



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

ZASILACZ AC/DC

Numer ćwiczenia

WdE - 05

Autor

Adam Steckiewicz

Białystok 2025



Spis treści

1	Cel ćwiczenia.....	3
2	Wprowadzenie	3
2.1	Dioda prostownicza	3
2.2	Przekształtnik AC/DC	3
3	Zadania	5
	Zadanie 1 – Określenie rezystancji wentylatora.....	5
	Zadanie 2 – Wykonanie przekształtnika AC/DC	5
	Zadanie 3 – Badanie napięcia wyjściowego	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

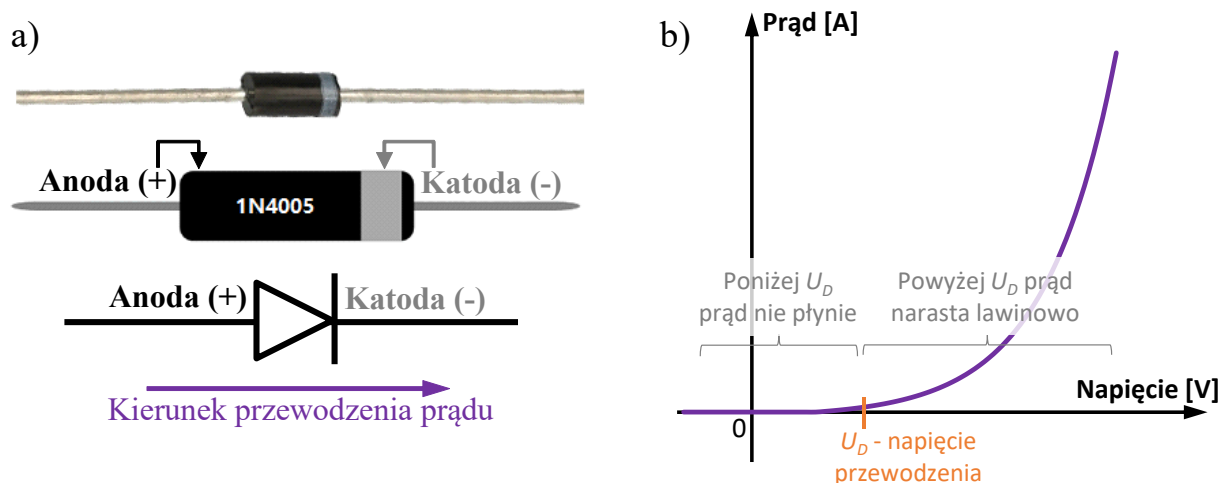
1 Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest nabycie umiejętności tworzenia podstawowego przekształtnika AC/DC za pomocą elementów półprzewodnikowych i jego testowania przy użyciu oscyloskopu. A także ocena działania utworzonego zasilacza układu chłodzącego z wentylatorem małej mocy.

2 Wprowadzenie

2.1 Dioda prostownicza

Dioda ta (Rys. 1a) różni się od LED-a **napięciem przewodzenia U_D** i funkcją: ma przepuszczać **ładunek płynący w jednym kierunku** (np. tylko dodatni prąd) przy jak najmniejszym napięciu (w efekcie mały pobór mocy → możliwość przenoszenia dużego prądu). Jest elementem nieliniowym (Rys. 1b), czyli jej rezystancja nie jest stała i zależy od przyłożonego napięcia!



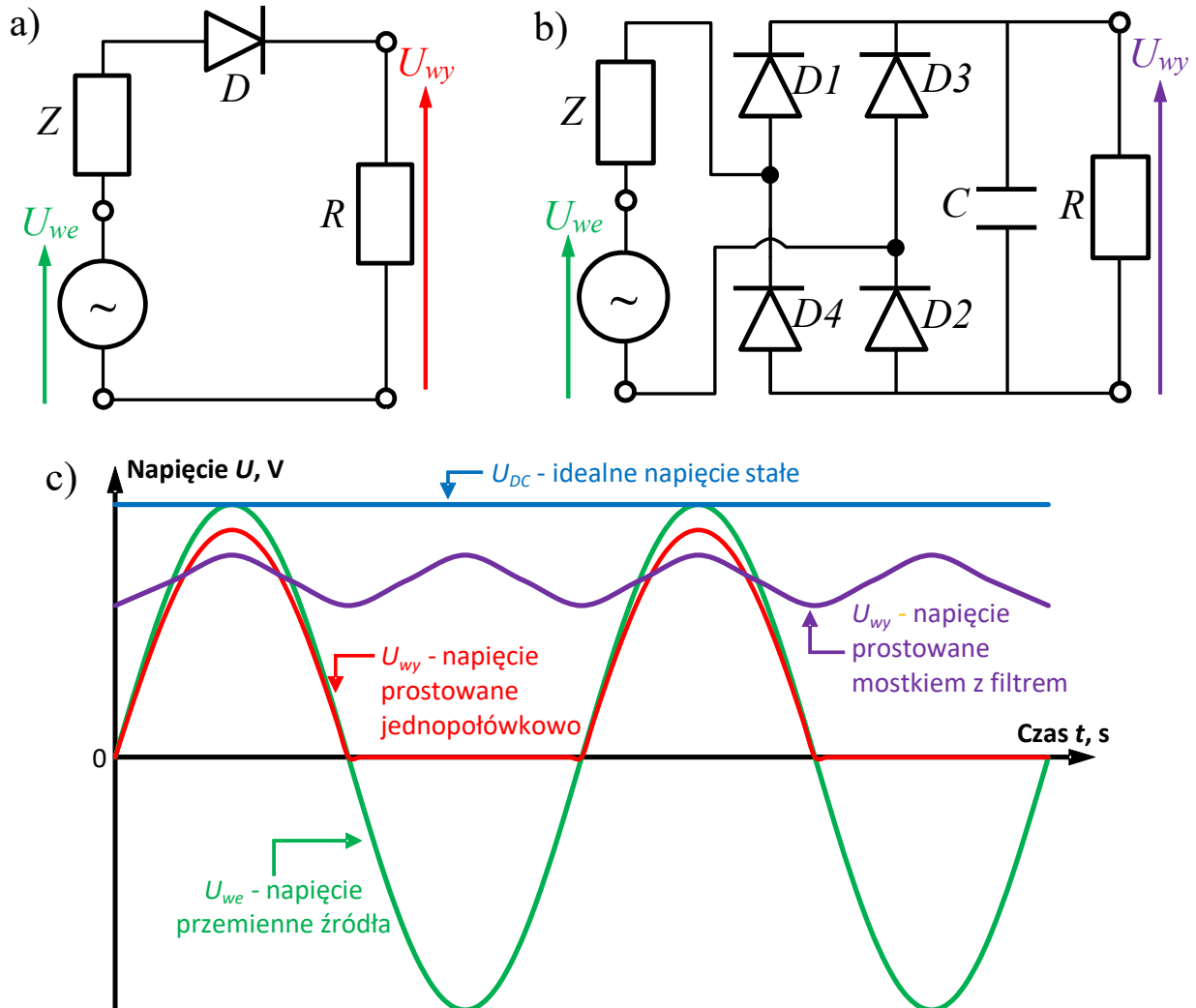
Rys. 1. a) Przykład diody prostowniczej typu 1N4005. b) Charakterystyka prądowo-napięciowa i widoczna na niej nieproporcjonalna zależność prądu diody od napięcia na niej.

Dodatni styk nazywa się anodą, a ujemny katodą i oznaczana jako szary pasek (Rys.1a). Prąd płynie „od anody do katody”, zatem dioda zachowuje się jak zawór: pozwala na przepływ w jednym kierunku, a w drugim blokuje (prąd ≈ 0). Wykorzystuje się to do zamiany prądu przemiennego (AC) na stały (DC).

2.2 Przekształtnik AC/DC

Pełni on funkcję prostownika, czyli zamienia prąd przemienny na stały. W najprostszym wydaniu jest to dioda D między źródłem napięcia przemiennego U_{we} a odbiornikiem R (Rys. 2a). Lecz wówczas napięcie U_{wy} jest zbyt pofalowane

i nieciągłe (Rys. 2c), zatem trudno mówić o jego wyprostowaniu. Toteż częściej stosuje się mostek Graetza (Rys. 2b) – diody $D1 \div D4$, do których dołącza się filtrujący kondensator C , prowadzący do „wygładzenia” przebiegu U_{wy} (Rys. 2c).



Rys. 2. a) Prostownik jednopołówkowy. b) Prostownik z mostkiem Graetza i filtrem pojemnościowym. c) Przebiegi napięć.

Przebieg napięcia U_{wy} w dowolnej chwili t opisuje przybliżony wzór

$$U_{wy} = \frac{2.7\omega^2 + \left(\frac{R+Z}{RCZ}\right)^2 \left(\frac{1}{2} - \frac{\cos(2\omega t)}{2}\right) - 2.7\omega^2 \exp\left(-\left(\frac{R+Z}{RCZ}\right)t\right) - 0.7\left(\frac{R+Z}{RCZ}\right)\omega \sin(2\omega t)}{(R+Z) \left(\left(\frac{R+Z}{RCZ}\right)^2 + 4\omega^2\right)} U_{we} R - 2U_D \quad (1)$$

gdzie: Z – rezystancja wewnętrzna źródła, U_D – napięcie przewodzenia diody, $\omega = 2\pi f$. Jak widać efektywność prostowania napięcia zależy od pojemności C , rezystancji R odbiornika i częstotliwości f napięcia U_{we} . Im większe te wartości, tym napięcie U_{wy} jest bliższe **idealnemu DC**.

3 Zadania

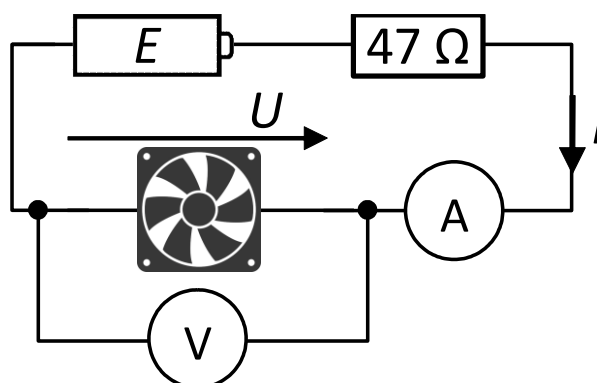
Zadanie 1 – Określenie rezystancji wentylatora

Na podstawie wzoru (1) widać, że np. do oszacowania przebiegu napięcia potrzebna jest znajomość rezystancji zastępczej R odbiornika (w tym przypadku wentylatora chłodzącego).

Sprawdź, czy tą rezystancję da się zmierzyć omomierzem. Przecież teoretycznie właśnie do tego służy... Jaki otrzymano rezultat?

A czy rezystancję da się obliczyć znając znamionowe napięcie i moc wentylatora, podane na naklejce? Jeśli tak, to ile ona wynosi?

Innym sposobem pomiaru rezystancji jest **metoda techniczna**. Polega ona na zmierzeniu prądu I płynącego przez urządzenie i spadku napięcia U na nim, pod wpływem przyłożonego napięcia zasilającego E . Następnie liczy się rezystancję korzystając z prawa Ohma, $R = U / I$.



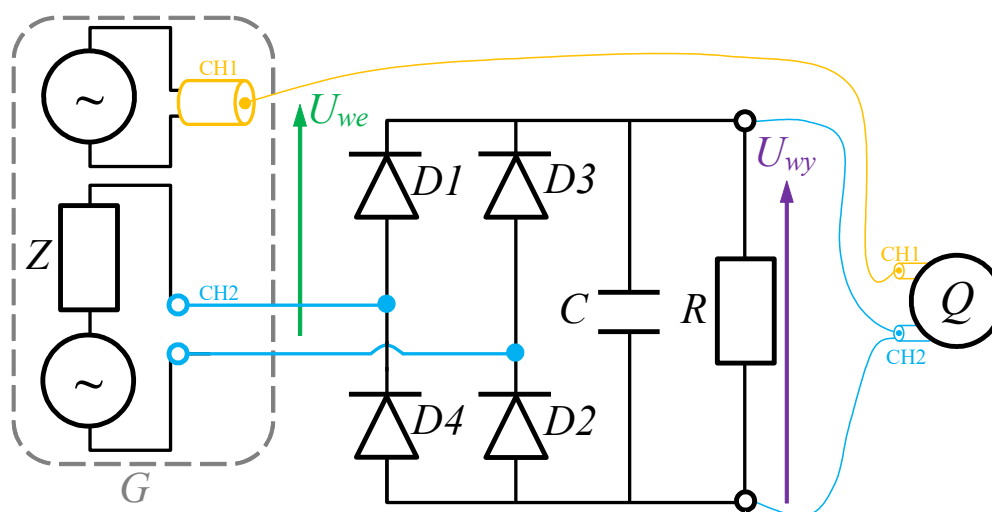
Rys. 3. Schemat obwodu do pomiaru rezystancji wentylatora metodą techniczną.

Oszacuj opór zastępczy **pracującego** wentylatora, przykładając do niego źródło E i rezystor 47Ω oraz mierząc napięcie U i prąd I . Skorzystaj ze schematu na Rys. 3. W sprawozdaniu zapisz zmierzone wartości i obliczenia rezystancji. Porównaj jej wartość z rezultatem pomiarów wykonanym omomierzem oraz wyliczeniami teoretycznymi.

Zadanie 2 – Wykonanie przekształtnika AC/DC

Teraz można utworzyć zasilacz, zamieniający napięcie AC na DC potrzebne do zasilania wentylatora. Załóżmy, że autonomiczna stacja bazowa, nadająca na falach długich, ma posiadać moduł awaryjnego zasilania chłodzenia jej elektroniki. Wykorzystuje w tym celu dostęp do swojej anteny, czyli innymi słowy do fal elektromagnetycznych „zbieranych” z otoczenia (patrz: *energy*

harvesting). Antenę odbiorczą imitować będzie generator sygnałowy G , a obserwację przebiegów napięć zrealizować można na oscyloskopie Q .



Rys. 4. Schemat obwodu prostownika z generatorem i oscyloskopem.

Teraz przyszedł czas na zbudowanie swojego prototypu zasilacza. Realizując ćwiczenie weź pod uwagę następujące wskazówki:

- 1) Możesz wzorować się na schemacie przekształtnika z Rys. 4.
- 2) Dobierz kondensator filtrujący C . Jaka powinna być jego wartość?
- 3) Pamiętaj, że rolę źródła U_{we} (antenę) pełni generator G , którego rezystancja wewnętrzna wynosi $Z = 50 \Omega$.
- 4) Oscyloskop Q ma dwa kanały – do CH1 podaj napięcie wejściowe (U_{we}) z generatora, a do CH2 napięcie z wyjścia prostownika (U_{wy}), by jednocześnie obserwować sygnał AC i DC.
- 5) Na generatorze G nastaw częstotliwość f (pierwsza pozycja na wyświetlaczu) – wybierz dowolną z przedziału $1 \text{ kHz} \div 5 \text{ kHz}$.
- 6) Na generatorze G nastaw maksymalną wartość napięcia, czyli amplitudę 10 V (druga pozycja na wyświetlaczu).
- 7) Jeśli wentylator zacznie pisać, drgać lub nie będzie się obracał, to wystarczy wtedy zakręcić lekko łopatkami, by wprowadzić go w ruch.

Zaobserwuj na oscyloskopie otrzymane przebiegi i zapisz je (np. zrób zdjęcie). Czy są takie same jak na Rys. 2c? Czy udało się uzyskać napięcie stałe na wyjściu? Czy pomimo tego wentylator działał? W sprawozdaniu zamieść wyniki, opisy ćwiczeń i swoje przemyślenia dotyczące powyższych zagadnień.



Zadanie 3 – Badanie napięcia wyjściowego

Zasilacz został przetestowany przy konkretnym kondensatorze filtrującym C i częstotliwości f . Ale co by się stało, gdyby zmienić te parametry? Co się wydarzy, jeśli wzrośnie częstotliwość odbieranych fal? Albo co, gdyby zastosowano kondensator o mniejszej pojemności?

Aby sprawdzić wpływ tych wielkości przeprowadź dodatkowe eksperymenty. W nauce nazywa się to *analizą parametryczną*. Służy ona ocenie wrażliwości układu – innymi słowy testuje się jak znacząco urządzenie reaguje na zmianę pierwotnych parametrów.

W tym przypadku oceń jak zmieni się kształt oraz wartość średnia i skuteczna napięcia U_{wy} . Weź pod uwagę następujące wskazówki:

- 1) Zastosuj w miejsce C kondensatory o innej pojemności.
- 2) Przy wybranej pojemności C zmniejsz i zwiększ częstotliwość.
- 3) W każdym przypadku zanotuj wartość średnią $U_{wy,śr}$ i skuteczną $U_{wy,sk}$, a także zrób zdjęcia dla wybranych sytuacji.
- 4) Zauważ, że im bliższy jedności jest stosunek $U_{wy,sk} / U_{wy,śr}$ (zwany *RF*, *ripple factor*) tym U_{wy} jest bardziej wygładzone.

Tabela 1. Zadane pojemności i zmierzone wartości napięcia wyjściowego oraz ripple factor

C, F					
$U_{wy,śr}, V$					
$U_{wy,sk}, V$					
RF					

Tabela 2. Zadane częstotliwości i zmierzone wartości napięcia wyjściowego oraz ripple factor

f, kHz					
$U_{wy,śr}, V$					
$U_{wy,sk}, V$					
RF					



4 Literatura

Materiały elektroniczne

- [1] RS Elektronika, *Diody półprzewodnikowe # 9*, 2015,
youtube.com/watch?v=IXPNVt0h7Wc (całość)
- [2] RS Elektronika, *Zasilacze i stabilizatory liniowe # 21*, 2015,
youtube.com/watch?v=kU9TQ5YCmb8 (od 00:00 do 09:15)
- [3] Zintegrowana Platforma Edukacyjna, *Jak należy interpretować schemat układu prostownika jedno- i dwupołwolkowego?*, 2021,
zpe.gov.pl/pdf/PdQqu4n2K

Podręcznik

- [4] Saeed K., Parfieniuk M., *Podstawy elektrotechniki i elektroniki dla studentów informatyki*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok, 2020,
pb.edu.pl/oficyna-wydawnicza/wp-content/uploads/sites/4/2020/11/Podstawy-elektrotechniki-i-elektroniki-dla-studentow-informatyki.pdf