

Przygotowanie do ćwiczenia

W edytorze tekstu (dla przykładu Word z pakietu Office 365 dostępnego na stronie office.com) utworzyć pusty plik. Wpisać swoje imię i nazwisko oraz numer realizowanego ćwiczenia. Plik będzie uzupełniany na bieżąco, a po zakończeniu ćwiczenia będzie stanowił protokół z zajęć.

1. Wyznaczanie charakterystyki $I_a=f(U_a)$

Uruchomić środowisko LabVIEW, utworzyć nowy program (New VI)

Na diagramie wstawić otrzymaną funkcję **Pomiar_Ua_URo.vi** (użyć Select a VI... z palety Functions).

Korzystając z pomocy kontekstowej (Ctrl + H) zidentyfikować jakie wejścia i wyjścia posiada wstawiona funkcja. Na wejściu Numer albumu utworzyć stałą i wpisać własny numer albumu. Funkcja **Pomiar_Ua_URo.vi** przesyła napięcie U_a , zmierzone pomiędzy anodą i katodą diody próżniowej oraz spadek napięcia U_{Ro} , zmierzony na rezystorze $R_o = 50\Omega$ o tolerancji 0,1% przez który płynie prąd anodowy I_a , dla zadanej nastawy zasilacza. Nastawa może być zmieniana w zakresie od 1 do 255.

Znając wartość rezystora R_o można obliczyć z prawa Ohma natężenie prądu płynącego przez diodę próżniową. Rysunek w instrukcji do ćwiczenia wyjaśnia sposób pomiaru.

Wstawiony blok należy otoczyć strukturą For Loop. Dobrać liczbę iteracji pętli, tak aby można było wyznaczyć charakterystykę w pełnym zakresie nastaw zasilacza. Iterator pętli należy wykorzystać do zadawania kolejnych wartości nastawy zasilacza. Należy utworzyć wyświetlacz prezentujący w każdej iteracji aktualną wartość nastawy zasilacza.

Wyjście napięcia U_a łączymy z prawą krawędzią pętli, aby uzyskać tunel wyjściowy zawierający tablicę danych z każdej iteracji pętli.

Ponieważ na wyjściu U_{Ro} otrzymujemy wartość napięcia zmierzoną na rezystorze wzorcowym R_o , to w celu uzyskania wartości natężenia prądu należy tę wartość obliczyć korzystając z prawa Ohma. Tak obliczoną wartość prądu należy wyprowadzić na prawą krawędź pętli.

Na panelu frontowym należy postawić wykres **Ex XY Graph** z palety Controls, grupy Graph. Zmienić etykietę wykresu na $I_a=f(U_a)$ i opisać odpowiednio obie osie wykresu zastępując domyślne opisy (dwukrotne kliknięcie lewym klawiszem na istniejącym opisie i jego edycja)

Na diagramie wejścia bloku rysującego wykres należy odpowiednio połączyć z utworzonymi tablicami (na krawędzi pętli For Loop), tak aby uzyskać wykres zależności natężenia prądu od napięcia przyspieszającego. Należy przeskalować pionową oś wykresu tak aby wyświetlana była wartość prądu z rozdzielczością 0,0000001 [A]. Można to uczynić ustawiając kursor myszy na ostatniej liczbie opisującej oś Y i klikając prawym klawiszem rozwijamy menu z którego trzeba wybrać opcję <formatting> i ustawić typ opisu <floating point notation> oraz %0.6f. Po zaakceptowaniu na wykresie pojawi się przeskalowana oś Y z ustawioną rozdzielczością.

Sprawdzić działanie programu. Program wykonuje pomiary U_a i U_{Ro} dość wolno, w sposób podobny do rzeczywistych pomiarów na stanowisku laboratoryjnym. Wyeksportować wykres do pliku w postaci obrazu i umieścić go w protokole (opis w pliku **robienie dokumentacji.pdf**).

2. Zapis danych pomiarowych do pliku.

Należy pobrać z grupy Array i umieścić na diagramie funkcję **Build Array**, a następnie "rozciągnąć" ją tak, aby posiadała 2 wejścia. Do górnego wejścia dołączamy wyjście tablicy napięć U_a , do drugiego tablicę wartości natężenia prądu I_a (z tuneli na krawędzi pętli For Loop), a na wyjściu zbuduje się tablica dwuwymiarowa.

Aby zapisać otrzymane dane do pliku danych należy z palety Functions, grupy File I/O wybrać element **Write Delimited Spreadsheet**. Do wejścia "2D data" doprowadzamy dwuwymiarową tablicę. Na wejściu transpose? tworzymy stałą logiczną True (prawy klawisz myszy na wejściu i Create Constant). Na wejściu format tworzymy stałą, i zmieniamy ją na postać %,3e co umożliwi zapis danych w formacie naukowym.

3. Obliczanie wartości e/m .

Przekształcić wzór (3) przedstawiony w instrukcji, tak aby otrzymać wzór na obliczanie e/m jako funkcję U_a , I_a .

Wykorzystać tę postać do wyznaczenia wartości e/m na podstawie pary napięcie i prąd dostępnych w każdej iteracji pętli For loop.

Na panelu utworzyć zadajniki numeryczne (Numeric Control) odpowiadające poszczególnym stałym używanym we wzorze. Następnie użyć tych wartości do wyliczania e/m na podstawie zmierzonego napięcia i natężenia prądu. Stałą P_i można znaleźć w grupie Numeric w palecie Functions.

Wynik obliczeń e/m proszę przedstawić na wskaźniku (na wyjściu funkcji arytmetycznej prawym klawiszem myszy wybrać opcję Create Indicator) , nazwać go "wartość e/m " i wyprowadzić na krawędź pętli do tablicy.

W celu zapisu uzyskanej wartości do pliku danych, należy funkcję Build Array używaną w punkcie 2, rozszerzyć o kolejne wejście, do którego trzeba dołączyć tablicę wartości e/m .

4. Obliczanie błędu względnego oraz niepewności pomiarowej.

Wartość napięcia U_a zmierzona jest multimetrem cyfrowym na zakresie 100V, natomiast wartość U_{Ro} na zakresie 1V. Rezystor $R_o = 50\Omega$ ma tolerancję 0,1%. Natężenie prądu obliczane jest na podstawie pomiaru napięcia na rezystorze wzorcowym.

Producent przyrządu opisuje jego dokładność w następujący sposób:

dla zakresu 1V: 0,0040% odczytu + 0,007% pełnego zakresu,

dla zakresu 100V: 0,0045% odczytu + 0,0006% pełnego zakresu.

Na podstawie tych danych należy uzupełnić aplikację o obliczanie błędu granicznego mierzonego napięcia U_a , napięcia U_{Ro} i błędu granicznego rezystora R_o wynikającego z jego tolerancji.

W oparciu o prawo propagacji niepewności należy wyznaczyć zależność na niepewność pomiarową $u(e/m)$ (e/m jest w naszym eksperymencie funkcją trzech zmiennych U_a, U_{Ro}, R_o) . Uzupełnić tworzoną aplikację o jej obliczenie.

Obliczoną (w każdej iteracji) wartość błędu względnego $\delta(e/m)$ wyrażonego w procentach (jako wartość poprawną należy przyjąć wartość e/m z tablic stałych fizycznych) oraz niepewność pomiarową $u(e/m)$ należy wyprowadzić do dwóch tablic, i dołączyć do kolejnych wejść funkcji Build Array aby je zapisać do pliku danych.

W protokole należy umieścić wydruk ostatniej działającej wersji utworzonego na zajęciach programu (w takiej postaci w jakiej udało się go zbudować i uruchomić do momentu zakończenia zajęć).

Utworzony w wordzie dokument automatycznie zostanie zapisany na dysku sieciowym OneDrive.

Następnie z menu **Plik** wybieramy opcję **Zapisz jako** i kolejno **Pobierz jako plik pdf**, który należy zapisać na swoim komputerze. Zmieniamy nazwę na zgodną z formatem:

Prot6_iist35_XXXXX_ab.pdf , gdzie XXXXX to numer albumu, ab inicjały (a- imię, b-nazwisko).

Dopiero w takim formacie protokół należy odesłać jako potwierdzenie wykonania ćwiczenia.

Gotowy protokół należy przesłać do zakładki pliki w naszym zespole, do folderu o nazwie Rozwiązanie_zadania_ćw6 , niezwłocznie po zakończeniu laboratorium jako potwierdzenie realizacji ćwiczenia .

Uzyskany w wyniku działania programu plik danych, który powinien zawierać wartość napięcia przyspieszającego elektrony U_a , wartość natężenia prądu I_a , wartość stosunku e/m , wartość błędu względnego $\delta(e/m)\%$ oraz wartość niepewności $u(e/m)$ będzie wykorzystany do wykonania sprawozdania z ćwiczenia. W przypadku, gdy nie wszystkie wartości zostały obliczone w czasie zajęć należy brakujące wartości obliczyć uzupełniając program już po zajęciach.

Kompletną tabelę należy umieścić w sprawozdaniu. Sprawozdanie należy uzupełnić o dane autora oraz numer ćwiczenia.

Należy także porównać wartość stałej fizycznej e/m z uzyskanymi wartościami tej stałej w tym eksperymencie pomiarowym. Zapisać wnioski na temat uzyskanych wyników pomiarów.

5. Obliczanie wartości e/m na podstawie równania aproksymacji $I=f(U_a)$.

Z palety Functions, grupy Mathematics, następnie Fitting wybrać blok **Power Fit**. Do wejść doprowadzić odpowiednio macierz napięć $U_a \rightarrow X$ i prądów $I_a \rightarrow Y$. Na wyjściu *amplitude* utworzyć wskaźnik. Dodatkowo utworzyć stałą na wejściu *parameter bounds* (prawy klawisz i Create Constant) . Zapoznać się z pomocą (Detailed help) dotyczącą elementów tej stałej. Zmienić domyślną wartość *power min* na 1,5 (interesuje nas dopasowanie do $U_a^{3/2}$ jest to trzecia wartość licząc od góry w utworzonej stałej).

Przez porównanie wzoru na prąd $I_a=f(U_a)$ (po uzupełnieniu go o wartości stałych) oraz wzoru otrzymanego za pomocą funkcji aproksymującej **Power Fit**

$I_a = \text{amplitude} * (U_a ^ 1,5)$), dodać na diagramie sposób obliczenia i wyświetlić e/m_{aproks} .

6. Wysłanie sprawozdania.

Jako sprawozdanie należy wysłać utworzony i działający viaj o nazwie

Spr6_iist35_XXXXX_ab.vi , gdzie XXXXX to numer albumu, ab inicjały (a-imię b- nazwisko) oraz

Spr6_iist35_XXXXX_ab.pdf zawierający tabele z danymi zapisanymi w formacie Excela przez funkcję **Write Delimited Spreadsheet** w uruchomionym programie .

Utworzony plik należy wysłać w czasie 1 tygodnia od zakończenia zajęć do zakładki pliki w naszym zespole do folderu o nazwie Rozwiązanie_zadania_ćw6.