

Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO

Ed Doering



1 Introducción

¡Bienvenido a la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO*, y bienvenido al excitante mundo de NI myRIO! Este libro servirá como una guía para interconectar NI myRIO a una amplia variedad de sensores, actuadores y visualizadores que necesitará para sus proyectos. Cada capítulo se concentra en un componente o dispositivo específico, utilizando una descripción textual y de video para guiarlo a través del proceso de aprendizaje e integrar exitosamente el componente o dispositivo en su sistema.

Por ejemplo, en el Capítulo 9 en la página 35 se implementa una fotocelda, una de las muchas partes incluidas en el Paquete de Inicio para NI myRIO. Usted experimentará con la fotocelda de a medida que construya un circuito de demostración simple, conecte a uno de los puertos de expansión NI myRIO y ejecute el programa de LabVIEW para confirmar que la fotocelda funciona de manera adecuada. Después de esto, accederá un tutorial en video que explica los principios de operación de la fotocelda y aprenderá cómo diseñar un circuito de interfaz adecuado. Después, haga las modificaciones sugeridas al código de demostración de LabVIEW para profundizar el aprendizaje del comportamiento de la fotocelda y las técnicas de programación en LabVIEW. Al final estará listo para abordar el proyecto de integración sugerido en el cual combina la fotocelda con otros dispositivos.

Este libro está destinado a estudiantes que está realizando proyectos desde el primer hasta el último año de ingeniería, al igual para proyectos de fin de carrera o de investigación. Experiencia en ingeniería eléctrica y computación es ideal, pero estudiantes de otras disciplinas encontrarán que el nivel de detalle del tutorial es más que adecuado.

Este documento está totalmente ligado por sección y referencias de figura y todos los enlaces de videos sin hipervínculos. Abra la versión PDF de este documento para obtener la forma más eficiente de acceder a todos los

enlaces; de clic en un hipervínculo de video para abrir automáticamente el video en su navegador. Dentro del PDF, utilice ALT + flecha izquierda para navegar al punto de inicio.

NOTA: Nuevos dispositivos serán ocasionalmente agregados al capítulo *Dispositivos Adicionales* de este documento. Visite www.ni.com/myrio/project-guide para obtener la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO*.

Parte I

Paquete de Inicio para NI myRIO

2 LED Discreto

Los LEDs o diodos emisores de luz, proporcionan indicaciones visuales simples pero fundamentales para estado del sistema o condiciones de error. La Figura 2.1 muestra algunos LEDs típicos; los LEDs claros de la derecha están incluidos en el Paquete de Inicio para NI myRIO.



Figura 2.1: LEDs típicos incluyendo rojo y verde estándar, alta eficiencia en varios colores y RGB.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Describir los conceptos fundamentales relacionados a LEDs:
 - (a) Un LED es un diodo que permite la corriente en una sola dirección,

- (b) El voltaje de polarización varía con el color (longitud de onda),
- (c) El diseño del circuito de interfaz depende del conocimiento de la resistencia de salida de la DIO y la fuente de voltaje,
- (d) Los LEDs pueden ser conectados directamente a la DIO en algunas circunstancias y

2. Seleccionar una resistencia de limitación de corriente adecuada (o sin resistencia) basada en el tipo de LED.

2.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del componente LED discreto.

Seleccione estas partes del Paquete de Inicio para NI myRIO:

- Dos resistores de 100 Ω conectados en serie o dos resistores de 470 Ω conectados en paralelo
- LED de dos terminales
- Protoboard
- Cables, M-H (2x)

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático y construcción recomendada en el protoboard en la Figura 2.2 en la página siguiente. El circuito de interfaz de LED discreto requiere dos conexiones al Conector MXP B de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Ánodo \rightarrow B/+3.3V (pin 33)
2. Control LED \rightarrow B/DIO0 (pin 11)

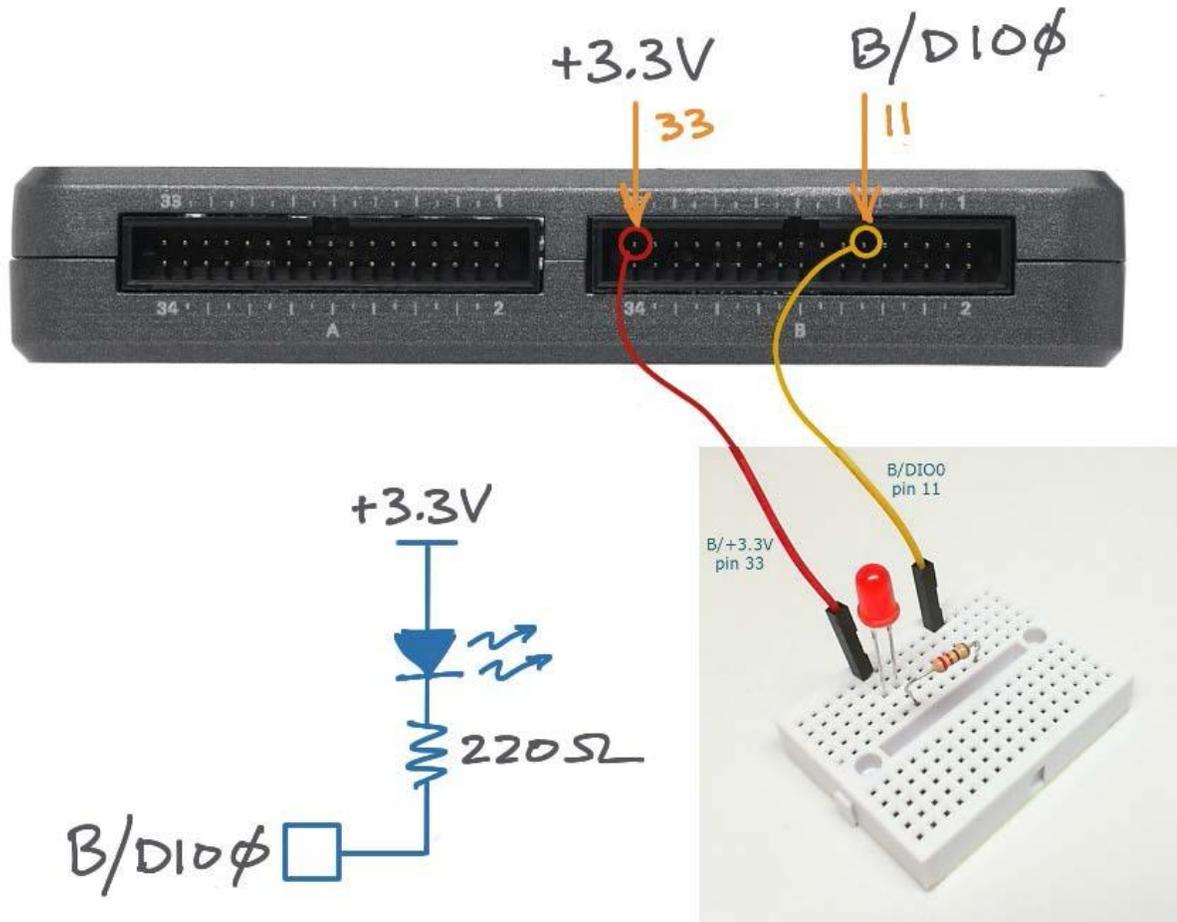


Figura 2.2: Circuito demostrativo para LED discreto: diagrama esquemático, construcción recomendada en el protoboard y conexión al Conector MXP B de NI myRIO.

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaquete los contenidos a una ubicación conveniente.
- Abra el proyecto Discrete LED demo.lvproj contenido en la subcarpeta Discrete LED demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana “Deployment Process” mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción “Close on successful completion” para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: El diagrama esquemático indica un solo resistor de limitación de corriente de 220 Ω ; también podría utilizar dos resistores de 100 Ω conectados en serie o dos resistores de 470 Ω conectados en paralelo del Paquete de Inicio para NI myRIO. También, todos los LEDs del Paquete de Inicio tiene lentes plásticas transparentes con una amplia variedad de colores. Puede utilizar múltiples LEDs para investigar opciones de colores.

Su LED discreto debería prender y apagar en sincronía con el indicador de estado de salida digital del panel frontal. De clic en el botón del panel frontal para deshabilitar el parpadeo y para habilitar el botón nivel digital; de clic en este botón para configurar de manera manual el estado de salida digital en alto o bajo. Debido a que la interfaz de este circuito es de la forma de *drenado de corriente* (explicado en la siguiente sección), el LED está activo cuando la salida digital está en estado *bajo*, esto significa que este es un circuito de interfaz de LED activado en bajo.

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO; un reinicio myRIO ocasiona que todas las terminales de E/S digital vuelvan al modo de entrada.

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución,
- Orientación correcta del LED — el diodo conduce corriente en una sola dirección; remueva el LED y colóquelo en dirección opuesta y
- Valor correcto del resistor — utilice un ohmímetro para verificar que la resistencia es cercana a 220 ohms.

2.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: Estudie el video *Teoría de Interfaz de LED Discreto* (youtu.be/9-RIGPVgFW0, 6:55) para aprender los fundamentos de LEDs y los dos tipos de circuitos de interfaz (drenado de corriente y fuente de corriente). También estudie *Manejo de Corriente LED* (youtu.be/JW-19uXrWNU, 15:06) para aprender las características voltaje-corriente en el Paquete de Inicio para NI myRIO (estándar, super brillante y RGB), para aprender principios de operación de circuitos de interfaz de LED incluyendo drenado y fuente de corriente y para aprender a seleccionar el tamaño del resistor de limitación de corriente.

Programación LabVIEW: Estudie el video *Digital Output Express VI* (youtu.be/Y8mKdsMAqrU, 2:21) para aprender a acceder a todas las salidas digitales disponibles con el NI myRIO Digital Output Express VI, incluyendo salida única, múltiples salidas y selección de conector.

2.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación del Demo LED* (youtu.be/SHJ-vu4jorU, 2:03) para aprender los principios de diseño de la demostración LED Discreto y luego intente hacer estas modificaciones al circuito de interfaz y al Main.vi:

1. Agregue un control en el panel frontal para ajustar la frecuencia de parpadeo especificada en Hertz, ¿a qué frecuencia el parpadeo se vuelve imperceptible?
2. Controle dos LEDs adyacentes para simular una señal de cruce de ferrocarril.
3. Controle los LEDs verde y azul del LED RGB utilizando el mismo código LabVIEW de la señal de cruce de ferrocarril; refiérase a la Figura 2.3 en la página siguiente para el diagrama de las terminales del LED RGB. Utilice el circuito de interfaz de fuente de corriente.

4. Realice un regulador de intensidad de LED con el PWM Express VI para crear un salida digital modulada. Fije la frecuencia al valor constante de 1000 Hz y coloque un control de punto deslizante para controlar el ciclo de trabajo; seleccione la opción de mapeo logarítmico para el control. Agregue código para tener en cuenta la interfaz de LED de drenado de corriente en bajo activo (puntos extra con un control Booleano para seleccionar entre interfaces de drenado y fuente de corriente).

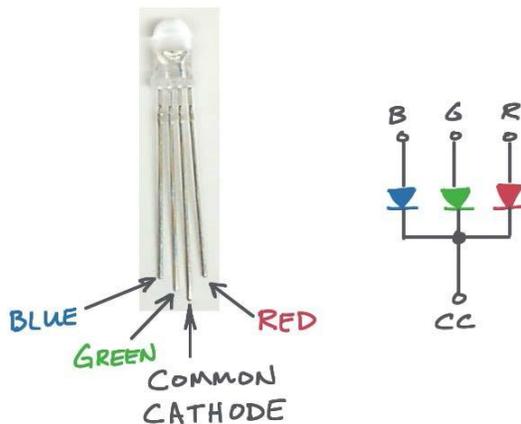


Figura 2.3: Terminales de LED RGB y diagrama esquemático.

2.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide>

para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan LED discretos con otros componentes y dispositivos.

2.5 Para Mayor Información

- *LED Mixed Bag (5mm)* por SparkFun ~ ¿Necesita más LEDs? LED Mixed Bag de SparkFun

ofrece el mismo tipo de LED que se encuentra en el Paquete de Inicio para NI myRIO; también busque en SparkFun otros tipos y tamaños de LEDs:

<http://www.sparkfun.com/products/9881>

- *Engineering Thursday: LED Light Boxes* por SparkFun ~ Cajas multicolor brillantes como arte de casa:

<http://www.sparkfun.com/news/1210>

- *Use LEDs as photodiodes* por EDN ~ Los LEDs pueden detectar luz también, haciéndolos un fotosensor interesante:

: <http://www.edn.com/design/led/4363842/>

Use-LEDs-as-photodiodes

- *LED Lighting Applications* por OSRAM Opto Semiconductors ~ Los LEDs están en todas partes, incluyendo alumbrado público, iluminación arquitectónica, luces de techo, lámparas de mano, e invernaderos:

<http://ledlight.osram-os.com/applications/>

3 Visualizador LED de Siete Segmentos

Los visualizadores basados en LED de siete segmentos organizados en un patrón de “8” proporcionan un medio simple para desplegar números del 0 al 9 y algunas letras del alfabeto. La Figura 3.1 muestra el visualizador de siete segmentos del Paquete de Inicio para NI myRIO.

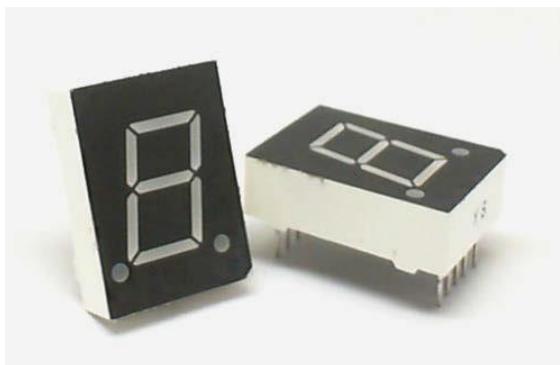


Figura 3.1: Visualizador de siete segmentos del Paquete de Inicio para NI myRIO.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Describir el arreglo de LEDs conectados con una conexión de ánodo común,
2. Diseñar el circuito interfaz aplicando el conocimiento de la resistencia de salida de DIO, voltaje fuente, característica voltaje-corriente del LED y
3. Reconocer que los LEDs azules puede ser conectados directamente a la DIO de NI myRIO sin resistores de limitación de corriente.

3.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del componente LED de siete segmentos.

Seleccione estas partes:

- Visualizador LED siete segmentos, <http://www.sparkfun.com/datasheets/Components/LED/YSD-160AB3C-8.pdf>
- Protoboard
- Cables, M-H (9x)

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático y construcción recomendada en el protoboard en la Figura 3.2 en la página 11.

CONSEJO: Utilice el código de colores de resistores para los colores de los cables DIO, por ejemplo, negro (0) para B/DIO0, café (1) para B/DIO1, etc.

El circuito interfaz requiere nueve conexiones al Conector MXP B de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Ánodo común (CA) → B/+3.3V (pin 33)
2. Segmento *a* → B/DIO0 (pin 11)
3. Segmento *b* → B/DIO1 (pin 13)
4. Segmento *c* → B/DIO2 (pin 15)
5. Segmento *d* → B/DIO3 (pin 17)
6. Segmento *e* → B/DIO4 (pin 19)

7. Segmento $f \rightarrow$ B/DIO5 (pin 21)
8. Segmento $g \rightarrow$ B/DIO6 (pin 23)
9. Punto decimal \rightarrow B/DIO7 (pin 25)

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaquete los contenidos a una ubicación conveniente,
- Abra el proyecto Seven-Segment LED demo.lvproj contenido en la subcarpeta Seven-Segment LED demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espera a ver la ventana "Deployment Process" mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción "Close on successful completion" para hacer que el VI inicie de manera automática

Resultados esperados: Accione los ocho interruptores del panel frontal para activar y desactivar cada segmento a hasta g así como el punto decimal; refiérase de nuevo a la Figura 3.2 para ver el esquema de etiquetado estándar para los segmentos. Activar el interruptor del panel frontal debería hacer que el segmento correspondiente se ilumine.

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO.

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de

ejecución:

- Alambrado correcto — asegúrese que el orden de su alambrado es correcto y que ha iniciado en B/DIO0 (pin 11) y
- Asegúrese que la terminal de ánodo común (CA) del LED de siete segmentos se conecta a la fuente de poder de B/+3.3V (pin 33).

3.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: Cada uno de los siete segmentos de línea así como el punto decimal es un LED individual, con su propio ánodo y cátodo. Para conservar el número de conexiones eléctricas en el visualizador todos los ocho ánodos están conectados juntos formando la terminal "ánodo común". Estudie el video *Teoría de Interfaz de LED de Siete Segmentos* (youtu.be/POER0VXvfSw, 4:11) para aprender acerca de las características voltaje-corriente del segmento individual del LED, por qué los controles del segmento son bajo activo y por qué no se requieren resistores de limitación de corriente para este dispositivo en particular.

Programación LabVIEW: Estudie el video *Digital Output Express VI* (youtu.be/Y8mKdsMAqrU, 2:21) para aprender a acceder a todas las salidas digitales disponibles con el NI myRIO Digital Output Express VI, incluyendo salida única, múltiples salidas y selección de conector. Además, estudie el video *VIs de Bajo Nivel de Salida Digital* (youtu.be/WvnlnG3ffqY, 4:53) para aprender a cómo acceder y utilizar el código de bajo nivel creado por el Express VI para conectar arreglos de Booleano directamente a las salidas digitales, es decir, como un bus.

3.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación del Demo LED Siete Segmentos* (youtu.be/ejyOo_k9KI0, 2:03) para aprender los principios de diseño del

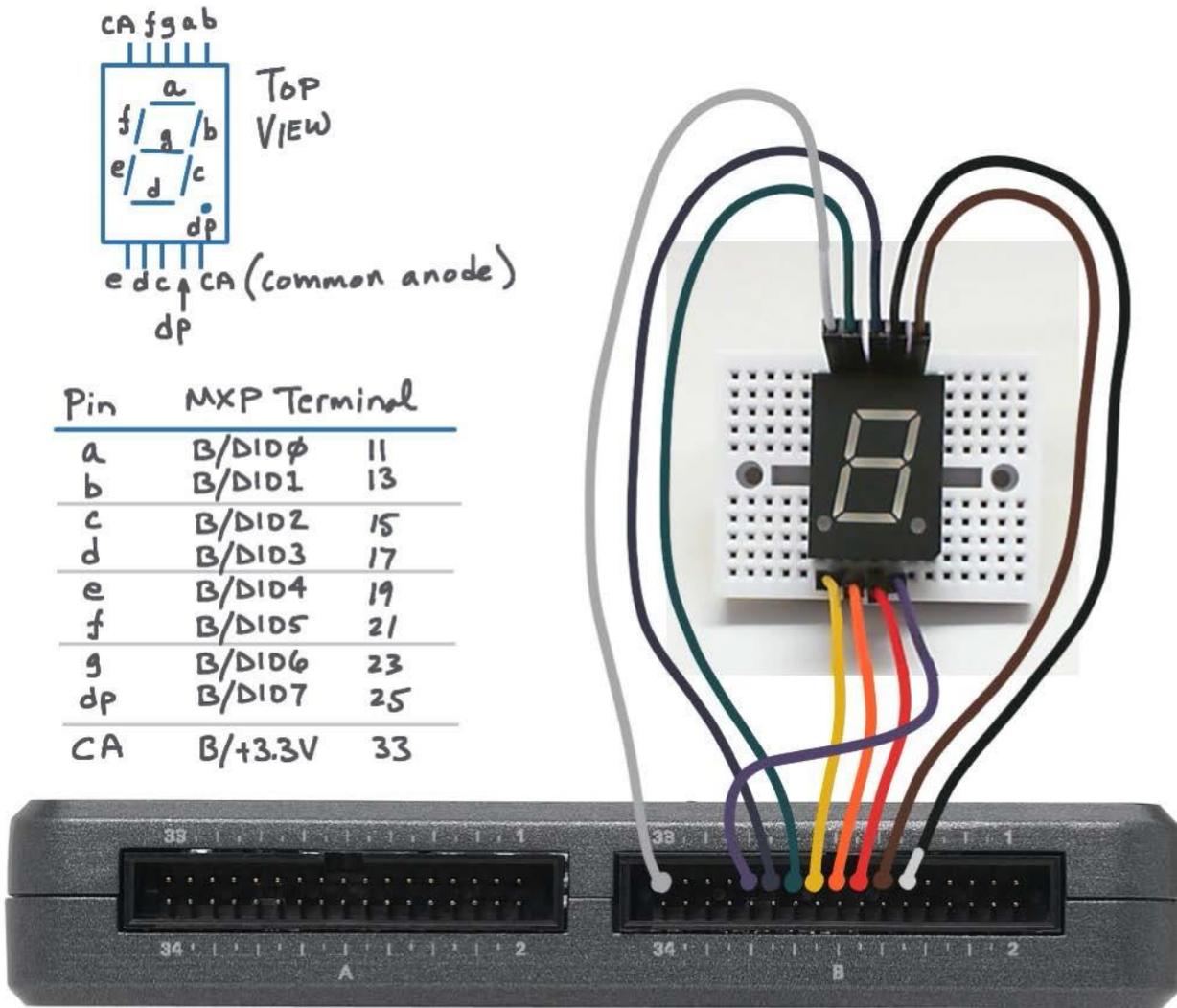


Figura 3.2: Circuito de demostración para el visualizador de siete segmentos: diagrama de terminales, construcción recomendada en el protoboard y conexión a las ocho terminales digitales de E/S en el Conector MXP B de NI myRIO.

LED demo.lvproj y luego trate de realizar estas modificaciones al Main.vi:

1. Mantenga el mismo comportamiento, pero convierta el Digital Output Express VI a su código de bajo nivel y luego conecte el control de estilo arreglo del panel frontal directamente al Write subVI de la subpaleta NI myRIO Advanced I/O → Digital I/O. También cree un control en el panel frontal para hacer que los canales de E/S digital sean seleccionables por el usuario.
2. Despliegue un valor de control numérico (entero) en el panel frontal a su correspondiente patrón en el visualizador de siete segmentos; una estructura de caso con constantes de arreglo Booleano funciona muy bien aquí (vea <http://cnx.org/content/m14766/latest/?collection=col10440>). Despliegue los valores 0 a 9 y un guión para valores mayores a 9 (punto extra por visualización hexadecimal para incluir valores A hasta F).
3. Cree una secuencia de sucesión en la que un solo segmento activo parezca moverse alrededor de la periferia del visualizador. Haga que la velocidad sea ajustable y también incluya un control para invertir la dirección de la rotación. Considere un solo arreglo de constantes Booleanas conectadas a Rotate 1D Array en la subpaleta Programming → Array. CONSEJO: Utilice Quick Drop (Ctrl+Espacio) para buscar un elemento de programación por nombre.

¿Necesita más dígitos de despliegue? Este es el mismo (o muy similar) producto:

<http://www.sparkfun.com/products/9191>

• *World's Simplest Font por* Twyman Enterprises ~ Fuente TrueType para visualizadores de siete segmentos;

utilice esta fuente y su procesador de texto favorito para traducir rápidamente sus frases de texto en patrones adecuados de segmento:

<http://www.twyman.org.uk/Fonts>

• *Nixie Tubes and Projects por* Neonixie ~ Antes de los visualizadores de siete segmentos habría utilizado tubos nixie; vea

http://en.m.wikipedia.org/wiki/Nixie_tube el origen de "nixie." Puede comprar tubos nixie y proyectos relacionados aquí:

<http://neonixie.com/>

3.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide> para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el visualizador de siete segmentos con otros componentes y dispositivos.

3.5 Para Mayor Información

- *7-Segment Display - LED (Blue) por* SparkFun ~

4 Interruptor

Pulsador

Interruptores pulsadores – también llamados interruptores de contacto momentáneo – sirven como dispositivos básicos de interfaz de usuario así como sensores simples, por ejemplo, sensores de contacto. La Figura 4.1 muestra el interruptor pulsador integrado con el codificador de cuadratura giratorio discutido en un capítulo posterior.



Figura 4.1: Interruptor pulsador del Paquete de Inicio para NI myRIO integrado con codificador giratorio.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Discutir los conceptos esenciales asociados con un interruptor pulsador:
 - (a) El interruptor pulsador aparece como un corto circuito cuando se presiona, de otra manera es un circuito abierto,

- (b) El circuito interfaz depende de los resistores de polarización internos de la DIO para eliminar la necesidad de componentes adicionales (a fuente en Conectores MXP A y B, a tierra en Conector MSP C),
 - (c) El diagrama de bloques ve el interruptor como una señal Booleana (dos niveles) que está ya sea en alto activo o bajo activo dependiendo del tipo de resistor de polarización y
2. Aplicar detección de borde basada en software para convertir la activación del interruptor pulsador en un evento de disparo.

4.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del componente interruptor pulsador.

Seleccione estas partes del Paquete de Inicio para NI myRIO:

- Interruptor pulsador (integrado con codificador giratorio), <http://www.sparkfun.com/datasheets/Components/TW-700198.pdf>
- Protoboard
- Cables, M-H (2x)

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático y construcción recomendada en el protoboard en la Figura 4.2 en la página siguiente.

CONSEJO: *Aplane las dos pestañas en cualquier lado del codificador giratorio de modo que se sitúe al nivel de la superficie del protoboard.*

El circuito de interfaz de interruptor pulsador requiere dos conexiones al Conector MXP B de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Pin 1 del interruptor pulsador → B/DIO0 (pin 11)
2. Pin 2 del terminal pulsador → B/GND (pin 12)

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaqueté los contenidos a una ubicación conveniente.
- Abra el proyecto Pushbutton demo.lvproj contenido en la subcarpeta Pushbutton demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana “Deployment Process” mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción “Close on successful completion” para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: El VI demo despliega el estado de entrada de las tres DIOs, una en cada conector. Los estados de las DIOs de los Conectores A y B deberían estar altos debido a los resistores de polarización a fuente internos y la DIO del Conector C debería estar en bajo debido al resistor de polarización a tierra interno. Presione el interruptor, debería ver el indicador de estado B/DIO cambiar a bajo; suelte el interruptor, el estado debería ser alto nuevamente.

El VI demo también cuenta activaciones detectadas en B/DIO0. Detenga y reinicie el VI para reiniciar el valor del contador.

Desconecte el pin 1 del interruptor y reconecte a A/DIO0 (pin 11). Confirme que el indicador de estado de A/DIO0 cambia en respuesta a activaciones del interruptor.

Desconecte el pin 1 del interruptor y reconecte a C/DIO0 (pin 11). ¿El indicador de estado C/DIO0 cambia en respuesta a la activación del interruptor? ¿Puede explicar el comportamiento que observa?

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO; un reinicio myRIO ocasiona que todas las terminales de E/S digital vuelvan al modo de entrada.

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución y
- Corrija las terminales del conector MXP — asegúrese que está utilizando el Conector B y que tiene las conexiones de terminal correctas.

4.2 Teoría de Interfaz

Circuito Interfaz: El interruptor pulsador normalmente aparece como un circuito abierto y cambia a corto circuito cuando se presiona. El interruptor podría ser conectado directamente a la entrada digital sin componentes adicionales debido a los resistores de polarización internos en las líneas DIO de NI myRIO.

Estudie el video *Teoría de Interfaz de Interruptor Pulsador* (youtu.be/e7UcL5Ycpho, 4:24) para aprender acerca de los resistores de polarización de la DIO y cómo conectar de manera apropiada el interruptor pulsador a los resistores de polarización a fuente (Conectores MXP A y B) y a los resistores de polarización a tierra (Conector MSP C). Estudie *Detecte una Transición de Señal de Interruptor* (youtu.be/GYBmRJ_qMrE, 4:42) para aprender

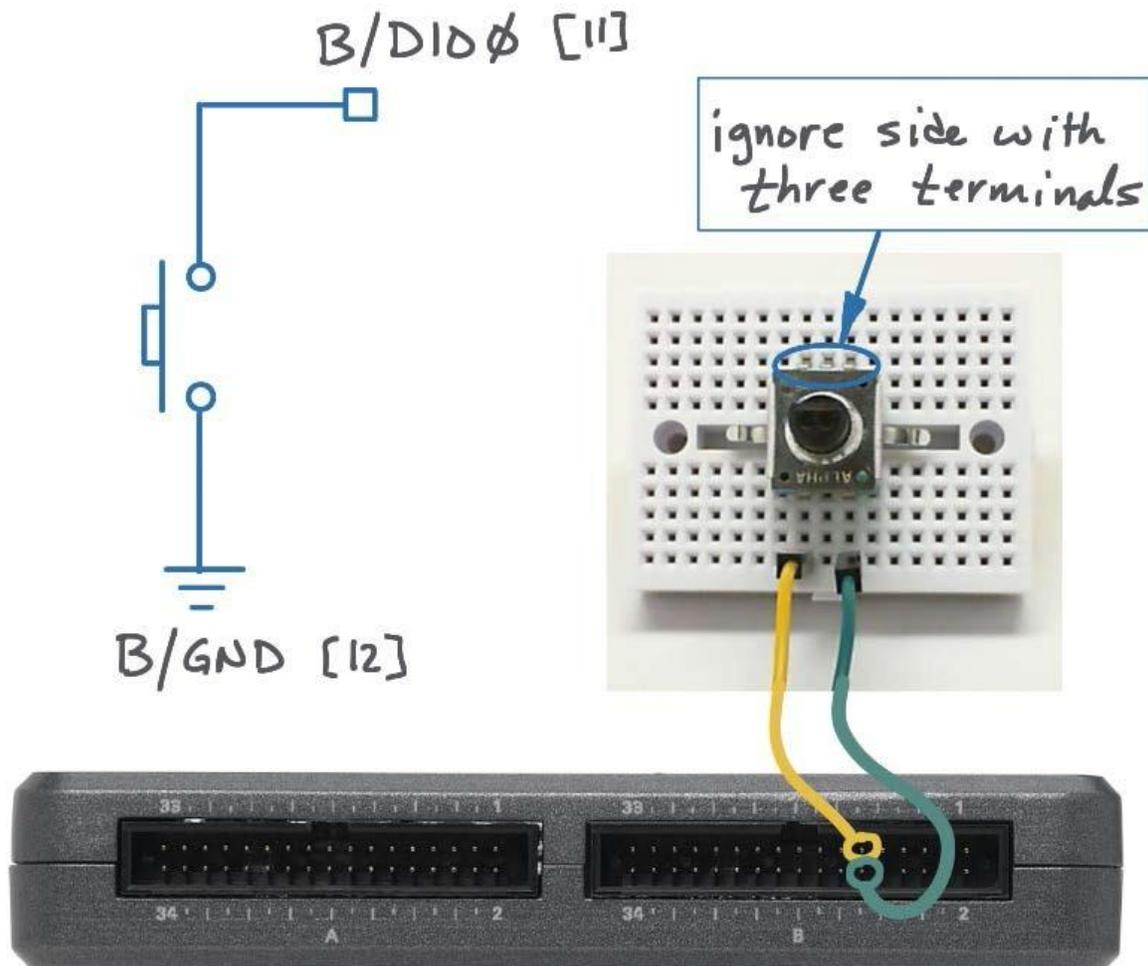


Figura 4.2: Circuito demostrativo para interruptor pulsador: diagrama esquemático, construcción recomendada en el protoboard y conexión al Conector MXP B de NI myRIO.

a detectar una transición de conmutación de señal dentro de una estructura de repetición en software.

para aprender a utilizar el Digital Input Express VI para sensar el estado del interruptor.

Programación LabVIEW: Estudie el video *Digital Input Express VI* (youtu.be/litswKgOmZA, 1:53)

4.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación del Demo Interruptor Pulsador* (youtu.be/Xm1A4Cw2POU, 3:16) para aprender los principios de diseño de la demostración interruptor pulsador y luego intente hacer estas modificaciones al diagrama de bloques de Main.vi:

1. Agregue el Onboard LED Express VI (myRIO | subpaleta Onboard) como un indicador en la salida del detector de borde (la compuerta AND). Confirme que el LED se enciende brevemente cuando presiona el interruptor.
2. Experimente con valores distintos de ciclo de velocidad ajustando el valor de Wait (ms); podría encontrar más conveniente cambiar la constante a un control en el panel frontal. ¿A qué valor el VI introduce un retraso notable al responder a cambios en el interruptor?
3. Ajuste los cambios en el comportamiento del contador para contar liberaciones del interruptor en lugar de activaciones.
4. Ajuste el comportamiento de activaciones del contador para contar liberaciones y activaciones del interruptor. PISTA: Intente una compuerta OR exclusiva de la subpaleta Boolean.
5. Modifique la condición de terminación del ciclo para que el VI se ejecute solo mientras que el interruptor está presionado.

NOTA: El interruptor deslizante SPDT (un polo un tiro) incluido con el Paquete de Inicio para NI myRIO (ver Figura 4.3) puede conectarse a myRIO en la misma manera que el interruptor pulsador. Simplemente utilice la terminal central y cualquier terminal final en lugar de las terminales del interruptor pulsador. Utilice el interruptor deslizante cuando necesite mantener la DIO a un nivel específico, por ejemplo, como un modo de configuración para su programa NI myRIO.



Figura 4.3: Interruptor SPDT (un polo un tiro) incluido en el Paquete de Inicio para NI myRIO.

4.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide> para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el interruptor pulsador con otros componentes y dispositivos.

Para Mayor Información

- *Mini Push Button Switch por SparkFun* ~ Un interruptor útil para tarjetas de circuito: <http://www.sparkfun.com/products/97>
- *Applications por Knitter-Switch* ~ Aprenda acerca de las numerosas aplicaciones prácticas para interruptores así como la amplia variedad de tipos de interruptores: http://www.knitter-switch.com/p_applications.php

5 Interruptores DIP

Los interruptores DIP juntan múltiples interruptores SPST en un solo componente; "DIP" significa "paquete dual en línea," es el estilo de paquete de circuito integrado que es compatible con el protoboard y "SPST" significa "un polo, un tiro," el tipo de interruptor más simple posible. La Figura 5.1 muestra dos estilos populares de interruptor DIP: un interruptor DIP estándar que contiene ocho interruptores SPST y un interruptor DIP giratorio de 16 posiciones que manipula los estados abierto y cerrado de cuatro interruptores SPST en una secuencia binaria.

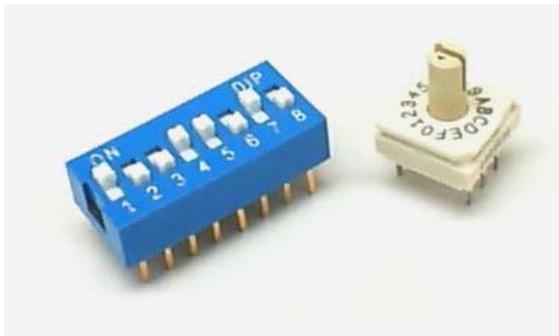


Figura 5.1: Interruptores DIP del Paquete de Inicio para NI myRIO: interruptor DIP (azul) e interruptor DIP giratorio de 16 posiciones.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Describir los siguientes conceptos relacionados a interruptores y la interfaz NI myRIO:

- (a) DIP Los interruptores DIP juntan N interruptores SPST en un solo componente donde cada interruptor aparece como un corto circuito en una posición y como circuito abierto en la otra,
 - (b) El interruptor giratorio de 2^N -posiciones junta N interruptores SPST en un solo componente; la rotación del selector crea una secuencia binaria de estados de interruptor abierto-cerrado,
2. Conectar un interruptor a cualquiera de los conectores NI myRIO sin utilizar componentes adicionales utilizando los resistores de polarización internos de la DIO (a fuente en conectores MXP, a tierra en conector MSP) y
 3. Interpretar los patrones combinados de interruptor abierto-cerrado como un valor numérico entero, arreglo binario y campos individuales de bit.

5.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta de los interruptores DIP.

Seleccione estas partes del Paquete de Inicio para NI myRIO:

- Interruptor DIP, http://www.resonswitch.com/p_rs_rsr.htm
- Interruptor DIP giratorio, <http://www.mantech.co.za/datasheets/products/ERD1-5.pdf>
- Protoboard
- Cables, M-H (14x)
- Desatornillador pequeño

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático y construcción recomendada en el protoboard en la Figura 5.2 en la página siguiente. El circuito de interfaz de interruptores DIP requiere cinco conexiones al Conector MXP A de NI myRIO y nueve conexiones al Conector B (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Interruptor DIP 8 → B/DIO0 (pin 11)
2. Interruptor DIP 7 → B/DIO1 (pin 13)
3. Interruptor DIP 7 → B/DIO2 (pin 15)
4. Interruptor DIP 5 → B/DIO3 (pin 17)
5. Interruptor DIP 4 → B/DIO4 (pin 19)
6. Interruptor DIP 3 → B/DIO5 (pin 21)
7. Interruptor DIP 2 → B/DIO6 (pin 23)
8. Interruptor DIP 1 → B/DIO7 (pin 25)
9. Interruptor DIP común → B/GND (pin 8)
10. DIP Giratorio 1 → A/DIO0 (pin 11)
11. DIP Giratorio 2 → A/DIO1 (pin 13)
12. DIP Giratorio 4 → A/DIO2 (pin 15)
13. DIP Giratorio 8 → A/DIO3 (pin 17)
14. DIP Giratorio C (común) → A/GND (pin 20)

Ejecute el VI de demostración

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaquete los contenidos a una ubicación conveniente.
- Abra el proyecto DIP Switches demo.lvproj contenido en la subcarpeta DIP Switches demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana "Deployment Process" mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción "Close on successful completion" para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: El VI demostrativo despliega los estados individuales del interruptor de los dos interruptores DIP. Un interruptor abierto aparece como un estado alto debido a que ambos conectores MPX A y B incluyen resistores de polarización a fuente en cada DIO.

Cuando el interruptor giratorio está en la Posición 0 todos los indicadores de estado de A/DIO deberían estar activos; gire el control en contra de las manecillas de reloj a la Posición F y todos los indicadores deberían estar oscuros. Intente utilizar las posiciones restantes y observe la secuencia binaria, recordando que los interruptores aparecen en bajo activo.

Utilice cada uno de los ocho interruptores del interruptor DIP y confirme que puede activar individualmente los indicadores para el estado A/DIO. ¿Está el interruptor abierto o cerrado en la posición "superior"?

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO; un reinicio myRIO ocasiona que todas las terminales de E/S digital vuelvan al modo de entrada.

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

LED indicador de energía encendido en NI myRIO,

El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución y

Corrija las terminales del conector MXP — asegúrese que está utilizando ambos Conectores A y B y que tiene las conexiones correctas a las terminales y Los cables de conexión enlazan las ocho terminales inferiores del interruptor DIP a tierra.

5.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: Cada interruptor SPST en un interruptor DIP estándar aparece como circuito abierto o como corto circuito dependiendo de la posición del interruptor "superior"

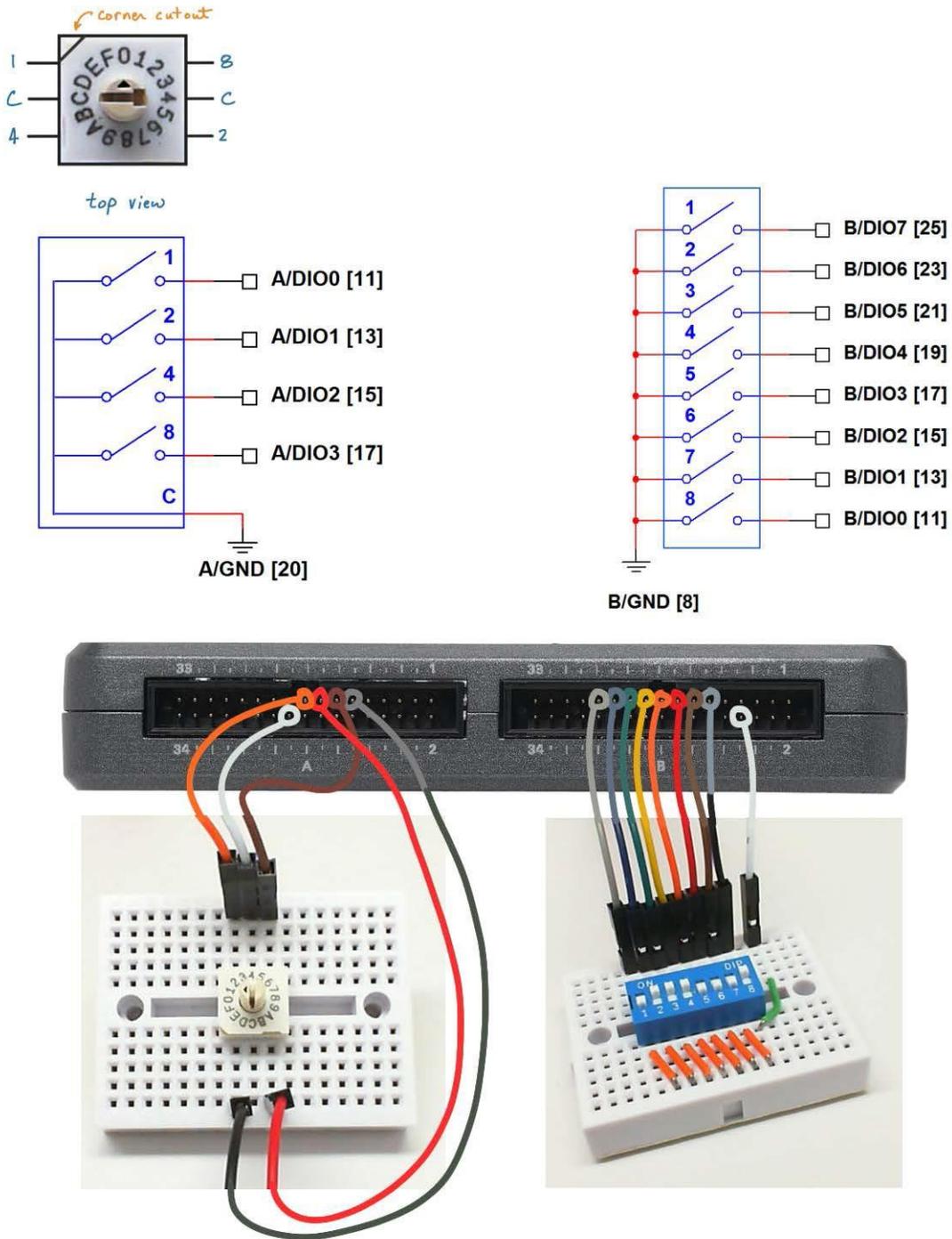


Figura 5.2: Circuito demostrativo para interruptores DIP: diagrama esquemático, construcción recomendada en el protoboard y conexión a los Conectores MXP A y B de NI myRIO.

o "inferior." El interruptor giratorio de 16 posiciones abre todos los cuatro interruptores SPST en la posición 0 y luego aplica una secuencia binaria ascendente para conmutar a medida que el control se rota en sentido de las manecillas del reloj. Los interruptores DIP podría conectarse directamente a la entrada digital sin componentes adicionales debido a los resistores de polarización internos de las líneas DIO de NI myRIO.

Cada interruptor DIP puede ser interpretado por el software en varias formas distintas, incluyendo: un solo valor numérico entero, un solo patrón de arreglo Booleano y grupos de patrones binarios o valores numéricos llamados campos de bit.

Estudie el video *Teoría de Interfaz de Interruptor Pulsador* (youtu.be/e7UcL5Ycpho, 4:24) para aprender acerca de los resistores de polarización de DIO y cómo conectar de manera apropiada un solo interruptor SPST a resistores de polarización a fuente (Conectores MXP A y B) y resistores de polarización a tierra (Conector MXP C). Cada uno de los interruptores SPST en el interruptor DIP estándar debe tener una terminal ligada ya sea a bajo o tierra (para resistores a fuente) o alto a fuente (para resistores a tierra); se acostumbra conectar todas las terminales en un lado dado, pero podría utilizar cualquier patrón que le guste.

Estudie el video *Teoría de Interfaz de Interruptor DIP* (youtu.be/KNzEyRwcPIg, 7:16) para aprender más acerca del interruptor DIP y el interruptor DIP giratorio, especialmente varias maneras en que puede interpretar los patrones de interruptor como información significativa en software.

Programación LabVIEW: Estudie el video *Canales de E/S Seleccionables en Tiempo de Ejecución* (youtu.be/uJW7CaL6L5c, 1:54) para aprender a utilizar los subVIs entrada digital de bajo nivel para seleccionar terminales de conector de interruptor DIP desde el panel frontal en lugar de editar el VI.

5.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación del Demo Interruptor DIP* (youtu.be/ZMyYRSsQCac, 2:30) para aprender los principios de diseño de del demo Interruptores DIP y luego intente hacer estas modificaciones al diagrama de bloques Main.vi:

1. Despliegue el patrón del interruptor DIP como un entero sin signo de 8 bits (tipo de datos UINT8) utilizando el interruptor más pegado a la derecha como el bit menos significativo (LSB) y la posición "inferior" como 0 lógico
2. Despliegue el patrón del interruptor DIP como tres campos distintos como se indica: Campo 1 (bits 2:0) = entero 3 bits, Campo 2 (bits 6:3) = entero 4 bits y Campo 3 = Booleano de un solo bit.
3. Despliegue el patrón de interruptor DIP de 16 posiciones como un entero de 4 bits desplegado en decimal y hexadecimal.
4. Mueva cualquiera o ambos interruptores DIP al Conector MSP C (recuerde, estos tienen resistores de polarización a tierra) y repita alguno de los ejercicios previos. Utilice una compuerta "NOT" estratégicamente colocada para evitar cambiar otras partes del diagrama de bloques. También recuerde conectar la terminal común del interruptor DIP a C/+5V (terminal 20).

5.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide>

para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el interruptor DIP con otros componentes y dispositivos.

5.5 Para Mayor Información

- 2-Wire Controlled Digital DIP Switch por Maxim Integrated ~ Un reemplazo electrónico para interruptores DIP mecánicos, el DS3904 contiene resistores variables no volátiles controlados por microcontrolador que ofrecen huella más pequeña, mayor confiabilidad y bajo costo: <http://www.maximintegrated.com/app-notes/index.mvp/id/238>

6 Relevador

Las salidas digitales de baja potencia no proporcionan la corriente necesaria para operar motores, luces y otros aparatos de alta corriente. Los relevadores cierran la brecha utilizando una bobina magnética de potencia relativamente baja para controlar un interruptor diseñado para transportar grandes corrientes. La Figura 6.1 muestra el relevador SPDT del Paquete de Inicio para NI myRIO.



Figura 6.1: Relevador del Paquete de Inicio para NI myRIO.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Discutir los principios de operación del relevador, ,

2. Dar tamaño al transistor de interfaz para acomodar la corriente de la bobina del relevador,
3. Explicar por qué el rectificador es necesario para suprimir picos de voltaje de regreso cuando el transistor se enciende y apaga,
4. Diseñar el circuito interfaz para que funcione con DIOS que tienen resistores de polarización internos y
5. Asegurar que el relevador se mantiene apagado durante el encendido y reinicialización del NI myRIO.

6.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del relevador.

Seleccione estas partes del Paquete de Inicio para NI myRIO:

- Relevador,
<http://www.cndongya.com/pdf/relayjzc-11f.pdf>
- Rectificador de propósito general 1N4001,
<http://www.vishay.com/docs/88503/1n4001.pdf>
- MOSFET canal p ZVP2110A,
<http://www.diodes.com/datasheets/ZVP2110A.pdf>
- Protoboard
- Cables, M-H (3x)

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático y construcción recomendada en el protoboard en la Figura 6.2 en la página 23. Note que los tres contactos del interruptor relevador no se pueden colocar en centros de décimas de pulgada,

por lo tanto este lado del relevador debe quedar colgando al lado del protoboard. El circuito interfaz requiere tres conexiones al Conector MXP B de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Fuente de alimentación de 5 volts → B/+5V (terminal 1)
2. Tierra → B/GND (pin 6)
3. Control del relevador → B/DIO0 (pin 11)

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaque los contenidos a una ubicación conveniente.
- Abra el proyecto Relay demo.lvproj contenido en la subcarpeta Relay demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espera a ver la ventana “Deployment Process” mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción “Close on successful completion” para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: Su relevador debería hacer clics en sincronismo con el indicador DIO del panel frontal. De clic en el botón ciclo en el panel frontal para deshabilitar el modo automático y habilitar el botón manual; de clic en este botón para configurar de manera manual el estado de salida digital ya sea en alto o bajo. La señal de control del relevador es bajo activo, por lo tanto la bobina es energizada cuando la DIO está en bajo.

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO; un reinicio myRIO ocasiona que todas las terminales de E/S digital vuelvan al modo de entrada.

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución,
- Orientación correcta del transistor - el transistor tiene una forma redonda en un lado y
- Orientación correcta del rectificador - cuando el rectificador esta al revés la bobina del relevador nunca alcanzará el nivel de voltaje necesario para activarse.

6.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: El relevador contiene una bobina electromagnética que opera como un interruptor de resorte. La corriente de la bobina es aproximadamente 100 mA, más allá de los límites de corriente de la salida digital de NI myRIO. El circuito interfaz utiliza un FET de canal p como interruptor para encender o apagar la corriente de bobina y un rectificador para manejar picos de voltaje cuando el transistor apaga la corriente de bobina.

Estudie el video Teoría de Interfaz de Relevador (youtu.be/jLFL9_EWlwl, 11:11) para aprender acerca de los principios de operación de los relevadores incluyendo: tamaño del transistor para la corriente de bobina del relevador, importancia del rectificador para manejar picos de voltaje de regreso y topologías de circuito para DIOs con resistores de polarización internos (Conector MSP).

Programación LabVIEW: Estudie el video *Canales de E/S Seleccionables en Tiempo de Ejecución* (youtu.be/uJW7CaL6L5c, 1:54) para aprender a utilizar los subVIs de E/S Digital de bajo nivel Open, Write y Close para crear un VI con selección de canales DIO en tiempo de ejecución, es decir, seleccione el

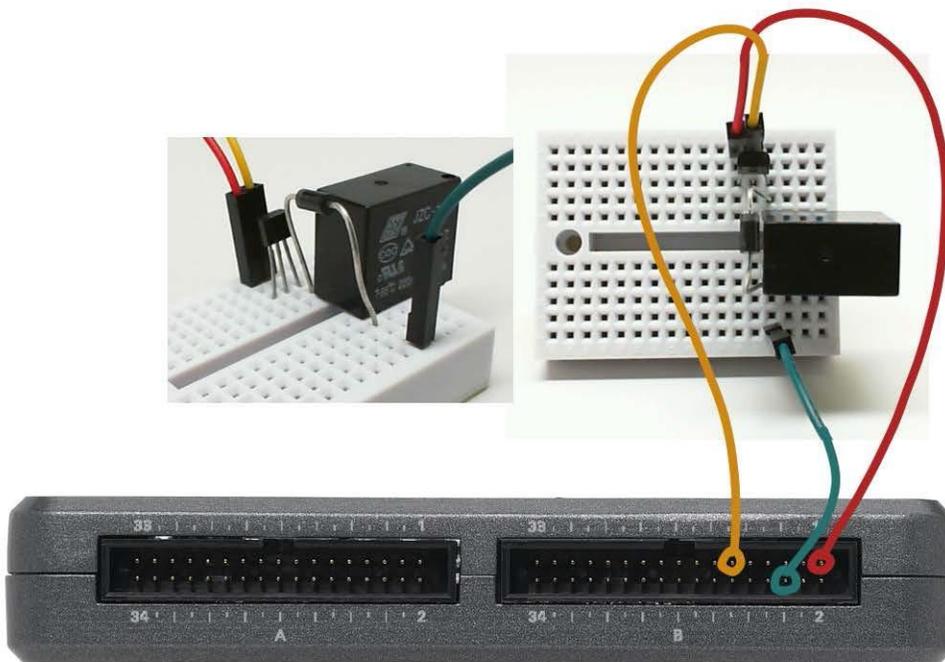
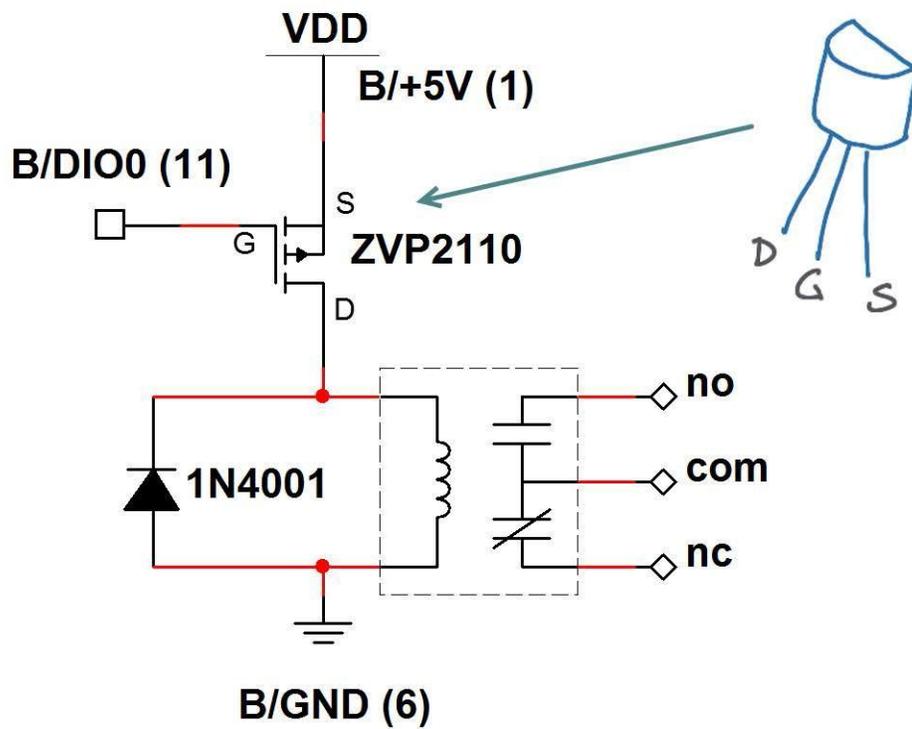


Figura 6.2: Circuito de demostración para relevador: diagrama esquemático, construcción recomendada en el protoboard y conexión al Conector MXP B de NI myRIO.

canal DIO directamente en el panel frontal en lugar de editar el VI.

6.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación de la Demostración Relevador* (youtu.be/W2iukd8WVIA, 3:30) para aprender los principios de diseño del Relay demo.lvproj y luego intente hacer estas modificaciones:

1. Agregue un control al panel frontal para ajustar la frecuencia ciclo especificada en Hertz; ¿a qué frecuencia el relevador es incapaz de continuar?
2. Parpadee dos LEDs para simular un cruce de ferrocarril; utilice los tres contactos del relevador "normalmente abierto" (NO), "normalmente cerrado" (NC) y "común" (COM) como se muestra en la Figura 6.2 en la página previa.
3. Construya y pruebe el circuito interfaz para un relevador controlado desde el conector MSP; ver la Figura 6.3. Seleccione C/DIO7 (pin 18) como la línea de control del relevador en el control de canal DIO de myRIO en el panel frontal. Alimente el circuito desde el conector MSP con C/+5V (pin 20) y la tierra digital C/DGND (pin 19).

6.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO en <http://www.ni.com/myrio/project-guide> para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el relevador con otros componentes y dispositivos.

6.5 Para Mayor Información

- *Using Relays (Tips & Tricks) por Jumper One*
~ Aprenda reducir el tiempo de conmutación y minimizar la corriente del relevador para aplicaciones alimentadas por batería:
<http://jumperone.com/2011/10/using-relays>

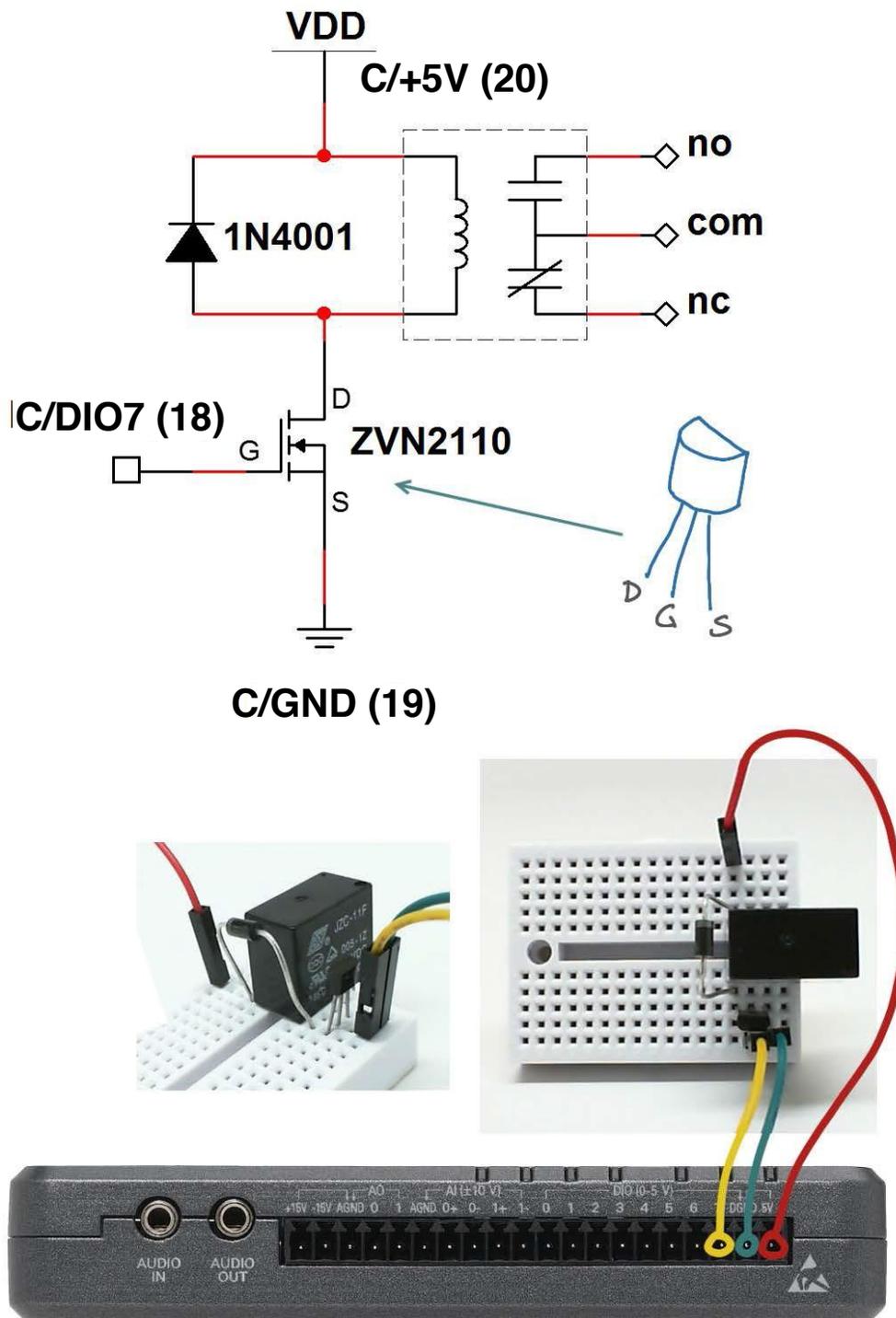


Figura 6.3: Circuito interfaz de relevador adecuado para resistores de polarización internos en el Conector MSP C de NI myRIO.

7 Potenciómetro

Un *potenciómetro* es un resistor variable de tres terminales. Cuando se conecta a una fuente de alimentación para formar un divisor de voltaje un potenciómetro actúa como un sensor de rotación proporcional. La Figura 7.1 muestra el potenciómetro incluido en el Paquete de Inicio para NI myRIO.



Figura 7.1: Potenciómetro del Paquete de Inicio para NI myRIO.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Discutir cómo el potenciómetro puede ser utilizado como un resistor variable o dos resistores variables complementarios conectados en serie,

2. Conectar un potenciómetro como un divisor de voltaje para producir un voltaje proporcional al ángulo de rotación y
3. Seleccionar la resistencia del potenciómetro para minimizar el consumo de potencia y efectos de carga..

7.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del potenciómetro.

Seleccione estas partes del Paquete de Inicio para NI myRIO:

- Potenciómetro, 10 k Ω , <http://www.supertech.com.tw/electronic/resistors/potentiometers/PDF/rotary3/23/R0904N.pdf>
- Protoboard
- Cables, M-H (3x)

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático y construcción recomendada en el protoboard en la Figura 7.2 en la página 29.

CONSEJO: *Aplane las dos pestañas en los lados del potenciómetro para que pueden colocarse en la superficie del protoboard.*

El circuito interfaz del potenciómetro requiere tres conexiones al Conector MXP B de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Potenciómetro P_{in} 1 → B/GND (pin 16)
2. Potenciómetro P_{in} 2 → B/AIO (pin 3)
3. Potenciómetro P_{in} 3 → B/+5V (pin 1)

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaque los contenidos a una ubicación conveniente.
- Abra el proyecto Potentiometer demo.lvproj contenido en la subcarpeta Potentiometer demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana “Deployment Process” mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción “Close on successful completion” para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: El VI demostrativo despliega el voltaje en la entrada analógica B/AIO. Gire la perilla del potenciómetro, debería observar un cambio correspondiente en el voltaje sentido en la entrada analógica. Debido a que el potenciómetro actúa como un divisor de voltaje ajustable entre tierra y la fuente de alimentación de 5 volts, debería observar que una rotación completa de la perilla del potenciómetro causa que el voltaje cambie de 0 a 5 volts.

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO; un reinicio myRIO ocasiona que todas las terminales de E/S digital vuelvan al modo de entrada.

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,

- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución y
- Terminales correctas de conector MXP — asegúrese que está utilizando el Conector B y que tiene las conexiones de terminal correctas.

7.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: El potenciómetro proporciona una resistencia fija entre las dos terminales exteriores, mientras que la terminal central se conecta a un punto de contacto móvil que hace que el potenciómetro aparezca como dos resistores variables. A medida que un resistor se incrementa en valor, el otro resistor se reduce en la misma cantidad. Al conectar el potenciómetro entre tierra y la fuente de alimentación produce un divisor de voltaje con voltaje de salida proporcional a la posición del contacto. Conectar este voltaje variable a la entrada analógica de NI myRIO proporciona un técnica de sentido conveniente para posición angular..

Estudie el video *Características de Potenciómetro* (youtu.be/3gwwF9rF_zU, 7:51) para aprender acerca del potenciómetro como una fuente de voltaje variable y también para aprender acerca de la selección del tamaño correcto del potenciómetro para minimizar la potencia requerida y también para minimizar efectos de carga que pudieran distorsionar la medición.

Programación LabVIEW: Estudie el video *Analog Input Express VI* (youtu.be/N6Mi-VjBlmc, 2:00) para aprender a utilizar el Analog Input Express VI para medir el voltaje de salida del divisor.

7.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación de la Demostración Potenciómetro* (youtu.be/RYeKluU6DX8, 3:07) para aprender los principios de la demostración Potenciómetro y luego intente realizar estas modificaciones al diagrama de bloques Main.vi:

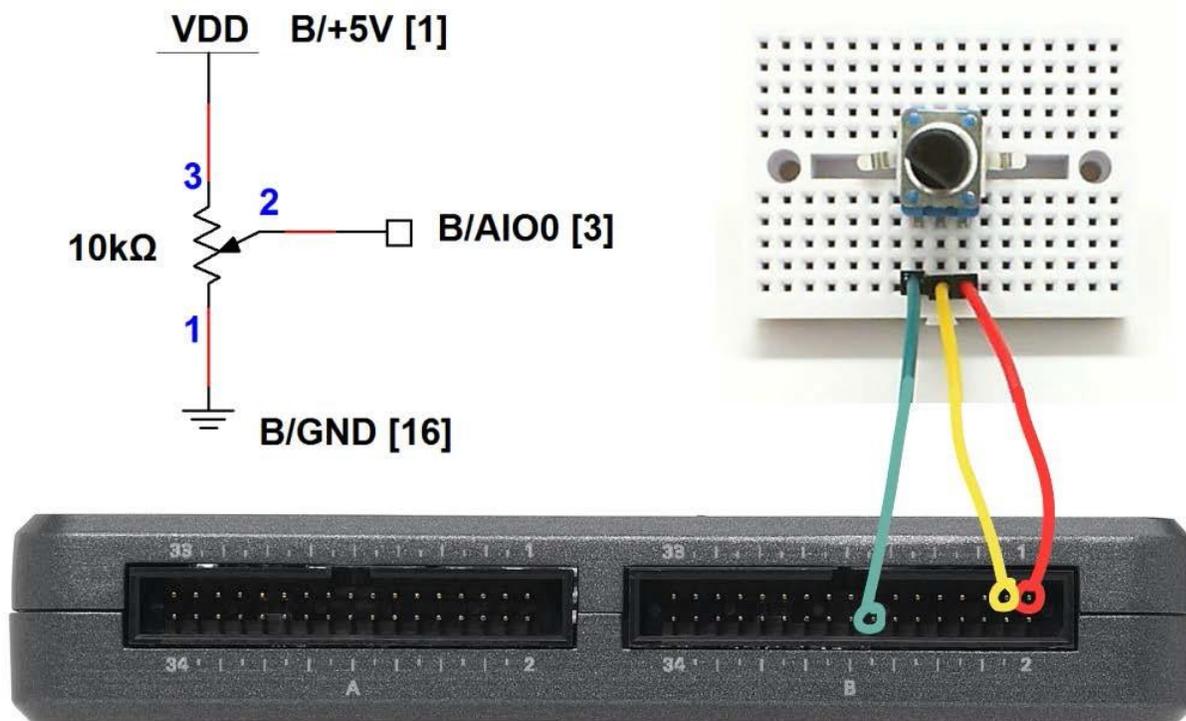


Figura 7.2: Circuito demostrativo para potenciómetro: diagrama esquemático, construcción recomendada en el protoboard y conexión al Conector MXP B de NI myRIO.

1. Haga el control del panel frontal seleccionable,
2. Reemplace el indicador de perilla con otro tipo de indicador,
3. Conecte a una entrada DIO y monitoree su estado dentro de un ciclo; ajuste el voltaje del potenciómetro para localizar los bordes de histéresis de la entrada digital y
4. Realice un indicador de gráfico de barras de la posición de la perilla con LEDs.

7.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide> para ideas interesantes de

proyectos de integración que combinan el potenciómetro con otros componentes y dispositivos.

7.5 Para Mayor Información

- *Potentiometer* por Resistorguide ~ Describe una variedad de tipos de potenciómetro y características:

<http://www.resistorguide.com/potentiometer>

8 Termistor

El *termistor* – una contracción de "térnico" y "resistor" - es un semiconductor de dos terminales cuya resistencia varía con la temperatura. La mayoría de los termistores son de tipo *coeficiente negativo de temperatura* (NTC), lo que significa que su resistencia varía de manera inversa con la temperatura. La Figura 8.1 muestra el termistor incluido en el Paquete de Inicio para NI myRIO.

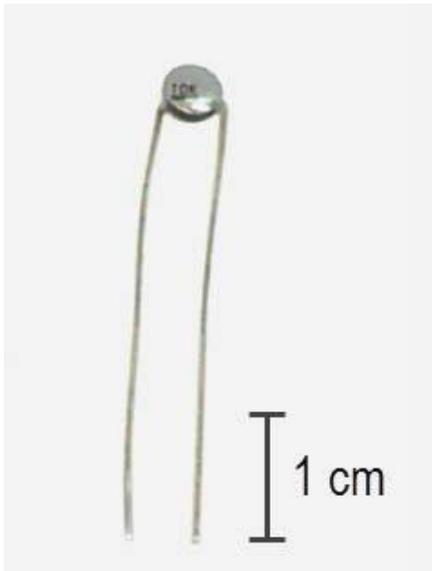


Figura 8.1: Termistor del Paquete de Inicio para NI myRIO.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Explicar los principios de operación del termistor,
2. Medir la resistencia del termistor con un divisor de voltaje y entrada analógica,
3. Convertir la resistencia medida a temperatura con la ecuación de termistor Steinhart-Hart y
4. Calcular el resistor divisor de voltaje para la mejor sensibilidad y rango.

8.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del termistor.

Seleccione estas partes del Paquete de Inicio para NI myRIO:

- Termistor, 10 k Ω , EPCOS B57164K103J, http://www.epcos.com/inf/50/db/ntc_09/LeadedDisks__B57164_K164.pdf
- Resistor, 10 k Ω
- Capacitor de disco cerámico 0.1 μ F, marcado "104", <http://www.avx.com/docs/Catalogs/class3-sc.pdf>
- Protoboard
- Cables, M-H (4x)

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático y construcción recomendada en el protoboard en la Figura 8.2 en la página 33. El circuito interfaz del potenciómetro requiere cuatro conexiones al Conector MXP B de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Fuente de alimentación de 5 volts \rightarrow B/+5V (pin 1)
2. Tierra \rightarrow B/GND (pin 6)

3. Medición de temperatura → B/AI0 (pin 3)
4. Medición de voltaje de alimentación → B/AI1 (pin 5)
5. Mida la resistencia del resistor de 10 kΩ con un ohmímetro, este valor es requerido por el VI de LabVIEW.

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaque los contenidos a una ubicación conveniente.
- Abra el proyecto Thermistor_demo.lvproj contenido en la subcarpeta Thermistor_demo,
- Expande el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana “Deployment Process” mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción “Close on successful completion” para hacer que el VI inicie de manera automática.

Ingrese la resistencia medida del resistor de 10 kΩ como R [ohms].

Resultados Esperados: El VI demo despliega la resistencia medida de su termistor, espere ver un valor cercano a 10 kΩ a temperatura ambiente. Intente calentar el termistor tocando suavemente el cuerpo del termistor con la punta de sus dedos; podría también utilizar un popote o secadora de cabello para soplar aire caliente al termistor. Debería observar que la resistencia se reduce. ¿Qué tan bajo puede hacer el valor de la resistencia?

Utilice una pequeña bolsa de plástico llena de cubos de hielo. Rodee el termistor con hielo y observe como la resistencia aumenta. ¿Qué tan alto puede hacer el valor de la resistencia?

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO; un reinicio myRIO ocasiona que todas las terminales de E/S digital vuelvan al modo de entrada.

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución y
- Terminales correctas de conector MXP — asegúrese que está utilizando el Conector B y que tiene las conexiones de terminal correctas.

8.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: La construcción de un divisor de voltaje de un termistor y un resistor de valor fijo ofrece una forma efectiva y fácil de construir un circuito de interfaz. El colocar el termistor en la rama superior del divisor hace que el valor medido de voltaje se incremente con alta temperatura.

Estudie el video *Características de Termistor* (youtu.be/US406sjBUxY, 4:54) para aprender más acerca de las características del termistor y la *ecuación del termistor Steinhart-Hart* que convierte la resistencia medida del termistor temperatura en grados Kelvin. Estudie *Medida de Resistencia de Termistor* (youtu.be/PhZ2QICrwuQ, 6:10) para aprender a medir la resistencia del termistor con un divisor de voltaje y también cómo calcular el resistor R para la mejor sensibilidad y rango. También vea *Mida Resistencia con un Divisor de Voltaje* (youtu.be/9KUVD7RkxNI, 9:44) para un tratamiento más completo de divisores de voltaje como una técnica de medición.

Programación LabVIEW: Estudie el video *Analog Input Express VI* (youtu.be/N6Mi-VjBlmc, 2:00)

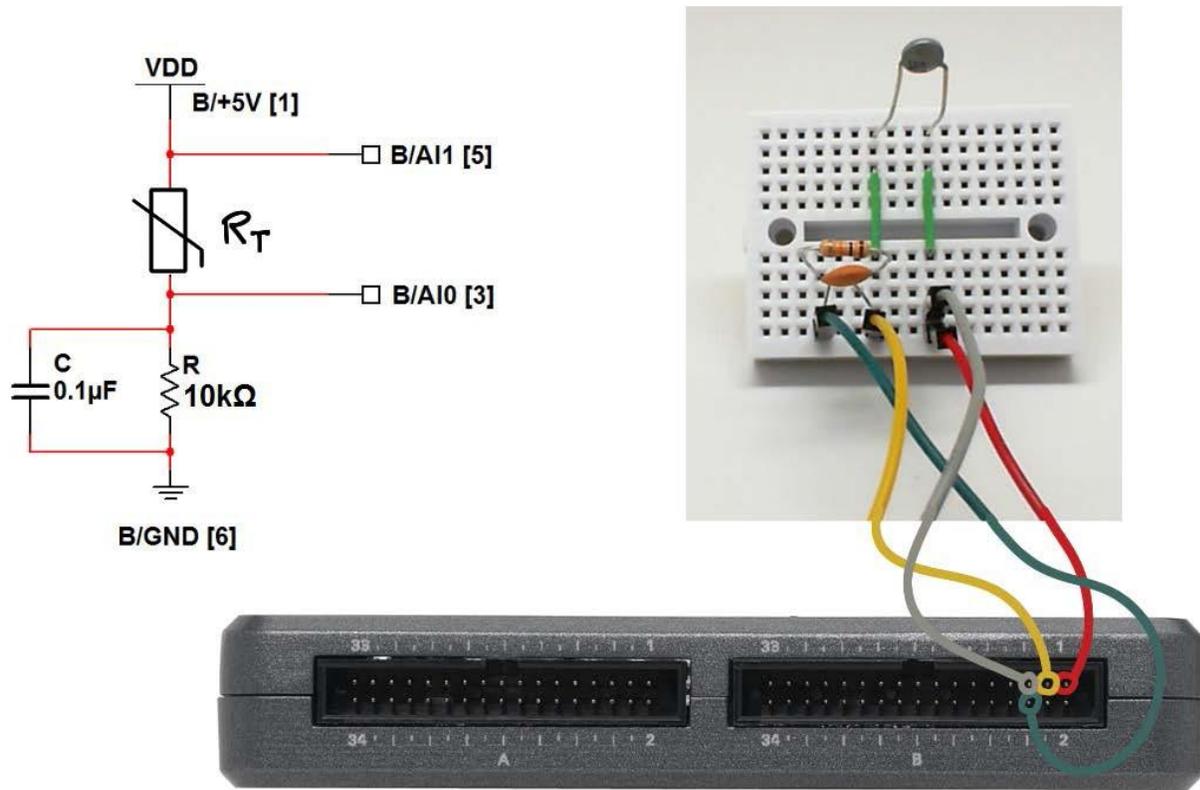


Figura 8.2: Circuito demostrativo para LED termistor: diagrama esquemático, construcción recomendada en el protoboard y conexión al Conector MXP B de NI myRIO.

para aprender a utilizar el Analog Input Express VI para medir la salida primaria del divisor de voltaje así como el voltaje de alimentación del divisor de voltaje..

8.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación de la Demostración Termistor* (youtu.be/xi0VlpGpf4w, 2:28) para aprender los principios de diseño de la demostración Termistor y luego intente hacer estas modificaciones al diagrama de bloques Main.vi:

1. Agregue el cálculo necesario para convertir la resistencia medida a temperatura en grados Centígrados; despliegue la temperatura en el indicador grande del panel frontal. Utilice los subVIs de Mathematics | Elementary | Natural Logarithm y Mathematics | Polynomial | Polynomial Evaluation. Utilice los valores de los coeficientes polinomiales presentados en el video anterior.
2. Modifique el despliegue de su temperatura en grados Fahrenheit.
3. Coloque un indicador Booleano para indicar cuando la temperatura medida sea mayor (o menor) de un rango predefinido.

8.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide>

para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el termistor con otros componentes y dispositivos.

8.5 Para Mayor Información

- *Thermistors* por National Instruments ~ Características de termistores y la ecuación de termistor Steinhart-Hart:
<http://zone.ni.com/reference/en-XX/help/370466V-01/measfunds/thermistors>
- *NTC Thermistors* por Vishay ~ Aprenda acerca de los principios de operación de termistores, criterio de selección y circuitos ejemplo y aplicaciones:
<http://www.vishay.com/docs/29053/ntcintro.pdf>

9 Fococelda

Una *fococelda* es un dispositivo de dos terminales fabricado de sulfuro de cadmio (CdS) y con una resistencia que varía con la iluminación en el espectro visible de 400 a 700 nm. La fococelda mostrada en la Figura 9.1 tiene una resistencia que varía en muchos órdenes de magnitud: 10 k Ω a iluminación moderada, menos de 100 Ω a alta iluminación y más de 10 M Ω en la oscuridad.

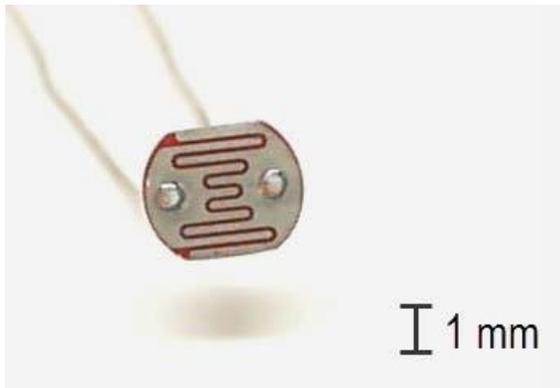


Figura 9.1: Fococelda del Paquete de Inicio para NI myRIO.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Describir los principios de operación de la fococelda.,
2. Medir la resistencia de la fococelda con un divisor de voltaje y entrada analógica y

3. Determinar el resistor del divisor de voltaje para la mejor sensibilidad y rango de medición.

9.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta de la fococelda.

Seleccione estas partes del Paquete de Inicio para NI myRIO:

- Fococelda, API PDV-P9203, http://www.advancedphotonix.com/ap_products/pdfs/PDV-P9203.pdf
- Resistor, 10 k Ω
- Protoboard
- Cables, M-H (3x)

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático y construcción recomendada en el protoboard en la Figura 9.2 en la página siguiente. El circuito interfaz requiere tres conexiones al Conector MXP B de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Fuente de alimentación de 5 volts
→ B/+5V (pin 1)
2. Tierra → B/GND (pin 6)
3. Fococelda de medición → B/AI0 (pin 3)

Mida la resistencia del resistor de 10 k Ω con un ohmímetro, pues este valor es requerido por el VI de LabVIEW.

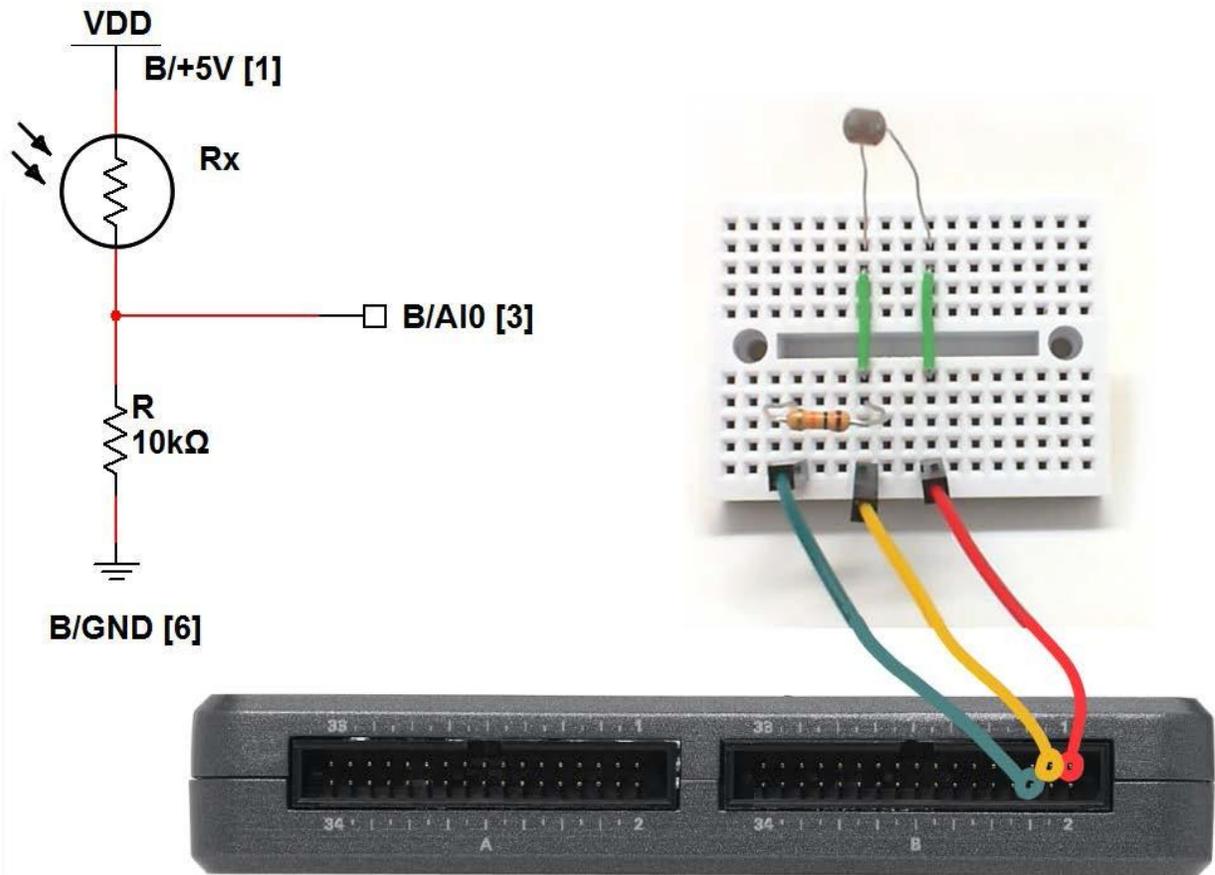


Figura 9.2: Circuito demostrativo para fotocelda: diagrama esquemático, construcción recomendada en el protoboard y conexión al Conector MXP B de NI myRIO.

Ejecute el VI demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaque los contenidos a una ubicación conveniente.,
- Abra el proyecto Photocell_demo.lvproj contenido en la subcarpeta Photocell_demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana “Deployment Process” mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción “Close on successful completion” para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: El VI demo despliega la resistencia medida de la fotocelda; espere ver valores en el rango de 1 k Ω a 10 k Ω a iluminación moderada. Intente bloquear la luz con una cubierta u objeto cilíndrico tal como un popote negro. Debería observar que la resistencia aumenta. ¿Qué tal alta puede hacer la resistencia?

Utilice una lámpara o LED brillante como iluminación; debería observar que la resistencia se reduce. ¿Qué tan baja puede hacer la resistencia?

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO; un reinicio myRIO ocasiona que todas las terminales de E/S digital vuelvan al modo de entrada.

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución y
- Terminales correctas de conector MXP — asegúrese que está utilizando el Conector B y que tiene las conexiones de pin correctas.

9.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: La construcción de un divisor de voltaje con una fotocelda y valor fijo de resistor ofrece un circuito interfaz efectivo y fácil de construir. El colocar la fotocelda en la parte superior del divisor hace que el voltaje medido se incremente con mayor iluminación..

Estudie el video *Características de Fotocelda* (youtu.be/geNeoFUjMjQ, 4:45) para aprender las características de las fotocelda y luego estudie *Mida Resistencia con un Divisor de Voltaje* (youtu.be/9KUVd7RkxNI, 9:44) para aprender a medir la resistencia de la fotocelda con un divisor de voltaje y también cómo seleccionar apropiadamente la resistencia R para maximizar la sensibilidad y el rango.

Programación LabVIEW: Estudie el video *Analog Input Express VI* (youtu.be/N6Mi-VjBlmc, 2:00) para aprender a utilizar el Analog Input Express VI para medir la salida primaria del divisor de voltaje.

9.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación de la Demostración Fotocelda* (youtu.be/jZQqsc5GmoY, 3:07) para aprender los principios de la demostración Fotocelda y luego intente hacer estas modificaciones al diagrama de bloques Main.vi:

1. Agregue un control Booleano al panel frontal para hacer que la configuración del panel frontal sea seleccionable por el usuario, es decir, un estado del control corresponde a la fotocelda en la parte inferior mientras que el otro estado selecciona la parte superior. Confirme que su modificación funciona de manera apropiada cambiando posiciones de la fotocelda y el resistor.
2. Cree un detector de "luces encendidas de habitación" con un nodo adecuado de la subpaleta Programming | Comparison y un indicador Booleano en el panel frontal. Incluya una resistencia de umbral seleccionable por el usuario como un control numérico en el panel frontal.
3. Debido a que las entradas analógicas no son tan abundantes como las entradas digitales, cree el mismo comportamiento de detector de "luces encendidas de habitación", pero haga la comparación directamente como una entrada digital; estudie *Detector de Umbral de Sensor Resistivo* (youtu.be/TqLXJroefTA, 9:22) para aprender el procedimiento de diseño.

9.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide>

para ideas interesantes de proyectos de integración que la fotocelda con otros componentes y dispositivos.

9.5 Para Mayor Información

- *Photocell Tutorial* por Digital DIY ~ Un tutorial excelente con muchos tipos de circuitos interfaz para entradas analógicas y digitales:

<http://digital-diy.com/general-electronics/269-photocell-tutorial.html>

- *Photocells* por Adafruit ~ Un buen resumen de fotocelda de CdS con aplicaciones interesantes tales como control de motor basado en luz, robots seguidores de línea y sensor de apuntador láser:

<http://learn.adafruit.com/photocells/overview>

- *Photocell Tutorial* por Digital DIY ~ Varios circuitos detectores de luz, incluyendo una versión de fotocelda dual que actúa como cerrojo biestable.

<http://digital-diy.com/general-electronics/269-photocell-tutorial.html>

10 Micrófono *Electret*

Un micrófono sirve como un sensor acústico para grabar señales de audio y para monitorear nivel acústico. Los micrófonos *electret* proporcionan buen rendimiento a bajo costo. El micrófono electret Chenyun CY-502 mostrado en la Figura 10.1 está diseñado para conectarse directamente a entradas de tarjetas de audio de computadoras laptop y también puede conectarse directamente al conector AUDIO IN de NI myRIO.



Figura 10.1: Micrófono electret del Paquete de Inicio para NI myRIO.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Discutir el principio operativo del micrófono electret basado en capacitancia de placa en paralelo,

2. Aplicar la "alimentación fantasma" proporcionada por el conector AUDIO IN de NI myRIO para alimentar el cambiador de nivel de impedancia JFET del micrófono electret y
3. Incrementar la ganancia del micrófono con un simple circuito preamplificador en línea alimentado por el conector AUDIO IN de NI myRIO.

10.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del micrófono.

Seleccione estas partes del Paquete de Inicio para NI myRIO:

- Micrófono de computadora Chenyun CY-502, http://www.chenyun.cc/product_en.asp?ProductID=859

Construya el circuito interfaz: Este micrófono integra un conector de audio de 3.5 mm que puede conectarse directamente al conector AUDIO IN de NI myRIO, por lo que no se requiere ningún circuito especial. Refiérase al diagrama en la Figura 10.2 en la página siguiente.

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaque los contenidos a una ubicación conveniente.,
- Abra el proyecto Electret Microphone demo.lvproj contenido en la subcarpeta Electret Microphone demo,



Figura 10.2: Circuito demostrativo para micrófono electret conectado directamente a AUDIO IN.

- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana “Deployment Process” mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción “Close on successful completion” para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados Esperados: El VI demo despliega la señal de audio detectada por el micrófono como un despliegue de osciloscopio.

Intente silbar, hablar, cantar, o cualquier otro sonido,

debería ver la forma de onda correspondiente. Necesitará colocar el micrófono bastante cerca a la fuente de sonido.

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO.

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución y Micrófono conectado a AUDIO IN en lugar de AUDIO OUT.

10.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: El micrófono electret Chenyun CY-502 produce una señal de audio monofónica (un solo canal) de fracciones de volts a más de un volt dependiendo de la proximidad e intensidad de la fuente de audio.

Estudie el video *Principios de Micrófono Electret y Circuito Preamplificador* (youtu.be/izJni0PM0bl, 8:48) para aprender acerca del principio de operación del micrófono electret y el circuito equivalente NI myRIO para AUDIO IN que proporciona alimentación al micrófono electret así como el acoplamiento de la señal de CA; el video también describe un circuito simple preamplificador de audio de tres componentes (Figura 10.3 en la página siguiente) que aplica un factor de ganancia de más de 100 para mejorar la sensibilidad del micrófono.

10.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación del Micrófono Electret* (youtu.be/kZoFwQRYz98, 2:52) para aprender los principios de diseño del demo Micrófono Electret y luego intente hacer estas modificaciones al diagrama de bloques de Main.vi:

1. Agregue visualización de espectro de la amplitud en tiempo real; utilice la versión punto a punto del subVI Amplitude and Phase Spectrum ubicado en la subpaleta Signal Processing | Point by Point | Spectral.
2. Agregue un medidor de VU (volumen) que despliegue la intensidad de señal; utilice la salida AC del subVI AC & DC Estimator PtByPt ubicado en la subpaleta Signal Processing | Point by Point | Sig Operation.
3. Intente construir el circuito preamplificador de audio simple de tres componentes de la Figura 10.3 en la página siguiente si encuentra que el micrófono electret proporciona sensibilidad insuficiente para su aplicación. Podría construir este circuito en una pequeña "tarjeta perforada" (tarjeta de plástico perforada con agujeros en centros de 0.1") con un conector en un lado para el CY-502 y otro conector en el otro lado; utilice un conector en el lado de salida para utilizar el cable de audio incluido con su NI myRIO. El resistor de opcional de 2.2 k Ω resistor conectado a la fuente de alimentación de cinco volts duplica el espacio de la señal a ± 2 volts y maximiza la señal disponible para el convertidor analógico a digital de AUDIO IN.

10.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide> para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el micrófono electret con otros componentes y dispositivos.

<http://www.ni.com/myrio/project-guide> para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el micrófono electret con otros componentes y dispositivos.

10.5 Para Mayor Información

- *Computer Microphones* por Hobby-Hour.com
~ Describe la conexión del anillo de la punta del conector y las conexiones de alimentación para micrófonos electret y tarjetas de sonido de computadoras: http://www.hobby-hour.com/electronics/computer_microphone.php
- *Electret Microphones* por Open Music Labs ~
Un desmontaje detallado y explicación de los principios de operación del micrófono electret:
<http://www.openmusiclabs.com/learning/sensors/electret-microphones>
- *Preamp to Electret Mic* por Instructables ~
Un simple y efectivo preamplificador para elevar el nivel de voltaje del micrófono electret a nivel de línea:
<http://www.instructables.com/id/Pre-amp-to-electret-mic>

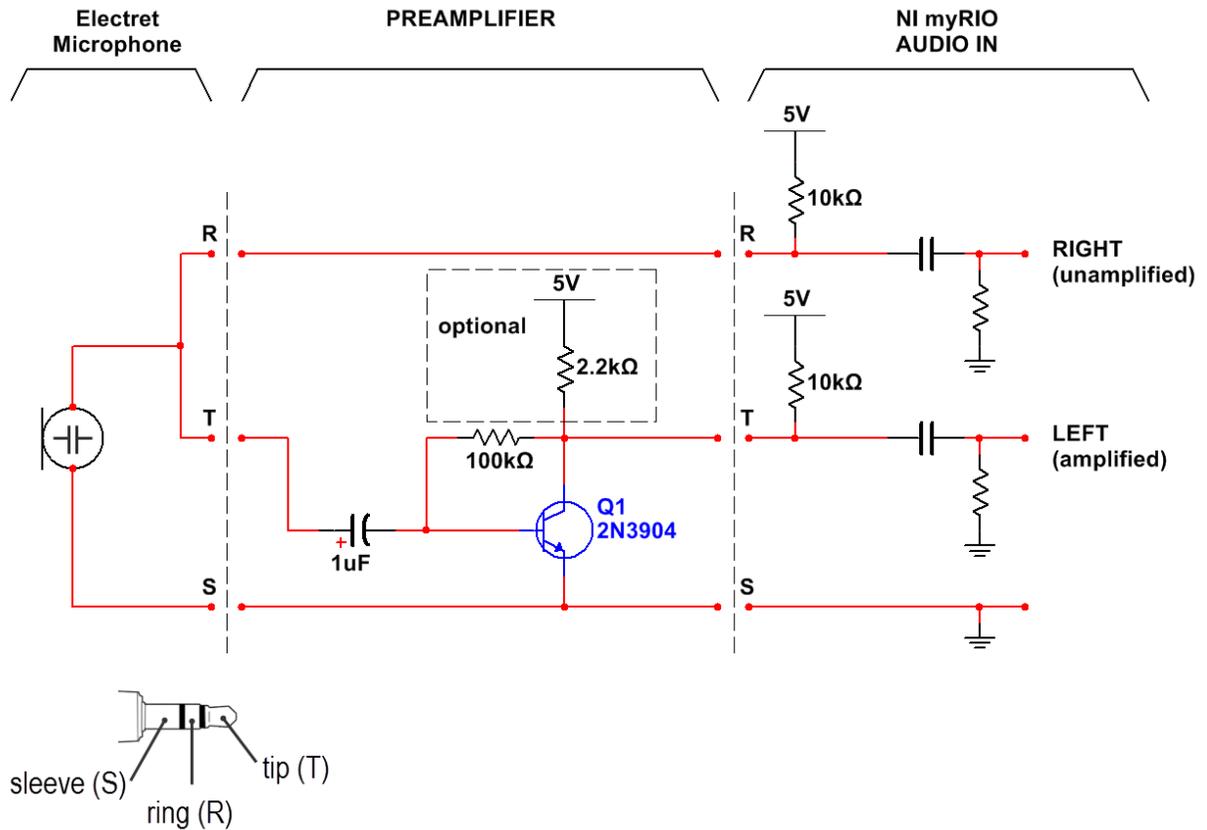


Figura 10.3: Circuito preamplificador para conectar entre el micrófono electret y AUDIO IN. El conector AUDIO IN de NI myRIO proporciona alimentación para el micrófono electret y el circuito preamplificador. El resistor opcional de 2.2 kΩ conectado a la fuente de cinco volts de NI myRIO duplica la altura de la señal a ± 2 volts.

11 Zumbador/Bocina

El zumbador/bocina mostrado en la Figura 11.1 (también llamado transductor magnético) genera tonos sobre gran parte del espectro de frecuencia audible. La bobina de la bocina está diseñada para operación encendido-apagado (5 volts a 80 mA en encendido), por lo tanto ciclar la bocina con una onda cuadrada creada desde una salida digital es la forma más directa de operar la bocina. Un circuito interfaz basado en transistor es requerido para manejar la bobina.

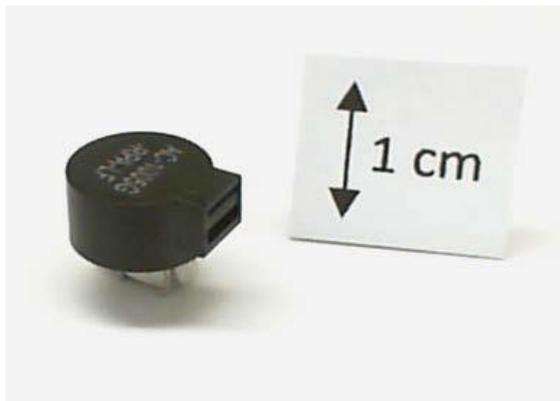


Figura 11.1: Zumbador/bocina del Paquete de Inicio para NI myRIO.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Describir el principio de operación del zumbador/bocina basado en una bobina electromagnética que vibra un pequeño diafragma,

2. Seleccionar un transistor para manejar la bobina desde una salida digital,
3. Proteger el transistor de picos de voltaje de regreso cuando el transistor enciende y apaga la corriente y
4. Diseñar el circuito interfaz para funcionar con salidas digitales que incluyan resistores de polarización.

11.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del zumbador/bocina.

Seleccione estas partes del Paquete de Inicio para NI myRIO:

- Zumbador/bocina, Soberton GT-0950RP3, <http://www.soberton.com/product/gt-0950rp3>
- Diodo de señal pequeña 1N3064, <http://www.fairchildsemi.com/ds/1N/1N3064.pdf>
- Transistor npn 2N3904, <http://www.fairchildsemi.com/ds/MM/MMBT3904.pdf>
- Resistor, 1.0 k Ω
- Protoboard
- Cables, M-H (3x)

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático y construcción recomendada en el protoboard en la Figura 11.2 en la página 45. Note que las dos terminales del zumbador/bocina no se adaptan a centros de décimos de pulgada, sin embargo quedan bien en dos

agujeros diagonalmente adyacentes del protoboard. El circuito interfaz requiere tres conexiones al Conector MXP B de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Fuente de alimentación de 5 volts → B/+5V (pin 1)
2. Tierra → B/GND (pin 6)
3. Control zumbador/bocina → B/PWM0 (pin 27)

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaquete los contenidos a una ubicación conveniente.
- Abra el proyecto Buzzer-Speaker demo.lvproj contenido en la subcarpeta Buzzer-Speaker demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana “Deployment Process” mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción “Close on successful completion” para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: Su zumbador/bocina debería generar un tono de baja frecuencia a 40 Hz. Mueva el control de frecuencia [Hz] del panel frontal para incrementar la frecuencia. ¿A qué frecuencia está la salida de sonido a su nivel máximo? ¿Cuál es la frecuencia más alta que puede escuchar? Intente bloquear el puerto (agujero rectangular) - ¿cómo afecta esto al sonido a diferentes frecuencias?

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO; un reinicio myRIO ocasiona que todas las terminales de E/S digital vuelvan al modo

de entrada.

Consejos de diagnóstico: ¿No escucha los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución,
- Orientación correcta del transistor - el transistor tiene un forma redonda en un lado y
- Orientación correcta del diodo - cuando el diodo está al revés la bobina de zumbador/bocina nunca alcanzará el nivel de voltaje necesario para activarse.

11.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz : El zumbador/bocina contiene una bobina electromagnética que vibra un pequeño diafragma. La corriente de la bobina es aproximadamente 80 mA, mucho más de los límites de corriente de la salida digital de NI myRIO. El circuito interfaz utiliza un transistor NPN como interruptor para activar la corriente de la bobina y un diodo para proteger el transistor contra picos de voltaje cuando el transistor se apaga de manera abrupta.

Estudie el video *Características del Zumbador/bocina* (youtu.be/8lbTWH9MpV0, 5:14) para aprender más acerca de las características del zumbador/bocina y los principios de diseño del circuito interfaz incluyendo: calculo del transistor para la corriente de bobina, importancia del diodo para manejar picos de voltaje y topologías de circuito para DIOs con resistores de polarización internos (conector MXP y MSP).

Programación LabVIEW: Estudie el video *PWM Express VI* (youtu.be/mVN9jfwXleI, 2:41) para aprender a utilizar el PWM Express VI (PWM = modulación por ancho de pulso) para crear una salida de forma de onda cuadrada en B/PWM0 (pin 27) en el rango de frecuencia de 40 Hz a 40 kHz con ancho de pulso ajustable..

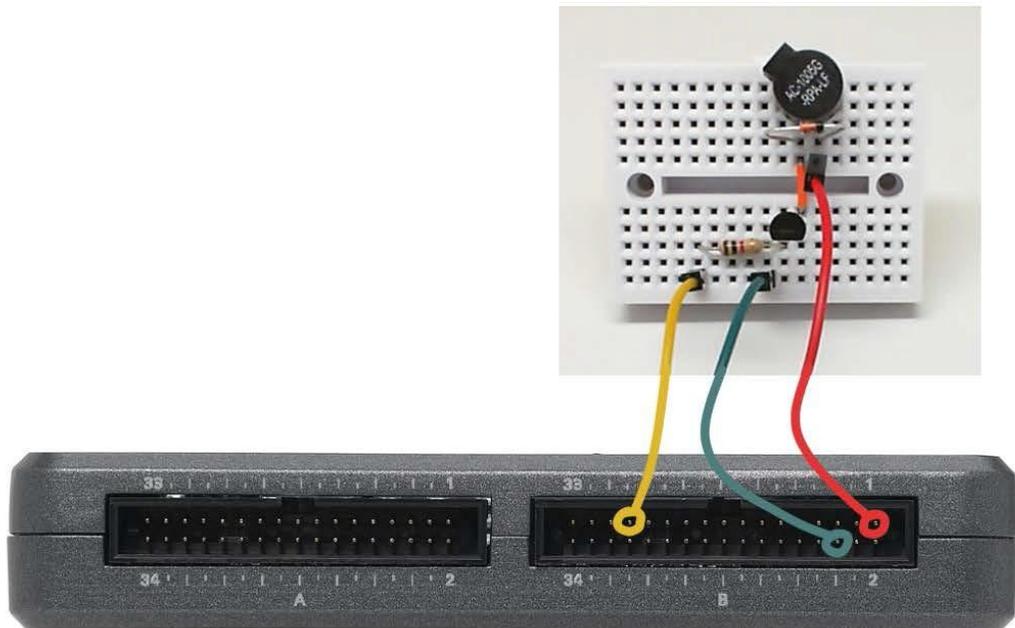
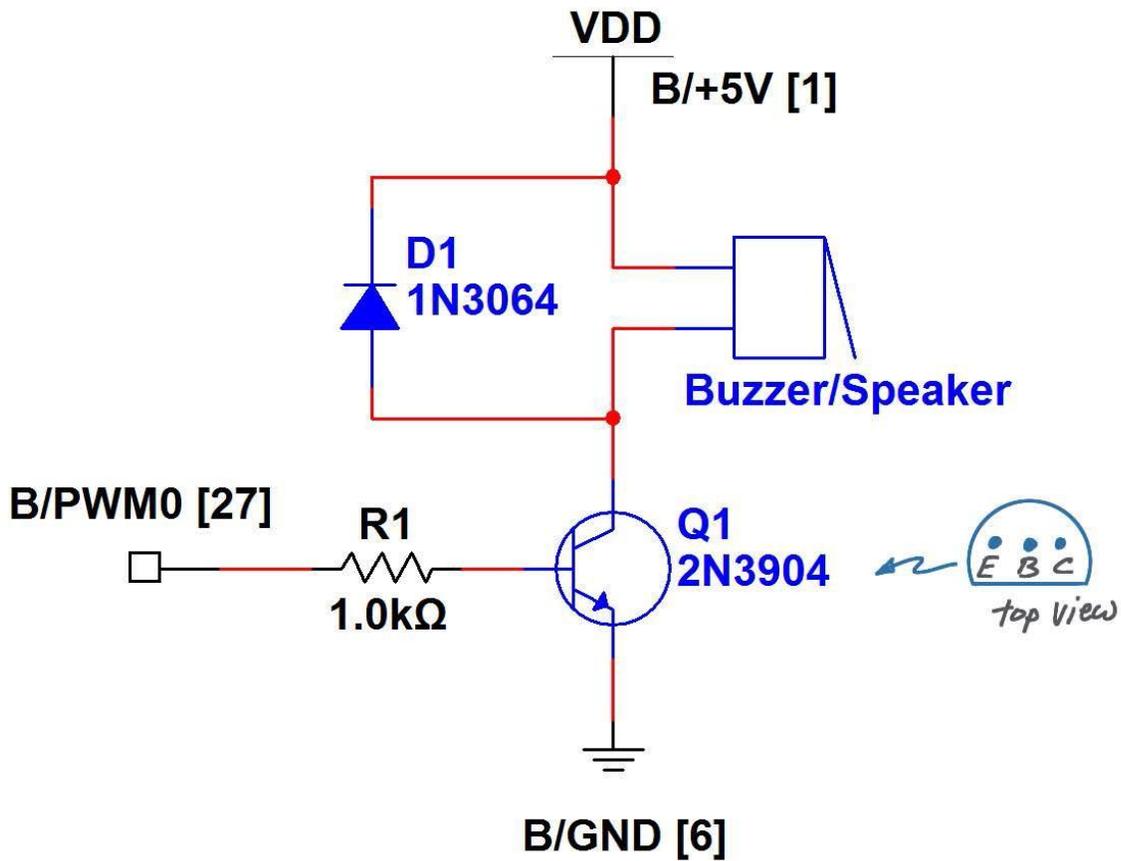


Figura 11.2: Circuito demostrativo para zumbador/bocina: diagrama esquemático, construcción recomendada en el protoboard y conexión al Conector MXP B de NI myRIO.

11.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación de la Demostración Zumbador/bocina* (youtu.be/kW4v16GuAFE, 2:06) para aprender los principios de diseño de la demostración Zumbador/Bocina y luego intente hacer estas modificaciones al diagrama de bloques Main.vi:

1. Agregue un control al panel frontal para ajustar el ancho de pulso de forma de onda (llamado ciclo de trabajo) entre 0 % y 100 %. ¿Cómo afecta la calidad del tono un pulso angosto (bajo ciclo de trabajo) a varias frecuencias?
2. Cree una alarma de dos tonos con un control Booleano en el panel frontal como habilitador. Revise Discrete LED demo.lvproj de la Sección 2.3 en la página 7 para aprender a realizar un oscilador de dos estados.

11.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide>

para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el zumbador/bocina con otros componentes y dispositivos.

11.5 Para Mayor Información

- *Products* por Soberton Inc. ~ Descubra productos relacionados al zumbador/bocina en el Paquete de Inicio para NI myRIO:

<http://www.soberton.com/products>

12 Motor

El motor de DC de bajo voltaje mostrado en la Figura 12.1 proporciona suficiente potencia mecánica para controlar pequeños ventiladores o para girar objetos de peso ligero. Mientras que el voltaje es relativamente pequeño de 1.5 - 4.5 volts, la corriente puede ser tan alta en el rango de cientos de miliamperes o hasta varios amperes en condiciones de paro (rotor bloqueado). Por esta razón un MOSFET de potencia es utilizado como controlador de motor. La Figura 12.1 muestra el motor DC del Paquete de Inicio para NI myRIO.



Figura 12.1: Motor DC del Paquete de Inicio para NI myRIO.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Describir los principios de operación del motor de DC,
2. Calcular el transistor adecuado para controlar el motor bajo varias condiciones de carga,

3. Proteger el transistor contra picos de voltaje cuando el transistor conmuta la corriente del motor,
4. Diseñar un circuito cambiador de nivel de voltaje de 3.3 volts a 5 volts y,
5. Diseñar el circuito interfaz para trabajar con salidas digitales que incluyan resistores de polarización.

12.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del termistor.

Seleccione estas partes del Paquete de Inicio para NI myRIO:1

- Motor DC, http://www.mabuchi-motor.co.jp/cgi-bin/catalog/e_catalog.cgi?CAT_ID=ff_180phsh
- Rectificador de propósito general 1N4001, <http://www.vishay.com/docs/88503/1n4001.pdf>
- MOSFET de modo enriquecimiento de canal n ZVN2110A, <http://www.diodes.com/datasheets/ZVN2110A.pdf>
- MOSFET de modo enriquecimiento de canal p ZVP2110A, <http://www.diodes.com/datasheets/ZVP2110A.pdf>
- MOSFET de potencia de modo enriquecimiento de canal n IRF510, <http://www.vishay.com/docs/91015/sihf510.pdf>
- Protoboard
- Cables, M-H (4x)

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático y construcción recomendada en el protoboard en la Figura 12.2. El circuito interfaz del potenciómetro requiere cuatro conexiones al Conector MXP B de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Fuente de alimentación de 5 volts → B/+5V (pin 1)
2. Fuente de alimentación de 3.3 volts → B/+3.3V (pin 33)
3. Tierra → B/GND (pin 30)
4. Control del motor → B/DIO8 (pin 27)

VI Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaque los contenidos a una ubicación conveniente.
- Abra el proyecto Motor demo.lvproj contenido en la subcarpeta Motor demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana “Deployment Process” mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción “Close on successful completion” para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: De clic en el botón de estado de DIO para configurar la salida digital en su estado bajo, el motor debería dar vuelta a máxima velocidad, luego de clic en el botón nuevamente para detener el motor. Note que el circuito interfaz del controlador del motor es *bajo activo*.

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO; un reinicio myRIO ocasiona que todas las terminales de E/S digital vuelvan al modo de entrada.

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución,
- Orientación correcta del transistor - con cuidado siga los diagramas de pines para cada transistor; de manera especial note que el IRF510 tiene el pin de compuerta en un lado en lugar de estar al centro tal como los MOSFETs de baja potencia y
- Orientación correcta del rectificador - cuando el rectificador está al contrario el motor nunca alcanzará el nivel de voltaje necesario para activarse.

12.2 Teoría de Interfaz

Circuito Interfaz: El motor requiere aproximadamente 180 mA (a 3.3 V) sin carga y más de 1000 mA cuando se ejecuta a máxima eficiencia, tres veces más alto que la corriente máxima disponible en los tres conectores NI myRIO combinados. Detener el motor debido a carga excesiva o bloqueo del rotor demanda mucho mayor corriente porque la resistencia efectiva del motor es menor a 1 Ω . Por estas razones el MOSFET IRF510 de canal n sirve como un interruptor de estado sólido de alta corriente para operar el motor. Debido a que el rango de voltaje de umbral $V_{GS(th)}$ del IRF510 va de 2 a 4 V la salida de voltaje DIO de 3.3 V de NI myRIO no es suficiente para activar el IRF510. Los dos MOSFETs de baja potencia configurados como un inversor lógico CMOS alimentado por la fuente de 5 V actúa como cambiador de nivel de 3.3 a 5 V para asegurar que el voltaje de compuerta del IRF510 es 0 V (apagado) o 5 V (encendido).

Estudie el video *Teoría de Interfaz de Motor* (youtu.be/C_22XZaL5TM, 6:49) para aprender más acerca de los principios de operación del motor y los principios de diseño de circuitos de interfaz incluyendo: calculo del tamaño del transistor de potencia para corriente de motor bajo varias condiciones de carga, importancia del rectificador para manejar picos de voltaje, circuito de cambio de nivel

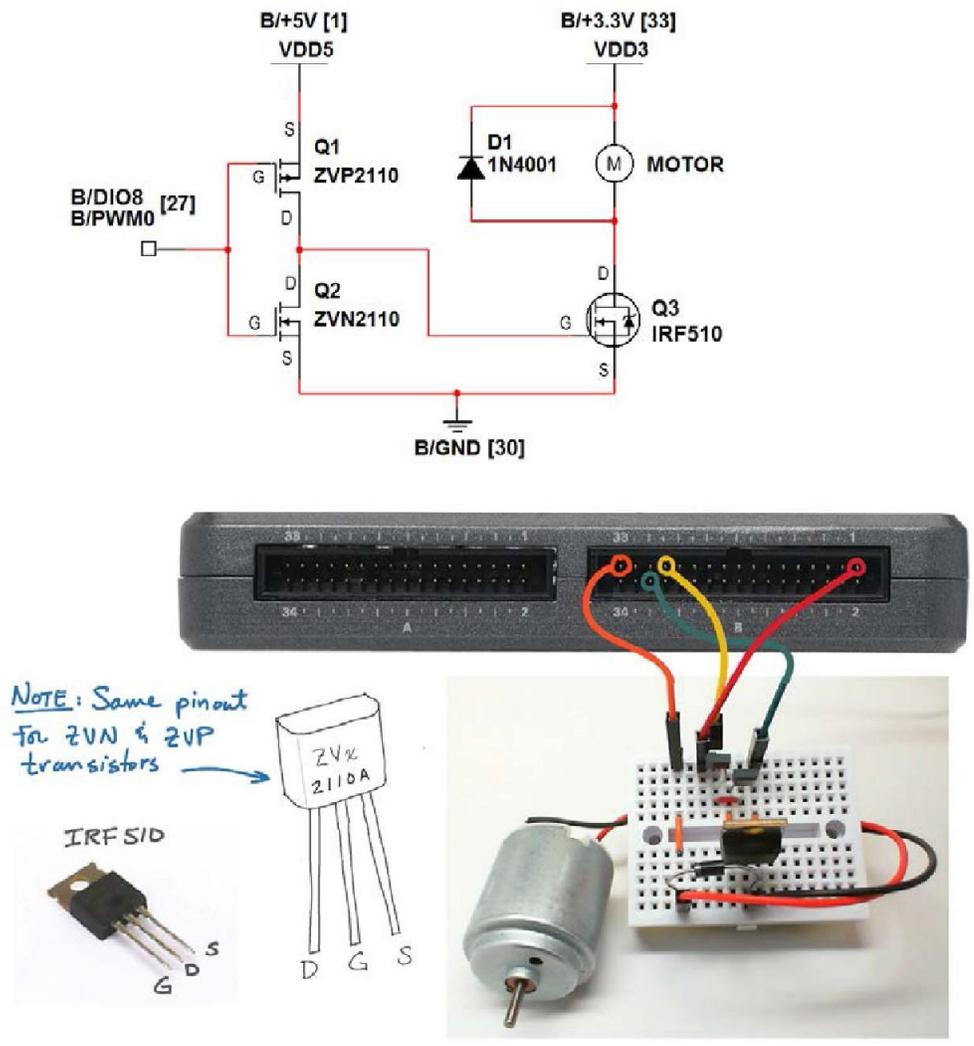


Figura 12.2: Circuito de demostración para motor de DC: diagrama esquemático, construcción recomendada en el protoboard y conexión al Conector MXP B de NI myRIO.

para 3.3 a 5 V y modificación requerida para conectar la interfaz al conector MSP con resistores de polarización integrados.

Programación LabVIEW: Estudie el video *PWM Express VI* (youtu.be/mVN9jfwXleI, 2:41) para aprender a utilizar el PWM Express VI para crear un forma de onda cuadrada modulada por ancho de pulso para proporcionar operación de motor a velocidad variable.

12.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación de la Demostración Motor* (youtu.be/UCqFck0CLpc, 1:56) para aprender los principios de diseño de la Demostración Motor y luego intente hacer estas modificaciones al diagrama de bloques Main.vi:

1. Agregue operación de velocidad variable de motor como sigue:

- Reemplace el Digital Output Express VI existente con el PWM Express VI. Seleccione el canal PWM como B/PWM0, el mismo pin conector como B/DIO8 (pin 27). Seleccione las opciones restantes de la caja de diálogo para que la frecuencia y ciclo de trabajo estén disponibles como entradas,,
- Coloque controles corredizos en el panel frontal para cada uno; de clic en cada control y seleccione "Visible items" y "Digital display," y
- De clic en el control de frecuencia, seleccione "Scale" y luego "Mapping," y seleccione "Logarithmic." También, de doble clic en el límite superior de su control de frecuencia e ingrese "40000" y de manera similar configure el límite inferior a "40."

Experimente con el ciclo de trabajo y la frecuencia. ¿Qué frecuencia minimiza el ruido PWM audible y maximiza la habilidad de crear velocidades de motor muy lentas? ¿Qué nota cuando se reinicia el motor después de detenerlo? Si tiene un DMM medidor de corriente, podría observar la corriente del motor bajo varias condiciones incluyendo carga mecánica, ejecución libre, e inicio.

2. Inserte código adicional para hacer frente al hecho de que la interfaz del control del motor es bajo activo. Es decir, usted desea 0 % de ciclo de trabajo para apagar el motor en lugar de causar máxima velocidad, tal como lo hace ahora.

3. Agregue un control Booleano al panel frontal como habilitación del motor. Intente utilizar un Select node bajo la subpaleta Programming | Comparison para configurar el ciclo de trabajo a 0 o al valor del control de ciclo de trabajo del panel frontal.

4. Desconecte la línea de control del motor y reconecte C/PWM0 (pin 14) en el Conector MSP C; ajuste su VI para que también se refiera a este canal. Debería observar que el motor está activo debido al resistor de polarización interno. Ahora contrarreste el efecto de la polarización interna con un resistor de polarización externa de 4.7 kΩ conectado entre la línea de control del motor y la alimentación de +5 volts. El motor debería permanecer apagado cuando el NI myRIO se enciende o después de ejecutar una reinicialización myRIO.

12.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide>

para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el motor con otros componentes y dispositivos.

12.5 Para Mayor Información

- *Brushed DC Motor Fundamentals* por Microchip

~ Aprenda los principios de operación del motor de DC, circuitos de control, control de dirección con un puente H, y control de velocidad con sensores de efecto Hall como retroalimentación:

<http://ww1.microchip.com/downloads/en/AppNotes/00905B.pdf>

13 Codificador Rotatorio

Un *codificador rotatorio*, también conocido como *codificador de cuadratura*, combina una perilla rotatoria y dos interruptores que abren y cierran de un modo escalonado a medida que la perilla gira. El ángulo de la perilla y la dirección de rotación pueden ser sensados con decodificación adecuada de la formas de onda de la conmutación. La Figura 13.1 muestra el codificador rotatorio del Paquete de Inicio para NI myRIO.



Figura 13.1: Codificador rotatorio del Paquete de Inicio para NI myRIO.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Discutir conceptos esenciales relacionados a codificadores rotacionales:
 - (a) Formas de onda de cuadratura A y B,
 - (b) Entradas NI myRIO de codificador y subVI codificador asociado para indicar conteo (posición) y dirección,
 - (c) Rebote de interruptor que requiere circuitería de supresión de rebote para operación confiable y
2. Conectar la terminal "común" del codificador rotacional para trabajar con entradas digitales que incluyan resistores de polarización.

13.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del codificador rotacional.

Seleccione estas partes del Paquete de Inicio para NI myRIO:

- Codificador rotatorio, <http://www.mantech.co.za/Datasheets/Products/F-11E.pdf>
- Resistor, 10 k Ω (2x)
- Capacitor de disco cerámico de 0.01 μF , marcado "103" (2x), <http://www.avx.com/docs/Catalogs/class3-sc.pdf>
- Protoboard
- Cables, M-H (5x)

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático y construcción recomendada en el protoboard en la Figura 13.2 en la página 53.

CONSEJO: Aplane la dos pestañas en cualquier lado del codificador rotatorio para que se sitúe al nivel del protoboard.

El circuito interfaz del codificador rotatorio requiere tres conexiones al Conector MXP de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Codificador A → B/ENC.A (pin 18)
2. Codificador A → B/DIO0 (pin 11)
3. Codificador B → B/ENC.B (pin 22)
4. Codificador B → B/DIO1 (pin 13)
5. Codificador COM → B/GND (pin 20)

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaque los contenidos a una ubicación conveniente.
- Abra el proyecto Rotary Encoder demo.lvproj contenido en la subcarpeta Rotary Encoder demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R

Espere a ver la ventana "Deployment Process" mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción "Close on successful completion" para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: El VI demostrativo despliega los estados del codificador A y B ya sea como "abierto" o "cerrado." Lentamente gire el eje del codificador en sentido de las manecillas del reloj para observar la siguiente secuencia: estado de interruptor 'A' cerrado con estado de interruptor 'B' abierto, luego ambos cerrados, luego A abierto con B cerrado y finalmente ambos abiertos de nuevo. También debería observar que ambos interruptores están abiertos cuando el eje del codificador está en descanso en una de sus doce posiciones de *distensión*. Gire el eje en la dirección contraria a las manecillas del reloj, debería ver una secuencia similar, pero primero con el interruptor B cerrado.

El VI demostrativo también mantiene un contador de transiciones de interruptor A/B y debería incrementar en cuatro conteos para cada clic en la dirección contraria a las manecillas del reloj. Un indicador del panel frontal también despliega la dirección del contador. De clic en el control Reset Counter para poner el contador en cero; clic nuevamente para continuar el conteo.

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO.

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución y
- Terminales correctas de conector MXP — asegúrese que está utilizando el Conector B y que tiene las conexiones de terminal correctas.

13.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: El codificador rotatorio traduce la rotación del eje en un par de patrones de interruptor de apertura/cierre conocidos como *codificación de cuadratura*. El par de interruptores llamados A y B se conectan directamente al NI myRIO a una de cuatro entradas de codificador compartidas con las terminales estándar de entrada/salida digital (DIO). El Encoder Express VI decodifica los patrones de conmutación para producir un valor de conteo así como la dirección de conteo. Estas salidas indican la posición relativa del eje del codificador rotatorio desde la última vez que el contador fue inicializado.

NOTA: Las conexiones adicionales a B/DIO0 y B/DIO1 simplemente proporcionan otra forma de observar la actividad de conmutación;

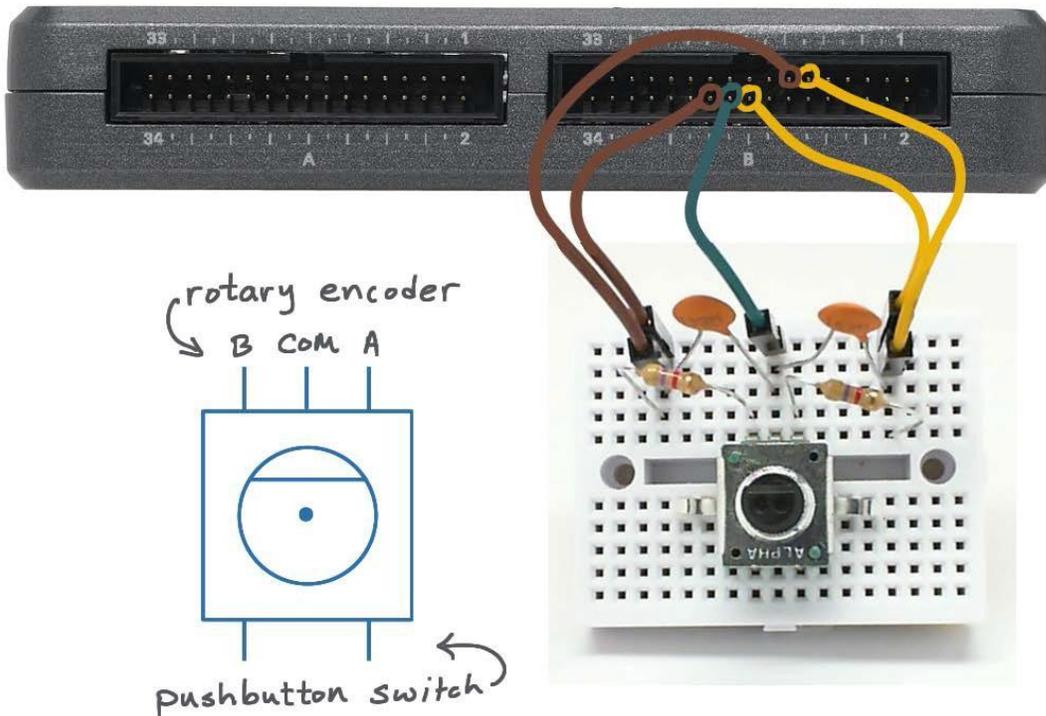
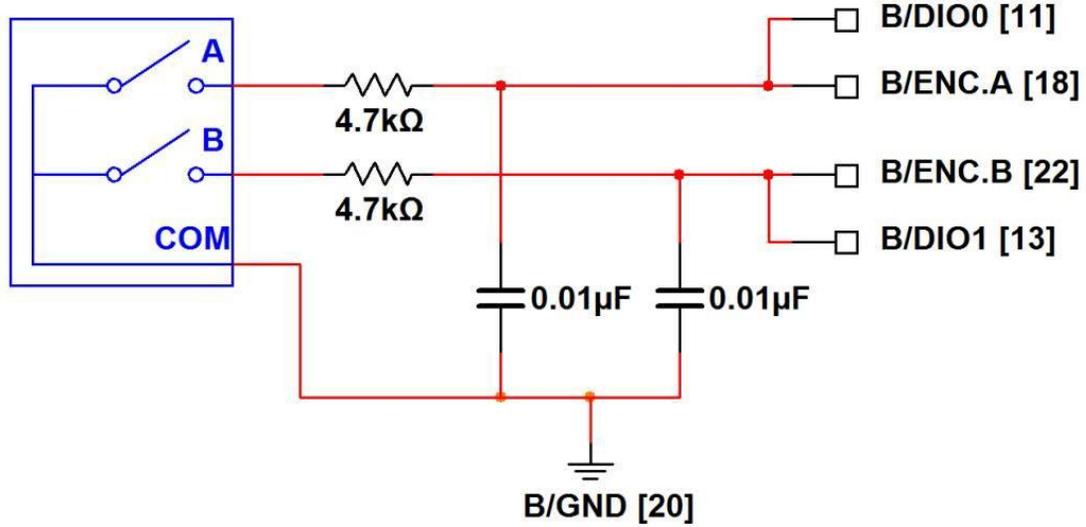


Figura 13.2: Circuito demostrativo para codificador rotatorio: diagrama esquemático, construcción recomendada en el protoboard y conexión al Conector MXP B de NI myRIO.

no son requeridas para la decodificación.

Estudie el video *Teoría de Interfaz del Codificador Rotatorio* (youtu.be/CpwGXZX-5Ug, 10:08) para aprender acerca de los principios de operación del codificador rotatorio, las formas de onda de cuadratura producidas por los interruptores A y B, técnicas de interfaz para los conectores MXP y MSP de NI myRIO y el manejo del rebote de interruptor ya que si se ignora produce decodificado erróneo en las formas de onda de conmutación.

13.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación del Codificador Rotatorio* (youtu.be/nmGIRqhQ6Rw, 3:15) para aprender los principios de diseño de la demostración Codificador Rotatorio y luego intente hacer estas modificaciones al diagrama de bloques de Main.vi:

1. Temporalmente desconecte los dos capacitores del circuito, de este modo removiendo el circuito de supresión de rebote. Experimente con varias velocidades de rotación del eje y vea si puede observar cualquier relación entre la velocidad de rotación y el error de conteo. Reemplace los capacitores y vea si puede causar errores de conteo - recuerde que cada clic de distensión corresponde a cuatro conteos.
2. Coloque un indicador en el panel frontal para indicar el número total de revoluciones de eje.
3. Agregue el botón onboard (myRIO | Onboard | Button Express VI) como otra manera de reinicializar el valor del contador.
4. Agregue dos cables para utilizar el interruptor pulsador en el decodificador.

13.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide>

para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el codificador rotatorio con otros componentes y dispositivos.

- *Quadrature Encoder Velocity and Acceleration Estimation with CompactRIO and LabVIEW FPGA* por National Instruments ~ Un buen resumen de codificadores de cuadratura: <http://www.ni.com/white-paper/3921/en>
- *Quadrature Encoding in a Rotary Encoder* por Robot Room ~ Observe la construcción interna de un codificador rotacional para entender de una mejor manera cómo funciona; también vea las páginas adyacentes en este artículo: <http://www.robotroom.com/Counter5.html>
- *Rotary Encoder: H/W, S/W or No Debounce?* por HiFiDUINO ~ Una buena discusión del problema de rebote de interruptor del codificador, con soluciones de hardware y software: <http://hifiduino.wordpress.com/2010/10/20/rotaryencoder-hw-sw-no-debounce>

13.5 Para Mayor Información

14 Fotointerruptor

Un *fotointerruptor*, también llamado *fotocompuerta*, combina un LED *emisor* infrarrojo para producir un *detector* infrarrojo para sensar cuando la ruta de luz es interrumpida. Un fotointerruptor sirve como base para la medición de posición y velocidad cuando se combina con temporizadores y objetivos adecuados de opacidad alterna y transparencia. La Figura 14.1 muestra el fotointerruptor incluido en el Paquete de Inicio para NI myRIO.

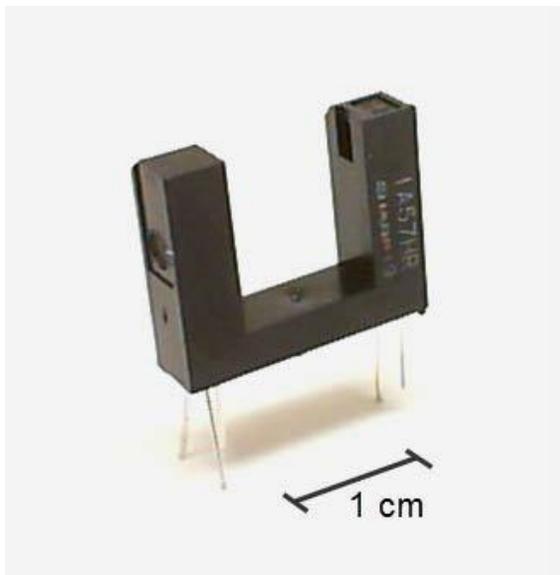


Figura 14.1: Fotointerruptor del Paquete de Inicio para NI myRIO.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Calcular el resistor de limitación de corriente para el emisor infrarrojo y
2. Aplicar detección de borde basada en software para contar eventos de fotointerruptor.

14.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del fotointerruptor.

Seleccione estas partes del Paquete de Inicio para NI myRIO:

- Fotointerruptor, <http://sharpmicroelectronics.com/download/gp1a57hr-epdf>
- Resistor, 470 Ω
- Protoboard
- Cables, M-H (3x)

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático y construcción recomendada en el protoboard en la Figura 14.2 en la página siguiente. El circuito interfaz del fotointerruptor requiere tres conexiones al Conector MXP B de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Fuente de alimentación de 5 volts \rightarrow B/+5V (pin 1)
2. Tierra \rightarrow B/GND (pin 6)
3. Salida del fotointerruptor \rightarrow B/DIO0 (pin 11)

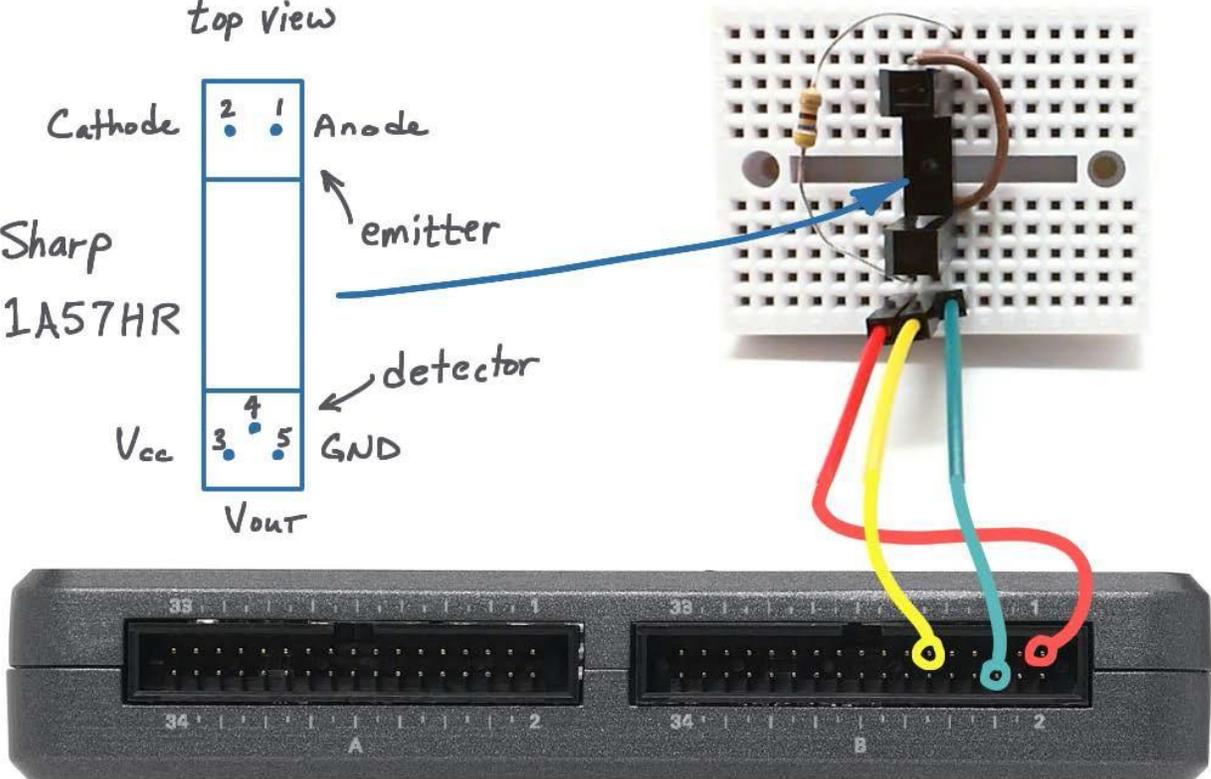
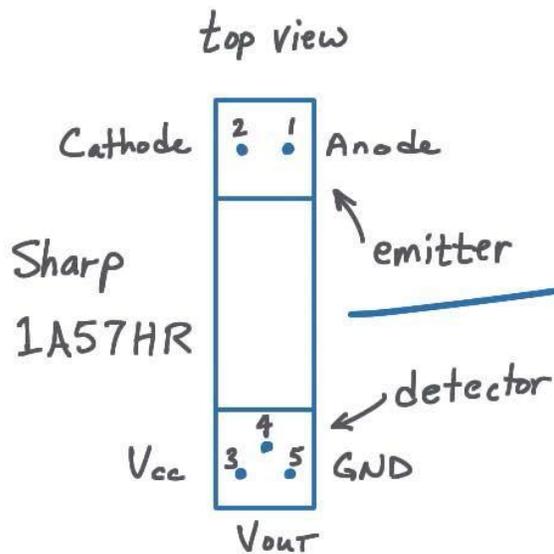
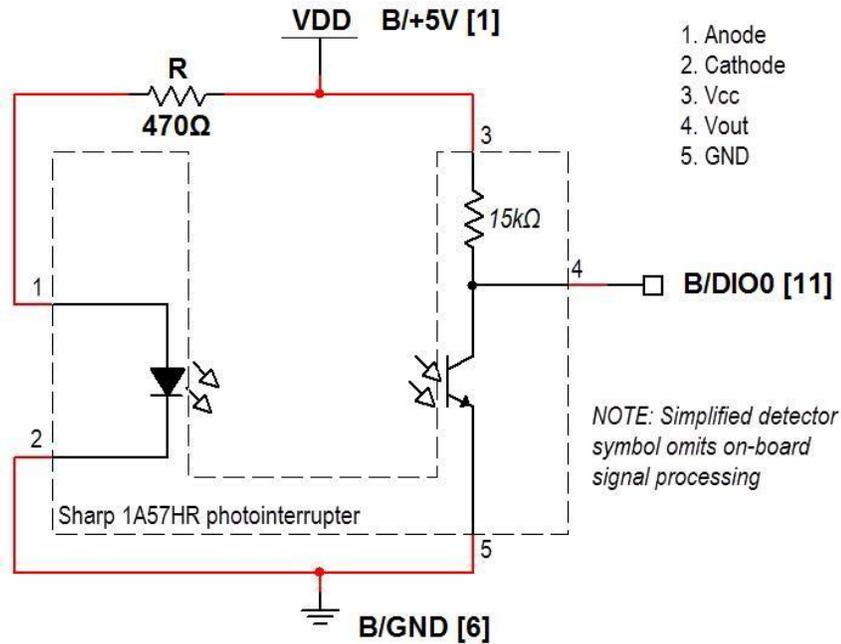


Figura 14.2: Circuito demostrativo para fotointerruptor: diagrama esquemático, construcción recomendada en el protoboard y conexión al Conector MXP B de NI myRIO.

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaque los contenidos a una ubicación conveniente.
- Abra el proyecto Photointerrupter demo.lvproj contenido en la subcarpeta Photointerrupter demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espera a ver la ventana "Deployment Process" mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción "Close on successful completion" para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: El VI demostrativo despliega el estado de la salida del fotointerruptor y un conteo de evento. El estado debería ser normalmente alto. Bloquee la ruta óptica del fotointerruptor con una tarjeta opaca, la punta de su dedo y una hoja de papel. ¿Qué tanta opacidad requiere el fotointerruptor para disparar el contador de eventos?

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO.

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución,

- Terminales correctas de conector MXP — asegúrese que está utilizando el Conector B y que tiene las conexiones de terminal correctas y
- Valor correcto del resistor - asegúrese que tiene un resistor de 470 Ω resistor (amarillo-violeta-café) y no uno de 470 k Ω (amarillo-violeta-amarillo).

14.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: El fotointerruptor coloca un LED infrarrojo como el fotoemisor en un lado del espacio vacío y un fotodetector con circuitería de acondicionamiento de señal en el otro. La salida es normalmente 5 volts y cae a cero volts cuando la ruta óptica se bloquea. La salida del fotointerruptor podría ser conectada directamente a la entrada digital de NI myRIO (Conectores MXP y MSP).

Estudie el video *Características de Fotointerruptor* (youtu.be/u1FVfEvSdkg, 4:59) para aprender más acerca de las características del fotointerruptor incluyendo los detalles del voltaje de salida y requerimientos para el cálculo del resistor de limitación de corriente para el LED emisor infrarrojo.

Programación LabVIEW: Estudie el video *VI de Bajo Nivel de Entrada Digital* (youtu.be/4nzzr7THqU8U, 4:09) para aprender a utilizar los subVIs de bajo nivel Digital Input subVIs para sensar el estado del fotointerruptor.

14.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación de la Demostración Fotointerruptor* (youtu.be/yuzNb1ZDbv4, 3:22) para aprender los principios de diseño de la demostración Fotointerruptor y luego intente realizar estas modificaciones al diagrama de bloques Main.vi:

1. Agregue el onboard LED Express VI (myRIO | Onboard) como un indicador en la salida del detector de borde (la compuerta AND). Confirme que el LED parpadea brevemente cuando bloquea la ruta óptica del fotointerruptor.
2. Mida y despliegue el tiempo transcurrido entre eventos del fotointerruptor - utilice el Elapsed Time

Express VI (Programming | Timing) dentro de una estructura de caso con la terminal de selección conectada a la salida del detector de borde.

14.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide>

para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el fotointerruptor con otros componentes y dispositivos

14.5 Para Mayor Información

- *How do I set up photogates for data collection?* por Vernier ~ Resumen de varias formas de utilizar un fotointerruptor para tomar mediciones basadas en tiempo tales como tiempo transcurrido y velocidad:

<http://vernier.com/ti/1623>

Switch Tips: Photointerrupter switches por

Machine Design ~ Reemplace interruptores pulsadores mecánicos con un interruptor basado en fotointerruptor para mejorar confiabilidad y maximizar el tiempo de vida del equipo: <http://machinedesign.com/archive/switch-tips-photointerrupter-switches>

15 Sensor de Efecto Hall

El *efecto Hall* proporciona una forma elegante de sensor campos magnéticos como un cambio en voltaje. Los sensores de efecto Hall proporcionan salidas digitales o analógicas, con la primera encontrando numerosas aplicaciones en detección de proximidad y sensado de posición y velocidad y con la segunda se puede mapear el patrón de fuerza de campo de un imán. La Figura 15.1 muestra una fotografía de un sensor de efecto Hall típico.



Figura 15.1: Sensor de efecto Hall del Paquete de Inicio para NI myRIO.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Discutir el principio de efecto Hall,
2. Discutir los dos tipos de comportamiento de sensor de efecto Hall (enganche y conmutación) y
3. Conectar una salida de sensor de colector abierto a entradas digitales con resistores de polarización (conectores MXP y MSP).

15.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del sensor de efecto Hall.

Seleccione estas partes del Paquete de Inicio para NI myRIO:

- Enganche de efecto Hall US1881,
<http://www.melexis.com/Hall-Effect-Sensor-ICs/Hall-Effect-Latches/US1881-140.aspx>
- Capacitor de disco cerámico de 0.1 μF , marcado "104",
<http://www.avx.com/docs/Catalogs/class3-sc.pdf>
- Protoboard
- Cables, M-H (3x)

Construya la interfaz del circuito: Referirse al diagrama esquemático y construcción recomendada en el protoboard en la Figura 15.2 en la página siguiente. El sensor de efecto Hall requiere tres conexiones al Conector MXP B de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Fuente de alimentación de +5 volts \rightarrow B/+5V (pin 1)
2. Tierra \rightarrow B/GND (pin 6)

3. Salida del sensor de efecto Hall → B/DIO0 (pin 11)

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaque los contenidos a una ubicación conveniente.
- Abra el proyecto Hall-Effect Sensor demo.lvproj contenido en la subcarpeta Hall-Effect Sensor demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana “Deployment Process” mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción “Close on successful completion” para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: El VI de demostración despliega el estado de la salida del sensor de efecto Hall y el polo (norte o sur) magnético más reciente aplicado al lado marcado. El US1881 se comporta como un *enganche*, lo que significa que un campo magnético del polo opuesto debe ser aplicado para darle vuelta a su estado opuesto. Encuentre tantos imanes como pueda - imanes de refrigerador funcionan muy bien - y experimente con la sensibilidad del sensor (que tan cerca necesita estar el imán para cambiar el estado) así como la ubicación de los polos norte y sur en el imán. ¿Cuántas ubicaciones de polo distintas puede detectar en el imán? ¡La respuesta podría sorprenderlo!

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO.

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución,
- Corrija las terminales del conector MXP — asegúrese que está utilizando el Conector B y que tiene las conexiones de terminal correctas y
- Orientación correcta del US1881 — si ve de frente el lado etiquetado del sensor debe tener V_{DD} en la izquierda, tierra en el centro y la salida a la derecha.

15.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: El *efecto Hall* se basa en el hecho de que los electrones moviéndose a través de líneas de campo magnético experimentan una fuerza. Una fuente de corriente establece una corriente en un pequeño semiconductor conocido como *placa Hall* y cuando está sujeta a un campo electromagnético los electrones tienden a desviarse a un lado de la placa, dejando atrás cargas positivas en el otro lado de la placa. El sensor de efecto Hall completo en el US1881 sensa el desplazamiento de la carga como un voltaje, aplica amplificación y otras operaciones de acondicionamiento de señal, e indica el tipo de polo magnético sensado de una salida de drenado abierta adecuada para entradas digitales.

Estudie el video *Teoría de Interfaz de Sensor de Efecto Hall* (youtu.be/T9GP_cnz7rQ, 9:48) para aprender más acerca del efecto Hall, los varios tipos de comportamiento (enganche, interruptor y lineal) y técnicas de interfaz de circuito para los conectores MXP y MSP.

Programación LabVIEW: Estudie el video VIs de Bajo Nivel de Entrada Digital (youtu.be/4nzt7THqU8U, 4:09) para aprender a utilizar los subVIs de bajo nivel de Entrada Digital para sensar el estado del sensor de efecto Hall.

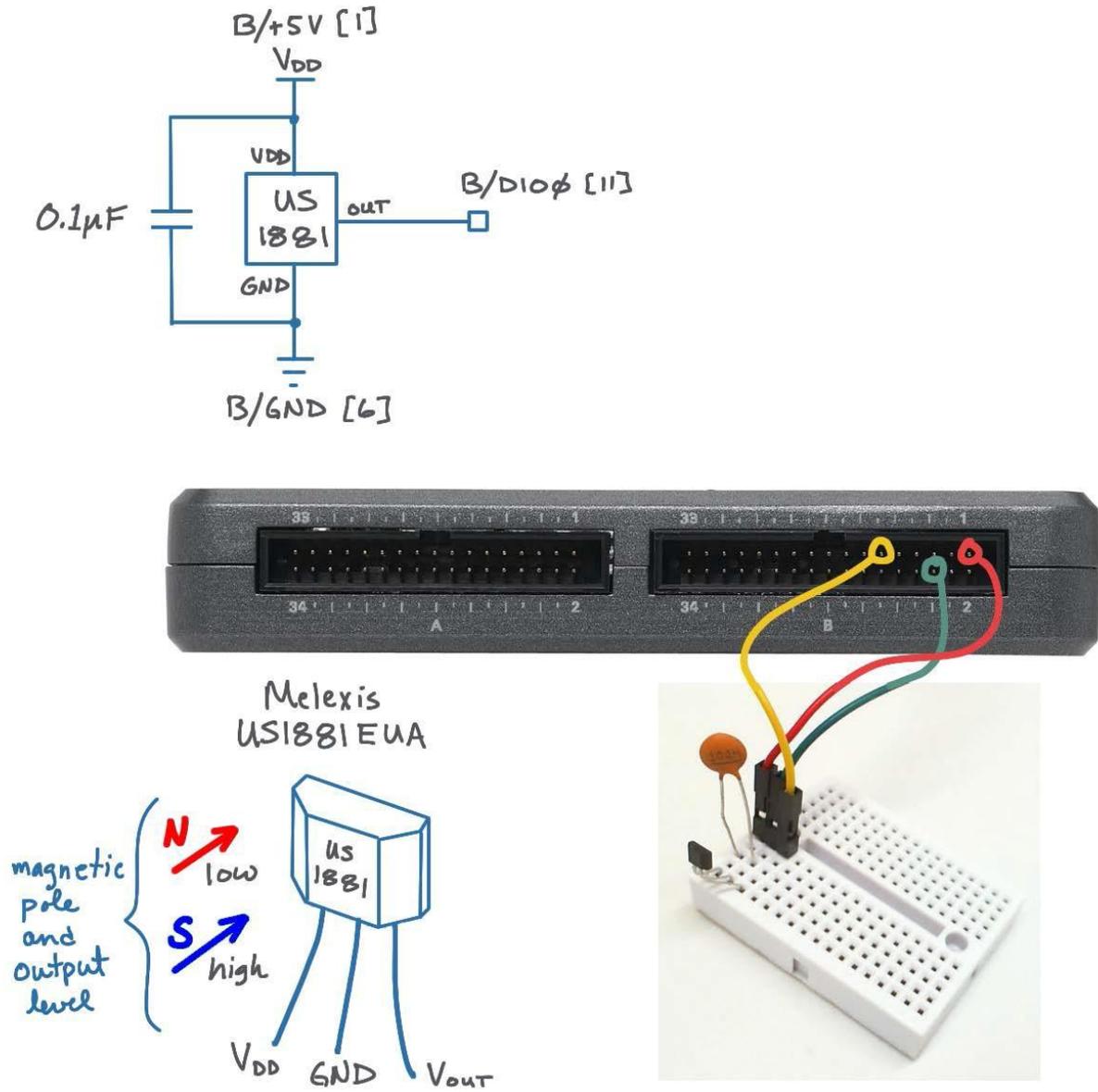


Figura 15.2: Circuito demostrativo para sensor de efecto Hall: diagrama esquemático, construcción recomendada en el protoboard y conexión al Conector MXP B de NI myRIO.

15.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación Sensor de Efecto Hall* (youtu.be/BCJLg-WbIK4, 2:36) para aprender los principios de diseño de la demostración Sensor de Efecto Hall y luego intente hacer estas modificaciones al diagrama de bloques de Main.vi:

1. Agregue el onboard LED Express VI (myRIO | Onboard) para indicar el estado de salida del sensor de efecto Hall.

15.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide> para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el sensor de efecto Hall con otros componentes y dispositivos.

15.5 Para Mayor Información

- *What is the Hall Effect?* por Melexis.com ~ Incluye una excelente animación del fenómeno de desplazamiento de la carga debido al campo magnético:

<http://www.melexis.com/Assets/What-is-the-Hall-Effect-3720.aspx>

- *Hall Applications Guide* por Melexis.com ~

Navigue por interruptor, sensor de proximidad, interruptor de interrupción rotatoria, medidor de flujo, sensado de nivel líquido, conmutación de motor DC y mucho más; incluye discusión detallada de propiedades de imanes:

<http://www.melexis.com/Assets/Hall-Applications-Guide--3715.aspx>

- *A Strange Attraction: Various Hall Effect Sensors* por bildr.org ~ Demostración en video del comportamiento de enganche, interruptor y modo lineal:

<http://bildr.org/2011/04/various-hall-effect-sensors>

Sensor de Efecto Piezoeléctrico

Un *sensor piezoeléctrico* intercala un material piezoeléctrico entre dos placas de electodos. La deformación del sensor causa un desplazamiento de carga que aparece como un voltaje medible entre las placas, muy parecido al capacitor de placa en paralelo. El combinar el sensor piezoeléctrico con un convertidor carga a voltaje proporciona un sensor útil para detectar choque y vibración. La Figura 16.1 muestra el sensor piezo del Paquete de Inicio para NI myRIO.



Figura 16.1: Sensor piezo del Paquete de Inicio para NI myRIO.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Describir el efecto piezoeléctrico,
2. Diseñar un convertidor carga a voltaje como un circuito interfaz a la entrada analógica y
3. Configurar la ganancia del convertidor carga a voltaje para aplicaciones diferentes incluyendo un sensor de desviación y un sensor de vibración/choque altamente sensible.

16.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del sensor piezo.

Seleccione estas partes del Paquete de Inicio para NI myRIO:

- Sensor de filme piezo, serie DT, http://meas-spec.com/product/t_product.aspx?id=2478
- Amplificador operacional de alimentación única AD8541, <http://www.analog.com/AD8541>
- Capacitor de disco cerámico de 100 pF, marcado "101", <http://www.vishay.com/docs/45171/kseries.pdf>
 - Capacitor de disco cerámico de 0.001 μ F, marcado "102", <http://www.vishay.com/docs/45171/kseries.pdf>
- Resistor, 10 M Ω
- Resistor, 10 k Ω (2x)
- Protoboard
- Cables, M-H (3x)

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático y construcción recomendada en el protoboard en la Figura 16.2 en la página siguiente. El circuito de interfaz de interruptor pulsador requiere dos conexiones al Conector MXP B de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Fuente de alimentación de +5 volts \rightarrow B/+5V (pin 1)
2. Tierra \rightarrow B/GND (pin 6)
3. Salida del sensor \rightarrow B/AIO (pin 3)

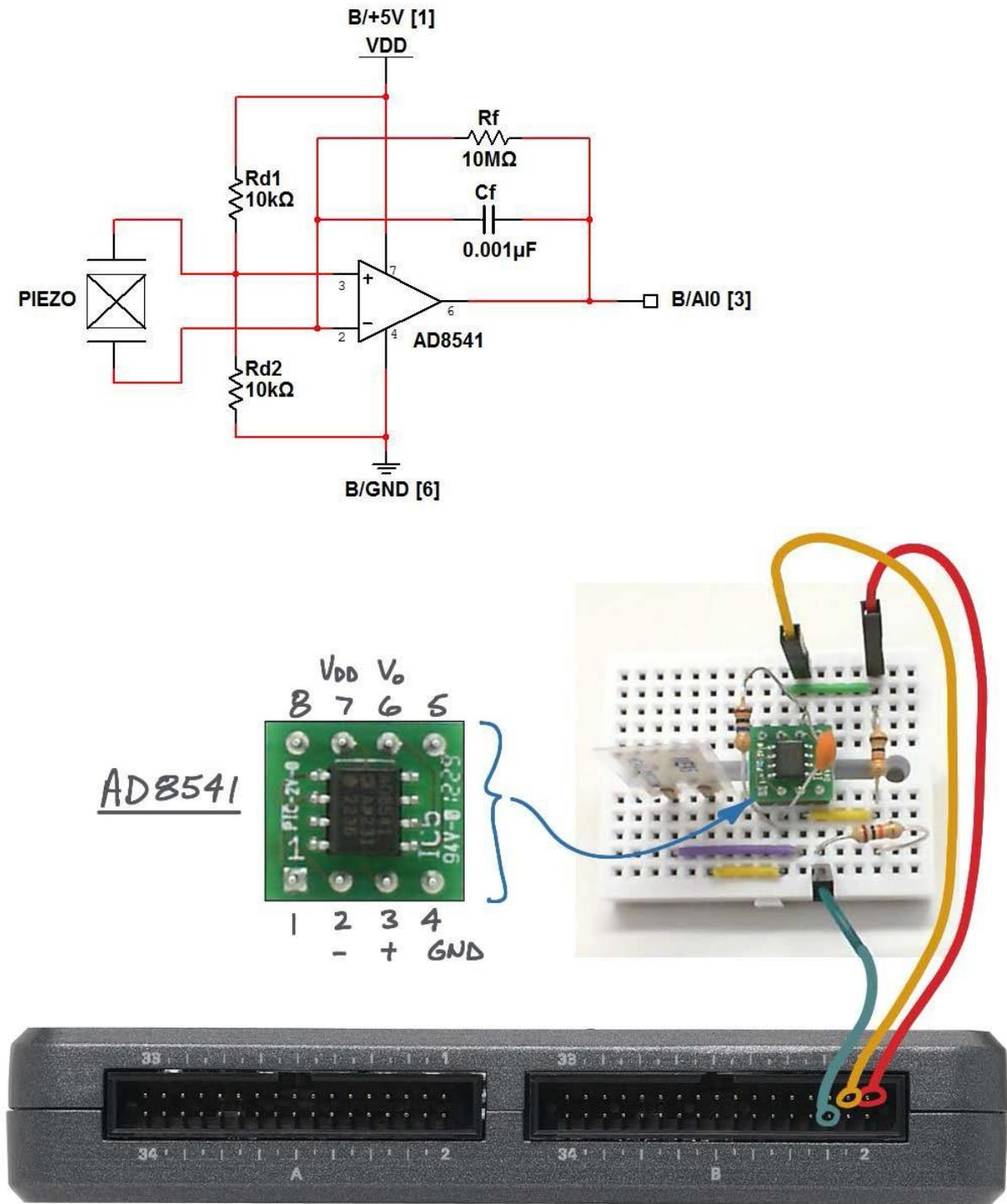


Figura 16.2: Circuito demostrativo para sensor piezo: diagrama esquemático, construcción recomendada en el protoboard y conexión al Conector MXP B de NI myRIO.

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaquet los contenidos a una ubicación conveniente.
- Abra el proyecto Piezoelectric-Effect Sensor demo.lvproj contenido en la subcarpeta Piezoelectric-Effect Sensor demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espera a ver la ventana "Deployment Process" mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción "Close on successful completion" para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados : El VI de demostración despliega la salida del amplificador del sensor piezo muy parecido a un despliegue de osciloscopio. Debería observar que el voltaje es una constante cerca a 2.5 volts. Flexione el sensor piezo para ver un cambio correspondiente en el voltaje; observe la diferencia a medida que flexiona el sensor de una forma y luego la otra. Después, trate de agitar el sensor y empujar el protoboard. Debería ver una senoidal decadente similar a un sistema de segundo orden subamortiguado. Experimente para determinar la sensibilidad del sensor, es decir, ¿cuál es la perturbación más ligera que aún registra en el despliegue?

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución,
- Cableado correcto del amplificador operacional - rectifique que entiende el mapeo de pines del AD8541 y
- Corrija las terminales del conector MXP — asegúrese que está utilizando el Conector B y que tiene las conexiones de terminal correctas.

16.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: El sensor piezo actúa como una bomba de carga (fuente de corriente) cuando se flexiona. El circuito interfaz es un *convertidor carga a voltaje* basado en un amplificador operacional.

Estudie el video *Teoría de Interfaz de Sensor Piezo* (youtu.be/dHaPUJ7n-UI, 5:13) para aprender acerca del efecto piezoeléctrico, convertidores carga a voltaje y selección del capacitor de retroalimentación para controlar la sensibilidad del sensor.

16.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación de la Demostración Sensor de Efecto Piezoeléctrico* (youtu.be/b1me4f-3iOE, 2:54) para aprender los principios de diseño de la demostración Sensor de Efecto Piezoeléctrico, e intente hacer estas modificaciones al diagrama de bloques Main.vi:

1. Agregue el onboard LED Express VI (myRIO | Onboard) como un indicador de "golpe"; utilice el subVI In Range and Coerce ubicado en Programming | Comparison | como el rango de prueba de límite superior y límite inferior para la entrada analógica del subVI Read. Confirme que el LED parpadea brevemente a medida que golpea el sensor. Intente uno o más de los métodos siguientes para aumentar la sensibilidad de su sensor de golpe:
 - Incremente la ganancia del convertidor carga a voltaje por 10 cambiando la capacitancia de retroalimentación a

100 pF.

- De clic derecho en el eje Y del mapa de forma de onda, seleccione el modo autoescala y observe los valores mínimo y máximo de la forma de onda del sensor cuando el sensor está en reposo. Use esta información para configurar de forma más precisa los valores de umbral para el subVI In Range and Coerce.
- Agregue masa a la pestaña del sensor (plastilina funciona bien).

Intente hacer que el indicador de golpe parpadee a la mínima perturbación tal como tocar la mesa.

16.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en [http:](http://www.ni.com/myrio/project-guide)

[//www.ni.com/myrio/project-guide](http://www.ni.com/myrio/project-guide) para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el sensor de efecto piezoeléctrico con otros componentes y dispositivos.

16.5 Para Mayor Información

- *Fundamentals of Piezoelectric Shock and Vibration Sensors* por Digi-Key, TechZone ~ Detecte choque y deformación excesiva que podría dañar equipo:
<http://www.digkey.com/us/es/techzone/sensors/resources/articles/fundamentals-of-piezoelectric-sensors.html>
- *Bicycle Anti-Theft Alarm Circuit Diagram* por Electronic Circuit Diagrams & Schematics ~ Circuito alarma basado en el mismo sensor piezo del Paquete de Inicio para NI myRIO: <http://circuitsstream.blogspot.com/2013/05/bicycle-anti-theft-alarm-circuit-diagram.html>
- *Signal Conditioning Piezoelectric Sensors* por Texas Instruments ~ Principio de operación del sensor piezoeléctrico y modelo de circuito, circuitos amplificador de modo voltaje y modo carga
: <http://www.ti.com/lit/an/sloa033a/sloa033a.pdf>

Parte II

**Juego de Accesorios para Mecatrónica de
NI myRIO**

17 Servo

Un motor servo — usualmente llamado por el nombre corto *servo* — combina un motor de DC, caja de cambios, potenciómetro y electrónica de control para proporcionar control de posición angular de un eje rotatorio relativamente preciso. Los servos proporcionan control de movimiento para brazos de robot, escáneres de sensor rotatorio y otros actuadores. Los servos han sido utilizados por muchos años en aviones controlados de manera remota, autos y botes para manipular las superficies de control (alerón, elevador, timón) y dirección. La Figura 17.1 muestra el servo GWS S03N STD incluido en el Juego de Accesorios para Mecatrónica de NI myRIO; el juego también incluye el sensor de rotación continua GWS S35+ XF que puede servir como la base del tren motriz de un robot.



Figura 17.1: Servo del Juego de Accesorios para Mecatrónica de NI myRIO.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Discutir los principales componentes del sistema de control servo con retroalimentación: entrada de comando estilo pulso, controlador, motor DC, caja de cambios y potenciómetro como un sensor de posición angular,
2. Crear una señal de ancho de pulso modulado (PWM) para comandar el eje secundario del servo a un ángulo deseado,
3. Anular compensaciones no ideales en la posición angular y
4. Explicar la diferencia fundamental entre un servo estándar y un servo destinado a operación continua.

17.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del servo.

Seleccione estas partes del Juego de Accesorios para Mecatrónica de NI myRIO:

- Servo, GWS S03N STD, <http://gwsus.com/english/product/servo/standard.htm>
- Cables, M-H (3x)

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático y construcción recomendada en el protoboard en la Figura 17.2 en la página siguiente; el servo requiere conexiones al Conector MXP B de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Vcc (rojo) → B/+5V (pin 1)
 2. Tierra (negro) → B/GND (pin 6)
 3. Señal de comando (blanco) → B/PWM0 (pin 27)
- Asegúrese de que está utilizando el servo correcto (GWS S03N STD); el Juego de Accesorios para Mecatrónica de NI myRIO incluye servo de rotación continua con apariencia similar.

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaque los contenidos a una ubicación conveniente.
- Abra el proyecto Servo_demo.lvproj contenido en la subcarpeta Servo_demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana "Deployment Process" mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción "Close on successful completion" para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: El VI demostrativo incluye un control de apuntador deslizante para ajustar el ángulo del servo. Mueva el deslizador y confirme que el eje del servo gira en respuesta. Podría necesitar utilizar las teclas Page-Up y Page-Down para mover el deslizador. ¿Cuáles valores del deslizador (positivo o negativo) corresponden al movimiento en sentido de las manecillas del reloj?

El servo incluye un juego de partes con una variedad de "brazos de servo," también conocidos como "cuernos de servo" (vea la Figura 17.3 en la página 72). Agregue el cuerno del servo de dos brazos al segundo eje del servo (el eje rotativo en forma de engrane del servo) para que pueda ver de manera más fácil los ángulos de rotación del servo.

El deslizador es calibrado en "escala de por ciento completo" (%FS). Estime el ángulo del servo a 100%FS y luego a -100%FS. Utilice la caja de entrada directa en la parte superior del deslizador para aplicar los cambios, por ejemplo, +100%FS to -100%FS; ¿qué tan rápido rota el servo entre estos dos ángulos?

Los límites predeterminados en el deslizador permiten un factor de "sobre viaje" de 2x. ¿A qué valores de %FS el servo alcanza sus límites de rotación?

La entrada de comando del servo es un pulso de ancho variable con 1.0 ms a -100%FS y duplicado a 2.0ms a +100%FS; el punto medio de ancho de pulso

1.5 ms — llamado ancho de pulso de posición neutral

— corresponde a 0%FS. El pulso debe ser repetitivo a una tasa suficientemente rápida pero no tan rápido. Intente ajustar el control freq [Hz] a una baja frecuencia (digamos, 10 Hz) y una frecuencia más alta (digamos, 200 Hz), cada vez moviendo el deslizador de posición para comandar ángulos diferentes. Note los dos indicadores bajo este control que indican el ancho de pulso y el "ciclo de trabajo" (por ciento del tiempo que el pulso está activo) de la señal enviada a la entrada comando del servo. ¿Qué pasa al ángulo del servo a estos extremos de frecuencia? Experimente para determinar un rango de frecuencias que produzca control satisfactorio del ángulo del servo.

Desconecte el servo y reemplácelo con el servo de rotación continua (GWS GWS S35+XF); este servo utiliza un conector ligeramente diferente: rojo

= +5 V, café = tierra y amarillo = entrada de comando. Investigue el comportamiento de este servo y compárelo a sus resultados anteriores..

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO.

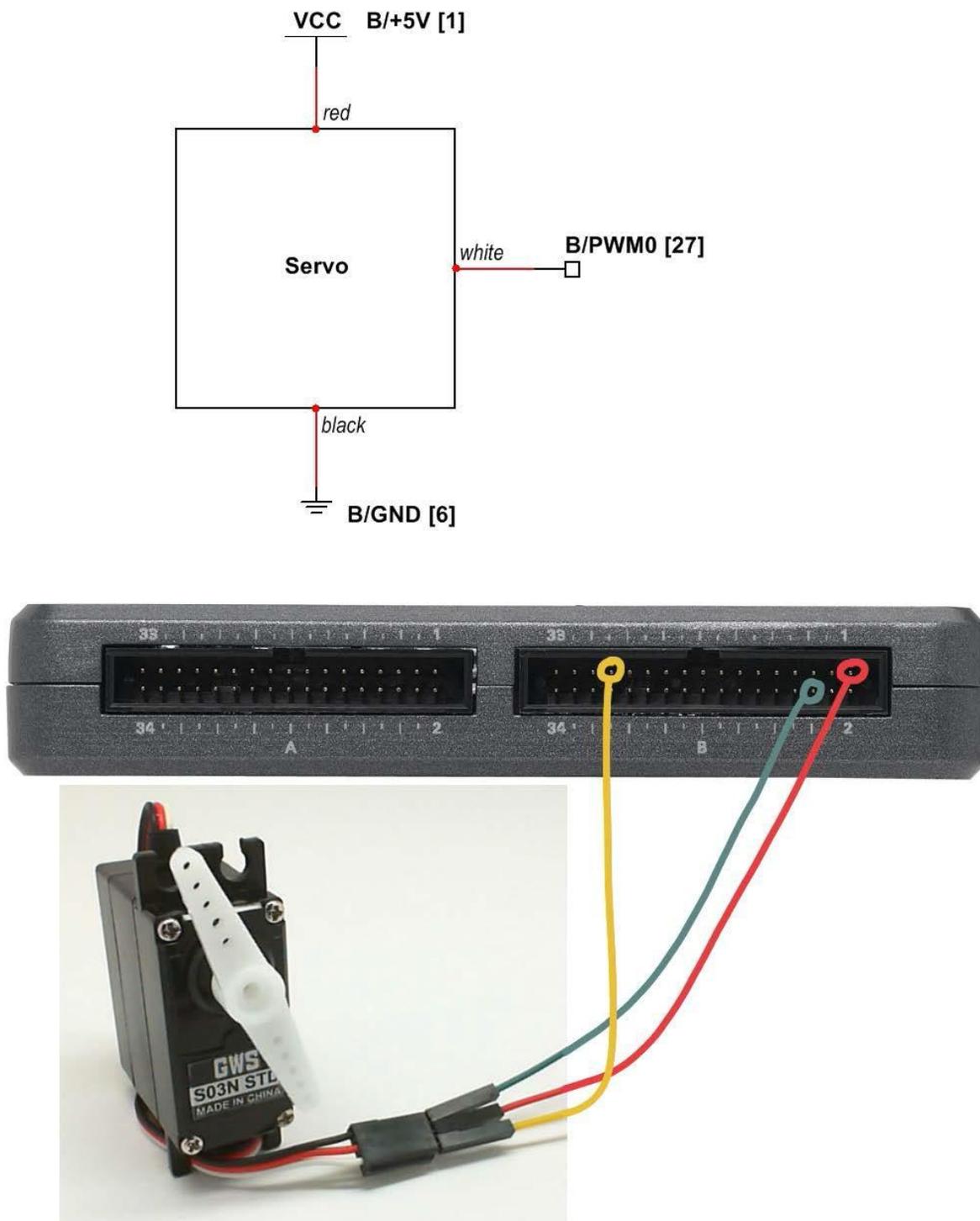


Figura 17.2: Configuración de demostración para el servo GWS S03N STD conectado al Conector MXP B de NI myRIO.

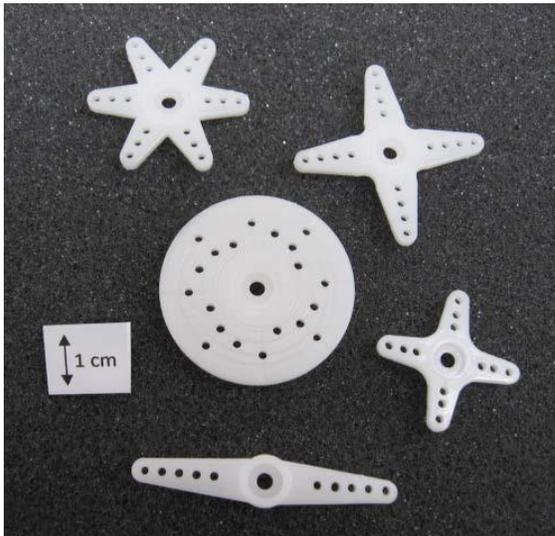


Figura 17.3: Cuernos de control de servo incluidos con el GWS S03N STD.

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución,
- Terminales correctas del conector MXP — asegúrese que está utilizando el Conector B y que tiene las conexiones de pin correctas y
- Conexiones de servo correctas — revise sus conexiones y asegúrese de que ha conectado la línea roja a la fuente de alimentación de +5 volts, la línea negra a tierra y la línea blanca a la salida PWM0.

17.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: El servo ajusta su ángulo de eje de acuerdo al *comando de entrada*, un pulso periódico que varía su ancho entre 1.0 y 2.0 ms. Un ancho de pulso centrado entre estos dos límites (1.5 ms) le indica al servo su posición neutral (centro).

El servo requiere alimentación de 5 volts y una sola conexión a una de las salidas de modulación de ancho de pulso (PWM) disponibles en el NI myRIO.

Estudie el video *Teoría de Interfaz de Servo* (youtu.be/DOu5AvSDP2E, 7:18) para aprender acerca de las aplicaciones de servos, los componentes internos del servo (controlador, accionamiento del motor, caja de cambios y potenciómetro), el principio de operación del sistema de control de retroalimentación del servo y la técnica utilizada para realizar rotación continua del servo.

Programación LabVIEW: Estudie el video *Vls PWM de Bajo Nivel* ([youtu.be/\[TBD\]:pwmVI](https://youtu.be/[TBD]:pwmVI), :) para aprender a utilizar los VIs PWM de bajo nivel para abrir un canal a la salida PWM y configurar el ancho de pulso y tasa de repetición de pulso..

17.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación de la Demostración Servo* (youtu.be/QXHe0DFbUdc, 4:23) para aprender los principios de diseño de la demostración Servo y luego intente realizar estas modificaciones al diagrama de bloques Main.vi:

1. Agregue los cálculos necesarios para calibrar el control deslizador en grados de rotación. Utilice la misma técnica de anulación de compensación, pero ahora con un factor multiplicador de escala (asegúrese de inicializar el nodo de retroalimentación a 1). Pruebe su código como se indica a continuación:

- Anule la compensación,
- Fije el ángulo del servo a cero y anote la posición del brazo del cuerno del servo,
- Ajuste el ángulo del servo hasta que el brazo rote +90 grados,
- De clic y luego suelte su botón "escala" y luego
- Ingrese 90 grados en la caja de entrada directa del control deslizador y confirme que el brazo de rotación es exactamente 90 grados desde el centro.

2. Haga que el servo siga una *trayectoria de posición angular*, por ejemplo, una secuencia de ángulos almacenados en un arreglo:
 - Reemplace el ciclo while con un ciclo for (de clic derecho en el ciclo for y seleccione la opción Conditional Terminal),
 - Agregue un arreglo utilizando el generador Sine Pattern ubicado en la subpaleta Signal Processing | Sig Generation; seleccione una amplitud para el patrón seno que moverá el brazo del servo hacia su rango de viaje posible,
 - Cambie el control deslizador a un indicador y
 - Conecte la salida Sine Pattern a través del marco del ciclo for al cable de control de posición.

17.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide>

para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el servo con otros componentes y dispositivos.

17.5 Para Mayor Información

- *Actuators and Servos* por Society of Robots
~
Muchos detalles prácticos de servos:
http://www.societyofrobots.com/actuators_servos.shtml
- *Servo Control* por PC Control Learning Zone
~
Otro buen tutorial acerca de servos:
http://www.pc-control.co.uk/servo_control.htm

18 Puente H y Motorreductor

Un control de motor Puente H utiliza cuatro MOSFETs de potencia para direccionar corriente a través de un motor de DC en una dirección o la otra, de este modo permitiendo que el controlador del motor invierta la dirección del motor a medida que se necesite. Los MOSFETs también conmutan lo suficientemente rápido que la modulación de ancho de pulso (PWM) del par de MOSFETs activos puede ajustar la velocidad del motor. El puente H y motorreductor incluido con el Juego de Accesorios para Mecatrónica de NI myRIO (Figura 18.1) proporciona torque relativamente alto y es adecuado para el tren motriz de una plataforma robótica. Por otra parte, el codificador de cuadratura integrado de posición del eje proporciona retroalimentación adecuada para control de posición y velocidad del motor.



Figura 18.1: Puente H y motorreductor del Juego de Accesorios para Mecatrónica de NI myRIO.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Describir el principio de operación del puente H,
2. Explicar cómo controlar la velocidad del motor y la dirección de rotación,
3. Dibujar las formas de onda de la salida codificadas de cuadratura del sensor de posición del eje para rotación en sentido y al contrario de las manecillas del reloj,
4. Entender cómo proteger los transistores MOSFET de corriente de corto circuito momentánea cuando se cambia la dirección del motor,
5. Aplicar el LabVIEW PWM Express VI para controlar la velocidad del motor y
6. Aplicar el LabVIEW Encoder Express VI para medir la posición del eje del motor y velocidad.

18.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del puente H y motorreductor.

Seleccione estas partes del Juego de Accesorios para Mecatrónica de NI myRIO:

- Puente H (PmodHB5), http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-HB5/PmodHB5_RevD_rm.pdf
- Motorreductor, <http://digilentinc.com/Products/Detail.cfm?NavPath=2,403,625&Prod=MT-MOTOR>
- Desarmador pequeño
- Cables, H-H (6x)
- Cables, M-H (2x)

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático y construcción recomendada en el protoboard en la Figura 18.2 en la página siguiente; el puente H y motorreductor requiere seis conexiones al Conector MXP A de NI myRIO y dos conexiones al Conector MXP B:

1. J2.VM → B/+5V (pin 1)
2. J2.GND → B/+5V (pin 1)
3. J1.VCC → A/+3.3V (pin 33)
4. J1.GND → A/GND (pin 30)
5. J1.EN (enable) → B/PWM0 (pin 27)
6. J1.SA (sensor A) → B/ENCA (pin 18)
7. J1.SB (sensor B) → B/ENCB (pin 22)
8. J1.DIR (direction) → B/DIO0 (pin 11)

Utilice un desarmador plano para aflojar y apretar los tornillos del conector J2 de voltaje de alimentación del motor.

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaque los contenidos a una ubicación conveniente.
- Abra el proyecto H-Bridge & Geared Motor demo.lvproj contenido en la subcarpeta H-Bridge & Geared Motor demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana "Deployment Process" mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción "Close on successful completion" para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: De clic en el botón Enable e incremente el deslizador PWM duty (ciclo de trabajo) hasta que el motor empiece a girar. Debería ver el valor del indicador Counter Value incrementarse en dirección positiva y el indicador Counter Direction desplegar "Counting Up." Continúe incrementando el deslizador PWM duty para acelerar el motor.

Lleve el deslizador de regreso a cero y luego continúe hacia atrás a un valor negativo. Debería ver que la dirección del indicador cambia a "Counting Down" y que el valor del contador se decrementa.

De clic en el botón Reset Counter y luego experimente con la velocidad del motor. Note que el contador ahora funciona como un indicador de velocidad reportando el número de "cuentas" medido en un intervalo de 100 milisegundos.

Intente variar el control PWM freq para ajustar la tasa a la cual los pulsos son aplicados a la entrada "enable" del puente H. Busque relaciones entre la frecuencia PWM y el ciclo de trabajo especialmente en términos de estos puntos:

1. ¿Qué rango de frecuencia PWM hace más fácil iniciar el motor parado cuando se incrementa el ciclo PWM desde cero?
2. ¿Qué rango de frecuencia PWM causa tonos audibles?
3. ¿Qué rango de frecuencia PWM es mejor para rotación muy lenta?

Lleve la velocidad del motor de regreso a cero y luego reinicialice el contador, dejando el interruptor Reset Counter en su estado "apagado". Rote de manera manual el imán atrás del motor y observe el despliegue Counter Value. ¿Cuántos conteos ve para una revolución completa del imán?

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO.

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,

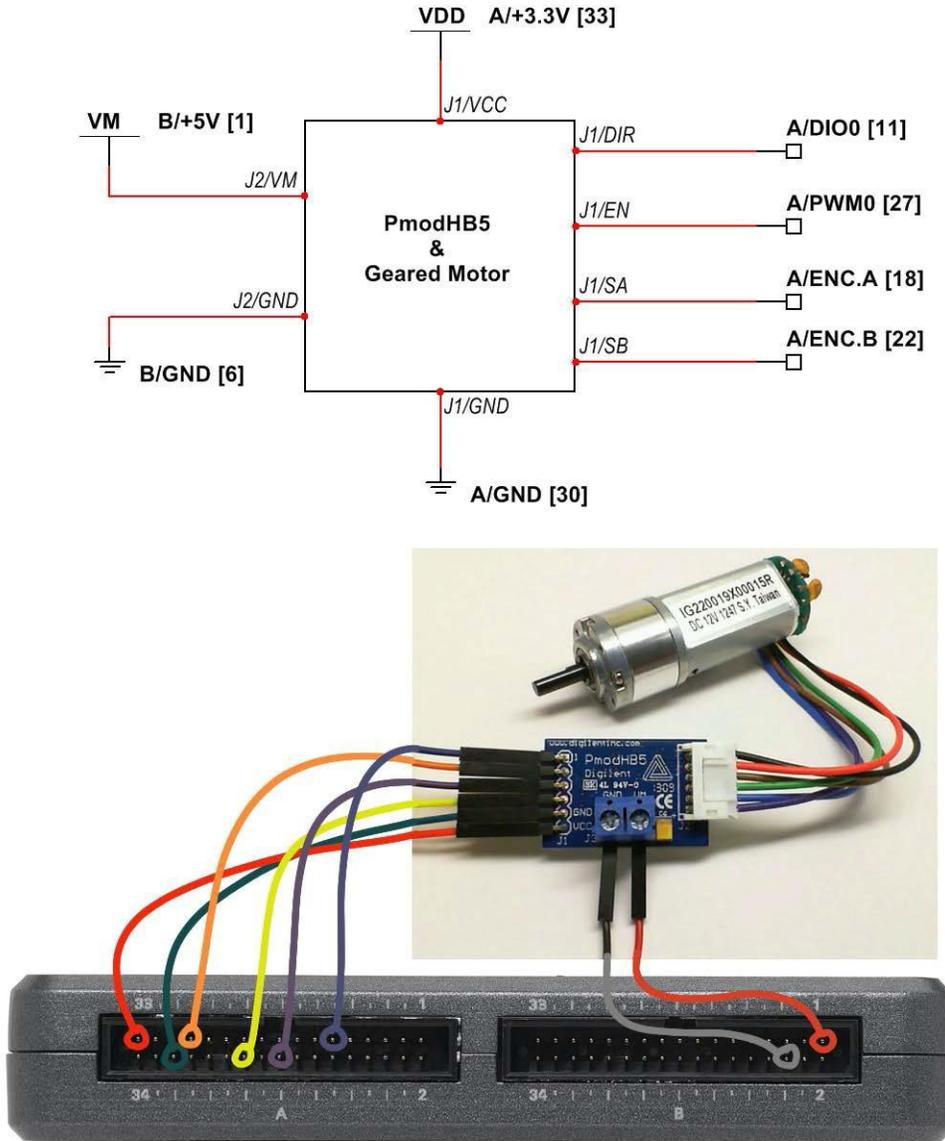


Figura 18.2: Circuito demostrativo para puente H y motorreductor: diagrama esquemático y conexión a los Conectores MXP A y B de NI myRIO.

- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución,
- Terminales correctas del conector MXP — asegúrese que está utilizando el Conector A para el control de puente H y señales de sensor y que ha realizado las conexiones de pin correctas,
- Terminales PmodHB5 correctas — revise sus conexiones y asegúrese que no ha reservado las entradas de codificador de NI myRIO; también revise que no cruzado accidentalmente las conexiones de la fuente de alimentación.

18.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: El controlador de motor puente H PmodHB5 proporciona entradas de habilitación y dirección y salidas de sensor de cuadratura de un par de sensores de efecto Hall anexados en la parte posterior del motor; un pequeño imán circular montado al eje del motor activa los sensores. El motorreductor Sha Yang Ye IG22 se conecta directamente vía el conector de estilo JST. El bloque de terminal de tornillo en el HB5 acomoda cable de calibre 18 para motores de hasta 12 volts y 2 amperes.

Estudie el video *Teoría de Interfaz de Puente H y Motorreductor* (youtu.be/W526ekpR8q4, 11:26) para aprender más acerca de los principios de operación del puente H, características del PmodHB5 y IG22, control de velocidad y modulación por ancho de pulso (PWM), sensor de efecto Hall y señales de sensor de codificador de cuadratura y un resumen de control de lazo cerrado de la posición y velocidad del motor utilizando las señales del sensor como retroalimentación.

Programación LabVIEW: Estudie el video *PWM Express VI* (youtu.be/mVN9jfwXlel, 2:41) para aprender a utilizar el PWM Express VI para crear una señal cuadrada modulada por ancho de pulso para proporcionar operación de motor a velocidad variable. Estudie *Encoder Express VI* (youtu.be/[TBD]:encoderExVI, :) para aprender a utilizar el Encoder Express VI para decodificar señales de retroalimentación de codificador de cuadratura del eje del motor.

18.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación de la Demostración Puente H y Motorreductor* (youtu.be/Q1UXVtVN-oQ, 6:01) para aprender los principios de diseño de la demostración Puente H y Motorreductor y luego intente realizar estas modificaciones al diagrama de bloques Main.vi:

1. Determine el número de conteos de codificador del eje para una revolución de la salida del eje de la caja de cambios (pista: necesita conocer la razón de la caja de cambios y el número de conteo de codificador para una revolución del sensor magnético) y luego agregue código al diagrama de bloques para desplegar el ángulo del eje de salida en grados.
2. Agregue un despliegue para mostrar RPS (revoluciones por segundo) del eje de salida de la caja de cambios.
3. El diagrama de bloques ha sido intencionalmente diseñado para hacer fácil que agregue un control PID (proporcional/integral/derivativo) para implementar un sistema de control de lazo cerrado:
 - (a) Abra un espacio vertical inmediatamente a la derecha del Encoder Express VI,
 - (b) Coloque un controlador PID localizado en la subpaleta Real-Time | Function Blocks | Control en este espacio,
 - (c) Reconecte el clúster de error para asegurar que el PID VI se ejecuta después del Encoder VI y después del PWM VI,
 - (d) Cree controles del panel frontal para los valores de ganancia proporcional, tiempo integral y tiempo derivativo,
 - (e) De clic derecho en el control PWM duty y seleccione "Change to indicator,"
 - (f) Conecte la salida PID al indicador PWM duty,
 - (g) Cree un control para la entrada PID setpoint input y

- (h) Mantenga el interruptor Reset Counter activo o cámbielo a una constante de valor verdadero.

Busque la frase “sintonización PID Ziegler-Nichols” para buscar tutoriales que discuten cómo seleccionar de manera apropiada valores para las tres constantes del controlador y experimente por su cuenta (empezando con la ganancia proporcional).

18.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide> para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el puente H y motorreductor con otros componentes y dispositivos.

<http://www.ni.com/myrio/project-guide> para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el puente H y motorreductor con otros componentes y dispositivos.

18.5 Para Mayor Información

- *PmodHB5 Reference Manual* por Digilent ~ Manual de referencia para el módulo puente H:
http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-HB5/PmodHB5_RevD_rm.pdf
- *PmodHB5 Schematics* por Digilent ~ Diagrama esquemático del módulo puente H:
http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-HB5/PmodHB5_D_sch.pdf
- *Motor/Gearbox* por Digilent ~ ¿Necesita más motorreductores para su proyecto? El IG22 es vendido por Digilent:
<http://digilentinc.com/Products/Detail.cfm?NavPath=2,403,625&Prod=MT-MOTOR>
- *IG22 Geared Motor Datasheet* por Sha Yang Ye ~ Hoja de especificaciones para el motor y la caja de cambios planetarios:
<http://www.geared-motor.com/english/pdf/IG-22GM-01&02.pdf>
- *Two-Channel Encoder Datasheet* por Sha Yang Ye ~ Hoja de especificaciones para el codificador de cuadratura de dos canales:
<http://www.geared-motor.com/english/pdf/Magnetic-Encoders.pdf>

19 Telémetro IR

Un telémetro IR utiliza un haz de luz infrarroja reflejada para medir la distancia entre el sensor y un objetivo reflexivo. El rango a un objeto es proporcional a la salida de voltaje del telémetro IR. Las aplicaciones de un telémetro IR incluyen detección de objeto y rango para robots, sensado de proximidad, e interruptores sin contacto. La Figura 19.1 muestra el telémetro IR incluido en el Juego de Accesorios para Mecatrónica de NI myRIO.



Figura 19.1: Telémetro IR del Juego de Accesorios para Mecatrónica de NI myRIO.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Describir las características del telémetro IR SHARP GP2Y0A21YK0F,
2. Discutir el principio de operación de los telémetros IR y
3. Aplicar técnicas de calibración utilizando mediciones individuales o múltiples.

19.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del telémetro IR..

Seleccione estas partes del Juego de Accesorios para Mecatrónica de NI myRIO:

- Telémetro IR, <http://www.digilentinc.com/Data/Products/IR-RANGE-SENSOR/IR%20Range%20Sensor%20rm.pdf>
- Cables, M-H (3x)

Construya el circuito interfaz:

Referirse al diagrama esquemático y construcción recomendada en el protoboard en la Figura 19.2 en la página siguiente. El circuito interfaz requiere tres conexiones al Conector MXP B de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Fuente de alimentación de 5 volts → B/+5V (pin 1)
2. Tierra → B/GND (pin 6)
3. Señal de salida → B/AIO (pin 3)

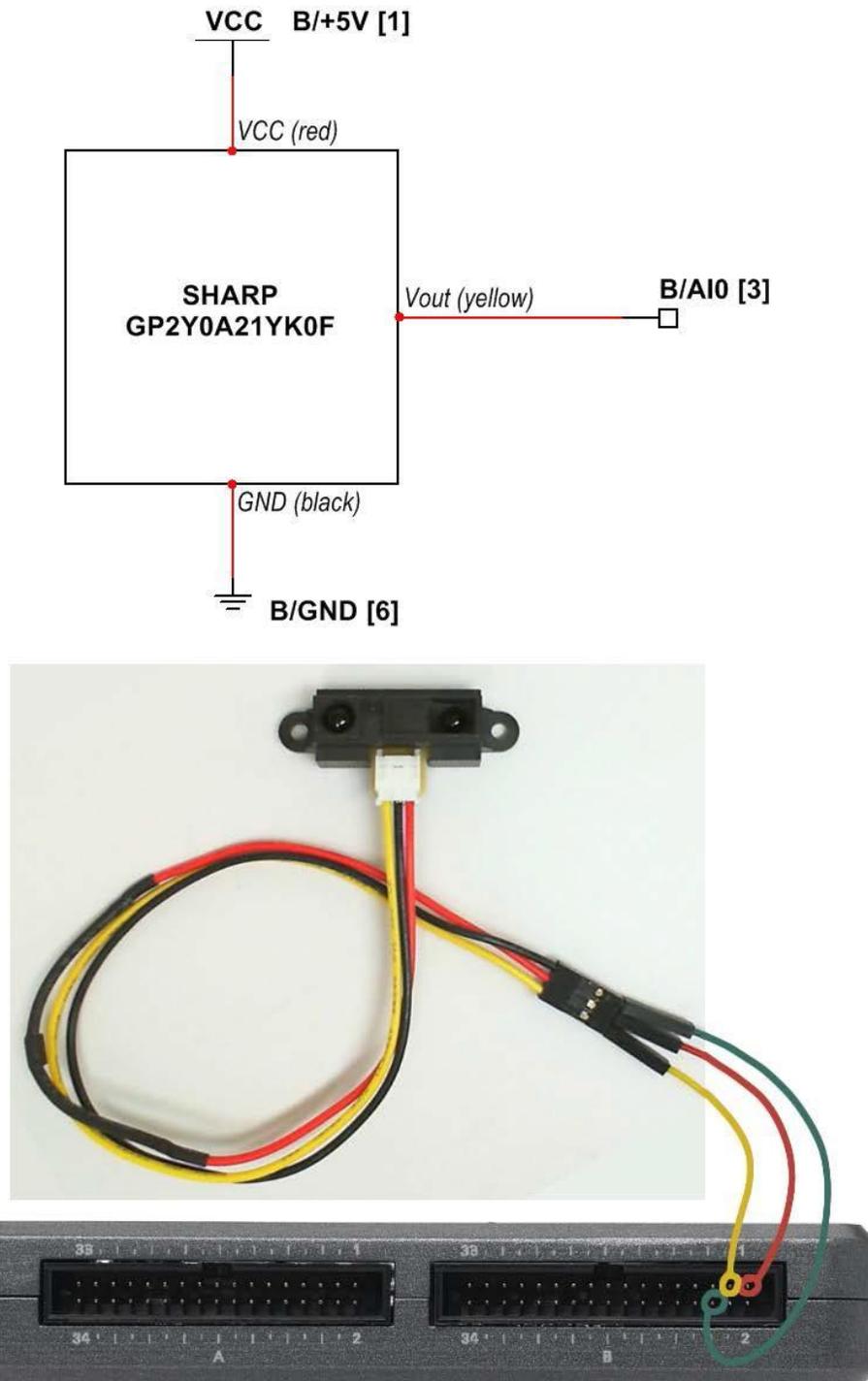


Figura 19.2: Configuración de la demostración para telémetro IR conectado al Conector MXP B de NI myRIO.

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaque los contenidos a una ubicación conveniente.
- Abra el proyecto IR Range Finder demo.lvproj contenido en la subcarpeta IR Range Finder demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana “Deployment Process” mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción “Close on successful completion” para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados Esperados: El VI de la demostración despliega la salida de voltaje del telémetro IR y el rango en centímetros a un objetivo reflexivo. Utilice una regla para medir la distancia desde la parte posterior del sensor a un objetivo reflexivo colocado en algún lugar entre 0 cm y 80 cm. Compare el rango de medición con un rango conocido; ¿qué tan cercanos son estos valores? Tome nota del voltaje del sensor V_O cuando el objetivo es colocado en un rango conocido R entre 10 cm y 40 cm, calcule el factor de escala de calibración $K_{scale} = R \times V_O$ y luego ingrese este valor en el control K_{scale} [cm-V] del panel frontal. Repita sus mediciones de rango previas; ¿observa mejora en la precisión de la medición?

Intente mover el objetivo a rangos más cerca de 10 cm. Debería observar que el rango medido empieza a incrementarse aunque el objetivo está obviamente cerca al sensor. Puede mitigar este comportamiento no ideal asegurando que el sensor es montado por lo menos 10 cm del objetivo más cercano. Con una plataforma de robot, por ejemplo, se monta el sensor hacia el interior de la plataforma en lugar de un borde.

Utilice un teléfono inteligente o cámara web para ver el sensor IR. La luz infrarroja aparece azul en un sensor de imagen digital. ¿Qué lado del sensor es el emisor IR?

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO.

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución,
- Terminales correctas del conector MXP — asegúrese que está utilizando el Conector B y que tiene las conexiones de pin correctas.

19.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: El telémetro IR SHARP GP2Y0A21YK0F crea una salida de voltaje V_O que varía en proporción inversa con el rango a un objetivo reflexivo.

Estudie el video *Teoría de Interfaz de Telémetro IR* (youtu.be/Xwr-j-2WT3k, 9:59) para aprender más acerca del telémetro IR incluyendo características, principio de operación, cálculo del rango de voltaje de sensor basado en el principio geométrico de triángulos similares y calibración del sensor con técnicas de medición individual o múltiple.

Programación LabVIEW: Estudie el video *Analog Input Express VI* (youtu.be/N6Mi-VjBlmc, 2:00) para aprender a utilizar el Analog Input Express VI para medir la salida primaria del divisor de voltaje.

19.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación de la Demostración Telémetro IR* (youtu.be/BFgeIRQxJ_E, 3:51) para aprender los principios de diseño de la demostración Telémetro IR y luego intente hacer estas modificaciones al diagrama de bloques Main.vi:

1. Agregue un control Booleano para deshabilitar o habilitar la función de promedio.
2. Despliegue el rango en pulgadas en lugar de centímetros.
3. Agregue una característica de detección de proximidad: active un LED cuando el rango sea más bajo que un valor de umbral ingresado en el panel frontal
4. Agregue un indicador Booleano "fuera de rango" cuando el rango exceda 80 cm.
5. Agregue una característica de detección mejorada: uno de tres LEDs para indicar "en rango", "demasiado cerca", o "muy lejos".

19.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide> para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el telémetro IR con otros componentes y dispositivos.

19.5 Para Mayor Información

- *IR Range Sensor Reference Manual* por Digilent
~ Manual de referencia del telémetro IR:
<http://www.digilentinc.com/Data/Products/IR-RANGE-SENSOR/IR%20Range%20Sensor%20rm.pdf>
- *GP2Y0A21YK0F Datasheet* por SHARP Micro-electronics
~ Hoja de especificaciones para la Unidad Sensor Medidor de Distancia GP2Y0A21YK0F:
http://sharp-world.com/products/device/lineup/data/pdf/datasheet/gp2y0a21yk_e.pdf

20 Telémetro Sónico

Un telémetro sónico mide el tiempo de vuelo redondo de pulsos cortos poco más allá del rango de audición humano (42 kHz) reflejados (eco) de un objetivo. La multiplicación del tiempo de vuelo por la velocidad del sonido en el aire da como resultado la distancia (rango) al objetivo. Las aplicaciones del telémetro sónico incluyen mediciones de distancia sin contacto, detección de objetivo, sensado de proximidad y mapeo robótico. La Figura 20.1 muestra el telémetro sónico incluido en el Juego de Accesorios para Mecatrónica de NI myRIO.

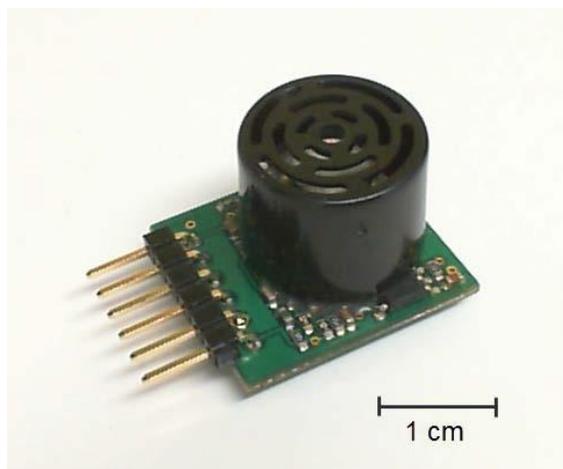


Figura 20.1: Telémetro sónico del Juego de Accesorios para Mecatrónica de NI myRIO.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Describir las características del telémetro sónico MaxBotix MB1010,
2. Determinar el rango medido de la UART y salidas analógicas,
3. Discutir el principio de operación de los telémetros sónicos,
4. Compensar la medición por la temperatura del aire y
5. Entender las características del haz presentadas en la hoja de especificaciones.

20.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del telémetro sónico.

Seleccione estas partes del Juego de Accesorios para Mecatrónica de NI myRIO:

- Telémetro sónico, http://maxbotix.com/documents/MB1010_Datasheet.pdf
- Cables, H-H (3x)

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático y construcción recomendada en el protoboard en la Figura 20.2 en la página siguiente; el telémetro sónico requiere tres conexiones al Conector MXP A de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. VCC → A/+3.3V (pin 33)
2. GND → A/GND (pin 30)

3. TX → A/UART.RX (pin 10)

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaquet los contenidos a una ubicación conveniente.
- Abra el proyecto Sonic Range Finder demo.lvproj contenido en la subcarpeta Sonic Range Finder demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana “Deployment Process” mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción “Close on successful completion” para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: El VI demostrativo despliega el rango medido en pulgadas como una barra de relleno horizontal y en despliegue digital. Los caracteres de salida generados por el MB1010 también son desplegados en la esquina inferior izquierda.

De por lo menos 14 pulgadas de espacio cuando encienda el telémetro para permitir que su calibración inicial se haga de manera correcta y luego intente sostener un objeto a distancias conocidas desde el telémetro. Debería ver que el telémetro despliega de manera precisa la distancia al objeto.

Intente sostener el objeto muy cerca al transductor, por ejemplo, más cerca de seis pulgadas. Note como el telémetro reporta un rango mínimo de seis pulgadas.

De doble clic en el límite superior de la barra horizontal de relleno y cambie su valor a 254; este es el rango máximo del MB1010. Posicione el telémetro sónico en un área abierta de al menos 22 pies. ¿Puede ver el máximo rango posible de medición?

Intente objetos de varios grosores tales como lápiz o pluma. EL telémetro no puede “ver” objetos de pequeño diámetro a menos que estén lo suficientemente cerca. ¿Puede determinar el rango máximo detectable?

Intente colocar un objeto a un lado. El patrón del haz del telémetro busca como una haz de lámpara de mano - estrecho cerca del transductor y amplio en la distancia. ¿Puede determinar el ancho del haz a varios rangos distintos?

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO.

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución, ,
- Terminales correctas del conector MXP — asegúrese que está utilizando el Conector A y que tiene las conexiones de pin correctas y
- Terminales correctas del conector MB1010— revise sus conexiones y asegúrese de que ha conectado la línea UART “RX” de NI myRIO a la terminal “TX” del MB1010; también revise que no ha cruzado de manera accidental las conexiones de la fuente de alimentación y

NOTA: Verifique las conexiones “RX” y “TX” nuevamente en caso de ver el mensaje “Timeout expired before operation completed” o similar, este mensaje indica que el NI myRIO no recibió los caracteres esperados de la salida “TX” del MB1010.

20.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: El transductor del telémetro sónico MaxBotix MB1010 (también conocido como LV-MaxSonar-EZ1) genera pulsos cortos de sonido

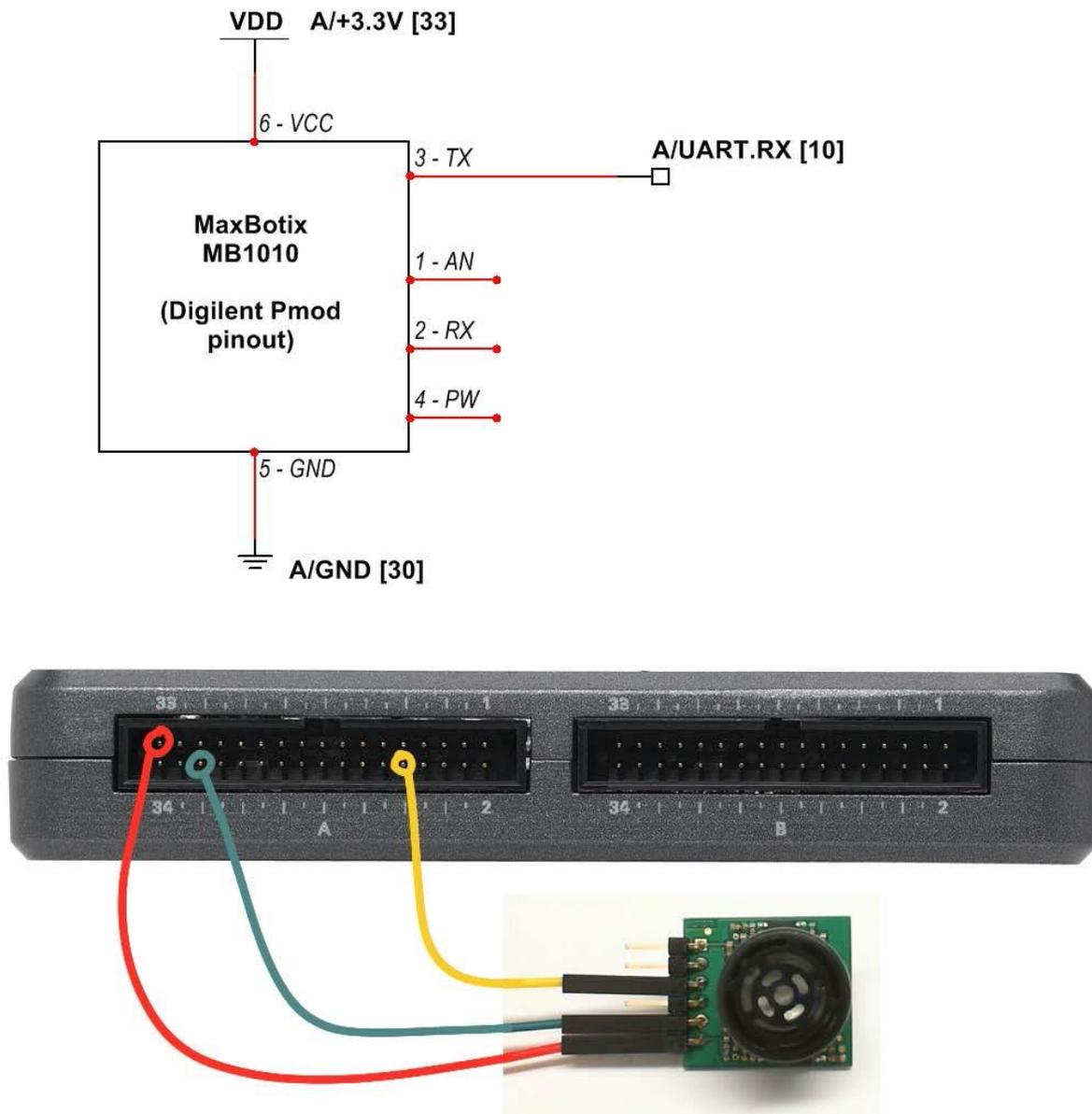


Figura 20.2: Configuración de demostración para el telémetro sónico conectado al Conector MXP A de NI myRIO MXP.

que cuando generan eco de un objeto pueden ser detectados. El tiempo de vuelo del pulso combinado con la velocidad del sonido produce la distancia, o rango, al objeto. El MB1010 proporciona mediciones de rango en formato digital vía UART, salida analógica y salida de ancho de pulso.

Estudie el video *Teoría de Interfaz de Telémetro Sónico* (youtu.be/UcpmrcJR_D8, 9:26) para aprender el principio de operación del telémetro sónico, aplicaciones, características del MaxBotix MB1010, conexiones de señal, técnica de compensación de temperatura y patrón de haz.

Estudie *Comunicación Serial: UART* (youtu.be/odN66E85J5E, 7:56) para entender de una mejor manera las formas de onda de señalización entre transmisores y receptores UART.

Programación LabVIEW: Estudie el video *VIs UART de Bajo Nivel* ([youtu.be/\[TBD\]:uartVI](http://youtu.be/[TBD]:uartVI), :) para aprender a utilizar los subVIs de bajo nivel UART para leer y escribir datos orientados a byte.

20.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación de la Demostración Telémetro Sónico* (youtu.be/MVa9HklgKI, 3:33) para aprender los principios de diseño de la demostración Telémetro Sónico, luego intente realizar estas modificaciones al diagrama de bloques Main.vi:

- Actualizar el panel frontal para desplegar el rango en centímetros.
- Agregar un detector de proximidad (indicador Booleano o LED) con un nivel de umbral ajustable en el panel frontal. Por ejemplo, cuando el umbral esté en 20 pulgadas, cualquier objeto en el rango de menos de 20 pulgadas activaría el indicador del detector de proximidad.
- Agregue un Analog Input Express VI para desplegar la salida analógica "AN" del MB1010. Convierta el voltaje a rango y luego compare este valor con el UART.

¿Encuentra alguna diferencia entre el uso de la salida analógica y la salida digital?

- Cree una versión bajo demanda del VI: agregue dos Digital Output Express VIs para mantener el "RX" del MB1010 normalmente bajo con un pulso pequeño de alto nivel para disparar una sola medición.

20.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide>

para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el telémetro sónico con otros componentes y dispositivos.

20.5 Para Mayor Información

- *MB1010 Datasheet* por MaxBotix ~ Hoja de especificaciones para el Telémetro Sónico MB1010:

http://maxbotix.com/documents/MB1010_Datasheet.pdf

- *Temperature Compensation for Sonic Range Finders* por MaxBotix ~ La velocidad del sonido varía de manera significativa con la temperatura. Este página presenta una ecuación para calcular la velocidad de cualquier temperatura dada que puede ser utilizada como la base de la temperatura de compensación

: [http://www.maxbotix.com/documents/Temperature_](http://www.maxbotix.com/documents/Temperature_Compensation.pdf)

[Compensation.pdf](http://www.maxbotix.com/documents/Temperature_Compensation.pdf)

- *Sonic Range Finder Tutorials* por MaxBotix ~

Tutoriales sobre todos los aspectos de telémetros sónicos:

<http://maxbotix.com/tutorials.htm>

21 Acelerómetro

Un acelerómetro mide la posición de una *masa de prueba* en un chip suspendida y reporta movimiento de la masa de prueba como aceleración en unidades "g", por ejemplo, $1g = 9.81m/s^2$. Los acelerómetros miden aceleración estática para aplicaciones de sensor de nivelación, inclinación y caída así como aceleración dinámica para choque y vibración. La Figura 21.1 muestra el acelerómetro del Juego de Accesorios para Mecatrónica de NI myRIO basado en el acelerómetro digital de triple eje ADXL345 de Analog Devices con comunicación serial de bus I²C. El ADXL345 proporciona alto nivel de flexibilidad e incluye detección de eventos en chip incluyendo un solo toque, doble toque, actividad y caída libre.

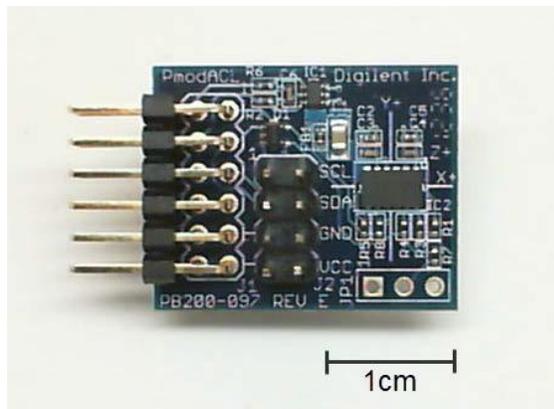


Figura 21.1: Acelerómetro de Juego de Accesorios para Mecatrónica de NI myRIO.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Configurar el acelerómetro para tasa de datos, resolución y rango,
2. Configurar una detección de un solo toque y pines de interrupción y
3. Leer y desplegar valores de aceleración.

21.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del acelerómetro.

Seleccione estas partes del Juego de Accesorios para Mecatrónica de NI myRIO:

- Acelerómetro (PmodACL), http://diligentinc.com/Data/Products/PMOD-ACL/PmodACL_rm.pdf
- Cables, H-H (6x)

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático y construcción recomendada en el protoboard en la Figura 21.2 en la página siguiente; el acelerómetro requiere seis conexiones al Conector MXP A de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Fuente de alimentación de +3.3 volts → A/+3.3V (pin 33)
2. Tierra → A/GND (pin 30)
3. Datos seriales (SDA) → A/I2C.SDA (pin 34)
4. Reloj serial (SCL) → A/I2C.SCL (pin 32)
5. Interrupt #1 → A/DIO0 (pin 11)
6. Interrupt #2 → A/DIO0 (pin 13)

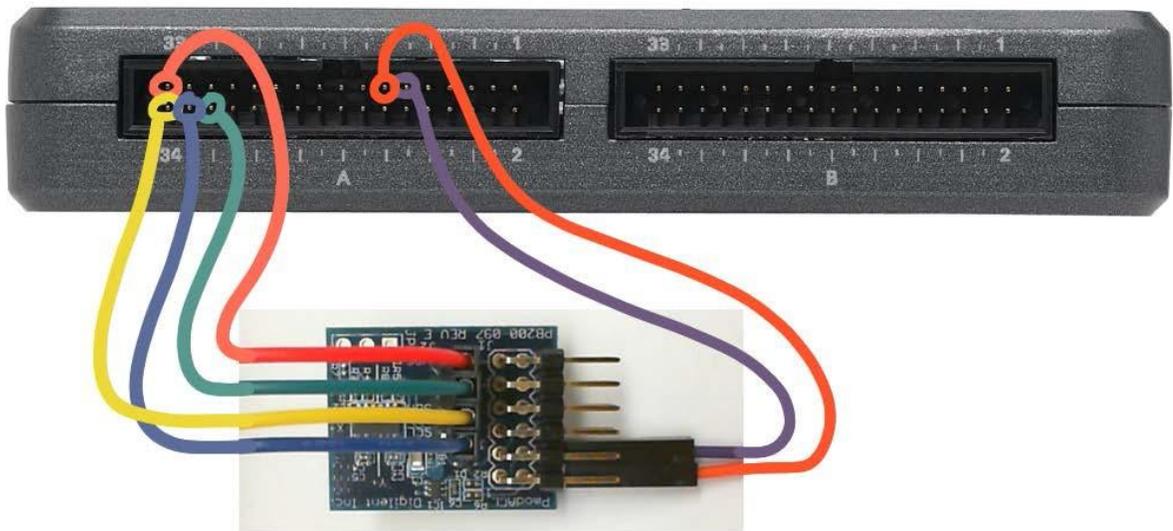
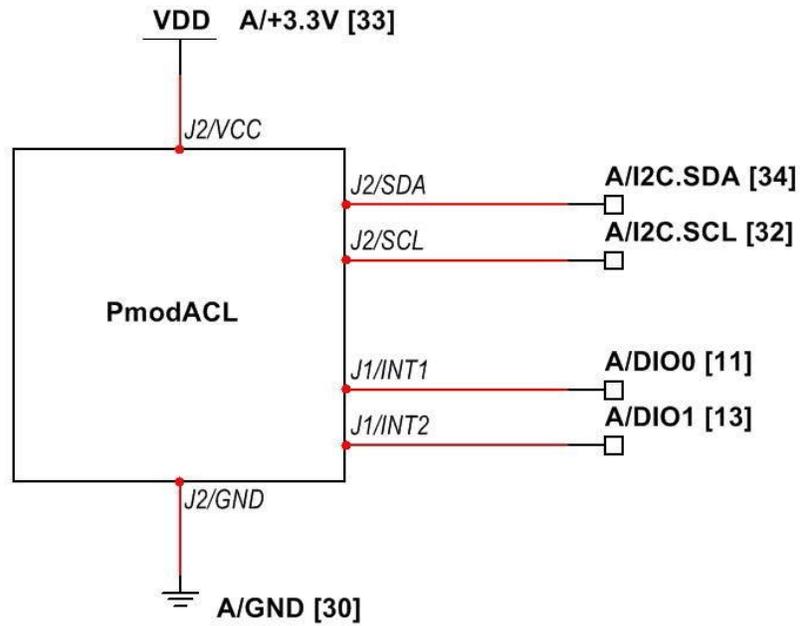


Figura 21.2: Configuración de demostración para acelerómetro conectado al Conector MXP A de NI myRIO.

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaque los contenidos a una ubicación conveniente.
- Abra el proyecto Accelerometer demo.lvproj contenido en la subcarpeta Accelerometer demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espera a ver la ventana "Deployment Process" mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción "Close on successful completion" para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: El VI demostrativo despliega los valores de acelerómetro de triple eje en tres formatos: como los seis bytes recuperados de los registros "DATA" de acelerómetro, como tres enteros con signo formados al combinar los dos bytes recuperados por eje y como un mapa de forma da onda. Pronto aprenderá cómo convertir estos valores a "g". El VI también despliega los contenidos del registro "INTERRUPT_SOURCE". Antes de ejecutar el ciclo principal el VI configura los registros del acelerómetro para tasa de datos, resolución, rango y detección de un solo toque en el eje X.

Ejecute el VI y luego observe el despliegue del panel frontal a medida que agita el acelerómetro. Vea cuidadosamente la tarjeta PmodACL y observará los ejes "X+" e "Y+" del sistema coordinado. Intente agitar el acelerómetro a lo largo de un eje en particular y luego correlacione este movimiento con lo que ve en el panel frontal. El sistema coordinado sigue la regla de la mano derecha, por lo tanto el eje "Z+" apunta hacia arriba desde la parte superior de la tarjeta.

Ahora, intente algunas mediciones de aceleración estática (constante) que forman la base de las aplicaciones de sensado de nivel e inclinación. Por ejemplo, coloque el borde de la tarjeta marcado "X+" en una superficie nivelada y luego sacuda la tarjeta de un lado a otro mientras observa el panel frontal. ¿Qué observa acerca del signo de la aceleración medida en el eje X? Note la posición de la tarjeta cuando la aceleración del eje X alcanza su máxima desviación lejos de cero. ¿Puede formarse una idea de cómo una medición de aceleración estática podría ser convertida en un sensor de inclinación reportando sus resultados en grados fuera del centro?

Finalmente, intente tocar el borde de la tarjeta en la mesa o toque el borde con su dedo. El LED0 de NI myRIO brillará para indicar que un evento de un solo toque fue detectado por el acelerómetro. La detección de un solo toque solo está habilitada alrededor del eje X. Intente tocar los tres ejes diferentes a medida que observa el LED.

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO.

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución,
- Terminales correctas del conector MXP — asegúrese que está utilizando el Conector A y que tiene las conexiones de pin correctas,
- Terminales correctas del conector PmodACL — revise sus conexiones y asegúrese que ha conectado la línea "SDA" del bus I²C-bus "SDA" de NI myRIO en el conector J2 y la línea "SCL" a la terminal "SCL" terminal; también revise que no ha cruzado de manera accidental las conexiones de la fuente de alimentación y
- Terminales correctas de interrupción del PmodACL a las líneas DIO de NI myRIO— solo el panel frontal se actualiza en respuesta a la interrupción "data ready".

NOTA: Verifique las conexiones “SDA” y “SCL” nuevamente en caso de ver el mensaje “Error-36011 occurred at myRIO Write I2C.vi” o similar; este mensaje indica que el NI myRIO no recibió respuesta de la interfaz de bus I²C del PmodACL.

21.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: El acelerómetro de tres ejes ADXL345 de Analog Devices en el corazón del PmodACL soporta la interfaz de bus serial I²C (comúnmente denominada “I2C”); el ADXL345 soporta la interfaz serial SPI, sin embargo, este capítulo se concentra exclusivamente en la interfaz serial I²C. El ADXL345 incluye dos salidas de interrupción designadas “INT1” e “INT2.” Estos pines proporcionan acceso a ocho diferentes fuentes de interrupción que podrían ser habilitadas en caso de requerirse. Treinta registros direccionables proporcionan acceso a los tres valores de aceleración medidos así como a una amplia variedad de opciones de configuración.

Estudie el video *Teoría de Interfaz del Acelerómetro* (youtu.be/uj76-JtT_xk, 15:55) para aprender el principio de operación del acelerómetro, aplicaciones, características del ADXL345 de Analog Devices y conexiones al PmodACL de Digilent y orientación del eje del sensor. Continúe estudiando el video para aprender los detalles necesarios para configurar los registros del ADXL345 y leer datos de acelerómetro. El ADXL345 es un dispositivo relativamente complejo ofreciendo una amplia variedad de opciones; por lo tanto el tutorial en video se concentra en un conjunto de características para que usted esté listo rápidamente. Los ejemplos detallados le muestran: cómo configurar tasa de datos, resolución y rango; cómo configurar umbral y valores de duración y direccionar la interrupción de un solo toque a un pin de salida; y cómo leer los tres conjuntos de registros de datos y convertir estos valores de acelerómetro a una aceleración medida en unidades “g”.

Estudie *Comunicación Serial: I2C* (youtu.be/7CgNF78pYQM, 8:47) para mejor entendimiento de las formas de onda entre transmisores y receptores I²C.

Programación LabVIEW: Estudie el video *VIs I2C de Bajo Nivel* (youtu.be/[TBD]:iicVI, :) para aprender a utilizar los subVIs I2C de bajo nivel para leer y escribir datos orientados a bytes.

21.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación de la demostración Acelerómetro* (youtu.be/_GWEsrfxU4, 8:37) para aprender los principios de diseño de la demostración Acelerómetro y luego intente realizar estas modificaciones al diagrama de bloques Main.vi:

1. Cambie la dirección del dispositivo a algún otro valor.
¿Qué mensaje de error de LabVIEW observa?
2. Agregue los cálculos necesario para desplegar la aceleración en unidades “g”.
3. Agregue código para leer el registro de identificación del ADXL345 (dirección 0x00) y para generar una condición de error si la identificación es diferente del valor esperado, de esta manera su VI puede detectar que el dispositivo I²C correcto está conectado a las terminales I2C de NI myRIO. Estudie el mapa de registro de la hoja de especificaciones del ADXL345 (Tabla 19) para determinar el valor esperado. Seleccione uno de los subVIs de caja de diálogo de la subpaleta Programming | Dialog & User Interface para desplegar su mensaje de error.
4. Compare el acelerómetro con el incluido en el NI myRIO configurando un conjunto de indicadores adicionales en el panel frontal; vea el Accelerometer Express VI ubicado en la subpaleta myRIO | Onboard. Utilice una pieza de cinta para fijar el PmodACL a la caja de myRIO.

21.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide>

para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el acelerómetro con otros componentes y dispositivos.

21.5 Para Mayor Información

- *PmodACL Reference Manual* por Digilent
~
Manual de referencia para el acelerómetro:
http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-ACL/PmodACL_rm.pdf
- *PmodACL Schematics* por Digilent ~ Diagrama esquemático del acelerómetro:
http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-ACL/PmodACL_sch.pdf
- *ADXL345 Datasheet* por Analog Devices
~
Hoja de especificaciones del Acelerómetro Digital ADXL345:
<http://www.analog.com/ADXL345>
- *UM10204 I²C-bus Specification and User Manual* por NXP Semiconductors ~ Un tratado completo del estándar I²C-bus, incluyendo diagramas de temporización y sistemas multi-maestro:
http://www.nxp.com/documents/user_manual/UM10204.pdf

22 Giroscopio

Un giroscopio mide la velocidad angular (o tasa) de un eje. La tasa es reportada en grados por segundo y cuando se integra produce desplazamiento angular. Un giroscopio de tres ejes montado en una plataforma de robot produce posición (cabeceo, balanceo y viraje) en 3D y proporciona información valiosa para mantener la estabilidad del vehículo. La Figura 22.1 muestra el giroscopio del Juego de Accesorios para Mecatrónica de NI myRIO basado en el giroscopio de triple eje de salida digital L3G4200D de STMicroelectronics con comunicaciones de bus serial I²C.

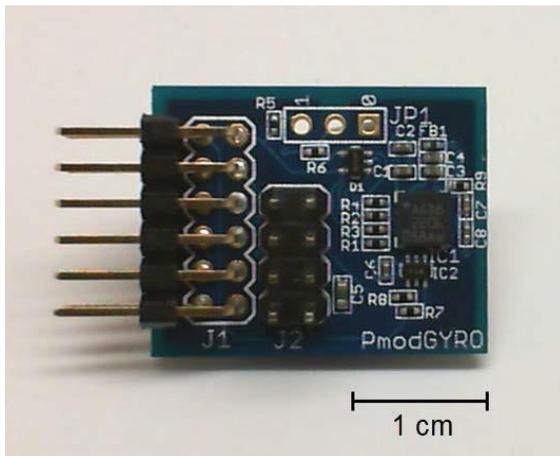


Figura 22.1: Giroscopio del Juego de Accesorios para Mecatrónica de NI myRIO.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Configurar el giroscopio para tasa de datos y rango de escala completa,
2. Configurar una salida de interrupción para detección de límite de umbral,
3. Leer y escribir valores de tasa angular y
4. Tratar con valores distintos a cero de sesgo de salida de nivel de tasa cero.

22.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del giroscopio.

Seleccione estas partes del Juego de Accesorios para Mecatrónica de NI myRIO:

- Acelerómetro (PmodACL), http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-ACL/PmodACL_rm.pdf
- Cables, H-H (6x)

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático y construcción recomendada en el protoboard en la Figura 22.2 en la página siguiente; el giroscopio requiere seis conexiones al Conector MXP A de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Fuente de alimentación de +3.3 volts → A/+3.3V (pin 33)
2. Tierra → A/GND (pin 30)
3. Datos seriales (SDA) → A/I2C.SDA (pin 34)
4. Reloj serial (SCL) → A/I2C.SCL (pin 32)
5. Interrupt #2 → A/DIO0 (pin 11)
6. Interrupt #1 → A/DIO0 (pin 13)

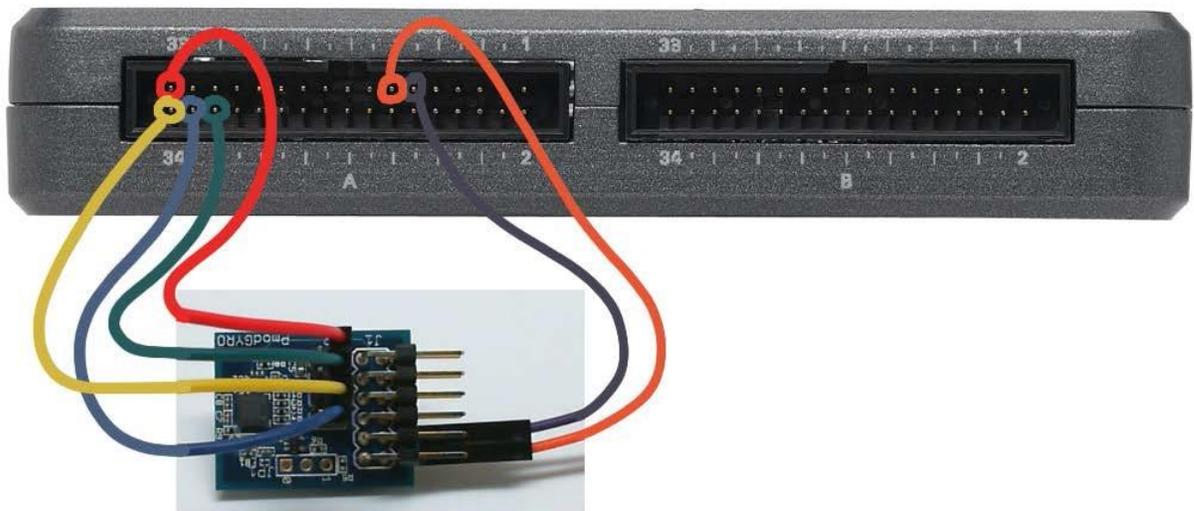
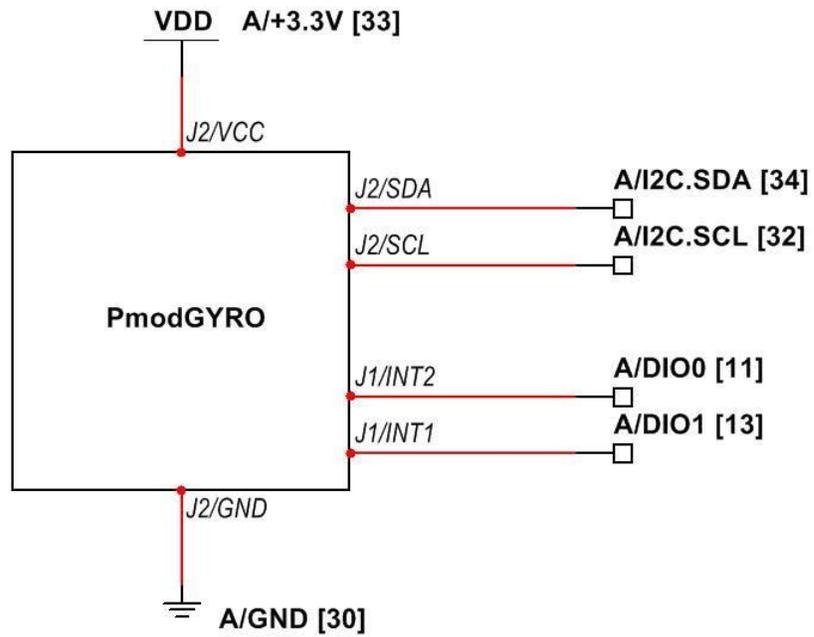


Figura 22.2: Configuración de demostración para giroscopio conectado al Conector MXP A de NI myRIO.

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaquet los contenidos a una ubicación conveniente.
- Abra el proyecto Gyroscope demo.lvproj contenido en la subcarpeta Gyroscope demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana "Deployment Process" mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción "Close on successful completion" para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: El VI demostrativo muestra la tasa de salida de seis bytes del giroscopio L3G4200D, valores formateados como enteros de 16 bits y un mapa de forma de onda para mostrar la historia de tiempo de las tres tasas del giroscopio. El VI también muestra los valores de tasa integrados que producen desplazamiento angular. Los integradores podrían ser reinicializados a cero dando clic en reset integrator y dando clic nuevamente.

Sostenga la tarjeta PmodGYRO del lado derecho hacia arriba y hacia usted con la palabra "PmodGYRO" en la esquina inferior derecha. El eje X apunta hacia la derecha y el eje Z apunta fuera de la tarjeta hacia usted. Rote la tarjeta en cada uno de los tres ejes. Debería observar que las rotaciones en sentido contrario a las manecillas del reloj cerca del eje sensible producen un valor positivo en la tasa angular en el panel frontal del VI. ¿Qué observa a medida que varía la tasa de rotación?

La mitad inferior del panel frontal del VI contiene despliegues del desplazamiento angular. Sostenga la tarjeta PmodGYRO en una posición inicial y luego de clic dos veces en reset integrator. Rote la tarjeta alrededor de un solo eje y luego rote de regreso a la

posición original. Debería observar que el valor del desplazamiento se convierte en un valor grande positivo (o negativo) lejos del desplazamiento cero y luego regresa al mismo valor.

El giroscopio L3G4200D contiene un efecto no ideal llamado *nivel de tasa cero*. Coloque el PmodGYRO en una mesa sin perturbación y luego reinicialice el integrador. Los valores de tasa en la parte superior podrían ser difíciles de leer debido a la rápida tasa de datos, pero debería esperar ver que los valores de desplazamiento en la parte inferior inician una rampa lineal lejos de cero. Incluso cuando el giroscopio está perfectamente estacionario (es decir la entrada "tasa cero") la salida contiene algún valor residual distinto de cero ("nivel tasa cero") que causa que la magnitud de salida del integrador se incremente de manera indefinida. Puede estimar el nivel de la tasa cero como sigue: reinicialice el integrador, permita que pase un tiempo relativamente largo, por ejemplo, un minuto (60 segundos), detenga el VI y luego divida el desplazamiento medido por 60 segundos. Compare este valor al valor típico que ve en indicador de tasa. Note que puede ajustar los límites de la gráfica de tasa angular dando doble clic a los valores superior e inferior en el eje "amplitud". Seleccione un rango más estrecho para apreciar de una mejor manera las características de salida del giroscopio incluyendo la desviación del nivel de tasa cero y el nivel de ruido de alta frecuencia.

LED0 en el NI myRIO despliega la interrupción de límite SUPERIOR del eje Z generada por el giroscopio. Intente un rotación rápida sobre el eje Z para activar este LED.

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO.

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución,
- Terminales correctas del conector MXP — asegúrese que está utilizando el Conector A y que tiene las conexiones de pin correctas,

- Terminales correctas del conector PmodGYRO — revise sus conexiones y asegúrese que ha conectado la línea "SDA" el bus I²C de NI myRIO a la terminal "SDA" del PmoDACL en el conector J2 y la línea "SCL" a la terminal "SCL"; también revise que no ha cruzado accidentalmente las conexiones de la fuente de alimentación y
- Terminales correctas de interrupción del PmodGYRO a las líneas DIO de NI myRIO DIO—el panel frontal solo se actualiza en respuesta a la interrupción "data ready".

NOTA: Verifique las conexiones "SDA" y "SCL" nuevamente en caso de ver el mensaje "Error-36011 occurred at myRIO Write I2C.vi" o similar; este mensaje indica que el NI myRIO no recibió respuesta de la interfaz de bus I²C del PmodGYRO.

22.2 Teoría de Interfaz

Circuito Interfaz: El giroscopio de triple eje L3G4200D de STMicroelectronics en el corazón del PmodGYRO soporta la interfaz de bus serial I²C (comúnmente denominada "I2C"); el L3G4200D también soporta la interfaz serial SPI, sin embargo, este capítulo se concentra exclusivamente en la interfaz serial I²C. El L3G4200D incluye dos salidas de interrupción designadas "INT1" e "INT2." Estos pines proporcionan acceso a varias fuentes de interrupción que pueden ser habilitadas en caso de requerirse. Veintiséis registros direccionables proporcionan acceso a los tres valores de tasa angular medidos así como a una amplia variedad de opciones de configuración.

Estudie el video *Teoría de Interfaz de Giroscopio* (youtu.be/5JDkwG2rr1o, 13:48) para aprender los principios de operación del giroscopio, aplicaciones, características del L3G4200D de STMicroelectronics y las conexiones y orientación del eje del sensor del

PmodGYRO de Digilent. Continúe estudiando el video para aprender los detalles necesarios para configurar los registros del L3G4200D, leer datos de tasa angular, e integrar las mediciones de tasa para obtener el desplazamiento angular relativo. El L3G4200D es un dispositivo relativamente complejo ofreciendo una amplia variedad de opciones; por lo tanto el tutorial en video se concentra en un conjunto de características para que usted esté listo rápidamente. Los ejemplos detallados le muestran:

- Configurar la tasa de datos y rango de escala completa
- Configurar un umbral de alto nivel para generar interrupción estilo comparador en el pin de salida "INT1"
- Generar una interrupción "data ready" en el pin de salida
- Leer los tres conjuntos de registros de datos y convertir estos valores de tasa en aceleración medida en unidades "dps" (grados por segundo)
- Integrar los valores de tasa para obtener desplazamiento angular relativo y
- Estimar la desviación del nivel tasa cero para reducir la aceleración del integrador.

Estudie *Comunicación Serial: I2C* (youtu.be/7CgNF78pYQM, 8:47) para mejor entendimiento de las formas de onda entre transmisores y receptores I²C.

Programación LabVIEW: VIEW: Estudie el video *Vls I2C de Bajo Nivel* ([youtu.be/\[TBD\]:iicVI](https://youtu.be/[TBD]:iicVI), :) para aprender a utilizar los subVIs I2C de bajo nivel para leer y escribir datos orientados a bytes.

22.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación de la Demostración Giroscopio* (youtu.be/o_iuY0M3yDk, 6:36) para aprender los principios de diseño de la demostración Giroscopio y luego intente realizar estas modificaciones al diagrama de bloques de Main.vi:

1. Cambie la dirección del dispositivo a algún otro valor.
¿Que mensaje de error de LabVIEW observa?
 2. Agregue el cálculo necesario para desplegar la tasa angular en unidades "dps" (grados por segundo); refiérase a la teoría en el video o la hoja de datos para obtener el factor de sensibilidad de escala que convierte unidades "LSB" (bit menos significativo) a unidades dps.
 3. Agregue código para leer el registro de identificación del dispositivo "WHO_AM_I"
 4. Agregue código para leer el registro de identificación del dispositivo L3G4200D (dirección 0x0F) y para generar una condición de error si la identificación no es igual al valor esperado; de esta manera su VI puede detectar que el dispositivo I²C correcto está conectado a las terminales I2C de NI myRIO. Estudie el mapa de registro de la hoja de especificaciones del L3G4200D (Tabla 18) para determinar el valor esperado. Seleccione uno de los subVIs de caja de diálogo de la subpaleta Programming | Dialog & User Interface para desplegar su mensaje de error.
 5. Agregue los cálculos necesario para restar el nivel tasa cero.
- *L3G4200D Datasheet* por STMicroelectronics ~ Datasheet Hoja de especificaciones para el giroscopio de salida digital L3G4200D:
<http://www.st.com/st-web-ui/static/active/en/resource/technical/document/datasheet/CD00265057.pdf>
 - *L3G4200D Datasheet* por STMicroelectronics ~ *TA0343: Everything about STMicroelectronics 3-axis digital MEMS gyroscopes* — Este artículo técnico proporciona una excelente discusión de los principios de operación del giroscopio así como técnicas para resolver el nivel de tasa cero:
http://www.st.com/st-web-ui/static/active/en/resource/technical/document/technical_article/DM00034730.pdf
 - *UM10204 I²C-bus Specification and User Manual* por NXP Semiconductors ~ Un tratado completo del estándar I2C-bus, incluyendo diagramas de temporización y sistemas multi-maestro: http://www.nxp.com/documents/user_manual/UM10204.pdf

22.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide>

para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el giroscopio con otros componentes y dispositivos.

22.5 Para Mayor Información

- *PmodGYRO Reference Manual* por Digilent ~ Manual de referencia para el giroscopio:
???
- *PmodGYRO Schematics* por Digilent ~ Diagrama esquemático del giroscopio
:
???

23 Brújula

La brújula común con su aguja magnificada buscando el norte tiene un homólogo en la brújula de tres ejes HMC5883L de Honeywell en el corazón del PmodCMPS de Digilent mostrado en la Figura 23.1 e incluido en el Juego de Accesorios para Mecatrónica de NI myRIO. El HMC5883L genera mediciones de 12 bits entregadas por comunicaciones seriales I²C con tasas de hasta 160 Hz y ofrece múltiples rangos de sensibilidad para encontrar el polo norte magnético de la Tierra o para medir campos magnéticos mas fuertes de hasta 8 gauss.

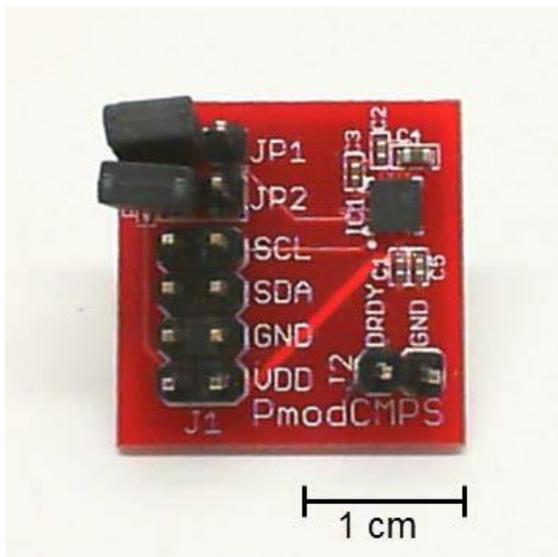


Figura 23.1: Brújula del Juego de Accesorios para Mecatrónica de NI myRIO.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Discutir los principios de la brújula incluyendo ángulo de inclinación del campo magnético de la Tierra, ángulo de declinación (diferencia dependiente de la ubicación entre el norte magnético y el norte verdadero),
2. Interpretar la salida de la brújula de tres ejes para encontrar la dirección del norte verdadero,
3. Configurar la brújula para tasa de datos, rango y mediciones continuas y
4. Leer y desplegar dirección de la brújula.

23.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta de la brújula.

Seleccione estas partes del Juego de Accesorios para Mecatrónica de NI myRIO:

- Brújula (PmodCMPS), <http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-CMPS/PmodCMPS-rm-revA1.pdf>
- Cables, H-H (5x)

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático y construcción recomendada en el protoboard en la Figura 23.2 en la página siguiente; la brújula requiere cinco conexiones al Conector MXP A de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Fuente de alimentación de +3.3 volts (VDD) → A/+3.3V (pin 33)
2. Tierra (GND) → A/GND (pin 30)
3. Datos seriales (SDA) → A/I2C.SDA (pin 34)
4. Reloj serial (SCL) → A/I2C.SCL (pin 32)

5. Data ready (DRDY) #1 → A/DIO0 (pin 11) NOTA: Deje ambos cables JP1 y JP2 desconectados; estos cables habilitan los resistores de polarización de 2.2 kΩ que están incluidos en las líneas SCA y SCL de NI myRIO.

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaque los contenidos a una ubicación conveniente.
- Abra el proyecto Compass_demo.lvproj contenido en la subcarpeta Compass_demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana "Deployment Process" mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción "Close on successful completion" para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: El VI de la demostración despliega los valores de la brújula de tres ejes en tres formatos: como los seis bytes recuperados de los registros "DATA" de la brújula, como tres enteros con signo formados por la combinación de dos bytes recuperados por eje y como mapa de forma de onda. Pronto aprenderá a convertir estos valores a fuerza de campo magnético en gauss. Antes de ingresar al ciclo principal el VI configura los registros para modo de promedio, rango de datos y modo de medición continua.

Ejecute el VI y luego observe el despliegue del panel frontal a medida que mueve y rota la brújula. Sostenga la tarjeta hacia arriba y nivele con la tierra y luego rote la tarjeta mientras observa el valor X; cuando X alcanza su máximo valor positivo (con la tarjeta aun nivelada) el lado derecho de la tarjeta apunta hacia el norte magnético

Sostenga la tarjeta PmodCMPS hacia arriba y nivelada con la tierra. Gradualmente incline la tarjeta hasta que el eje Z alcance ya sea un valor extremo positivo o negativo

y los ejes X e Y indiquen cero. La tarjeta está ahora normal al campo magnético de la Tierra. El sensor de la brújula produce un valor Z positivo cuando la dirección del campo está fuera del lado de los componentes de la tarjeta, por lo tanto verá un valor negativo si está localizado en el hemisferio norte y un valor positivo si está en el hemisferio sur. El ángulo de la tarjeta indica el *ángulo de inclinación* del campo magnético el cual está 90 grados al norte y sur de los polos magnéticos y un ángulo agudo (más pequeño) en otro lugar.

Intente sostener la tarjeta cerca de un imán. ¿Cómo afecta la fuerza del campo magnético del imán comparada al campo de la Tierra? Si lo desea, puede cambiar el rango de sensibilidad para prevenir que los valores se saturen. Detenga el VI, abra el diagrama de bloques (presiones Ctrl+E), fije los tres bits de ganancia de configuración de Configuration Register B a uno (Booleana "verdadero"), vaya de regreso al panel frontal (Ctrl+E nuevamente) y ejecute de nuevo el VI.

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO.

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución,
- Terminales correctas del conector MXP — asegúrese que está utilizando el Conector A y que tiene las conexiones de pin correctas,
- Terminales correctas del conector PmodCMPS — revise sus conexiones y asegúrese que ha conectado la línea "SDA" el bus I²C de NI myRIO a la terminal "SDA" del PmodACL en el conector J2 y la línea "SCL" a la terminal "SCL"; también revise que no ha cruzado accidentalmente las conexiones de la fuente de alimentación y

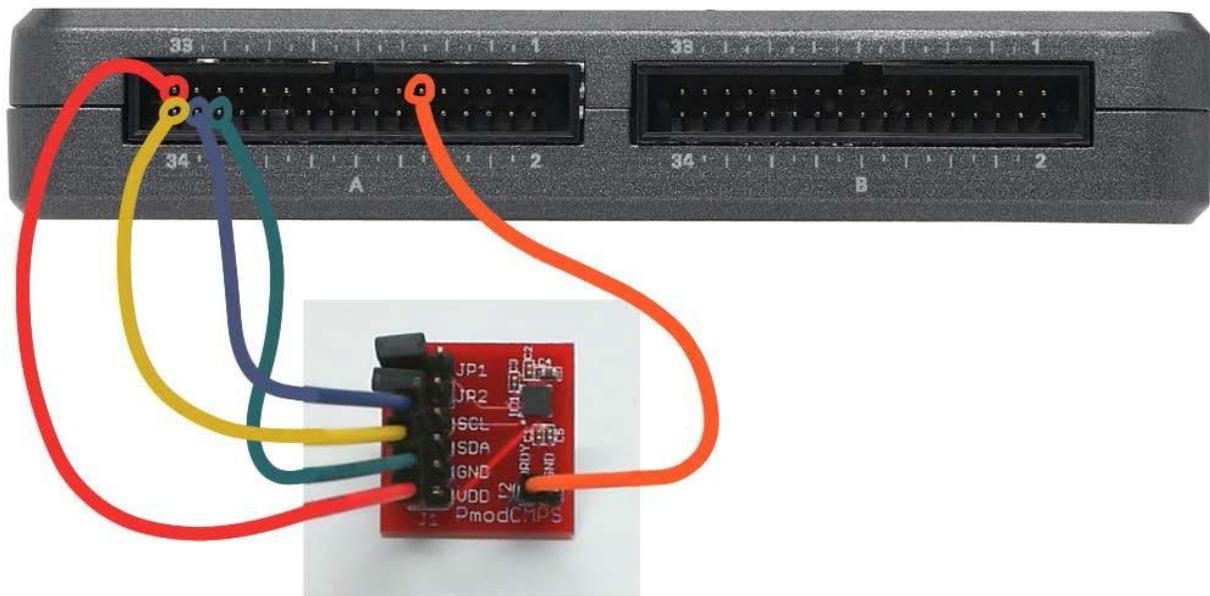
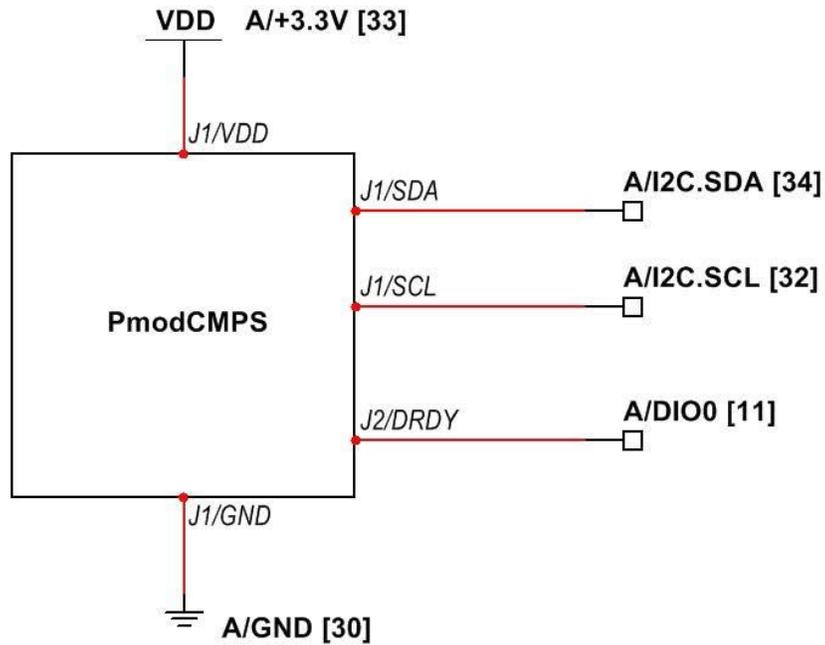


Figura 23.2: Configuración de demostración para la brújula al Conector MXP B de NI myRIO MXP.

- Terminal correcta de datos listos "DRDY" a la línea DIO de NI myRIO—el panel frontal solo se actualiza en respuesta a la interrupción "data ready".

NOTA: Verifique las conexiones "SDA" y "SCL" nuevamente en caso de ver el mensaje "Error-36011 occurred at myRIO Write I2C.vi" o similar; este mensaje indica que el NI myRIO no recibió respuesta de la interfaz de bus I²C del PmodGYRO.

23.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: La brújula de tres ejes HMC5883L de Honeywell en el corazón de la tarjeta PmodCMPS soporta la interfaz serial I²C (comúnmente denominada "I2C"). La HMC5883L incluye una salida de datos listos denominada "DRDY". Doce registros direccionables proporcionan acceso a los tres valores medidos de la brújula así como a una variedad de opciones de configuración.

Estudie el video *Teoría de Interfaz de Brújula* (youtu.be/3WkJ7ssZmEc, 12:47) para aprender acerca de las aplicaciones de brújula, características de la HMC5883L de Honeywell, conexiones del PmodCMPS de Digilent y orientación del eje del sensor y principios de brújulas: norte magnético vs. norte verdadero (ángulo de declinación), ángulo de inclinación y correcciones de salida de la brújula para leer el norte verdadero. Continúe estudiando el video para aprender los detalles necesarios para configurar los registros de la HMC5883L y leer datos de brújula. El ejemplo detallado muestra cómo fijar la tasa de datos, modo de promedio, rango de sensibilidad y modo de medición continuo y también cómo leer tres conjuntos de registros de datos y convertir estos valores de brújula a unidades "gauss".

Estudie *Comunicación Serial: I2C* (youtu.be/7CgNF78pYQM, 8:47) para mejor entendimiento de las formas de onda entre transmisores y receptores I²C.

Programación LabVIEW: Estudie el video *I2C Express VI* (youtu.be/[TBD]:iicExVI, :) para aprender a utilizar el I2C Express VI para leer y escribir datos orientados a byte.

23.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación de la Demostración Brújula* (youtu.be/bWew4fHWVko, 7:48) para aprender los principios de diseño de la demostración Brújula, luego intente realizar estas modificaciones al diagrama de bloques Main.vi:

1. Cambie la dirección del dispositivo a algún otro valor. ¿Que mensaje de error de LabVIEW observa?
1. Agregue el cálculo necesario para desplegar las mediciones de brújula en unidades "gauss". Note que el factor de escala depende del ajuste de ganancia en Configuration Register B.
2. Agregue las correcciones de desviación de eje X y eje Y descritas en la teoría del tutorial en video; estas son necesarias para mejorar la exactitud de la brújula.
3. Agregue los cálculos para convertir el valor X e Y a forma polar y desplegar el ángulo en un indicador de disco en el panel frontal; vea el Re/Im To Polar VI incluido. Asumiendo que ya ha agregado el código de corrección de desviación (modificación previa), compare la exactitud de medición de su brújula con otro instrumento. Puede encontrar muchas aplicaciones de brújula para su teléfono inteligente.
4. Agregue código para leer los tres registros de identificación del dispositivo HMC5883L (direcciones 0x0A hasta 0x0C 0x0F) y para generar una condición de error si la identificación no es igual al valor esperado; de esta manera su VI puede detectar que el dispositivo I²C correcto está conectado a las terminales I2C de NI myRIO. Estudie el mapa de registro de la hoja de especificaciones del HMC5883L (Tablas 18 a la 20) para determinar el valor esperado. Seleccione uno de los subVIs de caja de diálogo de la subpaleta Programming | Dialog & User Interface para desplegar su mensaje de error.

23.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide> para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan la brújula con otros componentes y dispositivos.

23.5 Para Mayor Información

- *PmodCMPS Reference Manual* por Digilent ~ Manual de referencia para la brújula:
<http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-CMPS/PmodCMPS-rm-revA1.pdf>
- *PmodCMPS Schematics* por Digilent ~ Diagrama esquemático de la brújula:
http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-CMPS/PmodCMPS_A1_sch.pdf

HMC5883L Datasheet by Honeywell ~ Hoja de especificaciones para la Brújula de Tres Ejes HMC5883L; de clic en el enlace "Folleto HMC5883L" al final de la página:

<http://www.magneticsensors.com/three-axis-digital-compass.php>

- *Compass Heading Using Magnetometers* por Honeywell ~ Convirtiendo las mediciones de la brújula de tres ejes a un ángulo de partida; seleccione "AN214" del menú "Notas de Aplicación": <http://www.magneticsensors.com/three-axis-digital-compass.php>
 - *Reference Desing: Low Cost Compass* por Honeywell ~ Más detalles del diseño de una brújula práctica; seleccione "AN214" del menú "Notas de Aplicación": <http://www.magneticsensors.com/three-axis-digital-compass.php>
 - *Applications of Magnetic Sensors for Low Cost Compass Systems* por Honeywell ~ Discusión detallada de diseño de brújula incluyendo compensación de efectos de error, seleccione este artículo del menú "Artículos Técnicos".

<http://www.magneticsensors.com/three-axis-digital-compass.php>

- *Magnetic Declination* por NOAA National Geophysical Data Center ~ Mapas de ángulo de declinación magnética para Estados Unidos y el mundo:
<http://www.ngdc.noaa.gov/geomag/declination.shtml>
 - *Estimated Values of Magnetic Field Properties* por NOAA National Geophysical Data Center ~ Busque su ángulo de declinación (diferencia entre el norte magnético y norte verdadero) y ángulo de inclinación (ángulo del campo magnético de la Tierra) basado en su código postal de Estados Unidos o su ciudad y país. Seleccione "Declinación" o "Inclinación" en el menú "Componente Magnético":
<http://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/#igrfwmm>
- *UM10204 I²C-bus Specification and User Manual* por NXP Semiconductors ~ Tratado completo del estándar I²C-bus, incluyendo diagramas de temporización y sistemas multi-maestro:
http://www.nxp.com/documents/user_manual/UM10204.pdf

24 Sensor de Luz Ambiental

Un sensor de luz ambiental (ALS) proporciona un "ojo" rudimentario que permite habilitar un robot para sensar condiciones de luz general, para rastrear y seguir una fuente de luz y para seguir una ruta de línea pintada. El PmodALS mostrado en la Figura 24.1 integra un sensor fototransistor con un convertidor analógico a digital (ADC) de 8 bits que se comunica vía el bus SPI.

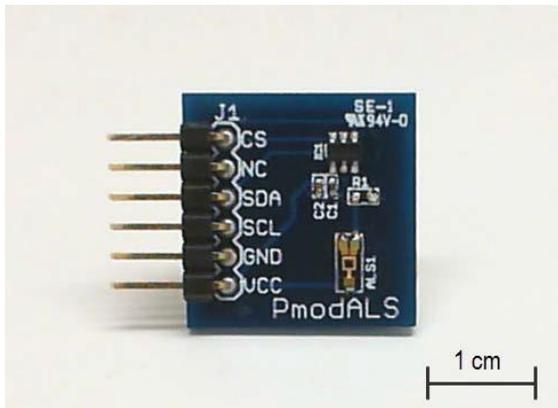


Figura 24.1: Sensor de luz ambiental del Juego de Accesorios para Mecatrónica de NI myRIO.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Describir los principios de operación del fototransistor y el convertidor analógico a digital (ADC) combinado con la tarjeta PmodALS,

2. Formular los requerimientos de temporización para el chip select SPI clock y
3. Interpretar el formato de salida de palabra de dato SPI.

24.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del sensor de luz ambiental.

Seleccione estas partes del Juego de Accesorios para Mecatrónica de NI myRIO:

- Sensor de luz ambiental (PmodALS),
<http://digilentinc.com/Products/Detail.cfm?NavPath=2,401,1190&Prod=PMOD-ALS>
- Cables, H-H (5x)

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático y construcción recomendada en el protoboard en la Figura 24.2 en la página siguiente; el sensor de luz ambiental requiere cinco conexiones al Conector MXP B de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. VCC → B/+3.3V (pin 33)
2. GND → B/GND (pin 30)
3. SCL → B/SPI.CLK (pin 21)
4. SDA → B/SPI.MISO (pin 23)
5. CS → B/DIO0 (pin 11)

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue
<http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaque los contenidos a una ubicación conveniente.

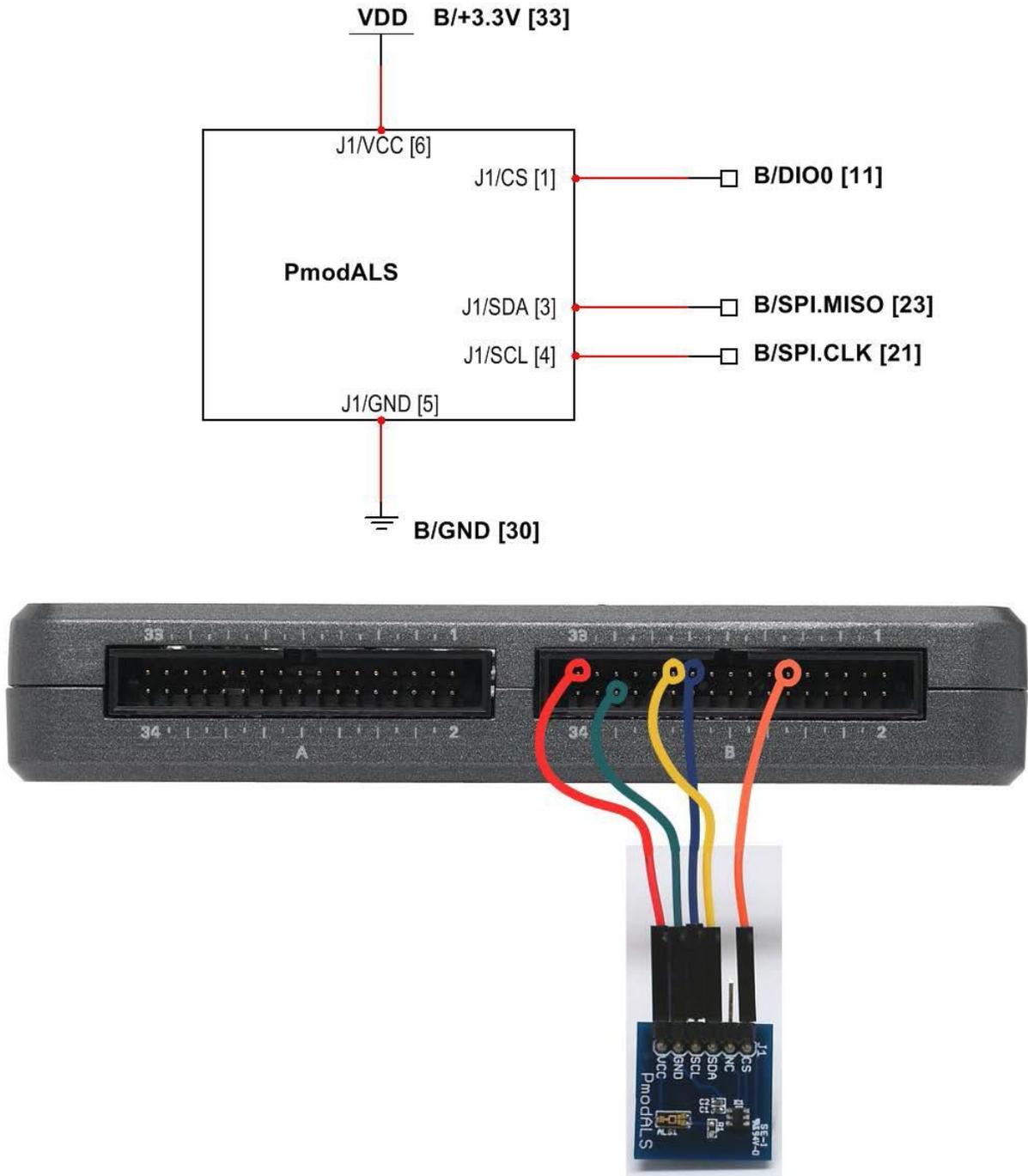


Figura 24.2: Configuración para el sensor de luz ambiental conectado al Conector MXP B de NI myRIO.

- Abra el proyecto Ambient Light Sensor demo.lvproj contenido en la subcarpeta Ambient Light Sensor demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana "Deployment Process" mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción "Close on successful completion" para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: El VI demostrativo despliega el valor de 8 bit del sensor de luz ambiental como un indicador de disco. Cubra el sensor de luz (el dispositivo arriba del logo "PmodALS") y debería ver que el valor se cae a cero. Coloque una lámpara brillante en el sensor para ver que el valor se incrementa al límite superior de 255. Espere ver una variación aleatoria cerca de ± 1 LSB (bit menos significativo).

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO.

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución,
- Terminales correctas del conector MXP y
- Terminales correctas del conector SPI - revise sus conexiones y asegúrese de que ha conectado la entrada "MISO" del SPI de NI myRIO a la salida "SDA" del sensor de luz ambiental y la salida digital DIO0 a la entrada chip select.

24.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: La tarjeta PmodALS de Digilent combina el fototransistor TEMT6000X01 de Vishay Semiconductors y el convertidor analógico a digital (ADC) TEMT6000X01 de Texas Instruments. El ADC convierte el voltaje de salida del fototransistor a un valor de 8 bits y transmite esta medición vía SPI (interfaz periférica serial).

Estudie el video *Teoría de Interfaz de Sensor de Luz Ambiental* (youtu.be/zKnn1SskqRQ, 7:38) para aprender más acerca de la teoría de operación del sensor de luz ambiental, bus SPI y temporización chip select y configuración adecuada del SPI Express VI para leer mediciones de sensor. *Estudie Comunicación Serial: SPI* (youtu.be/GaXtDamw5As, 7:02) para entender cómo las opciones de configuración del SPI Express VI se relacionan a las formas de onda de señalización entre transmisores y receptores SPI. En particular, vea la discusión al principio de 4:29 para entender las "Advanced Options" del SPI Express VI " para fase del reloj y polaridad; el ADC081S021 requiere fase de borde reloj "Trailing" y polaridad de reloj "High".

Programación LabVIEW: Estudie el video *SPI Express VI* (youtu.be/S7KkTeMfmc8, 5:51) para aprender a utilizar el SPI Express VI.

24.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación del Sensor de Luz Ambiental* (youtu.be/XcwEjM6TOig, 3:02) para aprender los principios de diseño de la demostración Sensor de Luz Ambiental y luego intente realizar estas modificaciones al diagrama de bloques Main.vi:

1. Despliegue el nivel de luz ambiental como un valor normalizado entre 0 y 1.

2. Agregue un indicador Booleano en el panel frontal o conexión al LED de NI myRIO que se active cuando la luz ambiental exceda un umbral definido por el usuario.
3. Convierta la constante Wait a un control del panel frontal. Experimente con tiempos de ciclo diferentes.

24.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide>

para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el sensor de luz ambiental con otros componentes y dispositivos.

24.5 Para Mayor Información

- *PmodALS Reference Manual* por Digilent ~ Manual de referencia para la tarjeta de sensor de luz ambiental:
<http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-ALS/PmodALS-rm-RevA.pdf>
- *PmodCLS Schematics* por Digilent ~ Diagrama esquemático para la tarjeta de sensor de luz ambiental:
http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-ALS/PmodALS_A.1_sch.pdf
- *ADC081S021 Data Sheet* por Texas Instruments ~ Información completa del convertidor analógico a digital ADC081S021 en la tarjeta PmodALS:
<http://www.ti.com/product/adc081s021>
- *TEMT6000X01 Data Sheet* por Vishay Semi conductors ~ Información completa del sensor de luz ambiental TEMT6000X01 (fototransistor) en la tarjeta PmodALS:
<http://www.vishay.com/product?docid=81579>
- *M68HC11 Reference Manual* por Freescale Semiconductor ~ Referirse a la Sección 8 para un tratamiento completo del estándar de bus SPI, incluyendo diagramas de temporización y sistemas multi-maestro: http://www.freescale.com/files/microcontrollers/doc/ref_manual/M68HC11RM.pdf

**Parte
III**

**Juego de Accesorios para Sistemas
Embebidos de NI myRIO**

25 Teclado

Un teclado proporciona un componente esencial para una interfaz de usuario. La Figura 25.1 muestra el teclado del Juego de Accesorios para Sistemas Embebidos de NI myRIO. El interruptor pulsador conmuta conectado en una matriz de 4x4 que puede ser escaneada para determinar activaciones simples y múltiples de las teclas.



Figura 25.1: Teclado del Juego de Accesorios para Sistemas Embebidos de NI myRIO.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Describir la conexión de matriz utilizada por el arreglo de interruptores del teclado,
2. Aplicar resistores de polarización para eliminar componentes adicionales y
3. Determinar qué patrones de múltiples activaciones de teclas pueden ser decodificados de manera singular.

25.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del teclado.

Seleccione estas partes del Juego de Accesorios para Sistemas Embebidos de NI myRIO:

- Teclado de matriz 4x4 (PmodKYPD), <http://digilentinc.com/Products/Detail.cfm?NavPath=2,401,940&Prod=PMODKYPD>
- Cables, H-H (9x)

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático mostrado en la Figura 25.2 en la página 115; el teclado requiere tres conexiones al Conector MXP B de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Fuente de alimentación de +3.3 volts → B/+3.3V (pin 33)
2. Línea de columna 1 → B/DIO0 (pin 11)
3. Línea de columna 2 → B/DIO1 (pin 13)
4. Línea de columna 3 → B/DIO2 (pin 15)
5. Línea de columna 4 → B/DIO3 (pin 17)

6. Línea de fila 1 → B/DIO4 (pin 19)
7. Línea de fila 2 → B/DIO4 (pin 21)
8. Línea de fila 3 → B/DIO4 (pin 23)
9. Línea de fila 4 → B/DIO4 (pin 25)

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaque los contenidos a una ubicación conveniente,
- Abra el proyecto Keypad_demo.lvproj contenido en la subcarpeta Keypad_demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana “Deployment Process” mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción “Close on successful completion” para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados : El VI demostrativo despliega el estado de los botones del teclado como una cuadrícula de 4x4 y como un arreglo de 1-D de resultados escaneados. Intente una variedad de combinaciones de tecla únicas y confirme que solo un LED indicador es activado. También confirme que la posición del indicador de botón del teclado concuerda exactamente con la posición del botón que presiona. Después, intente varias combinaciones de dos teclas. ¿Funcionan todas correctamente?

Experimente con combinaciones múltiples que involucren tres o mas teclas. Debería observar que algunas funcionan como se espera, mientras que otras combinaciones producen un resultado incorrecto. Trate de identificar un patrón que explique cuando una combinación múltiple producirá un resultado incorrecto.

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO.

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución,
- Terminales correctas del conector MXP - asegúrese que está utilizando el Conector B y que ha hecho las conexiones de pin correctas y
- Terminales del conector del teclado correctas —verifique sus conexiones y asegúrese que no ha intercambiado accidentalmente las líneas de fila y columna.

25.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: El teclado contiene 16 interruptores pulsadores un polo un tiro (SPST) ordenados en una cuadrícula 4x4; refiérase al Capítulo ??? para una explicación completa de la interfaz del interruptor pulsador con los conectores MXP y MSP. Debido a que el teclado normalmente recibe una secuencia de activaciones de botón individual y ocasionalmente de dos o mas botones, la matriz de conexión basada en línea de fila comunes y líneas de columna requieren solo ocho conexiones a las líneas DIO de NI myRIO en lugar de las 16 conexiones que probablemente hubieran sido requeridas para sensar de manera apropiada todos las $2^{16} = 65536$ posibles patrones de abrir-cerrar del interruptor.

Estudie el video *Teoría de Interfaz del Teclado* (youtu.be/oj2-CYSnyo0, 13:10) para aprender mas acerca del enfoque de matriz para la conexión de interruptor de teclado, la razón por la cual se colocan resistores de polarización en las líneas de fila, el proceso de escaneo del teclado de controlar líneas de columna con voltajes de bajo nivel y lectura de las líneas de fila y la regla que explica cuando una combinación de teclas múltiples producirá activaciones de tecla “fantasma”

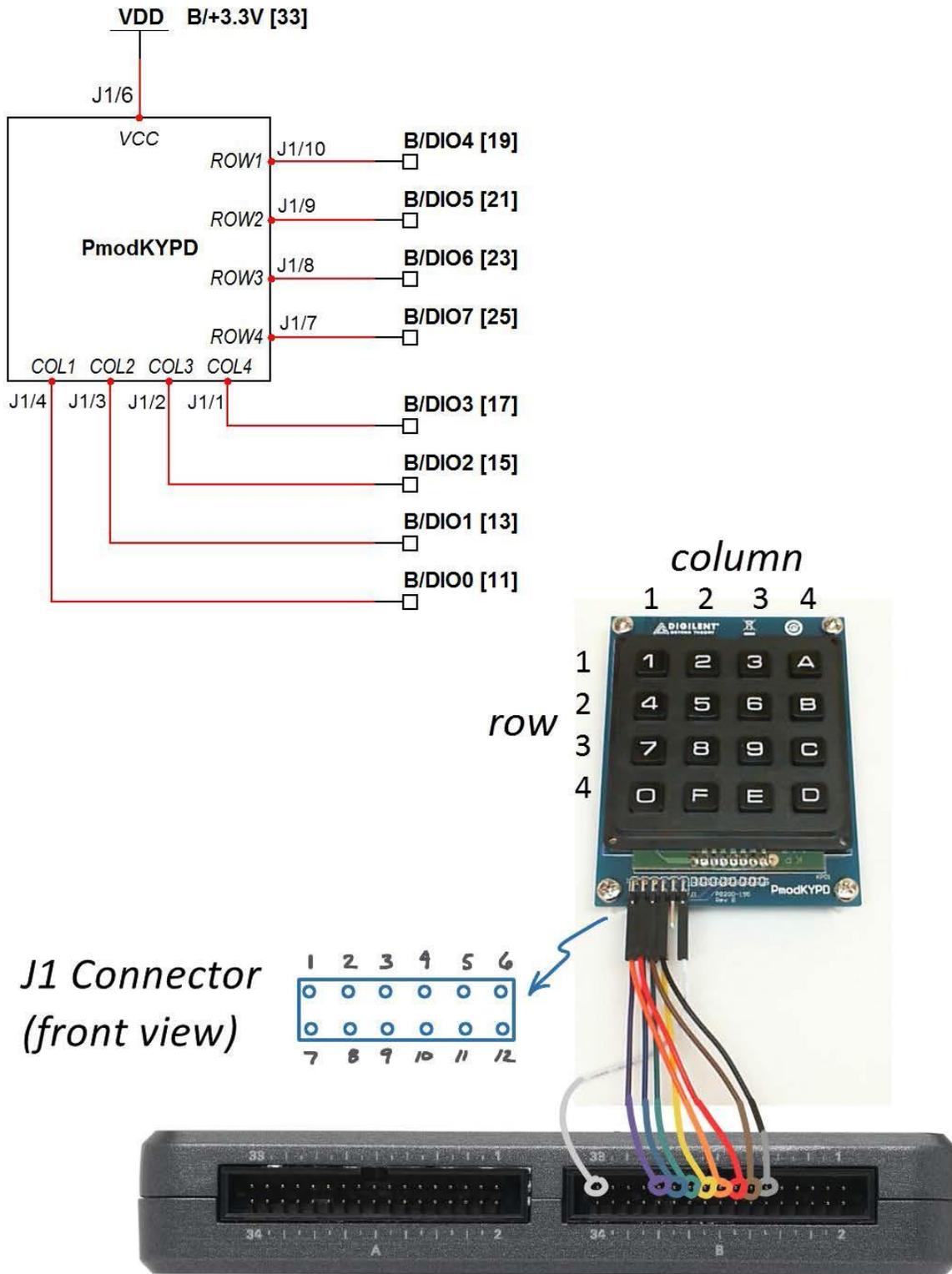


Figura 25.2: Configuración de demostración para teclado conectado al Conector MXP B de NI myRIO.

(lecturas falsas). Busque el "reto" ofrecido en el video y vea si puede determinar la máxima combinación de tecla múltiple que no produce "fantasma."

Programación LabVIEW: Estudie el video *VIs de Salida Digital de Bajo Nivel* (youtu.be/WvnlG3ffqY, 4:53) para aprender a utilizar los subVIs de Salida Digital de bajo nivel para configurar las DIOs para máxima impedancia o nivel de voltaje dividido.

25.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación de la Demostración Teclado* (youtu.be/7r_LwcDa2AM, 4:58) para aprender los principios de diseño de la demostración Teclado y luego intente realizar estas modificaciones al diagrama de bloques Main.vi:

1. Remueva de manera temporal el nodo Transpose 2D Array y observe el nuevo comportamiento del indicador de botones Keypad en el panel frontal. Piense acerca del despliegue Scan, ¿puede explicar cómo la operación de transpuesta corrige el despliegue de información de botones Keypad?
2. Agregue un nodo Boolean Array to Number justo antes de la conexión al indicador Scan y luego cree un indicador numérico. Intente varias combinaciones únicas y múltiples hasta que comprenda la relación entre la tecla presionada y el valor numérico indicado.
3. Cree un indicador numérico cuyo valor concuerde con el valor impreso en cada botón del teclado, con las letras correspondiendo a valores hexadecimales; el indicador debería desplegar -1 si ninguna tecla es presionada. Considere utilizar el Boolean Array to Number node y una estructura de caso.
4. Reconecte el visualizador al conector MSP y actualice los valores DIO como corresponda. Note que el conector MSP incluye resistores de polarización internos tipo pull-down en lugar de resistores pull-up como en los conectores MXP.

Puede utilizar resistores de polarización pull-up de 10 k Ω en el PmodKYPD para anular los resistores pull-down del MSP de aproximadamente 40 k Ω (utilice la fuente de alimentación de 5 volts del MSP), o puede conectar la terminal "V" del PmodKYPD a tierra convirtiendo así los resistores de 10 k Ω a resistores pull-down – esta última conexión requiere que también los controladores de columna a nivel *alto* con un "Verdadero" Booleano en lugar del valor "Falso" actual.

25.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide> para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el teclado con otros componentes y dispositivos.

25.5 Para Mayor Información

- *PmodKYPD Reference Manual* por Digilent ~ Manual de referencia para el teclado 4x4; vaya al final de la página:
<http://digilentinc.com/Products/Detail.cfm?NavPath=2,401,940&Prod=PMODKYPD>
- *PmodKYPD Schematics* por Digilent ~ Diagrama esquemático del teclado 4x4; vaya al final de la página: <http://digilentinc.com/Products/Detail.cfm?NavPath=2,401,940&Prod=PMODKYPD>

26 Visualizador de Caracteres LCD – Interfaz

UART

Un visualizador de caracteres LCD proporciona un medio excelente para que su diagrama de bloques de LabVIEW despliegue mediciones, estado y condiciones con cadenas de caracteres ASCII. El visualizador de caracteres LCD también proporciona retroalimentación visual para una interfaz de usuario. La Figura 26.1 muestra el visualizador de caracteres LCD del Juego de Accesorios para Sistemas Embebidos de NI myRIO el cual soporta tres estándares diferentes de comunicación serial; este capítulo se enfoca en la interfaz UART y los próximos dos capítulos cubren las interfaces SPI e I²C-para la visualización.

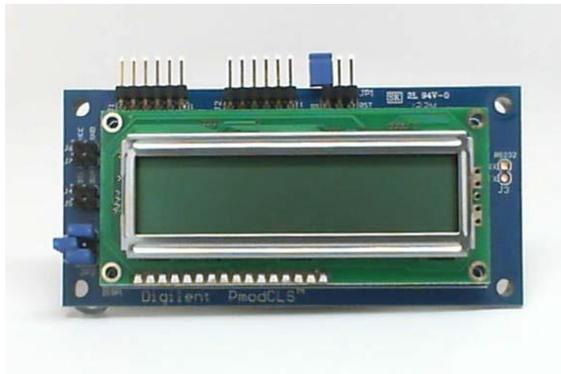


Figura 26.1: Visualizador de caracteres LCD del Juego de Accesorios para Sistemas Embebidos de NI myRIO.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Configurar el visualizador para comunicación serial UART a una tasa deseada de baudios,
2. Enviar caracteres directamente para que aparezcan en el visualizador y
3. Enviar secuencias de salida para ajustar los modos de despliegue.

26.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del visualizador de caracteres LCD.

Seleccione estas partes del Juego de Accesorios para Sistemas Embebidos de NI myRIO:

- Visualizador de caracteres LCD con interfaz serial (PmodCLS), <http://digilentinc.com/Products/Detail.cfm?NavPath=2,401,473&Prod=PMOD-CLS>
- Cables, H-H (3x)

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático mostrado en la Figura 26.2 en la página siguiente; el visualizador de caracteres LCD requiere tres conexiones al Conector MXP B de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Fuente de alimentación de +3.3 volts → B/+3.3V (pin 33)
2. Tierra → B/GND (pin 30)
3. Receptor UART → B/UART.TX (pin 14)

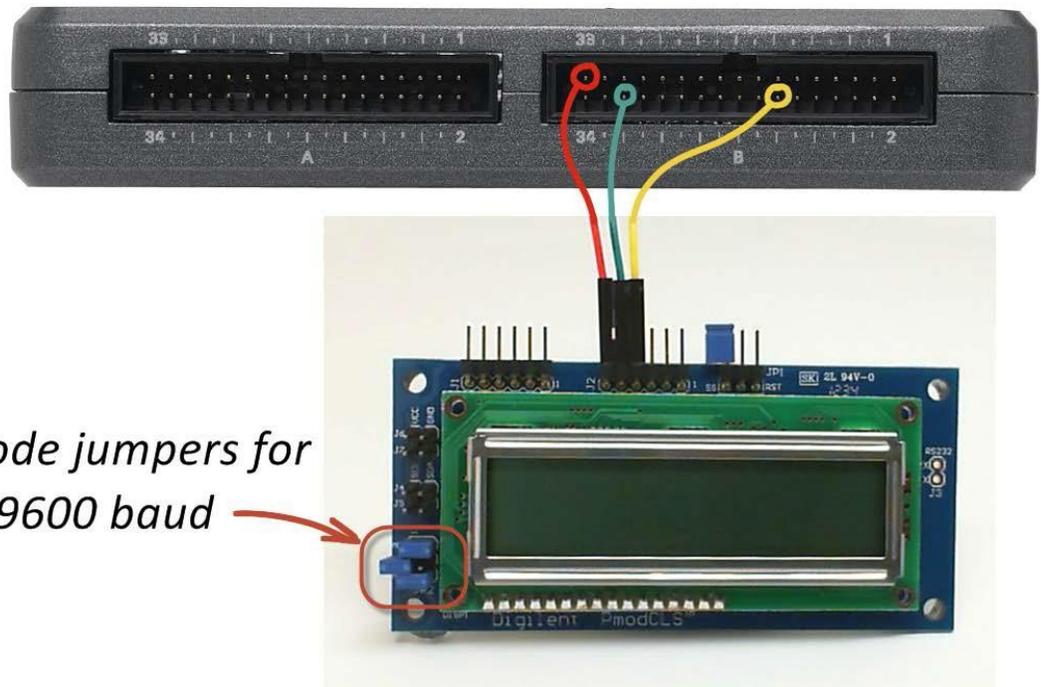
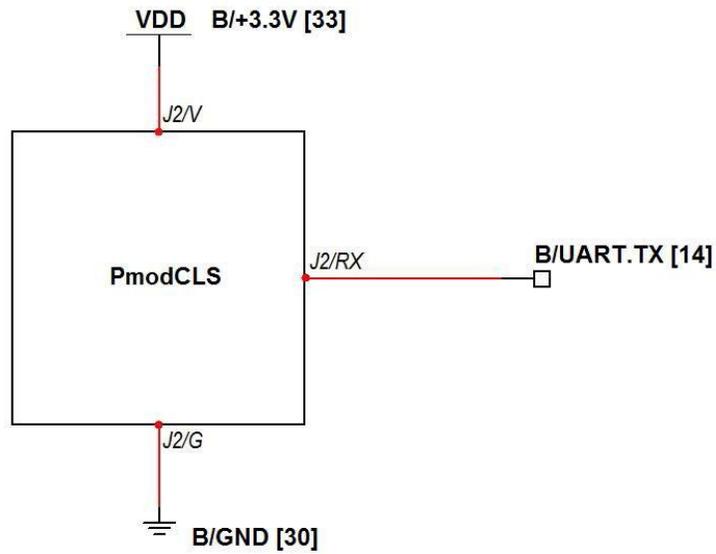


Figura 26.2: Configuración de demostración para el visualizador de caracteres LCD conectado al Conector B MXP de NI myRIO. Recuerde configurar los puentes de modo para comunicación serial UART tal como se muestra.

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaqueté los contenidos a una ubicación conveniente,
- Abra el proyecto LCD (UART) demo.lvproj contenido en la subcarpeta LCD (UART) demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de más) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana "Deployment Process" mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se ejecute.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción "Close on successful completion" para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: El VI demostrativo despliega el estado del acelerómetro interno de 3 ejes del NI myRIO como tres valores (direcciones X y Z) y el estado del interruptor pulsador en el lado inferior de myRIO; presione el botón para ver el cambio de estado de 0 a 1. Cambie la orientación de myRIO para ver cambiar los valores del acelerómetro y agite el myRIO para ver valores más grandes de aceleración. Podría sostener o pegar con cinta el visualizador de caracteres LCD en la parte superior de myRIO.

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO.

- **Consejos de diagnóstico:** ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:
 - LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
 - El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución,
 - Terminales correctas del conector MXP - asegúrese que está utilizando el Conector B y que ha hecho las conexiones de pin correctas,

- Terminales correctas del conector del visualizador de caracteres LCD - revise sus conexiones y asegúrese que ha conectado la salida "transmit" de UART de NI myRIO a la entrada "receive" del visualizador de caracteres LCD; también revise que no ha accidentalmente cruzado las conexiones de la fuente de poder y
- Configuración de puente de modo - referirse nuevamente a la región marcada con un círculo en la Figura 26.2 en la página previa para los ajustes correctos.

26.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: El visualizador de caracteres LCD soporta tres estándares de comunicación serial: UART (receptor-transmisor asíncrono universal), SPI (interfaz periférica serial) y bus I²C (inter-IC). Este capítulo se concentra en la interfaz UART mientras que los dos capítulos siguientes cubren las otras interfaces; la funcionalidad del visualizador de caracteres LCD se mantiene independiente del estándar de comunicación seleccionado. Simplemente envíe caracteres ASCII a la línea receptora UART del visualizador para que aparezcan en la pantalla. Utilice "secuencias de escape" para configurar otros aspectos del visualizador tales como guiar el cursor al inicio, desplegar y destellar el cursor, desplazar el visualizador, etc.

Estudie el video *Teoría de Interfaz del Visualizador de Caracteres LCD* (youtu.be/m0Td7Kbhvdl, 10:36) para aprender más acerca de la operación del visualizador de caracteres LCD con interfaz UART incluyendo la configuración de tasa de baudios, envío de información de visualizador y secuencias de escape, e instrucciones de configuración disponibles. Estudie *Comunicación Serial: UART* (youtu.be/odN66E85J5E, 7:56) para aprender cómo las opciones de configuración de UART Express VI se relacionan a las formas de onda de señalización entre transmisores y receptores UART.

Programación LabVIEW: Estudie el video *UART Express VI* (youtu.be/0FMnkFDsGQs, 5:29) para aprender a utilizar el UART Express VI para leer y escribir cadenas de caracteres, incluyendo cadenas con caracteres especiales.

26.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación de la Demostración LCD (UART)* (youtu.be/JsEMMnIWg4k, 3:44) para aprender los principios de diseño de la demostración LCD (UART) y luego intente realizar estas modificaciones al diagrama de bloques Main.vi:

1. Intercambie las filas de visualizador cuando el botón del NI myRIO está presionado; cambie al despliegue original cuando el botón se suelta.
2. Despliegue el conjunto completo de caracteres - Cicle a través de todos los posibles 256 patrones de 8-bits... vea si puede encontrar el código ASCII para el símbolo "grados"
3. Cree un probador de instrucción - Coloque dos controles de cadena, uno para la instrucción y el segundo para el visualizador; utilice controles Booleanos para deshabilitar el envío a cualquiera.

26.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide> para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el visualizador de caracteres LCD con otros componentes y dispositivos.

26.5 Para Mayor Información

- *PmodCLS Reference Manual* por Digilent ~
Manual de referencia para el visualizador de caracteres LCD:
http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-CLS/PmodCLS_rm_RevD-E.pdf
- *PmodCLS Schematics* por Digilent ~ Diagrama esquemático para el visualizador de caracteres LCD:
<http://digilentinc.com/Products/Detail.cfm?NavPath=2,401,473&Prod=PMOD-CLS>

27 Visualizador de Caracteres LCD – Interfaz

SPI

Un visualizador de caracteres LCD proporciona un medio excelente para que su diagrama de bloques de LabVIEW despliegue mediciones, estado y condiciones con cadenas de caracteres ASCII. El visualizador de caracteres LCD también proporciona retroalimentación visual para una interfaz de usuario. La Figura 27.1 muestra el visualizador de caracteres LCD del Juego de Accesorios para Sistemas Embebidos de NI myRIO el cual soporta tres estándares diferentes de comunicación serial; este capítulo se enfoca en la interfaz SPI mientras que el capítulo anterior cubre la interfaz UART y el capítulo siguiente cubre la interfaz de bus I²C.

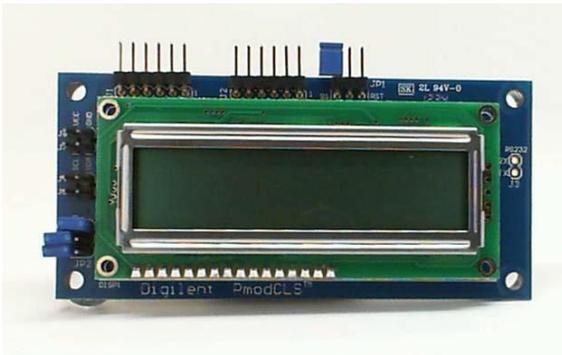


Figura 27.1: Visualizador de caracteres LCD del Juego de Accesorios para Sistemas Embebidos de NI myRIO

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Configurar el visualizador para comunicación serial SPI a una frecuencia deseada de reloj,
2. Enviar caracteres directamente para que aparezcan en el visualizador y
3. Enviar secuencias de salida para ajustar los modos de despliegue.

27.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del visualizador de caracteres LCD.

Seleccione estas partes del Juego de Accesorios para Sistemas Embebidos de NI myRIO:

- Visualizador de caracteres LC con interfaz serial (PmodCLS), <http://digilentinc.com/Products/Detail.cfm?NavPath=2,401,473&Prod=PMOD-CLS>
- Cables, H-H (4x)

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático mostrado en la Figura 27.2 en la página siguiente; el visualizador de caracteres LCD requiere cuatro conexiones al Conector MXP B de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Fuente de alimentación de +3.3 volts → B/+3.3V (pin 33)
2. Tierra → B/GND (pin 30)
3. Receptor SPI → B/SPI.MOSI (pin 25)
4. Reloj SPI → B/SPI.CLK (pin 21)

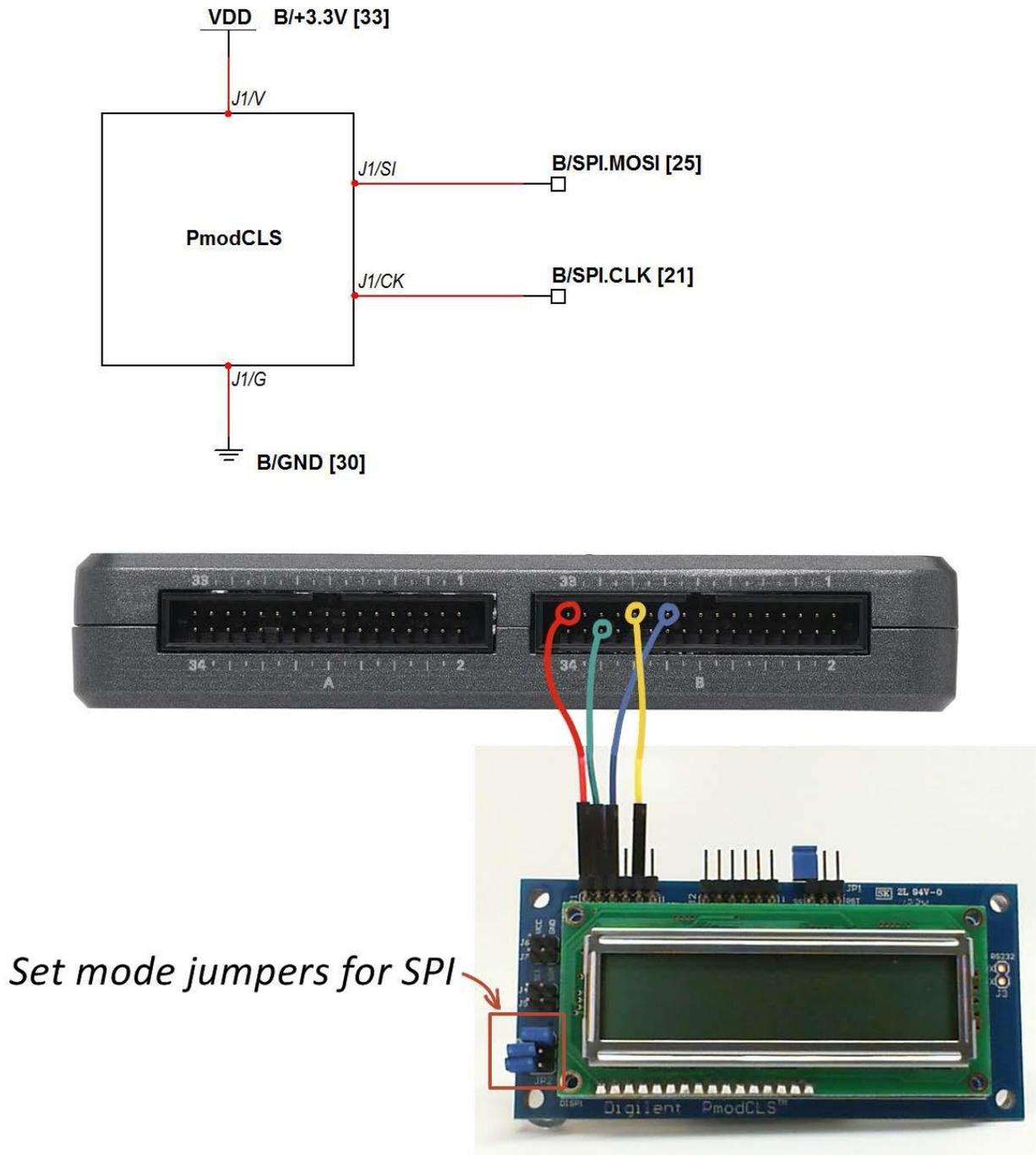


Figura 27.2: Configuración de demostración para el visualizador de caracteres LCD conectado al Conector B MXP de NI myRIO. Recuerde configurar los puentes de modo para comunicación serial SPI tal como se muestra.

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaque los contenidos a una ubicación conveniente,
- Abra el proyecto LCD (SPI) demo.lvproj contenido en la subcarpeta LCD (SPI) demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana “Deployment Process” mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción “Close on successful completion” para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: El VI demostrativo despliega el estado del acelerómetro interno de 3 ejes del NI myRIO como tres valores (direcciones X y Z) y el estado del interruptor pulsador en el lado inferior de myRIO; presione el botón para ver el cambio de estado de 0 a 1. Cambie la orientación de myRIO para ver cambiar los valores del acelerómetro y agite el myRIO para ver valores mas grandes de aceleración. Podría sostener o pegar con cinta el visualizador de caracteres LCD en la parte superior de myRIO.

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO.

- **Consejos de diagnóstico:** ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:
 - LED indicador de energía encendido en NI myRIO,

- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución,
- Terminales correctas del conector MXP - asegúrese que está utilizando el Conector B y que ha hecho las conexiones de pin correctas,
- Terminales correctas del conector del visualizador de caracteres LCD - revise sus conexiones y asegúrese que ha conectado la salida "MOSI" de SPI de NI myRIO a la entrada "MOSI" del visualizador de caracteres LCD; también revise que no ha accidentalmente cruzado las conexiones de la fuente de poder y
- Configuración de puente de modo - referirse nuevamente a la región marcada con un círculo en la Figura 27.2 en la página previa para los ajustes correctos.

27.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: El visualizador de caracteres LCD soporta tres estándares de comunicación serial: UART (receptor-transmisor asíncrono universal), SPI (interfaz periférica serial) y bus I²C (inter-IC). Este capítulo se concentra en la interfaz SPI mientras que los capítulos adyacentes cubren las otras interfaces; la funcionalidad del visualizador de caracteres LCD se mantiene independiente del estándar de comunicación seleccionado. Simplemente envíe caracteres ASCII a la línea receptora SPI del visualizador para que aparezcan en la pantalla. Utilice "secuencias de escape" para configurar otros aspectos del visualizador tales como guiar el cursor al inicio, desplegar y destellar el cursor, desplazar el visualizador, etc.

Estudie el video *Teoría de Interfaz del Visualizador de Caracteres LCD* (youtu.be/m0Td7Kbhvdl, 10:36) para aprender mas acerca de la operación del visualizador de caracteres LCD incluyendo la configuración de tasa de baudios, envío de información de visualizador y secuencias de escape, e instrucciones de configuración disponibles. Estudie *Comunicación Serial: SPI* (youtu.be/GaXtDamw5As, 7:02) para aprender cómo las opciones de configuración de SPI Express VI se relacionan a las formas de onda de señalización entre transmisores y receptores SPI.

Programación LabVIEW: Estudie el video *SPI Express VI* (youtu.be/S7KkTeMfmc8, 5:51) para aprender a utilizar el SPI Express VI para leer y escribir cadenas de caracteres, incluyendo cadenas con caracteres especiales; el video *UART Express VI* (youtu.be/0FMnkFDsGQs, 5:29) proporciona técnicas adicionales de formateo de cadenas.

27.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación de la Demostración LCD (SPI)* (youtu.be/oOXYryu4Y-c, 4:23) para aprender los principios de diseño de la demostración LCD (SPI) y luego intente realizar estas modificaciones al diagrama de bloques Main.vi:

1. Intercambie las dos filas de visualizador cuando el botón del NI myRIO está presionado; cambie al despliegue original cuando el botón se suelta.
2. Despliegue el conjunto completo de caracteres - Cicle a través de todos los posibles 256 patrones de 8-bits... vea si puede encontrar el código ASCII para el símbolo "grados"
3. Cree un probador de instrucción - Coloque dos controles de cadena, uno para la instrucción y el segundo para el visualizador; utilice controles Booleanos para deshabilitar el envío a cualquiera.
4. Experimente con el reloj de frecuencia serial: ¿cuál es la frecuencia mas alta posible que aun proporciona comunicación confiable con el LCD? ¿Cuál es la frecuencia mas baja que aun actualiza el visualizador LCD sin introducir un retraso notable? Recuerde cambiar la velocidad de ambos I2C Express VIs. NOTA: Debe apagar y encender el visualizador LCD cada vez que cambie el reloj de frecuencia serial porque mientras que el visualizador se adapta de manera automática al reloj de frecuencia SPI, solo lo hace una vez.

27.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide> para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el visualizador de caracteres LCD con otros componentes y dispositivos.

27.5 Para Mayor Información

- *PmodCLS Reference Manual* por Digilent ~ Manual de referencia para el visualizador de caracteres LCD:
http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-CLS/PmodCLS_rm_RevD-E.pdf
- *PmodCLS Schematics* por Digilent ~ Diagrama esquemático para el visualizador de caracteres LCD:
<http://digilentinc.com/Products/Detail.cfm?NavPath=2,401,473&Prod=PMOD-CLS>
- *M68HC11 Reference Manual* por Freescale Semiconductor ~ Referirse a la Sección 8 para un tratamiento completo del estándar de bus serial SPI, incluyendo diagramas de temporización y sistemas multi-maestro: http://www.freescale.com/files/microcontrollers/doc/ref_manual/M68HC11RM.pdf

28 Visualizador de Caracteres LCD – Interfaz de Bus I²C

Un visualizador de caracteres LCD proporciona un medio excelente para que su diagrama de bloques de LabVIEW despliegue mediciones, estado y condiciones con cadenas de caracteres ASCII. El visualizador de caracteres LCD también proporciona retroalimentación visual para una interfaz de usuario. La Figura 28.1 muestra el visualizador de caracteres LCD del Juego de Accesorios para Sistemas Embebidos de NI myRIO el cual soporta tres estándares diferentes de comunicación serial; este capítulo se enfoca en la interfaz de bus I²C, mientras que los dos capítulos previos cubren la interfaces UART y SPI.

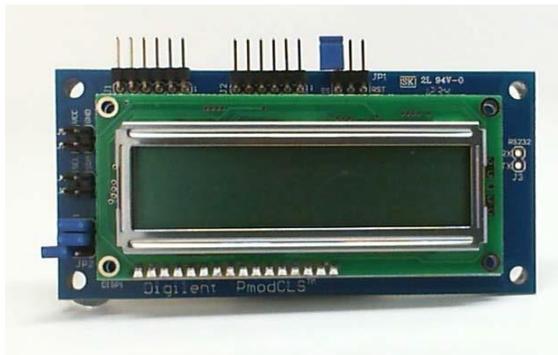


Figura 28.1: Visualizador de caracteres LCD del Juego de Accesorios para Sistemas Embebidos de NI myRIO

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Configurar el visualizador para comunicación serial de bus I²C,
2. Enviar caracteres directamente para que aparezcan en el visualizador y
3. Enviar secuencias de salida para ajustar los modos de despliegue.

28.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del visualizador de caracteres LCD.

Seleccione estas partes del Juego de Accesorios para Sistemas Embebidos de NI myRIO:

- Visualizador de caracteres LCD con interfaz serial (PmodCLS), <http://digilentinc.com/Products/Detail.cfm?NavPath=2,401,473&Prod=PMOD-CLS>
- Cables, H-H (4x)

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático mostrado en la Figura 28.2 en la página siguiente; el visualizador de caracteres LCD requiere cuatro conexiones al Conector MXP B de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Fuente de alimentación de +3.3 volts → B/+3.3V (pin 33)
2. Tierra → B/GND (pin 30)
3. Dato serial (SD) → B/I2C.SDA (pin 34)
4. Reloj serial (SC) → B/I2C.SCL (pin 32)

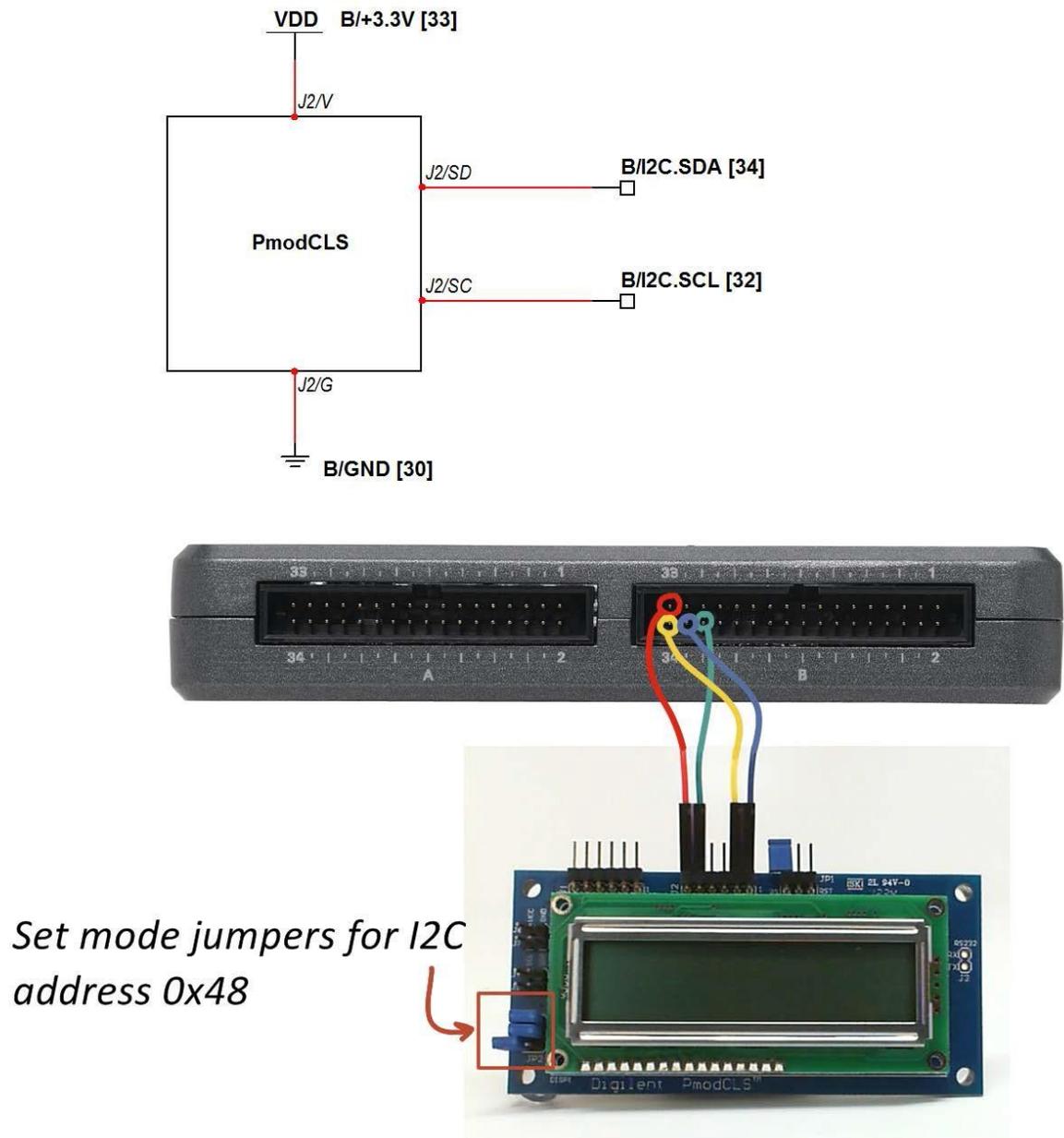


Figura 28.2: Configuración de demostración para el visualizador de caracteres LCD conectado al Conector B MXP de NI myRIO. Recuerde configurar los puentes de modo para comunicación serial de bus I²C tal como se muestra.

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaque los contenidos a una ubicación conveniente,
- Abra el proyecto LCD (I2C) demo.lvproj contenido en la subcarpeta LCD (I2C) demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana “Deployment Process” mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción “Close on successful completion” para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: El VI demostrativo despliega el estado del acelerómetro interno de 3 ejes del NI myRIO como tres valores (direcciones X y Z) y el estado del interruptor pulsador en el lado inferior de myRIO; presione el botón para ver el cambio de estado de 0 a 1. Cambie la orientación de myRIO para ver cambiar los valores del acelerómetro y agite el myRIO para ver valores mas grandes de aceleración. Podría sostener o pegar con cinta el visualizador de caracteres LCD en la parte superior de myRIO.

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO.

- **Consejos de diagnóstico:** ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:
 - LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
 - El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución,
 - Terminales correctas del conector MXP - asegúrese que está utilizando el Conector B y que ha hecho las conexiones de pin correctas,

- Terminales correctas del conector del visualizador de caracteres LCD - revise sus conexiones y asegúrese que ha conectado la línea "SDA" del bus I²C de NI myRIO a la terminal "SD" del visualizador LCD en el conector J2 y la línea "SCL" a la terminal "SC"; también revise que no ha accidentalmente cruzado las conexiones de la fuente de poder y
- Configuración de puente de modo - referirse nuevamente a la región marcada con un círculo en la Figura 28.2 en la página previa para los ajustes correctos.

NOTA: Revise las conexiones “SDA” y “SCL” en caso de que ver el error “Error -36011 occurred at myRIO Write I2C.vi” o similar; este mensaje indica que el NI myRIO no recibió una respuesta esperada de la interfaz de bus I²C del visualizador LCD.

28.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: El visualizador de caracteres LCD soporta tres estándares de comunicación serial: UART (receptor-transmisor asíncrono universal), SPI (interfaz periférica serial) y bus I²C (inter-IC). Este capítulo se concentra en la interfaz de bus I²C (comúnmente denotada “I2C”) mientras que los capítulos previos cubren las otras interfaces; la funcionalidad del visualizador de caracteres LCD se mantiene independiente del estándar de comunicación seleccionado. Simplemente envíe caracteres ASCII a la línea receptora de bus I²C del visualizador para que aparezcan en la pantalla. Utilice “secuencias de escape” para configurar otros aspectos del visualizador tales como guiar el cursor al inicio, desplegar y destellar el cursor, desplazar el visualizador, etc.

Estudie el video *Teoría de Interfaz del Visualizador de Caracteres LCD* (youtu.be/m0Td7Kbhvdl, 10:36) para aprender a enviar información de visualización, secuencias de escape, e instrucciones de configuración para el visualizador LCD. Estudie *Comunicación Serial: I2C* (youtu.be/7CgNF78pYQM, 8:47) para aprender cómo las opciones de configuración de I2C Express VI se relacionan a las formas de onda de señalización entre transmisores y receptores de bus I²C.

Programación LabVIEW: Estudie el video *I2C Express VI* ([youtu.be/\[TBD\]:iicExVI](http://youtu.be/[TBD]:iicExVI), :) para aprender a utilizar el I2C Express VI para leer y escribir cadenas de caracteres, incluyendo cadenas con caracteres especiales; el video *UART Express VI* (youtu.be/0FMnkFDsGQs, 5:29) proporciona técnicas adicionales de formateo de cadenas.

28.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación de la Demostración LCD (I2C)* (youtu.be/qbD31AeqOMk, 4:32) para aprender los principios de diseño de la demostración LCD (I2C) y luego intente realizar estas modificaciones al diagrama de bloques Main.vi:

1. Intercambie las dos filas de visualizador cuando el botón del NI myRIO está presionado; cambie al despliegue original cuando el botón se suelta.
2. Despliegue el conjunto completo de caracteres - Cicle a través de todos los posibles 256 patrones de 8-bits... vea si puede encontrar el código ASCII para el símbolo "grados"
3. Cree un probador de instrucción - Coloque dos controles de cadena, uno para la instrucción y el segundo para el visualizador; utilice controles Booleanos para deshabilitar el envío a cualquiera.
4. Experimente con el reloj de frecuencia serial: ¿pareciera que el visualizador LCD soporta frecuencias en "modo estándar" y "modo rápido"? Recuerde cambiar la velocidad de ambos I2C Express VIs.
5. Intente desconectar cualquier línea de bus I²C del visualizador LCD. ¿Qué mensaje de error de LabVIEW observa?
6. Cambie la dirección "slave" a algún otro valor. ¿Qué mensaje de error de LabVIEW observa?

28.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide> para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el visualizador de caracteres LCD con otros componentes y dispositivos.

28.5 Para Mayor Información

- *PmodCLS Reference Manual* por Digilent ~ Manual de referencia para el visualizador de caracteres LCD:
http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-CLS/PmodCLS_rm_RevD-E.pdf
- *PmodCLS Schematics* por Digilent ~ Diagrama esquemático para el visualizador de caracteres LCD:
<http://digilentinc.com/Products/Detail.cfm?NavPath=2,401,473&Prod=PMOD-CLS>
- *UM10204 I C-bus Specification and User Manual* por NXP Semiconductors ~ Un tratamiento completo del estándar de bus I²C incluyendo diagramas temporización y sistemas multi-maestro:
http://www.nxp.com/documents/user_manual/UM10204.pdf

29 Matriz de LED

La matriz de LED mostrada en la Figura 29.1 es una cuadrícula de 8x8 con un solo LED verde y rojo detrás de cada punto circular. La matriz de LED utiliza el mismo esquema de conexión fila/columna del teclado del Capítulo 25 en la página 113 con las dos líneas de columna (una para cada LED) y una línea de fila compartida.

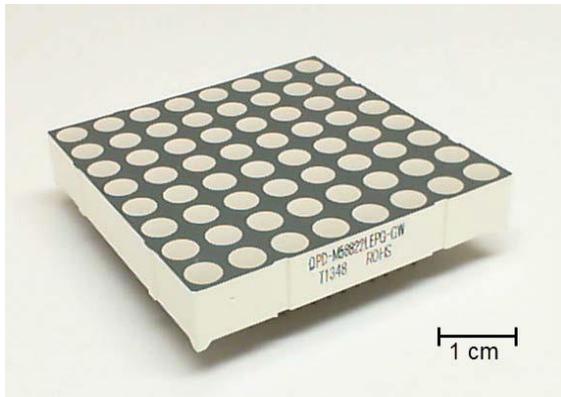


Figura 29.1: Matriz de LED del Juego de Accesorios para Sistemas Embebidos de NI myRIO.

1. **Objetivos de Aprendizaje:** Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:
 2. Describir el diagrama de conexión de la matriz de LED,
 3. Explicar la técnica de visualización de cuadrícula para desplegar patrones arbitrarios,
 4. Describir la necesidad de activar de manera alternativa los LEDs verdes y rojos,

5. Diseñar una secuencia de animación.

29.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta de la matriz de LED.

Seleccione estas partes:

- Matriz de LED,
<http://www.sparkfun.com/datasheets/Components/SanYoung-Medium-RG.pdf>
- Protoboard (2x)
- Cables, M-H (24x)

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático mostrado en la Figura 29.2 en la página 131 y la construcción recomendada en el protoboard como se muestra en la Figura 29.3 en la página 132.

CONSEJO: Utilice el código de color de resistores para los colores de cables DIO, por ejemplo, negro (0) para B/DIO0, café (1) para B/DIO1, etc.

El circuito interfaz requiere ocho conexiones al Conector MXP A de NI myRIO y 16 conexiones al Conector B (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Fila 1 (1) → A/DIO0 (pin 11)
2. Fila 2 (2) → A/DIO1 (pin 13)
3. Fila 3 (3) → A/DIO2 (pin 15)
4. Fila 4 (4) → A/DIO3 (pin 17)
5. Fila 5 (21) → A/DIO4 (pin 19)
6. Fila 6 (22) → A/DIO5 (pin 21)

7. Fila 7 (23) → A/DIO6 (pin 23)
8. Fila 8 (24) → A/DIO7 (pin 25)
9. Columna 1 verde (5) → B/DIO0 (pin 11)
10. Columna 2 verde (6) → B/DIO1 (pin 13)
11. Columna 3 verde (7) → B/DIO2 (pin 15)
12. Columna 4 verde (8) → B/DIO3 (pin 17)
13. Columna 5 verde (9) → B/DIO4 (pin 19)
14. Columna 6 verde (10) → B/DIO5 (pin 21)
15. Columna 7 verde (11) → B/DIO6 (pin 23)
16. Columna 8 verde (12) → B/DIO7 (pin 25)
17. Columna 1 rojo (20) → B/DIO8 (pin 27)
18. Columna 2 rojo (19) → B/DIO9 (pin 29)
19. Columna 3 rojo (18) → B/DIO10 (pin 31)
20. Columna 4 rojo (17) → B/DIO11 (pin 18)
21. Columna 5 rojo (16) → B/DIO12 (pin 22)
22. Columna 6 rojo (15) → B/DIO13 (pin 26)
23. Columna 7 rojo (14) → B/DIO14 (pin 32)
24. Columna 8 red (13) → B/DIO15 (pin 34)

CONSEJO: ¿Le faltan cables? Puede conectar un subconjunto del arreglo, por ejemplo, filas 1 a 4 y columna 1 a 4 para un visualizador de color verde que requiere solo ocho cables.

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaque los contenidos a una ubicación conveniente,
- Abra el proyecto LED Matrix demo.lvproj contenido en la subcarpeta LED Matrix demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana "Deployment Process" mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción "Close on successful completion" para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: El VI inicia un modo de "patrón automático" y el visualizador debería mostrar un animación convergente cuadrada en la cual el visualizador cambia cada medio segundo. Mueva el deslizador de tiempo de ciclo del patrón para ajustar la velocidad de animación. ¿Nota algo inusual para tiempos de ciclo por debajo de 100 ms?

De clic en el interruptor de patrón automático y luego intente dar clic en los botones de arreglo de controles 2-D verde. Debería ver que el LED verde correspondiente se activa en el visualizador.

Los indicadores de patrón verde y rojo bajo los controles de arreglo muestran el estado de los arreglos Booleanos 8x8 de 2-D como un valor hexadecimal de 64 bits. Seleccione Edit | Reinitialize Values to Default para limpiar todos los botones del arreglo y luego de clic en el botón inferior derecho. Note como esto corresponde al bit menos significativo en el valor de 64 bits. De clic en el botón superior izquierdo; este es el bit mas significativo. De clic en mas botones para determinar el orden de los bits restantes. Los códigos del patrón de 64 bits proporcionan una forma conveniente de crear patrones individuales de despliegue para ser utilizados en animaciones.

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO.

- **Consejos de diagnóstico:** ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:
 - LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
 - El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución y
 - Conexiones correctas - asegúrese que el orden de conexión es correcto (es fácil cometer un error.)

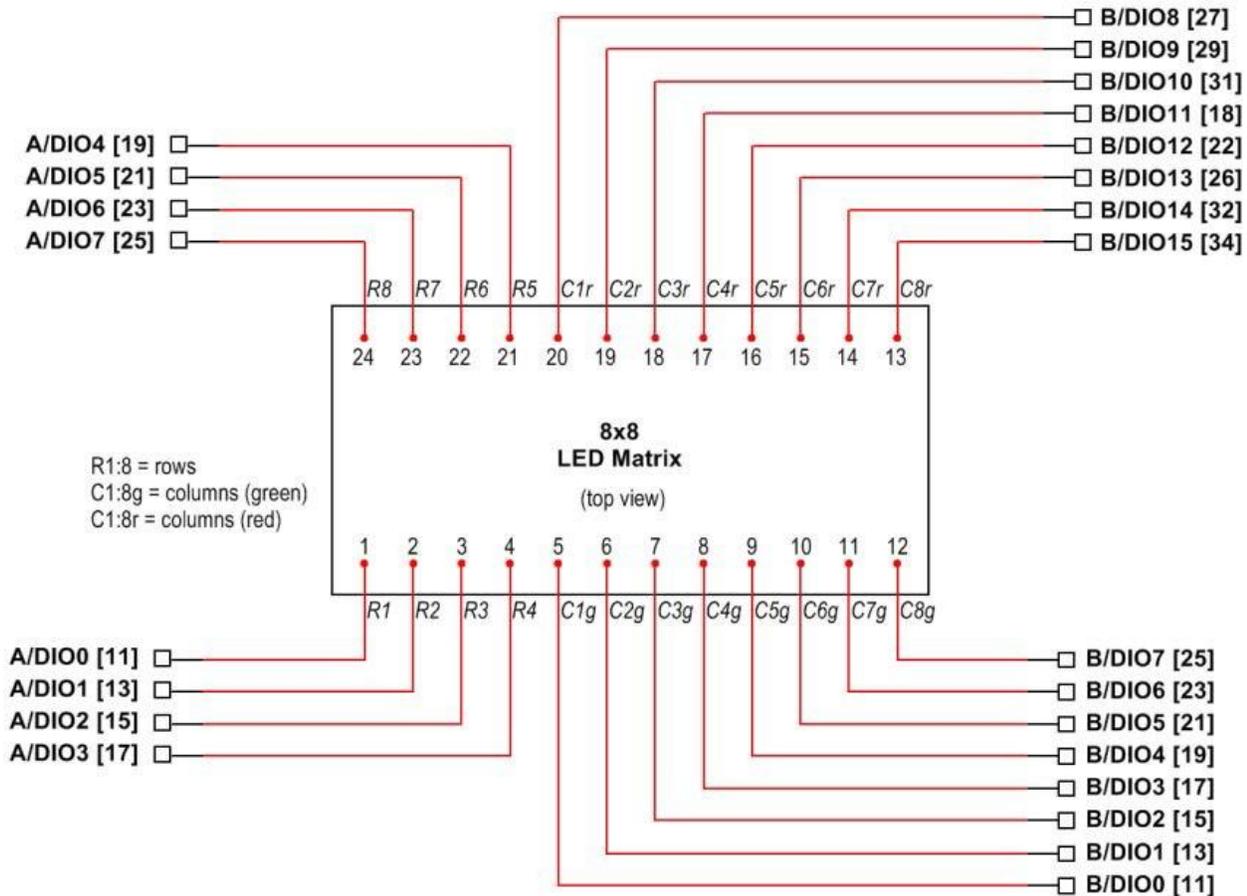


Figura 29.2: Circuito de demostración para matriz de LED; diagrama de pines y conexión a las 24 terminales de E/S digital en los Conectores MXP A y B de NI myRIO.

29.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: Cada punto circular de la matriz de LED de 8x8 contiene un LED verde y un LED rojo. El cátodo de cada par de diodo se conecta al mismo cable de fila horizontal. El ánodo de todos los LEDs verdes en la misma columna se conecta al mismo cable de columna vertical; los ánodos de los LEDs rojos están conectados de manera similar, por lo tanto proporcionan control individual de los dos LEDs de cada punto. La activación de ambos LEDs puede mezclar los colores para generar el amarillo.

aprender mas acerca del diagrama de conexiones de la matriz LED, interfaz eléctrica (especialmente la diferencia sustancial voltaje/corriente entre los LEDs verdes y rojos) y la técnica de visualización de cuadrícula que

Estudie el video *Teoría de Interfaz de Matriz de LED* (youtu.be/vsBjZBLdeNc, 9:51) para

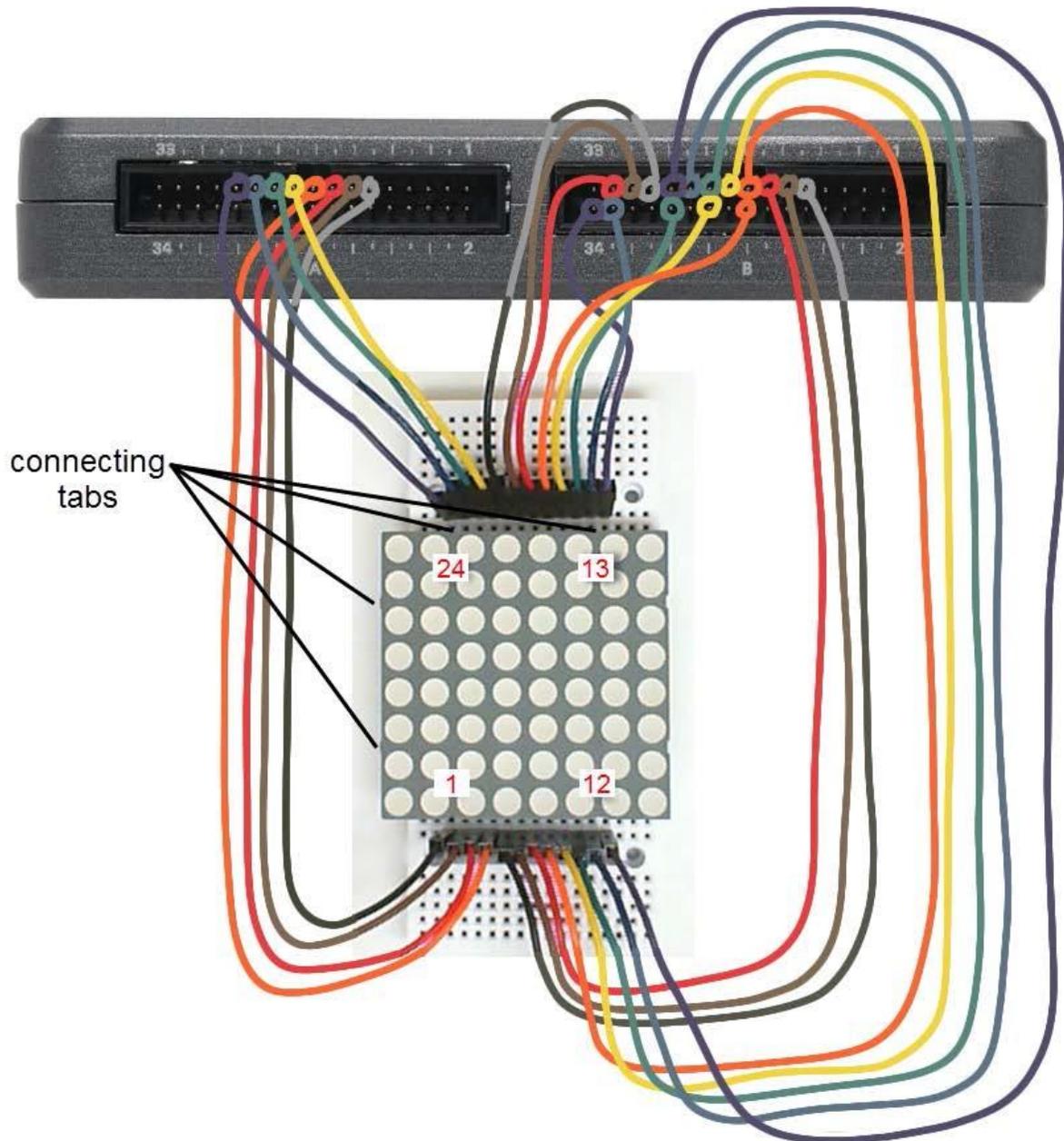


Figura 29.3: Circuito de demostración para matriz de LED: construcción recomendada en el protoboard.

permite un patrón arbitrario de puntos a ser seleccionados.

NOTA: La técnica de interfaz descrita en este capítulo no requiere de partes adicionales y le ayuda a entender cómo configurar un despliegue de cuadrícula (también conocido como despliegue multiplexado). Sin embargo, 25 DIOS utilizan más de la mitad de las 40 DIOS disponibles y también se bloquean recursos compartidos tales como SPI, bus I2C, PWM y codificador. Además, el código de escaneo de cuadrícula requiere una cantidad significativa de esfuerzo de CPU.

En lugar de esto considere utilizar el controlador de LED MAX7219 (vea la sección "Para Mayor Información" al final de la página) para liberar el control detallado de la matriz de LED; puede simplemente transferir los patrones deseados vía bus SPI. Esta técnica es mandatorio en caso de que su aplicación requiera más matrices de LED para construir un visualizador mas grande.

Programación LabVIEW: Estudie el video VIs de Bajo Nivel de Salida Digital (youtu.be/WvnlN3ffqY,4:53) para aprender a utilizar los VIs de bajo nivel para conectar directamente arreglos Booleanos a la salidas digitales, por ejemplo, como un bus

29.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video Explicación de la Demostración Bluetooth (youtu.be/LFCThGa681A, 15:08) para aprender los principios de diseño de la demostración Matriz de LED y luego intente realizar estas modificaciones al diagrama de bloques Main.vi:

1. Termine el ciclo "Auto pattern generator" y actualice el ciclo principal para agregar un arreglo de códigos de patrón para los LEDs rojos.
2. Cree códigos de patrón de 64 bits para utilizar su imaginación y luego actualice la constante de arreglo de 1-D en el ciclo "Auto pattern generator". Podría darse cuenta que es más conveniente cambiar la

constante por un control en el panel frontal. También podría utilizar "Array Size" de la subpaleta Programming | Array en lugar de la constante "4" para que su código acomode un número arbitrario de patrones de 64 bits.

3. Piense en una forma de mapear una o más mediciones como la salida del acelerómetro interno o voltajes de entrada analógica al visualizador. Por ejemplo, podría colocar ocho gráficas de barra para mostrar ocho voltajes de entrada analógica, o podría mapear las salidas X e Y del acelerómetro en una cuadrícula Cartesiana. Su destino de mapeo es el arreglo Booleano de variables globales de 2-D.

4. Agregue un deslizador para variar el tiempo del ciclo del ciclo temporizado: estire "Right Data Node" en la esquina superior derecha del ciclo temporizado para exponer la terminal "Next Loop Iteration Timing" (aparece como dt) y luego cree un control en el panel frontal para ajustar de manera interactiva el tiempo de ciclo. Configure el límite inferior a 1 ms para evitar seleccionar 0 ms (esto congela la aplicación).

5. Observe los efectos del jitter en visualizador: cambie el ciclo temporizada a un ciclo while estándar (clic derecho en el borde del ciclo y seleccione "Replace with While Loop") y luego agregue un retardo de 1 ms. Debería notar que la intensidad del visualizador tiene un pequeño destello aleatorio porque el procesador de tiempo real ahora tiene más libertad de procesar tareas en el fondo. El ciclo temporizado, por otro lado, garantiza un tiempo de ciclo preciso.

29.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide> para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan la matriz de LED con otros componentes y dispositivos.

29.5 Para Mayor Información

- *8x8 LED Matrix Datasheet* por SparkFun ~
Hoja de datos para la matriz de LED de 8x8:
<http://www.sparkfun.com/datasheets/Components/SanYoung-Medium-RG.pdf>
- *MAX7219 LED Display Driver with SPI Interface*
por Maxim Integrated ~ Incluye transistores de potencia y controlador de despliegue de cuadrícula para liberar el control detallado de cada LED
Simplemente envíe patrones vía bus SPI:
<http://www.maximintegrated.com/MAX7219>

30 EEPROM Serial

Una EEPROM (Memoria de Solo Lectura Programable y Borrable Eléctricamente) proporciona almacenamiento de datos no volátil que persiste incluso cuando no hay fuente de alimentación. Las EEPROMs se utilizan en aplicaciones de tablas de calibración de sensor, llaves digitales y dispositivos adaptivos. La EEPROM serial 25LC040A de Microchip (Figura 30.1) ofrece 4 kilobits de almacenamiento organizado como un arreglo de 512 bytes de 8 bits vía el bus serial SPI.

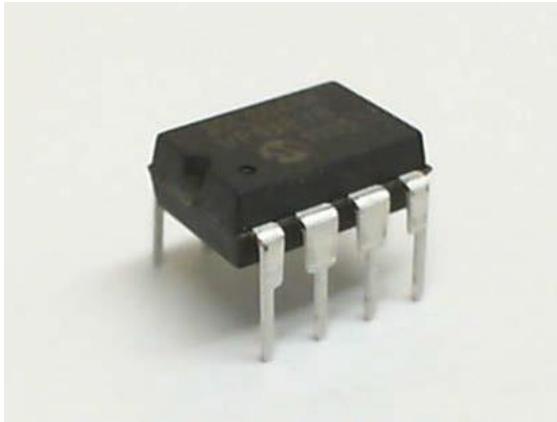


Figura 30.1: EEPROM Serial del Juego de Accesorios para Sistemas Embebidos de NI myRIO.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Describir las características y mapa de terminales de la 25LC040A de Microchip y

2. Aplicar el conjunto de instrucción de la 25LC040A para leer y escribir datos a un arreglo de memoria y estado de registro y
3. Utilizar los VIs de interfaz SPI de bajo nivel para comunicarse con la 25LC040A.

30.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta de la EEPROM serial.

Seleccione estas partes del Juego de Accesorios para Sistemas Embebidos de NI myRIO:

- EEPROM serial Microchip 25LC040A, <http://www.microchip.com/25LC040A>
- Cables, M-H (7x)

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático mostrado en la Figura 30.2 en la página siguiente; la EEPROM serial requiere seis conexiones al Conector MXP B de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. VCC → B/+3.3V (pin 33)
2. VSS → B/GND (pin 30)
3. SI → B/SPI.MOSI (pin 25)
4. SO → B/SPI.MISO (pin 23)
5. SCK → B/SPI.SCLK (pin 21)
6. CS → B/DIO0 (pin 11)
7. WP → B/DIO0 (pin 13)

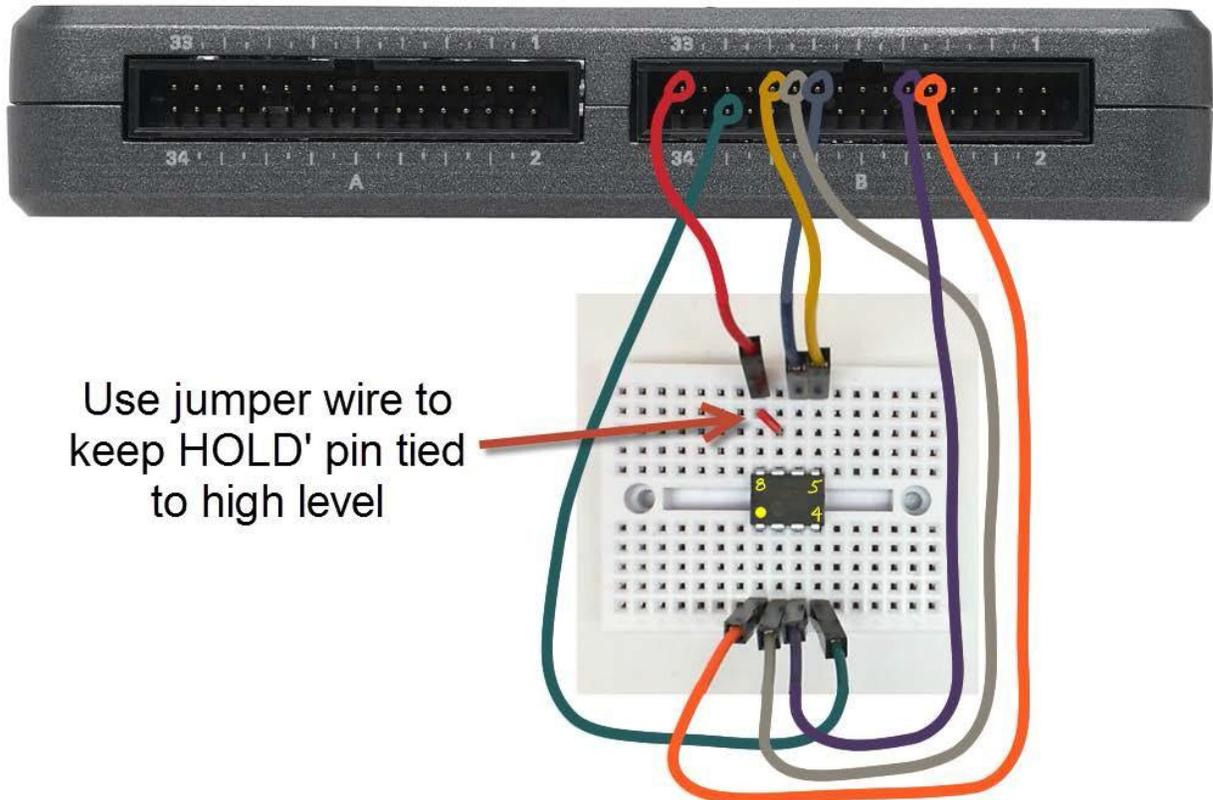
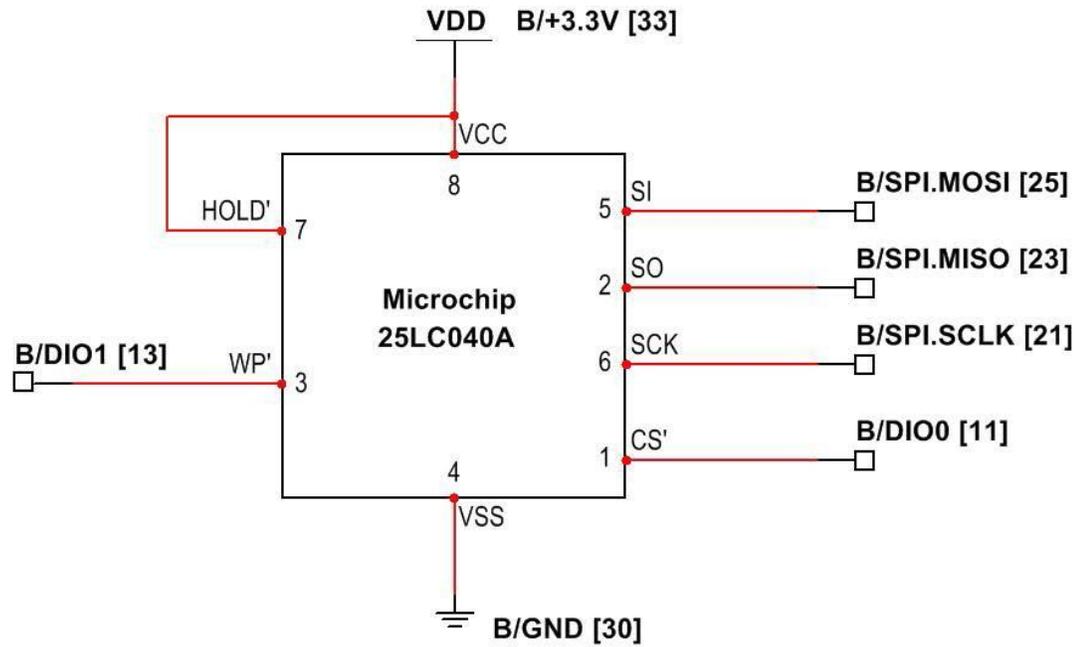


Figura 30.2: Configuración de demostración para EEPROM serial conectada al Conector MXP B de NI myRIO.

Asegúrese que incluye un cable de puente para conectar la entrada HOLD a la fuente de alimentación de 3.3 volts de NI myRIO.

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaque los contenidos a una ubicación conveniente,
- Abra el proyecto EEPROM demo.lvproj contenido en la subcarpeta EEPROM demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana "Deployment Process" mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción "Close on successful completion" para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: El VI de la demostración proporciona un control Action para seleccionar entre cuatro acciones diferentes (leer arreglo entero de memoria, leer el registro STATUS y escribir al registro STATUS) y tres paneles de datos asociados (leer datos de arreglo de memoria, datos a escribir y byte STATUS a escribir). El VI realiza la acción seleccionada solo una vez cuando el valor del control Action cambia, por lo tanto una acción de Inactividad debe ser seleccionada entre dos acciones sucesivas en el mismo tipo tal como escribir al arreglo.

Seleccione la acción Read entire array. Si su EEPROM aun no ha sido programada, es decir, aun está fresca de fábrica, debería esperar ver el indicador de arreglo EEPROM lleno con 255 (FF hexadecimal) y el gráfico asociado graficando una constante del mismo valor como una función de dirección (512 en total).

Seleccione la acción Write to array. De manera predeterminada el VI realiza un escritura de un solo byte a valor 0 a la Dirección 0. Observe que el arreglo EEPROM y el gráfico están inicialmente vacios, por lo tanto necesita seleccionar Read entire array para actualizar estos despliegues. Debido a que el control Write protect está inicialmente configurado (esto mantiene el pin WP en bajo) debería observar que el arreglo está aun lleno con el valor 255. De clic en el botón Write protect para habilitar la escritura, seleccione Write to array y luego seleccione Read entire array. Debería ahora ver que la Dirección 0 contiene el valor cero.

Intente escribir algunos valores de un solo byte y confirme que los valores graficados aparecen donde los espera. Ingrese un nuevo valor al control de indexado de arreglo EEPROM para ver otras regiones del indicador arreglo, por ejemplo, ingrese 511 para ver el último valor del arreglo

De clic en el control Bytes to write para ingresar mas valores para un escritura multi-byte. Puede escribir hasta 16 bytes (una "página") en una operación de escritura dada siempre que la dirección inicie en un límite de página (los cuatro bits inferiores de la dirección son cero). De clic derecho en Bytes to write, seleccione "Data Operations" seguido por "Delete Element" para remover valores del control de arreglo. También podría reinicializar el panel frontal completo a su configuración original seleccionando Edit | Reinitialize Values to Default." Seleccione Read STATUS register para ver el contenido del registro STATUS de EEPROM; espere ver un valor de cero. Ingrese el valor hexadecimal 0x08 en el STATUS to write control y luego seleccione Write STATUS register seguido por Read STATUS register para confirmar que el registro STATUS ha sido actualizado. Con esta configuración la mitad superior de la memoria está protegida contra escritura no importando el estado del pin WP. Intente escribir datos a un dirección baja (0 a 127) y luego a una alta (128 a 511); recuerde remover la selección del interruptor Write protect. Confirme que el valor en la dirección baja cambiar mientras que en la alta no. Escriba el valor 0x00 al registro STATUS cuando haya terminado para regresar el registro a su valor predeterminado de fábrica (los dos bits "block protect" son no volátiles).

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO.

- **Consejos de diagnóstico:** ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:
- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución,
- Conexiones correctas de Conector MXP - asegúrese que está utilizando el Conector B y que ha hecho las conexiones de pin correctas y
- Conexiones correctas de las terminales de la 25LC040A - verifique sus conexiones y asegúrese que no invertido las líneas B/SPI.MOSI y B/SPI.MISO de NI myRIO; también revise que no cruzado accidentalmente las conexiones de la fuente de alimentación.

30.2 Teoría de Interfaz

Circuito Interfaz: El 25LC040A de Microchip ofrece 4 kilobits de almacenamiento no volátil organizado como 512 bytes de 8 bits. El arreglo de memoria está estimado para un millón de ciclos de borrar/escribir con retención de datos de más de 200 años. El arreglo podría ser leído en cualquier forma desde un solo bit hasta el arreglo completo en un sola operación de lectura. Los datos podrían ser escritos al arreglo ya sea como bytes individuales o hasta una sola pagina de 16 bytes con la condición de que la dirección de inicio sea un límite de página.

Estudie el video *Teoría de Interfaz de EEPROM* (youtu.be/RxRwyDOCeRw, 11:18) para aprender mas acerca de las características de la 25LC040A, aplicaciones, terminales para el paquete DIP de 8 pines, conjunto de instrucciones y ajustes de configuración necesarios para los VIs de SPI de NI myRIO. El video continúa detallando la temporización del chip, seleccionando CS necesario para leer y escribir al arreglo y registro STATUS (incluyendo consideraciones para escribir al arreglo completo) y concluye describiendo cómo utilizar el pin HOLD para suspender un bus SPI de manera momentánea.

Estudie *Comunicación Serial: SPI* (youtu.be/GaXtDamw5As, 7:02) para entender de una mejor manera las formas de onda de señalización entre transmisores y receptores SPI.

Programación LabVIEW: Estudie el video *VIs SPI de Bajo Nivel* ([youtu.be/\[TBD\]:spiVI](http://youtu.be/[TBD]:spiVI), :) para aprender a utilizar los subVIs SPI de bajo nivel para leer y escribir datos.

30.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación de la Demostración EEPROM* (youtu.be/UNdVUnYHE4U, 13:07) para aprender los principios de diseño de la demostración EEPROM y luego intente realizar estas modificaciones al diagrama de bloques Main.vi:

1. Agregue una acción Write entire array que llenará el arreglo de la memoria:
 - Agregue la opción "Write entire array" al control Action,
 - Cree un arreglo de 512 valores que producirá un patrón reconocible en el visualizador gráfico, por ejemplo, Sine Pattern de la subpaleta Signal Processing | Sig Generation,
 - Utilice Reshape Array de la subpaleta Programming | Array para formar un arreglo de 32-16 de 2-D (32 página de 16 bytes cada una),
 - Duplique el subdiagrama "Write to array" de la estructura de caso y
 - Envuelva la operación en una estructura de ciclo for. Note que el retraso de 5 ms debe ser utilizado entre escrituras de página.

30.4 Project Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide> para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan la EEPROM serial con otros componentes y dispositivos.

30.5 Para Mayor Información

- *25LC040A Data Sheet* por Microchip ~ Hoja de datos para la memoria serial EEPROM 25LC040A de Microchip:
<http://www.microchip.com/25LC040A>
- *M68HC11 Reference Manual* por Freescale Semiconductor ~ Referirse a la Sección 8 para un tratamiento completo del estándar de bus serial SPI, incluyendo diagramas de temporización y sistemas multi-maestro.
: http://www.freescale.com/files/microcontrollers/doc/ref_manual/M68HC11RM.pdf

31 Módulo Bluetooth

Los radios Bluetooth proporcionan comunicación de datos de corto rango (hasta 20 m) entre dispositivos móviles tales como teléfonos inteligentes, computadoras portátiles, audífonos y sistemas de audio. El módulo Bluetooth RN42 de Roving Networks (ahora Microchip) en el corazón del PmodBT2 (Figura 31.1) de Digilent proporciona una interfaz fácil de utilizar entre un controlador embebido y otro dispositivo Bluetooth. El módulo PmodBT2 sirve como una alternativa inalámbrica a un cable de datos estilo UART.

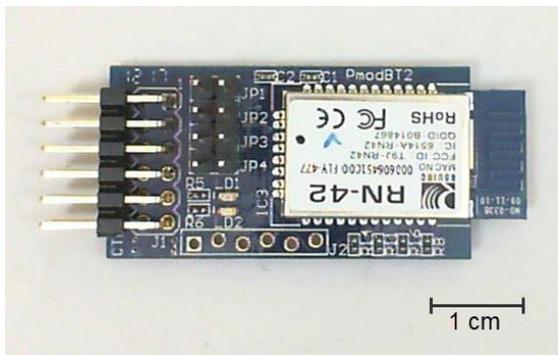


Figura 31.1: Módulo PmodBT2 de Digilent basado en el RN42 de Roving Networks.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Describir las características esenciales y pines del módulo Bluetooth RN42,

2. Asociar el RN42 con una computadora portátil o de escritorio para crear un puerto COM virtual,
3. Accesar el puerto COM de manera interactiva con un emulador de terminal y con un VI de LabVIEW,
4. Establecer un enlace de datos inalámbrico y
5. Configurar el nombre del RN2, código de asociación y perfil.

31.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del módulo Bluetooth.

Seleccione estas partes del Juego de Accesorios para Sistemas Embebidos de NI myRIO:

- Módulo Bluetooth (PmodBT2), http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-BT2/PmodBT2_rm.pdf

- Cables, H-H (8x)

También necesitará un computadora portátil o de escritorio con Bluetooth.

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático mostrado en la Figura 31.2 en la página 143; el módulo Bluetooth requiere ocho conexiones al Conector MXP B de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Fuente de alimentación de +3.3 volts (VCC3V3) → B/+3.3V (pin 33)
2. Tierra (GND) → B/GND (pin 30)
3. TX → B/UART.RX (pin 10)

4. RX → B/UART.TX (pin 14)
5. STATUS → B/DIO0 (pin 11)
6. RTS → B/DIO1 (pin 13)
7. CTS → B/DIO2 (pin 15)
8. RESET → B/DIO3 (pin 17)

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaquete los contenidos a una ubicación conveniente,
- Abra el proyecto RFID demo.lvproj contenido en la subcarpeta RFID demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana "Deployment Process" mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción "Close on successful completion" para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: Computadoras antiguas equipadas con un puerto de comunicaciones seriales ("COM") podían conectarse directamente a la UART de NI myRIO e intercambiar datos. El RN42 se predetermina al Perfil de Puerto Serial (SPP), lo que significa que el RN42 aparece en las computadoras de escritorio como un puerto COM virtual y aparece en el myRIO como un puerto COM físico. En otras palabras el RN42 extiende de manera inalámbrica el puerto COM de escritorio al myRIO.

El VI de demostración despliega los caracteres de datos recibidos por el RN42 de la computadora portátil o de escritorio con Bluetooth y transmite la fecha y hora del sistema NI myRIO cuando los caracteres "d" y "t" son recibidos. El indicador de carácter entrante utiliza el modo "backslash codes" para que caracteres de no impresión tales como retorno aparezcan como "r" y el indicador de código ASCII hex muestra el código hexadecimal asociado del carácter. El VI también despliega los cuatro bits inferiores del carácter recibido en los LEDs de myRIO. Las salidas "STATUS y "RTS" son desplegadas como indicadores LED y

sus entradas "RESET" y "CTS" son controladas con interruptores pulsadores.

Presione RESET para reinicializar el módulo; debería ver que el LED verde de estado en el PmodBT2 está apagado. Suelte el botón RESET y debería ver que el LED de estado destella a mediana velocidad para indicar que el RN42 es detectable y está esperando una conexión.

Asocie el RN42 con su computadora portátil o de escritorio con Bluetooth utilizando el código de asociación predeterminado del RN42, "1234". Vea el tutorial en video *Explicación de la Demostración Bluetooth* (<youtu.be/LFCThGa681A>, 15:08) hasta el minuto 2:30 para ver paso a paso el procedimiento de asociación Bluetooth para el sistema operativo Windows 7; el proceso de asociación es similar para Mac OS. Haga nota del puerto COM que fue creado por el servicio SPP del RN42.

Descargue y ejecute el emulador de terminal PuTTY de <http://www.putty.org>. Realice la siguiente configuración (esto es demostrado en el mismo tutorial en video en el minuto 2:52):

1. Tipo de conexión =
Serial,
2. Línea serial = el puerto COM creado al asociar con el RN42,
3. Velocidad = 115200 baudios (clic en la categoría "Serial" en le esquina inferior izquierda),
4. Bits de datos = 8,
5. Bit de paro = 1 y
6. Control de flujo =
Ninguno

Podría guardar esta configuración para que pueda cargarla mas tarde; ingrese un nombre para "Saved Sessions" y luego de clic en el botón "Save".

De clic en "Open " para abrir la conexión al puerto COM. Observe que el LED verde de estado

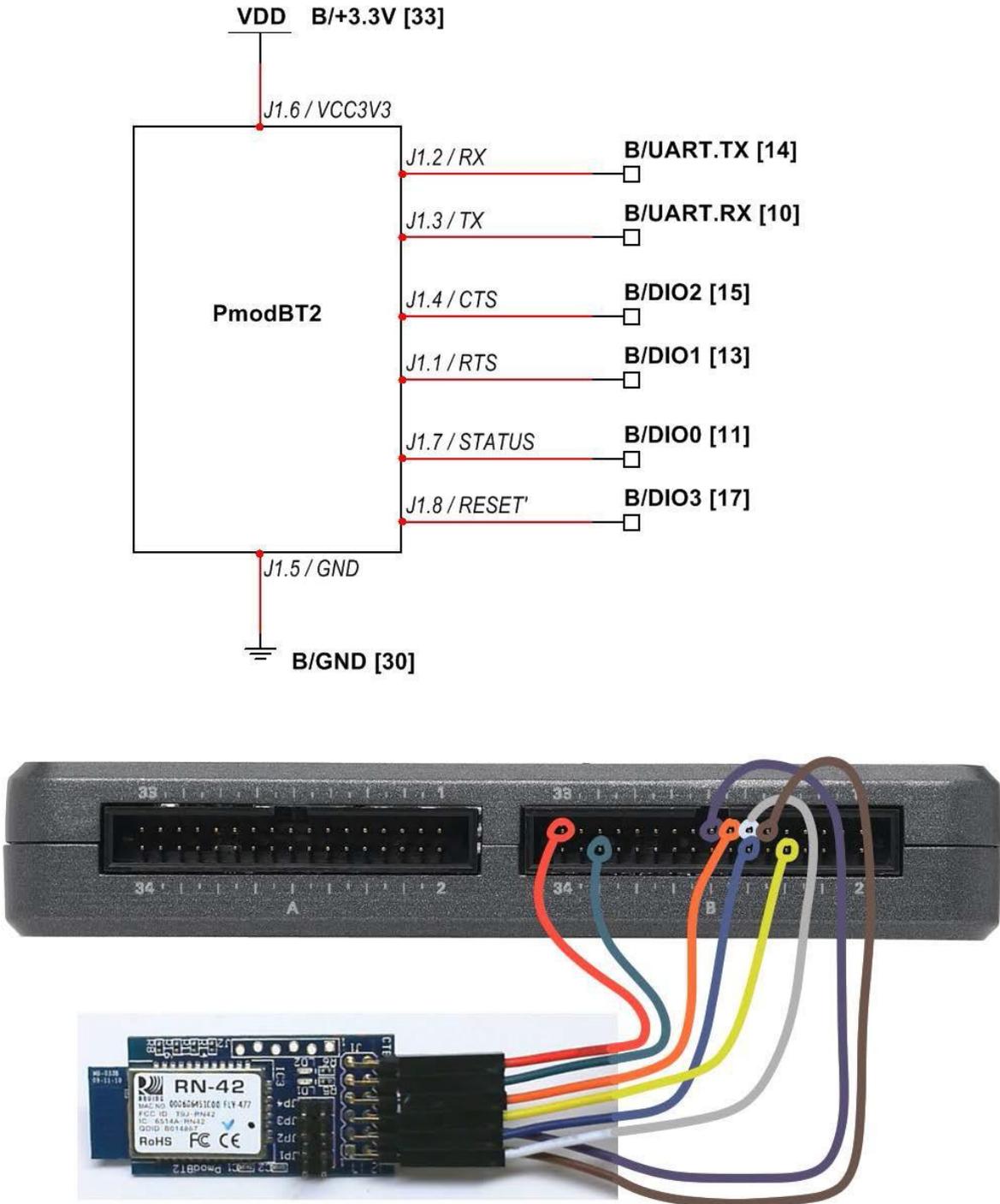


Figura 31.2: Configuración de demostración para el módulo Bluetooth conectado al Conector MXP B de NI myRIO.

se vuelve oscuro y también debería ver el indicador STATUS del panel frontal está activo; estas dos indicaciones muestran que el RN42 ha establecido un conexión de datos con otro dispositivo Bluetooth. Ingrese caracteres en la ventana del emulador de terminal PuTTY y espere ver que esos mismos caracteres aparezcan en el panel frontal del VI. Ingrese "t" y "d" y confirme que ve la hora y fecha de sistema de NI myRIO. De clic en enable echo e ingrese otros caracteres; debería ver los caracteres a medida que los ingresa en la ventana del emulador de terminal PuTTY.

De clic en el botón CTS ("Clear To Send") e ingrese varios caracteres. Cuando el CTS está activo el RN42 suspende la transmisión desde su UART y debería ver que los caracteres no son recibidos con el NI myRIO. De clic en el botón CTS nuevamente para ver que los caracteres almacenados en búfer aparecen en un sucesión rápida en el indicador de carácter entrante.

Cierre la ventana PuTTY; verá que el LED verde de estado del PmodBT2 destella nuevamente y el indicador STATUS del panel frontal se inactiva para mostrar que el RN42 está esperando una nueva conexión de datos.

Abra la ventana PuTTY nuevamente e ingrese \$\$\$ para entrar al modo de comando. Por ahora la configuración de ventana de tiempo de 60 segundos ha expirado y nada especial sucederá. Observe el LED verde de estado del PmodBT2 a medida que da clic en el botón RESET dos veces; ¿nota cómo la tasa de destello es más rápida ahora? Esta tasa de velocidad media indica que el RN42 puede aceptar solicitud para entrar el modo comando. Ingrese \$\$\$ nuevamente y verá que el aviso CMD aparece; también observe que el LED de estado destella a alta velocidad mientras está en modo de comando. Ingrese "h" para desplegar la ayuda de todos los comandos disponibles. En particular, intente "d" para desplegar la configuración básica, "e" para desplegar configuración extendida y "v" para mostrar la versión del firmware. Ingrese -- para salir del modo de comando.

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO.

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución,
- Terminales correctas del conector MXP - asegúrese

que está utilizando el Conector B y que ha hecho las conexiones de pin correctas,

- Terminales correctas de PmodBT2 - verifique sus conexiones y asegúrese que ha conectado la entrada "receive" de UART de NI myRIO a la salida "transmit" del RN42; también verifique que no ha cruzado accidentalmente la conexiones de la fuente de alimentación.

31.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: El RN42 de Roving Networks es un módulo Bluetooth autónomo Clase 2 con antena integrada. De manera predeterminada el RN42 opera en modo "esclavo", puede ser asociado con el código "1234" y ofrece el servicio de Perfil de Puerto Serial (SPP). Al conectar la UART de NI myRIO a la UART del RN42, el RN42 aparece como un puerto COM virtual en una computadora portátil o de escritorio con Bluetooth.

Estudie el video *Teoría de Interfaz de Bluetooth* (youtu.be/WidjSMNU1QM, 15:34) para aprender mas las bases del RN42 así como de una aplicación de *reemplazo inalámbrico de cable serial*, incluyendo características esenciales del RN42 y pines del PmodBT2, asociación del RN42 con una computadora, acceso al puerto COM virtual mediante un emulador de terminal y con una aplicación LabVIEW de escritorio y acceso a la UART del RN42 con los VIs UART de bajo nivel de NI myRIO.

Programación LabVIEW: Estudie el video *VIs UART de Bajo Nivel* ([youtu.be/\[TBD\]:uartVI](https://youtu.be/[TBD]:uartVI), :) para aprender a utilizar los subVIs UART de bajo nivel para leer y escribir datos de comunicaciones seriales.

31.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación de la Demostración Bluetooth* (youtu.be/LFCThGa681A, 15:08) para aprender los principios de diseño de la demostración RFID y luego intente realizar estas modificaciones al diagrama de bloques Main.vi:

1. Cree un VI de escritorio para interactuar con el puerto COM; revise *Teoría de Interfaz Bluetooth* (youtu.be/WidjSMNU1QM, 15:34) para ideas.
2. Agregue casos adicionales para regresar a otros estados internos de NI myRIO. Por ejemplo, regrese el valor del eje X del acelerómetro a bordo cuando el carácter "x" es recibido.
3. Agregue un característica de transmisión de datos: cuando el carácter "a" sea recibido inicie la transmisión de tres valores de acelerómetro cada 100 ms (tres valores delimitados por espacio seguidos por un retorno y combinación de avance de línea); continúe transmitiendo datos hasta que el carácter "a" sea recibido nuevamente.

- *RN42 Datasheet* por Microchip ~ Hoja de especificaciones para el módulo Bluetooth RN42; seleccione el documento PDF "RN42" en la parte inferior de la página:
<http://microchip.com/RN42>
- *Bluetooth Data Module Command Reference and Advanced Information User's Guide* por Microchip ~ Información completa para configurar el RN42 en modo de comando; seleccione el documento PDF "Bluetooth Advanced User Manual" en la parte inferior de la página:
<http://microchip.com/RN42>
- *Bluetooth Basics* por SparkFun ~ Excelente tutorial acerca Bluetooth y dispositivos inalámbricos:
<http://learn.sparkfun.com/tutorials/bluetooth-basics/all>
- *Bluetooth Resources* por Bluetooth Developer Portal ~ Sitio completo dedicado a diseñar con Bluetooth:
<http://developer.bluetooth.org>

31.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide> para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el módulo Bluetooth con otros componentes y dispositivos.

31.5 Para Mayor Información

- *PmodBT2 Reference Manual* por Digilent
~
Manual de referencia para el módulo Bluetooth:
http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-BT2/PmodBT2_rm.pdf
- *PmodBT2 Schematics* por Digilent ~ Diagrama esquemático del módulo Bluetooth:
http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-BT2/PmodBT2_sch.pdf

32 Potenciómetro Digital

Un potenciómetro digital es un resistor variable de tres terminales que se comporta igual que el potenciómetro mecánico análogo (ver Capítulo 7 en la página 27) pero con un valor numérico digital para ajustar la posición de la perilla virtual. El potenciómetro digital proporciona un reemplazo conveniente para potenciómetros mecánicos, ofrece control de ganancia ajustable por computadora para amplificadores y ajuste en software de potenciómetros de recorte utilizados para anular desviaciones de circuitos de sensores resistivos. La Figura 32.1 muestra el potenciómetro digital del Juego de Accesorios para Sistemas Embebidos de NI myRIO con una resistencia extremo a extremo de 10 kΩ y una resolución de 8 bits; bus serial SPI transmite la posición digital del cursor central.

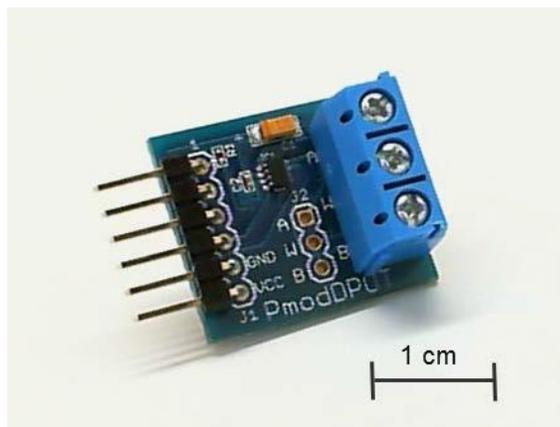


Figura 32.1: Potenciómetro digital del Juego de Accesorios para Sistemas Embebidos de NI myRIO.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Ajustar la posición del potenciómetro digital con comunicación serial SPI,
2. Conectar y operar de manera apropiada el potenciómetro digital como reóstato o como un potenciómetro (divisor de voltaje) y
3. Discutir los principios del "cursor central virtual" implementado como un arreglo de interruptores de estado sólido.

32.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del potenciómetro digital.

Seleccione estas partes del Juego de Accesorios para Sistemas Embebidos de NI myRIO:

- Potenciómetro Digital (PmodDPOT),
<http://digilentinc.com/Products/Detail.cfm?NavPath=2,401,1075&Prod=PMOD-DPOT>
- Cables, H-H (5x)
- Cables, M-H (3x)
- Pequeño desarmador

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático mostrado en la Figura 32.2 en la página 149; el potenciómetro digital requiere cuatro conexiones al Conector MXP B de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Fuente de alimentación de +5volts → A/+5V (pin 1)

2. Tierra → A/GND (pin 6)
3. Receptor SPI → A/SPI.MOSI (pin 25)
4. Reloj SPI → A/SPI.CLK (pin 21)
5. Chip select → A/DIO0 (pin 11)
6. "A" → B/+5V (pin 1)
7. "B" → B/GND (pin 6)
8. "W" → B/AI0 (pin 3)

Ejecute el VI de demostración

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaqueté los contenidos a una ubicación conveniente,
- Abra el proyecto Dpot_demo.lvproj contenido en la subcarpeta Dpot_demo,
- Expande el botón de jerarquía (un signo de más) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana "Deployment Process" mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción "Close on successful completion" para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: El VI de la demostración proporciona un control deslizador en el panel frontal para configurar la posición del cursor central virtual como un valor de 8 bits. La fuente de alimentación de 5 volts conectada a través de las terminales extremas del potenciómetro crean un voltaje variable proporcional en la terminal del cursor central "W" la cual es leída por una entrada analógica y desplegada en el indicador de disco. Mueva el deslizador, debería ver un cambio correspondiente en la posición del disco. Presione las teclas page-up y page-down para realizar cambio de un solo bit al valor digital.

Si tiene un ohmímetro, desconecte las tres terminales del potenciómetro del NI myRIO y luego mida la resistencia entre las terminales "W" y "B" a medida que varía la posición del cursor central digital; repita para las terminales "W" y "A". Si la medición no está lo suficientemente estable, intente conectar "A" o "B" a una de las terminales de tierra de NI myRIO.

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO.

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución,
- Terminales correctas del conector MXP - asegúrese que está utilizando el Conector A para alimentar la tarjeta del potenciómetro digital y el Conector B para establecer el voltaje variable del potenciómetro y
- Terminales correctas de conector SPI - verifique sus conexiones y asegúrese de que ha conectado la salida "MOSI" SPI de NI myRIO a la entrada "SDI" de potenciómetro digital y la salida digital DIO0 a la entrada chip select.

a. Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: La tarjeta PmodPOT de Digilent proporciona un conjunto conveniente de conectores de interfaz para el potenciómetro digital AD5160 de Analog Devices. El potenciómetro digital proporciona el trío convencional de terminales como un potenciómetro mecánico y un valor de 8 bits entre 0 y 255 transmitido vía SPI (interfaz periférica serial) configura la posición del cursor central virtual al cerrar exactamente uno de 256 interruptores de estado sólido para establecer el punto de conexión a una cadena de 256 resistores de igual valor entre las terminales "A" y "B".

Estudie el video *Teoría de Interfaz del Potenciómetro Digital* (youtu.be/C4iBQjWn7OI, 9:15) para aprender

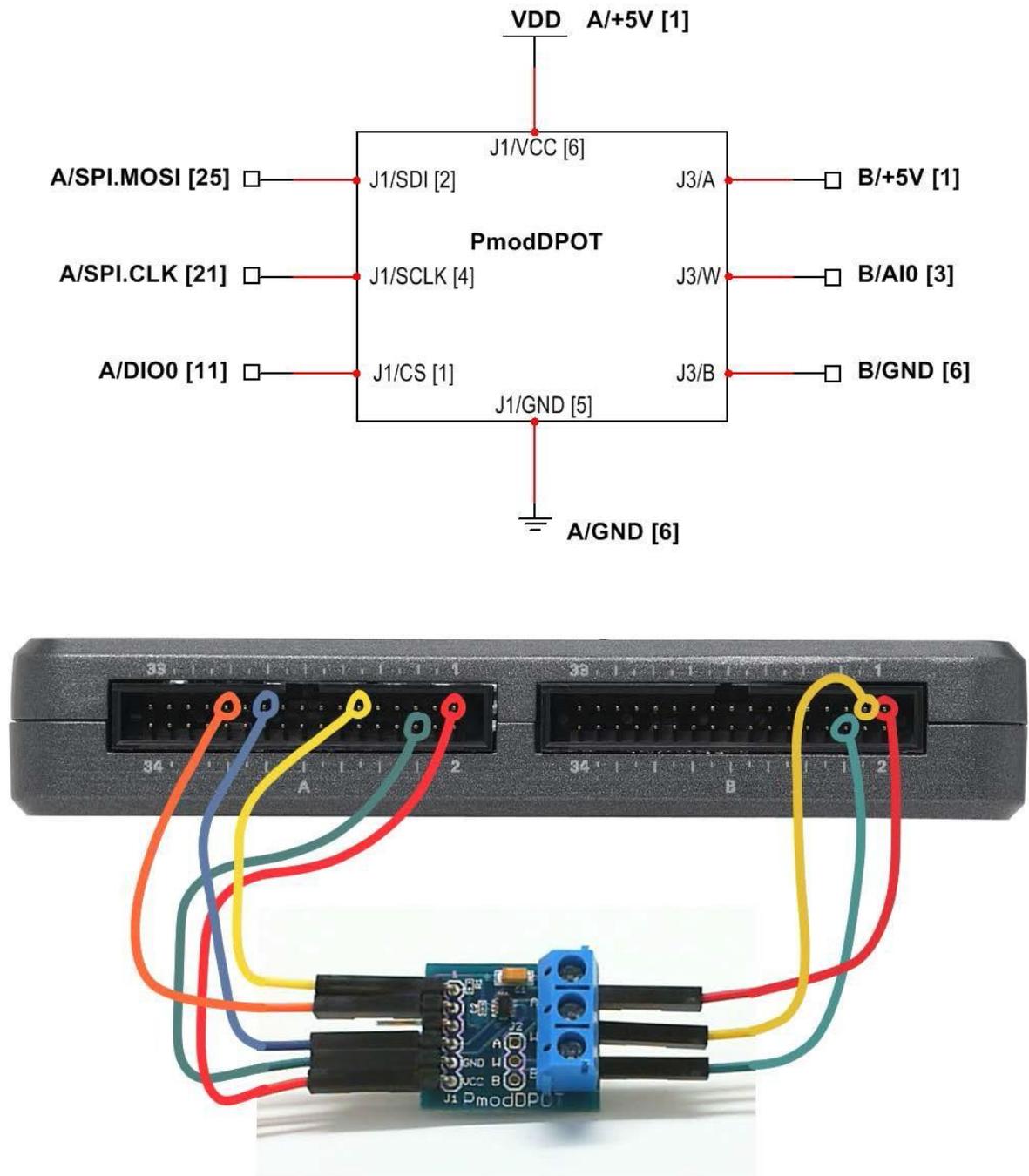


Figura 32.2: Configuración de demostración para el potenciómetro digital conectado al Conector MXP B de NI myRIO. Utilice cables puente M-H y un desarmador para las tres terminales del potenciómetro.

mas acerca de la teoría de operación del potenciómetro digital incluyendo bus SPI y temporización chip select, circuito interno de arreglo de interruptores y ecuaciones de diseño para utilizar el potenciómetro digital en modo reóstato (una sola resistencia variable) y en modo potenciómetro (un divisor de voltaje proporcionando un voltaje ajustable). Estudie *Comunicación Serial: SPI* (youtu.be/GaXtDamw5As, 7:02) para entender cómo las opciones de configuración del SPI Express VI se relacionan a las formas de onda de señalización entre transmisores y receptores SPI.

Programación LabVIEW: Estudie el video *SPI Express VI* (youtu.be/S7KkTeMfmc8, 5:51) para aprender a utilizar el SPI Express VI.

b. Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación de la Demostración Dpot* (youtu.be/dtwXOj5vvy4, 4:57) para aprender los principios de diseño de la demostración Dpot y luego intente realizar estas modificaciones al diagrama de bloques Main.vi:

1. Intercambie las conexiones "A" y "B" y confirme que el voltaje analógico se reduce a medida que incrementa el valor digital.
2. Evalúe la linealidad del potenciómetro digital: Cambie la estructura de ciclo while con un ciclo for, cree un arreglo de voltaje analógico en cada valor digital y luego grafique el voltaje analógico como una función del voltaje digital.
3. Continúe la evaluación de la linealidad del paso anterior graficando la diferencia del voltaje analógico medido y el voltaje analógico ideal. Esta gráfica de diferencia hace mucho más fácil identificar tendencias de no linealidad.

c. Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide> para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el potenciómetro digital con otros componentes y dispositivos.

d. Para Mayor Información

- *PmodDPOT Reference Manual* por Digilent ~ Manual de referencia para la tarjeta de potenciómetro digital:
http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-DPOT/PmodDPOT_rm.pdf
- *PmodCLS Schematics* por Digilent ~ Diagrama esquemático de la tarjeta potenciómetro digital:
http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-DPOT/PmodDPOT_sch.pdf
- *AD5160 Data Sheet* por Analog Devices ~ Información completa del AD5160 que sirve como el corazón de la tarjeta potenciómetro digital:
<http://www.analog.com/ad5160>
- *M68HC11 Reference Manual* por Freescale Semiconductor ~ Referirse a la Sección 8 para un tratamiento completo de estándar de bus serial SPI, incluyendo diagramas de temporización y sistemas multi-maestro:
: http://www.freescale.com/files/microcontrollers/doc/ref_manual/M68HC11RM.pdf

33 Sensor de Temperatura

Un sensor de temperatura proporciona una indicación valiosa de condiciones ambientales. La Figura 33.1 muestra el sensor de temperatura del Juego de Accesorios para Sistemas Embebidos de NI myRIO basado en el sensor de temperatura TCN75A de Microchip con comunicación serial de bus I²C. El sensor ofrece exactitud de $\pm 1^\circ\text{C}$ en un rango de -40°C a $+125^\circ\text{C}$, resolución de nueve a doce bits y tiempos de conversión de 30 a 240 ms. El sensor también proporciona una salida "alerta" que se dispara cuando la temperatura medida excede un límite ajustable por el usuario.

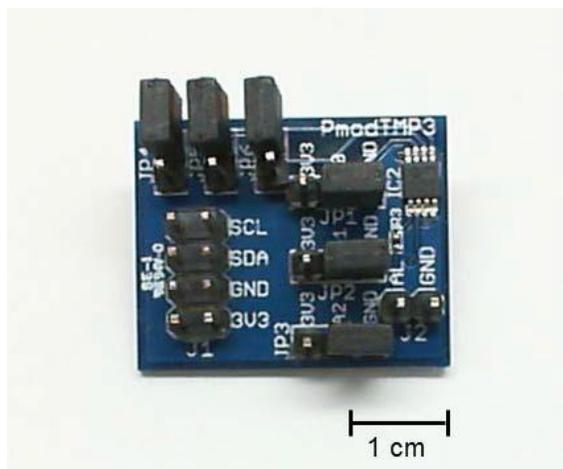


Figura 33.1: Sensor de temperatura del Juego de Accesorios para Sistemas Embebidos de NI myRIO.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Describir los modos de operación de conversión continua, un disparo y apagado,
2. Configurar los modos polaridad de la salida ALERT, comparador, e interruptor y
3. Leer e interpretar la temperatura ambiente.

33.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del teclado.

Seleccione estas partes del Juego de Accesorios para Sistemas Embebidos de NI myRIO:

- Sensor de temperatura (PmodTMP3), http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-TMP3/PmodTMP3-rm-revA_1.pdf
- Cables, H-H (5x)

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático mostrado en la Figura 33.2 en la página siguiente; el sensor de temperatura requiere cinco conexiones al Conector MXP B de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Fuente de alimentación de +3.3 volts \rightarrow B/+3.3V (pin 33)
2. Tierra \rightarrow B/GND (pin 30)
3. Datos seriales (SDA) \rightarrow B/I2C.SDA (pin 34)
4. Reloj serial (SCL) \rightarrow B/I2C.SCL (pin 32)

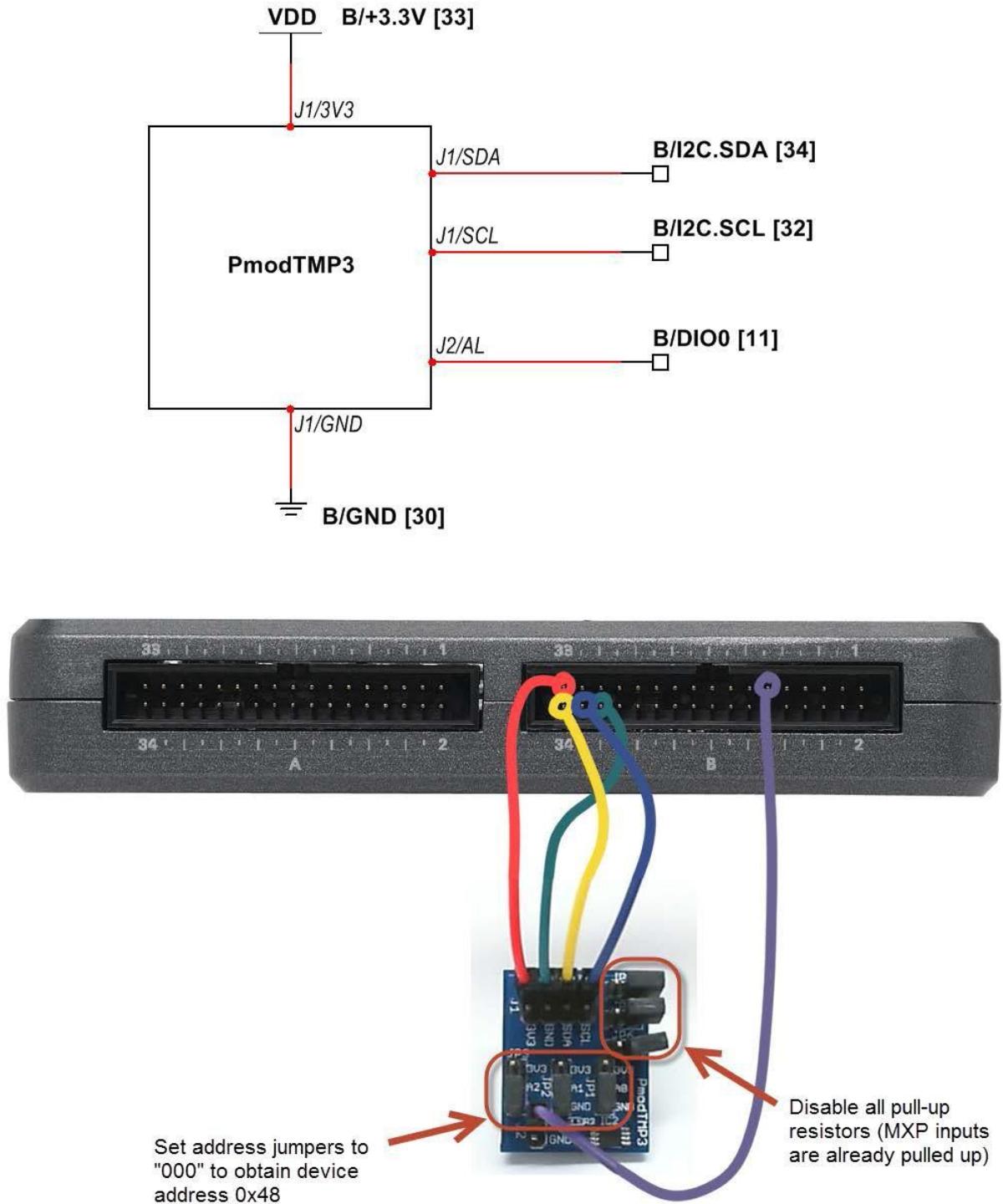


Figura 33.2: Configuración de demostración para sensor de temperatura conectado al Conector MXP B de NI myRIO. Configure *todos* los puentes del PmodTMP3 exactamente como se indica.

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaquete los contenidos a una ubicación conveniente,
- Abra el proyecto Temperature Sensor demo.lvproj contenido en la subcarpeta Temperature Sensor demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana "Deployment Process" mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción "Close on successful completion" para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: El VI demostrativo despliega la temperatura ambiente en grados Celsius tal como los mide el sensor de temperatura TCN75A de Microchip con un exactitud de $\pm 1^\circ\text{C}$; espere ver una lectura de temperatura que es igual a la temperatura del lugar donde se encuentre. De doble clic en los valores máximo y mínimo del termómetro indicador para cambiar su rango de despliegue. Intente calentar el sensor tocándolo con el dedo o utilizando un popote o secadora de cabello para soplar aire caliente al termistor. ¿Cuál es la temperatura más alta que puede observar?

Utilice una bolsa de plástico con un cubo de hielo. Rodee el sensor de temperatura con hielo, debería observar que la temperatura medida se reduce. ¿Cuál es la temperatura mas baja que observa?

El LED indicador de alerta despliega el estado de la salida "ALERTA" del TCN75A. Debería observar que el indicador de alerta se activa cuando la temperatura excede 26°C y desactiva cuando la temperatura cae por debajo de $24.5 \pm 1^\circ\text{C}$.

El VI despliega los contenidos de los cuatro registros TCN75A: temperatura ambiente (medición primaria), configuración, límite de temperatura (para activar la salida ALERT) y límite inferior de histéresis de temperatura ; detenga el VI, edite el diagrama de bloques, guarde y ejecute de nuevo el VI para cambiar los valores en estos últimos tres registros.

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO.

- **Consejos de diagnóstico:** ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:
 - LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
 - El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución,
 - Terminales correctas del conector MXP - asegúrese que está utilizando el Conector B y que ha hecho las conexiones de pin correctas,
 - Terminales correctas del conector del PmodTMP3 - revise sus conexiones y asegúrese de que ha conectado la línea "SDA" de bus I²C de NI myRIO a la terminal "SDA" del PmodTMP3 en el conector J1 y la línea "SCL" a la terminal "SCL"; también revise que no ha accidentalmente cruzado las conexiones de la fuente de alimentación y
 - Configuración correcta de puente de dirección del PmodTMP3 - refiérase nuevamente a la región marcada en la Figura 33.2 para la configuración adecuada.

NOTA: Revise la conexiones "SDA" y "SCL" en caso de que vea el mensaje "Error

-36011 occurred at myRIO Write I2C.vi" o similar; este mensaje indica que el NI myRIO no recibió una respuesta esperada de la interfaz de bus I²C del PmodTMP3 I²C.

33.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: El sensor de temperatura TCN75A de Microchip soporta la interfaz serial de bus I²C (comúnmente denotada "I2C"). Dos registros de 8 bits proporcionan la temperatura medida en grados Celsius cada 30 ms para una resolución de 9 bits y cada 240 ms para resolución de 12 bits; cada bit adicional duplica el tiempo de conversión. La salida "ALERT" de drenado abierto proporciona un límite de punto de ajuste para indicar cuando la temperatura excede un límite definido por el usuario.

Estudie el video *Teoría de Interfaz de Sensor de Temperatura* (youtu.be/HwzTgYp5nF0, 10:03) para aprender a leer la temperatura ambiente medida, cómo configurar el dispositivo para ajustar la resolución y comportamiento de la salida "ALERT" incluyendo polaridad, límite de punto de ajuste de temperatura, histéresis y fila de espera de falla (el número consecutivo de ciclos de conversión para el cual una condición de falla debe ser verdadera antes de activar la salida ALERT) y cómo poner el dispositivo en modo apagado (ahorro de energía) con una medición de un disparo bajo demanda. Estudie *Comunicación Serial: I2C* (youtu.be/7CgNF78pYQM, 8:47) para entender cómo las opciones de configuración del I2C Express VI se relacionan con las formas de onda de señalización entre transmisores y receptores de bus I²C.

Programación LabVIEW: Estudie el video *I2C Express VI* ([youtu.be/\[TBD\]:iicExVI](https://youtu.be/[TBD]:iicExVI), :) para aprender a utilizar el I2C Express VI para leer y escribir datos orientados a byte.

33.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación de la Demostración Sensor de Temperatura* (youtu.be/1Oib10sojds, 6:25) para aprender los principios de diseño de la demostración Sensor de Temperatura y luego intente realizar estas modificaciones al diagrama de bloques Main.vi:

1. Cambie la dirección del dispositivo a algún otro valor.
¿Que mensaje de error de LabVIEW observa?
2. Agregue los cálculos necesarios para desplegar la temperatura en grados Fahrenheit.
3. Mueva el código de configuración de registro dentro del ciclo while y convierta la constante de arreglo Booleana a un control en el panel frontal; de esta manera puede experimentar más fácil con las opciones de configuración.
4. Agregue controles en el panel frontal para los valores de límite de punto de ajuste e histéresis en grados Celsius y luego mueva los I2C Express VIs asociados dentro del ciclo while para que estos valores puedan ser ajustados cuando el VI se está ejecutando. Confirme que el indicador de alerta se comporta tal como se espera cuando ajuste estos dos controles relacionados con temperatura. ¿Qué pasa cuando el valor de histéresis es mas alto que el valor del límite de punto de ajuste?
5. Agregue un indicador de mapa de forma de onda para temperatura medida y luego cambie el intervalo de tiempo del ciclo while a un valor mucho mayor tal como un minuto. Grafique el perfil de temperatura a largo tiempo sobre un periodo de 25 horas.
6. Repita el paso anterior y modifique el código del diagrama de bloques para que el sensor de temperatura opere modo de apagado y realice un medición de un disparo bajo demanda. Recuerde esperar el tiempo de conversión necesario antes de leer la temperatura en el registro: 30 ms para resolución de 9 bits y el doble del tiempo hasta 240 ms para resolución de 12 bit.
7. Agregue despliegue mínimo/máximo con botones de reinicialización.

33.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide> para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el sensor de temperatura con otros componentes y dispositivos.

33.5 Para Mayor Información

- *PmodTMP3 Reference Manual* por Digilent

~

Manual de referencia para el sensor de temperatura:

[http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-TMP3/
PmodTMP3-rm-revA_1.pdf](http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-TMP3/PmodTMP3-rm-revA_1.pdf)

- *PmodTMP3 Schematics* por Digilent ~ Diagrama esquemático para el sensor de temperatura:
???
- *TCN75A Datasheet* por Microchip ~ Hoja de Especificaciones para el Sensor de Temperatura Serial de 2 Hilos TCN75A:
<http://www.microchip.com/TCN75A>
- *UM10204 I²C-bus Specification and User Manual* por NXP Semiconductors ~ Un tratamiento completo del estándar de bus I²C, incluyendo diagramas de temporización y sistemas multi-maestro:
http://www.nxp.com/documents/user_manual/UM10204.pdf

34 Micrófono MEMS

Un micrófono sirve como un sensor acústico para registrar señales de audio y monitorear nivel acústico. El micrófono ADMP504 de Analog Devices mostrado en la Figura 34.1, un dispositivo MEMS (sensor micro electro-mecánico) con un amplificador, encuentra aplicaciones en teléfonos inteligentes. El dispositivo está empaquetado en un portador DIP para uso en un protoboard.

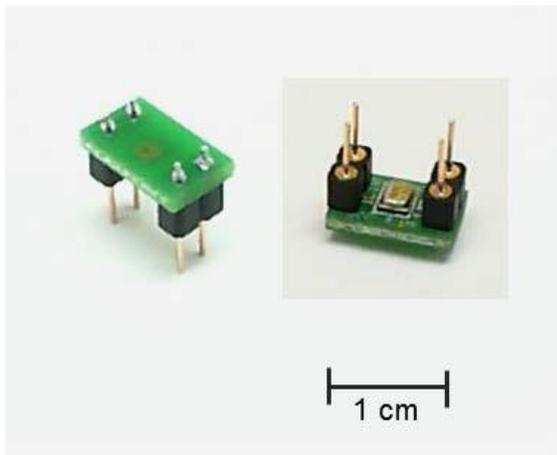


Figura 34.1: Micrófono MEMS del Paquete de Inicio NI myRIO. La foto de la derecha muestra el micrófono montado en la parte inferior del portador DIP.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Describir las características de salida del micrófono MEMS ADMP504,
2. Bloquear la componente de DC de la salida del micrófono,

3. Amplificar la señal del micrófono con un amplificador operacional y
4. Leer la señal del micrófono con una entrada analógica.

34.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del micrófono.

Seleccione estas partes del Paquete de Inicio para NI myRIO:

- Micrófono ADMP504 de ultra-bajo-ruido, <http://www.analog.com/ADMP504>
- Amplificador operacional de precisión, bajo ruido, OP37, <http://www.analog.com/OP37>
- Amplificador operacional de alimentación única AD8541, <http://www.analog.com/AD8541>
- Capacitor de disco cerámico de $0.1 \mu F$, marcado "104", <http://www.avx.com/docs/Catalogs/class3-sc.pdf>
- Capacitor electrolítico de $1.0 \mu F$, <http://industrial.panasonic.com/www-data/pdf/ABA0000/ABA0000CE12.pdf>
- Resistor, $10 k\Omega$ (3x)
- Resistor, $100 k\Omega$
- Protoboard
- Cables, M-H (5x)
- Cable de audio estéreo de 3.5 mm (proporcionado con NI myRIO)
- Clips de prueba (2x)

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático mostrado en la Figura 34.3. El circuito interfaz requiere cuatro conexiones a los Conectores MXP B y C de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187 y A.2 en la página 188):

1. Fuente de alimentación de +15 volts → C/+15V (pin 1)
2. Fuente de alimentación de -15 volts → C/-15V (pin 2)
3. Fuente de alimentación de +3.3 volts → B/+3.3V (pin 33)
4. Tierra → C/AGND (pin 3)
5. Salida de micrófono → AUDIO IN

Conecte el cable de audio estéreo de 3.5 mm a AUDIO IN. Utilice clips de prueba para conectar la otra punta del conector (canal izquierdo) a la salida de micrófono y la otra punta a tierra; referirse a la Figura 34.2.

Alternativamente podría construir el circuito interfaz diseñado para conexión directa a la entrada analógica MXP; referirse a las Figura ?? en la página ???. Esta versión requiere cinco conexiones al Conector MXP B de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Fuente de alimentación de +5 volts → B/+5V (pin 1)
2. Tierra → B/GND (pin 6)
3. Fuente de alimentación de +3.3 volts → B/+3.3V (pin 33)
4. Tierra → B/GND (pin 30)
5. Salida de amplificador del micrófono → B/AIO (pin 3)

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaque los contenidos a una ubicación conveniente,
- Abra el proyecto MEMS Microphone demo.lvproj contenido en la subcarpeta MEMS Microphone demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra

34. MICRÓFONO MEMS

- Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana “Deployment Process” mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción “Close on successful completion” para hacer que el VI inicie de manera automática.

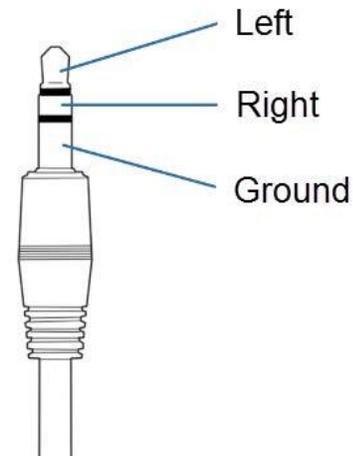


Figura 34.2: Conexiones del cable de audio de 3.5 mm para tierra, canal izquierdo y canal derecho.

Resultados esperados: El VI de la demostración despliega la señal de audio detectada por el micrófono como un despliegue de osciloscopio. Seleccione la entrada de micrófono apropiada en el circuito interfaz que construyó, AudioIn/Left o B/AIO. También, de doble clic en los límites superior e inferior del mapa de forma de onda y configure a -2.5 y 2.5 para AudioIn/Left y 0 a 5 para B/AIO.

Intente silbar, hablar, cantar, o cualquier otro sonido, debería ver la forma de onda correspondiente. Note que la forma de onda está centrada en cero cuando utiliza la entrada de audio y centrada en aproximadamente 2.5 volts cuando se utiliza la entrada analógica.

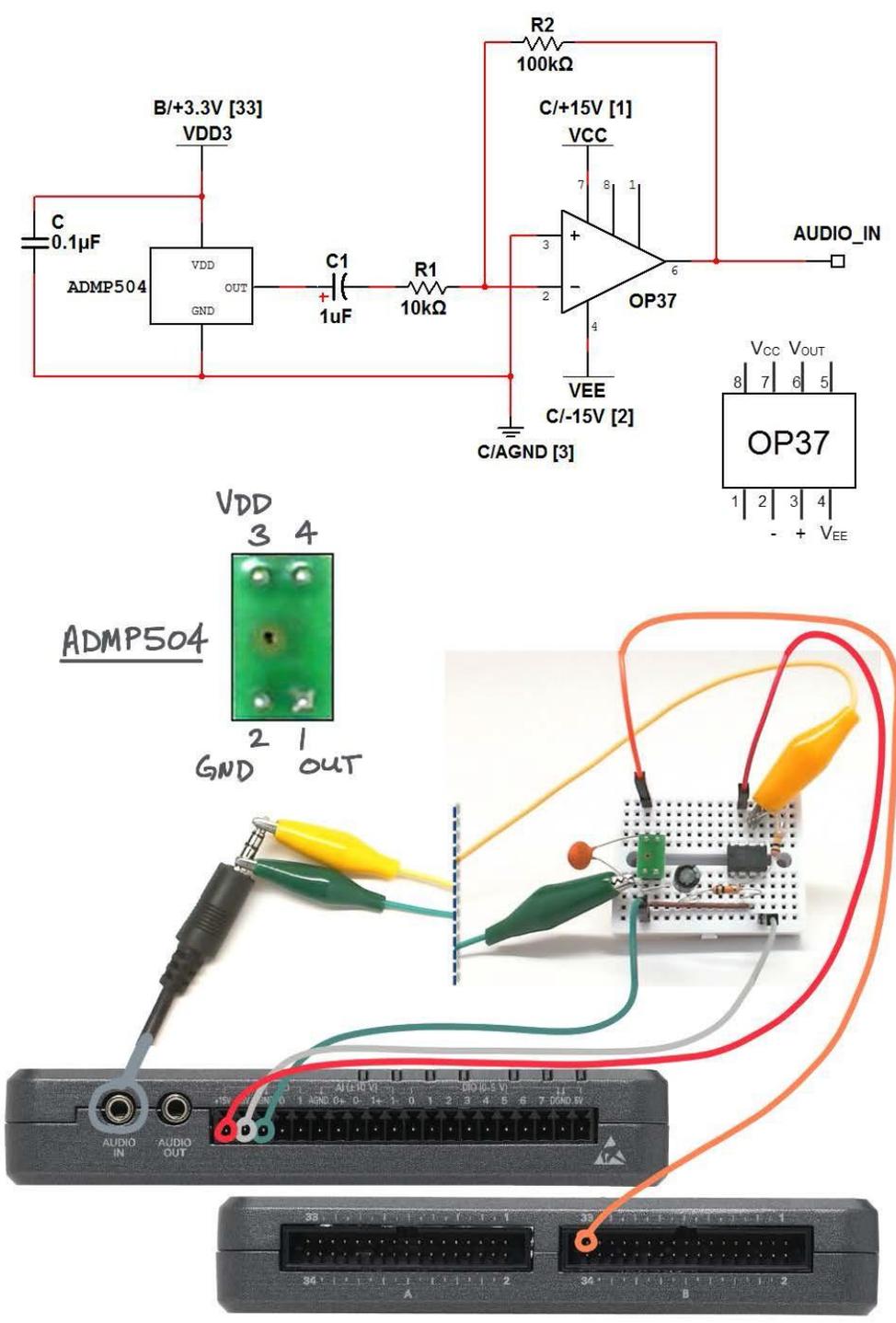


Figura 34.3: Circuito de demostración para micrófono MEMS con AUDIO IN: diagrama esquemático, construcción recomendada en el protoboard y conexión a los Conectores B y C de NI myRIO.

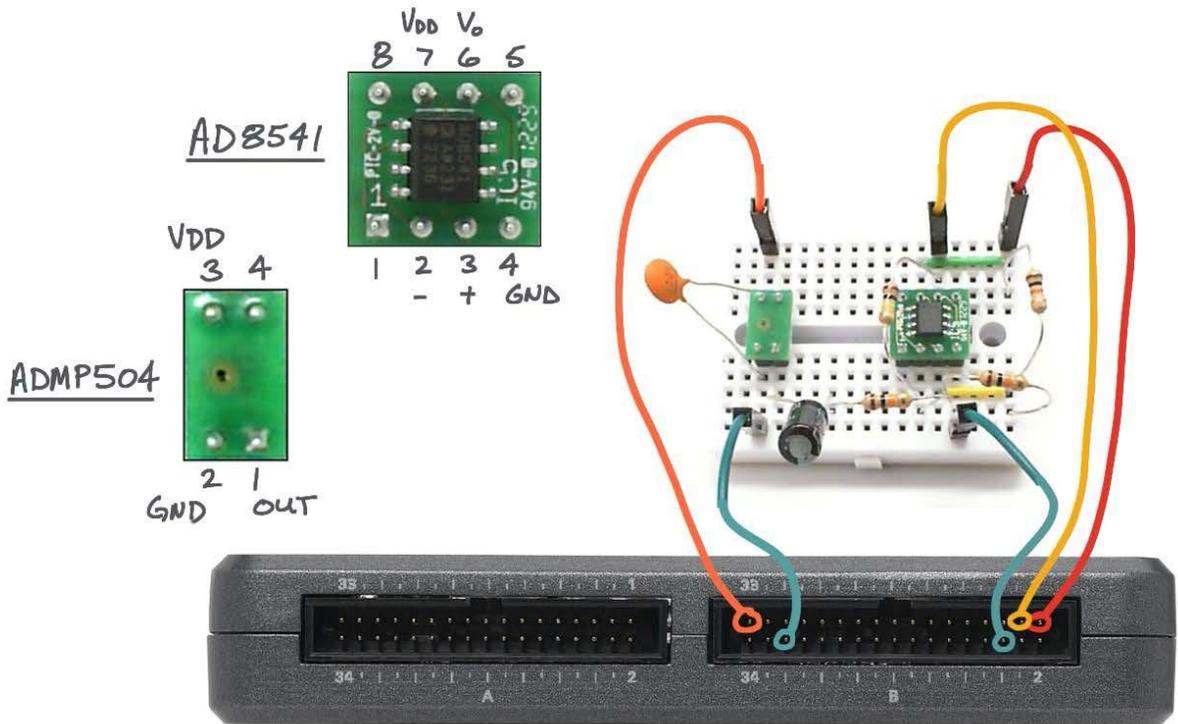
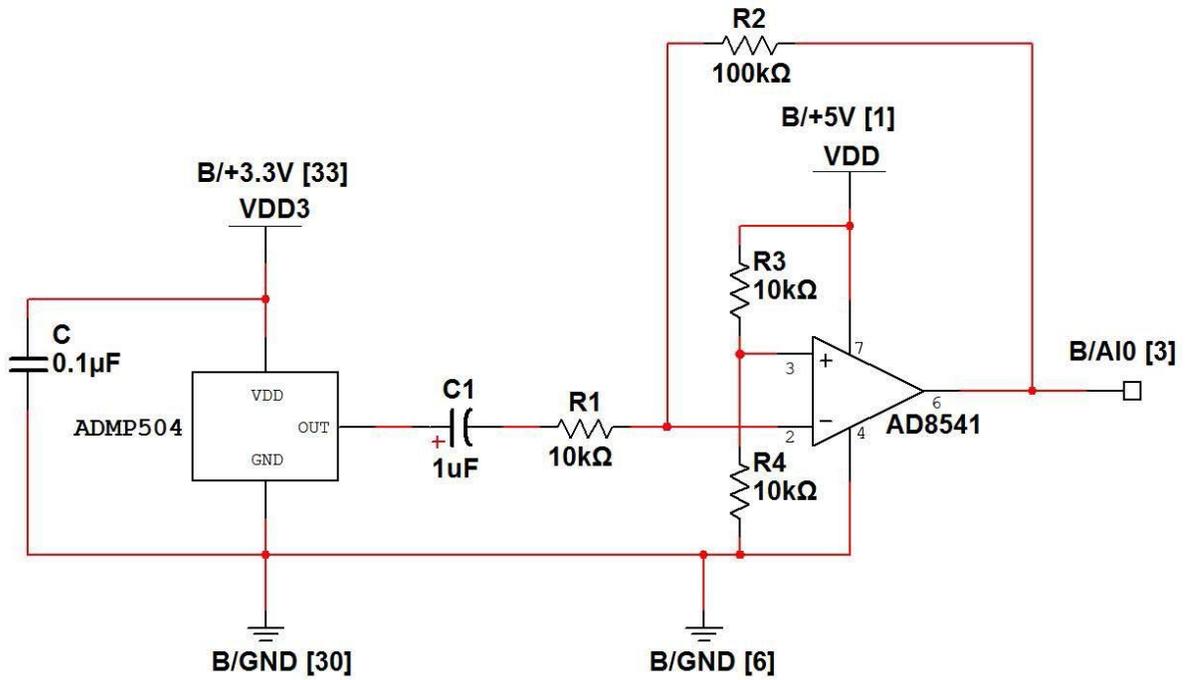


Figura 34.4: Circuito de demostración para micrófono MEMS con entrada analógica (AI): diagrama esquemático, construcción recomendada en el protoboard y conexión al Conector B de NI myRIO.

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO.

- **Consejos de diagnóstico:** ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:
 - LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
 - El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución,
 - Terminales correctas del conector MXP - asegúrese que está utilizando el Conector B (y posiblemente el Conector C) y que ha hecho las conexiones de pin correctas y
 - Utilice el cable puente B/AIO (pin 3) como probador para revisar los siguientes puntos de señal:
 - Salida ADMP504: umbral de 0.8 volts DC con señal de hasta ± 0.25 volts
 - Terminal negativa de capacitor de $1 \mu\text{F}$: igual que la salida del ADMP504 pero con umbral cero de DC (para OP37) o 2.5 V umbral (AD8541)
 - Terminal no inversora (+) del amplificador operacional: cero (para OP37) o 2.5 V umbral (AD8541)
 - Terminal inversora (-): cero (para OP37) o 2.5 V umbral (AD8541); si tiene algún otro nivel, revise todas sus conexiones del amplificador o intente otro amplificador.

34.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: El ADMP504 produce un voltaje máximo de 0.25 volts con un umbral de DC de 0.8 V. Estudie el video *Teoría de Interfaz de Micrófono ADMP504* (youtu.be/99lpj7yUmuY, 6:36) para aprender las características del micrófono, la necesidad de un capacitor de derivación de la fuente de alimentación, el capacitor de bloqueo de DC y el amplificador inversor que impulsa la salida del micrófono a un nivel igualado al rango de entrada de ± 2.5 V de entrada de audio y entrada analógica.

Programación LabVIEW: Estudie el video VIs de Bajo Nivel de Entrada Analógica ([youtu.be/\[TBD\]:aiVI](https://youtu.be/[TBD]:aiVI), :) para aprender a utilizar los subVIs de bajo nivel de Entrada Analógica para acceder a los canales individuales de la entrada de audio como controles del panel frontal en tiempo de ejecución.

34.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación de la Demostración Micrófono* (youtu.be/2Zpl_uDwOg4, 2:31) para aprender los principios de diseño de la demostración Micrófono MEMS y luego intente realizar estas modificaciones al diagrama de bloques Main.vi:

1. Agregue un despliegue de espectro de amplitud en tiempo real; utilice la versión punto por punto del subVI Amplitude and Phase Spectrum localizado en la subpaleta Signal Processing | Point by Point | Spectral.
2. Agregue un medidor VU (volumen) que despliegue intensidad de señal; utilice la salida AC del subVI AC & DC Estimator PtByPt localizado en la subpaleta Signal Processing | Point by Point | Sig Operation.
3. Filtro anti-alias agregando un capacitor en paralelo con la resistencia de retroalimentación.
4. Utilice B AI, rango es 0 a 5 V, tiene la misma resolución que el conector de audio, necesita contrarrestar la salida en 2.5 V, haga esto con un divisor de voltaje en la alimentación de 5 V.

34.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide> para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el micrófono MEMS con otros componentes y dispositivos.

34.5 Para Mayor Información

- *Microphone Array Beamforming with the ADMP504* por Analog Devices ~

Demostración en video de dos

micrófonos ADMP504 combinados con DSP

(procesamiento digital de señal) para crear un micrófono direccional virtual:

<http://videos.analog.com/video/products/MEMS-sensors/1979997938001/> Microphone-Array-Beamforming-with-the-ADMP504

- *ADMP504 Flex Eval Board* por Analog Devices ~ El ADMP504 empaquetado con un capacitor de derivación y cables de extensión

: <http://www.analog.com/en/evaluation/EVAL-ADMP504Z-FLEX/eb.html>

Parte IV

Dispositivos Adicionales

35 Memoria USB

NI myRIO incluye un puerto USB con soporte de sistema operativo para unidades de memoria USB para extender la habilidad para trabajar con grandes conjuntos de datos y realizar tareas de registro de datos en periodos de tiempo mas allá de las limitantes de la unidad interna de disco de estado sólido. La Figura 35.1 muestra la memoria USB insertada en el conector USB de NI myRIO.



Figura 35.1: Conector USB de NI myRIO con memoria USB.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Accesar el sistema de archivo de NI myRIO con cualquiera de estos métodos:

- (a) Navegador web,
 - (b) Unidad mapeada a red,
 - (c) Shell interactivo seguro(SSH),
2. Leer y escribir archivos con LabVIEW.

35.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta de la memoria USB.

Seleccione estas partes:

- Memoria USB formateada para Windows FAT16 o FAT32

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaque los contenidos a una ubicación conveniente,
- Abra el proyecto Ambient USB Flash Drive demo.lvproj contenido en la subcarpeta USB Flash Drive demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana “Deployment Process” mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción “Close on successful completion” para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: El VI de la demostración ilustra una simple aplicación de registro de datos. Inserte la memoria USB en el conector USB en la parte superior de NI myRIO como se muestra en la Figura 35.1 en la página previa, ejecute el VI y luego mueva el myRIO para causar actividad en el indicador de aceleración de eje X. El VI monitorea de manera continua la actividad del acelerómetro interno de NI myRIO y luego guarda estas mediciones en un archivo de hoja de cálculo en formato CSV (valores separados por coma) cuando detiene el VI; de clic en el botón Stop o presione la tecla Escape. Utilice el nombre de archivo predeterminado "logfile" o ingrese un nuevo nombre. Note que el VI sobrescribe el archivo cada vez que usted ejecuta el VI. Remueva la memoria USB e intente leer la hoja de cálculo en una PC. La primer columna es tiempo y la segunda columna es aceleración; grafique estas dos columnas como una gráfica X-Y para confirmar que la gráfica es igual a la gráfica de forma de onda de datos adquiridos.

El VI de la demostración también despliega la capacidad de la memoria USB así como los archivos y directorio en el directorio de alto nivel de la memoria USB. Ejecute el VI repetidamente con diferentes nombres de archivo, debería ver que estos archivos nuevos aparecen en el indicador de la izquierda.

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución y
- Memoria USB insertada en el conector USB

— El VI generará un mensaje de error si la memoria USB no está disponible.

35.2 Teoría de Interfaz

Sistema de archivo NI myRIO: El objetivo NI myRIO RT (tiempo real) ejecuta NI Linux Real-Time OS (sistema operativo) el cual administra el disco duro (HDD) de estado sólido interno con capacidad de 387 MB así como la memoria USB. Al insertar una memoria USB se coloca de manera automática como el directorio /u. La mayoría de estos directorios del HDD son de solo lectura, sin embargo, tres directorios proporcionan acceso de lectura-escritura: /home/lvuser, /home/webserv, y /tmp (este directorio es automáticamente limpiado después de una reinicialización). El acceso al sistema de archivo incluye navegador web, unidad mapeada a red y comandos de línea interactivos con shell seguro (SSH). Un programa de LabVIEW puede también directamente leer y escribir así como realizar una amplia variedad de tareas de administración de archivos.

Estudie el video *Sistema de Archivo de NI myRIO* (youtu.be/BuREWnD6Eno, 12:55) para aprender acerca del sistema de archivo de NI myRIO, incluyendo acceso y descarga de archivos de la unidad interna de disco duro (HDD) con un navegador web, mapeo del HDD interno como una unidad en red en Windows, crear de manera programática archivos de texto y archivos de hoja de cálculo con LabVIEW y navegar de manera interactiva el sistema de archivo NI myRIO a través de una conexión de shell segura (SSH) con el cliente PuTTY SSH.

35.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación de la Demostración Memoria USB* (youtu.be/YIQukBt1IWI, 8:22) para aprender los principios de diseño de la demostración Memoria USB y luego intente realizar estas modificaciones al diagrama de bloques Main.vi:

1. Habilite las salidas de eje Y y X del acelerómetro y luego guárdelas en el archivo CSV como dos columnas adicionales. Lea el archivo en una PC y confirme que los datos graficados son correctos.

2. Agregue una característica para crear un archivo de texto que contiene la fecha y hora en la cual el archivo fue creado. Utilice los VIs Get Time/Date en la subpaleta Programming|Timing para crear la cadena de caracteres.

35.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide> para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan la memoria USB con otros componentes y dispositivos.

35.5 Para Mayor Información

- *Using WebDAV to Transfer Files to Your Real-Time Target* por National Instruments ~ Explica cómo mapear el sistema de archivo myRIO a una unidad Windows:
<http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/4EBE45E8A816B19386257B6C0071D025>
- *Working with File Paths on Real-Time Targets* por National Instruments ~ Mejores prácticas para especificar nombres de directorio y archivos (rutas de archivo):
<http://www.ni.com/tutorial/14669/en/>
- *What File Systems Can be Used With the NI Linux Real-Time OS?* por National Instruments ~ Formateo recomendado para memorias USB:
<http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/4819E4118F382D4586257C1A00592CF3>

36 Cámara Web

NI myRIO incluye soporte para cámaras web (Figura 36.1) y puede trabajar con múltiples cámaras web conectadas por medio de un hub USB. Con los módulos Vision Acquisition and Development instalados usted puede adquirir y procesar imágenes fijas y secuencias de video con una amplia variedad de herramientas de procesamiento de imagen y visión máquina.



Figura 36.1: Cámara web conectada al puerto USB de NI myRIO USB.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Adquirir y procesar una sola imagen,
2. Adquirir y procesar una secuencia de video,
3. Configurar el modo de video (resolución y velocidad de cuadro) de la cámara,
4. Configurar un atributo de cámara tal como saturación y
5. Utilizar NI-MAX para determinar modos de video

disponibles y atributos para su cámara web.

36.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta de la cámara web.

Seleccione estas partes:

- Cámara web USB

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaque los contenidos a una ubicación conveniente,
- Abra el proyecto Webcam demo.lvproj contenido en la subcarpeta Webcam demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana "Deployment Process" mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción "Close on successful completion" para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados : Este proyecto contiene tres distintas aplicaciones de alto nivel Main.vi:

1. Main - single image.vi – Este VI demostrativo captura una sola imagen y detecta los bordes de la imagen. Seleccione su cámara web con el control webcam del panel frontal y ejecute el VI. Debería ver la imagen de la cámara web en la parte izquierda y su versión de detección de borde en la parte derecha. Ajuste el control de umbral de resolución HThresh para cambiar la sensibilidad del detector de borde.
2. Main - video stream.vi – Este VI demostrativo captura una secuencia de video y la procesa en tiempo real. Seleccione su cámara web con el control webcam del panel frontal y ejecute el VI. Debería ver la imagen de la cámara en la parte izquierda y su versión procesada en la parte derecha; el VI inicia sin procesamiento (modo pass-through). Seleccione el tipo de procesamiento de video con el control del panel frontal. Ajuste el control de umbral superior HThresh para cambiar la sensibilidad del detector de borde. Intente el modo de procesamiento "hue" para desplegar un nivel gris de imagen donde cada nivel gris representa un color diferente; ¿puede relacionar el color en la imagen a su tono gris? También intente el modo de procesamiento "luma" para desplegar el nivel gris equivalente de la imagen fuente. De clic para ajustar saturación para habilitar el ajuste de la propiedad "Saturation" de la cámara web y luego mueva el control de apuntador horizontal. ¿Qué nivel parece proporcionar el balance de color mas placentero?
3. Main - camera info.vi – Este VI demostrativo despliega información para todas las cámaras que han estado conectadas a su NI myRIO así como atributos disponibles y modos de video para la cámara web seleccionada. Seleccione una cámara web específica con el control de cámara web y luego ejecute el VI para actualizar el despliegue (necesita ejecutar el VI nuevamente cada vez que seleccione otra cámara). De clic en las flechas arriba/abajo del control de índice de arreglo de todas las cámaras para ver los detalles de cada cámara. Identifique uno de los modos de video (resolución y velocidad de cuadro) al lado de modo en la parte superior de la lista, anote este número y luego ingrese este valor en Main - video stream.vi (necesita ejecutar el VI nuevamente para cambiar el modo de video). Confirme que la resolución es igual a la reportada en el despliegue de información

de la cámara debajo del despliegue de la imagen fuente en el lado izquierdo.

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución y
- Cámara web insertada en el conector USB.

36.2 Teoría de Interfaz

Sistema de archivo NI myRIO: Los VIs de LabVIEW de Vision y Motion proporcionan un conjunto de herramientas completas para adquirir y procesar imágenes así como extraer información numérica útil de imágenes. Conecte una sola cámara web al puerto USB de NI myRIO o múltiples cámaras con un hub USB y luego utilice los VIs de Vision y Motion para crear una aplicación rápidamente.

Estudie el video *Teoría de Interfaz de Cámara Web (Una Sola Imagen)* (youtu.be/lizzs9rBmYA, 7:50) para aprender las bases de adquirir y procesar una sola imagen y luego continúe con *Teoría de Interfaz de Cámara Web (Secuencia de Video)* (youtu.be/L7tMeKshd38, 10:59) para aprender a procesar una secuencia de video en tiempo real. *Estudie Teoría de Interfaz de Cámara Web (Configurar el Modo de Video)* (youtu.be/lxsioDcCuwA, 5:13) para aprender a configurar el modo de video (resolución y velocidad de cuadro) y luego estudie *Teoría de Interfaz de Cámara Web (Configurar Atributo)* (youtu.be/wcM6XfXOT6I, 4:49) para aprender a configurar atributos de cámara web tales como saturación, brillo y exposición.

36.3 Modificaciones Básicas

Estudie los tres videos Explicación de la *Demostración Cámara Web (Una Sola Imagen)* (youtu.be/Fup-ro7qWxk, 4:53), *Demostración Cámara Web (Secuencia de Video)* (youtu.be/lbTN6pBu_EM, 8:19) y *Demostración Cámara Web (Información de Cámara)* para aprender los principios de diseño de la demostración Cámara Web y luego intente realizar estas modificaciones al diagrama de bloques Main - video stream.vi:

1. Agregue funciones de procesamiento adicionales extendiendo el control enumerado del panel frontal y luego intente agregar nuevos subdiagramas a la estructura de caso. Los VIs de Vision y Motion contiene un conjunto rico de funciones de procesamiento.

36.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide> para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan la cámara web con otros componentes y dispositivos.

36.5 More Information Para Mayor Información

- *Machine Vision Concepts* por National Instruments ~ De clic en el enlace the "Table of Contents" para aprender más acerca de las bases de visión, procesamiento de imágenes y visión máquina; http://zone.ni.com/reference/en-XX/help/372916P-01/nivisionconcepts/machine_vision/

37 Receptor GPS

Toda la navegación moderna se basa en la red satelital del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) para proporcionar coordenadas 3-D (latitud, longitud y altitud) de un receptor GPS en cualquier lugar del planeta con alta precisión y exactitud. Mientras que la totalidad del sistema de posicionamiento global representa un sistema sofisticado y complejo, el PmodGPS (Figura 37.1) basado en el módulo GPS Gms-u1LP de GlobalTech proporciona una forma sorprendentemente simple de acceder a una amplia variedad de información además de coordenadas incluyendo tiempo preciso, fecha, dirección, velocidad y otra información útil relacionada a satélites en vista específicos.

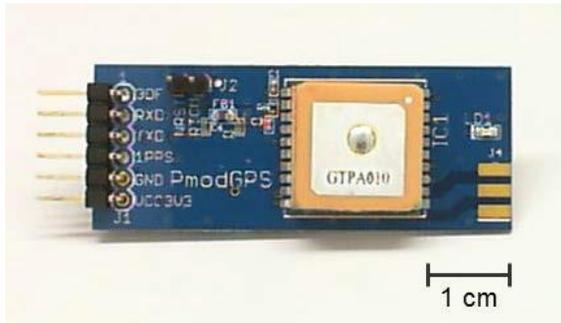


Figura 37.1: Receptor PmodGPS de Digilent basado en el Gms-u1LP de GlobalTech.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Discutir conceptos de GPS incluyendo trilateración para medir coordenadas 3-D,
2. Capturar las sentencias (cadenas de texto ASCII) generadas por el Gms-u1LP como un arreglo de cadenas en LabVIEW,
3. Analizar la sentencia para extraer campos de datos individuales y
4. Extraer información de los campos de datos utilizando los VIs LabVIEW Scan From String y Format Into String.

37.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del receptor GPS.

Seleccione estas partes del Juego de Accesorios para Mecatrónica de NI myRIO:

- Receptor GPS (PmodGPS), http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-GPS/PmodGPS_rm.pdf
- Cables, H-H (5x)

Construya el circuito interfaz: Referirse al diagrama esquemático mostrado en la Figura 37.2 en la página 175; el receptor GPS requiere cinco conexiones al Conector MXP A de NI myRIO (ver la Figura A.1 en la página 187):

1. Fuente de alimentación de +3.3 volts (VCC3V3) → A/+3.3V (pin 33)
2. Tierra (GND) → A/GND (pin 30)
3. Transmitir datos UART (TXD) → A/UART.RX (pin 10)
4. Recibir datos UART (RXD) → A/UART.TX (pin 14)

5. Un pulso por segundo(1PPS)→ A/DIO0 (pin 11)

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaquet los contenidos a una ubicación conveniente,
- Abra el proyecto RFID demo.lvproj contenido en la subcarpeta RFID demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y
- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espere a ver la ventana "Deployment Process" mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción "Close on successful completion" para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: El VI demostrativo incluye tres zonas de indicador principales en el panel frontal:

1. Sentencia NMEA en la parte izquierda inferior despliega las sentencias (cadenas de texto ASCII) tal como se reciben del módulo Gms-u1LP; la sentencia más reciente aparece en la parte inferior del indicador,
2. Tiempo, Latitud [grados] y longitud [grados] en la parte superior del panel frontal muestra ejemplos de datos formateados extraídos de las sentencias NMEA y
3. Campos de datos NMEA (lado derecho) de la sentencia "\$GPRMC" (Información de Navegación Mínima Recomendada).

Ejecute el VI para ver un nuevo clúster de sentencias NMEA aparecer cada segundo. En un "inicio frío" el receptor Gms-u1LP GPS requiere cerca de un minuto para empezar a generar información válida; en este tiempo el indicador "1PPS" en el panel frontal y en el LED0 de NI myRIO comenzarán a destellar. Note que condiciones de nublado y obstrucciones de edificios podrían incrementar el tiempo que el receptor obtiene posición de un número suficiente de satélites.

computadora móvil podría observar la visualización a medida que se mueve a otras ubicaciones. ¿Qué tan bien el valor de Velocidad en tierra iguala su velocidad? ¿Puede ver que los indicadores de latitud y longitud cambian valores?

Encuentre su compensación de tiempo e ingrese este valor en control zona de tiempo. Por ejemplo, Zona de Tiempo Este en los Estados Unidos es -5 indicando cinco horas al oeste de Tiempo Universal Coordinado (UTC) centrado en el Primer Meridiano interceptando Greenwich, Inglaterra. Compare el valor en el indicador Tiempo (esquina superior izquierda) con el tiempo oficial mantenido por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología en <http://nist.time.gov>. ¿Observa alguna diferencia?

De clic en botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y reinicializar el NI myRIO.

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución,
- Terminales correctas de Conector MXP - asegúrese que está utilizando el Conector A y que ha hecho la conexiones de pin correctas,
- Terminales correctas de receptor GPS - verifique sus conexiones y asegúrese que ha conectado la entrada "receive" de NI myRIO UART a la salida "transmit" del receptor GPS; también verifique que no ha cruzado accidentalmente la conexiones de la fuente de alimentación.

Si tiene un paquete de baterías para su NI myRIO y

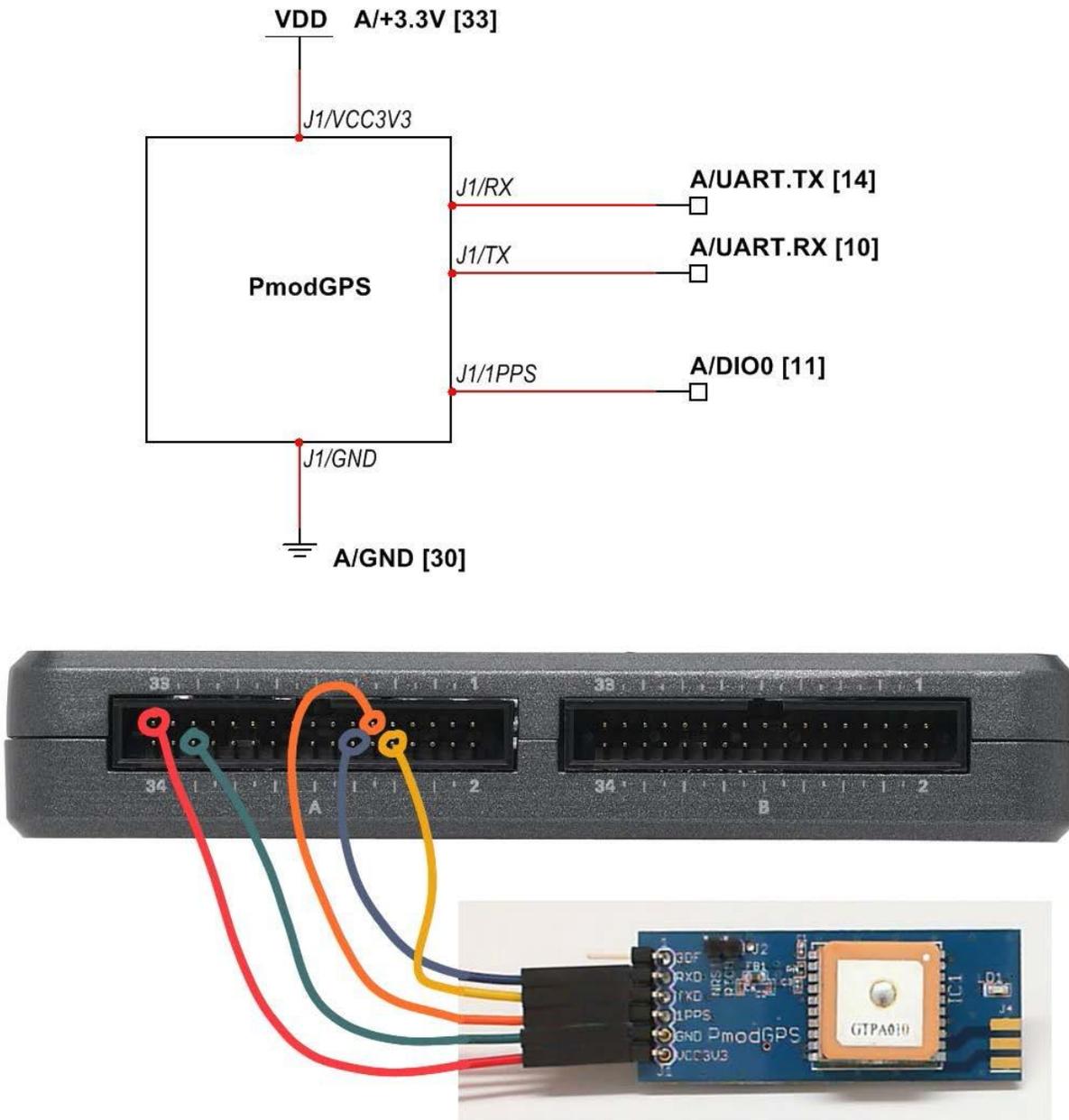


Figura 37.2: Configuración de demostración para el receptor GPS conectado al Conector MXP A de NI myRIO.

37.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: El Gms-u1LP de GlobalTech es un módulo GPS con antena integrada. El módulo GPS genera "sentencias NEMA," por ejemplo, cadenas de texto ASCII terminadas por un retorno de carro y combinación de alimentación de línea. Las sentencias NMEA (Asociación Nacional de Electrónica Marítima) acomodan un amplio rango de información de navegación de la cual las sentencias GPS forman un subconjunto pequeño. Cada sentencia inicia como "\$" siguiendo a un "talker ID" de dos caracteres ("GP" para sentencia GPS) y un tipo de sentencia de tres caracteres. El cuerpo de la sentencia contiene campos delimitados por coma y termina con una suma de verificación. De manera predeterminada el Gms-u1LP emite caracteres ASCII a 9600 baudios (8-bit, 1-alto) y genera un clúster de cuatro sentencias (y ocasionalmente mas) cada segundo.

Estudie el video Teoría de Interfaz del Receptor GPS (youtu.be/ptp2bGU9EHU, 12:56) para aprender mas acerca de los conceptos generales de GPS incluyendo un ejemplo de trilateración 2-D que ilustra cómo una posición desconocida es determinada con señales satelitales, las características de la tarjeta GPS de Digilent y el módulo GPS Gms-u1LP, las cinco sentencias NMEA generadas por el módulo Gms-u1LP y un ejemplo detallado de análisis de sentencia "\$GPRMC" para obtener latitud, longitud, tiempo, fecha y otra información.

Programación LabVIEW: Estudie el video VIs UART de Bajo Nivel ([youtu.be/\[TBD\]:uartVI](http://youtu.be/[TBD]:uartVI), :) para aprender a utilizar los VIs UART de bajo nivel para leer y escribir datos de comunicación serial.

37.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video Explicación de la Demostración Receptor GPS (youtu.be/SebcpkbYBd4, 9:46) para aprender los principios de diseño de la demostración RFID y luego intente estas

modificaciones al diagrama de bloques Main.vi:

1. Agregue un indicador de altitud al panel frontal; referirse a la sentencia "\$GPGGA".
2. Agregue un indicador en el panel frontal para mostrar el número de satélites en vista; referirse a la sentencia "\$GPGGA" o "\$GPGSV".
3. Agregue un visualizador para mostrar la distancia desde un coordenada de referencia de latitud-longitud. Referirse al artículo "Great Circle Distance" referido abajo.

37.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide> para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el receptor GPS con otros componentes y dispositivos.

37.5 Para Mayor Información

- *PmodGPS Reference Manual* por Digilent ~
Manual de referencia del receptor GPS:
http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-GPS/PmodGPS_rm.pdf
- *PmodGPS Schematics* por Digilent ~ Diagrama esquemático del receptor GPS:
http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-GPS/PmodGPS_sch.pdf
- *Gms-u1LP Datasheet* por GlobalTop ~ Hoja de especificaciones para el módulo GPS Gms-u1LP basado en el chip MediaTek GPS MT3329; este documento contiene información detallada de las sentencias NMEA producidas por el módulo. Intente una búsqueda web general de la frase "Gms-u1LP PDF" si su búsqueda en GlobalTop no es exitosa: <http://www.gtop-tech.com>
- *Untangling the GPS Data String* por ??? ~ Un buen artículo detallando las sentencias NEMA relacionadas a GPS:
<http://www.ianrpubs.unl.edu/e-public/live/ec157/build/ec157.pdf>

- *Great Circle Distance* por Wolfram ~ La distancia Ortodrómica entre dos puntos cualquiera en una esfera podría ser utilizada para aproximar la distancia entre dos coordenadas cualquiera de latitud-longitud de GPS; esta técnica relativamente simple ignora el hecho de que la Tierra es un esferoide achatado (ligeramente aplanada en los polos):
<http://mathworld.wolfram.com/GreatCircle.html>

38 Lector RFID

RFID (identificación radio-frecuencia) ofrece un método de escaneo sin contacto para control de acceso y administración de inventario. Un lector RFID interroga una etiqueta RFID para determinar el patrón de bit único codificado en la etiqueta. Las etiquetas pasivas RFID alimentan su electrónica interna del campo magnético generado por el lector. La Figura 38.1 muestra el lector RFID del Juego de Accesorios para Sistemas Embebidos de NI myRIO junto con una tarjeta de conexión que convierte el espacio de pin de 2 mm a un espacio de pin estándar de 0.1 pulgadas para protoboards.

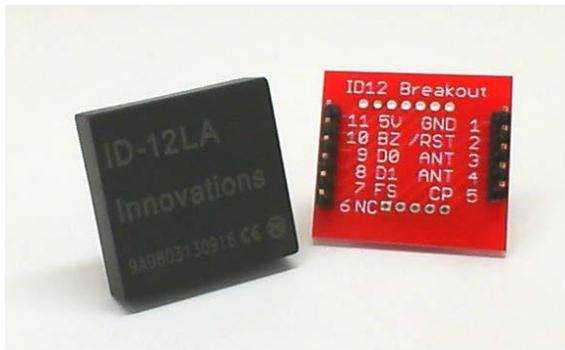


Figura 38.1: Lector RFID del Juego de Accesorios para Sistemas Embebidos de NI myRIO con tarjeta de conexión.

Objetivos de Aprendizaje: Después de completar las actividades en este capítulo será capaz de:

1. Describir el estándar de etiqueta RFID EM4001,
2. Interpretar el formato de salida ID-12LA y,

3. Implementar el cálculo verificación de suma.

38.1 Demostración del Componente

Siga estos pasos para demostrar la operación correcta del lector RFID.

Seleccione estas partes del Juego de Accesorios para Sistemas Embebidos de NI myRIO:

- Lector RFID, ID-Innovations ID-12LA, <http://www.hobbytronics.co.uk/datasheets/sensors/ID-12LA-ID-20LA.pdf>
- Tarjeta de conexión para lector RFID ID-12LA, <http://www.sparkfun.com/products/8423>
- Conector plano, <https://www.sparkfun.com/products/116>
- Etiqueta RFID, 125 kHz, formato EM4001 (2x), <https://www.sparkfun.com/products/8310>
- LED [información requerida]
- Cables, M-H (4x)

También necesitará acceso a una estación de soldadura.

Construya el circuito interfaz: La tarjeta de conexión para el lector RFID requiere soldadura. Referirse a la Figura 38.2 en la página siguiente para ver cómo el lector y tarjeta de conexión deberían verse cuando termine. Empiece por dividir el conector plano en una sección de 5 pines y otra de 6 pines. Coloque los conectores planos un protoboard (pin mas largo hacia abajo) para mantenerlos alineados y luego ajuste la tarjeta de conexión sobre los conectores planos con los números de pin apuntando hacia abajo y el logo SparkFun hacia arriba.

Solde los pines cortos. Cuando esté fría, remueva la tarjeta de conexión y luego fije el lector RFID en la tarjeta de conexión. Solde los pines del lector RFID en el otro lado de la tarjeta de conexión.



Figura 38.2: Lector RFID, tarjeta de conexión y conectores planos después de soldar.

Referirse al diagrama esquemático y construcción recomendada en el protoboard mostrada en la Figura 38.3. Note que el diseño compacto requiere varias conexiones con cable bajo el lector RFID. El lector RFID requiere cuatro conexiones al Conector MXP B de NI myRIO (ver Figura A.1 en la página 187):

1. Fuente de alimentación de +3.3 volts → B/+3.3V (pin 33)
2. Tierra → B/GND (pin 30)
3. Salida D0 UART → B/UART.RX (pin 10)
4. Etiqueta en rango → B/DIO0 (pin 11)

Ejecute el VI de demostración:

- Descargue <http://www.ni.com/academic/myrio/project-guide-vis.zip> si no lo ha hecho previamente y desempaquete los contenidos a una ubicación conveniente,
- Abra el proyecto RFID_demo.lvproj contenido en la subcarpeta RFID_demo,
- Expanda el botón de jerarquía (un signo de mas) para la sección myRIO y luego abra Main.vi dando doble clic,
- Confirme que NI myRIO está conectado a su computadora y

- Ejecute el VI ya sea dando clic al botón Run en la barra de herramientas o presionando Ctrl+R.

Espera a ver la ventana “Deployment Process” mostrando cómo el proyecto se compila y despliega (descarga) al NI myRIO antes de que el VI se empiece a ejecutar.

NOTA: Usted podría seleccionar la opción “Close on successful completion” para hacer que el VI inicie de manera automática.

Resultados esperados: El VI demostrativo incluye tres indicadores principales:

1. luces de etiqueta detectada cuando una etiqueta válida RFID está dentro del rango del lector RFID,
2. bytes de etiqueta RFID despliega 16 bytes transmitidos por el lector RFID correspondiendo a una etiqueta válida RFID y
3. cadena de datos extrae la sección datos del mensaje y la despliega como un valor numérico hexadecimal.

Sostenga la etiqueta RFID (Figura 38.4 en la página 182) cerca del lector RFID, debería ver que el indicador de etiqueta detectada se ilumina mientras sostiene la etiqueta los suficientemente cerca. El indicador de cadena de datos debería mostrar un número hexadecimal de cinco dígitos (contiene dígitos 0 a 9 y A a F) y el indicador de bytes de etiqueta RFID debería mostrar una secuencia iniciando con un 0x02 (carácter ASCII “inicio de texto”) y terminar con 0x03 (carácter ASCII “fin de texto”).

Intente otra etiqueta RFID y confirme que ve un valor diferente para la cadena de datos. También, experimente con la distancia mínima requerida para que el lector RFID escanee la etiqueta.

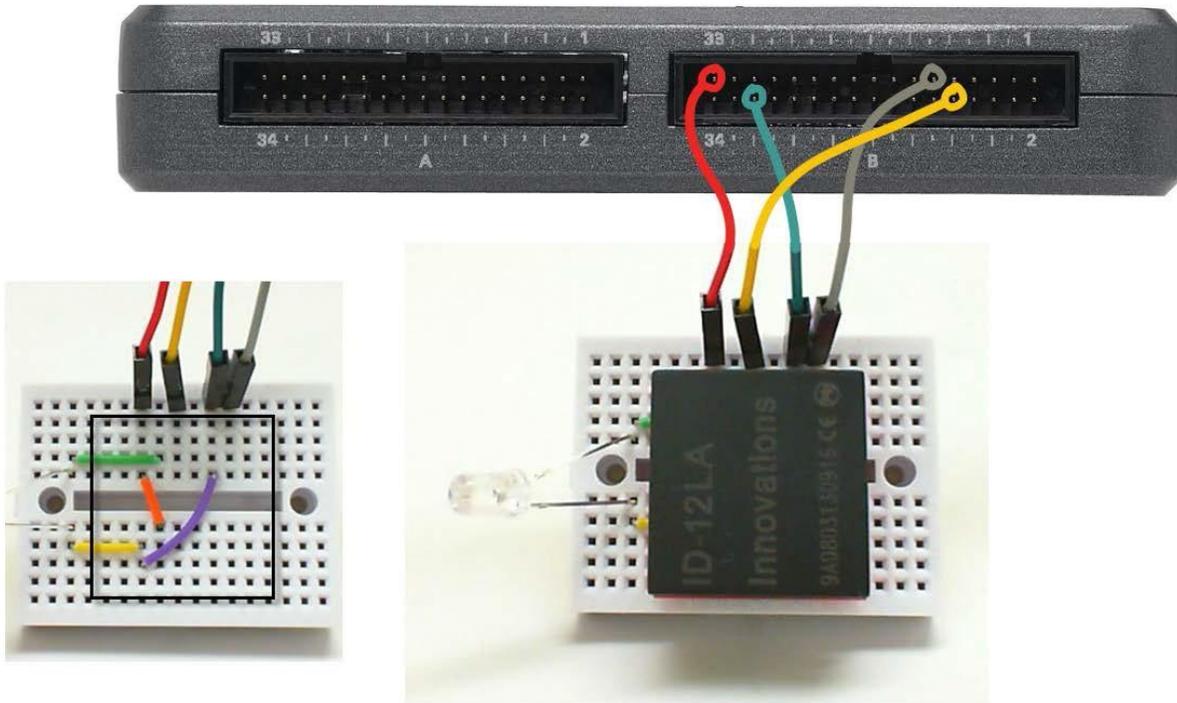
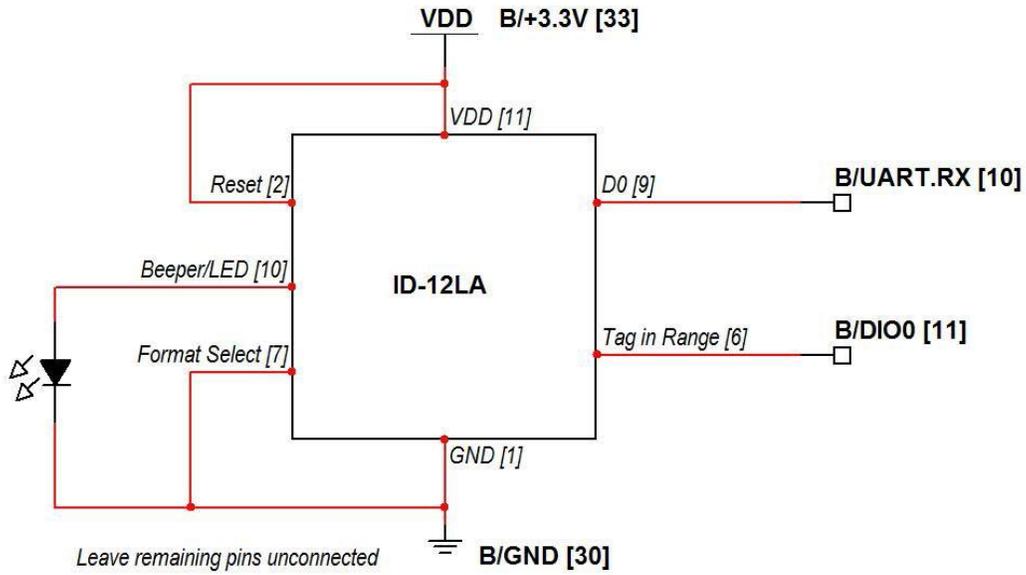


Figura 38.3: Configuración de demostración para lector RFID conectado al Conector MXP B de NI myRIO. Note que el diseño compacto requiere varias conexiones de cable bajo el lector RFID.

¿El hecho de agitar la tarjeta o moverla rápidamente hace alguna diferencia?

De clic en el botón Stop o presione la tecla Escape para detener el VI y para reiniciar el NI myRIO.

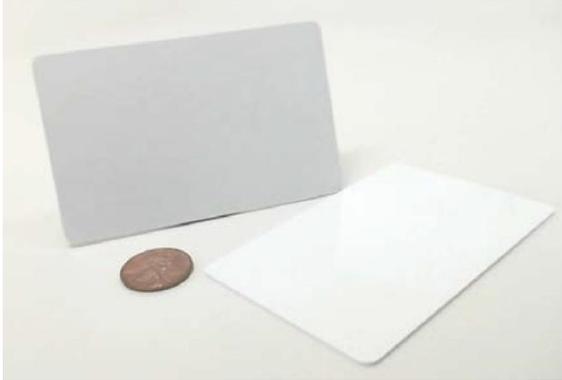


Figura 38.4: Transpondedores del Juego de Accesorios para Sistemas Embebidos de NI myRIO.

Consejos de diagnóstico: ¿No obtiene los resultados esperados? Confirme los siguientes puntos:

- LED indicador de energía encendido en NI myRIO,
- El botón de ejecución Run en color negro en la barra de herramientas significa que el VI está en modo de ejecución,
- Terminales correctas del conector MXP - asegúrese que está utilizando el Conector B y que ha hecho las conexiones de pin correctas,
- Terminales correctas de lector RFID - verifique sus conexiones y asegúrese que ha conectado la entrada "receive" UART de NI myRIO a la salida "D0" del lector RFID; también verifique que no ha accidentalmente cruzado las conexiones de la fuente de alimentación y
- Cables ocultos - verifique que ha agregado cables ocultos como se muestra en la Figura 38.3.

38.2 Teoría de Interfaz

Circuito interfaz: El lector RFID utiliza un campo electromagnético para proporcionar fuente de alimentación a la etiqueta RFID y para recibir una señal transmitida de la etiqueta. Este método sin contacto es popular en tarjetas de identificación y control de inventario. El lector RFID ID-Innovations ID-12LA lee etiquetas RFID codificadas con el estándar EM4001 y formatea la etiqueta en uno de tres formatos, del cual uno es compatible con el puerto de comunicaciones serial UART de NI myRIO.

Estudie el video *Teoría de Interfaz de Lector RFID* (youtu.be/z1v0vCue83c, 11:29) para aprender mas acerca de los principios de operación del lector RFID, incluyendo el estándar de etiqueta EM4001, configuración del lector RFID ID-12LA RFID y el formato de salida de datos UART y el cálculo de verificación de suma.

Programación LabVIEW: Estudie el video *VIs de Bajo Nivel UART* ([youtu.be/\[TBD\]:uartVI](https://youtu.be/[TBD]:uartVI), :) para aprender a utilizar los subVIs UART de bajo nivel para leer y escribir datos de comunicación serial.

38.3 Modificaciones Básicas

Estudie el video *Explicación de la Demostración RFID* (youtu.be/Jovn0kPJOKs, 5:18) para aprender los principios de diseño de la demostración RFID y luego intente hacer estas modificaciones al diagrama de bloques Main.vi:

1. Calcule la verificación de suma para el segmento de datos y compare con el campo verificación de suma del mensaje de la etiqueta RFID; utilice un indicador Booleano para mostrar si se recibió o no un mensaje válido del lector RFID.

38.4 Ideas de Proyecto

PRÓXIMAMENTE: Descargue la última edición de la *Guía de Elementos Básicos para Iniciar Proyectos con NI myRIO* en <http://www.ni.com/myrio/project-guide> para ideas interesantes de proyectos de integración que combinan el lector RFID con otros componentes y dispositivos.

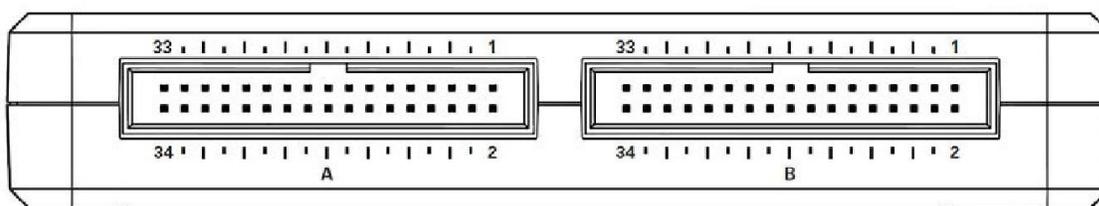
38.5 Para Mayor Información

- *EM4001 Protocol Description* por Priority 1 Design
~ Tutorial detallado del protocolo EM4001 utilizado por las tarjetas RFID incluidas con el Juego de Accesorios para Sistemas Embebidos de NI:
http://www.priority1design.com.au/em4100_protocol.html
- *RFID Made Easy (AppNote 411)* por EM Micro- electronic ~ Todo lo que necesita saber acerca de RFID: principios de sistema, teoría electromagnética y técnicas de codificación de datos: <http://www.emmicroelectronic.com/webfiles/Product/RFID/AN/AN411.pdf>

Parte V

Apéndices

A Diagramas de Conectores MXP y MSP



PRIMARY/SECONDARY SIGNALS		33	31	29	27	25	23	21	19	17	15	13	11	9	7	5	3	1		
				+3.3 V	DIO10 / PWM2	DIO9 / PWM1	DIO8 / PWM0	DIO7 / SPI.MOSI	DIO6 / SPI.MISO	DIO5 / SPI.CLK	DIO4	DIO3	DIO2	DIO1	DIO0	A13	A12	A11	A10	+5V
DIO15 / I2C.SDA	DIO14 / I2C.SCL	34	32	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2		
				GND	GND	DIO13	GND	DIO12 / ENC.B	GND	DIO11 / ENC.A	GND	UART.TX	GND	UART.RX	GND	GND	AO1	AO0		

Figura A.1: Diagrama del conector MXP (**my**RIO **eX**pansion **P**ort).

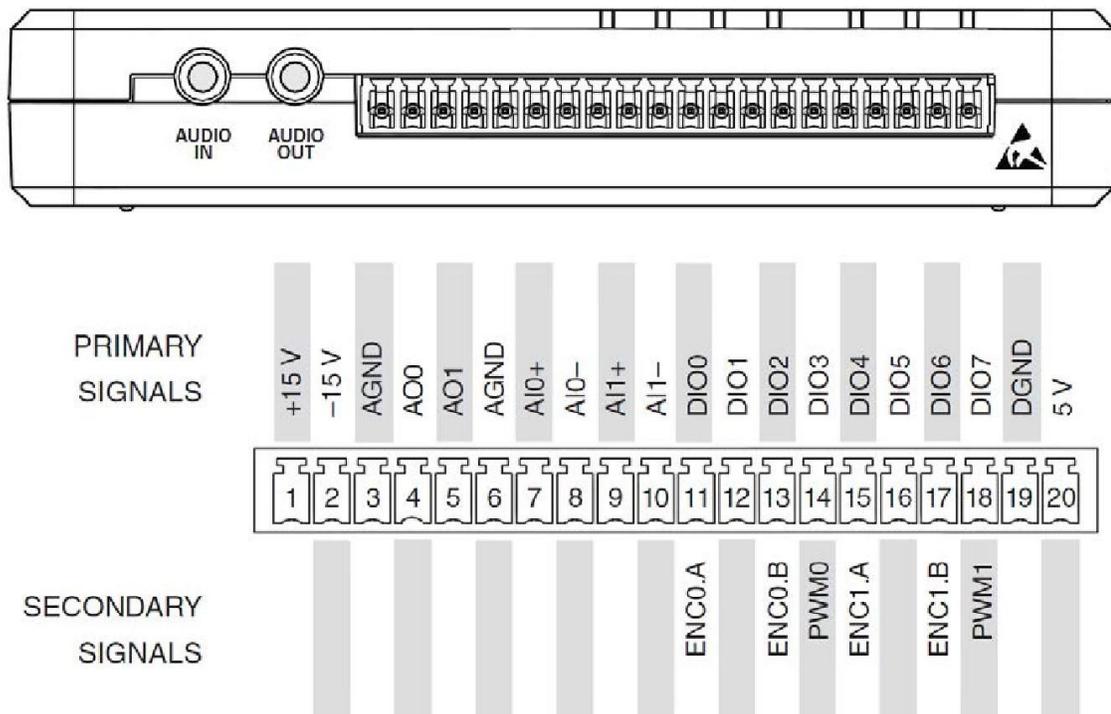


Figura A.2: Diagrama del conector MSP (miniSystem Port).

B Hojas de Especificaciones del Paquete de

Inicio para NI myRIO

Interruptores

- Interruptor SPDT, <http://www.switch.com.tw/product/slide23.html>
- Interruptor DIP, http://www.resonswitch.com/p_rs_rsr.htm
- Interruptor DIP rotatorio, <http://www.mantech.co.za/datasheets/products/ERD1-5.pdf>
- Codificador rotatorio, <http://www.mantech.co.za/Datasheets/Products/F-11E.pdf>
- Interruptor pulsador (integrado con codificador rotatorio), <http://www.sparkfun.com/datasheets/Components/TW-700198.pdf>

1

Sensores

- Potenciómetro, 10 k Ω , <http://www.supertech.com.tw/electronic/resistors/potentiometers/PDF/rotary3/23/R0904N.pdf>
- Sensor de efecto Hall US1881, <http://www.melexis.com/Hall-Effect-Sensor-ICs/Hall-Effect-Latches/US1881-140.aspx>
- Sensor de campo magnético de salida lineal AD22151G, <http://www.analog.com/AD22151>
- Sensor piezoeléctrico, DT-series, http://meas-spec.com/product/t_product.aspx?id=2478
- Fotointerruptor, <http://sharpmicroelectronics.com/download/gp1a57hr-epdf>
- Micrófono de computadora Chenyun CY-502, http://www.chenyun.cc/product_en.asp?ProductID=859
- Termistor, 10 k Ω , EPCOS B57164K103J, http://www.epcos.com/inf/50/db/ntc_09/LeadedDisks/B57164_K164.pdf
- Sensor de temperatura AD22100, <http://www.analog.com/AD22100>
- Fotocelda, API PDV-P9203, http://www.advancedphotonix.com/ap_products/pdfs/PDV-P9203.pdf

Indicadores

- Visualizador LED de siete segmentos, <http://www.sparkfun.com/datasheets/Components/LED/YSD-160AB3C-8.pdf>

Actuadores

- Zumbador/bocina, Soberton GT-0950RP3, <http://www.soberton.com/product/gt-0950rp3>
- Motor DC, http://www.mabuchi-motor.co.jp/cgi-bin/catalog/e_catalog.cgi?CAT_ID=ff_180phsh
- Relevador, <http://www.cndongya.com/pdf/relayjzc-11f.pdf>

Diodos, Transistores, y Dispositivos Activos

- Diodo señal pequeña 1N3064, <http://www.fairchildsemi.com/ds/1N/1N3064.pdf>
- Rectificador de propósito general 1N4001, <http://www.vishay.com/docs/88503/1n4001.pdf>
- Transistor npn 2N3904, <http://www.fairchildsemi.com/ds/MM/MMBT3904.pdf>
- Transistor pnp 2N3906, <http://www.fairchildsemi.com/ds/2N/2N3906.pdf>
- Amplificador operacional de alimentación única AD8541, <http://www.analog.com/AD8541>
- MOSFET canal n de potencia, modo enriquecido de IRF510, <http://www.vishay.com/docs/91015/sihf510.pdf>
- Amplificador de precisión de alta velocidad bajo ruido OP37, <http://www.analog.com/OP37>
- MOSFET canal n, modo enriquecido ZVN2110A, <http://www.diodes.com/datasheets/ZVN2110A.pdf>
- MOSFET canal p, modo enriquecido ZVP2110A, <http://www.diodes.com/datasheets/ZVP2110A.pdf>

C Enlaces a Tutoriales en Video

Principios de Operación de Componentes y Técnicas de Interfaz

- *Teoría de Interfaz de Acelerómetro* (youtu.be/uj76-JtT_xk, 15:55)
- *Teoría de Interfaz de Sensor de Luz Ambiental* (youtu.be/zKnn1SskqRQ, 7:38)
- *Teoría de Interfaz de Bluetooth* (youtu.be/WidjSMNU1QM, 15:34)
- *Teoría de Interfaz de Brújula* (youtu.be/3WkJ7ssZmEc, 12:47)
- *Teoría de Interfaz de Interruptor DIP* (youtu.be/KNzEyRwcPIg, 7:16)
- *Teoría de Interfaz de Potenciómetro Digital* (youtu.be/C4iBQjWn7OI, 9:15)
- *Teoría de Interfaz de EEPROM* (youtu.be/RxRwyDOCeRw, 11:18)
- *Principios de Operación de Micrófono Electret y Circuito Preamplificador* (youtu.be/izJni0PM0bl, 8:48)
- *Teoría de Interfaz de Codificador Rotatorio* (youtu.be/CpwGXZX-5Ug, 10:08)
- *Sistema de Archivo NI myRIO* (youtu.be/BuREWnD6Eno, 12:55)
- *Teoría de Interfaz de Receptor GPS* (youtu.be/ptp2bGU9EHU, 12:56)
- *Teoría de Interfaz de Giroscopio* (youtu.be/5JDkwG2rr1o, 13:48)
- *Teoría de Interfaz de Sensor de Efecto Hall* (youtu.be/T9GP_cnz7rQ, 9:48)
- *Teoría de Interfaz de Motor y Puente H* (youtu.be/W526ekpR8q4, 11:26)
- *Características de Fotointerruptor* (youtu.be/u1FVfEvSdkg, 4:59)
- *Teoría de Interfaz de Teclado* (youtu.be/oj2-CYSnyo0, 13:10)
- *Teoría de Interfaz de Visualizador de Caracteres LCD* (youtu.be/m0Td7Kbhvdl, 10:36)
- *Teoría de Interfaz de Matriz LED* (youtu.be/vsBjZBLdeNc, 9:51)
- *Teoría de Interfaz de LED Discreto* (youtu.be/9-RIGPVgFW0, 6:55)
- *Administración de Corriente de LED* (youtu.be/JW-19uXrWNU, 15:06)
- *Teoría de Interfaz de Micrófono ADMP504* (youtu.be/99lpj7yUmuY, 6:36)
- *Teoría de Interfaz de Motor* (youtu.be/C_22XZaL5TM, 6:49)
- *Características de Focelda* (youtu.be/geNeoFUjMjQ, 4:45)
- *Teoría de Interfaz de Sensor Piezo* (youtu.be/dHaPUJ7n-UI, 5:13)
- *Características de Potenciómetro* (youtu.be/3gwwF9rF_zU, 7:51)
- *Teoría de Interfaz de Interruptor Pulsador* (youtu.be/e7Ucl5Ycpho, 4:24)
- *Teoría de Interfaz de Telémetro IR* (youtu.be/Xwr-j-2WT3k, 9:59)
- *Teoría de Interfaz de Telémetro Sónico* (youtu.be/UcpmrcJR_D8, 9:26)

- *Teoría de Interfaz de Relevador* (youtu.be/jLFL9_EWlwl, 11:11)
- *Teoría de Interfaz de Lector RFID* (youtu.be/z1v0vCue83c, 11:29)
- *Teoría de Interfaz de Servo* (youtu.be/DOu5AvSDP2E, 7:18)
- *Teoría de Interfaz de LED de Siete Segmentos* (youtu.be/P0ER0VXvfSw, 4:11)
- *Características de Zumbador/bocina* (youtu.be/8lbTWH9MpV0, 5:14)
- *Detecte una Transición de Interruptor* (youtu.be/GYBmRJ_qMrE, 4:42)
- *Teoría de Interfaz de Sensor de Temperatura* (youtu.be/HwzTgYp5nF0, 10:03)
- *Características de Termistor* (youtu.be/US406sjBUxY, 4:54)
- *Medición de Resistencia de Termistor* (youtu.be/PhZ2QlCrwuQ, 6:10)

Tutoriales

- *Mida Resistencia con un Divisor de Voltaje* (youtu.be/9KUVD7RkxNI, 9:44)
- *Detector de Umbral de Sensor Resistivo* (youtu.be/TqLXJroefTA, 9:22)
- *Detecte una Transición de Señal de Interruptor* (youtu.be/GYBmRJ_qMrE, 4:42)
- *Comunicación Serial: UART* (youtu.be/odN66E85J5E, 7:56)
- *Comunicación Serial: SPI* (youtu.be/GaXtDamw5As, 7:02)
- *Comunicación Serial: I2C* (youtu.be/7CgNF78pYQM, 8:47)

Técnicas de LabVIEW para myRIO

- *Analog Input Express VI* (youtu.be/N6Mi-VjBlmc, 2:00)
- *VIs de Bajo Nivel de Entrada Analógica* ([youtu.be/\[TBD\]:aiVI](https://youtu.be/[TBD]:aiVI), :)
- *Digital Input Express VI* (youtu.be/litswKgOmZA, 1:53)
- *VIs de Bajo Nivel de Entrada Digital* (youtu.be/4nzt7THqU8U, 4:09)
- *Digital Output Express VI* (youtu.be/Y8mKdsMAqrU, 2:21)
- *VIs de Bajo Nivel de Salida Digital* (youtu.be/WvnlnG3ffqY, 4:53)
- *Encoder Express VI* ([youtu.be/\[TBD\]:encoderExVI](https://youtu.be/[TBD]:encoderExVI), :)
- *I2C Express VI* ([youtu.be/\[TBD\]:iicExVI](https://youtu.be/[TBD]:iicExVI), :)
- *VIs de Bajo Nivel de I2C* ([youtu.be/\[TBD\]:iicVI](https://youtu.be/[TBD]:iicVI), :)
- *PWM Express VI* (youtu.be/mVN9jfwXlel, 2:41)
- *VIs de Bajo Nivel de PWM* ([youtu.be/\[TBD\]:pwmVI](https://youtu.be/[TBD]:pwmVI), :)
- *Canales E/S Seleccionables en Tiempo de Ejecución* (youtu.be/uJW7CaL6L5c, 1:54)
- *SPI Express VI* (youtu.be/S7KkTeMfmc8, 5:51)
- *VIs de Bajo Nivel de SPI* ([youtu.be/\[TBD\]:spiVI](https://youtu.be/[TBD]:spiVI), :)
- *UART Express VI* (youtu.be/0FMnkFDsGQs, 5:29)
- *VIs de Bajo Nivel UART* ([youtu.be/\[TBD\]:uartVI](https://youtu.be/[TBD]:uartVI), :)

Explicaciones del Proyecto de Demostración LabVIEW

- *Explicación de la Demostración Acelerómetro* (youtu.be/-_GWEsrfxU4, 8:37)
- *Explicación de la Demostración Sensor de Luz Ambiental* (youtu.be/XcwEjM6TOig, 3:02)
- *Explicación de la Demostración Bluetooth* (youtu.be/LFCThGa681A, 15:08)
- *Explicación de la Demostración Brújula* (youtu.be/bWew4fHWVko, 7:48)
- *Explicación de la Demostración Interruptor DIP* (youtu.be/ZMyYRSsQCac, 2:30)
- *Explicación de la Demostración Dpot* (youtu.be/dtwXOj5vvy4, 4:57)
- *Explicación de la Demostración EEPROM* (youtu.be/UNdVUnYHE4U, 13:07)
- *Explicación de la Demostración Micrófono Electrec* (youtu.be/kZoFwQRYz98, 2:52)
- *Explicación de la Demostración Codificador Rotatorio* (youtu.be/nmGIRqhQ6Rw, 3:15)
- *Explicación de la Demostración Receptor GPS* (youtu.be/SebcpkbYBd4, 9:46)
- *Explicación de la Demostración Giroscopio* (youtu.be/o_iuY0M3yDk, 6:36)
- *Explicación de la Demostración Sensor Efecto Hall* (youtu.be/BCJLg-WbIK4, 2:36)
- *Explicación de la Demostración Motor y Puente H* (youtu.be/Q1UXVtVN-oQ, 6:01)
- *Explicación de la Demostración Fotointerruptor* (youtu.be/yuzNb1ZDbv4, 3:22)
- *Explicación de la Demostración Teclado* (youtu.be/7r_LwcDa2AM, 4:58)
- *Explicación de la Demostración LCD (I2C)* (youtu.be/qbD31AeqOMk, 4:32)
- *Explicación de la Demostración LCD (SPI)* (youtu.be/oOXYryu4Y-c, 4:23)
- *Explicación de la Demostración LCD (UART)* (youtu.be/JsEMMnlWg4k, 3:44)
- *Explicación de la Demostración Matriz LED* (youtu.be/Bqq63sKwQKE, 12:14)
- *Explicación de la Demostración LED* (youtu.be/SHJ-vu4jorU, 2:03)
- *Explicación de la Demostración Micrófono* (youtu.be/2Zpl_uDwOg4, 2:31)
- *Explicación de la Demostración Motor* (youtu.be/UCqFck0CLpc, 1:56)
- *Explicación de la Demostración Focelda* (youtu.be/jZQqsc5GmoY, 3:07)
- *Explicación de la Demostración Sensor de Efecto Piezoeléctrico* (youtu.be/b1me4f-3iOE, 2:54)
- *Explicación de la Demostración Potenciómetro* (youtu.be/RYeKluU6DX8, 3:07)
- *Explicación de la Demostración Interruptor Pulsador* (youtu.be/Xm1A4Cw2POU, 3:16)
- *Explicación de la Demostración Telémetro IR* (youtu.be/BFgeIRQxJ_E, 3:51)
- *Explicación de la Demostración Telémetro Sónico* (youtu.be/-MVA9HklgKI, 3:33)
- *Explicación de la Demostración Relevador* (youtu.be/W2iukd8WVIA, 3:30)
- *Explicación de la Demostración RFID* (youtu.be/Jovn0kPJOKs, 5:18)
- *Explicación de la Demostración Servo* (youtu.be/QXHe0DFbUdc, 4:23)
- *Explicación de la Demostración LED de Siete Segmentos* (youtu.be/ejyOo_k9KI0, 2:03)
- *Explicación de la Demostración Zumbador/bocina* (youtu.be/kW4v16GuAFE, 2:06)
- *Explicación de la Demostración Sensor de Temperatura* (youtu.be/1Oib10sojds, 6:25)
- *Explicación de la Demostración Termistor* (youtu.be/xi0VlpGpf4w, 2:28)
- *Explicación de la Demostración Memoria USB* (youtu.be/YIQukBt1IWI, 8:22)

