

Nazwisko

Data

Nr na liście

Imię

Wydział

Dzień tyg.

Godzina

Ćwiczenie 140

Sprawdzanie prawa Ohma

Tabela I: Wyznaczanie oporu

	Opór wyznaczony [Ω]		
Opornik 1		Opór obliczony [Ω]	Różnica procentowa [%]
Opornik 2			
Połączenie szeregowe			
Połączenie równoległe			

Tabela II: Opór włókna żarówki

	Opór przy częstotliwości 0,3 Hz	
	minimalny	maksymalny
Opór przy częstotliwości 60 Hz	$U = \dots\dots\dots$ V	$U = \dots\dots\dots$ V
	$I = \dots\dots\dots$ A	$I = \dots\dots\dots$ A
$R = \dots\dots\dots$ Ω	$R_{\min} = \dots\dots\dots$ Ω	$R_{\max} = \dots\dots\dots$ Ω

Ćwiczenie 140. Prawo Ohma

POTRZEBNE WYPOSAŻENIE	
• Interfejs „Science Workshop 700”	• Zestaw oporów i żarówka
• Wzmacniacz mocy	• Przewody połączeniowe, cztery sztuki

CEL

Celem tego ćwiczenia jest badanie zależności prądu i napięcia dla materiałów spełniających i nie spełniających prawa Ohma.

TEORIA

Wykres zależności natężenia prądu płynącego w przewodniku metalicznym od napięcia, przykładanego do przewodnika, ma postać linii prostej. Oznacza to, że *opór* tego przewodnika, definiowany jako *stosunek napięcia do natężenia prądu*, jest stały, niezależnie od wielkości napięcia,

$$R = \frac{U}{I} = \text{const.}$$

Ten ważny wynik, który obowiązuje dla przewodników metalicznych, nosi nazwę *prawa Ohma*.

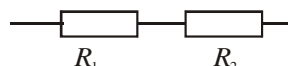
Zakładamy, że temperatura przewodnika jest stała w czasie pomiarów. Tak więc, prawo Ohma słuszne jest tylko dla niewielkich natężeń prądu — takich, które nie wywołują dającego się zauważyć ogrzewania przewodnika (wskutek powstawania ciepła Joule’a). Dla małych natężeń prądu, niewielkie ilości ciepła oddawane są otoczeniu, wskutek czego temperatura przewodnika zmienia się nieznacznie. Gdy natężenie prądu wzrasta, duże ilości ciepła nie mogą być już w całości przekazane otoczeniu i temperatura przewodnika wzrasta, co pociąga za sobą zmianę oporu.

Wiele przewodników nie spełnia prawa Ohma. Przykładem może być *termistor*. Jest to półprzewodnik, którego opór maleje bardzo szybko wraz ze wzrostem temperatury. Wykres zależności $U(I)$, w przypadku termistora, nie jest prostoliniowy.

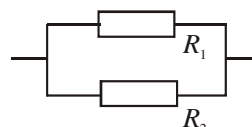
Opór przewodnika metalicznego zależy od temperatury. Można to stwierdzić mierząc opór żarówki. Przy wysokich częstotliwościach prądu zmiennego zasilającego żarówkę, włókno żarówki ma prawie stałą temperaturę, ponieważ zmiany natężenia prądu zachodzą zbyt szybko, aby temperatura mogła się zmieniać. W związku z tym opór żarówki nie zmienia się. Przy niskich częstotliwościach, poniżej 1 Hz, następują zmiany temperatury włókna żarówki w czasie cyklu zmiany natężenia prądu, czego konsekwencją są zmiany oporności.

Elementy charakteryzujące się pewną wartością oporu, inaczej mówiąc oporniki, łączy się w bardziej skomplikowane układy — najprostsze z tych połączeń, to połączenie szeregowe i równoległe. Na podstawie praw Kirchhoffa można uzasadnić, że opór łączny R połączenia szeregowego oporów R_1 i R_2 jest równy ich sumie. W przypadku połączenia równoległego, odwrotność oporu łącznego jest sumą odwrotności oporów składowych.

Połączenie szeregowe: $R = R_1 + R_2$.



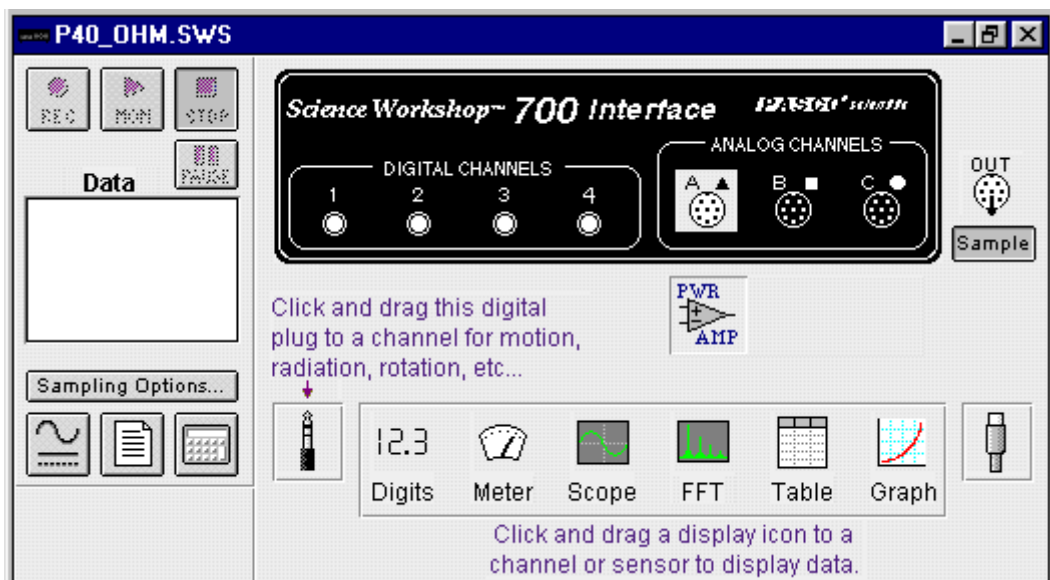
Połączenie równoległe: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$.



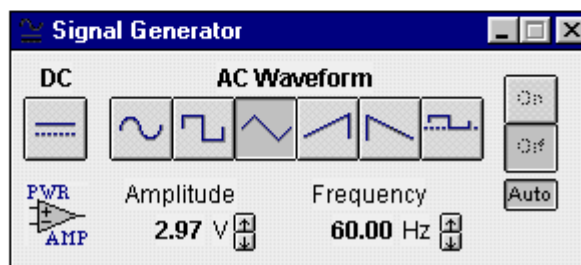
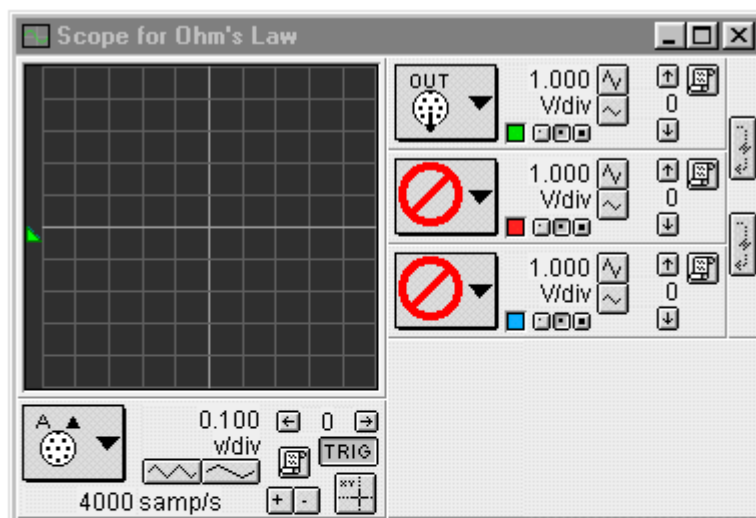
WYKONANIE ĆWICZENIA

Okna ćwiczenia „140”

Okno podstawowe „P40_OHM” — zawiera przyciski sterowania



Okno „Scope for Ohm's Law” — przedstawia zależność pomiędzy napięciem i natężeniem prądu. Częstotliwość próbkowania danych jest pokazywana u dołu okna. Możemy ją zmieniać przyciskami $+$ $-$ u dołu okna. W obowiązującej wersji plików częstotliwość próbkowania jest ustawiona na **2500 samp/s** i nie należy ustawiać jej większej. Można nawet ustawić mniej: 1000 samp/s.

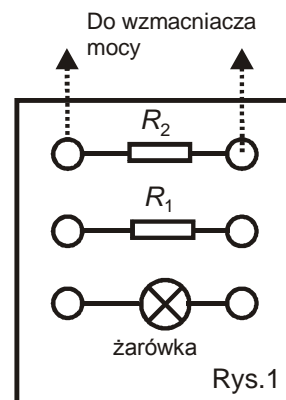


Okno „Signal Generator” — umożliwia regulację napięcia generatora mocy.

CZĘŚĆ I A: Układ pomiarowy – opór przewodnika metalicznego

Oporniki i żarówka zamontowane są pudełku pokazanym na rysunku 1.

1. Podłącz wzmacniacz mocy do analogowego kanału **A** interfejsu.
2. Połącz przewodami wzmacniacz mocy z jednym z oporników zamontowanych na podstawie.



CZĘŚĆ II A: Przygotowanie Komputera

1. Włącz zasilanie stołu (patrz deska rozdzielcza stołu – przy Twojej lewej nodze gdy siedzisz na wprost komputera) – przekręć czerwoną „gałkę” w kierunku strzałek (powinna wyskoczyć), przekręć kluczyk jak w samochodzie i puść. Automatycznie włączy się interfejs (sygnalizuje to zielona lampka) i komputer.
2. Automatycznie uruchomi się system operacyjny *Windows* i program „*Science Workshop*”. Otwórz (File ⇒ Open) w katalogu *Library\Physics*, dokument **P40_OHM.SWS**. Na ekranie zobaczymy (po zamknięciu okna Experiment Notes) okno podstawowe P40_OHM, okno oscyloskopu Scope for Ohm’s Law — przedstawiające zależność napięcia od natężenia prądu, oraz okienko Signal Generator, na którym ustala się parametry sygnału na wyjściu wzmacniacza mocy.
 - ♦ Okno podstawowe P40_OHM jest w postaci zwiniętej. Pełną postać można przywrócić — jak w przypadku każdego okna w programie *Windows*. Po rozwinięciu tego okna widzimy interfejs z rozświetlonym wejściem analogowym **A** interfejsu.
 - ♦ Generator sygnału jest ustawiony na napięcie trójkątne zmienne, o amplitudzie 2,97 V i częstotliwości 60 Hz . Wybrana jest opcja **AUTO**, co oznacza, że pomiary rozpoczynają się automatycznie po naciśnięciu przycisku **REC** lub **MON**, a kończą się po naciśnięciu przycisku **STOP** lub **PAUSE**, lub upłygnięciu maksymalnego czasu pomiaru.
3. Próbkowanie w obowiązującej wersji pliku P40_OHM jest ustawione na 2500 sampli na sekundę - 2500 samp/s w oknie Scope for Ohm’s Law. Pomiar kończy się automatycznie po 5 sekundach.

UWAGA DLA PROWADZĄCEGO:



Ustawiona zbyt duża częstość próbkowania lub pomiar trwający zbyt długo powoduje **zawieszanie się układu pomiarowego**. Z tego względu został ustawiony warunek końca pomiaru na 5 sekund w oknie uruchamianym przyciskiem **Sampling Options**.

Jest to czas zbierania danych wystarczający do wykonania wszystkich pomiarów, z pomiarem żarówki włącznie.



CZĘŚĆ IIIA: Przebieg i rejestracja pomiarów - opornik

1. Włącz wzmacniacz mocy.
2. Naciśnij w oknie P40_OHM przycisk **MON** — pod przyciskiem powinien pojawić się mały, migający niebieski prostokąt, co sygnalizuje rozpoczęcie pomiaru.
3. Po kilku sekundach od pojawienia się w oknie oscyloskopu przebiegu zależności napięcia od natężenia prądu, naciśnij przycisk **STOP**.
4. Wyłącz wzmacniacz mocy. Uaktywnij okno oscyloskopu.



Część IVA: Analiza Danych

1. Aby zachować dane dotyczące zależności $U(I)$, naciśnij przycisk schowka danych  w prawym górnym rogu ekranu oscyloskopu. Spowoduje to otwarcie okna dialogowego schowka danych (Data Cache Information).
2. W pojawiającym się okienku wprowadź informacje dotyczące osi pionowej: pełna nazwa (Long Name) — napięcie, nazwa skrócona (Short Name) — U , jednostka (Units) — V i naciśnij .

W podobny sposób wprowadź informacje dotyczące osi poziomej.

3. Naciśnij przycisk  znajdujący się w lewym dolnym rogu oscyloskopu. Ponownie pojawi się okno dialogowe schowka danych.
4. Wprowadź informacje dotyczące osi poziomej: pełna nazwa (Long Name) — natężenie, nazwa skrócona (Short Name) — I , jednostka (Units) — A, i naciśnij .

Nazwy skrócone ze schowka danych ukazażą się w okienku danych (Data) okna głównego.

5. Z menu programu wybierz pozycję Display \Rightarrow New Graph — wyświetl nowy wykres.
6. Ustal dane wejściowe dla osi pionowej nowego wykresu. Naciśnij przycisk menu wejściowego osi pionowej — jest to duży przycisk w kształcie ramki z lewej strony skali osi pionowej. Wybierz Data Cache \Rightarrow napięcie.
7. Ustal dane wejściowe dla osi poziomej. Naciśnij przycisk menu wejściowego osi poziomej — jest to duży przycisk w kształcie ramki pod osią poziomą. Wybierz Data Cache \Rightarrow natężenie.
8. Naciśnij przycisk  w celu otwarcia pola statystyki. Uwaga: okno statystyki może częściowo zakryć wykres. Aby dane były widoczne, należy oś przeskalować. W tym celu wybierz myszą skalę osi poziomej i ustal odpowiednio maksymalną i minimalną wartości skali.
9. Naciśnij przycisk  (menu statystyki) w polu statystyki. Wybierz Curve Fit \Rightarrow Linear Fit — dopasowanie krzywej, dopasowanie liniowe.
10. Odczytaj wartość oporu R_1 jako nachylenie dopasowanej prostej $y = a_1 + a_2x$, czyli wartość a_2 . Jak wiadomo, zależność $U = R \cdot I$ jest liniowa i nachylenie prostej określa wartość oporu R .
11. Wykonaj identyczne pomiary dla drugiego oporu — R_2 , a następnie dla badanych oporów, gdy są one połączone szeregowo — R_s i równolegle — R_r .
12. Oblicz wartości oporów wypadkowych wg wzorów podanych w części teoretycznej — R_{os} , R_{or} .
13. Porównaj zmierzone wartości z obliczonymi. Oblicz procentową różnicę pomiędzy wartością oporu wypadkowego R , wyznaczoną na podstawie wykresu, i obliczoną R_o .

$$B_p = \frac{|R - R_o|}{R_o} \cdot 100\% .$$

CZĘŚĆ I B: Układ pomiarowy – opór włókna żarówki

Pomiar oporu włókna żarówki zasilanego prądem o częstotliwości 60 Hz.

Połącz ze wzmacniaczem mocy żarówkę zamocowaną na podstawce. Nie zmieniamy ustawienia komputera. Aby dokonać pomiaru oporu powtórz wszystkie czynności z części III A i IV A.

Pomiar oporu włókna żarówki zasilanego prądem o częstotliwości 0,3 Hz.

CZĘŚĆ II B: Ustawienie komputera

W tej części ćwiczenia należy zmienić amplitudę i częstotliwość napięcia w oknie generatora sygnału, a także **należy dokonać zmian w ustawieniu oscyloskopu**.

1. Uaktywnij okno generatora sygnału.


2. Podświetl wartość amplitudy i wpisz jako nową wartość 2.5. Naciśnij na klawiaturze **ENTER**.
3. Podświetl wartość częstotliwości (Frequency). Wpisz nową wartość 0.30. Naciśnij **ENTER**.
4. Uaktywnij okno oscyloskopu. Należy zmienić czułość osi poziomej dla kanału **A**.
5. W oknie oscyloskopu zmień dla osi poziomej wartość 2500 samp/s na 50 samp/s (przyciskiem ze znakiem „minus”, **[-]**).

CZĘŚĆ IIIB: Przebieg i rejestracja pomiarów – włókno żarówki

Powtórz wszystkie czynności z części III A.

Część IVB: Analiza Danych

1. Aby zachować dane, powtórz czynności z części IVA od punktu 1 do 7 włącznie.
2. Dla niskiej częstotliwości prądu temperatura włókna żarówki zmienia się istotnie, a co za tym idzie opór włókna również się zmienia. Na wykresie zmian napięcia U i natężenia I prądu zamiast liniowej zależności (prawa Ohma), otrzymujemy symetryczną pętlę, jak na rysunku u dołu strony.
3. Dla każdego punktu pętli można obliczyć opór omowy ze wzoru $R=U/I$, ale opór ten nie będzie stały w czasie, ponieważ zależy od temperatury, $R=R(T)$. Aby oszacować wartość maksymalną i minimalną tego oporu:

- Naciśnij przycisk kursora precyzyjnego  w lewym dolnym rogu wykresu.
- Przenieś kursor do punktów pętli oznaczonych na wykresie. Kursor zmienia się w krzyż z nitek pajęczych. Współrzędne x (natężenie) i y (napięcie) położenia kursora wyświetlane są obok osi poziomej i pionowej, są to odpowiednio natężenie (x) i napięcie (y).
- Przesuń kursor na wykresie do takich punktów dla których prosta przechodząca przez $(0,0)$ i przez dany punkt posiada największe i najmniejsze nachylenie względem osi poziomej – są to odpowiednio punkty (I_H, U_H) oraz (I_L, U_L) .
- Oblicz opór maksymalny i minimalny ze wzoru:

$$R_{\max} = \frac{U_H}{I_H}, \quad R_{\min} = \frac{U_L}{I_L}$$

