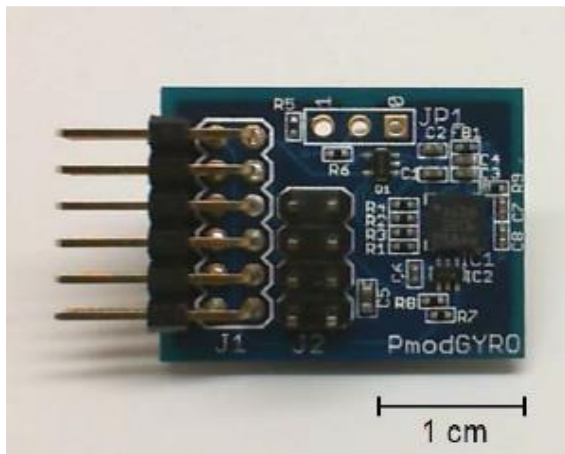


## 22. Żyroskop (Gyroscope)

Wykonaj Projekt: Żyroskop.



Rysunek 22-1; Żyroskop L3G4200D z MechatronicsKit dla NiMyRio

Żyroskop pozwala wyznaczyć prędkość kątową (prędkość obrotową) osi żyroskopu. Wartości podano w *stopniach na sekundę*, może też być mierzone przemieszczenie katowe. Trójosiowy żyroskop, można stosować na platformie robota 3-D lub na jego podstawie. (*pitch, roll, i odchylenie*). Żyroskop dostarcza cennych informacji, dla utrzymania stabilności pojazdu. Na Rysunku 22-1; pokazano żyroskop z MechatronicsKit dla NiMyRio. Zestaw zbudowany jest z wykorzystaniem układu STMicroelectronics L3G4200D trójosiowego cyfrowego żyroskopu, komunikującego się szeregowo po magistrali I<sup>2</sup>C.

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

- 1) Skonfigurować żyroskop dla wymaganej szybkości transmisji danych i zakresu pomiarowego,
- 2) Skonfigurować wyjścia przerwań, ustalić wartości progowe,
- 3) Odczytywać i wyświetlać wartości prędkości kątowej,
- 4) Zadawać wartości niezerowe z zerowej grupy wartości poziomu wyjściowego,

### 22.1. Pokazy

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

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

- Żyroskop (PmodGYRO),

[https://www.digilentinc.com/Data/Products/PMOD-GYRO/PmodGYRO\\_rm\\_RevA.pdf](https://www.digilentinc.com/Data/Products/PMOD-GYRO/PmodGYRO_rm_RevA.pdf)

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

**Zbuduj obwód interfejsu:** Pomóż sobie schematem pokazanym na Rysunku 22-2. Żyroskop 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 # 2 → /DIO0 (pin 11)
- 6) Przerwanie # 1 → /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*.

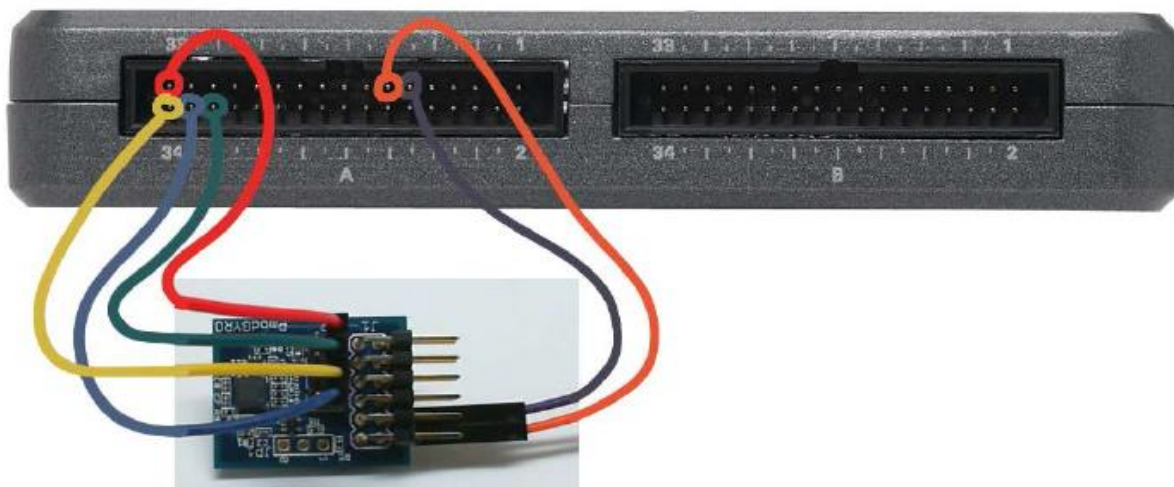
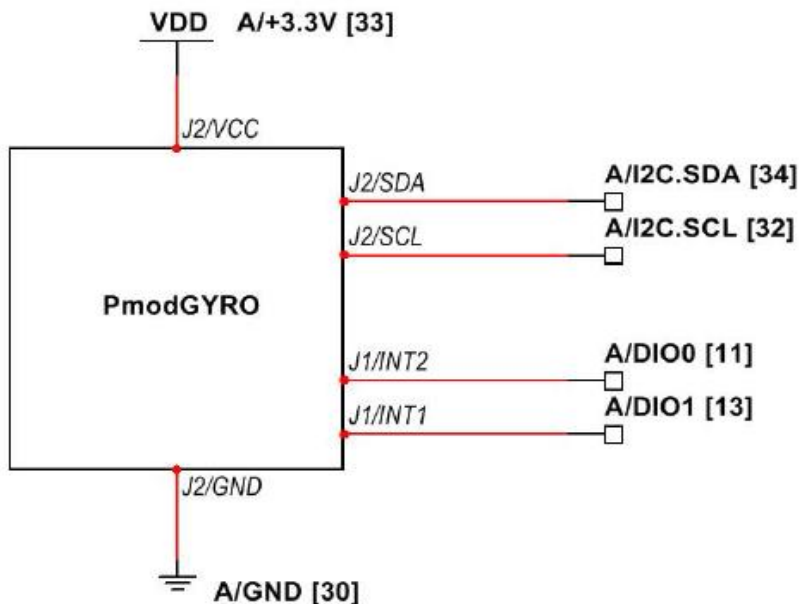
**UWAGA:** Możesz chcieć wybrać opcję:  
*Close on successful completion,*  
(*Zamknij po ukończeniu*),  
opcja ta wymusi na **VI** start automatyczny.

**Oczekiwane rezultaty:** *Demo VI* pokazuje wyjścia sześciu bajtów od żyroskopu *L3G4200D*, sformatowane, jako wartości 16-bitowe liczb całkowitych ze znakiem, oraz wykres przebiegu, aby pokazać historię pomiarów żyroskopu w czasie. **VI** pokazuje również zintegrowane wartości prędkości, które podają względne przemieszczenie katowe.

W integratorze można je wyzerować, klikając *resetowanie integratora* i klikając ponownie. Przytrzymaj prawy bok płyty PmodGYRO, w prawym dolnym rogu. Punkty osi **X** po prawej stronie, a osi **Y** od siebie,

punkty osi **Z** niech wychodzą z planszy do góry. Obróć planszę tak by znalazła się zgodnie z wyznaczonymi osiami. Zauważ, że obrót w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara, wokół danej osi odpowiada wartościom dodatnim, w wyświetlaczach prędkości kątowej w górnej części *FrontPanel VI*. Co zaobserwowano? Jak zmienia się prędkość obrotowa? Prawa dolna połowa *FrontPanel*, to tu znajdują się wyświetla-

do odczytania ze względu na szybkie tempo napływu danych, ale spodziewane dolne wartości przemieszczenia zaczynają się od zera. Nawet wtedy, gdy żyroskop jest całkowicie nieruchomy (zerowe wejście) wyjściowy sygnał zawiera pewne szczytkowe niezerowe wartości (poziom stawki zerowej), który powoduje, że wielkości wyjściowe integratora zwiększają czas na nieokreślony. Można oszacować poziom stopy zerowej w



Rysunek 22-2; Układ pokazowy żyroskopu; schemat ideowy, połączenia do złącza A NiMyRio\_MXP.

cze kątowe przemieszczeń. Trzymaj płytę PmodGYRO w początkowej pozycji, a następnie kliknij integrator dwa razy by go wyzerować.

Obracaj płytę wokół jednej osi, a następnie obróć ją z powrotem do pierwotnej pozycji. Zauważ, że wartości przemieszczenia się są duże: dodatnie lub ujemne, względem zera, a następnie powracają do tej samej wartości. Wyjście żyroskopu L3G4200D zawiera *NonidealEfect* zwany poziomem zerowej stawki. Ustaw PmodGYRO na stole nie zakłócając go, a następnie wyzeruj integrator. Wartości górne mogą być trudne

następujący sposób: zaarrestuj wartości integratora, umożliwiając wybór stosunkowo długiego czasu, jaki powinien upłynąć, na przykład, jedna minuta (60 sekund). *Zatrzymaj VI*, a następnie podziel zmierzone przemieszczenie przez 60 sekund. Porównaj tę wartość z wartościami typowymi, otrzymasz wskaźnik stopy. Pamiętaj, że możesz zmienić granice działki kątowej, klikając dwukrotnie na górne i dolne wartości *amplitudy* na osiach. Wybierz węższy zakres, aby lepiej ocenić charakterystykę wyjściową żyroskopu w tym poziom

zerowy *offsetu* i poziom *hałasu* o wysokiej częstotliwości. LED0 na NiMyRio wyświetla górne ograniczenie przerwania, generowanego przez żyroskop. Wykonaj szybki obrót wokół osi **Z** jak to wpływa na świecenie diody?

**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,
- Złącze A MXP jest prawidłowo podłączone i zapewniono odpowiednie przypisanie styków,
- Styki złącza PmodGYRO są prawidłowo podłączone do układu, dwukrotnie sprawdzić połączenia i upewnij się, że masz podłączony NiMyRio do I<sup>2</sup>C-bus linii **SDA**, do PmoDACL **SDA** zacisku złącza J2 i linii **SCL** do zacisku **SCL**; również sprawdzić, czy przypadkowo nie podłączono do zasilania;
- Poprawność zacisków przerwań PmodGYRO, zaciski linii NiMyRio DIO – *FrontPanel*, aktualizacje w odpowiedzi na przerwanie *dane gotowe*.

**UWAGA:** Dwukrotnie sprawdzić połączenia **SDA** i **SCL**. Jeśli pojawi się komunikat *Błąd-36011*, to wystąpił błąd odczytu NiMyRio I<sup>2</sup>C, **VI** lub podobny; Ten komunikat oznacza, że NiMyRio nie otrzymało oczekiwanego potwierdzenia od interfejsu I<sup>2</sup>C-bus PmodGYRO.

## 22.2. Teoria interfejsu

**Obwód interfejsu:** STMicroelectronics L3G4200D pozwala zbudować trój osiowy żyroskop. W sercu interfejsu znajdzie się układ PmodGYRO obsługujący interfejs szeregowy I<sup>2</sup>C-bus, Układ L3G4200D obsługuje także interfejs szeregowy SPI, jednak w tym rozdziale nie omawiamy tego przypadku. Interesuje nas I<sup>2</sup>C-bus. L3G4200D zawiera dwa wyjścia przerwań asynchronicznych oznaczone **INT1** oraz **INT2**. Ich styki elektryczne udostępnia nam różne źródła przerwań, które mogą być włączone w miarę potrzeby. Dwadzieścia sześć rejestrów adresowalnych zapewnia dostęp do trzech zmierzonych wartości kątowych, a także wielu opcji konfiguracyjnych.

**Uważnie przestuduj wideo:**

*Gyroscope Interfacing Theory, (13:47)*

<http://youtu.be/5JDkwG2rr1o>

[NiMyRio Project Essentials Guide Gyroscope](#)

- [Digilent PmodGYRO](#)
- [STMicroelectronics L3G4200D](#)
- [Conceptual operation](#)
- [Applications](#)
- [Pins and sensor coordinates](#)

Zrozumiesz pracę żyroskopu, zastosowania i funkcje STMicroelectronics L3G4200D, połączenia Digilent PmodGYRO i orientację osi czujnika. Znajdziesz niezbędne dane do konfiguracji rejestrów L3G4200D, odczytu danych, prędkości kątowej i integracji pomiarów prędkości, odczytu danych względnego przemieszczenia kątowego. L3G4200D jest stosunkowo skomplikowanym urządzeniem oferującym wiele opcji. Samouczek wideo koncentruje się, zatem na podzbiórce funkcji, które szybko możesz poznać i włączyć do pracy Twojego systemu. Szczegółowy przykład pokazuje, jak to wykonać:

- Ustaw *zakres danych* szybkości transmisji i *pełną skalę*,
- Ustaw próg *poziom wysoki*, aby wygenerować przerwanie *komparatora-stylu* na wyjściu pin **INT1**,
- Utwórz sygnał przerwania *dane gotowe* na wyjściu pin **INT2**
- Przeczytaj trzy zestawy rejestrów danych i konwersji tych wartości do mierzonego przyspieszenia w jednostkach **dps** - **degrees per second** - stopnie na sekundę,
- Wykonaj integrację wartości kursu do uzyskanego względnego odchylenia kątowego,
- Oszacuj poziom zerowego przesunięcia do zmniejszenia stopy integratora *RampUp*.

**Uważnie przestuduj wideo:**

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

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

[NiMyRio Project Essentials Guide I<sup>2</sup>C Serial Communication, - I<sup>2</sup>C Express VI option - Terminology - Signal waveforms](#)

Zrozumiesz przebiegi sygnału pomiędzy nadajnikami i odbiornikami I<sup>2</sup>C-bus.

**Programowanie LabView:**

**Uważnie przestuduj wideo:**

*Digital Output Express VI (02:20)*

<http://youtu.be/Y8mKdsMAqrU>

[NiMyRio Project Essentials Guide Digital Output Express VI - Control one or more digital outputs with the Digital Output Express VI](#)

Nauczysz się jak uzyskać dostęp do wszystkich wyjść cyfrowych NiMyRio.

## 22.3. Podstawowe modyfikacje

**Uważnie przestuduj wideo:**

„Gyroscope Demo” LabView Project (06:36)

[http://youtu.be/o\\_iuY0M3yDk](http://youtu.be/o_iuY0M3yDk)

NiMyRio Project Essentials Guide

Gyroscope Demo

\_Walk-Through the

“Gyroscope Demo” LabView Project

Poznasz zasady projektowania demo żyroskopu, co pozwoli Ci spróbować zastosować poniższe modyfikacje w *Main.vi*:

- 1) Zmień adres urządzenia na inną wartość. Jaki błąd sygnalizuje *LabView*?
- 2) Dodaj niezbędne obliczenia, aby wyświetlić prędkości kątowe w jednostkach **dps degree per second** - w stopniach na sekundę; odnieś się do teorii lub wideo arkusza w celu uzyskania niezbędnych współczynników skali czułości do konwersji **LSB Least Significant Bit** - jednostek - *najmniej znaczący bit* do jednostek **dps**.
- 3) Dodaj kod, aby przeczytać WHO\_AM\_I dzieląc rejestr ID,
- 4) Dodaj kod, aby odczytać rejestr ID urządzenia L3G4200D (adres 0x0F) i wygenerować stan błędu, jeśli identyfikator nie odpowiada wartości oczekiwanej; w ten sposób Twój VI może wykryć, czy właściwe urządzenie I<sup>2</sup>C-bus jest dołączone do zacisków I<sup>2</sup>C NiMyRio. Przystuduj L3G4200D arkusz mapy rejestru (tabela 18), aby określić wartość oczekiwaną. Wybierz jedno z okien dialogowych *PopUp*. Zobacz: Programming | Dialog & User Interface subpalette do wyświetlania ErrorMessage.
- 5) Dodaj niezbędne obliczenia by odjąć poziom zerowy,

### 22.3. Pomysły integracji Projektu

Potrafiś już stosować żyroskop, rozważ integrację Projektu z innymi urządzeniami w celu stworzenia kompletnego systemu, na przykład:

- Cujnik bezprzewodowy (40); *Wireless Sensor* (40);
- Rejestrator danych (41); *Data Logger* (41);

- Sterr By Wire (43)
- 3-D Color Controller (45)

### 22.5. Więcej informacji...

*PmodGYRO Reference Manual by Digilent*~

Opis i podręcznik dla żyroskopu:

[http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-GYRO/PmodGYRO\\_rm\\_RevA.pdf](http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-GYRO/PmodGYRO_rm_RevA.pdf)

*PmodGYRO Schematics by Digilent*~

Schemat żyroskopu:

[http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-GYRO/PmodGYRO\\_sch.pdf](http://digilentinc.com/Data/Products/PMOD-GYRO/PmodGYRO_sch.pdf)

*L3G4200D Datasheet by STMicroelectronics*~

Arkusze danych dla L3G4200D cyfrowego żyroskopu:

<http://www.st.com/st-web-ui/static/active/en/resource/technical/document/datasheet/CD00265057.pdf>

*L3G4200D Datasheet by STMicroelectronics*~

TA0343: Wszystko o STMicroelectronics 3-osiowym cyfrowym żyroskopie. Ten techniczny artykuł, zapewnia doskonałe omówienie zasad pracy żyroskopu oraz technik radzenia sobie z układem:

[http://www.st.com/st-web-ui/static/active/en/resource/technical/document/technical\\_article/DM00034730.pdf](http://www.st.com/st-web-ui/static/active/en/resource/technical/document/technical_article/DM00034730.pdf)

*UM10204 I<sup>2</sup>C-bus Specification and User Manual by NXP Semiconductors*~

Podręcznik Użytkownika wydany przez NXP Semiconductors. Kompletna diagnostyka standardu I<sup>2</sup>C-bus, w tym terminy schematy, mistrzowskie rozwiązania i systemy:

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

## NOTATKI: