



Zastosowanie diody półprzewodnikowej w prostownikach

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Symulacja interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)

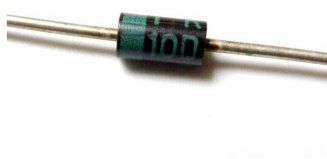


Zastosowanie diody półprzewodnikowej w prostownikach

Źródło: dostępny w internecie: <https://lovepik.com/image-605724391/blue-big-data-internet-banner-poster-background.html> [dostęp 7.03.2022].

Czy to nie ciekawe ?

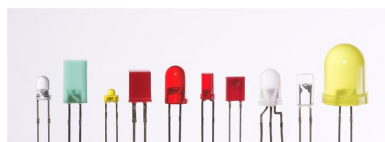
Prąd elektryczny wytwarzany przez elektrownie i docierający do odbiorców jest tak zwanym prądem przemiennym – cyklicznie zmieniającym nie tylko wartość, ale także kierunek. Stosowane powszechnie urządzenia elektroniczne: telewizory, komputery, odtwarzacze wszelkiego rodzaju, czy też ładowarki do smartfonów, do swojego prawidłowego działania potrzebują prądu jednokierunkowego. Zadaniem prostowników prądu jest zmiana prądu przemiennego w prąd jednokierunkowy. Elementem prostownika odpowiedzialnym za tę zmianę są diody półprzewodnikowe, których istotną własnością jest niejednakowe przewodzenie prądu w dwóch kierunkach.



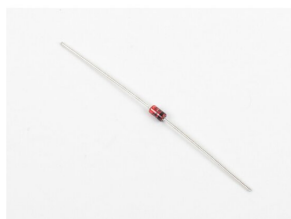
dioda
standardowa



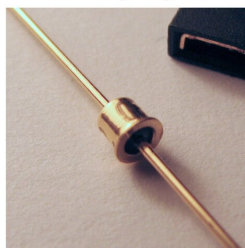
dioda
Schottky'ego



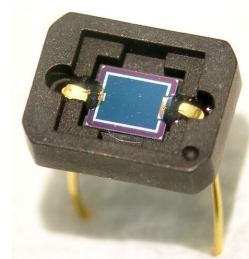
diody LED



dioda
Zenera



dioda
tunelowa



fotodioda

Rys. a. Rodzina diód jest liczna. Liczne są też ich zastosowania.

Źródło: Afrank99, Aomorikuma, Caliston, John Maushammer, Raimond Spekking, Windell Oskay, dostępny w internecie:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diode_IR_10D_9F.JPG [dostęp 18.12.2022],

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blaupunkt_PC-100_Power_Adapter_-_board_-_F5K890B-9904.jpg [dostęp

18.12.2022], https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zener_Diode.jpg [dostęp 18.12.2022],

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Verschiedene_LEDs.jpg [dostęp 18.12.2022],

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Photodiode-closeup.jpg> [dostęp 18.12.2022],

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:GE_1N3716_tunnel_diode.jpg [dostęp 18.12.2022].

Twoje cele

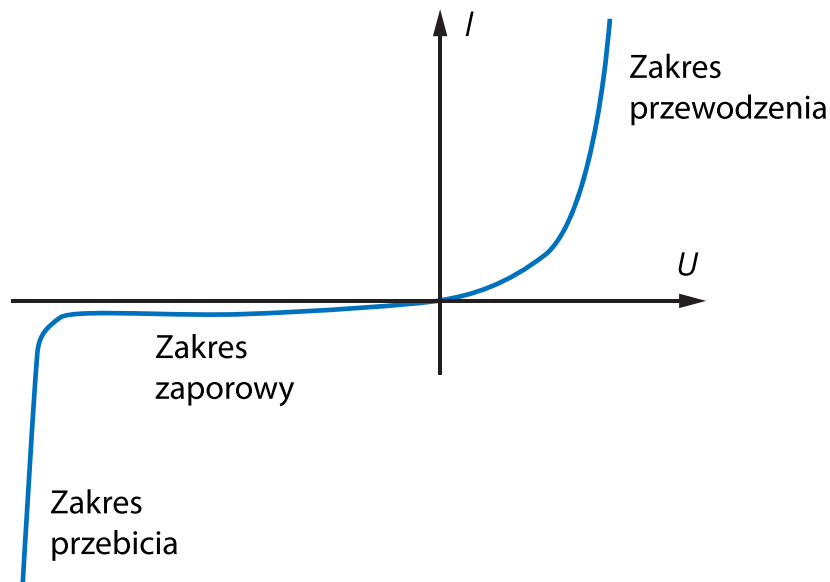
- dowiesz się, do czego i gdzie stosuje się prostowniki prądu,
- poznasz skutek pracy diody w prostowniku,
- zrozumiesz, w jaki sposób diody „prostują” prąd elektryczny,
- przeanalizujesz cykl pracy prostownika,
- zastosujesz zdobytą wiedzę do rozwiązywania problemów.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Prostowniki prądu wykorzystuje się wszędzie tam, gdzie istnieje konieczność zamiany **prądu przemiennego** dostarczanego przez elektrownię, czy też wytwarzanego przez prądnice – na przykład w samochodach, na prąd jednokierunkowy. Prostownik jest także istotnym elementem powszechnie stosowanych zasilaczy w urządzeniach elektronicznych czy ładowarek do smartfonów. Praktycznie wszystkie powszechnie stosowane prostowniki w swoim działaniu wykorzystują właściwości diod półprzewodnikowych.

Działanie diody dobrze przedstawia charakterystyka prądowo - napięciowa, czyli zależność natężenia prądu płynącego przez diodę od przyłożonego napięcia – Rys.1.



Rys. 1. Zależność natężenia prądu płynącego przez diodę od przyłożonego napięcia.

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

Jak widać na wykresie, przebieg charakterystyki diody można podzielić na trzy zakresy:

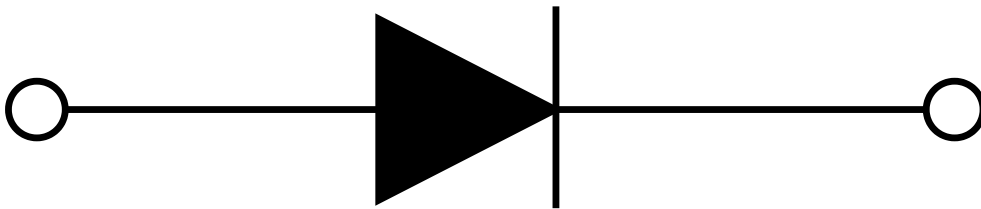
I. Zakres przewodzenia, w którym natężenie prądu, już przy niewielkim napięciu – poniżej 1 V – zaczyna szybko rosnąć. Natężenie to osiąga wysokie wartości wraz ze wzrostem napięcia. Wielkość stosowanych w praktyce natężeń zależy od przeznaczenia diody i wynosi od kilku miliamperów w diodach stosowanych w urządzeniach elektronicznych, do kiloamperów w urządzeniach elektrotechnicznych. Natężenia, z jakimi spotykamy się w praktyce, mieszczą się w zakresie od około 1 A do kilkunastu amperów. Na przykład w ładowarkach do smartfonów natężenia mają wartości od około 1 A do około 5 A w tak

zwanych szybkich ładowarkach. W prostownikach do ładowania akumulatorów samochodowych stosuje się natężenia do około 15 A.

II. Zakres zaporowy. Po zmianie kierunku napięcia przyłożonego do diody, przez diodę płynie bardzo mały prąd o natężeniu poniżej 10^{-6} A, związany z przepływem tak zwanych **nośników mniejszościowych**. Natężenie prądu jest w tym zakresie ponad milion a nawet ponad miliard razy mniejsze niż w zakresie przewodzenia.

III. Zakres przebicia. Po osiągnięciu napięcia przebicia, które w zależności od rodzaju diody wynosi od kilku do kilku tysięcy volt natężenie prądu gwałtownie rośnie, a wartość natężenia praktycznie nie zależy od przyłożonego napięcia.

Symbol graficzny diody pokazuje Rys.2.

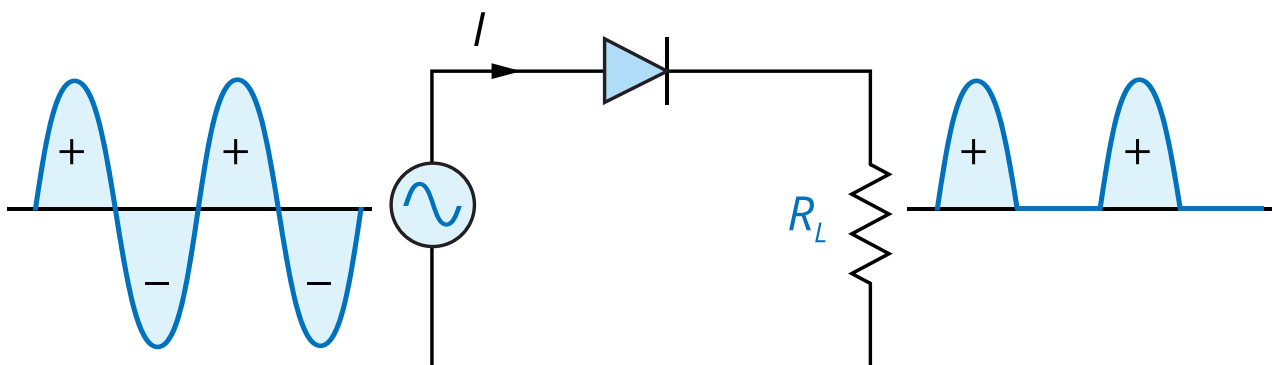


Rys. 2. Symbol graficzny diody, grot strzałki wskazuje kierunek przewodzenia prądu.

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

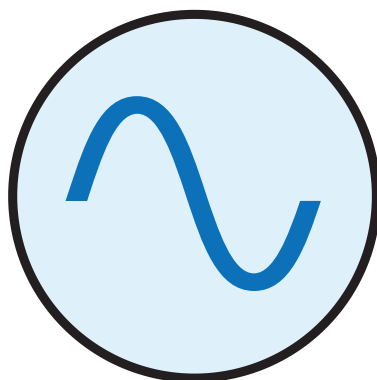
W prostownikach prądu wykorzystywane są zakresy I – zakres dobrego przewodzenia i zakres II – zaporowy.

Efekt, jaki powoduje włączenie diody do obwodu prądu przemiennego przedstawia schematycznie Rys.3.



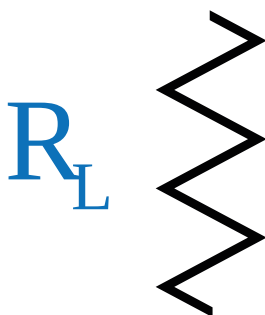
Rys. 3. Wpływ diody na przebieg prądu w obwodzie zasilanym źródłem prądu przemiennego.

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



Rys. 3a. Źródło prądu przemiennego

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



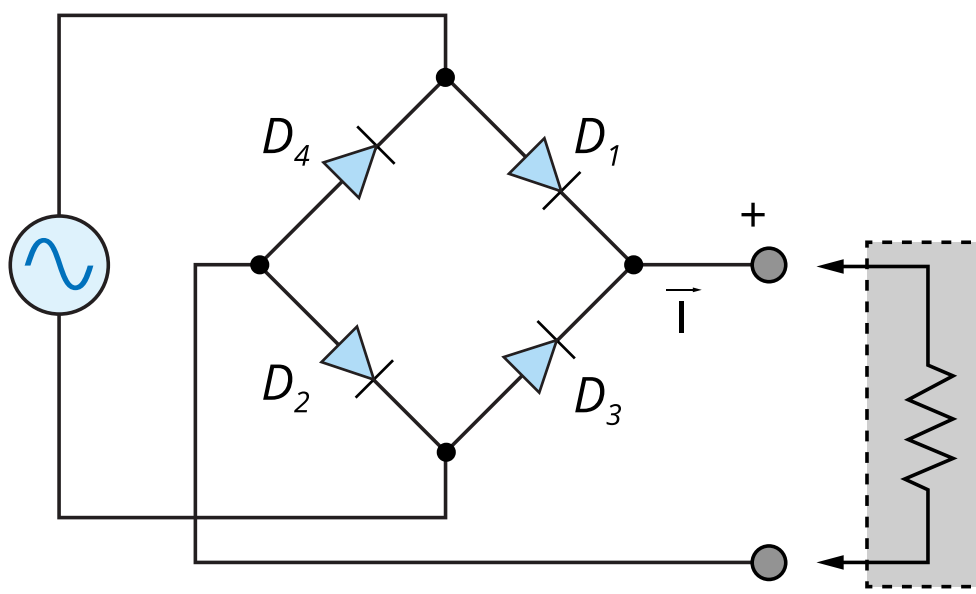
Rys. 3b. Opornik – odbiornik prądu

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

Po lewej stronie rysunku przedstawiony jest wykres ilustrujący zmiany w czasie wartości i kierunku napięcia wytwarzanego przez źródło **prądu przemiennego**, a po prawej natężenia prądu płynącego przez odbiornik. Źródło prądu wytwarza tak zwane napięcie przemiennie – zmieniające cyklicznie zarówno wartość jak i kierunek – cyklicznie zmieniają się bieguny źródła. Zmiany kierunku napięcia powodują, że przez połowę cyklu pracy napięcie na źródle jest zgodne z kierunkiem przewodzenia prądu przez diodę, a przez drugą połowę zgodne z kierunkiem zaporowym. Dlatego prąd w obwodzie płynie tylko przez połowę tego cyklu – gdy napięcie na źródle jest zgodne z kierunkiem przewodzenia diody. Ilustruje to wykres po prawej stronie rysunku.

Przedstawiony schemat ilustruje działanie tak zwanego przewodnika jednopółkowego, w którym prąd płynie tylko przez połowę cyklu zmian prądu. Ten typ prostownika jest stosowany dosyć rzadko ze względu na duże pulsowanie prądu i wykorzystywanie tylko połowy czasu pracy źródła napięcia. Częściej wykorzystywane są tak zwane prostowniki dwupółkowe, które dają prąd przez cały czas pracy źródła.

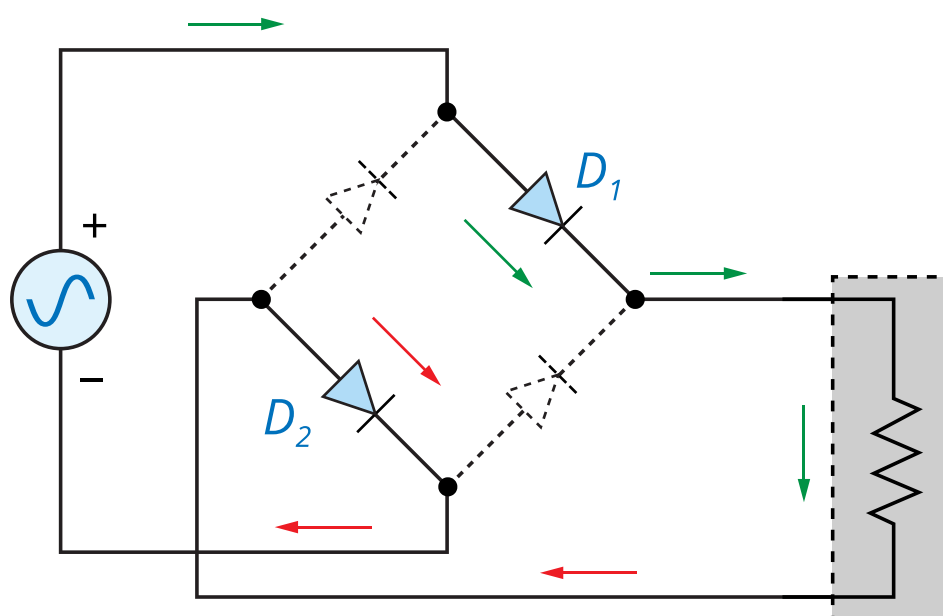
Jednym z częściej stosowanych układów prostowniczych jest układ czterech diod, nazywany mostkiem Graetza (Rys. 4.)



Rys. 4. Mostek Graetza.

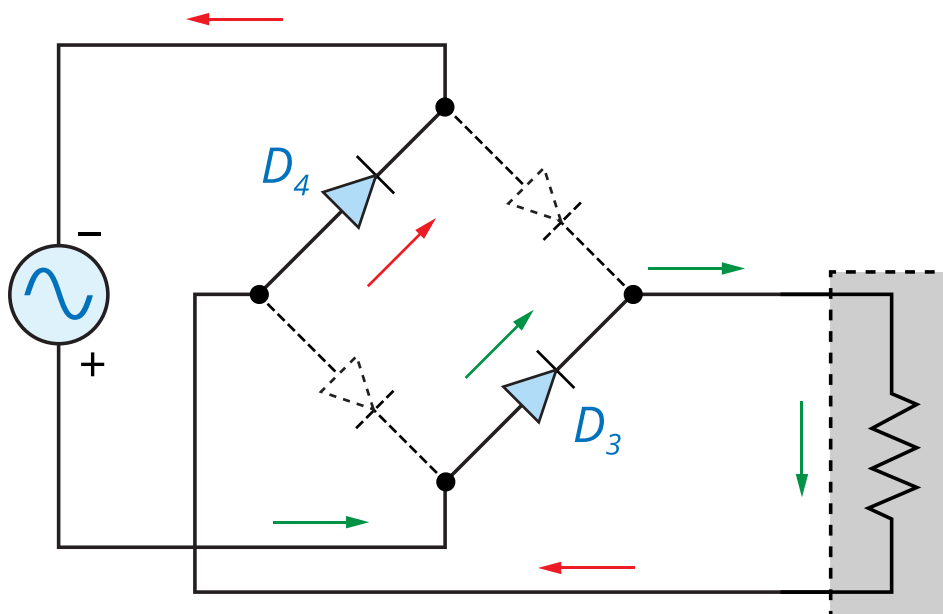
Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

W przedstawionym układzie na wyjściu „plus” i „minus” napięcia nie zależy od „plusa” i „minusa” napięcia na źródle, a prąd przez odbiornik zawsze płynie w tę samą stronę. Schemat przepływu prądu w układzie, w zależności od znaków napięcia na źródle przedstawia Rys. 5.



Rys. 5a. Schemat przepływu prądu przez mostek Graetza w zależności od znaków napięcia na źródle.

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



Rys. 5b. Schemat przepływu prądu przez mostek Graetza w zależności od znaków napięcia na źródle.

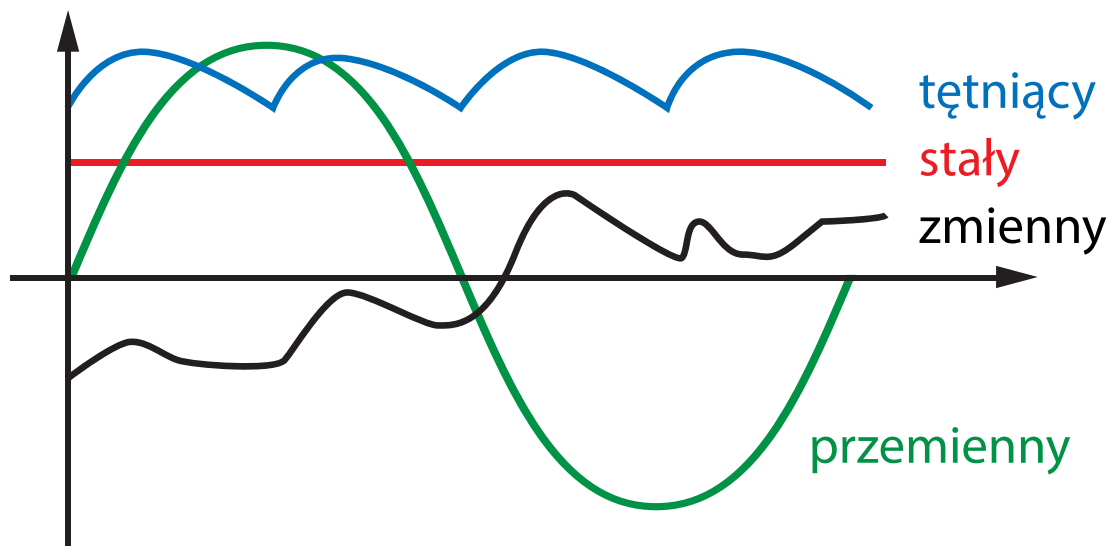
Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Prąd zawsze wypływa z bieguna dodatniego źródła (zielone strzałki), dopływa do pierwszego rozgałęzienia, z którego może popłynąć tylko przez jedną diodę, której kierunek przewodzenia jest zgodny z tym prądem (D_1 na Rys. 5a, D_3 na Rys. 5b). Następnie w drugim rozgałęzieniu prąd kieruje się na odbiornik, ponieważ kolejna dioda jest ustawiona zaporowo. Po przepłynięciu przez odbiornik (czerwone strzałki) prąd płynie przez diodę, która doprowadza do ujemnego bieguna źródła.

Słowniczek

prąd przemienny

(*ang.: alternating current, AC*) charakterystyczny przypadek prądu elektrycznego okresowo zmiennego, w którym wartości chwilowe podlegają zmianom w powtarzalny, okresowy sposób, z określoną częstotliwością. Wartości chwilowe natężenia prądu przemiennego przyjmują naprzemiennie wartości dodatnie i ujemne (stąd nazwa *przemienny*). Największe znaczenie praktyczne mają prąd i napięcie o **przebiegu sinusoidalnym**. W żargonie technicznym nazwa *prąd przemienny* często oznacza po prostu *prąd sinusoidalny*.



Rys. Rodzaje zmienności prądu.

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

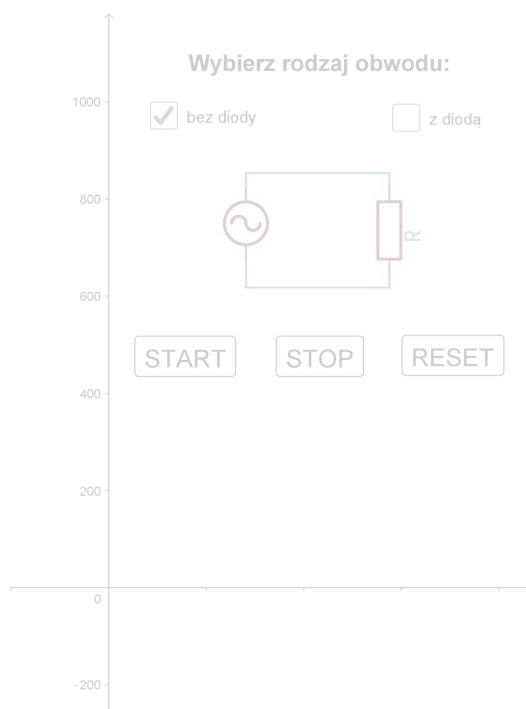
nośniki mniejszościowe

(*ang.: minority charge carriers*) nośniki prądu w półprzewodnikach domieszkowych, których źródłem są atomy macierzyste półprzewodnika a nie atomy domieszek. Atomy domieszek są źródłem nośników dominujących - większościowych w danym typie półprzewodnika: elektronów w typie n i dziur w typie p.

Symulacja interaktywna

Zastosowanie diody półprzewodnikowej w prostownikach

Symulacja demonstruje wpływ włączenia diody do obwodu prądu przemiennego na przepływ tego prądu.



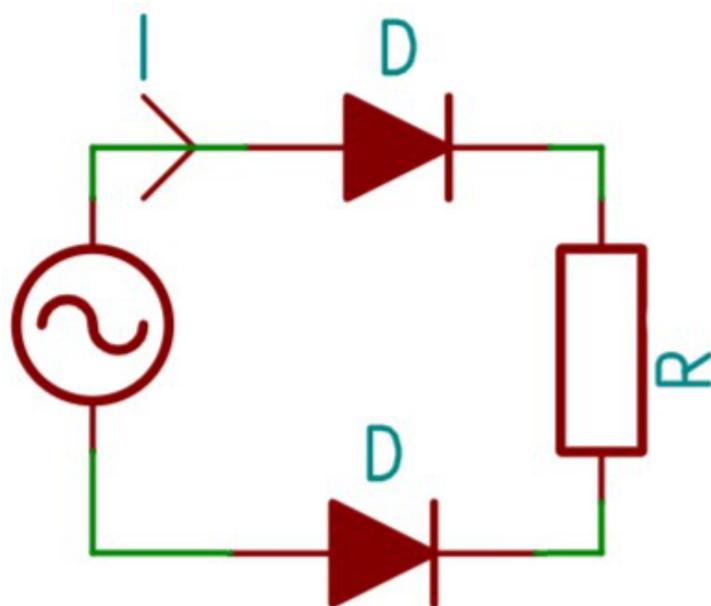
Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DuuH6XFxQ>

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

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

Polecenie 1

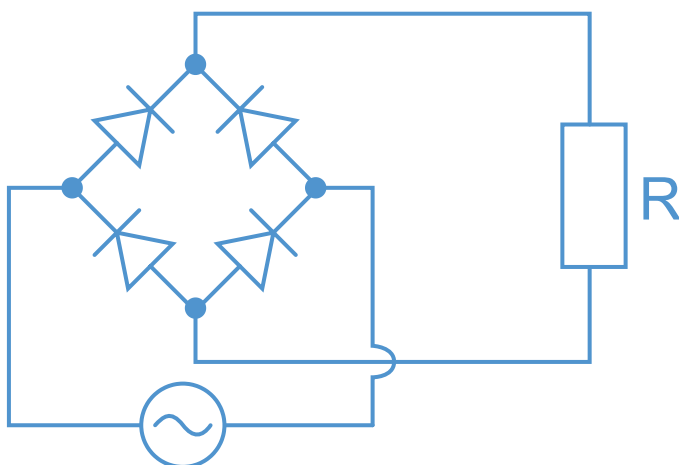
Poniższy rysunek prezentuje obwód, do którego włączono dwie diody.



Czy potrafisz narysować przebieg natężenia prądu w obwodzie w funkcji czasu?

Polecenie 2

Poniższy rysunek przedstawia prostownik dwupołówkowy zwany mostkiem Graetza. W układzie takim niezależnie od kierunku przepływu prądu na wejściu prąd na wyjściu płynie zawsze w tę samą stronę. W określonej chwili dwie z tych diod pracują przy polaryzacji w kierunku przewodzenia, a dwie w kierunku zaporowym; przy zmianie kierunku prądu wejściowego te pary zamieniają się rolami.



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

Czy potrafisz narysować przebieg natężenia prądu w tym obwodzie w funkcji czasu?

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Napięcie elektryczne, jakie sieci elektryczne dostarczają do odbiorców,

- ☐ jest napięciem stałym
- ☐ zmienia tylko kierunek
- ☐ zmienia tylko wartość
- ☐ zmienia zarówno kierunek jak i wartość

Ćwiczenie 2



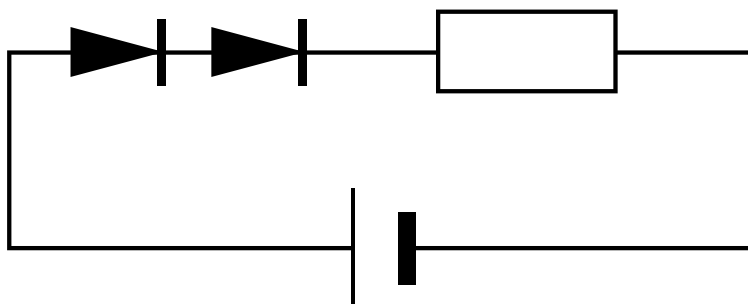
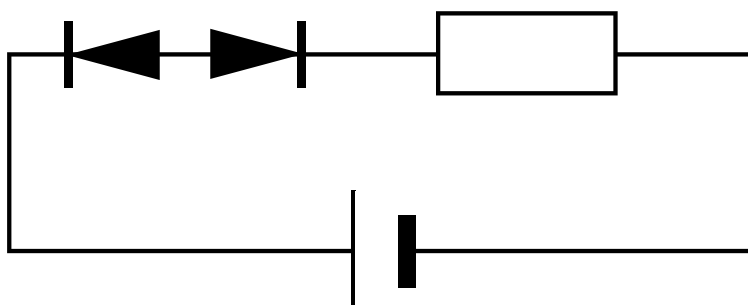
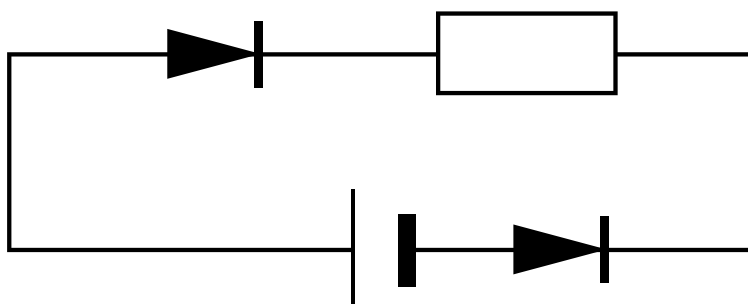
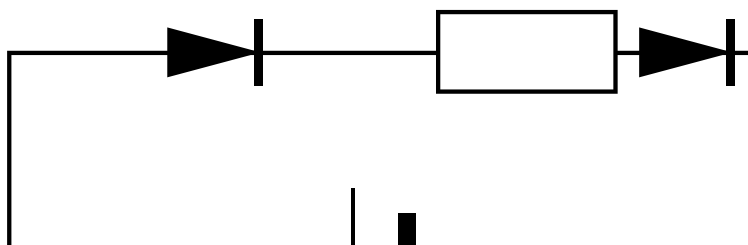
Wybierz urządzenia zasilane z sieci energetycznej wymagające do prawidłowego działania prądu jednokierunkowego:

żarówka żarnikowa ☐ , ładowarka do smartfona ☐ , wentylator pokojowy ☐ ,
laptop ☐ , telewizor ☐ , grzejnik elektryczny ☐

Ćwiczenie 3



Wskaż układy, w których prąd popłynie.

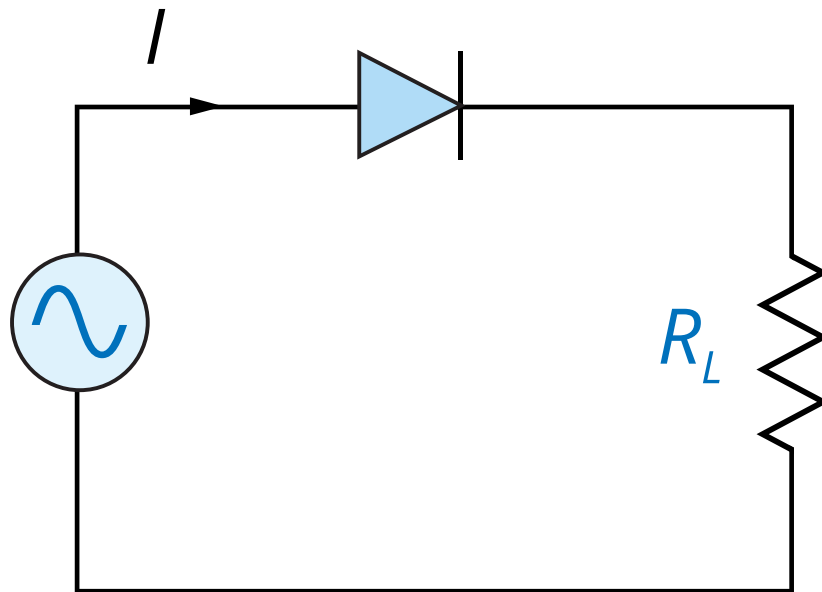
☐☐☐

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

Ćwiczenie 4



Dany jest układ ze źródłem prądu, diodą i opornikiem. W układzie tym prąd będzie płynąć:



- ☐ przez cały czas pracy źródła
- ☐ popłynie prąd stały
- ☐ przez połowę czasu pracy źródła
- ☐ prąd nie popłynie

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

Ćwiczenie 5



Prostownik akumulatorowy

Źródło: J. Hammerschmidt, dostępny w internecie: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lader_Fronius-Acctiva-12-10.JPG [dostęp 18.12.2022], licencja: CC BY-SA 3.0.

Zdjęcie przedstawia prostownik służący do ładowania akumulatorów samochodowych o parametrach technicznych:

- Zasilanie: 230V~50Hz,
- Prąd znamionowy wyjściowy: 20A,
- Napięcie ładowania: 12 lub 24V,
- Prąd szczytowy wyjściowy: 30A,
- Bezpiecznik: 1x30A

Z przedstawionych danych wynika, że maksymalne natężenie prądu płynącego przez diody w tym prostowniku nie powinno przekroczyć:

☐ 15A

☐ 20A

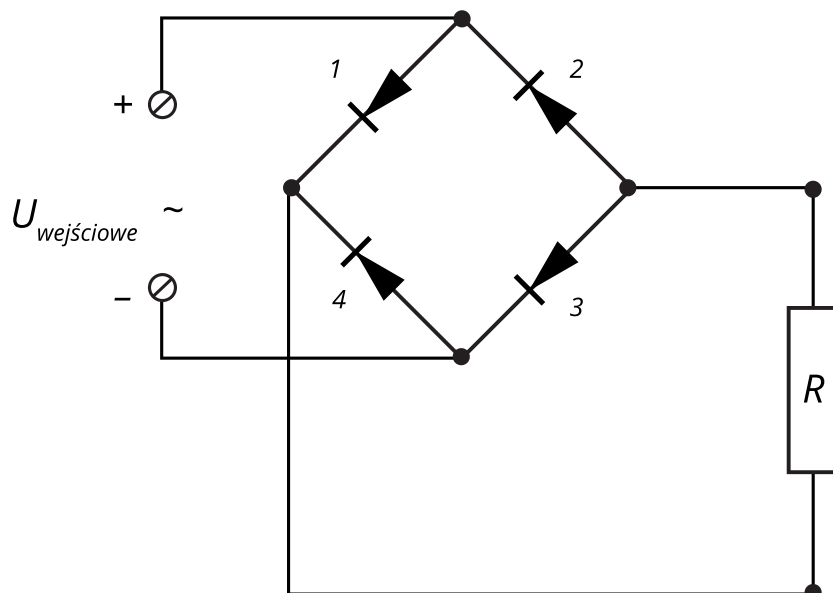
☐ 30A

☐ 12A

Ćwiczenie 6



Dany obwód z układem prostowniczym zasilany prądem przemiennym. Jeżeli "plus" i "minus" napięcia wejściowego są takie, jak na rysunku, to prąd płynie przez diody o numerach:



☐ 1 i 3

☐ 1 i 4

☐ 2 i 3

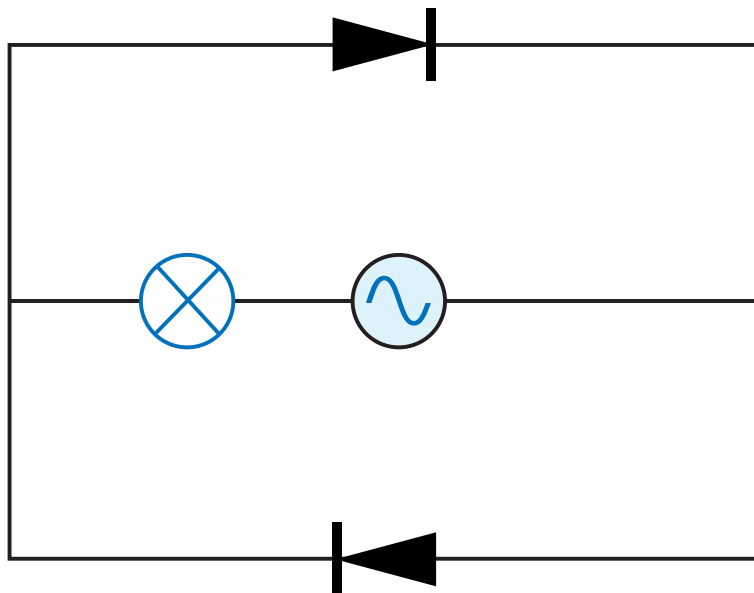
☐ 2 i 4

Ćwiczenie 7



W podanym układzie symbol $\otimes$ oznacza żarówkę.

Przy połączeniu, jak na rysunku przez żarówkę prąd:



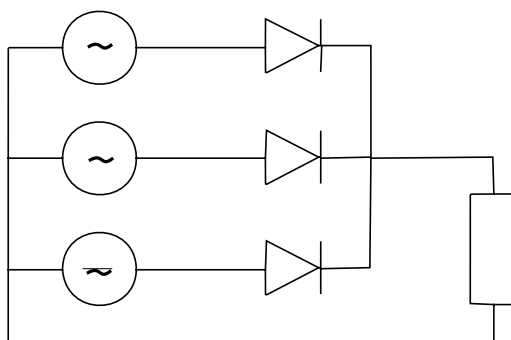
- ☐ płynie, gdy "plus" napięcia jest po prawej stronie źródła
- ☐ płynie przez cały czas
- ☐ nie płynie
- ☐ płynie, gdy "plus" napięcia jest po lewej stronie źródła

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

Ćwiczenie 8

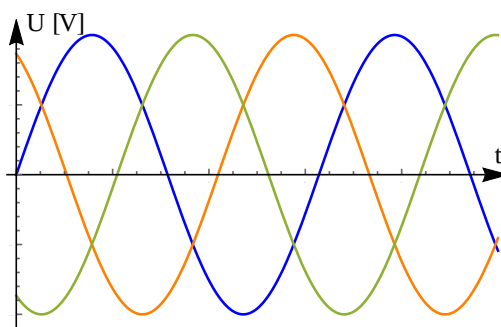


Prostownik trójfazowy przedstawiony na poniższym rysunku wykorzystuje się tam, gdzie dostępne jest trójfazowe zasilanie.



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

Poniżej przedstawiono przesunięcia fazowe pomiędzy trzema przewodami tego zasilania oznaczonymi symbolicznie na poprzednim rysunku jako źródła prądu (kółkami z falką w środku).



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

Spróbuj narysować napięcie wyjściowe z takiego prostownika.

Dla nauczyciela

Konspekt (scenariusz) lekcji

Imię i nazwisko autora:	Jarosław Krakowski
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Zastosowania diod w prostownikach prądu
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony

Podstawa programowa:	Cele kształcenia – wymagania ogólne II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych. Zakres podstawowy Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 4) przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem; 7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach. VII. Prąd elektryczny. Uczeń: 8) opisuje funkcje diody półprzewodnikowej jako elementu przewodzącego w jednym kierunku oraz jako źródła światła. Zakres rozszerzony Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 4) przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem; 7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach. VIII. Prąd elektryczny. Uczeń: 14) opisuje funkcje diody półprzewodnikowej jako elementu przewodzącego w jednym kierunku, przedstawia jej zastosowanie w prostownikach oraz jako źródła światła.
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. dowie się, do czego i gdzie stosuje się prostowniki prądu, 2. pozna skutek pracy diody w prostownikach, 3. zrozumie, w jaki sposób diody „prostują” prąd elektryczny. 4. zastosuje zdobytą wiedzę do rozwiązywania problemów, 5. przeanalizuje cykl pracy prostownika.
Strategie nauczania:	IBSE (Inquiry-Based Science Education - nauczanie/uczenie się przedmiotów przyrodniczych przez odkrywanie/dociekanie naukowe)
Metody nauczania:	- wykład problemowy, - burza mózgów.
Formy zajęć:	Praca zespołowa, praca w parach przy rozwiązywaniu zadań.
Środki dydaktyczne:	Grafika interaktywna pokazująca zastosowania diod, wykres charakterystyki diody, zestawy zadań.
Materiały pomocnicze:	- rzutnik multimedialny, - ekran.
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
1. Nauczyciel zadaje pytanie: Co wiecie o prostownikach i ich zastosowaniu? Oczekiwana odpowiedź: prostowniki służą do zamiany prądu przemiennego na prąd jednokierunkowy. 2. Uczniowie wspólnie z nauczycielem przypominają charakterystykę prądowo – napięciową diody i podział charakterystyki na trzy zakresy napięcia (czyli zakresy przewodzenia, zaporowy i przebicia).	
Faza realizacyjna:	

1. Uczniowie z pomocą nauczyciela analizują wpływ diody na przepływ prądu w obwodzie prądu przemiennego z wykorzystaniem animacji. Nauczyciel może nawiązać do analogii z wodą, która płynie tylko z góry do dołu (a prąd od wyższego potencjału do niższego). Dioda działa zatem jak jednokierunkowa tama. Nauczyciel uruchamia najpierw symulację bez diody i tłumaczy przepływ prądu przez opornik (i zmiany jego kierunku) korzystając z powyższej analogii. Następnie w symulacji do obwodu dołączona jest dioda. Uczniowie dochodzą do wniosku, że prąd (woda) płynie tylko, gdy wyższy potencjał (wyższy poziom wody) jest z lewej strony diody.
2. Uczniowie z pomocą nauczyciela analizują pracę układu prostowniczego na przykładzie mostka Graetza. Ponownie może pomóc analogia do wody. Jeśli pracownia fizyki wyposażona jest w płytkę uniwersalną, można razem z uczniami zbudować mostek Graetza z wykorzystaniem diód LED, baterii 9V i żarówki. Przy zmianie polaryzacji baterii świecące się dwie diody powinny gasnąć, a dwie zgaszone zapalać.

Faza podsumowująca:

Uczniowie rozwiązują zadania: 1, 2, 3, 4, 6 z zestawu ćwiczeń. Nauczyciel pełni rolę doradcy, obserwuje i kontroluje pracę uczniów.

Praca domowa:

Zadania: 5, 7, 8 z zestawu ćwiczeń.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium:

Multimedium może być wykorzystywane przy powtarzaniu wiadomości i na lekcjach, na których są omawiane zastosowania diod.