

12. Silnik DC

(Motor DC)

Wykonaj Projekt: Silnik DC; niskonapięciowy *silnik* DC, (prądu stałego), przykładowy silnik DC pokazano na Rysunku 12-1, zapewnia wystarczającą moc do napędu modeli pojazdów mechanicznych lub budowanych, przez małych fanów techniki i mechatroniki, robotów. Napięcie zasilania takich silniczków, jest stosunkowo niskie, zwykle wynosi od 1,5 do 4,5 Voltów, ale prąd może być spory, nawet do setek miliamperów, co gorsza w niekorzystnych dla niego warunkach np. zablokowanie wału, lub rozruch silnika mocno obciążonego, prąd rozruchowy może osiągać wartości nawet kilku Amperów. Z tego powodu, jako elementu bezpośrednio sterującego pracą takiego silniczka użyjemy tranzystora mocy.

Na Rysunku 12-1 pokazano silnik **DC** (**D**irect**C**urrent) – prąd stały), z zestawu StarterKit dla NiMyRio.



Rysunek 12-1; Silnik z zestawu StarterKit dla NiMyRio DC (DirectCurrent – prąd stały) NiMyRio.

Cele nauczania: Po starannym wykonaniu wszystkich poleceń z tego Projektu z pewnością potrafisz:

- 1) Opisać zasadę działa komutatorowego silnika DC,
- 2) Określić wymagania dla tranzystora mocy sterującego pracą tego silnika w różnych warunkach obciążenia,
- 3) Określić warunki ochrony tranzystora sterującego przed skokami napięcia na uzwojeniach silnika (w związku z powstawaniem, przeciwnie skierowanej siły elektromotorycznej samoindukcji: back-EMF), gdy tranzystor wyłącza prąd silnika,

4) Zaprojektować układ (oprogramowanie) przesuwania (zmiany) poziomu napięcia zasilania silnika od 3,3 V do 5 V,

5) Zaprojektować obwód interfejsu do pracy z cyfrowymi wyjściami, które zawierają PullUp lub Pull-Down.

12.1. Pokazy

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

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

- Silnik prądu stałego,

<http://www.mabuchi-motor.co.jp>

- 1N4001 dioda ogólnego zastosowania,

<http://www.vishay.com/docs/88503/1n4001.pdf>

- ZVN2110A tranzystor MOSFET z kanałem typu n w trybie wzmacniania,

<http://www.diodes.com/datasheets/ZVN2110A.pdf>

- ZVP2110A tranzystor MOSFET z kanałem typu p w trybie wzmacniania,

<http://www.diodes.com/datasheets/ZVP2110A.pdf>

- IRF510 tranzystor mocy MOSFET z kanałem typu n w trybie wzmocnienia,

<http://www.vishay.com/docs/91015/sihf510.pdf>

- Rezystor 1 kΩ
- UPM Uniwersalną Płytkę Montażową,
- PP Przewody Połączeniowe M-F (3 szt.)

Zbuduj obwód interfejsu: Zapoznaj się ze schematem układu interfejsu silnika prądu stałego i zalecanym sposobem połączeń pokazanym na Rysunku 12-2. Obwód interfejsu, wymaga czterech połączeń do złącza B→NiMyRIOMXP (rys. A-1):

- 1) Zasilanie 5 Voltów → B/+ 5V (pin 1)
- 2) Zasilania 3,3 Volta → B/+ 3.3V (pin 33)
- 3) Uziemienie → B/GND (pin 30)
- 4) Sterowanie silnikiem → B/DIO8 (pin 27)

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.lvproj*; 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: $\langle \text{Ctrl} + \text{R} \rangle$.
- **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: Kliknij przycisk stanu DIO ustawiając wyjście cyfrowe w stan niski, wirnik twojego silnika, powinien obracać się z dużą prędkością, następnie kliknij przycisk ponownie, aby zatrzymać pracę silnika. Należy pamiętać, że aktywny stan obwodu interfejsu silnika to jest niski stan wyjścia sterującego NI-myRIODIO.

Kliknij przycisk: *Stop* lub wybierz z klawiatury komputera przycisk $\langle \text{Esc} \rangle$, 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,
- Prawidłowy wybór złącza B MPX, końcówek (pinów) i jakości połączeń PP (Przewodami Połączeniowymi).
- Potwierdź prawidłową polaryzację tranzystora – sprawdź dokładnie połączenia – ich zgodność ze schematem dla każdego tranzystora, szczególnie uważaj na to, że IRF510 ma wyprowadzoną bramkę, inaczej niż MOSFET małej mocy,
- Potwierdź prawidłową polaryzację diody prostowniczej, – gdy ona jest włączona w obwodzie interfejsu odwrotnie, to silnik nigdy nie osiągnie poziomu napięcia niezbędnego do włączenia się układu.

12.2. Teoria Interfejsu

Obwód interfejsu: Silnik, (z którego korzystamy) wymaga w przybliżeniu 180 mA prądu i około 3,3 V napięcia, bez obciążenia i ponad 1000 mA prądu podczas pracy z maksymalną wydajnością! – To trzy razy więcej niż maksymalny prąd ze wszystkich trzech złączy NI-myRIO. Silnik z powodu przeciążenia lub zablokowania osi wirnika (także przy rozruchu silnika) może pobierać wielokrotnie większy prąd. Wartość rezystancji silnika w takim stanie, jest mniejsza niż 1Ω . Z tych powodów IRF510 n-kanalowy MOSFET mocy, służy, jako wysokiej mocy półprzewodnikowy przełącznik.

NImyRIO Project Essentials Guide

DC Motor

- Motor characteristics

- Interface circuit design for unidirectional control

06:48,

Dowiesz się więcej o zasadach pracy silników i zasadach projektowania obwodów interfejsów do *NImyRIO*, w tym: jak dobrać tranzystor mocy by wytrzymał rozruch silnika i pracował prawidłowo w różnych warunkach obciążenia, jakie jest znaczenie diody tłumiącej siłę elektromotoryczną samoindukcji, mamy, bowiem do czynienia z *back-EMF*.

Na Rysunku 12-2: pokazano układ interfejsu silnika prądu stałego do NI-myRIO. Zalecany układ połączeń do złącza B NI-myRIOMXP. Zasilanie obwodu od 3,3- do +5 V, wymagane dołączenie interfejsu do złącza z MSP, z rezystorami *PullDown*.

Programowanie LabView:

Uważnie przestuduj film wideo:

PWM Express VI. 02:40

<http://youtu.be/mVN9jfwXleI>

NImyRIO Project Essentials Guide

PWM Express VI

- Create a **PWM Pulse-Width-Modulated** waveform with the PWM Express VI.

Dowiesz się, jak korzystać z *PWM Express VI* by utworzyć modulację szerokości impulsu prostokątnego sterującą w efekcie prędkości silnika DC.

Uważnie przestuduj film wideo:

„Motor Demo” *LabView Project. 01:55*

<http://youtu.be/UCqFck0CLpc>

NImyRIO Project Essentials Guide

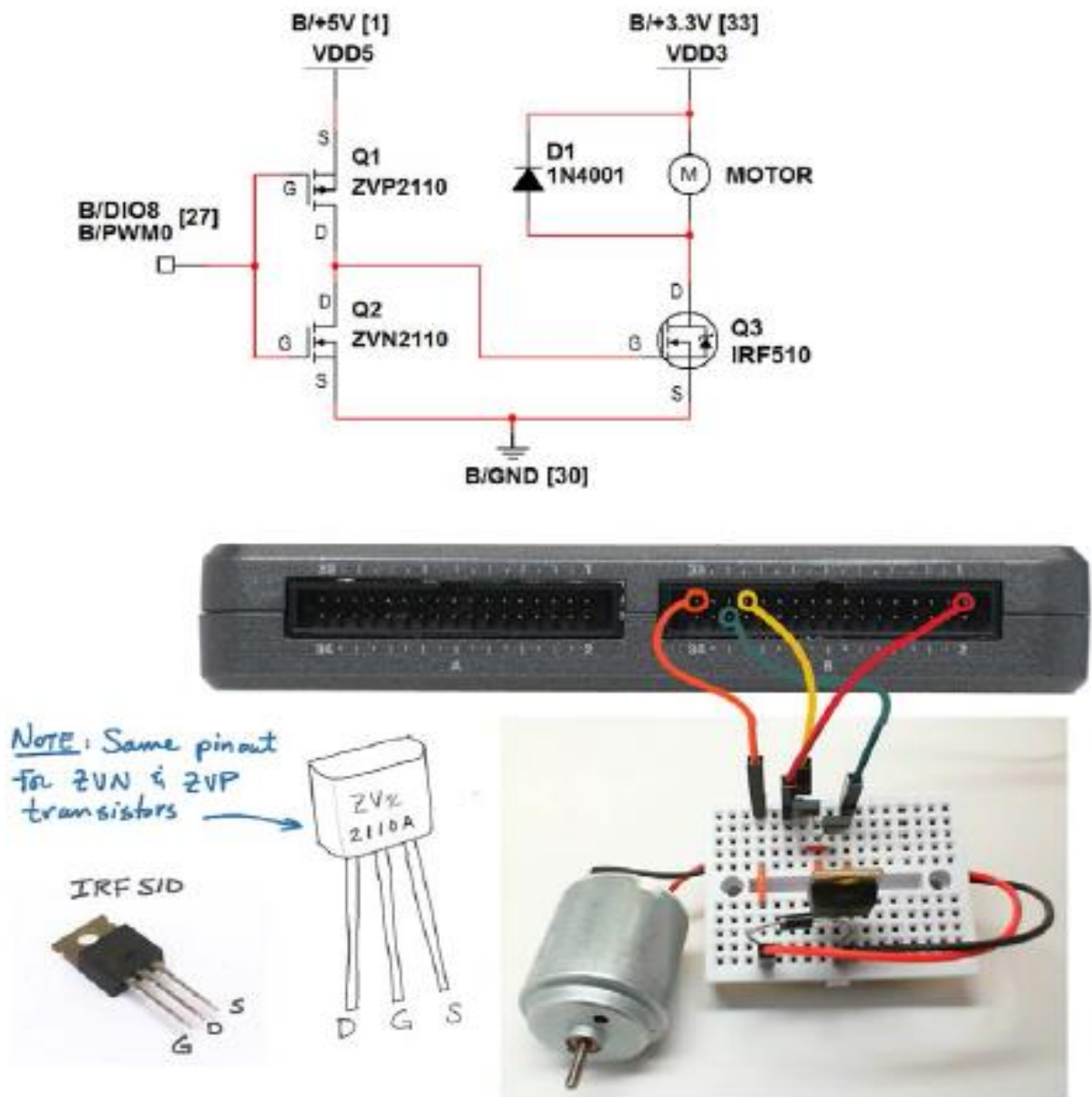
Motor Demo

- *Walk-Through the „Motor Demo” LabView Project*

poznasz zasady projektowania *Motor Demo*, następnie spróbuj te modyfikacje włączyć w schemat blokowy *Main.vi*:

- 1) Utwórz układ pracy silnika o zmiennej prędkości, uwzględniając poniższe:

- Zamień istniejący cyfrowego wyjścia ekspresowe *VI* z *PWM Express VI*. Wybierz kanał PWM, jako B/PWM0, tego samego złącza jak pin B/DIO8 (27 pin). Wybierz pozostałe opcje w oknie dialogowym, tak, że zarówno częstotliwość oraz cykl pracy są dostępne, jako wejścia sterujące,
 - Utwórz wskaźniki suwaków na *FrontPanel* dla każdej aktywności, kliknij prawym przyciskiem myszy na kolejne kontrolki i wybierz: "*Widoczne elementy*" i "*Digital Display*",
 - Kliknij prawym przyciskiem myszy na kontrolę częstotliwości, wybierz opcję "*Scale*", a następnie "*mapowanie*", i wybierz "*logarytmiczna*". Ponadto, kliknij dwukrotnie *górną granicę* swojej regulacji częstotliwości i wprowadź wartość "40.000". Postępując podobnie ustaw *dolną granicę* na wartość "40." Eksperymentuj zarówno z wartościami cyklu jak i częstotliwością. Jakie częstotliwości minimalizują dźwiękowy efekt PWM i maksymalizują zdolność do sterowania bardzo niskimi prędkościami silnika? Co możesz powiedzieć o ponownym uruchomieniu silnika, po jego zatrzymaniu? Jeśli masz podręczny amperomierz DMM, możesz obserwować prąd silnika w różnych warunkach obciążenia mechanicznego, w tym na wolnym biegu i podczas „start-up”.
- 2) Wprowadź dodatkowy kod wiedząc, że interfejs sterowania silnikiem jest aktywny w stanie niskim. Oznacza to, że chcesz, wykonać start miękki silnika przy niskich prędkościach a nie maksymalnych jak to jest teraz zaprogramowane.



Rysunek 12-2; Układ pokazywy interfejsu silnika prądu stałego dla NiMyRio; zalecany schemat połączeń do gniazda B NiMyRio_MXP

- 3) Dodaj logiczne sterowanie na *FrontPanel*, złączające silnik. Próby z użyciem Select węzeł zgodnie z programowaniem | Porównanie subpalette ustawić cykl na 0 lub wartości sterowania cyklem pracy panelu przedniego.
- 4) Odłącz przewód sterowania silnika i ponownie podłącz go do C/PWM0 (pin 14), do złącza C MSP; dostosuj VI do tej sytuacji.

Należy zauważyć, że ten silnik, jest dołączony poprzez wewnętrzny rezystor *PullDown*. Teraz przeciwdziała efektowi rozwijanej rezystancji wewnętrznej z zewnętrzną 4,7 kΩ. Rezystor podciągający podłączony jest między linią sterowania silnika i zasilającą, + 5V. Silnik powinien pozostać wyłączony, gdy *NiMyRIO* wyśle sygnał pierwszego sterowania lub wykona reset.

12.4. Pomysły integracji Projektu

Wiesz już, jak korzystać z silnika prądu stałego. Możesz rozważyć integrację tego Projektu z innymi urządzeniami do tworzenia kompletnego systemu, na przykład:

- Obrotomierz (49)
- *Control System On-Off* (51)

12.5. Więcej informacji...

Brushed DC silnik Podstawy byMicrochip~

Dowiesz się więcej o zasadach działania silnika prądu stałego, układów napędowych, sterowania kierunku z H-bridge i kontroli prędkości za pomocą układów z czujnikami Halla, jak działa sprzężenie zwrotne.

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

NOTATKI: