



Zastosowanie transformatora

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Film (standardowy)
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Zastosowanie transformatora

Czy to nie ciekawe?

Czy zdajesz sobie sprawę z tego, jak często wykorzystujesz w swoim życiu transformator?

Bez tego urządzenia niemożliwy byłby transport energii elektrycznej z elektrowni do Twojego domu, a wiele urządzeń domowych nie mogłoby działać. Warto to sobie uświadomić i podziękować Faradayowi za odkrycie zjawiska indukcji elektromagnetycznej, bo właśnie to zjawisko leży u podstaw działania transformatora.

Twoje cele

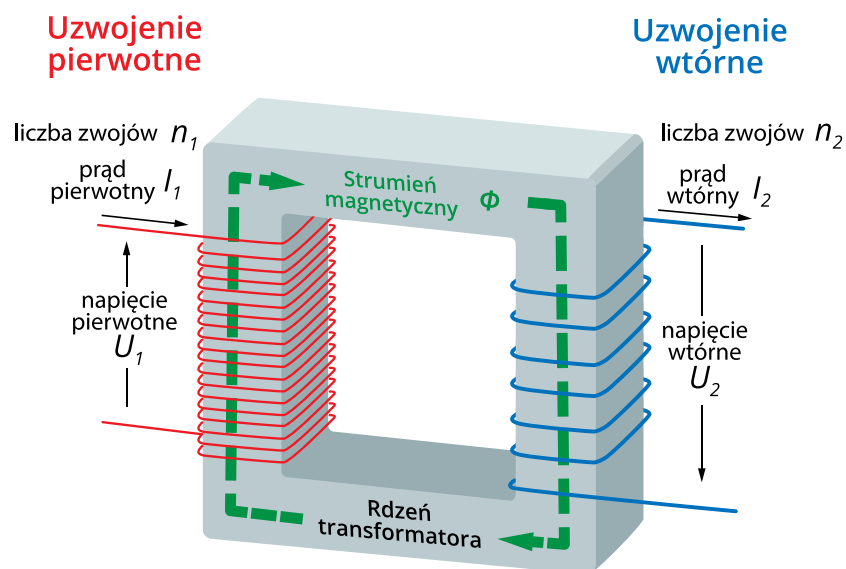
- dowiesz się, jak działa transformator,
- poznasz zastosowania transformatora,
- zrozumiesz, dlaczego przesyłanie energii elektrycznej na duże odległości wymaga podwyższenia napięcia w linii przesyłowej,
- zastosujesz zdobytą wiedzę do obliczenia np. liczby zwojów uzwojenia wtórnego w ładowarce telefonu komórkowego.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Transformator to urządzenie, które obniża albo podwyższa napięcie elektryczne. Wykorzystuje do tego zjawisko indukcji elektromagnetycznej, czyli wytwarzanie w obwodzie siły elektromotorycznej (SEM) w momencie, gdy zmienia się strumień pola magnetycznego przechodzący przez ten obwód. Żeby zrozumieć jak działa transformator, należy poznać jego budowę (Rys. 1.).

Na żelazny, wspólny rdzeń transformatora, nawinięte są dwa uzwojenia: pierwotne i wtórne. Jeśli w uzwojeniu pierwotnym będzie płynął **prąd przemienny**, to wytworzy on we wspólnym rdzeniu zmienne pole magnetyczne (wartość indukcji magnetycznej B jest wprost proporcjonalna do wartości natężenia prądu I , natomiast kierunek wektora indukcji magnetycznej jest zależny od kierunku przepływu prądu). To zmienne pole magnetyczne spowoduje, że zmienny będzie strumień pola magnetycznego przez uzwojenie wtórne, a więc w uzwojeniu wtórnym wytworzy się SEM indukcji, czyli napięcie wtórne na końcach tego uzwojenia.



Rys. 1. Schematyczne przedstawienie transformatora

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

W najprostszym ujęciu (modelu) transformatora, stosunek obu napięć równy jest stosunkowi liczby zwojów:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{n_2}{n_1} \quad \text{lub} \quad \frac{U_{wy}}{U_{we}} = \frac{n_2}{n_1}$$

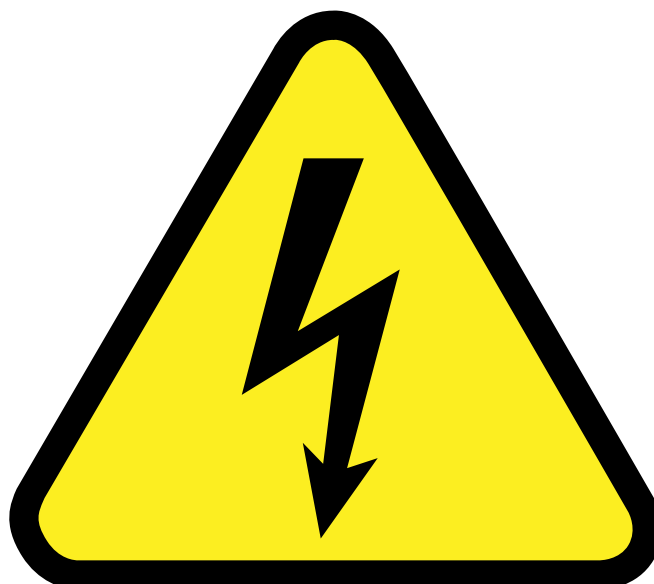
gdzie U_1 lub U_{we} oznacza napięcie pierwotne (wejściowe), a z kolei U_2 lub U_{wy} oznacza napięcie wtórne (wyjściowe).

Transformatory znaleźć można w bardzo wielu urządzeniach elektronicznych, dla zasilania których napięcie sieciowe (230 V) jest zbyt wysokie. Należy wobec tego to napięcie sieciowe **obniżyć**, co czyni się przy pomocy transformatora. Takie urządzenia domowe, w których obecny jest transformator, to na przykład: telewizory, radioodbiorniki, komputery, odtwarzacze CD, dzwonki do drzwi, kuchenki mikrofalowe. W ostatnim przykładzie, w tak zwanej mikrofalówce, chodzi wyjątkowo o znaczne **podwyższenie** napięcia. Do wytwarzania fali elektromagnetycznej (mikrofali) o długości rzędu decymetra (0,1 m) potrzebna jest specjalna lampa elektronowa, zwana magnetronem, która musi być zasilana napięciem wynoszącym aż 2000 V.

Transformatory obniżające (nigdy podwyższające!) napięcie mogą znajdować się w zasilaczach albo ładowarkach. Zasilacz często składa się z transformatora i prostownika. Oprócz tego, że musimy obniżyć napięcie, to dodatkowo – gdy zasilane urządzenie wymaga napięcia stałego, a nie przemiennego – musimy „wyprostować” to napięcie. Rozejrzyj się wokół siebie i spróbuj znaleźć urządzenia korzystające z ładowarki albo zasilacza zewnętrznego. Ja zaproponuję poniżej przedstawioną listę, ale z pewnością coś jeszcze dodasz:

- telefon komórkowy,
- laptop,
- interfejs pomiarowy CoachLab (podłączony do komputera),
- ogrodowa piła elektryczna,
- elektryczna szczoteczka do zębów,
- lampki LED np. na choinkę.

Teraz wyjdziemy z domu i rozejrzemy się wokół w poszukiwaniu transformatorów. Są one zawsze oznaczone charakterystycznym znakiem ostrzegającym przed możliwością porażenia prądem.



Rys. 2. Znak ostrzegający przed porażeniem prądem.

Źródło: dostępny w internecie: <https://pixabay.com/vectors/industrial-security-electric-danger-1492062/> [dostęp 15.05.2022 r.].

Często w terenie można zauważyć stację transformatorową słupową. Pokazuje ją Rys. 3. - transformator widoczny jest tu jak na dłoni. Czasem jednak transformator wraz z osprzętem schowany jest w budynku. Całość tworzy wieżową stację transformatorową, wyglądającą najczęściej jak na Rys. 4.



Rys. 3. Stacja transformatorowa słupowa w Marianowie.

Źródło: Rrudzik, dostępny w internecie: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Marian%C3%B3w_transformator.jpg [dostęp 15.05.2022 r.], licencja: CC BY-SA 4.0.



Rys. 4. Wieża transformatorowa w Woli Hankowskiej.

Źródło: Przykuta, dostępny w internecie:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wola_Hankowska_transformator_02.08.10_p.jpg [dostęp 15.05.2022 r.], licencja: CC BY 3.0.

Czasem można spotkać bardzo ładne, a nawet zabytkowe wieże transformatorowe. Elewacje budynków wież transformatorowych bywają też zdobione muralami (zobacz Rys. 5.).



Rys. 5. Wieża transformatorowa w Grodzisku Mazowieckim.

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

No dobrze, ale do czego służą te transformatory w terenie? To między innymi dzięki nim masz **energię elektryczną** w domu w postaci napięcia 230 V w gniazdku sieciowym.

Energia elektryczna wytwarzana jest w generatorach – potężnych prądnicach w elektrowniach. Następnie należy tę energię przetransportować do domów i fabryk. Temu służą gigantyczne energetyczne linie przesyłowe, czyli linie wysokiego napięcia, przedstawione na Rys. 6.



Rys. 6. Linie wysokiego napięcia.

Źródło: dostępny w internecie: <https://pixabay.com/photos/electric-cables-mountains-power-3726599/> [dostęp 15.05.2022 r.].

Ale dlaczego linie przesyłowe są pod *wysokim* napięciem? **Moc** wydzielana w przewodzie (tak zwana straty mocy) jest wprost proporcjonalna do kwadratu natężenia prądu elektrycznego przepływającego przez ten przewód. Tak więc musimy spowodować, aby w przewodach płynął prąd o jak najmniejszym natężeniu. Moc elektryczna przekazywana od elektrowni do sieci energetycznej musi pozostać stała, a moc jest iloczynem napięcia i natężenia prądu w linii przesyłowej. Skoro tak, to jedynym sposobem zmniejszenia natężenia prądu jest podwyższenie napięcia.

To dzieje się właśnie w transformatorze na „wyjściu” z elektrowni, gdzie moc dostarczana do uzwojenia pierwotnego (z generatora) jest równa mocy przekazanej do uzwojenia wtórnego, będącego częścią linii przesyłowej.

A oto **przykład obliczeniowy**, dzięki któremu zrozumiesz lepiej, jak to działa.

Z jednego bloku elektrowni o mocy 2 MW chcemy przesłać energię elektryczną do miasta odległego o 200 km. Opór omowy 1 km przewodów wynosi 0,22 Ω . Obliczymy moc traconą w linii przesyłowej, jeśli napięcie w tej linii wynosi 100 kV. Zobaczymy, jaki to będzie procent mocy elektrowni. Najpierw obliczymy całkowity opór linii przesyłowej: $R = 0,22 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 200 \text{ km} = 44 \Omega$ Zakładamy, że moc przekazana z bloku elektrowni do uzwojenia wtórnego transformatora wynosi 2 MW (bez strat), czyli $P = U_2 I_2$. Możemy wobec tego obliczyć wartość natężenia prądu w linii przesyłowej I_2

$$I_2 = \frac{P}{U_2} = \frac{2 \cdot 10^6 \text{ W}}{10^5 \text{ V}} = 20 \text{ A}.$$

Moc stracona w przewodach $P_{str} = I^2 R = 400 \text{ A}^2 \cdot 44 \Omega = 1,76 \cdot 10^4 \text{ W}$. Jaki to procent mocy wyjściowej z elektrowni?

$$\frac{P_{str}}{P} = \frac{1,76 \cdot 10^4 \text{ W}}{2 \cdot 10^6 \text{ W}} = 0,88\%.$$

Jak widać, straty nie są wielkie. Ale zobaczmy co by się stało, gdyby w przesyłowej sieci energetycznej zastosować dwukrotnie niższe napięcie, czyli 50 kV. Wtedy, przy utrzymaniu stałej wartości mocy, natężenie prądu wzrosłoby dwukrotnie, a straty mocy wzrosłyby 4-krotnie, czyli wyniosłyby już około 3,5%!

Tak więc, napięcie w liniach przesyłowych należy znacznie podwyższyć, jeśli chcemy mieć jak najmniejsze straty energetyczne w przewodach. Oczywiście przed doprowadzeniem napięcia do domu należy je obniżyć. Czyni się to stopniowo, poprzez średnie napięcia (1 kV – 60 kV) do niskich napięć (400 V – 230 V). Temu właśnie służą stacje transformatorowe słupowe i wieżowe.

Warto wspomnieć jeszcze o zastosowaniach transformatorów, wykorzystujących możliwość uzyskania w uzwojeniu wtórnym **prądu o dużym natężeniu**. Tak jest w **lutownicy transformatorowej** i **zgrzewarce punktowej**. Transformator w tych urządzeniach posiada w uzwojeniu wtórnym mniej zwojów niż w pierwotnym, co daje obniżenie napięcia i tym samym podwyższenie natężenia prądu. Odwrotnie niż w liniach przesyłowych energii elektrycznej, tutaj chcemy, żeby przewody uzwojenia wtórnego grzały się tak, aby cyna w kontakcie z nimi topiła się i możliwa była obróbka termiczna metali.

Jeszcze inną sytuację mamy w takich urządzeniach, jak **spawarka transformatorowa**, **przecinarka plazmowa** i **transformatorowy piec hutniczy**. Tam wykorzystuje się wysokie napięcie wytworzone we wtórnym uzwojeniu transformatora i powstanie przy otwartym obwodzie **łuku plazmowego**, w którym płynie prąd o bardzo dużym natężeniu i wytwarzana jest bardzo wysoka temperatura. W piecach hutniczych ta temperatura może sięgać 30 000 °C.

Słowniczek

Prąd przemienny

(ang.: *alternate current*) - prąd wywołany napięciem przemiennym, czyli napięciem sinusoidalnie zmiennym: $U(t) = U_0 \cdot \sin(\omega t)$.

Energia prądu elektrycznego

(ang. *electric energy*) - energia, jaką prąd elektryczny przekazuje odbiornikowi wykonującemu pracę lub zmieniającemu ją na inną formę energii. Energię elektryczną, przepływającą lub pobieraną przez urządzenie, określa iloczyn natężenia prądu

płynącego przez odbiornik, napięcia na odbiorniku i czasu przepływu prądu przez odbiornik.

Moc elektryczna

(ang.: *electric power*) - liczbowo, jest to energia elektryczna przypadająca na jednostkę czasu. Oznaczana literą P , jednostką jest dżul/sekundę, czyli wat (W).

Łuk elektryczny

(ang.: *electric arc*) - zjawisko przepływu prądu elektrycznego w powietrzu lub gazie wskutek jonizacji zderzeniowej cząsteczek gazu, wywołanej termoelektronami przyspieszonymi przez pole elektryczne. Towarzyszy mu silne białe światło i wysoka temperatura (ponad 3000 °C). Obserwuje się go między częściami urządzeń elektrycznych będących pod napięciem. Zjawisko to wykorzystuje się w lampach wyładowczych i spawalnictwie.

Plazma

(ang.: *plasma*) - zjonizowana materia o stanie skupienia przypominającym gaz, w którym znaczna część cząstek jest naładowana elektrycznie. Mimo że plazma zawiera swobodne cząstki naładowane (jony i elektrony), to w skali makroskopowej jest elektrycznie obojętna. Od gr. πλάσμα plásma „rzecz uformowana, ulepiona, wymyślona” od πλάσσειν, plássein: 'formować; modelować'.

Film (standardowy)

Zastosowania transformatora

Trwa wczytywanie danych ..

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/De6LuoFXd>

Zapoznaj się z audiodeskrypcją filmu.

Polecenie 1




Polecenie 2

Polecenie 3

Polecenie 4

Jak myślisz, z jakiego materiału może być wykonany uchwyt pokazany w ostatniej części filmu?

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



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

Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Dlaczego w liniach przesyłowych napięcie prądu jest wysokie?

Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



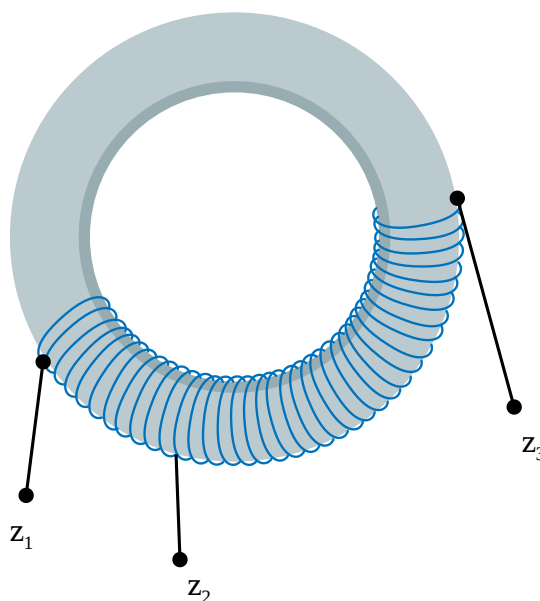
Ćwiczenie 7



Ćwiczenie 8



Poniższy rysunek przedstawia schematycznie budowę tzw. autotransformatora. Składa się on z pojedynczej zwojnicy o 1000 zwojów. Ze zwojnicy wyprowadzono wyjścia do zacisków Z_1 , Z_2 i Z_3 . Pomiedzy zaciskami Z_1 i Z_2 znajduje się 200 zwojów. Dowlone dwa zaciski mogą być traktowane jako doprowadzenia napięcia pierwotnego, dowolne dwa – jako wyprowadzenia napięcia wtórnego.



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

Uporządkuj podane poniżej wartości stosunków napięcia wyjściowego do wejściowego na takie, które można i nie można uzyskać w ten sposób.

Dla nauczyciela

Scenariusz lekcji

Imię i nazwisko autora:	Nina Tomaszewska
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Zastosowania transformatora
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy/rozszerzony
Podstawa programowa:	<p>Cele kształcenia -wymagania ogólne</p> <p>I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.</p> <p>II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.</p> <p>Zakres podstawowy</p> <p>Treści nauczania - wymagania szczegółowe</p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>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;</p> <p>VIII. Magnetyzm. Uczeń:</p> <p>5) opisuje zasadę działania transformatora oraz podaje przykłady jego zastosowania.</p> <p>Zakres rozszerzony</p> <p>Treści nauczania - wymagania szczegółowe</p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>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;</p> <p>IX. Magnetyzm. Uczeń:</p> <p>13) opisuje zasadę działania transformatora; przedstawia uproszczony model transformatora, w którym przekładnia napięciowa i przekładnia prądowa zależą tylko od liczb zwojów; opisuje zastosowania transformatorów.</p>

Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.: <ul style="list-style-type: none"> • 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:	<p>Uczeń:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. objaśnia, jak działa transformator, 2. wymienia różnorodne zastosowania transformatora, 3. objaśnia, dlaczego przesyłanie energii elektrycznej na duże odległości wymaga podwyższenia napięcia w linii przesyłowej, a z kolei działanie lutownicy wymaga obniżenia napięcia w obwodzie wtórnym transformatora, 4. stosuje zdobytą wiedzę do obliczenia np. liczby zwojów uzwojenia wtórnego w ładowarce telefonu komórkowego przy danej liczbie zwojów uzwojenia pierwotnego.
Strategie nauczania:	blended-learning
Metody nauczania:	wykład informacyjny wspomagany pokazem multimedialnym
Formy zajęć:	praca w zespole klasowym
Środki dydaktyczne:	Niniejszy e-materiał + komputer z rzutnikiem lub tablety do dyspozycji każdego ucznia.
Materiały pomocnicze:	nie
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
Zaciekawiamy uczniów transformatorami, ich obecnością wokół nas. Niech podzielą się swoją wiedzą na temat ich zastosowań.	
Faza realizacyjna:	

Nauczyciel przypomina zasadę działania transformatora oraz wielkości go opisujące. Następnie nawiązuje do wiedzy uczniów na temat zastosowania transformatora i proponuje rozwinięcie tego tematu oraz podsumowanie jak w części tekstowej e-materiału. Następnie nauczyciel wyświetla uczniom film - może przy tym stosować stopklatkę, dodawać swój komentarz i zadawać uczniom pytania. Lekcja w pełni wykorzystuje materiał tekstowy i medialny e- materiału.

Faza podsumowująca:

W fazie podsumowującej nauczyciel wraz z uczniami powinien rozwiązać zadania 6 i 7 z bloku sprawdzającego. Są najistotniejsze. Pozostałe zadania proponuję zadać uczniom jako pracę domową. Powinni sobie doskonale poradzić.

Praca domowa:

Jak wyżej.

**Wskazówki
metodyczne
opisujące różne
zastosowania
danego
multimedium:**

Film może być wykorzystany na lekcji tak, jak pokazano to w konspekcie. Jeśli lekcja o zastosowaniach transformatora będzie miała charakter praktycznych zajęć w dobrze wyposażonej pracowni fizycznej, to film może mieć charakter uzupełnienia do obejrzenia w domu.