CENTRUM NAUCZANIA MATEMATYKI I FIZYKI LABORATORIUM FIZYKI INSTRUKCJA OBSŁUGI PROGRAMU LOGGER PRO

- 1. Wprowadzanie danych.
- 2. Dokonywanie obliczeń zestawionych w kolumnach.
- 3. Tworzenie wykresu.
- 4. Dopasowanie linii trendu metoda najmniejszych kwadratów.
- 5. Wyznaczenie błędów współczynników w metodzie najmniejszych kwadratów.
- 6. Druga (kolejna) seria pomiarowa na tym samym wykresie.
- 7. Przydatne wskazówki.
- 8. Jak przy pomocy programu Logger Pro zaznaczyć na wykresie słupki błędów.
- 9. Jak przy pomocy programu Logger Pro zrobić wykres prążkowy.

1. Wprowadzanie danych.

a) Uruchom Logger Pro. Powinieneś zobaczyć interfejs programu jak na Rysunku 1.



Rysunek 1. Interfejs programu Logger Pro po uruchomieniu.

PIOTR SŁOMA

 b) Zacznij od opisania kolumn w które wprowadzisz później dane pomiarowe. Aby umieścić opisy kolumn, należy kliknąć dwukrotnie lewym klawiszem myszki w nagłówek danej kolumny (X, Y). Patrz Rysunek 2.



Rysunek 2. Wywołanie okienka do opisu zmiennych

c) Wyświetli się okienko "Opcje kolumn manualnych". W zakładce "Definicja kolumny" wypełniamy pola: "Nazwa", "Nazwa skrócona" oraz "Jednostki" (jednostka wielkości w danej kolumnie). Jeśli wprowadzane wartości do danej kolumny są niemianowane najwygodniej wprowadzić zamiast jednostki znak "1" (jeden). Przy każdym z tych pól dostępne są z rozwijanej listy symbole oraz indeksy górne i dolne.

| rtości numeryczne V Start: 1 | |
|---------------------------------|---|
| Start: 1 | |
| Kopiec: 100 | |
| Przyrost: 1 | |
| ość komórek: 100 | |
| | Przyrost: 1 ość komórek: 100 Gotowe Anuli |

Rysunek 3. Przykładowy opis kolumn w okienku "Opcje kolumn manualnych"

d) Wpisujemy odpowiednie wartości pomiarowe dla danej kolumny.

2. Dokonywanie obliczeń zestawionych w kolumnach

W przypadku gdy zachodzi konieczność przeliczenia wprowadzonych danych pomiarowych należy postępować jak podano poniżej:

 a) z górnego menu programu wybieramy "Dane", a następnie "Nowa kolumna kalkulowana" Ukaże się okienko w którym wypełniamy odpowiednie pola – Rysunek 4.

| Nowa kolumna kalkulowana | $\langle \rangle$ |
|---|-------------------|
| Definicja kolumny Opcje | |
| Etykiety i jednostki: | |
| Nazwa: Logarytm naturalny oporu | |
| Nazwa skrócona: Ln(R) Jednostki: 1 | |
| Cel: Zestaw danych: Zestaw danych v Dodaj do podobnych zestawów danych | |
| Wyrażenie: | |
| ln("Opór") | |
| Funkcje > Zmienne (Kolumny) > Parametry > Image: Construction of the second se | |
| Pomoc Gotowe Anuluj | |

Rysunek 4. Widok okienka do wprowadzania formuł oraz opisu nowej kolumny z danymi.

Pole "**Nazwa**" oraz "**Nazwa skrócona**" służą do opisu nowej kolumny z przeliczonymi danymi. Pole "**Jednostki**" służy do wprowadzenia jednostki wartości otrzymanych w wyniku kalkulacji na podstawie wzoru, którego równanie wprowadzamy w pole "**Wyrażenie**". Jeśli nowo obliczone wartości są niemianowane najwygodniej wprowadzić zamiast jednostki znak "1". Jeśli przykładowo w jednej z wcześniejszych kolumn wprowadziliśmy wartości oporu, a mamy policzyć logarytm naturalny z tej wartości, to w pole "**Wyrażenie**" wprowadzamy wzór w postaci **In("Nazwa zmiennej-kolumny")**. Potrzebną funkcję np. logarytmu naturalnego wybieramy klikając przycisk "**Funkcje** >". Zmienną która ma być użyta w formule wybieramy klikając w przycisk "**Zmienne(Kolumny)**". Po wprowadzeniu wszystkich danych i formuły klikamy przycisk "**Gotowe**". Logger Pro stworzy nową kolumnę, w której znajdą się wartości naszej zmiennej obliczonej na podstawie odpowiedniej formuły. Klikając "**Ctrl+R**" powodujemy, że widok kolumn zostaje zaaranżowany w sposób automatyczny. Jeśli chcemy poprawić formułę, wystarczy kliknąć dwukrotnie lewym klawiszem myszki w nagłówek kolumny zawierającej formułę.

3. Tworzenie wykresu

a) Po wprowadzeniu danych i ewentualnym ich przeliczeniu, przystępujemy do stworzenia wykresu. Wcześniej należy sprawdzić równanie fizyczne zależności którą rozpatrujemy. Zidentyfikuj zmienną zależną i niezależną, czyli która wielkość w równaniu fizycznym będzie odłożona na osi odciętych, a która odłożona na osi rzędnych. Jeśli przykładowo mamy zrobić wykres zależności logarytmu naturalnego oporu w funkcji odwrotności temperatury – lnR(1/T), to na osi odciętych powinniśmy odłożyć odwrotności temperatury, a na osi rzędnych wartości logarytmów naturalnych z oporu.

Kliknij lewym klawiszem myszki w opis danej osi i wybierz odpowiednią wielkość, która ma być na niej odłożona – patrz Rysunek 5.



Rysunek 5. Wybór odpowiedniej zmiennej dla osi rzędnych oraz odciętych.

b) Logger Pro automatycznie umieści punkty pomiarowe na wykresie. UWAGA! Punkty pomiarowe standardowo umieszczane są na wykresie w postaci punktów, co czyni je słabo widocznymi. Logger Pro może również automatycznie połączyć punkty pomiarowe czego oczywiście nie wolno robić (zjawiska fizyczne zwykle opisywane są funkcjami gładkimi (różniczkowymi) dlatego <u>niedopuszczalne</u> jest łączenie punktów pomiarowych linią łamaną). Aby usunąć połączenia między punktami i uczynić punkty pomiarowe lepiej widocznymi kliknij prawym klawiszem myszki w obrębie wykresu i wybierz opcję "Opcje wykresu..." – patrz Rysunek 6.





c) Po wybraniu zakładki "Opcje wykresu..." należy odznaczyć "Połącz punkty" oraz zaznaczyć "Symbole wskaźnikowe" – patrz Rysunek 7. Zakładkę "Opcje wykresu..." możesz wywołać bezpośrednio klikając dwukrotnie lewym klawiszem myszki w obrębie wykresu.

| pcje wykresu X | Opcje wykresu |
|--|--|
| boje wykresu Opcje osi Tytul: czarny v | Opcje wykresu Opcje osl |
| Sprawdź: Wydad: Interpoluj Symbole Wsłaźnikowe Uwaga: Opcje kalkulacji Pozycja myszy i delta Symboli Legenda Wytre stopowy Supki blędów Y dla każdej kolumny. Stupki blędów X Dodaj nowe zestawy danych oraz kolumny | Sprawdź: Wyglad. Interpoluj Ø symbole Wskaźnikowe biędu i symboli Uwaga: Opcje kalkulacji biędu i symboli Pozycja myszy i delta Połącz punkty Wydes subjków y Legenda Wsyłażsubie Wydes subjków y Subjkó biędów y Dodaj nowe zestawy danych oraz kolumny Uwaga: Opcje kalkulacji biędu i symboli Nowe dane: Ø słupis biędów y Dodaj nowe zestawy danych oraz kolumny Ø słupis biędów y Uncertainty Boxes |
| Siatka: | Rysuj widoczne spektrum (wykresy długości fali) Siatka: |
| Styl znaczącychLtnia ciągła 	< szany 	< | Styl znaczącychthia cłągła v szary v |
| Styl mniejszych ticków: Brak linii v Szary v | Styl mniejszych ticków: Brak linii v szary v |

Rysunek 7. Po lewej ustawienia niewłaściwe, po prawej zalecane do wykresów wielkości fizycznych.

d) Aby przeskalować wykres i rozmieścić punkty pomiarowe w całym dostępnym obszarze ro-

boczym wykresu należy użyć ikonki **A** "**Automatyczne skalowanie wykresu**" znajdującej się na górnym pasku narzędziowym. Jeśli skrajne punkty są słabo widoczne ("obcięte") sko-rzystaj ze wskazówki opisanej w punkcie 6c.

4. Dopasowanie linii trendu – metoda najmniejszych kwadratów



Rysunek 8. Zależność napięcia w funkcji natężenia prądu z dopasowaną linią trendu liniowego.

PIOTR SŁOMA

- b) Po kliknięciu ikonki / na wykresie oprócz linii trendu pojawi się okienko dopasowania liniowego w którym możemy odczytać współczynnik kierunkowy prostej (w programie oznaczony literką "m"), współczynnik "b" oraz współczynnik korelacji liniowej "r" (błędnie przetłumaczony jako "Obecna kalibracja"). Bliska jedynce wartość | r | to znak, że badane wielkości są liniowo zależne.
- c) W Logger Pro możemy też dopasować krzywe gładkie opisane dowolną funkcją. Z menu należy wybrać "Analizuj", a następnie "Dopasowanie krzywej...". Można też wybrać z menu skrótów ikonkę . W oby przypadkach ukaże się okienko w którym możemy wybrać funkcję dopasowania spośród wielu predefiniowanych w programie ("Równanie ogólne:") lub zdefiniować własną funkcję dopasowania klikając w przycisk "Zdefiniuj funkcję...". Po wybraniu funkcji lub jej zdefiniowaniu klikamy przycisk "Próbuj dopasować" i oceniamy zgodność dopasowania na wykresie pomocniczym znajdującym się w okienku "Dopasowanie krzywej...". Podobnie jak przy dopasowaniu liniowym patrzymy na wartość współczynnika korelacji.



Rysunek 9. Widok okienka dopasowania krzywej gładkiej do punktów na wykresie.

5. Wyznaczenie błędów współczynników w metodzie najmniejszych kwadratów

a) Aby "policzyć" błędy współczynników metodą najmniejszych kwadratów, należy w obrębie okienka dopasowania liniowego, kliknąć prawym klawiszem myszki i wybrać opcję "Opcje dopasowania liniowego…". Po ukazaniu się okienka "Opcje dopasowania liniowego" zaznaczamy "Pokaż niepewność". Patrz Rysunek 10.



Rysunek 10. Wyświetlenie wartości błędów współczynników dopasowanej prostej.

6. Druga (kolejna) seria pomiarowa na tym samym wykresie.

 a) Aby dodać kolejną serię pomiarową do wykresu już wykonanego zgodnie z wcześniejszymi wskazówkami wybierz z Głównego Menu "Dane" a następnie "Nowy zestaw danych" (patrz Rysunek 11).



Rysunek 11. Wstawienie kolejnej serii pomiarowej w istniejącym wykresie.

- b) Po wybraniu "Nowy zestaw danych" Logger Pro utworzy kolejny zbiór danych (dwie kolumny: X i Y). Jeśli poprzednie kolumny z danymi były opisane to nowoutworzone kolumny będą również opisane w sposób analogiczny. Teraz wystarczy wpisać wartości pomiarowe w odpowiednie kolumny.
- c) Jeśli mimo wpisania wartości pomiarowych seria pomiarowa nie jest widoczna na wykresie, kliknij prawym przyciskiem myszy na wykresie i wybierz opcję "Opcje wykresu". W okienku które się pokaże wybierz zakładkę "Opcje osi". Przy opcjach "Kolumny osi Y" rozwiń nowoutworzoną serię pomiarową i zaznacz oś rzędnych jak na rysunku obok (analogicznie do serii pomiarowej wcześniejszej i widocznej na wykresie).

| tykieta: Kolumny prawej osi Y: ₽Zestaw danych |
|---|
| Kolumny prawej osi Y: ₽Zestaw danych |
| ₽Zestaw danych |
| |
| ····· □Natężenie prądu (10 ⁻³ A) |
| ∐Napięcie (10 ⁻³ V) |
| ⊑l∠estaw danych 2 |
| INate4enie prędu (10°° A) |
| 5kalowanie: Automatyczne skalowanie większ |
| Góra: 100,00000 |
| Dół: 0,0000000 |
| |
| Skalowanie: Automatyczne skalowanie wi $ 	imes $ |
| |
| |

7. Przydatne wskazówki

a) Zwróćmy uwagę na jednostkę przy współczynniku kierunkowym. Logger Pro wyznacza ją zgodnie z zasadą, iż jednostką współczynnika kierunkowego jest jednostka osi rzędnych podzielona przez jednostkę osi odciętych. Program Logger Pro nie dokonuje jednakże rachunku jednostek, tylko przedstawia w sposób mechaniczny jednostkę współczynnika kierunkowego jako iloraz wielkości wprowadzonych w pole "Jednostki" (patrz Rysunek 3). Pamiętajmy więc, aby w sprawozdaniu iloraz ten przedstawić w sposób prawidłowy i jeśli to możliwe uprościć zapis.

b) Jeśli chcemy odrzucić dowolną ilość skrajnych punktów pomiarowych (początkowych lub/i końcowych), które brane są do obliczeń współczynników linii trendu, możemy użyć nawiasów kwadratowych znajdujących się na wykresie. Wystarczy najechać myszką na taki nawias i przeciągając, zmienić zakres punktów pomiarowych branych do metody najmniejszych kwadratów. Patrz Rysunek 12.



Rysunek 12. Dynamiczna zmiana zakresu danych.

c) Zbliżając kursor do osi wykresu pojawi się symbol falującej strzałki. Przyciskając w tym momencie lewy klawisz myszki i ciągnąc te strzałkę możemy zmienić wartości minimalne (strzałka w pobliżu dolnej części osi), bądź maksymalne (strzałka w pobliżu górnej części osi) odłożone na danej osi. Rysunek 13.



Rysunek 13. Zmiana wartości minimalnej na osi rzędnych.

8. Jak przy pomocy programu Logger Pro zaznaczyć na wykresie słupki błędów.

a) Przypadek gdy mamy taką samą wartość błędu dla każdej wartości pomiarowej w danej kolumnie

Kliknij dwukrotnie na nagłówek kolumny zawierający dane. Wybierz zakładkę "**Opcje**". Zaznacz "**Obliczenie słupka błędu**". Wpisz wartość błędu dla danej wielkości (obliczoną lub oszacowaną na podstawie dokładności przyrządu). Powtórz powyższe dla drugiej (kolejnej) kolumny.

| Opcje kolumn manualnych | × |
|--|----------|
| Symbole wskaźnikowe: Styl: Pusty kwadrat v Rozmiar: Średni v Wyświeti co 1 v punkty. | czarny V |
| Wyświetłana precyzja: Image: Construction of the skupka błędu Automatycznie Procentowo | |
| Pozycje dziesiętne Cyfry znaczące Użyj notacji naukowej Użyj kolumny: | ~ |
| Pomoc Gotowe | Anuluj |

Rysunek 14. Obliczenie słupka błędu tej samej wartości.

b) Przypadek gdy mamy inne wartości błędu dla każdej wartości pomiarowej w danej kolumnie



Kliknij dwukrotnie na nagłówek kolumny zawierający dane. Wybierz zakładkę "**Opcje**". Zaznacz "**Obliczenie słupka błędu**". Wybierz "**Użyj kolumny:**". Wskaż kolumnę do której wpisałeś wcześniej wartości błędów dla poszczególnych pomiarów. Wciśnij "**Gotowe**". Powtórz powyższe czynności dla drugiej (kolejnej) kolumny.

| Opcje kolumn manualnych | × |
|--|---|
| Definicja kolum v Opcje Symbole wskaźnikowe: Styl: Rozmiar: Średni V M | |
| Wyświetł co 1 v punkty. Użyj kolumny | |
| Automatycznie Procentowo Wartość ustalona | - |
| □ Użyj notacji naukowej | D |
| Pomoc Gotowe Anului | |

Rysunek 15. Obliczenie słupka błędu różnej wartości.

9. Jak przy pomocy programu Logger Pro zrobić wykres prążkowy.

W zagadnieniach związanych np. z akustyką często zachodzi potrzeba wykonania wykresów prążkowych. Logger Pro nie ma predefiniowanych wykresów tego typu. Ma jedynie wykres słupkowy. Można wykorzystać pewną "sztuczkę" aby z wykresu słupkowego otrzymać wykres prążkowy. Załóżmy że dokonaliśmy analizy harmonicznej jakiegoś dźwięku i otrzymaliśmy dane dla kolejnych harmonicznych (częstotliwość i amplitudę harmonicznej). Zróbmy z tego wykres słupkowy – Rysunek 16. Na wykresie tego typu nie da się określić dokładnie częstotliwości – słupek ma pewną szerokość.





Jeśli teraz dodamy kolejny "fałszywy" pomiar o specyficznych wartościach – proszę zwrócić uwagę na pomiar 8 w kolumnach danych – otrzymamy wykres prążkowy – Rysunek 17.



Rysunek 16. Wykres prążkowy kolejnych harmonicznych jakiegoś dźwięku.