

Wykorzystanie karty PCI-6014 NI jako karty pomiarowej prostego wirtualnego oscyloskopu

W ćwiczeniu wykorzystywane są dwa kanały wejściowe karty, *ACH0* i *ACH8*, oraz kanał wyjściowy *DAC0OUT*. Do kanałów wejściowych należy podłączyć dwa generatory, natomiast do wyjścia karty należy podłączyć oscyloskop.

Oprogramowanie karty PCI-6014 za pomocą kreatorów LabView: *Express Vi*

Celem tej części ćwiczenia będzie utworzenie prostego programu pozwalającego na zbieranie danych z dwóch kanałów wejściowych karty PCI-6014, ustalenie progu wzbudzenia dla akumulowanych danych, analizę spektralną akumulowanych danych, oraz na generację wybranego sygnału na wyjście karty PCI-6014. Do wykonania programu konieczne będzie użycie następujących elementów LabView:

- pętla *While Loop* z przyciskiem przerywającym jej działanie, zapewniająca ciągłe działanie programu;
- kreator *DAQ Assistant Express VI* dostarczający dane akumulowane na dwóch kanałach wejściowych karty;
- kreator *DAQ Assistant Express VI* przekazujący na wyjście karty generowany sygnał;
- kreator *Simulate Signal Express VI* generujący jedno z pięciu dostępnych rodzajów sygnału;
- kreator *Trigger and Gate Express VI* pozwalający na ustalenie progu wzbudzenia, dla którego akumulowany sygnał przekazywany na jego wejście zostanie przesłany na jego wyjście;
- kreator *Spectral Measurements Express VI* pozwalający na przeprowadzenie analizy spektralnej dostarczanego sygnału, przy pomocy szybkiej transformaty Fouriera;
- wykresy wyświetlające poszczególne sygnały.

Wszystkie wymienione wyżej kreatory działają w taki sam sposób. Po położeniu na diagramie danego *Express Vi* uruchamiany jest kreator, który wyświetla jedno lub więcej okien dialogowych pozwalających na konfigurację danej funkcji. Po zakończeniu konfiguracji ikona odpowiadająca danemu kreatorowi ulega zmianie i pojawiają się zarówno na jej wejściu jak i

wyjściu różne łącza. W przypadku gdy konieczna jest zmiana konfiguracji danego kreatora, należy dwukrotnie kliknąć myszą na jego ikonie.

Po utworzeniu pustego *VI* należy na diagramie położyć pętlę *While Loop* z przyciskiem. Następnie w jej wnętrzu umieszczamy funkcję *DAQ Assistant* z zakładki palety funkcji *All Functions* → *NI Measurements* → *DAQmx Data Acquisition*. *DAQ Assistant* to automatyczny kreator, który pozwala na szybkie intuicyjne skonfigurowanie oprogramowania tak, aby korzystało z karty w pożądanym sposób. Po jego położeniu na diagramie należy chwilę odczekać, aż pojawi się okno dialogowe, w którym wybieramy rodzaj pracy i sygnału jaki chcemy mierzyć/generować. Korzystamy z wejścia analogowego i pomiaru napięcia. W dalszej kolejności pojawi się okno dialogowe wyświetlające listę dostępnych urządzeń pomiarowo-sterujących i kanałów jakimi te urządzenia dysponują. Zaznaczamy oba kanały wejściowe z jakich chcemy skorzystać i kończymy pracę kreatora. W odpowiedzi pojawia się ostatnie okno dialogowe, o takiej samej nazwie jak kreator, w którym należy dobrać takie parametry jak częstotliwość próbkowania, liczbę próbek zbieranych w jednym przebiegu, zakres wejściowych wartości, tryb zbierania danych i inne. Pozostawiamy wartości wszystkich parametrów domyślne i zamykamy okno dialogowe naciskając „OK”. Ikona *DAQ Assistant* uległa zmianie. Posiada ona obecnie szereg wejść i wyjść, z których najważniejsze to wyjście *data*. Korzystając z menu kontekstowego podłączamy do tego wyjścia wskaźnik graficzny (wykres) i uruchamiamy program. Na wykresie powinny się pojawić przebiegi sygnałów przekazywanych karcie z obu generatorów. Zatrzymujemy program i modyfikujemy ustawienia zakresu napięć dla poszczególnych kanałów, liczby zbieranych punktów czy częstotliwości próbkowania, po czym uruchamiamy ponownie program.

Sygnał, który obserwujemy nie jest stabilny. Jeżeli chcemy aby taki się stał konieczne jest ustalenie tzw. progu wyzwolenia. Progiem tym nazywamy wartość napięcia jakie musi pojawić się na danym kanale wejściowym karty, aby akumulacja danych była wykonywana. Ponieważ funkcja *DAQ Assistant* w konfiguracji przez nas używanej nie pozwala na ustawienie progu wyzwolenia, dane przez nią przekazywane to akumulowane w sposób ciągły kolejne wartości napięcia pojawiające się na obu kanałach karty. Jeżeli chcemy, aby na wykresie pojawiały się dane wyłącznie wówczas gdy ich wartość napięcia przekroczy zadaną przez nas wartość progową musimy odpowiedniej przeróbce poddać całkowity sygnał przekazywany przez *DAQ Assistant*. Przeróbkę taką można przeprowadzić za pomocą funkcji *Trigger and Gate Express VI*. Funkcja ta na swoim wejściu przyjmuje sygnał, który ma podlegać obróbce, a na swoje wyjście przekazuje sygnał już przekonwertowany (a ściślej okrojony). Po położeniu na diagramie kreatora *Trigger and Gate Express VI* pojawia się okno dialogowe

pozwalające skonfigurować kreatora tak, aby na swoim wyjściu przekazywał wyłącznie żądane dane. Należy tak ustalić wartość progową *Start Level*, aby uzyskać na wyjściu kreatora stabilny sygnał co można sprawdzić podłączając do tego wyjścia wykres. Funkcja *Trigger and Gate Express VI* pozwala również na określanie innych parametrów takich jak liczba próbek przekazywana po wyzwoleniu, wybór zbrocza sygnału, na którym zachodzi wyzwalenie, numer kanału, którego sygnał jest analizowany pod względem wyzwiania i innych. Zadaniem wykonującego ćwiczenie jest taki dobór tych parametrów aby na wykresie uzyskać stabilny obraz sygnału pochodzącego z obu kanałów, wyświetlając jednocześnie maksimum dostępnych danych z tego sygnału.

W dalszej kolejności należy dodać do programu możliwość określenia częstości składowych sygnału tzn. częstości sygnałów pochodzących od obu generatorów. W tym celu sygnał wychodzący z *Trigger and Gate Express VI* należy poddać analizie spektralnej (szybkiej transformacji Fouriera) za pomocą funkcji *Spectral Measurements Express VI*. Położenie tej funkcji na diagramie powoduje pojawienie się okna dialogowego, które pozwala na określenie zadań jakie ma spełniać *Spectral Measurements Express VI*. W naszym przypadku funkcja ta ma służyć do pomiaru spektralnego rozkładu mocy poszczególnych składowych zatem należy skorzystać z opcji *Power Spectrum*. Ponadto wynik analizy przedstawiamy w skali liniowej. Pozostałe parametry należy pozostawić domyślne. Po uruchomieniu program powinien przedstawiać rozkład częstości w całkowitym sygnale.

Tworzony program ma obok rejestracji sygnału mieć również możliwość równoległego generowania sygnału na wyjściu karty. W tym celu wewnątrz tej samej pętli *While Loop* umieszczamy nową instancję kreatora *DAQ Assistant Express VI*. Wewnątrz odpowiednich okienek dialogowych należy ustawić generację sygnału napięciowego na kanale ao0 (analog output 0). Należy również ustawić ciągły tryb generacji sygnału i zamknąć okno dialogowe kreatora. Na jego wejściu pojawi się łącze sygnałowe. Do łącza tego należy przyłączyć sygnał, który powinien zostać wcześniej wygenerowany. Do generacji sygnału można użyć kolejnego kreatora *Simulate Signal Express VI*. Jego położenie na diagramie powoduje pojawienie się okna dialogowego, w którym należy wybrać rodzaj pożądanego sygnału, jego częstotliwość, fazę, przesunięcie w pionie, amplitudę i częstość próbkowania. Pozostałe parametry należy pozostawić domyślne. Po zamknięciu okna tego kreatora na jego wyjściu pojawi się łącze sygnałowe, które należy połączyć z wejściem generatora *DAQ Assistant Express VI*. Jeżeli wyjście z karty zostało podłączone do oscyloskopu, wówczas na jego ekranie powinien pojawić się generowany sygnał.

Oscyloskop dwukanałowy oparty o kartę PCI-6014

Kreatory *Express VI* choć bardzo wygodne w użyciu mają szereg ograniczeń. Przede wszystkim najczęściej nie pozwalają na określanie wartości różnych parametrów poprzez łącza ikon je reprezentujące, a jedynie pozwalają na modyfikowanie wartości tych parametrów w oknach dialogowych kreatorów. I tak np. korzystając wyłącznie z *DAQ Assistant* nie jest możliwa zmiana częstotliwości próbkowania sygnału wejściowego w trakcie działania programu. Aby tę czynność wykonać konieczne jest użycie bardziej podstawowych funkcji i elementów języka LabView. Do pierwszej grupy należą funkcje dostępne z tej samej zakładki *DAQmx Data Acquisition*, takie jak: *DAQmx Create Virtual Channel*, *DAQmx Read*, *DAQmx Write*, *DAQmx Timing* i *DAQmx Clear Task*. Przez elementy należy rozumieć węzły własności dostępne w tym samym miejscu np. *DAQmx Channel Property Node*, *DAQmx Timing Property Node*, *DAQmx Read Property Node* i *DAQmx Write Property Node*. Zarówno funkcje jak i węzły pozwalają na wykonanie podobnych czynności toteż choć w poniższym opisie sugeruje się wykorzystywanie funkcji równie dobrze można korzystać z węzłów.

W tym programie nie będą wcale wykorzystywane kreatory, korzystać będziemy wyłącznie z wymienionych wyżej funkcji. Tworzony oscyloskop będzie wyłącznie akumulował dane zatem nie będziemy korzystać z funkcji służącej zapisowi i generacji danych na karcie tj. z *DAQmx Write*. Pozostałe funkcje używa się podobnie jak funkcje obsługi kart dźwiękowych w LabView. W pierwszej kolejności należy utworzyć *zadanie* (*Task*) związane z danym urządzeniem. Temu *zadaniu* należy przypisać kanał wejścia/wyjścia używanego urządzenia. Czynności te wykonuje funkcja *DAQmx Create Virtual Channel*, która jeśli na swoim wejściu *Task In* nie widzi istniejącego *zadania*, wówczas tworzy nowe, któremu przypisuje kanał określony przez *Physical Channels*. Jeżeli funkcji tej przekazemy istniejący już *Task*, wówczas do przypisanych mu już wcześniej kanałów zostanie dodany nowy. W ten sposób należy utworzyć *zadanie* związane z dwoma kanałami wejściowymi, na których mierzone jest napięcie (*AI Voltage*). W funkcji tej należy również ustawić wartość *Input Terminal Configuration* na *NRSE* co oznacza, że napięcie wejściowe na każdym z kanałów jest mierzone względem referencyjnego napięcia (połączonego z masą). Po wstępnym skonfigurowaniu *zadania* należy ustawić czasowe parametry związane z pomiarem/generacją na karcie tzn. częstotliwość próbkowania sygnału, liczbę próbek przypadających na kanał i tryb pomiaru/generacji. Wielkości te ustawia się za pomocą funkcji *DAQmx Timing*, przy czym ustawiamy tryb pomiaru na *Finite Samples*. Maksymalna

wejściowa częstotliwość próbkowania dostępna na karcie PCI-6014 to 200 kHz. W przypadku pomiaru w dwóch kanałach jest ona dzielona między nie zatem w tworzonym oscyloskopie wynosi ona 100 kHz. Liczba próbek na kanał odpowiadać będzie liczbie punktów tworzących przebieg sygnału na wykresie i może być ustawiana wyłącznie gdy tryb pracy jest ustawiony na *Finite Samples*. Najlepiej jest ustalić maksymalną dostępną liczbę próbek gdyż wówczas wykreślany przebieg będzie najwierniejszy względem prawdziwego sygnału. Z drugiej strony jeżeli będziemy chcieli w oknie obserwować przebieg sygnału przez okres 1 s, wówczas przy częstotliwości próbkowania 100 kHz musielibyśmy ustawić liczbę próbek na 100 tys. Taka liczba punktów byłaby jednak bardzo powoli wyświetlana na wykresie toteż wskazane jest, aby w tym przypadku tę liczbę obniżyć, a co za tym idzie również częstość próbkowania. Zadaniem wykonującego ćwiczenie jest zatem taki dobór częstotliwości próbkowania i liczby próbek na kanał, aby uzyskać przebieg sygnału o dobrej jakości w określonym zakresie czasu. Funkcje *DAQmx Timing* i *DAQmx Create Virtual Channel* łączymy poprzez łącza *Task In* i *Task Out*. Podobnie do *DAQmx Timing* podłączamy *DAQmx Read*, która powinna znajdować się w pętli *While Loop* i być skonfigurowana jako *Analog 1D Wfm Nchan Nsamp*. Funkcja ta zwraca dane akumulowane w buforze karty pomiarowej, w postaci tablicy dwóch sygnałów. Sygnały te można wyświetlić na wykresie, który można utworzyć z menu kontekstowego. Na koniec zadanie z funkcji *DAQmx Read* należy przekazać na zewnątrz pętli *While Loop* do funkcji *DAQmx Clear Task*, która zwolni wszystkie zasoby przydzielone danemu zadaniu i usunie je z pamięci.

Tak funkcjonujący już oscyloskop należy wzbogacić o kilka dodatkowych funkcji. Przede wszystkim powinna być możliwa zmiana tzw. podstawy czasu czyli zakresu czasu w jakim jest wyświetlany na wykresie przebieg rejestrowanego sygnału. Podstawa ta powinna się zmieniać w sposób skokowy, a dostępne wartości powinny być następujące: 1s, 0.5s, 0.1s, 0.05s, 0.01s, 0.005s, 0.001s, 0.0005s, 0.0001s i 0.00005s. Oscyloskop powinien również mieć możliwość włączania/wyłączania poszczególnych kanałów, przesuwania w pionie przebiegów każdego z sygnałów niezależnie (tzw. *offset*) i zmiany skali napięcia w jakiej wykreślany jest każdy z przebiegów z osobna. Zmianę parametrów czasowych rejestracji sygnałów można zrealizować modyfikując zadanie (*Task*) za pomocą funkcji *DAQmx Timing*.

Włączyć/wyłączyć wybrany kanał można zatrzymując aktualne zadanie i czyszcząc je, a następnie tworząc nowe z wybranymi kanałami. Przesuwanie w pionie przebiegów obu sygnałów można zrealizować dodając przed wykreśleniem do danego sygnału wybraną wartość przesunięcia. Zmiana skali w jakiej prezentowane są przebiegi może natomiast zostać

zrealizowana poprzez modyfikację parametrów dwóch osi Y wykresu, którą się przeprowadza poprzez jego *property node*.

Poniższy rysunek prezentuje interfejs programu spełniającego powyższe wymagania.

