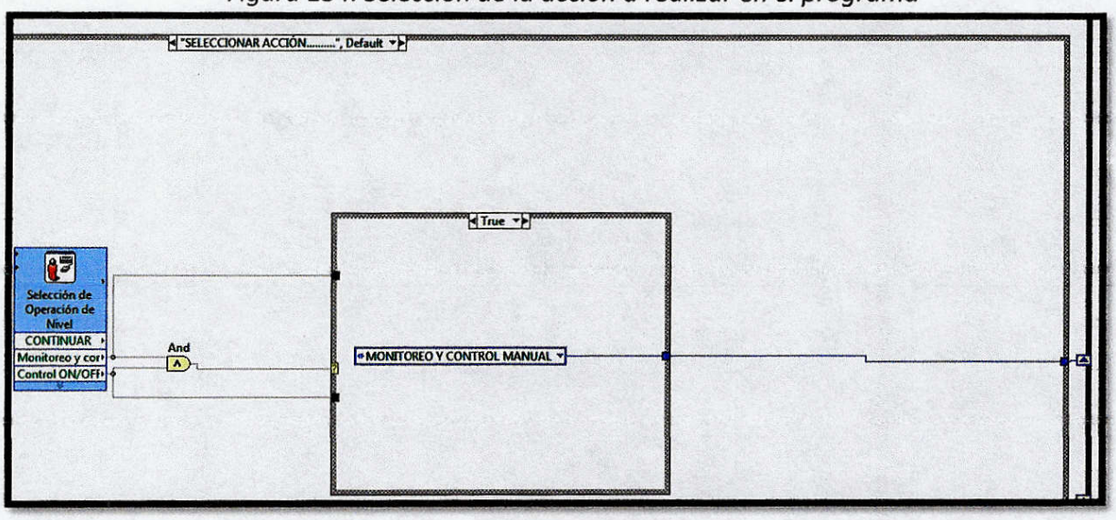
Figura 133



Fuente. Autores.

La salida de este segundo case debe salir del primer case y terminar en la salida del *Shift Register*.

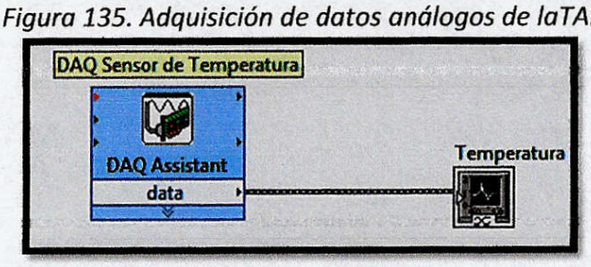
Figura 134. Selección de la acción a realizar en el programa



Fuente. Autores.

El segundo Caso del Case principal se programa la acción del **MONITOREO Y CONTROL MANUAL**. Para la acción de monitoreo se conecta el graficador con la TAD por medio del DAQ Assist. Quien adquiere una señal análoga proveniente del sensor de temperatura.

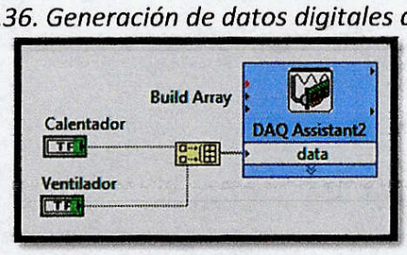
Figura 135. Adquisición de datos análogos de laTAD.



Fuente. Autores.

Los controles para el accionamiento manual se conectan a la TAD por medio de un *Build Array* o matriz. En donde la *DAQ Assist* genera la señal digital por medio del accionamiento manual de los controles.

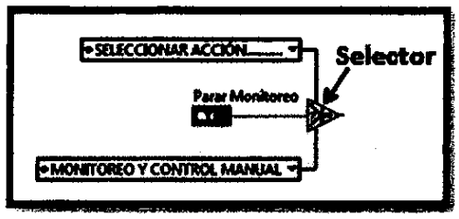
Figura 136. Generación de datos digitales de la TAD.



Fuente. Autores.

Para el control de **DETENER MONITOREO** se conecta a un selector para elegir que acción de control se quiere realizar después de haber realizado el monitoreo

Figura 137. Detener monitoreo.

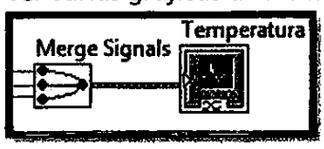


Fuente. Autores.

La salida del selector se conecta con la salida del *Shift Register.*

Para el control On/Off o el Case tercero se agrega dentro de este Case otro Case que se activa por el control **INICIAR CONTROL.** Para el *Case* verdadero se tienen los controles de temperatura a la cual se quiere controlar la planta y el de histéresis. Que junto a la temperatura que marca la PT 100 se unen por medio de un *Merge Signal* para graficar sus valores en el graficador escogido en la página de control en el Tab Control.

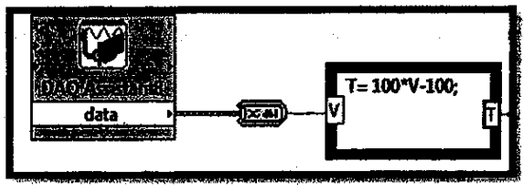
Figura. 138. Función para ver varias graficas al mismo tiempo en un Waveform.



Fuente. Autores.

La salida de la DAQ Assist va conectada con una estructura Node para convertir el voltaje de salida de la TAD en temperatura.

Figura. 139. Función convertir temperatura en voltaje



Fuente. Autores.

Como el control On/Off de la planta tiene dos opciones Enfriamiento y Calentamiento entonces por medio de un *Enum Constant* editado con estas dos opciones y agregado a la estructura *While Loop* por medio de otro *Shift Register* agregamos un nuevo *case* dentro del *Case*

CONTROL con las dos opciones de la planta la Acción de calentamiento se debe activar cuando la temperatura a controlar es mayor que la temperatura real y se debe mantener hasta que la temperatura real sea igual a la temperatura a controlar más la histéresis del sistema.

Figura. 140. Selección función horno



Fuente. Autores.

Entonces en esta opción es este nuevo case la TAD debe ser programada para generar una señal digital alta (calentamiento) y una señal baja (para el ventilador).

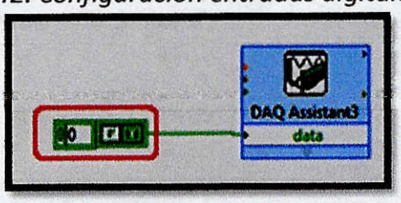
Figura. 141. Configuración DAQ señales digitales



Fuente. Autores.

La acción de enfriamiento se debe activar cuando la temperatura real es mayor a la temperatura a controlar más la histéresis y se debe mantener activado hasta que la temperatura real sea igual a la temperatura a controlar menos la histéresis. En esta acción la programación de la TAD se mantiene igual que a la acción de calentamiento lo único que cambia es el arrays de las constantes de falso y verdadero

Figura 142. Configuración entradas digitales a DAQ.

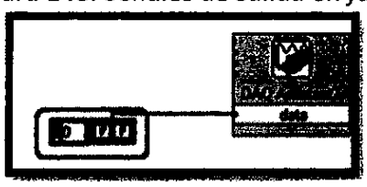


Fuente. Autores.

El case sale y se conecta con la salida del *Shift Register*.

Para la última acción o Case que es el de las condiciones finales el sistema se debe mantener apagado tanto el calentador como el ventilador deben permanecer apagados.

Figura 143. Señales de salida en falso.



Fuente. Autores.

E5-P2. SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL.

Objetivo:

- Diseñar un sistema para el control de nivel en un tanque por medio de LabVIEW. Aplicando los conceptos aprendidos en las prácticas anteriores de este manual.

1. Herramientas a utilizar:

- Software LabVIEW
- Módulo entrenador para control de instrumentación virtual.

2. Ejercicios:

2.1 Ejecutar el ejercicio mostrado en la práctica.

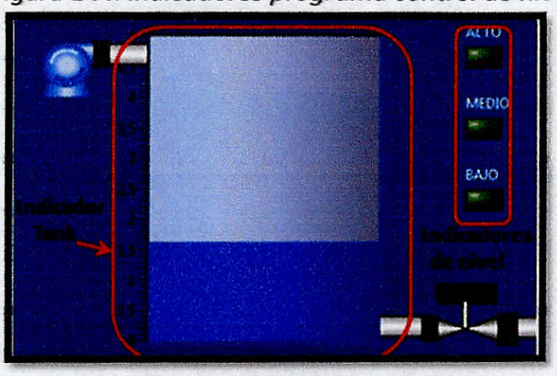
2.2 Diseñar un programa en LabVIEW que controle el llenado de un tanque por medio de un potenciómetro lineal; además incluirle unos indicadores de nivel que marque tres estados de llenado que estén dentro de un intervalos (los valores de cada intervalo dependerá de capacidad máxima que soporte el tanque).

- **Procedimiento:**

El primer paso es abrir LabVIEW. ***Menú/LabVIEW/Blank VI/ Ctrl + t.*** Ya abierto LabVIEW ubicarse en la ventana del panel frontal. Para este ejercicio se necesitan: un indicador numérico

Tank el cual hace de tanque para el llenado y desagüe. Y 3 indicadores led los cuales indican los niveles de llenado del tanque. Como se muestra en la siguiente figura.

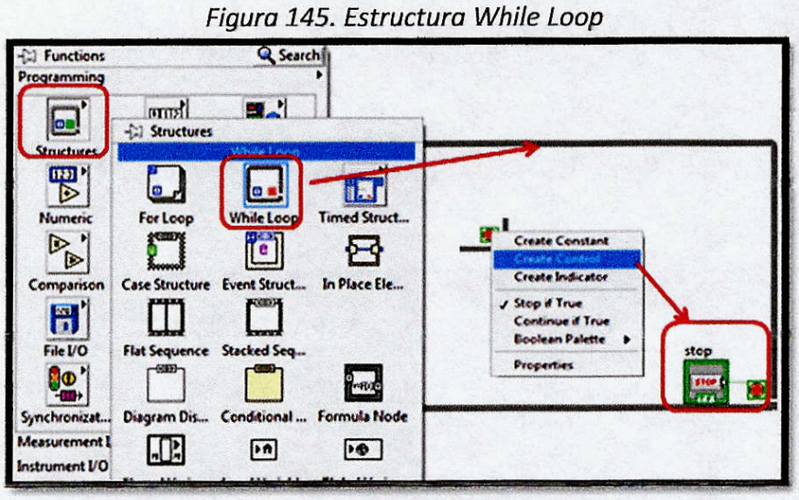
Figura 144. Indicadores programa control de nivel



Fuente. Autores.

El segundo paso por medio de ***Ctrl+t*** para acceder a la ventana de diagrama de bloques; Ubicados en esta ventana se accede al menú funciones por medio del botón derecho del mouse para seleccionar la estructura *While Loop*; ***Functions/Programming/structures/While Loop.*** Con el mouse sobre el icono de parar de la estructura While hacer click derecho y crear control.

Figura 145. Estructura While Loop

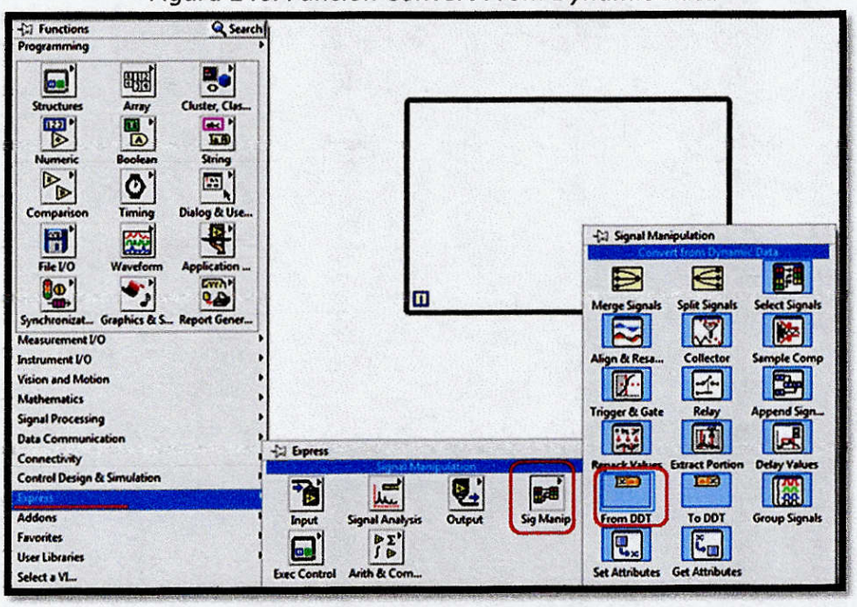


Fuente. Autores.

El siguiente paso es programar la TAD USB 6008 para que adquiera una señal análoga. Que en este caso es la señal del potenciómetro. Como se vio en la práctica **E3-P1.** Teniendo la TAD adquiriendo señales análogas se procede a la conexión de la TAD con los indicadores. Como la

salida de la TAD USB 6008 es de tipo dinámico se conecta a la tarjeta TAD un *Convert from dynamic data*, para así poder conectar los indicadores con la TAD

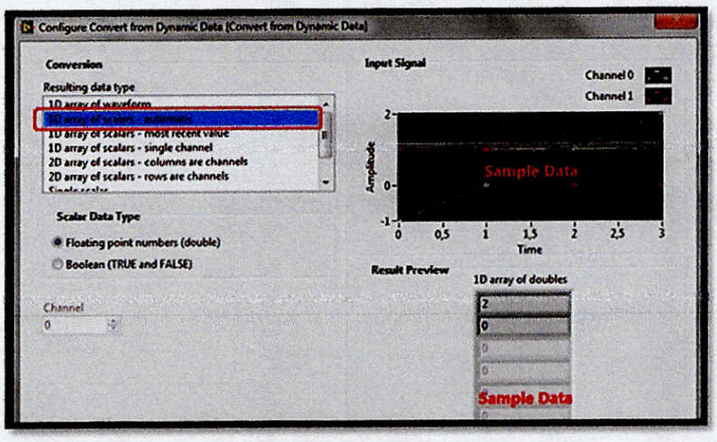
Figura 146. Función Convert From Dynamic Data



Fuente. Autores.

Cuando se suelta en la ventana del diagrama de bloques la función *Convert from dynamic* Data aparece una ventana nueva donde se escoge el formato al cual se quiere hacer la conversión en esta caso como es para conectar a unos indicadores se selecciona la opción *1D array of scalars-automatic* como se muestra en la siguiente figura.

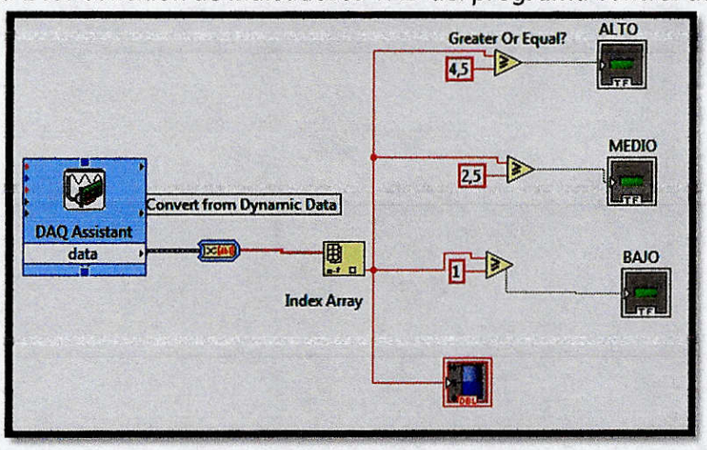
Figura 147. Ventana conversión datos de salida de la TAD USB 6008.



Fuente. Autores.

Entre esta función y los indicadores se necesita un *Index arrays* para conectar los indicadores.

Figura 148. Conexión de indicadores-TAD del programa control de nivel



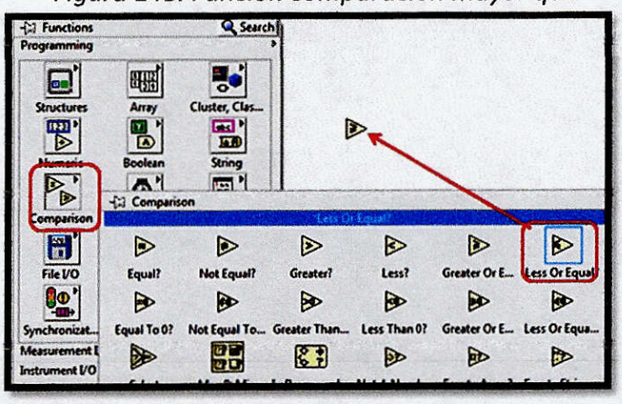
Fuente. Autores.

Como se muestra en la figura anterior para los indicadores de nivel se manejaron los siguientes niveles:

Bajo: menor a 2,5
Medio: menor a 4,5
Alto: mayor a 4,5

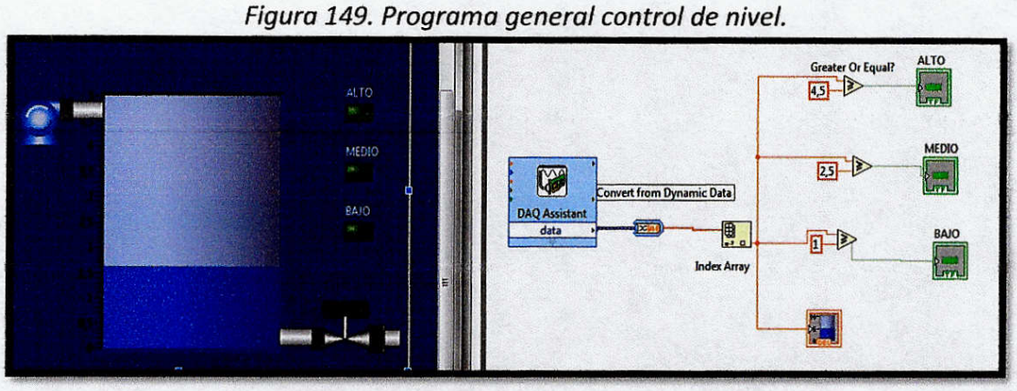
Se programan para que se activen con la función comprar, mayor que. ***Functions/Comparison/Less Or Equal.*** Y se conectar con los indicadores y el *Index array* como se muestra en la figura anterior.

Figura 148. Función comparación mayor que



Fuente. Autores

Figura 149. Programa general control de nivel.



Fuente. Autores

E5-P3. SISTEMA DE CONTROL DE PROXIMIDAD.

Objetivo:

- Utilizar los conceptos estudiados en las prácticas anteriores sobre LabVIEW, adquisición de datos, pruebas de sensores y otros dispositivos para la realización de proyectos que requieran la utilización de estos instrumentos electrónicos.

1. Herramientas a utilizar:

- Sotfware LabVIEW
- Módulo entrenador para control de instrumentación virtual.

2. Ejercicios:

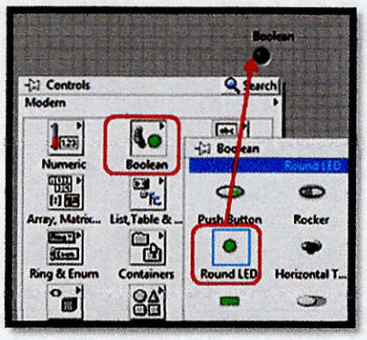
- Realizar los ejemplos propuestos en el programa principal de la práctica E5-P3.

- Diseñar un VI que utilice el sensor autoreflex para la detección de objetos el cual al detectar el objeto se encienda una luz pilota. (sensor inductivo encienda la luz piloto rojo y el réflex la luz piloto azul).

- **Procedimiento.**

El primer paso es abrir el Software de LabVIEW. ***Inicio/LabVIEW/Blank VI/ Ctrl+t.***
Y ubicarse dentro de la ventana del panel frontal. Ubicar un led indicador. ***Controls/Modern/Boolean/Round LED.***

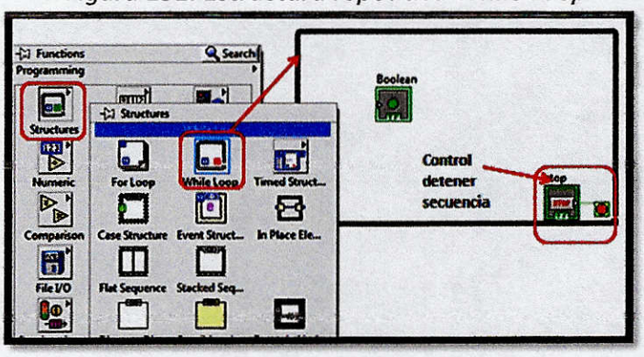
Figura 150. LED indicador Sensor Inductivo.



Fuente. Autores.

El segundo paso es mediante la función Ctrl + t pasar a la ventana del diagrama de bloques. Estando en esta ventana se utiliza una estructura *While Loop*. ***Functions/Programming/structures/While Loop.***

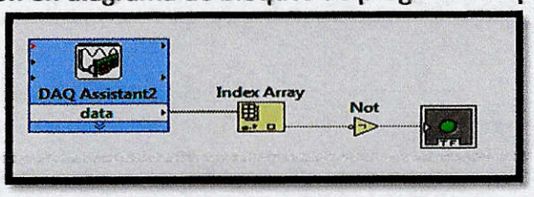
Figura 151. Estructura repetitiva While Loop



Fuente. Autores.

Ahora programar la DAQ para que adquiera una señal digital. Ver E3-P1. Ya programada la DAQ se procede a la conexión con el led indicador por medio de un *Index array* y una función booleana *Not*. ***Functions/Programming/Arrays/Index Arrays*** y ***Functions/Programming/Boolean/Not.***

Figura 152. Conexión en diagrama de bloques de programa de proximidad Inductivo



Fuente. Autores

E5-P4. SISTEMA DE CONTROL DE VELOCIDAD.

Objetivos.

- Aplicar los conceptos sobre la adquisición da datos en la TAD- USB 6008
- Diseñar VI´s capaces de controlar la velocidad de giro en motores de corriente continua con la ayuda de la TAD-USB 6008.

1. Herramientas a utilizar:

- Sotfware LabVIEW
- Módulo entrenador para control de instrumentación virtual.

2. Ejercicios.

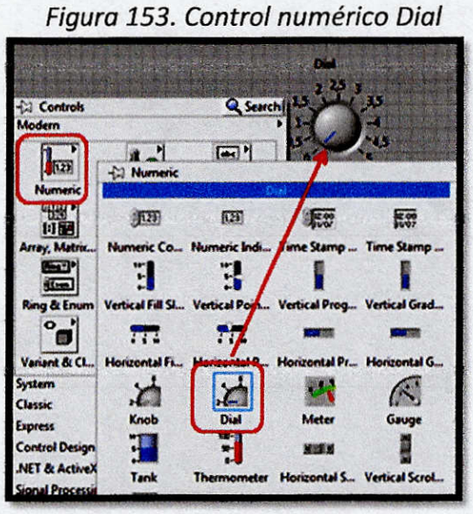
- Realizar el ejercicio propuesto en el programa principal en la Práctica E5-P4.

- Diseñar un VI que controle la velocidad de giro de un motor de 24 Vdc. teniendo como entrada de control un potenciómetro lineal como señal de entrada. Variar la señal de entrada por medio del potenciómetro y observar el cambio en la velocidad del motor.

Procedimiento.

Primera etapa abrir LabVIEW. Y ubicarse en la ventana del panel frontal. Para esta práctica se requieren un control numérico, ir a ***Controls/Numeric/Dial.***

Figura 153. Control numérico Dial



Fuente. Autores.

Parar el cursor del mouse sobre el último número que aparece en el control Dial y hacer doble click y cambiar el valor máximo a 3,7 lo mismo con el menor en 0,7 y hacer enter.

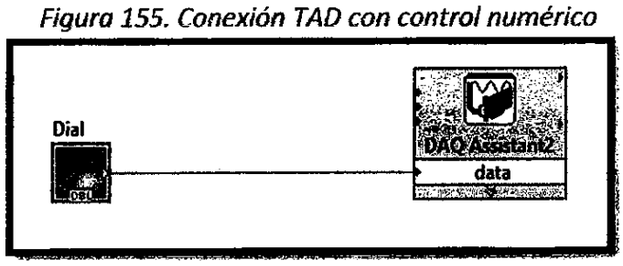
Figura 154. Valores máximo y mínimo del control numérico



Fuente. Autores.

Segunda etapa pasar a la ventana de diagrama de bloques para programar la TAD USB 6008 para que genere datos análogos. "para la programación de la TAD recurrir a la práctica E3-P1" para conectar el control numérico con la TAD se para con el cursor del mouse en el control numérico y traza un cableado hasta la TAD.

Figura 155. Conexión TAD con control numérico

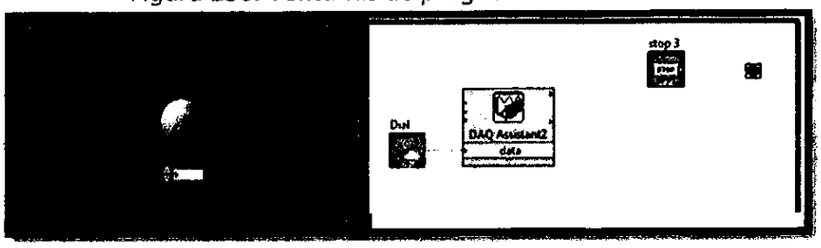


Fuente. Autores.

Esta conexión se realiza dentro de una estructura *While Loop.*

La siguiente figura muestra ambas ventanas para la ejecución del control de velocidad de motor DC.

Figura 156. Ventanas de programación LabVIEW



Fuente. Autores.

E5-P5. SISTEMA DE CONTROL DE GIRO.

Objetivos:

- Adquirir destrezas en el diseño de programas de adquisición de señales digitales en LabVIEW.
- Diseñar y montar proyectos que controlen el giro de motores de continua.

1. Herramientas a utilizar:

- Software LabVIEW.
- Módulo entrenador para control de instrumentación virtual.

1. Ejercicios.

- Realizar el ejercicio propuesto en la práctica E5-P5.

- Diseñar un programa en LabVIEW que realice la inversión de giro de un servomotor. Teniendo como base las combinaciones de la tabla 1; Como entrada a la tarjeta circuito de inversión de giro para motor de DC.

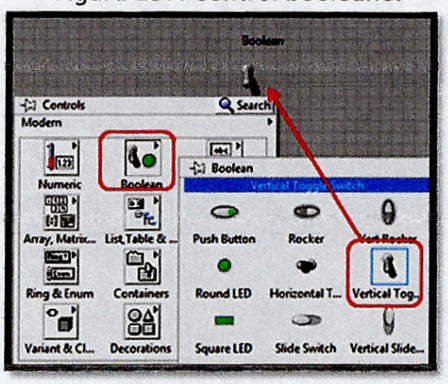
TERMINALES DE ENTRADA		
1.A.	**2A**	**GIRO**
0	0	Paro
0	1	Derecha
1	0	Izquierda
1	1	Paro

Tabla 1. Combinaciones digitales para giro del motor DC.

- **Procedimiento.**

El primer paso es abrir LabVIEW. Y ubicarse en la ventana del panel frontal. Se necesitan 2 controles uno para la entrada 1A. y el otro para la entrada 2A. ***Controls/Modern/Boolean/Vertical Tog..***

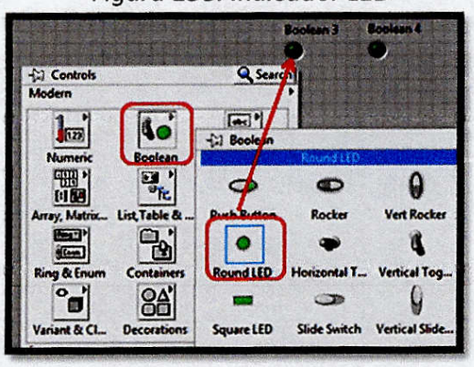
Figura 157. Control booleano.



Fuente. Autores

Opcional se pueden colocar dos led´s indicadores para que indiquen cuando los controles están en alto. ***Controls/Modern/Round LED***.

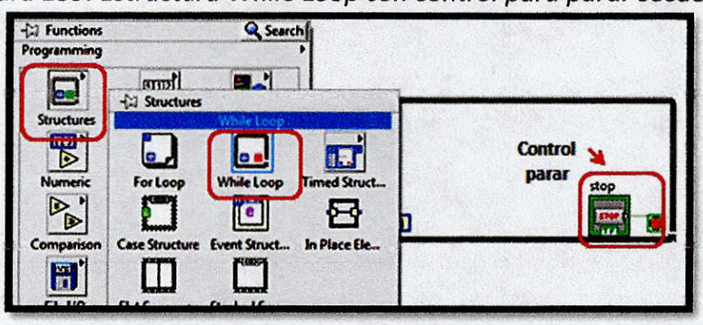
Figura 158. Indicador LED



Fuente. Autores.

El segundo paso es pasar a la ventana del diagrama de bloques. Y sacar una estructura *While Loop* y crear el control **parar**. ***Functions/Programming/Structures/While Loop***

Figura 159. Estructura While Loop con control para parar secuencia

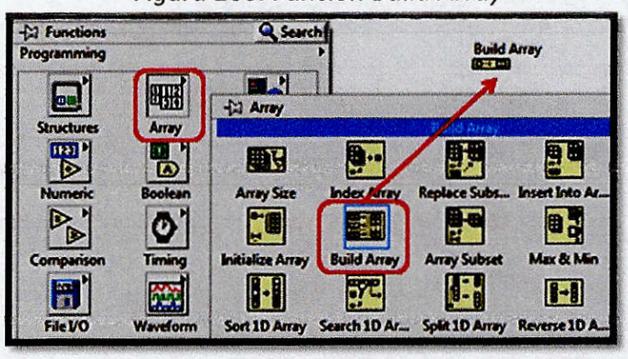


Fuente. Autores.

Instalar la TAD USB 6008 y programarla para que genere señales digitales. Como se vio en la práctica E3-P1.

Conectar los controles booleanos con la TAD. Para eso como son dos controles se debe agregar un *build array*. ***Functions/Programming/Array/Build Array.***

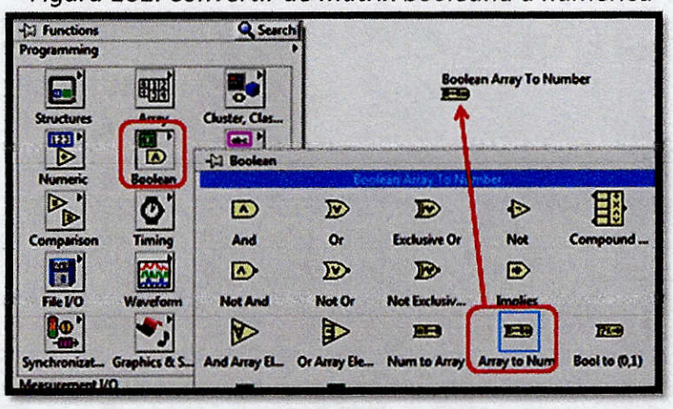
Figura 160. Función Build Array



Fuente. Autores.

Ya estando el *Build Array* en dentro del *While* con el mouse se selecciona y se estira hacia abajo dependiendo del número de controles que se vayan a conectar; En este caso 2. El *Build Array* se conecta con un conversor de la matrix Booleana creada anteriormente a una matrix Numérica. Para convertir los datos booleano a numéricos. ***Functions/Programming/Boolean/Array to Number***

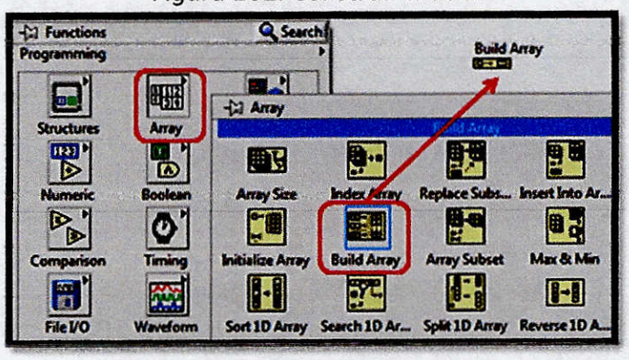
Figura 161. Convertir de matrix booleana a numerica



Fuente. Autores.

Y por último conectar esta matrix numérica construir otra matrix para entrada a la TAD.

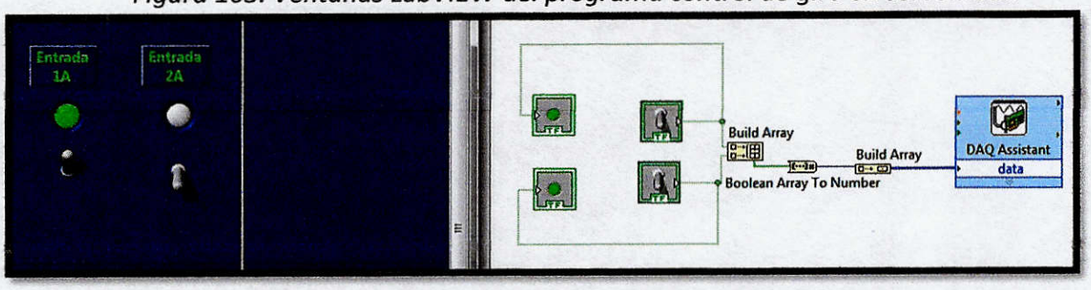
Figura 162. Construir matrix



Fuente. Autores.

Y esta Build Array se conecta con la TAD USB 6008.

Figura 163. Ventanas LabVIEW del programa control de giro en servomotor



Fuente. Autores.