



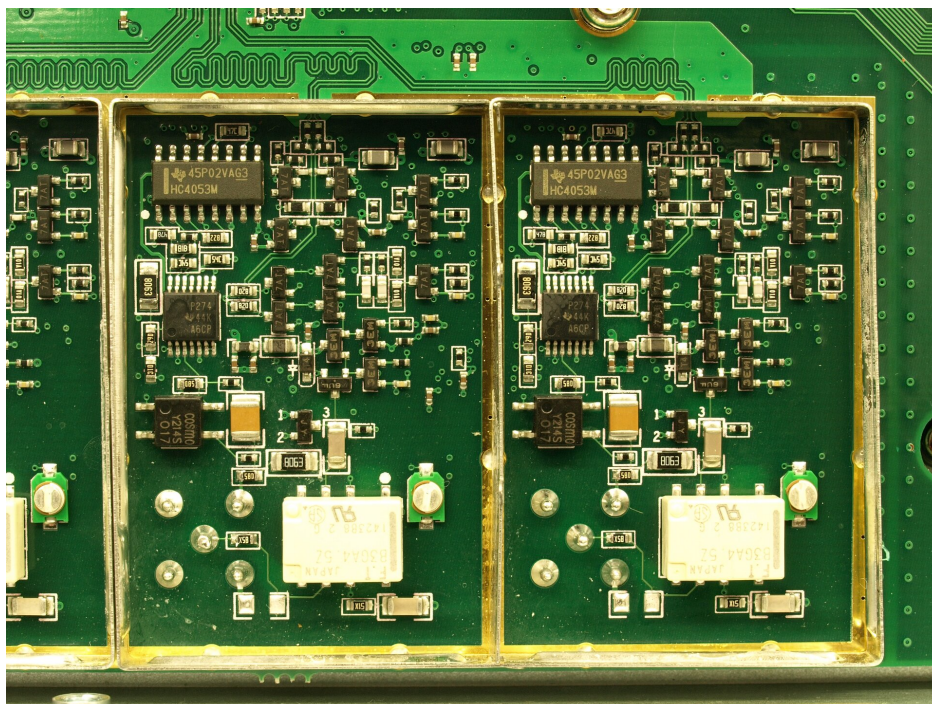
Jak doświadczalnie wyznaczyć charakterystykę prądowo-napięciową elementu obwodu?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film \(standardowy\)](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)

Jak doświadczalnie wyznaczyć charakterystykę prądowo-napięciową elementu obwodu?

Źródło: dostępny w internecie: <https://lovepik.com/image-605724391/blue-big-data-internet-banner-poster-background.html> [dostęp 11.07.2022].

Czy to nie ciekawe?



Rys. a. Płytką drukowaną oscyloskopu.

Źródło: Dave Jones from Australia, dostępny w internecie:

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rigol_DS1054Z_Oscilloscope_Teardown_PCB_\(14919410994\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rigol_DS1054Z_Oscilloscope_Teardown_PCB_(14919410994).jpg) [dostęp 11.07.2022], licencja: CC BY-SA 2.0.

Współczesne urządzenia elektroniczne są bardzo skomplikowane i składają się z wielu elementów o specyficznych właściwościach. Każdy z nich ma swoje zadania do spełnienia. Aby można było je zastosować w obwodzie, trzeba znać właściwości elektryczne każdego z nich. Zapraszamy do zapoznania się ze sposobami doświadczalnego prowadzenia badań, które do tego prowadzą.

Twoje cele

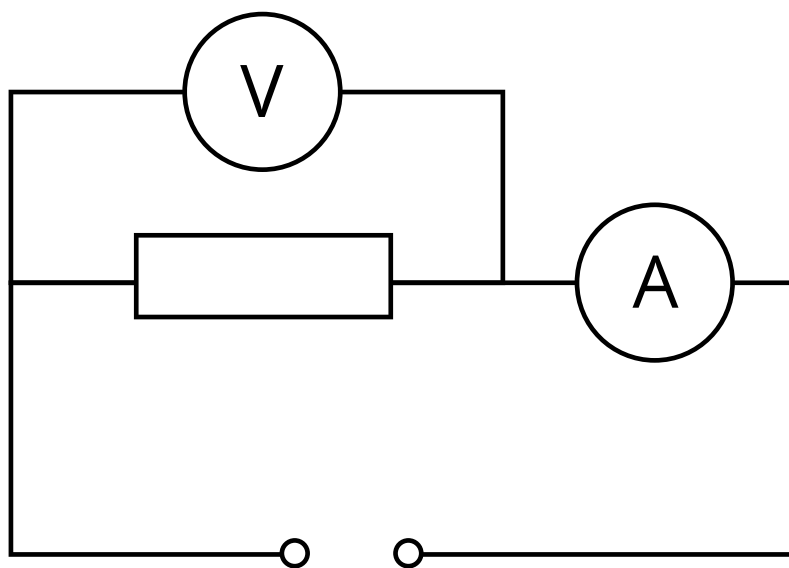
- dowiesz się, jak doświadczalnie wyznaczyć charakterystykę prądowo-napięciową elementu obwodu,
- poznasz różne, analogowe i cyfrowe, metody prowadzenia takich badań,
- zastosujesz zdobytą wiedzę do rozwiązania zadań i problemów związanych z tym zagadnieniem.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Charakterystyka prądowo-napięciowa elementu obwodu to zależność natężenia prądu płynącego przez ten element od napięcia przyłożonego do jego końców.

Doświadczalne wyznaczanie tej zależności zaczyna się od zbudowania obwodu elektrycznego, składającego się ze źródła napięcia, badanego elementu i mierników: woltomierza i amperomierza (Rys. 1.).



Rys. 1. Obwód do wyznaczania charakterystyki prądowo-napięciowej elementu

Istotą doświadczenia jest zbadanie zależności wartości prądu płynącego przez element od podawanego napięcia.

Wykonując doświadczenie w sposób klasyczny, operujemy źródłem napięcia stałego, zapisujemy odczyty mierników w tabeli oraz wykonujemy wykres zależności natężenia prądu od przyłożonego napięcia, $I(U)$.

Współcześnie wykorzystuje się do tego mierniki cyfrowe wraz z oprogramowaniem, które zapisuje automatycznie w pamięci komputera wyniki pomiarów oraz tworzy z nich dowolne wykresy, w tym wykres zależności $I(U)$. Rolą osoby przeprowadzającej doświadczenie jest wyłącznie zmienianie wartości podawanego napięcia i interpretacja wyników końcowych.

Jako źródło zasilania można w tym przypadku zastosować także generator napięcia zmiennego (najlepiej wolno zmiennego sinusoidalnego). Wystarczy wtedy tylko włączyć

Przykładowe charakterystyki prądowo-napięciowe przedstawiono na Rys. 2.



1. Jaki zakres mierzonych wartości napięcia i natężenia prądu nas interesuje? Najczęściej zależy to od elementu, jaki badamy. Zakresy mogą być inne dla różnych kierunków przepływu prądu.
2. Należy użyć takich mierników, których zakresy pomiarowe obejmują wartości, jakie chcemy zbadać.
3. Niekiedy trzeba rozważyć, jak skonstruować obwód do badania charakterystyki. Współczesne woltomierze mają opór elektryczny sięgający gigaomów, więc obwód przedstawiony na Rys. 1. jest optymalny, gdyż przez miernik napięcia w praktyce nie płynie prąd. Jednak przy badaniu elementów o bardzo dużym oporze lub dysponując urządzeniami niższej klasy, warto wziąć pod uwagę inne rozwiązania, opisane w e-materiale „Jak zastosować w obliczeniach [prawo Ohma?](#)”.
4. Przed przystąpieniem do analizy wyników, w celu oceny niepewności pomiarowych, trzeba sprawdzić [klasę miernika analogowego](#) lub dokładność miernika cyfrowego podaną przez producenta.

(ang.: *class of accuracy*) – określa wartość błędu maksymalnego, jaki może wystąpić podczas pomiaru wykonywanego danym przyrządem. O ile producent przyrządu nie zaznaczy, że jest inaczej, dla mierników analogowych niepewność maksymalną wyznacza

się ze wzoru: $\Delta x = \frac{C \cdot \text{zakres}}{100}$, gdzie C jest klasą miernika, a „zakres” oznacza największą możliwą wartość, jaką można zmierzyć przy jego użyciu.

Prawo Ohma

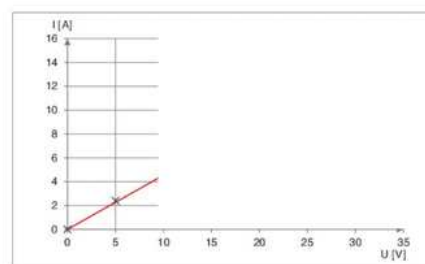
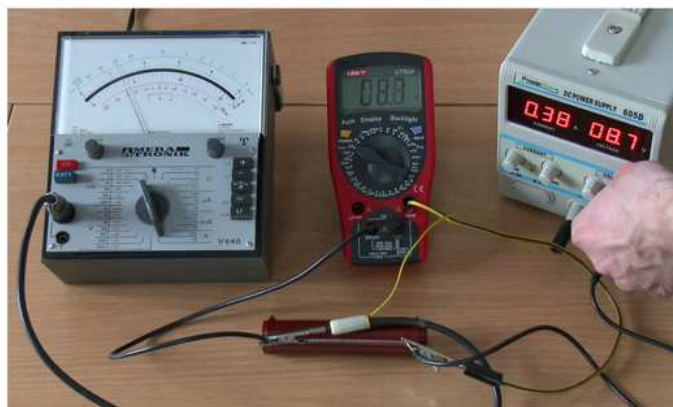
(ang.: *Ohm's law*) – Natężenie prądu I przepływającego przez przewodnik jest wprost proporcjonalne do napięcia U przyłożonego do jego końców. Wyraża się je wzorem:

$I = \frac{U}{R}$, gdzie R to opór elektryczny przewodnika.

Film (standardowy)

Jak doświadczalnie wyznaczyć charakterystykę prądowo-napięciową elementu obwodu

Film pokazuje, jak doświadczalnie wyznaczyć charakterystykę prądowo-napięciową elementu obwodu. Rozpoczyna się od wprowadzenia, które wyjaśnia istotę eksperymentu. Widz ma okazję zapoznać się z tradycyjną, analogową metodą wykonania pomiaru oraz otrzymaną charakterystyką prądowo-napięciową rezystora. Po obejrzeniu filmu każdy będzie wiedział, jak przeprowadzić takie doświadczenie.



Film dostępny pod adresem [/preview/resource/Rle6j0N27WF4q](#)

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Wysłuchaj alternatywnej ścieżki lektorskiej.

Polecenie 1

Które z podanych przyrządów wykorzystano do wyznaczenia charakterystyki prądowo-napięciowej badanego elementu obwodu?

☐ spektrometr

☐ woltomierz

☐ magnetometr

☐ zasilacz

☐ termometr

☐ amperomierz

Polecenie 2

Uczniowie przeanalizowali wykres charakterystyki prądowo-napięciowej rezystora i wyznaczyli równanie prostej w postaci $I = 0,45 \cdot U$, gdzie I to natężenie prądu w amperach, a U napięcie w woltach.

Opór badanego rezystora wynosi około Ω Ω .

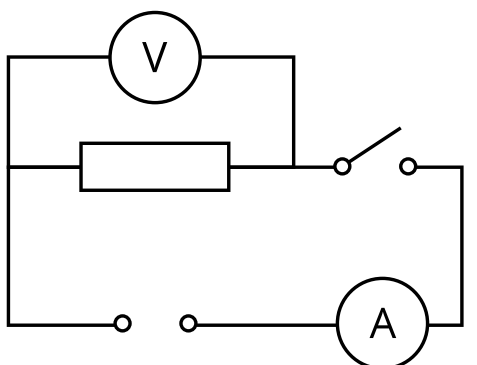
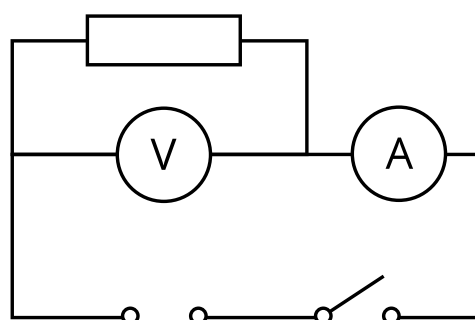
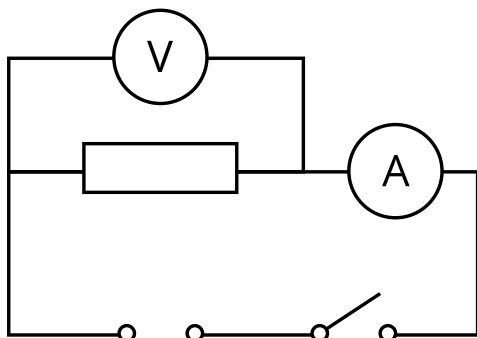
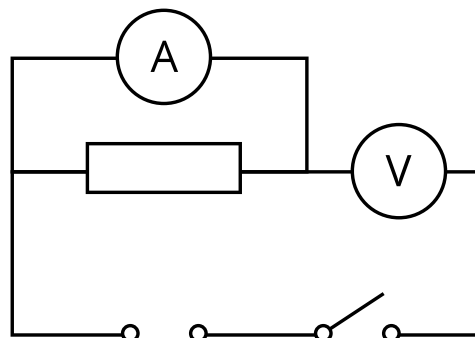
Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Czterech uczniów zbudowało różne obwody do wyznaczenia charakterystyki prądowo-napięciowej elementu. Zaznacz, którzy zrobili to poprawnie.

☐☐☐☐

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Ćwiczenie 2



Wykonując charakterystykę prądowo-napięciową elementu uczniowie otrzymali wyniki zapisane w tabeli poniżej.

U [V]	0,12	0,57	1,95	3,32	5,25	7,68	11,19	14,00	16,02
I [mA]	16,4	35,3	63,3	86,1	112,4	138,5	171,3	192,5	206,1

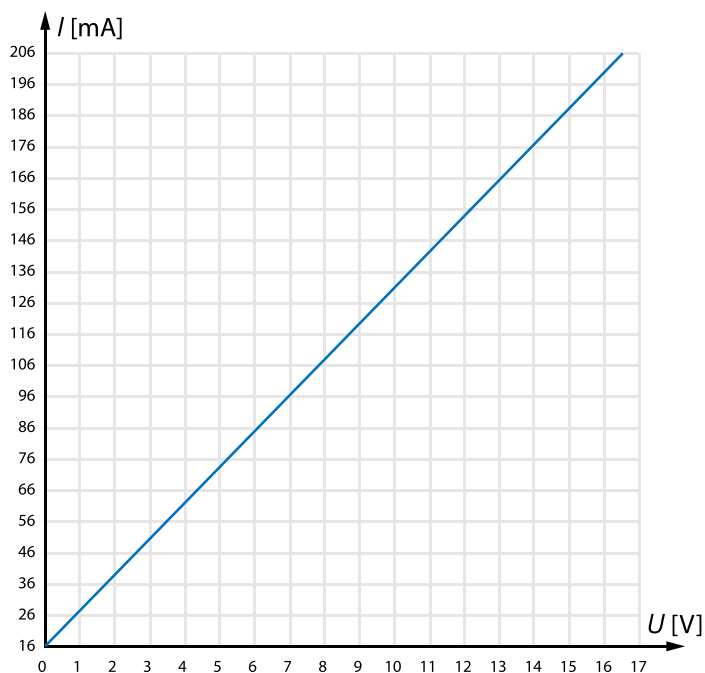
Który z przedstawionych poniżej wykresów przedstawia je prawidłowo?

☐ Wykres A

☐ Wykres B

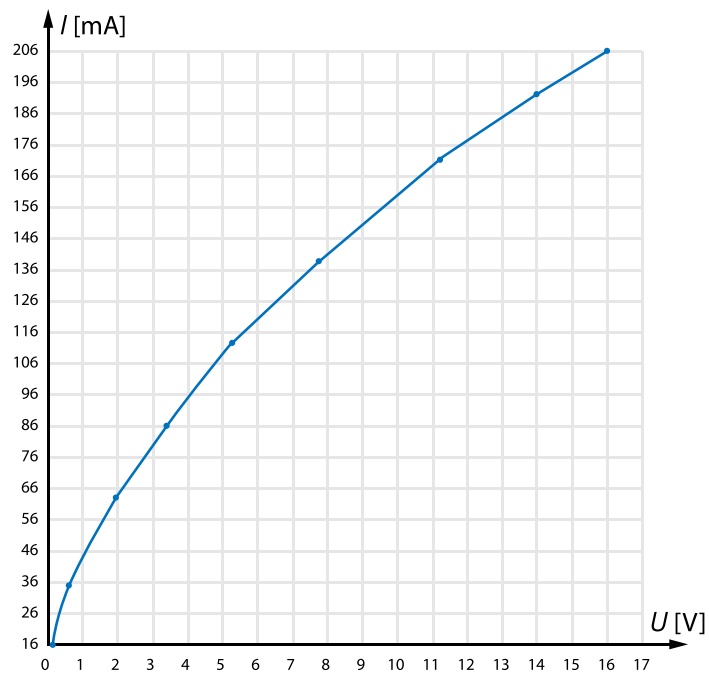
☐ Wykres C

☐ Wykres D



Wykres A

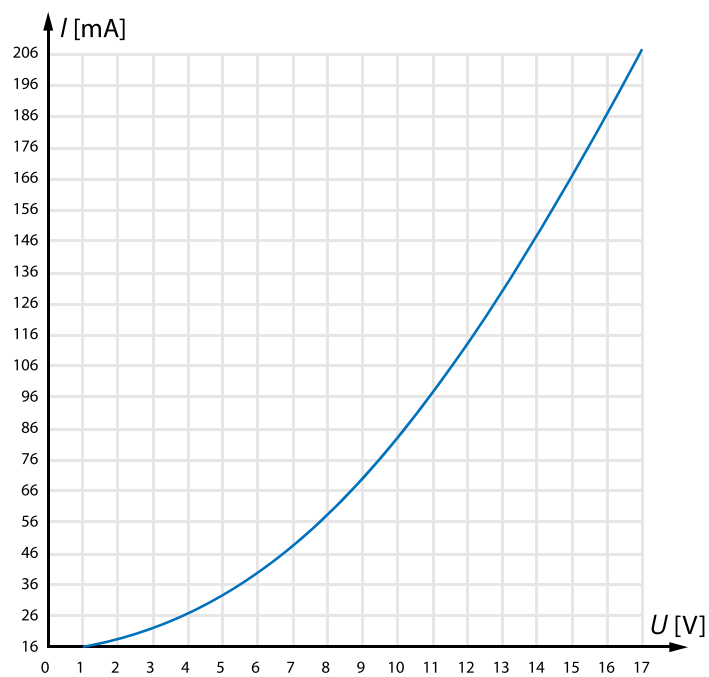
Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.



Wykres B

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

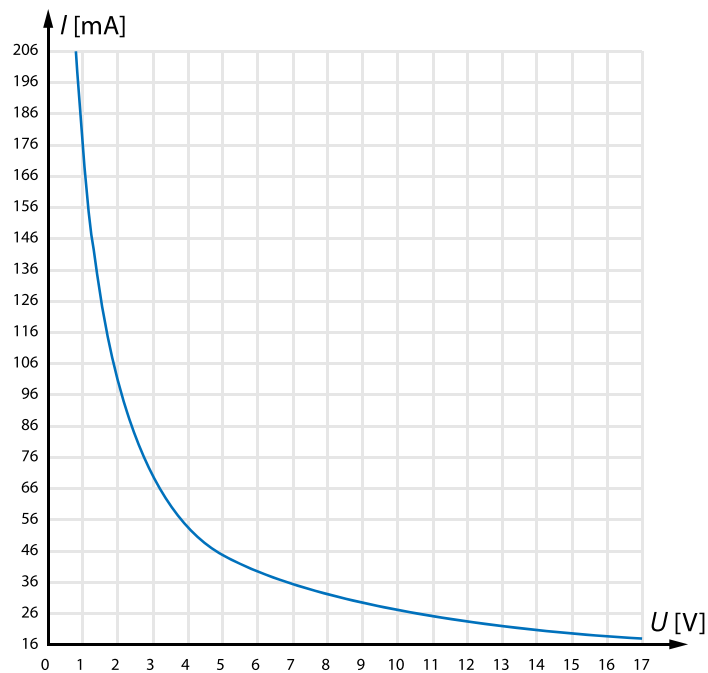
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.



Wykres C

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.



Wykres D

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Ćwiczenie 3



Poniżej wymieniono różne metody doświadczalnego wyznaczania charakterystyki prądowo-napięciowej elementów obwodu. Uszereguj je w kolejności od tych, w których wykonywanie pomiarów trwa najszybciej do tych, gdzie trwa ono najwolniej.

Z użyciem cyfrowych mierników elektrycznych, zmieniając ręcznie wartość napięcia



Z użyciem cyfrowych mierników elektrycznych i sinusoidalnie zmiennego źródła napięcia



Z użyciem analogowych mierników elektrycznych



Ćwiczenie 4



Wykonując charakterystykę prądowo-napięciową elementu elektronicznego niektóre wielkości fizyczne powinny się zmieniać, a inne muszą być stałe. Natężenie prądu płynącego przez rezystory, tyrystory, fotodiody i inne elementy zależy od różnych czynników. Wymieniliśmy poniżej wielkości fizyczne, a Twoim zadaniem jest podzielić je na te, które powinny się zmieniać i te, które muszą być stałe przy wykonywaniu charakterystyki prądowo-napięciowej.

Zmienne:

temperatura

oświetlenie

natężenie prądu

napięcie

Stałe:

Ćwiczenie 5



Uczniowie otrzymali zadanie doświadczalnego wyznaczenia charakterystyki prądowo-napięciowej diody Zenera. Spodziewają się, że przy podłączeniu napięcia w kierunku przewodzenia nastąpi szybki wzrost natężenia prądu przy napięciu około 0,6 V, a w kierunku zaporowym przy napięciu około 17 V. Jakie zakresy pomiarowe woltomierza powinni dobrać spośród następujących: 1 V, 10 V, 100 V?

- ☐ W obu kierunkach zakres musi być taki sam: 100 V.
- ☐ W obu kierunkach zakres musi być taki sam: 10 V.
- ☐ W kierunku przewodzenia – 1 V, w kierunku zaporowym – 100 V.
- ☐ W obu kierunkach zakres musi być taki sam: 1 V.

Ćwiczenie 6

Zaznacz te z wymienionych czynników, które mogą mieć wpływ na dokładność, z jaką wyznacza się charakterystykę prądowo-napięciową elementu.

☐

Wilgotność powietrza w laboratorium.

☐

Klasa lub dokładność miernika.

☐

Sposób połączenia obwodu pomiarowego.

☐

Wybór zakresu pomiarowego miernika.

☐

Fakt, czy mierniki są cyfrowe czy analogowe.

☐

Utrzymywanie stałych wartości innych wielkości fizycznych, np. temperatury lub oświetlenia.

Ćwiczenie 7

Klasa amperomierza równa jest 0,5. Ile wynosi maksymalna niepewność pomiarowa, jeśli zakres, na którym dokonuje się pomiarów to 10 A? Definicję klasy miernika możesz znaleźć np. w słowniczku.

Odp.: A.

Ćwiczenie 8

Uczniowie otrzymali zadanie wyznaczenia charakterystyki prądowo-napięciowej żarówki. Aby wykonać je szybko i nowocześnie, zastosowali cyfrowe mierniki napięcia i natężenia prądu wraz z obsługującym je programem, a jako źródła napięcia użyli generatora sygnału sinusoidalnego. Włączyli pomiar, zamknęli obwód włącznikiem i już po chwili charakterystyka wyświetliła się na ekranie. Jakież było ich zdziwienie, gdy zamiast jednej, uzyskali wiele linii leżących blisko siebie. Pomóż wyjaśnić im, co się stało...



Mierniki cyfrowe zmieniały swoją dokładność z upływem czasu, więc linie rysowane w każdym cyklu nie pokrywały się.



W miarę upływu czasu włókno żarówki rozgrzewało się, jego opór rósł, a kąt nachylenia charakterystyki malał.



Układ został źle połączony – musiało nastąpić zwarcie, które coraz bardziej wpływało na wyniki pomiarów.



W miarę upływu czasu włókno żarówki rozgrzewało się, jego opór rósł, a kąt nachylenia charakterystyki rósł.

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Tomasz Sobiepan
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Doświadczalne wyznaczanie charakterystyki prądowo-napięciowej elementu obwodu
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony
Podstawa programowa:	Cele kształcenia – wymagania ogólne III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji lub doświadczeń oraz wnioskowanie na podstawie ich wyników. Zakres rozszerzony Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 6) tworzy teksty, tabele, diagramy lub wykresy, rysunki schematyczne lub blokowe dla zilustrowania zjawisk bądź problemu; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi; 8) rozpoznaje zależność rosnącą bądź malejącą na podstawie danych z tabeli lub na podstawie wykresu; rozpoznaje proporcjonalność prostą na podstawie wykresu; 10) przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia korzystając z ich opisów; planuje i modyfikuje ich przebieg; formułuje hipotezę i prezentuje kroki niezbędne do jej weryfikacji. VIII. Prąd elektryczny. Uczeń: 6) analizuje charakterystykę prądowo-napięciową elementów obwodu (zgodną lub niezgodną z prawem Ohma).
Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.: • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne:	Uczeń: 1. wyjaśni, jak doświadczalnie wyznaczyć charakterystykę prądowo-napięciową elementu obwodu. 2. omówi różne, analogowe i cyfrowe, metody prowadzenia takich badań. 3. zastosuje zdobytą wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów związanych z tym zagadnieniem.
Strategie nauczania:	Strategia eksperymentalno-obserwacyjna
Metody nauczania:	- pogadanka, - ćwiczenia praktyczne.
Formy zajęć:	- praca w grupach.
Środki dydaktyczne:	- film edukacyjny, - zestaw zadań.
Materiały pomocnicze:	e-materiał: Jak doświadczalnie wyznaczyć charakterystykę prądowo napięciową elementu obwodu , zestawy doświadczalne.
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
- Zaciekawienie uczniów (wg części „Czy to nie ciekawe?”). - Uzgodnienie z uczniami celów do osiągnięcia na lekcji. - Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów i nawiązanie do tej wiedzy: zasady używania woltomierzy i amperomierzy do pomiarów w obwodach elektrycznych.	
Faza realizacyjna:	

Nauczyciel dzieli uczniów na 4 grupy. Każda otrzymuje zadanie wyznaczenia charakterystyki prądowo-napięciowej elementu (np. rezystora lub diody półprzewodnikowej), lecz każda ma do dyspozycji inny rodzaj przyrządów badawczych:

- Grupa 1: mierniki analogowe, kartka, ołówek i papier milimetrowy.
- Grupa 2: mierniki cyfrowe z wyświetlaczem, kartka, ołówek i papier milimetrowy.
- Grupa 3: mierniki cyfrowe obsługiwane komputerowo, z ręczną zmianą napięcia.
- Grupa 4: mierniki cyfrowe obsługiwane komputerowo, obwód zasilany generatorem sygnału sinusoidalnego.

Uczniowie wykonują doświadczenia po obejrzeniu filmu edukacyjnego oraz według instrukcji przekazanej przez nauczyciela. Nauczyciel pełni rolę doradcy, obserwuje pracę uczniów i w razie potrzeby udziela wskazówek i podpowiedzi.

Po wykonaniu doświadczenia uczniowie przygotowują prezentację wyników, przy czym zakres prezentacji jest większy dla grup 3 i 4 (ponieważ szybciej wykonają one doświadczenie).

Grupy relacjonują swoją pracę, zwracając uwagę zarówno na wyniki, jak i sposób oraz czas wykonywania doświadczenia.

Nauczyciel dokonuje podsumowania zwracając uwagę na różnice między zastosowanymi metodami pomiarowymi oraz ograniczenia każdej z tych metod.

Faza podsumowująca:

- Nauczyciel zachęca uczniów do refleksji na temat tego, czego nauczyli się na lekcji.
- Uczniowie odnoszą się do postawionych sobie celów lekcji, ustalają które osiągnęli, a które wymagają jeszcze pracy, jakiej i kiedy. W razie potrzeby nauczyciel dostarcza im informację zwrotną kształtującą.

Praca domowa:

Uczniowie utrwalają w domu wiedzę i umiejętności zdobyte w czasie lekcji przez przeczytanie części „Warto przeczytać” oraz rozwiązywanie zadań.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium:

Film edukacyjny może posłużyć do przygotowania się uczniów do lekcji przy wyborze strategii odwróconej klasy lub do podsumowania wiadomości. Jest też przydatnym materiałem wprowadzającym do doświadczeń dotyczących obwodów prądu stałego i zmiennego.