



Banco de pruebas para entradas y salidas de un controlador embebido NI cRio 9074

Manuel Antonio Arenas Méndez
Reina Verónica Román Salinas
Marco Antonio Díaz Martínez
Email autor correspondiente:
Área de participación:

Instituto Tecnológico Superior de Pánuco
Instituto Tecnológico Superior de Pánuco
Instituto Tecnológico Superior de Pánuco
manuel.arenas@itspanuco.edu.mx
Ingeniería Electrónica

RESUMEN

El laboratorio de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico Superior de Pánuco cuenta con cuatro controladores embebidos cRio 9074 del fabricante National Instruments. Los controladores se utilizan para la capacitación de los alumnos en competencias relacionadas con automatización de procesos y programación virtual con el software LabView.

Cada controlador cuenta con una fuente de alimentación de 24 Vcd y un conjunto de módulos complementarios para el manejo de señales de entrada y salida, tanto analógicas como digitales. La conexión a los módulos se realiza mediante terminales de bloques para el alambrado de las señales procedentes de sensores y actuadores.

Durante la etapa inicial de entrenamiento con los controladores los alumnos deben de conectar circuitos básicos, implementados en tablas de experimentación, a base de potenciómetros, interruptores e indicadores luminosos (led) que simulen las entradas y salidas presentes en un proceso de automatización. Por lo general en circuitos complejos es común que se presenten conexiones erróneas de alambrado lo cual genera retrasos y pérdida de tiempo que no se aprovecha en el manejo y programación del controlador embebido.

El presente trabajo describe el desarrollo de un banco de pruebas integrado por un gabinete para el montaje de un controlador embebido cRio 9074, equipado con cuatro módulos de

entrada y salida de señales, fuente de alimentación, terminales de bloques para cableado, así como dos tarjetas electrónicas para la simulación de señales de sensores y actuadores.

Palabras claves: controlador embebido, banco de pruebas, entradas, salidas

INTRODUCCIÓN

El cRIO-9074 de National Instruments, figura 1, es un controlador embebido con ocho ranuras para la conexión de módulos de señales de entrada y salida, un CPU de 400 MHz, 128 MB DRAM, almacenamiento de 256 MB y un FPGA de 2M de compuertas, ideal para aplicaciones avanzadas de monitoreo y control. Este controlador robusto, sin ventilador tiene un procesador en tiempo real y un FPGA que ofrece una variedad de puertos de conectividad, incluyendo uno Ethernet y uno serial (National Instruments, 2017).



Figura 1.- Controlador embebido cRIO-9074 de National Instruments, imagen de <https://www.ni.com/es-mx/support/model.crio-9074.html>

El manejo de señales de entrada y salida en un cRIO-9074 se realiza a través de los Módulos CompactDAQ, figura 2. Éstos módulos, diseñados para aplicaciones de adquisición de datos, permiten la conexión de señales de sensores para la medición temperatura, voltaje, resistencia, frecuencia de audio, entre otros, (National Instruments, s.f.).



Figura 2.- Módulos CompactDAQ, imagen de <https://www.ni.com/es-mx/shop/hardware/products/c-series-voltage-output-module.html>

ANTECEDENTES

1. ENTRENADOR PLC MICROLOGIX 1000

De acuerdo a su fabricante CRODE CHIHUAHUA (2019) en este controlador se puede realizar experimentos y prácticas de controladores lógicos programables resultando ideal para los laboratorios de electrónica, electromecánica, eléctrica, mecánica e industrial de nivel medio superior y superior. Utiliza un controlador Allen Bradley Micrologix 1000.

Las conexiones de entradas y salidas del PLC se realizan por medio de conectores tipo banana. Para la activación de las entradas digitales se cuenta con tres interruptores tipo selector con contactos NA y NC, y tres interruptores momentáneos con contacto NA y NC. El monitoreo de las salidas digitales se realiza cuatro indicadores tipo foco a 24 volts. Adicionalmente cuenta con ocho borneras de salida para la conexión de dispositivos electrónicos. En la sección analógica se cuenta con cuatro entradas analógicas de 4 a 20 mA y con una salida analógica de 4 a 20 mA. El panel de control presenta cuatro botones con funciones de paro (desenergiza el PLC), energía (suministra energía al controlador), panel (suministra energía a las borneras del PLC) y PLC (suministra energía al PLC energizando las entradas).

2. ENTRENADOR CPU S7-1215C-1PN

Kits entrenador de inicio de Siemens (2019), se compone de un CPU S7-1215C-1PN con memoria de programa de 125 Kb y dos interfaces PROFINET. Cuenta con una periferia integrada de 22 entradas digitales cableadas a interruptores para su simulación, 18 salidas digitales cableadas a hembrillas de 4 mm, dos entradas analógicas de voltaje de 0-10 Vdc, cableadas a un potenciómetro y una bornera de conexión de 4 mm y dos salidas analógicas de 0-20 mA, una cableada a un voltímetro. El conjunto se suministra montado sobre un bastidor de acero.

3. FESTO EDUTRAINER UNIVERSAL

Sistema de soporte de Festo (2020) para controlador CPU S7-1214C, cuenta con 2 racores rápidos SysLink para estación MPS y panel de control, cada uno con 8 entradas y 8 salidas digitales y racor rápido Sub-D de 15 polos con 4 entradas y 2 salidas analógicas; puente de parada de emergencia para conexión de un circuito de seguridad para desconectar 8 salidas digitales. Presenta una unidad de alimentación integrada 110/230 V/24 V, 4 A y es posible ampliarse con módulos de simulación de 19".

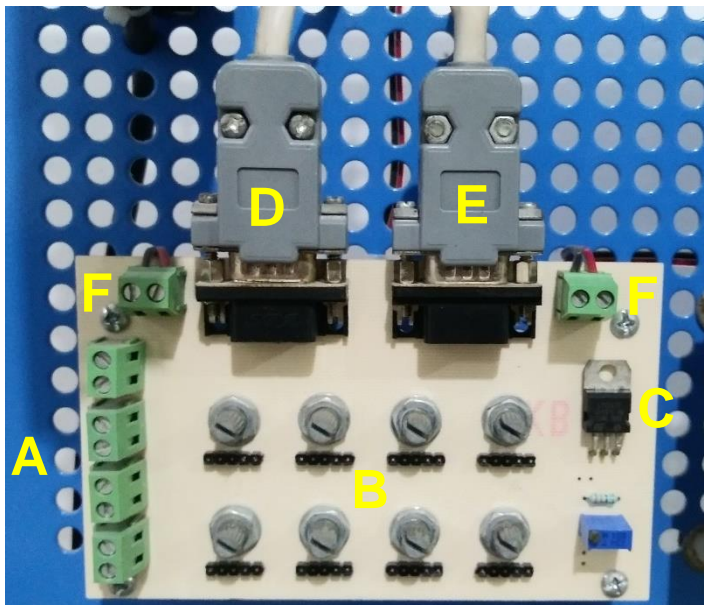
METODOLOGÍA

La implementación del banco de pruebas se realizó mediante el montaje en una estructura metálica para módulos de experimentación en física, figura 3, de un controlador NI cRio 9074 equipado con cuatro módulos de entradas y salidas, fuente de alimentación de 24 Vdc a 5A y tres tarjetas electrónicas diseñadas para alimentación eléctrica, indicadores e interruptores y potenciómetros y borneras para salidas de voltaje variable.



Figura 3.- Soporte metálico empleado para el montaje del banco de pruebas.

En la figura 4 se muestra la tarjeta diseñada para la generación de entradas y salidas analógicas. Ésta tarjeta dispone de ocho potenciómetros que dan lugar a señales de voltaje que se transmiten por un cable, con conector DB9, al módulo CompactDAQ NI 9201 de ocho entradas analógicas de $\pm 10V$, dc o ac pico, del controlador NI cRio 9074. El voltaje de salida máximo de los potenciómetros es de 10 Vdc, regulado mediante un circuito integrado LM317. Un módulo CompactDAQ NI 9263 se utiliza para generar cuatro salidas analógicas de $\pm 10V$ dc dirigidas por cable a cuatro clemas para la conexión de circuitos externos. Adicionalmente la tarjeta dispone de dos clemas de alimentación eléctrica de 24 Vdc.



- A. Clemas de conexión de salidas analógicas.
- B. Potenciómetros.
- C. Regulador de voltaje LM317.
- D. Cable con conector DB9 de salidas analógicas.
- E. Cable con conector DB9 de entradas analógicas.
- F. Clemas de alimentación eléctrica de 24 Vdc.

Figura 4.- Tarjeta electrónica de generación de entradas y salidas analógicas.

Para facilitar las conexiones a las terminales de los módulos NI 9201 y NI 9263 se diseñaron tarjetas, en forma de peine, con cinco клемas de conexión respectivamente, figura 5.

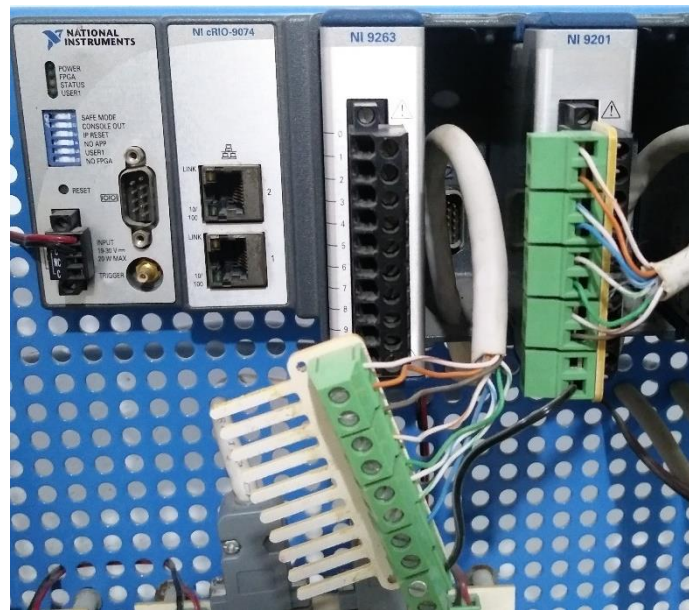
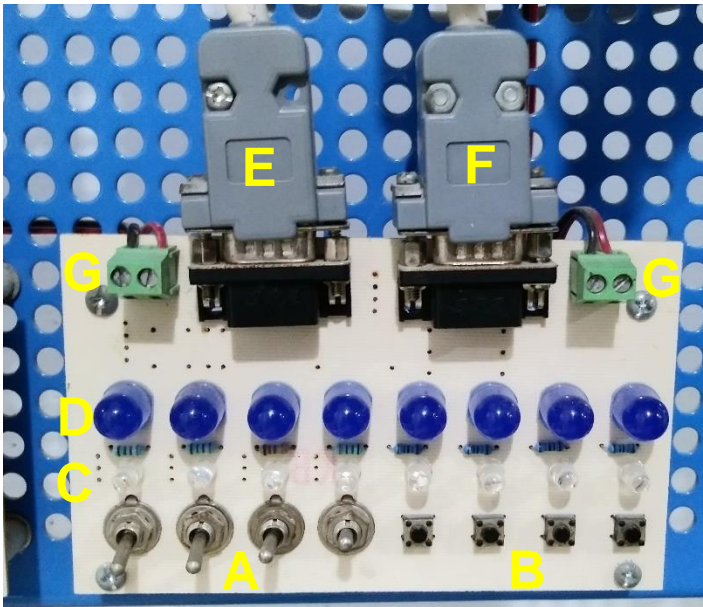


Figura 5.- Tarjetas electrónicas tipo peine para conexión de señales a módulos NI 9201 y NI 9263.

En la figura 6 se muestra la tarjeta diseñada para la generación de entradas y salidas digitales. Ésta tarjeta dispone de 4 interruptores de palanca y 4 interruptores momentáneos para la activación de las entradas digitales a 24 Vdc del módulo CompactDAQ NI 9425, las señales se transmiten por un cable con conector DB9, adicionalmente cada interruptor cuenta con un led piloto de 5 mm para indicar el estado de la entrada, encendido o apagado. La tarjeta electrónica cuenta con ocho indicadores led de 10 mm para la visualización de las señales digitales de 24 Vdc provenientes desde un módulo CompactDAQ NI 9476. La tarjeta dispone adicionalmente de dos клемas de alimentación eléctrica de 24 Vdc.



- A. Interruptores de palanca.
- B. Interruptores momentáneos.
- C. Indicadores piloto.
- D. Indicadores de salidas digitales.
- E. Cable con conector DB9 de salidas digitales.
- F. Cable con conector DB9 de entradas digitales.
- G. Clemas de alimentación eléctrica de 24 Vdc.

Figura 6.- Tarjeta electrónica de generación de entradas y salidas digitales.

La tarjeta electrónica de la figura 7 se utiliza para la alimentación eléctrica del controlador NI cRio 9074 y de las tarjetas de entradas y salidas. Cuenta con dos interruptores de encendido, indicadores led de estado, así como sistema protección de corto circuito, mediante fusible de 1.6 A, para el controlador y las tarjetas de forma independiente.

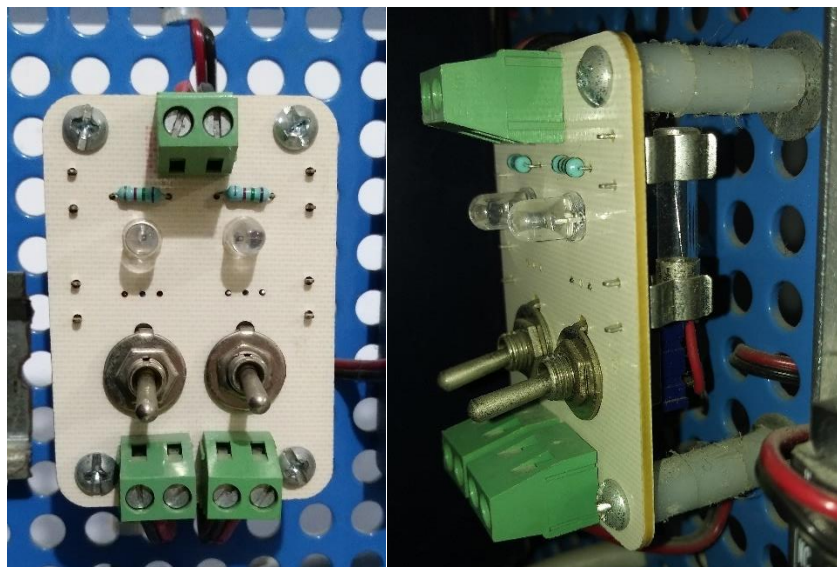


Figura 7.- Tarjeta electrónica de alimentación eléctrica.

Las tarjetas electrónicas fueron diseñadas en el software CadSoft EAGLE y construidas mediante maquinado CNC.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 8 se muestra el banco de pruebas una vez integrado con todos sus elementos.

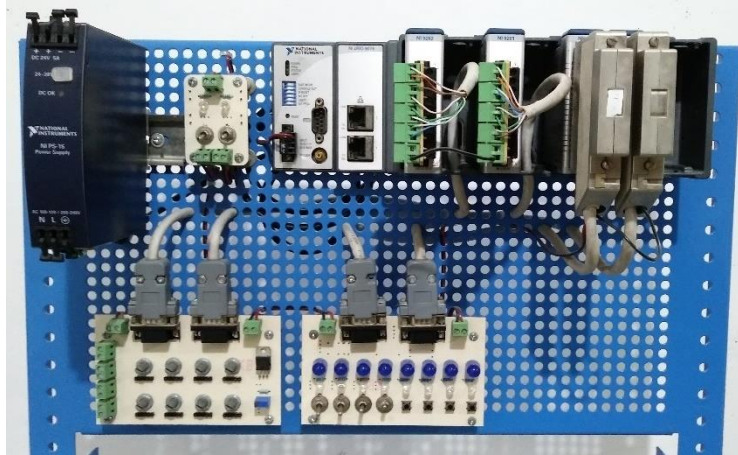


Figura 8.- Banco de pruebas para entradas y salidas de controlador embebido NI cRio 9074.

Actualmente los cuatro controladores NI cRio 9074 del laboratorio de Ingeniería Electrónica se han integrado con su banco de pruebas optimizando los tiempos para la realización de prácticas de laboratorio virtuales de automatización y programación.

Debido a que no se cuenta con equipos comerciales similares, como los señalados en la sección de antecedentes no resulta posible el realizar un análisis comparativo de desempeño de los prototipos desarrollados.

CONCLUSIONES

Los bancos de pruebas implementados han resultado ser de gran apoyo para la realización de prácticas de laboratorio por parte de los alumnos del programa de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico Superior de Pánuco. En los siguientes enlaces se muestra evidencia de algunas de las actividades realizadas por los alumnos.

<https://www.youtube.com/watch?v=4DOwqutyuwk&t=3s>

<https://www.youtube.com/watch?v=Dm2eps4lDkY&feature=youtu.be>

LITERATURA CITADA

CRODE Chihuahua. (2019). *Entrenador PLC MICROLOGIX 1000*. Diciembre 15, 2020, de CRODE Chihuahua Sitio web: <http://www.crodechihuahua.edu.mx/Micrologix.html>

Festo. (2020). *EduTrainer® Universal variante preferente de laboratorio: Soporte para módulos A4 con SIMATIC S7-1200 y módulos de simulación de 19"*. Diciembre 15, 2020, de Siemens Sitio web:

<https://www.festo-didactic.com/int-es/learning-systems/equipos-de-practicas/tecnica-de-automatizacion-plc/equipamiento-electrotecnia-en-formato-a4/edutrainner-universal-variante-preferente-de-laboratorio-soporte-para-modulos-a4-con-simatic-s7-1200-y-modulos-de-simulacion-de-19.htm?fbid=aW50LmVzLjU1Ny4xNC4xOC4xMTU0Ljc1MDg>

National Instruments. (2017). *cRIO-9074 Controlador CompactRIO*. Diciembre 14, 2020, de National Instruments Sitio web: <https://www.ni.com/es-mx/support/model.crio-9074.html>

National Instruments. (s.f.). *Módulos CompactDAQ*. Diciembre 14, 2020, de National Instruments Sitio web: <https://www.ni.com/es-mx/shop/hardware/compactdaq-modules-category.html#>

Siemens. (2019). *SIMATIC – Kits de inicio Controladores S7-1500, S7-1200 y Mini PLC LOGO!* 8. Diciembre 16, 2020, de Siemens Sitio web: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/public.1562315729.673d0f46-0af9-4bf5-9497-62aec13b5606.folleto-simatic-starter-kit-julio-2019.pdf>