

## 8. Termistor

### (Thermistor)

Wykonaj Projekt: Termistor; *Termistor* nazwa powstała z połączenia dwóch słów (ang.): **THERM**al i res**ISTOR** = **THERMISTOR**. Po polsku mówimy: termistor, jest on dwukońcówkowym elementem półprzewodnikowym, – czyli *dwójnikiem*, którego rezystancja zmienia się wraz z jego temperaturą. Większość spotykanych termistorów to elementy z ujemnym współczynnikiem temperaturowym **NTC** - ang. *Negative Temperature Coefficient*, wzrost temperatury powoduje zmniejszanie jego rezystancji. **PTC** - ang. *Positive Temperature Coefficient*, – znane pod nazwą *pozystor*, to termistory o dodatnim współczynniku temperaturowym - wzrost temperatury powoduje wzrost rezystancji. **CTR** – ang. *Critical Temperature Resistor*, o skokowej zmianie rezystancji - wzrost temperatury powyżej określonej wartości powoduje gwałtowną zmianę: wzrost lub spadek rezystancji, stosowane są, jako bezpieczniki. W termistorach polimerowych następuje szybki wzrost rezystancji stąd są one stosowane, jako bezpieczniki polimerowe, a w ceramicznych, zawierających związki baru, spadek tejże<sup>1</sup>, co oznacza, że ich rezystancja maleje wraz ze wzrostem temperatury termistora.

Na Rysunku 8-1: pokazano termistor z zestawu *StarterKit* dla *NiMyRio*.



Rysunek 8-1; Termistor z zestawu *StarterKit* dla *NiMyRio*.

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

- 1) Wyjaśnić jak zachowuje się termistor w obwodzie elektrycznym,
- 2) Wyznaczyć wartość rezystancji termistora, znając rezystancje składników dzielnika napięcia i parametry wejścia analogowego *NiMyRio*,
- 3) Konwertować zmierzoną rezystancją termistora na odpowiadającą jej wartość temperatury zgodnie z teorią termistora opisaną równaniem *Steinhart-Hart*,
- 4) Dobrać wartości rezystorów dzielnika napięcia tak by uzyskać optymalny zakres i najlepszą czułości układu pomiarowego.

### 8.1. Pokazy

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

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

- Termistor 10 k $\Omega$  EPCOS B57164K103J,

[http://www.epcos.com/inf/50/db/ntc\\_09/Leaded-Disks\\_B57164\\_K164.pdf](http://www.epcos.com/inf/50/db/ntc_09/Leaded-Disks_B57164_K164.pdf)

- Rezystor 10 k $\Omega$ ,
- Dyskowy ceramiczny kondensator 0,1  $\mu$ F, oznaczony "104",

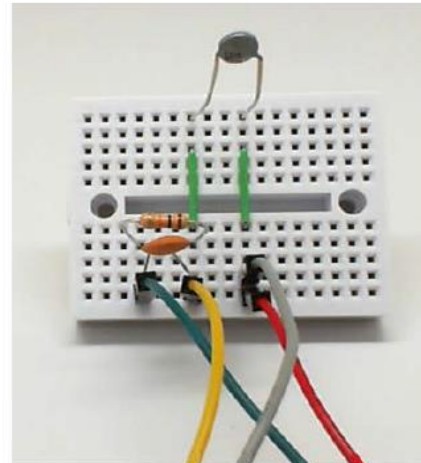
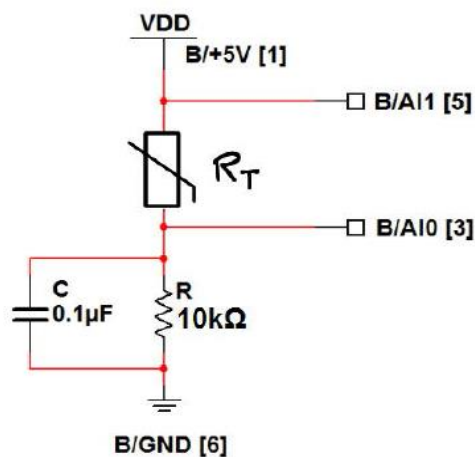
<http://www.avx.com/docs/Catalogs/class3-sc.pdf>

- UPM Uniwersalną Płytkę Montażową,
- PP Przewody Połączeniowe M-F (4 szt.)

**Zbuduj obwód interfejsu:** Zapoznaj się ze schematem układu interfejsu i zalecanym sposobem połączeń pokazanym na Rysunku 8-2. Obwód interfejsu termistora dla *NiMyRio*, wymaga czterech połączeń do złącza B  $\rightarrow$  *NiMyRIOMXP* (rys. A-1):

- 1) +5 Voltowy zasilacz  $\rightarrow$  B/+ 5V (pin 1)
- 2) ZIEMIA  $\rightarrow$  B/GND (pin 6)
- 3) Pomiar temperatury  $\rightarrow$  B/AI0 (pin 3)
- 4) Pomiar napięcia zasilania  $\rightarrow$  B/AI1 (pin 5)

<sup>1</sup> Na podstawie Wiki Encyklopedia



Rysunek: 8-1; Obwód pokazowy dla termistora: schemat ideowy, zalecany sposób połączeń do złącza B NiMyRIO.

#### 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: *<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 zmierzoną rezystancję termistora; należy spodziewać się, że wartość ta w temperaturze pokojowej będzie zbliżona do 10 kΩ.

Spróbuj lekko ogrzewać termistor, np. delikatnie dotykając termistorem do ciała. Możesz skorzystać ze słomki delikatnie dmuchając nań ciepłe powietrze,

albo posłużyć się suszarką do włosów nawiewając ciepłe powietrze na termistor. Obserwuj zmiany rezystancji, spada czy rośnie? Jakie są wartości ekstremalne?

Zastosuj plastikową torbę do kanapek wypełnioną dwoma kostkami lub kruszonym lodem. Otocz nią termistor, zapewniając kontakt termiczny, ale zwróć uwagę by nie zniszczyć torebki i nie dotykać termistorem bezpośrednio do lodu (wody). Czy zauważasz wzrost rezystancji termistora?. Jaka jest obserwowalna granica wzrostu jego rezystancji?

**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,
- Prawidłowy wybór złącza B MXP, końcówek (pinów) i jakości połączeń PP (Przewodami Połączeniowymi).

## 8.2. Teoria interfejsu

**Obwód interfejsu:** Budowa dzielnika napięcia z termistorem, wymaga rezystorów o stałej stabilnej wartości. Umieszczając termistor w górnej gałęzi dzielnika napięcia sprawimy, że dokładniejszy będzie pomiar w zakresie wyższych temperatur.

**Uważnie przestuduj film wideo:**

*Thermistor. 04:53*

<http://youtu.be/US406siBUxY>

NIMyRIO Project Essentials Guide

*NIMyRIO: Thermistor*

- characteristics
- steinhart-Hart equation
- recovering temperature from measured resistance.

Poznasz typy i charakterystyki różnych termistorów, do czego służy równanie Steinhart- Hart i jak z niego korzystać, nauczysz się przekształcać zmierzoną rezystancję termistora na temperaturę w stopniach Kelvina, Celsjusa czy Farenheita.

**Uważnie przestuduj film wideo:**

*Measure Thermistor Resistance with a voltage divider. 06:09*

<http://youtu.be/PhZ2QlCrwuQ>

NIMyRIO Project Essentials Guide

*NIMyRIO: Thermistor Measurement*

- Use a voltage divider to measure a thermistor's resistance

Dowiesz się, jak wyznaczyć wartość rezystancji termistora na podstawie zmierzonych parametrów dzielnika napięcia.

**Uważnie przestuduj film wideo:**

*Measure Resistance with a Voltage Divider. 09:43*

<http://youtu.be/9KUVD7RkxNI>

NIMyRIO Project Essentials Guide

*NIMyRIO: Measure Resistance*

- Measure unknown resistance  $R_x$  with a voltage divider and an analog input; maximize sensitivity and range

Poznasz działanie dzielników napięcia w technice pomiarowej, a także, w jaki sposób wielkość rezystora  $R$  wpływa na czułość i zakres pomiaru. Dużo ciekawej i ważnej teorii, cierpliwie wszystko postaraj się przyswoić. Wykład może wymagać wielokrotnego powtórzenia, cierpliwości! Możesz wykonać osobiste notatki i obliczenia.

**Programowanie LabView:**

**Uważnie przestuduj film wideo:**

*Analog Input Express VI. 01:59*

<http://youtu.be/N6Mi-VjBlmc>

NIMyRIO Project Essentials Guide

*NIMyRIO: Analog Input Express VI*

- Read one or more analog inputs with the Analog Input Express VI

Poznasz sposoby zarządzania wejściami analogowymi, dostępem do nich, zasadami oprogramowywania.

## 8.3. Podstawowe modyfikacje

**Uważnie przestuduj film wideo:**

*„Thermistor Demo” LabView Project. 02:28*

<http://youtu.be/xi0VIpGpf4w>

NIMyRIO Project Essentials Guide

*NIMyRIO: Thermistor Demo*

- Walk Through the “Thermistor demo” LabView Project

Poznasz zasady projektowania interfejsu z termistorem, demo termistora, możesz spróbować wdrożyć poznane i poniższe modyfikacje schematu blokowego *Main.vi*:

- 1) Dodaj niezbędne obliczenia do zamiany zmierzonej temperatury na stopnie Celsjusza; wyświetlanie temperatury na dużym wskaźniku, wybieranie opcji na *FrontPanel*. Skorzystaj z wbudowanego w VIs Matematyka | Elementary | logarytm naturalny i matematyki | wielomianu | wielomianu. Zastosuj wartości współczynników wielomianu prezentowane we wcześniejszym filmie.
- 2) Zamień wyświetlacz temperatury na wyświetlający w stopniach Farenheita.
- 3) Utwórz logiczny wskaźnik porównywania: wskaźnik, kiedy zmierzona temperatura przekroczy (lub spadnie) poniżej zadanego progu.

## 8.4. Pomysły integracji Projektu

Wiesz już, jak używać termistora, rozważ integrację Projektu z innymi układami w celu stworzenia kompletnego systemu, na przykład:

- Mirnik podręczny (39), *HandheldMeter*
- Czujnik bezprzewodowy (40)
- Rejestrator Danych (41), *Data Logger*
- Sterowanie przewodowe (43), *Ster By Wire*
- Termometr cyfrowy (44)
- System sterowania włącz-wyłącz (51), *Control System On-Off (51)*
- Stacja pogodowa (57)

## 8.5. Więcej informacji...

*Thermistors by National Instruments ~*

Charakterystyki termistorów, równanie termistora Steinhart-Hart:

<http://zone.ni.com/reference/en-XX/help/370466V-01/measfunds/thermistors>

*NTC Thermistors by Vishay ~*

<http://www.vishay.com/docs/29053/ntcintro.pdf>

Podstawy działania termistorów, kryteria wyboru, projektowania obwodów i przykładowych zastosowań:

## NOTATKI: