



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Politechnika



Białostocka

Wydział Elektryczny
Katedra Elektrotechniki, Energoelektroniki
i Elektroenergetyki

Instrukcja do zajęć laboratoryjnych z przedmiotu

WPROWADZENIE DO ELEKTROTECHNIKI

Kod przedmiotu:

E1ED1S002

DZIELNIKI NAPIĘCIA

Numer ćwiczenia

WdE - 03

Autor

Adam Steckiewicz

Białystok 2025



Spis treści

1	Cel ćwiczenia.....	3
2	Wprowadzenie	3
2.1	Prawo Ohma.....	3
2.2	Dzielnik napięcia.....	3
3	Zadania	5
	Zadanie 1 – Sprawdzenie prawa Ohma.....	5
	Zadanie 2 – Badanie dzielnika napięcia.....	6
	Zadanie 3 – Dzielnik z obciążeniem	7
4	Literatura	8

Materiały przygotowane w ramach projektu „PB 5.0 – dostosowanie oferty dydaktycznej Politechniki Białostockiej do potrzeb nowoczesnej gospodarki oraz zielonej i cyfrowej transformacji” (nr umowy FERS.01.05-IP.08-0327/23-00) w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus.

Publikacja jest udostępniona na licencji Creative Commons - Uznanie autorstwa 4.0 (CC BY 4.0). Pełna treść licencji dostępna na stronie creativecommons.org.

Materiały dydaktyczne przeznaczone dla studentów Wydziału Elektrycznego PB.

© Wydział Elektryczny, Politechnika Białostocka, 2025



1 Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zaznajomienie się z prawem Ohma, na przykładzie wybranych obwodów elektrycznych. Ponadto możliwe stanie się zapoznanie z metodyką analizy i projektowania dzielników napięcia oraz przeprowadzenie doświadczalnej weryfikacji obliczeń.

2 Wprowadzenie

2.1 Prawo Ohma

Autorem tego prawa jest Georg Ohm (1789 – 1854) – niemiecki fizyk i matematyk. Prawo to opisuje zależność między prądem (I) płynącym przez przewodnik a napięciem (U) na nim. Relacja matematyczna wiążąca obie wielkości dana jest wzorami

$$U = RI \quad (1)$$

$$R = \frac{U}{I} \quad (2)$$

gdzie R to **rezystancja** wyrażana w omach, $[R] = \Omega$. Wzory (1) i (2) utożsamiane są z prawem Ohma – **rezystancja** jest stosunkiem napięcia do prądu i powinna być (w idealnym przypadku) stała dla danego urządzenia, bez względu na wartość prądu. Oczywiście ideałów nie ma, dlatego gdy R zmienia się w zależności od prądu to mówimy wówczas o elemencie nieliniowym, którego przykładem jest LED. Więcej o prawie Ohma dowiesz się z materiałów [1] i [2].

Z kolei przykładem urządzenia o zmiennej rezystancji, którą regulować może użytkownik, jest potencjometr. Więcej o nim dowiesz się z dodatkowego materiału w źródle [3].

2.2 Dzielnik napięcia

Jest to urządzenie dzielące wejściowe napięcie i zmniejszające je do pewnej wartości wymaganej. Dzielnik napięcia to w najprostszym przypadku czwórnik, zapewniający uzyskanie pożądanego stosunku napięcia wyjściowego (U_{wy}) do wejściowego (U_{we}). Buduje się go, np. z rezystorów (mała sprawność) i cewek (prąd sinusoidalny). Typowy dzielnik składa się z dwóch oporników R_1 i R_2 , źródła napięcia E i obciążenia o zastępczej rezystancji R_o . Rezystory dzielą E na niższe napięcia U_1 i U_2 . Wartość napięcia wyjściowego dana jest wzorem

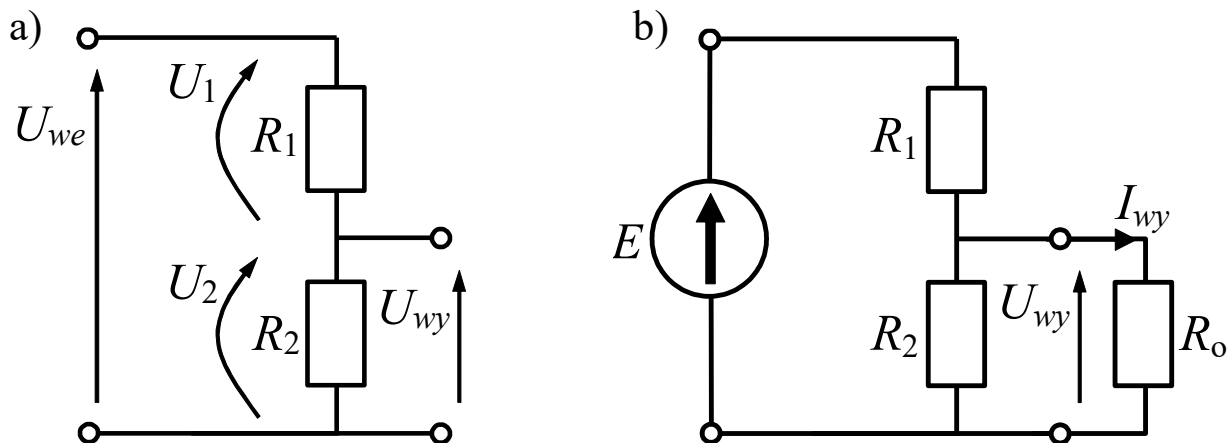
$$U_{wy} = U_{we} \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (3)$$

ale jest to prawda tylko, gdy $R_o \gg R_2$ (Rys. 1a). W rzeczywistym obwodzie ze źródłem o napięciu E i obciążeniem R_o korzysta się z

$$U_{wy} = E \frac{R_o}{R_1 + \frac{R_1 R_o}{R_2} + R_o} \quad (4)$$

Zaś na podstawie zależności (4), dla wybranego rezystora R_1 , wartość rezystancji R_2 można dobrać ze wzoru

$$R_2 = \frac{U_{wy} R_1 R_o}{E R_o - U_{wy} R_1 - U_{wy} R_o} \quad (5)$$



Rys. 1. a) Schemat elektryczny dzielnika napięcia. b) Dzielnik z włączonym do niego źródłem i obciążeniem.

Więcej o dzielniku napięcia dowiesz się z materiałów [4] i [5].

3 Zadania

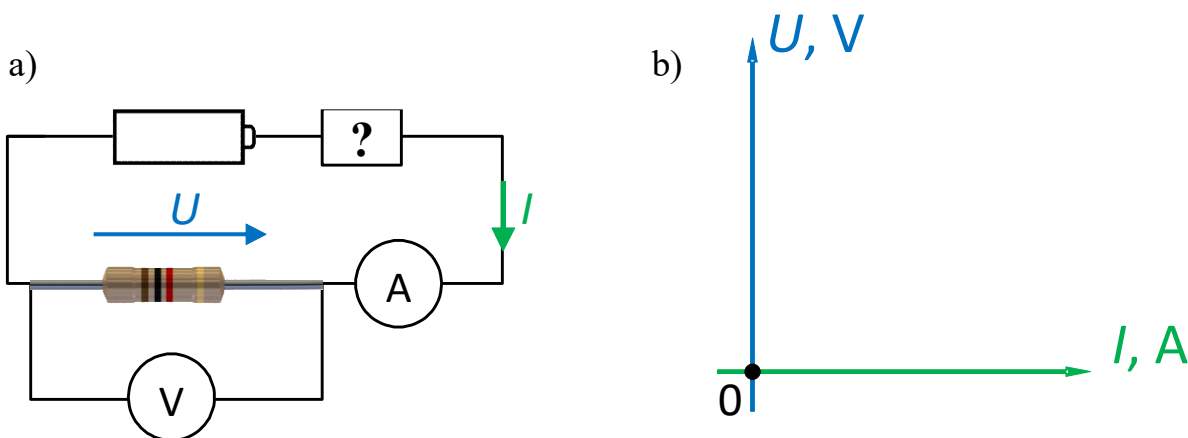
Zadanie 1 – Sprawdzenie prawa Ohma

W ćwiczeniu student ma okazję do sprawdzenia rzeczywistego elementu elektrycznego i tego, w jakim stopniu prąd i napięcie na nim są do siebie proporcjonalne. Na bazie eksperymentu opisanego w materiałach [1] i [2] przeprowadzone zostanie podobne doświadczenie, lecz tym razem dotyczące rezystora węglowego.

Najprostsze podejście do zbadania działania prawa Ohma polega na naszkicowaniu wykresu zależności napięcia (U) od prądu (I). Jeśli uda się uzyskać w przybliżeniu prostą linię łączącą punkty pomiarowe, wówczas będzie można potwierdzić, że rezystor węglowy zachowuje się jak element liniowy.

Realizując ćwiczenie weź pod uwagę następujące wskazówki:

- 1) Zbadaj dwa rezystory węglowe o oporze co najmniej 1 k Ω .
- 2) Jako woltomierz (V) i amperomierz (A) wykorzystaj dostępne multimetry.
- 3) Połącz układ pomiarowy (Rys. 2a).
- 4) Zastanów się "Jak uzyskać i mierzyć kolejne napięcia U na rezystorze oraz przepływający prąd I ?".
- 5) Przygotuj wykres zależności U od I (Rys. 2b);
- 6) Jaki jest współczynnik proporcjonalności, czyli rezystancja tych rezystorów? Jak to policzyć?
- 7) Rezultaty, obliczenia i wykresy przedstaw w sprawozdaniu.



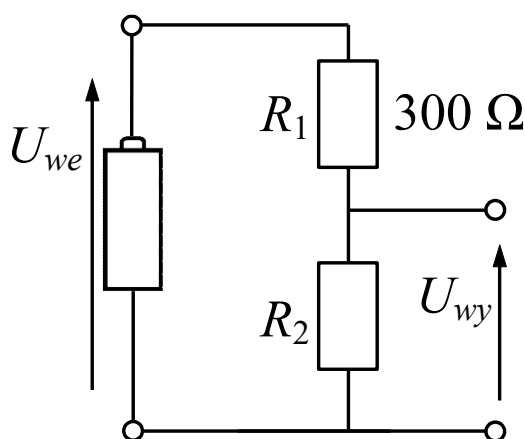
Rys. 2. a) Schemat obwodu pomiarowego. b) Wykres z oznaczonymi osiami

Zadanie 2 – Badanie dzielnika napięcia

Kolejne ćwiczenie umożliwi obserwację efektów działania dzielnika napięcia, a także porównanie obliczeń teoretycznych z rzeczywistymi wartościami uzyskiwanymi w dzielniku. W ten sposób zweryfikowana zostanie użyteczność wzorów z rozdziału 2.2 oraz materiałów [4] i [5].

Aby to zrealizować niezbędne będzie utworzenie obwodu dzielnika napięcia z użyciem baterii i rezystorów (Rys. 3) oraz pomiar napięcia na elemencie R_2 . Dobrze jest sprawdzić działanie dzielnika nie tylko dla jednego R_2 , ale dla co najmniej kilku o różnych rezystancjach.

WAŻNE: Przyjmij przez cały czas realizacji zadań, że $R_1 = 300\ \Omega$ – jeśli nie masz takiego lub podobnego rezystora, to postaraj się go utworzyć przez połączenie szeregowo/równoległe innych oporników.



Rys. 3. Schemat badanego dzielnika.

Realizując ćwiczenie weź pod uwagę następujące wskazówki:

- 1) Aby nie uszkodzić elementów obwodu, rolę R_2 powinny pełnić oporniki o rezystancji co najmniej $10\ \Omega$.
- 2) Zapisz rezystancje tychże wybranych oporników do Tabeli 1.
- 3) Po podłączeniu R_2 zanotuj napięcie na zaciskach wejściowych dzielnika (U_{we}) oraz wyjściowych (U_{wy}).
- 4) Jak można obliczyć teoretyczną wartość napięcia wyjściowego? Jaka jest ta teoretyczna wartość $U_{wy,t}$ dla każdego wybranego R_2 ?
- 5) Tabelę, wyniki i obliczenia przedstaw w sprawozdaniu.

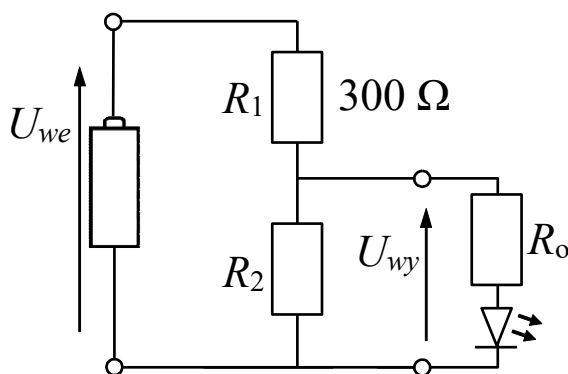
Tabela 1. Zmierzone i obliczone wartości napięć dzielnika

R_2, Ω										
U_{we}, V										
U_{wy}, V										
$U_{wy,t}, V$ (teoretyczne)										

Zadanie 3 – Dzielnik z obciążeniem

Mając przygotowany dzielnik można wykonać ostatnie zadanie. Zgodnie ze wzorem (4), każdy rezystor w dzielniku powinien wpływać na napięcie wyjściowe. Ale może w praktyce jest to nieistotne i nie warto przejmować się doбором tych elementów?

Postaraj się to sprawdzić, dla ułatwienia koncentrując się tylko na rezystorze R_2 . Podmień go w obwodzie dzielnika na rezystory o różnym oporze. By ocenić efekty, dodaj do obwodu diodę (Rys. 4).



Rys. 4. Schemat dzielnika z obciążeniem w postaci diody.

Realizując ćwiczenie weź pod uwagę następujące wskazówki:

- 1) W celu uniknięcia uszkodzenia LED-a ogranicz jego prąd rezystorem R_o , którego opór (w tym przypadku) musi być wiekszy od 80 Ω , ale mniejszy od 160 Ω – jeśli takim nie dysponujesz, to utwórz go poprzez połączenie innych oporników;
- 2) Możesz testować działanie obwodu dołączając do niego różne rezystory R_2 , np. o najmniejszej i największej wartości z Tab. 1.
- 3) W jaki sposób rezystor R_2 wpływa na świecenie diody? Czy potrafisz wyjaśnić skąd biorą się różnice w jej działaniu?



4 Literatura

Materiały elektroniczne

- [1] Steckiewicz A., *Prawo Ohma*,
<https://box.biaman.pl/f/51bbee88ca71490b9210/>
- [2] Steckiewicz A., *Prawo Ohma – Ale o co chodzi?*,
<https://box.biaman.pl/f/fe0e24906aba448797cd/>
- [3] Steckiewicz A., *Potencjometr*,
<https://box.biaman.pl/f/716077a4e0914dfd7b/>
- [4] Steckiewicz A., *Dzielnik napięcia*,
<https://box.biaman.pl/f/09db79aedfae4449a967/>
- [5] Steckiewicz A., *Dzielnik napięcia – Z czym to się je?*,
<https://box.biaman.pl/f/955d80182b844de1b63d/>

Podręczniki

- [6] Bolkowski S., *Teoria obwodów elektrycznych*, WNT, Warszawa, 2022.