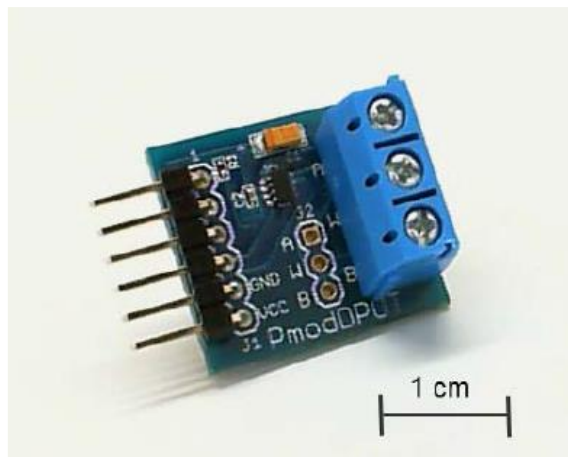


32. Cyfrowy potencjometr

(Digital Potentiometer)

Wykonaj Projekt: Cyfrowy potencjometr.



Rysunek 32-1: Moduł cyfrowego potencjometru, z EmbeddedSystemsKit dla NiMyRio sterowany poprzez magistralę SPP.

Cyfrowy potencjometr, jest odpowiednikiem analogowego układu poznanego już wcześniej. Stanowi dobry przykład składnika sterowanego cyfrowo. Z punktu widzenia funkcjonalności zawiera taki sam regulowany rezystor jak klasyczny analogowy potencjometr (zachowuje się podobnie jak jego odpowiednik analogowy regulowany za pomocą mechanicznego pokrętła lub suwaka – zob. rozdział 7), elektrycznie to trójnik. Pokrętło mechaniczne - zastąpiono w nim układem sterowanym cyfrowo. Możemy, zadawać wartości rezystancji za pomocą komputera lub układu sterującego, wysyłając ją, jako dane, cyfrowe wartości liczbowych, które powodują ustawienie pozycji wirtualnego pokrętła. Potencjometr cyfrowy zapewnia wygodny sposób sterowania analogowymi układami elektronicznymi w systemach automatyki, to m.in. elegancka propozycja cyfrowej regulacji wzmocnienia we wzmacniaczach i dostosowywanie układów opartych o regulację rezystancji do sterowania cyfrowego. Na Rysunku 32-1; pokazano moduł cyfrowego potencjometru z EmbeddedSystemsKit dla NiMyRio. Omawiany moduł zawiera potencjometr o rezystancji własnej 10 kΩ ETE EndToEnd, co przy 8 bitowej rozdzielczości przetwornika daje 255 pozycji, szeregową magistrala SPI przekazuje *cyfrową pozycję suwaka*.

Cele nauczania: po starannym wykonaniu zalecanych w tym rozdziale działań z pewnością potrafisz:

- 1) Ustawiać położenie wirtualnego pokrętła modułu cyfrowego potencjometru za pomocą magistrali SPI,

- 2) Prawidłowo podłączyć i obsługiwać potencjometr cyfrowy w trybie regulowanej rezystancji (*rheostat*) lub dzielnika napięcia (*voltage-divider*),
- 3) Opisać działanie drabinki rezystorów, których sumaryczna wartość jest sterowana cyfrowo, przez szereg przełączników półprzewodnikowych,

32.1. Pokazy

Wykonaj kolejne czynności: wiodące do pokazu prawidłowego działania wykonanego interfejsu: cyfrowy potencjometr-NiMyRio.

Wybierz: ze zbioru elementów EmbeddedSystemsKit dla NiMyRio, następujące składniki interfejsu:

- Moduł potencjometru cyfrowego **PmodDPOT**

<http://digilent.com/Products/Default.cfm?NavPath=2,401,1075&Prod=PMOD-DPOT>

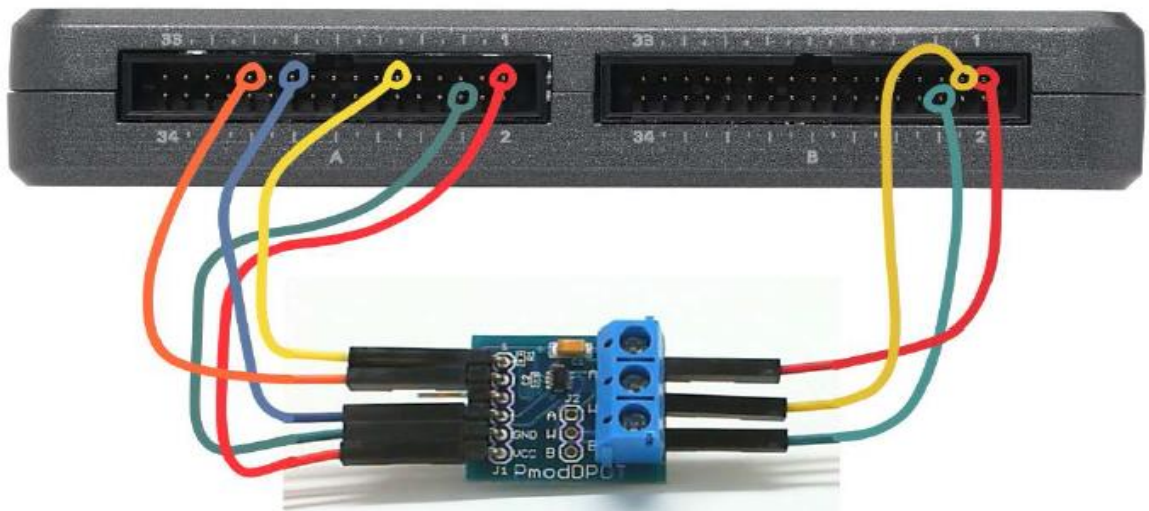
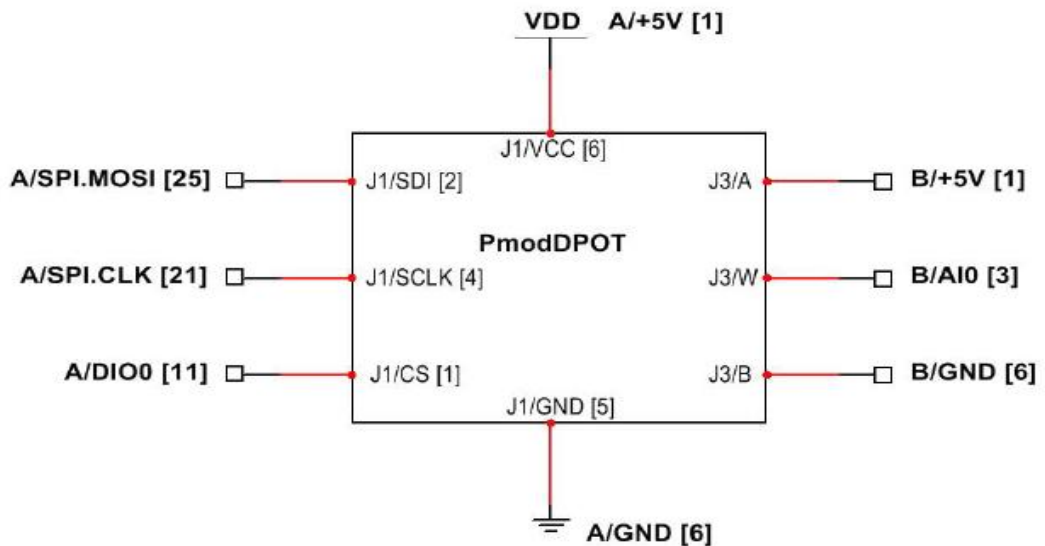
- **PP Przewody Połączeniowe F-F** (5 szt.)
- **PP Przewody Połączeniowe M-F** (3 szt.)
- Mały wkrętak

Zbuduj obwód interfejsu: Pomóż sobie schematem przedstawionym na Rysunku 32-2. Wykorzystywany w Projekcie układ cyfrowego potencjometru wymaga pięciu połączeń do złącza A NiMyRioMXP, oraz trzech połączeń do złącza B NiMyRioMXP, (Rysunek A-1):

- 1) + 5V zasilanie → A/+ 5V (pin 1)
- 2) Masa → A/GND (pin 6)
- 3) SPI odbiornik → A/SPI.MOSI (pin 25)
- 4) SPI zegar → A/SPI.CLK (pin 21)
- 5) Wybór układu → A/DIO0 (pin 11)
- 6) "A" → B/+ 5V (pin 1)
- 7) "B" → B/GND (pin 6)
- 8) "W" → B/AI0 (pin 3)

Uruchom pokaz VI:

- **Pobierz:** <http://www.ni.com/academic/mrio/project-guide-vis.zip>, jeśli tego nie zrobiłeś wcześniej, to rozpakuj pobraną zawartość w dogodnej lokalizacji swojego komputera.
- **Otwórz Projekt:** *Discrete LED demo.hproj*; zawarty w podkatalogu: *Discrete LED demo*,
- **Rozwiń przycisk hierarchii:** (znak plus), dla obiektu *myRIO*, następnie podwójnym kliknięciem otwórz: *Main.vi*.
- **Upewnij się, że:** *NiMyRio* jest podłączone do komputera.
- **Uruchom VI:** klikając przycisk: *Run* na pasku narzędzi lub naciskając kombinację klawiszy: *<Ctrl + R>*.



Rysunek 32-2: Układ pokazowy Projekt: Potencjometr cyfrowy, schemat ideowy, propozycja modułu cyfrowego potencjometru do złącza B NiMyRio_MXP.

- **Spodziewaj się okna:** *Deployment Process* (Proces wdrażania) w nim przed startem *VI*, zobaczysz, w jaki sposób Projekt kompiluje i instaluje (pliki do pobrania) do *NiMyRio*.

UWAGA: Możesz chcieć wybrać opcję:
Close on successful completion,
(Zamknij po ukończeniu),
 opcja ta wymusi na *VI* start automatyczny.

Oczekiwane rezultaty: *VI* demo zapewnia sterowanie z *FrontPanel*, położeniem wirtualnego suwaka wybierającego oczekiwaną wartość rezystancji. Wartość jest przyporządkowana i podzielona na kwanty 8-bitowe. Podłączony na skrajne zaciski rezystancji potencjometru zasilacz 5 woltowy, pozwala na proporcjonalny podział tego napięcia za pomocą drabinki sterowanych cyfrowo rezystorów potencjometru. Napięcie to po-

wstałe w skutek działania podłączonego potencjometru (dzielnika napięcia) jest odczytywane przez analogowe wejście *NiMyRio* i wyświetlane na wskaźniku. Przesuwając suwak, zobaczysz odpowiednią zmianę na pozycji wybierania. Naciśnij klawisze <PgUp> lub <PgDn> powinny one zmienić o jeden bit wysterowanie potencjometru. Jeśli dysponujesz podręcznym omomierzem, odłącz wszystkie trzy przewody od *NiMyRio*, zamieniając je na omomierz. Obserwuj zmiany i zakres regulacji. Jeśli pomiar nie wydaje się wystarczająco stabilny, spróbuj podłączyć zaciski **A** lub **B** do jednej z uziemionych końcówek.

Kliknij przycisk: *Stop* lub wybierz z klawiatury komputera przycisk <Esc>, aby zatrzymać *VI* i zresetować *NiMyRio*; *reset* spowoduje powrót *NiMyRio* do trybu początkowego, czyli ustawień początkowych. W stanie *reset*, do pamięci układu nie muszą być wpisane same

zera lub same jedynki w rejestrach, *reset* - to powrót układu do stanu początkowego.

Wskazówki dotyczące rozwiązywania problemów: nie widzisz oczekiwanych rezultatów? Potwierdź prawdziwość poniższych zdarzeń:

Rysunek 26-2; Układ pokazowy Projekt: Wyświetlacz znakowy LCD - UART interfejs, schemat ideowy, proponowane połączenia.

- *LED* wskazująca poprawność zasilania w NiMyRio świeci jaskrawym światłem,
- Przycisk *Run*, na pasku narzędzi jest czarny, co oznacza, że **VI** jest w *RunMode* - trybie pracy,
- Styki złącza A i B MXP są dobrze podłączone (logicznie i elektrycznie) Sprawdź dwukrotnie! kontakty na złączu SPI, upewnij się, że urządzenie jest podłączone do NiMyRio SPI MOSI, wyjście do cyfrowego wejścia potencjometru SDI i wyjścia cyfrowe DIO0 do układu.

32.2. Teoria interfejsu

Obwód interfejsu:

Płytką Digilent modułu PmodDPOT zapewnia wygodne połączenia do interfejsów cyfrowych układów potencjometrów firmy Analog Devices AD5160. Potencjometr cyfrowy zapewnia konwencjonalne trzy końcówki (trójkąt), podobnie jak potencjometr klasyczny z regulacją mechaniczną, a liczby binarne 8-bitowe od 0 do 255 przesyłane za pomocą **SPI Serial Peripheral Interface**, służą do ustawienia pozycji wirtualnego suwaka - szczotki kontaktowej, łącząc dokładnie ustawione na jednej z 256 pozycji przełączniki półprzewodnikowe, które ustanawiają przyłącze do łańcucha 256 rezystorów o równych wartościach, pomiędzy końcówkami A i B potencjometru.

Uważnie przestuduj wideo:

Digital Potentiometer Interfacing Theory (09:15):

youtu.be/C4iBQjWn7OI

Dowiesz się więcej o działaniu cyfrowego potencjometru, zapoznasz się z logiką czynności, w tym działania magistrali **SPI** wyboru czasów, wewnętrznych obwodów tablicy kontaktowej i równań projektowych, poznasz tryby pracy: *reostat* (rezystor regulowany) oraz *potencjometr* (dzielnik napięcia, zapewniający regulację napięcia wyjściowego).

Uważnie przestuduj wideo:

Serial Communications: SPI (07:02)

youtu.be/GaXtDamw5As

Łatwiej zrozumiesz jak opcje konfiguracyjne SPI Express VI, wpływają na przebiegi sygnalizacyjne między nadajnikami SPI i odbiornikami,

Programowanie LabView:

Uważnie przestuduj wideo:

SPI Express VI (05:51)

youtu.be/S7KkTeMfmc8

Dowiesz się, jak korzystać z *SPI Express VI*.

Uważnie przestuduj wideo:

LED Demo Walk-Through (04:57)

youtu.be/dtwXOj5vvy4

32.4. Podstawowe modyfikacje

Nauczysz się zasad projektowania demo *Dpot VI*, spróbuj te modyfikacje wprowadzić do schematu *Main.vi*:

- 1) Zamień podłączenia A i B i sprawdź, które zmniejsza, a które zwiększa napięcie analogowe, gdy wartości cyfroweysterowania układu rosną?
- 2) Oceń liniowość układu potencjometru cyfrowego: Zmień strukturę pętli z *while-loop* na *for-loop*, utwórz tablicę, w której zapiszesz: napięcia analogowego odpowiadające każdemu sygnałowi cyfrowemu, a następnie wykonaj wykres wartości napięcia analogowego na wyjściu dzielnika w funkcji liczb sterujących jego zmianami.
- 3) Kontynuuj ocenę liniowości z poprzedniego punktu, przez wykreślenie różnicy zmierzonego napięcia analogowego i idealnego napięcia analogowego. Różnica ta sprawia, że znacznie łatwiej zidentyfikować trendy nieliniowości...

32.4. Pomysły integracji Projektu

Uważnie przestuduj wideo:

SPI Express VI (05:51)

youtu.be/S7KkTeMfmc8

Dowiesz się, jak korzystać z *SPI Express VI*.

32.5. Więcej informacji...

PmodDPOT Reference Manual by Digilent~

Opisy i instrukcje modułu cyfrowego potencjometru:

http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-DPOT/PmodDPOT_rm.pdf

PmodDPOT Schematic by Digilent~

Schematy cyfrowego potencjometru,

http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-DPOT/PmodDPOT_sch.pdf

AD5160 Data Sheet by Analog Devices~

Karty katalogowe, kompletna informacja o AD5160, będącego sercem cyfrowego potencjometru:

<http://www.analog.com/ad5160>

M68HC11 Reference Manual by Freescale Semiconductor ~

Opisy i podręczniki w odniesieniu do sekcji 8 do pełnej diagnostyki standardowej magistrali szeregowej SPI, w tym przebiegi czasowe i systemy *MultiMaster*:

http://www.freescale.com/files/microcontrollers/doc/ref_manual/M68HC11RM.pdf

NOTATKI: