

# WYZNACZANIE ENERGII DYSOCJACJI MOLEKUŁY JODU ( $J_2$ )

## Rejestracja widm absorpcyjnych za pomocą programu StepMot

Program *StepMot* realizuje następujące zadania:

- zmiana długości fali monochromatora poprzez obrót elementu dyspersyjnego (siatki dyfrakcyjnej lub pryzmatu). Obrót realizowany jest za pomocą silnika krokowego sterowanego komputerowo;
- wykonywanie serii pomiarowej sygnału napięciowego z fotopowielacza zamocowanego na wyjściu monochromatora. Sygnał jest odczytywany po każdym kroku silnika, a seria pomiarowa polega na wykonaniu zadanej ilości próbek z określoną częstotliwością próbkowania;
- obliczanie średniej arytmetycznej z serii pomiarowej;
- zapis wartości końcowej do pliku tekstowego;
- wyświetlanie zebranych danych w postaci wykresu liniowego (napięcie fotopowielacza - numer punktu pomiarowego);
- szybki powrót do położenia startowego;
- operacje na plikach: tworzenie nowego pliku, otwieranie i graficzna wizualizacja zawartości istniejącego pliku, czyszczenie wybranego pliku.

Program przeznaczony jest do rejestracji widma w ćwiczeniach spektralnych, w których silnik krokowy przymocowany jest do śruby monochromatora, a napięcie mierzone jest na fotopowielaczu umieszczonym za szczeliną wyjściową. Zarówno sterowanie, jak i pomiar napięcia odbywa się za pomocą karty ADC/DAC USB 6009 firmy National Instruments.

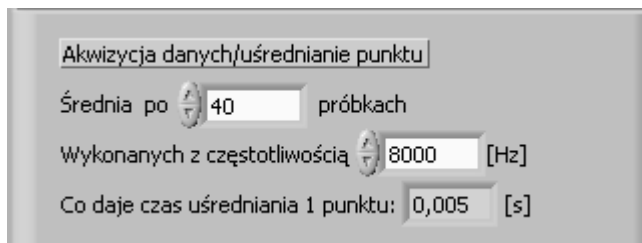
Przed włączeniem zasilania karty ADC/DAC i uruchomieniem programu należy ustawić długość fali monochromatora na wartość **13,8** lub wyższą (w zależności od siatki dyfrakcyjnej) według jego skali liniowej, która odpowiada kątowi ustawienia siatki dyfrakcyjnej. Następnie włączamy kolejno zasilanie karty ADC/DAC, wzmacniacz z zasilaczem fotopowielacza i na końcu uruchamiamy program StepMot. Po uruchomieniu programu, pojawia się okno z interfejsem użytkownika. Podzielony on jest na następujące części/panele:

- Akwizycja danych/uśrednianie punktu,
- Operacje na pliku,
- Kontrola akwizycji danych,
- Kontrola ruchu silnika, oraz
- dwa wykresy, na których wyświetlane jest aktualnie rejestrowane widmo, lub zawartość wybranego pliku tekstowego.

W momencie uruchomienia programu StepMot w jego komórce **numer pomiaru** zostaje wpisana wartość 0.

Praca programu polega na sekwencyjnym wykonywaniu kroku silnika, odczycie napięcia ze wzmacniacza i zapisie wartości zmierzonej do pliku tekstowego. Procedura pomiarowa złożona z tych trzech elementów uruchamiana jest wyłącznikiem **ZBIERAJ DANE**, i powtarzana dopóki nie zostanie znów naciśnięty ten sam wyłącznik (lub przycisk **WRÓĆ**). Cały pomiar sekwencyjny odbywa się zawsze w kierunku od mniejszych do większych długości fal (od mniejszych do większych wartości kąta na skali monochromatora).

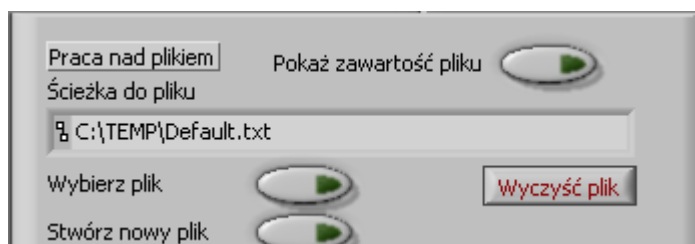
Pracę z programem należy zacząć od ustalenia parametrów serii pomiarowej i ruchu silnika, oraz wybrania pliku, w którym będą zapisane dane. Wartości parametrów można ustalać wpisując w odpowiednie pole liczbę za pomocą klawiatury, lub używając przycisków w kształcie strzałek, znajdujących się obok pola. Serią pomiarową nazywamy wielokrotny pomiar tej samej wielkości. Seria pomiarowa będzie wykonywana co krok silnika. Parametry pełnej serii pomiarowej wpisywane są w panelu Akwizycja danych/uśrednianie punktu (rys. 1) i są nimi: ilość próbek i częstotliwość próbkowania.



Rys. 1. Ustalanie parametrów serii pomiarowej.

Sens tych parametrów jest taki, że po każdym kroku silnika zostaje wykonana seria pomiarów, składająca się z zadanej ilości próbek (*Średnia po  $n$  próbkach*), wykonanych z zadaną częstotliwością. Następnie program oblicza średnią arytmetyczną wszystkich próbek serii, a wartość końcowa zapisywana jest do pliku oraz przedstawiana jako kolejny punkt na wykresie. Ilość próbek może być większa lub równa **2**, a częstotliwość próbkowania może wynosić maksymalnie **48 kHz** (graniczna częstotliwość próbkowania karty pomiarowej). Dodatkowo na panelu tym wyświetlany jest wyliczony czas trwania serii pomiarowej o zadanych parametrach.

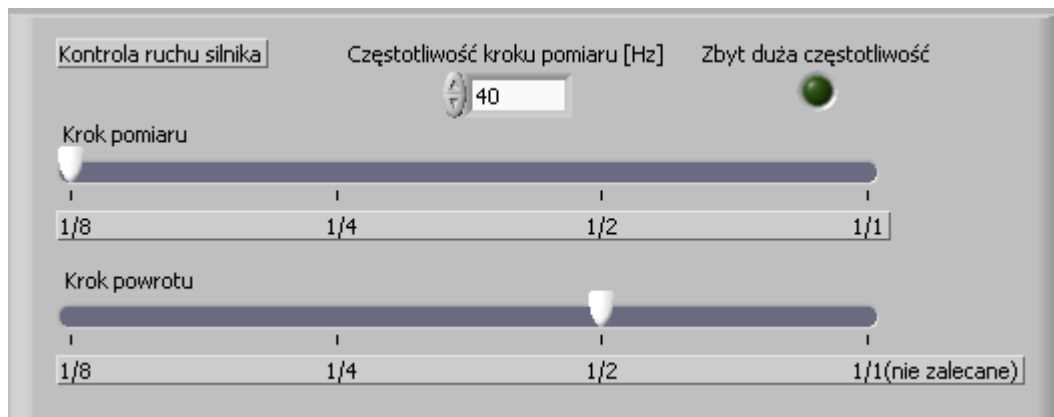
Panel **Operacje na pliku** (rys. 2). W tej części wybieramy plik tekstowy (z rozszerzeniem .txt), w którym będą zapisywane kolejne zmierzone wartości napięcia. Po uruchomieniu programu domyślnie otwierany jest plik Default.txt. Z poziomu programu możemy stworzyć nowy plik, otworzyć w celu zapisu istniejący na dysku, wyczyścić zawartość otwartego pliku, lub wyświetlić zawartość dowolnego pliku, naciskając jeden z umieszczonych tu przycisków.



Rys. 2. Wybieranie pliku, w którym będą zapisywane dane.

Kliknięcie na przycisk **Wybierz plik** powoduje otwarcie się okna systemu Windows, w którym przeszukujemy foldery, aby wybrać plik tekstowy, w którym chcemy aby były zapisywane zmierzone wartości napięcia. Jeśli takowy jeszcze nie istnieje możemy go stworzyć po naciśnięciu **Stwórz nowy plik**. Otwarte zostanie okno, w którym znów przeszukujemy foldery na dysku, tym razem w poszukiwaniu folderu, w którym ma zostać umieszczony nowy plik. W tym oknie dialogowym jest możliwość także stworzenia nowego folderu. Trzeci przycisk – **Wyczyść plik** – pozwala na wyczyszczenie zawartości pliku, który jest aktualnie otwarty. Po kliknięciu pojawi się okno dialogowe Windows, z pytaniem o potwierdzenie przez użytkownika, że chce dokonać czyszczenia zawartości pliku. Po potwierdzeniu plik jest czyszczony. Dla ułatwienia pracy, wyświetlana jest ścieżka dostępu aktualnie otwartego pliku. Czwarty przycisk – **Pokaż zawartość pliku**, pozwala na wyświetlenie na górnym wykresie zawartości dowolnego pliku tekstowego – a więc nie koniecznie tego, którego ścieżka dostępu jest aktualnie wyświetlana. W szczególności może się to odbywać podczas akwizycji danych. Po naciśnięciu otwiera się okno dialogowe Windows, w którym należy wybrać plik zawierający już zarejestrowane widmo. W wyniku tego, w górnej części ekranu, na wykresie pojawi się widmo, a osie zostaną automatycznie wyskalowane. W momencie wyświetlenia okna dialogowego, jeśli była uruchomiona akwizycja danych, zostanie ona chwilowo przerwana, ale nie wpływa to na parametry i jakość pomiaru.

Kolejne parametry, które należy ustalić przed uruchomieniem akwizycji znajdują się w panelu **Kontrola ruchu silnika** (rys. 3). Mamy tu możliwość ustalenia trzech parametrów: **Częstotliwości kroku pomiaru**, stopień podziału kroku podczas rejestracji widma (**Krok pomiaru**) i stopień podziału kroku podczas ruchu powrotnego (**Krok powrotu**).

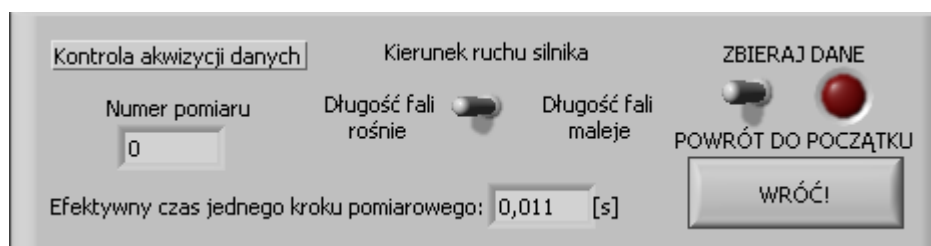


Rys. 3. Ustalanie częstotliwości kroku silnika, oraz stopnia podziału kroku.

Parametr **Częstotliwość kroku pomiaru** w przybliżeniu jest równoważny częstotliwości kroku silnika, czyli ilości kroków wykonywanych w czasie jednej sekundy, a więc prędkości wykonywanego pomiaru. Maksymalna częstotliwość z jaką silnik może wykonywać krok wynosi katalogowo 15kHz, jednak generowanie sygnału, który taktuje silnikiem jest bardzo obciążającym zadaniem procesora. Dlatego zalecana jest częstotliwość nie przekraczająca **50 Hz** (tak naprawdę większa nie będzie potrzebna). Obok umieszczono lampkę sygnalizacyjną opisaną: **Zbyt duża częstotliwość**, która będzie mrugać, jeśli rzeczywista częstotliwość sygnału taktującego będzie mniejsza od żądanej częstotliwości. Oznacza to, że procesor nie jest w stanie wygenerować sygnału taktującego o takiej częstotliwości, co może prowadzić do nierównej pracy silnika i gubienia kroku, a w konsekwencji błędów w rejestrowanym widmie. W sytuacji, gdy lampka mruga należy zatrzymać procedurę pomiarową i ustalić mniejszą częstotliwość pomiaru.

Stopień podziału kroku wybiera się za pomocą poziomego suwaka. Kryterium stopnia podziału *kroku pomiaru* jest tylko i wyłącznie zdolność rozdzielcza monochromatora (podział 1/8 wystarcza w zupełności dla siatki dyfrakcyjnej, a dla pryzmatu wystarczy nawet 1/2). Natomiast w ruchu powrotnym (1), im większy będzie krok, tym szybciej zostanie wykonany powrót. **Jednak w przypadku niektórych, słabszych procesorów, pełny krok (1/1) może powodować, że silnik będzie gubił krok, dlatego jest to wartość nie zalecana przy powrocie.**

Obciążenie procesora przez program StepMot jest jego największym mankamentem. Dlatego po uruchomieniu komputera należy odczekać kilka minut nim przystąpimy do pomiarów. W tym czasie zostanie całkowicie załadowany system operacyjny wraz z wszystkimi programami i aktualizacjami (w szczególności program antywirusowy, który przy uruchomieniu pobiera najnowszą bazę wirusów). Podczas pracy programu nie zaleca się wykonywania żadnych czynności na komputerze.



Rys. 4. Ustalanie kierunku obrotu silnika, oraz rozpoczynanie i kończenie rejestracji danych.

**UWAGA:** efektywny czas jednego kroku pomiarowego nie powinien być krótszy niż czas uśredniania jednego punktu (patrz rys. 1).

W celu ustalenia kierunku obracania się silnika używamy przełącznika **Kierunek ruchu silnika** (w ćwiczeniu S1 nie ma tej możliwości), w panelu **Kontrola akwizycji danych** (rys. 4). Kiedy wszystkie parametry zostaną ustalone, można

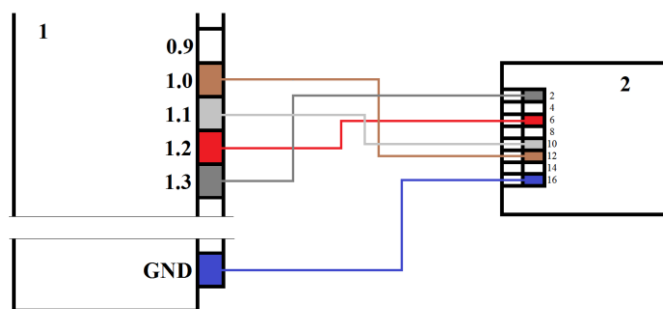
1 Krok, w ruchu powrotnym, wykonywany jest z maksymalną częstotliwością.

uruchomić procedurę pomiarową (włącznik **ZBIERAJ DANE**). Należy uważać aby podczas rejestracji widma nie zmieniać parametrów ruchu silnika (kierunek i stopień podziału kroku). Można natomiast przerwać na chwilę procedurę pomiarową, jeśli zachodzi taka konieczność (wyłącznikiem **ZBIERAJ DANE**). Procedura pomiarowa zostaje automatycznie zakończona po wydaniu 11200 (przy ustawieniu  $\frac{1}{2}$  kroku) kroków. W dowolnym momencie możemy zdecydować o zakończeniu rejestracji widma naciskając przycisk **WRÓĆ**. Naciśnięcie tego przycisku powoduje automatyczny obrót elementu dyspersyjnego do położenia z początku pomiaru (do numeru pomiaru = 0). Odbywa się to w ten sposób, że silnik wykonuje odpowiednią ilość kroków (w kierunku przeciwnym do kierunku obrotów podczas pomiaru) docierając do położenia początkowego, plus dodatkowe kilkadziesiąt kroków, a następnie tą nadłożoną ilość kroków wykonuje w przeciwną stronę niż do tej pory. A więc „dochodzi” do położenia początkowego obracając element dyspersyjny w tą samą stronę, w którą będzie obracany podczas rejestracji następnego widma. Niweluje to ewentualne „luzy”, który mogłyby pojawić się na mechanizmie obracającym siatkę.

Jeśli po zakończeniu rejestracji nie zostanie wciśnięty przycisk **WRÓĆ**, a program zostanie wyłączony za pomocą przycisku **Abort Execution** (z poziomu okna LabView), tracimy możliwość automatycznego powrotu do pozycji początkowej.

Na wykres, który zajmuje największą część okna programu, w trakcie zbierania danych, nanoszone są kolejne punkty pomiarowe, połączone liniami. Gdy rejestracja widma została zakończona, na koniec ruchu powrotnego (po naciśnięciu przycisku **WRÓĆ**) wykres zostanie automatycznie wyczyszczony.

W przypadku przenoszenia silnika do innego stanowiska pomiarowego, lub podłączania nowego silnika, ważne jest aby przewody łączące kartę pomiarową z woltomierzem, lub sterownikiem, były podłączone zawsze tak samo. Prawidłowe połączenie pokazuje rys. 5.



Rys. 5. Prawidłowe połączenie karty pomiarowej (1) i sterownika silnika (2). Na karcie pominięte zostały porty między 1.3 a GND.

Oznaczenia portów karty, jak i sterownika są zgodne z oznaczeniami w instrukcjach tych urządzeń.