

# Laboratorium Systemów SCADA

## Ćwiczenie 6. Wprowadzenie do oprogramowania NI LabVIEW

Opracował: dr hab. inż. Sebastian Dudzik

### 1. Cel ćwiczenia

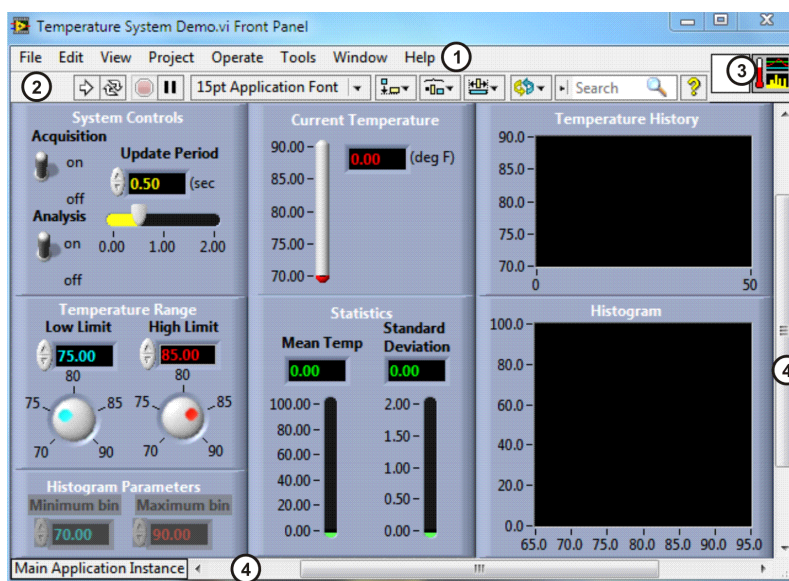
Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z oprogramowaniem do akwizycji, wizualizacji i przetwarzania danych na przykładzie programu **LabVIEW** firmy **National Instruments**.

### 2. Wprowadzenie

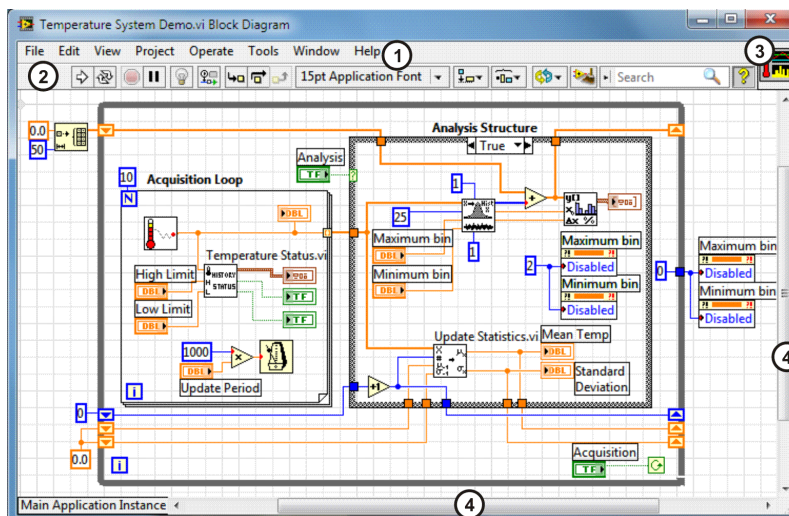
Oprogramowanie LabVIEW jest środowiskiem projektowo-uruchomieniowym, przeznaczonym do akwizycji i przetwarzania danych pomiarowych. Z powodzeniem może służyć jako program do wizualizacji i sterowania procesów technologicznych. W odróżnieniu od wielu języków programowania tworzenie aplikacji w LabVIEW polega na łączeniu odpowiednich symboli graficznych zastępujących konkretne polecenia i funkcje (program stworzony za pomocą LabVIEW nazywany jest VI – wirtualny instrument). Taki sposób tworzenia programu jest bardziej przejrzysty i bardzo ułatwia usuwanie błędów lub wprowadzanie późniejszych poprawek.

Po uruchomieniu LabVIEW na ekranie widzimy dwa okna: ekran panelu (rys. 1) oraz ekran diagramu (rys. 2). Okno panelu zapewnia komunikację użytkownika z programem. Możemy na nim umieszczać wszelkiego rodzaju przełączniki, przyciski, pokrętła, wskaźniki, okna graficzne, wykresy itp., które będą wykorzystywane w tworzonej przez nas aplikacji. Ekran diagramu służy do tworzenia struktury programu i implementacji algorytmów. Panel i diagram posiadają stałe elementy są to: paski menu (1 na rys. 1 i rys. 2), pasek narzędzi (2 na rys. 1 i rys. 2 oraz rys. 5), oraz obszar podglądu ikony/złącza (3 na rys. 1 i 2). Pasek menu panelu zawiera m.in. następujące grupy poleceń:

- **File** – menu grupujące polecenia operacji na plikach i bibliotekach programu LabVIEW,
- **Edit** – polecenia kopiowania, wycinania i modyfikacji standardowych elementów,
- **Operate** – menu grupujące polecenia startu/stopu aplikacji użytkownika oraz ustawiania wartości domyślnych elementów,
- **Window** – grupa poleceń wspierająca wyświetlanie okien diagramu, okien informacyjnych, podglądu schowka i rozmieszczania obiektów na ekranie,
- **Help** – okno pomocy.

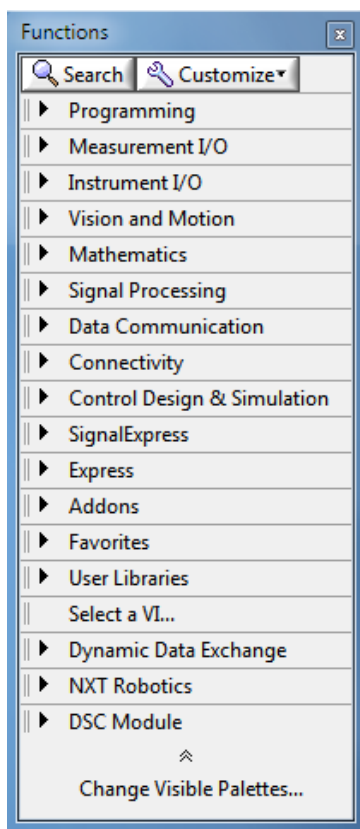
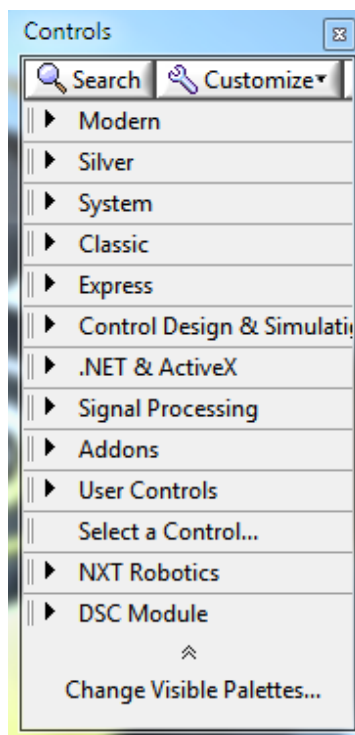


Rys. 1. Okno panelu przykładowej aplikacji w środowisku LabVIEW: 1-pasek menu, 2-pasek narzędzi, 3-wygląd ikony/złącza, 4-pasek przewijania



Rys. 2. Okno diagramu przykładowej aplikacji w LabVIEW: 1-pasek menu, 2-pasek narzędzi, 3-wygląd ikony/złącza, 4-pasek przewijania

Oprócz pasek menu w trakcie edycji programu w środowisku LabVIEW na ekranie pojawiają się dwie palety: **Functions** (w trakcie edycji diagramu – rys. 3) oraz **Controls** (w trakcie edycji panelu – rys. 4).

Rys. 3. Paleta **Functions**Rys. 4. Paleta **Controls**

Paleta **Functions** zawiera wszystkie dostępne polecenia (bloki) graficznego języka programowania LabVIEW. Programowanie polega na wybieraniu odpowiednich bloków z menu **Functions** i odpowiednim ich łączeniu za pomocą linii (połączeń). Połączenia te mają różny wygląd w zależności od przesyłanych informacji (np. cienka linia niebieska oznacza dane numeryczne – liczby całkowite). Bloki funkcjonalne zostały podzielone na wiele grup, w ramach których zagnieżdżone są podgrupy. Przykładowo na rys. 7 przedstawiono wygląd palety **Controls** po rozwinięciu grupy **Programming**.

Pasek narzędzi (rys. 5) jest stałym elementem zarówno dla okna sterowania jak i okna diagramu. Wygląd jego zmienia się w zależności od trybu pracy LabVIEW. Istnieją dwa tryby pracy: tryb edycji, w którym możliwa jest edycja struktury programu i wyglądu panelu sterowania oraz tryb pracy uruchomieniowy, w którym LabVIEW znajduje się po uruchomieniu aplikacji. W tym trybie możliwe jest oglądanie diagramu bez możliwości zmian a aplikacją sterować można tylko z panelu. Pasek narzędzi diagramu składa się z następujących ikon – przycisków (oznaczenia jak na rys. 5):

1. **Run** – uruchomienie aplikacji.
2. **Run Continuously** – uruchomienie aplikacji w trybie ciągłym.



Rys. 5. Pasek narzędzi programu LabVIEW – tryb edycji

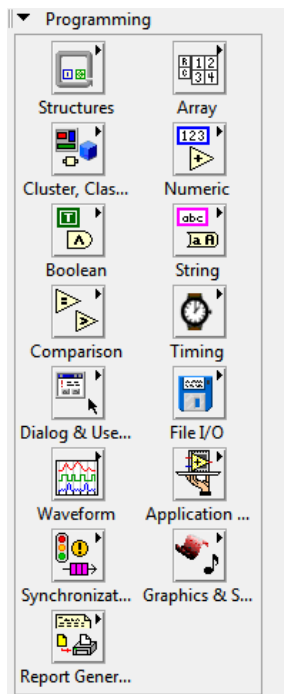
3. **Abort Execution** – zatrzymanie wykonywania aplikacji
4. **Pause** – wstrzymanie wykonywania aplikacji z możliwością kontynuowania wykonywania
5. **Highlight Execution** – podświetlanie danych w czasie wykonania (narzędzie debugowania)
6. **Probe** – próbnik danych (narzędzie debugowania)
7. Grupa narzędzi debugowania (praca krokowa, punkty zatrzymania)
8. **Text Settings** – ustawienia wyboru czcionki i stylu tekstu
9. **Align Objects** – narzędzia wyrównywania obiektów
10. **Distribute Objects** – narzędzia rozmieszczenia obiektów
11. **Reorder** – narzędzia grupowania i zmiany kolejności obiektów
12. **Clean Up Diagram** – narzędzie automatycznego „czyszczenia” diagramu
13. **Search** – wyszukiwanie
14. **Show Context Help Window** – włączenie/wyłączenie okna pomocy kontekstowej

Ostatnim stałym elementem głównych okien LabVIEW jest obszar podglądu ikony/złącza (rys. 6). Obszar ten pokazuje nam wygląd ikony VI, jako podprogramu – SubVI – w schemacie programu wyższego w hierarchii. Istnieje oczywiście możliwość dowolnej zmiany wyglądu ikony/złącza. Obszar ten po zmianie trybu wyświetlania ukazuje nam również wygląd złącza, tj. miejsca, do których można podłączać zmienne wejściowe lub wyjściowe (każdy blok diagramu posiada określoną ilość pól przyłączeniowych i wyjściowych). LabVIEW nie narzuca żadnych ograniczeń co do hierarchii (możliwe jest dowolne zagnieżdżanie podprogramów). Obraz hierarchii programu uzyskujemy dzięki poleceniu menu **View»VI Hierarchy**. Warto również zaznaczyć, iż projektant nie jest ograniczony do jednego ekranu. Zarówno panel sterowania jak i okno diagramu można przesuwac za pomocą linijek umieszczonych na dole i po prawej stronie ekranu. Pozwala to na budowę dużych aplikacji, lecz zmniejsza ich przejrzystość.



Rys. 6. Widok ikony/złącza przykładowej aplikacji LabVIEW: z lewej strony widok złącza (terminala połączeniowego), z prawej strony widok ikony

Stworzony VI można zapisać na dysku w postaci samodzielnego pliku (pliki o rozszerzeniu \*.vi) lub stworzyć bibliotekę programów (pliki o rozszerzeniach \*.lib). Operacje związane z zapisem i odczytem VI znajdują się w menu **File**.




Rys. 7. Grupa **Programming** palety **Functions**

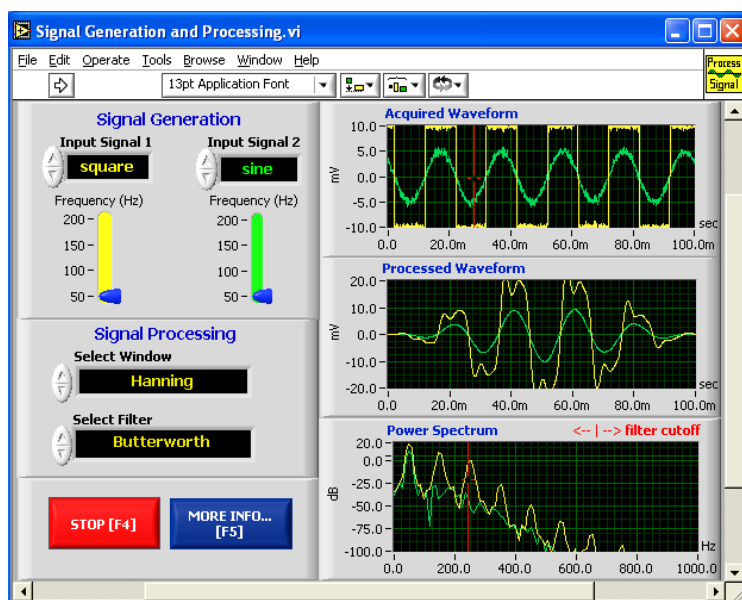
### 3. Przebieg ćwiczenia


#### 3.1. Otwarcie i uruchomienie przyrządów wirtualnych: **Signal Generation and Processing i Temperature System Demo**

##### 3.1.1. Uruchomienie i analiza VI: **Signal Generation and Processing**

1. Wybrać **Start»Wszystkie Programy»National Instruments»LabVIEW 2012»LabVIEW 2012** aby uruchomić program LabVIEW. Pojawi się okno dialogowe **LabVIEW**.
2. Wybrać **Help»Find Examples**. Pojawi się okno **NI Example Finder**, które umożliwia dostęp do przykładów LabVIEW.
3. W zakładce **Browse**, wybrać **Browse according to: Task**. Następnie wybrać **Analyzing and Processing Signals»Signal Processing»Signal Generation and Processing.vi** (wyboru dokonuje się poprzez podwójne kliknięcie lewym klawiszem myszy). Panel przyrządu **Signal Generation and Processing** zostanie otwarty.

4. Kliknąć na przycisku **Run** , znajdującym się na pasku narzędzi, aby uruchomić VI. Ten przyrząd prezentuje wyniki filtrowania i zmiany kształtu okna filtracji generowanego sygnału. Dodatkowo w przykładzie wyświetlane jest widmo mocy generowanego sygnału. Sygnał wyjściowy wyświetlany jest na wykresie będącym elementem diagramu:



5. Aby zmienić typ sygnału wejściowego (**Input Signal**) należy użyć narzędzia **Operate Value** . Do wyboru okna (**Select Window**) i filtra (**Select Filter**) należy użyć strzałek zwiększania i zmniejszania wartości w kontrolkach. Aby ustalić wymaganą częstotliwość należy przesunąć kontrolkę **Frequency**.
6. Nacisnąć przycisk **More Info...** lub [F5] aby przeczytać więcej na temat funkcji analizy.
7. Nacisnąć przycisk **Stop** lub [F4] aby zatrzymać VI.
8. Wybrać **Window»Show Diagram** lub **Ctrl-E** aby wyświetlić diagram dla VI **Signal Generation and Processing**.
9. Wskazać funkcje, struktury i VI znajdujące się na diagramie. Wskazać podstawowe elementy okna diagramu: pasek menu, obszar roboczy, paletę **Functions** i pasek narzędzi.
10. Przejść na panel.
11. Zamknąć VI nie zapisując zmian.

### 3.1.2. Uruchomienie i analiza VI: **Temperature System Demo**

1. Wybrać **Help»Find Examples**. Pojawi się okno **NI Example Finder**, które umożliwia dostęp do przykładów LabVIEW.

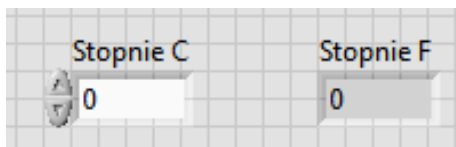
2. W zakładce **Search**, w polu **Enter keyword(s)** wpisać `temperature`. Następnie w oknie wyników po prawej stronie wybrać `Temperature System Demo.vi`. Panel przyrządu **Temperature System Demo** zostanie otwarty (rys. 1).
3. Uruchomić VI.
4. Zmienić stany kontroltek **Acquisition** i **Analysis** oraz wartość **Update Period**. Zaobserwować zmiany w działaniu VI.
5. Zmienić limity alarmów **Low Limit** i **High Limit**. Zaobserwować zmiany w działaniu VI.
6. Zatrzymać VI za pomocą przycisku **Abort Execution** na pasku narzędzi.
7. Przejść na diagram.
8. Włączyć okno pomocy kontekstowej naciskając **CTRL+H** lub za pomocą polecenia **Help» Show Context Help**.
9. Najechać wskaźnikiem myszy na blok `Simulated Temperature.vi` oznaczony ikoną czerwonego termometru. Zaobserwować zawartość okna pomocy kontekstowej. Najechać wskaźnikiem na inny wybrany blok i zaobserwować zawartość okna pomocy kontekstowej.
10. Zamknąć VI bez zapisywania.
11. Zamknąć okno **NI Example Finder** za pomocą przycisku **Close**.

### 3.2. Budowa VI do konwersji wartości temperatury wyrażoną w stopniach Celsjusza na wartość temperatury wyrażoną w stopniach Fahrenheita

#### 3.2.1. Budowa panelu

1. Aby utworzyć nowy VI należy wybrać **File»New VI** lub **CTRL+N**.
2. Utworzyć kontrolkę **Numeric Control**. Będzie ona używana do wprowadzania wartości w °C:
  - (a) Wybrać **Numeric Control** z palety **Controls»Modern»Numeric**. Jeśli paleta **Controls** jest niewidoczna, kliknąć prawym przyciskiem na otwartym obszarze panelu użytkownika aby ją wyświetlić.
  - (b) Przenieść kontrolkę na panel i kliknąć aby umieścić ją w wybranym miejscu.
  - (c) Wpisać `Stopnie C` wewnątrz etykiety i kliknąć poza etykietą lub przycisk **Enter** na pasku narzędzi. Jeśli nazwa nie zostanie wprowadzona od razu, LabVIEW użyje etykiety domyślnej. Można edytować etykietę za każdym razem używając narzędzia edycji tekstu.
3. Utworzyć wskaźnik numeryczny **Numeric Indicator**. Wskaźnik będzie użyty do wyświetlania wartości temperatury w °F:

- (a) Wybrać **Numeric Indicator** z palety **Controls»Modern»Numeric**.
- (b) Przenieść wskaźnik na panel i kliknąć aby umieścić go w wybranym miejscu.
- (c) Wpisać **Stopnie F** wewnątrz etykiety i kliknąć na zewnątrz etykiety lub kliknąć przycisk **Enter**.
- (d) Panel powinien wyglądać następująco:

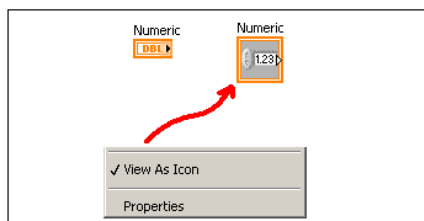


LabVIEW tworzy na diagramie końcówki kontrolki i wskaźników odpowiadające panelowi. Kończówki reprezentują typy danych kontrolki i wskaźników. Dla przykładu końcówka **DBL** reprezentuje typ zmiennoprzecinkowy podwójnej precyzji dla kontrolki lub wskaźnika.

### 3.2.2. Budowa diagramu

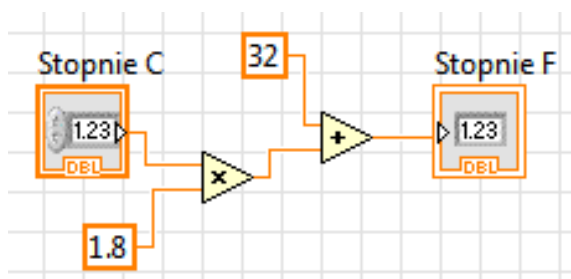
Aby utworzyć diagram VI należy wykonać następujące kroki:

1. Przejść na diagram (**Window»Show Diagram** lub **Ctrl+E**). Kończówki na diagramie mogą być wyświetlane jako terminals (kończówki) lub (icons) ikony. Aby zmienić sposób wyświetlania tych obiektów przez LabVIEW należy kliknąć prawym przyciskiem na końcówce i wybrać **View As Icon**:



2. Wybrać funkcje **Multiply** (mnożenie) i **Add** (dodawanie) z palety **Functions»Programming»Numeric** i umieścić je na diagramie. Jeśli paleta **Functions** jest niewidoczna, kliknąć prawym przyciskiem na wolnym obszarze diagramu by ją wyświetlić.
3. Wybrać **Numeric Constant** (stała numeryczna) z palety **Functions»Programming»Numeric** i umieścić dwie z nich na diagramie. Kiedy umieszcza się stałą numeryczną na diagramie po raz pierwszy jest ona podświetlona, można więc wprowadzić dowolną wartość. Wprowadzić **1.8** dla jednej stałej oraz **32.0** dla drugiej. Jeśli stała została przesunięta zanim wprowadzono wartość, należy użyć narzędzia edycji tekstu do wprowadzenia wartości.
4. Wykorzystać narzędzie do łączenia (**Connect Wire**) do połączenia elementów na diagramie zgodnie ze schematem:





### WSKAZÓWKI:

- Aby połączyć jedną końcówkę z inną, należy użyć narzędzia **Connect Wire** (ikona szpulki na palecie narzędzi), kliknąć na pierwszej końcówce, przesunąć narzędzie do drugiej końcówki i kliknąć na niej.
  - Możliwa jest zmiana kierunku łączenia poprzez kliknięcie na diagramie i przeciągnięcie kursora w kierunku pionowym. Aby zmienić kierunek łączenia należy nacisnąć spację.
  - Aby zidentyfikować końcówki wejściowe i wyjściowe należy kliknąć prawym przyciskiem funkcje **Multiply** (mnożenie) i **Add** (dodawanie) i wybrać **Visible Items»Terminals** z menu kontekstowego by wyświetlić panel połączeń elementu. Po podłączeniu funkcji wrócić do widoku ikony klikając prawym klawiszem na elemencie i wybierając **Visible Items»Terminals** z menu kontekstowego. Odznaczyć odpowiedni element menu.
  - Po przesunięciu narzędzia łączenia nad port (wejściowy lub wyjściowy), obszar portu zaczyna migać, wskazując, że kliknięcie spowoduje podłączenie do niego przewodu. W dymku opisu pojawia się nazwa portu.
  - Aby anulować rozpoczętą operację łączenia należy nacisnąć klawisz **Esc**, kliknąć prawym przyciskiem myszy lub kliknąć na porcie źródłowym.
5. Wyświetlić panel klikając na nim lub wybierając **Window»Show Panel**.
  6. Zachować VI ponieważ będzie on używany w dalszej części ćwiczenia:
    - (a) Wybrać **File»Save**.
    - (b) Przejść do folderu `C:\Studenci LV` (jeżeli folder nie istnieje należy go utworzyć).
    - (c) W folderze `C:\Studenci LV` utworzyć podkatalog o nazwie złożonej z nazwiska jednego ze studentów sekcji laboratoryjnej. Przejść do utworzonego podkatalogu.
    - (d) Wpisać `Convert C to F.vi` w oknie dialogowym.
    - (e) Kliknąć na przycisku **Save**.

**Ważne:** Należy zapisywać wszystkie VI, edytowane w tym ćwiczeniu w `C:\Studenci LV\NAZWISKO`.

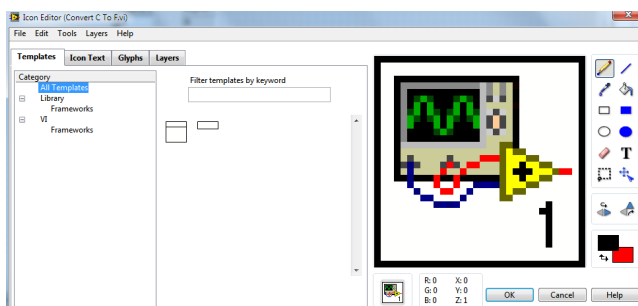
7. Wprowadzić liczbę do kontrolki **Digital Control** i uruchomić przyrząd.



- (a) Wybrać narzędzie **Operating Value** lub narzędzie edycji tekstu **Edit Text** (ikona litery A w palecie narzędzi), kliknąć podwójnie na kontrolce Digital Control i wprowadzić nową liczbę. Kliknąć **Run** aby uruchomić VI.
- (b) Przetestować działanie VI dla pięciu różnych wartości temperatur wyrażonych w stopniach Celsjusza.

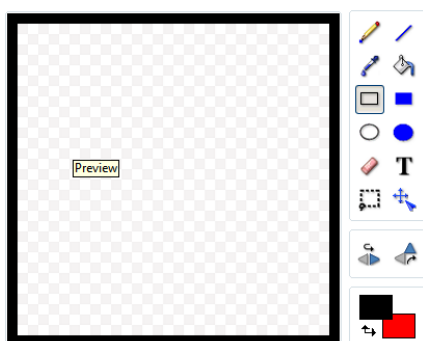
8. Wybrać **File»Close** aby zamknąć Convert C to F.vi.

### 3.2.3. Tworzenie podprogramu

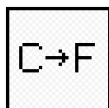
1. Wybrać **File»Open** i przejść do C:\Sutdenci LV\NAZWISKO aby otworzyć przyrząd wirtualny Convert C to F.vi. Pojawi się panel użytkownika.
2. Jeśli wszystkie otwarte VI zostały wcześniej zamknięte, kliknąć przycisk **Open Existing** w oknie dialogowym LabVIEW.
3. Kliknąć prawym przyciskiem myszy na ikonie w prawym górnym rogu panelu użytkownika i wybrać **Edit Icon** z menu kontekstowego. Pojawi się okienko dialogowe **Icon Editor** z załadowaną ikoną domyślną:



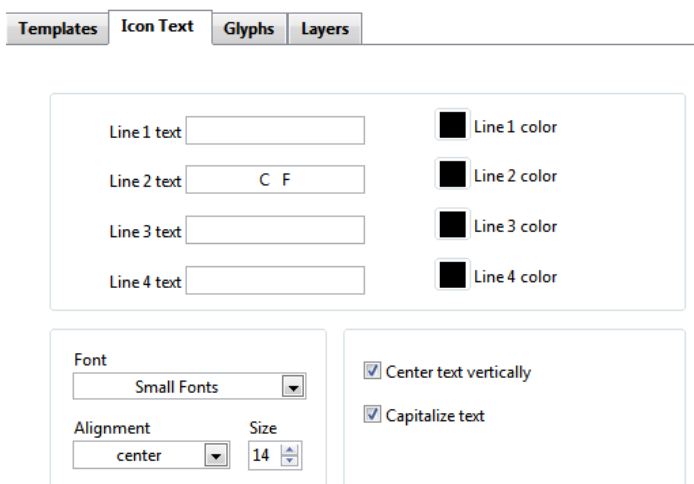
4. Wybrać narzędzie **Select**  w lewym dolnym rogu pasku narzędzi po prawej stronie obszaru ikony.
5. Zaznaczyć cały obszar ikony i nacisnąć **Del**. Spowoduje to usunięcie grafiki z obszaru ikony.
6. Wybrać narzędzie **Rectangle** . Przeciągając wskaźnikiem myszy od lewego górnego do prawego dolnego rogu obszaru ikony narysować prostokąt wypełniający cały ten obszar:




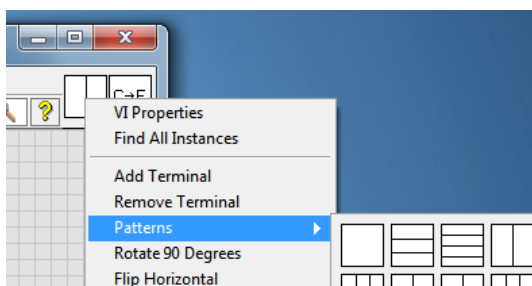
7. Utworzyć ikonę:




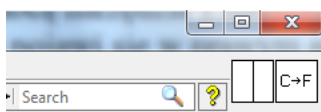
- (a) Przejść na zakładkę **Icon Text**.
- (b) W polu tekstowym **Line 2 Text** wprowadzić C, następnie trzy spacje i F. Ustawić czcionkę (**Font**) na **Small Font**, wyrównanie (**Alignment**) na center i rozmiar (**Size**) na 14:



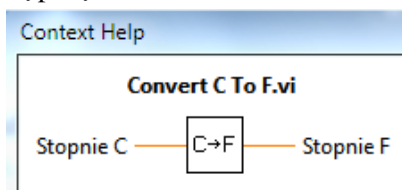
- (c) Utworzyć strzałkę pomiędzy literami C i F za pomocą narzędzia **Line** .
- (d) Nacisnąć **OK**, aby zakończyć edycję ikony. Ikona pojawi się w prawym górnym rogu panelu i diagramu
8. Kliknąć prawym przyciskiem myszy na panel połączeniowy w prawym górnym rogu panelu użytkownika i wybrać **Patterns** z menu kontekstowego aby zdefiniować wzorec panelu połączeniowego dla podprogramu:



9. Wybrać wzorec o jednym wejściu i jednym wyjściu . Obszar panelu połączeniowego i ikony podprogramu powinien wyglądać następująco:



10. Przypisać końcówki do kontrolki numerycznej i numerycznego wskaźnika:
- Wybrać **Help»Show Context Help** aby wyświetlić okno Context Help.
  - Kliknąć na lewej końcówce w panelu połączeń. Narzędzie automatycznie przełączy się w tryb narzędzia **Connect Wire** (łączenie), i końcówka zmieni kolor na czarny.
  - Kliknąć kontrolkę `Stopnie C`. Lewa końcówka zmieni kolor na pomarańczowy i pojawi obwódka kontrolki.
  - Kliknąć na wolnym obszarze panelu użytkownika. Obwódka zniknie, a końcówka zmieni kolor na kolor reprezentowanego typu danych aby pokazać, że połączenie zostało ustanowione.
  - Kliknąć na prawą końcówkę na panelu połączeń i na wskaźnik `Stopnie F`. Prawa końcówka zmieni kolor na pomarańczowy.
  - Kliknąć na wolnym obszarze panelu użytkownika. Obie końcówki staną się pomarańczowe.
  - Przesunąć kursor nad panel połączeń. Okno **Context Help** pokaże, że obie końcówki są połączone z wartościami zmiennoprzecinkowymi:

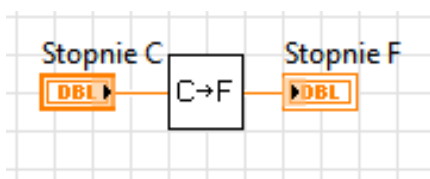


- Wybrać **File»Save** by zapisać VI ponieważ będzie użyty w dalszym ciągu ćwiczenia.
- Wybrać **File»Close** aby zamknąć `Convert C to F.vi`.

### 3.2.4. Wstawianie podprogramu do programu wyższego poziomu

- Utworzyć nowy VI.
- Przejsć na diagram.
- Z palety **Functions** wybrać **Select a VI**. W otwartym oknie wybrać `Convert C To F.vi` i umieścić blok na diagramie klikając lewym przyciskiem myszy.
- Włączyć okno **Context Help**, przesunąć wskaźnik nad wstawiony blok. Zaobserwować zmiany w oknie **Context Help**.
- Wybrać narzędzie **Connect Wire**. Przesunąć wskaźnik nad lewą końcówkę (wejście `Stopnie C`) wstawionego bloku. Kończówka na diagramie i w oknie **Context Help** zacznie migać, zmieniając kolor na czarny.

6. Z menu kontekstowego (prawy przycisk myszy) wybrać **Create»Control**. Zostanie utworzona kontrolka numeryczna `Stopnie C`, podłączona do wejścia `Stopnie C` bloku **Convert C To F**.
7. Przesunąć wskaźnik nad prawą końcówkę (wyjście `Stopnie F`) wstawionego bloku. Końcówka na diagramie i w oknie **Context Help** zacznie migać, zmieniając kolor na czarny.
8. Z menu kontekstowego (prawy przycisk myszy) wybrać **Create»Indicator**. Zostanie utworzony wskaźnik numeryczny `Stopnie F`, podłączony do wyjścia `Stopnie F` bloku **Convert C To F**:



9. Wybrać **File»Save** by zapisać VI jako `Temperature Conversion.vi`.
10. Przejść na diagram i uporządkować go, tak, aby kontrolka i wskaźnik znajdowały się blisko siebie.
11. Przetestować działanie VI dla pięciu różnych wartości temperatur wyrażonych w stopniach Celsjusza.
12. Wybrać **File»Close** aby zamknąć `Temperature Conversion.vi`.

### 3.3. Taktowanie programowe

#### 3.3.1. Budowa panelu

1. Utworzyć nowy VI.
2. Zbudować następujący panel użytkownika:

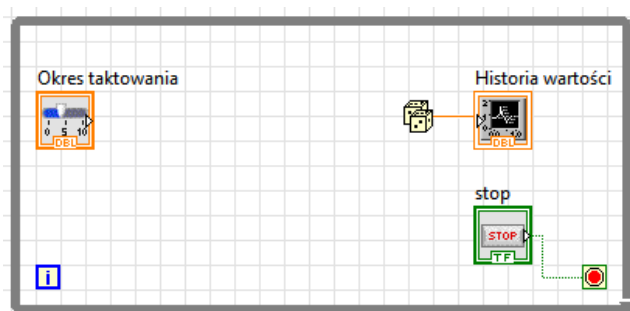


- (a) Wybrać poziomy suwak **Horizontal Pointer Slide** z palety **Controls»Numeric Controls** i umieścić go na panelu. Suwak będzie używany do zmiany częstości taktowania programowego.
- (b) Wpisać `Okres taktowania` (ms) wewnątrz etykiety i kliknąć poza nią lub nacisnąć przycisk **Enter** na pasku narzędzi, pokazanym po lewej stronie.
- (c) Umieścić **Stop Button** z palety **Controls»Modern»Boolean**.
- (d) Wybrać **Waveform Chart** z palety **Controls»Modern»Graph** i umieścić go na panelu użytkownika. Wykres (**Waveform Chart**) będzie wyświetlał dane w czasie rzeczywistym.
- (e) Wpisać `Historia wartości` wewnątrz etykiety i kliknąć poza nią lub nacisnąć przycisk **Enter** na pasku narzędzi.
- (f) Opisać legendę wykresu `Plot 0`. Użyć narzędzia **Tekst** i kliknąć potrójnie `Plot 0` na legendzie wykresu. Wpisać `Wartość`, kliknąć poza etykietą lub nacisnąć przycisk **Enter** na pasku narzędzi.
- (g) Generator liczb losowych generuje liczby z zakresu od 0 do 1, W dalszej pracy nad przyrządem generator można zamienić poleceniem odczytu danych (np. z karty pomiarowej). Użyć narzędzia **Tekst**, kliknąć podwójnie na `10.0` na osi `y`, wpisać `1`, i kliknąć poza wykresem lub kliknąć przycisk **Enter** aby zmienić skalę wykresu.
- (h) Zmienić `-10.0` na osi `y` na `0`.
- (i) Nazwać oś `y`: `Wartość` a oś `x`: `Czas (sec)`.

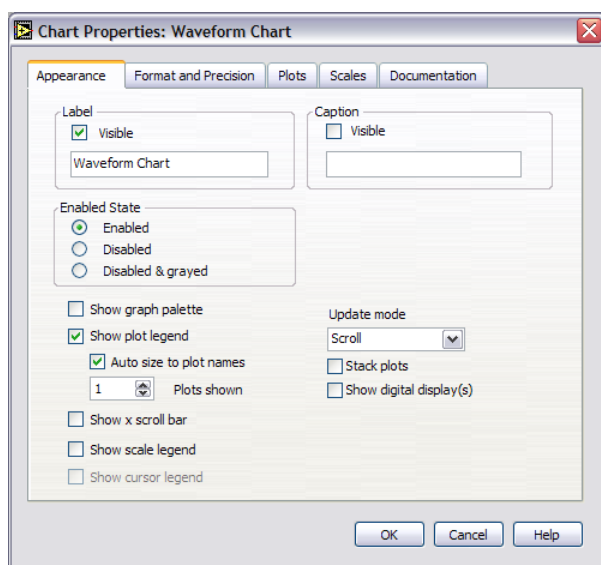
### 3.3.2. Tworzenie diagramu

1. Wybrać **Window»Show Diagram** aby wyświetlić diagram.

- Objąć dwie końcówki pętli **While**, tak jak pokazano na poniższym diagramie:



- Wybrać **While Loop** z palety **Functions»Programming»Structures**.
  - Kliknąć i przeciągnąć prostokątne zaznaczenie wokół obu końcówek
  - Użyć narzędzia **Position/Size/Select (Wybór)** w celu zmiany rozmiarów pętli.
- Wybrać **Random Number (0-1)** (generator liczb losowych) z palety **Functions»Numeric**. Alternatywnie można użyć tego VI jako przyrządu rejestrującego dane z zewnętrznego czujnika pomiarowego.
  - Połączyć elementy tak jak pokazano na poprzednim diagramie.
  - Zapisać VI jako `Use a Loop.vi`.
  - Przejsć na panel.
  - Uruchomić VI. Część diagramu wewnątrz pętli **While** wykonuje się dotąd aż warunek zatrzymania pętli (warunek logiczny) nie będzie spełniony (**TRUE**). Dla przykładu, dopóki przycisk **STOP** nie jest naciśnięty (wartość kontrolki równa **FALSE**), VI generuje nową wartość i wyświetla ją na wykresie.
  - Kliknij przycisk **STOP** aby zatrzymać działanie VI. Warunek ma wartość (**TRUE**) i pętla przestaje się wykonywać.
  - Sformatować i dostosować skale na osiach X i Y wykresu:
    - Kliknąć prawym przyciskiem myszy na wykresie i wybierać **Properties** z menu kontekstowego. Pojawi się okienko dialogowe.



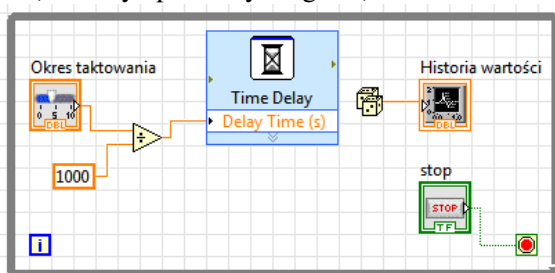
(b) Kliknąć zakładkę **Scale** i wybrać różne style dla osi  $x$  i  $y$ . Można także wybrać różne tryby odwzorowania, opcje siatki, współczynniki skali, formaty i precyzje. Zaobserwować, że zmiany na wykresie uaktualniane są na bieżąco.

(c) Zaznaczyć wymagane opcje (rys. powyżej) i kliknąć przycisk OK.

10. Kliknąć wykres prawym przyciskiem myszy i wybrać **Data Operations»Clear Chart** z menu kontekstowego aby wyczyścić bufor wyświetlania i zresetować wykres. Jeśli VI jest uruchomiony, można wybrać **Clear Chart** z menu kontekstowego.

### 3.3.3. Dodawanie instrukcji taktowania

Kiedy VI jest uruchomiony, pętla **While** wykonuje się tak szybko jak to możliwe. Aby pobierać dane co ściśle określony przedział czasu, (np. co pół sekundy) należy wykonać następujące kroki: (utworzyć poniższy diagram):



1. Wstawić **Time Delay** z palety **Functions»Programming»Timing**. W oknie dialogowym, które się pojawi wstawić 0.5. Ta funkcja sprawi, że każda iteracja pętli powtórzy się co pół sekundy (500 ms).
2. Podzielić opóźnienie w milisekundach przez 1000 aby uzyskać czas w sekundach. Podłączyć wyjście funkcji dzielenia do wejścia **Delay Time (s)** funkcji **Time Delay**. Pozwoli to



na ustawianie prędkości wykonania przez suwak umieszczony na panelu użytkownika.

3. Zapisać VI
4. Uruchomić VI. Wypróbować różne wartości opóźnienia i uruchomić VI ponownie. Zaobserwować, jak zmiana wartości opóźnienia wpływa na prędkość generowania i wyświetlania wartości.
5. Zamknąć VI.

#### **3.3.4. Zadanie do samodzielnego wykonania**

1. Na podstawie SubVI do konwersji stopni Celsjusza na stopnie Fahrenheita stworzyć VI generujący losowo temperaturę w stopniach Celsjusza i Fahrenheita z wykorzystaniem pętli **While** z taktowaniem programowym. VI powinien wyświetlać temperaturę w obu skalach na dwóch wykresach typu **Waveform Chart**.