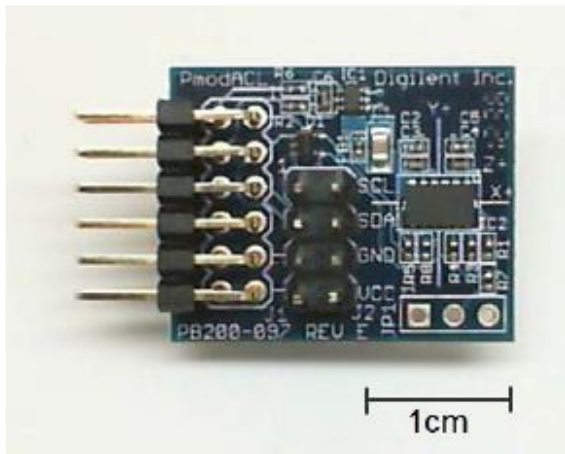


# 21. Miernik przyspieszenia

(Accelerometer)

Wykonaj Projekt: miernik przyspieszenia.



Rysunek 21-1; Układ Akcelerometru ADXL 345 z MechatronicsKit dla NiMyRio.

Miernik przyspieszenia - akcelerometr - mierzy położenie (*OnChip*) zawieszonoj masy analizując ruch masy podlegającej przyspieszeniu. Z fizyki wiemy, że przyspieszenie  $g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$ . Akcelerometr mierzy zarówno przyspieszenie dynamiczne do akwizycji danych o wstrząsach, wibracjach, a także statyczne przechylenia, czy upadki urządzenia (czujnika).

W pokazanym urządzeniu zastosowano układ zintegrowany firmy *Arnolf Devices ADXL345* trójosiowy (x, y, z) cyfrowy akcelerometr wykorzystujący do komunikacji magistralę szeregową I<sup>2</sup>C-bus. ADXL345 Zapewnia on wysoką elastyczność techniczną i doskonale radzi sobie z wykrywaniem i identyfikacją zdarzeń *on-chip*: w tym jednej beczki, dwukrotnego dotyku i swobodnego spadku.

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

- 1) Opisać jak działa akcelerometr, skonfigurować akcelerometr dla szybkości transmisji danych, w szczególności rozdzielczość i zakres,
- 2) Ustawić wykrywanie pojedynczego zdarzenia i przerwanie akcji na pinie wyjściowym,
- 3) Zaprogramować odczyt wartości przyspieszenia i ich wyświetlanie,

## 21.1. Pokazy

**Wykonaj kolejne czynności:** wiodące do pokazu prawidłowego działania wykonanego interfejsu: akcelerometr-NiMyRio.

**Wybierz:** ze zbioru elementów StarterKit dla NiMyRio, następujące składniki interfejsu:

- Akcelerometr (PmodACL),

[http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-ACL/PmodACL\\_rm.pdf](http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-ACL/PmodACL_rm.pdf)

- PP Przewody Połączeniowe F-F (6 szt.)

**Zbuduj obwód interfejsu:** Pomóż sobie schematem z Rysunku 21-2; akcelerometr wymaga sześciu połączeń ze złączem A NiMyRioMXP (patrz Rysunek A-1):

- 1) + 3.3 V zasilania → /+ 3.3V (pin 33)
- 2) Masa → /GND (pin 30)
- 3) Dane szeregowo (SDA) → /I2C.SDA (pin 34)
- 4) Zegar (SCL) → /I2C.SCL (pin 32)
- 5) Przerwanie # 1 → /DIO0 (pin 11)
- 6) Przerwanie # 2 → /DIO0 (pin 13)

**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>.
- **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:** *Demo VI* wyświetla wartości zmierzone za pomocą akcelerometru i prezentuje je w trzech osiach i w trzech formatach:

Jest to sześć bajtów: dane pobierane z rejestrów akcelerometru, jako trzy liczby mianowane, utworzone przez połączenie pobranych dwóch bajtów na oś, na wykresie przebiegu? Wkrótce dowiesz się, jak

przekształcić te wartości do „g”. **VI** wyświetla również zawartość rejestru `INTERRUPT_SOURCE`.

Przed uruchomieniem *głównej pętli VI* konfiguruje rejestry akcelerometru dla zapewnienia poprawnej szybkości transmisji danych, rozdzielczości, zakresu i wykrywania pojedynczego pomiaru na osi X.

*Uruchom VI*, a następnie obserwuj wyświetlacz na *FrontPanel*, gdy lekko potrząsniesz akcelerometrem. Popatrz uważnie, na płycie PmodACL zobaczysz X + i Y + siatkę osi. Spróbuj, potrząsając akcelerometrem wzdłuż zadanej osi, a następnie koreluj ten ruch z tym, co widzisz na *FrontPanel*. Obserwuj układ współrzędnych według zasady prawej ręki, w związku, z czym oś Z + musi wskazywać maksimum u góry planszy. Następnie wykonaj pomiary statyczne, które stanowią podstawę poziomu dla aplikacji wykrywania pochylenia. Na przykład, umieść krawędź płyty oznaczoną X + na płaskiej powierzchni, a następnie przesuwaj układ szybko tam i z powrotem, co obserwujesz na *FrontPanel*? Jak zmienia się znak mierzonego przyspieszenia na osi X? Należy zwrócić uwagę na pozycję karty, gdy przyspieszenie osi X osiąga maksymalne odchylenie od zera. Spróbuj sobie wyobrazić, jak statyczny pomiar przyspieszenia, można wykorzystać do przekształcenia układu w czujnik przechyłu, wysyłający zebrane dane w stopniach odchylenia kąтового, poza centrum? Spróbuj delikatnie dotykać krawędzi płyty na stole lub stukać w krawędź palcem, co obserwujesz? LED0 na obudowie NiMyRio będzie sygnalizowała, że zdarzenie: *pojedyncze stuknięcie*, zostało wykryte przez akcelerometr. Wykrywanie pojedynczych stuknięć jest włączone tylko wzdłuż osi X. Spróbuj stukając w kierunkach trzech różnych osi, obserwować diodę LED.

**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:

- *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,
- Jest właściwie podłączona do *NiMyRio*, dioda przewodzi prąd w jednym kierunku; zatem jeśli trzeba, wyjmij i włóż ją ponownie odwracając jej biegunowość (zamieniając końcówki),
- Wartość rezystora ograniczającego prąd, wynosi 220  $\Omega$  (omów), upewnij się, mierząc jego wartość omomierzem, czy tak jest.
- Wykonany interfejs jest podłączony do złącza A *NiMyRioMXP*, a odpowiednie końcówki złącza są prawidłowo przypisane i łączą z odpowiednimi sygnałami,

- Ponownie dwukrotnie i dokładnie sprawdź topologie i jakość połączeń. Upewnij się, że końcówki układu PmodACL są prawidłowo podłączone i mają dobry kontakt (połączenie elektryczne) z magistralą I<sup>2</sup>C *NiMyRio* SDA do PmodACL SDA zacisku złącza J2 i linii SCL do zacisku SCL; również sprawdź czy przypadkowo nie ma błędów w podłączeniu zasilania!
- Poprawnie podłączony PmodACL wysyła sygnał przerwania na zaciski linii DIO *NiMyRio* - *FrontPanel*, tylko, gdy następuje aktualizacja w odpowiedzi na przerwanie *dane gotowe*.

**UWAGA:** Dwukrotnie sprawdzić połączenia SDA i SCL, pojawiający się komunikat: *Błąd-36011* występuje w sytuacji, gdy *NiMyRio* czyta dane z magistrali I<sup>2</sup>C, **VI** lub podobnych. Ten komunikat oznacza, że *NiMyRio* nie otrzymał oczekiwanego potwierdzenia od interfejsu I<sup>2</sup>C-bus PmodACL.

## 21.2. Teoria interfejsu

**Obwód interfejsu:** Analog Devices ADXL345; to trójosiowy akcelerometr. PmodACL obsługiwany jest przez interfejs szeregowy I<sup>2</sup>C-bus, (zwykle oznaczany I<sup>2</sup>C); ADXL345 obsługuje także *interfejs szeregowy SPI*, jednak w tym rozdziale skoncentrujemy się wyłącznie na interfejsie I<sup>2</sup>C-bus. ADXL345 ma dwie linie przerwań asynchronicznych oznaczonych, jako: **INT1** oraz **INT2**. Ich kontakty (piny) zapewniają dostęp do ośmiu różnych źródeł przerwań, które mogą być włączone w miarę potrzeby. Trzydzieści adresowalnych rejestrów zapewnia dostęp do trzech wartości mierzonych przyspieszeń, a także wielu opcji konfiguracyjnych.

**Uważnie przestuduj wideo:**

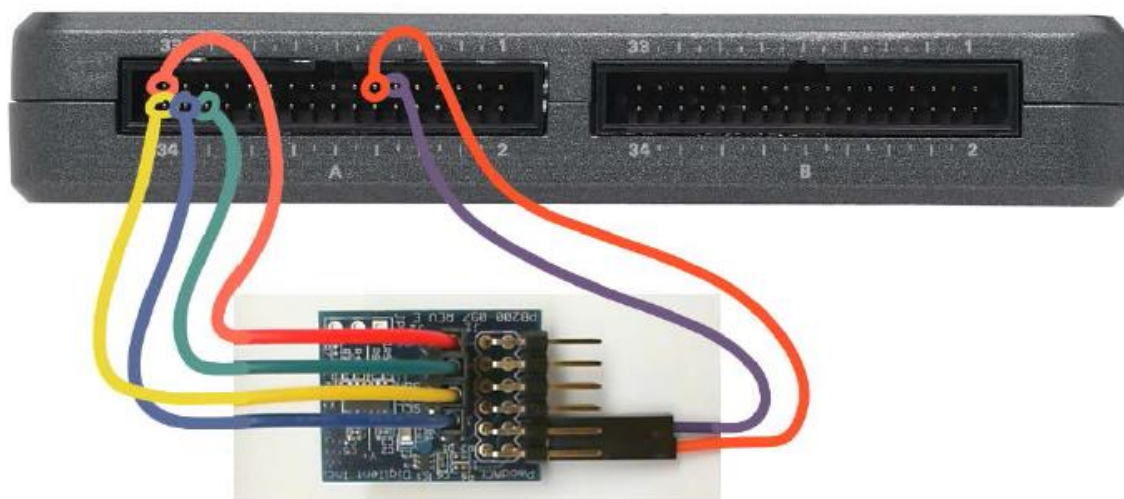
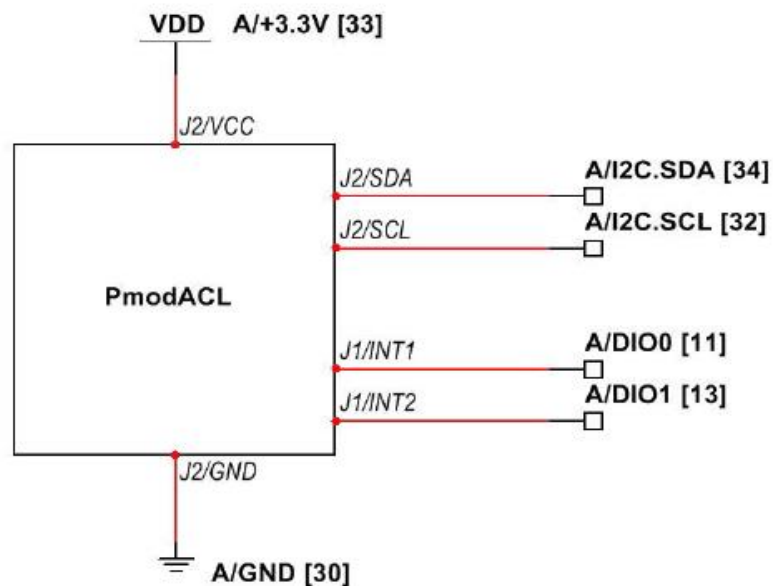
*Akcelerometer. (15:54)*

[http://youtu.be/uj76-JrT\\_xk](http://youtu.be/uj76-JrT_xk)

[NiMyRio Project Essential Guide Accelerometer](#)  
- [Digilent PmodACL](#)  
- [Analog Devices ADXL345](#)  
- [Conceptual operation](#)  
- [Applications](#)  
- [Pins and Sensor coordinates](#)

Poznasz podstawy działania układu, podstawy korzystania z funkcji pomiaru przyspieszenia, własności i zastosowania, Analog Devices ADXL345 i Digilent PmodACL, połączenia i orientację osi czujnika.

Kontynuuj naukę z pomocą wideo, aby uzyskać niezbędne dane do konfiguracji rejestrów ADXL345 i odczytu danych z akcelerometru. ADXL345 jest stosunkowo skomplikowanym urządzeniem, oferuje ono wiele opcji. Samouczek wideo, koncentruje się, na podzbiorze funkcji, które szybko można wykorzystać w działaniu. Szczegółowe przykłady pokazują jak ustawić szybkość transmisji danych, rozdzielczość i zakres; jak skonfigurować jedno progowe pomiary i



**Rysunek 21-2;** Układ pokazowy dla Projektu: miernik przyspieszenia, schemat ideowy, proponowane połączenia do złącza A NiMyRio\_MXP.

czas trwania pomiaru wartości. Jak wysterować pojedyncze przerwania do wejścia; i jak czytać trzy zestawy rejestrów danych, korzystając z konwersji tych wartości akcelerometru, na przyspieszenie w jednostkach **g**.

**Uważnie przestuduj wideo:**

*I<sup>2</sup>C Serial Communications (08:46)*

<http://youtu.be/7CgNF78pYQM>

NiMyRio Project Essential Guide

I<sup>2</sup>C Serial Communication

- I<sup>2</sup>C Express VI option

- Terminology

- Signaling waveforms

Oswoisz się z terminologią, poznasz różne opcje, lepiej zrozumiesz przebiegi sygnału pomiędzy nadajnikami i odbiornikami I<sup>2</sup>C-bus.

**21.3 Podstawowe modyfikacje**

**Uważnie przestuduj wideo:**

*„Accelerometer Demo” LabView Project (08:36)*

<http://youtu.be/-GWesrfxU4>

NiMyRio Project Essential Guide

Accelerometer Demo

- Walk-Through the

“Accelerometer Demo” LabView Project

Dowiesz się, jak projektować demo akcelerometru, spróbuj te zmiany wprowadzi do diagramu *Main.vi*:

- 1) Zmień adres urządzenia na inną wartość. Jaki błąd wyświetla *LabView*?
- 2) Dodaj kody programu dla uzyskania niezbędnych obliczeń, aby wyświetlić przyspieszenie w jednostkach **g**.

- 3) Dopisz odpowiedni kod, aby odczytać rejestr ID urządzenia ADXL345 (adres 0x00) i wygenerować stan błędu, jeśli identyfikator nie odpowiada wartości oczekiwanej. W ten sposób możesz wykryć swoim VI, że właściwe urządzenie I<sup>2</sup>C-bus jest dołączony do zacisków I<sup>2</sup>C NiMyRio. Zapoznaj się z arkuszem rejestru mapy ADXL345 (tabela 19), aby określić oczekiwaną wartość. W oknie VI *PopUp*, wybierz jedną z wartości programowania: | Dialog i interfejs użytkownika *subpalette* do wyświetlania *ErrorMessage*.
- 4) Porównaj wydajności akcelerometru. Na płycie akcelerometru NiMyRio utwórz dodatkowy zestaw wskaźników na *FrontPanel*; zobacz akcelerometr *Express VI* znajdujący się w myRIO | Onboard subpalette. Użyj kawałka taśmy do zamocowania PmodACL do NiMyRio.

#### 21.4. Pomysł integracji Projektu

Wiesz już, jak stosować akcelerometr, spróbuj zintegrować ten Projekt w bardziej złożone systemy, na przykład:

- Czujnik bezprzewodowy (40); *Wireless Sensor* (40);
- Rejestrator danych (41); *Data Logger* (41);
- Cyfrowa poziomicca (56); *Digital Bubble Level* (56);

#### 21.5. Więcej informacji...

*PmodACL Reference Manual by Digilent*~

Podręczniki dla akcelerometru wydane przez Digilent:

[http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-ACL/PmodACL\\_rm.pdf](http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-ACL/PmodACL_rm.pdf)

*PmodACL Schematics by Digilent*~

Schemat akcelerometru PmodACL

[http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-ACL/PmodACL\\_sch.pdf](http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-ACL/PmodACL_sch.pdf)

*ADXL345 Data sheet by Analog Devices*~

Dane techniczne ADXL345, Cyfrowego Miernika Przyspieszenia,

<http://www.analog.com/ADXL345>

*UM10204 I2C-bus Specification and User Manual by NXP Semiconductors*~

Kompletny podręcznik standardu I<sup>2</sup>C-bus, w tym terminologia, schematy i multi-mistrzowskie systemy

[http://www.nxp.com/documents/user\\_manual/UM10204.pdf](http://www.nxp.com/documents/user_manual/UM10204.pdf)

## NOTATKI: